

Entwurf: 01.05.2017

Definitive Version: 22.12.2017

Impressum

Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abt. Hydrologie, CH_3003 Bern

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Auftragnehmer: HyBeSt (GmbH), Stöckenstrasse 30, CH-8903 Birmensdorf; SoilCom GmbH, Hofwiesenstrasse 3, 8057 Zürich.

Auftragnehmer: Felix Naef & Michael Margreth

Begleitung BAFU: Petra Schmocker Fackel, Caroline Kan

Hinweis: Diese Studie/dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Titelbild: Bei tiefen Temperaturen gefriert das langsam aus der Oberen Süsswassermolasse austretende Wasser und wird in zum Teil mächtigen Eiszapfen sichtbar (Dorfbachtobel bei Meilen, Michael Margreth, Januar 2017).

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage	3
2	Umfrage bei den Kantonen	6
2.1	Umfrage zu kantonalen Pegelstationen	6
2.1.1	Fragebogen und Vorgehen	6
2.1.2	Ergebnisse	11
2.1.3	Verwendbarkeit der Pegel für Niedrigwasseruntersuchungen	11
2.2	Umfrage zu hydrologischen Auswertungen	13
2.3	Fazit	14
3	Auswertungen vorhandener Pegel	16
3.1	Regionale Unterschiede	16
3.1.1	Mittelland	16
3.1.2	Solothurner Jura	18
3.1.3	Voralpen	19
3.1.4	Alpen	21
3.1.5	Fazit	21
3.2	Einordnung der Trockenjahre 2003bis 2016 und des tiefsten Abflusses der Messperiode	21
3.3	Einfluss der Geologie auf Niedrigwasser	25
4	Räumlich hochaufgelöste Abflussmessungen	28
4.1	Einführung	28
4.2	Poröse Festgesteine als relevante Niedrigwasserspeicher	31
4.2.1	Untere Meeresmolasse (UMM)	31
4.2.2	Untere Süsswassermolasse (USM)	31
4.2.3	Obere Meeresmolasse (OMM)	32
4.2.4	Obere Süsswassermolasse (OSM)	32
4.2.5	Moränen und Alluvionen	33
5	Synthese – Anwendung der Resultate	34
6	Niedrigwasser in alpinen Gebieten	37
6.1	Einführung und verwendete Daten	37
6.2	Einflussfaktoren	37

6.2.1	Einfluss von Gletscher und Permafrost	41
6.2.2	Einfluss der Höhenlage und der Region	45
6.2.3	Geologie	46
6.3	Hochaufgelöste Abflussmessungen in fünf alpinen Gebieten.....	50
6.3.1	Auswahl der Untersuchungsgebiete.....	50
6.3.2	Einfluss von Gletscher und Permafrost auf die Dauerkurven der Untersuchungsgebiete	52
6.3.3	Poschiavino: geprägt durch die Geologie	54
6.3.4	Ova dal Fuorn: dominiert von Versickerungen.....	57
6.3.5	Goneri: ausgeglichene hohe Abflüsse	61
6.3.6	Dischmabach: Abfolge Paragneis - Orthogneis - Paragneis.....	64
6.3.7	Krummbach: Schiefer, Phyllit, Versickerungen	67
6.4	Bewertung der Ergebnisse und Ausblick	73
	Quellenverzeichnis	74
	Anhang	77

1 Ausgangslage

Vom BAFU wurde nach dem Trockenjahr 2015 eine Ereignisanalyse durchgeführt, um die Auswirkungen auf die Wasserführung der Fliessgewässer und Seen, auf die Wasserqualität und Wassernutzung und die Beeinträchtigung der Gewässerökologie zu dokumentieren (Ernst Basler & Partner, 2016). Eine Umfrage bei den Kantonen zeigt, dass Fliessgewässer in vielen Regionen der Schweiz ausserordentlich tiefe Abflüsse führten und Gewässerabschnitte trockenfielen. Die Analyse zeigt, dass:

- im Mittelland zahlreiche kleine bis mittelgrosse Fliessgewässer trockenfielen, namentlich im Emmental, Oberaargau, in den Kantonen Luzern, Schaffhausen, Thurgau und Zürich. Vom abschnittswisen Trockenfallen blieben auch grössere Fliessgewässer wie der Oberlauf der Töss nicht verschont (Ernst Basler & Partner, 2016).
- Auch im Jura verschiedene kleine bis mittelgrosse, aber grössere Fliessgewässer durch Trockenfallen oder aussergewöhnliche Niedrigwasserabflüsse betroffen waren, wie die Sisslen und Ergolz (BL), Sorne (JU), Seyon (NE) oder Dünnern (SO).
- ebenso in den Voralpen Bäche ausgetrocknet sind oder ausserordentlich tiefe Wassermengen führten, z.B. in Ob- und Nidwalden, Schwyz, St. Gallen oder im Uri. Speziell betroffen waren Karstgebiete oder Bäche auf Schutthalden.
- in alpinen Gebieten aufgrund der bis in den Spätherbst oder gar bis ans Jahresende andauernden Trockenperiode prekäre Niedrigwassersituationen erst im Spätherbst und Winter auftraten.

Es waren nicht alle Regionen gleich stark betroffen. Die räumlichen Unterschiede zeigen, dass sich Fliessgewässer unterschiedlich verhalten. Welche Faktoren, Prozesse und Speicher sind dafür verantwortlich?

Um diese Fragen zu beantworten, ist ein verbessertes Verständnis der Abflussbildung während Trockenperioden notwendig. Angesichts der erwarteten Klimaerwärmung erhalten diese Fragen zusätzliches Gewicht.

In der hier vorliegenden Studie wurden Grundlagen zur Beantwortung dieser Fragen zusammengetragen und Ansätze entwickelt, um die für das Verhalten von Gewässern in längeren Trockenperioden massgebenden Parameter zu definieren. Die Niedrigwasserabflüsse der Jahre 2015 und 2016 liefern dazu geeignete Daten, die dafür ausgewertet werden sollten.

In Kap. 2.1 des Berichtes wurden, in Ergänzung zur BAFU-Umfrage (Ernst Basler & Partner, 2016), Daten der Kantone und anderen Institutionen zusammengetragen. Dazu wurde ein Fragebogen an die

verantwortlichen kantonalen Behörden verschickt. Damit sollte in Erfahrung gebracht werden, wo kantonale Pegel vorhanden sind, welche sich aufgrund ihrer Konstruktion und aufgrund des Abflussregimes für die Auswertung von Niedrigwasserabflüssen eignen und welche in diesem Bereich problematische Resultate liefern (Kap. 2.1). Zudem wurde danach gefragt, ob andere Institute oder private Büros eigene Pegel installiert oder 2015 Abflüsse gemessen haben und ob von den Kantonen eigene Auswertungen der Trockenperioden 2003, 2011 oder 2015 vorgenommen worden sind (Kap. 2.2).

In mehreren Studien untersuchten Naef et al. (2015), Margreth et al. (2013), Margreth & Naef (2017) Abflussprozesse und die für Niedrigwasserabflüsse relevanten Speicher in ausgewählten Einzugsgebieten. Anhand der nun vorhandenen Daten konnten die Untersuchungen auf das gesamte Mittelland und weitere Regionen wie den Jura, die Voralpen, die Alpen und auf die Alpensüdseite ausgedehnt werden (Kap. 3).

Dies erlaubte es, für ausgewählte Einzugsgebiete die Trockenjahre 2003 bis 2016 und die jeweils tiefsten Abflüsse der jeweiligen Messperioden anhand der Dauerkurven einzuordnen (Kap. 3.2) und für den Niedrigwasserabfluss relevante Einflussfaktoren einzugrenzen (Kap. 3.3). Da Einzugsgebietspegel nicht die notwendige räumliche Auflösung besitzen, um nach verschiedenen Einflussfaktoren zu differenzieren, wurden 2015 und 2016 räumlich hochaufgelöste Abflussmessungen vorgenommen und entsprechend ausgewertet (Kap. 4). In Kap. 5 wird eine in Zusammenarbeit mit dem Kt. Solothurn in drei Einzugsgebieten entwickelte, effiziente Vorgehensweise gezeigt, um mit den gewonnenen Erkenntnissen das Q_{347} in Gebieten ohne langjährige Pegelmessungen zu bestimmen (Margreth & Naef, 2017).

Kapitel 6 beschäftigt sich mit alpinen Gebieten. Auch in alpinen Gebieten variieren die Abflüsse in Niedrigwasserperioden auf kleinem Raum stark und die in verschiedenen Landschaftselementen enthaltenen Speicher entwässern unterschiedlich rasch (Naef et al., 2015). In alpinen Gebieten treten die tiefsten Abflüsse im Winter auf. Da es ab einer gewissen Höhe über längere Zeit keine flüssigen Niederschläge gibt und der Einfluss von Schneeschmelze gering ist, können im Winter lange Rücklaufperioden beobachtet werden.

In Kapitel 6.2 wird anhand von vorhandenen Abflussdaten auf den Einfluss der unterschiedlichen Faktoren eingegangen. Eine genauere Analyse erfordert hochaufgelöste Messungen in alpinen Gebieten mit unterschiedlicher Ausstattung. Deshalb wurden 2016 in fünf alpinen Gebieten solche Messungen vorgenommen und ausgewertet (Kap. 6.3).

In Kapitel 5 (Mittelland) und in Kapitel 6.4 (Alpen) werden die Ergebnisse zusammengefasst, bewertet und in einem Ausblick aufgezeigt, welche Arbeiten notwendig sind, um ein allgemein gebräuchliches Verfahren zur Abschätzung des Q_{347} in Gebieten ohne längere Abflussmessungen zu entwickeln. Es wird auch diskutiert, wie zuverlässig heutige Dauerkurven sind, wenn Abflüsse

unter dem Q_{347} bestimmt werden sollen. Diese Frage stellt sich, falls sich durch die Klimaerwärmung Verschiebungen in den Dauerkurven ergeben.

2 Umfrage bei den Kantonen

2.1 Umfrage zu kantonalen Pegelstationen

In der Ereignisanalyse des trockenen Sommers 2015 befragte das BAFU auch die Kantone nach den Auswirkungen dieses Ereignisses. Als Ergänzung dazu wurden hier detailliertere Daten der Pegel zusammengetragen und ausgewertet. Neben Daten von 227 BAFU-Pegeln existieren insgesamt 351 kantonale Pegelstationen in 18 Kantonen. In Tabelle 1 ist aufgelistet, mit wie vielen Pegelstationen die einzelnen Kantone ausgerüstet sind und über welchen Link im Internet die Abflüsse zu erreichen sind oder ob Jahrbücher erstellt werden. Zudem sind die Kontaktdaten der zuständigen Fachpersonen aufgelistet.

Dauerkurven und Abflüsse während Trockenperioden sind bei den meisten Kantonen in Jahrbüchern publiziert, in einigen Fällen sind die Tagesabflüsse der Pegel elektronisch verfügbar.

Niedrigwassermessungen sind fehleranfällig. Wenn die Pegel dafür nicht ausgelegt sind, ist mit grösseren Unsicherheiten zu rechnen, die Auswertungen und Dauerkurven wesentlich verfälschen können (Naef et al., 2015). Deshalb wurde eine Umfrage bei den Kantonen mit eigenen Pegeln durchgeführt, welche Pegel sich für Auswertung von Niedrigwasserabflüssen eignen (vgl. Kap. 2.1.1).

2.1.1 Fragebogen und Vorgehen

Gefragt wurde nach Anzahl und zur Qualität der kantonalen Pegel (Abb. 1, Erläuterungen siehe Abb. 2). Die Fachstellen wurden befragt, ob die Qualität der einzelnen Pegel bei Niedrigwasser gut, akzeptabel oder problematisch sei. Als problematisch sollen Pegel eingestuft werden, bei denen im Messquerschnitt:

- die Wassertiefe sehr gering ist,
- der Wasserspiegel im Verhältnis zur Wassertiefe breit ist,
- keine Niederwasserrinne oder -vorrichtung vorhanden ist,
- Geschiebe oder ungleichmässiger Querschnitt zu schwierigen Strömungsverhältnissen führen.

Die Eichung der P/Q-Beziehung ist entscheidend für zuverlässige Niedrigwasserwerte. Deshalb wurde nach der Anzahl Eichmessungen an jedem Pegel gefragt. Bei Niedrigwasserabflüssen ist ein ungestörtes Abflussregime wichtig. Deshalb die Frage, ob oberhalb des Pegels wesentliche Quellfassungen, Wasserentnahmen oder -rückgaben erfolgen.

Tabelle 1: Angaben zu den kantonalen Pegeln in den einzelnen Kantonen: Anzahl Pegel pro Kanton, Kontaktperson, Link zum Download von Jahrbüchern oder Abflussdaten.

Kantone	Anzahl Pegel	Kontaktperson	Website zum Download der Jahrbuchblätter
AG	37	Christophe Lienert: 062 835 34 87; christophe.lienert@ag.ch	https://www.ag.ch/app/agisviewer4/v1_hydroweb_v1/html/agisviewer.htm
AI	-	R. Etter: 071 / 788 93 53; ralph.etter@bud.ai.ch	-
AR	-	Karlheinz Diethelm: +41 71 353 65 39; karlheinz.diethelm@ar.ch	-
BE	47	Simon Jaun: 031 633 38 14; simon.jaun@bve.be.ch; L. Reber: 031 633 38 70; lukas.reber@bve.be.ch	http://www.naturgefahren.sites.be.ch/naturgefahren_sites/de/index/aktuelle_wasserdaten/abfluesse_seestaende.html
BL	21	Martin Altermatt: 061 552 54 60	http://www.hydro-ib.bl.ch/
BS	-	Markus Sommer: 061 639 22 22; markus.sommer@bs.ch	-
FR	7	Jacques Maradan: 026 305 37 39; jacques.maradan@fr.ch; Alexandre Fahmi: 026 305 37 40	http://fribourg.swissrivers.ch/appSite/index/site/fribourg
GE	16	E. Monbaron-Jalade: 022 388 64 30; etienne.monbaron-jalade@etat.ge.ch	http://www.vhg.ch/
GL	5	Jürg Walcher, Abt. Naturgefahren: 055 646 64 52; Herr Scheurer, Amt für Umwelt: 055 646 64 62	http://www.gl.ch/xml_1/internet/de/application/d1256/d35/d348/d429/d2757/f2728.cfm
GR	15	D. Schmid: 081 851 29 58; david.schmid@anu.gr.ch; F. Koch: 081 851 29 66	http://www.seba-hydrocenter.de/projects/index.php?include=1
JU	5	A. Pedrazzini: 032 420 48 05; andrea.pedrazzini@jura.ch	http://www.jura.ch/DEN/ENV/Dangers-natures/Debits-des-cours-d-eau.html
LU	15	Daniel Arnold, UWE: 041 318 11 26; Daniel.Arnold@lu.ch	https://uwe.lu.ch/themen/gewaesser/hydrometrie/abfluss_und_seepeegel
NE	5	M. Robert: 032 889 67 14; myriam.robert@ne.ch; Madelyne Stola Letondor: +41 32 889 87 32	http://vhne.ch/
NW	-	Fidel Hendry: 041 618 75 21, fidel.hendry@nw.ch; Eva Schager: eva.schager@nw.ch	-
OW	-	Alain Schmutz, Amt für Umwelt: 041 666 63 83; alain.schmutz@sz.ch	-
SG	44	Silja Kempf: 058 229 04 39; Silja.Kempf@sg.ch	http://www.hydrodaten.sg.ch/#Abfluss
SH	12	Roland Schwarz: 052 632 73 22; roland.schwarz@ktsch.ch; Jürg Schulthess: 052 632 73 22; juerg.schulthess@ktsch.ch	http://www.hydrodaten.tg.ch/tg/index.html
SO	19	Katia Schobert, Gabriela Friedl: 032 627 26 96; Hydrometrie.Benutzer@bd.so.ch	https://www.so.ch/fileadmin/internet/bjd/bjd-afu/pdf/allg/Umweltdaten_2015_Datensammlung_Teil1.pdf
SZ	-	A. Lampieti: Amt für Wasserbau; 041 819 25 54	-
TG	21	Anfrage an Marco Baumann, Leiter Amt für Umwelt: marco.baumann@tg.ch; verantwortlich Ulrich Götzelmann Tel.: 058 345 51 82; ulrich.goettelmann@tg.ch	http://www.hydrodaten.tg.ch/tg/index.html
TI	21	A. Salvetti: 091 814 26 86; andrea.salvetti@ti.ch	http://www.oasi.ti.ch/web/dati/idrologia.html
UR	-	Lorenz Jaun: 041 875 24 21; lorenz.jaun@ur.ch	-
VD	23	Kontaktperson: C. Valeiras: caroline.valeiras@vd.ch; Micol Mulon: 021 316 75 74, Mail weitergeleitet an Herr Steiniger: 021/316 75 61	http://www.vhv.ch/
VS	-	Marc Bernhard: 027 606 31 70	-
ZG	?	Peter Keller: 041 728 53 72; peter.keller@zg.ch	Daten nicht auf dem Internet erhältlich
ZH	38	Adrian Gnägi: 043 259 31 52; adrian.gnaegi@bd.zh.ch	http://www.awel.zh.ch/internet/baudirektion/awel/de/wasser/messdaten/abfluss_wasserstand/jb_abfluss.html

In einem zweiten Teil wurden Fragen zu weiteren Pegeln, punktuellen Kurzzeitmessungen, eigenen Auswertungen und Erhebungen über Versickerungsstrecken gestellt.

Der gesamte Fragebogen wurde für die französischsprachigen Kantone übersetzt.

Vor Versendung der Umfrage wurden die zuständigen Fachstellen kontaktiert und mit dem Projekt und dessen Ziel vertraut gemacht und nach individuellen Bedürfnissen gefragt. Da die Organisationsstrukturen und Zuständigkeiten in den einzelnen Kantonen unterschiedlich sind, waren dafür oft mehrere Telefonate notwendig. Bei einigen Kantonen erfolgte die Beantwortung der Fragen telefonisch. Der Fragebogen wurde von allen kantonalen Fachstellen bis auf zwei ausgefüllt.

Nr	Fließgewässer	Eignung (bitte ankreuzen)			Begründung (bitte kurz erläutern)	Wurden Eichmessungen bei Niederwasser durchgeführt NQ < Q274 (bitte ankreuzen)			Existieren oberhalb des Pegels wesentliche Quellfassungen, Wasserentnahmen oder -rückgaben? (bitte ankreuzen)		Bemerkungen
		gut	akzeptabel	problematisch		>3	1 - 3	keine	ja	nein	
1	Alte Aare, Aarberg	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kein spez. N. Gerinne, dotiert	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dotierte Restwassermenge KW Aarberg
2	Alte Aare, Lyss	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kein spez. N. Gerinne, dotiert	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dotierte Restwassermenge KW Aarberg
3	Alte Aare, Studen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kein spez. N. Gerinne, dotiert	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dotierte Restwassermenge KW Aarberg
4	Bibere, Gurmels	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Betoniertes N. Gerinne mit Schwelle	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	Bibere, Kerzers	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Wenig Gefälle, Schwelle zu niedrig	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	Birse, Court	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tiefen-Breitenverh. Ok, Schwelle	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	Chailère, Moutier	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Tiefen-Breitenverh., rau, k. Schwelle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	Chiese, Freimettigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Tiefen-Breitenverh. Ok, Schwelle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	Chirel, Diemtigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Tiefen-Breitenverh., Geschiebetrieb	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	Chrouthalbach, Krauchthal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Betoniertes N. Gerinne mit Schwelle	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	Entschlige, Frutigen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tiefen-Breiten. mittel, m. Schwelle	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	Färnelbach, St. Stephan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Trogartiger Messquer, Aufandung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	Fildrich, Diemtigen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tiefen-Breitenverh. mittel/Blochrampe	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	Foule, Moutier	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rechteckgerinne aus Beton, Schwelle	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	Gürbe, Burgstein	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Geneigte Schwelle, kaum Geschiebe	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	Kander, Frutigen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tiefen-Breitenverh.ok. keine Schwell	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	Kander, Kandersteg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Zu Breit, keine Schwelle, Gesch. Trieb	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	Lengete, Leimiswil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Tiefen-Breitenverh. mittel, Schwelle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Karstquelle, Restwasser n. Trinkw. Entn.
19											
20	Lengete, Roggwil	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tief-Breit.verh. sehr gut, k. Schwelle.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	Lombach, Unterseen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Wildbach, Geschiebetrieb, Laufverl.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	Loubach, Gstaad	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tiefen-Breitenverh. mittel, raue Sohl.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	Luterbach, Oberburg	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Enges Rechteckgerinne aus Beton	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24	Lyssbach, Bundkfen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tiefen-Breitv. schlecht, m. Schwelle	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
25	Oenz, Heimenhausen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rechteckgerinne aus Beton, Schwelle	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26	Oesch, Koppigen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Eingeengtes Gerinne, Kanalarartig	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27	Rauss, Moutier	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tiefen-Breitv. mittel, m. Schwelle	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
28	Römerquelle, Biel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Karstquelle, keine Abflussber.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Karstquelle

Abbildung 1: Umfragebogen zur Evaluation der kantonalen Pegel hinsichtlich ihrer Eignung zur Messung von Niedrigwasserabflüssen. Dieser Fragebogen wurde an die zuständigen Fachstellen aller Kantone versandt, die ein eigenes Pegelmessnetz unterhalten. Dargestellt ist der ausgefüllte Fragebogen des Kantons Bern.

Umfrage zur Evaluation der kantonalen Abflusspegelstationen

Die Abteilung Wasser des Bundesamts für Umwelt (BAFU) hat im Frühling 2016 im Rahmen einer Analyse des Trockenjahres 2015 eine Umfrage bei den Kantonen durchgeführt. Auch Sie haben daran teilgenommen. Anschliessend an diese Umfrage sollen nun Abflussdaten ausgewertet werden, um Unterschiede der Niedrigwasserabflüsse in Einzugsgebieten genauer untersuchen zu können. Im Auftrag der Abteilung Hydrologie des BAFU sollen wir deshalb die in den Kantonen ermittelten Daten dieser Trockenperiode zusammentragen.

Dauerkurven und Abflüsse während der Trockenperioden sind online über die publizierten Jahrbuchblätter zugänglich. Niedrigwassermessungen sind jedoch heikel; speziell wenn ein Pegel dafür nicht ausgelegt ist. Dann ist mit grösseren Unsicherheiten zu rechnen, die Auswertungen und Dauerkurven wesentlich verfälschen können. Um abzuschätzen, welche Pegel sich für Auswertung von Niedrigwasserabflüssen gut oder weniger gut eignen, bitten wir Sie Tabelle 1 auszufüllen und uns zukommen zu lassen.

Erläuterungen zu Tabelle 1

In Tabelle 1 haben wir die uns bekannten Pegel für jeden Kanton aufgelistet. Bitte ergänzen Sie die Tabelle mit Pegeln, die uns nicht bekannt sind.

Problematisch für die Messung von Niedrigwasserabflüssen sind Pegel, bei denen im Messquerschnitt:

- die Wassertiefe sehr gering ist,
- der Wasserspiegel im Verhältnis zur Wassertiefe sehr breit ist,
- keine Niederwasserrinne oder –vorrichtung vorhanden ist,
- grobes Geschiebe oder ungleichmässiger Querschnitt zu schwierigen Verhältnissen führen.

Um die Eignung der Pegel zur Messung von Niedrigwasserabflüssen zu beurteilen (vgl. Spalte 4), sind diese Kriterien entscheidend.

Fragen zu weiteren Pegeln, punktuellen Messungen und Versickerungsstrecken

Zusätzlich Fragen betreffen die Existenz weiterer Pegel, durchgeführte Kurzzeitmessungen und Erhebungen über Versickerungsstrecken.

Für Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung und sind unter den untenstehenden Kontakten erreichbar.

Für Ihre Bemühungen möchten wir uns im Voraus herzlich bedanken und freuen uns auf Ihre Antworten. Die zusammengetragenen Daten über diese ausserordentliche Trockenheit werden dazu beitragen, unser Verständnis der unterschiedlichen Reaktionen der Gewässer zu verbessern.

Abbildung 2: Erläuterungen zum Umfragebogen, die den zuständigen kantonalen Fachstellen mitgeschickt wurden.

2.1.2 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Umfrage zusammengefasst. Die ausgefüllten Fragebögen sind im Anhang aufgeführt. Dort kann die Eignung jedes Pegels nachgeschlagen werden.

Eignung: Mit 43% eignet sich nach Einschätzung der verantwortlichen Stellen weniger als die Hälfte der 351 kantonalen Stationen gut zur Messung von Niedrigwasser (Abb. 3 links). 23% der Pegel sind akzeptabel, 34% problematisch.

Anzahl Eichmessungen: Für der Hälfte der Pegelstationen liegen mehr als 3 Eichmessungen bei Niedrigwasser vor (Abb. 3 Mitte). Für 36% wurden eine bis drei Eichmessungen und für 15% keine Eichmessungen durchgeführt.

Anthropogener Einfluss auf das Abflussregime: Ein Drittel der Pegel wird durch Wasserentnahmen oder -rückgaben wesentlich beeinflusst (Abb. 3 rechts); bei den übrigen zwei Dritteln wurde das Abflussregime als nicht wesentlich beeinflusst eingestuft.

2.1.3 Verwendbarkeit der Pegel für Niedrigwasseruntersuchungen

Aufgrund der Umfrageergebnisse wurden die kantonalen Pegel hinsichtlich ihrer Verwendbarkeit für Niedrigwasseruntersuchungen evaluiert. Dafür wurden sie gemäss den in Tabelle 2 aufgeführten Kriterien in drei Klassen eingeteilt:

1. wird bei kritischer Überprüfung der Abflüsse als möglich erachtet.
2. ist nur mit weiteren Abklärungen zu empfehlen
3. ist nicht zu empfehlen.

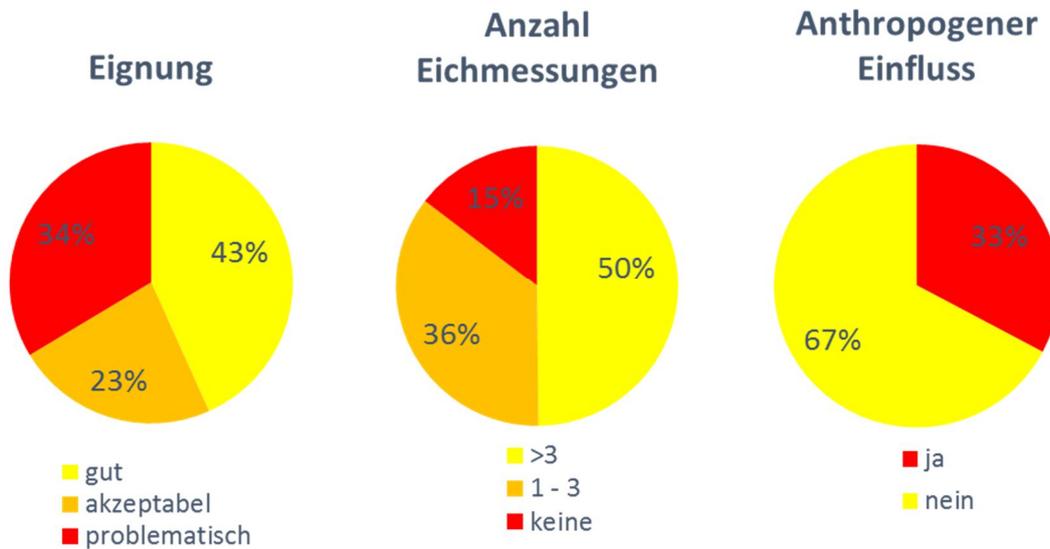


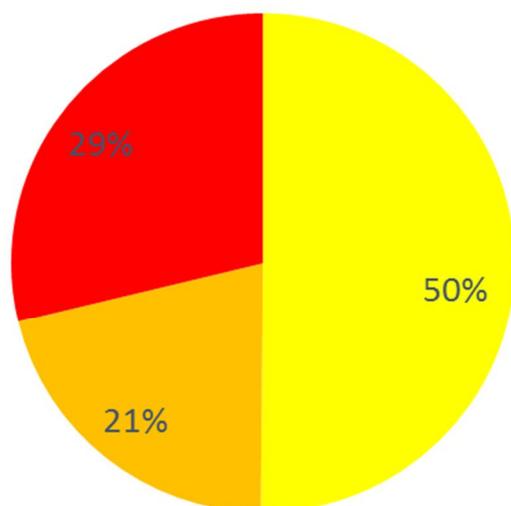
Abbildung 3: Ergebnisse der Umfrage über die Eignung der kantonalen Pegel zur Messung von Niedrigwasserabflüssen, über die Anzahl der Eichmessungen bei Niedrigwasser und über den Anteil der Pegel mit anthropogen beeinflusstem Abflussregime.

Tabelle 2: Kriterien zur Einstufung der Pegel hinsichtlich ihrer Verwendbarkeit zur Auswertung von Niedrigwasserabflüssen.

Verwendung	Kriterien
bei kritischer Prüfung der Plausibilität möglich	Eignung gut oder akzeptabel und mindestens 1 Eichmessung bei NW vorhanden und keine wesentlichen anthropogenen Eingriffe ins Abflussregime bekannt
nur mit weiteren Abklärungen zu empfehlen	(Eignung problematisch oder keine Eichmessung bei NW vorhanden) und keine wesentlichen anthropogenen Eingriffe ins Abflussregime bekannt
nicht zu empfehlen	wesentliche anthropogene Einflüsse ins Abflussregime bekannt

Aufgrund dieser Kriterien sind 50% der Pegel für Niedrigwasseruntersuchungen verwendbar (Abb. 4). Bei rund 21% müssen weitere Abklärungen vorgenommen werden und rund 29% der Pegel gelten für Niedrigwasseruntersuchungen als ungeeignet. Aufgrund der grossen Sensitivität der Niedrigwassermessung ist es empfehlenswert, auch bei den als unproblematisch beurteilten Pegeln eine Fehlerabschätzung vorzunehmen.

Verwendbarkeit für NW- Auswertungen



- Verwendung bei kritischer Überprüfung der Abflüsse möglich
- Verwendung nur mit weiteren Abklärungen zu empfehlen
- Verwendung nicht zu empfehlen oder nicht möglich

Abbildung 4.: Einstufung der Verwendbarkeit der kantonalen Pegel für die Auswertung von Niedrigwasserabflüssen. Die Hälfte der Pegel können bei kritischer Überprüfung der Abflüsse verwendet werden, bei 21% werden vor einer Verwendung weitere Abklärungen empfohlen, bei 29% der Pegel ist aufgrund von anthropogenen Eingriffen ins NW-Abflussregime eine Verwendung nicht zu empfehlen.

2.2 Umfrage zu hydrologischen Auswertungen

Die Antworten der kantonalen Fachpersonen auf die Fragen des zweiten Teiles der Umfrage sind in Tabelle A1 im Anhang aufgelistet.

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse dieses zweiten Teiles kurz zusammengefasst.

Frage 1. Sind Ihnen in Ihrem Kanton weitere Pegel von Forschungsanstalten, Kraftwerken etc. bekannt?

In den meisten Kantonen werden Pegel erwähnt, die von BAFU, Kraftwerken oder Hochschulen etc. betrieben werden. Die Daten dieser Pegel zusammenzutragen, überschritt den Rahmen dieses Projektes. In Tabelle A1 sind Angaben zu solchen Pegeln und Messaktivitäten mit der zuständigen Betreiber angegeben.

2. Wurden während der Trockenperioden 2015, 2011 oder 2003 punktuelle Abflussmessungen von Forschungsanstalten, Kraftwerken, etc vorgenommen?

Gemäss den kantonalen Fachstellen und den Ergebnissen der BAFU-Umfrage (EBP, 2016) haben die zuständigen Fachstellen der Kantone AG, BE, FR, JU, NW, SO und VD während den genannten drei Trockenperioden Abflussmesskampagnen durchgeführt oder in Auftrag gegeben. Einige von diesen wurden für die Auswertungen in Kapitel 4 verwendet. Von punktuellen Abflussmessungen durch Forschungsanstalten, Kraftwerken, etc. ist den Fachstellen wenig bekannt (Tabelle A1).

3. Wurden während der Trockenperioden in den Jahren 2015, 2011, oder 2003 Versickerungstrecken aufgenommen und kartiert?

Versickerungstrecken können Niedrigwasserabflüsse stark modifizieren (Abb. 37 und 38). Sie sind auch im Zusammenhang mit Gesuchen für Wasserentnahmen oder Restwasserfragen von grosser Bedeutung. Deren Lage ist bei manchen kantonalen Fachstellen bekannt (zum Beispiel im Kt. SH). Versickerungstrecken wurden bisher nicht kartiert.

4. Wurden von den Trockenperioden in den Jahren 2015, 2011 oder 2003 Auswertungen vorgenommen?

Auswertungen oder Studien zur Analyse von Trockenperioden wurden bisher nur im Kanton Solothurn vorgenommen. Andere Kantone haben zwar Abflussmessungen in Trockenperioden durchgeführt, diese aber nicht für weitere Analysen zum besseren Verständnis der Niedrigwasserentstehung und der dafür relevanten Speicher verwendet.

2.3 Fazit

Mit den 351 kantonalen Pegeln ist für die Auswertung von Niedrigwasserabflüssen ein grosser Datenpool vorhanden. Dieser stellt eine wertvolle Ergänzung zu den BAFU-Stationen dar. Allerdings sind nach Einschätzung der Kantone nur etwa 50% brauchbar für Auswertungen. Ein Teil der anderen 50% lässt sich eventuell durch Aufbereitung und durch Korrekturen der P/Q-Beziehung trotzdem verwenden.

In einigen Kantonen werden auch Pegel von anderen Institutionen betrieben, z.B. von Kraftwer-

ken. Zudem wurden auch in verschiedenen Kantonen punktuelle Abflussmessungen während Trockenperioden vorgenommen. Auswertungen über die für Niedrigwasserabflüsse relevanten Faktoren wurden aber bisher nur vereinzelt vorgenommen. Versickerungstrecken, die im Zusammenhang mit Gesuchen und Wasserentnahmen von grosser Bedeutung sind, wurden bisher keine kartiert.

3 Auswertungen vorhandener Pegel

3.1 Regionale Unterschiede

Um aufzuzeigen, wie sich Niedrigwasserabflüsse in einzelnen Regionen der Schweiz unterscheiden, wurden Daten zahlreicher Pegel von Bund und Kantonen zusammengetragen und ausgewertet. In Kapitel 3.1.1. bis 3.1.4. sind Dauerkurven von Mittelland-, Jura-, Voralpen- und Alpengebieten jeweils über die gesamte Messperiode dargestellt.

3.1.1 Mittelland

Abbildung 5 zeigt Dauerkurven für Abflüsse im zentralen Mittelland unter q_{200} . Die q_{347} liegen mit Ausnahme der Ürke, der Langete und der Pfaffnern zwischen 2.2 und $5.7 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$, im östlichen Mittelland (Kantone St. Gallen, Thurgau und Zürich) zwischen 1.6 und $5.6 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ (vgl. Abb. 6). Auch hier gibt es Ausreisser nach oben (Wagnerbach, Jona, Chellenbach) und unten (Chatzenbach, Stichbach, Giessen). Diese gibt es auch im westlichen Mittelland mit Arnon, Sionges und Aubonne gegen oben und mit Petite Glâne und Boiron de Morges gegen unten (Abb. 7). Die q_{347} der meisten Gebiete liegen dort aber tiefer (1.4 bis $3.2 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$).

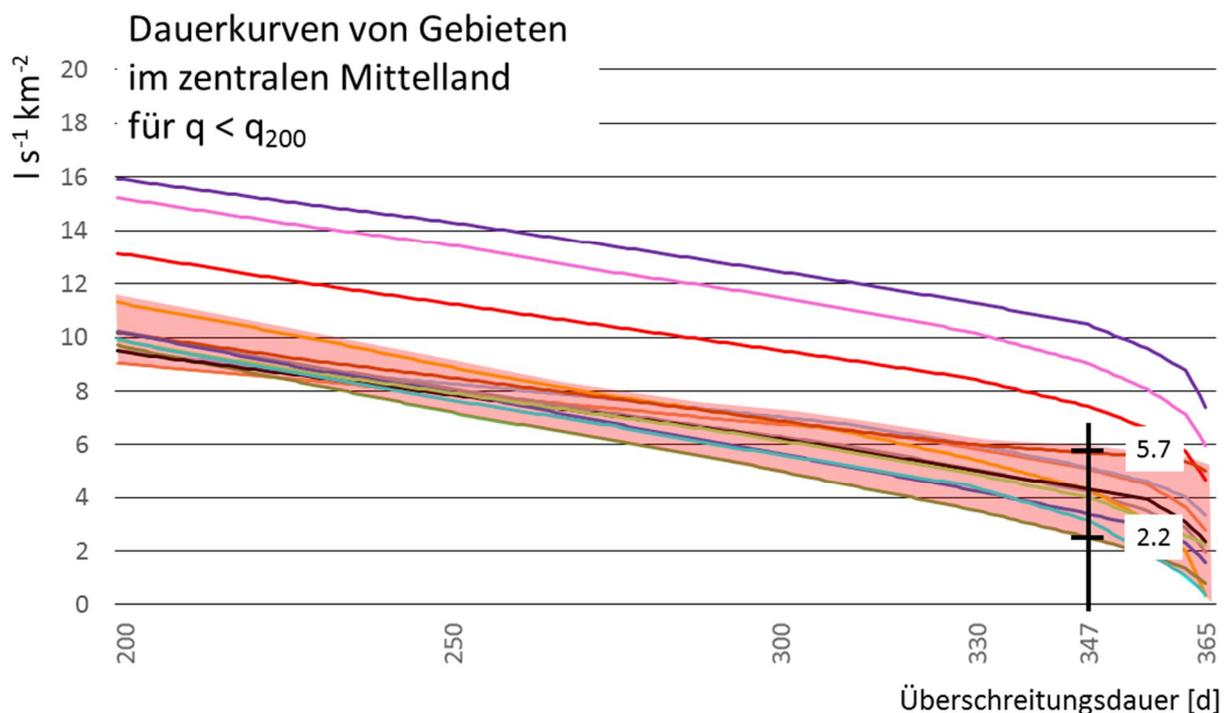


Abbildung 5: Dauerkurven für Abflüsse $q < q_{200}$ von Einzugsgebieten im zentralen Mittelland. Das q_{347} der meisten Gebiete variiert zwischen 2.2 und $5.7 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$. Die Ürke in Holziken (violett), die Langete in Leimiswil (pink) und die Pfaffnern ob Vordemwald (rot) weisen überdurchschnittliche Niedrigwasserabflüsse auf.

