



uwe Kanton Luzern
AFU Kanton Zug
AfU Kanton Aargau

Reussbericht 2019 - 2023

Datenauswertung, Analyse, Interpretation

Objekt Nr. 10121.12
Bern, 3. April 2025

HUNZIKER **BETATECH**

EINFACH.
MEHR.
IDEEN.

Impressum:**Herausgeber**

Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement
Umwelt und Energie (uwe)
Libellenrain 15
Postfach 3439
6002 Luzern

Telefon 041 228 60 60

<https://uwe.lu.ch/>

Manuel Kunz, Kathrin Saribekyan, Louis Müller

Baudirektion
Amt für Umwelt
Aabachstrasse 5
6301 Zug

Telefon 041 594 53 70

<https://zg.ch/en/audirektion/amt-fuer-umwelt>

Peter Keller

Departement Bau, Verkehr und Umwelt
Abteilung für Umwelt
Entfelderstrasse 22
5001 Aarau

Telefon 062 835 33 60

www.ag.ch/umwelt

Martin Märki

**Auswertung und
Bearbeitung**

Hunziker Betatech AG
Jubiläumsstrasse 93
3005 Bern
Tel. 052 234 50 50
E-Mail: info@hunziker-betatech.ch

Manuel Walser
Daniel Rebsamen
Severin Lehner

Erstelldatum

3. April 2025

Datei

H:\2 Projekte\10000-10121\10121.12 Reussbericht\04 Berichte\B003_Bericht\10121.12-b003e Reussbericht_ext.docx



Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung und Fazit	5
2	Einzugsgebiet der Mittellandreuss	6
2.1	Abgrenzung	6
2.2	Flächennutzung	6
2.3	Bevölkerung	8
2.4	Landwirtschaftliche Nutzung	10
2.5	Wasserhaushalt	12
3	Messstellen	14
4	Methoden	19
4.1	Methodenwahl	19
4.2	Nährstoffe	19
4.3	Bewertung weiterer chemischer und physikalischer Parameter	22
4.4	Bewertung der biologischen Parameter	22
4.5	Darstellung der Auswertungen	23
4.6	Karten	23
4.7	Box-Plot	23
4.8	Abweichende Bewertungen in kantonalen Auswertungen	24
5	Chemische Gesamtbeurteilung	26
5.1	Erläuterungen	26
5.2	Beobachtungen	26
5.3	Interpretationen	26
6	Gesamt-Phosphor	31
6.1	Erläuterungen	31
6.2	Beobachtungen	31
6.3	Interpretation	31
7	Gelöster Phosphor	34
7.1	Erläuterungen	34
7.2	Beobachtungen	34
7.3	Interpretationen	34
8	Ortho-Phosphat	37
8.1	Erläuterungen	37
8.2	Beobachtung	37
8.3	Interpretation	37
9	Gelöster organischer Kohlenstoff	40
9.1	Erläuterungen	40
9.2	Beobachtungen	40
9.3	Interpretation	41
10	Biochemischer Sauerstoffbedarf	44
10.1	Erläuterungen	44
10.2	Beobachtungen	44
10.3	Interpretationen	44

11	Ammonium	47
11.1	Erläuterungen	47
11.2	Beobachtungen	47
11.3	Interpretationen	47
12	Nitrit	50
12.1	Erläuterungen	50
12.2	Beobachtungen	50
12.3	Interpretationen	50
13	Nitrat	53
13.1	Erläuterungen	53
13.2	Beobachtungen	53
13.3	Interpretation	53
14	Chlorid	56
14.1	Erläuterungen	56
14.2	Beobachtungen	56
14.3	Interpretationen	56
15	Leitfähigkeit	59
15.1	Erläuterungen	59
15.2	Beobachtungen und Interpretationen	59
16	pH	62
16.1	Erläuterungen	62
16.2	Beobachtungen und Interpretationen	62
17	Gelöster Sauerstoff	64
17.1	Erläuterungen	64
17.2	Beobachtungen und Interpretationen	64
18	Wassertemperatur	66
18.1	Erläuterungen	66
18.2	Beobachtungen und Interpretation	66
19	Stofffrachten	73
19.1	Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	74
19.2	Ammonium (NH ₄ ⁺)	74
19.3	Anorganische Stickstoffverbindungen (N _{anorg} = NO ₂ ⁻ + NO ₃ ⁻ + NH ₄ ⁺)	75
19.4	Ortho-Phosphat (PO ₄ ³⁻)	75
19.5	Gesamt-Phosphor (P _{tot})	76
19.6	Chlorid	76
19.7	Berechnete Stofffrachten 2009-2023	77
20	Abfluss und Trockenheit	78
21	Badewasserqualität	83
21.1	Erläuterungen	83
21.2	Beobachtungen	83
21.3	Interpretation	84



22	Abwasserreinigung	87
22.1	Abwasserreinigungsanlagen (ARA)	87
22.2	Elimination von Mikroverunreinigungen	92
22.3	Links	92
23	Mikroverunreinigungen	93
23.1	Erläuterungen	93
23.2	Beobachtungen	93
23.3	Interpretation	94
23.4	Links	94
24	Biologie	97
24.1	Äusserer Aspekt	97
24.2	Kieselalgen	97
24.3	Makrozoobenthos	98
24.4	Fische	98
24.5	Makrophyten	98
24.6	Biologie: zusätzliche 10-jährige Untersuchungen	98
25	Ökomorphologie	103
25.1	Erläuterungen	103
25.2	Beobachtungen und Interpretationen	103
26	Revitalisierung	105
26.1	Erläuterungen	105
26.2	Stand der Planung und Umsetzung	105
27	Wasserkraft	109
27.1	Erläuterungen	109
27.2	Wasserkraftnutzung im Einzugsgebiet der Mittellandreuss	109
28	Wasserentnahmen	112
28.1	Erläuterungen	112
28.2	Beobachtungen	112
28.3	Interpretationen	112
28.4	Links	112



1 Zusammenfassung und Fazit

Die Reuss ist der viertgrösste Fluss der Schweiz. Die Mittellandreuss entspringt bei der weltbekannten Kapellbrücke in Luzern dem Vierwaldstättersee und fliesst über 110 km bis zum Wasserschloss bei Turgi, wo sie in die Aare mündet. Bedeutende Zuflüsse zur Mittellandreuss bilden die Kleine Emme sowie die Lorze.

Die Wasserqualität der Mittellandreuss profitiert vom ausgedehnten und hoch gelegenen Einzugsgebiet des Vierwaldstättersees. Die lange in den Sommer dauernde Schneeschmelze und die zusätzliche Pufferwirkung des Sees führen zu einem ausgeglichenen Abflussregime. Schmutzfrachten aus dem intensiv genutzten Mittelland werden dadurch effektiv verdünnt und die Wasserqualität nur wenig beeinträchtigt. Die Bevölkerungsdichte rund um Luzern, Cham und Zug, aber auch im Freiamt hat in den vergangenen 10 Jahren deutlich zugenommen; damit steigen auch die Anforderungen an die Behandlung von Abwasser und die Entwässerung von Siedlungsgebieten und Verkehrsflächen. Auch die landwirtschaftliche Produktion mit intensiver Viehwirtschaft und Ackerbau beeinträchtigt die Wasserqualität der Reuss, vor allem aber der kleineren Zuflüsse im Einzugsgebiet.

Zur Überwachung der Wasserqualität der Fliessgewässer werden von den Kantonen Luzern, Zug und Aargau zahlreiche Messstellen entlang der Reuss und den Seitengewässern betrieben. Neben der Abflussmenge und Temperatur werden an 14 Stellen chemische Parameter mit regelmässigen Wasserproben untersucht. Ergänzend dazu werden vereinzelt Mikroverunreinigungen analysiert. Jedes Jahr werden in einer Auswahl der Gewässerstrecken biologische Untersuchungen durchgeführt und die biologische Gewässerqualität bewertet.

Insgesamt ist die Wasserqualität der Mittellandreuss gut bis sehr gut. Seit den 1970er - Jahren konnte in den meisten chemischen Parametern eine deutliche Verbesserung festgestellt werden. Seit 20 Jahren werden kaum mehr Überschreitungen der gesetzlichen Anforderungen in den Nährstoffparametern festgestellt. Diese gute Qualität gilt es für die Zukunft zu erhalten. Grosse Herausforderungen sind morphologische Defizite, steigende Wassertemperaturen und die Ausbreitung gebietsfremder Arten (Neozoen); hier sind die Strategien zur Verbesserung erst im Ansatz vorhanden und häufig durch Nutzungskonflikte erschwert.

Die Wasserqualität in den Seitengewässern ist insgesamt weniger gut. Bei Bilbach, Rotbach, Schwini-bach, Jonen, und Lorze werden auch im jüngsten Untersuchungszeitraum von 2019 – 2023 regelmässig die Qualitätsanforderungen gemäss Gewässerschutzverordnung (GSchV) für mehrere Parameter nicht eingehalten. Vor allem die Phosphorkonzentrationen zeigen in vielen Gewässerabschnitten eine starke anthropogene Belastung auf. Unterhalb von Abwasserreinigungsanlagen sind in der Jonen, dem Bilbach und dem Schwini-bach zudem die Nitratkonzentrationen regelmässig zu hoch. Ebenfalls weist der Küntenerbach hohe Nitratkonzentrationen und eine Belastung mit Mikroverunreinigungen auf. Diese stammen aus der Landwirtschaft oder der Siedlungsentwässerung. Projekte zur Entlastung der kleinen Bäche vor Einleitungen gereinigten Abwassers wurden umgesetzt oder sind in Planung. Während für die punktuellen Belastungsquellen von ARA, Entlastungsbauwerken und Strassenentwässerungen mit technischen Massnahmen Verbesserungen für die Gewässer erreicht werden können, sind die Belastungen aus der Landwirtschaft nur durch eine Reduktion des Einsatzes von Kunstdüngern und Pflanzenschutzmitteln und deren gezielten, sparsamen Einsatzes zu reduzieren. Hier besteht nach wie vor Handlungsbedarf.

Die gute Wasserqualität der Reuss bildet eine wichtige Voraussetzung, um die Herausforderungen in den Bereichen Morphologie, steigende Wassertemperaturen und Neobiota anzugehen. Durch eine laufende Überwachung der Qualität können rechtzeitig die notwendigen Projekte initiiert werden, um auch in den kommenden Jahren eine stabile Wasserqualität zu bewahren. In den kleineren Gewässern erlauben die Messungen, den Erfolg von umgesetzten Massnahmen nachzuweisen und wo nötig ergänzende Massnahmen aufzugleisen.

2 Einzugsgebiet der Mittellandreuss

2.1 Abgrenzung

Die Reuss ist nach Aare, Rhein und Rhone der viertgrösste Fluss der Schweiz. Sie entspringt in den Urner Alpen an der Wasserscheide des Alpenhauptkamms im Gotthardmassiv. Die Reuss bildet den bedeutendsten Zufluss zum Vierwaldstättersee. In Luzern fliesst die Reuss bei der Seebrücke - kurz oberhalb der weltbekannten Kapellbrücke - wieder aus dem Vierwaldstättersee. Ab hier wird sie auch Mittellandreuss genannt; sie unterscheidet sich in ihrer Charakteristik tatsächlich stark von der alpinen Reuss oberhalb des Vierwaldstättersees. Bis zur Mündung in die Aare erstreckt sich die Mittellandreuss über total 110 km, unterwegs nimmt sie weitere grosse Flüsse und kleine Bäche auf; unter anderem die Kleine Emme sowie die Lorze. Letztere entwässert das Gesamteinzugsgebiet des Zugersees. In vorliegendem Bericht wird die Wasser- und Gewässerqualität der mit zahlreichen Messstellen gut untersuchten Mittellandreuss und ihrer Zuflüsse unterhalb von Vierwaldstätter- und Zugersee analysiert und beschrieben.

2.2 Flächennutzung

Die Flächennutzung im Einzugsgebiet ändert sich nur langsam und wird erst bei Betrachtung langer Zeitreihen offensichtlich. Sowohl im Gesamteinzugsgebiet als auch in den Teileinzugsgebieten sind die langjährigen Trends eine Zunahme des Siedlungsgebiets und der Verkehrsflächen sowie eine Abnahme der Landwirtschaftsflächen. Die bestockten Flächen (Wald und Gehölz) sowie die unproduktiven Flächen verändern sich langsamer. Mit der Klimaerwärmung ist mittelfristig eine Abnahme der unproduktiven Flächen zu Gunsten der Landwirtschaft und dem Waldgebiet zu erwarten. Die Flächennutzung ist jedoch stark von der Politik und raumplanerischer Weichenstellungen abhängig. Wie aus Abbildung 1 erkennbar, ist der Anteil an Siedlungsgebieten und Landwirtschaftsflächen im Einzugsgebiet der Mittellandreuss gegenüber der gesamten Schweiz erhöht. Die Zunahme der Siedlungsflächen und gleichzeitige Abnahme der Landwirtschaftsflächen erfolgt zudem rascher als im gesamtschweizerischen Durchschnitt. Die Karte mit der Arealstatistik im untersuchten Einzugsgebiet zeigt, dass im Einzugsgebiet der Kleinen Emme der Waldanteil deutlich höher ist als im flacheren Gebiet von Luzern her abwärts bis zur Mündung der Reuss in die Aare. Im Grossraum Luzern findet sich die mit Abstand höchste Siedlungsdichte im Einzugsgebiet (Abbildung 2, vgl. Bevölkerungsdichte Abbildung 3)

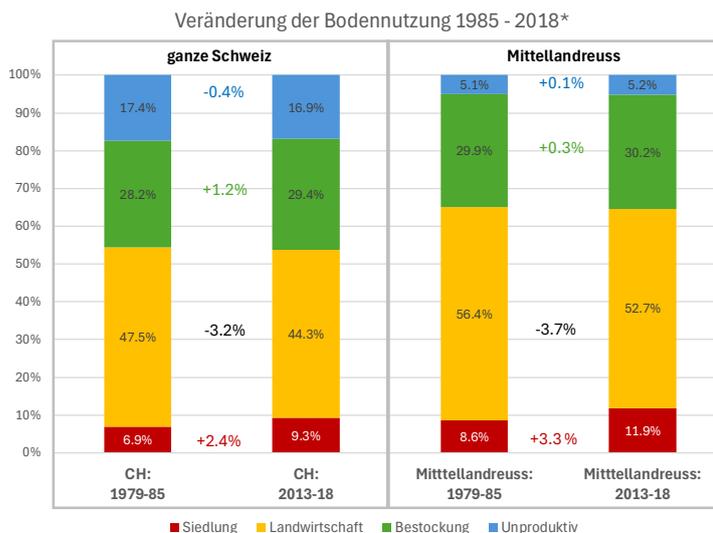
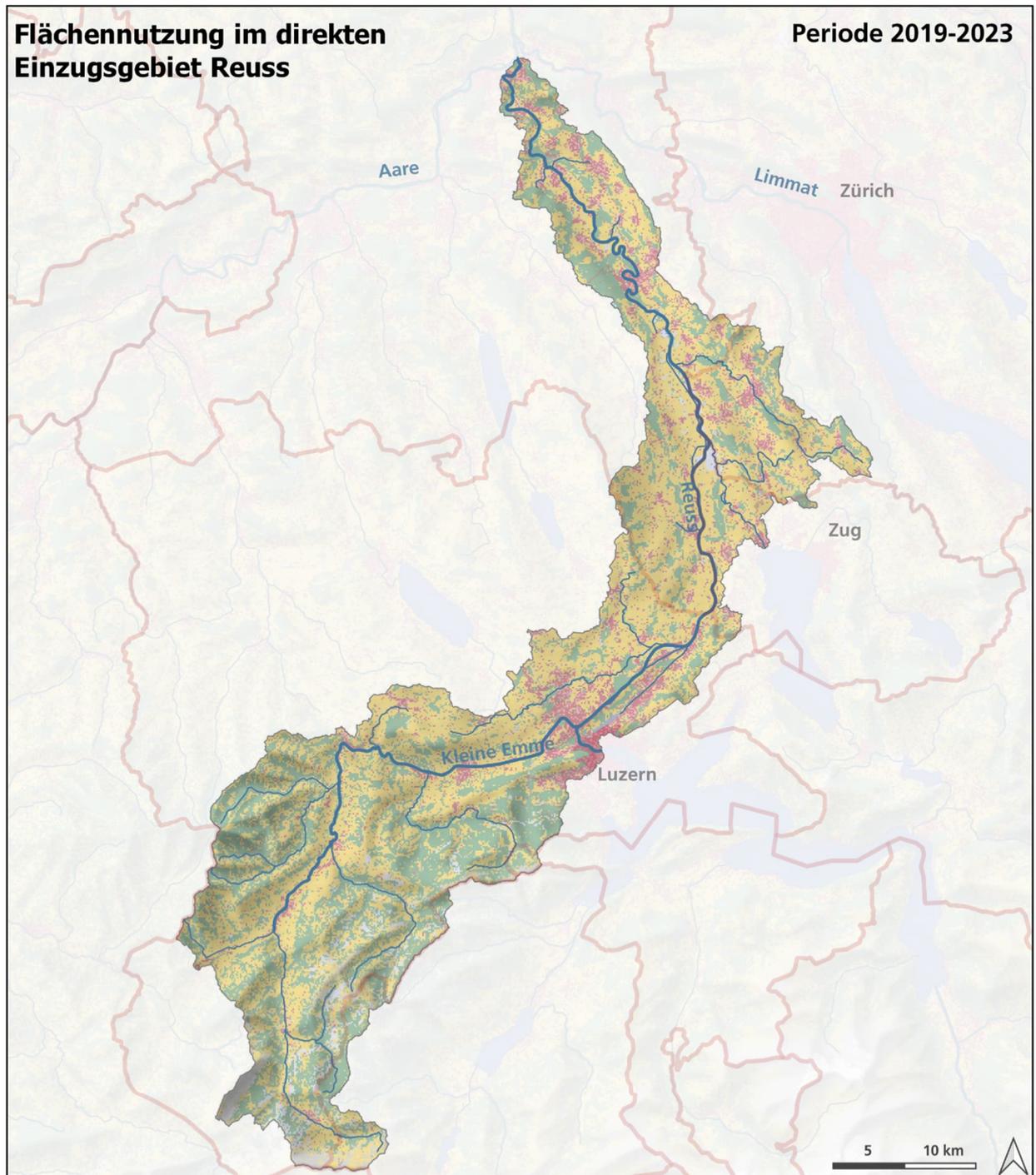


Abbildung 1: Arealstatistik im Vergleich der Daten 1985 zu 2018 für die gesamte Schweiz (links) und das Einzugsgebiet der Mittellandreuss (rechts). Quelle: BFS Arealstatistik *Daten 2020-2025 noch nicht verfügbar



Hintergrund: © Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Bundesamt für Umwelt BAFU

Grundlagen

-  Gewässer
-  Siedlungsgebiet
-  Kantons Grenzen

Flächennutzung Arealstatistik

-  Siedlungsflächen (Siedlung und Verkehr)
-  Landwirtschaftsflächen (Land- und Alpenwirtschaft, Reb- und Gartenbau)
-  Bestockte Flächen (Wald und Gehölz)
-  Unproduktive Flächen (Fels, Gletscher, etc.)

Abbildung 2: Flächennutzung basierend auf den 4 Hauptkategorien Siedlung, Landwirtschaft, Wald und unproduktive Flächen im Einzugsgebiet der Mittellandreuss.

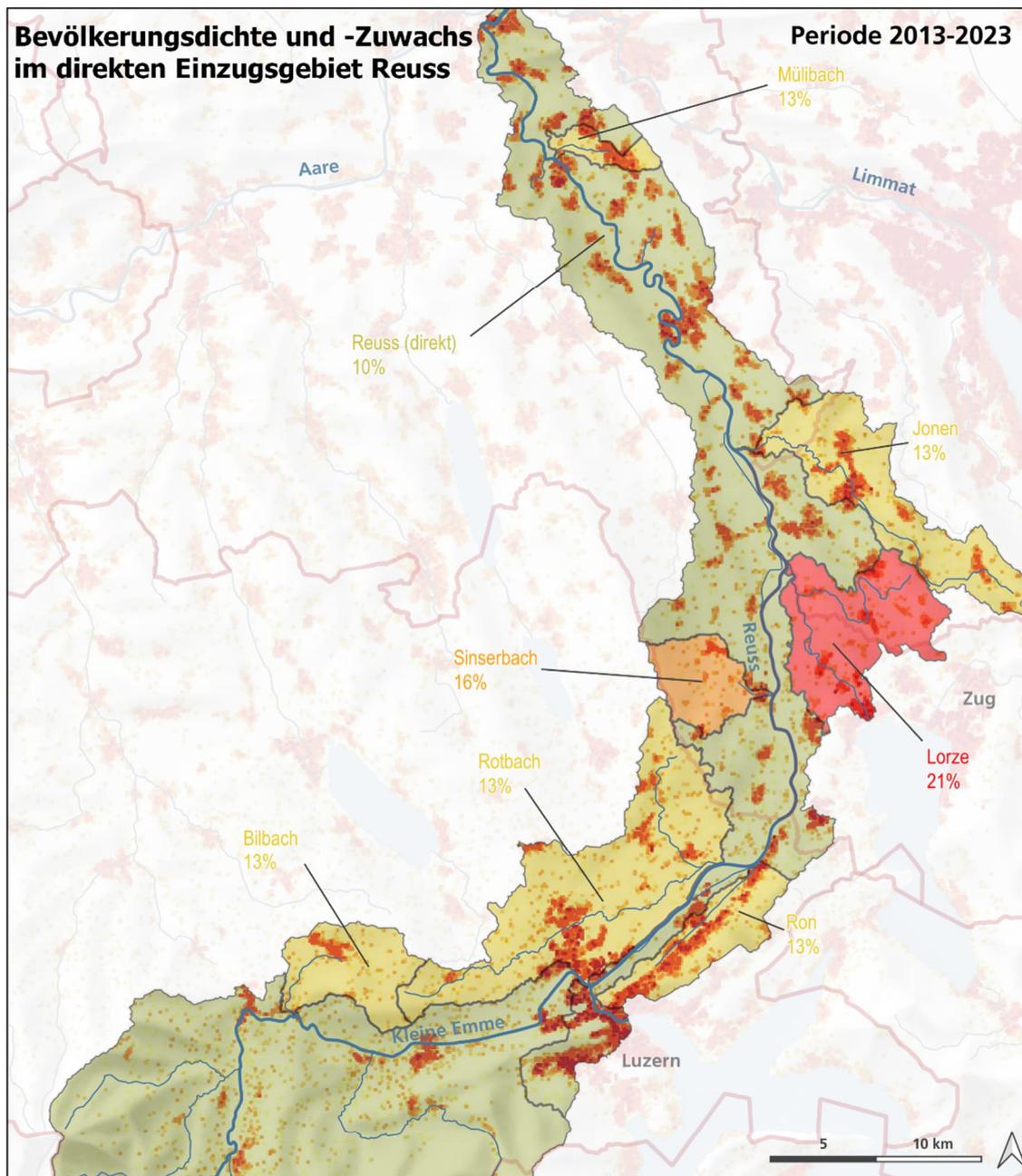
2.3 Bevölkerung

Das 933 km² umfassende Teileinzugsgebiet unterhalb der Seen entspricht rund $\frac{1}{3}$ des Gesamteinzugsgebiets der Reuss, darin leben etwa 355'600 Menschen (Stand 2023). In den vergangenen 10 Jahren hat die Bevölkerung um 11.4% zugenommen, damit ist das Bevölkerungswachstum etwas grösser als im schweizweiten Durchschnitt. Die Bevölkerungsentwicklung in den Teileinzugsgebieten wird gemäss dem Reussbericht 2018 gegliedert in Tabelle 1 und optisch in Abbildung 3 dargestellt.

Tabelle 1: Charakteristik der Teileinzugsgebiete der Mittellandreuss mit Bevölkerungsstatistik

Gewässer	Einzugsgebiet [km ²]	Einwohner 2023	Einwohner 2013	Zuwachs in 10 Jahren	Einwohner- dichte [EW/km ²]	Bemerkung
Reuss	933.3	355'591	319'332	11%	381	Mittellandreuss
↳ Kleine Emme ¹⁾	478.4	51'489	47'534	8%	108	inkl. Bilbach
↳ Bilbach	23.2	6'115	5'407	13%	264	
↳ Rotbach	81.0	46'610	41'266	13%	575	
↳ Ron	21.8	33'624	29'765	13%	1'543	
↳ Lorze	40.1	17'435	14'386	21%	434	unterhalb des Zugersees ²⁾
↳ Sinserbach	16.4	4'075	3'499	16%	248	
↳ Jonen	43.4	23'222	20'499	13%	536	
↳ Mülibach	6.1	10'266	9'101	13%	1'688	

¹⁾ inkl. Teileinzugsgebiet Bilbach, ²⁾ Ohne Einzugsgebiet des Reuss-Binnenkanals. Dieser mündet kurz vor der Mündung in die Lorze



Hintergrund: © Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Bundesamt für Umwelt BAFU

Grundlagen

- Gewässer
- Siedlungsgebiet
- Kantonsgrenzen

Bevölkerungsdichte

- 1-3 Einwohner pro ha
- 4-6 Einwohner pro ha
- 7-15 Einwohner pro ha
- 16-40 Einwohner pro ha
- 41-120 Einwohner pro ha
- > 120 Einwohner pro ha

Bevölkerungszuwachs 10J.

- - 10 %
- 10 - 15 %
- 15 - 20 %
- > 20 %

Abbildung 3: Bevölkerungszuwachs in 10 Jahren (2013-2023) in den Teileinzugsgebieten der Gewässer (Flächen mit Farbe) sowie Bevölkerungsdichte (Punkte pro ha). Quelle: BFS Geostat, V 2024

2.4 Landwirtschaftliche Nutzung

Das Einzugsgebiet der Mittellandreuss zeichnet sich durch eine sehr gute Bodeneignung für die landwirtschaftliche Produktion aus. Ab dem Zusammenfluss der Kleinen Emme mit der Reuss schränkt die Topographie die Landwirtschaft kaum mehr ein und die Böden sind ausgesprochen fruchtbar. Entsprechend konnte sich eine intensive Landwirtschaft etablieren, wie der gesamtschweizerische Vergleich der Grossvieheinheiten und der Fruchtfolgefleichen zeigt (Abbildung 4). Auffallend sind eine hohe Anzahl Schweine und Nutzhühner pro Hektar sowie eine hohe Getreideproduktion im Schweizer Vergleich.

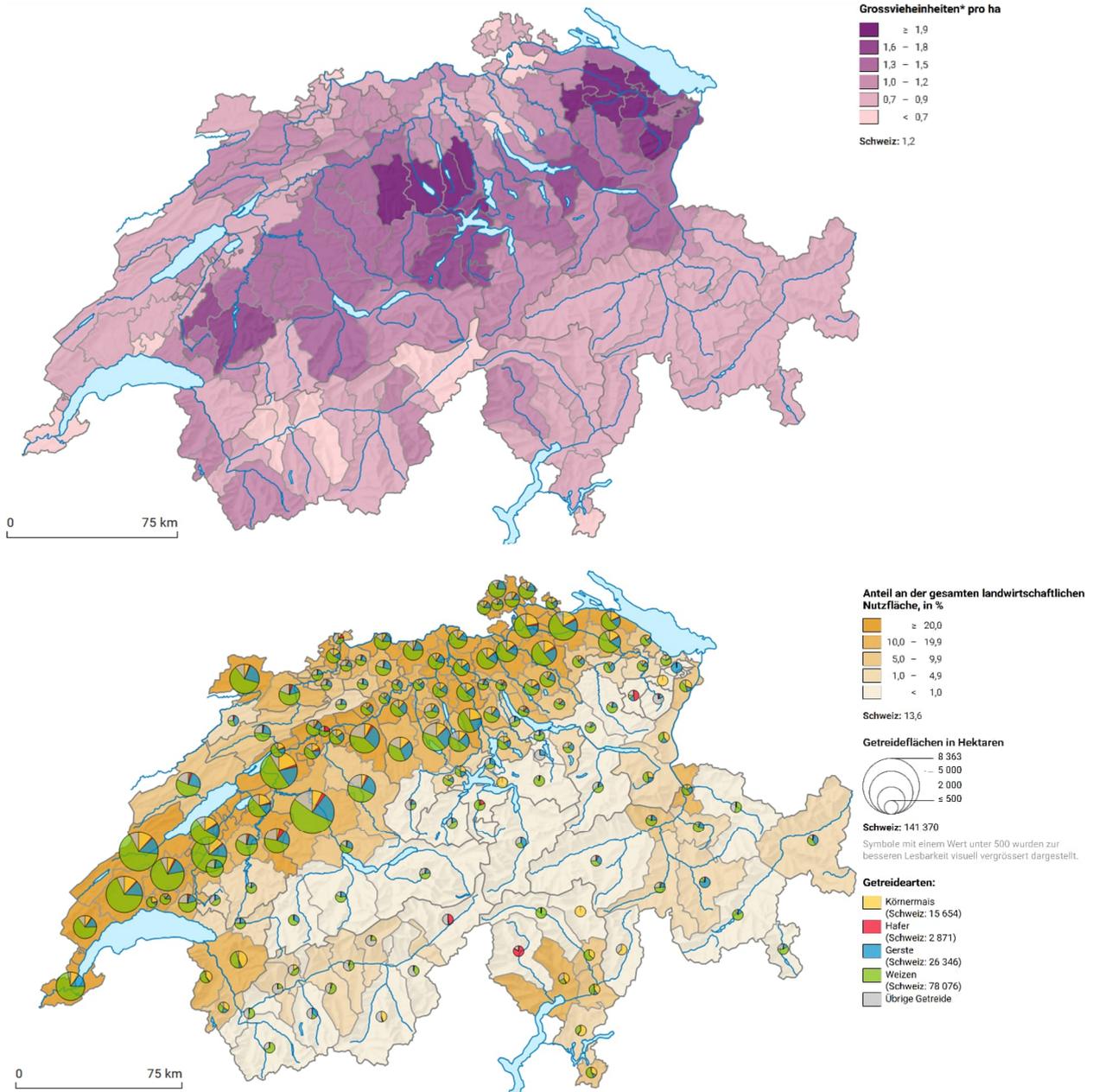


Abbildung 4: oben: Grossvieheinheiten (GVE) 2023 nach Bezirken für die ganze Schweiz, unten: Getreideproduktion 2023 nach Bezirken für die ganze Schweiz
rote Umrandung: Einzugsgebiet Mittellandreuss. *Quelle: Bundesamt für Statistik, Statistischer Atlas der Schweiz*

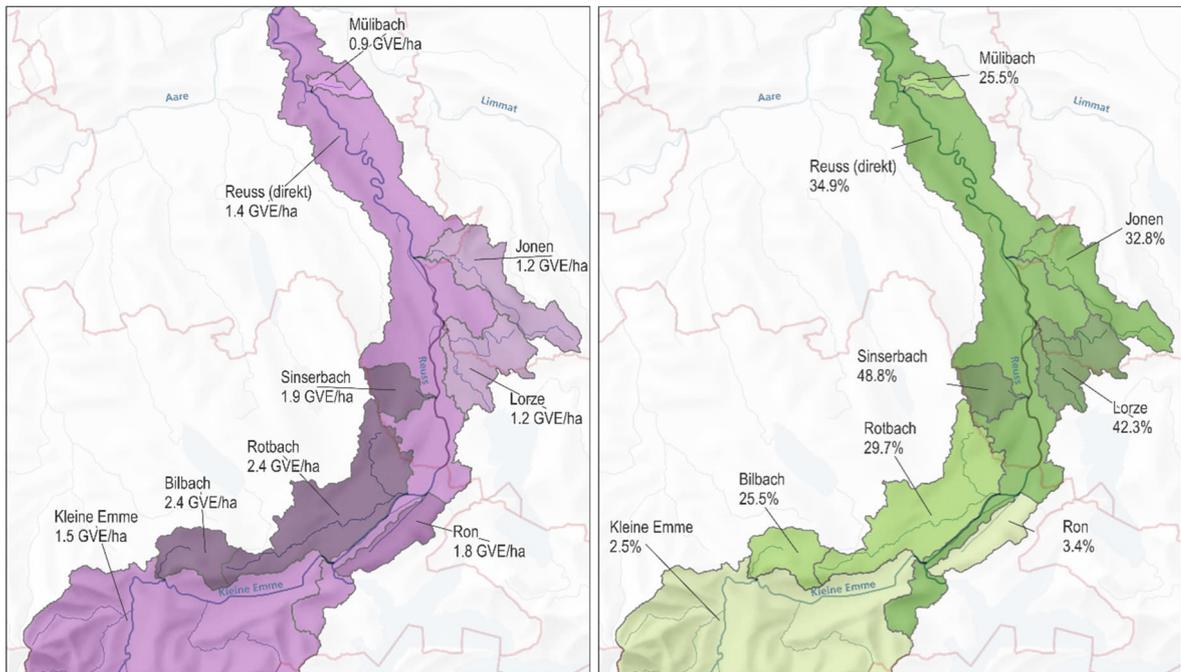


Abbildung 5: links: Grossvieheinheiten (GVE) im Einzugsgebiet der Mittellandreuss unterteilt nach Teilinzugsgebieten (abgeleitet anhand Mittelwerte pro Bezirk).
Quelle: Bundesamt für Statistik, Statistischer Atlas der Schweiz.
rechts: Fruchtfolgeflächen (Verhältnis FFF zu Gesamtfläche) im Einzugsgebiet der Mittellandreuss unterteilt nach Teilinzugsgebieten.
Quelle: <https://www.kgk-cgc.ch/geodaten/geodaten-fruchtfolgeflächen-schweiz>

2.5 Wasserhaushalt

In der Reuss fließen bei Mellingen (rund 12 km vor der Mündung in die Aare) im langjährigen Durchschnitt rund $140 \text{ m}^3/\text{s}$ ab. Der Wasserhaushalt ist stark vereinfacht in Abbildung 6 dargestellt.

