



Oberingenieurkreis II

Tiefbauamt
des Kantons Bern

Wasserbauplan

Beilage 3.1.1.B

Gewässer	Chise	Gewässer-Nr.	458
Gemeinden	Kiesen, Oppligen, Herbligen	Projekt-Nr.	5375
Erfüllungspflichtiger	Wasserbauverband Chisebach	Plan-Nr.	5375.01.B
Projekt vom	20. Juni 2011	Format	A4
Revidiert	25. Oktober 2021		

Unterlage

Anhang 13 zum technischen Bericht

Wasserbauplan Chise

Auflage

Projektverfasser:

geobau
Geobau Ingenieure AG
Geomatik Bau Umwelt
Südstrasse 8a
3110 Münsingen
Tel. 031 724 30 30

Wasserbauplangenehmigung:

Anhang 13

Überprüfung der hydrologischen Grundlagen der Chise unter Berücksichtigung realisierter und geplanter Rückhaltmassnahmen mittels gekoppelter Niederschlagsabfluss- und 2D-Simulation, Scherrer AG, vom Juli 2021

Überprüfung der hydrologischen Grundlagen der Chise

unter Berücksichtigung realisierter und geplanter Rückhaltemassnahmen mittels gekoppelter Niederschlagsabfluss- und 2D-Simulation



*Chise (Verzweigung Gewerbekanal, Blick in Fliessrichtung) während des Hochwassers vom 1. Juni 2013
(Quelle: Feuerwehr Konolfingen)*

Auftraggeber:
Tiefbauamt des Kantons Bern
Oberingenieurkreis II

Bericht: 20/276

Reinach, Juli 2021

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	3
1.1 Problemstellung.....	3
1.2 Vorgehen.....	5
1.3 Gebietskennwerte.....	5
1.4 Gewährpersonen.....	6
2 Verwendete Daten und Unterlagen.....	8
3 Abflussmessungen.....	10
3.1 Pegel Chise - Freimettigen (A 086).....	10
3.2 HRB Hünigenmoos Schätzung der Aktivierungshäufigkeit.....	13
3.3 Schlussfolgerungen.....	14
4 Historische Hochwasser.....	15
4.1 Einleitung.....	15
4.2 Veränderungen am Gerinne.....	15
4.2.1 Chise.....	15
4.2.2 Diessbach.....	15
4.3 Die historischen Hochwasser.....	15
4.3.1 Chise.....	15
4.3.2 Diessbach.....	17
4.4 Schlussfolgerungen.....	17
4.4.1 Chise.....	17
4.4.2 Diessbach.....	17
5 Beurteilung der Abflussreaktion des Gebiets.....	18
5.1 Einleitung.....	18
5.2 Geologie und Hydrogeologie.....	18
5.3 Böden.....	19
5.4 Abflussprozesse und Abflusstypen auf natürlichen Flächen.....	19
5.5 Abflussreaktion der Siedlungsgebiete.....	23
5.6 Abflussreaktionskurven.....	23
6 Abflussberechnungen.....	25
6.1 Einleitung.....	25
6.2 Grundlagen und Aufbau des Modells Qarea ⁺	25
6.3 Kopplung QArea ⁺ mit 2D-BASEMENT-Modell.....	28
6.4 Modelleichung.....	28
6.5 Modellvalidierung.....	31
6.6 Niederschlags-Szenarien.....	31

6.6.1 Räumliche Niederschlagsverteilung.....	31
6.6.2 Zeitliche Niederschlagsverteilung und Niederschlagsintensitäten.....	31
6.7 Abflussberechnungen.....	35
6.7.1 Ist-Zustand.....	35
6.7.2 Prognose-Zustand.....	36
6.7.3 Diskussion der Resultate hinsichtlich Rückhaltevolumen und Beckenwirkung.....	38
7 Hochwasserabflüsse definierter Jährlichkeit.....	39
7.1 Einleitung.....	39
7.2 Pegel Freimettigen (BP10).....	40
7.3 Hochwasserabflüsse.....	42
7.4 Vergleich der Resultate mit denjenigen früherer Studien.....	44
8 Empfehlungen zum Hochwasserschutz.....	47
Anhang.....	48

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Die Chise (auch Chisebach) entspringt im Gebiet des Toppwaldes oberhalb Konolfingen und entwässert bis Konolfingen ein Einzugsgebiet (EZG) von 36 km², bei der Aaremündung sind es 71 km². Das Gewässernetz der Chise macht vom Oberlauf (Dürrbach) bis nach Freimettigen eine 180 Grad Drehung. Unterhalb Bowil ist die Kapazität klein, so dass die sehr flachen Talböden überflutet werden und die Abflussspitzen kleiner und mittlerer Hochwasser in Konolfingen vermindert ankommen (Retention).

Aufgrund von Überschwemmungen in den 1970er- und 1980er-Jahren wurde ein Hochwasserschutzkonzept erarbeitet, das verschiedene Massnahmen an der Chise vorsieht (Beffa, 2003). Das Konzept basiert auf hydrologischen Untersuchungen von IHW ETH Zürich (1999) und von Horat & Scherrer AG (2001).

Im flachen Talboden des Chisetals werden Hochwasserspitzen durch fließende und teilweise auch stehende Retention gedämpft (Naef & Thoma, 2002). Dieses Zusammenspiel von Abflussbildung (Hydrologie) und Abflusssdämpfung (Hydraulik) wurde damals vertieft untersucht. Das HQ₁₀₀ wurde in Konolfingen auf 25 m³/s festgelegt. Dieser Abflusswert ist für die Region verhältnismässig moderat und ist u. a. der für die Abflusssdämpfung günstigen topographischen Gegebenheiten im Chisetal zu verdanken. Im etwas steileren Unterlauf ist diese Dämpfung weniger ausgeprägt.

Die Grundzüge des Konzepts sind heute noch gültig und es sieht verschiedene Massnahmen vor, die im Wasserbauplan (Schmalz Ingenieur AG, 2013/2019) zusammengestellt sind. Der Kern des Hochwasserschutzes (HWS) ist eine Kombination von verschiedenen Hochwasserrückhaltebecken (HRB) entlang der Chise. Mittlerweile wurde ein HRB oberhalb von Zäziwil (Groggenmoos) realisiert. Zwei weitere HRB ("Hünigenmoos oben" und "Hünigenmoos unten") kommen unmittelbar oberhalb Konolfingen zu liegen. Dabei ist auch eine Umlegung des Hünigerbachs vorgesehen. Dieser soll mit der Realisierung der Becken ins künftige HRB "Hünigenmoos unten" eingeleitet werden. Es sind aber auch Gerinneausbauten vorgesehen, die der natürlichen Dämpfung entgegenwirken können.

Mit dem HRB Groggenmoos (Rückhaltevolumen: ca. 280'000 m³) und den beiden HRB Hünigenmoos oberhalb des Bemessungspunkts (BP) 8 (Rückhaltevolumen: ca. 330'000 m³) soll die Abflussspitze der Chise auf 12 m³/s gedrosselt werden (Schmalz AG, 2013/2019). Auf diese Weise soll Konolfingen künftig vor Hochwassern der Chise geschützt werden.

Für die hydrologischen Untersuchungen standen 1999 und 2001 der Pegel Chise-Freimettigen zur Verfügung (Messdauer: 1982 - 1994). Der grösste Abfluss in jener Periode wurde im Jahr 1988 mit 12 m³/s beobachtet. Seit 2005 wird in Freimettigen bei der ARA wiederum ein Pegel betrieben, wobei bis 2020 sieben Jahreshochwasser in der Periode 2005 - 2020 > 10 m³/s waren¹. Die grösste Spitze trat 2005 mit 15 bis 19 m³/s auf, die zweitgrösste im 2007 lag in der gleichen Grössenordnung. Damit stehen heute für eine hydrologische Untersuchung bedeutend mehr Messungen zur Verfügung, diese stehen aber im Widerspruch zum HQ₁₀₀ von 16 bis 23 m³/s in Konolfingen.

Aus verschiedenen Gründen hat der Obergeringenieurkreis II die Absicht, die hydrologischen Grundlagen (HQ₃₀, HQ₁₀₀, HQ₃₀₀) und die Wirkungsweise der HRB zu überprüfen, bevor weitere

1 Weitere hydrologische Jahrbücher sind nicht aufgeschalten.

Schritte erfolgen. Die Anforderungen und Randbedingungen an eine Neubeurteilung der Hydrologie sind folgende:

- In den letzten 20 Jahren sind grosse Niederschläge über das Chise-Einzugsgebiet gezogen (z.B. 2005, 2006, 2007, 2014), die teilweise auch Schäden erzeugten. Die nun längere Messreihe am Pegel Chise-Freimettigen ist ideal für die Überprüfung der Hydrologie. Zusammen mit den bekannten historischen Hochwassern früherer Studien lässt sich in Konolfingen ein Beobachtungszeitraum von gegen 80 Jahren erschliessen. Allerdings müssen die in Freimettigen gemessenen Abflussdaten überprüft werden.
- Die vor 20 Jahren neu am IHW der ETH Zürich (Scherrer S., Naef F., 2003) entwickelte Methodik der Hochwasserabschätzung² wurde in der Zwischenzeit durch die Scherrer AG weiter entwickelt und standardisiert. Beispielsweise kann auf der damaligen Einschätzung der Abflussreaktion aufgebaut werden, sie muss aber angepasst werden (analog Zäzibach /Bärbach).
- Die Seitenbäche der Chise weisen teilweise eine mittlere bis starke Abflussreaktion auf. Das moderate HQ_{100} ($0.7 \text{ m}^3/\text{s km}^2$) in Konolfingen ist mit unter ein Resultat der abflussdämpfenden Wirkung des Chise-Talbodens. Eine Überprüfung der hydrologischen Grundlagen muss - wie dies vor 20 Jahren gemacht wurde - das Zusammenspiel von Hydrologie und Hydraulik berücksichtigen.
- Für den Nachweis der Sicherheit der HRB sind noch seltenere Hochwasserabflüsse erforderlich. Mit einer Aktualisierung der HQ_x könnte dieser Anforderung Rechnung getragen werden.
- Sowohl für die im Wasserbauplan aufgeführten Massnahmen als auch für die Aktualisierung von Gefahrenkarten ist eine Überprüfung sinnvoll, weil gefestigte hydrologische Grundlagen für die weiteren Schritte essentiell sind.

2 Der 2001 an der ETH Zürich am damaligen Institut für Hydromechanik und Wasserwirtschaft entwickelte methodische Ansatz zur Abschätzung seltener Hochwasser wurde in den letzten 20 Jahren weiterentwickelt. Dabei wurden aufgrund der Erfahrungen Arbeitsschritte verbessert und Parameter genauer festgelegt. Dies betraf vor allem die Kartierung der Abflussbereitschaft und die Annahmen und Parameter für das Niederschlag-Abflussmodell. Dies verbesserte die Konsistenz und Vergleichbarkeit der Ergebnisse massgeblich. Die Kartierung der Abflussbereitschaft basiert auf dem im Jahr 2004 erstellten Bestimmungsschlüssel. Dieser brachte eine Standardisierung mit 5 resp. 8 Abflusstypen mit sich (früher 4 Abflusstypen) und damit wurden im NAM auch bestimmte Parameter fixiert z.B. die Abflussreaktionskurven, die seither nicht mehr verändert wurden. Die in der Zwischenzeit erfolgten Weiterentwicklung macht es nicht sinnvoll weder mit dem damaligen NAM noch mit der Kartierung der Abflussbereitschaft fortzufahren.

1.2 Vorgehen

Der vorliegende Bericht stellt die Resultate der durchgeführten Untersuchungen dar. Im Kapitel 2 sind die verwendeten Daten und Unterlagen zusammengestellt. Kapitel 3 beinhaltet die Pegelauswertung der Station Chise – Freimettigen (A 086). Kapitel 4 zeigt die aus den Erkundungen der historischen Hochwasser gewonnenen Erkenntnisse. In Kapitel 5 wird das EZG nach seiner Abflussbereitschaft beurteilt. Darauf aufbauend erfolgen die Berechnungen mit einem Niederschlag-Abfluss-Modell (Kap. 6). Im Kapitel 7 werden die Hochwasserabflüsse und -volumen bestimmter Jährlichkeit hergeleitet, indem sämtliche Resultate in einem Frequenzdiagramm zusammengefügt werden.

1.3 Gebietskennwerte

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

Tab. 1.1: Gebietskennwerte EZG Chise.

Höchster Punkt im Einzugsgebiet (Ringgis)	1'200 m ü. M.
Tiefster Punkt im Einzugsgebiet (Mündung in die Aare)	530 m ü. M.
EZG oberhalb BP1: Dürrbach, Bowil	9.04 km ²
EZG oberhalb BP 2: Schwändigrabe, Rünkhofen	3.54 km ²
EZG oberhalb BP3: Chise, Auslauf HRB Groggenmoos	16.64 km ²
EZG oberhalb BP4: Zäzibach, oberhalb Einmündung in Chise	5.68 km ²
EZG oberhalb BP5: Bärbach, oberhalb Einmündung in Chise	3.54 km ²
EZG oberhalb BP6: Chise, unterhalb Einmündung Zäzi- und Bärbach	27.06 km ²
EZG oberhalb BP7: Mühlebach, oberhalb Einmündung in Chise	4.97 km ²
EZG oberhalb BP8: Chise, oberhalb Verzweigung Chise-Kanal	36.57 km ²
EZG oberhalb BP9: Hünigerbach, Niederhünigen (Neuhus)	3.54 km ²
EZG oberhalb BP10: Chise, Pegel Freimettigen	45.25 km ²
EZG oberhalb BP11: Chise, oberhalb Einmündung Diessbach	51.01 km ²
EZG oberhalb BP12: Diessbach, oberhalb Einmündung in Chise	11.35 km ²
EZG oberhalb BP13: Chise, unterhalb Einmündung Diessbach	62.36 km ²
EZG oberhalb BP14: Chise, Herbligen	65.88 km ²
EZG oberhalb BP15: Chise, Oppligen	69.94 km ²
EZG oberhalb BP16: Chise, Kiesen	71.24 km ²
EZG oberhalb BP 17: Chise, Mündung in Aare	71.29 km ²

1.4 Gewährpersonen

Folgende Personen haben uns bei unseren Untersuchungen mit Informationen zu den historischen Hochwassern am Diessbach und Chise unterstützt:

- Hans Lehmann, Schwellenmeister Diessbach
- Samuel Mathys, ehemaliger Feuerwehrkommandant Oberdiessbach (1987 - 1994)
- Hansulrich Vogt, ehemaliger Feuerwehrkommandant Oberdiessbach (1984 - 2006)
- Michael Gfeller, Feuerwehrkommandant Konolfingen

Nachfolgende Personen haben uns bei früheren Untersuchungen mit Informationen zu den historischen Hochwassern an der Chise und ihren Seitenbächen unterstützt:

- Herr F. Schüpbach, Längenei
- Herr R. Schäfer, ehem. Bauunternehmer, Bowil
- Herr Ch. von Wattenwyl, Anstösser und ehem. Präsident der Schwellengemeinde am Diessbach
- Herr W. Lehmann, ehem. Präsident der Schwellenkommission Oberdiessbach
- Herr Eggimann, Kommandant Wehrdienste Zäziwil
- Urs Grunder, Zäziwil
- Beat Howald, Gemeindeverwaltung Zäziwil
- Ulrich Ramseier, Zäziwil
- Silas Walther, Oberthal

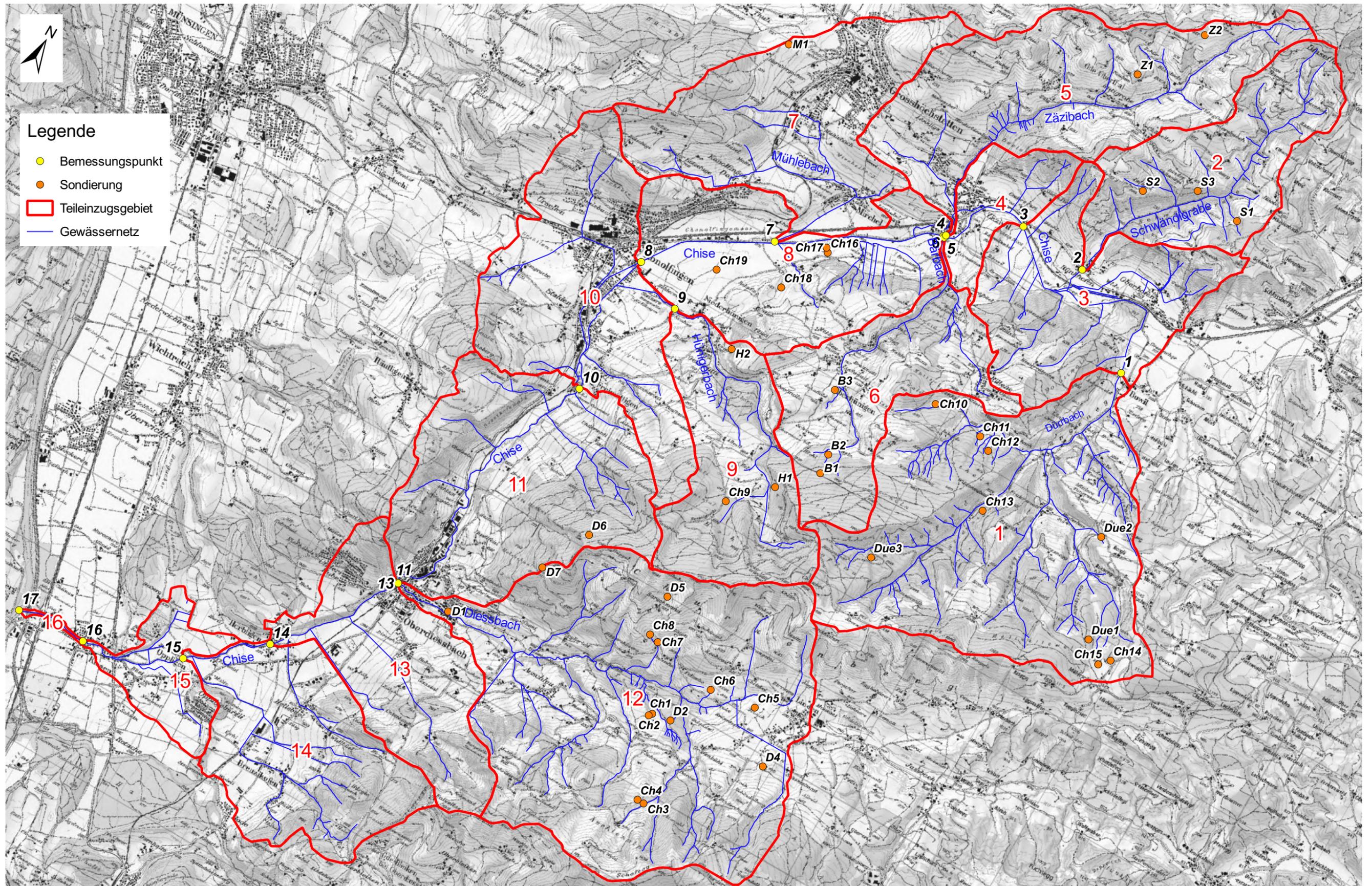
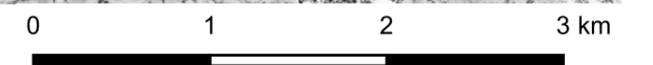


Abb. 1.1: Übersicht des Einzugsgebiets Chise und der Teileinzugsgebiete mit den nummerierten Bemessungspunkten und Sondierungsstandorten.



2 Verwendete Daten und Unterlagen

- Bay F., Bauunternehmer Konolfingen, Photodokumentation über die Hochwasser der Chise von 1973 bis 1995.
- Bau- und Verkehrsdirektion des Kantons Bern, Hydrometrie, Pegeldata Chise Freimettigen (A086)
- Beffa GmbH (2003): Hochwasserschutzkonzept Chise 2003 - Hydraulische Modellierung / Risikobetrachtung. Auftraggeber: Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion Tiefbauamt des Kantons Bern.
- Burkhardt H. R., Kammermann J., Stegmann A. (1999): Zäziwil, Beiträge zur Geschichte unserer Gemeinde. Herausgegeben von der Einwohnergemeinde Zäziwil.
- EK Ereigniskataster Kt. BE. www.geo.apps.be.ch/de/geodaten abgerufen am 1.12.2020
- ETH Zürich (2020): D-BAUG, VAW, BASEMENT, Version 3.0.2
- Gemeinde Konolfingen: Verbauungsgeschichte der Chise.
- geo7 (2014): Ereignisdokumentation Emmental: Gemeinden Bowil, Eriswil, Konolfingen, Mirchel, Münsingen-Trimstein, Oberhünigen, Oberthal, Rothenbach, Zäziwil. Ereignis vom 28./29. Juli 2014.
- GIUB (1998): Schadendatenbank der Schweiz Geographisches Institut der Uni Bern. 1800-1994.
- Härry A. (1911): Die Überschwemmungen im Jahre 1910 in der CH mit spez. Berücksichtigung der Hochwasserkatastrophe vom 15.–20. Juni 1910, Jahrbuch Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, S. 55–180, 1. Jg. Zürich.
- Horat & Scherrer AG, IHW Institut für Hydromechanik und Wasserwirtschaft, ETH Zürich (1999): Entstehung, Ablauf und Grösse seltener Hochwasser an der Chise. Auftraggeber: Tiefbauamt des Kt. Bern. Bericht 99/3.
- Horat & Scherrer AG (2001): Hydrologie der Chise-Seitenbäche. Bericht 01/17. Auftraggeber: Tiefbauamt des Kt. Bern.
- Hunziker, Zarn & Partner (2013): Kantonale Abflussmessstationen Bern – Überprüfung der Pegelrelationen von sechs kantonalen Messstationen. Auftraggeber: AWA Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern.
- Intelligenzblatt der Stadt Bern, diverse Ausgaben.
- Kanton Bern (2020): Geoportal, diverse Layer.
- Lanz-Stauffer, H. und C. Rommel (1936): Elementarschäden und Versicherung. Studie des Rückversicherungsverbandes kantonal-schweizerischer Feuerversicherungsanstalten zur Forderung der Elementarschadenversicherung, Band 2. Selbstverlag des Rückversicherungsverbandes. Bern.
- Naef F., Thoma C. (2002): Dämpfung von Hochwasserspitzen in Fliessgewässern. Hydrologischer Atlas der Schweiz, Blatt 5.9.
- Obergeringenkreis II, Tiefbauamt des Kantons Bern: Hochwasserschutz Konolfingen, Vorabzug Öffentliche Auflage, 13. Juni 2019
- Obergeringenkreis II, Tiefbauamt des Kantons Bern: Korrektion Chisebach und Hochwasserrückhalt Hünigenmoos, 2. Auflage, 15. November 2018
- Obergeringenkreis II, Tiefbauamt des Kantons Bern: Wasserbauplan Chise, 26. August 2019
- OL Norska (1996): Orientierungslaufkarte Toppwald, Massstab 1 : 15'000, Äquidistanz 5m.
- OL Norska (2007): Orientierungslaufkarte Hubewald, Massstab 1 : 10'000, Äquidistanz 5m.
- OL Norska (2007): Orientierungslaufkarte Toppwald - Reutenen, Massstab 1 : 10'000, Äquidistanz 5m.
- OL Norska (2012): Orientierungslaufkarte Hürnberg, Massstab 1 : 10'000, Äquidistanz 5m.
- OLG Skandia (2017): Bowil, Massstab 1 : 10'000, Äquidistanz 5m.
- Pasquier F., Bouzelbudjen M., Zwahlen F. (1999): Hydrogeologische Karte der Schweiz 1: 100'000, Blatt Sarine.
- RegioGIS Berner Oberland (2020): Diverse Layer, Höhenmodell, etc. <https://regiogis-beo.ch/>

- Rothlisberger G. (1991): Chronik der Unwetterschaden in der Schweiz. Berichte der WSL Nr. 330.
- Scherrer AG (2002): Hochwasserschutzkonzept Chisebach, Hydrologische Grundlagen, Bericht 02/17
- Scherrer AG (2018): Verzeichnis grosser Hochwasserabflüsse in Schweizerischen Einzugsgebieten Auswertung und graphische Aufbereitung. Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Hydrologie.
- Scherrer AG (2020): Überprüfung der hydrologischen Grundlagen am Zäzibach und Bärbach in Zäziwil (Kt. BE), Bericht 19/267
- Scherrer S., Naef F. (2003): Bundesamt für Wasser und Geologie: Hochwasserabschätzung in schweizerischen Einzugsgebieten, Berichte des BWG, Serie Wasser (Bern 2003, 118, Kap. 3 und Kap. 4.)
- Schmalz Ingenieur AG (2000): Ereignisdokumentation Kiesental, Teil A und B; zuhanden Tiefbauamt Kt. Bern, Oberingenieurkreis II.
- Schmalz Ingenieure AG (2010): Technischer Bericht HRB Groggenmoos, 26. Januar 2010
- Schmalz Ingenieur AG (2013/2019): Korrektur Chisebach und Hochwasserrückhalt Hünigenmoos. Wasserbauplan. Auftraggeber: Wasserbauverband Chisebach.
- silas.emmewetter.ch, Webseite von Silas Walther, Oberthal, abgerufen im Februar 2020. Bezug von Niederschlagsdaten.
- SMCA: Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt, diverse Jahrgänge.
- U.S. Army Corps of Engineers (2019): Hydrologic Engineering Center, River Analysis System (HEC-RAS), Version 5.0.7.
- Waber, Heinrich C., 1986: Kiesen - Texte und Bilder aus Vergangenheit und Gegenwart einer kleinen bernischen Gemeinde, herausgegeben von der Einwohnergemeinde Kiesen.
- Wehrdienste Zäziwil/Reutenen, 1986: Einsatz Unwetter 16. Juni 1986, Dokumentation von Hrn. E. Eggimann.
- *wel, wasser, energie, luft - eau, energie, air*, 79. Jahrgang (1987): Unwetterschäden in der Schweiz im Jahre 1986, Heft 10, S. 269.
- *wel, wasser, energie, luft - eau, energie, air*, 81. Jahrgang (1989): Unwetterschäden in der Schweiz im Jahre 1988, Heft 1/2/3, S. 21.
- *wel, wasser, energie, luft - eau, energie, air*, 83. Jahrgang (1991): Unwetterschäden in der Schweiz im Jahre 1990, Heft 3/4, S. 69.
- *wel, wasser, energie, luft - eau, energie, air*, 101. Jahrgang (2009): Unwetterschäden in der Schweiz im Jahre 2008, Heft 2, S. 98.
- *wel, wasser, energie, luft - eau, energie, air*, 107. Jahrgang (2015): Unwetterschäden in der Schweiz im Jahre 2014, Heft 1, S. 52.
- WSL, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (2020): Schadendatenbank der Gemeinden Bowil, Brenzikofen, Freimettigen, Grosshöchstetten, Heimberg, Herbligen, Jaberg, Kiesen, Konolfingen, Linden, Mirchel, Münsingen, Niederhünigen, Oberdiessbach, Oberhünigen, Oberwichtlach, Oppligen, Schlosswil, Zäziwil (1972–2019).
- www.sturmarchiv.ch abgerufen am 1.12.2020.
- Zeitungen: Emmentaler Blatt, Langnau; Berner Tagblatt, Bern; Berner Zeitung, Bern; Der Bund, Bern; dr Chonufinger, Konolfingen; NZZ, Zürich; Tagesanzeiger, Zürich.
- Zimmermann, M., Lehmann, C., Kienholz, H., 1988: Zum Hochwasser vom 1. Juli 1987 im Biembach. *Wasser Energie Luft*, 80, 9:200- 201.
- Zeller J. et al., 1979: Starkniederschläge des schweizerischen Alpen- und Alpenrandgebietes. Eidg. Anstalt für das Forstl. Versuchswesen.
- Zürcher J., Bowil, 1986: Video vom Hochwasser vom 16.6.1986 in Bowil.

3 Abflussmessungen

3.1 Pegel Chise - Freimettigen (A 086)

Der Pegel Chise - Freimettigen befindet sich östlich der ARA (BP10, Abb. 3.1). Gegen Ende 2004 wurde an einer neu errichteten Sohlschwelle eine Abflussmessstelle errichtet. Die Messschwelle besteht aus einer 35 cm breiten Betonschwelle und ist mit beidseitigen Banketten ausgebildet. Das EZG umfasst eine Fläche von 45 km².

Für die gesamte Betriebszeit gibt es fünf PQ-Beziehungen (Abb. 3.2). Die älteren drei PQ-Beziehungen basierten auf Normalabflussberechnungen, die neueren zwei wurden mit einem Staukurvenmodell in den Hochwasserbereich extrapoliert. Sie basieren auf einer Untersuchung von Hunziker et al. (2013), wobei die Berechnungen den Abfluss gegenüber den Eichmessungen unterschätzten und deshalb durch den Kanton angepasst wurden. Insgesamt wurden seit Betriebsbeginn 17 Eichmessungen mit Messflügeln bis zu einem Abfluss von 9.5 m³/s, sowie 15 Salzverdünnungsmessungen bis zu einem Abfluss von 10.4 m³/s vorgenommen. Die grössten Eichmessungen erfassen dabei ein grösseres Jahreshochwasser. Sowohl die Flügelmessungen, als auch die Salzverdünnungsmessungen streuen verhältnismässig stark.



Abb. 3.1 Pegel Chise - Freimettigen links entgegen, rechts in Fliessrichtung am 13.02.2014 (Bilder: Kt. BE).

Die numerische Simulation der hydraulischen Abflussverhältnisse wurde hier mit HEC-RAS (U.S. Army Corps of Engineers, 2019) basierend auf den Vermessungen der Flussbau AG (2018) und Schmalz AG (2020) (Abb. 3.2) durchgeführt. Die Berechnungen mit einem k_{Str} -Wert von 25 m^{1/3}/s und einem Überfallkoeffizienten μ von 0.64 ergeben die beste Übereinstimmung mit den Eichmessungen³ (Abb. 3.2). Die Berechnungen gestalteten sich als schwierig, da sich die Messstelle bei grossen Abflüssen zu nahe an der Überfallschwelle befindet und die Geometrie insbesondere des linken Ufer zwischen Messlatte und Schwelle stark verändert, die berechneten Kurven unterschätzen die gemessenen Abflüsse geringfügig. Für die Jahresabflussspitzen wird wegen der starken Streuung der Eichmessungen und den komplexen Strömungsverhältnissen ein Bereich zwischen den Berechnungen (k_{Str} -Wert: 25 m^{1/3}/s, μ : 0.64) und der PQ-Bez. Nr. 3 empfohlen (Tab. 3.1).

3 Als Position der Drucksonde wurde ein Abstand von 3 m oberhalb der Messstelle angenommen.

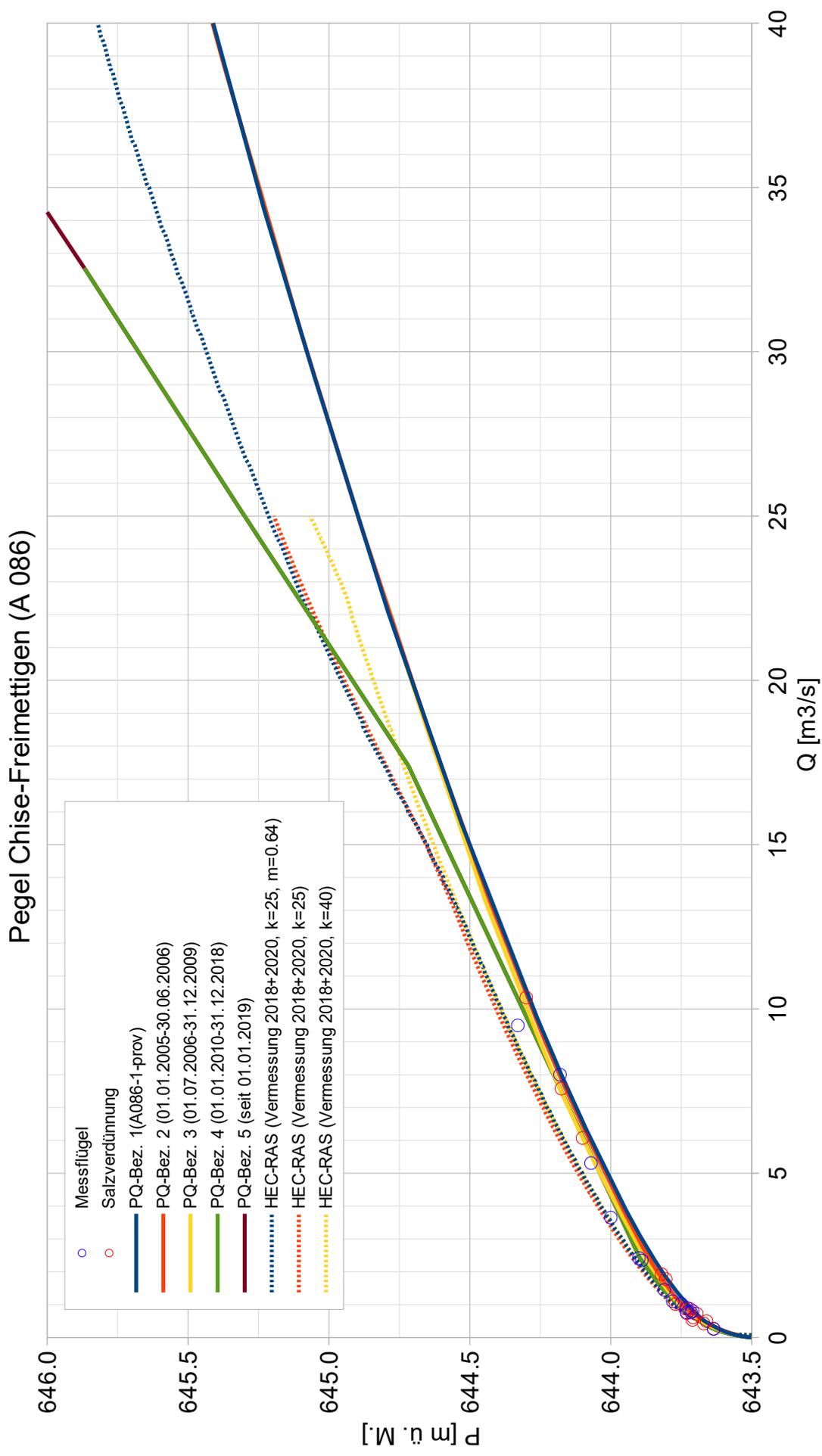


Abb. 3.2: Eichmessungen, PQ-Beziehungen und die mit HEC-RAS nachgerechnete PQ-Beziehung am Pegel Chise - Freimettigen.

Tab. 3.1: Datum, Pegelstand, Abfluss (publizierter und korrigierter) und Rangierung der Jahreshochwasser am Pegel Chise - Freimettigen (A037 und A086) sowie die Einteilung, ob die Hochwasser im Winter- oder Sommerhalbjahr auftraten.

Jahr	Datum	P [m ü. M.]	Q _i Kt. BE [m ³ /s]	Q korrr. [m ³ /s]		Rang	Winter/ Sommerhalbjahr
				Q _{min}	Q _{max}		
1983	25.05.1983	644.88	14.1		9.2	13	Sommer
1984							
1985	15.06.1985	644.67	8.1	6.5	6.7	25	Sommer
1986	16.06.1986	644.98	17.9	10.5	10.8	9	Sommer
1987	10.04.1987	644.84	13.2	8.6	8.9	14	Sommer
1988	11.06.1988	645.07	22.5	12.2	12.5	5	Sommer
1989	18.04.1989	644.49	4.6	4.4	4.4	28	Sommer
1990	19.05.1990	644.93	16.2	9.2	10.0	12	Sommer
1991	22.12.1991	644.74	9.8	7.2	7.6	22	Winter
1992	29.10.1992	644.77	10.8	7.6	8.0	20	Winter
1993	11.07.1993	644.71	9.2	7.1	7.3	24	Sommer
1994	19.05.1994	645.03	2.8	11.4	11.7	6	Sommer
1995	26.12.1995	644.81	2.8	8.2	8.4	17	Winter
1996							
1997							
1998							
1999	Keine Messungen. Nach Aussage Schwellenmeister Hr. Lehmann gab es in dieser Zeit keine grossen Hochwasserereignisse.						
2000							
2001							
2002							
2003							
2004	19.12.2004	643.88	2.8	2.0	2.6	29	Winter
2005	22.08.2005	644.67	19.2	15.3	18.9	1	Sommer
2006	05.07.2006	644.49	14.3	11.9	14.1	4	Sommer
2007	08.08.2007	644.65	18.5	15.0	18.6	2	Sommer
2008	10.06.2008	644.20	7.9	6.5	8.1	19	Sommer
2009	17.07.2009	644.23	8.6	7.1	8.6	15	Sommer
2010	15.08.2010	644.30	9.8	8.4	10.0	11	Sommer
2011	24.08.2011	644.02	4.7	3.8	4.8	27	Sommer
2012	09.10.2012	644.20	7.9	6.5	8.2	18	Winter
2013	10.06.2013	644.41	11.7	10.3	11.6	7	Sommer
2014	11.08.2014	644.51	13.5	12.3	14.4	3	Sommer
2015	04.05.2015	644.36	10.8	9.4	10.9	8	Sommer
2016	29.05.2016	644.17	7.3	6.0	7.7	21	Sommer
2017	21.07.2017	644.34	10.4	9.0	10.6	10	Sommer
2018	26.05.2018	644.22	8.3	6.9	8.4	16	Sommer
2019	20.05.2019	644.07	5.6	4.6	5.8	26	Sommer
2020	17.6./30.8.2020	644.17	7.3	6.0	7.4	23	Winter

In der Tabelle der Jahreshochwasser sind neben der aktuellen Messstelle (seit 2004) auch die korrigierten Abflussspitzen des Vorgängerpegels (A037) enthalten (Betriebszeit 1983 - 1995). Die Jahresmaxima wurden gemäss Horat & Scherrer AG, IHW (1999) korrigiert und in die Rangierung einbezogen. Das grösste Jahreshochwasser der 30-jährigen Messperiode (inkl. 1984) ereignete sich am 22. August 2005 mit einer Abflussspitze von 15.3 - 18.9 m³/s, das zweitgrösste am 8. August 2007 war mit 15.0 - 18.6 m³/s nur wenig kleiner. Die Mehrheit und alle grossen Jahreshochwasser ereigneten sich in den Sommermonaten.

3.2 HRB Hünigenmoos Schätzung der Aktivierungshäufigkeit

Mittels Auswertung der hochaufgelösten Daten der Pegelmessung in Freimettigen kann nachgerechnet werden, wie oft ein HRB im Hünigenmoos in den vergangenen 16 Jahren angesprungen wäre und wie viel Volumen dabei hätte bereitgestellt werden müssen, um den definierten Drosselabfluss von $12 \text{ m}^3/\text{s}$ zu gewährleisten. In dieser Überlegung sind bereits stattgefundenen Überflutungen durch Austritt oberhalb des Pegels Freimettigen resp. ab 2013 eine Aktivierung des HRB Groggenmoos nicht mitberücksichtigt.

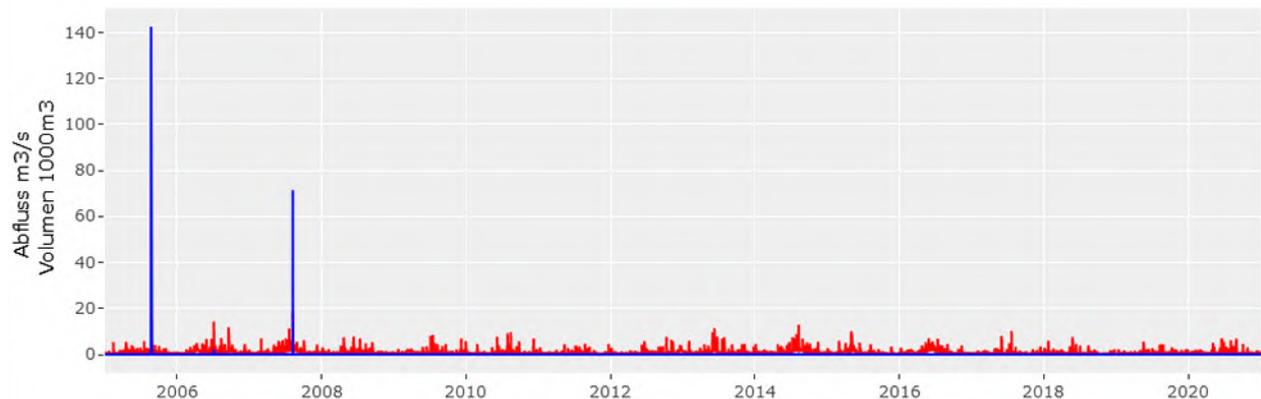


Abb. 3.3: Berechnetes notwendiges Rückhaltevolumen (blau) und Abfluss Pegel Freimettigen (rot).

Nach Abbildungen 3.3 hätte in den vergangenen 16 Jahren zweimal (2005 und 2007) ein Rückhalt von mehr als $5'000 \text{ m}^3$ stattfinden müssen, um einen Abfluss von maximal $12 \text{ m}^3/\text{s}$ zu gewährleisten. Das Ereignis von 2005 schlägt dabei mit $143'000 \text{ m}^3$ zu Buche (siehe Abb. 3.4), dasjenige von 2007 mit $71'000 \text{ m}^3$. Dazu kommen noch die bereits in der Ebene oberhalb von Konolfingen natürlicherweise zurückgehaltenen Mengen, welche sich im Rahmen von $20'000 - 30'000 \text{ m}^3$ bewegt haben dürften. Insgesamt ergibt dies für 2005 rund $170'000 \text{ m}^3$ und für 2007 $90'000 \text{ m}^3$ Rückhaltevolumen.

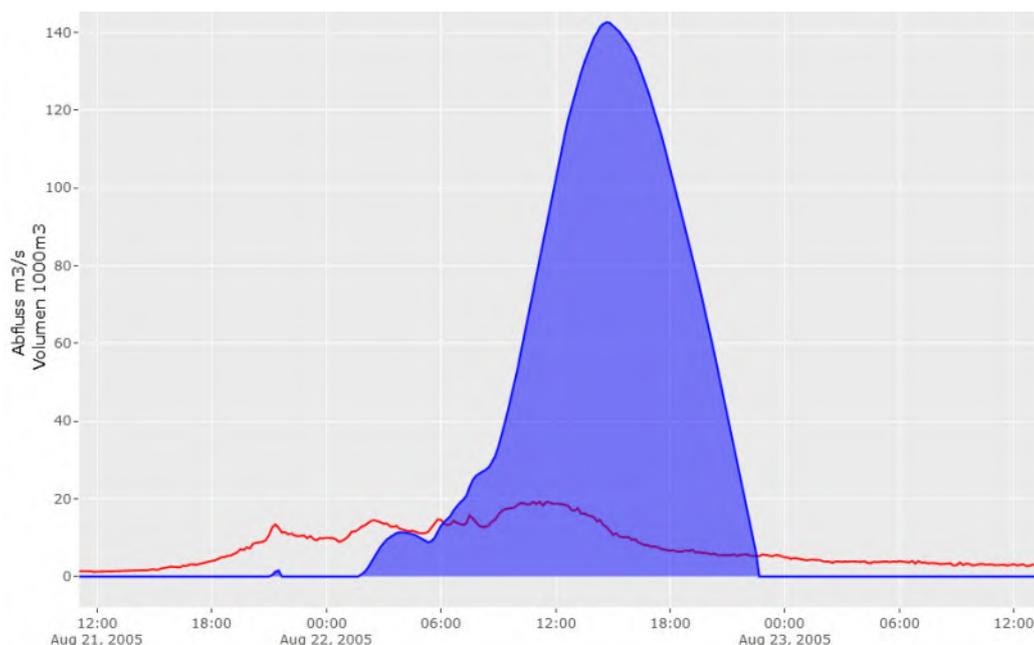


Abb. 3.4: Berechnung des notwendigen Rückhaltevolumens für das Ereignis vom 22. August 2005 (blaue Fläche) basierend auf den Abflussmesswerten des Pegels Freimettigen (rote Linie).

3.3 Schlussfolgerungen

Aus der Pegelüberprüfung können folgende Schlüsse gezogen werden:

- In Freimettigen wurde von 1983 – 1995 und ab 2004 Abfluss gemessen. Zwischen 1996 und 2004 sind keine grösseren Ereignisse bekannt.
- Der Pegel Chise - Freimettigen wurde 2004 an einer Sohlschwelle errichtet (45 km²).
- Eichmessung sind bis zu einem Abfluss von 10.5 m³/s vorgenommen worden. Die Abflussspitzen wurden korrigiert.
- Das grösste Jahreshochwasser der insgesamt 40-jährigen Messreihe mit einer Abflussspitze von 15.3 - 18.9 m³/s ereignete sich am 22.8.2005. Das zweitgrösste Hochwasser vom 8.8.2007 war nur wenig kleiner (15.0 - 18.9 m³/s).
- In den vergangenen 16 Jahren wären die HRB Hünigenmoos rund zweimal mit mehr als 5'000 m³ angesprungen und hätten insgesamt ein Rückhaltevolumen von schätzungsweise 170'000 m³ (2005) resp. 90'000 m³ (2007) in Beschlag genommen.