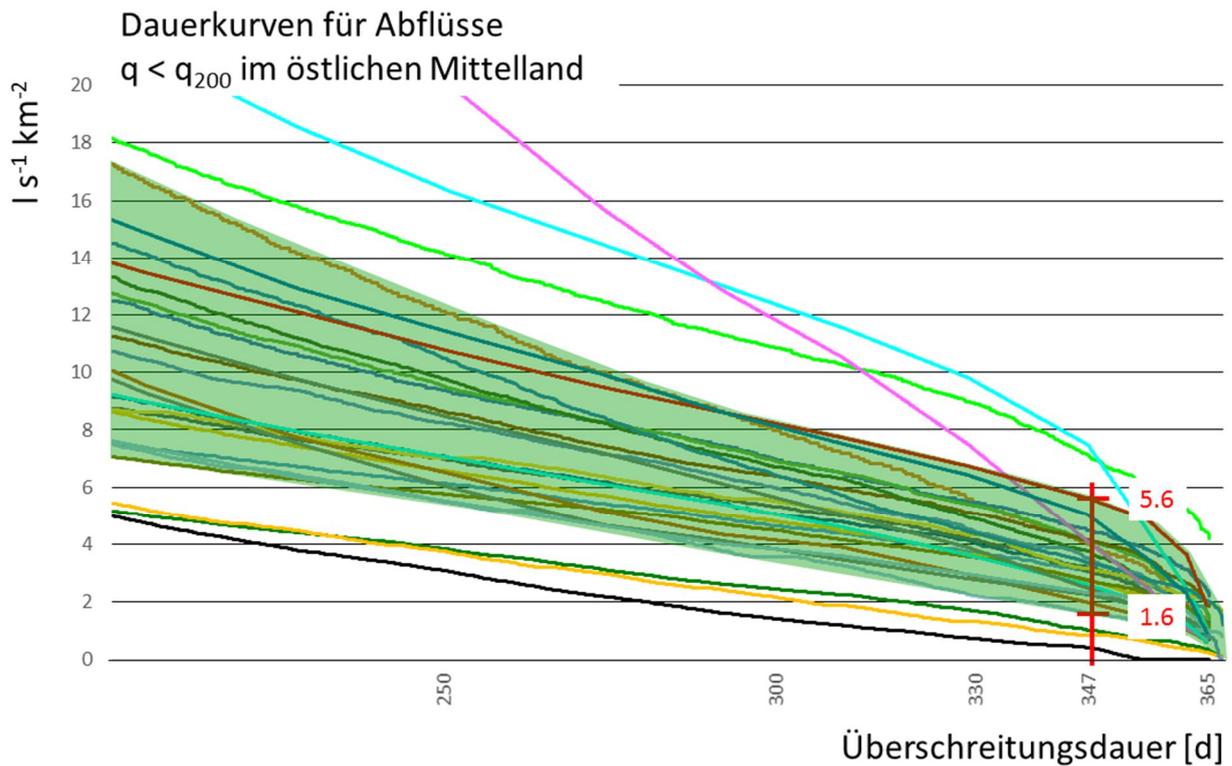


Abbildung 6: Dauerkurven für Abflüsse $q < q_{200}$ von Einzugsgebieten im östlichen Mittelland. Das q_{347} der meisten Gebiete variiert zwischen 1.6 und 5.6 $l s^{-1} km^{-2}$. Überdurchschnittliche Niedrigwasser führen die Jona in Pilgersteg (hell grün) und der Wagnerbach in Rapperswil (hell blau). Sehr geringe Niedrigwasserabflüsse werden am Chatzenbach in Turbental (schwarz), am Stichbach in Bottigkofen (orange) und am Giessen in Bürglen (dunkel grün) gemessen.

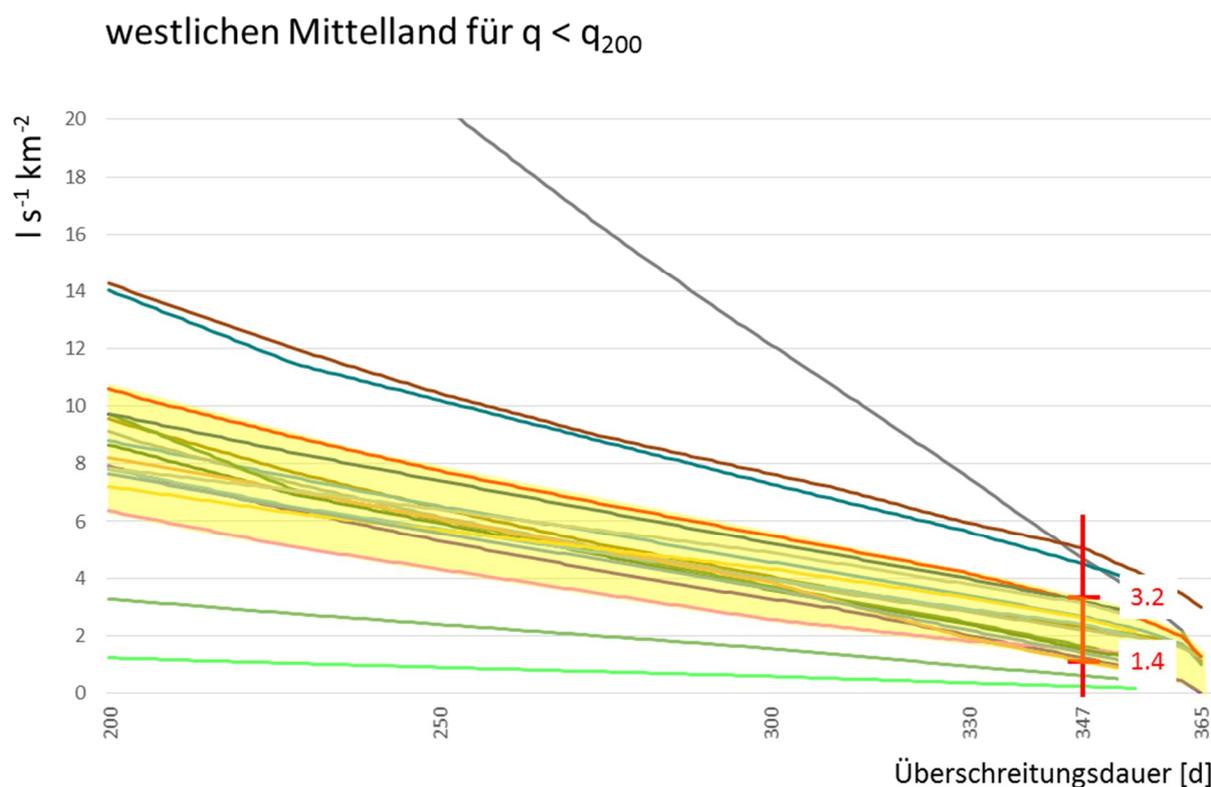


Abbildung 7: Dauerkurven für Abflüsse $q < q_{200}$ von Einzugsgebieten im westlichen Mittelland. Das q_{347} der meisten Gebiete liegt zwischen 1.4 und 3.2 $l s^{-1} km^{-2}$. Überdurchschnittlich hoch für dieses Gebiet sind die Niedrigwasserabflüsse an der Aubonne oberhalb Allaman (grau), der Sionne oberhalb Vuippens (braun) und dem Arnon oberhalb Poissine (dunkles Türkis). Sehr tiefe Niedrigwasser werden an der Boiron-de-Morges in Tolothenaz (dunkles grün) und der Petite Glâne in Villars le Grand (hell grün) gemessen.

3.1.2 Solothurner Jura

Die q_{347} im Solothurner Jura liegen zwischen 0.8 und 4.7 $l s^{-1} km^{-2}$ (Abb. 8). In den von Verkarsung dominierten kleineren Einzugsgebieten können sehr tiefe q_{347} auftreten (hellblau hinterlegte Dauerkurven).

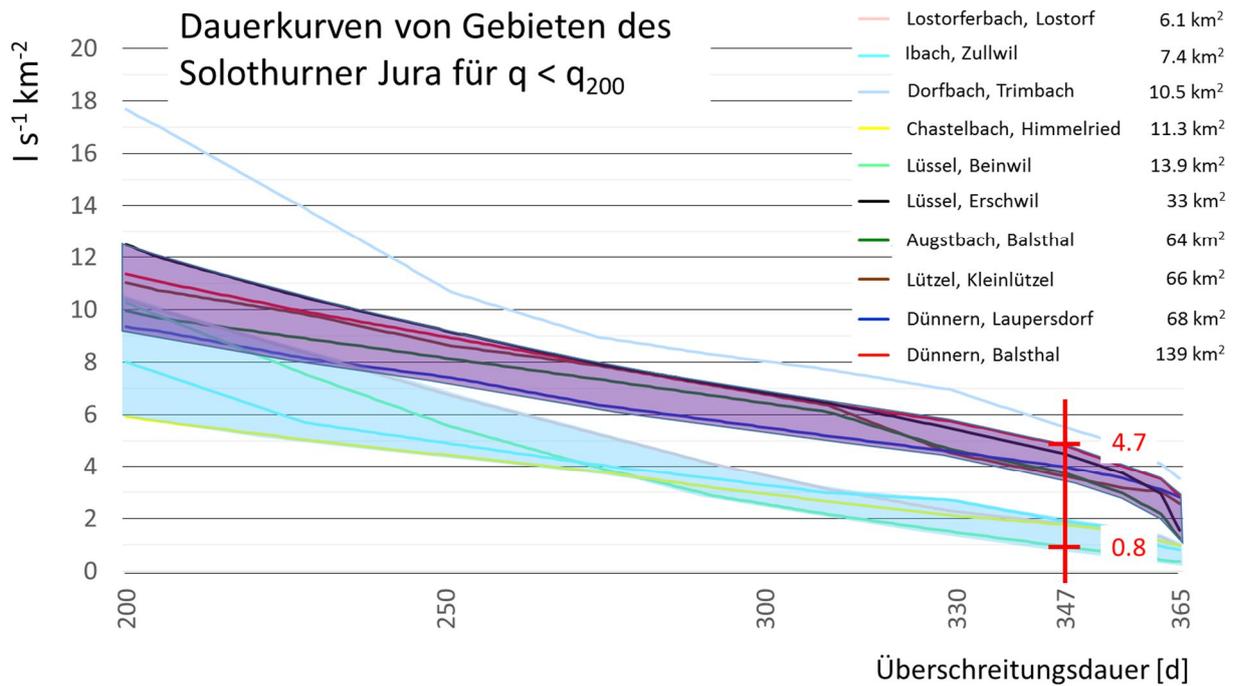


Abbildung 8: Dauerkurven für Abflüsse $q < q_{200}$ von Einzugsgebieten im Solothurner Jura. Das q_{347} variiert zwischen 0.8 und 4.7 $l s^{-1} km^{-2}$.

3.1.3 Voralpen

Die q_{347} in den Voralpen liegen etwas höher als im zentralen Mittelland und variieren zwischen 3.3 und 8.8 $l s^{-1} km^{-2}$ (Abb. 9). Ähnlich ist der q_{347} - Bereich in den zentralen und westlichen Voralpen (Abb. 10). Die Dauerkurven in den Voralpen zeigen einen steileren Abfall als im Mittelland (Abb. 5, 6 und 7).

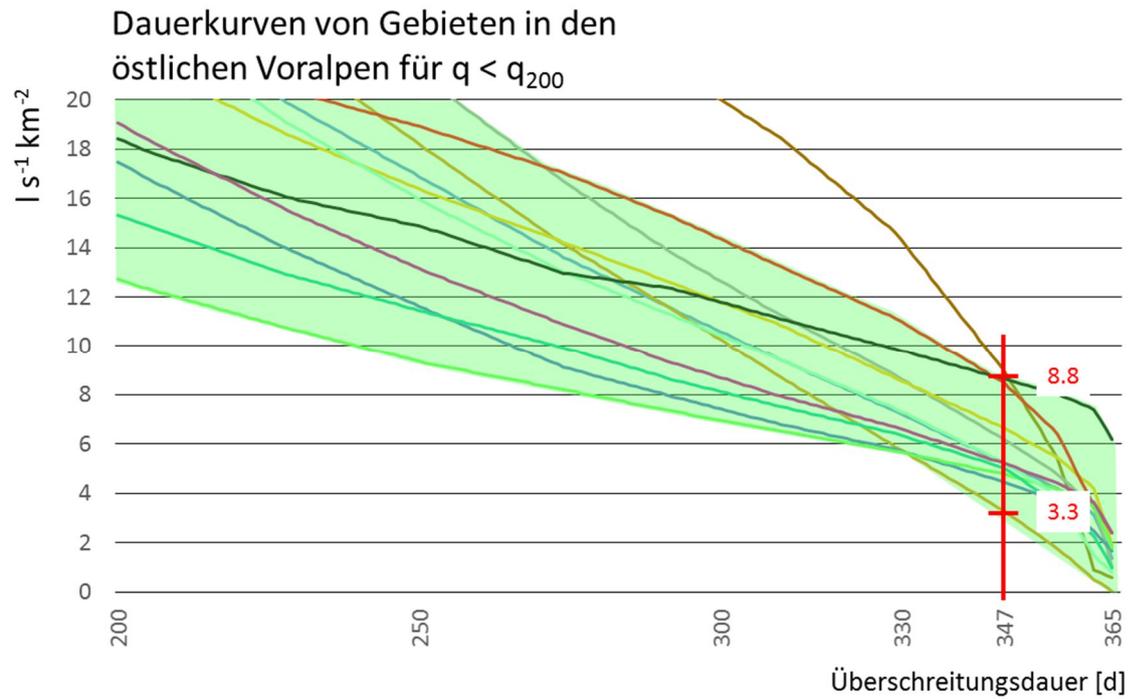


Abbildung 9: Dauerkurven für Abflüsse $q < q_{200}$ von Einzugsgebieten in den Voralpen der Ostschweiz. Das q_{347} variiert zwischen 3.3 und 8.8 $l s^{-1} km^{-2}$.

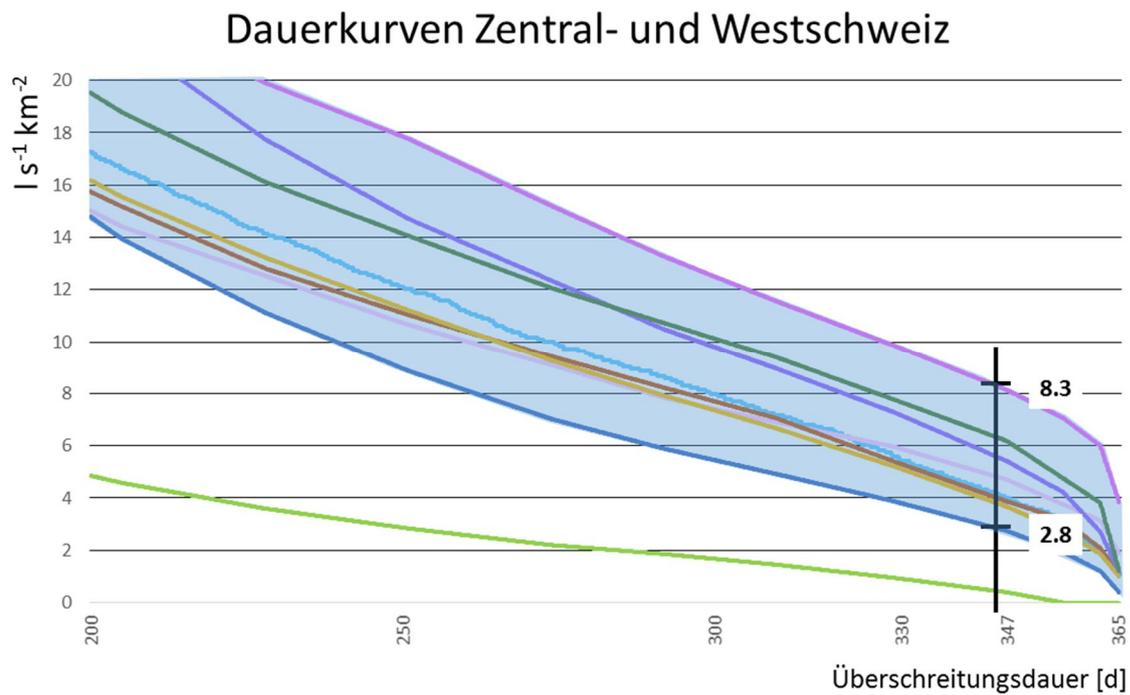


Abbildung 10: Dauerkurven für Abflüsse $q < q_{200}$ von Einzugsgebieten in den Voralpen der Zentral- und Westschweiz. Das q_{347} variiert zwischen 2.8 und 8.3 $l s^{-1} km^{-2}$. Unterdurchschnittliche Niedrigwasserabflüsse werden am Schwendlibach in Plaffeien registriert.

3.1.4 Alpen

q_{347} in den Alpen variiert zwischen 1.4 und $10.9 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ (Abb. 11). Der Bereich ist im Vergleich mit anderen Regionen wesentlich grösser.

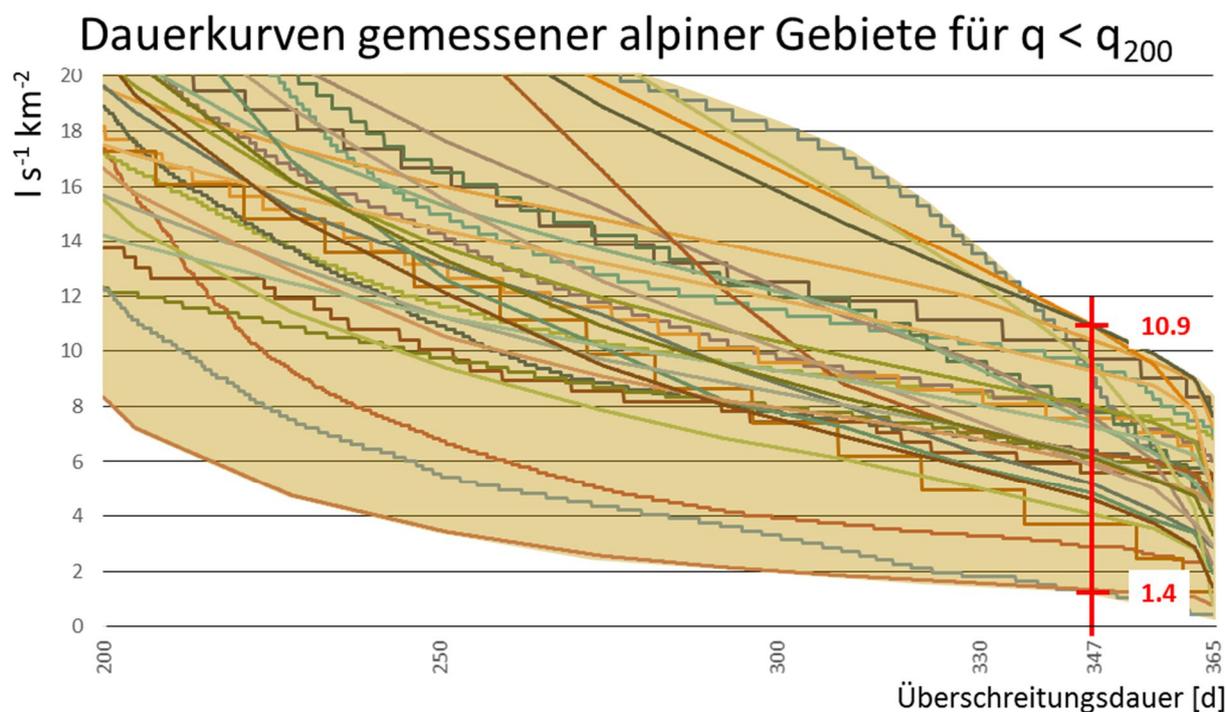


Abbildung 11: Dauerkurven für Abflüsse $q < q_{200}$ von alpinen Einzugsgebieten in der Schweiz. Das q_{347} variiert zwischen 1.4 und $10.9 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$.

3.1.5 Fazit

Im Verlauf der Dauerkurven und zwischen den q_{347} gibt es klare Unterschiede zwischen den einzelnen Regionen der Schweiz. Die Streuung innerhalb der Regionen ist aber gross. Das Verhalten ergibt sich aus einem Zusammenspiel zwischen den Einflussfaktoren des Niederschlagsverhaltens und der Landschaft (Geologie + Topographie). Deshalb lässt sich auch kein Regionalisierungsfaktor finden. Um diese Einflüsse zu entschlüsseln, sind räumlich aufgelöste Studien notwendig (vgl. Kap. 4 bis 6).

3.2 Einordnung der Trockenjahre 2003 bis 2016 und des tiefsten Abflusses der Messperiode

In Abbildung 12 sind Dauerkurven von ausgewählten Einzugsgebieten für Abflüsse unter q_{300} im zentralen Mittelland dargestellt. In die Dauerkurven eingetragen sind die niedrigsten mittleren Tagesabflüsse der Trockenjahre 2003, 2011, 2015, 2016 und der niedrigste registrierte mittlere

Tagesabfluss der gesamten Messperiode. Abbildung 13 zeigt dieselbe Darstellung für Einzugsgebiete im Kanton Zürich (+ Rietholzbach, Mosnang), die Werte aus dem Jahr 2016 traten alle in der herbstlichen Trockenperiode auf. In einigen Einzugsgebieten des zentralen Mittellandes traten die tiefsten Abflüsse 2016 anfangs Januar auf, diese gehören deshalb hydrologisch betrachtet noch zur Trockenperiode 2015 und wurden deshalb nicht aufgeführt. Es fällt auf, dass die Dauerkurven im zentralen Mittelland wesentlich stärker streuen, als im Kanton Zürich, ebenso die tiefsten Tagesmittelwerte der einzelnen Trockenjahre. In Abbildung 14 und 15 sind die tiefsten Tagesabflüsse der Trockenjahre 2003, 2011, 2015, 2016 und die tiefsten Tagesmittel der gesamten Messperiode dargestellt. Im Kanton Zürich sind die Niedrigwasserabflüsse generell tiefer und die Unterschiede zwischen den Trockenjahren geringer als in der Zentralschweiz. In der Zentralschweiz fand zudem die grösste Trockenheit in unterschiedlichen Jahren statt.

Es fällt zudem auf, dass die Dauerkurven in verschiedenen Gebieten bei Abflüssen gegen q_{365} regelrecht abstürzen (Abb. 12 und 13). Werden Trockenperioden mit dem Klimawandel zukünftig länger und häufiger, wird sich das q_{347} künftig nach rechts verschieben und das Verhalten der Dauerkurve gegen das q_{365} gewinnt an Bedeutung. Deshalb ist die Ursache für diesen Absturz von Bedeutung und sollte näher untersucht werden.

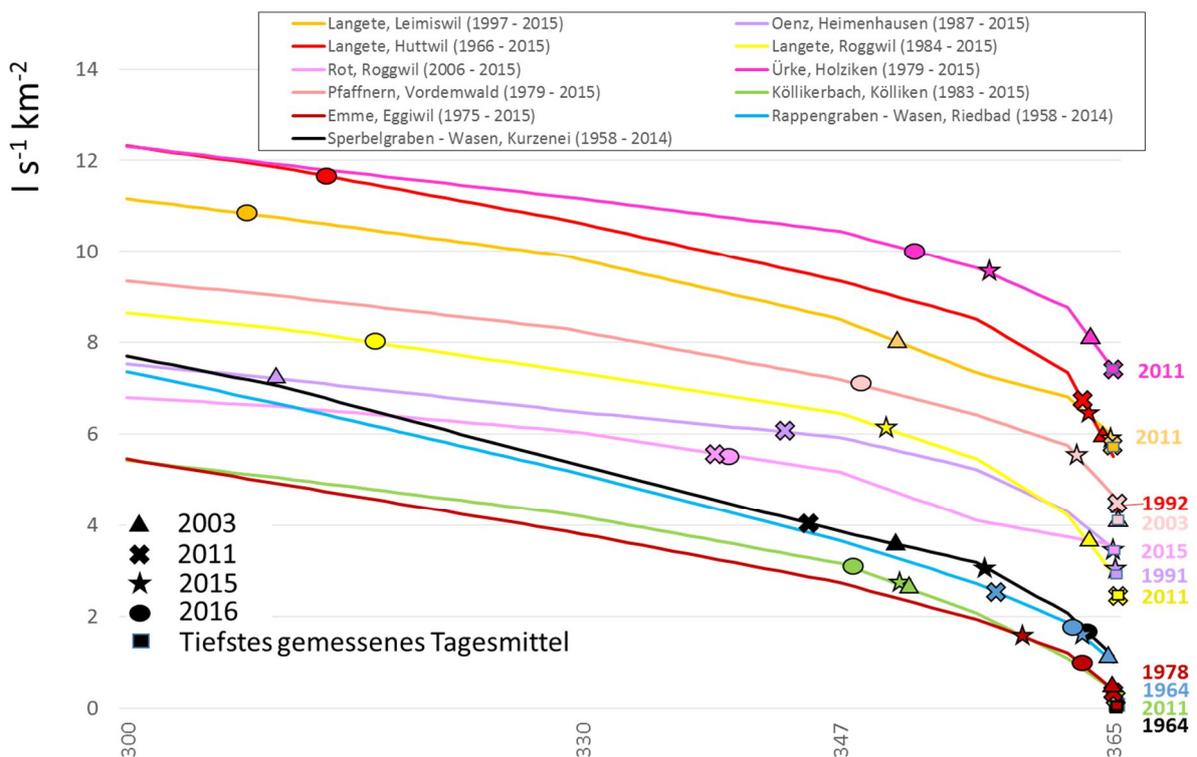


Abbildung 12: Dauerkurven der Zentralschweiz für Abflüsse kleiner q_{300} mit den tiefsten Tagesabflüssen der Trockenjahre 2003, 2011, 2015, 2016 und dem tiefsten mittleren Tagesabfluss der gesamten Messperiode.

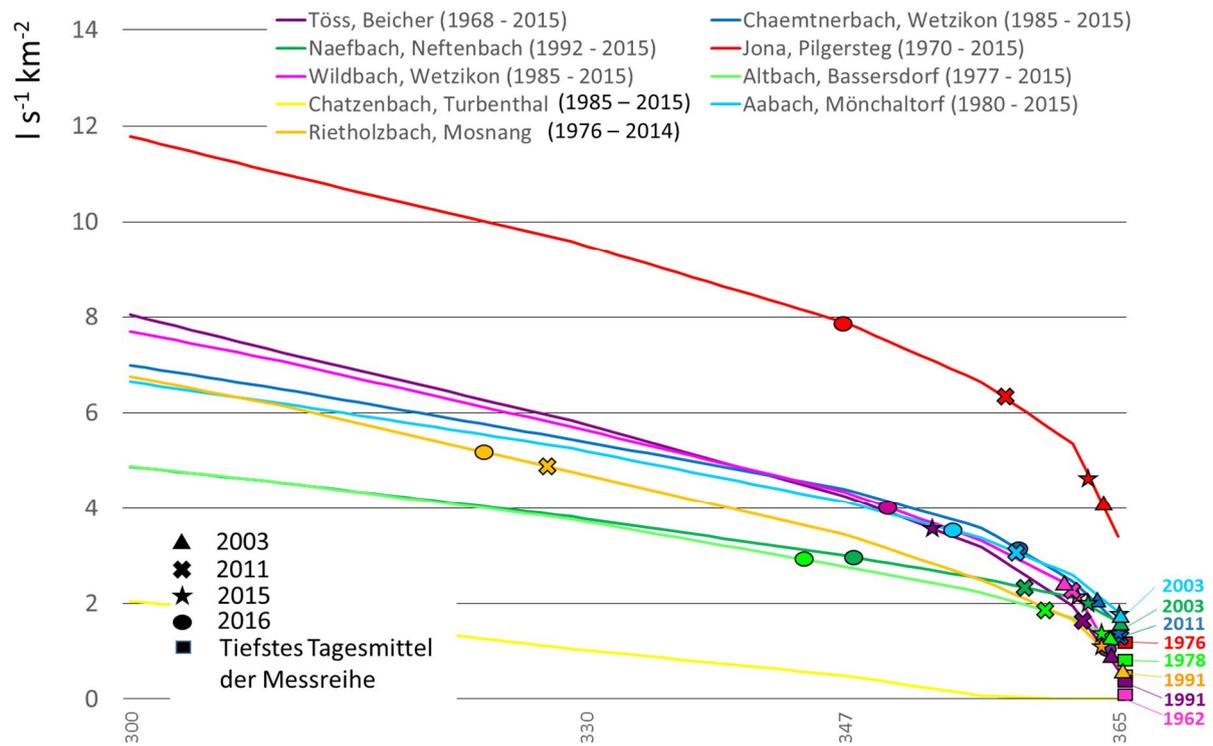


Abbildung 13: Dauerkurven von Gebieten des Kantons Zürich und vom Rietholzbach (Mosnang) für Abflüsse kleiner q_{300} mit den tiefsten Tagesabflüssen der Trockenjahre 2003, 2011, 2015, 2016 und dem tiefsten mittleren Tagesabfluss der gesamten Messperiode.

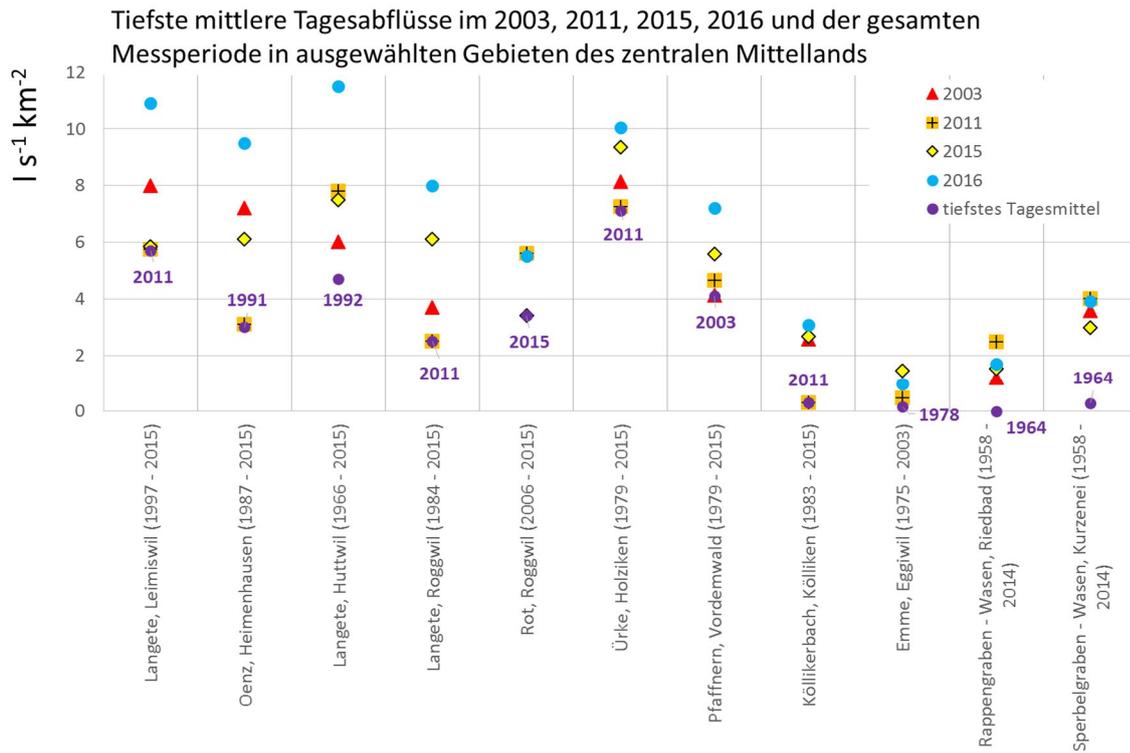


Abbildung 14: Tiefste Abflüsse im 2003, 2011, 2015, 2016 und tiefster mittlerer Tagesabfluss der gesamten Messperiode in ausgewählten Gebieten des zentralen Mittellandes.

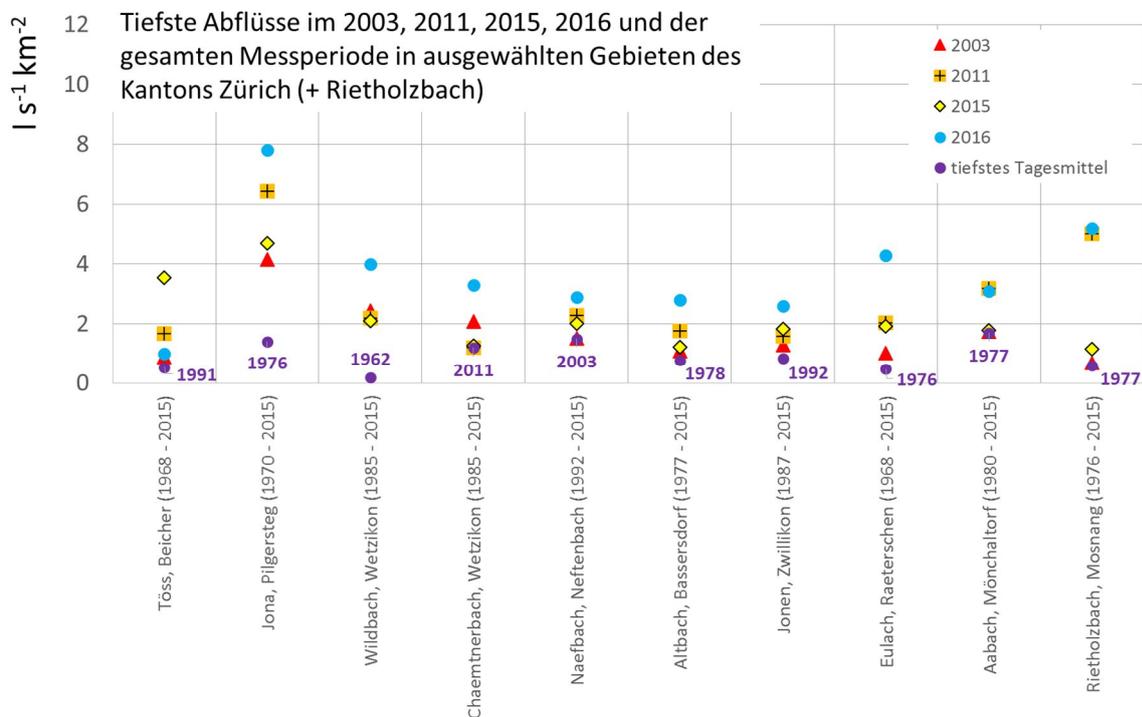


Abbildung 15: Tiefste Abflüsse im 2003, 2011, 2015, 2016 und tiefster mittlerer Tagesabfluss der gesamten Messperiode in ausgewählten Gebieten des Kantons Zürich (+Rietholzbach, Mosnang).

3.3 Einfluss der Geologie auf Niedrigwasser

Die räumlichen Unterschiede in den Niedrigwasserabflüssen und im Trockenfallen während der Trockenjahre 2003, 2011, 2015 und 2016 zeigen, dass sich Fließgewässer in Trockenperioden unterschiedlich verhalten. Dieses Verhalten wird durch ein Zusammenspiel von verschiedenen Faktoren wie dem Niederschlagsverhalten, der Geologie oder der Topographie bestimmt. Im Folgenden wird auf die Geologie eingegangen, die eine wichtige Rolle spielt (Naef et al., 2015).

Die Volumen, die während Niedrigwasserperioden abfließen, sind gering. In 10 von 17 untersuchten Einzugsgebieten im Mittelland fließen zwischen dem q_{347} und dem q_{365} (VNW) nur 3 bis 6 mm ab. Das ist weniger als ein Prozent des Jahresniederschlags (Abb. 16, Naef et al., 2015). Die Speicher, die diese geringen Abflüsse liefern, können also klein sein. Ihre Durchlässigkeiten müssen aber so gering sein, dass sie langsam genug drainieren und auch während längeren Trockenperioden nicht trockenfallen (Naef et al., 2015). Wie Abbildung 16 zeigt, erfüllen Sandsteine der Oberen Meeresmolasse (OMM) diese Bedingungen am besten. Moränen weisen zwar eine hohe Speicherkapazität auf, haben aber eine hohe Durchlässigkeit und drainieren deshalb zu rasch, um eine hohe VNW aufzuweisen. Die VNW von Gebieten, die vor allem aus Oberer Süsswassermolasse aufgebaut sind, liegen tiefer als bei OMM-, aber etwas höher als bei Moränen-Gebieten.

Abbildung 17 zeigt, dass die Zusammensetzung der Festgesteine nicht nur das abfließende Volumen, sondern auch auf charakteristische Weise den Verlauf der Dauerkurve prägen. So weisen neben den höchsten Niedrigwasserabflüssen die OMM-geprägten Gebiete der Ürke (Holziken), der Langete (Leimiswil) und der Pfaffnern (Vordemwald) auch den geringsten Rückgang der Dauerkurven auf. Parallel zu den Dauerkurven der OMM-geprägten Gebiete (rot bis braun) verlaufen die der Moränen-dominierten Gebiete wie Jonen (Zwillikon), Altbach (Basserdorf) oder Naefbach (Neftenbach; grün). Ihre Abflüsse sind aber um 5 bis $7 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ tiefer als die der OMM-Gebiete. Die OMM- und Moränen-geprägten Gebieten haben gemeinsam, dass ihre Abflussreaktion auf Niederschläge aufgrund der verbreitet mächtigen und durchlässigen Böden über durchlässigem Untergrund in der Regel gedämpft ist.

Dauerkurven der Oberen Süsswassermolasse (OSM) fallen dagegen wesentlich steiler ab. Die OSM wird meist aus Wechsellagerungen zwischen Nagelfluh, Mergeln und Sandsteinen aufgebaut. Gebiete wie die Töss (Beicher), der Rietholzbach (Mosnang) oder der Wildbach (Wetzikon) weisen zum Teil steile und undurchlässige Flanken auf. Aufgrund des undurchlässigen Untergrundes und des steilen Geländes kommt es rasch zum Abfluss. Dieser wirkt sich aufgrund der rascheren Abflussbildung stärker auf den Verlauf der Dauerkurven zwischen q_{200} und q_{300} aus als in den flacheren Moränengebieten, weshalb die Kurven steiler verlaufen. Das q_{347} der OSM-Gebiete liegt aber nur leicht höher als das der Moränengebiete.

Liegt der Pegel auf einer Versickerungstrecke wie der Chatzenbach (Turbenthal) und die Kempt (Fehraltorf) liegen die Dauerkurven tiefer als die von Gebieten vergleichbarer geologischer Zusammensetzung (Abb. 17).

Gebiete mit einem ähnlichen geologischen Aufbau lassen sich also zu Gebieten mit ähnlichem Niedrigwasserverhalten gruppieren. Dies kann dazu genutzt werden, Dauerkurven von ähnlich aufgebauten Referenzgebieten mit Pegeln auf Gebiete ohne Pegel zu übertragen und umzurechnen und so Niedrigwasserabflüsse abzuschätzen (vgl. Kap. 5).