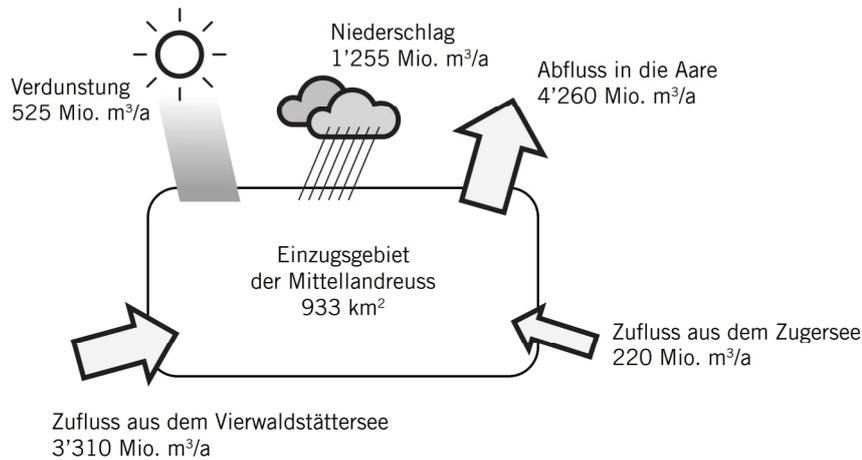


Abbildung 6: Wasserhaushalt der Mittellandreuss (stark vereinfacht). Quelle: Reussbericht 2014 - 2018

Seit 1904 werden die Abflüsse der Reuss gemessen, was spannende hydrologische Analysen erlaubt. Während der mittlere Abfluss zwar von Jahr zu Jahr deutlich variiert, ist bisher kein Trend der mittleren Abflüsse aufgrund der klimatischen Veränderungen feststellbar. Bei den Niedrigwasserabflüssen lässt sich aufgrund der wärmeren Winter eine deutliche Erhöhung von $39.8 \text{ m}^3/\text{s}$ (1931-1960) auf $43.5 \text{ m}^3/\text{s}$ (1981 – 2010) feststellen. Die Erhöhung der Winterabflüsse und Reduktion der Sommerabflüsse aufgrund der reduzierten Sommerniederschläge zeigt sich auch in einer Verschiebung des Abflussregimes. Trotz gesamthaft geringerer Sommerabflüsse erhöhen sich jedoch die Hochwasserspitzen aufgrund stärkerer Extremniederschläge (vgl. Abbildung 7).

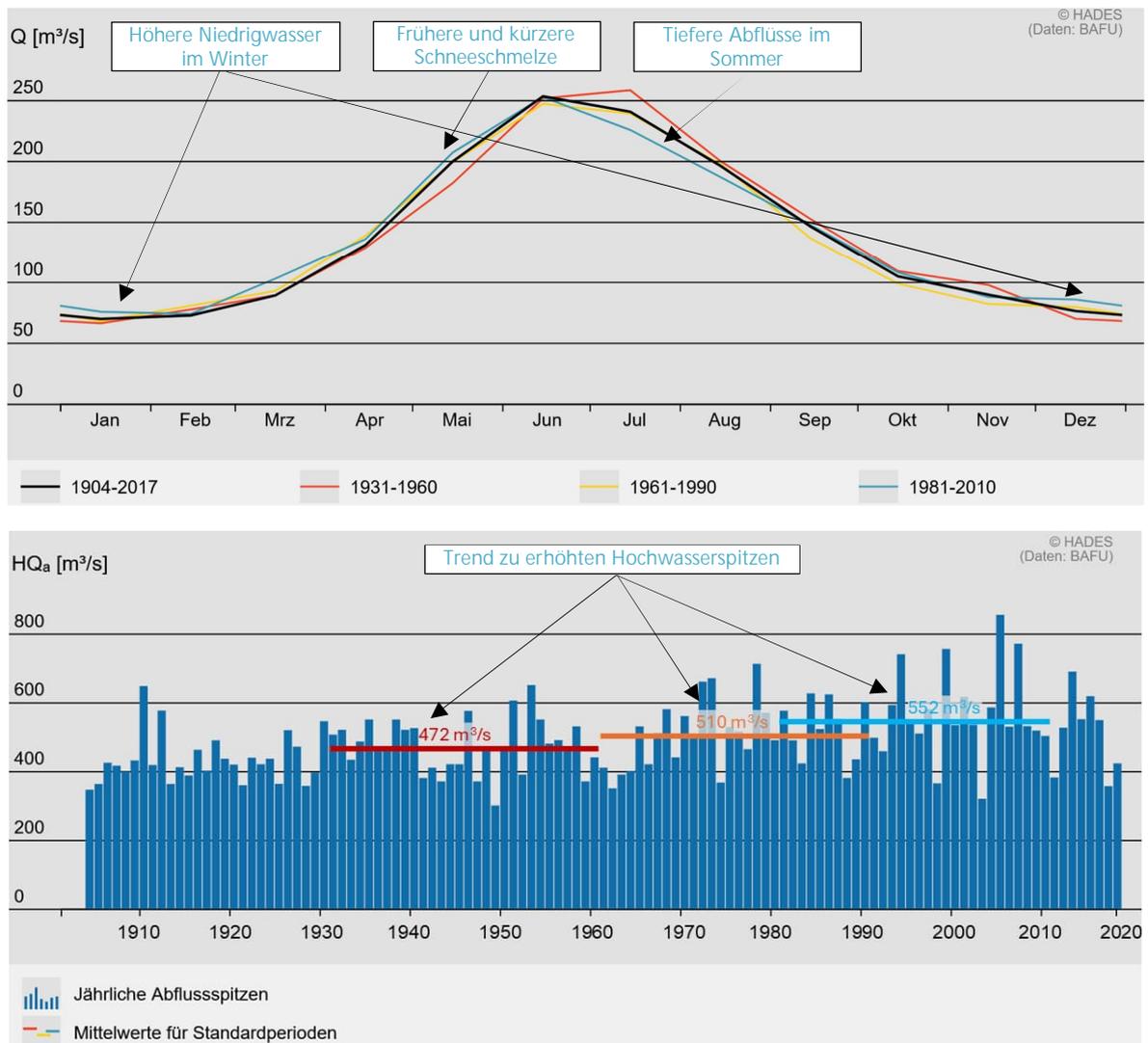


Abbildung 7: Veränderung des Abflussregimes (oben) sowie Trend zu erhöhten Hochwasserspitzen (unten), Abflussmessstelle Reuss – Mellingen. Quelle: Hydrologischer Atlas der Schweiz, hydromaps.ch, mit Kommentaren ergänzt.

Weitere Informationen / Links:

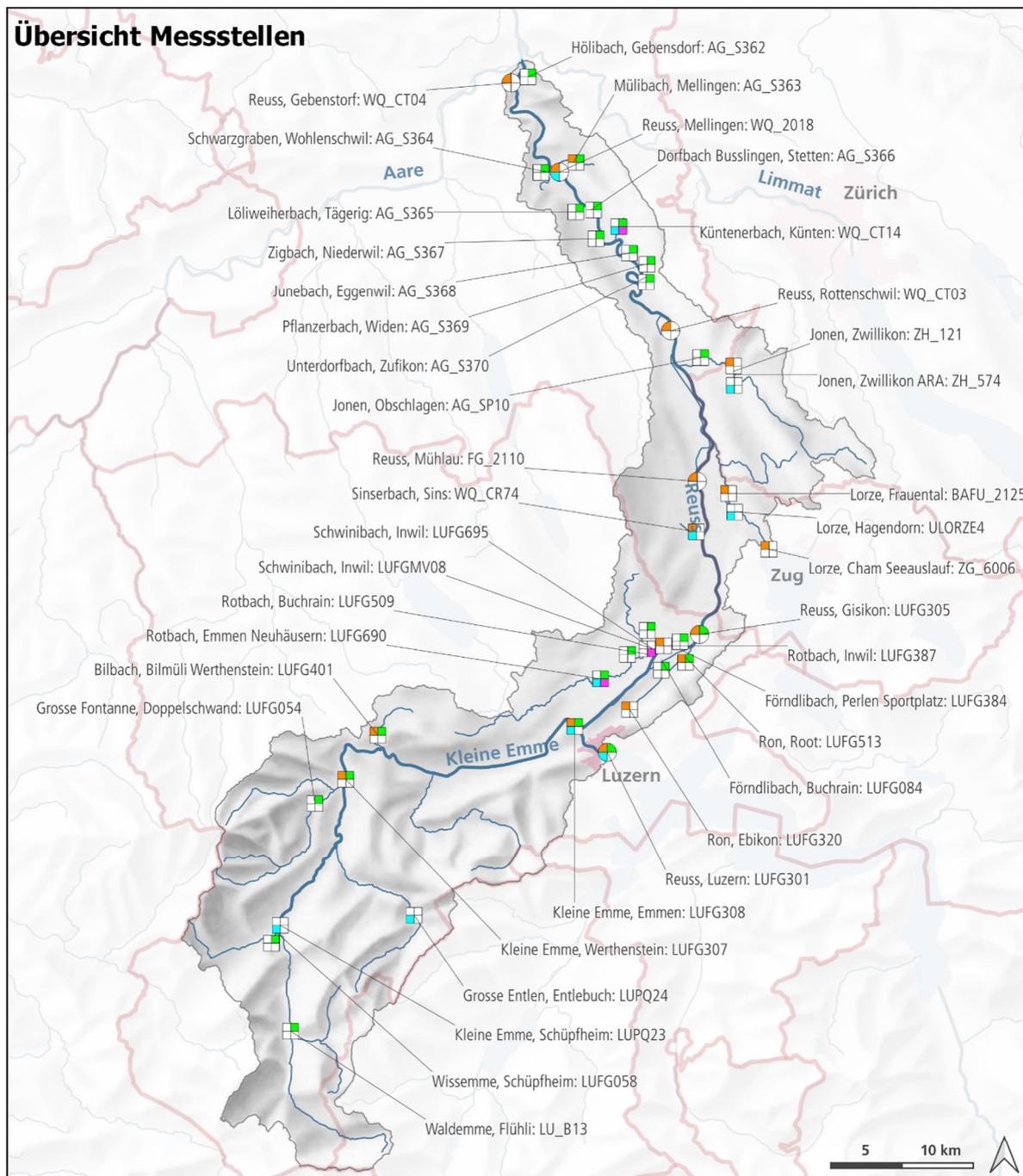
- [Reussbericht 2014 - 2018](#)
- [Kanton Aargau: Zustand der Fliessgewässer](#)
- [Kanton Zug: Wasserqualität Fliessgewässer](#)
- [Kanton Luzern: Gewässerzustand](#)
- [Bundesamt für Statistik: Arealstatistik](#)
- [Bundesamt für Statistik: Bevölkerung](#)
- [Fruchtfolgefleichen der Schweiz](#)
- [Hydrologischer Atlas der Schweiz, hydromaps.ch](#)

3 Messstellen

An der Mittellandregion und ihren Zuflüssen wird heute die Wasserqualität durch die Anrainerkantone Luzern, Zug, Zürich und Aargau regelmässig an 14 Messstellen ermittelt (siehe Tabelle 2 und Abbildung 9). In der Regel sind es Messstellen, an denen die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der kantonalen Gewässerschutzlabore nach einem vorgegebenen Terminplan regelmässig Momentanproben entnehmen und deren Inhaltsstoffe im Labor nach einheitlichen und standardisierten Verfahren bestimmen. Die jährliche Auswertung wird anhand der 12 monatlichen Stichproben bestimmt (siehe auch Fact-Sheet 4). Die Resultate sind von der Witterung bei der Probenahme abhängig und repräsentieren kurze Perioden mit hohen Abflüssen (z.B. während Gewittern) nur ungenügend. Diese zeichnen sich je nach Standort und Situation entweder durch viele Nährstoffe aus Abschwemmungen aus dem Umland und den Entlastungen der Kanalisation oder andernorts durch eine starke Verdünnung allfälliger Belastungen aus. An zwei Standorten, an der Lorze in Frauental und an der Jonen in Zwillikon, wird deshalb ein automatisiertes Probenahmeverfahren angewendet. Die Wasserproben werden dort durch einen Automaten kontinuierlich und abflussproportional gesammelt und danach im Labor analysiert (siehe Abbildung 8). Wenn der Gewässerabfluss grösser ist, wird durch den Probenahmeautomaten auch mehr Wasser in das Probenahmegefäss gepumpt als bei geringen Abflüssen. Dadurch entstehen Sammelprouben, welche die Stofffrachten im Gewässer während dem Probenahmezeitraum genau repräsentieren.



Abbildung 8: Hydrometrische Mess- und Probenahmestation Frauental an der Lorze. Foto links: Pegelmessung mit Radar und Ansaugschlauch des Wasserprobennehmers. Foto rechts: Dosiereinheit für Wasserproben integriert in Kühlschrank. *Quelle Fotos: AFU Zug*



Hintergrund: © Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Bundesamt für Umwelt BAFU

Grundlagen

- Gewässer
- Siedlungsgebiet
- Kantonsgrenzen

Messstellen

- Reuss
- Seitengewässer

Parameter Messung

- Chemie
- Biologie
- Hydrometrie
- Mikroverunreinigungen

Abbildung 9: Messstellen im Einzugsgebiet der Reuss

Tabelle 2: Messstellen im Einzugsgebiet der Reuss

Messstelle	Kanton / Betreiber	seit	Parameter
Reuss Luzern Geissmattbrücke Gisikon Mühlau Rottenschwil Mellingen Gebenstorf	LU BAFU LU BAFU AG BAFU AG	1974 1922 1974 1915 1974 1904 1969	Monatliche Einzelproben Abfluss Vierwaldstättersee Abflussmessstelle LH 2152 des Bundes Monatliche Einzelproben Abflussmessstelle LH 2110 des Bundes Monatliche Einzelproben Abflussmessstelle LH 2018 des Bundes Monatliche Einzelproben
Kleine Emme Werthenstein Werthenstein Emmen ¹⁾ Emmen	LU BAFU LU BAFU	1974 1984 1974 1936	Monatliche Einzelproben Abflussmessstelle LH 2487 des Bundes Monatliche Einzelproben Abflussmessstelle LH 2634 des Bundes
Bilbach Bilmüli Werthenstein	LU	2000	2-monatliche Einzelproben
Rotbach Emmen Neuhäusern Inwil	LU LU	2023 2009	Monatliche Einzelproben, Mikroverunreinigungen Monatliche Einzelproben bis 2018
Schwinibach Inwil ²⁾ Inwil ³⁾	LU LU	2023 2023	Monatliche Einzelproben Messstelle Mikroverunreinigungen
Ron Ebikon Root	LU LU	1995 1995	Monatliche Einzelproben Monatliche Einzelproben bis 2006
Sinserbach Sins Sins	AG AG	2000 1981	Monatliche Einzelproben bis 2018 Abflussmessstelle FG 0364 des Kantons Aargau
Lorze Cham Seeauslauf Frauental Frauental	ZG ZG BAFU	1978 1967 1913	Monatliche Einzelproben Abfluss Zugersee Monatliche Einzelproben und Abflussproportionale Sammelproben Abflussmessstelle LH 2125 des Bundes
Drällikerbach Hünenberg	ZG	2021	Messstelle Mikroverunreinigungen
Wasenbach Cham	ZG	2022	Messstelle Mikroverunreinigungen
Tobelbach Cham	ZG	2023	Messstelle Mikroverunreinigungen
Jonen Zwillikon Zwillikon ARA	ZH ZH	1976 1987	Monatliche Einzelproben und Abflussproportionale Sammelproben Abflussmessstelle ZH 574 des Kantons Zürich
Küntenerbach Künten Künten	AG AG	2019 1981	Monatliche Einzelproben, Mikroverunreinigungen seit 2018 Abflussmessstelle FG 0368 des Kantons Aargau
Mülibach Mellingen	AG	2000	Monatliche Einzelproben bis 2009

¹⁾ Die Messstelle in Littau LUFG306 wurde 2023 zur Messstelle in Emmen verschoben.

²⁾ Messstelle vor ARA

³⁾ Messstelle nach ARA

Regionale Messstellen

Nicht alle Messstellen gehören zu dem Langzeitmonitoring der Kantone. So werden die Messstellen Rotbach Emmen Neuhäusern, Schwinibach Inwil und Sinserbach Sins im Rahmen des regionalen Monitorings der Kantone aufgenommen und werden nicht kontinuierlich weitergeführt.

Abweichungen

Die Messstelle im Bilbach wird als einzige nur in 2-monatlichen Stichproben beprobt. Für eine korrekte Beurteilung der Zielvorgabe des Modul-Stufen-Konzeptes braucht es mindestens 12 Stichproben pro Jahr. Die Beurteilung des Bilbaches ist aus statistischen Gründen weniger robust und einzelne Messwerte haben einen höheren Einfluss auf die jährliche Beurteilung. Eine Bewertung nach Gewässerschutzverordnung (eingehalten oder nicht eingehalten) ist allerdings möglich und erlaubt grosse Defizite in der Wasserqualität zu erkennen. In diesem Bericht wird die Messstelle trotzdem gemäss 5-stufiger Einteilung des Modul-Stufen-Konzeptes beurteilt, damit sie mit den anderen Messstellen verglichen werden kann. Die Beurteilung erfolgt mit dem 90. Perzentil der sechs Stichproben.

NADUF-Messstellen

Das Messprogramm des Bundes zur nationalen Daueruntersuchung der Fliessgewässer (NADUF) ermittelt die Wasserqualität an der Reuss und in der Kleinen Emme jeweils während mehrjähriger Messkampagnen. Im Einzugsgebiet der Reuss gehört die Station 2425 Kleine Emme-Emmen und 2018 Reuss-Mellingen zum NADUF Programm. Weitere Informationen zu den NADUF Daten finden sich unter [Bundesamt für Umwelt: NADUF](#)

Informationsquellen

Die Kantone und der Bund stellen im Internet interaktive Karten zur Verfügung, in denen eine Vielzahl aktueller und historischer Daten zur Hydrologie und zum Gewässerzustand abgefragt werden können.

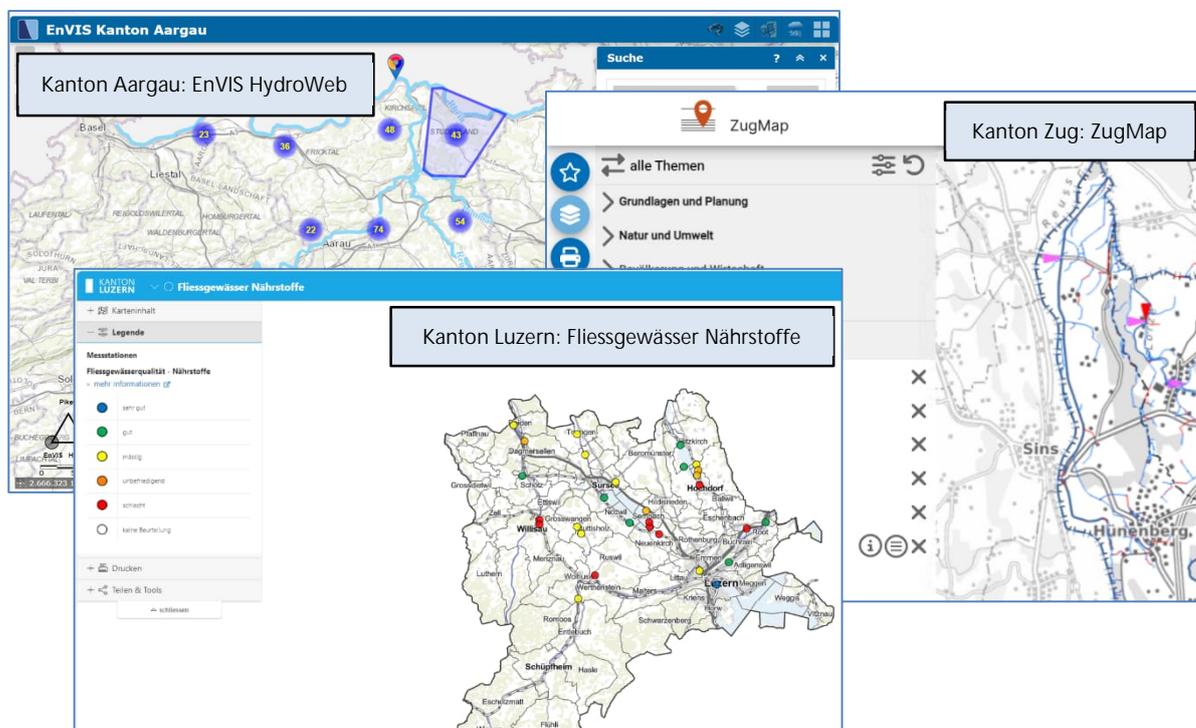


Abbildung 10: Öffentlich zugängliche interaktive Karten (Web-GIS) der Kantone mit Daten zur Hydrologie und zum Gewässerzustand.

Links

- [Bund, Bundesamt für Umwelt: Hydrologische Daten, Abflüsse und Wasserstände](#)
 - [Bund, Bundesamt für Umwelt: Nationale Daueruntersuchung Fließgewässer \(NADUF\)](#)
 - [Kanton Luzern, Umwelt und Energie: Gewässerzustand](#)
 - [Kanton Zug, Amt für Umwelt: Fließgewässer](#)
 - [Kanton Aargau, Abteilung für Umwelt: Zustand Fließgewässer](#)
-



4 Methoden

4.1 Methodenwahl

Die Grundlage für die Bewertung der Gewässerbelastung ist die Gewässerschutzverordnung (GSchV; → [Gewässerschutzverordnung](#)) und das Modul-Stufen-Konzept des Bundesamtes für Umwelt (BAFU; → [Modul-Stufen-Konzept «Chemie, Nährstoffe»](#)). Die Auswertungen der Nährstoffparameter sowie der weiteren chemischen und physikalischen Parameter erfolgen gemäss den Empfehlungen des Modul-Stufen-Konzeptes. Ergänzende Auswertungen sind im jeweiligen Fact-Sheet beschrieben.

Weitere Informationen / Links

Vertiefte Informationen zum Gewässerschutz finden Sie im Internet des Bundes und der Kantone:

- [Bundesamt für Umwelt, Thema Wasser](#)
- [Kanton Luzern, Umwelt und Energie \(uwe\), Abteilung Gewässer](#)
- [Kanton Zug, Amt für Umwelt \(AFU\), Abteilung Wasser](#)
- [Kanton Aargau, Abteilung für Umwelt \(AFU\), Oberflächengewässer und Umweltlabor](#)
- [Kanton Zürich, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft \(AWEL\), Wasser und Gewässerschutz](#)

Die Detailauswertungen zum aktuellen Reussbericht sowie die früheren Berichte sind über die Webseiten der Umweltschutzfachstellen der Kantone Luzern, Zug und Aargau zugänglich.

4.2 Nährstoffe

Die Nährstoffe werden in 12 jährlichen Stichproben gemäss Modul-Stufen-Konzept gemessen. Dabei legt das Modul-Stufen-Konzept das Vorgehen zur Probenahme und die Auswertungskriterien fest. Die Beurteilung erfolgt mit dem 90. Perzentil der 12 jährlichen Stichproben, welches mit der im Modul-Stufen-Konzept definierten Zielvorgabe beurteilt wird.

Für Ammonium NH_4^+ , Nitrat NO_3^- , gelösten organischen Kohlenstoff DOC und den biochemischen Sauerstoffbedarf BSB_5 legt die Gewässerschutzverordnung (GSchV) numerische Anforderungen an die Wasserqualität fest, welche für die Zielvorgaben des Modul-Stufen-Konzeptes übernommen werden. Beim Ammonium hängen diese von der Wassertemperatur ab (siehe Tabelle 5).

Beim gelösten organischen Kohlenstoff DOC liegt die numerische Anforderung abhängig von den natürlichen Verhältnissen bei 1 bis 4 mg/l C. Im Reussbericht ist sie durch die Anrainerkantone für die Reuss und Lorze auf 2 mg/l C, für die Kleine Emme in Littau, die Ron, den Schwinibach, den Rotbach und den Küntenerbach auf 3 mg/l C sowie für die Kleine Emme in Werthenstein, den Bilbach und die Jonen auf 4 mg/l C festgelegt worden. Beim biochemischen Sauerstoffbedarf BSB_5 liegt die numerische Anforderung abhängig von den natürlichen Verhältnissen bei 2 bis 4 mg/l O_2 . Im Reussbericht ist sie durch die Anrainerkantone auf 3 mg/l O_2 festgelegt worden (siehe Tabelle 5).

Für Nitrit NO_2^- , ortho-Phosphat PO_4^{3-} , gelösten Phosphor P_{fit} und Gesamt-Phosphor P_{tot} bestimmt das Modul-Stufen-Konzept «Chemie, Nährstoffe» ergänzende Zielvorgaben. Beim Nitrit hängen diese von der Chlorid-Konzentration im Gewässer ab. Für Chlorid Cl^- ist im Modul-Stufen-Konzept «Kieselalgen» die Zielvorgabe auf 26 mg/l Cl festgelegt worden.

In Anlehnung an die EU-Wasser-Rahmenrichtlinie vom 23. Oktober 2000 wird im Modul-Stufen-Konzept eine Einteilung in fünf Zustandsklassen vorgenommen: sehr gut / gut / mässig / unbefriedigend / schlecht. Diese fünf Zustandsklassen werden anhand eines Farbcodes von blau (sehr gut) bis rot (schlecht) dargestellt. Gute und sehr gute Bewertungen halten die Anforderungen an die Wasserqualität ein.

Tabelle 3: Einteilung in Beurteilungsklassen gemäss dem Modul-Stufen-Konzept «Chemie, Nährstoffe». Der Schätzwert S ist das 90. Perzentil der Messwerte.

Beurteilungsklasse	Bedingung		Beurteilung
Sehr gut	Der Schätzwert (S) ist kleiner als die halbe Zielvorgabe (Z) ¹	$S < 0.5 \cdot Z$	Anforderung an die Wasserqualität eingehalten
Gut	Der Schätzwert (S) ist kleiner als die Zielvorgabe (Z)	$0.5 \cdot Z \leq S < Z$	
Mässig	Der Schätzwert (S) ist kleiner als die eineinhalbfache Zielvorgabe (Z)	$Z \leq S < 1.5 \cdot Z$	Anforderungen an die Wasserqualität nicht eingehalten
Unbefriedigend	Der Schätzwert (S) ist kleiner als die doppelte Zielvorgabe (Z)	$1.5 \cdot Z \leq S < 2 \cdot Z$	
Schlecht	Der Schätzwert (S) ist grösser oder gleich wie die doppelte Zielvorgabe	$2 \cdot Z \leq S$	

Zusätzlich zu den Beurteilungen pro Einzelstoff, wird für den Reussbericht eine Gesamtbewertung vorgenommen, welche mehrere Parameter mit unterschiedlicher Gewichtung kombiniert.

Tabelle 4: Berechnung der Gesamtbewertung

Parameter	Gewichtung	Bemerkung
BSB ₅	3	Sofern verfügbar (siehe Fact-Sheet 10)
DOC	1	
Ammonium NH ₄ ⁺	3	
Nitrit NO ₂ ⁻	3	
Nitrat NO ₃ ⁻	2	
Gesamt-Phosphor P _{tot}	1	
Gelöster Phosphor P _{filtr}	1 (2)	Gewichtung 2 bei fehlenden Werten für Phosphat
Ortho-Phosphat PO ₄ ³⁻	1 (2)	Gewichtung 2 bei fehlenden Werten für gelösten Phosphor

¹ Beim Ammonium und Nitrat gilt für die Klasse «sehr gut» das verschärfte Kriterium $S_{\text{Ammonium}} < 0.2 \cdot Z$ respektive $S_{\text{Nitrat}} < 1.5 \text{ mg/L-N}$ aufgrund von ökologischen Überlegungen.



Tabelle 5: Numerische Anforderungen und Zielwerte der Beurteilungsklassen nach Gewässerschutzverordnung (GSchV) und Modul-Stufen-Konzept (MSK). Der für die Beurteilung massgebende Wert S ist das 90. Perzentil der Messwerte. Die fett markierten Zahlenwerte entsprechen den numerischen Anforderungen der GSchV bzw. den Zielvorgaben des MSK.