4 Historische Hochwasser

4.1 Einleitung

Abflussmessungen liegen am Pegel Freimettigen seit 1983, mit einer Lücke von 1996 - 2004, vor (siehe Kapitel 3). Durch die Untersuchung historischer Hochwasser lassen sich zusätzliche Hinweise über Häufigkeit, Grösse und Verlauf von Hochwasserereignissen in der Messlücke und vor den Messungen am Pegel Freimettigen zusammentragen.

Durch das Zusammentragen von Informationen aus Zeitungen, Archiven und verbürgten Angaben kann der Beobachtungszeitraum ausgedehnt werden. Dadurch können im Normalfall sowohl gemessene als auch überlieferte Hochwasser statistisch besser eingeordnet werden.

Die Untersuchung historische Hochwasser beschränkt sich im Rahmen dieser Arbeit auf die Gewässer Chise und Diessbach.

4.2 Veränderungen am Gerinne

4.2.1 Chise

Der Verlauf der Chise wurde in seiner Lage seit 1860 (Dufourkarte) kaum verändert. Zu welchem Zeitpunkt die Chise im Hünigenmoos begradigt wurde, konnte nicht eruiert werden, wahrscheinlich geschah dies schon vor 1860.

4.2.2 Diessbach

Der Diessbach wurde in den 1930er-Jahren ab dem Schloss bis zur Mündung in die Chise stark verbaut. Seither sind keine Kapazitätsengpässe mehr aufgetreten.

4.3 Die historischen Hochwasser

4.3.1 Chise

In Kapitel 1.4 sind die befragten Gewährpersonen und in Kapitel 2 sind die untersuchten Quellen aufgeführt. Die wesentlichen Aussagen sind im Anhang 1 zusammengestellt.

Die gefundenen, dokumentierten Schadenhochwasser sind in Abbildung 4.1 nach Schweregrad kategorisiert dargestellt. Es zeigt sich, dass in und oberhalb Konolfingen Überschwemmungen durch hochwasserführende Gewässer häufig auftreten. Im folgenden soll auf die schwersten Ereignisse eingegangen werden.

Das für den gesamten Lauf der Chise schwerste bekannte Schadenhochwasser ereignete sich am 10. Juli 1977. Der Abfluss beim Pegel Freimettigen wurde auf 9 bis 16 m³/s geschätzt (Horat & Scherrer AG, 1999). Verglichen mit den am Pegel gemessenen Jahreshochwasser (Tab. 3.1) liegt dieses Ereignis hinter denjenigen von 2005 und 2007 auf Rang 3⁴.

Der grösste, an der Station Grosshöchstetten gemessene Niederschlagstageswert (116 mm) vom 23. Juni 1973 führte zu grossen bis sehr grossen Schäden in und oberhalb von Konolfingen. Hochwasserereignisse, die zu ähnlichem Schadenausmass führten ereigneten sich 11. und 14. Juni 1988 (28.4 mm resp. 80.6 mm) und 18./19. Mai 1994. Die beiden Ereignisse (14.6.1988 und

4 Die Tagessumme des auslösenden Niederschlags des Hochwassers von 1977 (46.2 mm) wird ca. einmal im Jahr erreicht, die Zweittagessumme (83.7 mm) entspricht nur einem 5-jährlichen Ereignis.

18.5.1994) sind auch unter den zehn stärksten Niederschlägen der Station Grosshöchstetten verzeichnet.

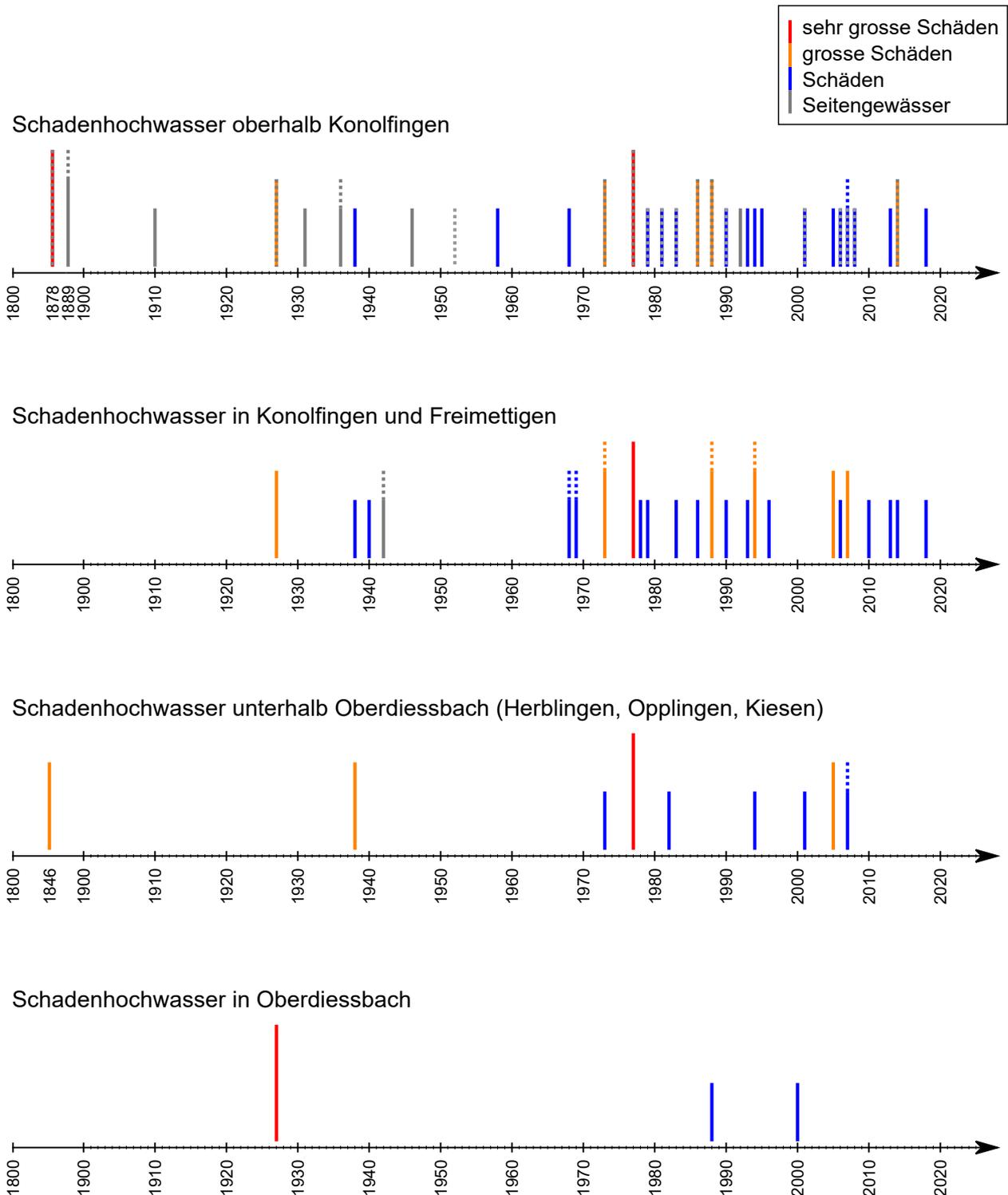


Abb. 4.1: Schadenhochwasser an der Chise und ihren Seitengewässern. Bei den Schadenhochwasser in Oberdiessbach sind nur diejenigen des Diessbach aufgeführt.

4.3.2 Diessbach

In Kapitel 1.4 sind die befragten Gewährpersonen und in Kapitel 2 sind die untersuchten Quellen aufgeführt. Die wesentlichen Aussagen sind im Anhang 1 zusammengestellt.

Die gefundenen, dokumentierten Schadenhochwasser sind in Abbildung 4.1 nach Schweregrad kategorisiert dargestellt.

Der Diessbach wurde nach dem schweren Hochwasser vom 2. August 1927 auf der ganzen Strecke innerhalb des Siedlungsgebiets von Oberdiessbach stark verbaut. Leichte Schäden oberhalb von Oberdiessbach wurden nur für die Jahre 1988 und 2000 dokumentiert.

4.4 Schlussfolgerungen

4.4.1 Chise

Aus den Erkundungen historischer Hochwasser lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

- Durch die historische Betrachtung können rund 140 Jahre überblickt werden, Quellen wurden bis ins 19. Jahrhundert zurück untersucht.
- Über die gesamte überblickbare Zeit kam es in und oberhalb von Konolfingen zu 7 Ereignissen mit grossen bis sehr grossen Schäden. Statistisch ergibt sich für diese Ereignisgrösse eine Wiederkehrperiode von 20 Jahren.
- Unterhalb von Oberdiessbach waren grosse bis sehr grosse Schäden viermal in den letzten 140 Jahren dokumentiert. Solche Ereignisse sind alle 35 Jahre zu erwarten.

4.4.2 Diessbach

Aus den Erkundungen historischer Hochwasser lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

- Durch die historische Betrachtung können 90 Jahre überblickt werden, Quellen wurden bis ins 19. Jahrhundert zurück untersucht.
- Eine hydraulische Untersuchung der Engstellen innerhalb des Gerinnes zwischen Schloss und Mündung in die Chise wurde durchgeführt. Es zeigt sich, dass die Abflüsse der vergangenen 90 Jahren mit grosser Wahrscheinlichkeit unter 10 - 14 m³/s gelegen haben müssen.

5 Beurteilung der Abflussreaktion des Gebiets

5.1 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, 2003, 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.

5.2 Geologie und Hydrogeologie

Als geologische Grundlagen dienten folgende Unterlagen: Landestopographie 2020 (geocover) und der geologische Atlas der Schweiz mit die Erläuterungen; als hydrogeologische Grundlagen stand die hydrogeologische Karte der Schweiz von Pasquier et. al. (1999) und Kt. BE (2020, geoportal) zur Verfügung.

Geologie: Die Geologie des EZG wird wesentlich von den tertiären Ablagerungen der Oberen Meeresmolasse und der Oberen Süsswassermolasse bestimmt. Die Nordabdachung des Topwaldes besteht dabei vorwiegend aus Sandstein. Auch das EZG des Zäzibachs ist zu einem grossen Teil aus Sandsteinlagen, welche Zwischenlagen aus Mergel aufweisen, aufgebaut. Wo Mergel oberflächennah vorhanden ist, neigt das Gelände zu starken Rutschungen (z.B. Waldgebiet zwischen Oberthal und Zäziwil). Die Gebiete von Schwändigraben, Dürrbach und Diessbach bestehen hingegen weitgehend aus Nagelfluh, die untergeordnet auch Zwischenlagen von Sandstein und Mergel aufweist. Moränen sind nur örtlich vertreten, so z.B. im EZG des Mühlebachs, Hüniger- und Bärbachs.

Hydrogeologie: Zwischen Oberhofen (Bowil) und der Mündung der Chise in die Aare ist im Talboden ein durchgängiger Grundwasserträger vorhanden. Im Gebiet unmittelbar oberhalb Konolfingen ist der Flurabstand des Grundwassers so gering (ca. 1 m), dass die Böden beeinflusst sind (Kap. 5.3). Auch im Oberlauf gibt es solche Stellen (z. B. Groggenmoos). Gemäss Pasquier et. al. (1999) liegen in Oberhünigen und in der Umgebung von Linden (Diessbach) etliche Quellen, die eine stark Schüttung aufweisen. Diese ergiebigen Quellen sind ein Indiz für die hohe Durchlässigkeit der Oberen Meeres- und Süsswassermolasse.

5.3 Böden

Bodenkarten gibt es im Chisetal nur gerade im Unterlauf unterhalb Herbligen. In Scherrer AG (2001) wurden 21 Sondierungen im EZG durchgeführt. Diese Sondierungen wurden im Rahmen dieser Untersuchung mit 19 weiteren Sondierungen mit der Schlagsonde nach Pürckhauer (Kerndurchmesser 2 cm) ergänzt (Ch1 - Ch19). Damit liegen 40 Sondierungen über das ganze Gebiet vor (Abb. 1.1).

Im Anhang 4 die 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. 5.4).

Über der Oberen Meeresmolasse (Nagelfluh, Sandstein) sind in der Regel sandig-siltige Braunerden (Ch3, Ch4, Ch7, Ch11, Ch13, Ch18) entstanden, in Muldenlagen können es auch von Stau- oder Grundwasser beeinflusste Braunerde-Gleye (Ch8) oder über Mergel auch pseudovergleyte Braunerden (Ch12, Ch14) sein. Über Moräne haben sich je nach Durchlässigkeit sandige Braunerden (Ch5), Regosole (Ch6), in Mulden von Stauwasser beeinflusste pseudovergleyte Braunerden (Ch15) bis Pseudogleye (Ch2) und Braunerde-Gleye (Ch1) entwickelt. Im Talboden des Chisetals haben sich bei hohem Grundwasserstand Anmoore Ch17, Buntogleye (Ch16) oder Gleye entwickelt.

Insgesamt dominieren sandig-siltige Brauerden mit hoher Durchlässigkeit und meist grossem Speichervermögen. Weniger durchlässige oder weniger speicherfähige Standorte liegen entlang der Gewässer und in Muldenlagen.

5.4 Abflussprozesse und Abflusstypen auf natürlichen Flächen

Abflussprozesse

Tabelle 5.1 zeigt die Kriterien zur Klassifizierung der Abflussbereitschaft. Die Beurteilung und Kartierung der Flächen stützt sich im wesentlichen auf Erhebungen im Gelände, die geologische Karte und in Waldgebieten auf die zahlreichen Orientierungslaufkarten. 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 feucht-nassen 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 Fliesen 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 Böden 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 5.1 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 QArea⁺. Abbildung 5.1 zeigt die Abflussbereitschaft im EZG.

94.1% des EZG sind "natürliche" Flächen (Landwirtschafts- und Forstflächen). Abflusstyp 1 und 2 besitzen sehr rasche und rasche Abflussreaktion, während 4 und 5 stark bis sehr stark verzögert reagieren. Als Abflusstyp 1 wurden 0.1 km² (0.1% der Gebietsfläche) beurteilt. Es sind gesättigte Flächen (v. a. Ried und Moorflächen) in geneigter Lage. Die Flächen des Abflusstyps 2 (7.4%) sind bachnahe Flächen oder Nassflächen mit einem geringen Sättigungsdefizit. Dem Abflusstyp 3 (22.1%) gehören Flächen mit Infiltrationshemmnissen, Böden mit Staunässeanzeichen oder Steilflächen an. Abflusstyp 4 machen 63.8% des EZG aus, die durchlässige und speicherfähige Böden aufweisen. Flächen des Abflusstyps 5 sind vor allem in Moränengebieten anzutreffen (0.7%).

Im EZG gehören 35.5% den sehr rasch bis leicht verzögert reagierenden Abflusstypen 1 - 3, resp. Siedlungsabflusstypen 1 - 3 an. Aufgrund dieser Verteilung kann die Abflussbereitschaft des Chise-EZG als mässig beurteilt werden.

Tab. 5.1: Dominante Abflussprozesse, Gebietseigenschaften und Abflusstypen der natürlichen Flächen im EZG der Chise.

Abflusstyp	Abflussreaktion	Dominante Abflussprozesse	Massgebende Gebietseigenschaften	Flächenanteil am EZG	
				(km ²)	(%)
1	Rasch und stark beitragende Flächen	Oberflächenabfluss aufgrund von Infiltrationshemmnissen (HOF1) Sofortiger gesättigter Oberflächenabfluss (SOF1)	Felsflächen mit Gefälle, steile Gerinneflanken	0.1	0.1
2	Leicht verzögert beitragende Flächen	Leicht verzögerter Oberflächenabfluss aufgrund von Infiltrationshemmnissen (HOF2)	Feucht- und Nassflächen und stark vernässte Böden an Hanglagen	5.3	7.4%
		Leicht verzögerter Oberflächenabfluss aufgrund sich langsam sättigender Flächen (SOF2)			
3	Verzögert beitragende Flächen	Rascher Abfluss im Boden (SSF1)	Vernässte Böden im Bereich von Quellmulden, Flachmoore und Galeriewälder an geneigter Lage, Bachflanken und Gerinnesäume	15.8	22.1
		Verzögerter Oberflächenabfluss aufgrund sehr langsam sich sättigender Böden (SOF3)			
4	Stark verzögert beitragende Flächen	Verzögerter Abfluss im Boden (SSF2)	Flachgründige, gut durchlässige Böden mit lateralen Fliesswegen über schwach durchlässigem Untergrund mit grossem Gefälle, bewaldete Bachflanken	45.5	63.8
		Sehr stark verzögerter Oberflächenabfluss aufgrund sehr langsam sich sättigender Böden (SOF3)			
5	Sehr stark verzögert beitragende Flächen	Stark verzögerter Abfluss im Boden (SSF3)	Mässig tiefgründige, leicht hydromorphe Böden mit mässiger bis guter Durchlässigkeit	0.5	0.7
		Tiefensickerung (DP)			
Total		Sehr stark verzögerter Abfluss im Boden (SSF3)	Tiefgründige, gut durchlässige Böden mit lateralen Fliesswegen	67.1	94.1

Legende

Einzugsgebiet

Abflusstypen

- 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
- Siedlungstyp S1: rasch und stark beitragend
- Siedlungstyp S2: leicht verzögert beitragend
- Siedlungstyp S3: verzögert beitragend

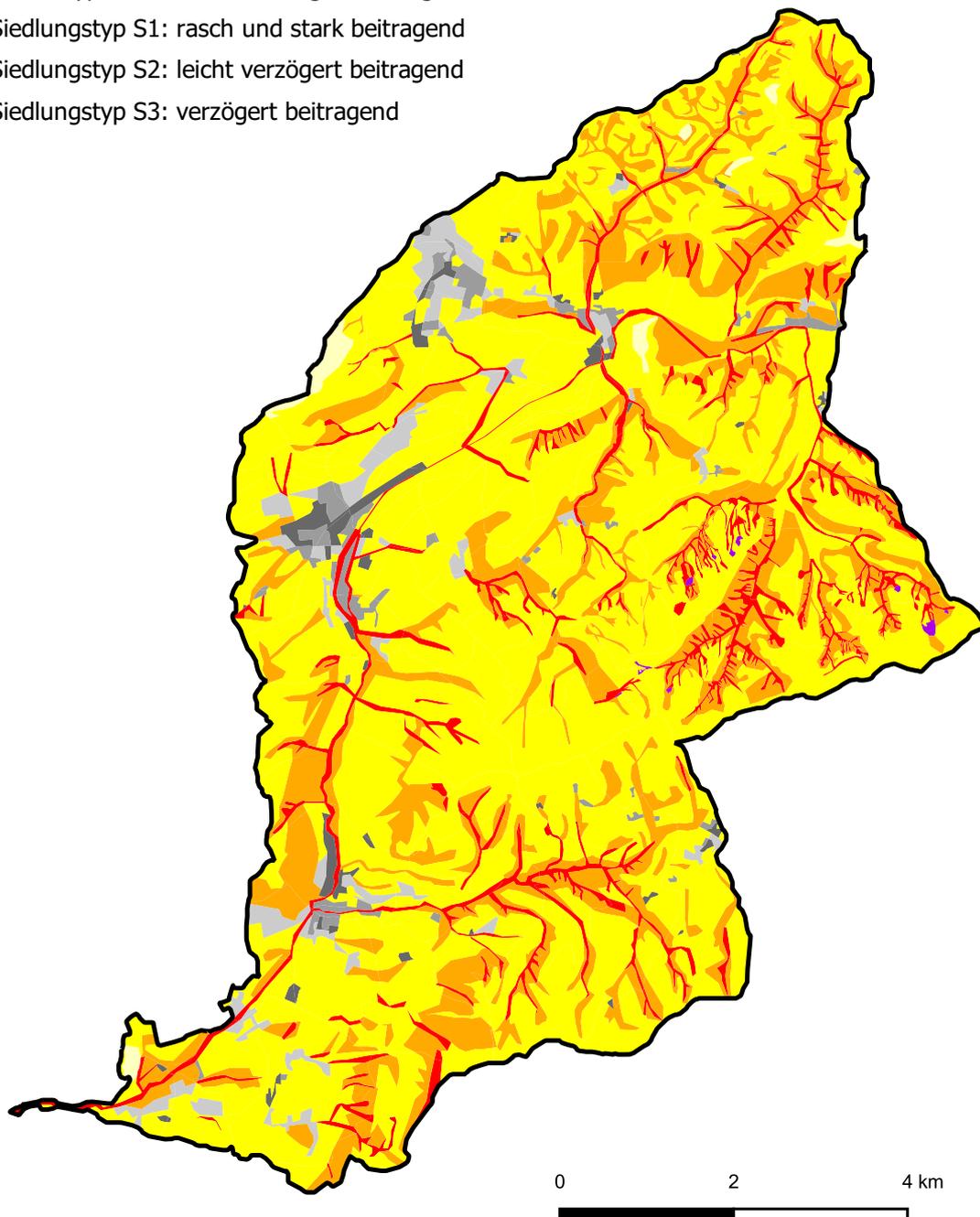


Abb. 5.1: Flächen ähnlicher Abflussbereitschaft (Abflusstypen) im EZG der Chise.

5.5 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 5.9% des EZG aus.

Tab. 5.2: Klassierung der Siedlungsflächen nach Abflusstypen

Abflusstyp	Abflussreaktion	Massgebende Gebietseigenschaften	Flächenanteil Chise-EZG	
			(km ²)	(%)
S1	rasch und stark beitragend	sehr dicht bebaute Flächen leicht geneigte, dicht bebaute Flächen stark geneigte, mässig dicht bebaute Flächen	0.9	1.2
S2	leicht verzögert beitragend	ebene, dicht bebaute Flächen leicht geneigte, mässig dicht bebaute Flächen geneigte, locker bebaute Flächen	1.1	1.6
S3	verzögert beitragend	geneigte, locker bebaute Flächen leicht geneigte, mässig dicht bebaute Flächen	2.2	3.1
Total			4.2	5.9

5.6 Abflussreaktionskurven

Abbildung 5.2 zeigen die Abflussreaktionskurven für natürliche Flächen und Siedlungsgebiete. Auf der Grundlage von Beregnungsversuchen (Scherrer, 1997) wurden den fünf Abflusstypen der natürlichen Flächen je eine Abflussreaktionskurve zugeordnet. Die Kurven beschreiben den Anteil des abfliessenden Niederschlags in Abhängigkeit der Niederschlagsmenge. Eingetragen sind die Spitzen- und die Volumenabflusskoeffizienten. Bei den flächenmässig dominierenden Flächen des Abflusstyps 4 (ca. 63.8% des EZG) fliessen bei 100 mm Niederschlag nur ca. 10% ab. Bei den ebenfalls stark vertretenen Abflusstypen 3 (ca. 22.1% des EZG) fliessen bei einem Niederschlag von 100 mm rund 35%.

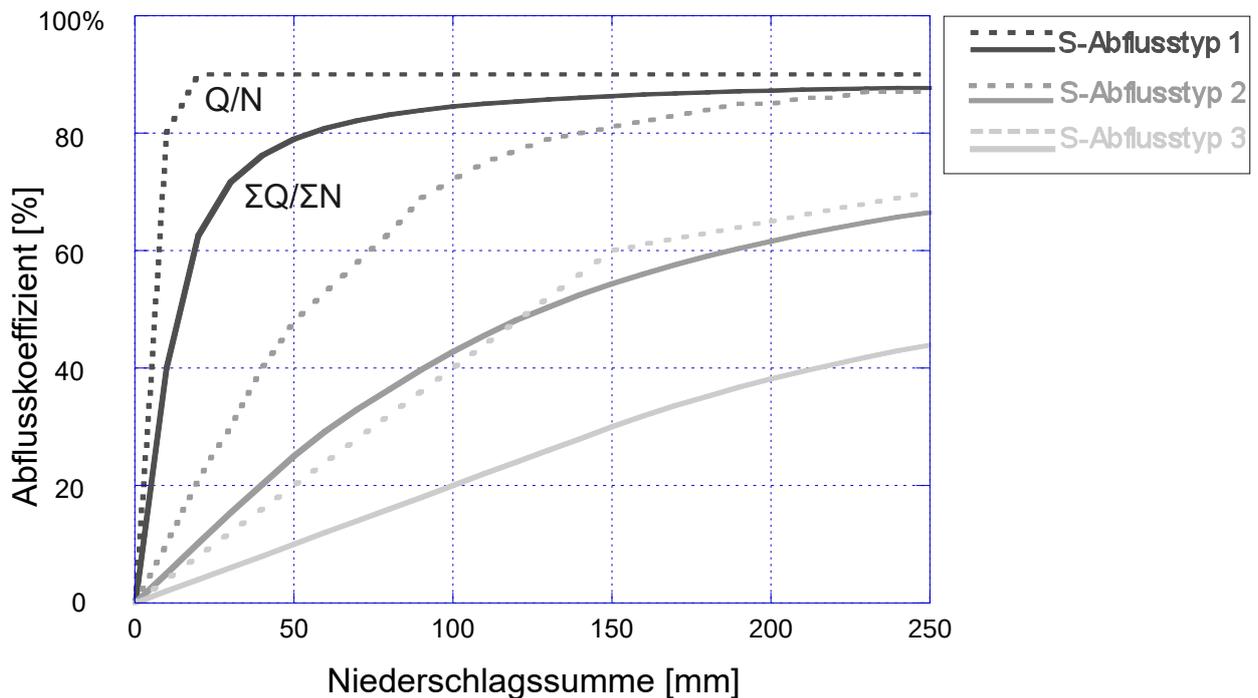
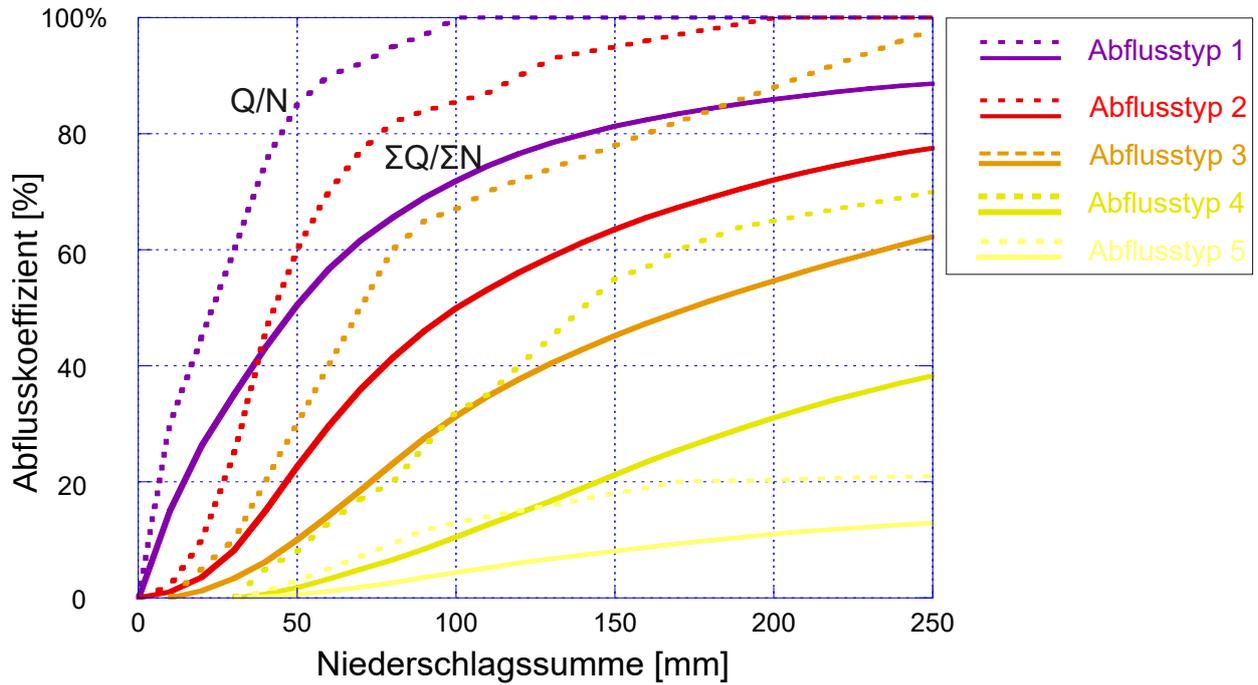


Abb. 5.2: Die Abflussreaktionskurven für natürliche Flächen (oben) und für Siedlungsflächen (unten). Sie definieren den Anteil des abfließenden Niederschlags in Abhängigkeit der Niederschlagssumme. Eingetragen ist der Spitzenabflusskoeffizient (Q/N , gestrichelt) und der Volumenabflusskoeffizient ($\Sigma Q/\Sigma N$, ausgezogene Linie).

6 Abflussberechnungen

6.1 Einleitung

Im flachen Talboden des Chisetals werden Hochwasserspitzen durch fließende und teilweise stehende Retention gedämpft. Da das Niederschlag-Abfluss-Modell (NAM) QArea⁺ diese Retention nicht berücksichtigt, wird es mit einem 2D-BASEMENT-Modell gekoppelt.

6.2 Grundlagen und Aufbau des Modells Qarea⁺

Das hier eingesetzte NAM QArea⁺ wurde am Institut für Hydromechanik und Wasserwirtschaft der ETH Zürich entwickelt. Im Jahr 2020 wurde es im Zuge der Übersetzung in eine modernere Programmiersprache neu strukturiert und hinsichtlich Modellaufbau und -auswertung optimiert. Es erfasst die bei der Hochwasserentstehung beteiligten Abflussprozesse. Dieses Modell ist ein Hilfsmittel, das erlaubt, das Abflussverhalten des EZG auf verschiedene Starkniederschläge rechnerisch zu simulieren und die Reaktion auf seltene meteorologische Bedingungen (Niederschlags-Szenarien) abzuschätzen.

Die Abbildung 6.1 zeigt die Grundlagen des NAM QArea⁺. Das Modell wurde den Verhältnissen entsprechend für die Chise 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. 6.1d).
- Die **Fliesszeiten** bis zum Teileinzugsgebietsausgang (Isochronen) und die Fliesszeiten in den Gerinnen wurden berücksichtigt (Abb. 6.1c).
- **Niederschläge**: Zur Simulation von Landregen aber auch kurzen Gewitterniederschlägen kann das Gebiet gleichmässig überregnet werden oder auch nur Teile davon (Abb. 6.2).

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.

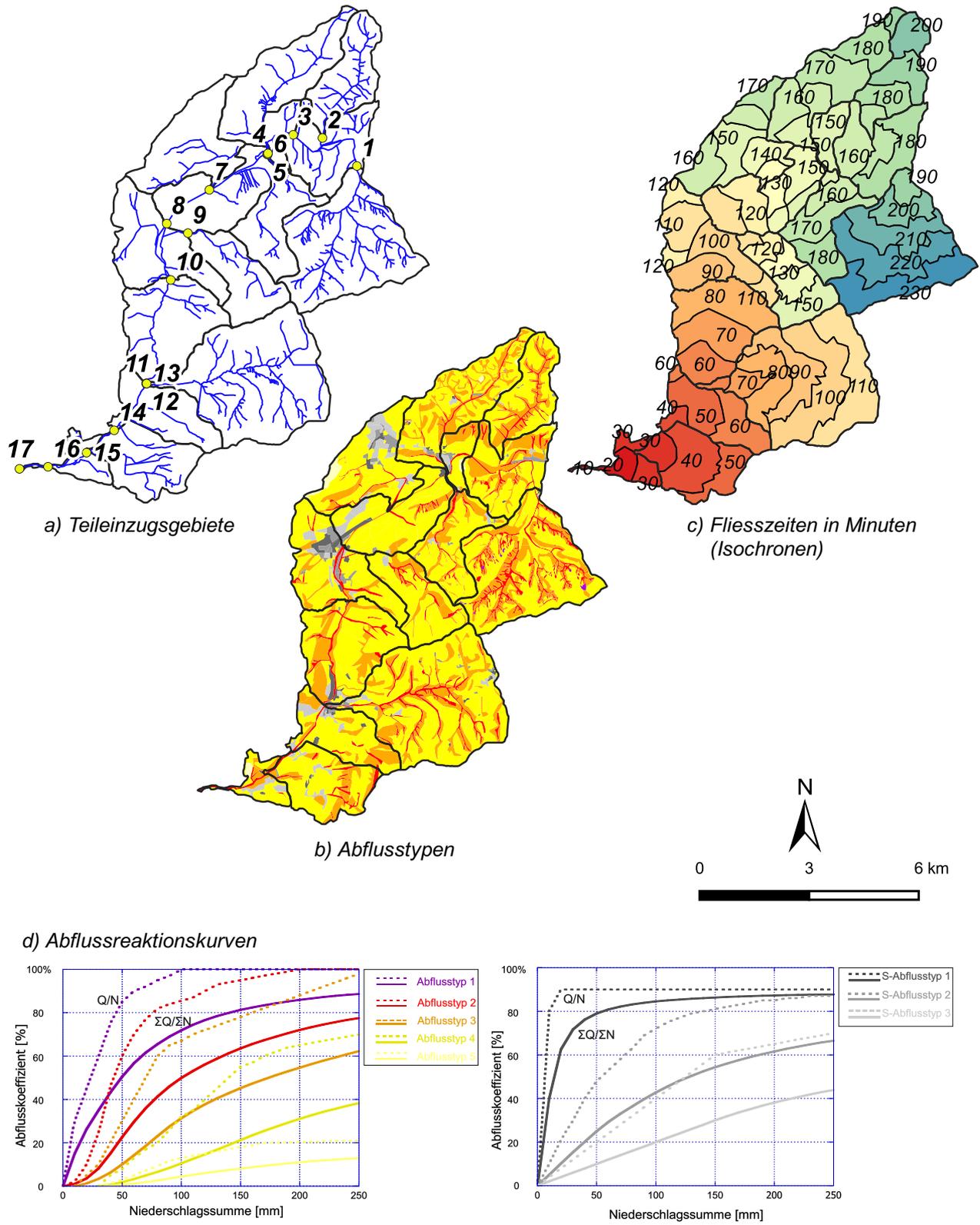


Abb. 6.1: Die Grundlagen des Niederschlag-Abfluss-Modells QArea+
a) Die Teileinzugsgebiete mit den Bemessungspunkten,
b) die Abflusstypen,
c) die Fließzeiten in Minuten (Isochronen),
d) die Abflussreaktionskurven

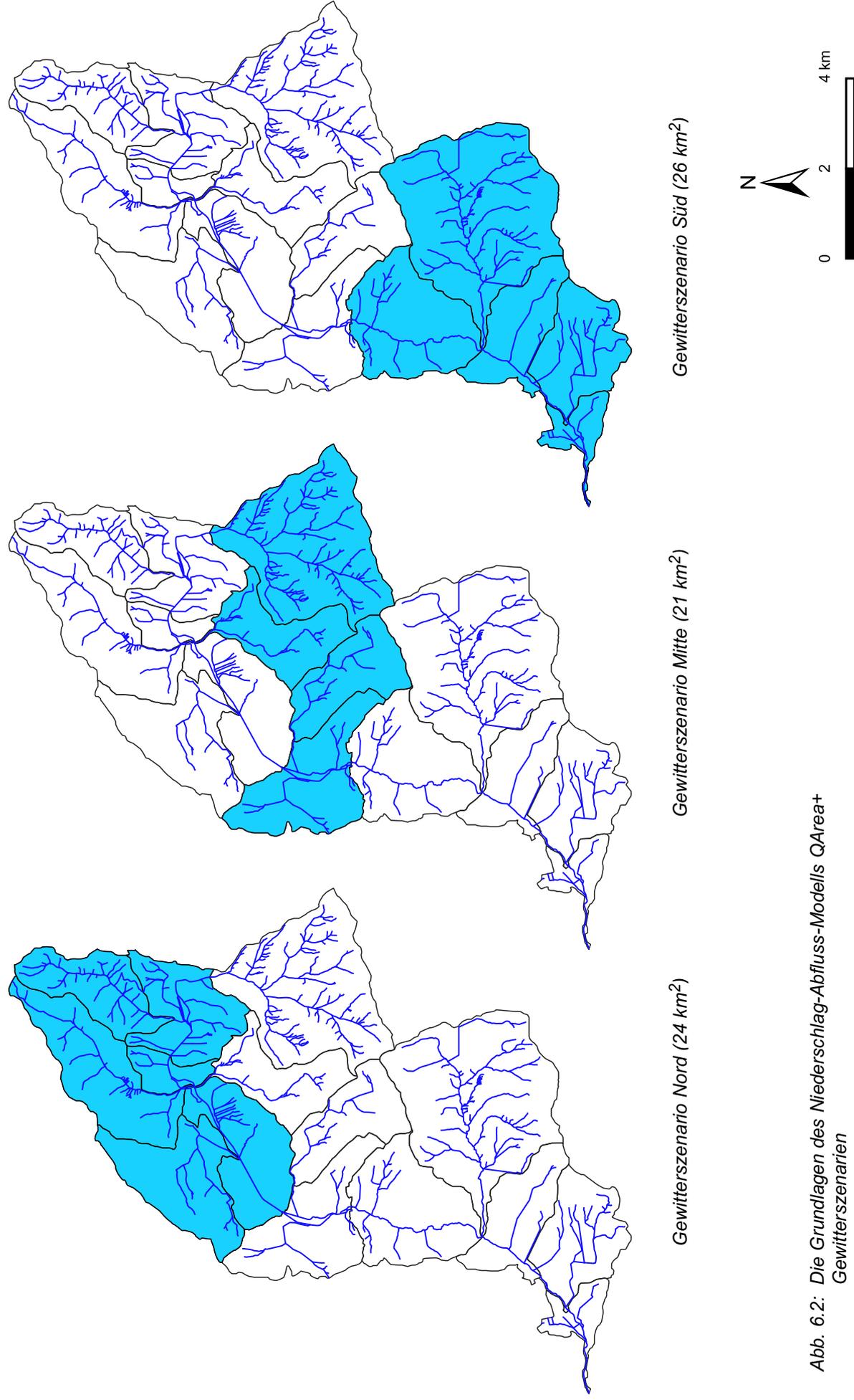


Abb. 6.2: Die Grundlagen des Niederschlag-Abfluss-Modells QArea+ Gewitterszenarien

6.3 Kopplung QArea⁺ mit 2D-BASEMENT-Modell

BASEMENT ist ein, an der ETH Zürich entwickeltes Softwarepaket zur 2-dimensionalen Abflussmodellierung. Das Modell basiert auf den Saint-Venant-Gleichungen mit einem Advektions-Diffusions-Ansatz. BASEMENT kommt in der Version 3.1 zum Einsatz.

Eine Kopplung zwischen QArea⁺ und BASEMENT findet für die Ist-Zustandsberechnungen im Bereich zwischen dem Becken Groggenmoos (BP3) und der Hünigenstrasse in Konolfingen (BP8) statt. Damit kann die dämpfende Wirkung durch stehende und fliessende Retention bei Austritt der Chise in die Ebene zwischen Zäziwil und Konolfingen berücksichtigt werden (siehe Abb. 6.3).

Als Input ins 2D-Berechnungsnetz dienen die mittels QArea⁺ berechneten Ganglinien an den Bemessungspunkten BP3, BP4, BP5, BP7 sowie die innerhalb des Teileinzugsgebiets 8 entstehende Ganglinie. Am BP8 wird die gedämpfte Austrittsganglinie aus dem 2D-Berechnungsnetz aufgezeichnet und als Input für die QArea⁺ Berechnung unterhalb des BP8 verwendet. So kann die dämpfende Wirkung der Ebene zwischen Zäziwil und Konolfingen bis zur Mündung der Chise in die Aare berücksichtigt werden.

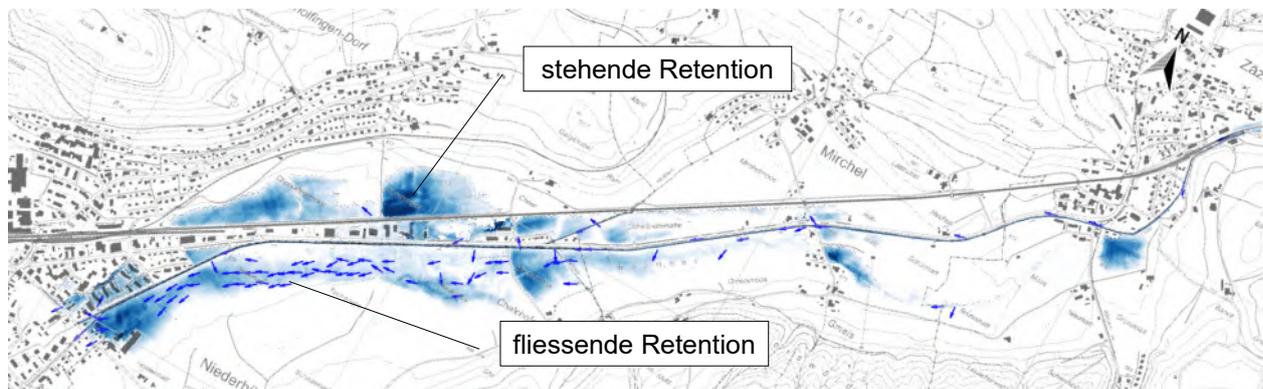


Abb. 6.3: 2D-Berechnungsgebiet mit stehender und fliessender Retention zwischen Zäziwil und Konolfingen (Auszug aus Simulationsresultat HQ₁₀₀, 12h-Ereignis).

6.4 Modelleichung

Für die Modelleichung wurden die Hochwasserereignisse vom 8./9. August 2007 und 14./15. August 2010 (siehe Abb. 6.4) nachgerechnet. Bei diesen Hochwasserereignissen waren folgende Voraussetzung für eine Modelleichung gegeben:

- Es waren Niederschlagsereignisse, welche die ganze Region betrafen, so dass aufgrund der vorliegenden Daten der umliegenden Tagessammler die räumliche Niederschlagsverteilung mittels Interpolation abgeschätzt und für den Niederschlagsinput verwendet werden konnten (Anhang 2).
- Es konnte der Niederschlagsverlauf der nahegelegenen, zeitlich hoch aufgelöst messenden, privaten Wetterstation Oberthal (2006 – heute) oberhalb Zäziwil für den Niederschlagsinput verwendet werden.
- Die Abflüsse wurden am Pegel Freimettigen aufgezeichnet.
- Es handelt sich um Sommerereignisse, der Niederschlag ist in Form von Regen gefallen.

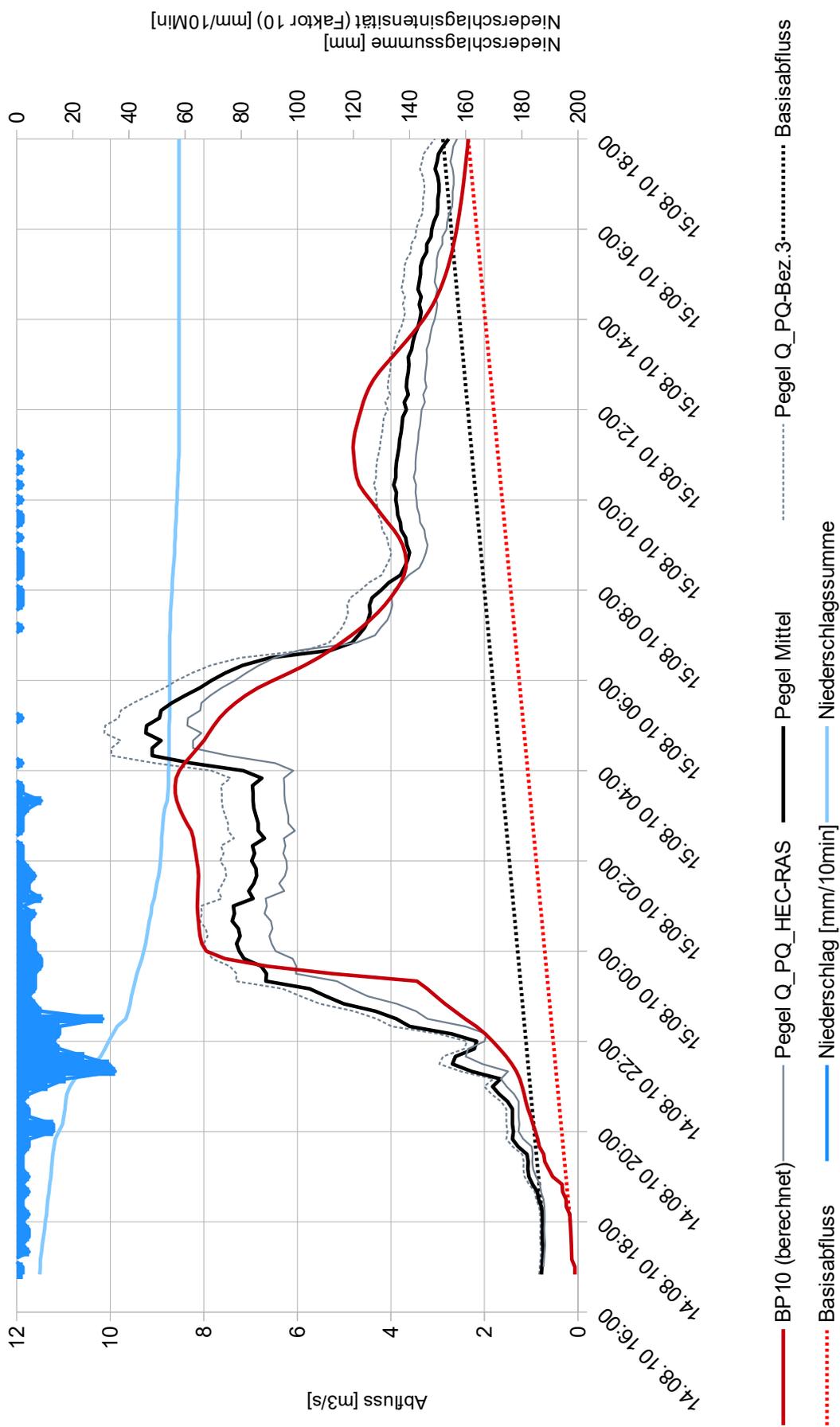


Abb. 6.4: Eichereignis 14./15. August 2010. Vergleich der Pegelmessung (schwarze Linie) und der Abflussberechnung am BP10 (rote Linie).