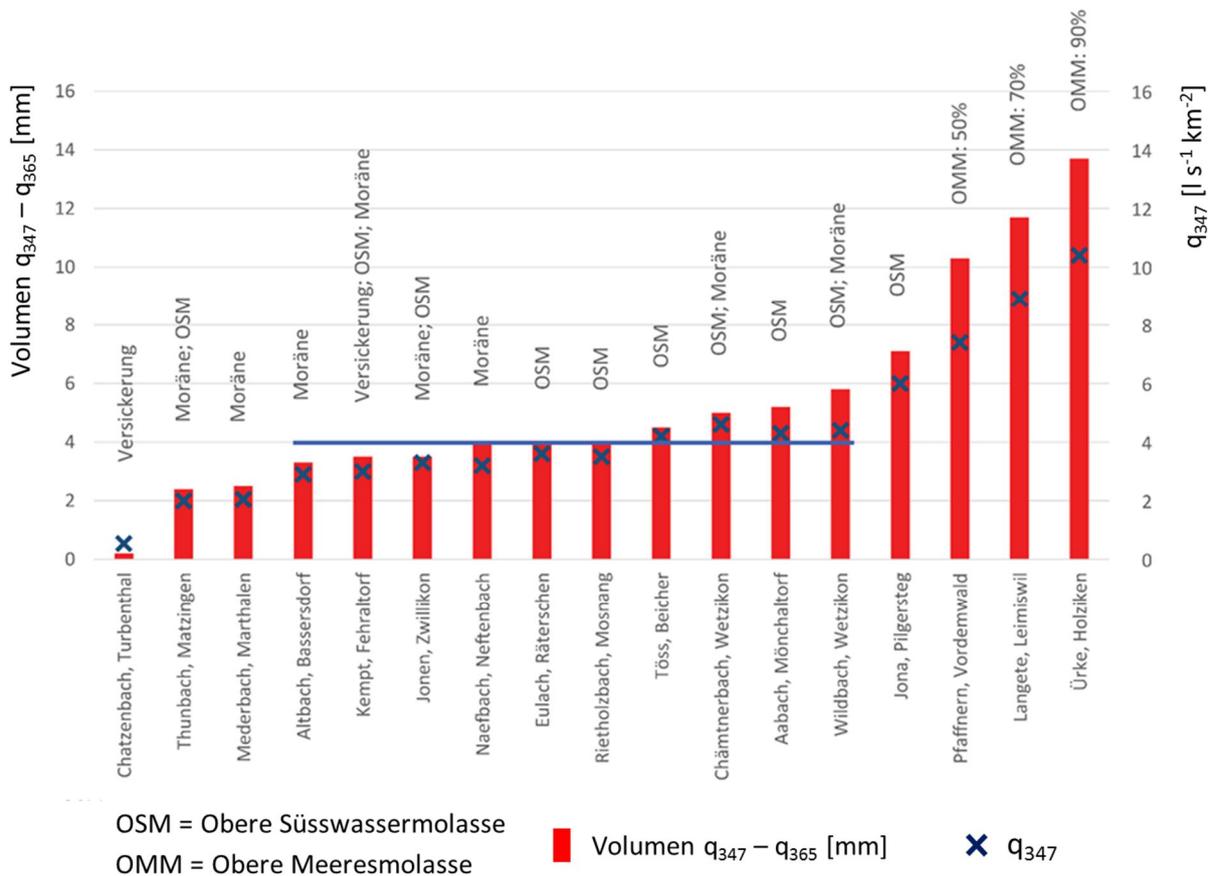
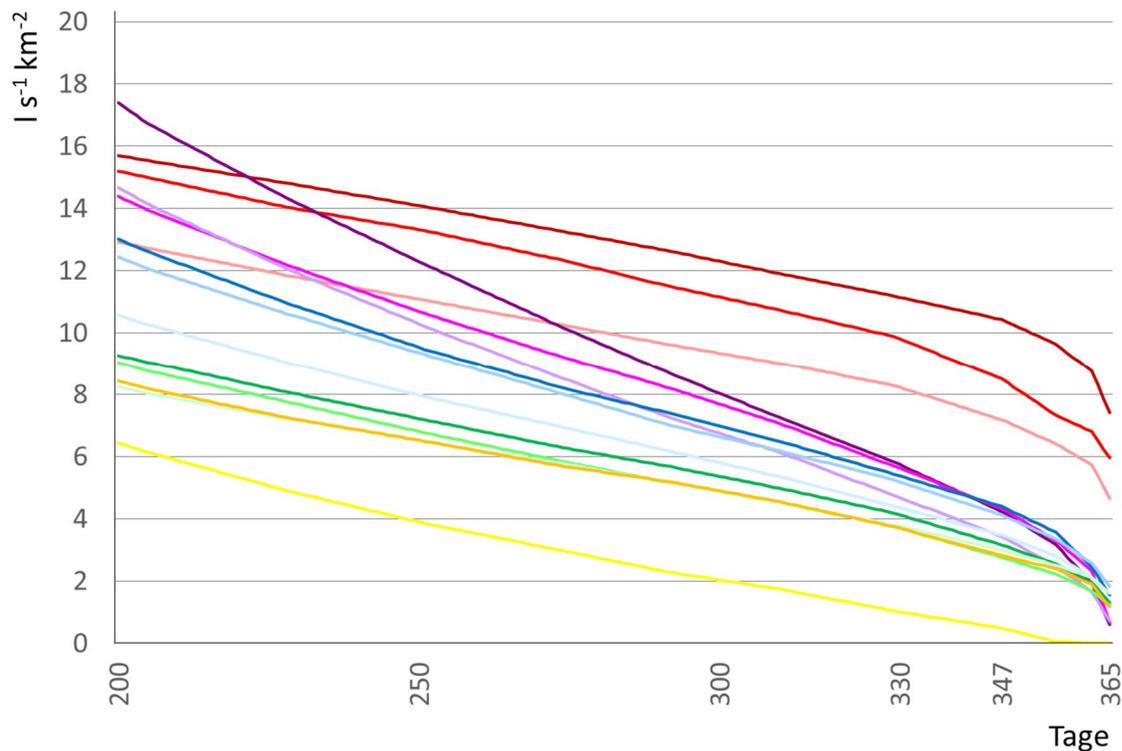


Abbildung 16: Die Volumen (VNW), die zwischen q_{347} und q_{365} in 17 Gebieten des schweizerischen Mittellandes abfließen, sind gering. Bei der Mehrheit der Gebiete liegt das VNW zwischen 3 und 6 mm und beträgt weniger als 1% des Jahresniederschlages.



Einzugsgebiet (Messperiode)		Jahresnieder-schlag [mm]	Dominante Speicher / Faktoren
—	ÜRke, Holziken (1979 - 2015)	1210	OMM
—	Langete, Leimiswil (1997 - 2015)	1356	
—	Pfaffnern, Vorderwald (1979 - 2015)		OMM / USM
—	Töss, Beicher (1968 - 2015)	1801	OSM
—	Wildbach, Wetzikon (1985 - 2015)	1424	
—	Rietholzbach, Mosnang (1976 - 2014)	1705	
—	Chämtnerbach, Wetzikon (1985 - 2015)	1517	
—	Aabach, Mönchaltorf (1980 - 2015)	1317	OSM / Moränen
—	Eulach, Raeterschen (1968 - 2015)	1137	
—	Jonen, Zwillikon (1987 - 2015)	1234	Moränen / OSM
—	Altbach, Bassersdorf (1977 - 2015)	1204	Moränen
—	Naefbach, Neftenbach (1992 - 2015)	1003	OSM / Moränen / Versickerungsstrecken
—	Kempt, Fehraltorf (1991 - 2015)	1383	
—	Chatzenbach, Turbenthal (1985 - 2015)	1436	OSM / Versickerungsstrecken

Abbildung 17: Der Verlauf der Dauerkurven von 14 Mittelland-Einzugsgebieten für Abflüsse kleiner q_{200} wird vor allem durch die geologische Zusammensetzung der Gebiete bestimmt. Die höchsten NW-Abflüsse weisen die von Oberer Meeresmolasse (OMM) dominierten Gebiete auf. Gebiete, wo vor allem Moränen und Obere Süswassermolasse (OSM) auftreten, zeigen mittlere NW-Abflüsse. Die Dauerkurven von OSM-Gebieten fallen steiler ab. Die tiefsten NW-Abflüsse werden dort beobachtet, wo grössere Versickerungen auftreten.

4 Räumlich hochaufgelöste Abflussmessungen

4.1 Einführung

Um die für Niedrigwasser relevanten Speicher genauer lokalisieren und den Einfluss von Versickerungstrecken isolieren zu können, wurden in den Trockenperioden 2015 und 2016 räumlich hoch aufgelöste Abflussmessungen in insgesamt 13 Einzugsgebieten im Mittelland durchgeführt. Die Abbildungen 18 und 19 zeigen die Ergebnisse dieser Messkampagnen. Dargestellt sind die spezifischen Abflüsse der Teileinzugsgebiete mit den wichtigsten Festgesteinseinheiten der mittelländischen Molasse für Gebiete im zentralen Mittelland (Abb. 18) und für den Kanton Zürich (Abb. 19).

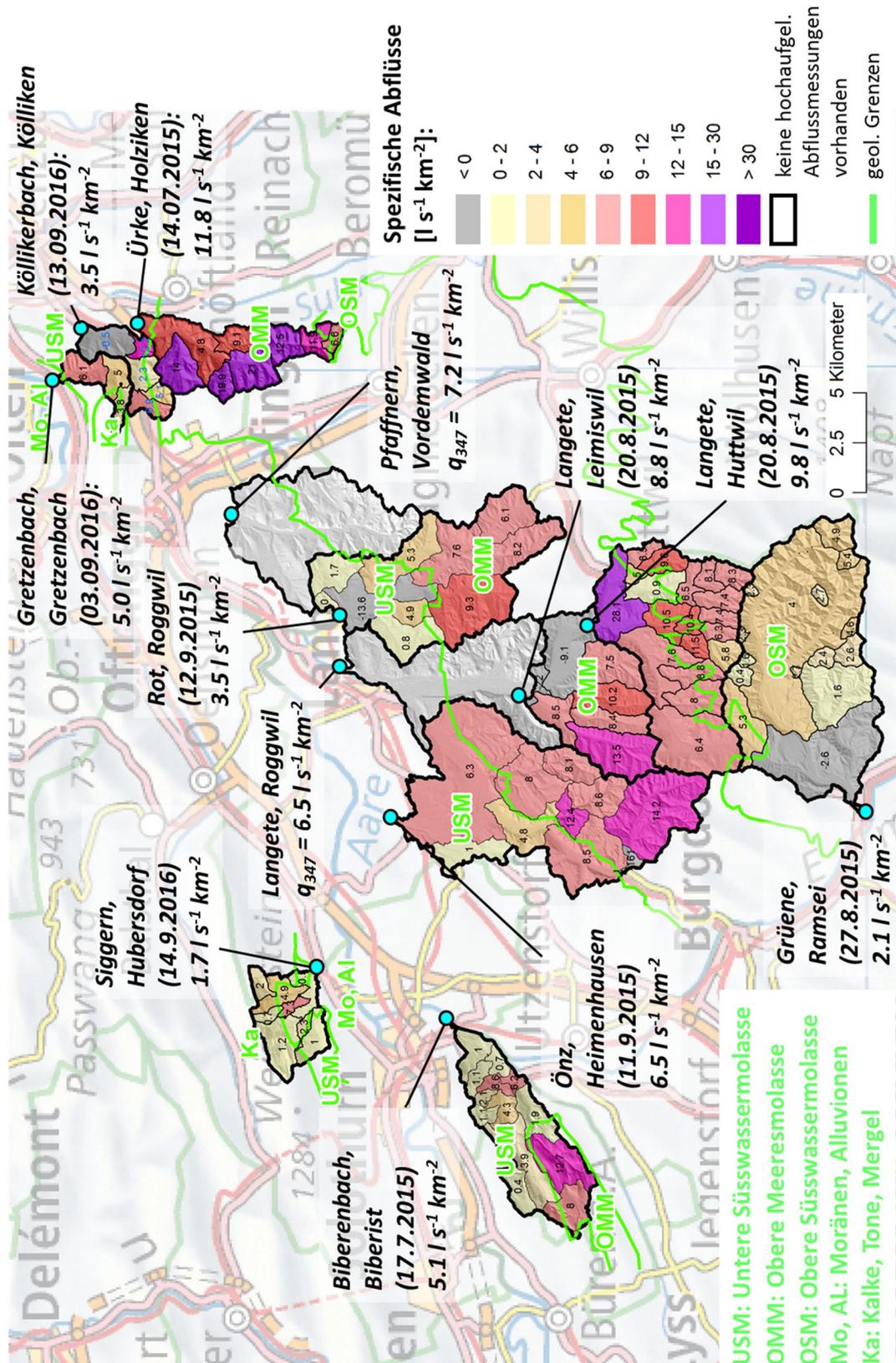


Abbildung 18: Aufgrund von räumlich hochaufgelösten Abflussmessungen i ermittelte spezifische Abflüsse in den Trockenperioden 2015 und 2016 für zehn Einzugsgebiete in der Zentralschweiz.

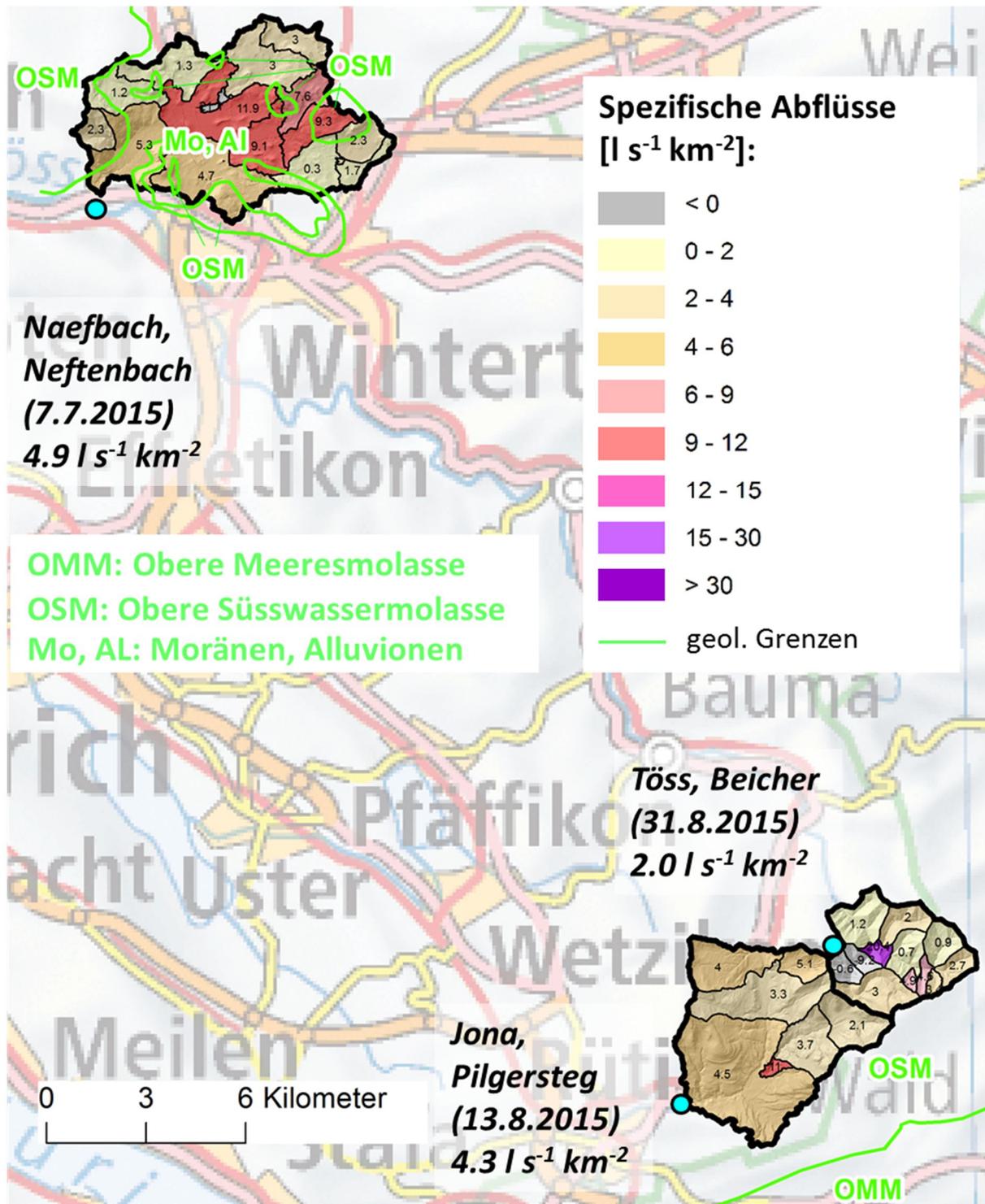


Abbildung 19: Aufgrund von räumlich hochaufgelösten Abflussmessungen ermittelte spezifische Abflüsse in den Trockenperioden 2015 und 2016 für drei Einzugsgebiete im Kanton Zürich

4.2 Poröse Festgesteine als relevante Niedrigwasserspeicher

Das schweizerische Mittelland ist vorwiegend aus Molassesedimenten aufgebaut (Labhart, 1998). Sie besteht aus Konglomeraten (Nagelfluh), Sandsteinen, Tonen und Mergeln. Der Fels tritt aber in der Regel nur an den Hügeln oder in tiefen Bach- und Flussläufen an die Oberfläche. Über weite Strecken sind die Molassesedimente überdeckt mit einer geringmächtigen Schicht Lockergestein, vorwiegend Moränen und Schotter. Diese grossen, gut erkennbaren Grund- und Hangwasserspeicher weisen meist eine höhere Durchlässigkeit auf und entwässern deshalb so rasch, dass sie die Form der Dauerkurve nur etwa bis zum Q_{250} beeinflussen und beim Q_{347} keinen signifikanten Beitrag mehr liefern (Naef et al., 2015). Entscheidend für Niedrigwasserabflüsse sind die Festgesteinsspeicher der Molassesedimente unter den Lockergesteinen.

Die Molassesedimente sind Abtragungsprodukte der Alpenfaltung, deren Mächtigkeit sich von maximal 5 bis 6 Kilometern am Alpenrand im Süden auf einige Hundert Meter im Norden reduziert. Auffällig ist die Abnahme der Korngrösse. Am Alpenrand dominieren Konglomerate (Nagelfluh), im mittleren Teil die Sandsteine und am nördlichen Rand des Mittellandbeckens treten vorwiegend tonige und mergelige Schichten auf (Labhart, 1998).

Die Korngrössen der unterschiedlichen Sedimente beeinflussen die Durchlässigkeiten des Untergrundes massgebend. Deshalb haben Ablagerungsgeschichte und Lage der heute an der Oberfläche aufgeschlossenen Molassesedimente einen grossen Einfluss auf das Niedrigwasserverhalten der Fliessgewässer (Kap. 4.2.1 - 4.2.5). Diese Tatsache wurde schon in einer frühen Phase der Abflussmessungen erkannt. Entsprechend wurde das Messkonzept angepasst.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Messkampagne im Mittelland vorgestellt. Darin zeigt sich das unterschiedliche Niedrigwasserverhalten der verschiedenen Molassesedimente.

4.2.1 Untere Meeresmolasse (UMM)

Im frühen Oligozän bedeckte ein untiefes Meer das zukünftige Molassebecken. Es kam zur Ablagerung von feinkörnigen Sanden, Tonen und Mergeln (vor 33.7 - 30 Mio Jahren, Tab. 3). Keines der Untersuchungsgebiete enthält UMM. Sie ist nur in wenigen Gebieten der Schweiz aufgeschlossen.

4.2.2 Untere Süsswassermolasse (USM)

Durch Hebungen im Vorlandbecken und eine weltweite Meeresspiegelabsenkung wich das Meer zurück (vor ca. 30 Mio. Jahren). Die Hebungen der Alpenfaltung verstärkten sich und es kam zur Ablagerung von Schuttfächern am Alpenrand, aus denen die Nagelfluh-Schuttfächer Mont Pélerin, Thunersee, Rigi-Rosberg und Speer entstanden. Später entstanden Napf-Fächer, Höhrone und Gäbris-Kronberg. In der Ebene bildete sich ein Flussnetz aus. In den Rinnen wurden Sandsteine

und in den dazwischenliegenden Ebenen Mergel und Tone abgelagert.

Die Untere Süsswassermolasse, die in den Untersuchungsgebieten aufgeschlossen sind, besteht im Wesentlichen aus Wechsellagerungen zwischen Sandsteinen und Mergeln. Die Abflüsse der Teileinzugsgebiete während der Trockenperioden 2015 oder 2016 variieren zwischen 0.4 und 8.6 l s⁻¹ km⁻² (Abb. 18), bei etwa 50% sind sie kleiner als 2 l s⁻¹ km⁻², bei 40% über 4 l s⁻¹ km⁻² und bei 10% über 8 l s⁻¹ km⁻².

4.2.3 Obere Meeresmolasse (OMM)

Durch eine erneute Absenkung bildete sich ein schmaler untiefer Meeresarm (vor 22.5 Mio. Jahren). Am Alpenrand bilden sich neu die Nagelfluh-Fächer von Hörnli und Napf. Im Meer werden vor allem Sandsteine und Mergel abgelagert.

Nach Abbildung 16 weisen im zentralen Mittelland Gebiete, die von Sandsteinen der Oberen Meeresmolasse (OMM) dominiert werden, wie die Ürke, Langete oder Pfaffnern mit 9.5 bis 14 mm ein überdurchschnittliches VNW und q_{347} auf. Mit den räumlich hoch aufgelösten Abflussmessungen konnten Teileinzugsgebiete mit erhöhten Niedrigwasserabflüssen lokalisiert werden (Abb. 18). Teilgebiete in der OMM weisen mit wenigen Ausnahmen spezifische Abflüsse von über 6 l s⁻¹ km⁻² auf, bei knapp zwei Drittel liegen sie sogar über 8 l s⁻¹ km⁻² und bei einem Drittel über 10 l s⁻¹ km⁻².

4.2.4 Obere Süsswassermolasse (OSM)

Hebungen bewirken den Rückzug des Meeres. Napf- und Hörnli-Fächer werden immer mächtiger (vor ca. 16.3 Mio. Jahren). Nördlich des mächtigen Hörnli-Fächers werden Sandsteine und Mergel abgelagert.

Die Obere Süsswassermolasse (OSM) in den Untersuchungsgebieten besteht vorwiegend aus Wechsellagerungen zwischen Nagelfluh, Mergeln und Sandsteinen (Labhart, 1998). Nagelfluhbänke der Oberen Süsswassermolasse (OSM) entwässern rascher als die Sandsteine der OMM, deshalb liegt das VNW mit 4 bis 7 mm tiefer (Abb. 16). In 34 aus 36 Teileinzugsgebieten der OSM-dominierten Gebiete Grüene (Abb. 18), und Töss und Jona (Abb. 19) betragen in der Trockenperiode 2015 die spezifische Abflüsse weniger als 6 l s⁻¹ km⁻². In rund zwei Drittel der Teilgebiete lagen sie gar unter 4 l s⁻¹ km⁻².

Die Teileinzugsgebiete im oberen Bereich des Langete-Einzugsgebietes sind gemäss geologischer Karte Sumiswald (Swisstopo, 2012) ebenfalls aus OSM aufgebaut. Die spezifischen Abflüsse dort liegen aber mehrheitlich zwischen 5 und 8 l s⁻¹ km⁻². Noch gibt es für diese vergleichsweise hohen spezifischen Abflüsse aber keine Erklärung.

4.2.5 Moränen und Alluvionen

Einzugsgebiete mit einer mächtigen Moränenüberdeckung weisen in der Regel tiefere Niedrigwasserabflüsse auf als Gebiete, wo USM oder OSM aufgeschlossen sind oder bis nahe an die Oberfläche reichen. Die Speicher in mächtigen Moränenablagerungen sind zwar gross, doch drainieren sie auch rascher als die Speicher in den Festgesteinen. So weisen beispielsweise der Naefbach, der Jonen oder der Altbach tiefere VNW auf als Aabach (Mönchaltorf), der Chämtnerbach oder der Wildbach (Abb. 16). Ein typischer Vertreter für ein Einzugsgebiet mit mächtiger Moränenbedeckung ist der Naefbach (Neftenbach). Die Obere Süsswassermolasse (OSM) tritt dort nur vereinzelt an die Oberfläche. Die Beiträge der Teileinzugsgebiete unterscheiden sich stark (Abb. 19). Dies ist vor allem auf die Versickerungstrecken zurückzuführen, die in moränenbedeckten Gebieten häufig auftreten.

Tabelle 3: Entstehungsgeschichte der Molassesedimente des Mittellandes (Tabelle 1 aus Labhart, 1998, abgeändert).

Klassische Unterteilung der Molasse	Alter [Mio Y]	Internationale Unterteilung	Dominierende Festgesteine
Obere Süsswassermolasse (OSM)	16.3 - heute	Miozän	Mächtige Nagelfluhfächer am Alpenrand, Sandsteine und Mergel in den flacheren Gebieten im Norden
Obere Meeresmolasse (OMM)	22.5 - 16.3		Sandsteine und z.T. Mergel
Untere Süsswassermolasse (USM)	23 - 22.5		Oligozän
	30 - 23		
Untere Meeresmolasse (UMM)	33.7 - 30	feinkörnige Sande, Ton und Mergel	

5 Synthese – Anwendung der Resultate

Der Verlauf der Dauerkurve zwischen q_{200} und q_{365} charakterisiert das Niedrigwasserverhalten eines Einzugsgebietes und widerspiegelt den geologischen Aufbau (Abb. 17, Kap. 3.3). So sind die Dauerkurven der Ürke und der Langete ähnlich (OMM-Gebiete), ebenso die von Wildbach und Chämtnerbach (OSM-Gebiete) oder Altbach und Jonenbach (Moränen-Gebiete). Es scheint daher möglich, Dauerkurven aus vergleichbaren Regionen aus geologisch ähnlichen Gebieten zu übertragen. Basierend auf dieser Erkenntnis lässt sich ein Verfahren zur Abschätzung des Q_{347} herleiten oder allgemeiner das Verständnis des Verhaltens eines Einzugsgebietes während Trockenzeiten verbessern.

Die räumlich hoch aufgelösten Einzelmessungen während den Trockenperioden 2015 und 2016 zeigen jedoch auf, dass sich die Niedrigwasserabflüsse in Teileinzugsgebieten stark unterscheiden können, da die wenigsten Gebiete eine einheitliche Geologie aufweisen. Dies muss bei der Auswahl der zu übertragenden Dauerkurven angemessen berücksichtigt werden, ebenso mögliche Versickerungstrecken.

Der Kanton Solothurn unterstützte ein Pilotprojekt, in dem diese Vorgehensweise in drei Gebieten im zentralen Mittelland angewendet werden konnte (Margreth & Naef, 2017, liegt dem Bericht bei). Für den Mühlebach oberhalb des Weilers Bismarck, der zu 25% aus USM und zu 75% aus OMM aufgebaut ist, wurde eine synthetische Dauerkurve erstellt. Dazu wurde eine Dauerkurve aus einem OMM-dominierten Gebiet zu 25% und aus einem USM-dominierten Gebiet zu 75% gewichtet, addiert. Als OMM-Dauerkurve wurde die Dauerkurve der Ürke verwendet, die zu 98% aus OMM aufgebaut ist. Die USM-Dauerkurve wurde anhand der Pfaffnern hergeleitet, weil kein Referenzpegel von einem USM-dominierten Gebiet existiert. Die Pfaffnern besteht zu 54% aus USM und zu 46% aus OMM. So wurde von der Pfaffnern-Dauerkurve 46% der Ürke-Dauerkurve subtrahiert, um eine USM Dauerkurve zu erhalten. Die aus der OMM- und aus der USM-Dauerkurve hergeleitete Dauerkurve des Mühlebaches stimmt gut mit den Einzelmessungen überein, die in den Trockenperioden 2015 und 2016 erhoben wurden (Abb. 20). Das daraus abgeleitete q_{347} beträgt $8.8 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$. Zur Einordnung in die Dauerkurve wurde den Messwerten in Bismarck die Überschreitungsdauer der am Pegel der Pfaffnern ermittelten Messungen zugewiesen.

Abweichungen zwischen synthetischen Dauerkurven, Einzelmessungen und der aus den Pegeldaten hergeleiteten Dauerkurve zeigten sich im Köllikerbach. Die räumlich aufgelösten Einzelmessungen und die danach folgenden Abklärungen bei Wasserversorgern zeigten, dass diese Abweichungen auf Wasserentnahmen und Versickerungen zurückzuführen sind. Nach Berücksichtigung dieser Werte ergab sich eine gute Übereinstimmung.

Die Resultate lassen sich demnach wie folgt zusammenfassen:

- Die Prozesse bei der Bildung von Niedrigwasserabflüssen sind komplex,
- mit den vorliegenden Untersuchungen konnten einzelne, wichtige Einflussfaktoren isoliert werden,
- eine Übertragung von Dauerkurven aus Referenzgebieten ist möglich, eine allgemeine Anwendung bedingt aber die Bestimmung von weiteren Referenzkurven und eine Überprüfung in weiteren Gebieten und Regionen,
- Kontrolle durch Einzelmessungen im interessierenden Gebiet ist unumgänglich, der Aufwand dazu ist aber auf einige Tage begrenzt,
- eindrücklich ist, wie weitgehende Einblicke in das Verhalten eines Gebietes sich durch räumlich aufgelöste Einzelmessungen an ausgewählten Tagen ergeben.

Das vorgeschlagene Verfahren, das sich auf den Verlauf der Dauerkurve und Einzelmessungen stützt, scheint wesentlich geeigneter als statistische Ansätze, die direkt Q_{347} bestimmen.

Messungen:

- ★ 17.7.2015: $8.7 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$
- ✚ 13.8.2015: $8.3 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$
- ▲ 10.8.2016: $12.4 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$
- 2./3.9.2016: $11.7 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$
- 13./14.9.2016: $10.3 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$

Dauerkurve:

- Ürke, Holziken
- USM-Teilgebiet Pfaffnern (synthetisch: Pfaffnern – 46% der Ürke)
- Mühlebach, Bismarck (synthetisch: 75% Ürke + 25% USM-Teil Pfaffnern)

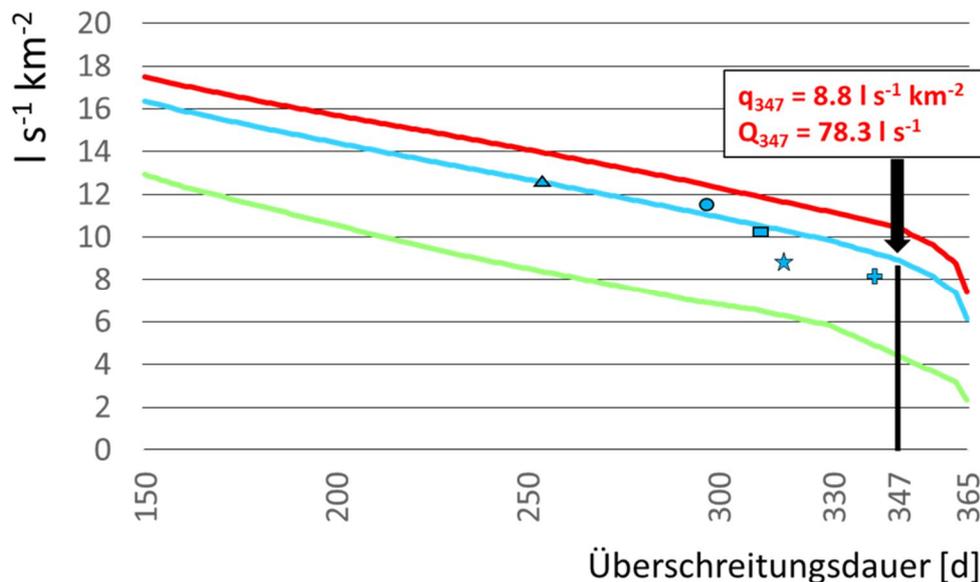


Abbildung 20: Zur Herleitung der synthetischen Dauerkurve des Einzugsgebietes Mühlebach (Bismarck) wurden OMM- und USM- Dauerkurven, zu 75% bzw. zu 25% gewichtet, addiert. Die Dauerkurve stimmt gut mit den Einzelmessungen überein, die in den Trockenperioden 2015 und 2016

erhoben wurden. Das q_{347} lässt sich aus den synthetischen Dauerkurven herauslesen, es beträgt $8.8 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$.

Eine generelle Frage betrifft das Verhalten der Dauerkurve bei Abflüssen zwischen Q_{347} und Q_{365} . Oft wird in diesem Bereich ein starkes Abfallen beobachtet (siehe Abb. 12 und 13). Bei einer 10jährigen Messreihe mit insgesamt 3653 Messwerten sind im Bereich des stärksten Abfalles zwischen Q_{355} und Q_{365} nur 100 Werte dafür verantwortlich. Entweder ist dafür eine hydrologische Ursache zu finden, dass zum Beispiel die beitragenden Speicher erschöpft sind oder die Verdunstung überhandnimmt oder der Effekt beruht darauf, dass sich am Ende der Dauerkurve die nach unten abweichenden Messfehler der gesamten Periode sammeln. Da in Zukunft verlängerte Trockenperioden und damit Verschiebungen der Dauerkurven möglich sind, erhält dieser Bereich ein grösseres Gewicht. Deshalb erscheint es wichtig, diese Frage zu klären; der Aufwand dafür ist überschaubar.

6 Niedrigwasser in alpinen Gebieten

6.1 Einführung und verwendete Daten

In höher gelegenen alpinen Gebieten fallen die Niederschläge im Winter in Form von Schnee und werden an der Oberfläche in Form von Eis und Schnee gespeichert und die Bäche werden nur durch Grundwasser gespeist. Dies führt in den alpinen Gebieten im Winter alljährlich zu einer mehrmonatigen Niedrigwasserperiode.

Abbildung 21 zeigt Dauerkurven von ausgewählten alpinen Einzugsgebieten für Abflüsse kleiner q_{200} . Die q_{347} -Abflüsse der betrachteten Gebiete liegen zwischen 1.3 und $10.9 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$. Sie variieren somit stärker als im Mittelland und auch leicht stärker als in den Voralpen.

6.2 Einflussfaktoren

Durch Auswertungen von Dauerkurven, Rücklaufkurven und räumlich hochaufgelösten Abflussmessungen wird versucht, jeden Einfluss der folgenden Einflussfaktoren auf Niedrigwasserabflüsse in alpinen Gebieten zu identifizieren und wenn möglich zu quantifizieren:

- Gletscher / Permafrost
- Region / Höhenlage
- Geologie
- Versickerung
- Pegel: Eignung für NW / Winterbetrieb

Neben den Auswertungen der Pegel und den vorgenommenen Abflussmessungen wurden folgende Parameter zusammengetragen, wie beispielsweise Einzugsgebietsfläche, Pegelhöhe, mittlere Höhe, q_{347} , Geologie, Exposition, Permafrost- und Gletscherbedeckung (Tab. 4) und geologische und topographische Karten ausgewertet.

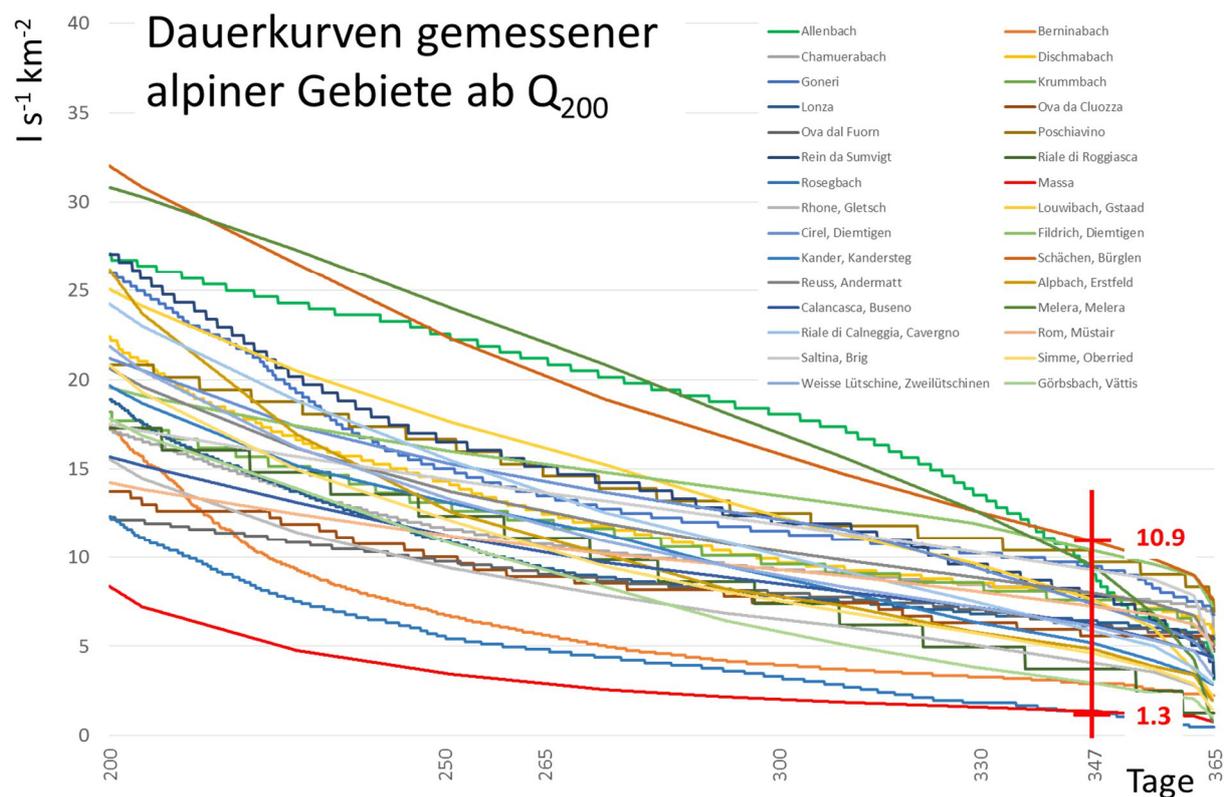


Abbildung 21: Dauerkurven von 30 ausgewählten alpinen Einzugsgebieten für Abflüsse kleiner q_{200} . Die q_{347} variieren zwischen 1.3 und 10.9 $l\ s^{-1}\ km^{-2}$.

Tabelle 4: Untersuchte alpine Einzugsgebiete. In den Auswertungen wurden unterschiedliche Parameter berücksichtigt, wie Einzugsgebietsfläche, Pegelhöhe, mittlere Höhe, q_{347} , Geologie, Exposition, Permafrost- und Gletscherbedeckung.

Bach	Pegelstandort	EZG [km ²]	Höhe Pegel [m]	mittlere Höhe EZG [m ü. M.]	Q_{347} JB [l s ⁻¹ km ⁻²]	Geologie	viele Schichtwechsel vorhanden (%)	Ausrichtung	Permafrost (%)	Gletscher (%)	Permafrost- und Gletscherfrei (%)
Allenbach	Adelboden	28.8	1297	1856	8.3	TEZG West: Flysch-dominiert; TEZG Ost: Kalke, mächtige Schutthalde, Sandsteine	unterschiedlich	Nord-Süd	0	0	100
Alpbach	Erstfeld	20.6	1022	2200	4.8	zweigeteilt: Kalk und Gneis	massive Schichten, wenig Schichtwechsel	verschieden	6	28	66
Berninabach	Pontresina	107.0	1804	2617	2.7	Granite	Schichten massiv und homogen	Südwest-Nordost; grosser Südhang	41	19	40
Calancasca	Buseno	120.4	746	1930	6.2	Glimmerschiefer und Paragneise, auch granitische Gneise	einige Schichtwechsel	Nord-Süd	5	1	94
Chamuerabach	La Punt	73.3	1720	2549	7.7	Paraschiefer, Orthogneise, Granite, Dolomite, Kalke	viele Verwerfungszone n im Dolomit, einige Schichtwechsel	verschieden	51	1	48
Chirel	Diemtigen	19.0	1110	1801	7.4	Flysch, verschiedene Kalke	unterschiedlich	SW-NE	0	0	100
Dischmabach	Davos	43.3	1668	2372	6.7	verschiedene Gneise, Amphibolite	viele Schichtwechsel nur sehr lokal	SSE-NNW	17	2	81
Filderich	Diemtigen	77.0	1020	1702	10.4	verschiedene Kalke, wenig Rauwacken, Flysch	unterschiedlich	SSE-NNW	0	0	100
Goneri	Oberwald	40.0	1385	2377	9.5	hinten Grante, vorne schiefrige Gneise	Schichten aufgestellt, viele Schichtwechsel im mittleren Teil	SE-NW	7	15	78
Görbsbach	Pfäfers	29.9	942	1702	3.6	massive Kalke, wenig Schiefer, Dogger, Granite	wenig	S-N	2	0	98
Kander	Kandersteg	496.0	650	1900	5.2	Kalke, Mergel, Dolomite, Granite (Gasterngranit)	einige Schichtwechsel	verschieden	26	17	57
Krummbach	Klusmatten	19.8	1795	2276	7.1	zweigeteilt: phyllitische Schiefer, Zweiglimmergneise	Schichtwechsel im hinteren Teil	Nord- Süd	8	3	89
Lonza	Blatten	77.8	1520	2630	6.2	Muskowit-, Biotit-, Chloritschiefer, verschiedene Gneise, Granite	viele Schichtwechsel und Verwerfungen	E-W / grosser Südhang	25	37	38
Louwibach	Saanen	63.0	1080	1866	7.6	Kalke, Schiefer	viele Schichtwechsel im oberen Teil	S-N	9	4	87
Massa	Blatten	195.0	1446	2945	1.3	unten: verschiedene Gneise, Granite; oben v.a. Aaregranit	unten z.T. viele Schichtwechsel; oben homogen	verschieden	19	66	15
Melera	Melera	1.1	944	1419	9.2	Paragneise, Tonalite	viele Schichtwechsel	S-N; grosser Südhang	0	0	100
Ova da Cluozza	Zerne	26.9	1509	2368	5.2	Dolomite: keine Raiblerschichten zu erkennen	viele Verwerfungen oben	S-N	35	2	63

Tabelle 4: Fortsetzung.