Parameter	Einheit	Abhängigkeit	Beurteilungsklasse				
			Qualitative Anforderungen eingehalten		Qualitative Anforderungen nicht eingehalten		
			sehr gut	gut	mässig	unbefriedigend	schlecht
Ammonium NH₄⁺	mg/L N	T > 10°C oder pH > 9	S < 0.04	0.04 ≤ S < 0.2	0.2 ≤ S < 0.3	0.3 ≤ S < 0.4	S ≥ 0.4
		T < 10°C und pH < 9	S < 0.08	0.08 ≤ S < 0.4	0.4 ≤ S < 0.6	0.6 ≤ S < 0.8	S ≥ 0.8
Nitrit NO₂⁻	mg/L N	Cl < 10 mg/L	S < 0.01	0.01 ≤ S < 0.02	0.02 ≤ S < 0.03	0.03 ≤ S < 0.04	S ≥ 0.04
		Cl 10-20 mg/L	S < 0.025	0.025 ≤ S < 0.05	0.05 ≤ S < 0.075	0.075 ≤ S < 0.1	S ≥ 0.1
		Cl > 20 mg/L	S < 0.05	0.05 ≤ S < 0.1	0.1 ≤ S < 0.15	0.15 ≤ S < 0.2	S ≥ 0.2
Nitrat NO₃⁻	mg/L N	-	S < 1.5	1.5 ≤ S < 5.6	5.6 ≤ S < 8.4	8.4 ≤ S < 11.2	S ≥ 11.2
Ortho-Phosphat PO₄³⁻	mg/L P	-	S < 0.02	0.02 ≤ S < 0.04	0.04 ≤ S < 0.06	0.06 ≤ S < 0.08	S ≥ 0.08
Gelöster Phosphor P_{filtr}	mg/L P	-	S < 0.025	0.025 ≤ S < 0.05	0.05 ≤ S < 0.075	0.075 ≤ S < 0.10	S ≥ 0.10
Gesamt-Phosphor P_{tot}	mg/L P	-	S < 0.04	0.04 ≤ S < 0.07	0.07 ≤ S < 0.10	0.10 ≤ S < 0.14	S ≥ 0.14
Gelöster organischer Kohlenstoff DOC	mg/L C	Grenzwerte abhängig von natürlichem DOC-Eintrag	S < 1.0	1.5 ≤ S < 2.0	2.0 ≤ S < 3.0	3.0 ≤ S < 4.0	S ≥ 4.0
			S < 1.5	1.5 ≤ S < 3.0	3.0 ≤ S < 4.5	4.5 ≤ S < 6.0	S ≥ 0.6
			S < 2.0	2.0 ≤ S < 4.0	4.0 ≤ S < 6.0	6.0 ≤ S < 8.0	S ≥ 0.8
Biochemischer Sauerstoffbedarf BSB₅	mg/L O ₂	-	S < 1.5	1.5 ≤ S < 3.0	3.0 ≤ S < 4.5	4.5 ≤ S < 6.0	S ≥ 6.0
Chlorid Cl⁻	mg/L Cl	-	S < 13	13 ≤ S < 26	26 ≤ S < 39	39 ≤ S < 52	S ≥ 52

4.3 Bewertung weiterer chemischer und physikalischer Parameter

Es werden die Parameter Chlorid, elektrische Leitfähigkeit, pH, gelöster Sauerstoff und Temperatur ausgewertet. Für die Parameter Chlorid, elektrische Leitfähigkeit, pH und gelöster Sauerstoff werden die Vorgaben gemäss Modul-Stufen-Konzept verwendet. Für die Temperatúrauswertung werden sowohl die langjährigen, kontinuierlichen Messdaten als auch die hochaufgelösten Messdaten der Jahre 2019-2023 analysiert, um langfristige Trends zu erkennen und sommerliche Hitzeperioden bezüglich kritischer Wassertemperaturen für Lebensgemeinschaften zu analysieren.

4.4 Bewertung der biologischen Parameter

Die Grundlagen für die Beurteilung der Gewässerbiologie sind in den Berichten zum Modul-Stufen-Konzept des Bundesamtes für Umwelt beschrieben (> www.modul-stufen-konzept.ch).

Das Modulstufenkonzept sieht für die Kriterien des Äusseren Aspektes (Schlamm, Trübung, Verfärbung, Schaum, Geruch, Eisensulfid, Kolmation, Feststoffe/Abfälle, heterotropher Bewuchs und Pflanzenbewuchs) keine Aggregation zu einer Gesamtbewertung vor. Für den vorliegenden Bericht wurde für den Äusseren Aspekt die jeweils schlechteste Beurteilung der Teilaspekte dargestellt.

Tabelle 6: Bewertungsschema gemäss Modul-Stufen-Konzept für ökologische Ziele

Beurteilungsklasse	Bedingung
Sehr gut	Ökologische Anforderungen der Gewässerschutzverordnung erfüllt.
Gut	
Mässig	Ökologische Anforderungen der Gewässerschutzverordnung nicht erfüllt.
Unbefriedigend	
Schlecht	

Tabelle 7: Bewertungsschema für den Äusseren Aspekt

Beurteilungsklasse	Bedingung
Erfüllt	Ökologische Anforderungen der Gewässerschutzverordnung erfüllt.
Fraglich	Erfüllung der ökologischen Anforderungen der Gewässerschutzverordnung fraglich.
Schlecht	Ökologische Anforderungen der Gewässerschutzverordnung nicht erfüllt.

4.5 Darstellung der Auswertungen

Die Bewertung der untersuchten Parameter wird in den Fact-Sheets 5 - 14 in Karten und zusätzlich in Box-Plots dargestellt. Beide Darstellungsarten enthalten die gleichen Messdaten. Während das Kartenlayout die rasche Orientierung erlaubt und die räumliche Verteilung der Bewertungen zeigt, sind aus den Box-Plots die Verteilung aller Messungen ersichtlich.

4.6 Karten

Die zeitliche Entwicklung der Bewertung über die 5 Jahre von 2019 bis 2023 ist mit gestapelten Symbolen (Münzstapel) visualisiert (Abbildung 11). Die fünf übereinander angeordneten Symbole zeigen die Bewertungen in aufsteigender Reihenfolge, wobei das oberste Symbol die Bewertung im jüngsten Messjahr zeigt. Längere Datenreihen der Bewertungen sind im Fact-Sheet 5 Chemische Gesamtbeurteilung enthalten.

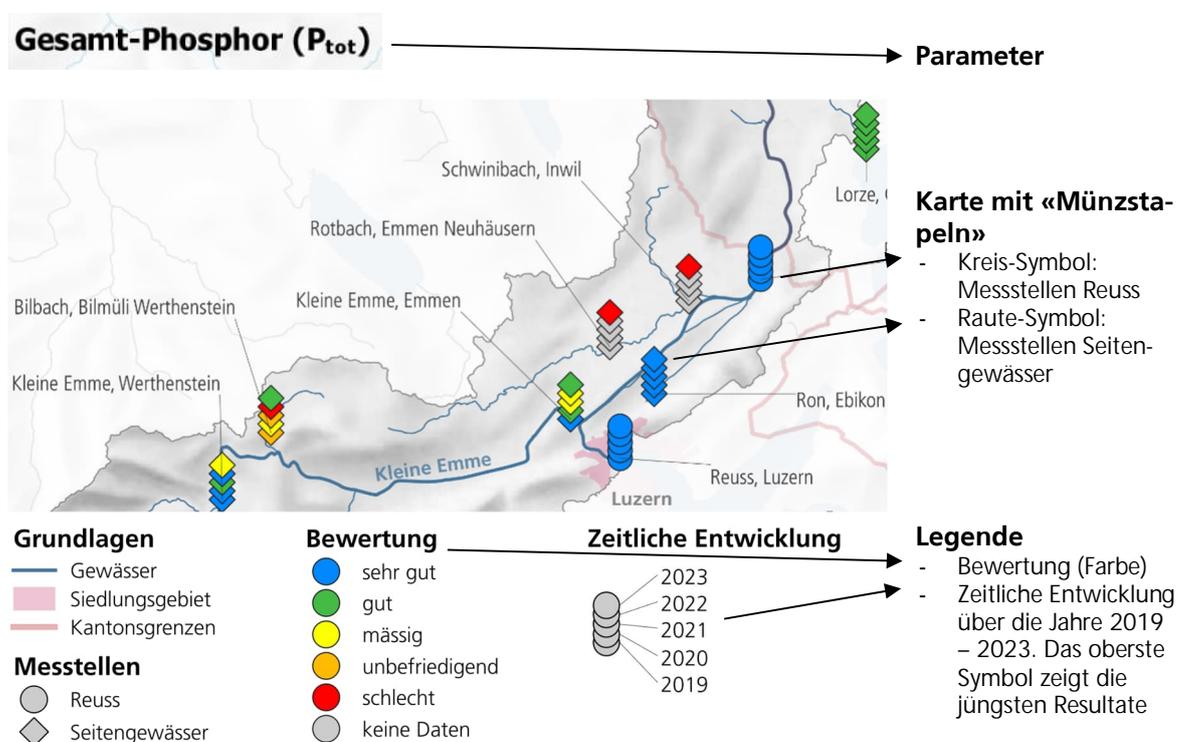


Abbildung 11: Erklärungen zum Kartenlayout

4.7 Box-Plot

In vorliegendem Bericht werden die Einzelparameter jeweils für die Jahre 2019 – 2023 bewertet und dargestellt. In den Box-Plots werden sämtliche Einzelmessungen der 5-jährigen Messperiode berücksichtigt. Sie werden entsprechend des über die ganze Messperiode berechneten 90. Perzentils anhand der Zielvorgaben beurteilt. Dadurch sind aus den Box-Plots keine Bewertungen für Einzeljahre (wie in den Karten) ersichtlich, dafür ist die Streuung der Einzelmessungen nachvollziehbar.

In den Box-Plots wird das Minimum, das 10. Perzentil, der Median, das 90. Perzentil und das Maximum der gemessenen Nährstoffkonzentrationen 2019 - 2023 übersichtlich dargestellt (siehe Abbildung 12).

Box-Plots vermitteln einen schnellen Überblick über die Lage und Streuung der Messungen. In Fließrichtung des Gewässers untereinander angeordnet, stellen die Box-Plots zudem den Verlauf der Nährstoffkonzentration entlang des Gewässers dar.

Das 10. Perzentil ist der Wert, der mit einer Wahrscheinlichkeit von 10 % nicht unterschritten wird. Das heisst in 10 % aller Fälle sind die Nährstoffkonzentrationen im Gewässer kleiner als das 10. Perzentil und in 90 % der Fälle liegen sie darüber. Analog wird das 90. Perzentil definiert.

Der Median ist der Wert, der in der Hälfte aller Fälle unterschritten und in der anderen Hälfte der Fälle überschritten wird. Er entspricht meist besser der intuitiven Vorstellung von der Mitte einer Messdatenreihe als der arithmetische Mittelwert. Er ist unempfindlich gegenüber einzelnen Ausreissern.

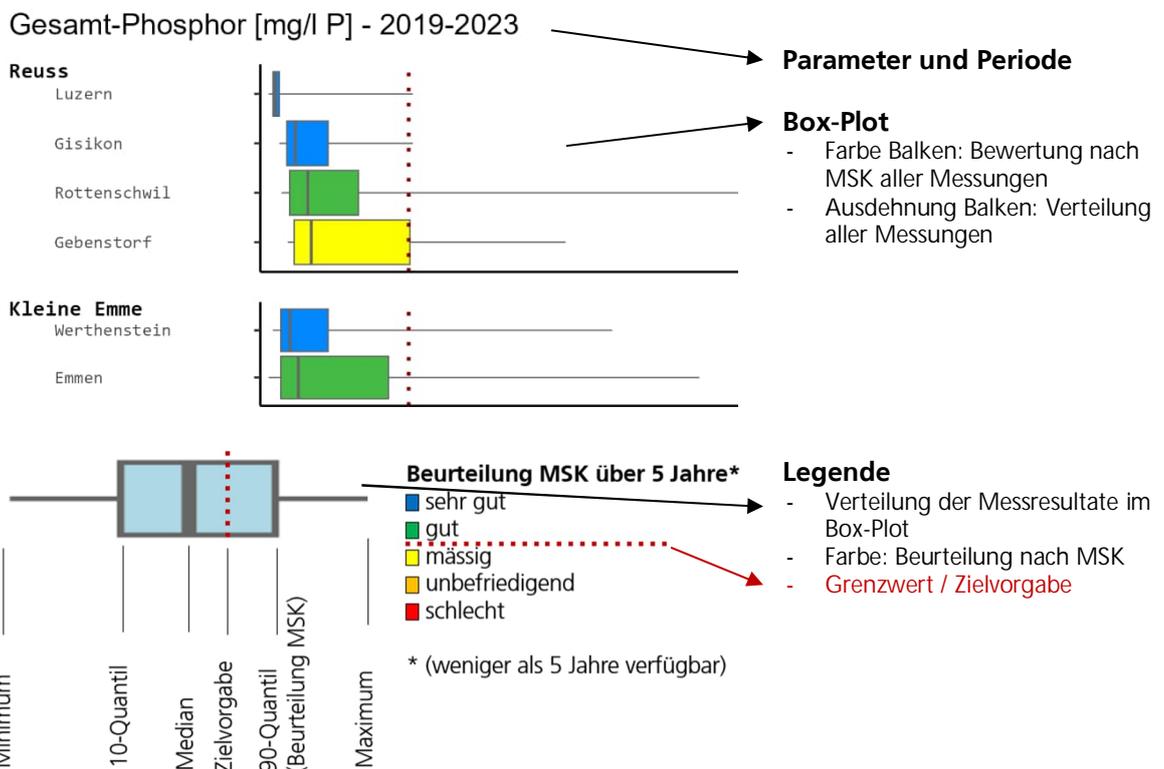


Abbildung 12: Erklärungen zum Box-Plot Layout

4.8 Abweichende Bewertungen in kantonalen Auswertungen

Bei nachfolgend aufgeführten Messstellen und Parametern wurde eine Abweichung zwischen der Beurteilung in vorliegendem Bericht (einheitliche Berechnung für alle Messstellen aller Kantone) und der kantonspezifischen Auswertung (Luzern, Aargau) festgestellt. Die Abweichungen lassen sich durch die unterschiedlichen Vorgehensweisen der Kantone erklären. Der Kanton Luzern nutzt zur Berechnung der DOC-Beurteilung einen fixen Grenzwert von 4.0 mg/L. Im vorliegenden Reussbericht 2019 – 2023 wird der Grenzwert jedoch gewässerspezifisch angepasst, was zu einer abweichenden Beurteilung führen kann. Ebenso verwendet der Kanton Luzern eine eigene Berechnung für die Ammonium-Beurteilung. Die beiden abweichenden Beurteilungen im Kanton Aargau sind auf eine unterschiedliche Berechnungsmethode des Quantils zurückzuführen.



Tabelle 8: Messstellen mit einer abweichenden Bewertung in vorliegender Auswertung (Reussbericht, einheitlich für alle Kantone) gegenüber der kantonspezifischen Bewertung.

Messstelle	Kt.	Gemeinde	Jahr	Parameter	Bewertung Kantone	Bewertung Reussbericht	DOC Zielwert [mg/L]
LUFG301	LU	Luzern	2020	DOC	1	2	2
LUFG308	LU	Emmen	2020	DOC	2	3	3
LUFG301	LU	Luzern	2021	DOC	1	2	2
LUFG308	LU	Emmen	2021	DOC	2	3	3
LUFG301	LU	Luzern	2022	DOC	1	2	2
LUFG308	LU	Emmen	2022	DOC	2	3	3
LUFG305	LU	Gisikon	2022	DOC	1	2	2
LUFG305	LU	Gisikon	2023	DOC	1	2	2
WQ_CT03	AG	Rottenschwil	2022	NH ₄ ⁺	1	2	
LUFG320	LU	Ebikon	2022	NH ₄ ⁺	3	2	
LUFG305	LU	Gisikon	2022	NH ₄ ⁺	1	2	
WQ_CT03	AG	Rottenschwil	2022	P _{tot}	2	1	

5 Chemische Gesamtbeurteilung

5.1 Erläuterungen

Die Wasserqualität der Mittellandreuss und ihrer Zuflüsse wird seit 1974 durch die Anrainerkantone systematisch überwacht und untersucht. Die grossen finanziellen Anstrengungen im Bereich der Siedlungsentwässerung und der Abwasserreinigung, zusammen mit den Massnahmen in der Landwirtschaft zur Vermeidung von Hofdüngerabschwemmungen, haben seit den späten 1980er-Jahren zu einer deutlichen Verbesserung der Wasserqualität geführt. Die Wasserqualität in der Reuss kann heute generell als gut bezeichnet werden. Handlungsbedarf besteht allerdings noch bei kleineren Zuflüssen zur Reuss, in die gereinigtes Abwasser von Abwasserreinigungsanlagen (ARA) eingeleitet wird. Gleichzeitig sind häufig die kleinen Fliessgewässer in Gebieten mit intensiver Landwirtschaft durch Düngerrückstände und Pestizide belastet.

Die Grundlage für die Bewertung der Gewässerbelastung bilden die Gewässerschutzverordnung (GSchV) und das Modul-Stufen-Konzept des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Die verwendeten Beurteilungskriterien sind im Fact-Sheet 4 Methoden zusammengestellt.

5.2 Beobachtungen

Über die vergangenen 50 Jahre und über alle untersuchten Messstellen betrachtet, ist die Verbesserung der Wasserqualität eindrücklich (Abbildung 14 & Abbildung 15). In der Reuss, der Kleinen Emme und der Lorze hat die Nährstoffbelastung in den letzten 20 Jahren deutlich abgenommen. Gegenüber der letzten Beurteilungsperiode ist die Nährstoffbelastung auf tiefem Niveau stabil geblieben. Die mässige Beurteilung des Gesamtphosphors der Reuss in Gebenstorf in der Periode 2019-2023 ist vor allem auf Abschwemmungen oder Entlastungen aus der Siedlungsentwässerung während Perioden mit viel Niederschlag zurückzuführen. Ebenfalls weist die Lorze beim ortho-Phosphat in Frauental mässige Werte auf. Auch der DOC und BSB₅ werden dort als mässig beurteilt. Bei Chlorid konnte bei der Lorze in Frauental eine Zunahme der Konzentrationen über die letzten Jahre beobachtet werden.

Bezüglich der Gesamtbewertung in Kombination der acht Nährstoffparameter (Tabelle 4, Seite 20) wird die Jonen und in einem Jahr der Bilbach als mässig beurteilt (siehe Abbildung 16). Bei der Jonen konnte im Gegensatz zu den oben erwähnten Gewässern keine Verbesserung über die letzten Jahre festgestellt werden und die meisten Parameter werden weiterhin als mässig bis schlecht beurteilt (Abbildung 14). Die hohe Belastung mit Nährstoffen im Bilbach entstand vor allem in trockenen Perioden, wenn die Verdünnung des gereinigten Abwassers aus der Abwasserreinigungsanlage ein ungünstiges Verhältnis aufwies. Die weiteren Zuflüsse zur Reuss weisen in der Regel eine gute Bewertung auf.

5.3 Interpretationen

Die Verbesserung der Wasserqualität der Reuss und der Kleinen Emme lassen sich mit den realisierten Massnahmen vor allem in der Siedlungsentwässerung und der Abwasserreinigung der letzten 50 Jahre erklären. Ebenfalls hat die Reduktion von Hofdüngerabschwemmungen zu einer Reduktion der Nährstoffbelastung beigetragen. Wenige Parameter erfüllen in einzelnen der untersuchten Gewässern die Zielvorgaben nicht, dort gilt es die Ursachen zu eruieren und Massnahmen in die Wege zu leiten. Die Analysen der einzelnen Parameter in den Fact-Sheets 6 bis 28 helfen, die Hauptbelastungen zu identifizieren und entsprechende Massnahmen zu initiieren.

In den Bilbach und den Schwinibach wurden während der Untersuchungsperiode noch gereinigtes Abwasser beziehungsweise verdünntes Abwasser aus Entlastungsbauwerken eingeleitet. Beide Kläranlagen wurden bereits aufgehoben, wodurch eine bedeutende Reduktion der Schadstoffbelastung in diesen beiden Gewässern erwartet werden kann (siehe auch Fact-Sheet 22 Abwasserreinigung).

Die Reuss und die Lorze werden aus dem Vierwaldstättersee bzw. aus dem Zugersee gespeisen, wodurch die Wasserqualität dieser Flüsse im Jahresverlauf durch die Verhältnisse und Prozesse in den Seen beeinflusst wird. Bei kalten Temperaturen im Winterhalbjahr beginnen sich die Seen zu mischen, da das Oberflächenwasser (Epilimnion) kühler und somit schwerer wird als das unterliegende Wasser des Hypolimnions. Nährstoffarmes, aber sauerstoffreiches Wasser der Oberfläche wird so in die tieferen Schichten des Sees transportiert. Nährstoffreiches und sauerstoffarmes Wasser gelangt im gleichen Prozess aber von den tiefen Schichten an die Oberfläche. Die jährliche Auflösung der Schichtung im Winter und die Zirkulation des Wasserkörpers ist für ein gesundes Ökosystem wichtig, sie führt im Winter zur Sauerstoffanreicherung im Tiefenwasser und Mobilisierung von Nährstoffen an die Seeoberfläche in die aus den Seen abfliessenden Oberflächengewässern.

Der Zugersee ist ein eutrophes Gewässer mit einem aktuellen mittleren Phosphorgehalt von rund 80 mg/m³ P. Natürlicherweise ist die winterliche Mischung in tiefen Seen wie dem Zugersee gegenüber weniger tiefen Seen erschwert. Im Zugersee hat der gesamte Phosphorinhalt in den letzten 10 Jahren im Vergleich zur vorangehenden Zeitperiode ab Mitte der 1980er-Jahre nur geringfügig abgenommen. Dies ist die Folge der chemischen Dichteschichtung im Tiefenwasser, welche die Mischung im Winter bis auf die maximale Seetiefe von 200 m erschwert. Weiter wirkt sich der Klimawandel durch die ungenügende Abkühlung des Oberflächenwassers im Winter zunehmend ungünstig auf die Mischung im See aus. Chemische Dichteschichtung und ungenügende Abkühlung führen dazu, dass der Zugersee nur noch selten vollständig mischt (Meromixis). Die verminderte Mischung beeinflusst somit den Phosphorgehalt an der Seeoberfläche und damit auch im Abfluss des Zugersees (Abbildung 13).

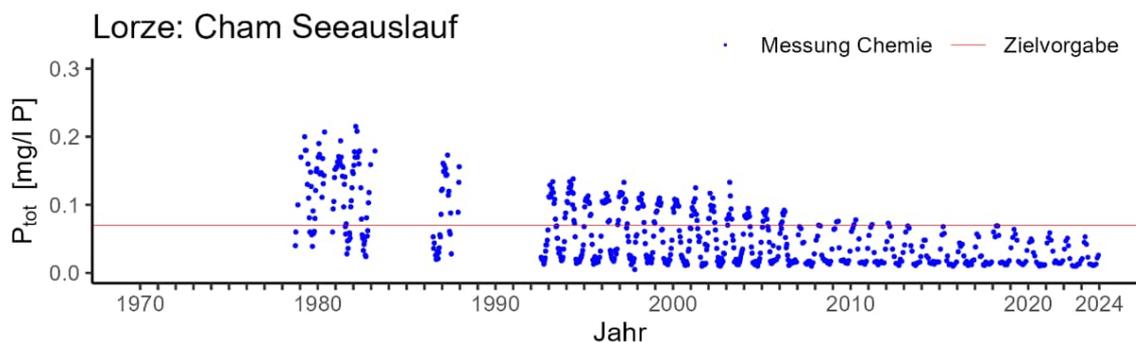


Abbildung 13: Ganglinie des Gesamt-Phosphors der Lorze im Auslauf des Zugersees. Die rote Linie entspricht der Zielvorgabe des Modul-Stufen-Konzepts bei 0.07 mg/l P. Der aktuelle volumengewichtete mittlere Phosphorgehalt im See liegt mit ca. 0.08 mg/l P leicht darüber.

Weitere Informationen / Links

Vertiefte Informationen zum Gewässerschutz finden Sie im Internet des Bundes und der Kantone. Die Reussberichte der vorgängigen Messperioden sind über die Webseiten der Umweltschutzfachstellen der Kantone Luzern, Zug und Aargau zugänglich.

- [Bundesamt für Umwelt, Thema Wasser](#)
- [Kanton Luzern, Umwelt und Energie \(uwe\), Abteilung Gewässer](#)
- [Kanton Zug, Amt für Umwelt \(AFU\), Abteilung Wasser](#)
- [Kanton Aargau, Abteilung für Umwelt \(AFU\), Oberflächengewässer und Umweltlabor](#)
- [Kanton Zürich, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft \(AWEL\), Wasser und Gewässerschutz](#)
- [Wasser-wissen.ch](#)

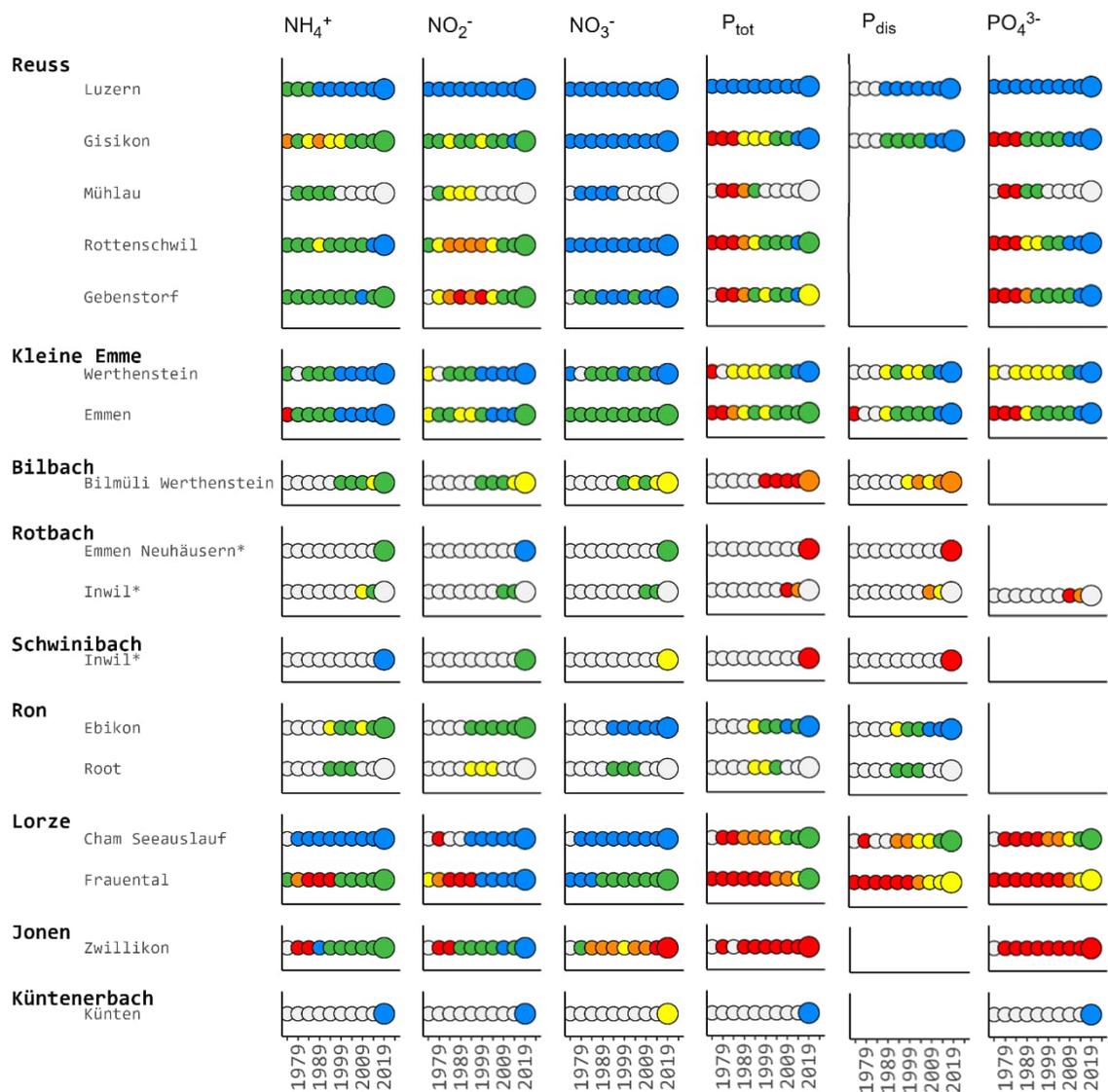


Abbildung 14: Entwicklung der Beurteilung Nährstoffe seit 1974 im Einzugsgebiet der Reuss.

^{*)} Messstellen, bei welchen in der letzten Messperiode (2019-2023) nur Daten von einem Jahr verfügbar sind.

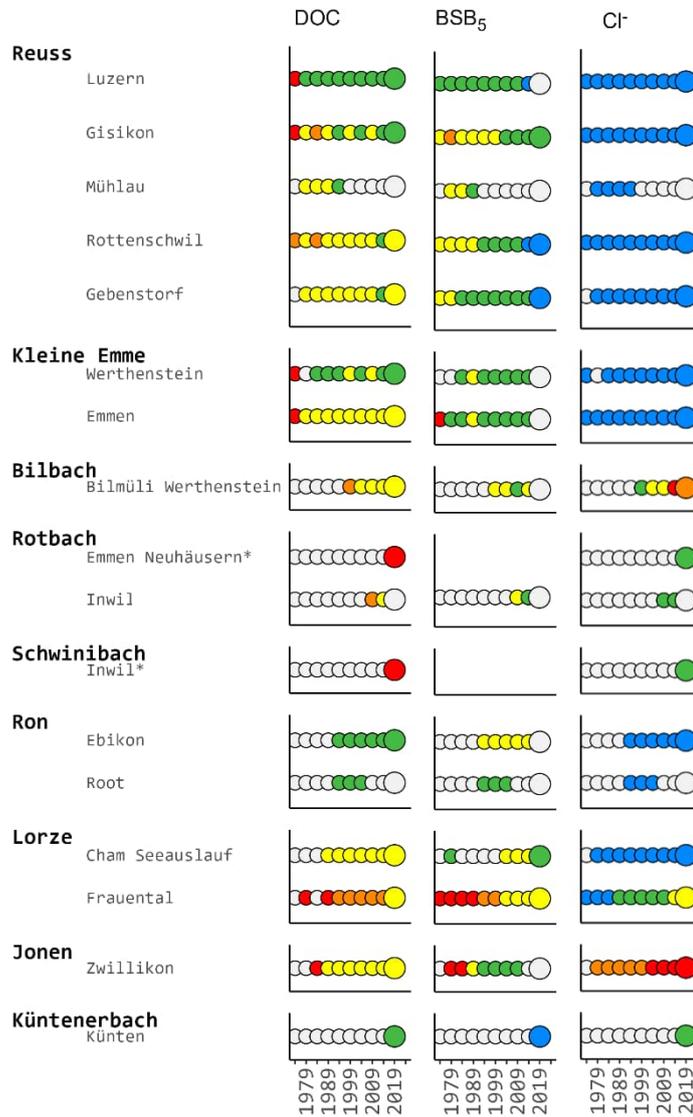
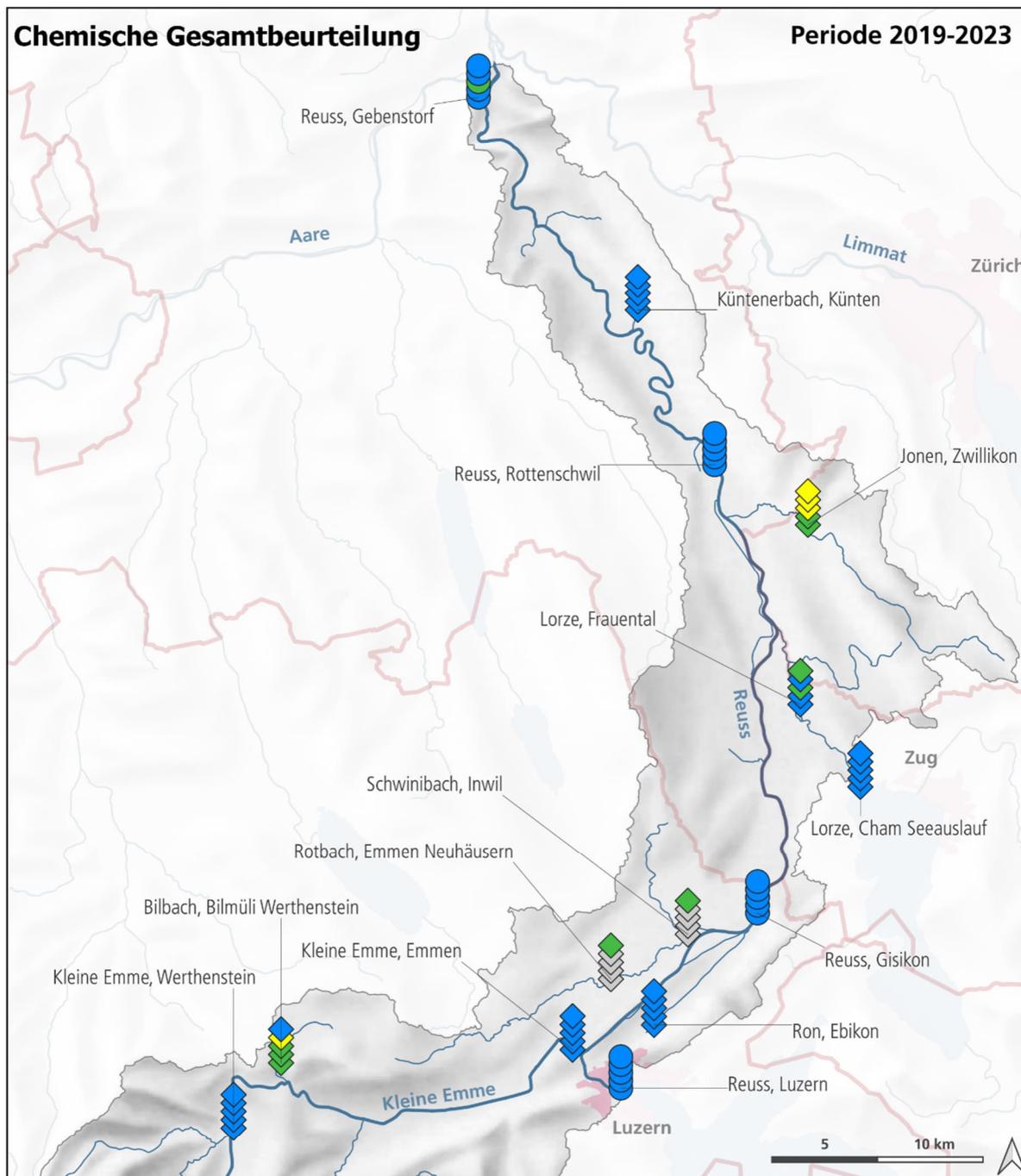


Abbildung 15: Entwicklung der Nährstoffbelastung seit 1974 im Einzugsgebiet der Reuss.