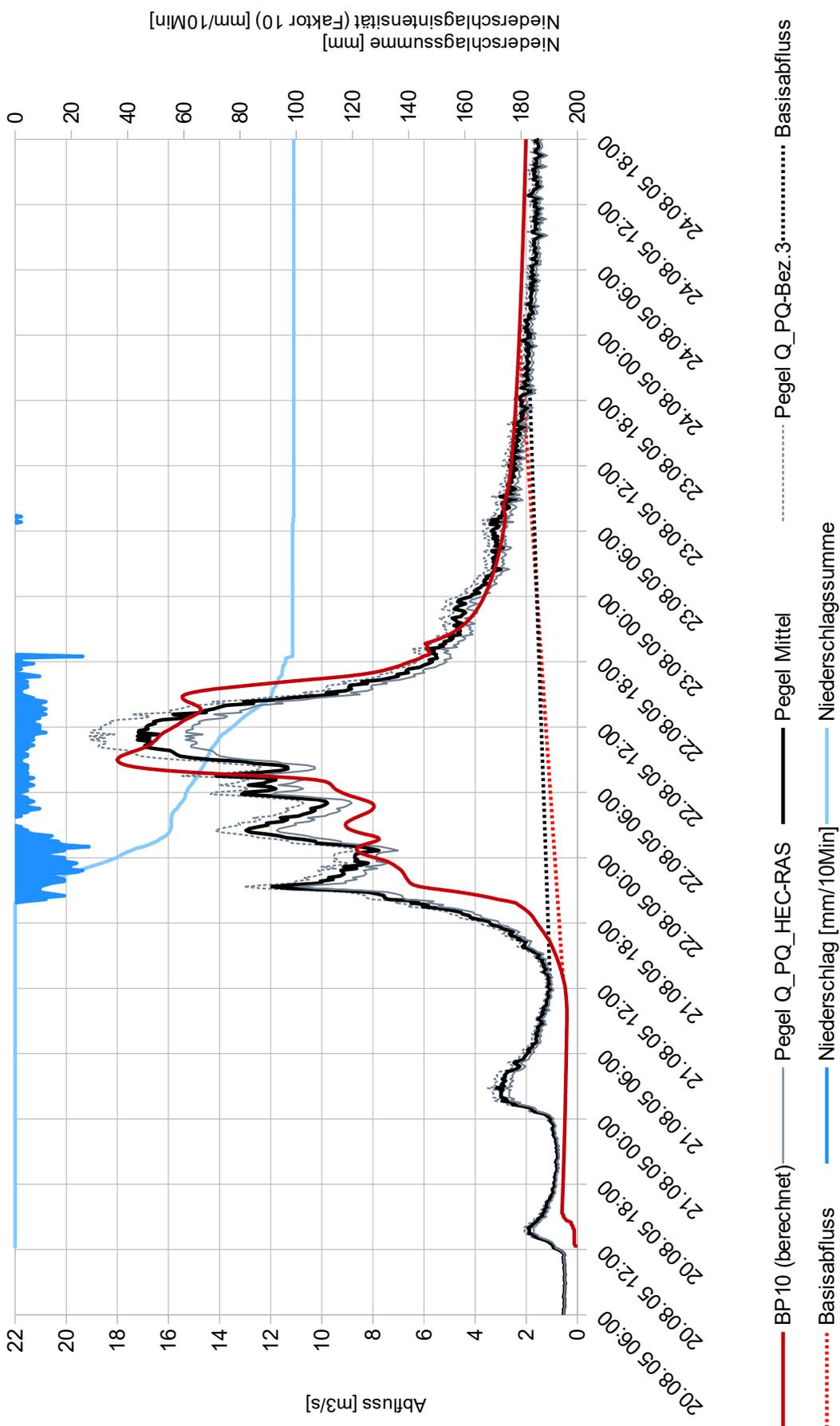


Abb. 6.5: Validierungsereignis 21./22. August 2005. Vergleich der Pegelmessung (schwarze Linie) und der Abflussberechnung am BP10 (rote Linie).

6.5 Modellvalidierung

Zur Validierung wurde das Ereignis vom 21./22. August 2005 gewählt (siehe Abb. 6.5). Die dabei berechnete Abflussspitze lag rund 5% höher als die Messung am Pegel Freimettigen. Das berechnete Abflussvolumen lag 5% tiefer als die Beobachtung am Pegel Freimettigen. Beim Pegel Freimettigen wurde das Mittel aus den beiden PQ-Beziehungen "PQ-Bez. 3" und "HEC-RAS (k=25, m = 0.64)" als Vergleich herangezogen.

Insgesamt ergibt das Modell plausible Ergebnisse und kann für die Abflussberechnungen (Kap. 6.7) anhand der Niederschlags Szenarien (Kap. 6.6) eingesetzt werden.

6.6 Niederschlags-Szenarien

6.6.1 Räumliche Niederschlagsverteilung

Niederschläge haben eine zeitliche (Dauer und Intensität des Niederschlags) und eine räumliche Verteilung (Überregnung des Gebiets). Bei lang andauernden Niederschlagsereignissen (> 4 h Dauer) wurde angenommen, dass das ganze rund 71 km² grosse EZG gleichmässig überregnet wird.

Die Zentren von Konvektionszellen, in denen die Niederschlagsmaxima von kurzen Starkniederschlägen (≤ 4 h Dauer) fallen, sind auf wenige km² begrenzt. Daher wurden drei massgebende Gewitterszenarien für die Niederschläge mit einer Dauer von vier Stunden oder weniger festgelegt (Abb. 6.1e):

- Gewitterszenario Nord: Die Teileinzugsgebiete 2, 3, 4, 5, 7, 8 werden voll überregnet.
- Gewitterszenario Mitte: Die Teileinzugsgebiete 1, 6, 9, 10 werden voll überregnet.
- Gewitterszenario Süd: Die Teileinzugsgebiete 11, 12, 13, 14, 15, 16 werden voll überregnet.

Die restlichen, nicht voll überregneten Teileinzugsgebiete werden im Gewitterszenario Süd zu 50%, im Szenario Nord zu 52.2% und im Szenario Mitte zu 54.8% beregnet. So wird der unterschiedlichen Grösse der überregneten Hauptniederschlagsgebiete Rechnung getragen.

6.6.2 Zeitliche Niederschlagsverteilung und Niederschlagsintensitäten

Für die Modellrechnungen wurden verschiedene Niederschlagszenarien mit unterschiedlicher Dauer und Intensität berücksichtigt (Tab. 6.1 und 6.2). Zur Festlegung der jeweiligen Niederschlagsmenge, bzw. Niederschlagsintensität wurden die lokal vorhandenen Niederschlagsmessungen analysiert. In der näheren Umgebung des EZG Chise liegen mehrere Niederschlagsmessstationen der MeteoSchweiz sowie kantonale Messstationen.

Die Niederschlagsmessstationen der MeteoSchweiz haben teilweise langjährige Datenreihen und sind damit für extremwertstatistische Auswertungen geeignet. Eine solche Auswertung wurde von der Scherrer AG für die Station Grosshöchstetten (1892 - 2020) und Schwarzenegg (1901 - 2020) vorgenommen resp. aktualisiert⁵. Die Modellregen der nördlichen Teileinzugsgebiete 1 - 10 basieren auf der Niederschlagsstatistik von Grosshöchstetten die der südlichen (Teileinzugsgebiete 11 - 16) der Niederschlagsstatistik von Schwarzenegg (Anhang 3).

Tabellen 6.1 und 6.2 zeigen die für die Modellrechnungen verwendeten Werte. Bei kurzen Niederschlag-Szenarien bis 4 h Dauer wurde eine zeitliche Dreiecksverteilung angenommen mit der Niederschlagspitze nach einem Drittel der Niederschlagsdauer. Für die Niederschläge mit einer Dauer ab 6 h wurde eine gleichmässige zeitliche Verteilung (Blockregen) verwendet.

5 Von einer Übernahme der von MeteoSchweiz durchgeführten Extremwertanalysen wird abgesehen, da es sich dabei um eine ausschliesslich kalendarische Auswertung (jeweils Tageswerte von 5:40 - 5:40 Uhr, UTC) handelt. In der von der Scherrer AG durchgeführten Statistik werden diese kalendarischen Werte nach Geiger et al. (1991) korrigiert. Zudem stehen die Auswertungen von MeteoSchweiz nur für Tageswerte zur Verfügung und wurden für das vorliegende Projekt für kürzere Dauern berechnet.

Tab. 6.1: Die für die Modellrechnungen verwendeten Niederschlagswerte der nördlichen Teileinzugsgebiete 1 - 10. (Station Grosshöchstetten, Tageswerte 1892 - 2020)

Bezeichnung des Niederschlags	Niederschlagsdauer [h]	Wiederkehrperiode [Jahre]	Zeitliche Verteilung des Niederschlags	Niederschlagsmenge [mm]	Max. Niederschlagsintensität [mm/h]
0.5h30j	0.5	30	Dreieck	40	121
1h30j	1	30	Dreieck	48	84
2h30j	2	30	Dreieck	57	53
4h30j	4	30	Dreieck	67	33
6h30j	6	30	Blockregen	74	12
8h30j	8	30	Blockregen	80	10
12h30j	12	30	Blockregen	88	7.3
24h30j	24	30	Blockregen	104	4.4
36h30j	36	30	Blockregen	115	3.2
48h30j	48	30	Blockregen	122	2.6
72h30j	72	30	Blockregen	133	1.9
0.5h100j	0.5	100	Dreieck	54	163
1h100j	1	100	Dreieck	64	111
2h100j	2	100	Dreieck	74	70
4h100j	4	100	Dreieck	87	42
6h100j	6	100	Blockregen	95	16
8h100j	8	100	Blockregen	102	13
12h100j	12	100	Blockregen	111	9.3
24h100j	24	100	Blockregen	130	5.4
36h100j	36	100	Blockregen	142	3.9
48h100j	48	100	Blockregen	150	3.1
72h100j	72	100	Blockregen	163	2.3
0.5h300j	0.5	300	Dreieck	71	212
1h300j	1	300	Dreieck	82	143
2h300j	2	300	Dreieck	94	89
4h300j	4	300	Dreieck	109	53
6h300j	6	300	Blockregen	119	20
8h300j	8	300	Blockregen	126	16
12h300j	12	300	Blockregen	137	11
24h300j	24	300	Blockregen	159	6.6
36h300j	36	300	Blockregen	171	4.7
48h300j	48	300	Blockregen	180	3.7
72h300j	72	300	Blockregen	194	2.7
0.5h1000j	0.5	1'000	Dreieck	95	284
1h1000j	1	1'000	Dreieck	108	189
2h1000j	2	1'000	Dreieck	123	115
4h1000j	4	1'000	Dreieck	140	68
6h1000j	6	1'000	Blockregen	151	25
8h1000j	8	1'000	Blockregen	159	20
12h1000j	12	1'000	Blockregen	172	14
24h1000j	24	1'000	Blockregen	196	8.2
36h1000j	36	1'000	Blockregen	209	5.8
48h1000j	48	1'000	Blockregen	218	4.6
72h1000j	72	1'000	Blockregen	233	3.2

Tab. 6.2: Die für die Modellrechnungen verwendeten Niederschlagswerte der südlichen Teileinzugsgebiete 11 - 16. (Station Schwarzenegg, Tageswerte 1901 - 2020)

Bezeichnung des Niederschlags	Niederschlagsdauer [h]	Wiederkehrperiode [Jahre]	Zeitliche Verteilung des Niederschlags	Niederschlagsmenge [mm]	Max. Niederschlagsintensität [mm/h]
0.5h30j	0.5	30	Dreieck	31	93
1h30j	1	30	Dreieck	38	66
2h30j	2	30	Dreieck	46	43
4h30j	4	30	Dreieck	56	27
6h30j	6	30	Blockregen	63	10
8h30j	8	30	Blockregen	68	8.5
12h30j	12	30	Blockregen	76	6.3
24h30j	24	30	Blockregen	92	3.9
36h30j	36	30	Blockregen	103	2.9
48h30j	48	30	Blockregen	111	2.3
72h30j	72	30	Blockregen	124	1.7
0.5h100j	0.5	100	Dreieck	39	118
1h100j	1	100	Dreieck	47	83
2h100j	2	100	Dreieck	57	54
4h100j	4	100	Dreieck	69	34
6h100j	6	100	Blockregen	77	13
8h100j	8	100	Blockregen	84	10
12h100j	12	100	Blockregen	93	7.8
24h100j	24	100	Blockregen	113	4.7
36h100j	36	100	Blockregen	125	3.5
48h100j	48	100	Blockregen	135	2.8
72h100j	72	100	Blockregen	149	2.1
0.5h300j	0.5	300	Dreieck	48	144
1h300j	1	300	Dreieck	58	101
2h300j	2	300	Dreieck	69	65
4h300j	4	300	Dreieck	83	40
6h300j	6	300	Blockregen	93	15
8h300j	8	300	Blockregen	100	13
12h300j	12	300	Blockregen	112	9.3
24h300j	24	300	Blockregen	134	5.6
36h300j	36	300	Blockregen	148	4.1
48h300j	48	300	Blockregen	159	3.3
72h300j	72	300	Blockregen	175	2.4
0.5h1000j	0.5	1'000	Dreieck	60	181
1h1000j	1	1'000	Dreieck	72	126
2h1000j	2	1'000	Dreieck	86	80
4h1000j	4	1'000	Dreieck	102	50
6h1000j	6	1'000	Blockregen	114	19
8h1000j	8	1'000	Blockregen	122	15
12h1000j	12	1'000	Blockregen	136	11
24h1000j	24	1'000	Blockregen	162	6.7
36h1000j	36	1'000	Blockregen	178	4.9
48h1000j	48	1'000	Blockregen	191	4.0
72h1000j	72	1'000	Blockregen	209	2.9

6.7 Abflussberechnungen

6.7.1 Ist-Zustand

Die Resultate der Ist-Zustands-Berechnungen an den 17 Bemessungspunkten (BP) basierend auf den verschiedenen Niederschlagszenarien sind im Anhang 6 in den Tabellen 1 und 2 dargestellt. Die dämpfende Wirkung des seit 2013 bestehenden HRB Groggenmoos oberhalb von Zäziwil wurde bei den relevanten Szenarien mitberücksichtigt. Das zur Verfügung stehende Volumen im Groggenmoos beträgt 280'000 m³. Die Rückhaltefunktion wird aktiviert, sobald der Zufluss 6 m³/s überschreitet. Der gedrosselte Abfluss beträgt konstant 6 m³/s (schwimmergesteuerter Segmentschütze). Mittels gekoppelter 2D-Simulation des Abschnitts zwischen Zäziwil und Konolfingen wird die dämpfende Wirkung der stehenden und fliessenden Retention für die untersuchten Wiederkehrperioden (30, 100, 300 und 1000 Jahre) berücksichtigt (siehe Abb. 6.3)⁶.

Massgebend für die Hochwasserspitzen entlang der Chise sind langandauernde Ereignisse zwischen 6 und 24 h. Bei einem 100-jährlichen Niederschlag ergeben sich am Pegel Freimettigen (BP10) 25 - 29 m³/s.

Beim Diessbach sind bei den 30- und 100-jährlichen Ereignissen 6h Dauerregen massgebend. In den selteneren Ereignissen ergibt das Gewitterszenario Süd mit 4h Dauer die grössten Abflüsse. Gemäss den Berechnungen muss am BP12 bei einem 100-jährlichen Niederschlag mit 9 - 12 m³/s gerechnet werden.

6 Allfällige stehende oder fliessende Retention in Bereichen ausserhalb des 2D-Perimeters ist in den Resultaten nicht berücksichtigt.

6.7.2 Prognose-Zustand

Im Prognose-Zustand werden die vorgesehenen HRB Hünigens (oben und unten) mit insgesamt rund 330'000 m³ Rückhaltevolumen berücksichtigt. Der Hünigerbach wird – wie im Rahmen der Beckenrealisierung vorgesehen – als umgelegt angenommen und mündet oberhalb des unteren Beckens in die Chise. Das obere Becken springt ab einer Abflussmenge von 12.5 m³/s an, das untere ab 12.0 m³/s. Die Drosselwassermenge soll wie beim Becken Groggenmoos mit steigendem Wasserspiegel konstant auf 12.5 resp. 12.0 m³/s gehalten werden. Damit ist ein Volllaufen des oberen Beckens vor dem unteren Becken gewährleistet und so auch eine Nutzung des Gesamtvolumens von 330'000 m³.

Für die Berechnung der Abflüsse unterhalb der Becken Hünigenmoos müssen Annahmen betreffend der Entlastungsmengen und Überflutungsflächen ausserhalb der Becken getroffen werden. Dies führt zu den folgenden beiden Varianten:

- a) Nur das technisch verfügbare Rückhaltevolumen (330'000 m³) wird als Überflutungsfläche toleriert (siehe Abb. 6.6). Ist dieses erschöpft wird entsprechend dem Zufluss entlastet. D.h. Spitzen die nach Erreichen der Vollfüllung ankommen erfahren keine Dämpfung durch Überflutung der Gebiete Chonolfingemoos und Storchematt. Die Resultate der Prognose-Zustands-Berechnungen Variante a sind im Anhang 6 in Tabelle 3 und 4 zusammengestellt.

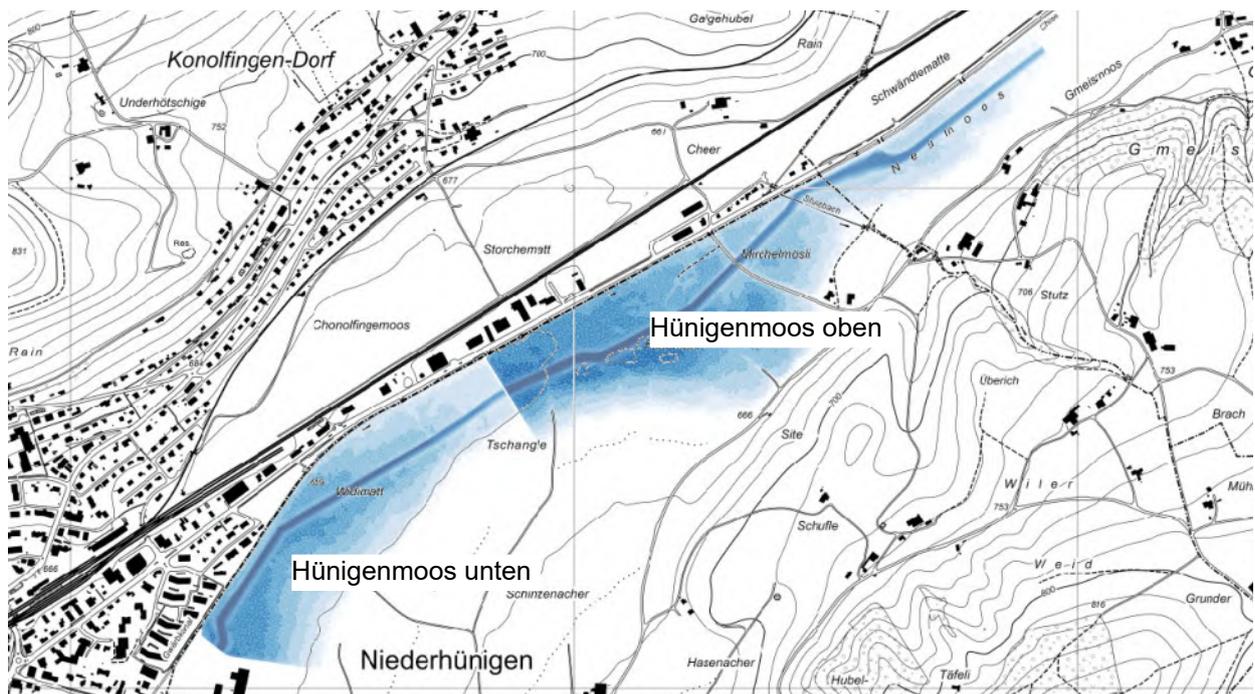


Abb. 6.6: Variante a) Im Überlastfall (> HQ₁₀₀) werden Überflutungen nur innerhalb des technischen Rückhaltebeckens toleriert. Die restlichen Gebiete sind durch Dämme oder ähnliches geschützt.

b) Nach Erreichen des technisch verfügbaren Rückhaltevolumens (330'000 m³) werden die gemäss den Projektplänen möglichen weiteren Gebiete überflutet (siehe Abb. 6.7). Diese sind:

- Hünigenmoos oben: 420'000 m³ (Kote WSP: 662.55 m ü. M.)
entspricht einem Überstau bei HQ₁₀₀₀ von 85 cm
- Hünigenmoos unten: 260'000 m³ (Kote WSP: 660.40 m ü. M.)
entspricht einem Überstau bei HQ₁₀₀₀ von 90 cm
- Chonolfingemoos + Storchematt: 254'000 m³ (Kote WSP: 660.40 m ü. M.)

Damit ergeben sich maximal 934'000 m³ Rückhaltevolumen einem Überstau gemäss HQ₁₀₀₀. Die Resultate der Prognose-Zustands-Berechnungen Variante b sind im Anhang 6 Tabelle 5 und 6 zusammengestellt.

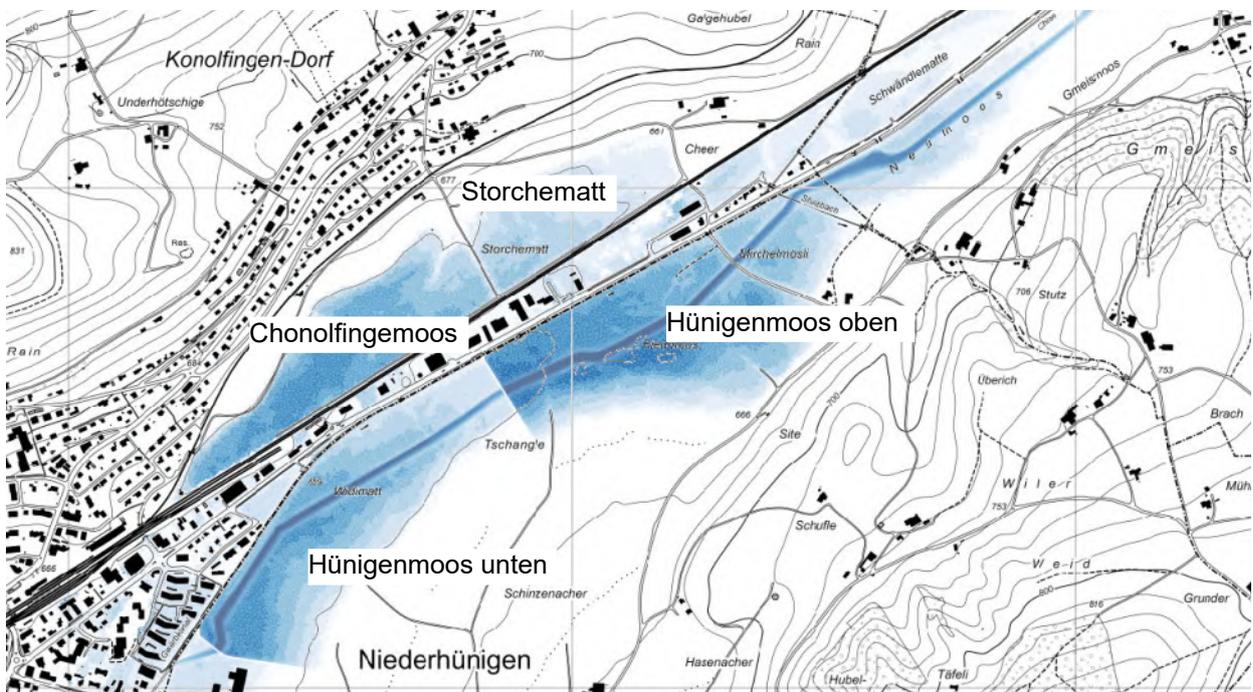


Abb. 6.7: Variante b) Im Überlastfall (> HQ₁₀₀) werden Überflutungen ins Umland toleriert. Durch Rückstau des Mühlebachs kommt es zu Austritt in die Gebiete Storchematt und Chonolfingemoos. Dies aufgrund der niedrigen Dämme westseitig des Mühlebachs.

Die beiden Varianten unterscheiden sich hinsichtlich des Umgangs mit dem Rückstau des Mühlebachs.

In Variante a wird angenommen, dass der in Abbildung 6.8 dargestellte Durchlass Mühlebach ausreichend gross dimensioniert ist, um auch in einer Rückstausituation genügend Abfluss ins Becken "Hünigenmoos oben" zu gewährleisten. Ausserdem soll auch im Überlastfall (> HQ₁₀₀) kein Austritt in die Gebiete Storchematt und Chonolfingemoos erfolgen. Hierzu muss der Damm westlich des Mühlebachs entsprechend erhöht werden.

In der Variante b soll das Gebiet Chonolfingemoos und Storchematt geflutet werden, nachdem die beiden Hünigenmoos Becken voll sind, aber noch bevor die Entlastung des HRB Hünigenmoos unten anspringt. So kann das vorhandene Retentionsvolumen optimal genutzt werden.

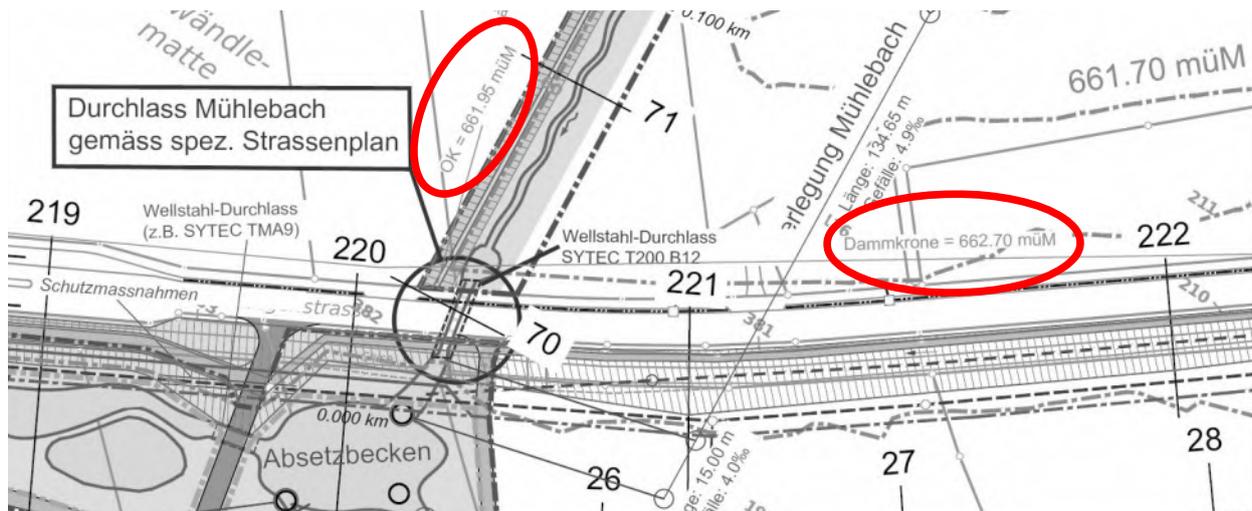


Abb. 6.8: Auszug aus dem Plan Nr. 22012-26P "Korrektion Chisebach und Hochwasserrückhalt Hünigenmoos", 2. Auflage. Dammkrone (662.70 m ü. M.) > OK Damm Mühlebach (661.95 m ü. M.). Stauziel 659.50 m ü. M., Überstau bei HQ_{1000} 662.55 m ü. M.

6.7.3 Diskussion der Resultate hinsichtlich Rückhaltevolumen und Beckenwirkung

Grundsätzlich gilt, Hochwasserspitzen, welche auf ein vollgefülltes Rückhaltebecken treffen, erfahren kaum eine Dämpfung.

Da in Variante a das Rückhaltevolumen schon nach Erreichen von 330'000 m³ erschöpft ist und ein Ausuferen in die umliegenden Gebiete mittels Dämmen verhindert wird, werden im Vergleich zur Variante b und dem Ist-Zustand Hochwasserspitzen schon ab einem 100-jährlichen (Dimensionierungsereignis) ungedämpft an die Unterlieger weitergegeben.

Die Ergebnisse der Berechnungen führen zu den folgenden Schlüssen:

- Das bereitgestellte Rückhaltevolumen von 330'000 m³ in den beiden Becken Hünigenmoos ist für die Beherrschung des 300-jährlichen Ereignisses nicht ausreichend. Hierfür wären rund 1'060'000 m³ notwendig. Auch die Aktivierung der Gebiete Storchematt und Chonolfingemoos kann den Überlastfall alle 300 Jahre nicht verhindern.
- Bei einem 100-jährlichen 24-stündigen Niederschlagsereignis wären gemäss Berechnungen rund 440'000 m³ notwendig, um einen Überlastfall zu vermeiden. Eine Aktivierung der Gebiete Storchematt und Chonolfingemoos könnte den Überlastfall alle 100 Jahre verhindern.
- Die Becken dämpfen die Abflussspitzen auch im Unterlauf merklich. So reduzieren sich die Abflussspitzen an der Mündung in die Aare in Variante
 - a) bei 30- und 100-jährlichen Ereignissen um rund 10% - 15%. Bei selteneren Ereignissen entfällt die dämpfende Wirkung, resp. sind grössere Abflussspitzen zu erwarten ($HQ_{300} +0\%$, $HQ_{1000} +40\%$).
 - b) bei 30-jährlichen Ereignissen um 10%, bei 100-jährlichen Ereignissen um 20%, bei 300-jährlichen Ereignissen (Überlastfall) 30%. Seltenerere Ereignisse führen unterhalb des HRB "Hünigenmoos unten" zu grösseren Abflussspitzen ($HQ_{1000} +20\%$).

7 Hochwasserabflüsse definierter Jährlichkeit

7.1 Einleitung

Um die massgebenden Hochwassermengen festzulegen, wurden im Sinne einer Synthese die Pegeldata, 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.

Erkenntnisse aus den historischen Abflüssen an der Chise:

- Durch die historische Betrachtung können rund 140 Jahre überblickt werden, Quellen wurden bis ins 19. Jahrhundert zurück untersucht.
- Über die gesamte überblickbare Zeit kam es in und oberhalb von Konolfingen zu 7 Ereignissen mit grossen bis sehr grossen Schäden. Statistisch ergibt sich für diese Ereignisgrösse eine Wiederkehrperiode von 20 Jahren.
- Unterhalb von Oberdiessbach waren grosse bis sehr grosse Schäden viermal in den letzten 140 Jahren dokumentiert. Solche Ereignisse sind alle 35 Jahre zu erwarten.

Erkenntnisse aus den historischen Abflüssen am Diessbach:

- Durch die historische Betrachtung können 90 Jahre überblickt werden, Quellen wurden bis ins 19. Jahrhundert zurück untersucht.
- Eine hydraulische Untersuchung der Engstellen innerhalb des Gerinnes zwischen Schloss und Mündung in die Chise wurde durchgeführt. Es zeigt sich, dass die Abflüsse der vergangenen 90 Jahren mit grosser Wahrscheinlichkeit unter 10 - 14 m³/s gelegen haben müssen.

Erkenntnisse aus der Untersuchung der Abflussreaktionen des Chise-EZG:

- Im EZG gehören 35.5% den sehr rasch bis leicht verzögert reagierenden Abflusstypen 1 - 3, resp. Siedlungsabflusstypen 1 - 3 an. 64.5% des EZG tragen demnach schwach oder gar nicht zur Abflussbildung bei Starkregen bei.
- Aufgrund dieser Verteilung kann die Abflussbereitschaft des Chise-EZG als mässig beurteilt werden.

Erkenntnisse aus der Untersuchung der Abflussreaktionen des Diessbach-EZG:

- Im EZG gehören 34.0% den sehr rasch bis leicht verzögert reagierenden Abflusstypen 1 - 3, resp. Siedlungsabflusstypen 1 - 3 an. 66.0% des EZG tragen demnach schwach oder gar nicht zur Abflussbildung bei Starkregen bei.
- Aufgrund dieser Verteilung kann die Abflussbereitschaft des Diessbach-EZG als mässig beurteilt werden.

7.2 Pegel Freimettigen (BP10)

Das Frequenzdiagramm (Abb. 7.1) zeigt die am Pegel Freimettigen gemessenen Jahreshochwasser. Das Ereignis von 2005 war das grösste der Messperiode zwischen 1983 - 2020, die Abflussspitze des zweitgrössten Ereignisses (2007) lag nur knapp unter dem Wert der Spitze von 2005. Einer Abflussspitze, wie sie bei den Ereignissen von 2005 und 2007 beobachtet wurde, kann eine Wiederkehrperiode von 20 - 50 Jahren zugeordnet werden.

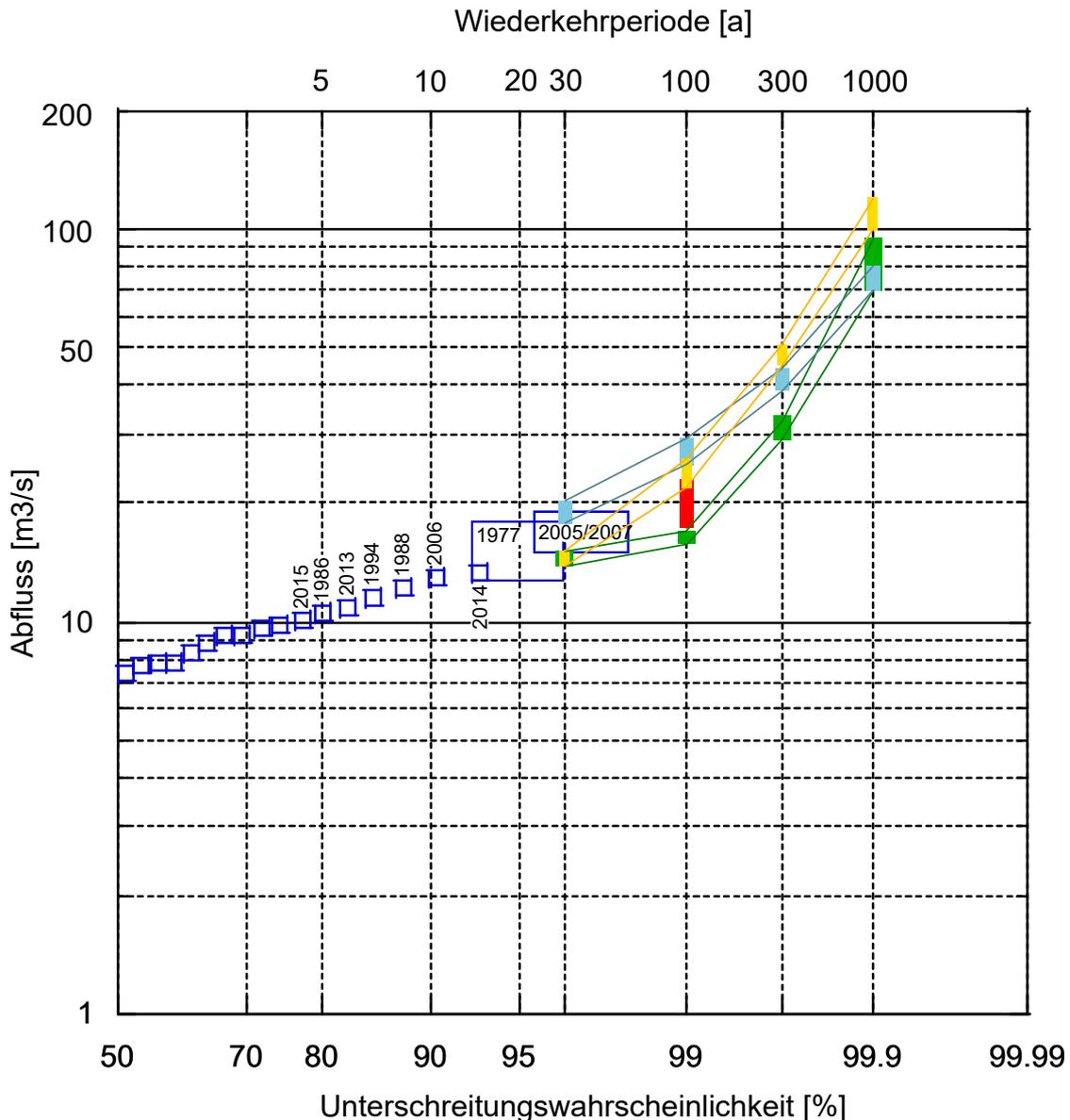


Abb. 7.1: Frequenzdiagramm der Chise am Pegel Freimettigen (BP10). Neben den gemessenen Jahreshochwasser (blaue Rechtecke) und dem rekonstruierten Ereignis von 1977 sind die Resultate der Berechnungen mit den Modellregen für den Ist-Zustand (hellblau) und den Prognose-Zustand mit den HRB Hünigenmoos in den Varianten a (gelb) und b (grün) dargestellt. Die Linien (hellblau, gelb und grün) markieren den Unsicherheitsbereich für die vorgeschlagenen Hochwasserabflüsse. Der in Horat & Scherrer (1999) angegebene Wert für HQ₁₀₀ (16 - 23 m³/s) wird durch den roten Balken markiert.

Die Abflussspitze des Hochwasserereignisses von 1977 wurde aufwendig rekonstruiert (Horat & Scherrer, 1999). Dabei wurde der Wert am Pegel Freimettigen auf 13 - 16 m³/s geschätzt. Eine solche Spitze ist nach den heutigen Erkenntnissen am Pegel Freimettigen alle 15 - 30 Jahre zu erwarten.

Die Berechnungen mit den Modellregen erweitern die Erkenntnisse aus den Beobachtungen und sind in Abbildung 7.1 hellblau (Ist-Zustand), gelb (HRB Hünigenmoos gemäss Variante a und grün (HRB Hünigenmoos gemäss Variante b dargestellt. Sie ermöglichen die Abschätzung seltener Hochwasser.

Die Wirkung des HRB Hünigenmoos in der Variante a und b ist für das 30-jährliche Ereignis gleich. Beim 100-jährlichen Ereignis, treten bei der Variante a je nach Niederschlagsszenario bereits Überlastfälle auf. Daher sind am Pegel Freimettigen höhere Abflussspitzen zu erwarten als in der Variante b, wo keine Überlastfälle auftreten. Im Vergleich zum Ist-Zustand sind die zu erwartenden Abflussspitzen in Freimettigen im 100-jährlichen Ereignisfall bei beiden Varianten des Prognose-Zustands kleiner.

Interessant ist, dass für ein 300-jährliches Ereignis der Ist-Zustand kleinere Abflüsse am Pegel Freimettigen ergibt, als in Variante a des Prognose-Zustands. Dies ist damit zu erklären, dass die Dämpfung durch fließende und stehende Retention im Ist-Zustand grösser ist (auch Chonolfingemoos und Storchematt werden aktiviert), als diejenige durch die Bereitstellung der fixen 330'000 m³ in der Variante a des Prognose-Zustands.

Wird die Aktivierung der Gebiete Chonolfingemoos und Storchematt im Prognose-Zustand zugelassen (Variante b), dann ist auch im 300-jährlichen Ereignisfall mit deutlich reduzierten Abflüssen in Freimettigen im Vergleich zum Ist-Zustand zu rechnen.

Verglichen mit den von Horat & Scherrer (1999) definierten Abflusswerten, welche den Wasserbauplänen an der Chise zugrunde gelegt wurden, sind die hier ermittelten Werte z.T. deutlich erhöht. Dies ist dadurch begründet, dass die damaligen hydrologischen Überlegungen auf einer Niederschlagsstatistik (Zeller et al., 1979 für die Station Grosshöchstetten) fussten, die rückblickend auf einer relativ starkniederschlagsarmen Periode (1901 - 1970) beruhte. Von den 10 grössten beobachteten 1-Tages-Niederschlägen an der Station Grosshöchstetten (siehe Anhang 3) waren nur gerade drei in der von Zeller et al. untersuchten Periode von 1901 bis 1970 enthalten (1958: 108 mm, Rang 2; 1968: 101 mm, Rang 4; 1950: 83 mm, Rang 8).

7.3 Hochwasserabflüsse

Unter Berücksichtigung der Modellrechnungen konnten die Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit für die übrigen Bemessungspunkte in analoger Weise festgelegt werden (Tabelle 7.1).

Während sich die 30-jährlichen Hochwasserabflüsse auch auf die Beobachtung historischer Hochwasser stützen, basiert die Festlegung der selteneren Hochwasserabflüsse (HQ₁₀₀, HQ₃₀₀ und HQ₁₀₀₀) auf den Jährlichkeiten der Niederschläge. Diese sind für die 100-jährlichen Ereignisse gut abgestützt, weil die Statistik auf einem Beobachtungshorizont von rund 120 Jahren basiert. Die Berechnung der 300 und 1000-jährlichen Ereignissen stützen sich auf der Extrapolation der Niederschlagsstatistik ab und sind daher mit grösseren Unsicherheiten behaftet.

Der Fokus dieser Studie lag auf der Chise und dem Diessbach. Für die Seitengewässer wurden Werte aus früheren Studien (graue Werte in Tabelle 7.1) übernommen, da der Einbezug der historischen Beobachtungen verlässlichere Werte insbesondere für die häufigeren Ereignisse liefern.

Aufgrund der Position des Pegels Freimettigen – ca. in der Mitte des Chiselaufs – und dessen Gewicht in der Modelleichung und -validierung, sind die Werte oberhalb BP10 besser abgestützt als unterhalb. Die Werte im Unterlauf (BP14 – BP16) wurden separat plausibilisiert (siehe Anhang 7). Sie zeigen eine gute Übereinstimmung für häufige Ereignisse. Für 100-jährliche und seltene Ereignisse ist im Unterlauf keine Plausibilisierung möglich.

Tab. 7.1: Die an der Chise und ihren Seitenbächen ermittelten Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit für den Ist-Zustand und die Prognose-Zustände in Variante a und b. Graue Werte stammen aus früheren Untersuchungen der Seitengewässer.

BP	zugeordneter Gerinneabschnitt	HQ ₃₀ [m ³ /s]	HQ ₁₀₀ [m ³ /s]	HQ ₃₀₀ [m ³ /s]	HQ ₁₀₀₀ [m ³ /s]	
1	Dürrbach ⁷ , Bowil (9.04 km ²)	14	20	28 - 30	50 - 55	
2	Schwändigrabe ⁵ , Rünkhofen (3.54 km ²)	7.0	11	13	15 - 19	
3	Chise, Auslauf HRB Groggenmoos (16.64 km ²)	6.0	6.0 - 6.5	16 - 20	42 - 55	
4	Zäzibach ⁸ , oberhalb Einmündung in Chise (5.68 km ²)	10 - 12	15 - 18	20 - 26	24 - 34	
5	Bärbach ⁶ , oberhalb Einmündung in Chise (3.54 km ²)	4.5 - 5.5	7.0 - 9.0	13 - 16	17 - 21	
6	Chise, unterhalb Einmündung Zäzi- und Bärbach (27.06 km ²)	ungedämpft ⁹	14 - 16	20 - 23	30 - 32	70 - 80
7	Mühlebach ⁵ , oberhalb Einmündung in Chise (4.97 km ²)	12 - 15	18 - 20	23 - 26	28 - 30	
8	Chise, oberhalb Verzweigung Chise-	Ist-Zustand	15 - 16	22 - 23	32 - 34	60 - 70
		Prognose a)	12	20 - 23	39 - 44	90 - 110

7 Werte aus Horat & Scherrer AG (2001): Hydrologie der Chise-Seitenbäche. Bericht 01/17

8 Werte aus Scherrer AG (2020): Überprüfung der hydrologischen Grundlagen am Zäzibach und Bärbach in Zäziwil. Bericht 19/267

9 BP6 liegt innerhalb des 2D-Netzes. Die angegebenen Werte stammen aus dem NAM. Eine Aufzeichnung der gedämpften Abflussganglinie innerhalb des 2D-Netzes am BP6 wurde aufgrund softwaretechnischer Limitierungen nicht durchgeführt.