Bach	Pegelstandort	EZG [km ²]	Höhe Pegel [m]	mittlere Höhe EZG [m ü. M.]	Q _{347 JB} [l s ⁻¹ km ⁻²]	Geologie	viele Schichtwechsel vorhanden (%)	Ausrichtung	Permafrost (%)	Gletscher (%)	Permafrost- und Gletscherfrei (%)
Ova dal Fuorn	Zernez	55.3	1707	2331	6.0	Dolomite, Rauwacken, Verrucano	einige Schichtwechsel	WSW-ENE: einige Südhänge	16	0	84
Poschiavino	La Rösa	14.1	1860	2283	9.9	Orthogneise, Paraschiefer, Dolomite Raibler-Schichten	Neotektonik	verschieden	6	0.5	93.5
Rein da Sumvig	Sumvig	21.8	1490	2450	7.3	Biotit, Muskovit-, Alkalifeldspatgneis, Kalkschiefer, Sandsteine, grosse Sackungsmasse	viele Schichtwechsel und Bruchzonen	verschieden	28	7	65
Reuss	Andermatt	192.0	1427	2280	7.9	Aaregranit, Biotit-, Chlorit-, Serizitschiefer, Paragneise i.A., Winterhorngranit, Augengneise	Neotektonik, viele Bruchzonen	grosser Südhang	19	6	75
Rhone	Gletsch	38.9	1761	2719	4.1	Granodiorit, Aaregranit, Biotit-, Chlorit-, Serizitschiefer, wenig Glimmer- und Sandkalke	viele Bruchzonen und Schichtwechsel im gletscherfreien Gebiet	verschieden; grosser Südhang im gletscherfreien Gebiet	22	52	26
Riale di Calneggia	Cavergno	24.0	890	1996	5.8	Antigorigneis, Biotit-, Granodioritgneis	wenig Schichtwechsel und Bruchzonen	W-E	8	0	92
Riale di Roggiasca	Roveredo	8.1	980	1711	3.7	Para- und Orthogneise, Tonalite	viele Schichtwechsel	SSE-NNW	0	0	100
Rom	Mustair	128.5	1236	2184.5	7.2	Gneise, Dolomite, Breckzien, Tonschiefer	einige Schichtwechsel	WNW-ESE	5	0.1	94.9
Rosegbach	Pontresina	66.5	1766	2716	1.4	Diorite, Granite	Schichten massiv und homogen; wenig Verwerfungen	SSE-NNW	40	30	30
Saltina	Brig	77.7	677	2050	9.1	Glimmerschiefer und Gneise	viele Schichtwechsel	verschieden	14	5	81
Schächen	Bürglen	109.0	490		8.1	Sandsteine, Kalke, grosse Sackungsmassen	verschieden	verschieden, grosser Südhang	4	3	93
Simme	Oberried	35.7	1096	2370	4.5	Kalke, Schiefer, Dolomite	viele Verwerfungen	SE-NW	11	36	53
Weisse Lutschine	Zweilütschinen	164.0	650	2170	6.2	Granite, Kalke, Eisensandsteine, grosse Bergsturzlagerungen	eher wenig Verwerfungen und Schichtwechsel	v.a. S-N; verschieden	13	18	69

6.2.1 Einfluss von Gletscher und Permafrost

Viele Fliesswege in den Gletschern frieren im Winter zu und Permafrostböden sind bis zur Oberfläche durchgefroren. Der Beitrag aus diesen Flächen zum Abfluss ist im Winter sehr gering. So liegt das q_{347} der Massa und des Rosegbaches bei nur 1.3 bzw. 1.5 $\text{l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$, beim Berninabach und der Rhone bei Gletsch bei 2.8 bzw. 4 $\text{l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ (Abb. 23). Der Anteil der Gletscher- und Permafrostflächen beträgt in diesen Einzugsgebieten über 60%. In der Lonza (Blatten) und im Chamuerabach (La Punt-Chamuesch) liegt das q_{347} bei einem Flächenanteil an Gletscher und Permafrost von 50% bzw. 62% mit 6.4 und 7.9 $\text{l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ im alpinen Durchschnitt oder gar leicht darüber. Hier tragen Speicher in gletscher- und permafrostfreien Gebieten überdurchschnittlich stark zum Niedrigwasserabfluss bei. Der Einfluss des reduzierten Winterabflusses aus Gletscher- und Permafrostflächen auf die in den Messkampagnen ermittelten spezifischen Abflüsse der Teileinzugsgebiete kommt auch in den Kapiteln 6.3.3 bis 6.3.7 zum Ausdruck.

Um die Dauerkurven aus gletscher- und permafrostfreien Gebieten herzuleiten, wurden die Abflüsse von Gletscher- und Permafrostflächen aus den Dauerkurven herausgerechnet. Dazu wurde der spezifische Abfluss aus Gletschern und Permafrostgebieten wie folgt abgeschätzt:

Die Massa (oberhalb von Blatten) entwässert den Grossen Aletschgletscher und weist gemäss Jahrbuch ein q_{347} von 1.33 $\text{l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ auf. Das Einzugsgebiet besteht zu 95% aus Gletscher- und Permafrostflächen, oder aus Gebieten, die direkt in die Gletscher entwässern (Abb. 22). Der Flächenanteil der Gletscher beträgt 66% des 195.5 km^2 grossen Einzugsgebietes. Nur gerade 5% des gesamten Einzugsgebietes sind nicht von Gletschern und Permafrost betroffen und alimentieren direkt die Massa (Abb. 22). Wenn für diese Fläche ein durchschnittliches q_{347} von 6.5 $\text{l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ angenommen wird, ergibt sich für die Gletscher- und Permafrostflächen ein q_{347} um 1 $\text{l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$. Dieser Wert wird für die Herleitung der gletscher- und permafrostfreien Dauerkurven in allen betroffenen Gebieten verwendet (Abb. 24). Die Streuung des q_{347} der ursprünglichen Dauerkurven liegt zwischen 1.3 und 10.9 $\text{l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ (Abb. 23), bei den korrigierten zwischen 2.2 und 15.3 $\text{l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ (Abb. 24). Das q_{347} der korrigierten Dauerkurven liegt bis 50% höher als bei den ursprünglichen Dauerkurven (Abb. 21). Diese Umrechnung gilt natürlich nur für die kälteste Periode, sobald Schmelze auftritt, werden die 1 $\text{l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ wieder überschritten.

Die Korrektur der 30 alpinen Dauerkurven basiert auf der Annahme, dass die Flächen aller sechs Klassen der Permafrosthinweiskarte einen reduzierten Abfluss von 1 $\text{l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ liefern (Variante 1, Tabelle 2). In den fünf detailliert untersuchten Einzugsgebieten (vgl. 6.3.3 bis 6.3.7) wurde ein differenzierteres Verfahren verwendet, in dem sich der reduzierte Abfluss auf die Flächen der Klassen 3 bis 6 beschränkt (Variante 2, Tab. 5; Abb. 31 und 32).

Tabelle 5: Die Permafrosthinweiskarte unterscheidet bezüglich der Wahrscheinlichkeit für die Verbreitung von Permafrostvorkommen sechs unterschiedliche Klassen. Die Korrektur der 30 alpinen Dauerkurven erfolgte unter der Annahme, dass im Winter zur Zeit der tiefsten Abflüsse aus den Gebieten aller 6 Klassen ein reduzierter Abfluss von $1 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ erfolgt. In den fünf detailliert untersuchten Einzugsgebieten (vgl. 6.3.3 bis 6.3.7) wurde ein differenzierteres Verfahren verwendet, in dem sich der reduzierte Abfluss auf die Flächen der Klassen 3 bis 6 beschränkt (Variante 2).

	Klassifizierung der Permafrostverbreitung	Als permafrostbeeinflusst klassifiziert	
		Variante 1: ursprünglich	Variante 2: aufgrund der Messkampagnen plausibel
1	Lokaler Permafrost möglich. Lückenhafte diskontinuierliche Verbreitung		
2	Lokaler Permafrost möglich. Lückenhafte, aber häufigere Verbreitung		
3	Lokaler Permafrost möglich. Lückenhaft bis verbreitet vorkommend		
4	Verbreiteter Permafrost wahrscheinlich		
5	Verbreiteter Permafrost mit zunehmender Mächtigkeit wahrscheinlich		
6	Verbreiteter Permafrost wahrscheinlich mit Mächtigkeiten > 100m		

Für die Berechnung der NW-Abflüsse als:

- permafrostfrei klassifiziert
- permafrostbedeckt klassifiziert

Massa (Blatten) (195.5 km²)

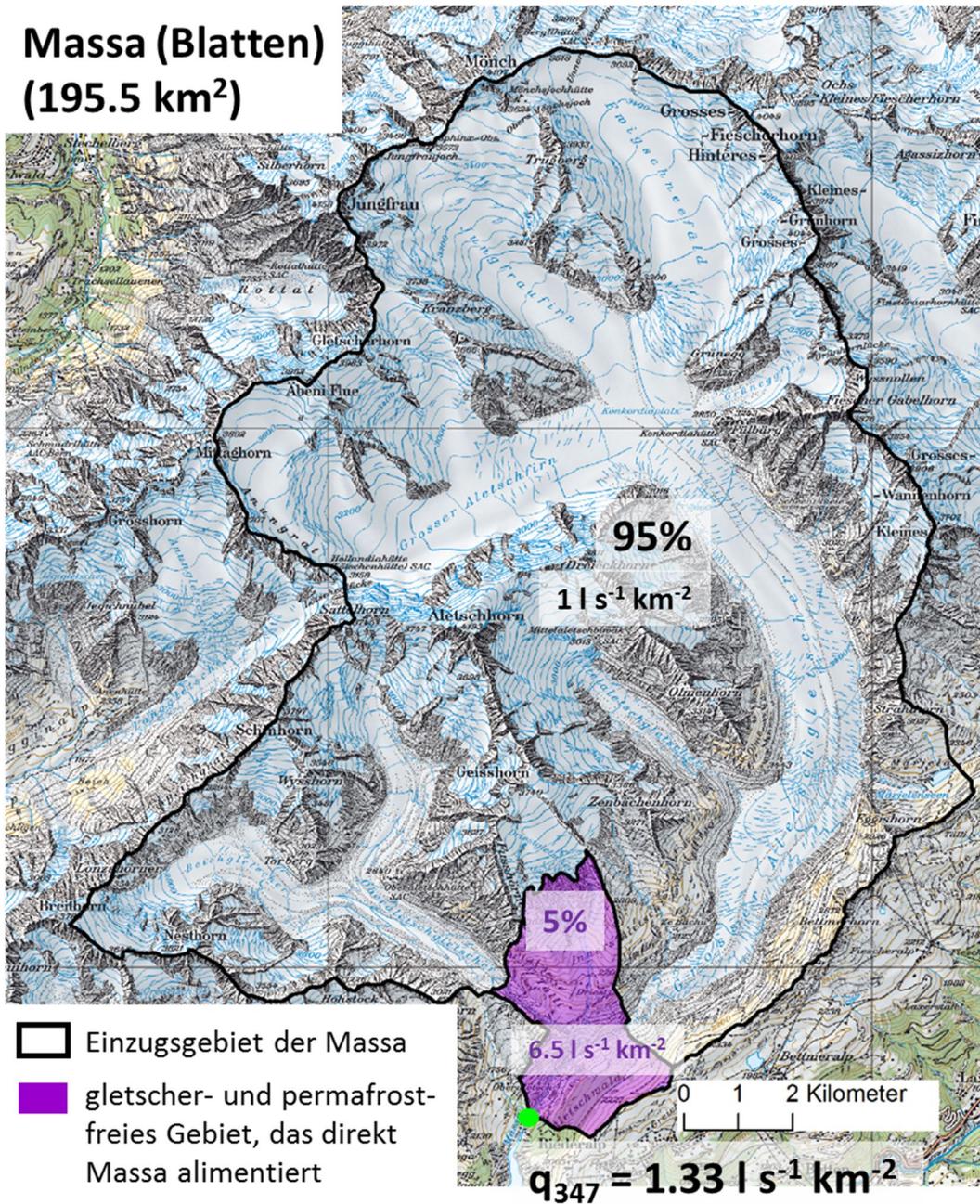


Abbildung 22: Der spezifische Winterabfluss aus Gletscher- und Permafrostgebieten wurde anhand der Dauerkurve der Massa auf $1 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ festgelegt. Die Massa (oberhalb Blatten) entwässert den Grossen Aletschgletscher. Ihr q_{347} beträgt nur $1.33 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$. 95% der Einzugsgebietes sind von Gletschern bedeckt, von Permafrost betroffen oder entwässern in eine der grossen Gletscherzungen. Gletscher- und permafrostfreie Flächen, die direkt in die Massa entwässern, nehmen nur 5% der Einzugsgebietsfläche ein. Wenn für diese Fläche ein durchschnittliches q_{347} von $6.5 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ angenommen wird, ergibt sich für die Gletscher- und Permafrostflächen ein q_{347} um $1 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$.

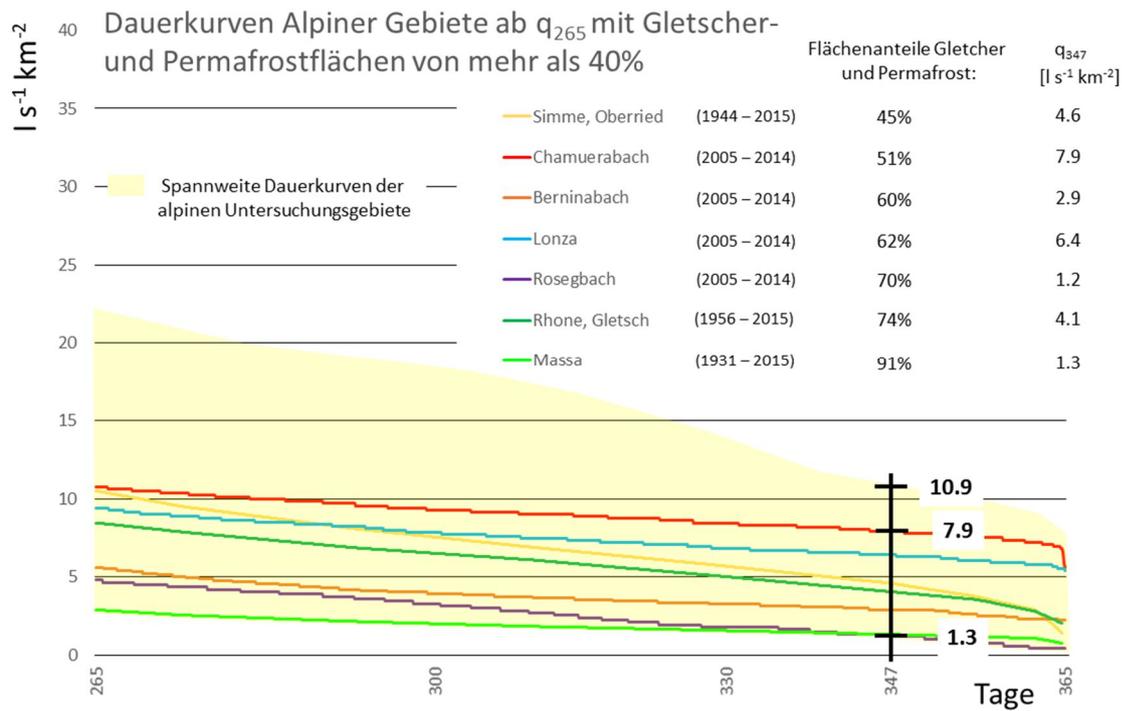


Abbildung 23: Dauerkurven von 7 ausgewählten alpinen Einzugsgebieten und Spannweite der Dauerkurven von 30 alpinen Gebieten (gelb markierter Bereich) für Abflüsse kleiner q_{265} .

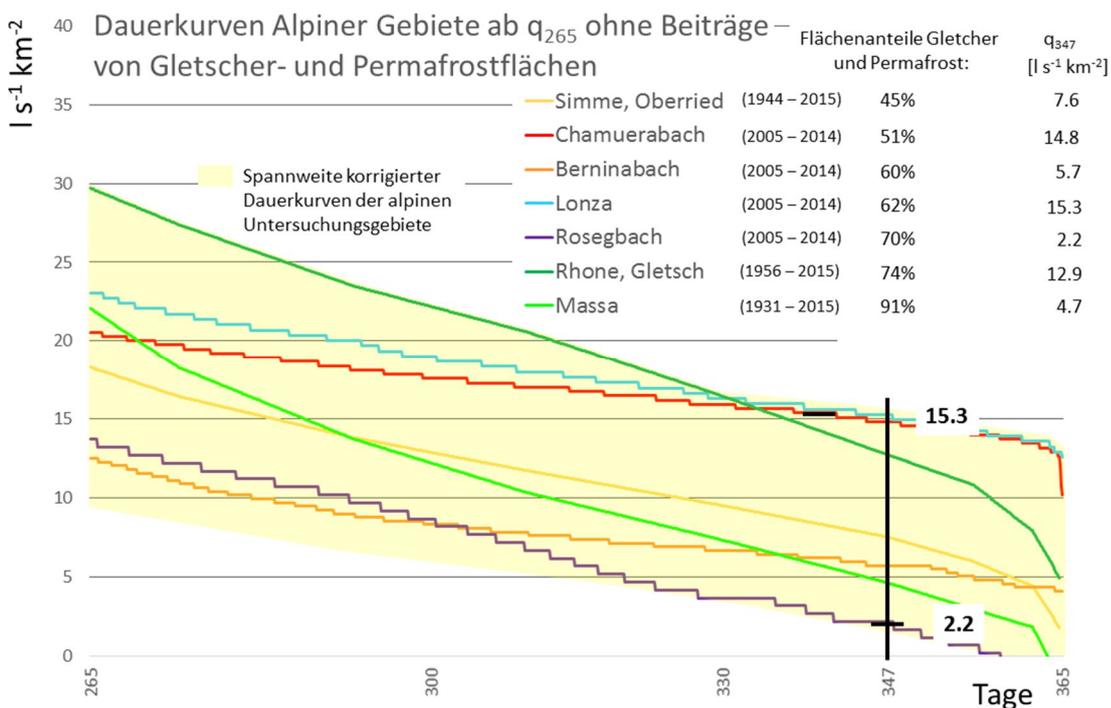


Abbildung 24: Dauerkurven ohne die reduzierten Winterabflüsse aus Gletscher- und Permafrostflächen von 7 ausgewählten alpinen Einzugsgebieten und von 30 alpinen Gebieten (gelb markierter Bereich) für Abflüsse kleiner q_{265} .

6.2.2 Einfluss der Höhenlage und der Region

Auch die Gletscher- und Permafrost-bereinigten Dauerkurven werden von Dauer und dem Ausmass der winterlichen Niedrigwasserperiode und damit von der Höhenlage beeinflusst (Aschwanden, 1992). In tieferliegenden Gebieten wird diese häufiger durch Regen- und Schneeschmelzeereignisse unterbrochen als in höher gelegenen. Höhenlage und auch Exposition werden aber durch Einflussfaktoren wie Geologie oder Versickerungen überprägt. Bei den erstellten Dauerkurven konnte der Einflussfaktor der Höhenlage nicht isoliert werden, für weitergehende statistische Auswertungen war die Anzahl der verfügbaren Pegeldata zu gering.

Das gleiche gilt auch für den Einfluss der Region. In typischen Föhngebieten dürften Wärmeeinflüsse häufiger vorkommen, in südexponierten Tälern bewirkt die intensivere Sonneneinstrahlung kürzere winterliche Trockenperioden. Um diese Einflussfaktoren zu isolieren, wäre aber auch eine grössere Anzahl Pegel notwendig.

In Anbetracht der kleinräumigen grossen Unterschiede, die durch die Geologie (Abb. 35) oder durch Versickerungen (Abb. 37 und 38) erklärt werden können, ist der Einfluss von Höhenlage und Region auf die bereinigten Dauerkurven eher untergeordnet.

6.2.3 Geologie

Durch die Auswertung von Dauerkurven und den in Kapitel 6.3.3 bis 6.3.7 vorgestellten hoch aufgelösten Abflussmessungen liessen sich geologische Eigenschaften von Festgesteinen identifizieren, die zu eher niedrigen oder zu höheren Niedrigwasserabflüssen führen. Quartäre Ablagerungen wie Moränen, Bergsturzablagerungen, Hangschutt- oder Murgangablagerungen entwässern aufgrund ihrer relativ grossen Durchlässigkeit in der Regel so rasch, dass deren Beiträge nach längeren Trockenperioden beschränkt sind (Naef et al., 2015; Smoorenburg, 2015). Von den untersuchten Gebieten, die vorwiegend aus Orthogneisen oder massiven Graniten aufgebaut sind, liegt das q_{347} zwischen 2.2 und 6.9 l s⁻¹ km⁻² (Abb. 25). Gebiete, die überwiegend aus Paragneisen und Schiefen aufgebaut oder die durch neotektonische Klüftbildungen betroffen sind, weisen ein q_{347} von 9.5 bis 15.3 l s⁻¹ km⁻² auf (Abb. 26). In den durch Dolomit geprägten Einzugsgebieten Ova dal Fuorn, Ova da Cluozza und Rom in der Region Unterengadin/Münstertal liegt das q_{347} zwischen 7.1 und 8.2 l s⁻¹ km⁻² (Abb. 27). In von Kalksteinen dominierten Gebieten variiert das q_{347} zwischen 3 und 10.4 l s⁻¹ km⁻² (Abb. 28). Noch grösser ist dieser Bereich mit 3.7 bis 14.8 l s⁻¹ km⁻² bei „Mischgebieten“, wo keine der bisher als relevant identifizierten Festgesteinstypen dominieren (vgl. Abb. 29).

Es lässt sich hier die Tendenz erkennen, dass Festgesteine mit einer feineren oder gar brüchigen Struktur wie beispielsweise Schiefer, fein gebänderte Gneise und Gebiete mit häufigen geologischen Schichtwechselln während Niedrigwasserperioden höhere spezifische Abflüsse liefern als massige Granite. Auch Übergangszonen zwischen geologischen Schichten können Schwächezonen darstellen, wo Wasser infiltrieren und gespeichert werden kann. In diesem Zusammenhang scheint auch das unterschiedliche Niedrigwasserverhalten von Ortho- und Paragneisen plausibel. Die erhöhte Speicherfähigkeit der umgewandelten Sedimentgesteine (Paragneise) könnte damit zusammenhängen, dass diese tendenziell eine eher feinere Bänderung und eine schiefri- gere und brüchigere Struktur aufweisen als die umgewandelten Tiefengesteine (Orthogneise).

Diese Einflüsse der Festgesteinszusammensetzung sind sichtbar, aber ohne weitere Auswertungen schwierig zu quantifizieren.

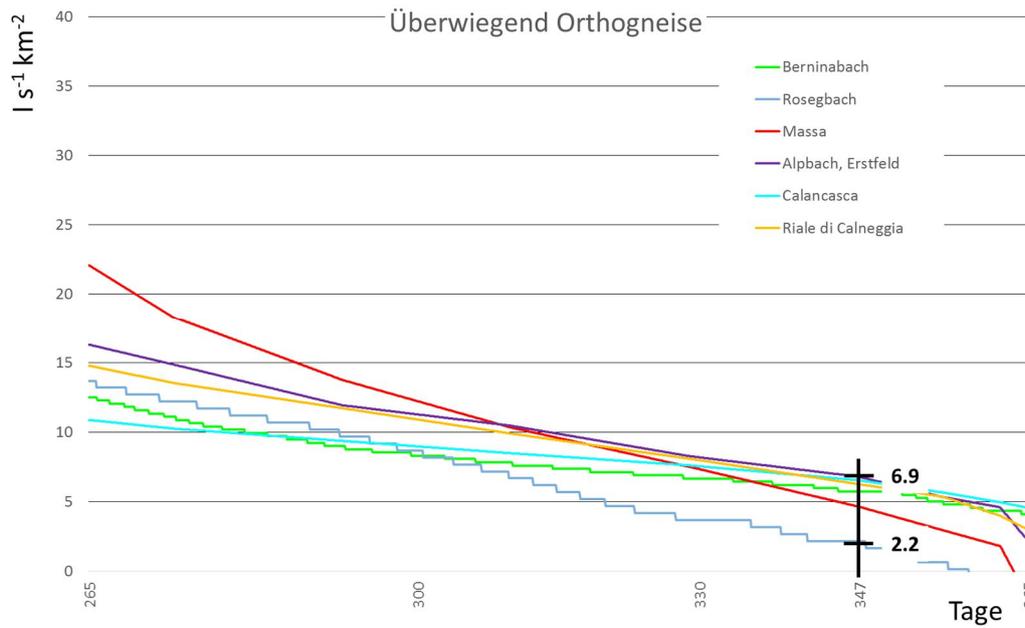


Abbildung 25: Dauerkurven für Abflüsse kleiner q_{265} aus gletscher- und permafrostfreien Orthogneis-dominierten Gebieten. Die q_{347} liegen mit 2.2 bis 6.9 $l \text{ s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ eher tief.

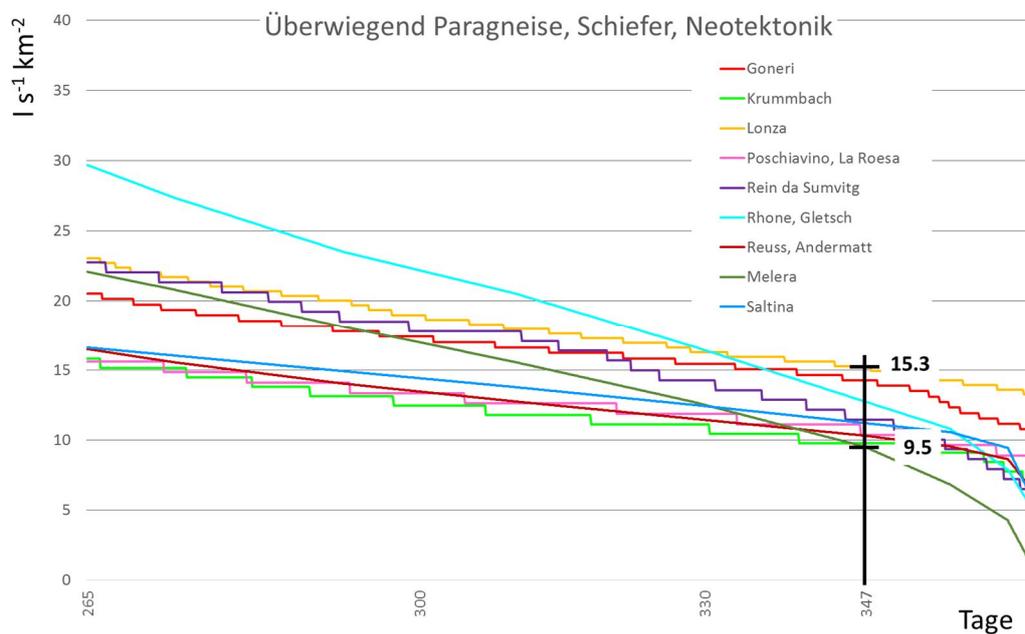


Abbildung 26: Dauerkurven für Abflüsse kleiner q_{265} aus gletscher- und permafrostfreien, von Paragneis- und Schiefer-dominierten Gebieten oder Gebieten mit vielen neotektonisch entstandenen Klüften. Die q_{347} sind mit 9.5 bis 15.3 $l \text{ s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ überdurchschnittlich.

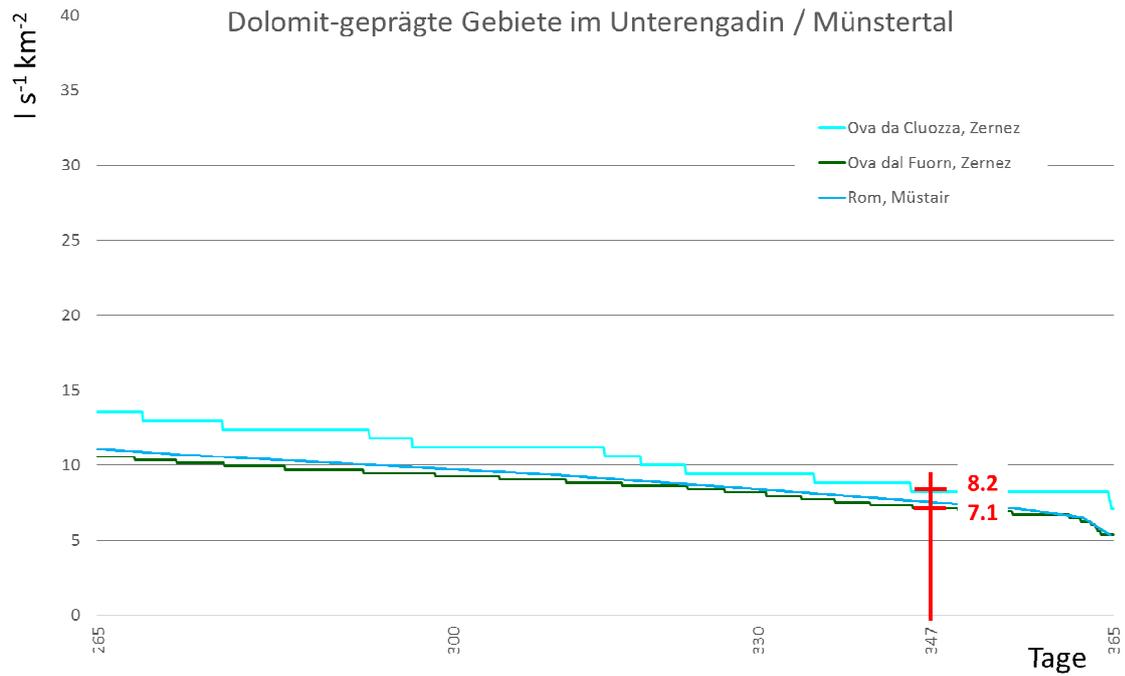


Abbildung 27: Dauerkurven für Abflüsse kleiner q_{265} aus gletscher- und permafrostfreien von Dolomit-geprägten Gebieten im Unterengadin und im Münstertal. Die q_{347} liegen zwischen 7.1 bis 8.2 $l s^{-1} km^{-2}$.

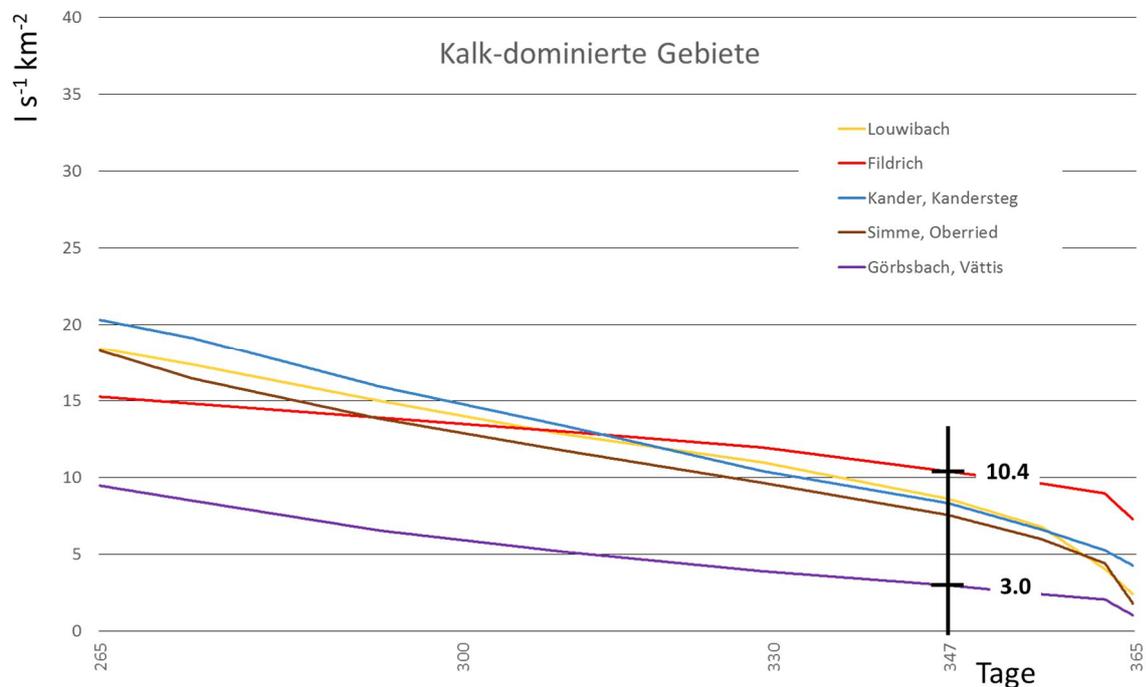


Abbildung 28: Dauerkurven für Abflüsse kleiner q_{265} aus gletscher- und permafrostfreien, von Kalksteinen geprägten Gebieten. Die q_{347} schwanken zwischen 3.0 und 10.4 $l s^{-1} km^{-2}$.

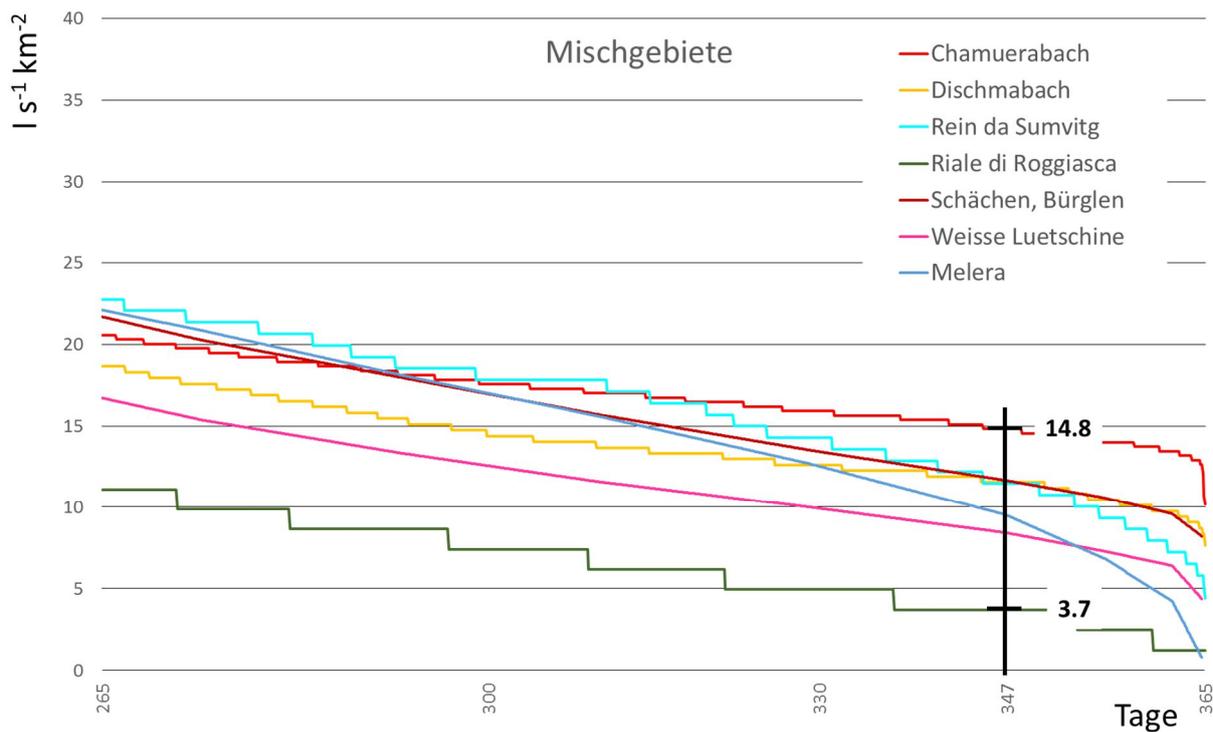


Abbildung 29: Dauerkurven für Abflüsse kleiner q_{265} aus gletscher- und permafrostfreien Gebieten mit einer gemischten geologischen Zusammensetzung. Die q_{347} schwanken zwischen 3.7 und 14.8 $l s^{-1} km^{-2}$.

6.3 Hochaufgelöste Abflussmessungen in fünf alpinen Gebieten

Pegeldaten zeigen nur einen Durchschnittswert aus zahlreichen Einflussfaktoren. Um den Einfluss einzelner Faktoren wie Geologie und Versickerungen isolieren zu können, sind räumlich hochaufgelöste Abflussmessungen in alpinen Einzugsgebieten notwendig, die sorgfältig ausgewählt werden müssen.

6.3.1 Auswahl der Untersuchungsgebiete

Für diese detaillierte Untersuchung wurden der Poschiavino (La Roesa), die Ova dal Fuorn (Zernez), der Dischmabach (Davos), der Goneri (Oberwald) und der Klusbach (Krummatten) aufgrund der folgenden Kriterien ausgewählt (Abb. 30):

- **Höhenlage:** Die Einzugsgebiete mussten so hoch gelegen sein, dass die winterlichen Trockenperioden von Schneeschmelz- und Regenereignissen während der Monate Januar bis März möglichst unbeeinflusst blieben.
- **Abflusspegel:** Die Untersuchungsgebiete mussten mit einem für Niedrigwasserabflüsse geeigneten Pegel ausgerüstet sein.
- **Spezifische Niedrigwasserabflüsse:** Gebiete mit hohen spezifischen q_{347} -Abflüssen wurden ausgewählt, um Formationen oder Schichtungen mit hohen spezifischen Niedrigwasserabflüssen identifizieren zu können, wie der Poschiavino (La Rösa) und der Goneri (Oberwald) mit einem q_{347} $9.9 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$. Die q_{347} des Krumbaches, des Dischmabaches und der Ova dal Fuorn liegen mit 7.2, 6.8 und $6 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ im alpinen Durchschnitt.
- **Geologische Zusammensetzung:** Die Gebiete mit unterschiedlichen Flächenanteilen sind aus Gneisen, Schiefen und vereinzelt auch aus Graniten aufgebaut. Das Einzugsgebiet der Ova dal Fuorn besteht dagegen wesentlich aus Dolomiten und Rauwacken. Vereinzelt kommen auch Verrucano-Gesteine vor. Die geologische Zusammensetzung der Gebiete wird in den Kapiteln 6.3.3 bis 6.3.7 ausführlicher beschrieben.
- **Erschliessung:** Eine gute Erschliessung des Gebietes mit Strassen oder Fahrwegen war wichtig. Dennoch war im Hochwinter mit erschwerten Bedingungen zu rechnen, viele Gewässerabschnitte lagen unter meterhohem Schnee und waren nur mit Schneeschuhen oder Tourenskiern oder gar nicht zugänglich. Dies erhöhte den zeitlichen Aufwand wesentlich.