^{*)} Messstellen, bei welchen in der letzten Messperiode (2019-2023) nur Daten von einem Jahr verfügbar sind.



Hintergrund: © Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Bundesamt für Umwelt BAFU

Abbildung 16: Gesamtauswertung Nährstoffe von 2019-2023 gemäss Aggregation in Tabelle 4.

6 Gesamt-Phosphor

6.1 Erläuterungen

Phosphor gelangt diffus aus der Landwirtschaft und punktuell über Abwassereinleitungen und Regenüberläufe in die Gewässer. Gesamt-Phosphor (P_{tot}) ist der gesamte gelöste und partikuläre Phosphor in einer Wasserprobe. Er ist an Bodenpartikel oder organisches Material gebunden und gelangt verstärkt bei Niederschlägen in die Gewässer.

Die biologische Aktivität der Fliessgewässer unterhalb der Seen ist in der Regel nicht phosphorlimitiert. Abgesehen von langsam fliessenden Abschnitten oder Stauhaltungen werden Fliessgewässer durch höhere Phosphorgehalte kaum negativ beeinflusst. Hier dient Phosphor primär als Indikator für anthropogene Belastungen. Es liegt im Ermessensspielraum der kantonalen Gewässerschutzfachstellen, unterhalb der Seen die Zielvorgaben bezüglich Phosphors zu verwenden oder anzupassen.

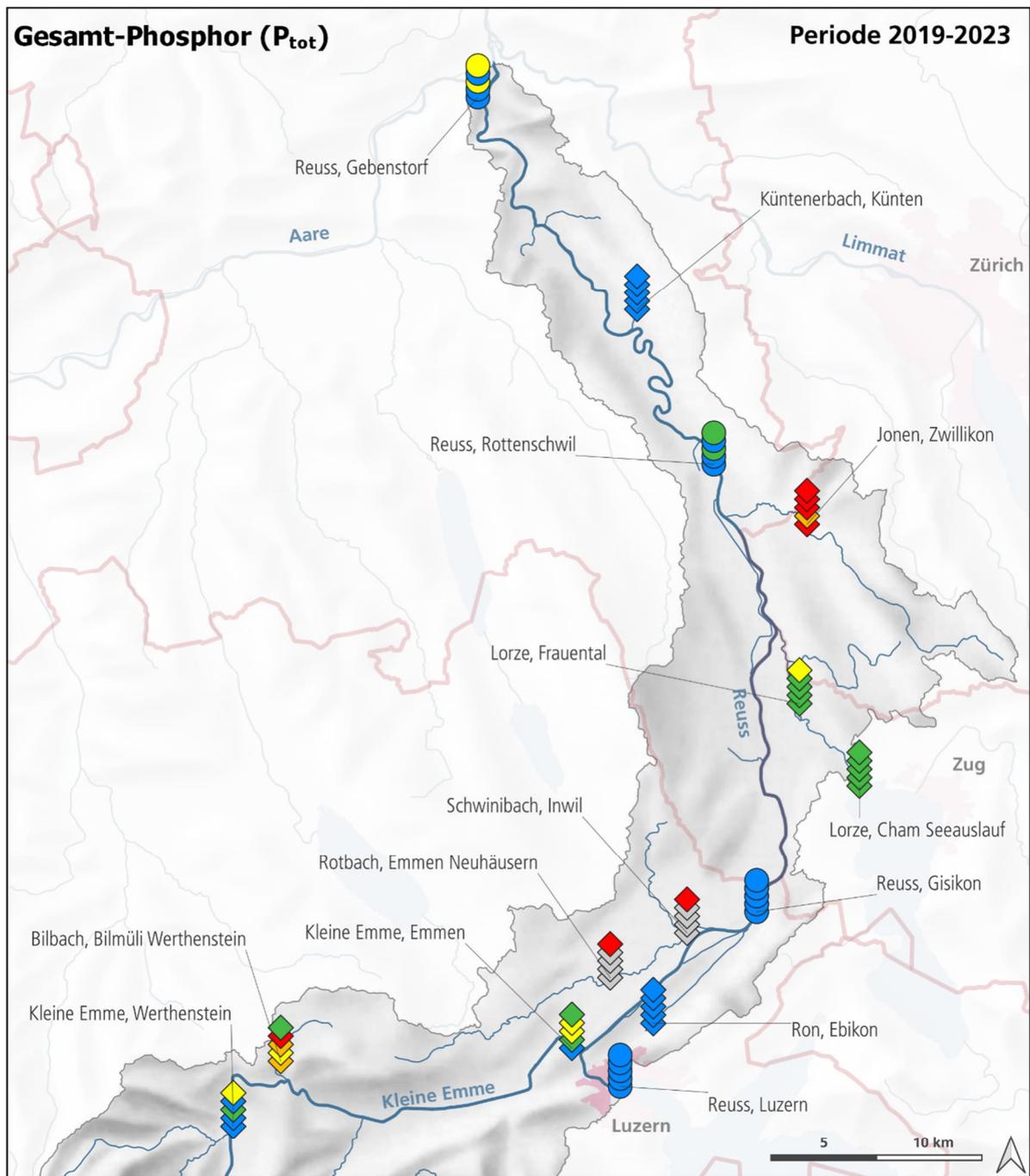
6.2 Beobachtungen

In der Reuss wird die Zielvorgabe für Gesamt-Phosphor bis Rottenschwil stets eingehalten. In Rottenschwil lässt sich in einigen Jahren ein Wechsel der Beurteilung von sehr gut zu gut beobachten. Die Reuss vor der Mündung in die Aare bei Gebenstorf erfüllt hingegen nicht in allen Jahren die Zielvorgaben; in den Jahren 2021 und 2023 wurden nur mässige Bewertungen erreicht. Es ist eine zunehmende Belastung in Fliessrichtung feststellbar, die auch auf die Zuflüsse aus den stärker belasteten Seitengewässern zurückzuführen ist.

Im Bilbach, Rotbach, Schwinibach und der Jonen ist die Zielvorgabe für Gesamt-Phosphor teilweise stark überschritten. Ebenso wird in der Kleine Emme und Lorze bei Frauental in einigen Jahren mit einer mässigen Beurteilung die Zielvorgabe nicht eingehalten. Die Seitenbäche Ron, die Lorze in Cham sowie der Küntenerbach halten die Zielvorgabe von 2019-2023 in allen Jahren ein.

6.3 Interpretation

Im Vergleich zu der Beobachtungsperiode 2014-2018 verbesserte sich die Gesamt-Phosphorkonzentration der Lorze in Frauental um eine Bewertungsstufe. Die Zielvorgaben werden in den meisten Jahren eingehalten. Gleichzeitig verschlechterte sich der Zustand der Reuss in Rottenschwil und Gebenstorf um eine, respektive zwei Bewertungsstufen. Bei der Reuss stammen die Belastungen von Abschwemmungen aus der Landwirtschaft und Entlastungen von verdünntem Abwasser aus der Siedlungsentwässerung in Jahren mit starken Niederschlägen und Hochwasser (2021 und Herbst 2023). Bei den übrigen untersuchten Gewässern hat sich die Belastung durch Gesamt-Phosphor höchstens geringfügig verändert. Die Belastungen im Bilbach, Schwinibach, in der Lorze und der Jonen sind auf ungünstige Verdünnungsverhältnisse des gereinigten Abwassers aus den Abwasserreinigungsanlagen zurückzuführen.



Hintergrund: © Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Bundesamt für Umwelt BAFU

Grundlagen

- Gewässer
- Siedlungsgebiet
- Kantonsgrenzen

Messtellen

- Reuss
- ◇ Seitengewässer

Bewertung

- sehr gut
- gut
- mässig
- unbefriedigend
- schlecht
- keine Daten

Zeitliche Entwicklung

- 2023
- 2022
- 2021
- 2020
- 2019

Abbildung 17: Einzelkarte Gesamt-Phosphor von 2019-2023

Gesamt-Phosphor [mg/l P] - 2019-2023

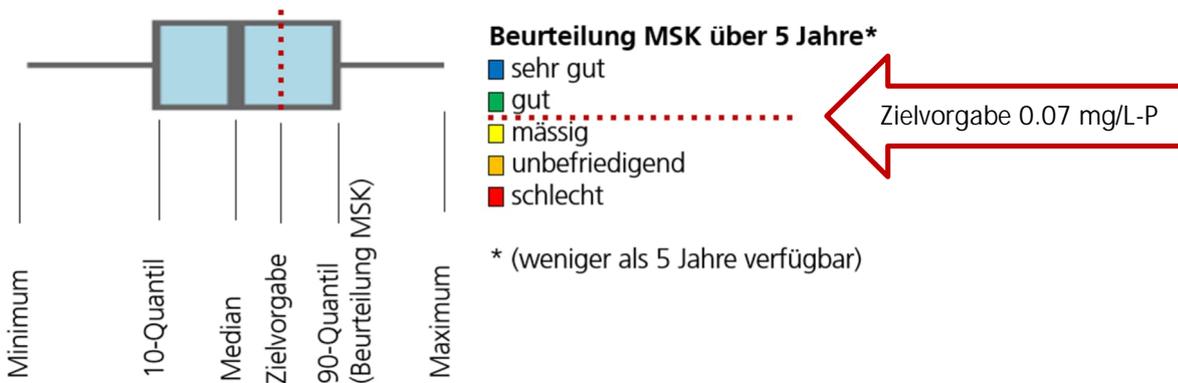
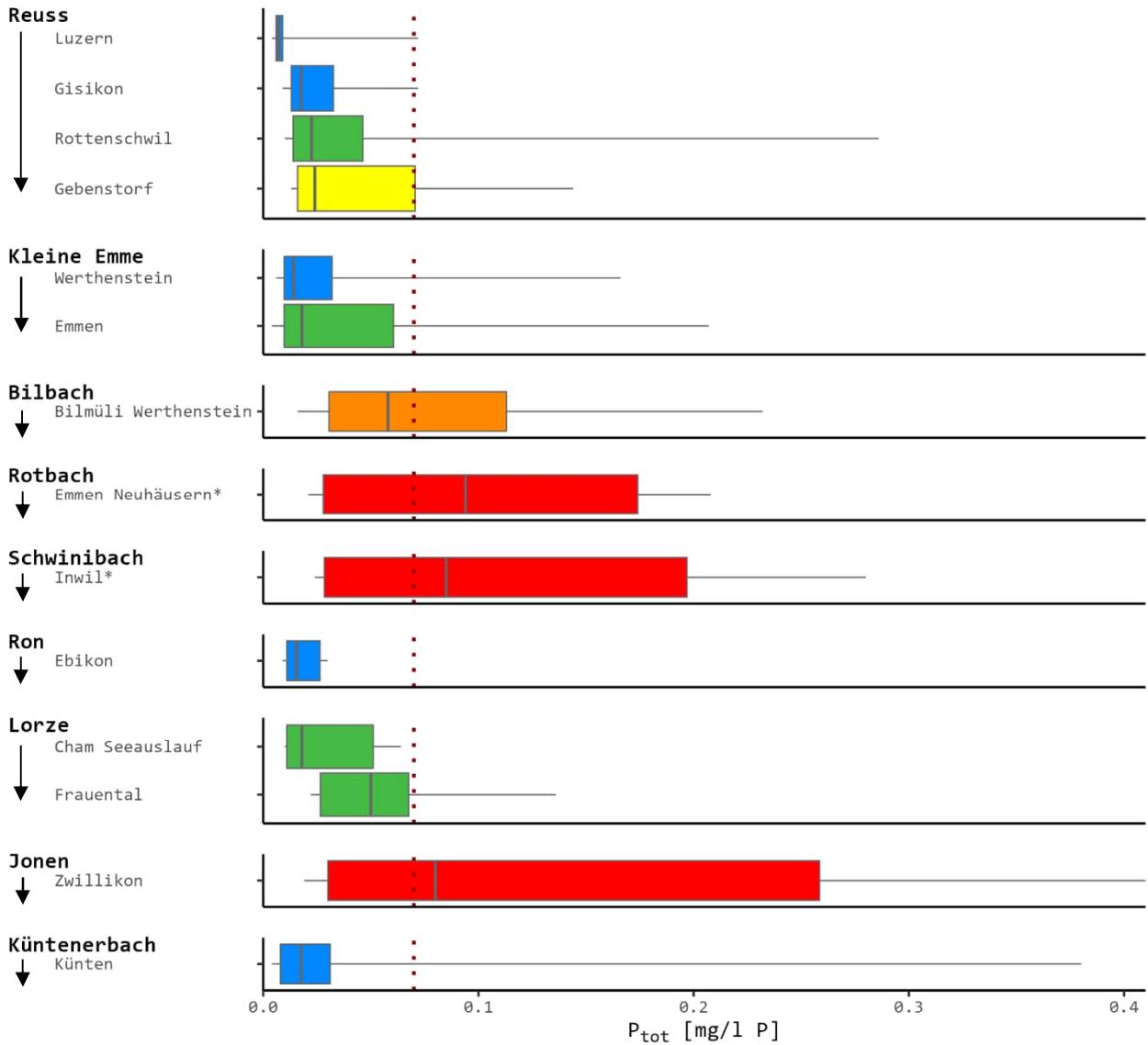


Abbildung 18: Boxplot der Gesamt-Phosphorkonzentrationen der Jahre 2019-2023.

7 Gelöster Phosphor

7.1 Erläuterungen

Phosphor gelangt diffus aus der Landwirtschaft und punktuell über Abwassereinleitungen und Regenüberläufe in die Gewässer. Der Ausbau der Abwasserreinigung und das seit 1986 in Kraft getretene Phosphatverbot in Textilwaschmitteln sowie Massnahmen in der Landwirtschaft haben zu einer deutlichen Reduktion des Phosphoreintrages in die Oberflächengewässer geführt.

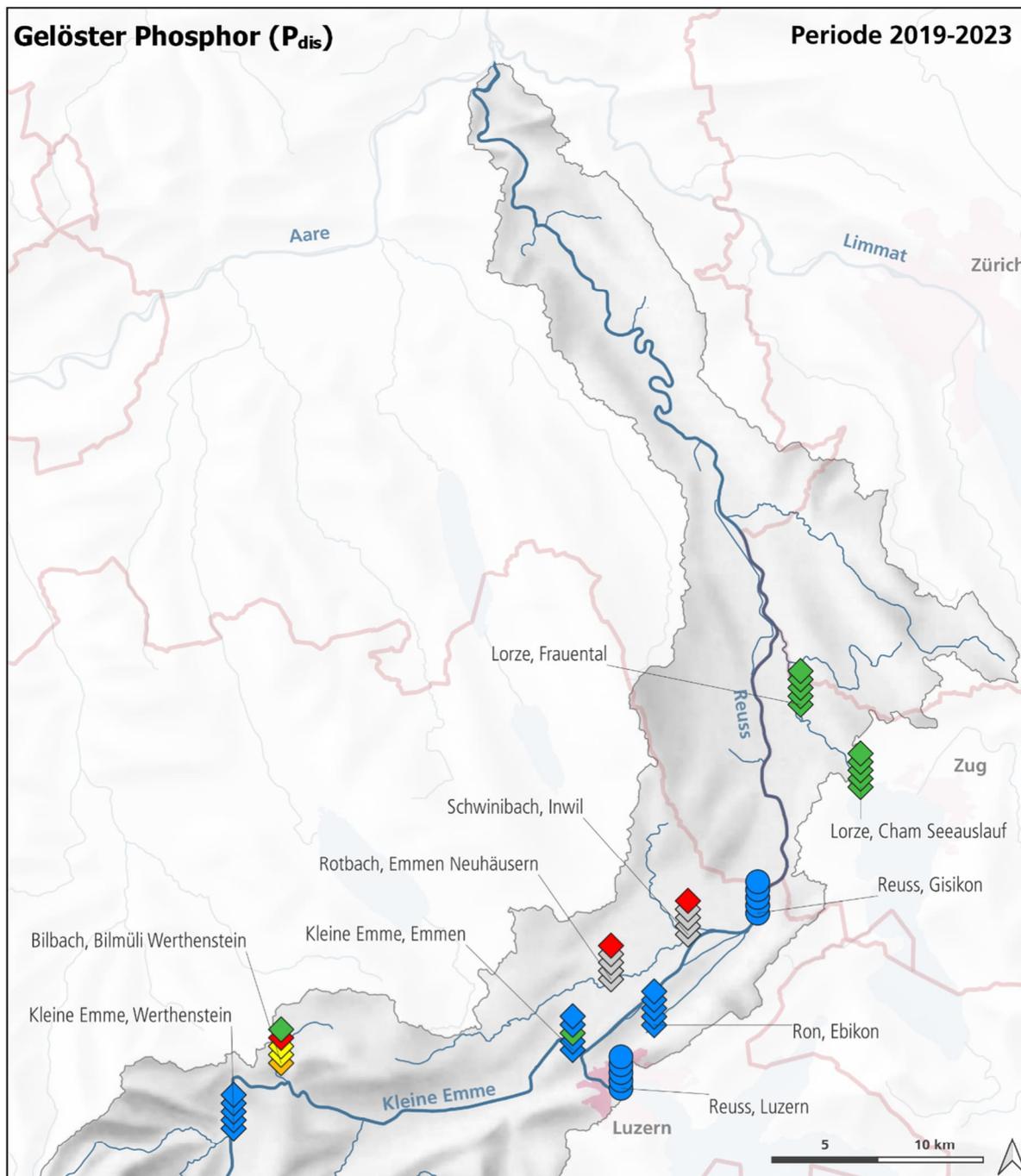
Gelöster Phosphor (P_{dis}) entspricht dem biologisch verfügbaren Phosphor in Gewässern. Er besteht aus ortho-Phosphat und Polyphosphaten (z. B. aus Reinigungsmitteln, Geschirrspülmitteln) sowie aus organischem Phosphor pflanzlicher und tierischer Herkunft.

7.2 Beobachtungen

Der gelöste Phosphor wird nur in den Kantonen Luzern und Zug gemessen (in den Kantonen Aargau und Zürich wird ortho-Phosphat gemessen). In der Kleinen Emme, der Reuss, Ron und der Lorze wird die Zielvorgabe stets eingehalten. Die Lorze in Frauental wird jedoch in allen Jahren nur ganz knapp als gut bewertet. In der Bewertung über 5 Jahren (Boxplot in Abbildung 20) erscheint sie deshalb als mässig. Nicht erfüllt sind die Zielvorgaben bei dem Bilbach, Rotbach und im Schwinibach.

7.3 Interpretationen

Bei den Gewässern, welche die Zielvorgabe nicht einhalten, führt das schlechte Verdünnungsverhältnis des eingeleiteten Abwassers aus den ARA an den kleinen Bächen zur mässigen bis schlechten Beurteilung. Im Vergleich zur letzten Beurteilungsperiode (2014-2018) hat sich die Bewertung kaum verändert. Einzig beim Rotbach konnte bei den Messungen im 2023 eine Verschlechterung auf die tiefste Bewertungsstufe festgestellt werden.



Hintergrund: © Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Bundesamt für Umwelt BAFU

Grundlagen

- Gewässer
- Siedlungsgebiet
- Kantonsgrenzen

Messtellen

- Reuss
- ◆ Seitengewässer

Bewertung

- sehr gut
- gut
- mässig
- unbefriedigend
- schlecht
- keine Daten

Zeitliche Entwicklung

- 2023
- 2022
- 2021
- 2020
- 2019

Abbildung 19: Einzelkarte gelöster Phosphor von 2019-2023

Gelöster Phosphor [mg/l P] - 2019-2023

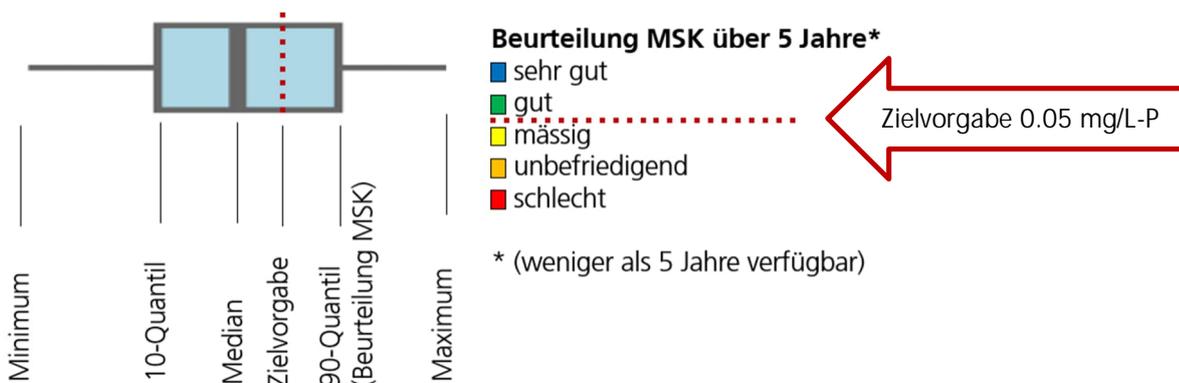
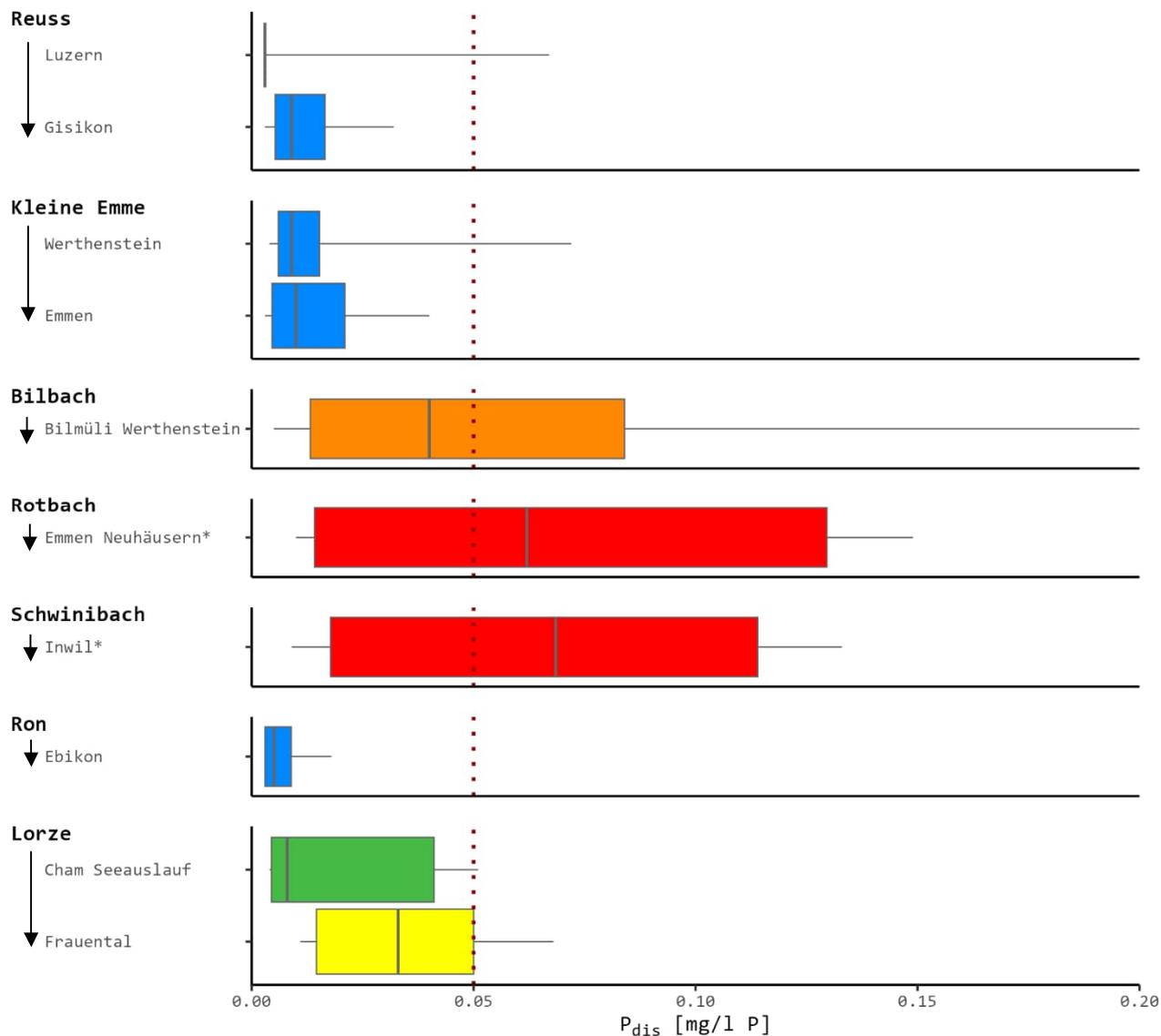


Abbildung 20: Boxplot der gelösten Phosphorkonzentrationen der Jahre 2019-2023.



8 Ortho-Phosphat

8.1 Erläuterungen

Phosphat gelangt diffus aus der Landwirtschaft und punktuell über Abwassereinleitungen und Regenüberläufe in die Gewässer. Der Ausbau der Abwasserreinigung und das seit 1986 in Kraft getretene Phosphatverbot in Textilwaschmitteln sowie Massnahmen in der Landwirtschaft haben zu einer deutlichen Reduktion des Phosphateintrages in die Oberflächengewässer geführt.

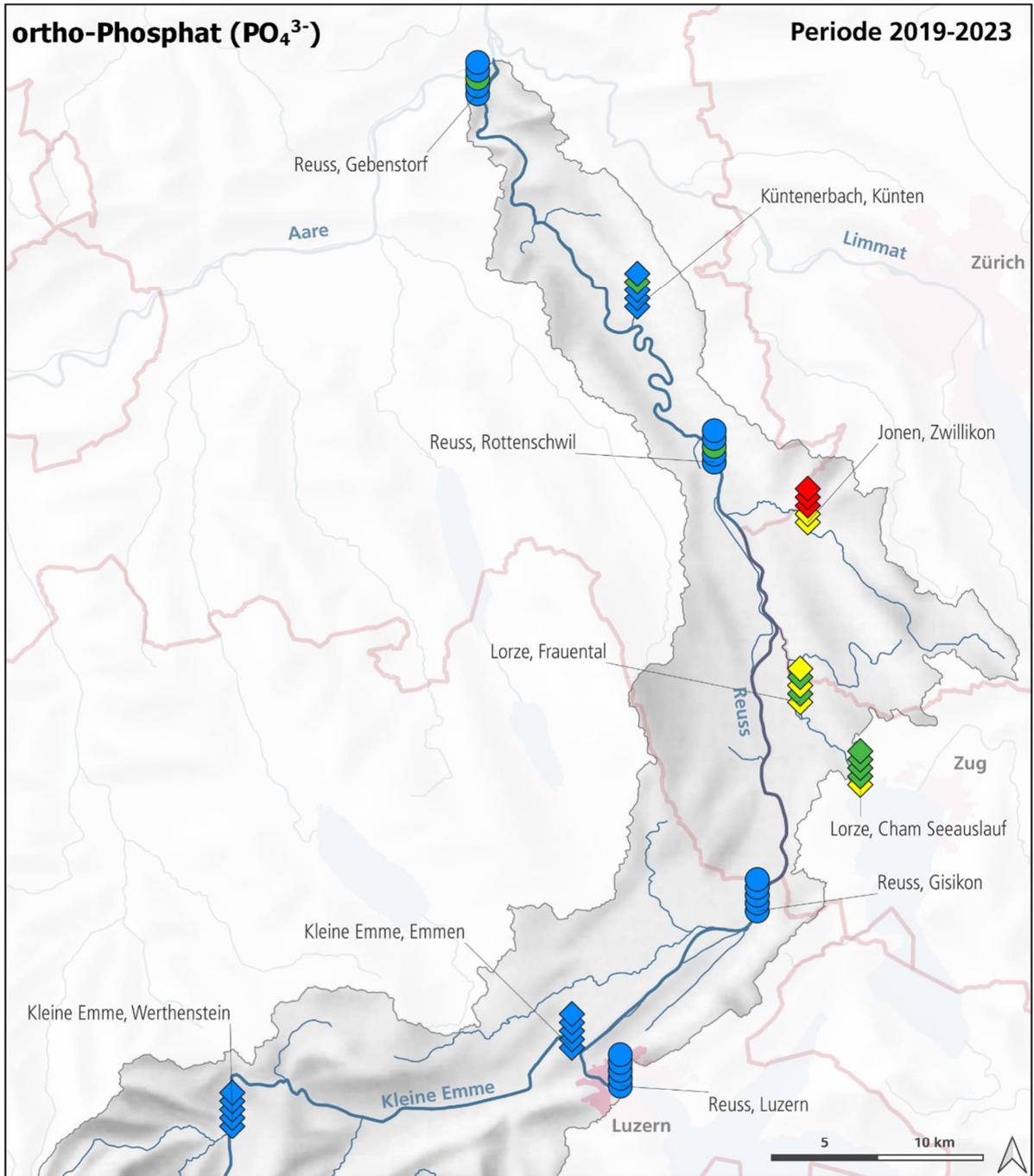
Ortho-Phosphat (PO_4^{3-}) stellt die für Pflanzen physiologisch direkt und am schnellsten wirksame Phosphorkomponente dar und ist ein Indikator für die anthropogene Belastung eines Gewässers. Die Gewässerschutzverordnung legt für ortho-Phosphat keine numerischen Anforderungen fest. Die Zielvorgabe gemäss dem Modul-Stufen-Konzept «Chemie, Nährstoffe» des Bundesamtes für Umwelt liegt bei 0.04 mg/l P.