BP	zugeordneter Gerinneabschnitt	HQ ₃₀ [m ³ /s]	HQ ₁₀₀ [m ³ /s]	HQ ₃₀₀ [m ³ /s]	HQ ₁₀₀₀ [m ³ /s]	
	Prognose b)	12	12	26 - 30	65 - 90	
9	Kanal (36.57 km ²) Hünigerbach, Niederhünigen (Neuhus) (3.54 km ²)	2.5 - 3.0	4.0 - 4.9	6.0 - 7.5	9.0 - 12	
10	Chise, Pegel Freimettigen (45.25 km ²)	Ist-Zustand	18 - 20	25 - 29	39 - 44	70 - 80
		Prognose a)	14 - 15	22 - 26	45 - 50	100 - 120
		Prognose b)	14 - 15	16 - 17	29 - 33	70 - 95
11	Chise, oberhalb Einmündung Diessbach (51.01 km ²)	Ist-Zustand	21 - 22	30 - 32	44 - 47	75 - 85
		Prognose a)	16 - 17	25 - 29	48 - 55	100 - 120
		Prognose b)	16 - 17	19 - 20	32 - 36	80 - 100
12	Diessbach, oberhalb Einmündung in Chise (11.35 km ²)	5.5 - 7.0	9 - 12	14 - 17	20 - 26	
13	Chise, unterhalb Einmündung Diessbach (62.36 km ²)	Ist-Zustand	23 - 28	36 - 40	55 - 60	90 - 95
		Prognose a)	23 - 24	30 - 33	55 - 60	110 - 130
		Prognose b)	23 - 24	27 - 30	35 - 39	80 - 110
14	Chise, Herbligen (65.88 km ²)	Ist-Zustand	24 - 29	38 - 42	55 - 60	95 - 100
		Prognose a)	24 - 25	32 - 34	55 - 65	110 - 130
		Prognose b)	24 - 25	29 - 32	37 - 42	85 - 110
15	Chise, Oppligen (69.94 km ²)	Ist-Zustand	25 - 30	40 - 44	60 - 65	95 - 100
		Prognose a)	25 - 26	34 - 36	60 - 65	110 - 140
		Prognose b)	25 - 26	31 - 34	39 - 44	85 - 120
16	Chise, Kiesen (71.24 km ²)	Ist-Zustand	26 - 31	41 - 45	60 - 65	95 - 100
		Prognose a)	26 - 27	35 - 37	60 - 65	110 - 140
		Prognose b)	26 - 27	32 - 35	39 - 45	85 - 120
17	Chise, Mündung in Aare (71.29 km ²)	Ist-Zustand	26 - 31	41 - 45	60 - 65	95 - 100
		Prognose a)	26 - 27	35 - 37	60 - 65	110 - 140
		Prognose b)	26 - 27	32 - 35	40 - 46	90 - 120

Die definierten Hochwasserabflüsse des Diessbachs sind abgestützt auf der Untersuchung der historischen Hochwasser sowie der Beurteilung der Abflussbereitschaft, welche als mässig eingestuft wird.

Die am Diessbach modellierten Abflüsse decken sich mit der Beobachtung, dass sich seit dem Ausbau des Diessbachs in den 1930er-Jahren keine Hochwasseraustritte im Siedlungsgebiet von Oberdiessbach mehr ereignet haben. Eine Kapazitätsbeurteilung der Engstellen auf dem ausgebauten Abschnitt ergab eine Kapazitätsgrenze von 10 - 14 m³/s.

7.4 Vergleich der Resultate mit denjenigen früherer Studien

Niederschläge

Die Studien der Horat & Scherrer AG (1999 und 2001) und der Scherrer AG (2002) fussten auf den statistischen Auswertungen von Zeller et al. (1979) für die Station Grosshöchstetten. Die von Zeller ausgewertete Periode (1901 - 1970) weist im Vergleich zur jetzigen Auswertung (1892 - 2020) tiefere Werte auf.

Abflussreaktion

Für die Kartierung der Abflussbereitschaft besteht seit 2004 ein Bestimmungsschlüssel. Die Abflussreaktionskurven wurden vereinheitlicht und drei weitere Kategorien für Siedlungsgebiete eingeführt.

Pegelauswertungen

Am Pegel Freimettigen ist eine längere Messreihe vorhanden. Dessen Auswertung zeigt, dass Ereignisse wie das Hochwasser von 1977 häufiger als alle 20 - 100 Jahre zu erwarten sind, wie in Horat & Scherrer (1999) angegeben. Die Hochwasser von 2005 und 2007 dürften grösser sein, als dasjenige von 1977, das Hochwasser von 2014 liegt wahrscheinlich in derselben Grössenordnung. Damit liegt die obere Grenze der Jährlichkeit des Ereignisses von 1977 bei rund 30 Jahren.

Abflusswerte

Das Niederschlag-Abfluss-Modell wurde in den vergangenen 20 Jahren aufgrund der Erfahrungen verbessert und Parameter genauer festgelegt. Dies verbessert die Konsistenz und Vergleichbarkeit der Ergebnisse massgebend.

Im Vergleich zu früheren Untersuchungen wurden höhere Abflusswerte definiert (siehe Tab. 7.2). Dies ist jedoch weniger durch geänderter Modellparameter begründet als vielmehr durch den höheren Niederschlagsinput basierend auf der statistischen Auswertung der Niederschlagsmessstationen.

Tab. 7.2: Vergleich der Abflusswerte mit früheren Studien.

BP	zugeordneter Gerinneabschnitt		HQ ₁₀₀ [m ³ /s]		
			vorliegende Studie	IHW/ H&S99	H&S01
8	Chise, oberhalb Verzweigung Chise-Kanal (36.57 km ²)	Ist-Zustand	22 - 23	16 - 23	
		Prognose a)	20 - 23		
		Prognose b)	12		
12	Diessbach, oberhalb Einmündung in Chise (11.35 km ²)		9 - 12		14 - 18
13	Chise, unterhalb Einmündung Diessbach (62.36 km ²)	Ist-Zustand	36 - 40	30 - 35	
		Prognose a)	30 - 33		
		Prognose b)	27 - 30		

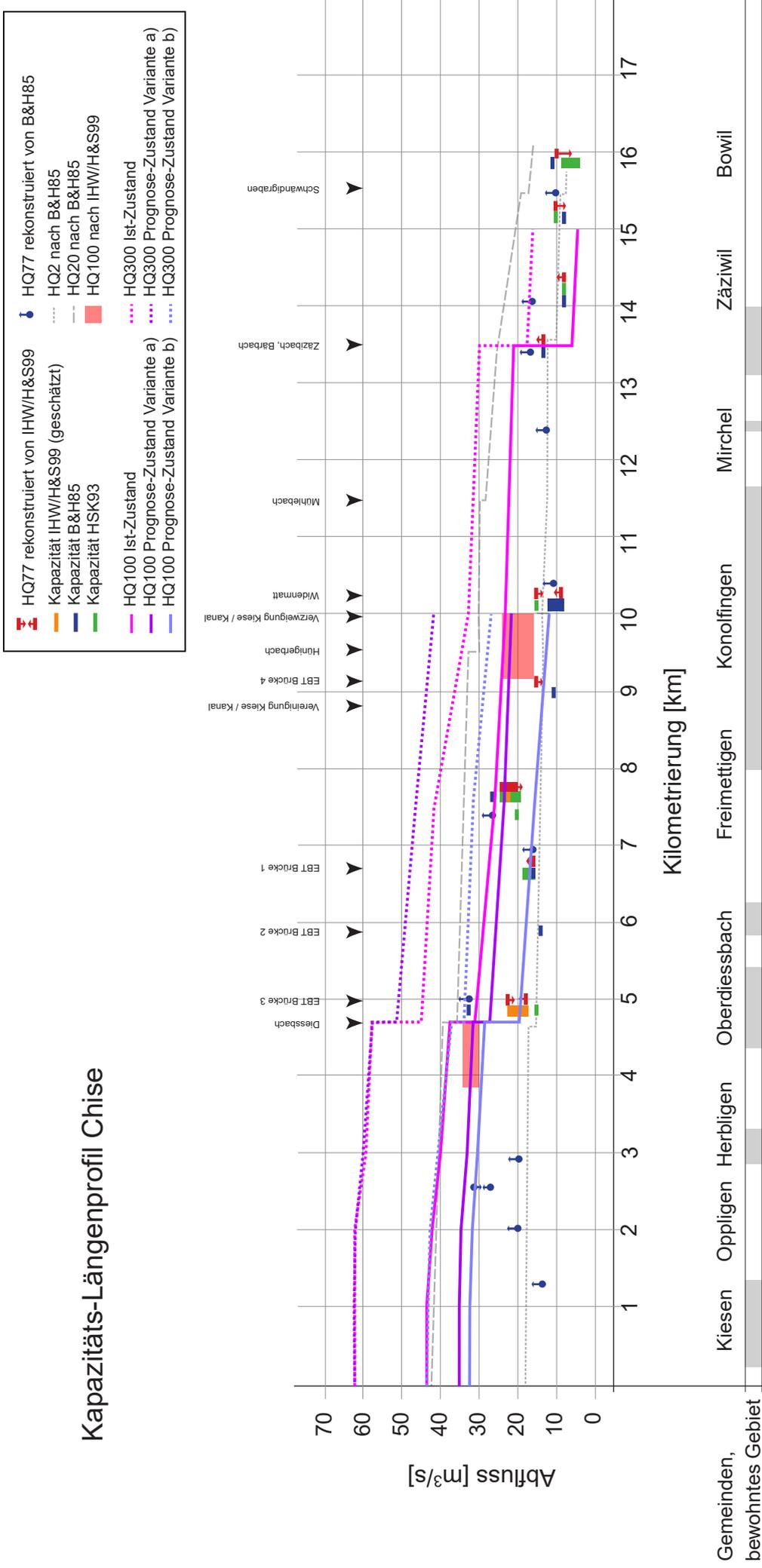
Das Kapazitäts-Längenprofil in Abbildung 7.2 (IHW / Horat & Scherrer AG, 1999) zeigt die in diversen Studien ausgewiesenen Kapazitäten der einzelnen Gewässerabschnitte. Die alten und neuen Abschätzungen der HQ_x sind ebenfalls eingetragen (Ist-Zustand, Variante a und b).

Einerseits zeigt sich, dass die neuen Abschätzungen leicht über den Werten von IHW/H&S99 liegen. Für den Bereich unterhalb von Oberdiessbach liegen die neuen Abschätzung deutlicher über den Werten von IHW/H&S99.

Andererseits wird aus dem Kapazitäts-Längenprofil auch ersichtlich, welchen Effekt die beiden Varianten des Prognose-Zustands (HRB Hünigenmoos) haben:

- Beim 100-jährlichen Ereignis gibt es grosse Unterschiede zwischen Konolfingen und Oberdiessbach. Dieser Unterschied relativiert sich dann unterhalb von Oberdiessbach. Trotzdem führen beide Varianten zu einer Verbesserung der Situation im Unterlauf der Becken, verglichen mit dem Ist-Zustand.
- Beim 300-jährlichen Ereignis führt das HRB Hünigenmoos in der Variante a im Vergleich zum Ist-Zustand zu einer schlechteren Situation im Bereich zwischen Konolfingen und Oberdiessbach. Unterhalb von Konolfingen haben die Becken Hünigenmoos in der Variante a kaum mehr einen Effekt verglichen mit dem Ist-Zustand. Werden die Becken jedoch in der Variante b ausgeführt, dann liegen die Abflussspitzen im Bereich unterhalb von Oberdiessbach auf dem Niveau eines HQ_{100} . Ausserdem ergibt sich auf dem gesamten Bereich unterhalb der Becken eine deutlich verbesserte Hochwassersituation als im Ist-Zustand.

Kapazitäts-Längenprofil Chise



B&H85: Kapazitäts-Längenprofil aus der Hochwasserschutzanalyse Chisebach von Basler & Hofmann, 1985
 HSK93: Kapazitäts-Längenprofil aus dem Hochwasserschutzkonzept von natura, Kissling und Zbinden, Schmalz Ingenieure AG, 1993
 IHW/H&S99: Kapazitäts-Längenprofil aus dem Bericht "Entstehung, Ablauf und Grösse seltener Hochwasser an der Chise von Horat & Scherrer AG, 1999

Abb. 7.2: Kapazitäts-Längenprofil entlang der Chise mit Kapazitäten aller Studien, dem rekonstruierten Hochwasser 1977, den von B&H85 abgeschätzten HQ2 und HQ20, sowie den ermittelten HQ100 und HQ300 im Ist-Zustand (inkl. HRB Groggenmoos) und der definierten Varianten a und b (inkl. HRB Hüingenmoos).

8 Empfehlungen zum Hochwasserschutz

Die hier angestellte Untersuchung hat gezeigt, dass die beiden projektierten Becken eine dämpfende Wirkung entfalten, welche die Hochwassersituation unterhalb der Beckenstandorte entschärfen.

Besteht zusätzlich eine Kopplung der Becken mit den Gebieten Chonolfingemoos und Storchematt, so können die Abflussspitzen unterhalb im Vergleich zum Ist-Zustand deutlich reduziert werden. Ereignisse mit einer Wiederkehrperiode von bis zu 100 Jahren lassen sich, wie vorgesehen auf $12 \text{ m}^3/\text{s}$ (HRB Hünigenmoos unten) drosseln.

Wird diese Kopplung jedoch verhindert, dann muss bereits bei 100-jährlichen Ereignissen mit Überlastfällen gerechnet werden. Für seltenere Ereignisse wird die dämpfende Wirkung ganz ausbleiben (HQ_{300}) und es muss mit erhöhten Spitzen verglichen mit dem Ist-Zustand gerechnet werden (HQ_{1000}).

Wir empfehlen daher die Flutung der Gebiete Chonolfingemoos und Storchematt ebenfalls ins Hochwasserschutzkonzept aufzunehmen. Diese Gebiete sollten geflutet werden können, nachdem die beiden HRB Hünigenmoos voll sind und bevor die Hochwasserentlastung des HRB Hünigenmoos unten anspringt. So lässt sich eine Drosselung der Chise im Bereich Konolfingen auf $12 \text{ m}^3/\text{s}$ für das 100-jährliche Hochwasserereignis erreichen und die Abflussspitzen der selteneren Ereignisse im Unterlauf würden deutlich reduziert.

Scherrer AG
Hydrologie und Hochwasserschutz



Raphael Brügger



Dr. Simon Scherrer

Reinach, 12. Juli 2021

Sachbearbeiter: Raphael Brügger, Dipl. Umwelting. ETH Zürich
Dr. Simon Scherrer, Dipl. Geograph Uni Basel
Dr. Daniel Näf-Huber, Dipl. Bau. Ing. ETH Zürich
Dr. Peter Kienzler, Dipl. Hydrologe Uni Freiburg i. Br.

Anhang

- Anhang 1 Historische Hochwasser
- Anhang 2 Räumliche Niederschlagsverteilung
- Anhang 3 Niederschlagstatistik
- Anhang 4 Bodenprofile
- Anhang 5 Modellaufbau
- Anhang 6 Resultate Abflussberechnungen
- Anhang 7 Plausibilisierung der Abflusswerte im Chise-Unterlauf

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
1846, 23.8.	Dauerregen, evt. mit Gewittern	<p>Kiesen: Klima: indem wir eine Woche lang Regenwetter gehabt haben, und am sonntag regnete es ein ganzer Tag unaufhörlich aneinander viel Jahre nicht so Wolkenbrüche, gewaltige Regengüsse 14 tägiges andauerndes Regenwetter..., Furchtbares Hagelwetter, Unwetter</p> <p>Die Kiesen ist gegen Abend an einichen Orten tüchtig übergelothen viel Jahr nie soviel. nachmittags hat das Gemeindegewerk an der Rotache müssen schwellen für den einbruch zu erwehren. Ursenbacher und Hs. Waber (Bahnhofstrasse 6/8) habe ihre Waar aus dem Stall gezügelt, weil das Wasser innen durch das Tenn und Stall lief.</p>	Lanz H., Rommel K., 1936, Röthlisberger G., 1991,
1846, 23.-31.8.	Dauerregen	<p>Aus dem Oberlande laufen traurige Berichte über die Folge der letzten, einige Tage gedauerten, regnerischen Witterung durch das Austreten der Gebirgsbäche entstandenen Verheerungen ein. Kein Bach ist in seinem Bette geblieben und die Niederungen stehen überall unter Wasser. - Nach einem Berichte des „Verfassungsfreundes“ von Burgdorf hat die Emme furchtbar gehaust. Die neue Wannenfuhstrasse ist ganz zerstört, die Haslibrücke für den Augenblick unbrauchbar, im Rüegsau auschachen sind die Leute mit ihrem Beweglichsten ausgezogen (...). Auch die Sulg und Rotachen haben Schaden angerichtet.</p>	Waber, Heinrich C., 1986, NZZ, 1946 Intelligenzblatt der Stadt Bern (26.8.1846)
1878, 22./23.7.	Gewitter	<p>Aufruf. Bekanntlich hat in der Nacht vom 22. zum 23. Juli ein furchtbares, wolkenbruchtartiges Gewitter, das zirka drei Stunden dauerte und am 25. Juli noch ein Nachspiel fand, den südlichen Theil der Gemeinden Mirchel, Oberhünigen, Zäziwyl und Bowyl, namentlich der beiden letztern, arg heimgesucht und verwüstet, wie es laut einer geschichtlichen Aufzeichnung seit 99 Jahren hier nie der Fall gewesen; Brücken, darunter solide von Sandsteinquadern, Schwelle, Wege und Stege und anliegenden Land wurden fortgerissen, Halden durch Lawinen zerstört und Äcker und Felder mit Schlamm und Geröll überschüttet, stellenweise mehrere Fuss hoch. Nur wer's gesehen, kann sich einen Begriff von den Wirkungen der zerstörenden Elemente machen. Wir glauben anfänglich, die öffentliche Wohlthätigkeit nicht in Anspruch nehmen zu müssen; der entstandene Watterschaden – vom Hagelschaden gar nicht zu reden – erweist sich nun aber so gross (zirka 70'000 Fr., ohne Eisenbahn und Staatswald), dass wir genöthigt sind, an das Mitgefühl unserer Mitbürger zu appelliren und eine Sammlung von Liebesgaben für diesen Fall zu veranstalten. [...] Bowyl und Zäziwyl, am 12. August 1878</p>	Burkhardt et al. (1999)
1889, 13.6.	>50 mm in einer Stunde	<p>Das Gewitter vom 23. auf den 24. hat an mehreren Orten Verheerungen angerichtet. [...] Von Schüpbach bei Signau wird uns jene Nacht in einem Briefe geradezu als eine Schreckensnacht bezeichnet. Das Unwetter entlud sich gegen 7½ Uhr und dauerte bis nach 8 Uhr. Ein ganz bedeutender Hagelschlag verwüstete die Felder weit und breit. Gegen 10 Uhr brach ein zweites Ungewitter los, das bei 1½ Stunden andauerte.</p>	Intelligenzblatt der Stadt Bern (26.7.1878)
		<p>Gross-Höchstetten berichtet: Gewitter über Langnau stark mit Wassermoth. Dort Sturmgeläute. Wirklich musste in den Amtsbezirken Konofingen und Signau das Gewitter fürchterlich gehaust haben. Hauptsächlich verursachten ausserordentlich heftige und anhaltende Platzregen Schwemmungen, zahlreiche Erdbeben und Schuttlawinen und infolge dessen auch ganz empfindlichen Schaden. Siehe hierüber Näheres unterm 29. Juni 1889, denn auch an diesem Tage wurde die nämliche General-Anstalt 1889) gend von einem ebenso schrecklichen Ungewitter heimgesucht.</p>	Sturmarchiv (Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentral-Anstalt 1889)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
1889, 29.6.	Gewitter	Samstags den 29. Juni Abends wurde das Thal zwischen Zäziwil und Signau-Schüpbach sammt dem oberher befindlichen innern Theil der Gemeinde Oberthal von drei aufeinander folgenden Wolkenbrüchen, begleitet von starkem Donner, arg heimgesucht; namentlich hat der bei Runkhofen in die Kiese einmündende, in der Gemeinde Oberthal entspringende Schwendigraben arg gehaust. Grausig war es zu hören, wie sich in das Brausen der Wildbäche und die schnell aufeinander folgenden Donnerschläge das donnerähnliche Niederfahren der Lawinen mischte. Wie sich ältere Männer erinnern, hat es seit 1837 hier nicht mehr so gehaust. Gestern, Sonntag, musste an vielen Orten den ganzen Tag mit Mann und Ross gearbeitet werden, um Strasse, Weg und Steg für das Notwendigste wieder fahr- und gangbar zu machen.	SMCA (1889)
>70mm in einer Stunde		Im Sommer 1889 wurde unsere Gegend erneut von schweren Unwettern heimgesucht, mit dem sich der Gemeinderat zu befassen hatte.	Burkhardt et al. (1999)
1910, 14./15.6.	Dauerregen	Langnau. Die Sturmglöcken verkündeten am Peter Paul Tage, Abends, dass das verheerende Wasserelement wieder in Thätigkeit. Der Dorfbach, als arger Geselle bekannt, war im Oberdorf seinem Bette abwärts entronnen und hat viel Geschiebe hergebracht etc. Und heute, Montag den 1. Juli 1889, regnet's wieder; es ist zum Verzweifeln. Das Emmenthal muss in einem förmlichen »Regenloch« stecken. Ganz ungewöhnlich grosse Wassermassen brachte die Emme. Die Überschwemmungen begannen weit oben im Einzugsgebiet des obern Emmenthals. Namentlich Schangnau, Signau und Trub wiesen enorme Beschädigungen auf, desgleichen Langnau, Bowyl und Oberthal. 1910. 14.-17. Juni. Die gewaltigen Niederschläge, die in dieser Zeit die meisten Kantone trafen, führten auch im Kanton Bern zu gewaltigen Überschwemmungen und zahllosen Erdschlipfen, wodurch neben grossen Schäden an öffentlichen Strassen, Bachverbauungen, Brücken usw. auch bedeutende Schäden an Privateigentum angerichtet wurden. Am meisten betroffen wurde das Emmental. ... Die privaten Wasserschäden im Kanton vom Sommer 1910 wurden von einer eidgenössischen Kommission wie folgt geschätzt: ... Amtsbezirk Konolfingen: Gebäude Fr. 840, Fahrnis Fr. 7'972, Kulturen Fr. 985, Boden Fr. 31'675 ...	Sturmarchiv (Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentral-Anstalt 1889) Härry (1911) Lanz-Stauffer und Rommel (1936)
1927, 2.8.	Gewitter	1927. 2. August. Das orkanartige Gewitter, das von Montreux über Thun und das Emmental nach dem Kanton Luzern zog und in der zugesischen Gemeinde Risch sein Ende fand, richtete im Kanton Bern ungeheure Schäden an. Zäzibach: Überschwemmung / Hochwasser Diessbach: Überschwemmung / Hochwasser, Schäden: Sachwerte, Strassen Wald und Landwirtschaftsflächen Verschiedene Aufnahmen von Unwetterschäden. 1927: [Foto mit überschwemmten Bahngleisen in Zäziwil] Zäzibach, Chise: Überschwemmung/Hochwasser	Lanz-Stauffer und Rommel (1936) EK Kt. BE Burkhardt et al. (1999) Horat & Scherrer AG (2001)
Gewitter Tageswerte: T: 32.4 B: 25.9		Bowil, Zäziwil, Oberdiessbach: Ein starkes Gewitter verursachte Überschwemmungen, vor allem auch in Bowil und Oberdiessbach. Orkanartiger Gewitterzug vom Genfersee über das Simmental in die Thunerseeregion. "Der anscheinend so unschuldige Diessbach hat nach dem gestrigen Unwetter dem Dorfe Oberdiessbach einige recht bange Stunden verursacht. Die kleinen Quellen im Aeschlenalgebiet schwellen in kurzer Zeit zu tobenden Wildbächen an"	Dr Chonufinger, 1986/3, Röhliberger G., 1991, Emmentaler Blatt 1927, Der Bund 1927

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
Fortsetz. 1927, 2.8.		<p>Bowli: Dürrbach, Gropbach, Steinengraben Bowli: Starkes Gewitter verursachte Überschwemmungen. Orkanartiger Gewitterzug vom Genfersee in die Thunerseeregion.</p>	Dr Chonufinger 1986/3, Emmentaler Blatt, 4.8.27, Röthlisberger 1991
		<p>Hünigerbächlein: Überschwemmung. 16 Gebäude beschädigt, Strassen bis 20 Stunden unterbrochen, 500 a Landwirtschaftsfläche betroffen. Starkes Gewitter verursachte Überschwemmungen, Orkanartiger Gewitterzug vom Genfersee über das Simmental in die Thunerseeregion.</p>	Ereigniskataster (Schmalz AG, 2000), Projektbericht Verbauung Hünigenbächlein
		<p>Bowli, Dürrbach: Nach einem Gewitter kam es zu Überschwemmungen im ganzen Gemeindegebiet. Schadensschwerpunkt am Dürrbach oberhalb des Dorfes Bowli. Gemeindestrasse entlang des Baches hochüberflutet und stellenweise fortgerissen. Hoher Aufwand für Instandstellungsarbeiten. 16 Gebäude beschädigt, Hauptstrassen 5 Stunden unterbrochen, 50 m übriger Strassen verschüttet. 300 a Wald- und Landwirtschaftsfläche betroffen</p>	Ereigniskataster Naturgefahren (Schmalz AG, 2000), Schmalz: Projekt Verbauung am Dürrbach 1954
		<p>Bowli, Dürrbach: Der Vater von Hrn. R. Schäfer wusste zu berichten, dass 1927 der bereits ausgebaute Dürrbach im Bereich der Kirche Bowli ausgebrochen sei und sich übers Land ergossen habe.</p>	Hr. Rud. Schäfer, ehem. Bauunternehmer, Bowli
		<p>Oberdiessbach: „Beim heutigen Gewitter, das über das Emmental hereinbroch, wurde auch unsere Gegend arg betroffen. Der Dorfbach trat oben im Dorf über die Ufer und ergoss sich die Strasse hinunter und überschwemmte den ganzen Bahnhofplatz.“ Heftiges Gewitter verursachte Überschwemmungen, vor allem auch in Bowli und Oberdiessbach. Orkanartiger Gewitterzug vom Genfersee über das Simmental in die Thunerseeregion.</p>	Dr Chonufinger 1986/3, Emmentaler Blatt 4.8.1927, Röthlisberger (1991), Bund 4.8.1927
Heftige Gewitterregen von 2 Stunden mit Hagel		<p>Chise, Diessbach: Überflutungen Kulturland mit starker Erosionswirkung entlang Diessbach. Zerstörung des Gerinnes und verschiedener Durchlässe. Überschwemmung mit Übersarung, Rutschung und Ufererosion ausgelöst durch Verkläusung durch Schwemmholz, Geschiebe und bei Brücke/Durchlass, zu geringe Gerinnegeometrie. 30 beschädigte Gebäude, Strassen bis 50 Stunden unterbrochen, 600 a Wald- und Landwirtschaftsfläche betroffen.</p>	Ereigniskataster Naturgefahren(Schmalz AG, 2000)
Starkes Gewitter (2 Std.) Tageswerte: T: 32.4; B: 25.9		<p>Zäzibach, Chise: Überschwemmung/Hochwasser Überschwemmungen, Orkanartiger Gewitterzug vom Genfersee über das Simmental in die Thunerseeregion.</p>	Dr Chonufinger 86/3, Röthlisberger 1991, Emmentaler Blatt 4.8.27, Ereigniskataster Naturgefahren (Schmalz AG, 2000) 31.4.40
		<p>Niederhünigen: Hünigerbächlein: Überschwemmung. 16 Gebäude beschädigt, Strassen bis 20 Stunden unterbrochen, 500 a Landwirtschaftsfläche betroffen.</p>	Ereigniskataster (Schmalz AG, 2000), Schmalz: Projektbericht Verbauung Hünigenbächlein

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
Fortsetz. 1927, 2.8.		Schwändigraben, Bowil: Prozesstyp: Wasser, Murgang. 2 Gebäude beschädigt, Strassen bis 10 Stunden unterbrochen, 150 a Wald- u. Landwirtschaftsfläche betroffen Starkes Gewitter verursachte Überschwemmungen, Orkanartiger Gewitterzug vom Genfersee über das Simmental in die Thunerseeregion. Das Unwetter in Signau und Steinen: Im frühen Nachmittag des Dienstag überzog ein heftiges Gewitter unsere Gegend. Besonders starke Niederschläge muss es im Steinengrabengebiet gegeben haben, da der Kanal im Moos an verschiedenen Stellen über die Ufer trat. Im späteren Nachmittag folgte ein zweites Gewitter. Die Gegend gegen Westen war in tiefschwarzes Dunkel gehüllt, und man befürchtete Schlimmes. Da brach es herein mit aller Gewalt. Blitz folgte auf Blitz, und mächtig rollten die Donnerschläge. Ueberall kamen Wasser vom Berg, von der Kirche floss ein Bach über den Bärenplatz, beim „Thurm“ überflutete das sonst unschuldige Bächlein die Strasse. Die Feuerwehr wurde aufgeboten, denn vom Moos kamen schlimme Nachrichten. Der Kanal schwoll immer höher an, und vielerorts bildete sich ein See. „Gätzli(...?) in Signau südwärts der Bahnlinie floss ein breiter Bach durch das Haus der Frau Witwe Schäfer. Es wird erzählt, dass das Hochwasser 1927 das grösste war. Seit Ausbau in den 30er Jahren soll es keine grossen Schäden mehr gegeben haben.	Schmalz: Projekt Verbauung Schwändigraben 1964 Quelle Emmenthaler Blatt (04.08.1927)
1931	Ausserordentliche Niederschläge	Dürnbach: Überschwemmung mit Schäden an Sohle und Ufer, welche Loslösung von enormen Schuttmengen bewirkte.	Auskunft von Hr. Charles von Wattenwyl (an Hr. H. Schäfer, BHP Bern AG), Anstösser und bis zur Auflösung Präsident der Schwellengemeinde am Diessbach; hat Jrg. 1927
1936, 1.7.	Dauerregen	Mirchel Dorf: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden: Sachwerte, Strassen, Wald und Landwirtschaft.	Ereigniskataster (Schmalz AG, 2000), Schmalz: Projekt Verbauung am Dürnbach 1954 EK Kt. BE
1936, 11.-12.08		Mirchel: Überschwemmung wegen massgeblichem Engpass Eindolung Bereich Mühle Mirchel. 9 Gebäude beschädigt. Strassen bis 10 Stunden unterbrochen, schätzungsweise 100 a landwirtschaftliche Nutzfläche betroffen.	Ereigniskataster Naturgefahren (Schmalz AG, 2000) Schmalz: Projektbericht Verbauung Mühlebach
1938, 12.06.	6h00	Grosshöchstetten	Berner Tagblatt 13.6.1938
1938, 01.07.		Konolfingen, Hünigenmoos: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden am Wald und an Landwirtschaftsflächen	EK Kt. BE

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
ev. 1938, 9.-13.6. oder 10.8. oder 28./29.8.	2-Tageswert 29./30.8.38: G: 95mm 5-Tageswert 10.- 14.6.38: G: 140mm	Konolfinen: Überflutungen Herbigen/Oppligen: Etwas kleineres HQ als 1977, 1 Toter. Kiesen: Abzweigung Sägibach, seit dann keine Überflutungen mehr in Kiesen, Herbigen erwas kleiner als 77, am 10.8.38 er- trang ein Bub in Herbigen/Oppligen.	Dossier B&H
1940, 28./29.1.	Niederschlag auf Frost Tageswerte (28.1): T: 15.5 B: 6.1 2-Tageswerte (27.128.1): T: 32.5 B: 16.5	Überschwemmungen in Konolfinen (See von Konolfinen) Konolfinen: Der in der Nacht von Samstag auf Sonntag gefallene Regen konnte in den harteforenen Boden nicht eindrin- gen, und so floss das Wasser nach den Tiefen, überall kleine Seen bildend, grösser als in der Hochgewitterkatastrophe im Sommer 1939.Noch am Montag sah man im Tonisbach die Seen auf der Ebene zwischen Konolfinen und Urfellen. Am Sonntagsnachmittag, als viele Leute dem Gotteshause zueilten, m einen Kirchenkonzert zu lauschen, bestaunten viele Leute den See von Konolfinen, welher von Amateur-Photographen durch die Kamera festgehalten wurde.Nr ganz alte Leute kön- nen sich erinnern, dass im vorigen Jahrhundert einmal ein solcher See gebildet wurde, der viele Häuser radikal ab- schloss.Vor ein gefährdetes Haus mussten Sandsäcke plaziert werden, um den Keller nicht vollständig mit Wasser anzufül- len. Die Kiesen wälzte grosse Wassermassen daher, und sie überbordeten in Konolfinen das Bett.	Dr Chonufinger, 1986/3 Emmentaler Blatt 1927, Der Bund vom 29./30.1.1 040 Emmentaler-Blatt (31.01.1940)
1942, 13.05.	Aussergewöhnliches Hagelgewitter mit Ge- witterregen	Konolfinen, Hünigenmoos: Überschwemmung / Hochwasser, Schäden an Sachwerten, am Wald und an Landwirtschaftsflä- chen Rotmoos: Überschwemmung / Hochwasser Hünigerbächlein: Dorf überschwemmt, Weg nach den Kolleren wurde weggerissen, Sappeure arbeiteten 14 Tage, 60 Bäume gebraucht. 9 Gebäude beschädigt, Strassen auf 50 m verschüttet, 300 a Landwirtschaftsfläche betroffen.	Ereigniskataster (Schmalz AG, 2000), Protokoll Gemeinderat(= Ge- meinde Konolfinen: Verbauungsgeschichte)
1942, 12.6.	Hefige Gewitter über dem Emmental Tageswerte (12.6.1942): T: 14.8; B: 18.2 2-Tageswerte (11./12.6.42): T: 31.6; B: 44.8	Wasser- Rutschungsschäden unter anderem im Biembach und in der Region Konolfinen	Zimmermann, M.; Leh- mann, C.; Kienholz, H., 1988
1946, 25.05		Imschmattgraben, Steinengraben, Dürrbach	Ereigniskataster (Schmalz AG, 2000)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
1952	Ausserordentliche Niederschläge	Dürrbach: Überschwemmung mit Schäden an Sohle und Ufer, welche Loslösung von enormen Schuttmengen bewirkte. Ereigniskataster (Schmalz AG, 2000), Schmalz: Projekt Verbauung am Dürrbach 1954	Ereigniskataster (Schmalz AG, 2000), Schmalz: Projekt Verbauung am Dürrbach 1954
1958, 01.07.		Konolfingen, Hünigenmoos: Überschwemmung / Hochwasser	EK Kt. Bern
1968, 28.5.	Gewitter, Schweres Unwetter mit Hagelschlag Tageswerte: G.: 4.5 T: 4.4 S: 13.6	Konolfingen: setzte viele Keller in Konolfingen unter Wasser	Dr Chonufinger, 1986/3, Chisenverbauungsge- schichte der Bauver- waltung Konolfingen
		Vernichtendes Hagelwetter in Konolfingen – Schwere Schäden an Kulturen – Unterbruch der Bahnlinie: Gestern abend ging über Konolfingen und seine Umgebung um etwa 18 Uhr ein schweres Gewitter mit Hagelschlag nieder, der über eine Stunde dauerte. Das Unwetter richtete in den Kulturen verheerende Schäden an. Gewächs und Kartoffeln auf den Feldern wurden völlig zerschlagen, und in den Gärten sah es trostlos aus. Vom Bahnhof her ergoss sich eine braune Flut durch die Unterführung. Beim Staldenschulhaus strömten die Wassermassen, vermengt mit Erde und Pflanzen, in die untere Turnhalle und von da auf die Thunstrasse, die dadurch zeitweise blockiert wurde. Der Turnhallenboden stand bald bis zu 40 Zentimeter unter Wasser. Hier und anderswo musste die alarmierte Feuerwehr das Wasser aus den Kellern pumpen. Blockiert wurde auch der Zugverkehr von Konolfingen in Richtung Bern, da die Bahnstrecke gegen Tgertschi vom Wasser bedroht war.	Emmenthaler-Blatt (29.05.1968)
1969, 15.8.	Gewitter: Tageswerte: G: 42.8 T: 15.1 S: 14.2	Konolfingen, Hünigenmoos: Überschwemmung / Hochwasser Rotmoos: Überschwemmung / Hochwasser	EK Kt. Bern
		Konolfingen: Die Bahnunterführung war innert kurzer Zeit überschwemmt und blockierte lange Zeit den Verkehr. Schweres Unwetter mit Hagelschlag verursachte an Kulturen und Wald grosse Schäden.	Dr Chonufinger, 1986/3
1973, 1.6.	Gewitter	Zäziwil: Im Gebiet überschwemmte Keller, Verkehrsunterbrüche, Erdschlipfe, Geröll und Schutt auf Felder und Strassen ge- schwemmt. Zentrum des Unwetters war Zäziwil. 15 min-Gewitter (mit Hagel); 'Hagelstrasse' 10 km breit; schwere Kulturschä- den (aber meist wegen Hagel).	WSL (2020)
1973, 16.6.		Oberthal, Sägerei: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden: Sachwerte	EK Kt. BE
1973, 22./23.6.	Dauerregen	Schwere Regenfälle mit Schäden von rund 100 Mio. Franken. Katastrophal wüteten die Unwetter im Birstal von Moutier bis nach Basel. Es wird dies als das grösste Birshochwasser seit 100 Jahren bezeichnet. Stark betroffen wurden auch die Sor- ne- und Ajoieregion sowie das Einzugsgebiet der Chise BE.	Röthlisberger (1998)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
Fortsetz. 1973, 22./23.6.	Drei Tage dauernder, starker Regen Tageswerte: G:115.7; T: 52.4; S: 27.2 2-Tageswerte (22./23.6.73): G:172.1; T: 93.3; S: 48.5	Erdlawine bei Friedhof, Zäzibach total mit Erde gefüllt; Zäzibach überflutet Zäziwil, Verklausung des Gerinnes durch Erdlawine „(...) kam nun der Regen und schaffte eine durchgehende Schlamm- und Schuttlandschaft bis nach Kiesen hinunter. (...) (...) vermochte der steile Hügelboden die Erdschichten nicht mehr zu halten. Rings um das Dorf herum gingen Erdrutsche nieder, die auch Wohnhäuser in Mitleidenschaft zogen (...). Verheerend wirkte sich eine Lawine aus, die in den Zäzibach gerutscht war: die wilden Wasser wurden gestaut und ergossen sich dann via Friedhof vund Oberthalstrasse auf den Kronenplatz, der längere Zeit unbegehrbar war.“	Berner Tagblatt, 25.6.1973
1973, 10.7.	Gewitter	Konolfingen: Sehr grosse Schäden entstanden durch Überflutung vieler Keller und Lagerräume von Industrie und Gewerbetrieben, Chisematte: Gleiches Szenario wie 77, Überschwemmung grosser Kulturlandflächen zwischen Zäziwil und Konolfingen, grosse Wassermot Zäziwil: Zäzibach überflutet Zäziwil, Verklausung des Gerinnes durch Erdlawine Kiesen: Stau an einer Brücke (Eine Art Schleuse) oberhalb der Brücke der Bern-Thun-Strasse, floss über die Stationsstrasse Richtung Bahnhof	Dr Chonufinger, 1986/3, Berner Zeitung 25.6.73, Berner Tagblatt 25.6.73, Photodokumentation von Herrn Bay, Der Bund vom 25.6.73
1973, 25.7.	Dauerregen	Konolfingen, Hünigenmoos: Überschwemmung / Hochwasser, Schäden: Sachwerte, Strassen, Wald und Landwirtschaftsflächen Zäzibach: Überschwemmung / Hochwasser, Schäden: Sachwerte, Strassen	EK Kt. Bern
1973, 10.7.	Gewitter	Mirchel Schwändlematte: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden: Sachwerte, Strassen, Wald und Landwirtschaft.	EK Kt. BE
1973, 25.7.	Dauerregen	Chise: mittleres Hochwasser	GIUB (1998)
Fortsetz. 1973, 25.7.	Gewitter: 1-Tageswerte: G: 30.4 T: 33.5 S: 52.2	Zäziwil, Usländi: Überschwemmung / Hochwasser Konolfingen, Sagimatte: Überschwemmung / Hochwasser. Keine Schäden an Sachwerten etc. Schäden in Zäziwil, Konolfingen, Freimettigen, Kiesen (Mündung)	EK Kt. BE Dossier B&H
1975, 01.07.		Oberdiesbach Dorf: Überschwemmung / Hochwasser, Schäden: Sachwerte	EK Kt. BE
1977, 25.5.	Gewitter, Dauerregen	Usländi: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden: Sachwerte 1 Wohnhaus beschädigt aufgrund des Hochwassers, welches von einem einstündigen Gewitter ausgelöst wurde. 1 Stunde Gewitter, 30 Stunden Dauerregen Zäzibach, Chise: Überschwemmung durch Ausuferung/Ausbruch wegen zu kleiner Gerinnegeometrie und anderen Gründen ausgelöst. 17 Gebäude beschädigt, Strassen auf 100 m verschüttet, 100 a landwirtschaftliche Nutzfläche betroffen. Überflutung des Dorfzentrums durch Zäzibach	EK Kt. BE Horat & Scherrer AG (2001)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
1977, 26.5.	Gewitter im oberen Emmental Tageswerte (26.5.): G: 24.3; T: 4.7; S: 17.2	Dürnbach Zäziwil: 1 Wohnhaus beschädigt aufgrund des Hochwassers, welches von einem einstündigen Gewitter ausgelöst wurde.	Ereigniskataster (Schmalz AG, 2000) Ereigniskataster (Schmalz AG, 2000)
1977, 10.7.	1 Stunde Gewitter, 30 Stunden Dauerregen Gewitter	Zäzibach, Chise: Überschwemmung durch Ausuferung/Ausbruch wegen zu kleiner Gerinnegometrie und anderen Gründen ausgelöst. 17 Gebäude beschädigt, Strassen auf 100 m verschüttet, 100 a landwirtschaftliche Nutzfläche betroffen. Überflutung des Dorfzentrums durch Zäzibach Chise, Konolfingen (613570/192484), 36.6 km ² , Qmax: 11 - 15 m ³ /s (Scherrer AG, 1999) Chise, Oberdiessbach (613712/187766), 55.0 km ² , Qmax: 18 - 22 m ³ /s (Scherrer AG, 1999) Chise: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden: Sachwerte, Strassen, Wald und Landwirtschaft. Usländi, Zäzibach: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden: Sachwerte, Strassen, Wald und Landwirtschaft. Konolfingen, Sagimatte: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden an: Sachwerten, Strassen, Bahnlinie Konolfingen, Hünigenmoos: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden an Sachwerte, Strassen, Bahnlinie, am Wald und Landwirtschaftsflächen. Rotmoos: Überschwemmung / Hochwasser, Schäden: Sachwerte, Strassen, Bahnlinie, Wald und Landwirtschaftsflächen Zäziwil: Überschwemmungen (Wasserschäden), u. a. trat die "Chise" an mehreren Stellen zwischen Bowil und Zäziwil über die Ufer; u. a. Bahnhof überschwemmt (separat aufgenommen). Zäziwil-Bahnhof: Die "Chise" trat an mehreren Orten über die Ufer, schwere Überschwemmungen (Keller), u. a. Bahnhof überflutet; neuer "See" im Moos gebildet. Anmerkung: im Gebiet vom Emmetal bis zum Aaretal zahlreiche Strassenunterbrüche; Bäche und Gräben traten über die Ufer, Überschwemmungen und Erdbeben; verheerende Schäden für die Landwirtschaft. Katastrophenalarm wegen Hochwasser der Emme bei Burgdorf (350 m ³ / sec). Ursache (Meteo): siniflutartige Gewitter (seit Menschengedenken nicht mehr) ab 05:00 Uhr. Kiesen: im Gebiet Überschwemmung von Strassen und Feldern (Einsatz von schweren Räumungsfahrzeugen). Anmerkung: Hochwasser und Ausbrüche der Bäche aus der Gegend der Falkenfluh und des Churzenberges (Gewitter mit Hagel in der Region Konolfingen - Seftigen - Kiesen)	Scherrer AG (2018) EK Kt. BE WSL (2020)
		Bowil: Überschwemmungen (Wasserschäden), u. a. trat die "Chise" an mehreren Stellen zwischen Bowil und Zäziwil über die Ufer. Anmerkung: im Gebiet vom Emmetal bis zum Aaretal zahlreiche Strassenunterbrüche; Bäche und Gräben traten über die Ufer, Überschwemmungen und Erdbeben; verheerende Schäden für die Landwirtschaft. Katastrophenalarm wegen Hochwasser der Emme bei Burgdorf (350 m ³ / sec). Ursache (Meteo): siniflutartige Gewitter (seit Menschengedenken nicht mehr) ab 05:00 Uhr.	WSL Schadendatenbank 2020 WSL Schadendatenbank 2020