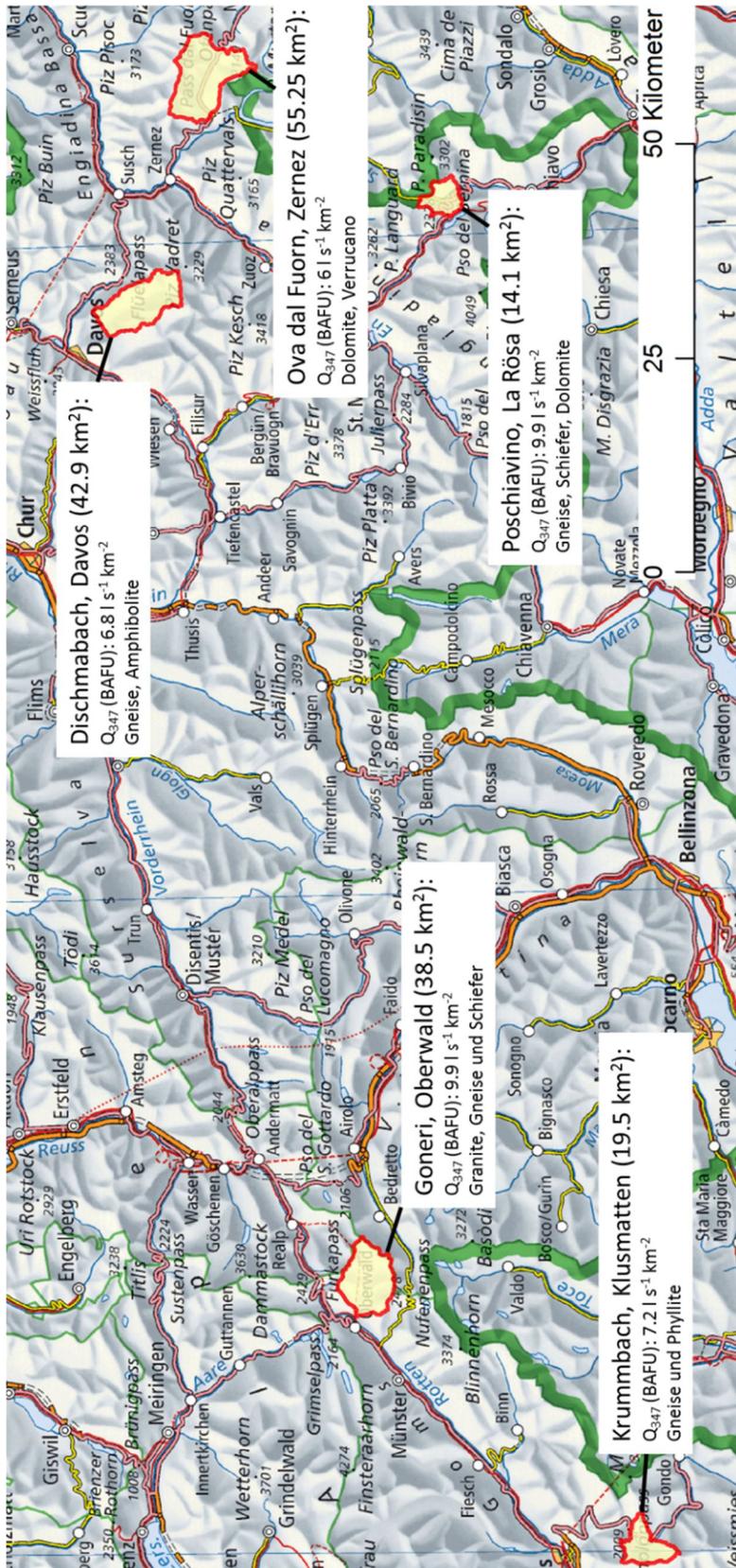


Abbildung 30: Alpine Untersuchungsgebiete, wo räumlich hochaufgelöste Abflussmessungen und detaillierte Untersuchungen durchgeführt wurden.

In den folgenden Kapiteln werden die Ergebnisse und Auswertungen der Abflussmessungen in den einzelnen Gebieten vorgestellt.

6.3.2 Einfluss von Gletscher und Permafrost auf die Dauerkurven der Untersuchungsgebiete

Für die folgenden Untersuchungen wurde der Abfluss in den Untersuchungsgebieten aus den Gletscher- und Permafrostflächen herausgerechnet. Dadurch lässt sich der Einfluss der Geologie auf die Dauerkurve isolieren. Die korrigierten Dauerkurven (Abb. 32) unterscheiden sich teils wesentlich von den ursprünglichen Kurven (Abb. 31). Die Abgrenzung der Permafrostflächen erfolgte gemäss Tabelle 5, Variante 2. Mit 22% ist der Anteil an Gletscher (15%)- und Permafrostflächen (7%) im Goneri oberhalb Oberwald am grössten (Abb. 32). Im Poschiavino sind nur 7% der Flächen von Permafrost bedeckt und 0.02 km² von Gletscher. Im Goneri erhöht sich das q_{347} um 25% auf 11.9 l s⁻¹ km⁻² (Abb. 32). Auch im Krumbach und im Dischmabach liegen die q_{347} aus den gletscher- und permafrostfreien Gebieten mit 9.8 und 9.5 l s⁻¹ km⁻² wesentlich höher als in der ursprünglichen Dauerkurven (+29% und +20%). Dagegen beträgt die Veränderung im Poschiavino und in der Ova dal Fuorn nur 7% und 10%. Im Verlauf sind sich die Dauerkurven zwischen q_{265} und q_{365} ähnlich, nur die Dauerkurve der Ova dal Fuorn zeigt einen etwas flacheren Verlauf. In die Dauerkurven sind auch die Werte der in den Kampagnen erhobenen Einzelmessungen eingetragen, in Abbildung 31 die gemessenen Werte und in Abbildung 32 die Abflüsse der Gletscher- und Permafrost-bereinigten spezifischen Abflüsse.

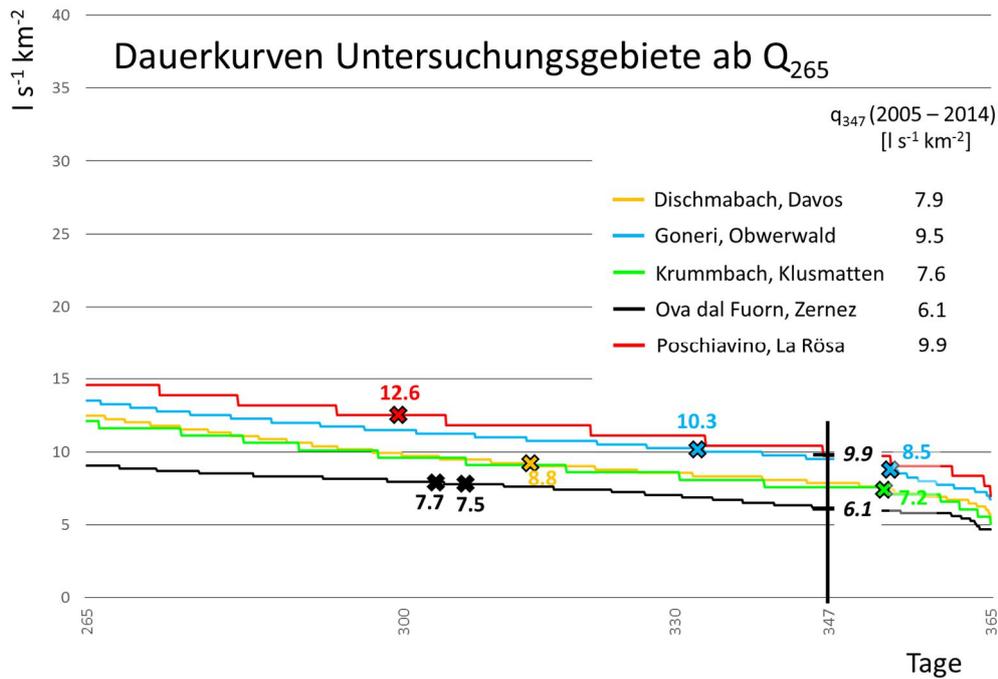


Abbildung 31: Dauerkurven der Untersuchungsgebiete für Abflüsse kleiner q_{265} . Die q_{347} gemäss Messperiode 2005 – 2014 variiert zwischen 6.1 und 9.9 $l\ s^{-1}\ km^{-2}$. Eingetragen sind zudem die Abflüsse der Einzelmessungen.

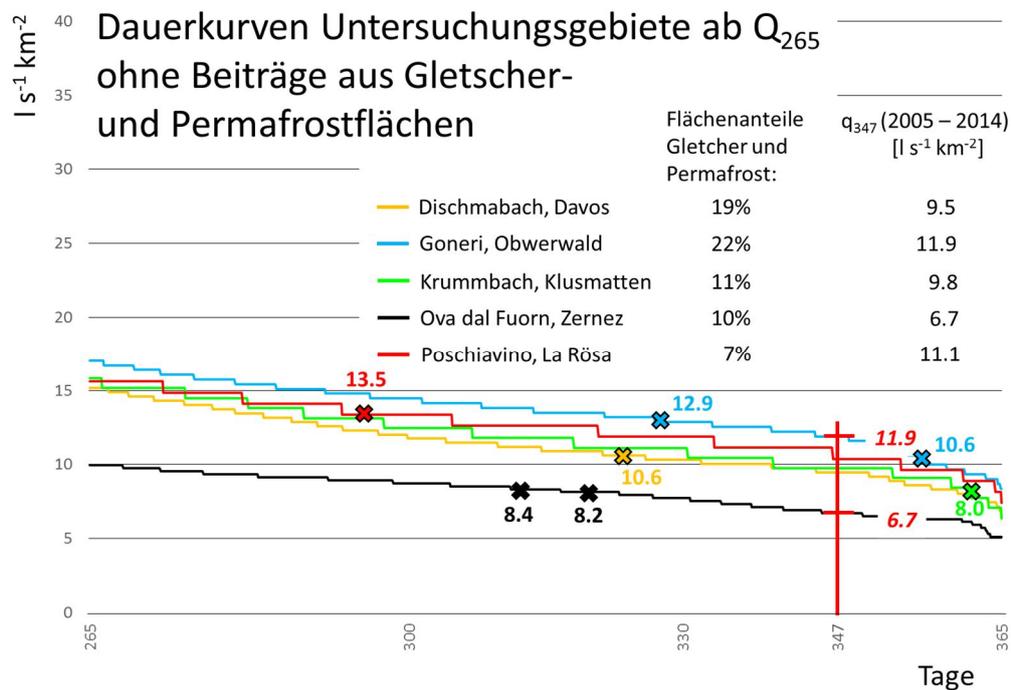


Abbildung 32: Dauerkurven der Untersuchungsgebiete für Abflüsse kleiner q_{265} aus den gletscher- und permafrostfreien Gebieten. Der q_{347} -Bereich erhöht sich gegenüber den ursprünglichen Dauerkurven um bis zu 30% und liegt zwischen 6.7 bis 11.9 $l\ s^{-1}\ km^{-2}$.

6.3.3 Poschiavino: geprägt durch die Geologie

Die räumlich hochaufgelösten Abflussmessungen im Poschiavino (La Rösä, 14.1 km²) zeigen, dass Teileinzugsgebiete sehr unterschiedlich reagieren können. So variierten im Poschiavino die spezifischen Abflüsse am 24.02.2014 zwischen 4 l s⁻¹ km⁻² in Teilgebiet A und 19 l s⁻¹ km⁻² in Teilgebiet D (Abb. 33; Naef et al., 2015). Der Gebietsabfluss betrug zum Messzeitpunkt 12.6 l s⁻¹ km⁻², was dem q₃₀₀ entspricht. Dies zeigt auch der Vergleich der Einzelmessungen mit der Dauerkurve in La Rösä (Abb. 34). Für Permafrost-Flächen wurde ein spezifischer Abfluss von 1 l s⁻¹ km⁻² eingesetzt (Abb. 33, vgl. auch Kap. 6.2.1).

Poschiavino, La Rösä (14.1 km²), 24.02.14

$$Q_{347} = 9.9 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$$

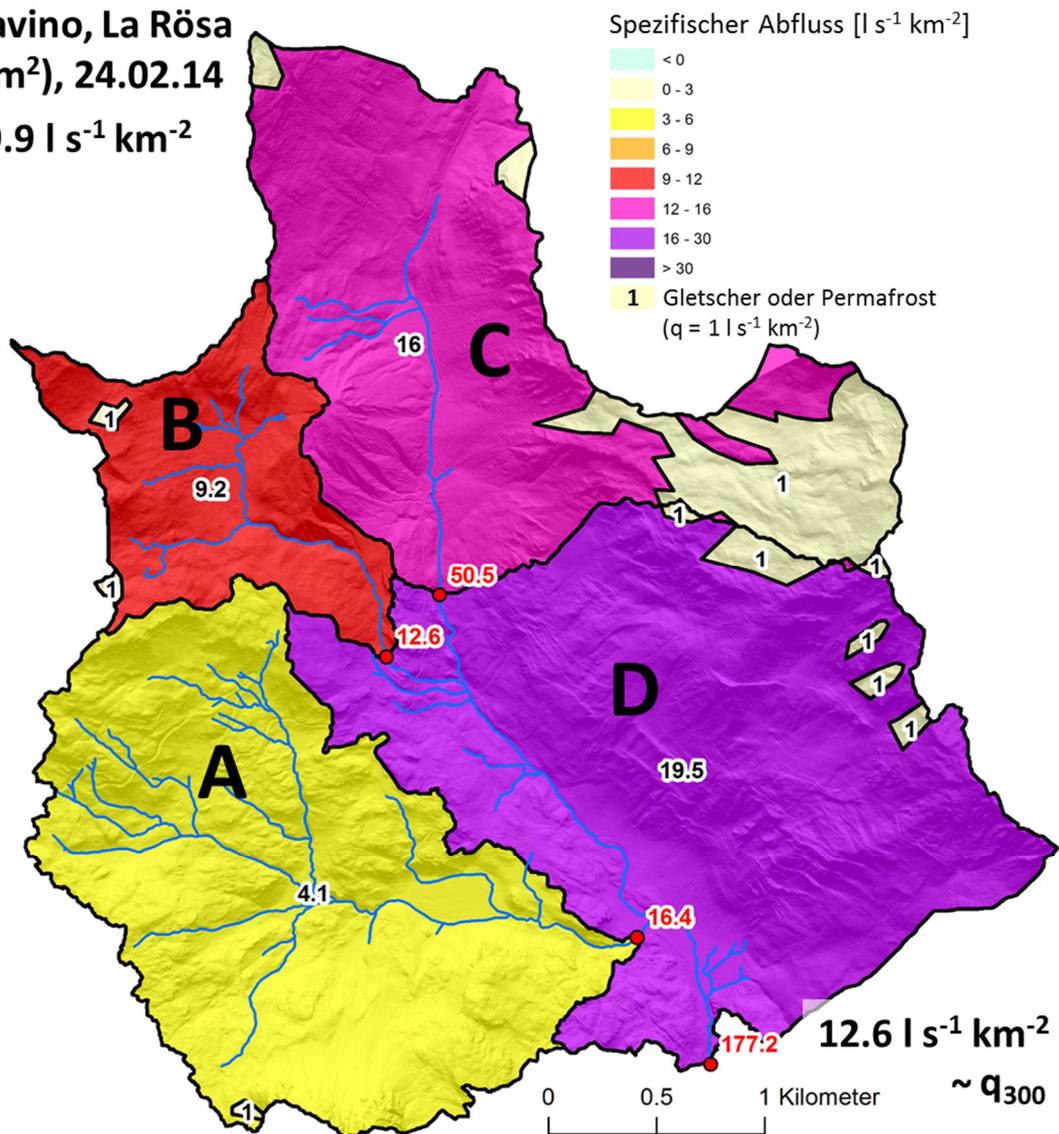


Abbildung 33: Hochaufgelöste Abflussmessungen im Einzugsgebiet des Poschiavino vom 24.02.14 (Naef et al., 2015).

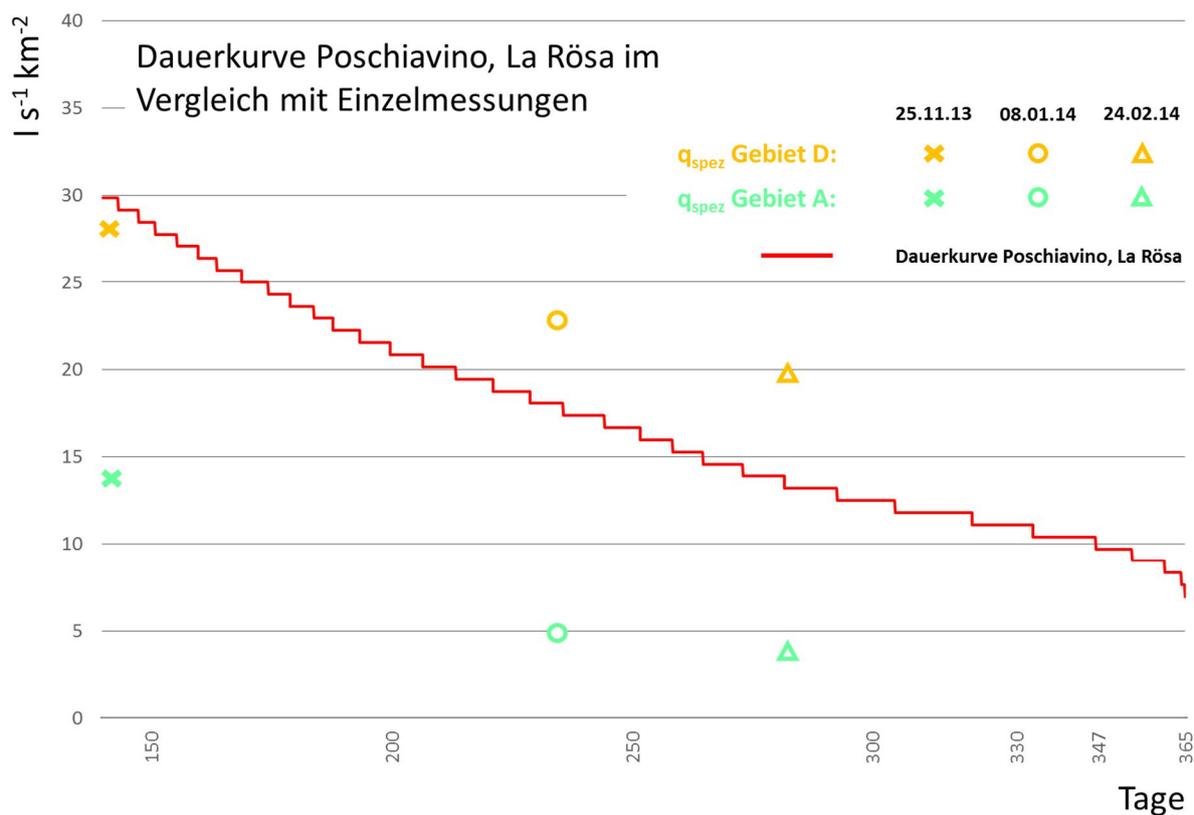


Abbildung 34: Die spezifischen Abflüsse der Teileinzugsgebiete weichen stark vom mittleren Verhalten des gesamten Einzugsgebietes ab.

Versickerungsstrecken entlang der Hauptgerinne spielen nur eine untergeordnete Rolle im Poschiavino. Die unterschiedlichen Beiträge der Teilgebiete spiegeln den geologischen Aufbau wieder (ausführlich beschrieben in Florianic, 2015). Die Festgesteine von Teilgebiet A, das den tiefsten Beitrag liefert, bestehen aus Orthogneisen und sind Teil der tektonischen Einheit der Berninadecke (Abb. 35). In Teilgebiet D dominieren gemäss der geologischen Karte 1:25'000 Paraschiefer der Campo-Decke (swisstopo, 2012, La Rösa; Piz Bernina). Im Vergleich zu Orthogneisen halten die Paraschiefer grössere Wasservolumen zurück, die bei Niedrigwasser drainieren können. Das erhöhte Rückhaltevermögen in Hang D dürfte auch auf die zahlreichen quer zur Falllinie liegenden Klüfte (Neotektonik) zurückzuführen sein (Abb. 36 rechts). Am gesamten Hang ist kein oberflächliches Fliessgewässer kartiert (Landeskarte 1:25'000, Blatt 1278, Abb. 36 links). Er entwässert grösstenteils unterirdisch.

Orthogneise, die Teilgebiet A dominieren, finden sich auch in den Teilgebieten B und C. Speicher, die dort für die erhöhten Niedrigwasserabflüsse verantwortlich sind, werden in den Raiblerschichten (Gebiete B und C) und in den Paraschiefern vermutet (vor allem Gebiet C). Raibler-Schichtungen bestehen aus einer Schichtabfolge aus Gipsen, Sandsteinen, Dolomiten, Rauwacken und

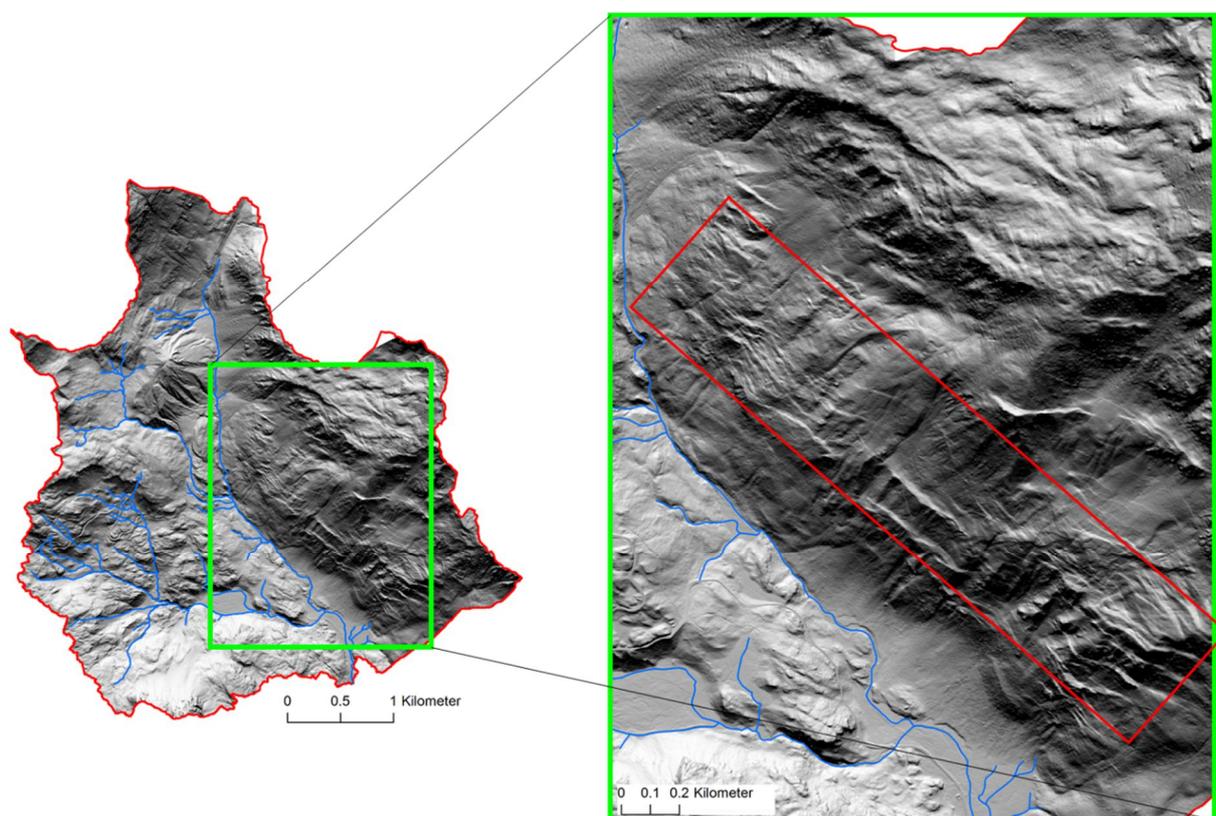


Abbildung 36: Zahlreiche Klüfte senkrecht zur Falllinie (innerhalb des roten Rechtecks rechts) dürften das q_{347} in Hang D zusätzlich erhöhen.

6.3.4 Ova dal Fuorn: dominiert von Versickerungen

Im Einzugsgebiet der Ova dal Fuorn variieren die spezifischen Abflüssen der Teileinzugsgebiete zwischen 3.3 und $33 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ (Abb. 37). Diese werden jedoch wesentlich durch Versickerungen und Aufstösse geprägt. Der negative Beitrag ($-26.4 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$) wird durch Versickerungen in den Gerinnen verursacht, die weiter unten wieder aufstossen. Ein Teil der Zuflüsse zwischen den Standorten mit 92.5 l s^{-1} und 385 l s^{-1} ist also Wasser, das im Bachbett aufstösst. Beim Pegel fließt der Bach auf Festgestein. Der gemessene Abfluss dürfte deshalb den gesamten Abfluss repräsentieren (Abb. 38). Die seitlich aus den Teilgebieten zuströmenden Beiträge dürften also niedriger liegen als 26.1 , 15.8 bzw. $33 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$.

Die Abflussmessungen entlang des Gerinnes ermöglichen die Herleitung eines Abflusslängsprofils (Abb. 38, hellblau). Unter Annahme eines mittleren Zuflusses von $7.5 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$, lassen sich die ober- und unterirdisch fließenden Wassermengen abschätzen. Danach versickern im oberen Teil der Ova dal Fuorn bis Kilometer 5.6 182 l s^{-1} in den Ablagerungen des Bachbettes (Abb. 38, rot). Auf den nächsten 3 Kilometern stösst diese Menge wieder zur Oberfläche auf und fließt danach oberirdisch ab.

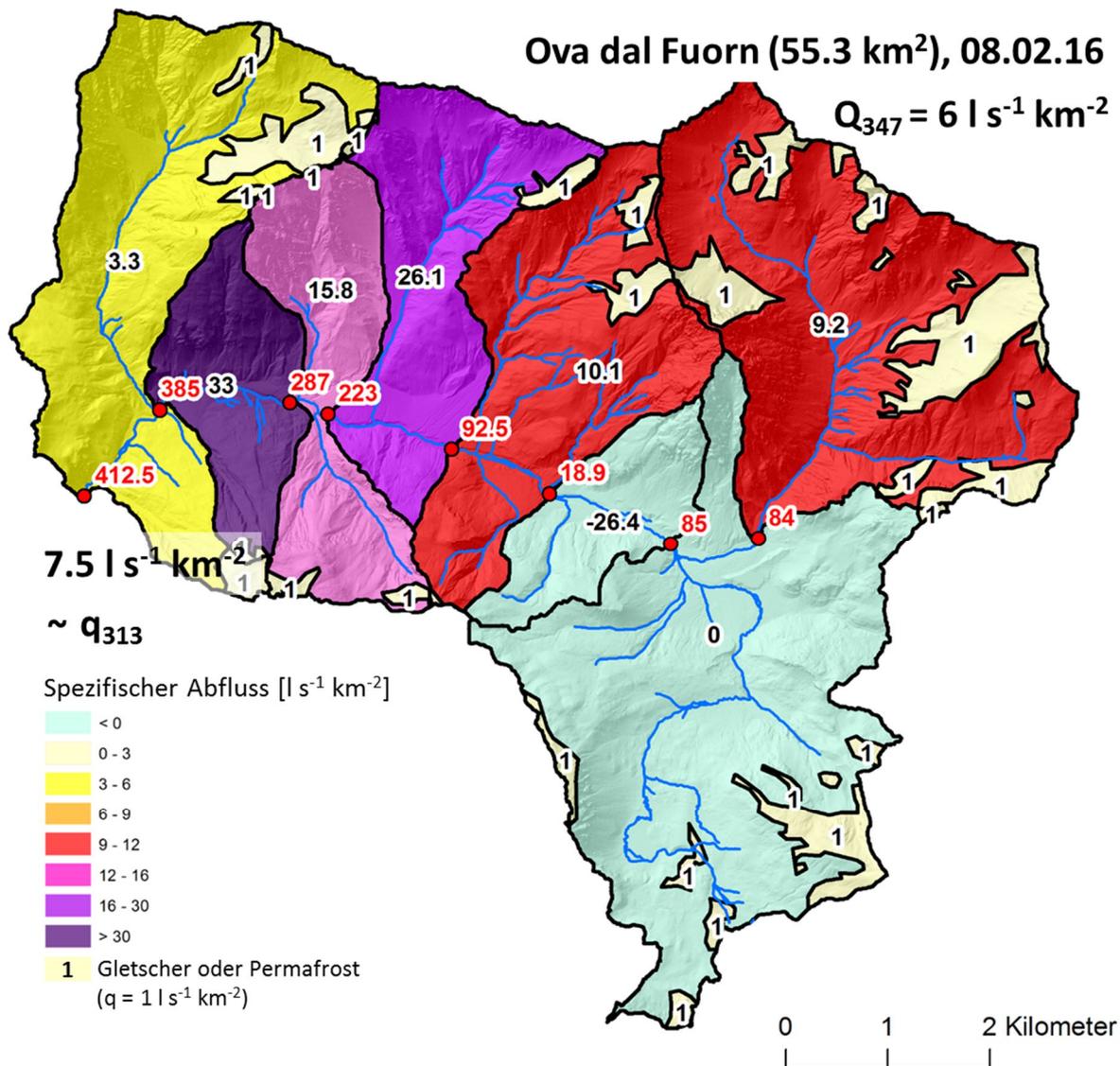


Abbildung 37: Hochaufgelöste Abflussmessungen im Einzugsgebiet der Ova dal Fuorn vom 08.02.16.

Diese lokalen Versickerungen und Aufstöße überdecken die individuellen Beiträge aus den Teilzugsgebieten sodass sich die Abflüsse der Seitenbäche schlecht aus Differenzmessungen im Hauptgerinne bestimmen lassen. In einer zweiten Messkampagne wurden die Abflüsse der Zubringer direkt an Standorten gemessen, wo der Bach auf Festgestein fließt. Hinweise, wo die Fließgewässer auf Festgesteinen fließen oder die Festgesteine bis nahe an die Oberfläche reichen, liefert die geologische Karte 1:25'000 (Abb. 39), sowie die aus dem digitalen Terrainmodell hergeleitete Hillshade-Karte. Im Hillshade (Abb. 40) lassen sich quartäre Ablagerungen gut von Festgesteinsoberflächen unterscheiden. Geeignete Standorte in den Seitentälern waren jedoch oft durch mächtige Schneemassen bedeckt und erforderten mühsames Vordringen auf langen Wegen durch tiefen Schnee. Trotzdem gelang es, den Abfluss an sechs Standorten auf Festgestein

zu messen. Die spezifischen Abflüsse der Seitenbäche variierten zwischen 4.6 und $18 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$. Aufgrund dieser Messung und der geologischen Zusammensetzung der Teilgebiete lassen sich folgende Tendenzen erkennen:

- Hohe Beiträge liefern die Rauwacken der Raiblergruppen (dunkel braun) und die Dolomitschichten der Buffalora-Serien (swisstopo, 2012, S-Charl, Piz Quattervals, Sta. Maria-Müstair; Boesch et al., 1953).
- Tiefe bis mittlere Beiträge kommen aus der Kössen-Formation, der Hauptdolomit-Gruppe, aus den Münschaundolomiten, dem Verrucano-Gestein und aus den restlichen Raibler-Schichten.

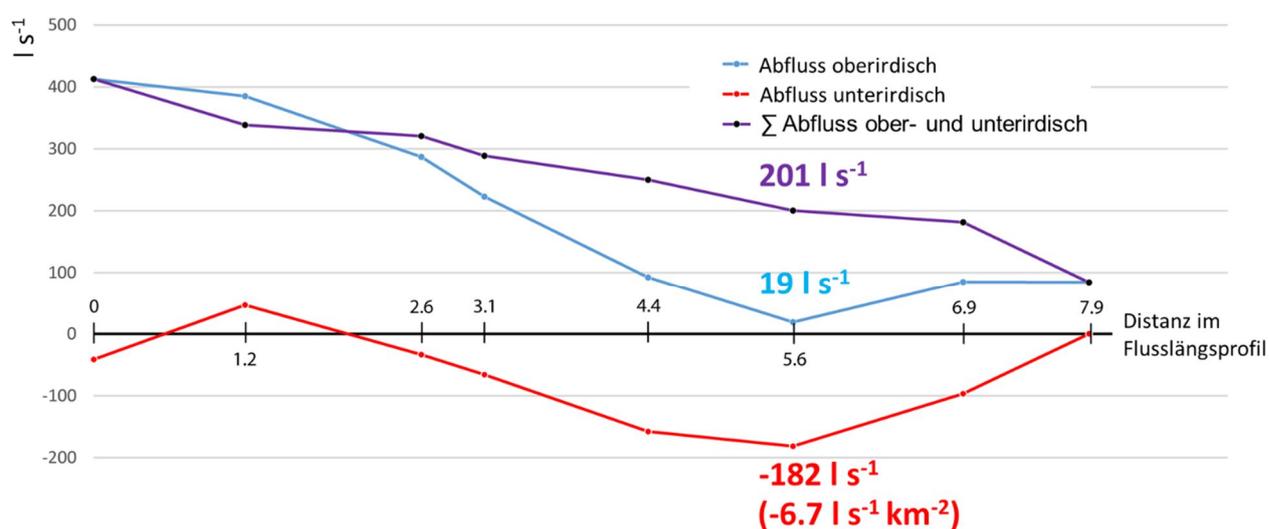


Abbildung 38: Versickerungen und Aufstöße prägen das Abflusslängsprofil der Ova dal Fuorn während Niedrigwasser.

Geologie in der Ova dal Fuorn mit Abflüssen auf Festgestein (2. Messkampagne)

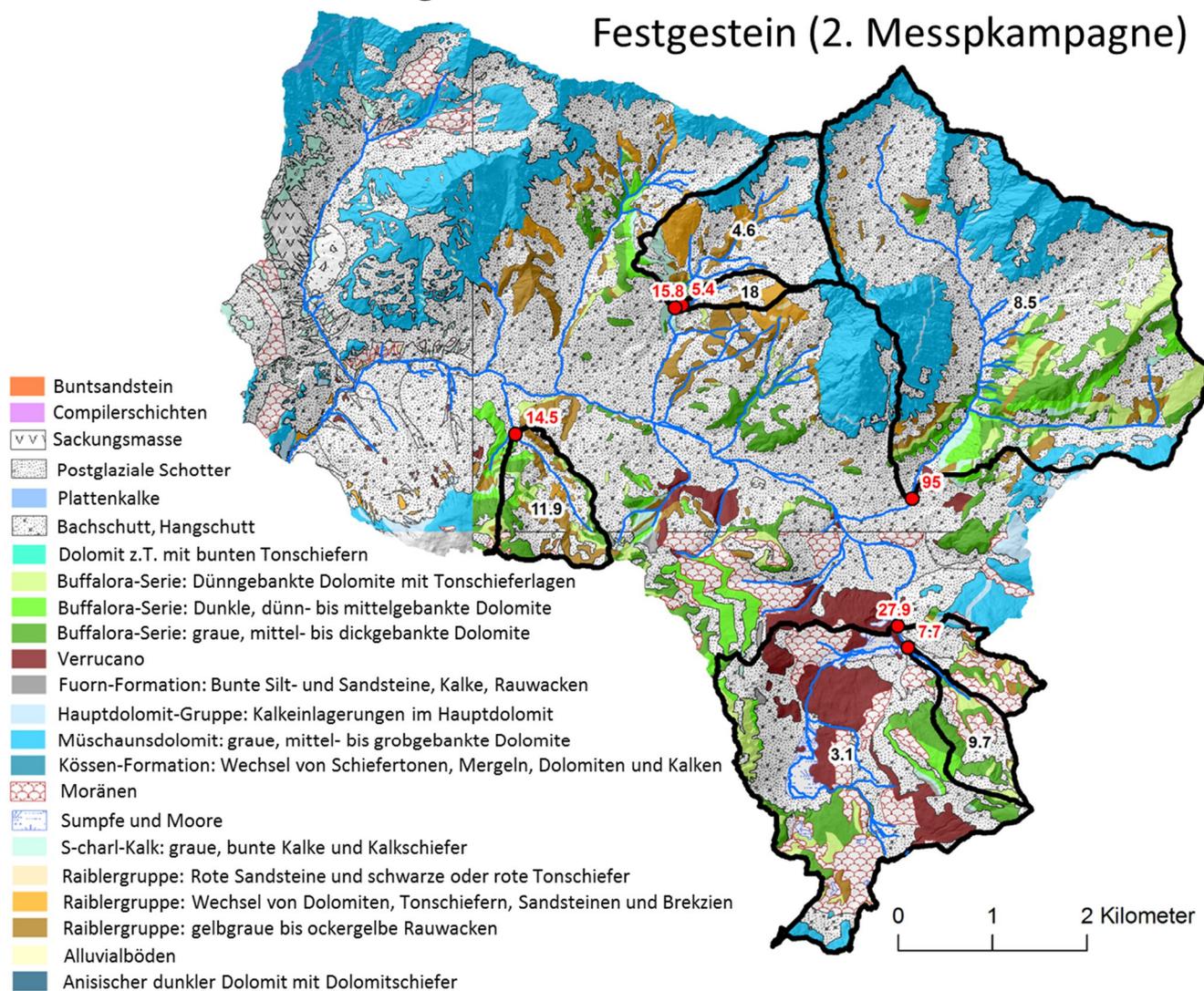


Abbildung 39: Hochaufgelöste Abflussmessungen im Einzugsgebiet der Ova dal Fuorn vom 11.03.16 (2. Messkampagne).