8.2 Beobachtung

In der Reuss werden die Zielvorgaben bezüglich ortho-Phosphat stets eingehalten. Ausser der Kleinen Emme werden im Kanton Luzern keine Seitengewässer der Reuss auf ortho-Phosphat überprüft. Die Kleine Emme wird in allen Jahren als sehr gut bezüglich der ortho-Phosphat Belastung bewertet. Bei der Lorze kommt es teilweise zu Überschreitungen der Zielvorgabe, wobei die Belastung in Frauental gegenüber dem Seeauslauf erhöht ist. In der Jonen wird die Zielvorgabe weiterhin nicht eingehalten.

8.3 Interpretation

Der Abfluss der Lorze führt jeweils im Winter und Frühling eine erhöhte Grundlast an Phosphor aus dem eutrophen Zugersee. Dies ist die Folge der P-Mobilisierung aus der Seetiefe durch die winterliche Zirkulation im See (siehe auch Fact-Sheet 5 Chemische Gesamtbeurteilung). Falls in den kommenden Jahren mit technischer Belüftung eine Mobilisierung des Phosphors im Tiefenwasser umgesetzt wird, sind im Winter erhöhte Ortho-Phosphat Werte in der Lorze zu erwarten. Die in Frauental gegenüber dem Seeauslauf beobachtete erhöhte Belastung mit ortho-Phosphat ist durch Hochwasserentlastungen von Mischabwasser vor der ARA Schönau, die Einleitung des gereinigten Abwassers sowie durch landwirtschaftliche Einträge aus dem Zwischeneinzugsgebiet verursacht. Grund für die schlechten Beurteilungen der Jonen ist hingegen vor allem das schlechte Verdünnungsverhältnis des eingeleiteten gereinigten Abwassers aus der Abwasserreinigungsanlage. Im Vergleich zur letzten Beurteilungsperiode von 2014-2018 sind keine Änderungen der Beurteilungsklassen in den untersuchten Gewässern festgestellt worden.



Hintergrund: © Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Bundesamt für Umwelt BAFU

Grundlagen

- Gewässer
- Siedlungsgebiet
- Kantongsgrenzen

Messtellen

- Reuss
- ◆ Seitengewässer

Bewertung

- sehr gut
- gut
- mässig
- unbefriedigend
- schlecht
- keine Daten

Zeitliche Entwicklung

- 2023
- 2022
- 2021
- 2020
- 2019

Abbildung 21: Einzelkarte ortho-Phosphat von 2019-2023.



ortho-Phosphat [mg/l P] - 2019-2023

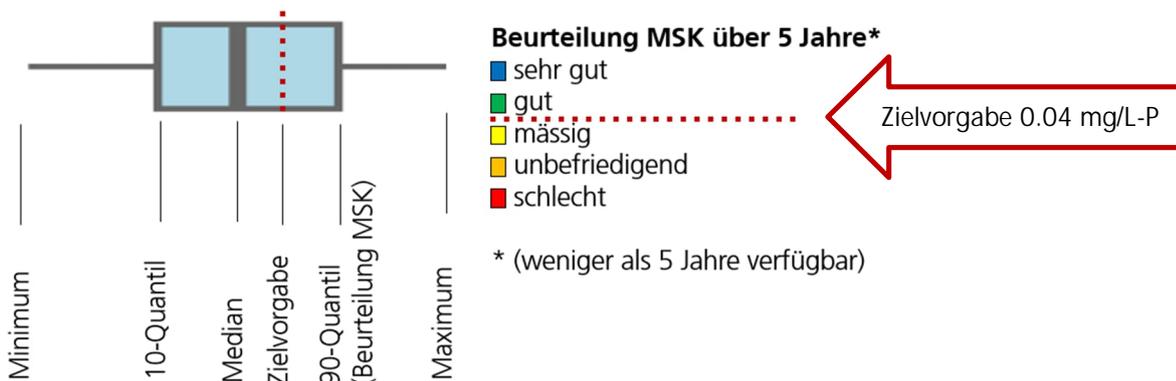
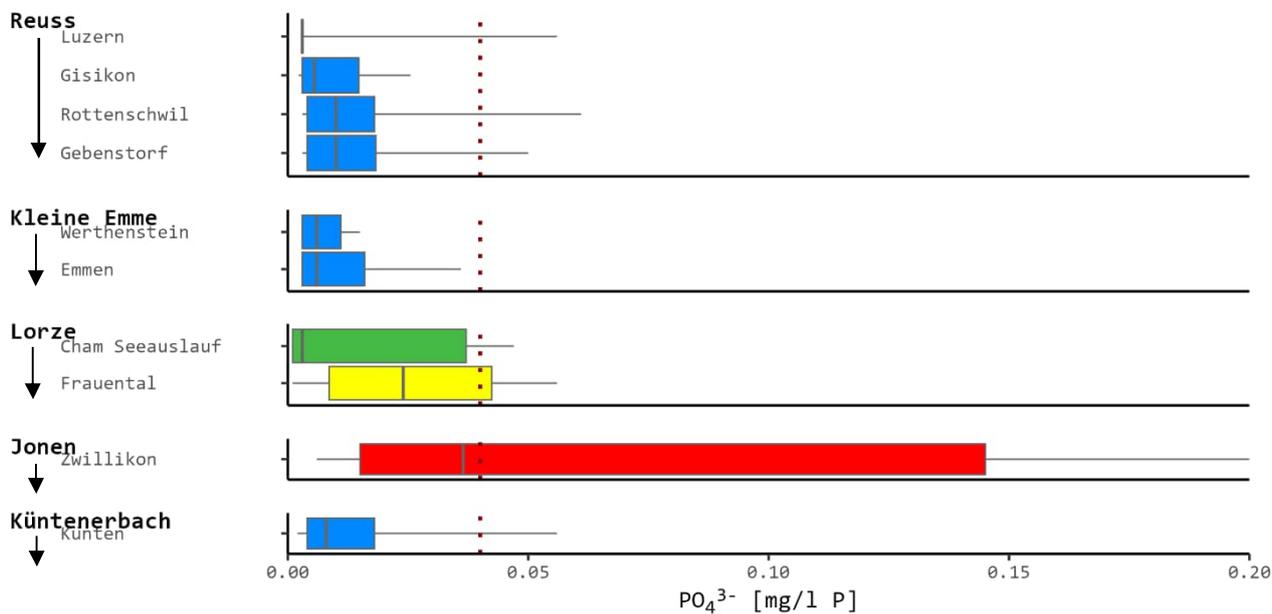


Abbildung 22: Boxplot der ortho-Phosphatkonzentrationen der Jahre 2019-2023.

9 Gelöster organischer Kohlenstoff

9.1 Erläuterungen

Der gelöste organische Kohlenstoff DOC (Dissolved Organic Carbon) ist ein Indikator einerseits für die zivilisatorische Belastung eines Gewässers mit leicht abbaubaren organischen Substanzen, andererseits für die Belastung der Fließgewässer durch den Abbau von natürlichem organischem Material aus den Böden des Einzugsgebietes. In Seeausflüssen ist die DOC-Konzentration abhängig vom Trophiegrad des Sees (vgl. Reuss Luzern und Lorze Cham). Natürlicherweise erhöhte DOC-Konzentrationen finden sich in Bächen aus Moorgebieten oder in walddreichen Einzugsgebieten. Die Gewässerschutzverordnung legt für DOC je nach natürlicher Hintergrundbelastung eine Anforderung von 1 bis 4 mg/l C fest. Für die Mittellandregion und die Lorze haben die Anrainerkantone die Anforderung für DOC auf 2 mg/l, für die Kleine Emme in Emmen, die Ron, den Rotbach, den Schwinibach und den Küntenerbach auf 3 mg/l sowie für die Kleine Emme in Werthenstein, den Bilbach und die Jonen auf 4 mg/l festgelegt.

Tabelle 9: DOC Zielwerte der Messstellen im Einzugsgebiet der Reuss

Messstelle	Gewässer	DOC Zielwert (mg/l)
Luzern	Reuss	2
Gisikon	Reuss	2
Rottenschwil	Reuss	2
Gebenstorf	Reuss	2
Werthenstein	Kleine Emme	4
Emmen	Kleine Emme	3
Bilmüli Werthenstein	Bilbach	4
Emmen Neuhäusern	Rotbach	3
Inwil	Schwinibach	3
Ebikon	Ron	3
Cham Seeauslauf	Lorze	2
Frauental	Lorze	2
Zwillikon	Jonen	4
Künten	Küntenerbach	3

9.2 Beobachtungen

Während bei den Messstellen der Reuss in Luzern und Gisikon die Zielvorgabe für die Jahre 2019-2023 eingehalten werden, verschlechtert sich der Zustand weiter flussabwärts. In Rottenschwil wird im Jahr 2023 die Zielvorgabe überschritten. In Gebenstorf wird die Zielvorgabe nur in den Jahren 2020 und 2022 eingehalten und den übrigen drei Jahren nicht erreicht.

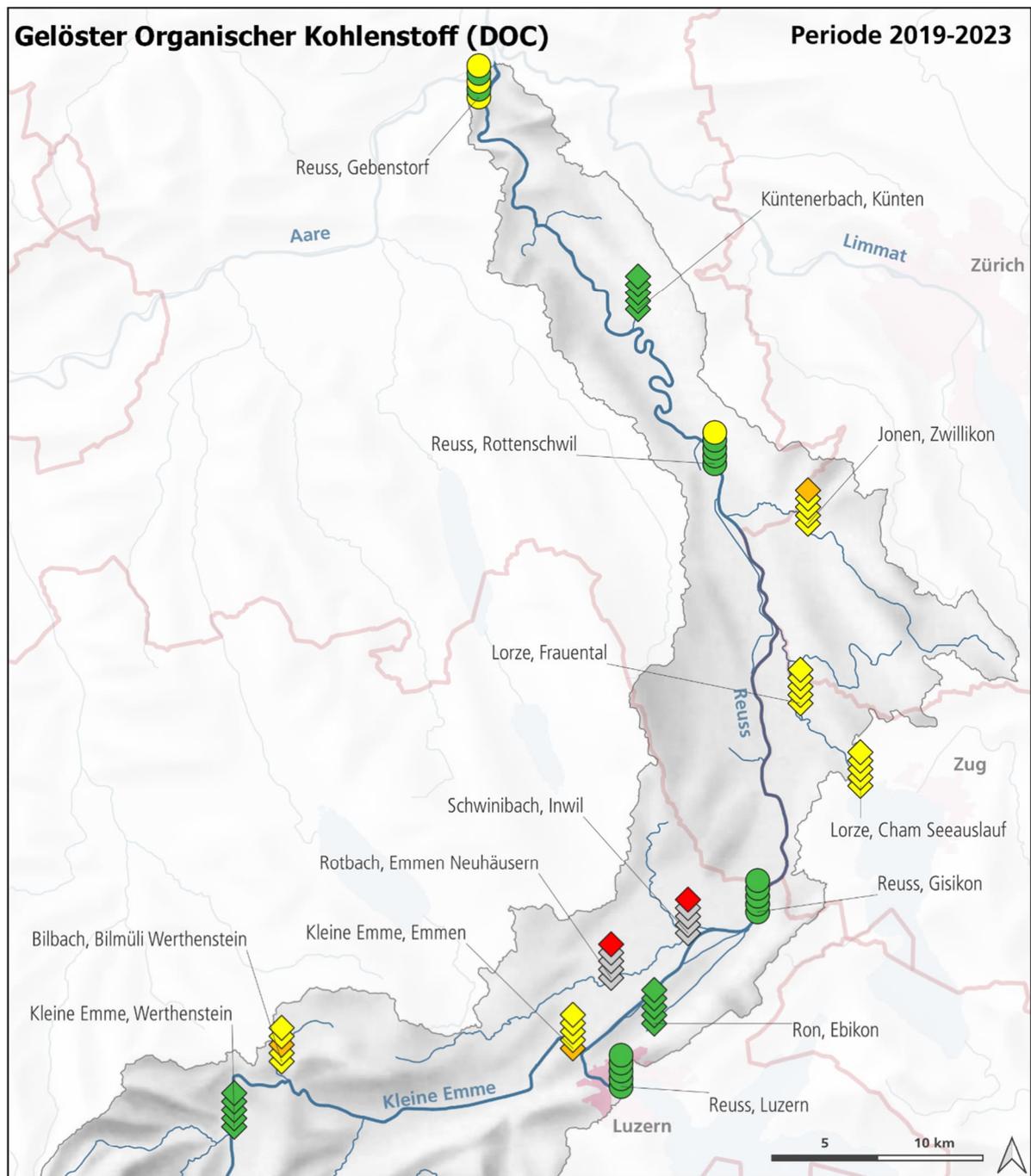
Auch bei den Seitengewässern wird die Zielvorgabe teilweise nicht eingehalten. An der Kleinen Emme in Werthenstein sind die Beurteilungen stets gut. Weiter unterhalb in Emmen sind sie allerdings bereits mässig oder sogar unbefriedigend. Im Bilbach sind sie in allen Jahren der Beurteilungsperiode mässig oder unbefriedigend. Ebenfalls werden die Zielvorgaben im Rotbach, Schwinibach, Lorze sowie der Jonen nicht eingehalten. Die Beurteilungen der Ron und des Küntenerbachs bezüglich der DOC-Belastung sind hingegen gut.



9.3 Interpretation

Die Überschreitungen der Zielvorgaben an der Reuss entstehen durch Abschwemmungen in Perioden mit besonders starken Niederschlägen. Da der BSB₅ in der gleichen Periode die Zielvorgaben stets einhält, handelt es sich wahrscheinlich um natürliches, nicht leicht abbaubares Material.

Im Vergleich zur letzten Beurteilungsperiode von 2014-2018 konnten nur wenige Veränderungen der Bewertungen festgestellt werden. Die leichte Verschlechterung der Bewertung der Reuss in Rottenschwil und Gebenstorf lassen sich durch natürliche Ereignisse erklären.



Hintergrund: © Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Bundesamt für Umwelt BAFU

Grundlagen

- Gewässer
- Siedlungsgebiet
- Kantonsgrenzen

Messtellen

- Reuss
- ◇ Seitengewässer

Bewertung

- sehr gut
- gut
- mässig
- unbefriedigend
- schlecht
- keine Daten

Zeitliche Entwicklung

- 2023
- 2022
- 2021
- 2020
- 2019

Abbildung 23: Einzelkarte gelöster organischer Kohlenstoff (DOC) von 2019-2023.

DOC [mg/l C] - 2019-2023

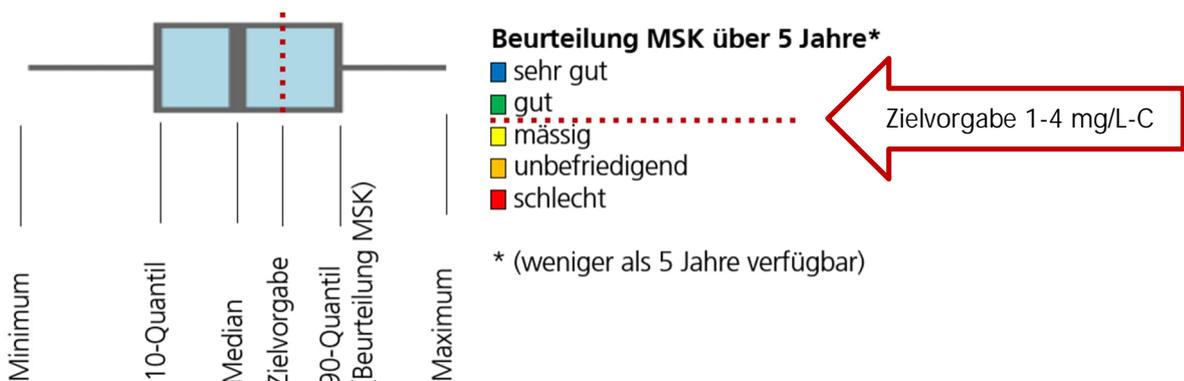
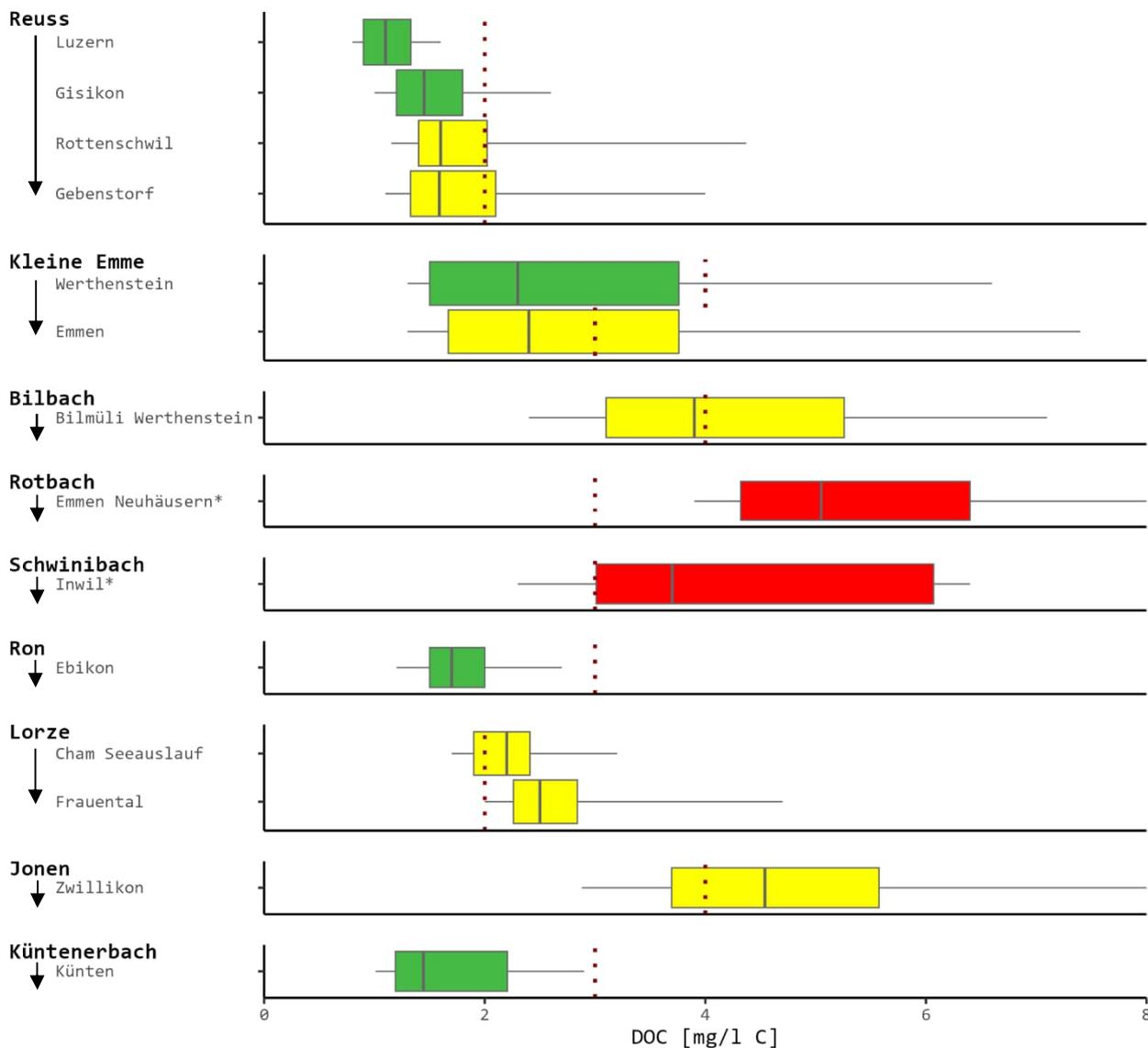


Abbildung 24: Boxplot des gelösten organischen Kohlenstoffs der Jahre 2019-2023.

10 Biochemischer Sauerstoffbedarf

10.1 Erläuterungen

Der biochemische Sauerstoffbedarf nach 5 Tagen (BSB₅) ist ein Mass für den Sauerstoffverbrauch durch biologische Abbauvorgänge innerhalb von 5 Tagen. Sauerstoffzehrende Substanzen sind u. a. organischer Kohlenstoff, Ammoniak, Nitrit, Schwefelwasserstoff und andere reduzierte Substanzen. Je nach natürlicher Vorbelastung eines Gewässers mit leicht abbaubaren organischen Substanzen, gilt in der Gewässerschutzverordnung eine Anforderung zwischen 2 und 4 mg/l Sauerstoff.

Für die Mittellandreuss und ihre Zuflüsse haben die Anrainerkantone die Anforderung für BSB₅ auf 3 mg/l O₂ festgelegt.

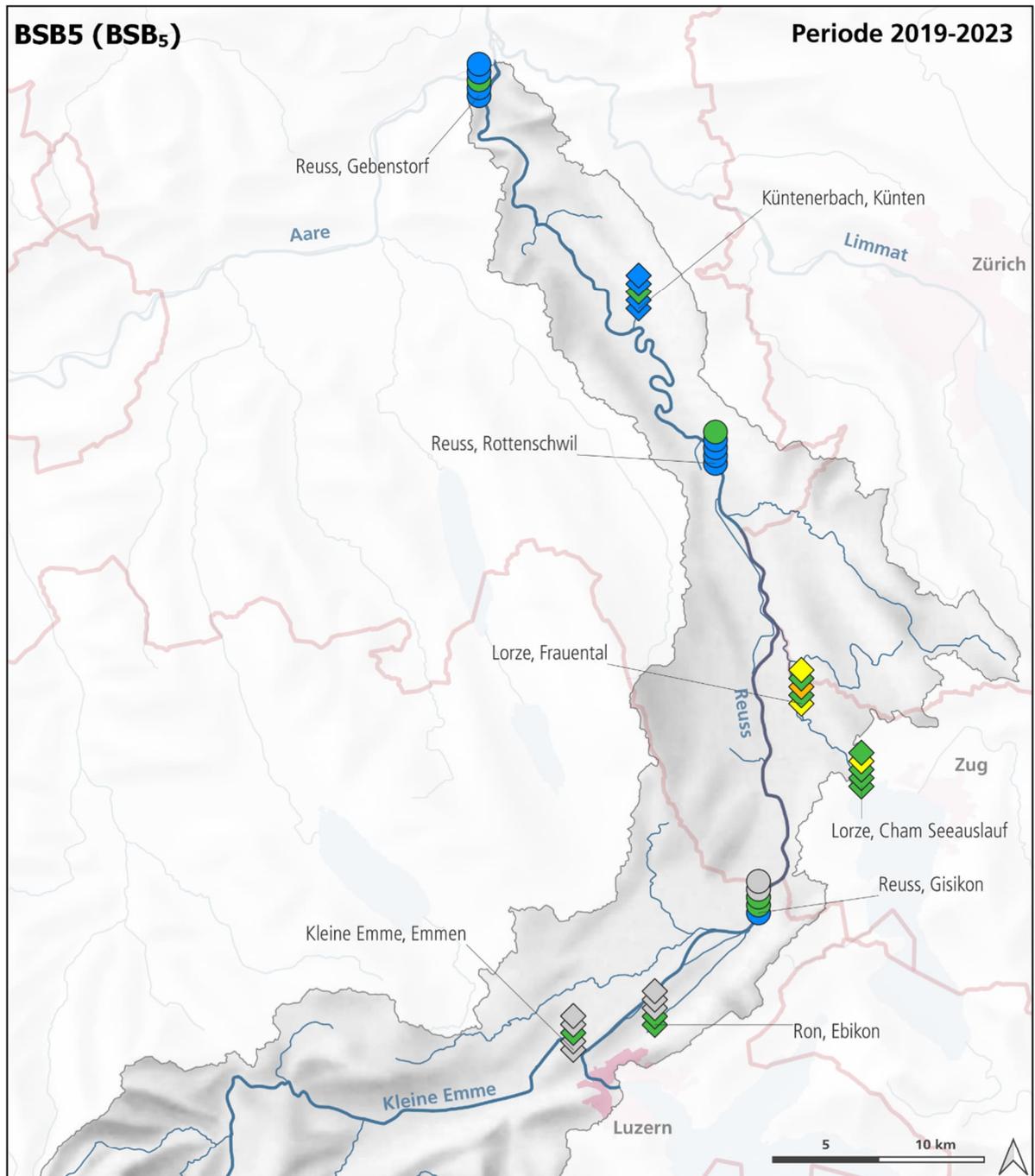
10.2 Beobachtungen

Der BSB₅ wurde in der Reuss bei Gisikon von 2019 bis 2021, bei Rottenschwil und Gebenstorf in allen Jahren des Untersuchungszeitraums sowie in den Seitengewässern Kleine Emme (Emmen) im Jahr 2021, Ron von 2019 bis 2020, Lorze und Küntenerbach beprobt. An allen Gewässern ausser an der Lorze werden die Zielvorgaben eingehalten.

10.3 Interpretationen

Dank dem Ausbau der Abwasserreinigung hat sich die Wasserqualität bezüglich der BSB₅-Belastung in den letzten 20 Jahren generell verbessert (siehe Abbildung 14). Insbesondere wurde von 2002 bis 2003 die Abwasserreinigungsanlage der Papierfabrik in Perlen und der REAL (2000-2005) saniert. Seit 2012 wird das gereinigte Abwasser der ARA Oberseetal, welche zuvor in die Ron eingeleitet hat, direkt in die Reuss eingeleitet.

Der erhöhte biochemische Sauerstoffbedarf in der Lorze ist durch den planktonreichen Seeauslauf des Zugersees erklärbar. Zusätzlich kommt es zu einer moderaten Nährstoffbelastung und Sauerstoffzehrung durch die Einleitung von gereinigtem Abwasser der ARA Schönau. Bei starkem Regen sind auch die Entlastungen von ungereinigtem, verdünntem Abwasser aus der Siedlungsentwässerung in die Lorze von Bedeutung für die Nährstoffkonzentration und Sauerstoffzehrung.



Hintergrund: © Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Bundesamt für Umwelt BAFU

Grundlagen

- Gewässer
- Siedlungsgebiet
- Kantongsgrenzen

Messtellen

- Reuss
- Seitengewässer

Bewertung

- sehr gut
- gut
- mässig
- unbefriedigend
- schlecht
- keine Daten

Zeitliche Entwicklung

- 2023
- 2022
- 2021
- 2020
- 2019

Abbildung 25: Einzelkarte des Biochemischen Sauerstoffbedarfs BSB₅ von 2019-2023.

BSB₅ [mg/l O₂] - 2019-2023

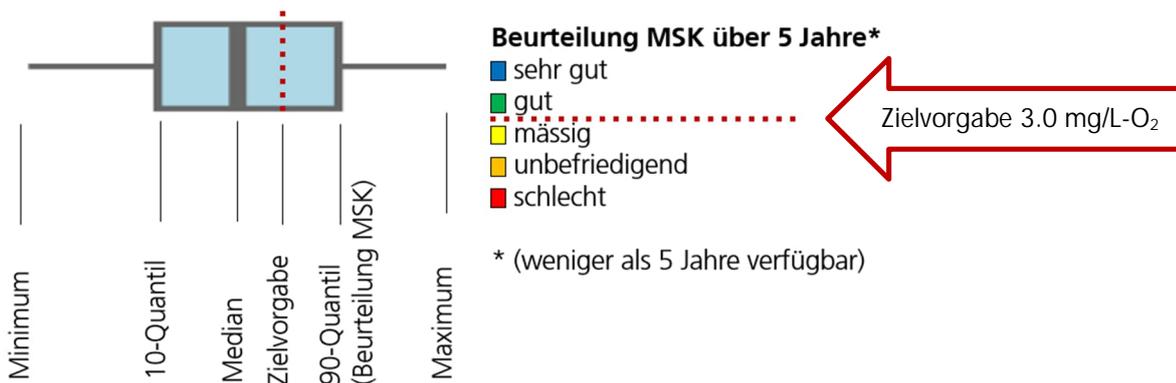
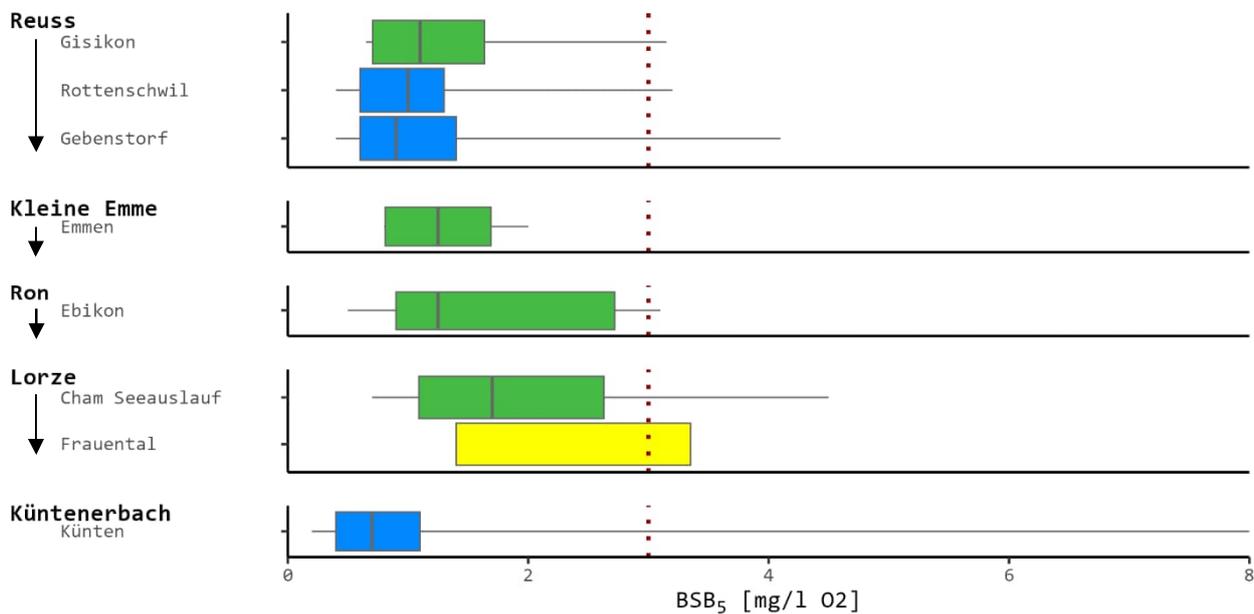


Abbildung 26: Boxplot des Biochemischen Sauerstoffbedarf BSB₅ der Jahre 2019-2023.