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
Fortsetz. 1977, 10.7.	In wenigen Stunden fielen über 60 mm Niederschlag	<p>Kurzbericht über die Unwetterschäden vom 10. Juli 1977 in fünf Gemeinden des Amtes Signau, Allgemeines: Die Serie von verheerenden Unwettern, von welcher bereits im Frühsommer 1977 verschiedene Gebiete Europas und auch der Schweiz heimgesucht wurden, fand ihre Fortsetzung am 10. Juli 1977 über dem Gebiet des oberen Emmentals. In den frühen Morgenstunden begann es im Gebiet Oberdiessbach – Konolfingen – Bowil – Signau – Langnau bis Eggiwil wie aus Kübeln zu regnen. In wenigen Stunden fielen über 60 mm Niederschlag, also mehr als 60 Liter pro Quadratmeter Bodenfläche. Weil schon die beiden Vortage bedeutende Niederschlagsmengen brachten, war der Boden bereits gesättigt und führte zu einem hohen oberflächlichen Abfluss, was alle Bäche im Niederschlagsgebiet in kurzer Zeit zu Wildbächen anschwellen liess. (...) Als auffälliges Merkmal aller Erdschlipfe sind die ungewohnt tiefen Anrissstellen (bis 6m!) und die damit zusammenhängenden grossen Kubaturen zu erwähnen. Ich könnte mir vorstellen, dass im trockenen Sommer 1976 tiefe „Trockenrisse“ im Boden entstanden sind, so dass jetzt das Wasser zum Teil durch diese Risse bis zu einer tief liegenden Mergelschicht vordringen konnte.</p>	W. Linder (Unwetterschäden im Gebiet der Forstinspektion Bern - Mittelland)
Dauerregen von 20 - Stunden, mit 1-std. Gewitter, bereits 5 Tage vorher schweres Unwetter über der Region Bern-West 2-Tageswert: 8.+9.7=83.7 mm	Schweres Unwetter mit siniflutartigen Niederschlägen; Dauerregen, ev. mit Gewitter, bereits 5 Tage vorher schweres Unwetter über der Region Bern-West Tageswerte (9.7.77): G: 46.2; T: 12.8; S: 35.5 2-Tageswerte (8./9.7.77): G: 83.7; T: 19.6; S: 53.1 (Trueb: 10.7.77: 49.8 in 4 h)	<p>Bowil, Dürrbach: Abfluss im Oberlauf (Wildeneygraben) beschleunigt durch steile, z.T. bis Molasse erodierte Flanken. Geschiebesammler oberhalb Wildeney-Bad zu klein; Geschriebetrieb mit Verkläusung von Durchlässen Wildeney-Bad – Bowil, auch Erosion im Gerinne. Grosse Seitenerosion, mittlere Tiefenerosion, geringe Auflandung der Sohle, mittlere Murgangablagerung im Gerinne, geringe Schwemmholtzablagerung im Gerinne</p>	Ereigniskataster (Schmalz AG, 2000)
1978, 31.7.	Gewitter: Starke Regengüsse Tageswerte: G: 27.3 T: 9.2 S: 22.8	Oberdiessbach: „Im übrigen meldeten auch Oberdiessbach und Wichtrach sowie andere Gemeinden Erdbeben, überschwemmtes Landgut und Keller“ (von Chise?) Niederhünigen: Chise, Hünigenbächlein: Überflutungen Kulturland und Kantonsstrasse entlang Chise. Liegendes Wasser während mehrerer Tage auf Kulturland, u.a. infolge Rückstau Flurleitungsnetz. Überflutungen im Dorfbereich infolge Engpässen oberhalb und im Dorfbereich. Abfluss über Dorfstrasse und Kulturland mit Gebäudeschäden. 11 Gebäude beschädigt. Strassen bis 20 Stunden unterbrochen, 1500 a landwirtschaftliche Nutzfläche betroffen. Neues Teilstück Bachbett für den Hünigerbach notwendig. Überschwemmung durch Verkläusung bei Brücke/Durchlass und Ausuferung/Ausbruch wegen zu kleiner Gerinnegeometrie Mirchel: Chise, Mühlebach: 10 Gebäude beschädigt, Auch Hauptstrasse bis 20 Stunden unterbrochen, 300 a landwirtschaftliche Nutzfläche betroffen. Überflutungen im Dorfbereich infolge Engpässen Mühlebach. Abfluss über Dorfstrasse und Kulturland mit Gebäudeschäden. Ausuferung/Ausbruch wegen zu kleiner Gerinnegeometrie.	Berner Tagblatt, 11.7.1977 Ereigniskataster (Schmalz AG, 2000) Berner Nachrichten 12.7.1977 Berner Tagblatt 11.7.1977, Ereigniskataster Naturgefahren (Schmalz AG, 2000)
	Konolfingen		Dossier B&H Röhliberger G., Zeller J., 1978- heute

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
1978, 8.8.	Dauerregen, länger als 12 h Tageswerte: (7.8.78) G: 76.7 T: 71.3 S: 86.8	Ausgedehnte Unwetterkatastrophe in ganzer Schweiz, Konolfingen: Chise Gewerbekanal	Dossier B&H Röthlisberger G., Zeller J., 1978- heute
1979, 10.6.	Gewitter	Mirchel Dorf: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden: Sachwerte	EK Kt. BE
1979, 10./11.6.	Gewitter (1 Stunde) Tageswerte (10.6.79): G: 55.4; T: 6.2; S: 9.1	Mirchel: Chise, Mühlebach: 3 Gebäudeschäden bei Überschwemmung	Dossier B&H
1981, 11.7.	Gewitter	Mirchelmoos: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden: Sachwerte	EK Kt. BE
1982, 16.8.	Gewitter über Bern (1 Stunde) Tageswerte (10.7.81): G: 47.3; T: 1; S: 48.2 (9.7.81)	Mirchel: Chise, Mühlebach: 1 Gebäude beschädigt wegen Überschwemmung	Dossier B&H
1983, 25.5.	Dauerregen, Gewitter Tageswerte (24.5.83): G: 49.7; T: 25.2; S: 25.8	Kiesen (Ringstrasse 4000.-), Oppligen (3'000.-), Usländi: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden: Sachwerte, Strassen, Wald und Landwirtschaft. Konolfingen Dorf: Überschwemmung / Hochwasser, Schäden: Sachwerte	Dossier B&H
1983, 4.7.	Gewitter	Mirchel: Nur Chise Rünkhofen: Überschwemmung / Hochwasser.	EK Kt. BE
		Bowil, Dürnbach, Chise: 14 Schadenmeldungen beim Schweiz. Elementarschädenfonds (Überschwemmung Wiese, Ausschwemmung Strass, Erdrutsch u.a.). Keine grösseren-Hochwasserschäden	Ereigniskataster (Schmalz AG, 2000), Schmalz: Projektbericht Verbauung Dürnbach 1987

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
1986, 16.6.	Gewitter	<p>Insgesamt tobten in dieser kurzen Zeit [16.-23.6.1986] fünf schwere Sommergewitter mit Schäden in der Grössenordnung von 65 Millionen Franken. Das erste vom 16. Juni verursachte Schäden von über 20 Millionen Franken. Schadensschwerpunkte waren Jegenstorf (BE): Ausbruch des Dorfbaches, ein Knabe erkrankt und weitere Dörfer nördlich von Bern, ferner das Emmental (Zäziwil) und der Oberaargau. Arg in Mitleidenschaft gezogen wurde im Kanton Luzern die Region Pfaffnau, im Kanton Solothurn der Bezirk Bucheggberg (Mühledorf), die Stadt Solothurn und die Region Grenchen.</p> <p>Zäziwil: Ausbrüche der Chise und Überschwemmung. Einsatz von Luftschutztruppen und 100 Feuerwehrluten. Oberthal: Überschwemmungen. Anmerkung: im Gebiet wurden Signau und Grossehöchstetten von Schäden verschont. Anmerkung: Gewitter in der Region Chuderhüsi - Längeineigraben. Anmerkung: im Gebiet Keller, Ställe, Felder, Strassen etc. überschwemmt.</p> <p>Zäziwil Dorf: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden: Sachwerte Mirchel Dorf: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden: Sachwerte, Wald und Landwirtschaft. Konolfingen, Hünigenmoos: Überschwemmung / Hochwasser, Schäden: Sachwerte</p> <p>Verheerende Sommergewitter tobten am 16. Juni über den Kantonen Bern, Luzern, Solothurn und abgeschwächt über Basel und dem Appenzeller Mittelland. [...] Zahlreiche weitere Dörfer nördlich von Bern, ferner der Oberaargau und das Emmental (Zäziwil, Bowil: Ausbrüche Chise und Dürrbach) wurden mehr oder weniger schwer betroffen.</p> <p>Überschwemmung, Übersarung, Rutschung, Ufererosion. Überflutungen des Zäzibachs im Dorf, Verklauung am Zäzibach. Mit Überflutungen Chise in Talbebene insgesamt 26 Schadenmeldungen beim Schweiz. Elementarschädenfonds „Der Dorf kern wurde durch den Zäzibach bedroht, der untere Teil des Dorfes durch die Chise. Für einige Zeit war die Strasse fast unbefahrbar. Zwei grosse Erdrutsche – einer davon am Buhlenberg – richteten keine grösseren Schäden an. Dafür überschwemmte Wasser, das von der Oberen Furt her kam, die Wiesen und Felder beim Dorfausgang.“ „Besonders prekär war die Lage gestern auch am Buebergwald oberhalb von Zäziwil. dort musste eine vierköpfige Familie (...) evakuiert werden. Gemeindepräsident Alfred Stegmann: „Bereits vor 15 Jahren kam der Berg dort herunter und riss Häuser mit. Wir wollten dieses Risiko nicht mehr eingehen.“ „Bei 1. Brücke hinter Friedhof Erdrutsch Ranft, Zäzibach verstopft. (...)Grosse Holz- und Schuttmassen verstopfen den Bach, das Haus Brönnmann Max, der Friedhof und der Kirchenplatz, so wie das UG Kirche werden überflutet. (...) Bei der Brücke Lorraine staut das Wasser und flutet durch die Gärten, Keller und Garagen der Häuser Hofer Metzgerei, Flückiger Lehmann, H. Hertig, H. Amacher, Wisler Elektro, Tröhler und Blum. In Dorfmatweg werden die Keller und Garagen Ischanz, Sagihus, Lehmann, Ramseier überflutet, und durch die Gärten ergiesst sich die Masse in den Kanal.“ Erdschlipfe: Mehrere Erdrutsche verschütteten Oberhünigerstrasse, weitere Erdschlipfe: Vögiberg, Buhlenberg (2), Ranft, Rainli, Schwarzhüsi, Schwellenhözi.</p> <p>Die Hochwasser von 1986 und 1988 waren mit Sicherheit bei den grössten des 20. Jahrhunderts. Die erfassten Niederschlagswerte weisen darauf hin, dass ein v.a. 1988 ein seltener Niederschlag mit einer Wiederkehrperiode von ca. 100 Jahren das damalige Hochwasser ausgelöste. Die Wiederkehrperiode dieses Ereignisses dürfte daher über 50 Jahren liegen.</p> <p>Dürrbach, Bowil (619474/193480), 9.0 km², Qmax: 20 - 26 m³/s (Horat & Scherrer AG, 2001)</p> <p>Die beiden Zäzibach-Hochwasser in den 1980er-Jahren waren die schlimmsten, an die sich Urs Grunder (Jahrgang 1956) erinnern kann. Beim Hochwasser 2014 waren die Schäden (auch aufgrund von Hochwasserschutzmassnahmen) viel kleiner.</p> <p>Die beiden Zäzibach-Hochwasser in den 1980er-Jahren waren die schlimmsten, an die sich Ulrich Ramseier (Jahrgang 1949) erinnern kann. Beim Hochwasser 2014 waren die Schäden nicht so schlimm.</p>	Röthlisberger (1991)
			WSL (2020)
			EK Kt. BE
			wel (1987)
			Horat & Scherrer AG (2001)
			Horat & Scherrer AG (2001)
			Scherrer AG (2018)
			Urs Grunder
			Ulrich Ramseier

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
Fortsetz. 1986, 16.6.		Bowil-Dürnbach: Ausbrüche des Dürnbaches und grosse Überschwemmung. Anmerkung: Gewitter in der Region Chuderhüsi - Längeneigraben. Anmerkung: Gebäudeschäden in der Region (Bowil und Zäziwil). Anmerkung: im Gebiet Keller, Ställe, Felder, Strassen etc. überschwemmt. Anmerkung: im Gebiet wurden Signau und Grosshöchstetten von Schäden verschont.	WSL Schadendatenbank
Verheerende Sommergewitter (2 Stunden) Tageswerte: G: 27.3; T: 4.9; S: 11.6		Bowil, Dürnbach: Hochwasser im ganzen Einzugsgebiet des Dürnbaches, inkl. Nebengewässer. Hoher Geschiebeanfall insb. aus dem Wildeneygraben führt zu Verklausungen u. Auflandungen im Gerinne. Daneben Erosionen in steileren Gerinneabschnitten. Verstopfungen verursachen Überflutungen u. Oberflächenabfluss über Strassen u. Kulturland mit Gebäudeschäden. Abfluss neben Gerinne ab Bowil bis Bahnlinie bei Oberhofen. Ausuferungen, Überflutung neben dem Gerinne ab Bowil mit oberflächlichem Abfluss bis Oberhofen. Erosion der Bahnböschung bei Oberhofen mit Unterbruch der Bahnlinie. Erosion der Gemeindestrassen entlang Wildeneygraben und Friedersmattgraben. Bowil, Dürnbach, Chise: 34 Gebäude beschädigt, Strassen und Bahnlinien bis 24 Stunden unterbrochen, 450 a Wald- und Landwirtschaftsfläche betroffen. 51 Schadenmeldungen beim Schweiz. Elementarschädenfonds.	Bay, WEL EK, Video Hr. J. Zürcher, Bowl
		Bowil, Dürnbach: Das extreme Hochwasser hat durch Verklausung der Durchlässe und Überflutung der Ufer zu weitgehender Zerstörung der Gerinne, insbesondere am Dürnbach und am Wildeneygraben, geführt.	Ereigniskataster Naturgefahren (Schmalz AG, 2000)
		Oberdiessbach: Von Chise oder Diessbach her gab es Überschwemmungen	Schmalz: Projektbericht Verbauung Dürnbach 1987; Berner Zeitung BZ, 17.6.1986 Berner Zeitung BZ, 17.6.1986
		Zäziwil: Überschwemmung, Übersarung, Rutschung, Ufererosion. Überflutungen des Zäzibachs im Dorf, Verklausung am Zäzibach. Mit Überflutungen Chise in Talbenebene insgesamt 26 Schadenmeldungen beim Schweiz. Elementarschädenfonds	Berner Zeitung BZ, 17.6.1986
		„Der Dorfkern wurde durch den Zäzibach bedroht, der untere Teil des Dorfes durch die Chise. Für einige Zeit war die Strasse fast unbefahrbar. Zwei grosse Erdrutsche – einer davon am Buhlenberg – richteten keine grösseren Schäden an. Dafür überschwemmte Wasser, das von der Oberen Furt her kam, die Wiesen und Felder beim Dorfausgang.“ „Besonders prekär war die Lage gestern auch am Buelebergwald oberhalb von Zäziwil. dort musste eine vierköpfige Familie (...) evakuiert werden. Gemeindepräsident Alfred Stegmann: „Bereits vor 15 Jahren kam der Berg dort herunter und riss Häuser mit. Wir wollten dieses Risiko nicht mehr eingehen.“	Berner Zeitung BZ, 18.6.1986
		„Bei 1. Brücke hinter Friedhof Erdrutsch Ranft, Zäzibach verstopft. (...)Grosse Holz- und Schuttmassen verstopfen den Bach, das Haus Brönnimann Max, der Friedhof und der Kirchenplatz, so wie das UG Kirche werden überflutet. (...) Bei der Brücke Lorraine staut das Wasser und flutet durch die Gärten, Keller und Garagen der Häuser Hofer Metzgerei, Flückiger Lehmann, H. Herftig, H. Amacher, Wisler Elektro, Tröhler und Blum. In Dorfmatweg werden die Keller und Garagen Tschanz, Sagihus, Lehmann, Ramseier überflutet, und durch die Gärten ergiesst sich die Masse in den Kanal.“ Erdschlipfe: Mehrere Erdrutsche verschütteten Oberhünigerstrasse, weitere Erdschlipfe: Vögiberg, Buhlenberg (2), Ranft, Rainli, Schwarzhüsli, Schwellenhölzli.	Bericht „Wehrdienste Zäziwil/Reutonen, Einsatz Unwetter 16. Juni 1986“ von Hr. Eggmann, Kommandant Wehrdienste Zäziwil
Gewitter von 1 Stunde		Mirchel: Chise, Mühlebach: Überschwemmung und Übersarung nach Gewitter. 3 Gebäudeschäden, 50 a landwirtschaftliche Nutzfläche betroffen. 8 Schadenmeldungen beim Schweiz. Elementarschädenfonds	Ereigniskataster Naturgefahren (Schmalz AG, 2000)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
Fortsetz. 1986, 16.6.	Verherrende Sommergewitter: Tageswerte: G: 27.3 T: 4.9 S: 11.6	Zäziwil, Bowil, Ausbrüche Chise, Dürrbach, Überflutungen ob und in Konolfingen	Photodokumentation von Herrn Bay Röthlisberger G., Zeller J., 1978- heute
1988, 27.5.	Gewitter	Mirchel, Neumoos: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden: Sachwerte	EK Kt. BE
1988, 11.6.	Gewitter	Konolfingen / Zäziwil: Zwischen Konolfingen und Zäziwil Ausbrüche der Chise und Strassensperrungen. Anmerkung: in der Gross-Region Konolfingen Gewitter mit Hagel; es wurden folgende Niederschlagsmengen gemessen: Oeschberg/ Koppigen - 65 mm in weniger als 2 Stunden, auf dem Napf 54 mm in weniger als 2 Stunden, in Grosshöchststeten 25 mm in 30 Min. Groggemoos: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden: Sachwerte, Strassen, Wald und Landwirtschaft. Zäziwil Dorf: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden: Sachwerte, Strassen, Bahnlinien, Wald und Landwirtschaft. Grundlisse: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden: Wald und Landwirtschaft. Gmeis: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden: Strassen, Wald und Landwirtschaft. Neumoos: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden: Sachwerte, Strassen, Wald und Landwirtschaft.	WSL (2020)
		Freimettingen Dorf: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden: Sachwerte, Strassen Konolfingen, Hünigenmoos: Überschwemmung / Hochwasser, Schäden: Sachwerte, Strassen, Bahnlinie Oberdiessbach, Rotmoos: Überschwemmung / Hochwasser, Schäden: Sachwerte, Strassen, Wald und Landwirtschaftsflächen Diessbachgraben: Überschwemmung / Hochwasser, Schäden: Strassen, Wald und Landwirtschaftsflächen 11./14.6.1988: Stau des Zäzibachs an zwei Brücken. 50 a landwirtschaftliche Nutzfläche betroffen. Übersarung Gebiet Grundlisse Zäzibach: 56 Gebäude beschädigt, Strassen auf 100 m verschüttet, teilweise 20 Stunden unterbrochen, 500 a landwirtschaftliche Nutzfläche betroffen. 30 Schadenmeldungen beim Schweiz. Elementarschadenfonds. Gewitter mit Anschwellen des Zäzibachs, Geschiebetrieb und Stau an 2 Durchlässen. Ausbruch des Hochwassers aus dem Gerinne oberhalb der Kirche, Überflutung des ganzen Dorfgebiets. Überschwemmung, Übersarung, Rutschung, Ufererosion	EK Kt. BE
		Stalden / Konolfingen: Nebenbach der Chise verschüttete Bahntrasse; Schotterbett unterspült. Anmerkung: in der Gross-Region Konolfingen Gewitter mit Hagel; es wurden folgende Niederschlagsmengen gemessen: Oeschberg/ Koppigen - 65 mm in weniger als 2 Stunden, auf dem Napf 54 mm in weniger als 2 Stunden, in Grosshöchststeten 25 mm in 30 Min. Konolfingen / Zäziwil: Zwischen Konolfingen und Zäziwil Ausbrüche der Chise und Strassensperrungen. Anmerkung: in der Gross-Region Konolfingen Gewitter mit Hagel; es wurden folgende Niederschlagsmengen gemessen: Oeschberg/ Koppigen - 65 mm in weniger als 2 Stunden, auf dem Napf 54 mm in weniger als 2 Stunden, in Grosshöchststeten 25 mm in 30 Min.	Horat & Scherrer AG (2001) WSL Schadendatenbank 2020

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
Fortsetzung 1988, 11.6.		Vor 10 bis 15 Jahren soll das Wasser beim Schloss bei der Brücke angestanden sein.	Auskunft von Hr. Walter Lehmann (an Hr H. Schäfer, BHP Bern AG), nicht direkter Anstösser, hingegen in 70er/80er Jahren Mitglied, Präsident der Schwellenkommission Oberdiessbach, langjähriges Mitglied des Chisebach-Ausschusses; hat Jrg. 1929
1988, 11.-14.6.	Gewitter von 2 Stunden	Schwändigraben, Niederhünigen: Erosion Hangfuss durch Hochwasser bzw. Bildung von Gleitflächen durch Sickerwasser, nachfolgende Rutschungen des Lockermaterials, bei steilen Partien bis auf den Molasseuntergrund Diesmal traf es den Raum Konolfingen (...) Die siniflutartigen Regenfälle führten zu Überschwemmungen und Erdrutschen (...) Der aus den Gleisen gesprungene EBT-Personenzug war zwischen Groshöchstetten und Konolfingen auf einen Erdrutsch aufgefahren: Der Verkehr auf der Strecke des Unglücks wie auch jener zwischen Konolfingen und Oberdiessbach mussten eingestellt werden, da Erdrutsche und Unterspülungen die Bahnanlagen zum Teil schwer in Mitleidenschaft zogen. (...) Schäden von mehr als einer Million Franken beklagte der Fell- und Lederbearbeitungsbetrieb Neuenschwander Söhne AG in Oberdiessbach. Auch das Lager der Landwirtschaftsgenossenschaft stand unter Wasser.	EK, Beobachtungen 1988 Schmalz Der Bund (13.6.88)
1988, 11.-14.6.	Heftiger Gewitterregen; zwei Sommerunwetter, siniflutartige Regenfälle, heftige Unwetter, sehr heftige Niederschläge: >100jährlicher 1-Stundenwert, schwere Gewitter Tageswerte: 11.6.1988: G: 28.4; C: 16.2 14.6.1988: G: 80.6; K: 16.5	Bowil: Dürrbach/Chise: Überschwemmung, Übersarung, Rutschung, Verklausung bei Brücke/Durchlass: Ereignis wie 16.6.1986, jedoch mit wesentlich schwächeren Auswirkungen. Geringerer Geschiebetrieb, stellenweise Erosionen im Gerinne, Ablagerungen im Groggenmoos 4 Gebäude beschädigt, 50 m Strassen verschüttet, 150 a Wald- und Landwirtschaftsfläche betroffen, 32 Schadenmeldungen beim Schweiz. Elementarschädenfonds Oberdiessbach: Diessbach: Örtliche Überflutungen am 11.6.1988, geringe Schäden, Erosionsschäden am Gerinne. Strassen auf 30 m verschüttet und bis 5 Stunden unterbrochen. 100 a Wald- und Landwirtschaftsfläche betroffen	Ereigniskataster Naturgefahren (Schmalz AG, 2000) Ereigniskataster (Schmalz AG, 2000)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
Fortsetz. 1988, 11.-14.6		<p>Stau des Zäzibachs an zwei Brücken. 50 a landwirtschaftliche Nutzfläche betroffen. Übersarung Gebiet Grundlisse Zäzibach: 56 Gebäude beschädigt, Strassen auf 100 m verschüttet, teilweise 20 Stunden unterbrochen, 500 a landwirtschaftliche Nutzfläche betroffen. 30 Schadenmeldungen beim Schweiz. Elementarschadenfonds.</p> <p>Gewitter mit Answellen des Zäzibachs, Geschiebetrieb und Stau an 2 Durchlässen. Ausbruch des Hochwassers aus dem Gerinne oberhalb der Kirche, Überflutung des ganzen Dorfgebiets.</p> <p>Überschwemmung, Übersarung, Rutschung, Ufererosion</p>	WEL 89/1/2/3
		<p>Mühlebach: Überflutungen im Dorfbereich infolge Engpässen im Mühlebach. Abfluss über Dorfstrasse und Kulturland mit Gebäudeschäden (Schadenschwerpunkt).</p> <p>Chise, Mühlebach: 19 beschädigte Gebäude. Hauptstrassen 20 Stunden unterbrochen, Strassen auf 50 m verschüttet, je 300 a Wald und Landwirtschaftsfläche betroffen, Übersarung Kulturland durch Waldgräben (Gmeiswald). 8 Schadenmeldungen beim Schweiz. Elementarschadenfonds</p>	Ereigniskataster Natur- gefahren (Schmalz AG 2000)
2 Stunden Gewitter 80 mm in 1 Tag, 70 mm/h in Freimittigen		<p>Niederhünigen: Chise, Hünigenbächlein: Überflutungen Kulturland und Kantonsstrasse entlang Chise. Liegendes Wasser während mehrerer Tage auf Kulturland, u.a. infolge Rückstau Flurleitungsnetz. Ablagerungen von Feinmaterial.</p> <p>Überflutungen im Dorfbereich infolge Engpässen oberhalb und im Dorfbereich, z.T. mit Erosionswirkungen. Abfluss über Dorfstrasse und Kulturland mit Gebäudeschäden im gesamten, tiefer liegenden Dorfbereich. Überschwemmung durch Verkläusung bei Brücke/Durchlass und Ausuferung/Ausbruch wegen zu kleiner Gerinnegeometrie. Strassen bis etwa 20 Stunden unterbrochen, 150 a Wald- und Landwirtschaftsfläche betroffen Erosion Hangfluss durch Hochwasser bzw. Bildung von Gleitflächen durch Sickerwasser, nachfolgende Rutschungen des Lockermaterials, bei steilen Partien bis auf den Molassenuntergrund.</p>	Ereigniskataster (Schmalz AG, 2000)
	Gewitter, 2 Stunden	<p>Schwändigraben, Bowil: Nach Gewitter intensiver Geschiebe- und Wildholzanfall aus Oberlauf mit Ablagerungen, Verkläusung der Durchlässe im Mittelabschnitt, Überflutungen und Erosionen der Uferbereiche oberhalb Rünkhofen infolge ungenügender Abflusskapazität. Geschieberückhalt im Oberlauf ungenügend, seither durch Sperrneinbau verbessert. Auslösung der Überschwemmung durch Verkläusung bei Brücke/Durchlass bzw. Ausuferung/Ausbruch wegen zu kleiner Gerinnegeometrie</p> <p>Überschwemmung, Ufererosion, Übersarung. 150 a Wald- u. Landwirtschaftsfläche betroffen.</p>	Ereigniskataster Natur- gefahren (Schmalz AG, 2000)
1988, 14.6.	Gewitter	<p>Zäziwil (Dorfkern): Dorfkern von Zäziwil unter Wasser (Ausbrüche des Zäzibaches, des Steinenbaches (in Gemeinde Zäziwil ?) und des Höllebaches (in Gemeinde Zäziwil ?). Oberthal: Zäzibach: Ausbrüche, Stau an 2 Brücken; zudem nach dem Unwetter im Jahre 1986 erstellte Verbauungen wieder zerstört. Mirchel: Überschwemmungen. Anmerkung: in der Gross-Region Konolfingen Gewitter mit Hagel; es wurden folgende Niederschlagsmengen gemessen: Oeschberg/ Koppigen - 65 mm in weniger als 2 Stunden, auf dem Napf 54 mm in weniger als 2 Stunden, in Grossehöchstetten 25 mm in 30 Min. Konolfingen / Zäziwil: infolge Überflutung der Chise (und ihrer Nebenbäche) Bildung eines grossen Sees in der Ebene zwischen Konolfingen und Zäziwil.</p> <p>Zerstörte Verkehrswege, überflutete Dörfer: Der wildgewordene Zäzibach staut sich an einer Brücke und ergiesst sich mit seinem Geschiebe vom Oberthal nach Zäziwil-Dorf. Die Strasse zwischen Zäzwil und Konolfingen musste gesperrt werden, weil die Ebene zwischen Konolfingen und Zäziwil von der hochgehenden Kiese überschwemmt worden war. Über die Ufer trat auch der Zäzibach, dessen Wasser sich an zwei Brücken gestaut hatte. Tonnen von Geröll transportierte der wildgewordene Zäzibach vom Oberthal Richtung Zäziwil-Dorf. Verschlüttete Verkehrswege, Erdbeben, überschwemmte Keller und Ställe, unterbrochene Telefonleitungen und unterspülte Strassen waren die Folge Sorgen machen mussten sich auch die Bewohner von Kiesen. Das Kiesental heranrauschende Wasser kaum mehr bewältigen. Und woran Oberdiessbach und Konolfingen knapp vorbeikamen, traf dieses Mal Zäziwil.</p>	WSL (2020)
			Berner Zeitung (15.6.1988)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
Fortsetz. 1988, 14.6.		Am 11. Juni lösten siniflutartige Regenfälle (zum Teil mit Hagel) in der Region Konolfingen/BE schwere Schäden aus. Zahlreiche Bachausbrüche und Erdrutsche verursachten Überschwemmungen, Verschlümmungen und Verkehrsunterbrüche. Bahngeleise wurden unterspült, ein Zug entgleiste. Zeitweise waren die Strassen, mit Ausnahme der Autobahn, blockiert. Schwerpunkte waren die Dörfer Freimetigen, Niederhünigen und Oberdiessbach. [...] Nur drei Tage später, am 14. Juni, tobten erneut heftige Unwetter über der Region Konolfingen/BE. Wiederum gab es zahlreiche Unterbrüche von Strassen und Schienen; Häuser, Keller und Plätze wurden überflutet oder verschüttet. Die durch Bachausbrüche, Rufen und Rutschungen verursachten Schäden an Bachverbauungen, Brücken, Gebäuden und Mobiliar bewegen sich in der Grössenordnung von 8 bis 10 Millionen Franken. Die Ebene Zäziwil-Konolfingen wurde zu einem grossen See, weil die Chise und ihre Nebenbäche über die Ufer traten. Der Dorfkern Zäziwil stand unter Wasser u. a. wegen Ausbrüchen des Zäzibaches infolge Staus an zwei Brücken. In Oberthal erlitten ein Viertel aller Hausbesitzer Schäden durch Erdschlipfe. In Worb und Umgebung notierte man über 100 Schadenmeldungen, vorwiegend wegen verstopften Bachläufen und eingedohnten Bachführungen (Richigerbach u.a.). Industrie- und Gewerbegebiete von Grossehöchstetten, Biglen und Konolfingen wurden unter Wasser gesetzt. In Signau drangen Rutschungen bis zu Wohnhäusern vor.	Wasser, Energie, Luft (1989)
1990, 19.5.	Gewitter	Konolfingen / Zäziwil: Infolge Überflutung der Chise (und ihrer Nebenbäche) Bildung eines grossen Sees in der Ebene zwischen Konolfingen und Zäziwil. Zäziwil: Ausbrüche Zäzibach; Geschwemmel (Holz und Bauschutt von Baustelle) "vermachte" bei Friedhofmauer. Mauer war als Hochwasserschutz nach dem 11.06.1988 gebaut worden. 80 Feuerwehrlöcher im Einsatz. Schaden: Total 20 Gebäude betroffen; Häuser, Bahnhof und Strassen überschwemmt, Bachverbauungen, die 1988 vom Militär erstellt worden waren); Gebäudeschäden hielten sich in Grenzen. Anmerkung: kurzes, heftiges Gewitter um 15:30. Oberthal: Überschwemmungen, unpassierbare Strassen. Usländi: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden: Sachwerte Sägerei: Überschwemmung / Hochwasser. Nach den Zäzibachhochwasser in den 1980er-Jahren uferete der Zäzibach noch einmal in Zäziwil aus, aber weiter unten. Damals floss das Wasser das Herrengässli und den Dorfmatweg hinunter. Dieses Hochwasser war kleiner und der Hölibach führte kein Hochwasser. Zäzibach: Leichtes Hochwasser In der zweiten Hälfte des Monats verursachten Gewitter leichtere Wasserschäden im Emmental und in der Thunerseeregion. Bei Zäziwil (BE) stauten Geschwemmel und Bauschutt den Zäzibach. Beim anschliessenden Ausbruch wurden etliche Keller, Strassen und der Bahnhof überschwemmt. Überflutungen in und ob Konolfingen	WSL Schadendatenbank 2020 WSL (2020) EK Kt. BE
1992, 9.7.	Gewitter Tageswerte: G: 30.7 K: 11.0	Mirchel Dorf: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden: Sachwerte, Strassen, Wald und Landwirtschaft.	Urs Grunder GIUB (1998) Photodokumentation von Herrn Bay EK Kt. BE

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
Fortsetz. 1992, 9.7.		Mirchel: 16 Gebäude beschädigt, Strassen bis 10 Stunden unterbrochen, 100 a landwirtschaftliche Fläche betroffen	Ereigniskataster Naturgefahren (Schmalz AG, 2000)
1993, 11.7.	Heflige Sommergewitter Tageswerte: (10.7.93): G: 82.7 K: 63.5	Überflutungen in und ob Konolfingen	Photodokumentation von Herrn Bay Röhliberger G., Zeller J., 1978- heute
1994, 18./19.5.	Schwere Regentfälle, Genuatief Tageswerte (18.5.94): G: 84.5 K: 51.9	Konolfingen, Hünigenmoos: Überschwemmung / Hochwasser, Schäden: Sachwerte, Wald und Landwirtschaftsflächen Überflutungen in und ob Konolfingen (rel.schwer), Strasse zwischen Oberdiessbach und Konolfingen gesperrt Konolfingen/Zäziwil: Zwischen Zäziwil und Konolfingen Strasse(n) überschwemmt. Kiesen: Überschwemmungen, Ausbrüche Chise. Konolfingen: Überschwemmungen u. a. Betrieb in Mitleidenschaft gezogen	EK Kt. Bern Photodokumentation von Herrn Bay Röhliberger G., Zeller J., 1978- heute WSL (2020) WSL Schadendatenbank 2020
		Hochwasser in der Schweiz hatte Verkehrschaos und Schäden zur Folge. Bei Suhr AG wurde die N1 überflutet, in Konolfingen überschwemmte Wasser die Emmentalstrasse und ramponierte die Autos einer Carrosserie-Firma: Die Schweiz musste gestern riesige Regenmengen verkräften. Schlimm stand es zeitweise im Kanton Aargau, im Thurgau sowie in Basel, wo teilweise die Armee Wehrrdienste und Polizei unterstützte. [...] Nicht ganz so gravierend traf es den Kanton Bern. Aber immerhin: Aare, Chise, Biglen und Krauchthalbach traten über die Ufer und setzten an manchen Orten Strassen, an anderen auch angrenzende Häuser und Betriebe unter Wasser. Wegen eines Erdbebens musste vorübergehend die Verbindung Oberdiessbach-Konolfingen gesperrt werden. Konolfingen-Zäziwil war ebenso gesperrt wie die Strasse im Metzgerrüsi, wo der Biglenbach übers Ufer trat. „Wie üblich“, so Beat Klötzli, verliess die Chise in der Ebene zwischen Zäziwil und Konolfingen ihr Bett und überflutete an der Emmentalstrasse mehrere Betriebe. Glimpflich sei das Ganze auch dank optimalem Einsatz der Wehrmänner verlaufen, so Klötzli. Zum Beispiel in Oberdiessbach; Dort reiteten sie eine Kuh aus der reissenden Chise.	Berner Zeitung (20.5.1994)
1994, 6.7.	Hitzegewitter Tageswerte: G: 9.7 K: 39.8	Konolfingen, Sagimatte: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden: Sachwerten, Strassen Konolfingen, Hünigenmoos: Überschwemmung / Hochwasser, Schäden: Sachwerte, Strassen, Wald und Landwirtschaftsflächen Oberdiessbach, Rotmoos: Überschwemmung / Hochwasser, Schäden: Sachwerte, Strasse Thun-Konolfingen	EK Kt. Bern Röhliberger G., Zeller J., 1978- heute

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
Fortsetz. 1994, 6.7.		Kiesen: Überschwemmungen; Hauptstrasse gesperrt infolge Ausbrüche der Chise. Anmerkung: Autobahnzufahrt infolge Überschwemmung gesperrt (separat aufgenommen). Anmerkung: 'Grosser' Regen über der Falkenfluh, in der Region (Gemeinden Bleiken, Brenzikofen, Oberdiessbach, Linden, Aeschlen, Herbligen und Kiesen) insgesamt 200 Schadenmeldungen. Bleiken wurde am ärgsten betroffen.	WSL Schadendatenbank 2020
1995, 26.12.	Anhaltende Regenfälle im Jura und Mittelland G: 36.0 K: 12.1 (55.6 mm am 25.12.)	Konolfingen, Sagimatte: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden an: Sachwerten Oberdiessbach, Rotmoos: Überschwemmung / Hochwasser, Schäden an Sachwerten Tageswerte:	EK Kt. Bern Photodokumentation von Herrn Bay Röthlisberger G., Zeller J., 1978- heute
1996, 8.7.	Dauerregen, ergiebige aber keinesfalls extreme Niederschläge Tageswerte: G: 23.5 K: 22.7	Konolfingen, Hünigenmoos: Überschwemmung / Hochwasser, Schäden: Wald und Landwirtschaftsflächen Konolfingen	EK Kt. Bern Photodokumentation von Herrn Bay Röthlisberger G., Zeller J., 1978- heute
2000, 15.-20.5.		Oberdiessbach: Diessbach	Ereigniskataster (Schmalz AG, 2000)
2001, 12.3.	Dauerregen	Starke Regenfälle in der Nacht auf den 13.3. im Berner Seeland, in der Region Bern und im Oberaargau sowie in den Kantonen Solothurn und im Gebiet von Aarau bis zum Wasserschloss bei Brugg zu Hochwasser geführt. Am schlimmsten hat es Lyss getroffen. Ueberschwemmungen gab es u.a. auch in Zäziwil, Jegensdorf und Ferenbalm. Kiesen: Starke Regenfälle in der Nacht auf den 13.3. im Berner Seeland, in der Region Bern und im Oberaargau sowie in den Kantonen Solothurn und im Gebiet von Aarau bis zum Wasserschloss bei Brugg zu Hochwasser geführt. In Kiesen wurde an der Chise das linke Bachufer beschädigt. Im Bereich der Liegenschaft Bahnhofstrasse 9 haben die Fluten einen Teil der Mauer weggerissen und die dahinter liegende Böschung weggespült.	WSL (2020) WSL Schadendatenbank 20
2001, 18.6.	Dauerregen	Mirchelbach trat über die Ufer: Der Mirchelbach zwischen Zäziwil und Konolfingen trat über die Ufer, nachdem er von der Hochwasserführenden Chise gestaut worden war. Betroffen waren das angrenzende Kulturland und zwei Häuser auf dem Industriegebiet an der Emmentalerstrasse.	WSL (2020)
2001, 27.6.	Gewitter	Mühlebach, Mirchel (615903/193863), 5.0 km ² , Qmax: 13 - 17 m ³ /s (Horat & Scherrer AG, 2001)	Scherrer AG (2018)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
Fortsetz. 2001, 27.6.	Gewitterregen von 5 Stunden. Tageswerte: 83 mm	Hoher Wasserstand im Kanal in Mirchel. Grosse Überflutungen unterhalb des Dorfes.	Scherrer AG (2001)
2001, 23.7.	Gewitter	Die kurzen massiven Niederschläge führten dazu, dass sich auf der Kantonsstrasse Langnau - Thun/Bern Wasser ansammelte. Zwischen 18 und 19 Uhr wurde das Streckenstück zwischen Bowil und Zäziwil aus Sicherheitsgründen gesperrt. Steilenweise war die Strasse bis zu 10 cm unter Wasser. Die Feuerwehr musste Schlamm und Geröll wegräumen. Auch zwischen Bowil und Signau gab es kleinere Ueberschwemmungen auf der Strasse.	WSL (2020)
2005, 18.7.	Gewitter	Fotos zeigen ein starkes Gewitter in Oberthal	Silas Walther
2005, 21./22.8.	Dauerregen	22.8.: Chise, Kiesen (610453/185390), 71.2 km ² , Qmax: 35 m ³ /s (BE_StorMe)	Scherrer AG (2018)
2005, 22.8.		21.8.: Zäziwil, Oberthal, Mirchel: Schäden Wasserbau. Oberhünigen: Schäden Wald: Wiederherstellung Waldstrasse (Prozess?) Bowil: Leichte Überschwemmung (Chise) eines Stücks Landwirtschaftsland (2.5ha, 0.-). Schäden Wasserbau (Koordinaten: 618074/194035)	WSL (2020) WSL Schadendatenbank 2020
		Kiesen: Hochwasser der Chise mit Überflutungen im Dorfzentrum (12 Wohnhäuser, 1 Gemeindehaus, 1 Schreinerei) bzw. entlang der Bahnhofstrasse und der Kantonsstrasse. Beschädigung / Zerstörung einer Brücke. Überflutung von Gärten an der Aarestrasse durch die Aare. Schäden gab es allerdings nur durch eindringendes Grundwasser. Schäden Wasserbau (Aarelauf u.a.)	WSL Schadendatenbank 2020
		Konolfingen: Einzig das Schwimmbad und dessen Parkplatz wurden durch den Hünigebach (gemäss Karte und Zeitung Chi-sei) überschwemmt. Im Keller stand das Wasser 10 cm hoch und Heizung und andere technische Einrichtungen wurden beschädigt. Die Chise überschwemmte rund 20 Keller und einzelne Quartierstrassen im Osten von Konolfingen. Die Bahnlinie Konolfingen - Oberdiesbach war unterbrochen.	WSL Schadendatenbank 2020
2006, 24.6.	Gewitter	Nach heftigen Niederschlägen (Gewitter) am Abend wurden in der Region Grosshöchstetten Keller überflutet. Mancherorts gingen zudem grosse Hagelkörner nieder. Zwischen 18:40 und 20 Uhr erhielt die Kantonspolizei 30 Meldungen. Es gab zahlreiche Wassereinbrüche in Liegenschaften, überflutete Strassen und Unterführungen - vor allem im Raum Grosshöchstetten. Vereinzelt Anrufe kamen auch aus den Gemeinden Konolfingen (mit Ursellen), Schlosswil, Mirchel und Zäziwil. Ebenfalls für eine kurze Zeit unpassierbar war die Strasse Zäziwil - Konolfingen (bei Konolfingen aufgenommen). Die Gebäudeversicherung Bern rechnete mit hohen Gebäudeschäden im Kanton. Allerdings ist dabei unklar, wie hoch der Anteil von Hagelschäden ist (wahrscheinlich hoch! Annahme: 25 % Wasserschäden).	WSL (2020)
		Thunstrasse: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden: Strassen, Bahnliesen, Wald und Landwirtschaft.	EK Kt. BE

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
2006, 5.7.	Gewitter	Oberhünigen Mühle: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden: Sachwerte	EK Kt. BE
2006, 18.9.	Dauerregen	Der Dauerregen hat in der Nacht auf den 18.9.06 Überschwemmungen, Erdbeben und Wassereinbrüche im Oberland, Emmental, Oberaargau und Jura verursacht. Die grössten Schäden gab es in der Region Burgdorf, wo Keller unter Wasser standen. Die Chise trat zwischen Mirchel und Konolfingen über die Ufer und machte die Emmentalsstrasse unpassierbar. Diese wurde deshalb am Nachmittag gesperrt.	WSL (2020)
2007, 20.7.	Gewitter	24 Stunden nach dem grossen Gewitter sind die Kantone Bern und Obwalden am Abend des 20.7.07 erneut von Unwettern heimgesucht worden. Betroffen war v.a. die Brünig-Region. Im Kanton Bern lösten die heftigen Regenfälle Erdrutsche aus. Arg getroffen war die Region Rubigen, Worb, Belp und Zäziwil. In Zäziwil mussten an die 10 Keller ausgepumpt werden. Mühle: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden: Sachwerte, Strassen, Wald und Landwirtschaft. Usschüttli, Dorf: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden: Sachwerte, Strassen, Wald und Landwirtschaft. Zäziwil, Usschüttli, Dorf: Bärbach, Siehebach: Kellerüberflutung bei Wohngebäuden und Ökonomiegebäuden sowie Überschwemmung bei Einstellgaragen und von Kulturland. Erosion an Bachbettskulpturen. Geringe Übersetzung, Ablagerung von Schwemmholz. Das kräftige Gewitter führte zu einer Verkläuerung des Siehebachs bei einer Eindolung mit Ausuferung und anschließender Zerstörung einer Verbauung mit Eisenbahnschwellen. Als Schwemmholz weitertransportiert, führten die Schwellen anschliessend im Bärbach, ca. 70 m bachabwärts und 10 m vor Einmündung in die Chise zu zwei Verkläuerungen. [Foto]: Bärbach kurz vor Einmündung in Chise (Blick Bachaufwärts). Verkläuerung durch Schwemmholz bei Brücke und ca. 50 m Bachaufwärts. Wasseraustritt nach links (Landwirtschaftsfläche) und rechts (Gebäude, Gewerbe, Einstellhallen, Strasse, Kulturfäche).	WSL (2020) EK Kt. BE
2007, 21.7.	Gewitter	Zum 3. Mal innert 3 Tagen haben am Abend des 21.7.07 Gewitter in der Schweiz Erdrutsche und Überschwemmungen verursacht. Besonders betroffen waren diesmal die Kantone Bern und Luzern. Im Berner Oberland, Emmental und Entlebuch fielen zw. 30 und 65 l Wasser pro m ² . Bei der Kantonspolizei Bern gingen zw. 18 und 22:30 Uhr rund 150 Anrufe wegen Wassereinbrüchen in Keller und Häusern sowie ausgeufernten Bächen ein. Betroffen waren das Gürbetal, Kiestal bis Langnau und die Region Interlaken. In Zäziwil gab es erneut Verkehrsleitungen, weil die Strasse nach Konolfingen gesperrt werden musste. Die Chise hatte ihr Bett verlassen. Anhaltender Regen hat in der Schweiz (so auch im Kanton Bern) Flüsse über die Ufer treten lassen, Keller geflutet und Strassen überschwemmt. Erdrutsche, Murgänge und schnell ansteigende Pegel der Gewässer sorgten im gesamten Berner Oberland für Chaos. Laut Polizei gingen am Abend ab 16:30 Uhr Hunderte von Meldungen über Wassereinbrüche ein, oberlandweit standen praktisch sämtliche Feuerwehren im Einsatz. Gegen Mitternacht beruhigte sich die Situation zwischenzeitlich. In Zäziwil uferete (wahrscheinlich) die Chise aus und überschwemmte Wiesland.	Silas Walther WSL (2020)
2007, 8.8.	Dauerregen	Anhaltender Regen hat in der Schweiz (so auch im Kanton Bern) Flüsse über die Ufer treten lassen, Keller geflutet und Strassen überschwemmt. Erdrutsche, Murgänge und schnell ansteigende Pegel der Gewässer sorgten im gesamten Berner Oberland für Chaos. Laut Polizei gingen am Abend ab 16:30 Uhr Hunderte von Meldungen über Wassereinbrüche ein, oberlandweit standen praktisch sämtliche Feuerwehren im Einsatz. Gegen Mitternacht beruhigte sich die Situation zwischenzeitlich. In Zäziwil uferete (wahrscheinlich) die Chise aus und überschwemmte Wiesland.	WSL (2020)