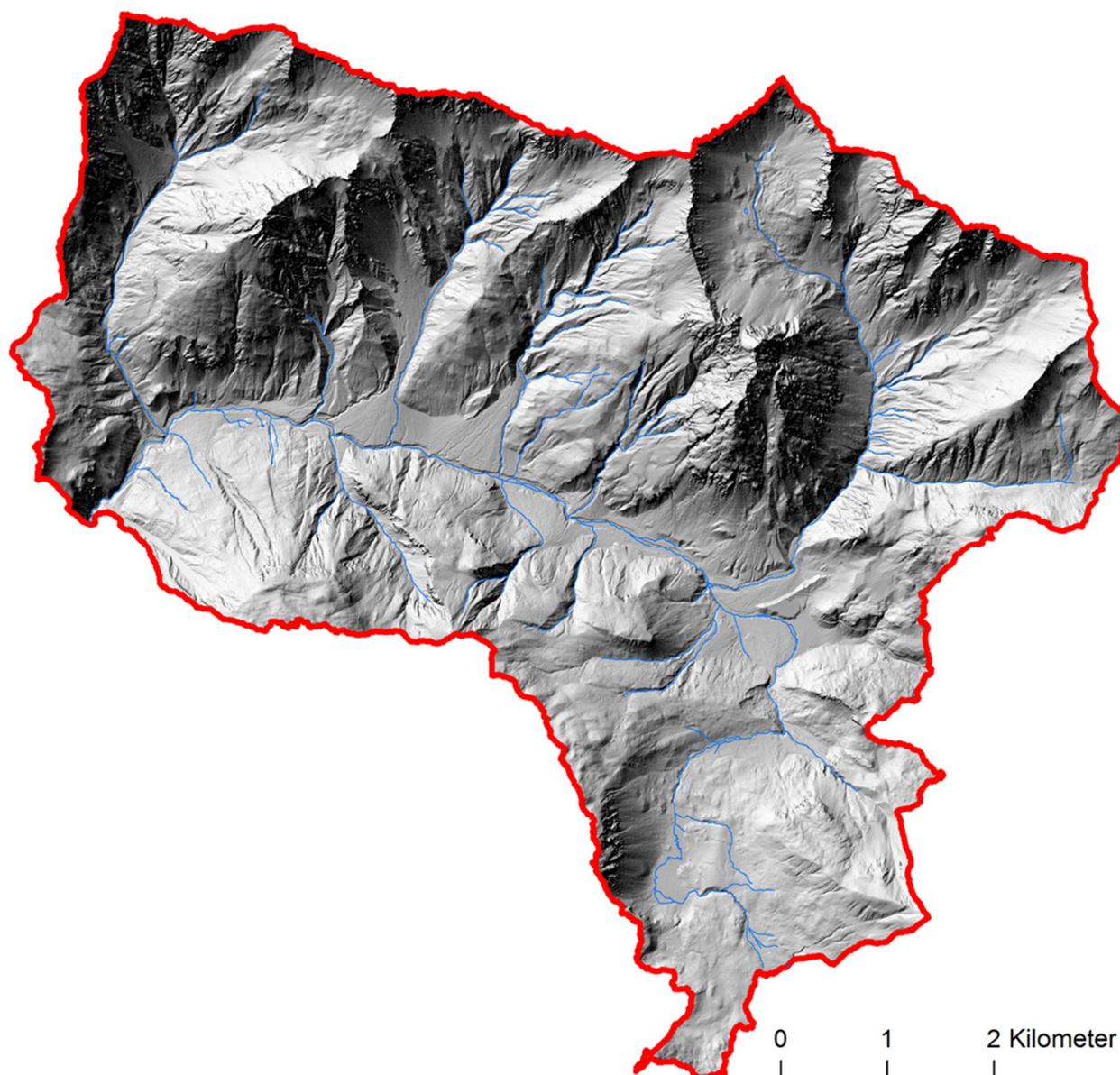


Abbildung 40: Die aus dem Digitalen Terrainmodell hergeleiteten Terrainoberfläche (Hillshade) zeigt deutlich die Abgrenzungen zwischen Festgestein und Lockermaterial und liefert so Hinweise für geeignete Messstandorte auf Festgestein.

6.3.5 Goneri: ausgeglichene hohe Abflüsse

Der Goneri in Oberwald weist wie der Poschiavino mit $9.9 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ ein hohes q_{347} auf. Zur Zeit der ersten Messkampagne, am 30.01.2016, entsprach der spezifische Abfluss von $10.3 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ dem q_{335} (Abb. 41). In einer zweiten Messkampagne, drei Wochen später, am 19.02.2016, lag der Abfluss wesentlich tiefer. Mit $8.5 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ entsprach er dem q_{359} (Abb. 42).

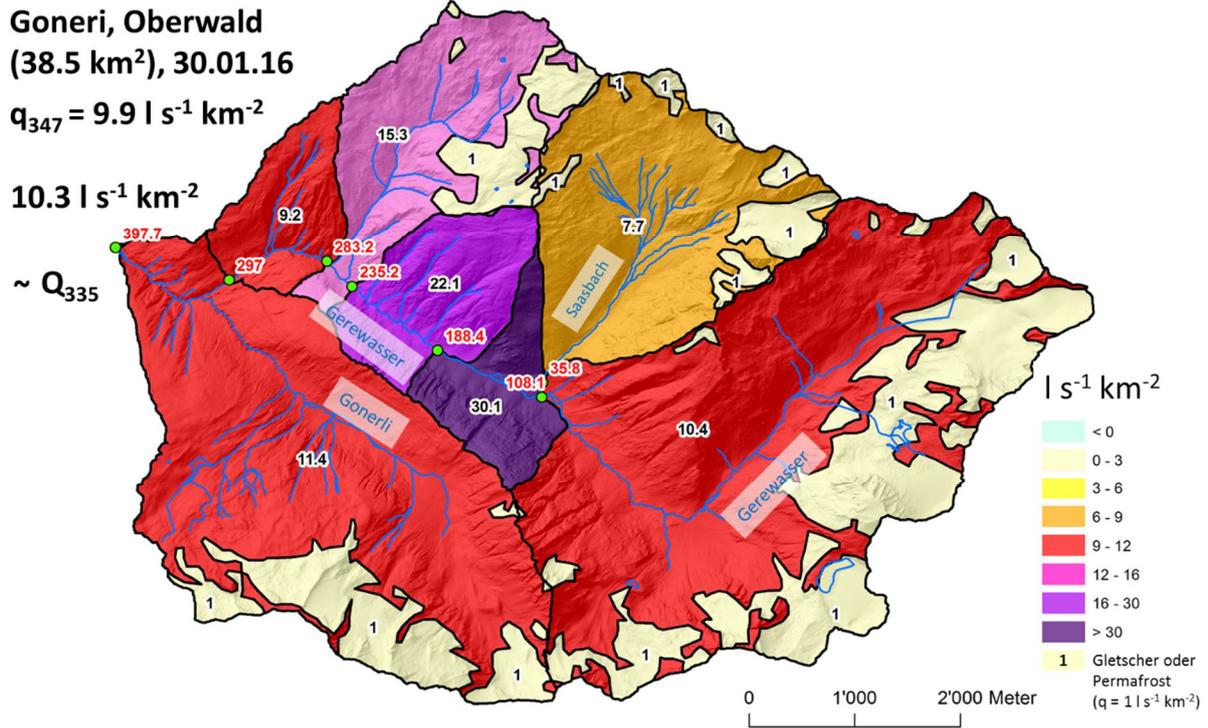


Abbildung 41: Hochaufgelöste Abflussmessungen im Einzugsgebiet des Goneri vom 30.01.17.

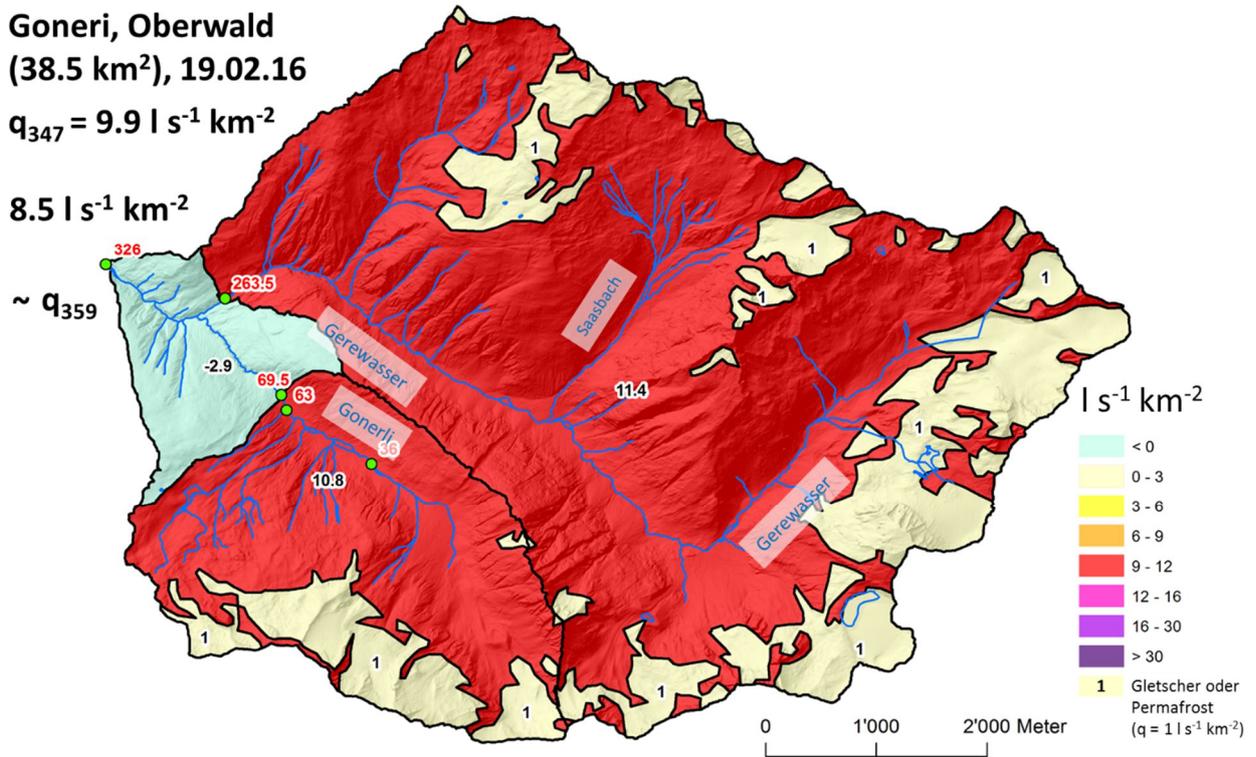


Abbildung 42: Hochaufgelöste Abflussmessungen im Einzugsgebiet des Goneri vom 19.02.17.

Versickerungstrecke im Goneri

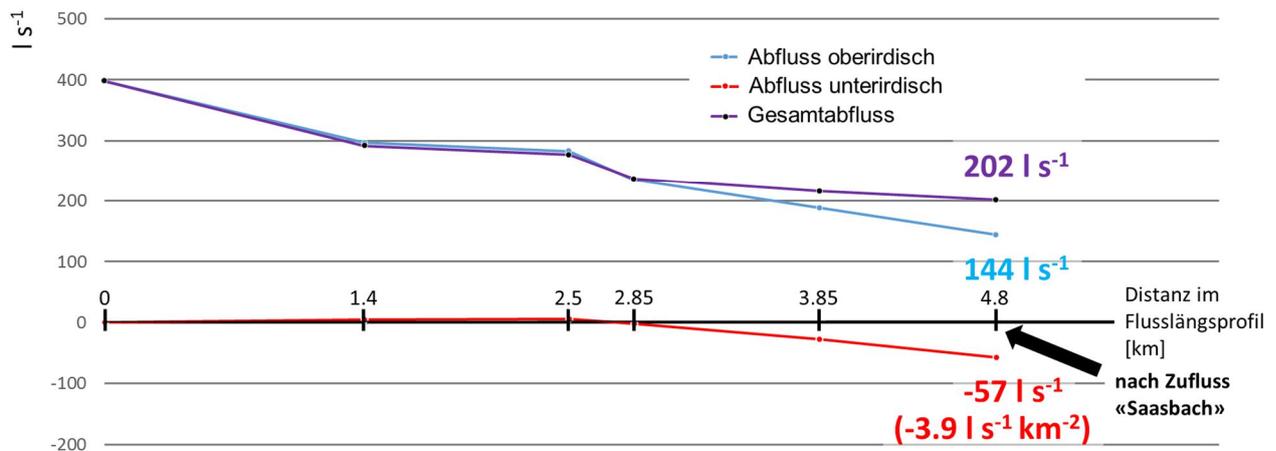


Abbildung 43: Versickerungen und Aufstösse im Einzugsgebiet der Gewässer.

In der ersten Kampagne wurden Messungen im nördlichen Teileinzugsgebiet der Gewässer durchgeführt (Abb. 41), in der zweiten im südlichen Teileinzugsgebiet des Gonerli (Abb. 42). Beide Gebiete waren nur mit Skiern oder Schneeschuhen erreichbar. Die spezifischen Abflüsse im Einzugsgebiet der Gewässer sind im westlichen Bereich höher als im östlichen (Abb. 41). So lag der spezifische Abfluss im Einzugsgebiet des Saasbach mit $7.7 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ im alpinen Mittel, im südöstlich davon liegenden Gebiet der Gewässer war der Beitrag aus den gletscher- und permafrostfreien Gebieten mit $10.4 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ überdurchschnittlich.

Die Beiträge aus den Teilgebieten unterhalb des Saasbach-Zuflusses sind mit $30.1 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ und $22.1 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ vergleichbar mit den höchsten spezifischen Abflüssen in der Ova dal Fuorn. Versickerungen und Aufstösse spielen auch hier eine Rolle. So fließt am obersten Standort bei Kilometer 4.8, mit 57 l s^{-1} ein Viertel des Abflusses unterirdisch ab. Ein Teil der hohen Zuflüsse unterhalb des Saasbachs ist also durch Aufstösse erklärbar. Die grossen Beiträge von $12 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ bzw. $9.2 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ der weiter unten liegenden Seitenbäche werden aber nicht durch Versickerungen und Aufstösse beeinflusst.

Der geologische Aufbau im Einzugsgebiet des Gonerli ist zweigeteilt (Abb. 44, swisstopo, 2012, Ulrichen; Hafner et al., 1975). Die obersten zwei Teilgebiete sind aus Aplitgraniten aufgebaut, das Gebiet unterhalb des Saasbachs besteht vor allem aus schiefrigen Biotitgneisen, Alkalifeldspat- und Augengneisen und Serizit- und Chloritgneisen.

Die hohen spezifischen Abflüsse aus den zum Teil schiefrigen Gneis-Schichten der unteren Teileinzugsgebiete sind nachvollziehbar. Der spezifische Abfluss von $10.4 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ des obersten

Teileinzugsgebietes im Gerewasser ist hingegen für ein Granit-dominiertes Gebiet eher überdurchschnittlich.

Im benachbarten Teileinzugsgebiet des Gonerli ist der spezifische Abfluss mit $10.8 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ (Abb. 42) ähnlich hoch wie im obersten Teileinzugsgebiet der Gerewasser. Die Versickerung im untersten Teileinzugsgebiet von $2.9 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ ergab sich aus einer Differenzmessung mit grossen Abflüssen und ist deshalb unsicher.

Das Einzugsgebiet des Gonerli ist wie das Gerewasser-Gebiet aus Aplitgraniten, Alkalifeldspat- und Augengneisen und schiefrigen Biotitgneisen aufgebaut (Abb. 44).

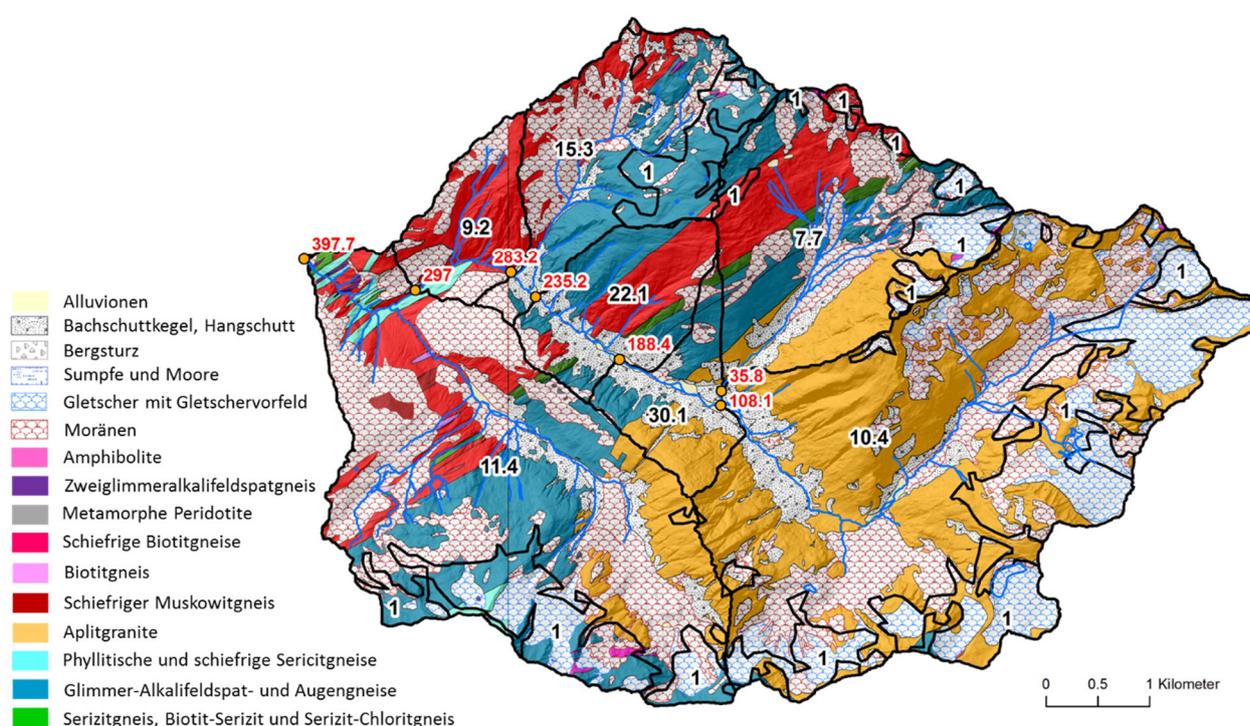


Abbildung 44: Spezifische Abflüsse der Teileinzugsgebiete Gonerli (bei Oberwald) im Vergleich mit der geologischen Zusammensetzung des Gebietes.

6.3.6 Dischmabach: Abfolge Paragneis - Orthogneis - Paragneis

Der Dischmabach in Davos liegt mit einem q_{347} von $6.8 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ im alpinen Mittel. Bei der Messkampagne vom 07.02.2016 wurden am Pegel $8.8 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ gemessen (q_{313} , Abb. 45). Die im Winter befahrbare Strasse reicht bis zum Zufluss aus dem Teilgebiet „Rüedischtälli“. Die folgenden zwei Kilometer bis zum Standort oberhalb „Rinertälli“ mussten mit Schneeschuhen zurückgelegt werden, Zuflüsse oberhalb konnten nicht mehr gemessen werden.

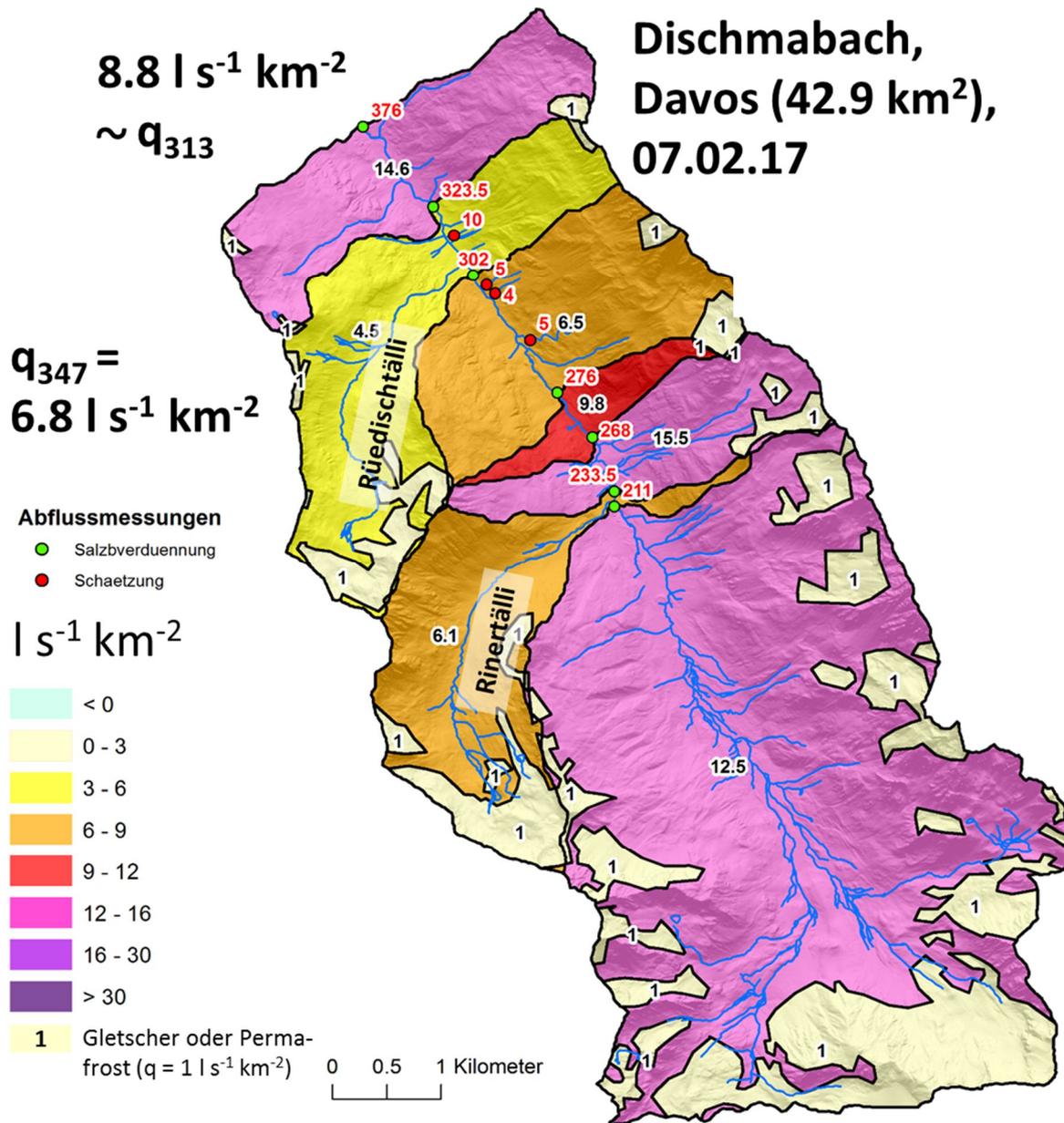


Abbildung 45: Spezifische Abflüsse der Teileinzugsgebiete im Dischmabach (oberhalb Davos), gemessen am 07.02.2016.

Die Abflüsse der Teilgebiete liegen zwischen 4.5 bis 15.5 l s⁻¹ km⁻². Hohe spezifische Abflüsse liefern das oberste und das unterste Teileinzugsgebiet (12.5 bzw. 14.6 l s⁻¹ km⁻², Abb. 45). Das unterste Teilgebiet wird möglicherweise durch aufstossendes Wasser beeinflusst (Abb. 47). Das oberste und unterste Teilgebiet sind aus Paragneisen aufgebaut (swisstopo, 2012, Davos; Bearth et al., 1935). Im obersten Gebiet nehmen auch Amphibolite bedeutende Flächenanteile ein. Diese beiden Gebiete liefern mehr als doppelt so hohe Beiträge wie die dazwischen liegenden Teileinzugsgebiete, die vor allem aus Orthogneisen bestehen (Abb. 46). Die hohen spezifischen Abflüsse

von 15.5 und 9.8 l s⁻¹ km⁻² der beiden kleinen Teileinzugsgebiete unmittelbar unterhalb des Rinerntällis dürften sich aufgrund der Ungenauigkeit der Differenzmessung ergeben (Abb. 45).

Geologie im Dischmabach

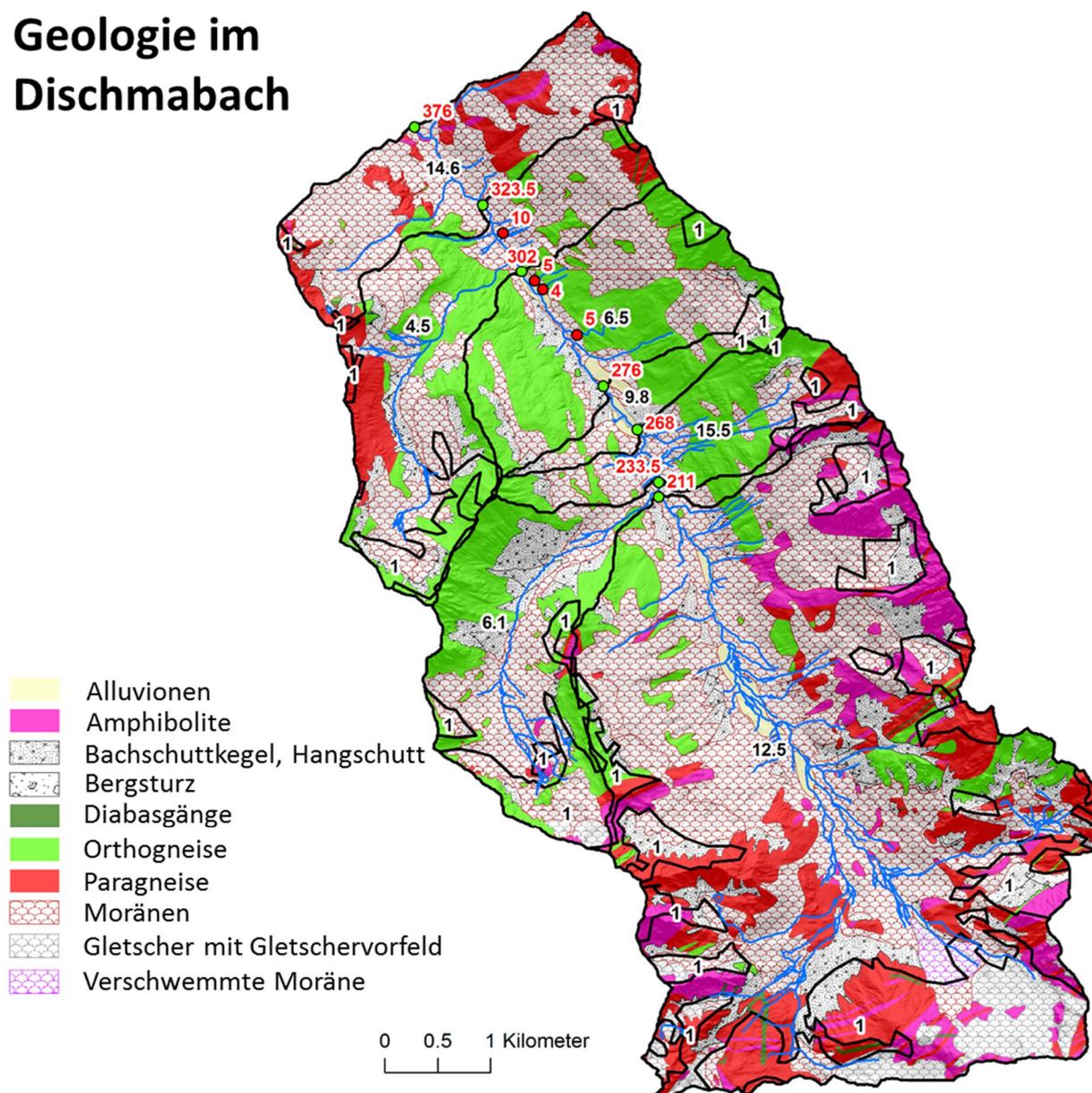


Abbildung 46: Spezifische Abflüsse der Teileinzugsgebiete im Dischmabach (oberhalb Davos) im Vergleich mit der geologischen Zusammensetzung des Gebietes.

Versickerungen und Aufstöße spielen im Dischmabach keine bedeutende Rolle. (Abb. 47). Allerdings lassen sich kleinere Versickerungen und Aufstöße mit der verwendeten überschlägigen Methode nicht identifizieren.

Dies wäre aber notwendig, um seitliche Beiträge aus Festgesteinsspeichern genauer abschätzen

zu können, da geeignete Messstandorte für die Seitenbäche auf Festgestein meist etwas über dem Talboden liegen und sich im Winter zu Fuss nur schwer erreichen lassen.

Um diese Beiträge präziser identifizieren zu können, wären zusätzliche Messungen während winterlichen Trockenperioden notwendig. Diese bedingen jedoch einen grösseren logistischen Aufwand.

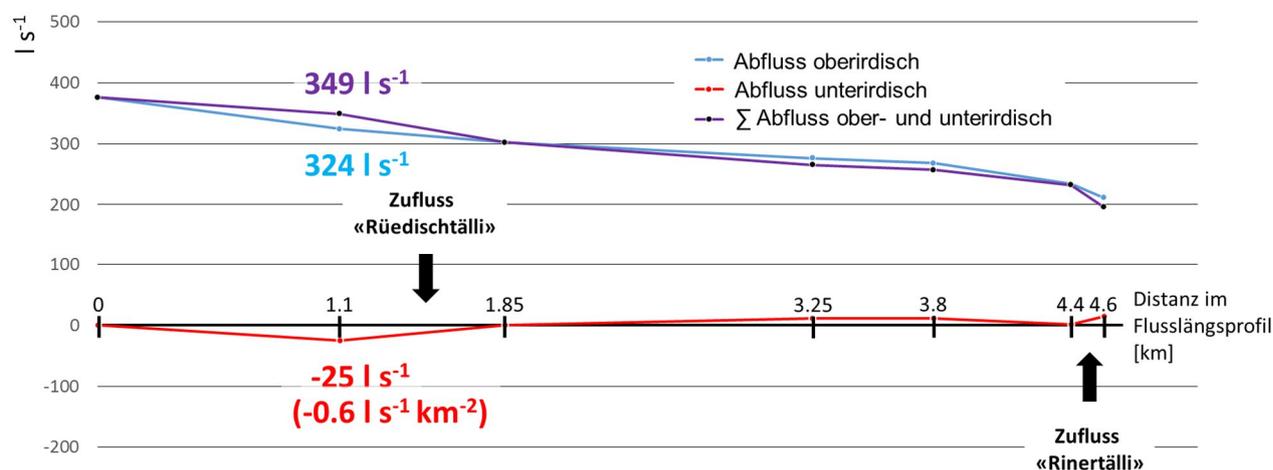


Abbildung 47: Versickerungen und Aufstösse prägen das Abflusslängsprofil des Dischmabaches nur geringfügig.

6.3.7 Krummbach: Schiefer, Phyllit, Versickerungen

Der Krummbach oberhalb Klusmatten (19.5 km²), auf der Südseite des Simplonpasses ist von der Simplonpassstrasse gut erschlossen. Das Gebiet wird vor allem aus Gneisen (rot), Schiefen (beige) und Phylliten (braun) aufgebaut (Abb. 50, Bearth, 1972; Burri et al., 1993). Die Festgesteine sind zum Teil durch Moränen und Bachschuttablagerungen überdeckt.

Das q_{347} liegt im alpinen Durchschnitt. Während der Messkampagne am 20.02.2016 entsprach der Abfluss mit $7.2 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ genau dem q_{347} (Messperiode 1995 -2014, Jahrbuch BAFU); die Spannweite der spezifischen Abflüsse der Teilgebiete lag zwischen 2.3 und $19.1 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$. Die grössten Unterschiede waren im oberen Teil des Einzugsgebietes auszumachen (Abb. 48). Teilgebiet F weist mit $2.3 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ den tiefsten, Gebiet E mit $19.1 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ den höchsten Beitrag auf.

Versickerungen und Aufstösse sind im Krummbach zwar geringfügiger als in der Ova dal Fuorn (Abb. 51), trotzdem beeinflussen sie die Beiträge kleinerer Teilgebiete wesentlich. Eine Überlagerung der Messstandorte (a - g, Abb. 49) mit der geologischen Karte zeigt, welche Standorte auf Festgestein und welche auf Lockergestein liegen. Die leicht erhöhten Abflüsse der Teilgebiete G und I wurden an Standorten (g und i) auf Festgestein gemessen. Die Standorte h und f liegen

hingegen auf Bachschuttablagerungen. So lassen sich die tiefen spezifischen Abflüsse, vor allem aus Gebiet F, durch Versickerungen erklären. Das Gebiet E hingegen, das sich zwischen den Standorten f und e befindet, liefert mit über $19 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ den höchsten spezifischen Abfluss (Abb. 46 und Abb. 49). Bis kurz vor Standort e fließt der Krummbach auf Moränen, Bach- und Hangschutt, an Standort e aber auf Festgestein. Der erhöhte spezifische Abfluss aus E dürfte auf aufstossendes Wasser aus Teilgebiet F oder E erklärbar sein. Nach Abbildung 49 wurden die tieferen spezifischen Abflüsse der Teilgebiete C, B, und D wahrscheinlich durch Versickerungen verursacht, während der Beitrag aus Teilgebiet A durch aufstossendes Wasser erhöht wird.

Um die Zuflüsse aus den Teilgebieten als Niedrigwasser-Speicher einschätzen zu können, müssten die spezifischen Abflüsse vom Einfluss von Versickerungen und Aufstößen bereinigt werden. Dazu sind zusätzliche Abflussmessungen an ausgewählten Standorten und Zeitpunkten notwendig.

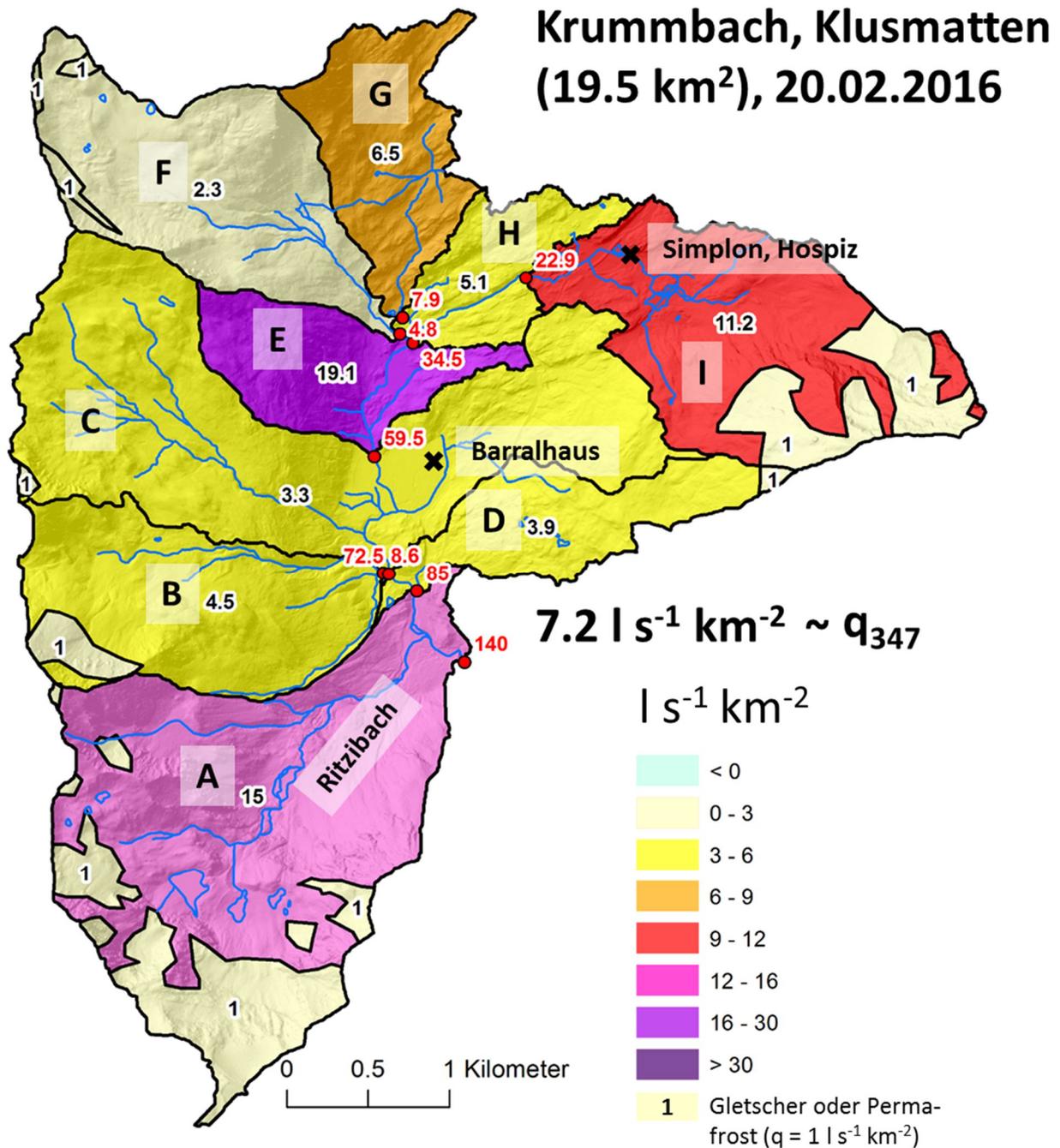


Abbildung 48: Spezifische Abflüsse der Teileinzugsgebiete im Krummbach (oberhalb Klusmatten), gemessen am 20.02.2016. Eingezeichnet sind mögliche Versickerungen und Aufstöße, die die Beiträge der Teilgebiete beeinflussen könnten.

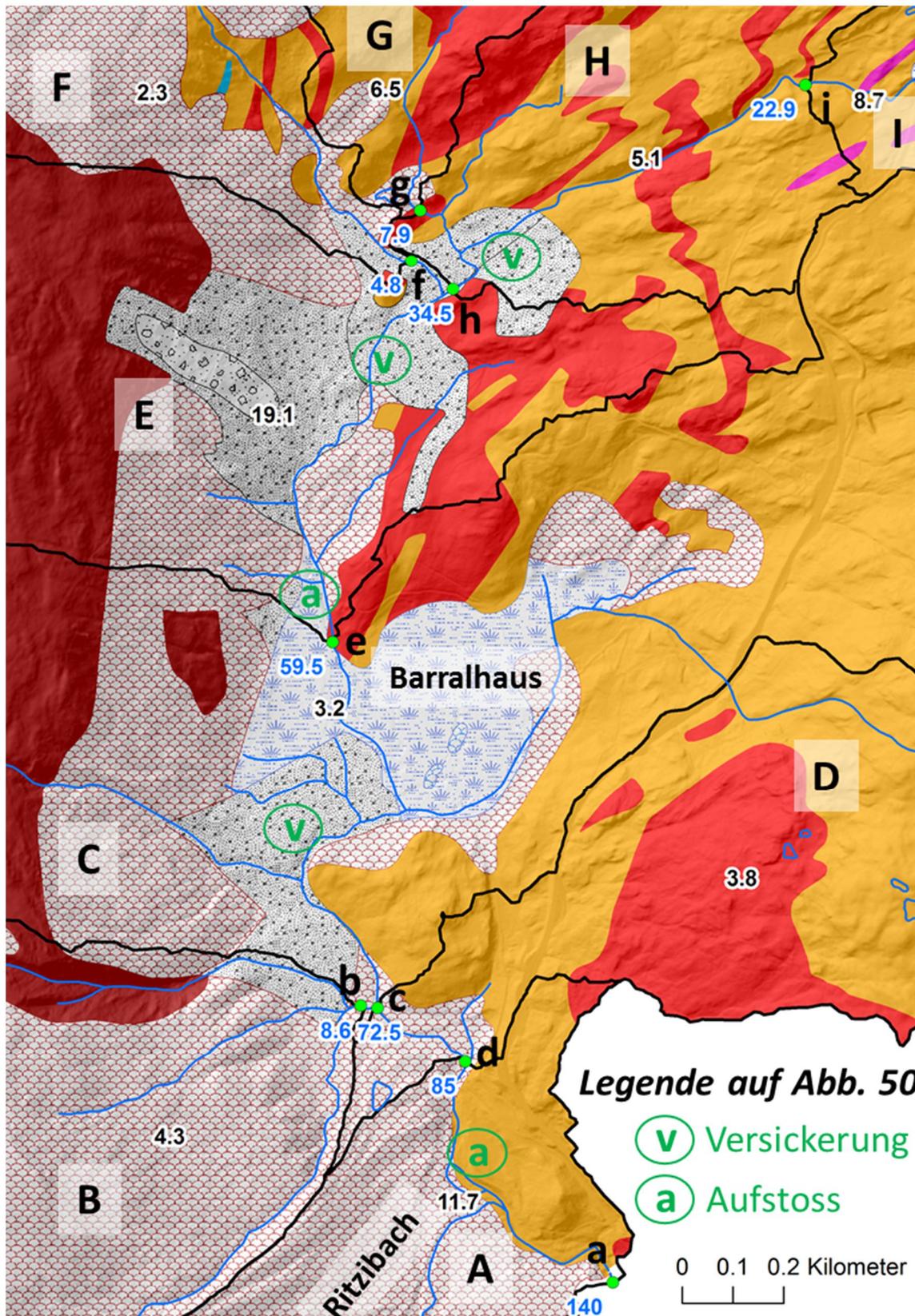


Abbildung 49: Die Überlagerung der Messstandorte und der geologischen Karte zeigt, welche Standorte auf Festgestein und welche auf Lockergestein liegen.