11 Ammonium

11.1 Erläuterungen

Ammonium (NH_4^+) gibt Aufschluss über die Belastung eines Gewässers durch kommunales Abwasser sowie durch Einträge aus der Abschwemmung und Auswaschung landwirtschaftlich genutzter Flächen. Je höher die Temperatur und der pH-Wert sind, desto stärker wird das Ammoniak/Ammonium-Gleichgewicht zugunsten des fischtoxischen Ammoniaks verschoben. Deshalb sind die Anforderungen in der Gewässerschutzverordnung in Abhängigkeit der Temperatur formuliert.

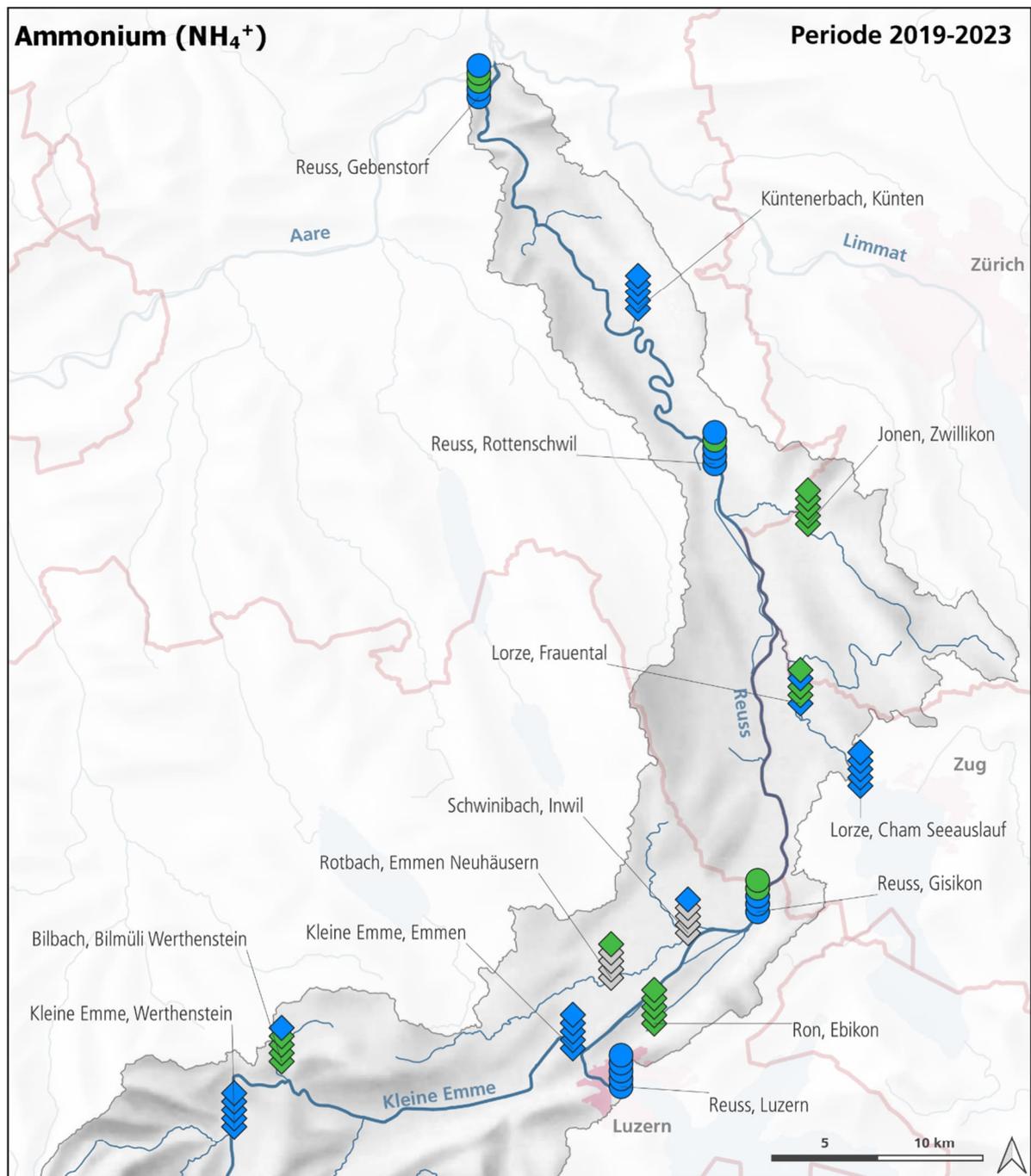
11.2 Beobachtungen

Die Zielvorgabe der Ammoniumbelastung wurde im Untersuchungszeitraum bei allen Messstellen eingehalten.

11.3 Interpretationen

Bei allen Messstellen und in allen Jahren von 2019 – 2023 wurden die Anforderungen der Gewässerschutzverordnung (GSchV) eingehalten. Bei den Messstellen, welche eine gute Beurteilung aufweisen, ist zwar ein anthropogener Einfluss sichtbar, jedoch führt dieser nicht zu einer übermässigen Beeinträchtigung der Gewässerökologie.

In der Ron, dem Auslauf des Rotsees, treten jeweils in der kalten Jahreszeit erhöhte Ammoniumkonzentrationen auf. Der Rotsee ist im Sommer geschichtet und in den tiefen Schichten anoxisch. Unter anoxischen Bedingungen entsteht im See durch biologische Prozesse Ammonium/Ammoniak. Im Winter wird der See gemischt und das Ammonium gelangt aus dem Tiefenwasser an die Oberfläche und damit in den Auslauf, wodurch vereinzelte Messwerte über der Zielvorgabe liegen können. Diese statistischen Ausreisser führen jedoch entsprechend der Bewertungsmethodik des Modul-Stufen-Konzept nicht zu ungenügender Beurteilung (Fact-Sheet 4).



Hintergrund: © Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Bundesamt für Umwelt BAFU

Grundlagen

- Gewässer
- Siedlungsgebiet
- Kantonsgrenzen

Messtellen

- Reuss
- ◆ Seitengewässer

Bewertung

- sehr gut
- gut
- mässig
- unbefriedigend
- schlecht
- keine Daten

Zeitliche Entwicklung

- 2023
- 2022
- 2021
- 2020
- 2019

Abbildung 27: Einzelkarte der Ammonium Beurteilung von 2019-2023.

Ammonium [mg/l N] - 2019-2023

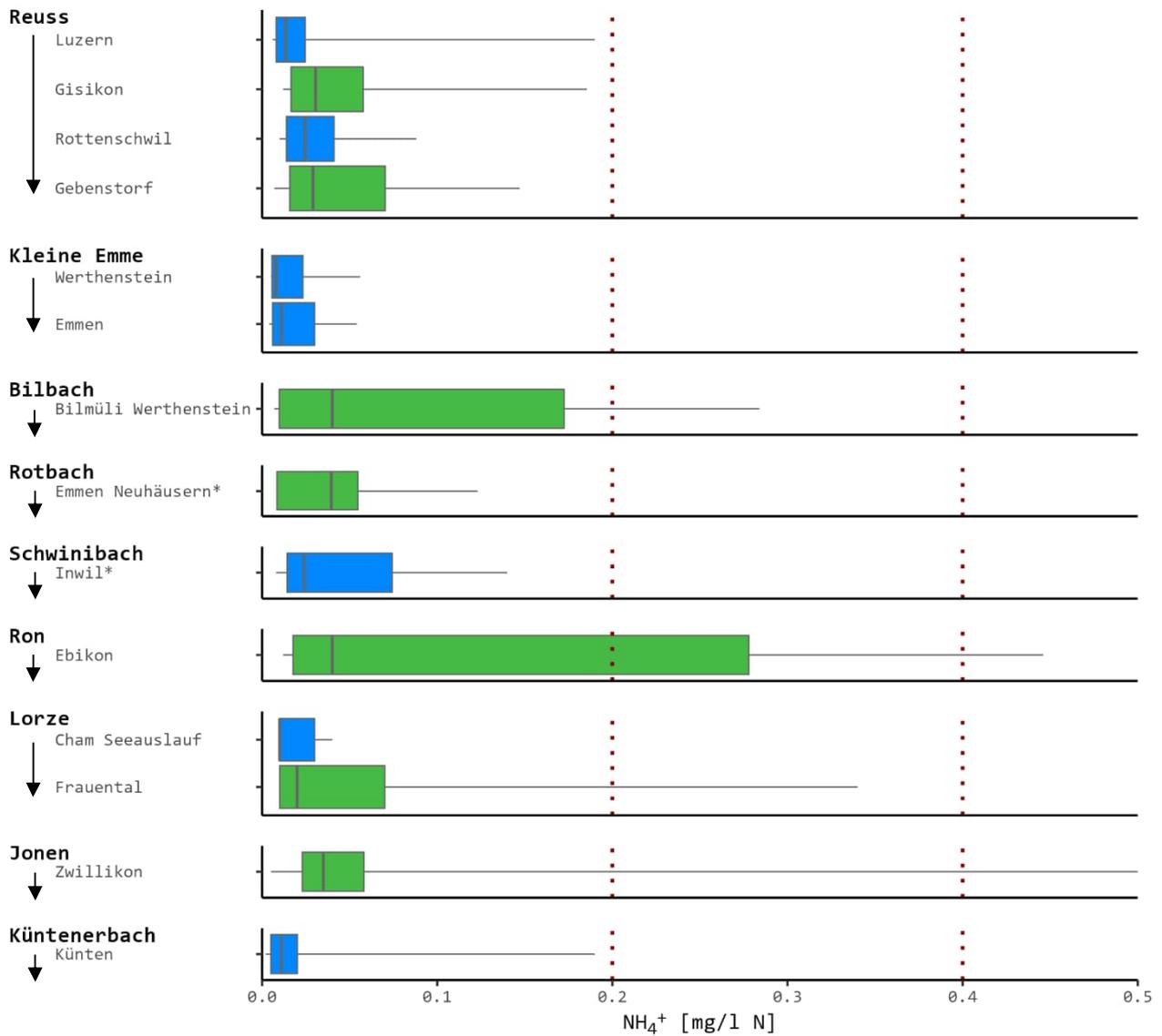


Abbildung 28: Boxplot der Ammoniumkonzentration der Jahre 2019-2023.

12 Nitrit

12.1 Erläuterungen

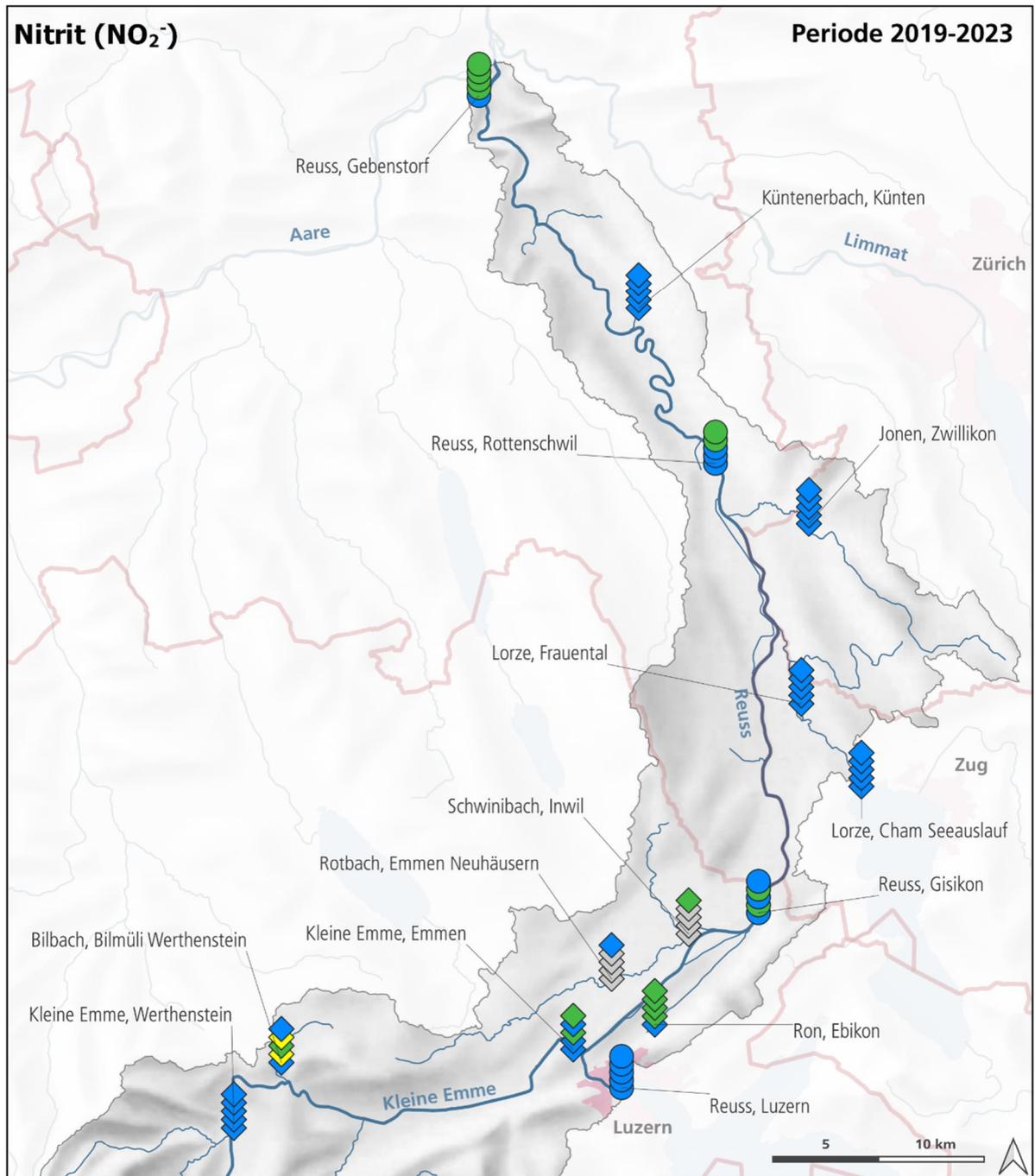
Nitrit (NO_2^-) ist stark fischgiftig, insbesondere für Salmoniden (lachs- und forellenartige Fische). Erhöhte Nitrit-Konzentrationen entstehen als Zwischenprodukt bei der Oxidation von Ammonium zu Nitrat oder unter anaeroben Bedingungen bei der Denitrifikation von Nitrat zu gasförmigem N_2O oder N_2 . Nitrit gelangt über Zellen in den Kiemen, die eigentlich für den Transport von Chlorid zuständig sind, ins Blut der Fische. Je mehr Chlorid im Wasser vorhanden ist, desto stärker sind diese Transporterzellen mit Chlorid besetzt, und desto schlechter wird das fischtoxische Nitrit von den Fischen aufgenommen. Die Fischtoxizität von Nitrit im Gewässer ist deshalb von der Chlorid-Konzentration abhängig. Sie wird deshalb bei der Beurteilung der NO_2^- Belastung mitberücksichtigt.

12.2 Beobachtungen

Die Zielvorgabe der Nitritbelastung wird in allen Gewässern ausser dem Bilbach eingehalten.

12.3 Interpretationen

Durch den Ausbau der Abwasserreinigungsanlagen ist die Nitrit-Belastung seit Mitte der 1990er-Jahre deutlich zurückgegangen. Besonders trifft dies für die Lorze und den dortigen Ausbau der ARA Schönau zu. Beim Bilbach führte die Einleitung von gereinigtem Abwasser der ARA Ruswil zu der erhöhten Belastung mit Nitrit. Die ARA Ruswil wurde jedoch im Jahr 2023 auf die ARA Blindei umgeleitet; die Nährstoffeinträge in den Bilbach sind somit bereits heute deutlich reduziert (siehe auch Fact-Sheet 22 Abwasserreinigung).



Hintergrund: © Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Bundesamt für Umwelt BAFU

Grundlagen

- Gewässer
- Siedlungsgebiet
- Kantongsgrenzen

Messtellen

- Reuss
- Seitengewässer

Bewertung

- sehr gut
- gut
- mässig
- unbefriedigend
- schlecht
- keine Daten

Zeitliche Entwicklung

- 2023
- 2022
- 2021
- 2020
- 2019

Abbildung 29: Einzelkarte der Nitrit Beurteilung von 2019-2023.

Nitrit [mg/l N] - 2019-2023

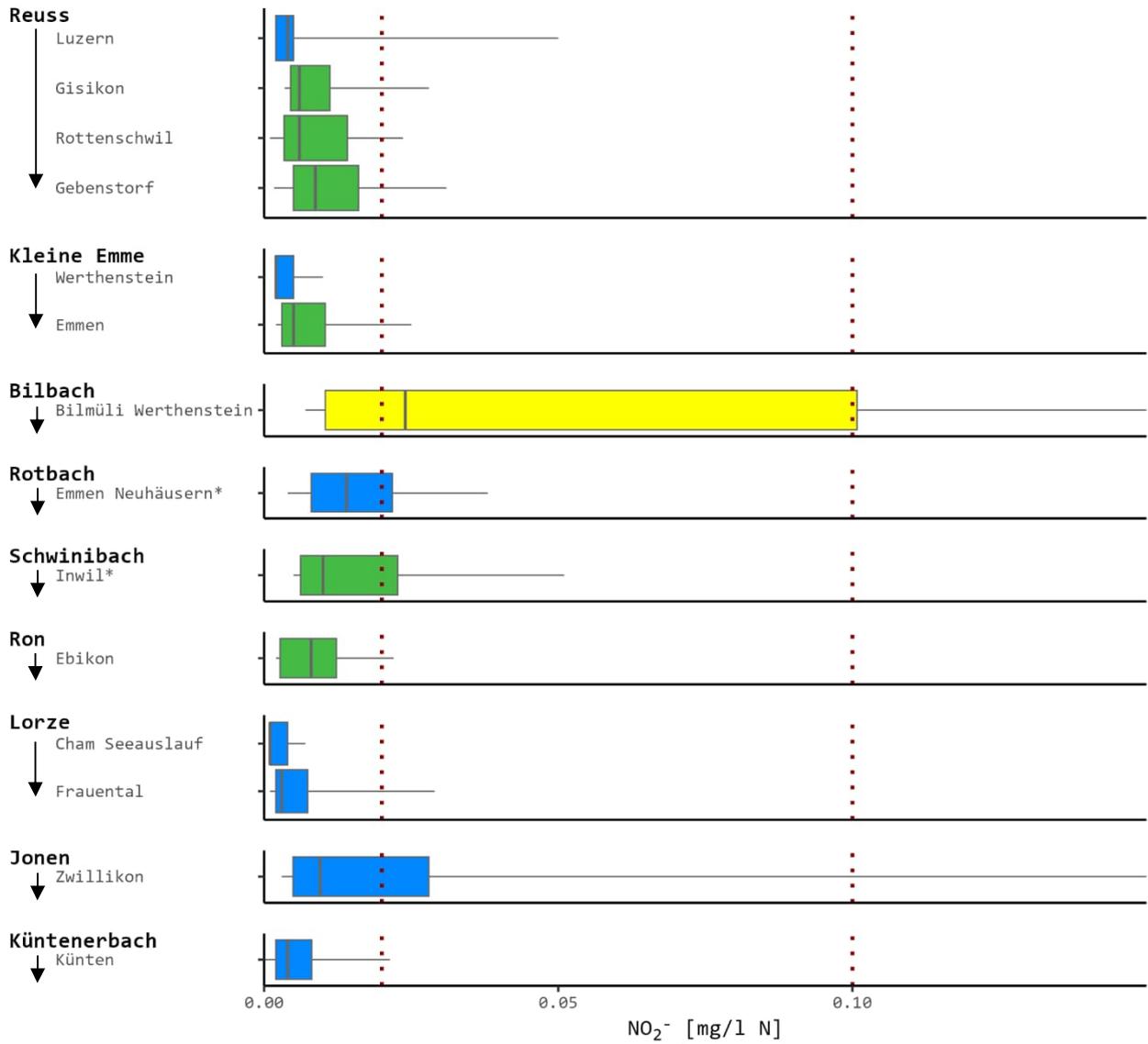


Abbildung 30: Boxplot der Nitritkonzentration der Jahre 2019-2023.

13 Nitrat

13.1 Erläuterungen

Der grösste Teil des anorganischen Stickstoffs liegt in Gewässern als Nitrat (NO_3^-) vor. Nitrat entsteht als Endprodukt bei der Nitrifikation. Dabei wird das schädliche Ammonium/Ammoniak zu dem für die Fließgewässer weitgehend unproblematischen Nitrat oxidiert. Erhöhte Nitratgehalte lassen auf Abschwemmung und Auswaschung von landwirtschaftlich genutzten Flächen oder auf die Einleitung von kommunalem Abwasser schliessen. Eine Limitierung der biologischen Produktion durch Nitrat ist in schweizerischen Fließgewässern die Ausnahme. Unter 10 mg/l Nitrat-N sind keine negativen Auswirkungen auf die Lebensgemeinschaften in Oberflächengewässern zu erwarten. Sehr hohe Konzentrationen von über 10 mg/L-N können jedoch negative Auswirkungen auf die Lebensgemeinschaften haben. Die Anforderung in der Gewässerschutzverordnung von 5.6 mg/l Nitrat-N gilt für Gewässer, welche der Trinkwassernutzung dienen, zum Beispiel bei der Nutzung von Uferinfiltrat.

13.2 Beobachtungen

An der Reuss wird die Zielvorgabe für Nitrat stets eingehalten und die Bewertungen sind mit einer Ausnahme im Jahr 2019 in Gebenstorf durchgehend sehr gut.

Von den untersuchten Seitenbächen erfüllen die Kleine Emme, Ron, Rotbach und Lorze die Zielvorgaben bezüglich der Nitratbelastung. Der Bilbach, der Schwinibach, die Jonen und der Küntenerbach weisen regelmässige Überschreitungen der Zielvorgaben auf. Besonders die Jonen weist eine starke Belastung mit häufig schlechten Beurteilungen auf.

13.3 Interpretation

Die durchgehend «sehr gute» Beurteilung der Reuss lässt darauf schliessen, dass die Abwasserreinigung im Einzugsgebiet gut funktioniert und keine übermässigen Abschwemmungen aus landwirtschaftlichen Flächen erhöhte Nitrat-Konzentrationen verursachen. Das grosse und hoch gelegene Einzugsgebiet der Reuss generiert zudem bedeutende Abflüsse, wodurch die Schadstofffracht effizient verdünnt wird.

Im Gegensatz dazu sind einige der untersuchten Seitengewässer deutlich durch zu hohe Nitrat-Konzentrationen belastet. Stark mit Nitrat belastet ist die Jonen. Die Belastung stammt aus dem gereinigten Abwasser der ARA Zwillikon. Die Nitratkonzentrationen der Jonen überschreiten regelmässig die kritische Grenze von 10 mg/L Nitrat-N. In den Jahren 2019 – 2022 war auch der Bilbach durch zu hohe Nitrat-Konzentrationen belastet. Durch den Anschluss an die ARA Blindei ist im Bilbach eine deutliche Verbesserung der Wasserqualität in der folgenden Messperiode zu erwarten. Ebenfalls eine positive Entwicklung ist beim Schwinibach zu erwarten, da die ARA Oberseetal an die ARA REAL angeschlossen wurde. Sowohl im Bilbach als auch im Schwinibach kann künftig eine Einhaltung der Nitrat - Grenzwerte dank diesen Anschlussprojekten erwartet werden (siehe auch Fact-Sheet 22 Abwasserreinigung). In der Lorze kann eine deutliche Zunahme des Nitrats zwischen Seeauslauf in Cham und Frauental beobachtet werden. Die Einträge in die Lorze stammen aus dem gereinigten Abwasser der ARA Schönau, ohne dass es jedoch zu einer Überschreitung des Grenzwertes für Nitrat kommt. Der Küntenerbach weist ebenfalls hohe Nitratkonzentrationen auf. Die hohen Nitratkonzentrationen könnten aus dem Grundwasser stammen, da dies mit Nitrat belastet ist. Im Gegensatz zum Bilbach, Schwinibach, Lorze und Jonen leitet keine ARA in den Küntenerbach ein, aus welcher oftmals hohe Nitratkonzentrationen stammen.

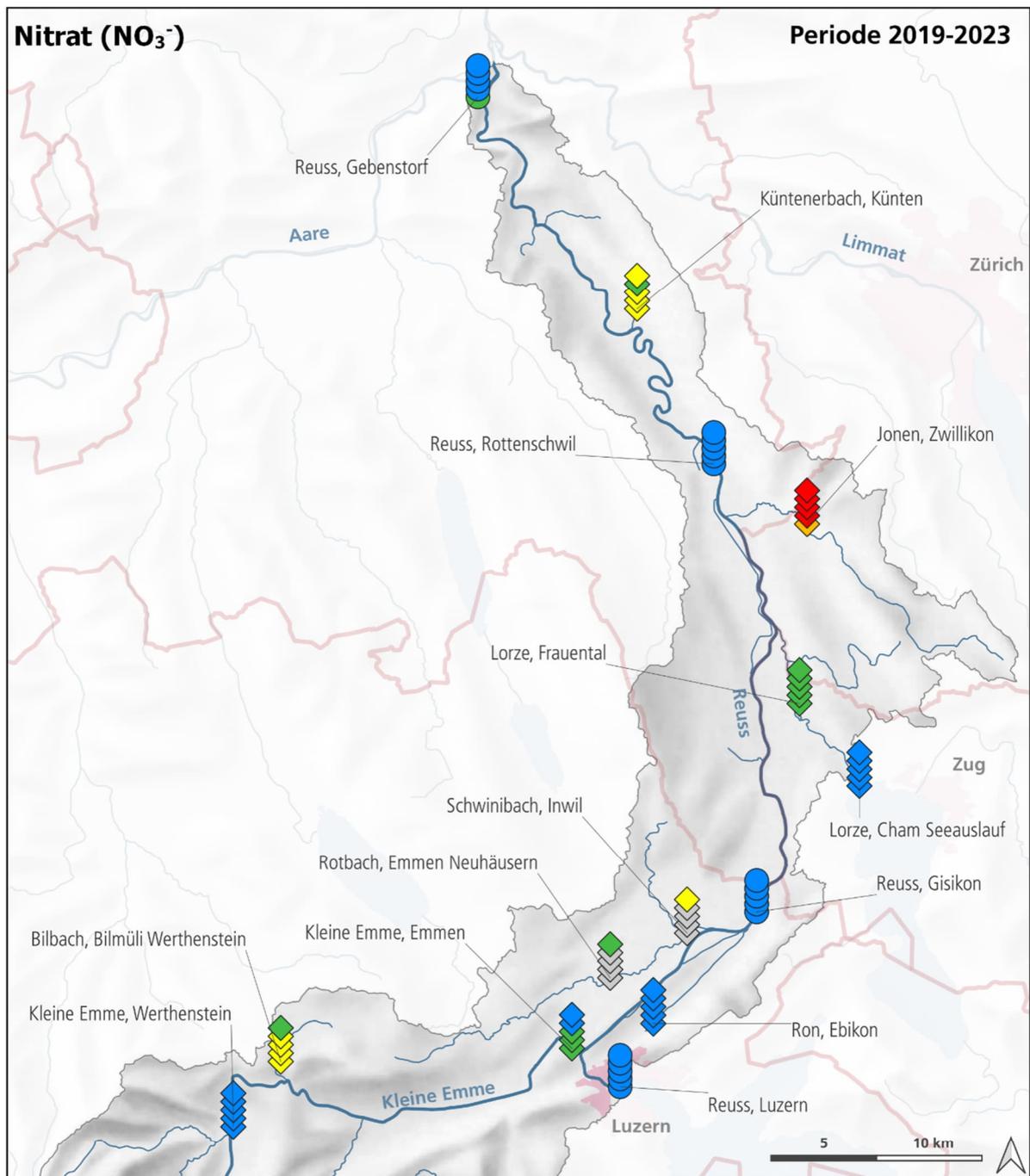


Abbildung 31: Einzelkarte der Nitrat Beurteilung von 2019-2023.

Nitrat [mg/l N] - 2019-2023

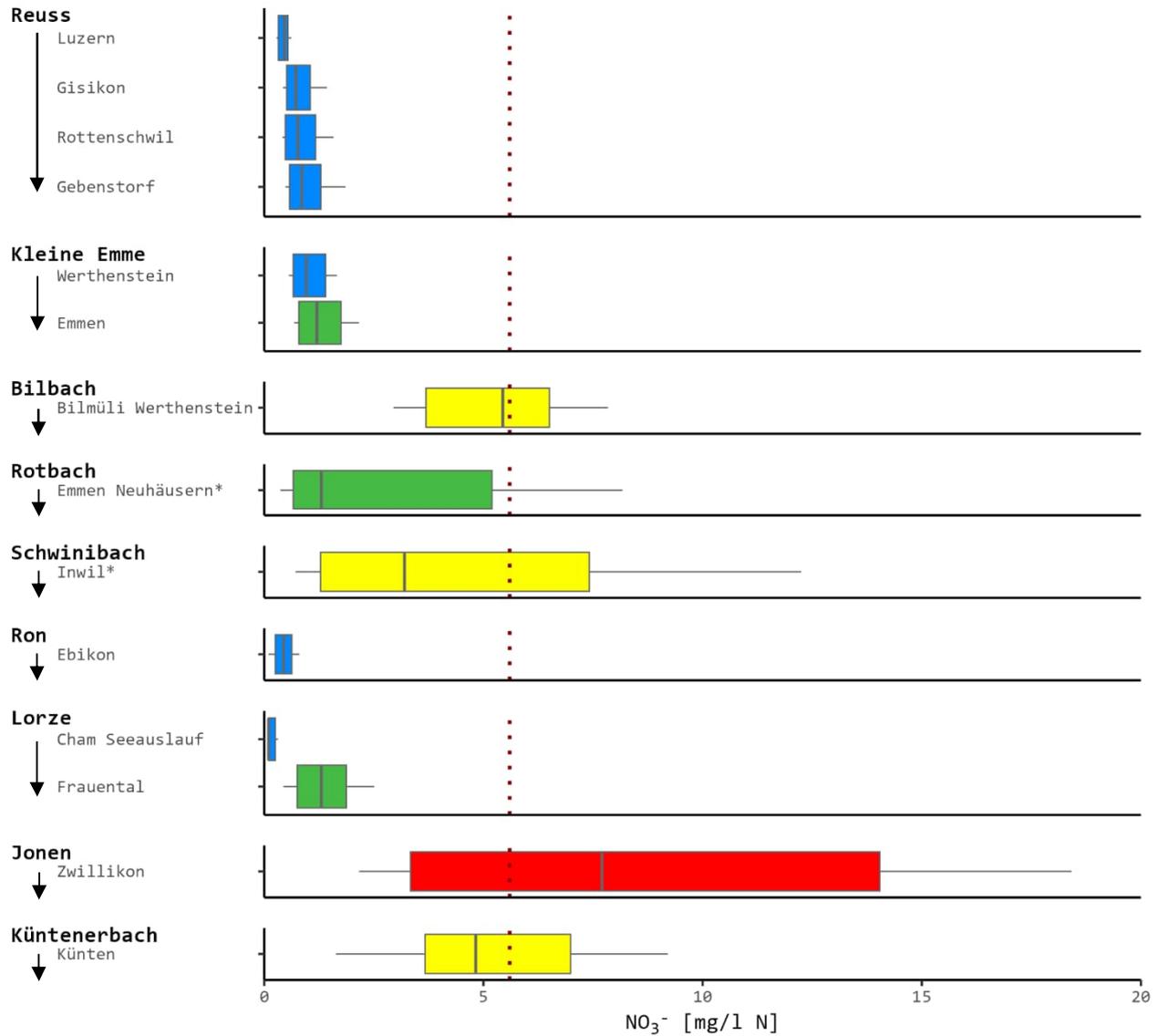


Abbildung 32: Boxplot der Nitratkonzentration der Jahre 2019-2023.