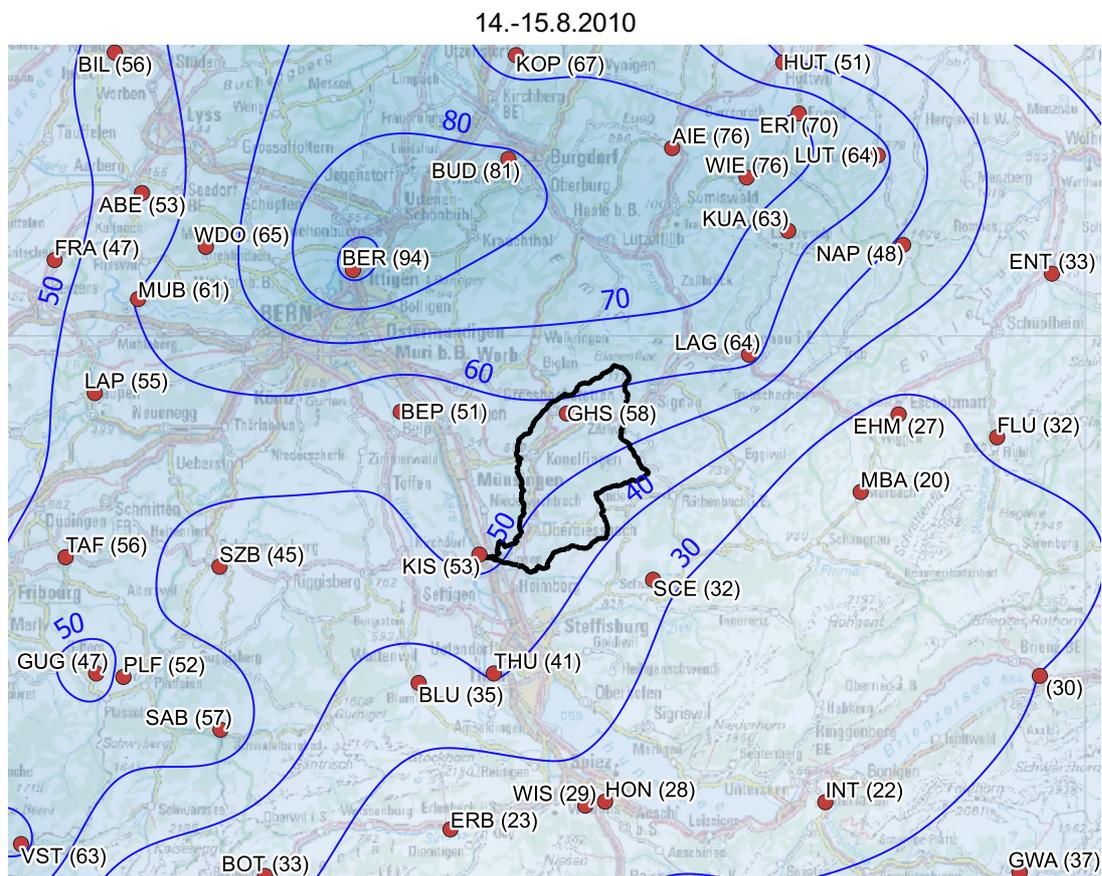
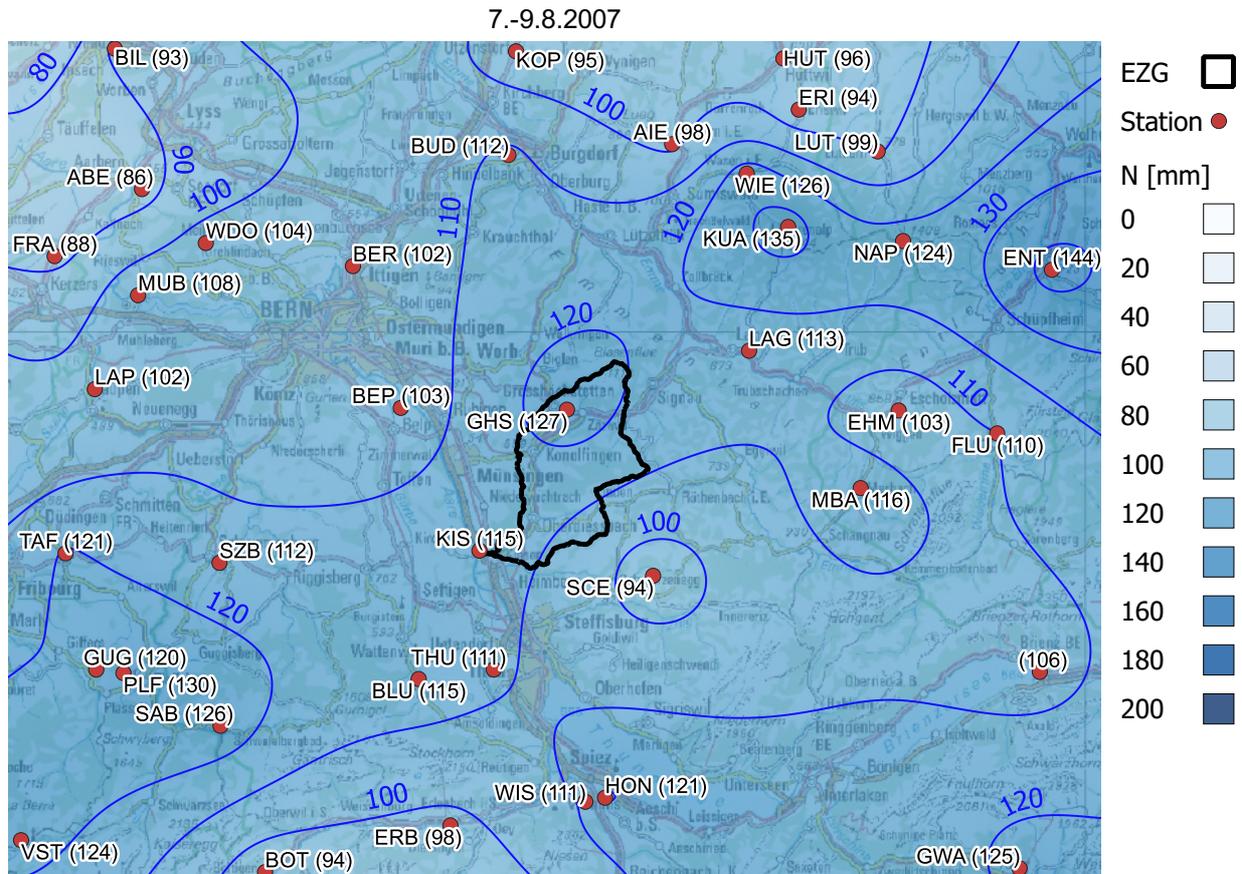
Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
2010, 15.08.		Konolfingen: Starke Regenfälle in der Nacht auf den 15.8.2010 haben für über 200 Schadensmeldungen bei der Kantonspolizei bei Bern gesorgt. Insbesondere waren die Region Bern, Mittelland, Oberaargau und Emmental betroffen. Bei der kantonalen Gebäudeversicherung gingen bis am 16.8.2010 250 Meldungen ein. Der grössere Teil stamme aus der Region Huttwil/Kleindietwil. Die Schäden wurden damals auf einen einstelligen Millionenbetrag geschätzt. In Konolfingen traten die Kiese und der Hünigenbach über die Ufer.	WSL Schadendatenbank 2020
2013, 8.6.	Gewitter	Über der Region Aaretal, Kiesental sowie im Seeland gingen nach 18 Uhr heftige Gewitter mit starkem Regen nieder. Bei den Einsatzzentralen der Kantonspolizei gingen bis Mitternacht über 60 Schadenmeldungen ein. Besonders betroffen waren südlich von Bern die Gemeinden Münsingen, Tägertschi und Konolfingen. Das Wasser drang in Liegenschaften ein. Vereinzelt traten auch Bäche über die Ufer. Zudem mussten örtlich einige Strassen gesperrt werden, weil Geröll die Durchfahrt erschwerte oder die Fahrbahnen unter Wasser standen. Ab 18:50 Uhr gingen Meldungen wegen Wassereinbruch in Kellern und wegen eines überlaufenden Weiher im Tonisbach und Ursellen ein. Mehrere Strassen verwendeten sich in Bäche und Unterführungen liefen mit Wasser voll. Gespart war die Strasse zwischen Konolfingen und Oberdiessbach (Grund unklar).	WSL Schadendatenbank 2020
2013, 10.6.	Gewitter	In der Nacht auf den 10.6. verursachte ein starkes Gewitter in Linden einige Landschafts- und Elementarschäden. Infolge des anfallenden Oberflächenwassers war die Hauptstrasse von Linden nach Röhrenbach für den öffentlichen Verkehr nicht mehr befahrbar und musste aus Sicherheitsgründen gesperrt werden. Verschiedene Bäche traten über die Ufer, und Schlamm, Steine und Gehölz lagerten sich auf den Strassen und umliegenden Feldern ab. Im Gebiet Eggstalden kam es zu Erdbeben. Aus einem Gebäude mussten eine Person und Rinder evakuiert werden.	WSL Schadendatenbank 2020
2013, 18.7.	Gewitter	Ein heftiges Gewitter prasselte am Nachmittag über der Stadt Thun nieder. Innert weniger als 1 h fielen über 45 l pro m ² . Die Berner Kantonspolizei zählte zwischen 15.25 Uhr und 18 Uhr über zwei Dutzend Meldungen im Zusammenhang mit Gewittern. In den meisten Fällen ging es um in Häuser eingedrungenes Wasser. In Konolfingen standen Felder unter Wasser. [Fotos vom Zäzibach, von der Chise und der Einmündung des Bärbachs]	WSL Schadendatenbank 2020
2014, 20.7.	Gewitter		Silas Walther
2014, 28.7.	Gewitter	Chise, Bowil (618791/194366), 14.4 km ² , Qmax: 24 m ³ /s (BE_SiorMe) Zäzibach, Zäziwil (616981/194174), 1.6 km ² , Qmax: 16 m ³ /s (BE_StorMe) [Vergleich geo7, 2014] Chise, Mösligrabe: Überschwemmung / Hochwasser, Schäden: Strassen, Wald, Landwirtschaftsfläche	Scherrer AG (2018)
		Am 28. Juli 2014 ist kurz nach 16 Uhr der Kern eines heftigen Gewitters über das Oberthal hinweggefegt. Dabei kamen binnen kürzester Zeit 34 mm Niederschlag zusammen. Das Aussergewöhnliche - nebst der Vorgeschichte (im Juli waren bis anhin bereits exakt 300 mm Niederschlag gefallen!) war die extrem hohe Niederschlagsintensität. Dazu wird die aktuelle (1 min) Niederschlagsrate auf eine Stunde hochgerechnet. Diese betrug während einer Viertelstunde rund 130, teils gar bis 170 mm/h. Dies war nur möglich, weil kaum Hagel dabei war, was die Hochwassergefahr entsprechend dramatisierte. Wenige Minuten nach Einsetzen der Niederschläge floss das Wasser bereits überall oberflächlich ab. Der Zäzibach schwall in kürzester Zeit auf ein Niveau an, das er zuletzt im Jahr 1988 erreicht hatte. Die Strassen nach Zäziwil sowie auf die Blasen mussten gesperrt werden, ebenso wurden diverse Keller überflutet. Besonders betroffen war der Schwändigraben zwischen Oberthal und Zäziwil.	EK Kt. Bern www.sturm-archiv.ch

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
Fortsetz. 2014, 28.7.		<p>Im Kanton Bern registrierte die Polizei rund 140 Schadenmeldungen. Bei der bernischen Gebäudeversicherung GVB gingen rund 100 Schadenmeldungen (aus dem Emmental) ein. Zäziwil: Das Unwetter traf vor allem die Region Zäziwil. Der Zäzibach trat über die Ufer und überschwemmte Strassen und zahlreiche Keller. Holz wurde in das Dorf geschwemmt. Der Bahnverkehr zwischen Konolfingen und Emmenmatt musste zeitweise wegen Überschwemmung eingestellt werden. (Annahme in Zäziwil)</p>	WSL (2020)
		<p>Die beiden Zäzibach-Hochwasser in den 1980er-Jahren waren die schlimmsten, an die sich Urs Grunder (Jahrgang 1956) erinnern kann. Beim Hochwasser 2014 waren die Schäden (auch aufgrund von Hochwasserschutzmassnahmen) viel kleiner. [Fotos vom Zäzibach, von der Chise und der Einmündung des Bärbachs]</p>	Urs Grunder
		<p>Die beiden Zäzibach-Hochwasser in den 1980er-Jahren waren die schlimmsten, an die sich Ulrich Ramseier (Jahrgang 1949) erinnern kann. Beim Hochwasser 2014 waren die Schäden nicht so schlimm.</p>	Silas Walther Ulrich Ramseier
		<p>Chise Mösiggrabe: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden: Strassen, Wald und Landwirtschaft. Zäzibach: Überschwemmung / Hochwasser. Schäden: Sachwerte, Strassen, Bahnlinien, Wald und Landwirtschaft. Bärbach und Siglisbach: Überschwemmung / Hochwasser. Oberhünigen, Bärbach, Siglisbach: - Bärbach: lokal Überflutungen/Übersarungen infolge zu geringer Gerinnekapazität und Verklausungen von Durchlässen - Bärbach, Runse bei Styg: kleine Rutschung, es wurden Leitungen freigelegt resp. zerrissen - Siglisbach: Zufahrt zu Vögiberg beschädigt - Oberflächenabfluss führte zu Erosionsschäden in Strassen - Hangrutsch unterhalb des Schulhauses (ohne grössere Schäden) Zäziwil, Zäzibach: - infolge ungenügender Gerinnekapazität, Ausuferung des Zäzibachs auf Höhe Friedhof, Durchlass Bernstrasse, Brücke Lorraineweg, Brücke Zelgweg - infolge ungenügender Gerinnekapazität, Ausuferung des Höllebächli, Aufstau Wasser in Rückhalteraum Oberthal, Zäzibach: - infolge ungenügender Gerinnekapazität, Ausuferung des Zäzibachs bei diversen kleinen Brückendurchlässe, Abfluss über Strasse - starke Tiefenerosion bei Feldzufahrt infolge Verklausung Eindolung Schätzung Abfluss aus Querprofil (ist in Karte nicht abgebildet, Koord QP: 616926/195169)</p>	EK Kt. BE
		<p>Gegen 16 Uhr am Montagnachmittag hat eine Gewitterfront von Frankreich her den Kanton Bern erreicht. Aufgrund der grossen Niederschlagsmengen ist in Zäziwil der Dorfbach über die Ufer getreten und hat mehrere Strassen sowie Teile der Bahngeleise überflutet. In der Folge musste der Zugverkehr zwischen Emmenmatt und Konolfingen unterbrochen. Die Regioexpress-Züge Luzern-Bern fallen zwischen Langnau und Konolfingen aus. Es stehen Bahnersatzbusse im Einsatz. Die Hauptstrasse zwischen Bowil und Zäziwil ist wegen Überschwemmung in beiden Richtungen gesperrt. Die Hauptstrasse Wiggen Richtung Thun ist zwischen Marbach und Schangnau wegen Wasser auf der Fahrbahn gesperrt. Auch die Kantonsstrasse zwischen Heidbühl und Schangnau ist überflutet. Zudem ist kurz nach 17.30 Uhr in Sumiswald der Hornbach über die Ufer getreten. In der Nähe befinden sich Wohnhäuser, aber noch gibt es für die Feuerwehr kein Durchkommen. Erdtrübsche haben die Schallenberg-Passstrasse auf dem Gemeindegebiet von Röhrenbach verschüttet. Rund 55 Schadensmeldungen sind bis 17 Uhr am Montagnachmittag bei der Kantonspolizei Bern eingegangen. «Die meisten aus dem Gebiet Zäziwil, Bowil, Konolfingen», verrät Kapo-Sprecherin Simona Benovici gegenüber Bernerzeitung.ch/Newsnetz. «Vereinzelte kamen auch Meldungen aus der Region Belpberg herein. Es handelt sich vorwiegend um Wassereinbrüche in Keller, überschwemmte Strassen oder angehobene Schachtdeckel.»</p>	Tagesanzeiger (28.7.2014)

Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
Fortsetz. 2014, 28.7.		<p>Eine Rekonstruktion der Abflussspitze des Zäzibachs anhand von Fotos mit Hochwassersspuren beim Vereinshaus Waldmätteli und beim Friedhof ergab an beiden Orten 9 – 11 m³/s. Eine Rekonstruktion der Abflussspitze des Bärbachs anhand eines Fotos mit Hochwassersspuren vor der Mündung in die Chise ergab ca. 5 m³/s.</p> <p>Am 28. entwickelten sich nach einer vormittäglichen, sonnigen Aufheizphase und unter Zufuhr feuchter Luftmassen aus Südwesten gegen Abend vielerorts kräftige Gewitter, besonders entlang des Alpenordhangs. [...] Das Unwetter traf auch die Region Zäziwil. Der Zäzibach trat über die Ufer, überschwemmte Strassen und zahlreiche Keller und schwemmte Holz ins Dorf. In Rünkhofen (Gemeinde Bowil) uferete der Schwändigraben aus und überschwemmte ebenfalls Strassen und Keller. Schwellen wurden im Schwändigraben mitgerissen.</p>	Scherrer AG wel (2015)
		<p>Am 28. Juli 2014 setzten im Verlauf des Nachmittags im Gebiet Schallenberg / oberes Emmental gewittrige Niederschläge ein, die sich in der Folge ausdehnten und bis zum Abend und in der Nacht andauerten. Örtlich kam es zusätzlich zu Hagelschlag. Auch in der Nacht zum 29. Juli dauerten die Niederschläge an. Aufgrund der intensiven Niederschläge und den weitgehend gesättigten Böden stiegen die Bäche und Flüsse rasch an und es kam in verschiedenen Gebieten zu Überflutungen und lokal zu Rutschungen. Folgende Gemeinden waren vom Unwetter am 28./29. Juli 2014 betroffen: Bowil, Eriswil, Konolfingen, Lützelflüh, Mirchel, Münsingen-Trimstein, Oberhünigen, Oberthal, Röthenbach, Sumiswald und Zäziwil. [...] Gemeinde Oberhünigen: Gemäss Auskunft der Gemeindeverwaltung kam es zu keinen grösseren Schäden im Gemeindegebiet. Leichte Ausuferungen des Bärbachs, Erosionen in Strassen sowie ein Hangrutsch traten auf. [...] Ausgehend vom Bärbach kam es lokal zu Überflutungen resp. Übersarungen. Zu geringe Gerinnekapazität sowie Verkläuerungen von Durchläusen waren die Ursache. Im Bärbach wurden einige Bachverbauungen beschädigt. [...] Gemeinden Zäziwil und Oberthal: [...] Gemäss Auskunft der Gemeindeverwaltung hat es Schäden nur ausgehend vom Zäzibach gegeben. [...] Ein Querprofil wurde beim Waldmätteli Klubhaus (Koord. 616926/195169) aufgenommen: Spitzenabfluss rund 16 m³/s. Das Querprofil der Brücke reichte aus. A = ca. 4 m², v = ca. 4 m/s.</p> <p>Zäzibach: Gemäss Anwohner begann es ca. um 16 Uhr stark zu regnen. Etwa 15 – 20 Min. lang hagelte es sogar im Einzugsgebiet des Zäzibachs. Infolge dessen verkläueren diverse Eindolungen und kleinere Brückendurchlässe oberhalb von Oberthal und das Wasser floss gemäss Aussagen von Anwohnern teilweise die Strasse runter. Unterhalb des Bätziboden bei Kote 860 wurde eine Feldzufahrt erodiert (vgl. Fotodokumentation im Anhang). In Oberthal floss das ausgetretene Wasser durchs Nebengebäude der Wirtschaft Eintracht. Ansonsten sind keine Schäden in Oberthal bekannt. Ab dem Kegehals fand nur Überflutung resp. Übersarung infolge ungenügender Gerinnekapazität statt. Dabei trat der Zäzibach auf Höhe des Friedhofs in Zäziwil, beim Durchlass der Bernstrasse, bei der Brücke Lorraineweg sowie bei der Brücke Zelgweg über die Ufer. Beim Überfluten wurden kein Geschiebe und kaum Holz mitgeführt. Am stärksten in Mitleidenschaft gezogen, wurden die Liegenschaften Bödeliweg 4 (Foto 9) und Herrengässli 9 (wo es das Untergeschoss und die Garage mit Wasser füllte, vgl. Fotos 23/24). Ansonsten floss das Wasser über die Strassen und durch die Gärten in Richtung Bahnhof und Bahnübergang Thunstrasse. Weiter führte auch das Höljbächli (Seitenbach Zäzibach) Hochwasser. Dieses zusätzlich anfallende Wasser stautete sich von der Einmündung in den Zäzibach her auf und führte mit dem anfallenden Wasser des Zäzibachs vom Lorraineweg her zu einer Seebildung orographisch links vis-à-vis der Turnhalle, oberhalb der Einmündung in den Zäzibach.</p> <p>Nach einem Gewitter gingen zwischen dem 10. am Abend und dem 11. morgens rund 100 Meldungen bei der Kantonspolizei Bern ein. [...] Weiter östlich trat der Hünigenbach über die Ufer und überflutete Niederhünigen und Sportplätze in Konolfingen. Zudem war die Strasse Konolfingen-Zäziwil infolge Überflutung gesperrt.</p> <p>Nach starkem Gewitter sind diverse Bäche übergelaufen. In Oberhünigen, Niederhünigen und Freimettigen gab es diverse Wassereintritte in Gebäuden und überflutete Strassen.</p>	geo7 (2014)
2014, 10./11.8.	Gewitter		wel (2015)
2014, 29.8.	Gewitter		WSL (2020)

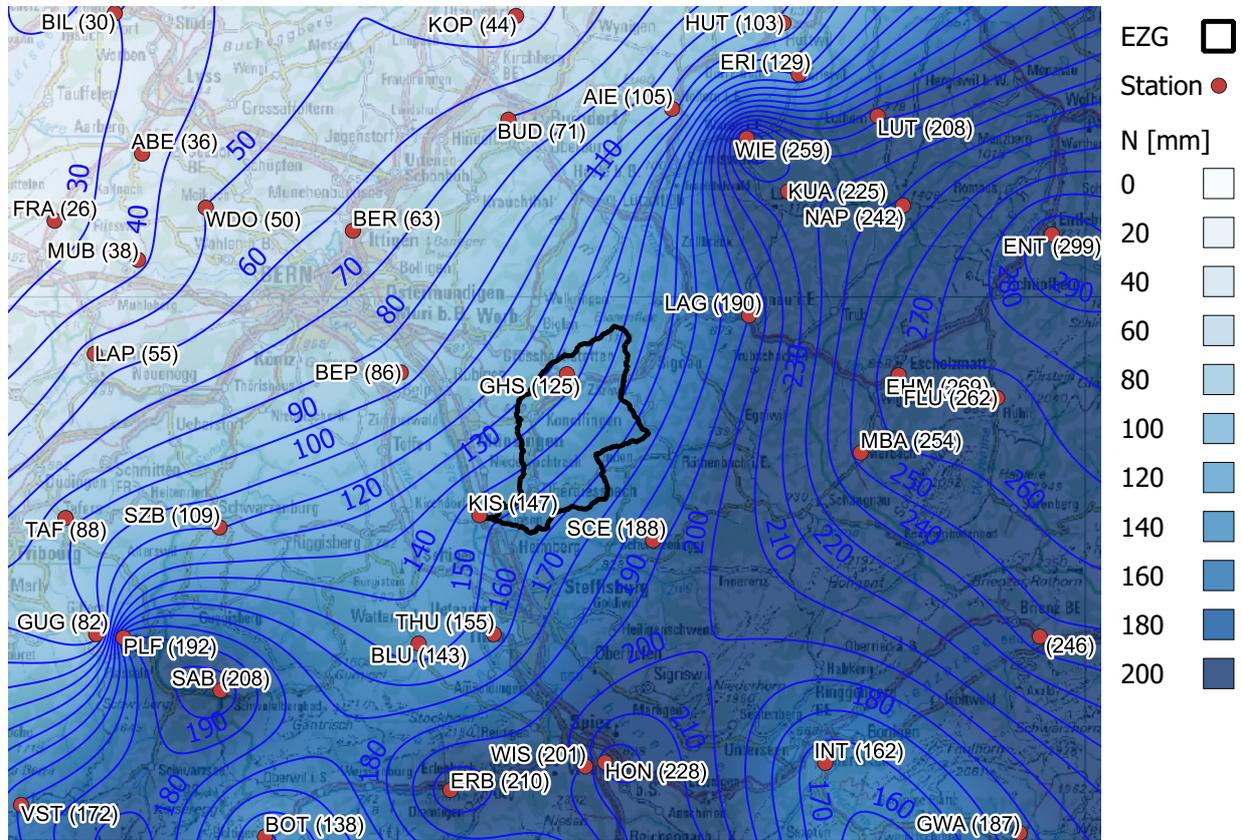
Datum	Niederschlag	Angaben zum Ereignis	Quelle
2017, 21.7.		<p>Ein Sturm mit heftigem Regen und teilweise Hagel sorgte im Kanton Freiburg, aber vor allem im Bernbiet für vollgelaufene Keller und Garagen, umgestürzte Bäume und abgeknickte Äste. Bei der Berner Kantonspolizei gingen zwischen kurz vor 17 Uhr und 23:00 Uhr rund 140 Meldungen ein. Aus dem Raum Thun und Berner Oberland waren es rund 50 Meldungen. Gemäss einer Mitteilung von MeteoNews fielen in der Region Mühleberg BE in 30 Minuten 44 Liter Regen pro Quadratmeter. Besonders betroffen war die Region um Konolfingen, aber auch die Region zwischen Bern und Freiburg. Dort hagelte es auch.</p> <p>Konolfingen: Die Unterführung Haldenweg wurde überflutet. Ein Auto versank darin im Wasser. Div. Strassen/Bahnunterführungen unter Wasser, Weiher/Sammler Tonisbach überlief, Meldungen von div. Wassereinbrüchen in Häuser/Keller.</p> <p>In Konolfingen wurde die Unterführung Haldenweg durch den heftigen Regen überflutet.</p>	WSL (2020)
2018, 26.5.	Gewitter	<p>160 Meldungen bei der Kantonspolizei Bern wegen eines heftigen Gewitters; meist wegen Wasser in Kellern. V.a. Münsingen war betroffen. Niederhünigen, Oberhünigen, Freimettigen, Konolfingen; Starke Gewitter um 19.40 Uhr. In Oberhünigen und Niederhünigen traten Bäche über die Ufer. Die Feuerwehr konnte das Hochwasser mit mobilem Hochwasserschutz einigermassen kontrollieren. Diverse Strassen waren unpassierbar. Auch einige Keller wurden überschwemmt. Die Feuerwehr Konolfingen war zeitweise mit 47 Leuten im Einsatz.</p> <p>Über historische Hochwasser liegen für den Bärbach kaum Aussagen vor, auch die Recherchen in Zeitungen brachten keine wesentlichen neuen Erkenntnisse. Befragungen von Anwohnern im unteren Teil des Bärbachs haben ergeben, dass die Kapazität des seit 1896 bestehende Kanals (ca. 8 m³/s) in den letzten ca. 60 Jahren ausgereicht hat und es nie zu Überschwemmungen gekommen sein soll. Bei Hochwasserabflüssen soll der Kanal bis zur Hälfte oder maximal bis 2/3 gefüllt sein (Hr. H. Mischler, Jg. 1926). Dies entspricht einem Abfluss von ca. 3 - 4 m³/s.</p> <p>Urs Grunder (Jg. 1956) erinnert sich, dass der Bärbach nur einmal vor 30 oder 40 Jahren im Kanal ausferte und das Wasser ohne Schadenfolge übers Feld in die Chise floss.</p> <p>Beim Bärbach kann sich Ulrich Ramseier an kein Schadenshochwasser erinnern.</p>	<p>Sturmarchiv (Berner Zeitung, 22.07.20217 und SRF, 22.07.2017)</p> <p>WSL (2020)</p> <p>Horat & Scherrer AG (2001)</p> <p>Urs Grunder</p> <p>Ulrich Ramseier</p>

Räumliche Niederschlagsverteilung (Werte in mm)

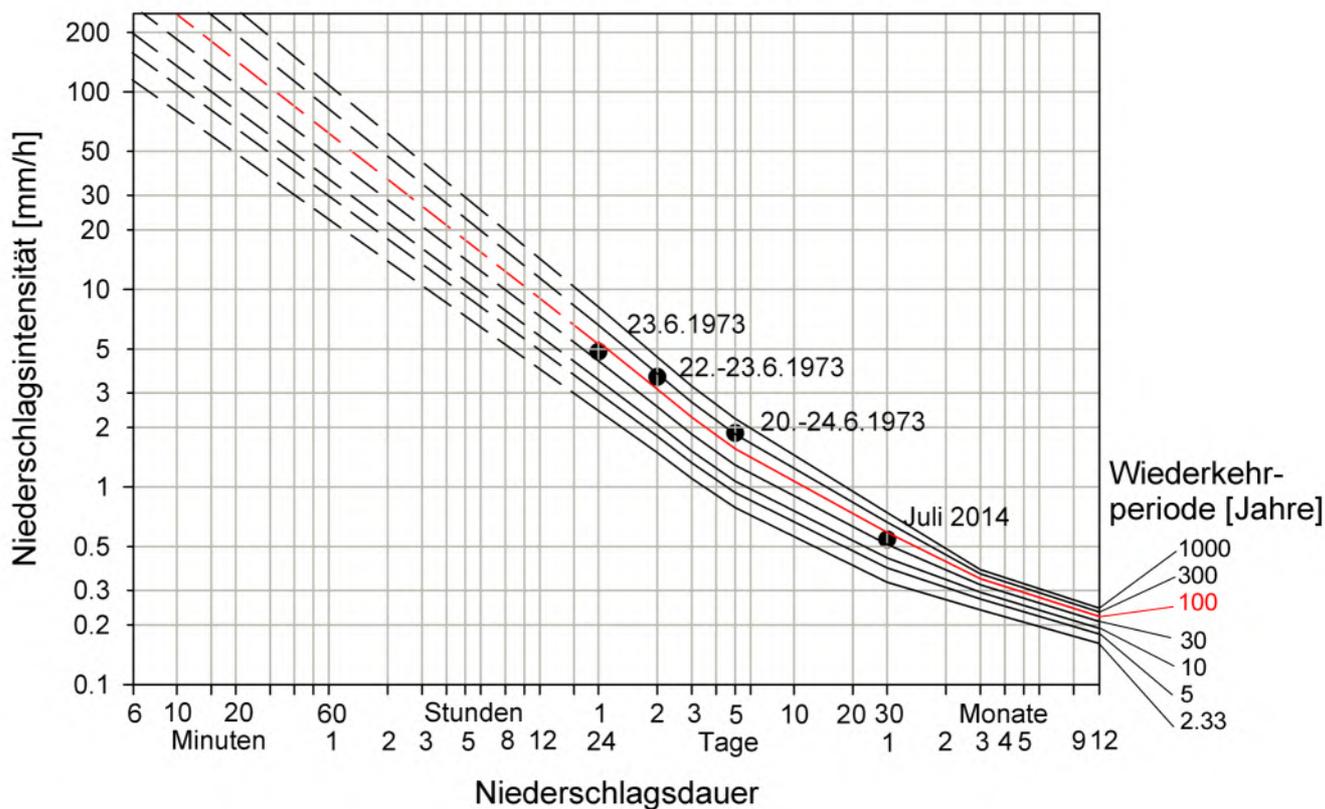
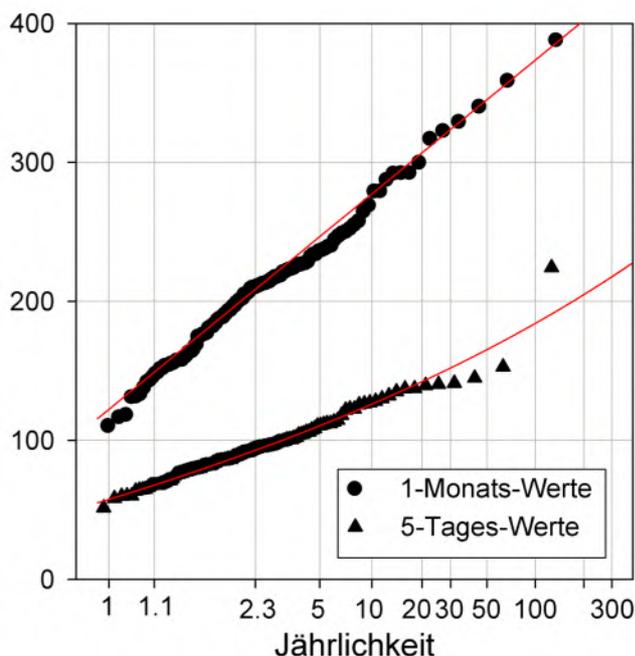
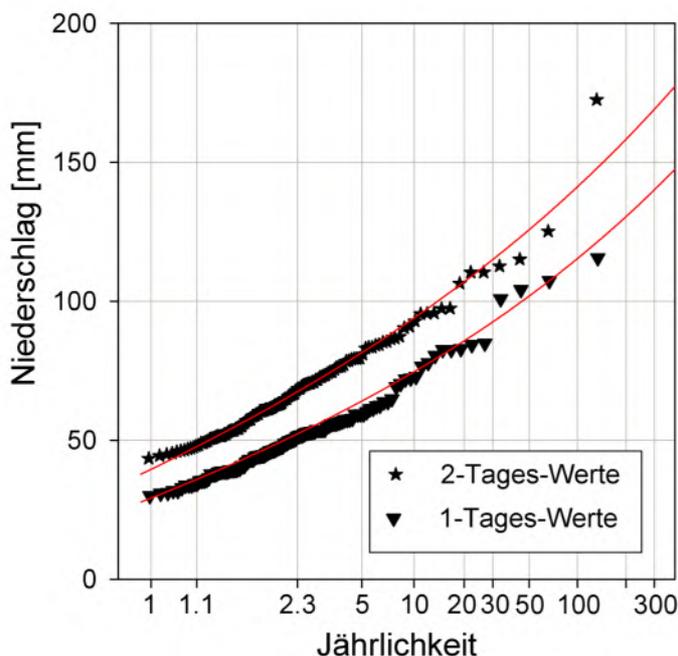


Räumliche Niederschlagsverteilung (Werte in mm)

18.-22.8.2005



<h1>Grosshöchstetten</h1> <h2>1892 - 2020</h2>	Regen und Schnee berücksichtigt
	1. Extremalverteilung: 1-Monats-Maxima
	Mittel aus 1. und 2. Extremalverteilung: 1-, 2-, 3- und 5-Tages-Maxima



<h1>Grosshöchstetten</h1> <h2>1892 - 2020</h2>	Regen und Schnee berücksichtigt
	1. Extremalverteilung: 1-Monats-Maxima
	Mittel aus 1. und 2. Extremalverteilung: 1-, 2-, 3- und 5-Tages-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	23.06.1973	116	22.-23.06.1973	172	20.06.-24.06.1973	224	Juli 2014	389	Mai-Juli 2007	775	1965	1713
2	10.06.1958	108	17.-18.09.2006	125	11.07.-15.07.1951	152	Aug 1968	359	Juli-Sep 1968	771	2001	1656
3	17.09.2006	104	17.-18.05.1994	115	17.05.-21.05.1994	144	Juli 2007	341	Juni-Aug 1938	692	1999	1635
4	02.08.1968	101	01.-02.08.1968	112	28.05.-01.06.2013	141	Aug 2006	330	Apr-Juni 1999	675	1995	1612
5	08.08.2007	85	10.-11.06.1958	110	10.06.-14.06.1910	140	Juli 1936	323	Jul-Sep 2014	665	2006	1576
6	18.05.1994	85	08.-09.06.2013	106	09.06.-13.06.1938	139	Aug 1905	318	Juli-Sep 1936	651	2007	1572
7	27.06.2001	83	16.-17.09.2006	104	02.08.-06.08.1968	137	Juni 2001	301	Juni-Aug 1927	650	2013	1552
8	10.08.1950	83	08.-09.08.2007	102	01.05.-05.05.2015	137	Juni 1973	293	Juli-Sep 1965	639	1968	1529
9	14.06.1988	81	10.-11.07.1993	97	05.08.-09.08.2007	132	Aug 1938	293	Juli-Sep 1960	635	1910	1524
10	21.08.2005	78	20.-21.08.1954	97	22.05.-26.05.1983	129	Aug 1960	293	Juli-Sep 2006	630	2014	1518

Interpolierte 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	37	23	14	9	6.4	5.3	4.0	2.4	1.5	1.1	0.8	0.33	0.24	0.16
5	49	30	18	11	8.1	6.6	4.9	3.0	1.8	1.3	0.9	0.39	0.27	0.18
10	60	36	22	13	9.7	7.8	5.8	3.5	2.1	1.5	1.1	0.44	0.29	0.19
20	73	43	26	15	11.3	9.1	6.8	4.0	2.4	1.7	1.2	0.49	0.31	0.20
30	81	48	28	17	12.4	10.0	7.3	4.4	2.6	1.9	1.3	0.51	0.32	0.21
50	92	54	32	19	13.8	11.1	8.1	4.8	2.8	2.0	1.4	0.55	0.33	0.21
100	109	64	37	22	15.9	12.7	9.3	5.4	3.1	2.3	1.6	0.59	0.34	0.22
200	128	75	43	25	18.3	14.6	10.6	6.2	3.5	2.5	1.7	0.64	0.36	0.23
300	142	82	47	27	19.8	15.8	11.4	6.6	3.7	2.7	1.9	0.66	0.36	0.23
500	160	92	53	30	21.9	17.4	12.6	7.2	4.1	2.9	2.0	0.70	0.37	0.24
1000	189	108	61	35	25.1	19.9	14.3	8.2	4.6	3.2	2.2	0.74	0.38	0.24

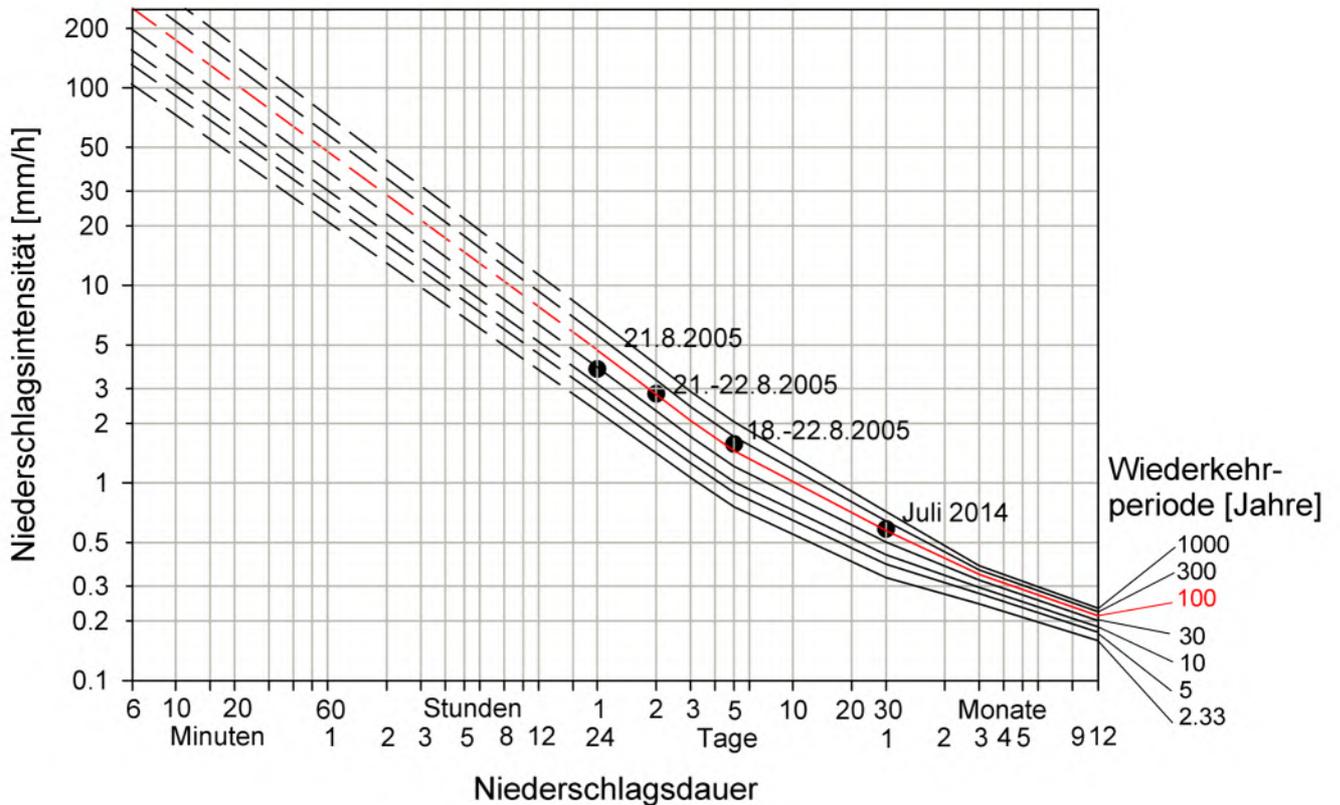
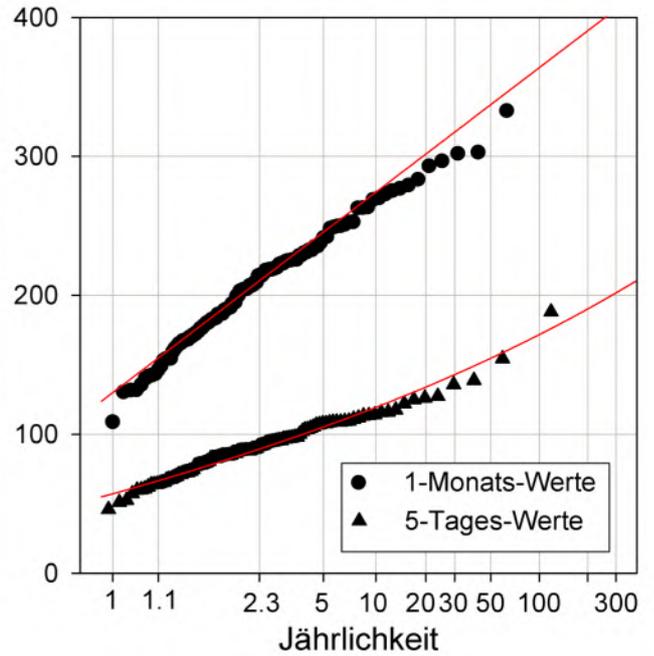
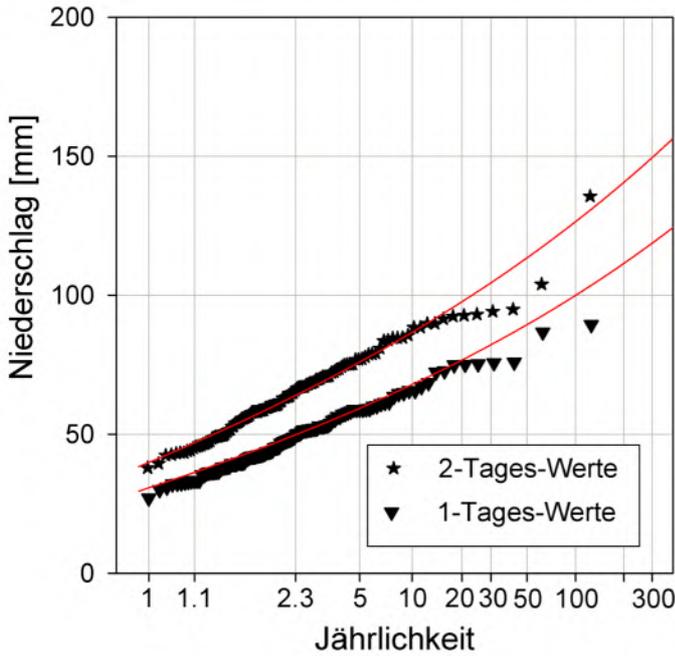
Schwarzenegg