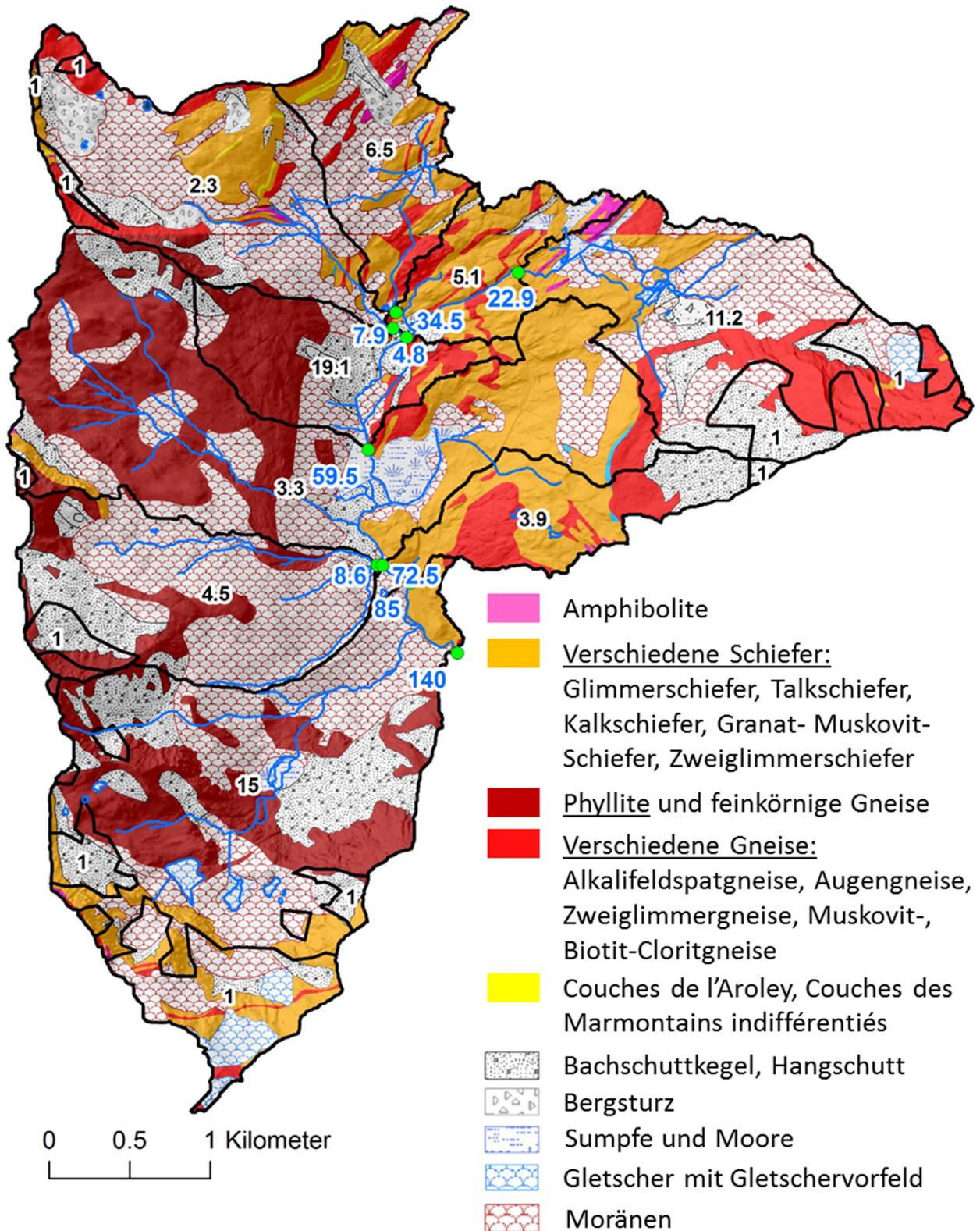


Abbildung 50: Um den Einfluss der Geologie auf die Beiträge der Teileinzugsgebiete besser zu erfassen, muss der Einfluss der Versickerungen und Aufstösse bereinigt werden.

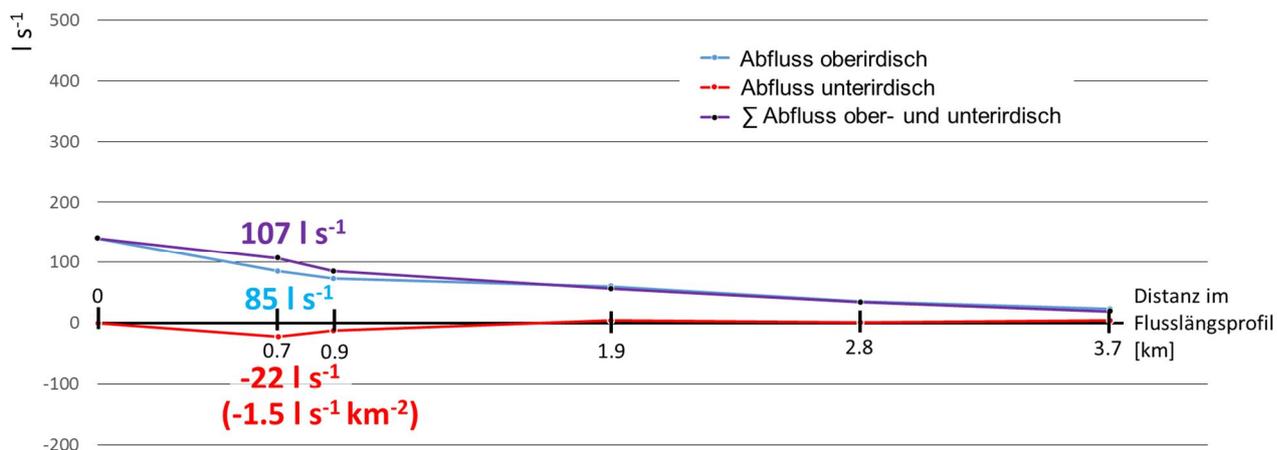


Abbildung 51: Versickerungen und Aufstösse prägen das Abflusslängsprofil des Krummbachs vor allem in den untersten zwei Kilometern vor dem Pegel.

6.4 Bewertung der Ergebnisse und Ausblick

Mit Auswertungen von Daten aus alpinen Gebieten liessen sich Parameter identifizieren, die den Abfluss bei Niedrigwasser beeinflussen. Dabei zeigten sich Übereinstimmungen mit Gebieten im Mittelland, aber auch wichtige Unterschiede.

In den alpinen Gebieten müssen die geringen Beiträge der Gletscher- und Permafrostflächen gesondert betrachtet werden. Die dafür entwickelte Methodik ist einfach und übersichtlich. Versickerungstrecken, unterirdische Abflüsse und Aufstösse spielen in den Alpen eine wesentlichere Rolle als im Mittelland. Räumlich hochaufgelöste Messungen erlauben es jedoch, diese Vorgänge nachzuvollziehen und einzugrenzen.

Auch in alpinen Gebieten ist der Einfluss von Moränen, Schutthalden, Murgangablagerungen, etc. auf das q_{347} begrenzt; diese Speicher entleeren sich zu rasch, um nach längeren Trockenperioden noch wesentlich zum Abfluss beitragen zu können. Es sind vor allem Festgesteine mit einer etwas erhöhten Durchlässigkeit, die ein überdurchschnittliches q_{347} bewirken. Damit besteht die Möglichkeit, dass sich, wie im Mittelland (Kap. 5) Dauerkurven aus Referenzgebieten entsprechend ihrem Flächenanteil, in ungemessene Gebiete zu übertragen.

Die Verwendung von Referenzdauerkurven ist eine elegante Möglichkeit, die Auswirkungen unterschiedlicher Geologie und Topographie einzubeziehen. Dafür muss jedoch die Datenbasis erweitert werden. Die notwendigen, hochaufgelösten Einzelmessungen sind auch für das Verständnis der Gebietsreaktion entscheidend. Es ist ein übergeordnetes Messprogramm erforderlich, allerdings ist der Aufwand im Gebirge wesentlich grösser, da im Winter die Zugänglichkeit erschwert ist. Verschiedene Kantone und auch Kraftwerke haben Interesse bekundet, sich an einem solchen Programm anzuschliessen.

Quellenverzeichnis

Achwanden, H. (1992): Die Niedrigwasserabflussmenge Q_{347} – Bestimmung und Abschätzung in alpinen schweizerischen Einzugsgebieten. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Landeshydrologie und –geologie. Mitteilungen Nr. 18.

Achwanden, H. & Kan, C. (1999): Die Abflussmenge Q_{347} – eine Standortbestimmung. Eidg. Departement des Innern, Landeshydrologie und –geologie. Hydrologische Mitteilungen Nr. 27.

BAFU. (2006): Hinweiskarte der potentiellen Permafrostverbreitung (Bundesamt für Umwelt BAFU): https://map.geo.admin.ch/?topic=e&lang=en&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&layers=ch.swisstopo.zeitreihen,ch.bfs.gebaeude_wohnungen_register,ch.bav.haltestellen-oev,ch.swisstopo.swisstlm3d-wanderwege,ch.bafu.permafrost&layers_visibility=false,false,false,false,true&layers_timestamp=18641231,,,,&layers_opacity=1,1,1,1,0.75

BUWAL. (2000): Angemessene Restwassermengen: Wie können sie bestimmt werden? Wegleitung. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft.

Ernst Basler & Partner (2016): Hitze und Trockenheit im Sommer und Herbst 2015. Auswirkungen und deren Bewältigung in der Schweizer Wasserwirtschaft. Bericht im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU) vom 28. Sept. 2016.

Floriancic, M. (2015): Evaluating capacity and drainage behaviour of alpine groundwater storages - Recession observations in the Upper Poschiavino Area / Switzerland in winter 2013 / 14. Master Thesis, ETH Zurich / University Vienna.

Labhart, T. (1998): Geologie der Schweiz. Ott Verlag Thun.

Margreth, M., Naef, F., Scherrer, S. (2013): Pilotstudie zur Anwendung von Abflussprozesskarten im Niedrigwasserbereich. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU).

Margreth, M. & Naef, F. (2017): Bestimmung des Q_{347} in ausgewählten Gebieten im zentralen Mittelland (Kt. Solothurn). Studie im Auftrag des Kantons Solothurn.

Naef, F., Margreth, M., Floriancic, M. (2015): Festlegen von Restwassermengen: Q_{347} , eine entscheidende, aber schwer zu fassende Grösse. Wasser, Energie, Luft. Heft 4.

Smootenburg (2015): Flood behaviour in alpine catchments examined and predicted from Dominant Runoff Processes. Thesis for Doctor of Sciences. ETH Zurich. <http://e-collection.library.ethz.ch/eserv/eth:48329/eth-48329-02.pdf>

Geologische Karten:

Ambühl, E., Huber, H.M., Niggli, E., Huber, W., Niggli, M (2008): Geologische Karte Oberalp-ppass. Geologischer Atlas der Schweiz. Swisstopo.

Antenen, M., Kellerhals, P., Tröhler, B. (2004): Geologische Karte Büren (1:25'000)

Bearth, P. (1972): Geologische Karte Simplon. Geologischer Atlas der Schweiz. Swisstopo.

Bearth, P., Eugster, H., Leupold, W., Spaenhauer, F., Steckelisen, A. (1935): Geologische Karte Scaletta. Geologischer Atlas der Schweiz. Swisstopo.

Bläsi, H.-R., Gnägi, Ch., Laubsch, H. P., Lederman, H., Ford, J. R. und Kälin, D. (2016): Geologische Karte Balsthal (1:25'000)

Boesch, H.H., Cadisch, J., Spaenhauer, F., Wenk, Ed. (1953): Geologische Karte Zernez. Geologischer Atlas der Schweiz. Swisstopo.

Burri, M., Frank, E., Jeanbourquin, P., Labahrt, T., Liskay, M., Streckelisen, A. (1993): Geologische Karte Brig. Geologischer Atlas der Schweiz. Swisstopo.

Gerber, M. E. und Wanner, J. (1984): Geologische Karte Langenthal (1:25'000)

Gerber, M. E. und Wanner, J. (1984): Geologische Karte Langenthal (1:25'000)

Gerber, M.E. und Kopp, J. (1990): Geologische Karte Sursee (1:25'000)

Graf, H.R., Jost, J., Eberhard, M., Krusse, H., Reber, D. & Kempf, O. (2012): Geologische Karte Schöftland (1:25'000)

Jordi, H. A., Bitterli, T. und Gerber, M. E. (2004): Geologische Karte Murgenthal (1:25'000)

Jordan, P., Eberhard, M., Rudolfm, H., Graf, P. Diebold, J. Jost, R. Schürch (2011): Geologische Karte Aarau (1:25'000).

Koch, R., Lehner, E., Waibel, A. und Mühlberg, M. (1936): Geologische Karte Laufen-Bretzwil-Erschwil-Muemliswil (1:25'000).

Labhart, T. (2012): Geologische Karte Urseren. Geologischer Atlas der Schweiz. Swisstopo.

Ledermann, H. (1977): Geologische Karte Solothurn (1:25'000)

Swisstopo (2005): Geologische Karte der Schweiz, 1:500'000: Geologische Bearbeitung durch: Institut für Geologie, Bern und Bundesamt für Wasser und Geologie.

Swisstopo (2012): Geocover, Kartenblatt Sumiswald, diverse Autoren. Basiert auf Originalkarte für den geologischen Atlas der Schweiz. Blatt 1148 Sumiswald.

Swisstopo (2012): Geocover, Kartenblatt La Rösa, diverse Autoren. Basiert auf Originalkarte für den geologischen Atlas der Schweiz. Blatt 1278 La Rösa.

Swisstopo (2012): Geocover, Kartenblatt Piz Bernina, diverse Autoren. Basiert auf Originalkarte für den geologischen Atlas der Schweiz. Blatt 1258 La Stretta.

Swisstopo (2012): Geocover, Kartenblatt S-Charl, diverse Autoren. Basiert auf Originalkarte für den geologischen Atlas der Schweiz. Blatt 1219 S-Charl.

Swisstopo (2012): Geocover, Kartenblatt Quattervals, diverse Autoren. Basiert auf Originalkarte für den geologischen Atlas der Schweiz. Blatt 1238 Quattervals.

Swisstopo (2012): Geocover, Kartenblatt Sta. Maria-Müstair, diverse Autoren. Basiert auf Originalkarte für den geologischen Atlas der Schweiz. Blatt 1239 Sta. Maria-Müstair.

Swisstopo (2012): Geocover, Kartenblatt Davos, diverse Autoren. Basiert auf Originalkarte für den geologischen Atlas der Schweiz. Blatt 1197 Davos.

Anhang

Tabelle A1: Ergebnisse des 2. Teils der Umfrage

Kantone	Sind Ihnen in Ihrem Kanton weitere Pegel von Forschungsanstalten, Kraftwerken etc. bekannt?	Wurden während der Trockenperioden 2015, 2011 oder 2003 punktuelle Abflussmessungen von Forschungsanstalten, Kraftwerken, etc vorgenommen?	Wurden während der Trockenperioden in den Jahren 2015, 2011, oder 2003 Versickerungsstellen aufgenommen und kartiert?	Wurden von den Trockenperioden in den Jahren 2015, 2011 oder 2003 Auswertungen vorgenommen?	Bemerkungen
AG	-	-	-	-	alle Pegel messen gut und verfügen über genügend Eichmessungen, Anzahl EZG wurde eingegrenzt
AI	-	-	-	-	Gewässerüberwachung: 5 Kampagnen in 15 - 20 Stationen
AR	-	ja	-	-	Gewässerüberwachung: 5 Kampagnen in 15 - 20 Stationen
BE	Ja, Lyssbach Lyss, Lyssbachverband, weitere, aber uns nicht näher bekannt.	Ja, Abl. Wassernutzung - TROSEC, AWA Kt. Bern	Nein, nicht von Hydrometrie Kt. Bern	Nein, nicht von Hydrometrie Kt. Bern, evtl. Abl. Wassernutzung-TROSEC, AWA	
BL	-	-	-	-	Die Pegel sind nicht geeignet für Niedrigwasserabflüsse
BS	Die IWB betreiben einen Messpegel an der Wiese oberhalb der Ausleitung zum Kleinwasserkraftwerk Riehenteich. Am Rhein haben die Schweizer Rheinhäfen zusätzliche Pegel (http://www.portofbasel.ch/pegel/daten/BaselRheinknie.html)	Nein	Nein	Nein	Die Fliessstrecken der Flüsse im Kanton Basel Stadt ist verhältnismässig kurz. An Rhein, Birs und Wiese existieren nationale Messpegel. Es existieren keine zusätzlichen kantonalen Messpegel. Lediglich an der Wiese befindet sich oberhalb des Ausleitkraftwerks Riehenteich ein privater Messpegel des Betreibers IWB, der aber nicht für Niedrigwassersituationen ausgelegt ist (Wassertiefe sehr gering; Wasserspiegel im Verhältnis zur Wassertiefe sehr breit und keine Niederwasserrinne vorhanden).
FR	Il existe des stations installées temporairement en vue de tests pour la mise en place de mini centrales hydrauliques (sur la Marivue, la Trême, Le Petit-Mont, Le Gros-Mont, Le Motélon)	Nous avons réalisé des mesures ponctuelles pour environ 15 petits cours d'eau pendant les périodes de sécheresse de 2003, 2004, 2005, 2009, 2010 et 2011. A notre connaissance il n'y a pas de tiers qui ont fait de tels mesures	non	Pourriez-vous préciser ce que vous entendez par évaluation d'une période de sécheresse ? A part l'évaluation des débits, nous n'avons pas fait d'analyses hydrologiques.	
GE	A part les stations fédérales, il n'y a pas d'autres stations de mesure sur le canton.	Notre service a procédé aux campagnes suivantes : Campagnes d'étiages 1987, 1989 (2x), 1990, 1991, 1997, 2003 et partiellement 2015 (entre 50 et 250 observations par campagne)	non	non	
GL	Untersuchungen am Klöntalersee durchgeführt durch die AXPO. Kontakt Nadja Semadeni. Es werden auch diverse Quellen überwacht (gemäss Herr Scheurer). Felix- und Regulaquellen im Linth-LimmenGebiet sind sehr gut untersucht (Karstsysteme). Im mittlerer Teil des Kantons Glarus dominiert Verrucano. Quellausflüsse konstanter als im Karst.	nicht bekannt	nicht bekannt	nicht bekannt	
GR	mehrere fix installierte Abflussstationen in Crap Alv am Albulapass zur Überwachung der Einflusses vom Tunnelbau auf die Quellschüttung. Kontakt Oberbauleiter RhB: Gilbert Zimmermann	-	-	-	die einzigen gemessenen EZG mit natürlichem Abflussregime: Stationen Crap Alv und Klosters Pardenn; Eichmessungen werden 2 bis 3 mal pro Jahr gemacht, keine Niedrigwasservorrichtung bei den Messstationen;
JU	un réseau de mesures des débits est exploité par l'ASTRA (autoroute A16). Personne de contact Pascal Mertenat, Ingénieur cantonal (pascal.mertenat@jura.ch)	non	non	non	Pegel messen erst seit Juli 2016
SH	Grenzkraftwerk Unterlingen: EZG Wutach, Pegel wird von Deutschland betrieben; EZG grösstenteils in Deutschland	nein	Es gibt keine Kartierungen, aber Annahmen wo sie liegen	nein	nein

Tabelle A1 - Fortsetzung: Ergebnisse des 2. Teils der Umfrage

Kantone	Sind Ihnen in Ihrem Kanton weitere Pegel von Forschungsanstalten, Kraftwerken etc. bekannt?	Wurden während der Trockenperioden 2015, 2011 oder 2003 punktuelle Abflussmessungen von Forschungsanstalten, Kraftwerken, etc vorgenommen?	Wurden während der Trockenperioden in den Jahren 2015, 2011, oder 2003 Versickerungsstrecken aufgenommen und kartiert?	Wurden von den Trockenperioden in den Jahren 2015, 2011 oder 2003 Auswertungen vorgenommen?	Bemerkungen
LU	CKW an der Waldemme (643'873.0, 193'660.0) Steiner Energie (CKW)Kraftwerk bzw. Slaussee an der Kl. Emme (655'175.7, 209'865.5) BKW oder CKW am Rämlig (656'054.2, 206'839.4 und 656'656.3, 207'479.8) Kanton Reuss-Rotseekanal (665'197.1, 212'757.2) Kanton Fischpass Kraftwerk Luthern (639'692.6, 221'149.4)	?	meines Wissens nicht	meines Wissens nicht	
NE	Débit Areuse par Viteos SA à la centrale hydroélectrique des Moyals; Débit résiduel de la Serrières par PMP SA.	pas de notre connaissance	non	non	
NW	Installation eines Pegels am Dorfbach Stans im Feb. 2017; natürliches Regime				
OW	Projekt Wasserfassung EWO: 2 Messstationen: John Sieber, Leiter Kraftwerk, 041 666 51 82				
SG	-	-	-	-	Filbach: Rückhaltebecken im oberen Bereich
SO	Die Aarekraftwerke (Ruppoldingen, Gösgen, Winznau), Emmekraftwerk (ADEV, Biberis) und Birs (Dornachbrugg) messen wahrscheinlich alle auf die eine oder andere Art den Abfluss oder Pegel, oder zumindest indirekt über die Turbinenleistung, je nachdem ob es eine Ausleitung ist oder im Fluss gebaut ist. Daten sind bei den Kraftwerkbetreibern direkt einzufordern	Ist mir nicht bekannt, vom Kanton (uns) sicher, evtl. auch von den Kraftwerken, ist mir aber nicht bekannt	nein	Ja, von 2003 und 2011	
SZ	-	-	-	-	keine fix installierten Abflussmessungen: für Q347 für Wasserentnahmen werden i.d.R immer Abflussmessungen verlangt; Steiner Aa: für Baustelle installierte Messstation: Cornell Beffa: 041 810 07 35
TG	nein	nein	nein	Für diese Jahre wurde im Rahmen der Jahrbücherstellung der Q347 Wert an den Pegeln ermittelt, an denen eine P/Q Beziehung vorliegt. Wie aussagekräftig diese sind kann an dieser Stelle nicht abgeschätzt werden	
TI	Einige Messstationen von Kraftwerke, die aber meistens nur die Wasserentnahmemenge und nur selten den Überfluss messen	nicht bekannt	nein	nein	
UR	Kraftwerke Realp, EW Ursereu: Mark Russi; Fällbach: Lorenz Jaun kontaktieren				
VD	Oui, mais ces stations n'ont pas une durée de mesure très longue et avant 2014, nous ne tenions pas de liste à jour. Il faut voir au cas par cas. (emplacement, période...)	Certainement mais pas à notre connaissance. Nous avons réalisé quelques mesures ponctuelles mais là aussi, il n'y a pas de référencement formel.	Non, pas de notre part.	Lors des périodes de sécheresse, une interdiction de pompage est promulguée (selon LEaux) et la situation est régulièrement analysée. (autorisation temporaire, retour à la normale). La gestion de la période de crise fait ensuite l'objet d'un bilan. Ce n'est pas à proprement parler une évaluation des sécheresses mais des enseignements pourraient en être tirés.	
VS	es wurden keine Abflussmessungen durchgeführt	-	-	-	
ZG	-	-	-	-	
ZH	-	-	-	-	

Fragebogen Kanton Thurgau

Tabelle 1: Eignung der kantonalen Pegelstationen für Messungen bei Niedrigwasser

Nr	Fließgewässer	Eignung (bitte ankreuzen) <i>gut akzeptabel problematisch</i>	Begründung (bitte kurz erläutern)	Würden Eichmessungen bei Niedrigwasser durchgeführt? (bitte ankreuzen) <i>>3 1-3 keine</i>	Existieren oberhalb des Pegels wesentliche Quellfassungen, Wasserentnahmen oder -rückgaben? (bitte ankreuzen) <i>ja nein</i>	Bemerkungen
1	Feilenbach - Roggwil	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	Geusenbach - Güttingen	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Stichbach - Bottighofen	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Feldbach - Steckborn	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kleinwasserkraftwerk
5	Müsbach - Eschenz	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Abwasser/Kleinwasserkraftwerk
6	Geisslibach - Willisdorf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	Mühlebach - Kundelfingerhof	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	Giessen - Bürglen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	Giessen - Amlikon	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	Thur - Mösil	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Zufluss von Fremdwasser (Thur)
11	Kemmenbach - Grubmühle	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	Seebach - Hüttwilen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	Thur - Eschikofen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Regulierter Seeauslauf im Oberlauf
14	Thur - Neunforn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15	Murg - Fischingen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16	Krebsbach - St. Margarethen	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17	Murg - Matzingen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18	Lauche - Affeltrangen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19	Thunbach - Matzingen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20	Lauche - Matzingen	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21	Lützelmurg - Aadorf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
22	Lützelmurg - Matzingen neu	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
23		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
24		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
25		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
26		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
27		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Teil 2 zum Fragebogen Kt. Thurgau: Fragen zu weiteren Pegeln, punktuellen Messungen und Versickerungsstrecken

1. Sind Ihnen in Ihrem Kanton weitere Pegel von Forschungsanstalten, Kraftwerken etc. bekannt?

Nein

2. Wurden während der Trockenperioden 2015, 2011 oder 2003 punktuelle Abflussmessungen von Forschungsanstalten, Kraftwerken, etc vorgenommen?

Nein

3. Wurden während der Trockenperioden in den Jahren 2015, 2011, oder 2003 Versickerungsstrecken aufgenommen und kartiert?

Nein

4. Wurden von den Trockenperioden in den Jahren 2015, 2011 oder 2003 Auswertungen vorgenommen?

Für diese Jahre wurde im Rahmen der Jahrbucherstellung der Q347 Wert an den Pegeln ermittelt, an denen eine P/Q Beziehung vorliegt. Wie aussagekräftig diese sind kann an dieser Stelle nicht abgeschätzt werden.

Questionnaire Canton Neuchâtel

Tableau 1: Performance des stations hydrométriques cantonales pour les mesures de débits d'étiage

Nr	Cours d'eau	Performance (veuillez cocher la case appropriée) bien acceptable problématique	Justification Profondeur étiage; largeur lit; dispositif; relation péjorée	Est-ce que des jaugeages (mesures d'étalonnage) ont été réalisées lors d'étiage? (veuillez cocher la case appropriée) >3 1 - 3 Aucune	Existe-t-il en dessus de la station de mesure des captages d'eau de source, des prélèvements ou restitutions d'eau? (veuillez cocher la case appropriée) oui non	Remarques
1	La Noiraigue, Noiraigue	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	12 cm; 850 cm; non; non	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Arrivée d'affluents
2	La Vieille Areuse, Môtiers	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	15 cm; 790 cm; non; non	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Prélèvement piscicole
3	Le Bied de Môtiers, Môtiers	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	23 cm; 610 cm; non; non	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
4	Le Fleurier, Fleurier	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	3 cm; 430 cm; non; non	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
5	Le Buttes, Buttes	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	11 cm; 1020 cm; non; non	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
19		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
20		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
21		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
22		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
23		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
24		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
25		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

2. Partie du Canton Neuchâtel: Questions sur des stations hydrométriques supplémentaires, mesures ponctuelles et tronçons à infiltration

1. Est-ce que des stations hydrométriques supplémentaires de tiers (établissements de recherche, centrales électriques, etc...) vous sont connues dans votre canton?

- Débit Areuse par Viteos SA à la centrale hydroélectrique des Moyats ;
- Débit résiduel de la Serrières par PMP SA.

2. Est-ce que des mesures ponctuelles ont été réalisées par des établissements de recherche, centrales électriques etc. pendant les périodes de sécheresse 2015, 2011 ou 2003?

Pas à notre connaissance

3. Est-ce pendant les périodes de sécheresse des années 2015, 2011 ou 2003 les tronçons présentant des infiltrations ont été répertoriés et cartographiés?

Non

4. Est-ce qu'une évaluation des périodes de sécheresse des années 2015, 2011 ou 2003 a été effectuée?

Non

Fragebogen Kanton Aargau

Tabelle 1: Eignung der kantonalen Pegelstationen für Messungen bei Niedrigwasser

Nr	Fließgewässer	Station	Eignung (bitte ankreuzen) <i>gut</i> <i>akzeptabel</i> <i>problematisch</i>	Begründung (bitte kurz erläutern)	Wurden Eichmessungen bei Niedrigwasser durchgeführt? (bitte ankreuzen) <i>>3</i> <i>1-3</i> <i>keine</i>	Existieren oberhalb des Pegels wesentliche Quellfassungen, Wasserentnahmen oder -rückgaben? (bitte ankreuzen) <i>ja</i> <i>nein</i>	Bemerkungen
1	Bruggbach	Gipf, Oberfrick	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
2	Bünz	Walteschwil	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
3	Bünz	Muri	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
4	Bünz	Obmaisingen	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
5	Erzbach	Erlinsbach	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
6	Etzgerbach	Etzgen	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
7	Fisibach	Fisibach	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
8	Holzbach	Willmergen	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
9	Kaisterbach	Kaisten	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
10	Köllikerbach	Kölliken	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
11	Küntenerbach	Künten	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
12	Magdenerbach	Rheinfelden	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
13	Möhlinbach	Zellingen	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
14	Pfaffern	Vordemwald	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
15	Ruederchen	Schötländ	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
16	Schmitzenbach	Remigen	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
17	Sinserbach	Sins	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
18	Sissle	Etken	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
19	Sissle	Hornussen	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
20	Staffelleggbach	Frick	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
21	Suhre	Reinau	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
22	Suhre	Unterentfelden	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
23	Suhre	Suhr	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
24	Sulzerbach	Sulz	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
25	Surb	Lengnau	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
26	Surb	Dottingen	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
27	Talbach	Schinznach-Dorf	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
28	Tägerbach	Wiskölen	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
29	Uerke	Holziken	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
30	Wigger	Zoffingen	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
31	Wilenbergbach	Küttigen	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
32	Wissenbach	Boswil	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
33	Wissenbach	Merenschwand	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
34	Wyna	Reinach	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
35	Wyna	Unterkulm	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
36	Wyna	Suhr	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
37	Wölfinswilerbach	Wittrau	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

Teil 2 Kanton Basel Stadt: Fragen zu weiteren Pegeln, punktuellen Messungen und Versickerungstrecken

1. Sind Ihnen in Ihrem Kanton weitere Pegel von Forschungsanstalten, Kraftwerken etc. bekannt?

Die IWB betreiben einen Messpegel an der Wiese oberhalb der Ausleitung zum Kleinwasserkraftwerk Riehenteich.

Am Rhein haben die Schweizer Rheinhäfen zusätzliche Pegel (<http://www.porofbasel.ch/pegeldaten/BaselRheinlinie.html>)

2. Wurden während der Trockenperioden 2015, 2011 oder 2003 punktuelle Abflussmessungen von Forschungsanstalten, Kraftwerken, etc vorgenommen?

Nein

3. Wurden während der Trockenperioden in den Jahren 2015, 2011, oder 2003 Versickerungstrecken aufgenommen und kartiert?

Nein

4. Wurden von den Trockenperioden in den Jahren 2015, 2011 oder 2003 Auswertungen vorgenommen?

Nein

Anmerkung:

Die Fliessstrecken der Flüsse im Kanton Basel Stadt ist verhältnismässig kurz. An Rhein, Birs und Wiese existieren nationale Messpegel. Es existieren keine zusätzlichen kantonalen Messpegel. Lediglich an der Wiese befindet sich oberhalb des Ausleitkraftwerks Riehenteich ein privater Messpegel des Betreibers IWB, der aber nicht für Niedrigwassersituationen ausgelegt ist (Wassertiefe sehr gering; Wasserspiegel im Verhältnis zur Wassertiefe sehr breit und keine Niederwasserrinne vorhanden)

Fragebogen Kanton Bern

Tabelle 1: Eignung der kantonalen Pegelstationen für Messungen bei Niedrigwasser

Nr	Fließgewässer	Eignung (bitte ankreuzen)	Begründung (bitte kurz erläutern)	Wurden Eichmessungen bei Niedrigwasser durchgeführt NQ < Q274 (bitte ankreuzen)	Existieren oberhalb des Pegels wesentliche Quellfassungen, Wasserentnahmen oder -rückgaben? (bitte ankreuzen)	Bemerkungen
		gut akzeptabel problematisch		→ 1 - 3 keine	ja nein	
1	Alte Aare, Aarberg	<input type="checkbox"/>	Kein spez. N. Gerinne, dotiert.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dotierte Restwassermenge KW Aarberg
2	Alte Aare, Lys	<input type="checkbox"/>	Kein spez. N. Gerinne, dotiert	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dotierte Restwassermenge KW Aarberg
3	Alte Aare, Studen	<input type="checkbox"/>	Kein spez. N. Gerinne, dotiert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dotierte Restwassermenge KW Aarberg
4	Biherr, Gurrells	<input checked="" type="checkbox"/>	Betoniertes N.Gerinne mit Schwelle	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	Biherr, Krzers	<input type="checkbox"/>	Wenig Gefälle, Schwelle zu niedrig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	Bise, Court	<input type="checkbox"/>	Tiefen-Breitenverh. OK, Schwelle	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	Challere, Moutier	<input type="checkbox"/>	Tiefen-Breitenverh., rau, k. Schwelle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	Chiese, Frelmettgen	<input checked="" type="checkbox"/>	Tiefen-Breitenverh. OK, Schwelle	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	Chiesl, Diemigen	<input type="checkbox"/>	Tiefen-Breitenverh., Geschleibetrieb	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	Chrouthalbach, Krauchthal	<input type="checkbox"/>	Betoniertes N.Gerinne mit Schwelle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	Enschilge, Frutigen	<input type="checkbox"/>	Tiefen-Breiten. mittel, m. Schwelle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	Farnelbach, St. Stephan	<input type="checkbox"/>	Trogartiger Messquer, Aufhäufung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	Filflich, Diemigen	<input type="checkbox"/>	Tiefen-Breitenverh. mittel, Blochrampe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14	Foule, Moutier	<input type="checkbox"/>	Rechteckgerinne aus Beton, Schwelle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15	Gürbe, Burgstein	<input checked="" type="checkbox"/>	Gemigte Schwelle, kaum Geschäbe	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Karstquelle, Restwasser n. Trinkw. Entn.
16	Kander, Frutigen	<input type="checkbox"/>	Tiefen-Breitenverh. ok, keine Schwelle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17	Kander, Kamensteg	<input type="checkbox"/>	Zu breit, keine Schwelle, Gesch. trieb	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18	Langerle, Leimiswil	<input checked="" type="checkbox"/>	Tiefen-Breitenverh. mittel, Schwelle	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19						
20	Langete, Roggwil	<input checked="" type="checkbox"/>	Tief-Breit.verh.sehr gut, Schwelle.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21	Lombach, Unterseen	<input type="checkbox"/>	Wildbach, Geschleibetrieb, Laufler.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
22	Loubach Gstaad	<input type="checkbox"/>	Tiefen-Breitenverh. mittel, raue Sohl.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	Luterbach, Oberburg	<input type="checkbox"/>	Enges Rechteckgerinne aus Beton	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24	Lysbach, Bundkofen	<input type="checkbox"/>	Tiefen-Breitv. schlecht, m. Schwelle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
25	Oenz, Heimenhausen	<input checked="" type="checkbox"/>	Rechteckgerinne aus Beton, Schwelle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
26	Oesch, Koppigen	<input type="checkbox"/>	Eingengtes Gerinne, Kanalartig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
27	Rauss, Moutier	<input type="checkbox"/>	Tiefen-Breitv. mittel, m. Schwelle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
28	Römerquelle, Biel	<input checked="" type="checkbox"/>	Karstquelle, keine Abflusober.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Karstquelle
29	Rot, Roggwil	<input type="checkbox"/>	k. Schwelle, kaum Gefälle, Rückstr.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
30	Rotache, Opligen	<input type="checkbox"/>	Tiefen-Breit.verh. schlecht, Blockra.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
31	Sagbach, Worben	<input type="checkbox"/>	Rückstau, Aufhäufungen, Bet. Quersc	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
32	Simme, KW Simmenfluh	<input type="checkbox"/>	Turbiniertes Wasser, Signal von KW	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ist turbinierte Wassermenge o. Restwasser
33	Simme, Zweisimmen	<input checked="" type="checkbox"/>	Tiefen-Breitenverh. gut, k. Schwelle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
34	Suze, Villaret	<input type="checkbox"/>	Tiefen-Breitenverh. gut, k. Schwelle	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
35	Suze, Pery	<input checked="" type="checkbox"/>	Tiefen-Breitenverh. gut, k. Schwelle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
36	Schuss / Suze (Trotz), Biel	<input type="checkbox"/>	Berechnet aus anderen schuss	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
37	Schuss / Suze (Haupt), Biel	<input type="checkbox"/>	Zu Breit, im NMQ, Sonde in Luft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
38			??			
39	Schuss / Suze (Biel), Biel	<input type="checkbox"/>	Tiefen-Breitenver. schlecht, k. Schwe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Reguliert von Hauswehr - W. Teller
40	Schuss / Suze (Madresch), Biel	<input type="checkbox"/>	Tiefen-Breitenver. schlecht, k. Schwe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Reguliert von Hauswehr - W. Teller
41	Schw. Lützschine, Grindelwald Grund	<input checked="" type="checkbox"/>	Wildbach, Geschleibetrieb	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	KW im Oberl., Rückgabe vor Stat.?
42	Trueb, Trub	<input type="checkbox"/>	Tiefen-Breitenverh. mittel, Schwelle	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
43	Unteren, Kernenried	<input type="checkbox"/>	Tief-Breit.verh. mittel, k. Schwelle, Bewachs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
44	Unteren Moossee, Moosseedorf	<input type="checkbox"/>	Rückstau!!!! Aufhäufungen!!!	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Ausfluss aus Moossee
45			??			
46	Züg, Chichelichwand	<input type="checkbox"/>	Wildbach, Lauverlegung, Geschäbe	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Niedrigwasserleiter n.vorhanden
47	Züg, Heimberg	<input type="checkbox"/>	Wildbach, Lauverlegung, Mesbanke	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
48						
49						
50						
51						
52						

Teil 2 Kanton Bern: Fragen zu weiteren Pegeln, punktuellen Messungen und Versickerungsstrecken

1. Sind Ihnen in Ihrem Kanton weitere Pegel von Forschungsanstalten, Kraftwerken etc. bekannt?
Ja, Lyssbach Lyss, Lyssbachverband, weitere, aber uns nicht näher bekannt.

.....

2. Wurden während der Trockenperioden 2015, 2011 oder 2003 punktuelle Abflussmessungen von Forschungsanstalten, Kraftwerken, etc. vorgenommen?
Ja, Abtl. Wassernutzung -TROSEC ,AWA Kt. Bern

.....

3. Wurden während der Trockenperioden in den Jahren 2015, 2011, oder 2003 Versickerungsstrecken aufgenommen und kartiert?
Nein, nicht von Hydrometrie Kt. Bern

.....