14 Chlorid

14.1 Erläuterungen

Chlorid (Cl⁻) kommt in den Gewässern natürlicherweise in kleinen Konzentrationen (2 bis 4 mg/l) vor. Im Mittelland beträgt der zivilisatorische Anteil der Chloridfracht in den Fliessgewässern rund 90 % (Streusalz, Hofdünger, Fällungsmittel in Abwasserreinigungsanlagen). Chlorid ist in grösseren Konzentrationen (> 200 mg/l) toxisch für Pflanzen und Algen. Chlorid reduziert die Fischtoxizität von Nitrit. Deshalb wird für die Beurteilung der Nitritbelastung der Chloridgehalt mitberücksichtigt. Die Gewässer-schutzverordnung und das Modul-Stufen-Konzept «Chemie, Nährstoffe» des Bundesamtes für Umwelt enthalten keine numerischen Anforderungen oder Zielvorgaben für Chlorid. Zur Beurteilung der Chlorid-Belastung wird deshalb im vorliegenden Bericht die Zielvorgabe von 26 mg/l Cl⁻ gemäss dem Modul-Stufen-Konzept «Kieselalgen» (→ [Modul-Stufen-Konzept Kieselalgen](#)) verwendet.

14.2 Beobachtungen

Seit Anfang der 1990er-Jahre hat der Auftausalzverbrauch in der Schweiz deutlich zugenommen, trotz der Abnahme der Frosttage. Gleichzeitig ist auch die Chloridkonzentration in der Reuss und ihren Zuflüssen angestiegen. Besonders betroffen sind die mittलगrossen Zuflüsse, welche dicht besiedelte Einzugsgebiete aufweisen (z.B. Lorze bei Frauental und Jonen bei Zwillikon). Ebenso lässt sich im Bilbach eine hohe Salzkonzentration beobachten.

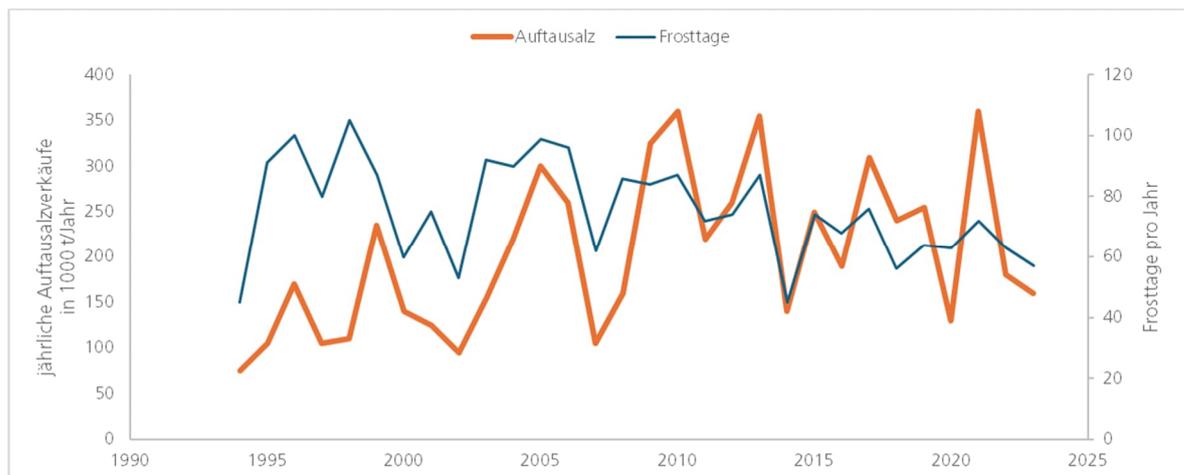
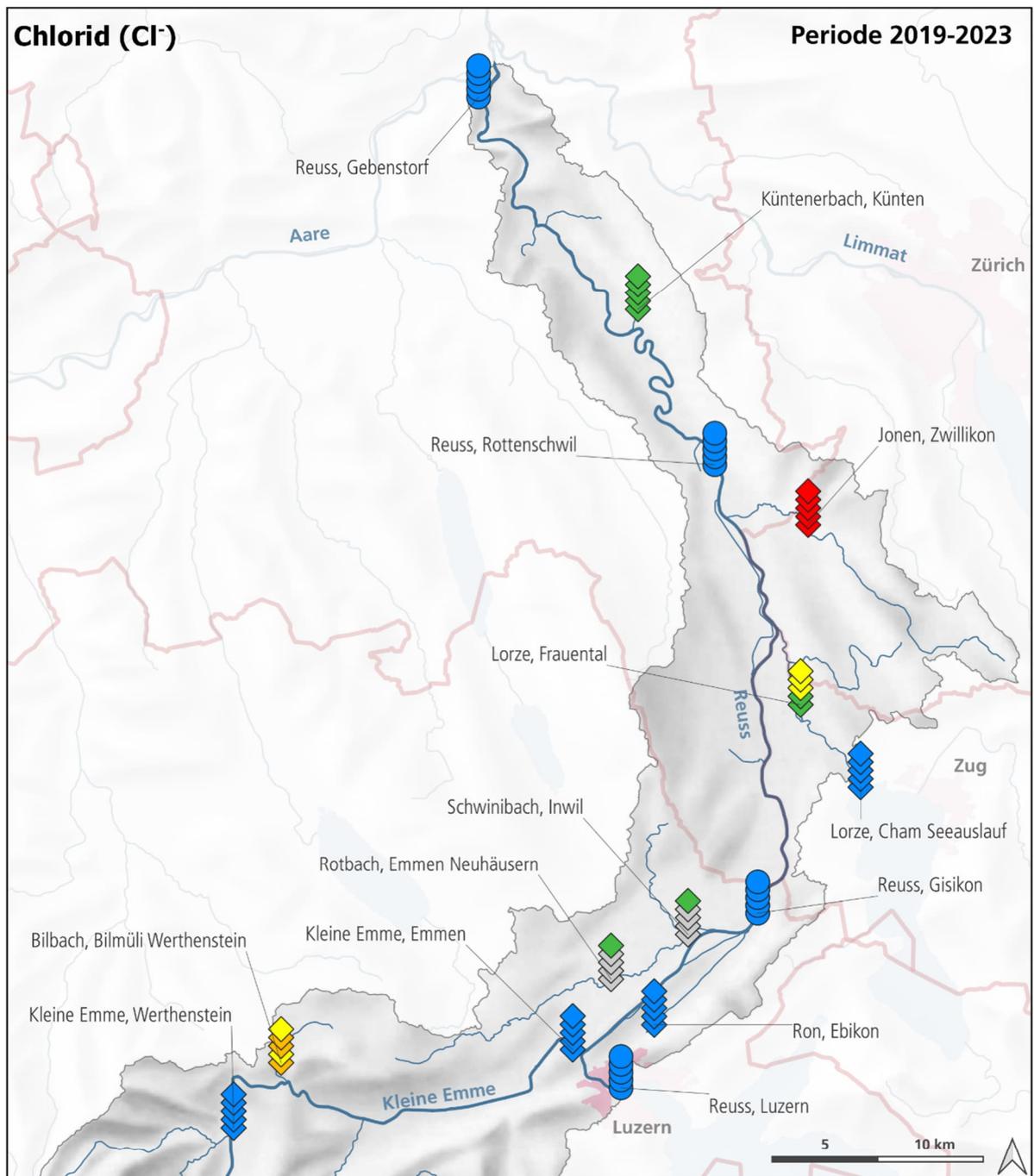


Abbildung 33: jährlicher Auftausalzverkauf in der Schweiz und Anzahl Frosttage in Luzern (Quellen: Schweizer Rheinsalinen www.salz.ch, [MeteoSchweiz Klimaindikatoren Luzern](#))

14.3 Interpretationen

Chlorid ist einer der wenigen untersuchten Parameter, bei dem im Einzugsgebiet der Mittelland-reuss eine Zunahme der Konzentration in den letzten Jahren festgestellt werden konnte. Die Gründe dafür sind die wachsenden Siedlungsräume und die Zunahme des Verkehrsaufkommens mit in der Folge erhöhtem Streusalzeinsatz. Weitere Eintragsquellen sind quantitativ weniger bedeutend. Sehr hohe Chloridkonzentrationen können im Winter und lokal beschränkt aufgrund der Strassenräumung auftreten. Allerdings nehmen die Konzentrationen mit zunehmender Entfernung von der Quelle durch Verdünnung rasch ab. Um kritische Standorte in Gewässern zu identifizieren, wären weitergehende Analysen und lokale Messungen erforderlich. Dabei müssten die Ionenzusammensetzung, Wasserhärte des Gewässers und die unterschiedliche Sensitivität von Wasserlebewesen auf erhöhte Salzgehalte berücksichtigt werden. Vor allem Algen, Wasserpflanzen und Amphibien weisen bezüglich des Salzgehalts eine erhöhte Sensitivität auf.



Hintergrund: © Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Bundesamt für Umwelt BAFU

Grundlagen

- Gewässer
- Siedlungsgebiet
- Kantongsgrenzen

Messtellen

- Reuss
- Seitengewässer

Bewertung

- sehr gut
- gut
- mässig
- unbefriedigend
- schlecht
- keine Daten

Zeitliche Entwicklung

- 2023
- 2022
- 2021
- 2020
- 2019

Abbildung 34: Einzelkarte der Chloridbelastung von 2019-2023.

Chlorid [mg/l] - 2019-2023

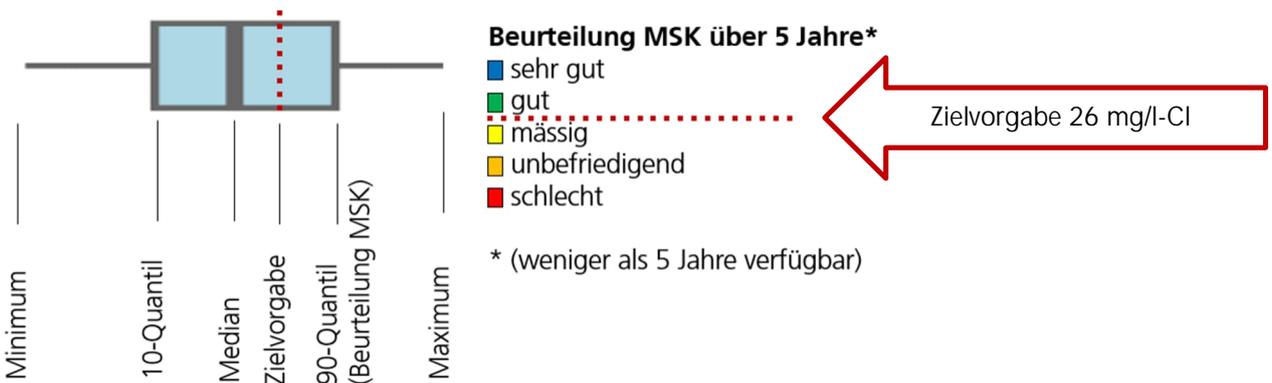
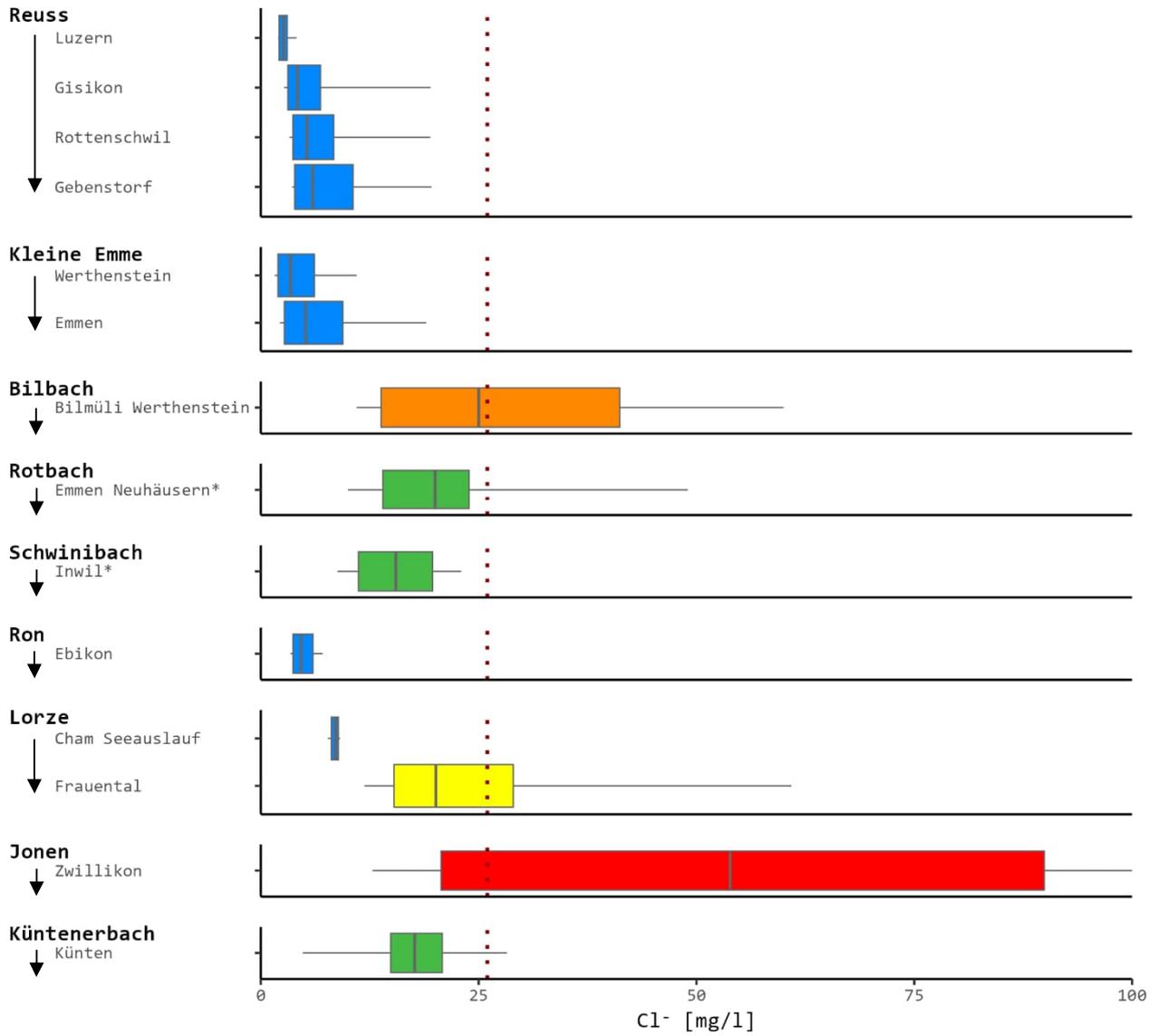


Abbildung 35: Boxplot der Chloridkonzentrationen der Jahre 2019-2023.

15 Leitfähigkeit

15.1 Erläuterungen

Die elektrische Leitfähigkeit ist ein Indikator für den Gehalt an gelösten Salzen. Sie wird hauptsächlich durch die Wasserhärte (Calcium, Magnesium, Bikarbonat) beeinflusst. Zu den Stoffen, die anthropogen eine erhöhte Leitfähigkeit in Gewässern auslösen, zählen die Nährstoffparameter Nitrat, Nitrit, Ammonium, Phosphat und Chlorid. Letzteres gelangt einerseits über Abwasser und andererseits vor allem im Winter als Streusalz in die Gewässer (Fact-Sheet 14). Weil die elektrische Leitfähigkeit vom Kohlensäure/Kalk-Gleichgewicht beeinflusst wird, ist sie sowohl von der Temperatur als auch von den biologischen Prozessen abhängig. Aufgrund der höheren Bioaktivität und der geringeren Löslichkeit von CO_2 bei höheren Temperaturen ist die Leitfähigkeit im Sommer tiefer als im Winter.

Die Gewässerschutzverordnung und das Modul-Stufen-Konzept «Chemie, Nährstoffe» des BAFU enthalten keine numerischen Anforderungen oder Zielvorgaben. Die Leitfähigkeit in natürlichen Oberflächengewässern liegt im Einzugsgebiet der Mittellandreuss in der Regel im Bereich von 200 bis 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. In kalkreichen Gebieten kann die geogen bedingte Leitfähigkeit auch deutlich höher liegen, in Silikatgewässern teilweise auch tiefer. In Seen ist die Leitfähigkeit wegen der biogenen Kalkausfällung tief.

Die elektrische Leitfähigkeit ist stark temperaturabhängig. Sie nimmt mit steigender Wassertemperatur um ca. 2 % pro 1 °C Temperaturzunahme zu. Leitfähigkeitsmesswerte sind deshalb standardmässig auf eine Referenztemperatur von 25 °C oder 20 °C bezogen und werden mit LF_{25} oder LF_{20} abgekürzt. Für den vorliegenden Reussbericht wurden alle Leitfähigkeitsmesswerte auf die Bezugstemperatur von 25 °C umgerechnet:

$$\text{LF}_{25} = \text{LF}_{20} / [1 + a (T - 25)] \quad \text{mit} \quad a = 0.019 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

15.2 Beobachtungen und Interpretationen

Besonders die untersuchten Seitenbäche mit dicht besiedelten Einzugsgebieten weisen eine hohe Leitfähigkeit auf. Unterhalb der Seen (Reuss in Luzern und Lorze in Cham) ist die Leitfähigkeit tief. Die höhere Leitfähigkeit korreliert in der Regel gut mit erhöhter Chloridkonzentration (Abbildung 36). Für eine Detektion kritischer, kurzfristiger Einleitungen von Schadstoffen würde sich die hochauflösende Messung der Leitfähigkeit eignen; dazu wären jedoch automatisierte Messstellen bei potenziell kritischen Gewässerabschnitten erforderlich.

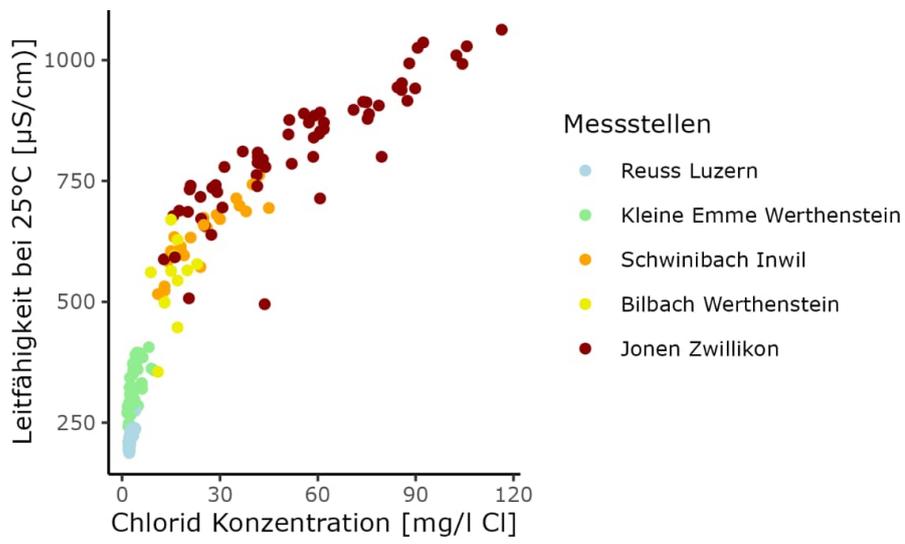


Abbildung 36: Die Leitfähigkeit in Abhängigkeit der Chlorid Konzentration für ausgewählte Gewässer.



Leitfähigkeit bei 25°C [$\mu\text{S}/\text{cm}$] - 2019-2023

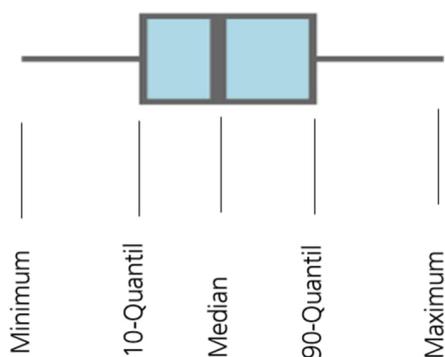
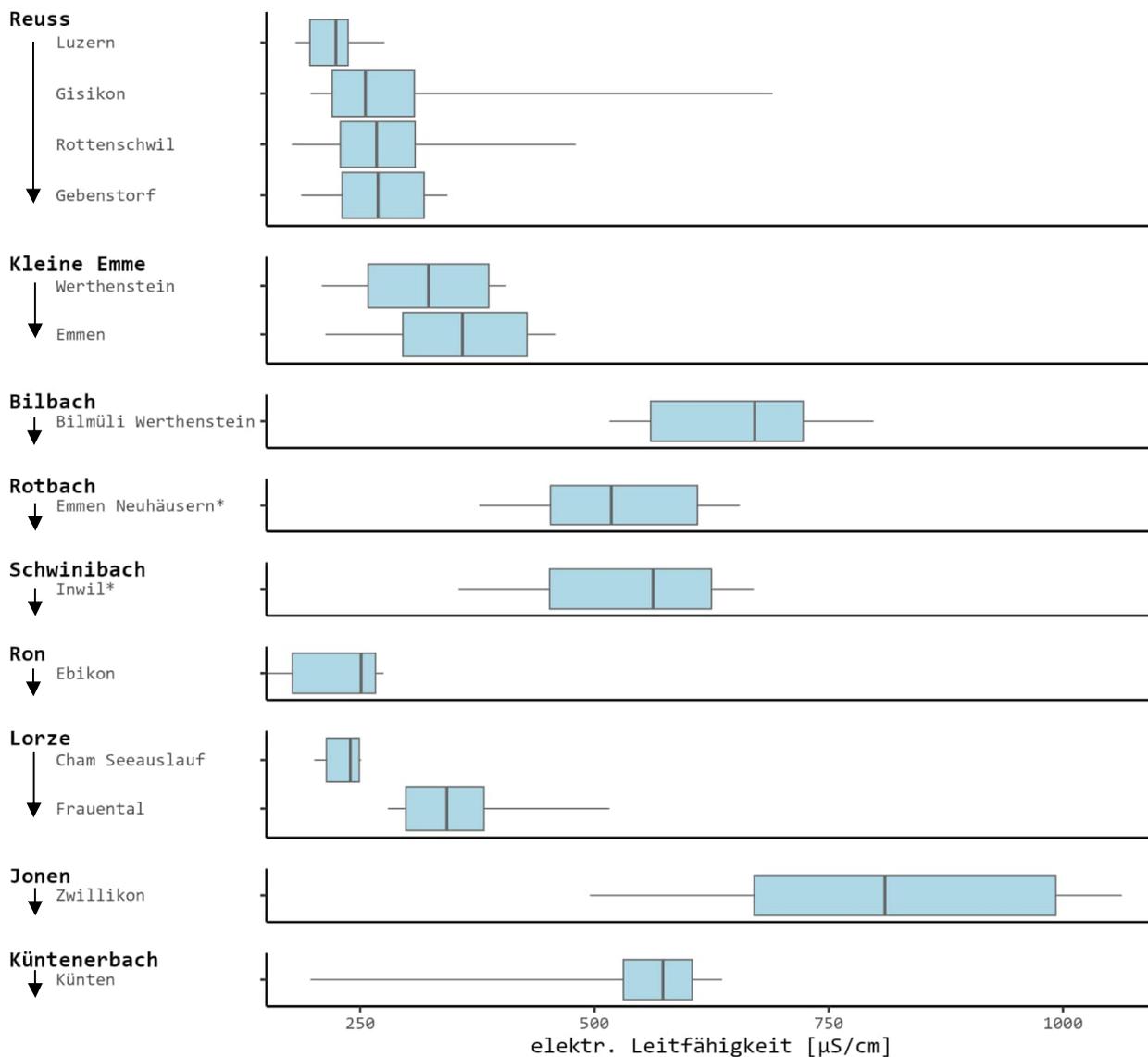


Abbildung 37: Boxplot der Leitfähigkeit der Jahre 2019-2023.

16 pH

16.1 Erläuterungen

Der pH-Wert eines Gewässers wird hauptsächlich durch das Kohlensäure/Kalk-Gleichgewicht, das heisst durch die geochemischen Verhältnisse im Einzugsgebiet, bestimmt. In kalkreichen Einzugsgebieten ist die Pufferkapazität des Wassers hoch und der pH-Wert liegt bei ungefähr 8. Weitere Einflussfaktoren sind die Temperatur und die biologischen Prozesse (Photosynthese, Respiration, Mineralisation organischer Stoffe). Mit zunehmender Temperatur nimmt die Löslichkeit von CO_2 ab, wodurch sich der pH-Wert erhöht. Bei der Photosynthese wird dem Wasser CO_2 und HCO_3^- entzogen, wodurch der pH-Wert steigt. pH-Werte über 9 begünstigen die Dissoziation von Ammonium zum fischtoxischen Ammoniak. Die pH-Werte in Gewässern sollten deshalb im Bereich von 6.5 bis 8.5 liegen. Eine kritische Höhe kann der pH-Wert bei erhöhter pflanzlicher Produktion in nährstoffreichen, langsam fließenden Gewässern ohne Schutz vor Sonneneinstrahlung erreichen. Da der pH-Wert jeweils zum Zeitpunkt der Probenahme der Stichprobe erfasst wird, können unterschiedliche pH-Werte verschiedener Messstellen nur sehr eingeschränkt miteinander verglichen werden. Für weitergehende Analysen wären kontinuierliche pH-Messungen erforderlich. In der Gewässerschutzverordnung ist der pH-Wert nicht quantitativ mit numerischem Grenzwert aufgeführt; es wird qualitativ «kein nachteiliger pH-Wert» verlangt.

16.2 Beobachtungen und Interpretationen

Die pH liegen bei den untersuchten Messstellen im Jahresmittel in der Regel zwischen 8.0 und 8.5. Der Median aller Messungen unterscheidet sich über alle Messstellen nur geringfügig, die Streuung der Einzelmessung ist bei einigen Messstellen jedoch hoch (z.B. Kleine Emme, Ron und Jonen). Einzelne Ausreisser könnten auch auf fehlerhafte Messungen hinweisen. Bei der Jonen in Zwillikon werden regelmässig recht tiefe Werte gemessen. Diese sind mit Einleitungen von gereinigtem Abwasser sowie Entlastungen der Siedlungsentwässerung erklärbar. Der pH-Wert lag jedoch bei allen Messungen immer über 6.5 und eine direkte negative Beeinflussung der Lebensgemeinschaften ist nicht zu befürchten. Für eine umfassende Beurteilung wären kontinuierliche Datenaufzeichnungen an potenziell kritischen Gewässerabschnitten erforderlich.

pH-Wert [-] - 2019-2023

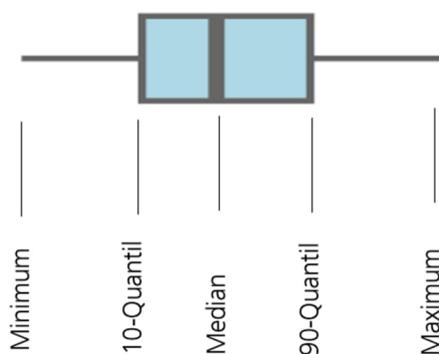
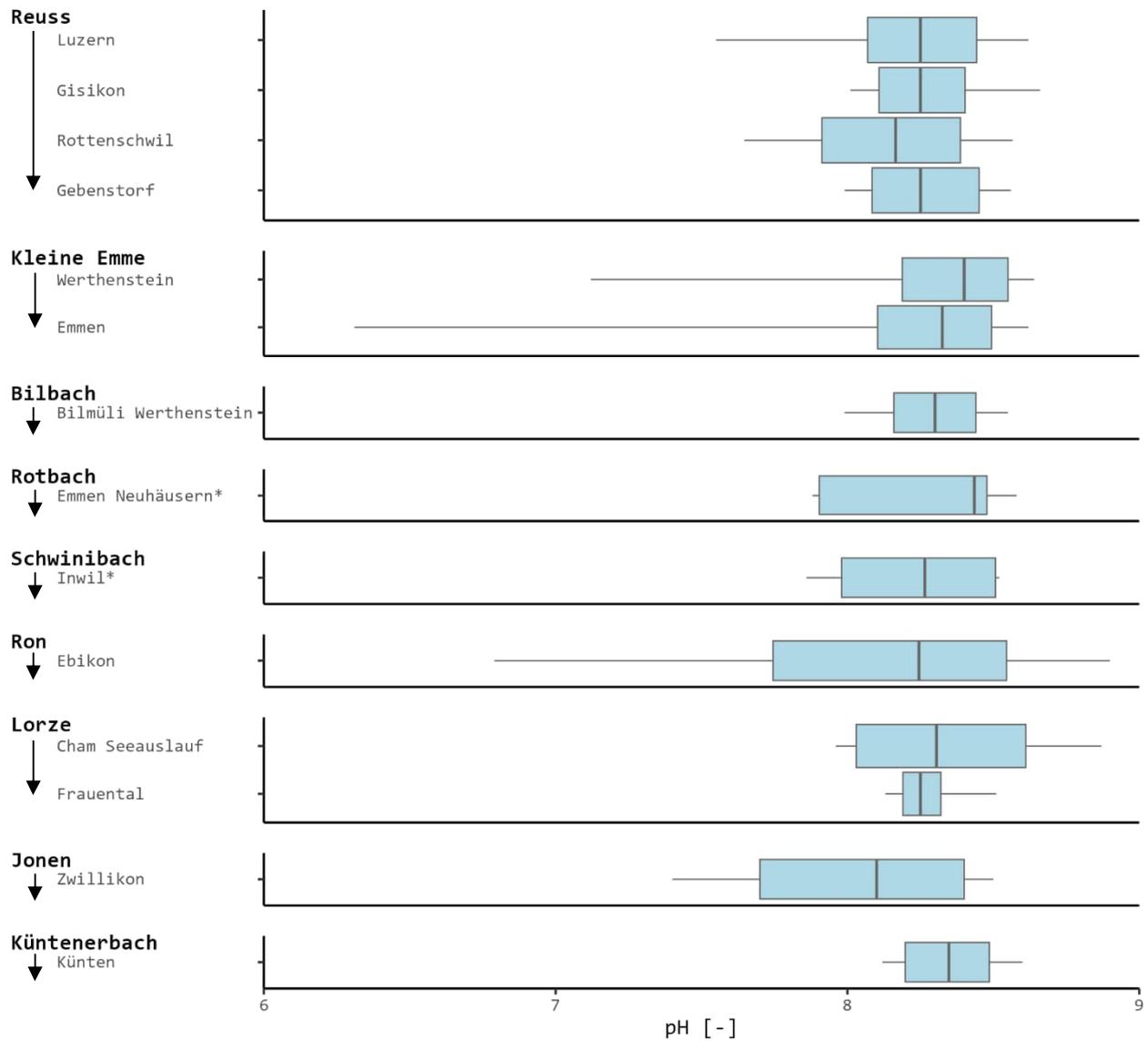


Abbildung 38: Boxplot der mittels Stichproben gemessenen pH-Werte der Jahre 2019-2023.