1901 - 2020

Regen und Schnee berücksichtigt

1. Extremalverteilung: 1-Monats-Maxima

Mittel aus 1. und 2. Extremalverteilung:
1-, 2-, 3- und 5-Tages-Maxima



<h1>Schwarzenegg</h1> <h2>1901 - 2020</h2>	Regen und Schnee berücksichtigt
	1. Extremalverteilung: 1-Monats-Maxima
	Mittel aus 1. und 2. Extremalverteilung: 1-, 2-, 3- und 5-Tages-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	21.08.2005	90	21.-22.08.2005	135	18.08.-22.08.2005	188	Juli 2014	419	Juni-Aug 1927	713	1922	1572
2	07.08.1978	87	09.-10.08.1984	104	06.07.-10.07.2014	154	Aug 1968	333	Juni-Aug 2014	689	2001	1563
3	14.06.1910	76	07.-08.08.1978	95	28.05.-01.06.2013	138	Juni 1915	303	Juni-Aug 1938	664	1939	1524
4	02.08.1968	76	05.-06.07.1948	94	28.08.-01.09.1983	135	Aug 1905	303	Juli-Sep 1968	660	1999	1517
5	10.08.1984	75	21.-22.08.1974	93	02.08.-06.08.1968	127	Aug 1927	297	Juni-Aug 1915	651	1927	1500
6	22.08.1974	75	02.-03.08.1968	92	10.06.-14.06.1910	126	Juli 1997	294	Juni-Aug 1997	649	1994	1481
7	13.06.1912	75	17.-18.09.2006	92	21.07.-25.07.1973	124	Juli 2007	284	Juli-Sep 1927	645	1910	1462
8	10.07.1956	73	12.13.06.1912	91	22.07.-26.07.1982	121	Juli 1965	280	Mai-Juli 2007	644	1930	1457
9	25.05.1935	72	10.-11.07.1956	89	20.09.-24.09.2002	117	Juni 2001	277	Mai-Juli 2016	634	2014	1452
10	11.10.1902	69	14.-15.06.1910	88	31.05.-03.06.2004	115	Aug 1938	276	Juni-Aug 1912	633	1993	1435

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	34	21	13	8	6.0	5.0	3.7	2.3	1.4	1.1	0.8	0.33	0.24	0.16
5	42	26	16	10	7.3	6.0	4.5	2.8	1.7	1.3	0.9	0.39	0.28	0.18
10	49	30	18	11	8.5	6.9	5.2	3.2	1.9	1.4	1.0	0.43	0.30	0.19
20	57	35	21	13	9.7	7.9	5.9	3.6	2.2	1.6	1.1	0.48	0.31	0.19
30	62	38	23	14	10.4	8.5	6.3	3.9	2.3	1.7	1.2	0.50	0.32	0.20
50	69	42	25	15	11.4	9.3	6.9	4.2	2.5	1.9	1.3	0.53	0.33	0.20
100	78	47	29	17	12.9	10.4	7.8	4.7	2.8	2.1	1.5	0.58	0.35	0.21
200	89	54	32	19	14.5	11.7	8.7	5.2	3.1	2.3	1.6	0.62	0.36	0.22
300	96	58	35	21	15.5	12.5	9.3	5.6	3.3	2.4	1.7	0.64	0.36	0.22
500	106	63	38	23	16.9	13.6	10.1	6.1	3.6	2.6	1.8	0.67	0.37	0.22
1000	120	72	43	26	18.9	15.3	11.3	6.7	4.0	2.9	2.0	0.72	0.38	0.23

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

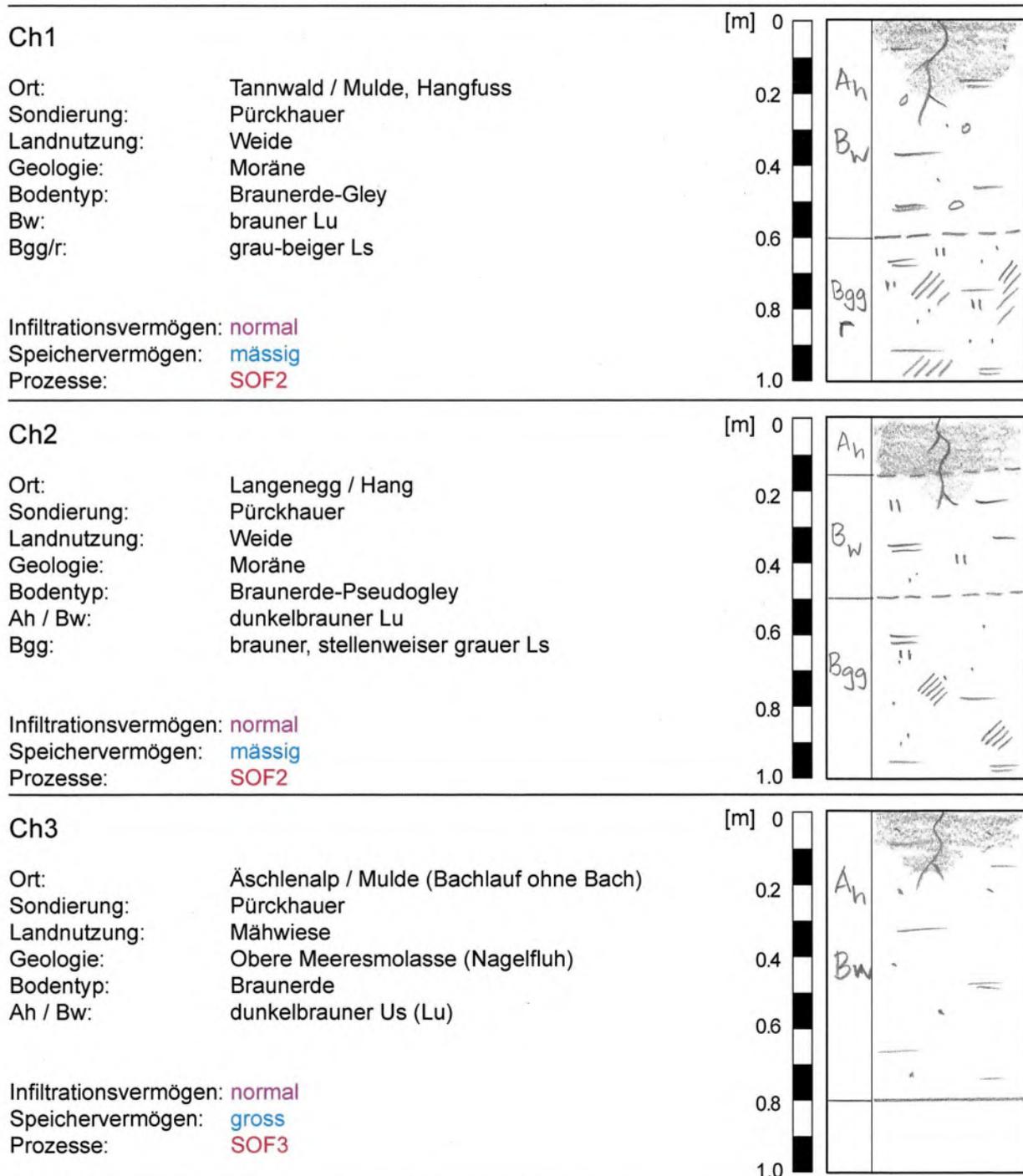
ch	chem. vollständig verwittert
w	Verwitterungshorizont
z	Zersatz Muttergestein

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

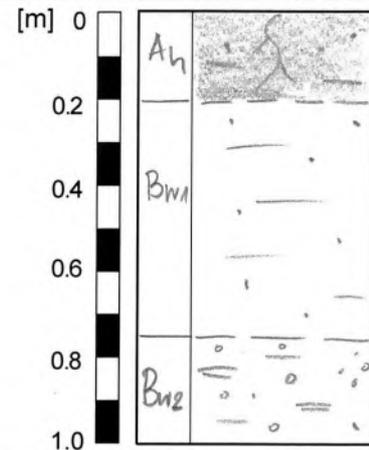
Anhang 4.1b: Die im Einzugsgebiet der Chise untersuchten Bodenprofile (Ch1-Ch19), ihre Eigenschaften, die Einschätzung von Infiltration und Speichervermögen und Angabe des zu erwartenden dominanten Abflussprozesses. Abkürzungen der Bodenprofile siehe Legende Anhang 4.1a.

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).



Ch4

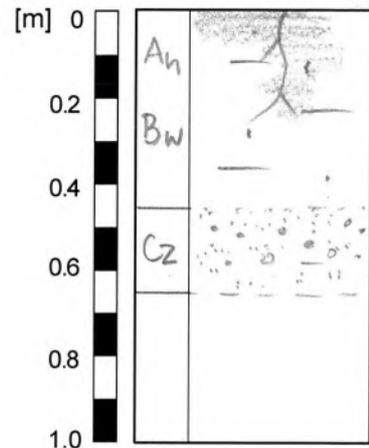
Ort: Äschlenalp / Kuppe
 Sondierung: Pürckhauer
 Landnutzung: Mähwiese
 Geologie: Obere Meeressmolasse (Nagelfluh)
 Bodentyp: Braunerde
 Ah: dunkelbrauner Us
 Bw1: brauner Us
 Bw2: hellbrauner Ls mit Feinkies
 Infiltrationsvermögen: **normal**
 Speichervermögen: **gross**
 Prozesse: **SOF3 / DP**



Ch5

Ort: Bruuch / Hang
 Sondierung: Pürckhauer
 Landnutzung: extensive Mähwiese
 Geologie: Moräne
 Bodentyp: Braunerde
 Bw: dunkelbrauner Us
 Cz: Grobsand und Feinkies (Su)

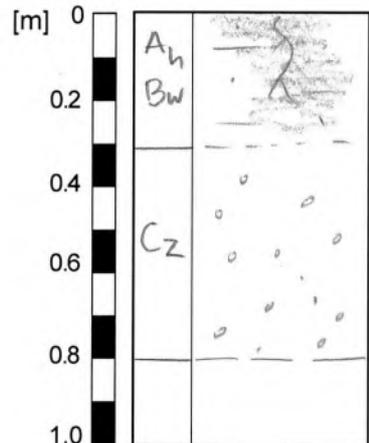
Infiltrationsvermögen: **normal**
 Speichervermögen: **gross**
 Prozesse: **SOF3**



Ch6

Ort: Moos / Terrasse
 Sondierung: Pürckhauer
 Landnutzung: Weide
 Geologie: Moräne
 Bodentyp: Regosol
 Ah/Bw: dunkelbrauner Us
 Cz: graue, sandige, kantige Feinkiese

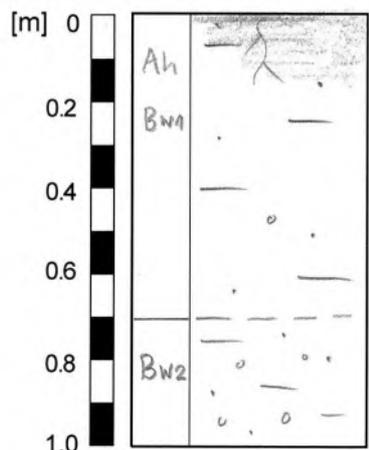
Infiltrationsvermögen: **normal**
 Speichervermögen: **gross**
 Prozesse: **SOF3**



Ch7

Ort: Oulenäst / Hang
 Sondierung: Pürckhauer
 Landnutzung: Weide
 Geologie: Obere Meeressmolasse (Nagelfluh)
 Bodentyp: Braunerde
 Ah/Bw1: brauner Us
 Bw2: brauner Us

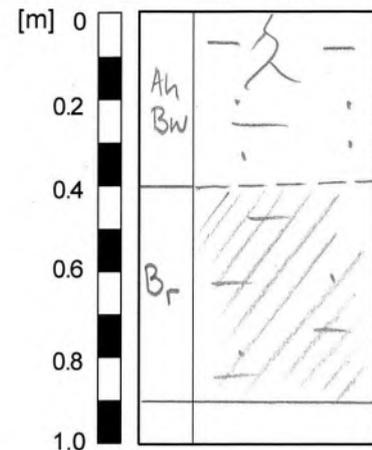
Infiltrationsvermögen: **normal**
 Speichervermögen: **gross**
 Prozesse: **SOF3**



Ch8

Ort: Oulenäst / Mulde
Sondierung: Pürckhauer
Landnutzung: Weide
Geologie: Obere Meeresmolasse (Nagelfluh)
Bodentyp: Braunerde-Gley
Ah/Bw: brauner-dunkelbrauner Us
Br: grauer Us

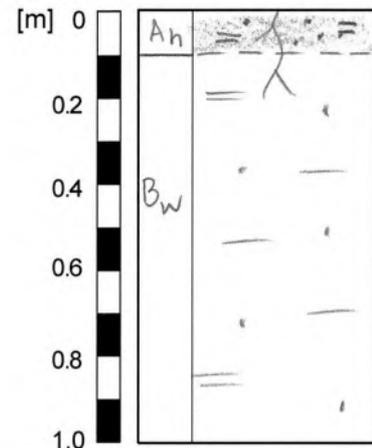
Infiltrationsvermögen: **leicht gehemmt**
Speichervermögen: **mässig**
Prozesse: **SOF2**



Ch9

Ort: Chuenthal / Ebene
Sondierung: Pürckhauer
Landnutzung: Tannen-Mischwald
Geologie: Verwitterungslehm
Bodentyp: Braunerde
Ah / Bw: beiger Ls-Us

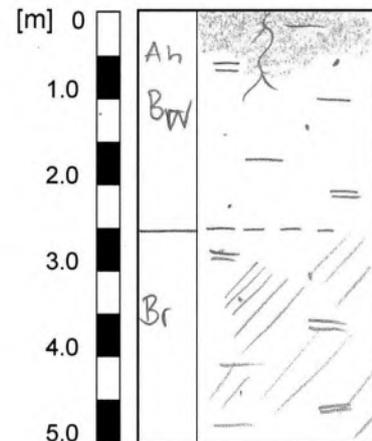
Infiltrationsvermögen: **normal**
Speichervermögen: **gross**
Prozesse: **SSF3**



Ch10

Ort: Leenhübel / Mulde
Sondierung: Pürckhauer
Landnutzung: Weide
Geologie: Alluvion
Bodentyp: Braunerde-Gley
Ah / Bw: dunkelbrauner-brauner Lu
Br: beiger Lt

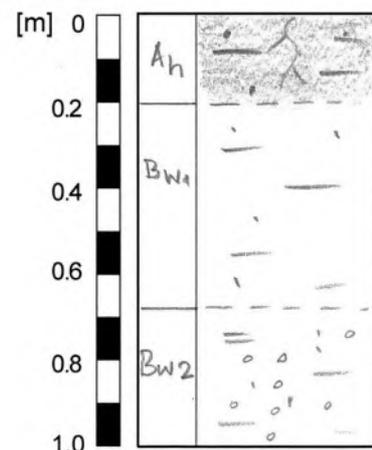
Infiltrationsvermögen: **leicht**
Speichervermögen: **mässig**
Prozesse: **SOF2**



Ch11

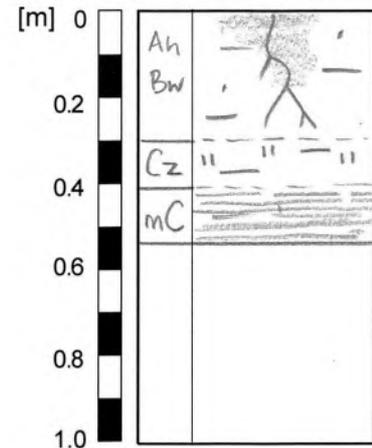
Ort: Juntholz / Unterhang
Sondierung: Pürckhauer
Landnutzung: Mähwiese / Weide
Geologie: Obere Meeresmolasse (Mergel)
Bodentyp: Braunerde
Ah: dunkelbrauner Us
Bw1: brauner Us
Bw2: beiger Ls mit Feinkies

Infiltrationsvermögen: **normal**
Speichervermögen: **gross**
Prozesse: **SOF3**



Ch12

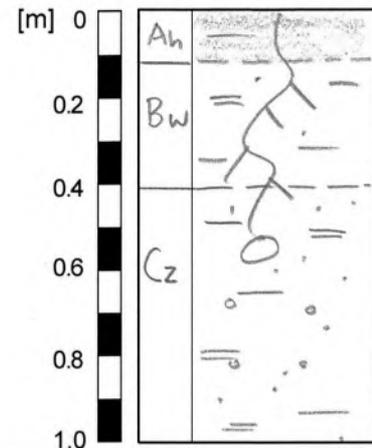
Ort: Juntholz / Unterhang
Sondierung: Pürckhauer
Landnutzung: Fichten-Mischwald
Geologie: Obere Meeresmolasse (Mergel)
Bodentyp: Braunerde, pseudogvergleyt
Ah / Bw: brauner Us
Cz: beiger U
mC: weiss grauer Mergel (hart)
Infiltrationsvermögen: **normal**
Speichervermögen: **gering**
Prozesse: **SSF1**



Ch13

Ort: Wildeneywald / Hang
Sondierung: Aufschluss / Grube
Landnutzung: Weisstannen-Mischwald
Geologie: Obere Meeresmolasse (Nagelfluh)
Bodentyp: Braunerde
Ah: dunkelbrauner Us
Bw: brauner Lu
Cz: rötlich-grauer-sandiger L (nass)

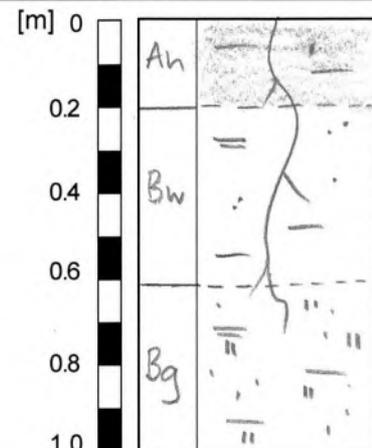
Infiltrationsvermögen: **normal**
Speichervermögen: **gross**
Prozesse: **SSF2-3**



Ch14

Ort: Inseli / Hang
Sondierung: Pürckhauer
Landnutzung: Fichtenwald
Geologie: Obere Meeresmolasse (Nagelfluh)
Bodentyp: Braunerde, pseudovergleyt
Ah: dunkelbrauner Us
Bw: beige-brauner Ls

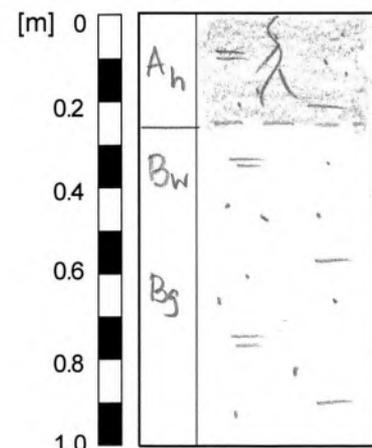
Infiltrationsvermögen: **normal**
Speichervermögen: **mässig-gross**
Prozesse: **SSF2-3**



Ch15

Ort: Inseli / Mulde (Oberhang)
Sondierung: Pürckhauer
Landnutzung: Mähwiese
Geologie: Moräne
Bodentyp: Braunerde, pseudovergleyt
Ah: dunkelbrauner Ls-Us
Bw: brauner Ls

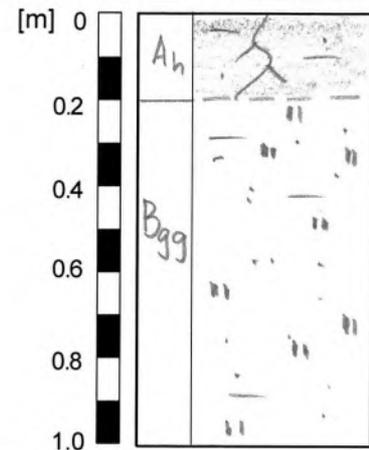
Infiltrationsvermögen: **leicht gehemmt**
Speichervermögen: **mässig-gross**
Prozesse: **SOF2-3**



Ch16

Ort: Gmeis / Hangfuss
Sondierung: Pürckhauer
Landnutzung: Mähwiese
Geologie: Moräne
Bodentyp: Buntgley
Ah: dunkelbrauner Us
Bgg: grauer Su

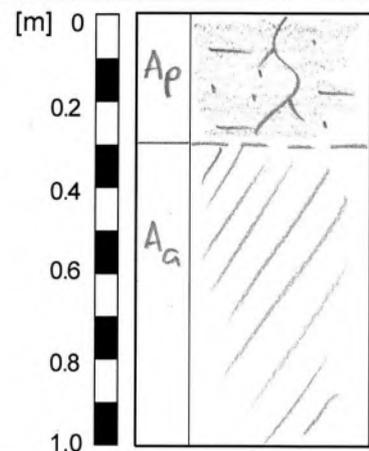
Infiltrationsvermögen: **normal**
Speichervermögen: **gering**
Prozesse: **SOF2**



Ch17

Ort: Gmeis / Ebene
Sondierung: Pürckhauer
Landnutzung: Mähwiese
Geologie: ehemaliges Moor
Bodentyp: Anmoor, überschüttet
Ap: dunkelbrauner Us
Aa: schwarzes, organisches Material

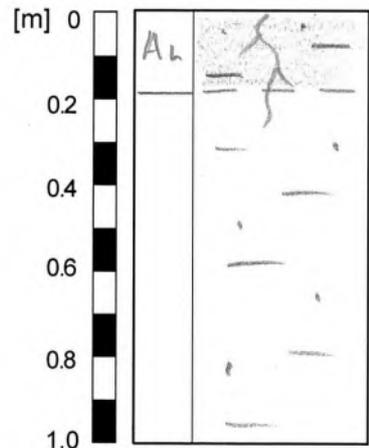
Infiltrationsvermögen: **normal**
Speichervermögen: **gering**
Prozesse: **SOF1**



Ch18

Ort: Chalchofe / Mulde
Sondierung: Pürckhauer
Landnutzung: Weide
Geologie: Obere Meeresmolasse (Sandstein)
Bodentyp: Braunerde
Bw: brauner Us

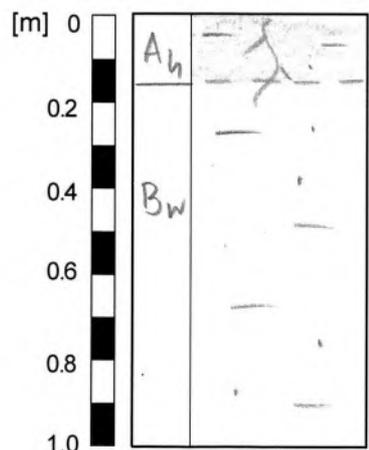
Infiltrationsvermögen: **normal**
Speichervermögen: **gross**
Prozesse: **SOF3**



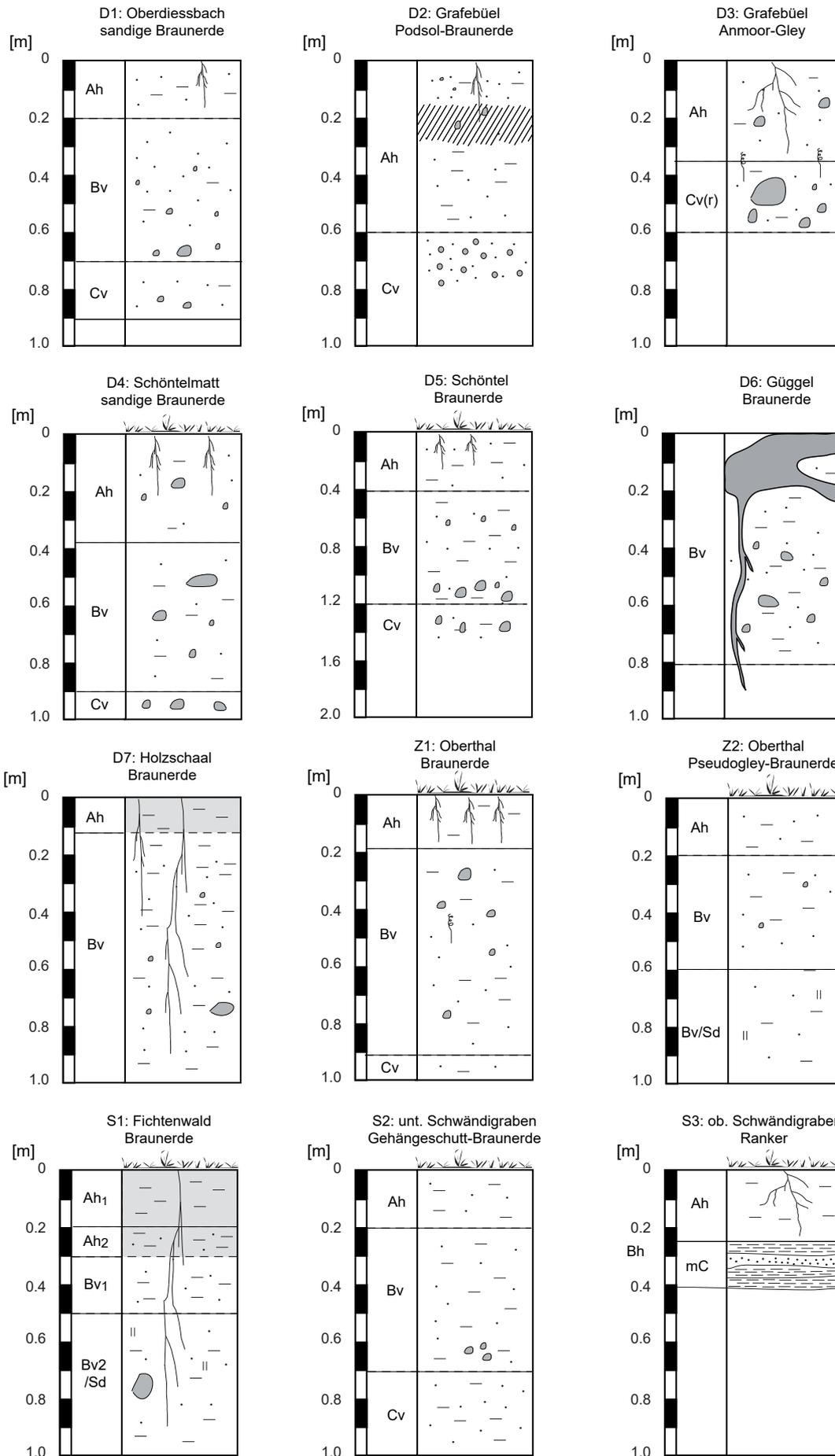
Ch19

Ort: Schufle / Hangfuss
Sondierung: Pürckhauer
Landnutzung: Mähwiese /Kunstwiese
Geologie: Schwemmfächer
Bodentyp: Braunerde
Ah: dunkelbrauner Us
Bw: brauner Us

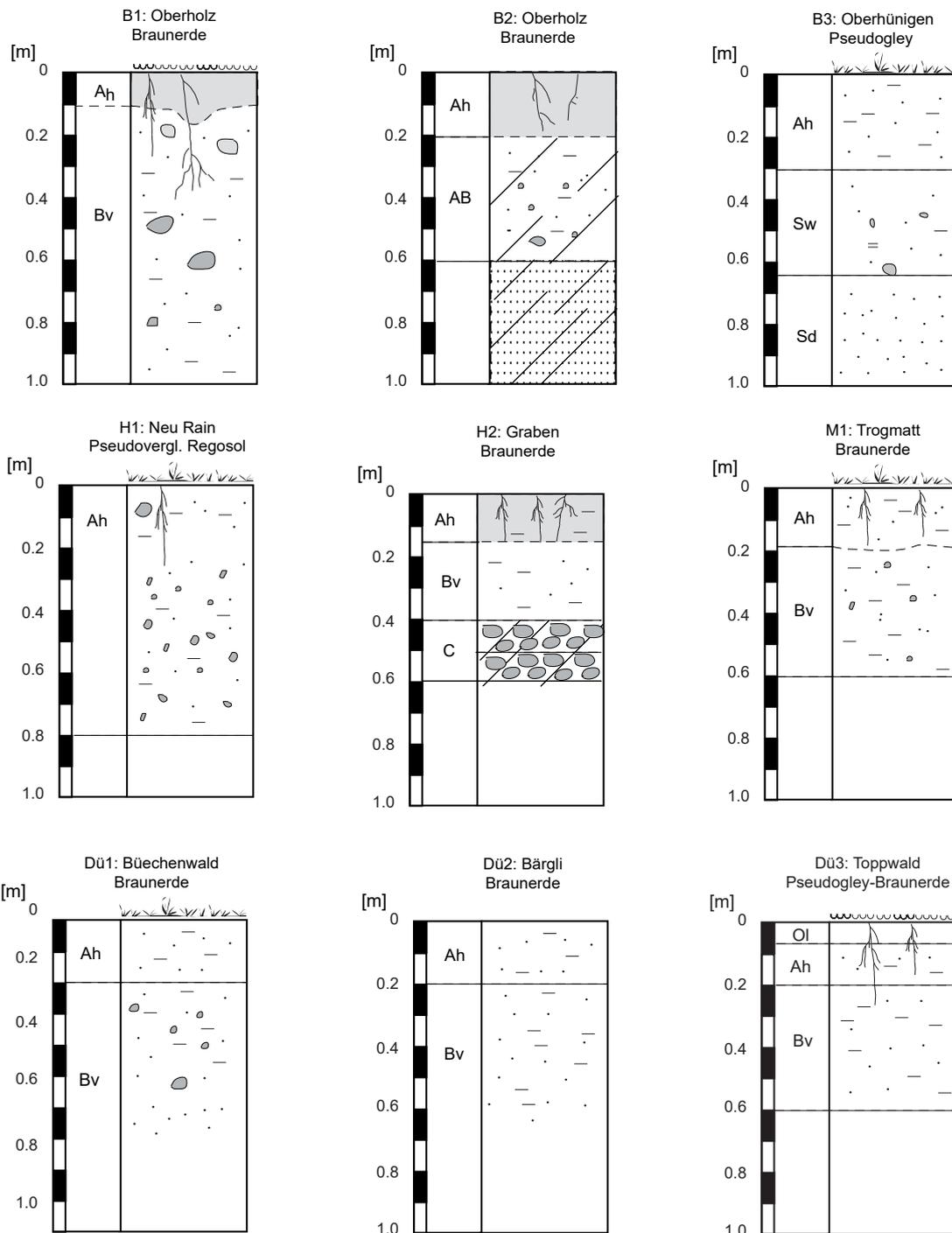
Infiltrationsvermögen: **normal**
Speichervermögen: **gross**
Prozesse: **SOF3**



Anhang 4.2a: Bodenprofile aus Oberdiessbach, Zäzibach und Schändigraben (Scherrer AG, 2001)



Anhang 4.2b: Bodenprofile (Bärbach, Hünigerbach, Mühlebach und Dürrbach). (Scherrer AG, 2001)



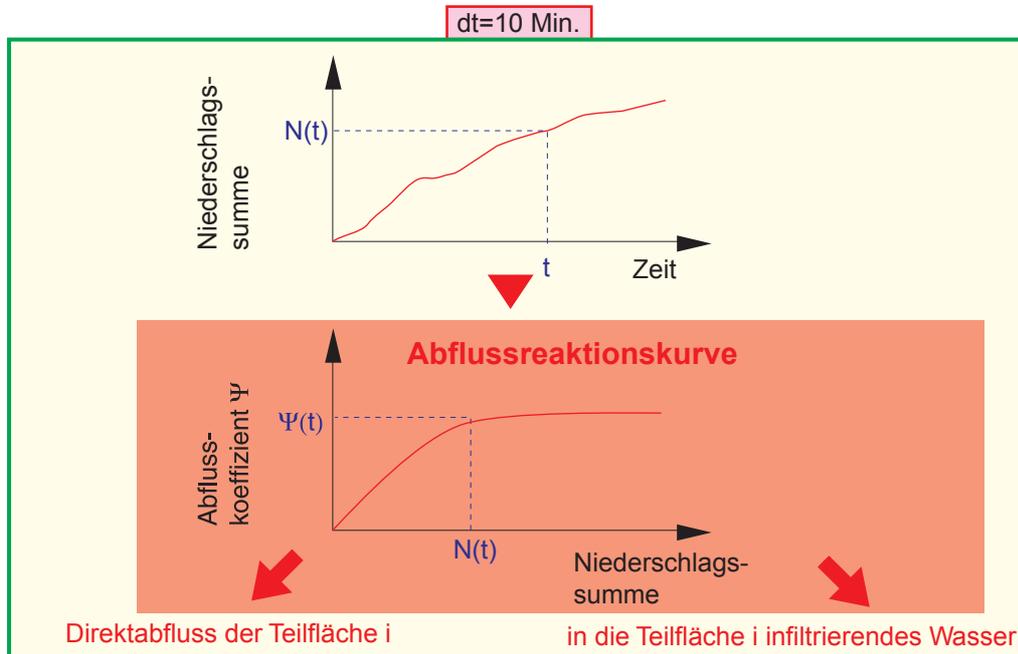
Signaturen

	Sand (S), sandig (s)		Rostflecken
	Silt (U), siltig (u)		Streu, lagig
	Ton (T), tonig (t)		Blöcke (rund, kantig)
	Lehm (L), lehmig (l)		Steine (rund, kantig)
	Wurmgänge		deutliche Horizontgrenze
	Wurzeln		diffuse Horizontgrenze

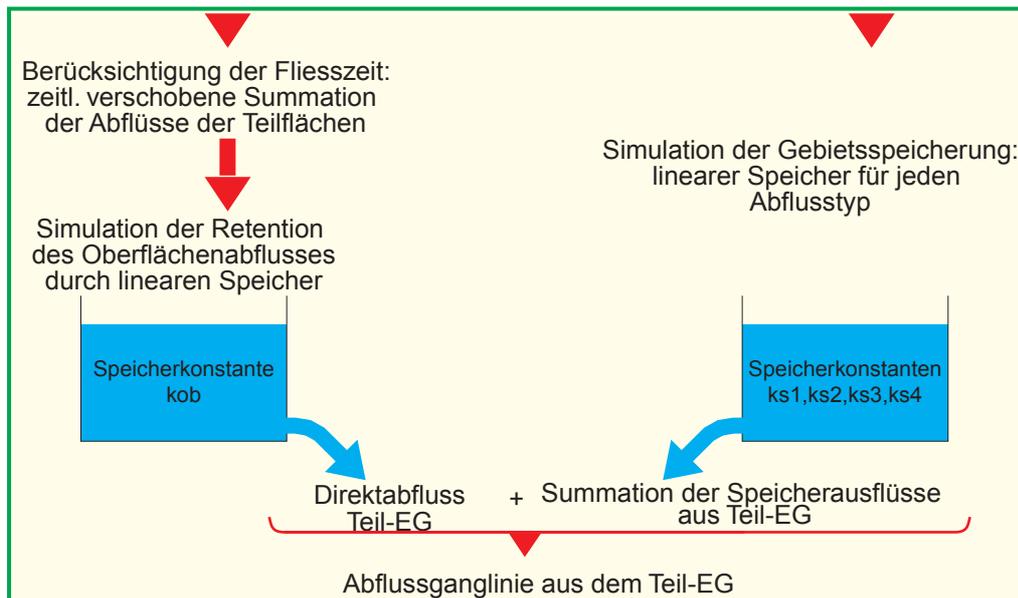
Jede Teilfläche ist charakterisiert durch

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

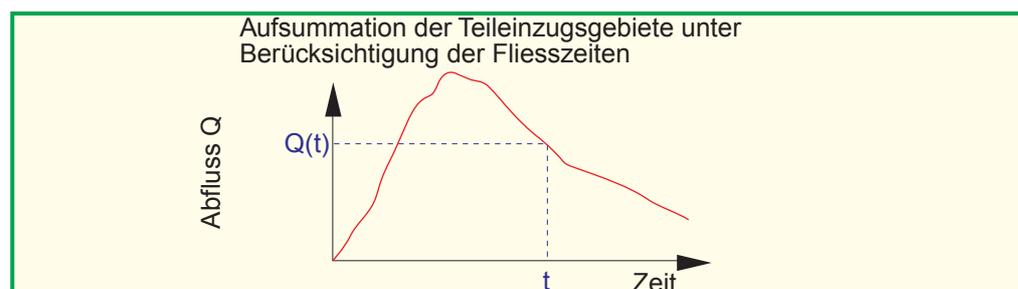
Stufe
Teilfläche



Stufe
Teileinzugs-
gebiet



Einzugs-
gebiet



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

Anhang: Resultate Abflussberechnungen

Tab. 1: Die Resultate (HQ_{30} und HQ_{100}) für den Ist-Zustand mit dem NAM QArea⁺. G steht für Gewitterszenario. Bei den mit * gekennzeichneten Szenarien wurde die Dämpfung mittels 2D-Modell berechnet. Bei den ausgegrauten Werten ist die Dämpfung nicht berücksichtigt. Fett eingetragen sind die maximalen Werte für die untersuchten Wiederkehrperioden (nur die gedämpften werden berücksichtigt).

Wiederkehrperiode [Jahre]	Dauer des Niederschlag [h]	Niederschlags-szenario	Abflussspitzen bei den Bemessungspunkten								
			BP3	BP8	BP10	BP11	BP12	BP14	BP15	BP16	BP17
			[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]
30	0.5	G-Nord	3.5	11.0	11.7	12.0	0.7	12.6	12.7	12.8	12.9
	1	G-Nord	4.5	13.4	14.2	14.5	0.8	15.2	15.4	15.5	15.6
	2	G-Nord	5.7	16.7	17.7	18.0	1.0	18.8	19.0	19.2	19.2
	4	G-Nord*	6.0	12.2	13.0	13.4	1.1	14.0	14.3	14.4	14.4
	0.5	G-Mitte	6.0	8.2	10.0	10.3	0.7	10.8	10.9	11.0	11.1
	1	G-Mitte	6.0	9.0	11.4	11.7	0.9	12.3	12.5	12.6	12.7
	2	G-Mitte	6.0	11.6	15.0	15.4	1.1	16.2	16.4	16.5	16.6
	4	G-Mitte	6.0	12.3	17.4	17.9	1.2	19.1	19.4	19.5	19.6
	0.5	G-Süd	1.5	3.1	3.8	4.4	2.6	5.9	6.3	6.4	6.5
	1	G-Süd	1.8	3.6	4.4	5.2	3.6	7.4	7.9	8.1	8.1
	2	G-Süd	2.1	4.3	5.2	6.2	5.0	9.9	10.6	10.9	11.0
	4	G-Süd	2.4	5.0	6.1	7.5	6.0	13.3	14.2	14.6	14.7
	6	Block*	6.0	15.2	18.2	19.5	6.7	21.8	22.6	23.0	23.1
	8	Block*	6.0	16.0	19.3	20.8	6.8	24.0	25.2	25.6	25.7
	12	Block*	6.0	16.0	20.3	22.2	6.5	28.8	30.1	30.6	30.7
	24	Block*	6.0	14.8	19.2	21.4	5.4	28.1	29.6	30.1	30.2
36	Block	6.0	15.3	19.3	21.4	4.7	27.4	28.8	29.3	29.4	
48	Block	6.0	14.2	17.7	19.7	4.1	25.0	26.4	26.8	26.9	
72	Block	6.0	12.8	15.7	17.4	3.5	21.9	23.1	23.4	23.5	
100	0.5	G-Nord	6.0	23.7	24.8	25.1	1.0	25.9	26.1	26.2	26.3
	1	G-Nord*	6.0	12.8	13.7	14.0	1.3	14.6	14.8	14.9	15.0
	2	G-Nord*	6.0	15.3	16.4	16.8	1.5	17.5	17.8	17.9	17.9
	4	G-Nord*	6.0	17.5	19.0	19.5	1.8	20.5	20.9	21.0	21.1
	0.5	G-Mitte	6.0	12.1	17.0	17.3	1.1	18.2	18.4	18.5	18.6
	1	G-Mitte	6.0	15.0	20.4	20.8	1.4	21.7	22.0	22.1	22.2
	2	G-Mitte	6.0	18.2	25.7	26.2	1.7	27.5	27.8	28.0	28.0
	4	G-Mitte	6.0	17.8	26.7	27.4	2.0	29.5	29.9	30.1	30.2
	0.5	G-Süd	2.8	5.1	6.2	7.1	5.4	9.8	10.4	10.6	10.7
	1	G-Süd	3.3	5.9	7.1	8.3	7.1	12.2	13.0	13.3	13.4
	2	G-Süd	4.0	7.7	9.1	10.7	9.2	16.4	17.5	17.9	18.0
	4	G-Süd	4.8	9.4	11.1	13.3	10.5	22.0	23.5	24.0	24.1
	6	Block*	6.0	22.8	28.1	30.3	11.0	35.9	37.5	38.1	38.2
	8	Block*	6.0	23.2	29.2	31.7	10.7	40.9	42.8	43.4	43.5
	12	Block*	6.0	21.9	28.9	31.9	9.8	42.3	44.5	45.1	45.2
	24	Block*	6.4	18.9	25.2	28.3	7.7	37.9	40.1	40.8	40.9
36	Block*	6.0	17.0	22.5	25.4	6.5	33.6	35.7	36.3	36.4	
48	Block*	6.0	15.7	20.6	23.2	5.7	30.6	32.4	33.0	33.1	
72	Block	6.0	15.3	19.3	21.6	4.8	27.8	29.4	29.9	30.0	

Tab. 2: Die Resultate (HQ_{300} und HQ_{1000}) für den Ist-Zustand mit dem NAM QArea*. G steht für Gewitter-szenario. Bei den mit * gekennzeichneten Szenarien wurde die Dämpfung mittels 2D-Modell berechnet. Bei den ausgegrauten Werten ist die Dämpfung nicht berücksichtigt. Fett eingetragen sind die maximalen Werte für die untersuchten Wiederkehrperioden (nur die gedämpften werden berücksichtigt).