4. Wurden von den Trockenperioden in den Jahren 2015, 2011 oder 2003 Auswertungen vorgenommen?
Nein, nicht von Hydrometrie Kt. Bernl, evtl. Abtl. Wassernutzung-TROSEC, AWA

.....

2 Fragebogen Kanton Glarus

Tabelle 1: Eignung der kantonalen Pegelstationen für Messungen bei Niedrigwasser

Nr	Fließgewässer	Station	Eignung (bitte ankreuzen) <i>gut</i> <i>akzeptabel</i> <i>problematisch</i>	Begründung (bitte kurz erläutern)	Wurden Eichmessungen bei Niederwasser durchgeführt? (bitte ankreuzen) >3 1-3 keine	Existieren oberhalb des Pegels wesentliche Quellfassungen, Wasserentnahmen oder -rückgaben? (bitte ankreuzen) ja nein	Bemerkungen
1	Rauti	Oberurnen	<input checked="" type="checkbox"/> <i>gut</i> <input type="checkbox"/> <i>akzeptabel</i> <input type="checkbox"/> <i>problematisch</i>	- einfaches Profil, Abfluss auch bei Niedrigwasser gut messbar	<input checked="" type="checkbox"/> 1-3 <input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein	2. kleine KW-Anlagen ohne Wasserentzug
2	Rosenbordkanal	Niederurnen	<input checked="" type="checkbox"/> <i>gut</i> <input type="checkbox"/> <i>akzeptabel</i> <input type="checkbox"/> <i>problematisch</i>	- einfaches Profil, Abfluss auch bei Niedrigwasser gut messbar	<input checked="" type="checkbox"/> 1-3 <input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein	Wasserentnahme für KW Linth Limmern
3	Sernf	Matt	<input type="checkbox"/> <i>gut</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>akzeptabel</i> <input type="checkbox"/> <i>problematisch</i>	- hohe Rauigkeit der Sohle, Geschiebe	<input type="checkbox"/> >3 <input checked="" type="checkbox"/> 1-3 <input type="checkbox"/> keine	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	KW Sernf-Niederbach
4	Sernf	Schwanden	<input type="checkbox"/> <i>gut</i> <input type="checkbox"/> <i>akzeptabel</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>problematisch</i>	- Sensor ausserhalb der Niedrigwasserrinne, Nachbesserung in Planung	<input type="checkbox"/> >3 <input checked="" type="checkbox"/> 1-3 <input type="checkbox"/> keine	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	KW Linth Limmern (Schwall/Sunk)
5	Linth	Schwanden	<input type="checkbox"/> <i>gut</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>akzeptabel</i> <input type="checkbox"/> <i>problematisch</i>	- breites Gewässer	<input type="checkbox"/> >3 <input checked="" type="checkbox"/> 1-3 <input type="checkbox"/> keine	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	

Teil 2 Kanton Glarus: Fragen zu weiteren Pegeln, punktuellen Messungen und Versickerungsstrecken

1. Sind Ihnen in Ihrem Kanton weitere Pegel von Forschungsanstalten, Kraftwerken etc. bekannt?

- Messstation BAFU Linth - Mollis, Linthbrücke 2372

- Messstation BAFU Linth - Linthal, Ausgleichsbecken KLL 2352

- Messstation BAFU Betriebswasser KLL - Linthal, Wasserrückgabe KLL 2353

siehe http://www.hydrodaten.admin.ch/de/messstationen_zustand.html

2. Wurden während der Trockenperioden 2015, 2011 oder 2003 punktuelle Abflussmessungen von Forschungsanstalten, Kraftwerken, etc. vorgenommen?

Nicht bekannt.....

3. Wurden während der Trockenperioden in den Jahren 2015, 2011, oder 2003 Versickerungsstrecken aufgenommen und kartiert?

Nicht bekannt.....

4. Wurden von den Trockenperioden in den Jahren 2015, 2011 oder 2003 Auswertungen vorgenommen?

Nicht bekannt.....

Fragebogen Kanton Luzern

Tabelle 1: Eignung der kantonalen Pegelstationen für Messungen bei Niedrigwasser

Nr	Fließgewässer	Station	Eignung (bitte ankreuzen)		Begründung (bitte kurz erläutern)	Wurden Eichmessungen bei Niedrigwasser durchgeführt? (bitte ankreuzen)			Existieren oberhalb des Pegels wesentliche Quellfassungen, Wasserentnahmen oder -rückgaben? (bitte ankreuzen)		Bemerkungen
			gut	akzeptabel		problematisch	>3	1-3	keine	ja	
1	Kleine Emme	Werthenstein	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	BAFU Station
2	Kleine Emme	Littau / Emmen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	neue Station, Problem mit Geschlebeablagungen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BAFU Station
3	Rotbach	Emmen, Neuhüsern	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	keine Niederwasserrinne	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	Ron	Hochdorf	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Schwelle Natürlich	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	Stägbach	Baldegg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	keine Niederwasserrinne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	wenig Kenntnisse da uwe Station betret
6	Spittlibach	Hochdorf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	keine Niederwasserrinne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	wenig Kenntnisse da uwe Station betret
7	Höhibach	Kleinwangen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	keine Niederwasserrinne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	wenig Kenntnisse da uwe Station betret
8	Müllbach	Retschwil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	keine Niederwasserrinne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	wenig Kenntnisse da uwe Station betret
9	Aabach	Hitzkirch	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	keine Niederwasserrinne	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	BAFU Station
10	Sellenbodenbach	Neuenkirch	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	genügend Wassertiefe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	BAFU Station
11	Grosse Aa	Sempach	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Drucksonde und Radar vorhanden jedoch keine Niederwasserrinne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	Meienbach	Nottwil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	wenig Kenntnisse da uwe Station betret
13	Lippendübbach	Neuenkirch	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	nicht mehr in Betrieb	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	nicht mehr in Betrieb (seit Ende 2012)
14	Kleine Aa	Sempach	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	keine Niederwasserrinne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	Rotbach	Sempach	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	keine Niederwasserrinne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	Greuelbach	Schenkon	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Massive Kalkablagerungen u.a. an Schwelle (-> mögliche Messfehler)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	Suhre	Oberkirch	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	rel. schmaler Durchlass	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	BAFU Station
18	Luthern	Nebikon	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	keine Niederwasserrinne	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	BAFU Station
19	Wigger	Nebikon	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	keine Niederwasserrinne	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	Waldemme	Sörenberg	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	keine Niederwasserrinne	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	Kleine Emme	Schüpfheim	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	keine Niederwasserrinne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	Grosse Entlen	Entlenbach	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24	Wyna	Beromünster	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Messung in einer Seitenvertiefung. Pegel bei Niedrigwasser nicht unter 25cm	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
25	Luthern	Géttau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	keine Niederwasserrinne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26	Rümlig	Schachen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	nur Radarmessung, Teilunterspülte Eisenbahnschwelle	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
28			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
30			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
31			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
32			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Teil 2 Kanton Luzern: Fragen zu weiteren Pegeln, punktuellen Messungen und Versickerungsstrecken

1. Sind Ihnen in Ihrem Kanton weitere Pegel von Forschungsanstalten, Kraftwerken etc. bekannt?

CKW an der Waldemme ([643873.0_193660.0](#))

Steiner Energie (CKW)Kraftwerk bzw. Stausee an der Kl. Emme ([655175.7_209885.5](#))

BKW oder CKW am Rümli ([656054.2_206839.4](#) und [656656.3_207479.8](#))

Kanton Reuss-Rotseekanal ([665197.1_212757.2](#))

Kanton Fischpass Kraftwerk Luthern ([639692.6_221149.4](#))

.....

2. Wurden während der Trockenperioden 2015, 2011 oder 2003 punktuelle Abflussmessungen von Forschungsanstalten, Kraftwerken, etc. vorgenommen?

?

.....

3. Wurden während der Trockenperioden in den Jahren 2015, 2011, oder 2003 Versickerungsstrecken aufgenommen und kartiert?

meines Wissens nicht.

.....

4. Wurden von den Trockenperioden in den Jahren 2015, 2011 oder 2003 Auswertungen vorgenommen?

meines Wissens nicht.

.....

Fragebogen Kanton St. Gallen

Tabelle 1: Eignung der kantonalen Pegelstationen für Messungen bei Niedrigwasser

Nr	Fliessgewässer	Station	Eignung, Stand Ende 2016 (bitte ankreuzen)	Begründung (bitte kurz erläutern)	Wurden Eichmessungen bei Niedrigwasser durchgeführt? (bitte ankreuzen)	Existieren oberhalb des Pegels wesentliche Quelfassungen, Wasserentnahmen oder -rückgaben? (bitte ankreuzen)	Bemerkungen
			gut <input type="checkbox"/> akzeptabel <input type="checkbox"/> problematisch <input type="checkbox"/>		>3 <input type="checkbox"/> 1-3 <input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>	
1	Sitter	Wittenbach	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Pegelmessung ohne definierte Schwelle, nur Wasserstand im Schacht	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Seit Juni 2014 ohne ARA-Abwasser
2	Steinach	Steinach	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Gutes, stabiles Betonprofil, Messung im Schacht	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Stark gesteuert
3	Freibach	Rheineck	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> NW-Rinne seit Messbeginn im 2011 aufgehoben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Selten natürliches NW, da Kanal
4	Sieckerkanal-rechts	Diepoldsau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Rheintaler Binnenkanal	Widnau	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	Rietaach	Altstätten	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	Simmi	Gams	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> NW-Rinne seit 2005, etwas Sohlengras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	Werdenberger Binnenkanal	Sevelen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> NW-Rinne seit 2008, etwas Sohlengras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	Vilterser-Wängser-Kanal	Wartau	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> NW-Rinne seit 2011	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Selten natürliches NW, da Kanal
10	Trüebbach	Wartau	<input checked="" type="checkbox"/>	Messung im Schacht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Selten natürliches NW, da Kanal
11	Grossbach	Vilters-Wängs	<input type="checkbox"/>	Neubau mit NW-Rinne 100m oberhalb alter Messstelle im Okt 2015, vorher problematisch im NW	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	Vilterser-Wängser-Kanal	Vilters-Wängs	<input type="checkbox"/>	Aufgehoben Ende 2016, Geschiebe	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Selten natürliches NW, da Kanal
13	Tamina	Bad Ragaz	<input type="checkbox"/>	Neue Messstation seit 2014	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Stark gesteuert, Private Messstation, sporadische Kontroll-Abflussmessungen vom AFU
14	Görbsbach	Pfäfers	<input type="checkbox"/>	Gute Messstelle mit NW-Rinne	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15	Seez Überleitung	Pfäfers	<input type="checkbox"/>	NW-Rinne seit 2013, Geschiebetrieb gross	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Künstliche Überleitung, Private Messstation, sporadische Abflussmessungen vom AFU
16	Ragnatscher Bach	Mels	<input checked="" type="checkbox"/>	Klar definiertes Profil	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17	Seez	Mels	<input type="checkbox"/>	NW-Rinne seit 2009, Messung im Schacht	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Private Messstation, sporadische Abflussmessungen vom AFU
18	Schils	Flums	<input type="checkbox"/>	Klar definiertes Profil, Messung im Schacht, Geschiebetrieb	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Private Messstation, sporadische Abflussmessungen vom AFU
19	Berschmerbach	Walenstadt	<input type="checkbox"/>	Messschwelle müsste erneuert werden	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Gesteuerter Abfluss
			<input type="checkbox"/>	NW-Rinne seit 2009, Messung im Schacht	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Fragebogen Kanton Tessin

Tabelle 1: Eignung der kantonalen Pegelstationen für Messungen bei Niedrigwasser

Nr	Fließgewässer	Station	Eignung (bitte ankreuzen)	Begründung (bitte kurz erläutern)	Wurden Eichmessungen bei Niedrigwasser durchgeführt? (bitte ankreuzen)	Existieren oberhalb des Pegels wesentliche Quelfassungen, Wasserentnahmen oder -rückgaben? (bitte ankreuzen)	Bemerkungen
			<i>gut</i> <input type="checkbox"/> <i>akzeptabel</i> <input type="checkbox"/> <i>problematisch</i> <input type="checkbox"/>		>3 <input type="checkbox"/> 1-3 <input type="checkbox"/> <i>keine</i> <input type="checkbox"/>	<i>ja</i> <input type="checkbox"/> <i>nein</i> <input type="checkbox"/>	
1	Bolletta	Porto Ceresio	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Niedrigwasserkanal	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	ARA-Ausfluss oberhalb der Station, schlechte Wasserqualität, Wassertemperatur beeinflusst
2	Calcarcia	Airolo	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Ablfluss anthropogen beeinflusst	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Wasserentnahme oberhalb der Station (Kraftwerk)
3	Canale Bonifica	Quartino	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Flussalgen im Frühling/Sommer; es werden deshalb viele Abflussmessungen durchgeführt	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
4	Cucco	Porlezza	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
5	Laveggio	Mendrisio	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Flussalgen im Frühling/Sommer; es werden deshalb viele Abflussmessungen durchgeführt	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	ARA-Ausfluss oberhalb der Station, Wassertemperatur beeinflusst
6	Laveggio	Riva S. Vitale	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Verschiedene Wasserentnahmen und eine kleine Rückgabe oberhalb der Station
7	Maggia	Lodano	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Bei Niedrigwasser sehr niedrige Pegelstände und ungenau Messung	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Kleine Wasserentnahmen oberhalb der Station
8	Mira	Maroggia	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Kein natürlicher Abfluss; Schwall-Sunk Effekt wegen Kraftwerkbetrieb. Niedrigwasser genau gemessen dank Niedrigwasserkanal.	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Kleine Wasserentnahmen oberhalb der Station
9	Macrobbia	Giubiasco	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Badende in der Nähe der Station im Sommer	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Kraftwerkrückgabe oberhalb der Station
10	Riale di Gnosca	Gnosca	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
11	Rovana	Campo Valle Maggia 2	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Ablfluss anthropogen beeinflusst	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Umleitungs kanal oberhalb der Station
12	Rovana	Campo Valle Maggia 3	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Ablfluss anthropogen beeinflusst	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Umleitungs kanal oberhalb der Station
13	Salto	Maggia	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Ablfluss anthropogen beeinflusst wegen Wasserentnahme oberhalb der Station.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Wasserentnahme (Kraftwerk) oberhalb der Station
14	Scairolo	Barbengo	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Bei Niedrigwasser sehr niedrige Pegelstände und ungenau Messung	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	ARA-Ausfluss oberhalb der Station, Wassertemperatur beeinflusst
15	Ticino	Ronco Bedretto	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Ablfluss anthropogen beeinflusst	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Verschiedene Wasserentnahmen oberhalb der Station (DFIMA Kraftwerke)
16	Traversagna	Arbedo	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Bei Niedrigwasser sehr niedrige Pegelstände und ungenau Messung	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Kleine Wasserentnahmen oberhalb der Station
17	Vecchio Vedeggio	Agno	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Bei Niedrigwasser sehr niedrige Pegelstände und ungenau Messung	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Kleine Wasserentnahme oberhalb der Station
18	Vedeggio	Isonne	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	ARA-Ausfluss oberhalb der Station, Wassertemperatur beeinflusst
19	Faloppia	Chiasso	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Flussalgen im Frühling/Sommer	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
20	Piurcogna	Dalpe	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
21	Leguana	Monteceneri	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Bei Niedrigwasser sehr niedrige Pegelstände und ungenau Messung. Abschnitt ohne ständige Wasserführung	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	

Teil 2 Kanton Tessin: Fragen zu weiteren Pegeln, punktuellen Messungen und Versickerungsstrecken

1. Sind Ihnen in Ihrem Kanton weitere Pegel von Forschungsanstalten, Kraftwerken etc. bekannt?

Einige Messstationen von Kraftwerke, die aber meistens nur die Wasserentnahmemenge und nur selten den Überfluss messen

2. Wurden während der Trockenperioden 2015, 2011 oder 2003 punktuelle Abflussmessungen von Forschungsanstalten, Kraftwerken, etc vorgenommen?
Nein bzw. nicht bekannt

3. Wurden während der Trockenperioden in den Jahren 2015, 2011, oder 2003 Versickerungsstrecken aufgenommen und kartiert?
Nein

4. Wurden von den Trockenperioden in den Jahren 2015, 2011 oder 2003 Auswertungen vorgenommen?
Nein

Fragebogen Kanton Zürich

Tabelle 1: Eignung der kantonalen Pegelstationen für Messungen bei Niedrigwasser

Nr	Fließgewässer	Eignung (bitte ankreuzen)	Begründung (bitte kurz erläutern)	Wurden Eichmessungen bei Niedrigwasser durchgeführt? (bitte ankreuzen)	Existieren oberhalb des Pegels wesentliche Wasserentnahmen oder -rückgaben? (bitte ankreuzen)	Bemerkungen
		gut <input type="checkbox"/> akzeptabel <input type="checkbox"/> problematisch <input type="checkbox"/>		>3 <input type="checkbox"/> 1-3 <input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>	
1	Töss-Beicher ZH513	<input checked="" type="checkbox"/>	Diese hydrometrische Station hat eine NW-Rinne.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Töss-Altlandeb., Bauma ZH519	<input checked="" type="checkbox"/>	Diese hydrometrische Station hat eine NW-Rinne.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Chatzenb.-Turb.-Einlauf ZH563	<input type="checkbox"/>	Diese hydrometrische Station hat keinen V-Überfall.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Chatzenb.-Turb.-Becken ZH564	<input type="checkbox"/>	Diese hydrometrische Station ist ein HWRB. Die Abflussmessung wurde eingestellt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Töss-Rämismühle ZH520	<input checked="" type="checkbox"/>	Diese hydrometrische Station hat eine NW-Rinne.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	Töss-Hornsäge ZH515	<input type="checkbox"/>	Diese hydrometrische Station ist die Redundanzstation für die hydrometrische Station ZH 520 Töss – Rämismühle, Zell.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	Kempt-Fehrltorf ZH580	<input checked="" type="checkbox"/>	Diese hydrometrische Station hat einen V-Überfall.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	Kempt-Illnau ZH517	<input type="checkbox"/>	Diese hydrometrische Station hat keinen V-Überfall.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	Kempt-Winterthur ZH581	<input checked="" type="checkbox"/>	Diese hydrometrische Station hat einen V-Überfall, liegt jedoch örtlich ungünstig nach einer 90.-Kurve.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	Töss-Wüflingen ZH518	<input type="checkbox"/>	Diese hydrometrische Station hat lediglich einen lokal absenkten Überfall, der zudem sehr breit ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	Eulach-Räterschen ZH521	<input checked="" type="checkbox"/>	Durch KW-Nutzung beeinträchtigt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	Eulach-Winterthur ZH522	<input checked="" type="checkbox"/>	Diese hydrometrische Station hat keinen V-Überfall.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	Eulach-Wüflingen ZH523	<input type="checkbox"/>	Diese hydrometrische Station hat eine NW-Rinne. Diese hydrometrische Station hat weder unmittelbar noch einen V-Überfall.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Teil 2 Kanton Zürich: Fragen zu weiteren Pegeln, punktuellen Messungen und Versickerungstrecken

1. Sind Ihnen in Ihrem Kanton weitere Pegel von Forschungsanstalten, Kraftwerken etc. bekannt?

Die Hydrometrie des Kantons Zürich beschäftigt sich nicht mit Pegelmessungen von Forschungsanstalten, Kraftwerken und dergleichen.

2. Wurden während der Trockenperioden 2015, 2011 oder 2003 punktuelle Abflussmessungen von Forschungsanstalten, Kraftwerken, etc vorgenommen?

Die Hydrometrie des Kantons Zürich beschäftigt sich nicht mit fremden Abflussmessungen.

3. Wurden während der Trockenperioden in den Jahren 2015, 2011, oder 2003 Versickerungstrecken aufgenommen und kartiert?

Die Hydrometrie des Kantons Zürich beschäftigt sich nicht mit der Kartierung von Versickerungstrecken.

4. Wurden von den Trockenperioden in den Jahren 2015, 2011 oder 2003 Auswertungen vorgenommen?

Die Hydrometrie des Kantons Zürich beschäftigt sich nicht Auswertungen von Trockenperioden.

Questionnaire du Canton de Fribourg

Tableau 1: Performance des stations hydrométriques cantonales pour les mesures de débits d'étiage

Nr	Cours d'eau	Performance (veuillez cocher la case appropriée) <i>bien acceptable problématique</i>	Justification	Est-ce que des jaugeages (mesures d'étalonnage) ont été réalisées lors d'étiage? (veuillez cocher la case appropriée) >3 1-3 Aucune	Existe-t-il en dessus de la station de mesure des captages d'eau de source, des prélèvements ou restitutions d'eau? (veuillez cocher la case appropriée) oui non	Remarques
1	Gérine, Marly	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
2	Petite Glâne, Bussy	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	agricoles
3	Veveysse, Châtel-St-Denis	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Agricoles/industriels
4	La Glâne, Matran	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
5	Trême, Bulle	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
6	Gérine, Plasselb	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
7	Singine chaude, Schwarzsee	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Prélèvement dans le lac pour enneigement
8	Bibera, Gurmels (gérée par BE)	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
9	Bibera, Kerzers (gérée par BE)	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
10		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
11		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

• = les stations mentionnées par vous correspondent à des jaugeages ponctuels au sel et ne sont pas des stations

2. Partie Canton de Fribourg: Questions sur des stations hydrométriques supplémentaires, mesures ponctuelles et tronçons à infiltration

1. Est-ce que des stations hydrométriques supplémentaires de tiers (établissements de recherche, centrales électriques, etc...) vous sont connues dans votre canton?

Il existe des stations installées temporairement en vue de tests pour la mise en place de mini centrales hydrauliques (sur la Marivue, la Trême, Le Petit-Mont, Le Gros-Mont, Le Motélon)

2. Est-ce que des mesures ponctuelles ont été réalisées par des établissements de recherche, centrales électriques etc. pendant les périodes de sécheresse 2015, 2011 ou 2003?

Nous avons réalisé des mesures ponctuelles pour environ 15 petits cours d'eau pendant les périodes de sécheresse de 2003, 2004, 2005, 2009, 2010 et 2011. A notre connaissance il n'y a pas de tiers qui ont fait de tels mesures.

3. Est-ce que pendant les périodes de sécheresse des années 2015, 2011 ou 2003 les tronçons présentant des infiltrations ont été répertoriés et cartographiés?

Non

4. Est-ce qu'une évaluation des périodes de sécheresse des années 2015, 2011 ou 2003 a été effectuée?

Pourriez-vous préciser ce que vous entendez par évaluation d'une période de sécheresse ? A part l'évaluation des débits, nous n'avons pas fait d'analyses hydrologiques.

Questionnaire du Canton de Genève

Tableau 1: Performance des stations hydrométriques cantonales pour les mesures de débits d'étiage

Nr	Cours d'eau	Performance (veuillez cocher la case appropriée)	Justification <i>Voir photo fiches des stations sur www.vhls.ch pour plus de précision</i>	Est-ce que des jaugages (mesures d'étalonnage) ont été réalisés lors d'étiage? (veuillez cocher la case appropriée)	Existe-t-il en dessus de la station de mesure des captages d'eau de source, des prélèvements ou restitutions d'eau? (veuillez cocher la case appropriée)	Remarques
		bien acceptable problématique		>3 1-3 Aucun	oui non	
1	L'Hermance - HERMANCE - HE	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	1) Seuil avec lame mince en double V ouvert + barrage sous écoulement (1 m). Mobilité partielle du lit (fort charriage). 2) Fosse de décanation de graviers modelée avec seuil béton incliné avec cunette. 3) Barrage d'un autre cours d'eau en amont et en aval du seuil de contrôle. 4) Venturi en lame mince comme seuil de contrôle des basses eaux. 5) Lit naturel renaturé avec beaucoup de végétation. Variation du fond du lit ± 20 cm.	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	2) Cours d'eau à sec lors de la période d'étiage. 3) Pas de mesure de débit. Situation de relation H-Q non-univoque. 5) Lit renaturé et donc morphologie variable de crue en crue. La courbe H-Q est bridée en dessous d'1 [m ³ /s] afin de ne pas fournir des basses eaux faussées. Le seuil de contrôle est entre les stations (3), (4) & (5). Plusieurs campagnes ont permis de zoner les tronçons d'apport ou de soutirage de la nappe.
2	Le Chambet - COMPOIS - CP	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
3	La Seymaz - TOUVIERE-ROUTE - TR	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
4	La Seymaz - LADAME - LM	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
5	Foron - Ambilly	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
6	La Seymaz - VILLETTE - VI	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	6) Seuil en béton avec cunette rectangulaire posé sur la molasse. 7) Seuil en béton incliné avec cunette + barrage sous écoulement (1 m). 8) Seuil en béton incliné avec cunette + barrage sous écoulement (1 m). 9) Seuil de contrôle en lames minces ouvertes perpendiculaires au courant et posées sur le lit bétonné du cours d'eau. 10) Seuil de contrôle en lames minces ouvertes en V posées sur le lit bétonné du cours d'eau.	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
7	La Drize - PIERRE-GRAND - PG	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
8	La Drize - GRANGE-COLOMB - GC	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
9	L'Aire - PONT ROUGE - PR	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	12, 10 & 9) Il existe des tronçons d'apport ou de soutirage de la nappe.
10	L'Aire - CENTENAIRE - CS	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	10) Idem 12 & 9 11) Bras de décharge, ce n'est pas un cours d'eau au sens propre.
11	L'Aire - AMONT GALERIE - AG	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	11) Station pollitique 12) Venturi en lame mince comme seuil de contrôle des basses eaux. 13) Venturi en lame mince comme seuil de contrôle des basses eaux. 14) Le seuil de contrôle est l'élément de base d'un pont. 15) Seuil de contrôle rectangulaire en bois. 16) Seuil de contrôle en béton avec passe à poissons.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
12	L'Aire - BOSSENAILLES - BS	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	12) Idem 10 & 9 13) Sous écoulement sous le lit du cours d'eau (dalle béton).
13	Le mant d'Avril - AVRIL - AV	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
14	Le Gobé - GOBÉ - GO	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	15) Prise d'eau du canal de la Papeterie en amont de 16).
15	Le canal de la Papeterie - PAPERIE - PA	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
16	La Versoix - VERSOIX-CFF - VX	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Station fictive composée de l'addition des stations 15) & 16).
17	La Versoix - VERSOIX GLOBAL - YG	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	17) Station fictive	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	

2. Partie Canton Genève: Questions sur des stations hydrométriques supplémentaires, mesures ponctuelles et tronçons à infiltration

1. Est-ce que des stations hydrométriques supplémentaires de tiers (établissements de recherche, centrales électriques, etc...) vous sont connues dans votre canton?

A part les stations fédérales, il n'y a pas d'autres stations de mesure sur le canton.

2. Est-ce que des mesures ponctuelles ont été réalisées par des établissements de recherche, centrales électriques etc. pendant les périodes de sécheresse 2015, 2011 ou 2003?

Notre service a procédé aux campagnes suivantes : Campagnes d'étiages 1987, 1989 (2x), 1990, 1991, 1997, 2003 et partiellement 2015 (entre 50 et 250 observations par campagne).

3. Est-ce que pendant les périodes de sécheresse des années 2015, 2011 ou 2003 les tronçons présentant des infiltrations ont été répertoriés et cartographiés?

Non

4. Est-ce qu'une évaluation des périodes de sécheresse des années 2015, 2011 ou 2003 a été effectuée?

Non

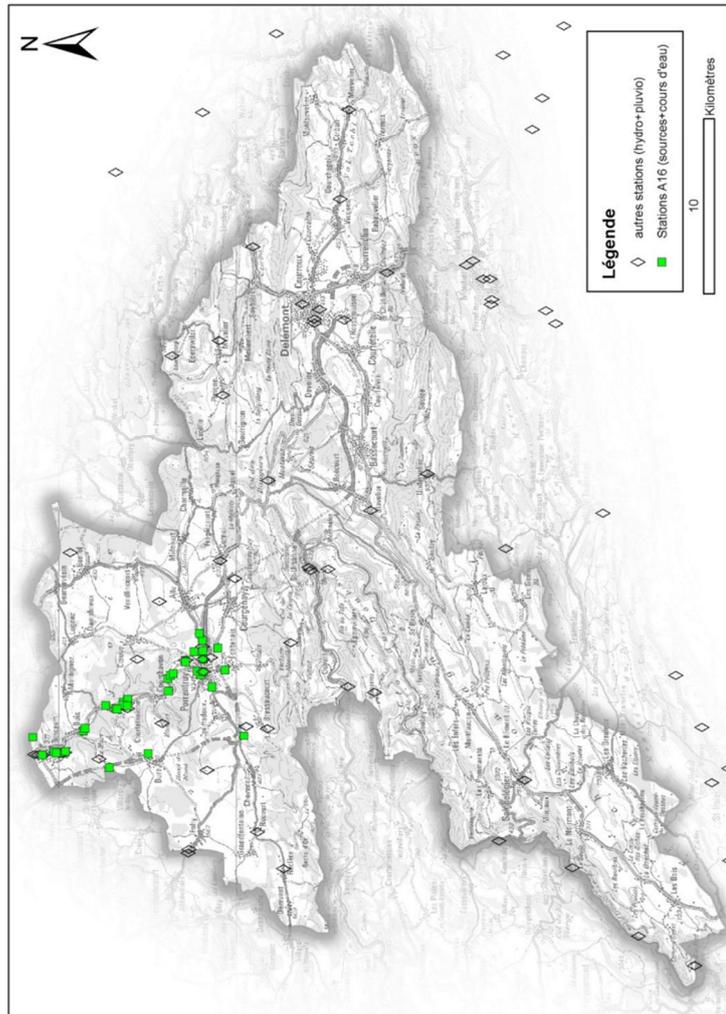
Questionnaire du Canton de Jura

Tableau 1: Performance des stations hydrométriques cantonales pour les mesures de débits d'étiage

Nr	Cours d'eau	Performance (veuillez cocher la case appropriée) <i>bien acceptable problématique</i>	Justification	Est-ce que des jaugages (mesures d'étalonnage) ont été réalisées lors d'étiage? (veuillez cocher la case appropriée) <i>>3 1 - 3 Aucunes</i>	Existe-t-il en dessus de la station de mesure des captages d'eau de source, des prélèvements ou restitutions d'eau? (veuillez cocher la case appropriée) <i>oui non</i>	Remarques
1	Allaine, Alle	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
2	Coeuvatte, Lugnez	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
3	Sorne, Bassecourt	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
4	Vendline, Bonfol	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
5	Bacavoine, Porrentruy	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
6		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
7		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
8		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Les stations cantonales sont fonctionnelle uniquement à partir du mois de juillet 2016

2. Partie Canton du Jura: Questions sur des stations hydrométriques supplémentaires, mesures ponctuelles et tronçons à infiltration

1. Est-ce que des stations hydrométriques supplémentaires de tiers (établissements de recherche, centrales électriques, etc...) vous sont connues dans votre canton?
Oui, un réseau de mesures des débits est exploité par l'ASTRA (autoroute A16). Personne de contact Pascal Mertenat, Ingénieur cantonal (pascal.mertenat@jura.ch)
2. Est-ce que des mesures ponctuelles ont été réalisées par des établissements de recherche, centrales électriques etc. pendant les périodes de sécheresse 2015, 2011 ou 2003?
Non
3. Est-ce que pendant les périodes de sécheresse des années 2015, 2011 ou 2003 les tronçons présentant des infiltrations ont été répertoriés et cartographiés?
Non
4. Est-ce qu'une évaluation des périodes de sécheresse des années 2015, 2011 ou 2003 a été effectuée?
Non



Questionnaire du Canton de Vaud

Tableau 1.: Performance des stations hydrométriques cantonales pour les mesures de débits d'étiage

Nr	Cours d'eau	Performance (veuillez cocher la case appropriée)			Justification	Est-ce que des jaugages (mesures d'étalement) ont été réalisées lors d'étiage? (veuillez cocher la case appropriée)			Existe-t-il en dessus de la station de mesure des captages d'eau de source, des prélèvements ou restitutions d'eau? (veuillez cocher la case appropriée)		Remarques	
		bien	acceptable	problématique		>3	1 - 3	Aucunes	oui	non		
1	Avançon, Scierie-Bex	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Station non située sur un cours d'eau
2	Galerie de drainage, La Frasse	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Eau-Froide Seuil, Roche	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Forestay, Chexbres	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Grenêt, Pigeon amont	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	Flon, Oron-la-Ville	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	Chamberonne, Chavannes-près-Renens	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rivière canalisée servant à l'assainissement de la ville de Lausanne
8	Flon au Capelard	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	Mèbre, Aval, Chavannes/Renens	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	Morges, Patinoire	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	Boiron-de-Morges, Tolochenaz	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	Orbe, Le Sentier	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	Source du Tilenet	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Station non située sur un cours d'eau
14	Nozon, Orny, Plan-marais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sonde hors d'eau en étiage	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	Talent, Chavornay	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	Orbe, Orbe, Nestl?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Station de contrôle de débit de restitution, débit jamais inférieure à 1,7 m3/s
17	Buron, Gressy	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18	Mujon-Amont, Treykovagnes	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19	Brinaz, Les Tuileries	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20	Arnon, Poissine	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21	Chandon, Faoug	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
22	Arbogne, Avenches	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
23	Petite Glâne, Villars-le-Grand	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
24		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
25		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
26		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
27		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

2. Partie Canton de Vaud: Questions sur des stations hydrométriques supplémentaires, mesures ponctuelles et tronçons à infiltration

1. Est-ce que des stations hydrométriques supplémentaires de tiers (établissements de recherche, centrales électriques, etc...) vous sont connues dans votre canton? Oui, mais ces stations n'ont pas une durée de mesure très longue et avant 2014, nous ne tenions pas de liste à jour. Il faut voir au cas par cas. (emplacement, période....)

2. Est-ce que des mesures ponctuelles ont été réalisées par des établissements de recherche, centrales électriques etc. pendant les périodes de sécheresse 2015, 2011 ou 2003? Certainement mais pas à notre connaissance. Nous avons réalisé quelques mesures ponctuelles mais là aussi, il n'y a pas de référencement formel.

3. Est-ce que pendant les périodes de sécheresse des années 2015, 2011 ou 2003 les tronçons présentant des infiltrations ont été répertoriés et cartographiés? Non, pas de notre part.

4. Est-ce qu'une évaluation des périodes de sécheresse des années 2015, 2011 ou 2003 a été effectuée?

Lors des périodes de sécheresse, une interdiction de pompage est promulguée (selon LEaux) et la situation est régulièrement analysée. (autorisation temporaire, retour à la normale). La gestion de la période de crise fait ensuite l'objet d'un bilan. Ce n'est pas à proprement parler une évaluation des sécheresses mais des enseignements pourraient en être tirés.

Fragebogen Kanton Solothurn

Tabelle 1: Eignung der kantonalen Pegelstationen für Messungen bei Niedrigwasser

Nr	Fließgewässer	Eignung (bitte ankreuzen) gut akzeptabel problematisch	Begründung (bitte kurz erläutern)	Wurden Eichmessungen bei Niedrigwasser durchgeführt? (bitte ankreuzen) >3 1 - 3 keine	Existieren oberhalb des Pegels wesentliche Quellfassungen, Wasserentnahmen oder -rückgaben? (bitte ankreuzen) ja nein	Bemerkungen
1	Wildbach, Oberdorf	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
2	Oesch, Kriegstetten	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
3	Grüttbach, Obergerlafingen	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Ausgeleitet
4	Limpach, Buchegg	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Diverse landw. Wasserentnahmen
5	Augstbach, Balsthal	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
6	Dünnern, Laupersdorf	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
7	Dünnern, Balsthal	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
8	Mittelgäubach, Oensingen	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Ausgeleitet aus Dünnern
9	Gheidgraben, Wangen bei Olten	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Ausgeleitet aus Dünnern
10	Schweissackerkanal, Wolfwil	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Wegen starker Verkrautung wurde die Station aufgehoben	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Station aufgehoben
11	Dorfbach, Trimbach	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
12	Lostorferbach, Lostorf	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
13	Stüsslingerbach, Lostorf	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
14	Lüssel, Beinwil	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
15	Lüssel, Erschwil	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
16	Lüssel, Breitenbach	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
17	Ibach, Zullwil	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
18	Chastelbach, Himmelried	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
19	Lützel, Kleinlützel	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	

Teil 2 Kanton Solothurn: Fragen zu weiteren Pegeln, punktuellen Messungen und Versickerungstrecken

1. Sind Ihnen in Ihrem Kanton weitere Pegel von Forschungsanstalten, Kraftwerken etc. bekannt?

Die Aarekraftwerke (Ruppoldingen, Gösgen, Winznau), Emmekraftwerk (ADEV, Biberis) und Birs (Dornachbrugg) messen wahrscheinlich alle auf die eine oder andere Art den Abfluss oder Pegel, oder zumindest indirekt über die Turbinenleistung, je nachdem ob es eine Ausleitung ist oder im Fluss gebaut ist. Daten sind bei den Kraftwerkbetreibern direkt einzufordern.....

Bafu Pegel Dünner Olten

2. Wurden während der Trockenperioden 2015, 2011 oder 2003 punktuelle Abflussmessungen von Forschungsanstalten, Kraftwerken, etc vorgenommen?

Ist mir nicht bekannt, vom Kanton (uns) sicher, evtl. auch von den Kraftwerken, ist mir aber nicht bekannt.....

3. Wurden während der Trockenperioden in den Jahren 2015, 2011, oder 2003 Versickerungstrecken aufgenommen und kartiert?

Nein.....

4. Wurden von den Trockenperioden in den Jahren 2015, 2011 oder 2003 Auswertungen vorgenommen?

Ja, von 2003 und 2011.....

Fragebogen Kanton Schaffhausen

Tabelle 1: Eignung der kantonalen Pegelstationen für Messungen bei Niedrigwasser

Nr	Fließgewässer	Eignung (bitte ankreuzen) <i>gut akzeptabel problematisch</i>	Begründung (bitte kurz erläutern)	Wurden Eichmessungen bei Niedrigwasser durchgeführt? (bitte ankreuzen) >3 1-3 keine	Existieren oberhalb des Pegels wesentliche Quellfassungen, Wasserentnahmen oder -rückgaben? (bitte ankreuzen) <i>ja nein</i>	Bemerkungen
1	Durach - Schaffhausen	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Karst im EZG	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
2	Biber - Thayngen	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Keine Eichmessung	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
3	Fochtelgraben - Neunkirch	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
4	Seitenbach - Neunkirch	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Verkrautung der Bachsohle	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
5	Halbach - Hallau	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Karst im EZG	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
6	Durach - Merishausen	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Entrn. für landw. Bewässerungen	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
7	Biber - Buch	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
8	Fulach, Morgenweiher – Schaffh.	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
9	Landgraben – Trasadingen	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
10	Zwärenbach - Schleithelm	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Verhältn. Wasserspiegel - Wassertiefe	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
11	Schleiheimerbach	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	

Teil 2 Kanton Schaffhausen: Fragen zu weiteren Pegeln, punktuellen Messungen und Versickerungsstrecken

1. Sind Ihnen in Ihrem Kanton weitere Pegel von Forschungsanstalten, Kraftwerken etc. bekannt?

nein

.....

2. Wurden während der Trockenperioden 2015, 2011 oder 2003 punktuelle Abflussmessungen von Forschungsanstalten, Kraftwerken, etc vorgenommen?

nein

.....

3. Wurden während der Trockenperioden in den Jahren 2015, 2011, oder 2003 Versickerungsstrecken aufgenommen und kartiert?

nein

.....

4. Wurden von den Trockenperioden in den Jahren 2015, 2011 oder 2003 Auswertungen vorgenommen?

nein

.....