Wiederkehrperiode [Jahre]	Dauer des Niederschlag [h]	Niederschlag-szenario	Abflussspitzen								
			bei den Bemessungspunkten								
			BP3 [m³/s]	BP8 [m³/s]	BP10 [m³/s]	BP11 [m³/s]	BP12 [m³/s]	BP14 [m³/s]	BP15 [m³/s]	BP16 [m³/s]	BP17 [m³/s]
300	0.5	G-Nord	6.0	42.3	44.1	44.5	1.6	45.6	45.9	46.0	46.0
	1	G-Nord*	6.0	18.4	19.9	20.4	1.9	21.2	21.5	21.6	21.7
	2	G-Nord*	6.0	22.1	24.0	24.6	2.5	25.8	26.1	26.3	26.3
	4	G-Nord*	6.0	26.5	28.9	29.7	3.1	31.3	31.8	32.0	32.1
	0.5	G-Mitte	6.0	23.5	32.5	33.0	1.8	34.1	34.4	34.5	34.6
	1	G-Mitte	6.0	26.3	36.7	37.2	2.2	38.6	38.9	39.1	39.2
	2	G-Mitte	6.0	28.4	41.2	41.9	2.9	44.1	44.5	44.7	44.8
	4	G-Mitte	6.0	25.9	40.3	41.3	3.6	44.8	45.4	45.6	45.7
	0.5	G-Süd	5.5	8.9	10.5	12.0	10.5	16.9	17.8	18.1	18.2
	1	G-Süd	6.0	11.3	13.2	15.1	12.6	21.2	22.4	22.8	22.9
	2	G-Süd	6.0	14.3	16.6	19.0	15.3	26.8	28.4	28.9	29.0
	4	G-Süd	6.0	15.3	18.4	21.8	16.5	35.3	37.6	38.3	38.4
	6	Block*	13.3	33.8	43.9	47.4	16.3	57.3	59.8	60.6	60.8
	8	Block*	16.4	31.8	42.8	46.8	15.6	61.3	64.0	64.9	65.0
	12	Block*	19.7	31.0	39.3	43.7	13.8	59.3	62.4	63.3	63.4
	24	Block*	19.1	31.7	39.4	43.4	10.5	55.3	58.1	59.1	59.1
36	Block*	15.7	27.0	34.2	37.9	8.7	48.9	51.5	52.4	52.4	
48	Block*	13.3	23.5	29.8	33.3	7.6	43.0	45.5	46.3	46.3	
72	Block	10.1	21.7	26.8	29.6	6.0	37.4	39.4	40.0	40.1	
1000	0.5	G-Nord	6.0	76.4	80.4	81.0	2.7	82.5	82.9	83.0	83.1
	1	G-Nord*	6.0	36.1	38.9	39.5	3.5	40.8	41.2	41.4	41.5
	2	G-Nord*	6.0	42.5	46.0	46.9	4.7	48.8	49.3	49.5	49.6
	4	G-Nord*	6.0	44.1	48.8	50.0	5.4	53.3	54.0	54.3	54.4
	0.5	G-Mitte	6.0	47.8	64.5	65.1	3.0	66.9	67.2	67.4	67.5
	1	G-Mitte	6.0	49.7	68.7	69.5	4.1	71.9	72.4	72.6	72.7
	2	G-Mitte	10.1	46.9	69.5	70.6	5.4	74.3	75.0	75.2	75.3
	4	G-Mitte	16.8	40.1	63.9	65.4	6.1	71.4	72.4	72.7	72.8
	0.5	G-Süd	6.0	21.2	24.8	27.2	18.6	35.4	36.9	37.4	37.5
	1	G-Süd	6.0	22.6	26.6	29.6	22.3	40.0	41.9	42.5	42.6
	2	G-Süd	6.0	24.5	29.3	33.3	25.4	47.5	49.9	50.8	50.9
	4	G-Süd	6.0	23.1	28.6	34.0	26.0	58.8	62.3	63.5	63.6
	6	Block*	55.9	58.9	69.9	74.3	24.5	93.7	97.6	98.8	99.0
	8	Block*	51.0	68.3	80.4	85.3	22.6	92.9	96.0	97.3	97.5
	12	Block*	42.2	67.9	81.5	87.1	19.6	99.0	102.6	103.8	103.9
	24	Block*	28.4	56.8	67.6	72.5	14.5	86.6	90.5	91.7	91.8
36	Block*	21.1	43.4	53.0	58.0	11.6	72.5	76.0	77.2	77.2	
48	Block*	17.2	36.9	45.4	50.1	9.8	62.7	65.9	66.9	67.0	
72	Block	12.9	27.7	34.2	37.9	7.5	47.7	50.3	51.1	51.2	

Tab. 3: Die Resultate (HQ₃₀ und HQ₁₀₀) der Prognose-Zustands-Berechnungen Variante a) mit dem NAM QArea+. G steht für Gewitterszenario. Fett eingetragen sind die maximalen Werte für die untersuchten Wiederkehrperioden.

Wiederkehrperiode [Jahre]	Dauer des Niederschlag [h]	Niederschlagsszenario	Abflussspitzen bei den Bemessungspunkten								
			BP3	BP8	BP10	BP11	BP12	BP14	BP15	BP16	BP17
			[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
30	0.5	G-Nord	3.5	11.2	11.7	12.0	0.7	12.6	12.7	12.8	12.9
	1	G-Nord	4.5	12.0	12.6	12.9	0.8	13.6	13.8	13.9	14.0
	2	G-Nord	5.7	12.0	12.7	13.1	1.0	14.1	14.3	14.4	14.5
	4	G-Nord	6.0	12.0	12.9	13.3	1.1	14.7	14.9	15.1	15.2
	0.5	G-Mitte	6.0	8.8	10.0	10.3	0.7	10.8	10.9	11.0	11.1
	1	G-Mitte	6.0	9.9	11.4	11.7	0.9	12.3	12.5	12.6	12.7
	2	G-Mitte	6.0	12.0	13.9	14.3	1.1	15.1	15.4	15.5	15.6
	4	G-Mitte	6.0	12.0	14.6	15.1	1.2	16.4	16.7	16.8	16.9
	0.5	G-Süd	1.5	3.4	3.8	4.4	2.6	5.9	6.3	6.4	6.5
	1	G-Süd	1.8	3.9	4.4	5.2	3.6	7.4	7.9	8.1	8.1
	2	G-Süd	2.1	4.6	5.2	6.2	5.0	9.9	10.6	10.9	11.0
	4	G-Süd	2.4	5.3	6.1	7.5	6.0	13.3	14.2	14.6	14.7
	6	Block	6.0	12.0	14.8	16.6	6.7	24.4	25.6	26.0	26.1
	8	Block	6.0	12.0	14.9	16.9	6.8	24.9	26.2	26.7	26.8
	12	Block	6.0	12.0	15.0	17.2	6.5	25.0	26.5	27.0	27.1
	24	Block	6.0	12.0	14.7	17.1	5.4	23.9	25.5	26.0	26.1
36	Block	6.0	12.0	14.4	16.6	4.7	22.6	24.1	24.6	24.7	
48	Block	6.0	12.0	14.1	16.2	4.1	21.5	22.9	23.4	23.4	
72	Block	6.0	12.0	13.8	15.5	3.5	20.0	21.2	21.6	21.7	
100	0.5	G-Nord	6.0	12.0	12.8	13.1	1.0	14.0	14.2	14.3	14.4
	1	G-Nord	6.0	12.0	12.9	13.3	1.3	14.5	14.7	14.9	14.9
	2	G-Nord	6.0	12.0	13.1	13.6	1.5	15.3	15.6	15.7	15.8
	4	G-Nord	6.0	12.0	13.3	13.9	1.8	16.1	16.5	16.7	16.7
	0.5	G-Mitte	6.0	12.0	14.3	14.7	1.1	15.5	15.7	15.9	15.9
	1	G-Mitte	6.0	12.0	14.8	15.2	1.4	16.4	16.7	16.8	16.9
	2	G-Mitte	6.0	12.0	15.5	16.1	1.7	17.7	18.0	18.2	18.2
	4	G-Mitte	6.0	12.0	16.1	16.8	2.0	19.2	19.6	19.8	19.9
	0.5	G-Süd	2.8	5.5	6.2	7.1	5.4	9.8	10.4	10.6	10.7
	1	G-Süd	3.3	6.3	7.1	8.3	7.1	12.2	13.0	13.3	13.4
	2	G-Süd	4.0	8.2	9.1	10.7	9.2	16.4	17.5	17.9	18.0
	4	G-Süd	4.8	10.0	11.1	13.3	10.5	22.0	23.5	24.0	24.1
	6	Block	6.0	12.0	16.4	19.3	11.0	31.9	33.7	34.4	34.5
	8	Block	6.0	12.0	16.6	19.7	10.7	32.2	34.2	34.8	34.9
	12	Block	6.0	13.7	16.8	20.0	9.8	31.7	33.9	34.7	34.8
	24	Block	6.4	22.9	26.2	28.8	7.7	33.7	35.5	36.1	36.2
36	Block	6.0	21.3	24.3	26.9	6.5	34.2	36.1	36.7	36.7	
48	Block	6.0	19.5	22.2	24.6	5.7	31.6	33.3	33.9	34.0	
72	Block	6.0	15.6	17.6	19.4	4.8	23.9	25.3	25.8	25.8	

Tab. 4: Die Resultate (HQ_{300} und HQ_{1000}) der Prognose-Zustands-Berechnungen Variante a) mit dem NAM QArea⁺. G steht für Gewitterszenario. Fett eingetragen sind die maximalen Werte für die untersuchten Wiederkehrperioden.

Wiederkehrperiode [Jahre]	Dauer des Niederschlag [h]	Niederschlagsszenario	Abflussspitzen								
			bei den Bemessungspunkten								
			BP3 [m ³ /s]	BP8 [m ³ /s]	BP10 [m ³ /s]	BP11 [m ³ /s]	BP12 [m ³ /s]	BP14 [m ³ /s]	BP15 [m ³ /s]	BP16 [m ³ /s]	BP17 [m ³ /s]
300	0.5	G-Nord	6.0	12.0	13.2	13.6	1.6	15.0	15.2	15.4	15.4
	1	G-Nord	6.0	12.0	13.4	14.0	1.9	15.8	16.1	16.3	16.3
	2	G-Nord	6.0	12.0	13.7	14.4	2.5	17.2	17.6	17.8	17.9
	4	G-Nord	6.0	12.0	13.9	14.8	3.1	18.4	19.0	19.3	19.4
	0.5	G-Mitte	6.0	12.0	16.0	16.5	1.8	17.9	18.2	18.4	18.4
	1	G-Mitte	6.0	12.0	16.7	17.3	2.2	19.3	19.7	19.9	19.9
	2	G-Mitte	6.0	12.0	17.6	18.4	2.9	21.6	22.0	22.2	22.3
	4	G-Mitte	6.0	12.0	18.3	19.3	3.6	23.4	24.0	24.3	24.3
	0.5	G-Süd	5.5	9.5	10.5	12.0	10.5	16.9	17.8	18.1	18.2
	1	G-Süd	6.0	12.0	13.2	15.1	12.6	21.2	22.4	22.8	22.9
	2	G-Süd	6.0	12.0	13.5	16.1	15.3	26.6	28.2	28.8	28.9
	4	G-Süd	6.0	12.0	13.8	17.6	16.5	34.7	37.1	37.9	38.0
	6	Block	13.3	32.3	37.4	40.6	16.3	46.1	48.1	48.7	48.8
	8	Block	16.4	39.4	44.8	48.4	15.6	55.1	57.3	58.0	58.1
	12	Block	19.7	44.3	49.6	53.3	13.8	60.1	62.8	63.7	63.8
	24	Block	19.1	44.1	48.9	52.6	10.5	63.7	66.5	67.4	67.5
36	Block	15.7	36.5	40.7	44.3	8.7	55.2	57.8	58.6	58.7	
48	Block	13.3	30.9	34.6	38.0	7.6	47.7	50.1	50.9	50.9	
72	Block	10.1	23.6	26.5	29.2	6.0	36.9	38.9	39.5	39.6	
1000	0.5	G-Nord	6.0	12.0	14.1	14.7	2.7	17.1	17.4	17.6	17.7
	1	G-Nord	6.0	14.1	15.5	16.0	3.5	18.9	19.4	19.6	19.6
	2	G-Nord	6.0	24.3	26.2	27.0	4.7	28.4	28.8	29.0	29.1
	4	G-Nord	6.0	40.8	43.2	44.3	5.4	46.6	47.3	47.5	47.6
	0.5	G-Mitte	6.0	12.0	19.1	19.7	3.0	22.4	22.8	23.0	23.0
	1	G-Mitte	6.0	12.0	20.3	21.2	4.1	25.5	26.0	26.2	26.3
	2	G-Mitte	10.1	12.0	21.2	22.4	5.4	28.2	28.9	29.2	29.3
	4	G-Mitte	16.8	20.4	25.8	26.7	6.1	30.3	31.3	31.7	31.7
	0.5	G-Süd	6.0	12.0	13.8	16.4	18.6	27.2	28.7	29.3	29.4
	1	G-Süd	6.0	12.0	14.1	17.4	22.3	33.2	35.2	35.9	36.0
	2	G-Süd	6.0	12.0	14.5	19.0	25.4	43.1	45.9	46.8	47.0
	4	G-Süd	6.0	12.0	14.8	20.7	26.0	50.1	54.0	55.2	55.4
	6	Block	55.9	90.5	98.4	103.1	24.5	111.0	113.9	114.8	115.0
	8	Block	51.0	108.2	116.8	122.1	22.6	133.2	136.6	137.7	137.8
	12	Block	42.2	96.1	105.1	111.2	19.6	129.6	133.6	134.9	135.0
	24	Block	28.4	65.3	72.4	78.1	14.5	95.9	100.0	101.3	101.4
36	Block	21.1	49.2	55.0	60.2	11.6	74.9	78.6	79.7	79.8	
48	Block	17.2	40.3	45.2	49.9	9.8	62.5	65.7	66.7	66.8	
72	Block	12.9	30.3	34.1	37.8	7.5	47.6	50.2	51.1	51.1	

Tab. 5: Die Resultate (HQ_{30} und HQ_{100}) der Prognose-Zustands-Berechnungen Variante b) mit dem NAM QArea+. G steht für Gewitterszenario. Fett eingetragen sind die maximalen Werte für die untersuchten Wiederkehrperioden.

Wiederkehrperiode [Jahre]	Dauer des Niederschlag [h]	Niederschlagsszenario	Abflussspitzen bei den Bemessungspunkten								
			BP3	BP8	BP10	BP11	BP12	BP14	BP15	BP16	BP17
			[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
30	0.5	G-Nord	3.5	11.2	11.7	12.0	0.7	12.6	12.7	12.8	12.9
	1	G-Nord	4.5	12.0	12.6	12.9	0.8	13.6	13.8	13.9	14.0
	2	G-Nord	5.7	12.0	12.7	13.1	1.0	14.1	14.3	14.4	14.5
	4	G-Nord	6.0	12.0	12.9	13.3	1.1	14.7	14.9	15.1	15.2
	0.5	G-Mitte	6.0	8.8	10.0	10.3	0.7	10.8	10.9	11.0	11.1
	1	G-Mitte	6.0	9.9	11.4	11.7	0.9	12.3	12.5	12.6	12.7
	2	G-Mitte	6.0	12.0	13.9	14.3	1.1	15.1	15.4	15.5	15.6
	4	G-Mitte	6.0	12.0	14.6	15.1	1.2	16.4	16.7	16.8	16.9
	0.5	G-Süd	1.5	3.4	3.8	4.4	2.6	5.9	6.3	6.4	6.5
	1	G-Süd	1.8	3.9	4.4	5.2	3.6	7.4	7.9	8.1	8.1
	2	G-Süd	2.1	4.6	5.2	6.2	5.0	9.9	10.6	10.9	11.0
	4	G-Süd	2.4	5.3	6.1	7.5	6.0	13.3	14.2	14.6	14.7
	6	Block	6.0	12.0	14.8	16.6	6.7	24.4	25.6	26.0	26.1
	8	Block	6.0	12.0	14.9	16.9	6.8	24.9	26.2	26.7	26.8
	12	Block	6.0	12.0	15.0	17.2	6.5	25.0	26.5	27.0	27.1
	24	Block	6.0	12.0	14.7	17.1	5.4	23.9	25.5	26.0	26.1
36	Block	6.0	12.0	14.4	16.6	4.7	22.6	24.1	24.6	24.7	
48	Block	6.0	12.0	14.1	16.2	4.1	21.5	22.9	23.4	23.4	
72	Block	6.0	12.0	13.8	15.5	3.5	20.0	21.2	21.6	21.7	
100	0.5	G-Nord	6.0	12.0	12.8	13.1	1.0	14.0	14.2	14.3	14.4
	1	G-Nord	6.0	12.0	12.9	13.3	1.3	14.5	14.7	14.9	14.9
	2	G-Nord	6.0	12.0	13.1	13.6	1.5	15.3	15.6	15.7	15.8
	4	G-Nord	6.0	12.0	13.3	13.9	1.8	16.1	16.5	16.7	16.7
	0.5	G-Mitte	6.0	12.0	14.3	14.7	1.1	15.5	15.7	15.9	15.9
	1	G-Mitte	6.0	12.0	14.8	15.2	1.4	16.4	16.7	16.8	16.9
	2	G-Mitte	6.0	12.0	15.5	16.1	1.7	17.7	18.0	18.2	18.2
	4	G-Mitte	6.0	12.0	16.1	16.8	2.0	19.2	19.6	19.8	19.9
	0.5	G-Süd	2.8	5.5	6.2	7.1	5.4	9.8	10.4	10.6	10.7
	1	G-Süd	3.3	6.3	7.1	8.3	7.1	12.2	13.0	13.3	13.4
	2	G-Süd	4.0	8.2	9.1	10.7	9.2	16.4	17.5	17.9	18.0
	4	G-Süd	4.8	10.0	11.1	13.3	10.5	22.0	23.5	24.0	24.1
	6	Block	6.0	12.0	16.4	19.3	11.0	31.9	33.7	34.4	34.5
	8	Block	6.0	12.0	16.6	19.7	10.7	32.2	34.2	34.8	34.9
	12	Block	6.0	12.0	16.5	20.0	9.8	31.7	33.9	34.7	34.8
	24	Block	6.4	12.0	16.0	19.4	7.7	29.1	31.4	32.1	32.2
36	Block	6.0	12.0	15.4	18.5	6.5	26.8	28.8	29.5	29.5	
48	Block	6.0	12.0	15.0	17.8	5.7	25.1	27.0	27.6	27.7	
72	Block	6.0	12.0	14.4	16.8	4.8	22.9	24.6	25.1	25.2	

Tab. 6: Die Resultate (HQ_{300} und HQ_{1000}) der Prognose-Zustands-Berechnungen Variante b) mit dem NAM QArea⁺. G steht für Gewitterszenario. Fett eingetragen sind die maximalen Werte für die untersuchten Wiederkehrperioden.

Wiederkehrperiode [Jahre]	Dauer des Niederschlag [h]	Niederschlagsszenario	Abflussspitzen								
			bei den Bemessungspunkten								
			BP3 [m ³ /s]	BP8 [m ³ /s]	BP10 [m ³ /s]	BP11 [m ³ /s]	BP12 [m ³ /s]	BP14 [m ³ /s]	BP15 [m ³ /s]	BP16 [m ³ /s]	BP17 [m ³ /s]
300	0.5	G-Nord	6.0	12.0	13.2	13.6	1.6	15.0	15.2	15.4	15.4
	1	G-Nord	6.0	12.0	13.4	14.0	1.9	15.8	16.1	16.3	16.3
	2	G-Nord	6.0	12.0	13.7	14.4	2.5	17.2	17.6	17.8	17.9
	4	G-Nord	6.0	12.0	13.9	14.8	3.1	18.4	19.0	19.3	19.4
	0.5	G-Mitte	6.0	12.0	16.0	16.5	1.8	17.9	18.2	18.4	18.4
	1	G-Mitte	6.0	12.0	16.7	17.3	2.2	19.3	19.7	19.9	19.9
	2	G-Mitte	6.0	12.0	17.6	18.4	2.9	21.6	22.0	22.2	22.3
	4	G-Mitte	6.0	12.0	18.3	19.3	3.6	23.4	24.0	24.3	24.3
	0.5	G-Süd	5.5	9.5	10.5	12.0	10.5	16.9	17.8	18.1	18.2
	1	G-Süd	6.0	12.0	13.2	15.1	12.6	21.2	22.4	22.8	22.9
	2	G-Süd	6.0	12.0	13.5	16.1	15.3	26.6	28.2	28.8	28.9
	4	G-Süd	6.0	12.0	13.8	17.6	16.5	34.7	37.1	37.9	38.0
	6	Block	13.3	12.0	18.6	22.9	16.3	41.6	44.3	45.2	45.3
	8	Block	16.4	12.0	18.7	23.3	15.6	41.5	44.5	45.4	45.5
	12	Block	19.7	12.0	18.6	23.4	13.8	40.0	43.2	44.2	44.3
	24	Block	19.1	25.5	29.0	31.7	10.5	35.4	38.5	39.4	39.5
36	Block	15.7	29.5	33.2	36.1	8.7	40.3	42.1	42.7	42.8	
48	Block	13.3	26.8	30.0	32.7	7.6	36.8	38.6	39.1	39.2	
72	Block	10.1	12.0	15.1	18.0	6.0	25.9	28.0	28.6	28.7	
1000	0.5	G-Nord	6.0	12.0	14.1	14.7	2.7	17.1	17.4	17.6	17.7
	1	G-Nord	6.0	12.0	14.4	15.2	3.5	18.9	19.4	19.6	19.6
	2	G-Nord	6.0	12.0	14.7	15.8	4.7	21.0	21.7	22.0	22.1
	4	G-Nord	6.0	12.0	15.0	16.4	5.4	22.6	23.5	23.8	23.9
	0.5	G-Mitte	6.0	12.0	19.1	19.7	3.0	22.4	22.8	23.0	23.0
	1	G-Mitte	6.0	12.0	20.3	21.2	4.1	25.5	26.0	26.2	26.3
	2	G-Mitte	10.1	12.0	21.2	22.4	5.4	28.2	28.9	29.2	29.3
	4	G-Mitte	16.8	12.0	22.0	23.5	6.1	30.3	31.3	31.7	31.7
	0.5	G-Süd	6.0	12.0	13.8	16.4	18.6	27.2	28.7	29.3	29.4
	1	G-Süd	6.0	12.0	14.1	17.4	22.3	33.2	35.2	35.9	36.0
	2	G-Süd	6.0	12.0	14.5	19.0	25.4	43.1	45.9	46.8	47.0
	4	G-Süd	6.0	12.0	14.8	20.7	26.0	50.1	54.0	55.2	55.4
	6	Block	55.9	45.2	51.5	55.3	24.5	59.7	62.1	62.9	63.0
	8	Block	51.0	66.3	73.5	77.9	22.6	83.8	86.5	87.4	87.5
	12	Block	42.2	89.1	97.2	102.6	19.6	112.3	115.6	116.7	116.8
	24	Block	28.4	65.3	72.4	78.1	14.5	95.9	99.9	101.2	101.3
36	Block	21.1	49.2	55.0	60.2	11.6	74.9	78.6	79.7	79.8	
48	Block	17.2	40.3	45.2	49.9	9.8	62.5	65.7	66.7	66.8	
72	Block	12.9	30.3	34.1	37.8	7.5	47.6	50.2	51.1	51.1	

Plausibilisierung der Abflusswerte im Chise-Unterlauf

Reinach, Juli 2021

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	2
2 Rekonstruktion beobachteter Hochwasserabflüsse.....	3
2.1 Ausgangslage.....	3
2.2 Beurteilung der Ausgangslage.....	4
2.3 Rekonstruierte Abflüsse.....	5
2.3.1 Herbligen (vermutlich Ereignis vom 8.8.2007).....	5
2.3.2 Oppligen (vermutlich Ereignis vom 8.8.2007).....	6
2.3.3 Kiesen (Ereignis vom 8.8.2007).....	7
2.4 Abflusszunahme.....	8
3 Niederschläge.....	9
3.1 Ausgangslage.....	9
3.2 Vergleich der Messstationen.....	9
3.3 Vergleich der Stationsstatistiken.....	10
4 Fazit.....	11

1 Einleitung

Der Oberingenieurkreis II beauftragte die Scherrer AG mit der Überprüfung der hydrologischen Grundlagen der Chise. Schwerpunkt des Projekts war der Bereich der beiden geplanten Hochwasserrückhaltebecken (HRB) Hünigenmoos sowie die Spitzenabflusswerte des Diessbachs in Oberdiessbach. In genanntem Projekt umfasste das hydrologische Modell auch den Abschnitt zwischen Oberdiessbach bis zur Mündung in die Aare.

Während die Abflusswerte des Diessbachs über Befragungen und historischen Erkundungen und der Chise zusätzlich mittels Pegelauswertung in Freimettigen breit abgestützt sind, basieren die definierten Abflusswerte der Chise unterhalb von Oberdiessbach auf den Berechnungsergebnissen des hydrologischen Modells.

Der Wasserbauplan Kiesen geht von einem HQ_{100} von 26 m³/s (Herbligen) resp. 28 m³/s (Oppligen und Kiesen) aus, während die Überprüfung der hydrologischen Grundlagen für diese Bereiche eine Abflussspitze von 38 – 42 m³/s resp. 41 – 45 m³/s im Ist-Zustand und 29 – 32 m³/s resp. 32 – 35 m³/s im Prognosezustand (Variante b, mit ausreichend grossen HRB im Hünigenmoos) ausweist.

Die Differenzen zwischen den der Planung zugrunde gelegten Dimensionierungsabflüssen und den durch das hydrologische Modell berechneten Werten wirft die Frage auf, ob der Wasserbauplan Kiesen entsprechend angepasst werden muss. Nach einer Umsetzung des Wasserbauplans Konolfingen, mit ausreichend grossen HRB im Hünigenmoos, sollen die Abflussspitzen eines 100-jährlichen Ereignisses auch in den unterliegenden Gebieten schadlos abgeführt werden können.

Der Kanton regte deshalb eine Plausibilisierung der Abflusswerte im Unterlauf an. Mithilfe von Rekonstruktionen der Abflussspitzen der beiden grossen Hochwasserereignisse von 2005 und 2007 soll versucht werden, die Zunahme der HQ_x im Unterlauf zu plausibilisieren.

Zur Bildung der Niederschlags Szenarien für das Niederschlagsabflussmodell (NAM) wurde oberhalb von Freimettigen die langjährige Niederschlagsstation Grosshöchstetten (1892 – 2020) als Grundlage verwendet. Für den Bereich unterhalb von Freimettigen ist die am nächsten gelegene Station Kiesen aufgrund der kurzen Messdauer (1987 – 2020) für die Herleitung seltener Hochwasser nur bedingt geeignet. An deren Stelle wurde die Station Schwarzenegg (1901 – 2020) verwendet. Der Vergleich der relativ kurzen Niederschlagsreihe von Kiesen mit Grosshöchstetten und Schwarzenegg soll Hinweise geben, ob eine stärkere Abminderung der Überregnung im Unterlauf in Betracht gezogen werden sollte, wenn die Station Kiesen berücksichtigt würde.

Folgende Fragen sollen hier beantwortet werden:

- *Sind die HQ_x im Unterlauf der Chise plausibel?*
- *Kann auch die N-Station Kiesen für die N-Szenarien verwendet werden und sind damit tiefere HQ_x im Unterlauf zu erwarten?*

2 Rekonstruktion beobachteter Hochwasserabflüsse

2.1 Ausgangslage

Die nachfolgenden Personen wurden uns als Gewährsleute angegeben:

- Ruedi Scheidegger, Herbligen
- Hans Huber, Oppligen
- Ernst Waber, Kiesen

Zu den Ereignissen können folgende Aussagen gemacht werden:

- Für die Jahre 2005 und 2007 sind drei Ereignisdaten aufgeführt. Diese sind der 22.8.2005, der 20.7.2007 und der 9.8.2007.
- Die beiden Ereignisse vom 22.8.2005 und in der Nacht vom 8. auf den 9.8.2007 wurden durch langandauernde Niederschläge ausgelöst. Am Pegel in Freimettigen wurde an beiden Daten das jeweilige Jahreshochwasser mit einem Abfluss von 15 – 19 m³/s registriert.
- Der Ereigniskataster weist die nachfolgenden Ausuferungen aus:

Gemeinde	22.8.2005 (Landregen)	20.7.2007 (Gewitter)	9.8.2007 (Landregen)
Herbligen	Keine dokumentieren Ausuferungen	Keine dokumentieren Ausuferungen	Lokale Ausuferung im Bereich der Sägerei
Oppligen	Keine dokumentieren Ausuferungen	Ausuferung im Bereich Bir Chise	Keine dokumentieren Ausuferungen
Kiesen	Ausuferungen im ganzen Dorf	Ausuferungen im ganzen Dorf	Keine dokumentieren Ausuferungen

- Die Gewährsleute machen die folgenden Aussagen zu den Ereignissen:

Gemeinde	22.8.2005 (Landregen)	20.7.2007 (Gewitter)	8.8.2007 (Landregen)
Herbligen		Nicht bekannt, ob im Juli oder August. Fläche des Ereigniskatasters ist nicht vollständig. Austritt geschah oberhalb vom Dorf. Bei der Sägerei ist das Wasser wieder zurück in die Chise geflossen.	
Oppligen	Nicht bekannt, ob im Juli oder August. Könnte auch im Jahr 2005 gewesen sein. Fläche aus dem Ereigniskataster wird bestätigt.		
Kiesen	Ereignis bekannt. Neubau der zu kleinen Brücke im Jahr 2006.	Kein Ereignis mit Fotos dokumentiert.	Gemäss Fotos 8.8.2007

- Das Ereignis vom 20.7.2007 führte am Pegel in Freimettigen zu einem Abfluss von 10 – 11 m³/s. Dasjenige vom 8.8.2007 zu 15 – 19 m³/s.

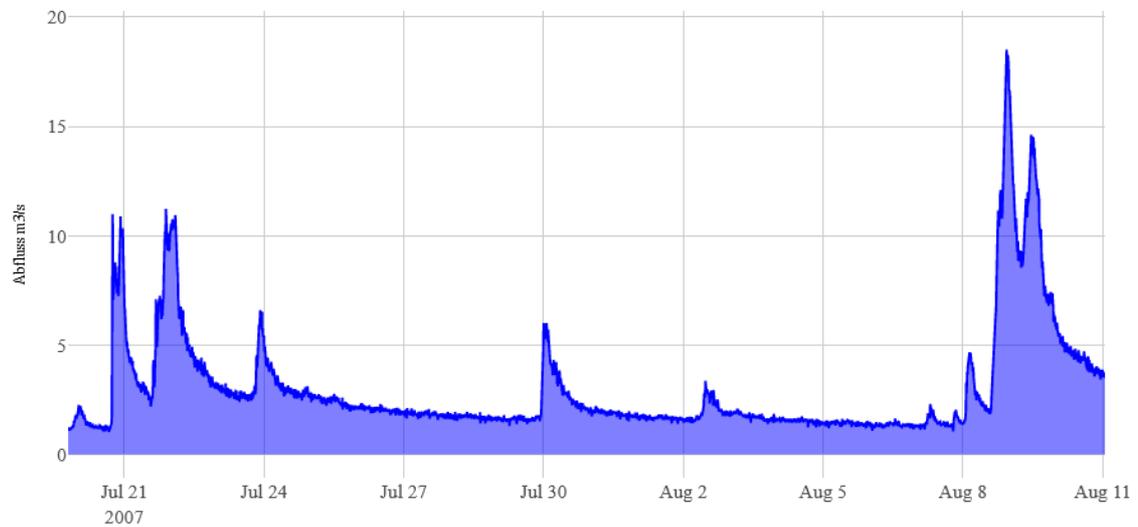


Abb. 1: Auszug gemessene Abflüsse Pegel Freimettigen.

2.2 Beurteilung der Ausgangslage

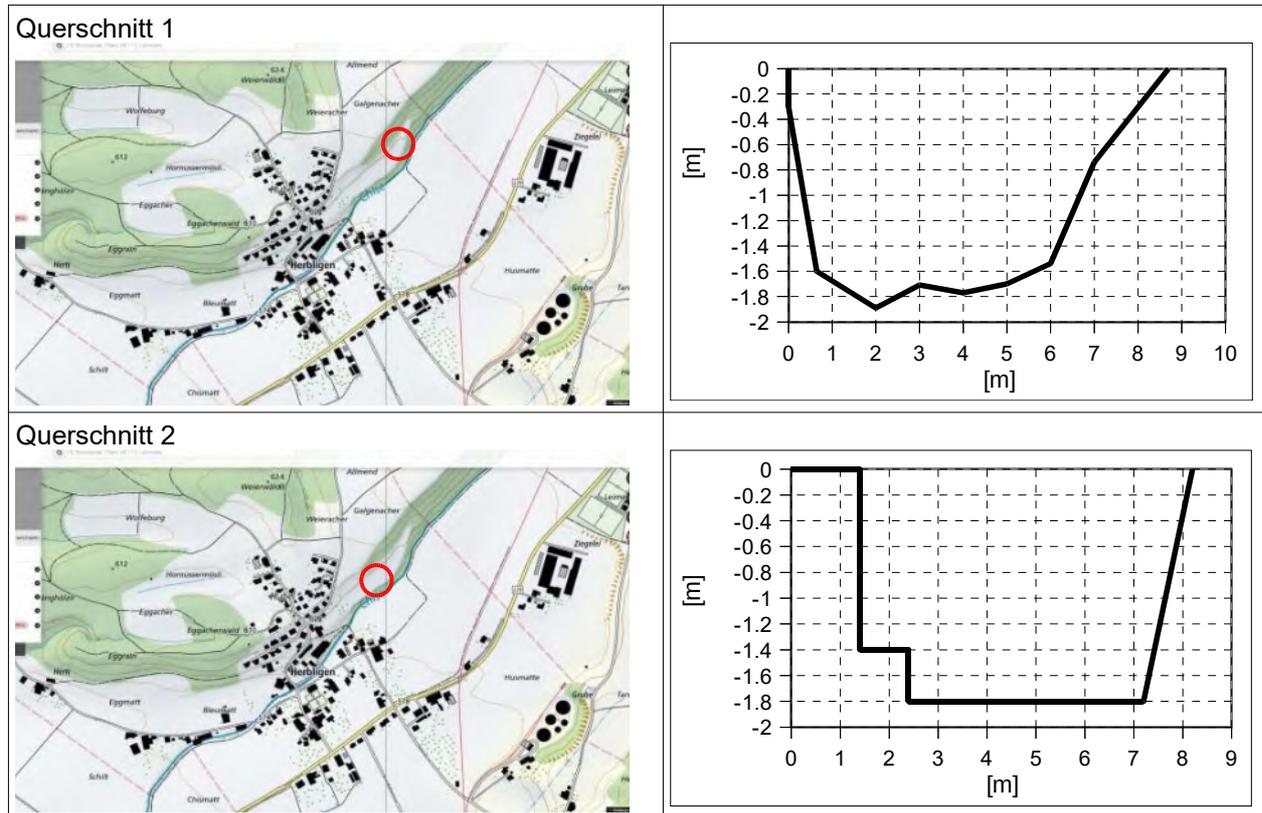
Basierend auf der obgenannten Ausgangslage können die folgenden Schlüsse für die Ereignisrekonstruktion gezogen werden:

- Das Ereignis von 2005 hat in Herbligen und Oppligen zu keinen Ausuferungen geführt. In Kiesen kam es an mehreren Stellen zu Ausuferungen. Dort wird die wichtigste, weil oberste Stelle, zurzeit renaturiert und die zu kleine Brücke wurde im Jahr 2006 neu erstellt. Eine Rekonstruktion ist in Kiesen nicht möglich.
- Im Jahr 2007 gab es gemäss Ereigniskataster zwei Ereignisse. Eines in Herbligen am 9.8.2007 und ein zweites in Oppligen und Kiesen am 20.7.2007. Leider können sich die Gewährpersonen nicht an das genaue Datum erinnern. Die Fotos der Gemeindeverwaltung Kiesen zeigen aber, dass das Ereignis aus dem Jahr 2007 vom 8.8. stammt. Wir vermuten, dass im Ereigniskataster für Oppligen und Kiesen ein falsches Datum dokumentiert wurde.

2.3 Rekonstruierte Abflüsse

2.3.1 Herbligen (vermutlich Ereignis vom 8.8.2007)

Zusammen mit Herrn Ruedi Scheidegger wurden zwei im Ereigniskataster nicht dokumentierte Austrittsstellen vor Ort untersucht und die Querprofile aufgenommen. Darauf basierend wurden die Abflussmengen anhand eines Normalabflusses abgeschätzt:



Querschnitt 1: $Q > 22 \text{ m}^3/\text{s}$ ($k_{St, \text{gemittelt}} = 20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, $J_s = 7.5\%$)

Querschnitt 2: $Q > 27 \text{ m}^3/\text{s}$ ($k_{St, \text{gemittelt}} = 22 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, $J_s = 11\%$)

2.3.2 Oppligen (vermutlich Ereignis vom 8.8.2007)

Herr Hans Huber schilderte die Abflusstiefe am Wehr bei einer gemeinsamen Begehung. Es zeigte sich, dass der Abfluss in Oppligen mittels Grenztiefe¹ ermittelt werden kann. Dieser wird beim Übergang von den beiden Fliessarten "Strömen" und "Schiessen" erreicht. Im Zulaufbereich des Wehrs ist aufgrund des vorherrschenden Sohlgefälles und der Gerinnerauhigkeit strömender Abfluss zu erwarten. Im Bereich des Überfalls, stellt sich zwingend schiessender Abfluss ein. Das Wehr dürfte sich im Übergangsbereich befinden. Hier kann angenommen werden, dass die beobachtete Abflusstiefe der Grenztiefe entspricht. Diese lässt eine sehr zuverlässige Schätzung der Wassermenge zu, da weder Sohlrauheit noch Gefälle bekannt sein müssen. Die Berechnung kann alleine durch die Gerinnegeometrie (Rechteck mit Breite = 5.35 m) und Abflusshöhe (Beobachtung ca. 1.4 m) erfolgen.



Wehr Oppligen:

$$Q = 28 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$(h_{gr} = 1.4 \text{ m}, b = 5.35 \text{ m})$$

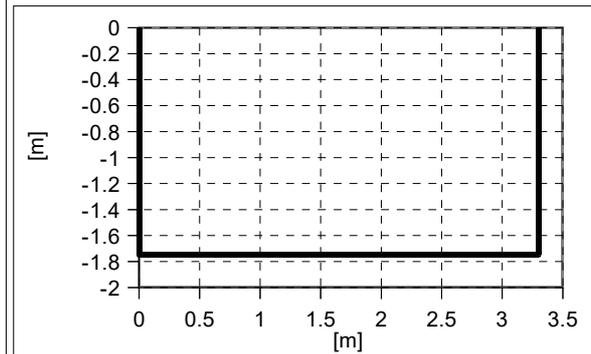
1 $Q = b \cdot h_{gr} \cdot \sqrt{g \cdot h_{gr}}$

2.3.3 Kiesen (Ereignis vom 8.8.2007)

Gemäss Herr Ernst Waber stellt die Brücke Professoreistrasse eine bekannte Engstelle dar. Diese dürfte ab ca. $15 \text{ m}^3/\text{s}$ (Annahme $k_{St} = 40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$) Gefahr laufen, eingestaut zu werden.

Beim Ereignis von 2007 kam es an dieser Stelle zu Ausuferung der Chise. Gemäss Angabe von Herrn Waber war dabei nicht eine Verklausung der Brücke, sondern die hydraulische Kapazität ausschlaggebend.

Brücke Professoreistrasse



Brücke Professoreistrasse: $Q > 20 \text{ m}^3/\text{s}$

($k_{St} = 40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, $J_s = 9.3\%$)

2.4 Abflusszunahme

Die, basierend auf den Schilderungen der Gewährsleute rekonstruierten Abflüsse, sowie die daraus resultierende Abflusszunahme bezogen auf den Pegel Freimettigen sind in Tabelle 1 aufgeführt. Dem Ereignis von 8.8.2007 wird in der Hydrologiestudie am Pegel Freimettigen eine Wiederkehrperiode von 20 – 50 Jahren zugeordnet. Zum Vergleich weist daher die Tabelle 1 weiter die in der Hydrologiestudie definierten 30-jährlichen Abflussspitzen und Abflusszunahmen zwischen den Bemessungspunkten aus.

Tab. 1: Vergleich der berechneten (schwarz), rekonstruierten (blau) und gemessenen (grün) Abflusswerte.

BP	Gerinneabschnitt	Abfluss	Studie 2021	Abflusszunahme gegenüber Freimettigen	
		8.8.2007 [m ³ /s]	HQ ₃₀ Ist-Zustand [m ³ /s]	8.8.2007 [m ³ /s]	Studie 2021 HQ ₃₀ [m ³ /s]
10	Pegel Freimettigen	15 – 19	18 – 20	-	-
14	Herbligen	> 22 – 27	24 – 29	> 3 – 12	4 – 11
15	Oppligen	> 28	25 – 30	> 9 – 13	5 – 12
16	Kiesen	> 20	26 – 31	> 1 – 5	6 – 13

Die Zuordnung der beobachteten Wasserstände zu den Ereignisdaten basiert auf dem Datum der Fotos in Kiesen. Ob die Ereignisse in Herbligen und Oppligen tatsächlich vom 8.8.2007 datieren kann nicht mit letzter Sicherheit bestätigt werden. Die Vermutung liegt aber nahe.

Gestützt auf diese Vermutung kann die Frage der **Plausibilität der HQ_x im Unterlauf der Chise** wie folgt beantwortet werden:

- Die beobachteten Abflusszunahmen liegen in der Grössenordnung derjenigen aus der Hydrologiestudie für ein HQ₃₀.
- Die HQ_x im Unterlauf können durch die Rekonstruktion für häufige Ereignisse (HQ₃₀) plausibilisiert werden. Für seltenere Ereignisse ist keine Plausibilisierung möglich.
- Die rekonstruierten Abflussspitzen liegen im Bereich eines HQ₃₀ der Hydrologiestudie.

3 Niederschläge

3.1 Ausgangslage

Bezüglich der Messnetzdichte können die folgenden Aussagen gemacht werden:

- generell gibt es nur wenige Niederschlagsmessstationen in der Umgebung des Chise-EZG und keine zeitlich hochaufgelösten Messreihen
 - Kiesen, im südlichen EZG, erst seit 1987 in Betrieb
 - Schwarzenegg, etwas südöstlich ausserhalb des EZG: Daten seit 1902
 - Grosshöchstetten im nördlichen EZG seit 1892

3.2 Vergleich der Messstationen

Bezüglich der gemessenen Niederschlagswerte können die folgenden Aussagen gemacht werden:

- Vergleich der 1-Tages-Niederschläge von Schwarzenegg und Kiesen 1987 – 2020 zeigt
 - insgesamt mehr hohe Werte in Kiesen
 - grösster Wert Schwarzenegg: 89 mm am 21.8.2005
 - grösster Wert Kiesen: 77 mm am 8.8.2007
- Vergleich der 2-Tages-Niederschläge von Schwarzenegg und Kiesen 1987 – 2020 zeigt
 - Werte etwa gleich hoch an beiden Stationen
 - grösster Wert Schwarzenegg: 135 mm am 21.-22.8.2005
 - grösster Wert Kiesen: 107 mm am 21.-22.8.2005
 - weitere Werte etwa gleich hoch
- Vergleich der 5-Tages-Niederschläge von Schwarzenegg und Kiesen 1987 – 2020 zeigt
 - insgesamt mehr hohe Werte in Schwarzenegg
 - grösster Wert Schwarzenegg: 188 mm am 18.-22.8.2005
 - grösster Wert Kiesen: 147 mm am 18.-22.8.2005
- Vergleich der 1-,2-, 5-Tages-Niederschläge von Grosshöchstetten
 - insgesamt höhere Werte in Grosshöchstetten
 - grösster 1-Tages-Wert Grosshöchstetten: 104 mm am 17.9.2006
 - grösster 2-Tages-Wert Grosshöchstetten: 125 mm am 17.-18.9.2006
 - grösster 5-Tages-Wert Grosshöchstetten: 144 mm am 17.-21.9.2006

- Vergleich der Jahresmaxima an den drei Stationen
 - kein eindeutiges Bild
 - höchster Wert oft in Grosshöchstetten, aber auch immer wieder an den anderen Stationen
 - Maxima oft an unterschiedlichen Daten an den drei Stationen

3.3 Vergleich der Stationsstatistiken

Bezüglich der Stationsstatistiken können die folgenden Aussagen gemacht werden:

- Statistik Kiesen 1987 - 2020
 - statistische Anpassung stimmt gut mit den Beobachtungen überein
 - 100jähriger 1h-Wert = 53 mm/h, 100j 1d-Wert = 4.9 mm/h
 - im Vergleich zu Schwarzenegg (1901-2020): deutlich höhere Werte für Dauern < 1d, etwas höhere Werte beim 1d-Wert und gleiche Werte für Dauern 2 – 5d
 - im Vergleich zu Grosshöchstetten (1892 - 2020): deutlich kleinere Werte

Vergleicht man die massgebende Niederschläge für das 100-jährliche Ereignis im Chise-Unterlauf:

- Ist-Zustand: 12h-Blockregen
- Prognose-Zustand, Variante a): 36h-Blockregen
- Prognose-Zustand, Variante b): 8h-Blockregen

so fällt auf, dass für den Ist-Zustand und den Prognose-Zustand, Variante b) Blockregen mit einer Dauer < 1d massgebend sind. Für diese würde die Statistik Kiesen deutlich höhere Werte als Schwarzenegg ergeben.

Die Frage nach der **Verwendbarkeit der Station Kiesen und deren Auswirkung auf die HQ_x im Chise-Unterlauf** kann wie folgt beantwortet werden:

- Aufgrund der kurzen Messreihe von 33 Jahren sollte die Station Kiesen für die Ermittlung von seltenen Ereignissen nicht verwendet werden.
- Die HQ_x im Unterlauf würden durch die Statistik der Station Kiesen höher ausfallen als bei der Verwendung der Statistik der Station Schwarzenegg.

4 *Fazit*

Folgende beiden Fragen aus Kapitel 1, können wie folgt beantwortet werden:

- *Sind die HQ_x im Unterlauf der Chise plausibel?*

Die HQ_x im Unterlauf können durch die Rekonstruktion für häufige Ereignisse (HQ_{30}) plausibilisiert werden. Für seltenere Ereignisse ist keine Plausibilisierung möglich.

- *Kann auch die N-Station Kiesen für die N-Szenarien verwendet werden und sind damit tiefere HQ_x im Unterlauf zu erwarten?*

Die Messreihe ist wesentlich kürzer und sollte daher nicht zur Bestimmung seltener Niederschlagsszenarien herangezogen werden. Die Statistik ergäbe höhere Werte für die Niederschlagsszenarien was wiederum zu höheren HQ_x im Unterlauf führen würde.

Scherrer AG
Hydrologie und Hochwasserschutz

Raphael Brügger

Dr. Simon Scherrer

Reinach, 7. Juli 2021

Sachbearbeiter: Raphael Brügger, Dipl. Umwelting. ETH Zürich
Dr. Simon Scherrer, Dipl. Geograph Uni Basel
Dr. Peter Kienzler, Dipl. Hydrologe Uni Freiburg i. Br.