17 Gelöster Sauerstoff

17.1 Erläuterungen

Sauerstoff gelangt sowohl aus der Luft als auch durch Wasserpflanzen, die bei der Fotosynthese Sauerstoff abgeben, in die Gewässer. Die Sauerstoffaufnahme ist stark abhängig von der Temperatur und der Turbulenz der Gewässerabschnitte. Der gelöste Sauerstoff dient den Wasserorganismen zur Atmung und zum Stoffwechsel. Die Löslichkeit von Sauerstoff im Wasser nimmt mit steigender Temperatur ab. In den Gewässern besteht deshalb ein deutlicher Tages- und Jahresgang der Sauerstoffkonzentration und der Sauerstoffsättigung. Sauerstoff wird in Gewässern vor allem durch den Abbau von organischer Substanz verbraucht.

In der Gewässerschutzverordnung ist der Sauerstoffgehalt qualitativ ohne numerische Grenzwerte aufgeführt; es darf «kein sauerstoffarmer Zustand» vorkommen. Für Fische und andere Wassertiere kann ein Sauerstoffgehalt unter 4 mg/l kritisch werden. In Fließgewässern ist heute in der Regel der Sauerstoffgehalt im Jahresmittel kein Problemparameter mehr. Dank dem konsequenten Ausbau der Abwasserreinigung wurden die leicht abbaubaren organischen Substanzen massgeblich reduziert, wodurch sich auch der Gehalt an gelöstem Sauerstoff erholt hat. Kritische Situationen mit tiefer Sauerstoffkonzentration und hoher Wassertemperatur können in Hitzeperioden in Gewässerabschnitten auftreten, die sich stark erwärmen. Dabei kann die reduzierte Löslichkeit von Sauerstoff bei hohen Wassertemperaturen und der gleichzeitig erhöhte Sauerstoffbedarf von Fischen in Extremfällen zum Fischsterben führen.

17.2 Beobachtungen und Interpretationen

In der Mittellandreuss und den untersuchten Zuflüssen liegt der Sauerstoffgehalt meist über 8 mg/l. Im Rotbach, dem Ron und der Jonen werden regelmässig auch Sauerstoffgehalte zwischen 7 - 8 mg/l gemessen. Ungünstig auf den Sauerstoffgehalt in den Gewässern wirkt sich neben hoher Nährstoffkonzentration (Phosphat, etc.) besonders der Temperaturanstieg im Rahmen des Klimawandels (→ Fact-Sheet 18 Wassertemperatur) aus. Zusätzlich zur Sicherstellung der guten Wasserqualität können kritische Situationen für die aquatische Fauna (hohe Wassertemperatur und tiefer Sauerstoffgehalt) mit Massnahmen zur besseren Beschattung und mit morphologischen Massnahmen zur Erhöhung der Strömungsvariabilität entschärft werden.



Sauerstoff [mg/l] - 2019-2023

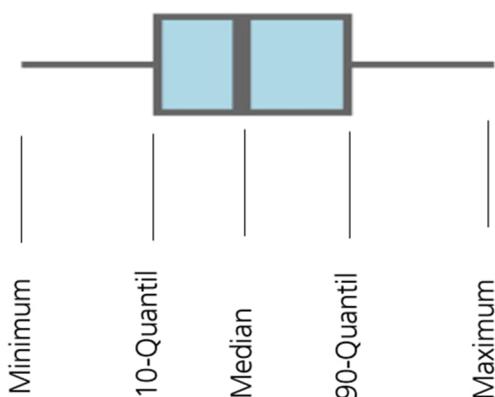
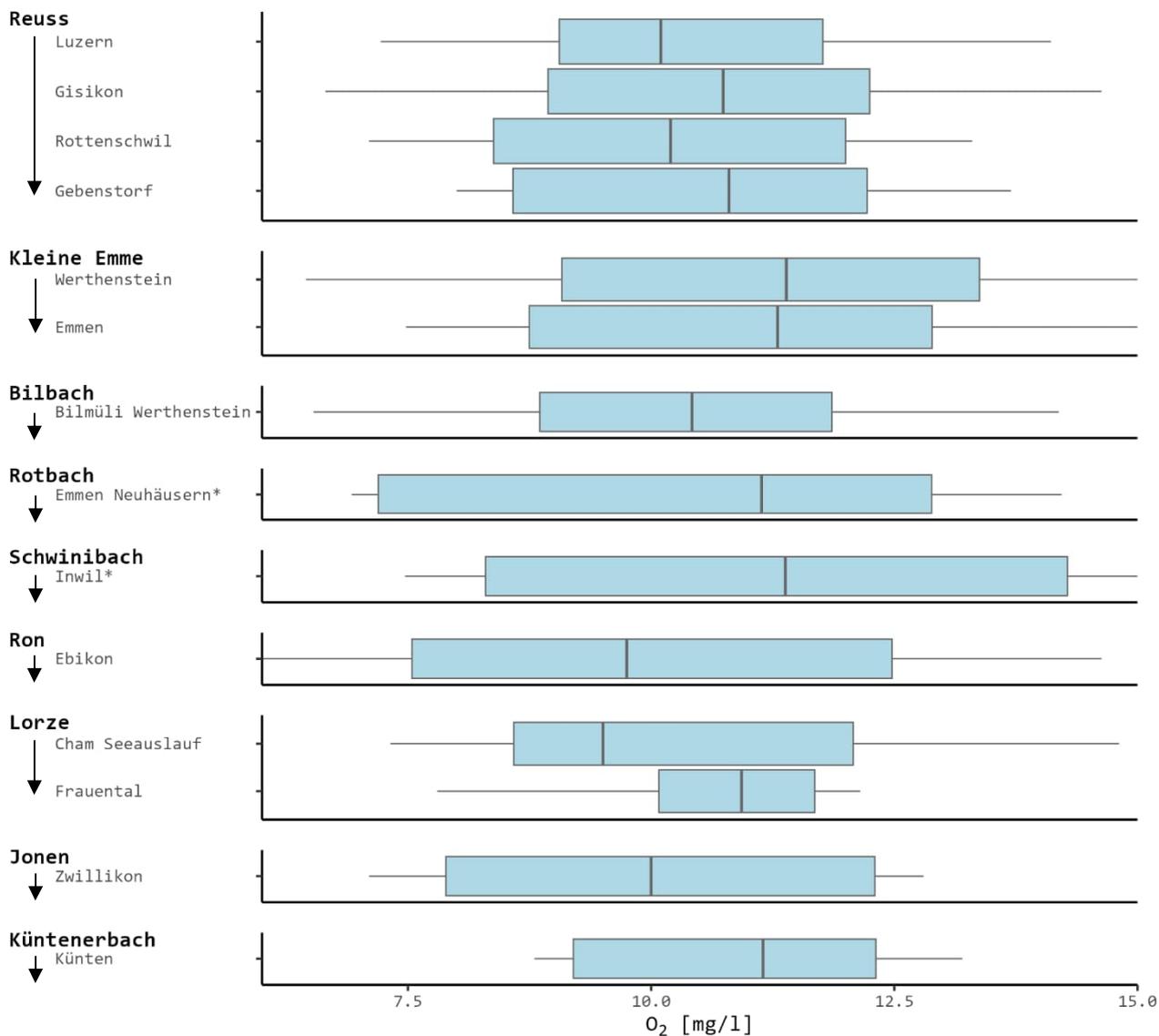


Abbildung 39: Boxplot der Sauerstoffkonzentrationen [mg/L O₂] der Jahre 2019-2023.

18 Wassertemperatur

18.1 Erläuterungen

Die Wassertemperatur beeinflusst wesentlich die chemischen und biologischen Prozesse in den Gewässern. Eine Veränderung der Wassertemperaturen, beispielsweise durch Kälte- und Wärmenutzungen sowie durch die Klimaerwärmung, hat Auswirkungen auf die aquatischen Lebensgemeinschaften. An kühlere Gewässer angepasste Lebewesen wie zum Beispiel die Äsche oder die Bachforelle sind durch eine Erwärmung besonders betroffen.

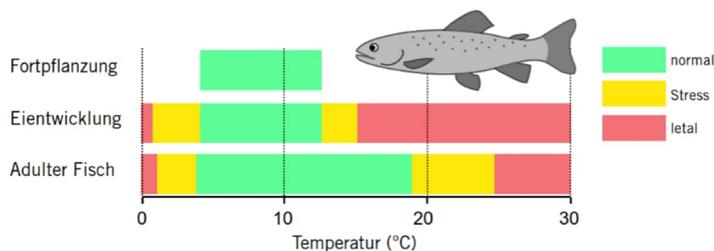


Abbildung 40: Temperaturtoleranzen der Bachforelle (Quelle: A. Kirchhofer, M. Breitenstein, Cercl'eau 2003, angepasste Darstellung aus Reussbericht 2014-2018)

Die in den letzten Jahrzehnten verstärkt stattfindende Einwanderung aquatischer Neobiota in die Gewässer des Alpenraumes hat einen direkten Zusammenhang mit der Klimaerwärmung und der damit in den Gewässern stattfindenden Temperaturerhöhung.

Die Wassertemperaturen schwanken sowohl im saisonalen Verlauf wie auch im Tagesverlauf stark. Eine Auswertung der Wassertemperaturen, welche bei den Probenahmen der Stichprobemessungen erfasst werden, ist nicht sinnvoll. Die Entnahme- und Messzeitpunkte sind über alle Messstellen nicht einheitlich und die Vergleichbarkeit dadurch nicht sichergestellt. Im Einzugsgebiet der Mittellandreuss werden jedoch an neun Messstellen kontinuierlich die Wassertemperaturen mittels Temperatursensoren hochaufgelöst gemessen. Anhand dieser kontinuierlichen Messdatenreihen lassen sich sowohl einige Gewässerabschnitte untereinander vergleichen als auch langfristige Trends erkennen.

18.2 Beobachtungen und Interpretation

Tages- und Monatsmitteltemperaturen bei den Messstellen

Die Mittellandreuss und die Lorze weisen von den untersuchten Fließgewässern die höchsten mittleren Wassertemperaturen auf. Die tief gelegenen Einzugsgebiete und die Lage unterhalb der Seen führen zu deutlich erhöhten Temperaturen gegenüber der Kleinen Emme und der einmündenden Seitengewässer. Der saisonale Temperaturverlauf variiert nur wenig, bei den sommerlichen Höchsttemperaturen zwischen Juli und September treten die grössten jährlichen Temperaturunterschiede auf. Während der 5-jährigen Messperiode traten in der Reuss sowohl in Luzern als auch in Mellingen im Juli und August regelmässige Durchschnittstemperaturen von über 20°C auf. Über lange Zeiträume bewirkt dies bei standorttypischen Fischarten wie der Bachforelle bereits Stress.

Für die Beurteilung der Wassertemperaturen liegen keine numerischen Grenz- oder Zielwerte vor; die Wassertemperaturen in Gewässern sind dafür zu variabel und von zu vielen Einflussgrössen abhängig. Nachfolgend werden die kontinuierlichen Messdaten der Wassertemperatur in Bezug auf kritische Höchsttemperaturen für kältebedürftige Tierarten wie z.B. die Bachforelle bewertet. Im Box-Plot wird das 90. Perzentil berücksichtigt. Zur Orientierung sind zudem die Toleranzwerte für adulte Bachforellen (19° C sowie 25° C; siehe Abbildung 40) als rot gepunktete Linien dargestellt. Abbildung 42 zeigt für Messstellen bei den drei grössten Fließgewässern den Temperaturverlauf anhand von Monatsmittelwerten.



Wassertemperaturen (Tagesmittel) 2019-2023

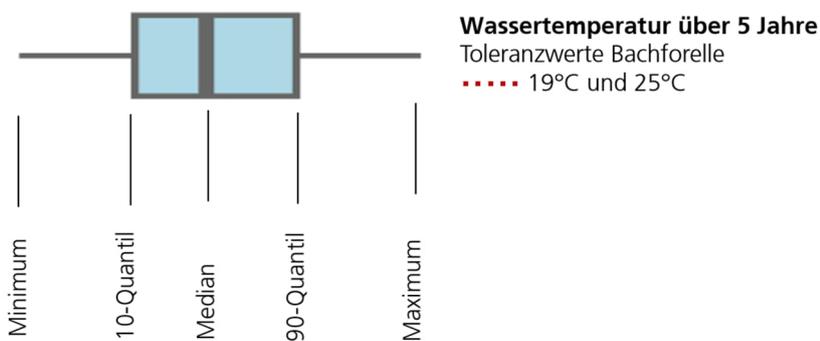
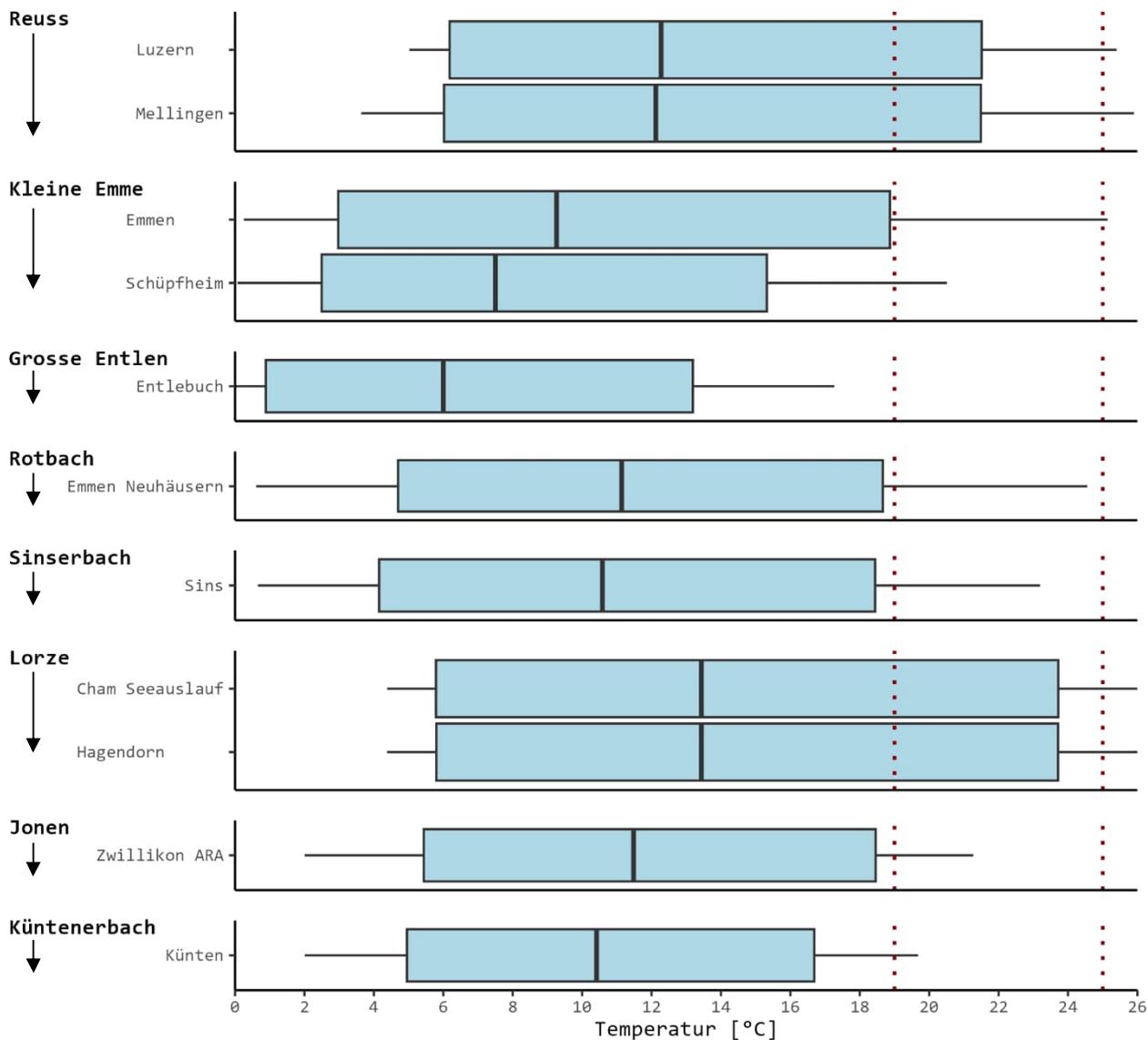
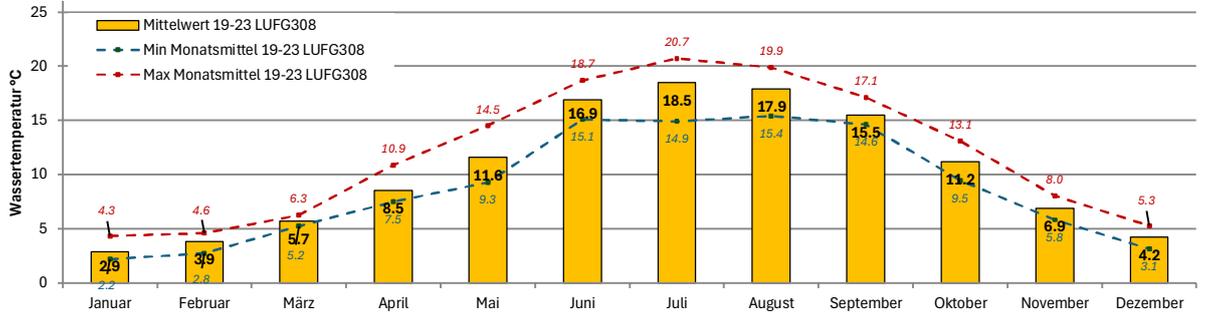


Abbildung 41: Boxplot der Wassertemperatur von 2019-2023

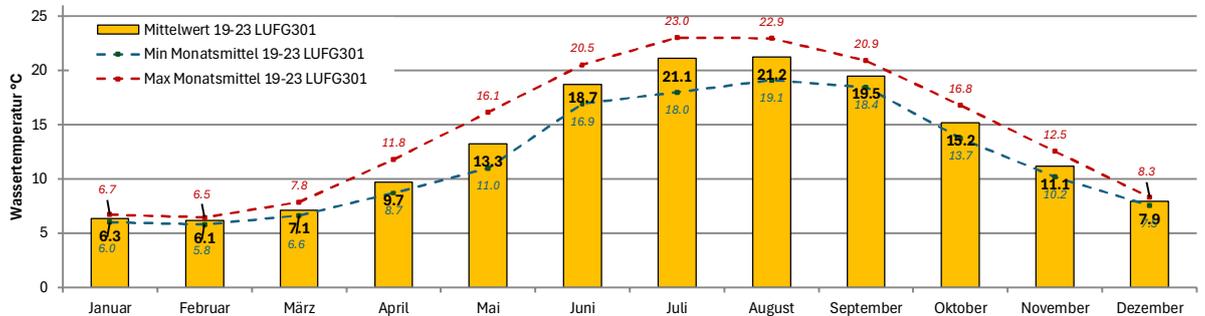
Einzugsgebiet Mittellandreuss

Wassertemperaturen LUGF308 (Kleine Emme, Emmen)
Mittelwerte 2019-2023 sowie höchste und tiefste Monatsmittel



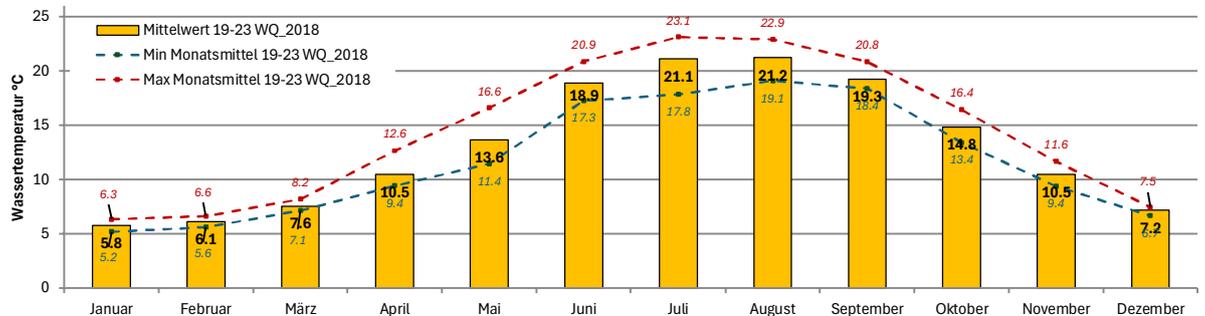
Einzugsgebiet Mittellandreuss

Wassertemperaturen LUGF301 (Reuss, Luzern)
Mittelwerte 2019-2023 sowie höchste und tiefste Monatsmittel



Einzugsgebiet Mittellandreuss

Wassertemperaturen WQ_2018 (Reuss, Mellingen)
Mittelwerte 2019-2023 sowie höchste und tiefste Monatsmittel



Einzugsgebiet Mittellandreuss

Wassertemperaturen ULorze 1 (Lorze Seeausfluss)
Mittelwerte 2019-2023 sowie höchste und tiefste Monatsmittel

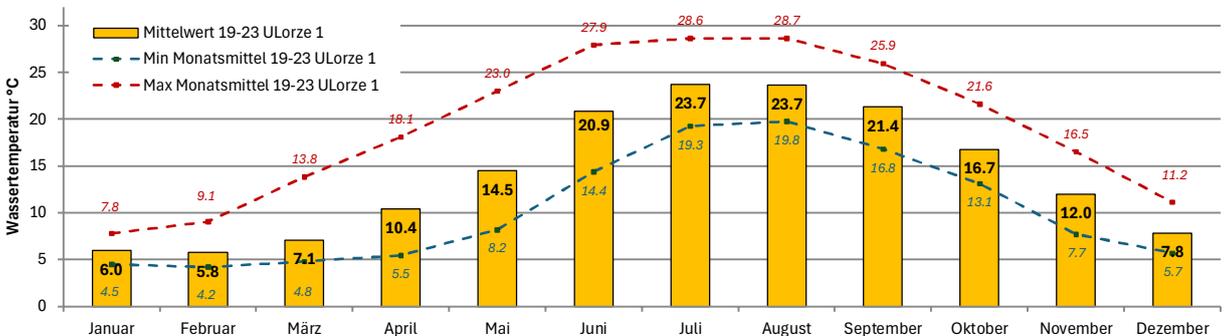


Abbildung 42: Wassertemperaturen im Mittelwert der Jahre 2019 – 2023 an der Kleinen Emme, den beiden Messstellen der Reuss in Luzern und Mellingen sowie der Lorze beim Seeausfluss. Gestrichelt sind die jeweils tiefsten und höchsten Monatsmittelwerte der 5-jährigen Messperiode dargestellt.

Detaillierte Untersuchung der Wassertemperaturen an der Lorze

An der Lorze in Cham werden die Wassertemperaturen an vier Messstellen zwischen Seeauslauf und Hagendorn detailliert im Rahmen eines kantonalen Temperatur-Monitoring untersucht. Drei der Messstellen liegen oberhalb der ARA Schönau auf den ersten 2.5 Fliesskilometern der Unteren Lorze; die vierte Messstelle liegt 1.5 km flussabwärts bei Hagendorn / Rumentikon. Diese unterste Messstelle ULorze 4 liegt unterhalb der ARA Schönau im Unterwasserkanal des KW Hagendorn. Die Untere Lorze weist bedingt durch die Lage unterhalb des Zugersees hohe Wassertemperaturen auf. Die mittleren Wassertemperaturen bei den vier Messstellen sind relativ ähnlich; im mehrjährigen Durchschnitt liegt die Wassertemperatur bei der Messstelle ULorze 4 (unterhalb der ARA Schönau) mit 14.47 °C um 0.25°C höher als bei den übrigen 3 Messstellen. Im Vergleich der monatlichen Mittelwerte und maximalen Monatsmittel in Abbildung 43 fällt auf, dass in den Sommermonaten Juni – September die Wassertemperaturen bei der Messstelle ULorze 4 (violett dargestellt) reduziert sind. Auch die maximalen Monatsmitteltemperaturen sind im Sommer tiefer als bei den Messstellen oberhalb der ARA Schönau. Die ARA Schönau bewirkt somit durch die Einleitung gereinigten Abwassers mit geringeren saisonalen Temperaturunterschieden zwischen Herbst und Frühling eine Erhöhung und in den Sommermonaten eine Reduktion der Wassertemperaturen in der Unteren Lorze. Die Verminderung der sommerlichen Höchsttemperaturen ist für die aquatischen Lebensgemeinschaften in der Lorze positiv zu bewerten.

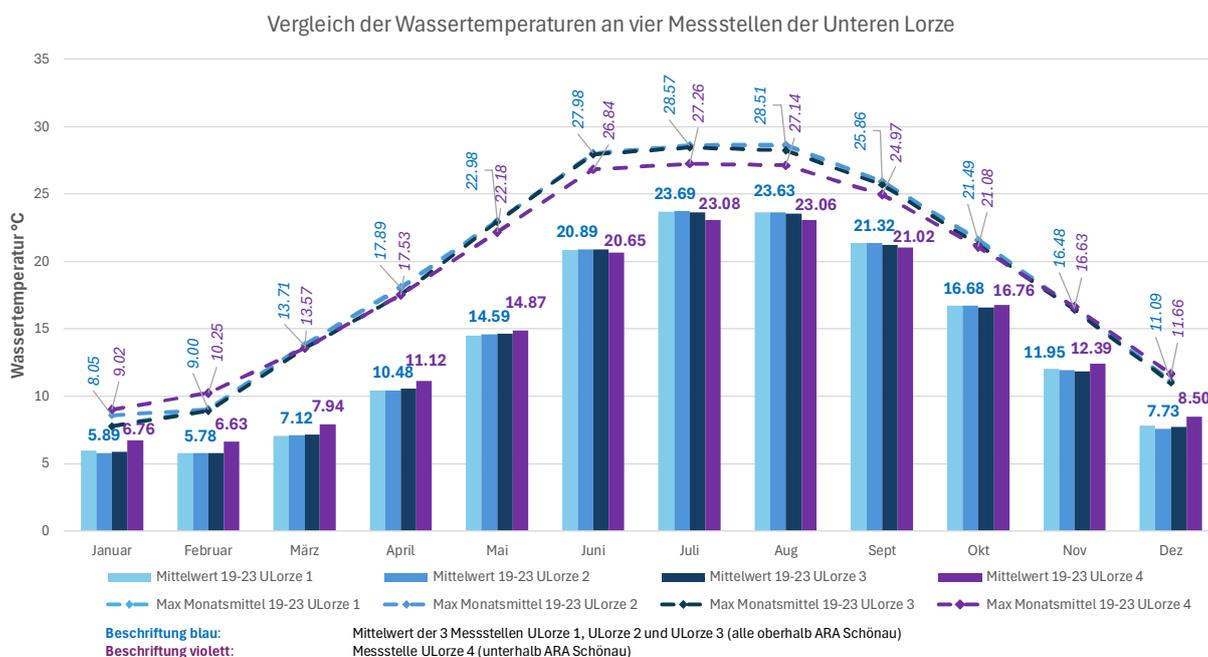
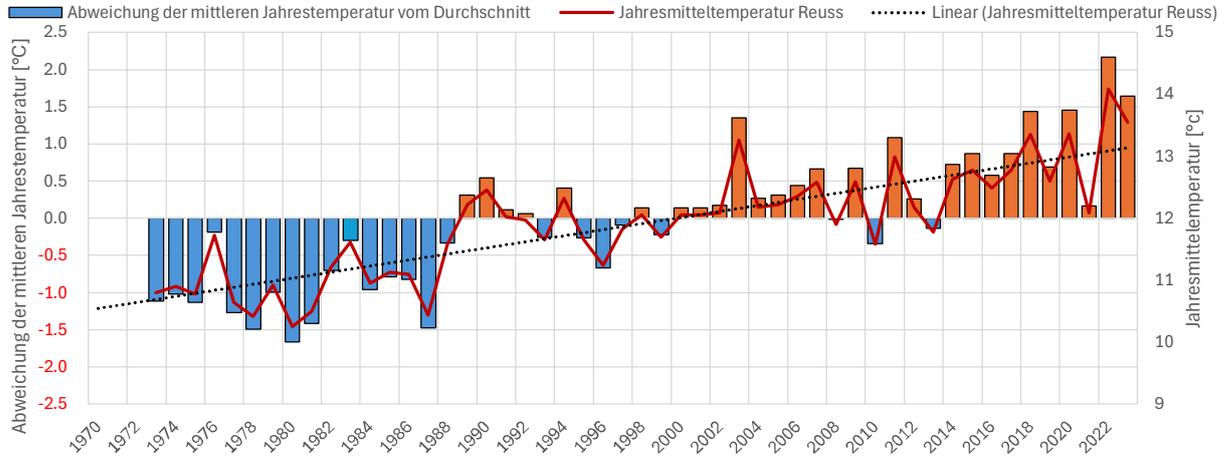


Abbildung 43: Vergleich der Wassertemperaturen an vier Messstellen der Unteren Lorze anhand der Daten des kantonalen Monitorings für die Jahre 2019 – 2023. Balken: Monatsmittelwerte 2019 – 2023. Gestrichelte Linie: Maximale Monatsmittelwerte im gleichen Zeitraum. Die Messstelle ULorze 4 (unterhalb ARA Schönau) ist violett dargestellt und separat beschriftet.

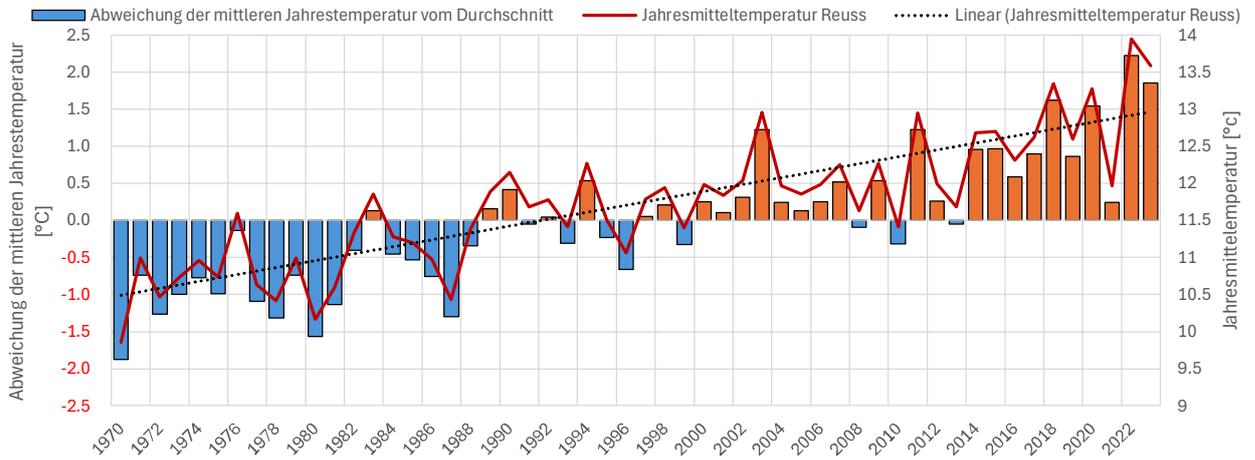
Langjährige Entwicklung der Wassertemperaturen

Seit den 1970er Jahren ist die Jahresmitteltemperatur der Reuss an beiden Messstellen in Luzern und Mellingen um rund 2.5°C angestiegen. Die vergangenen 10 Jahre wiesen konstant deutlich überdurchschnittliche Wassertemperaturen auf. Die Kleine Emme weist aufgrund des höher gelegenen Einzugsgebiets und des fehlenden Sees deutlich tiefere Wassertemperaturen auf, die Erwärmung seit den 1970er Jahren ist jedoch in der gleichen Grössenordnung von ca. 2.5°C (Abbildung 44).

LUFG301, Reuss Luzern



WQ_2018, Reuss Mellingen



LUFG308, Kleine Emme, Emmen

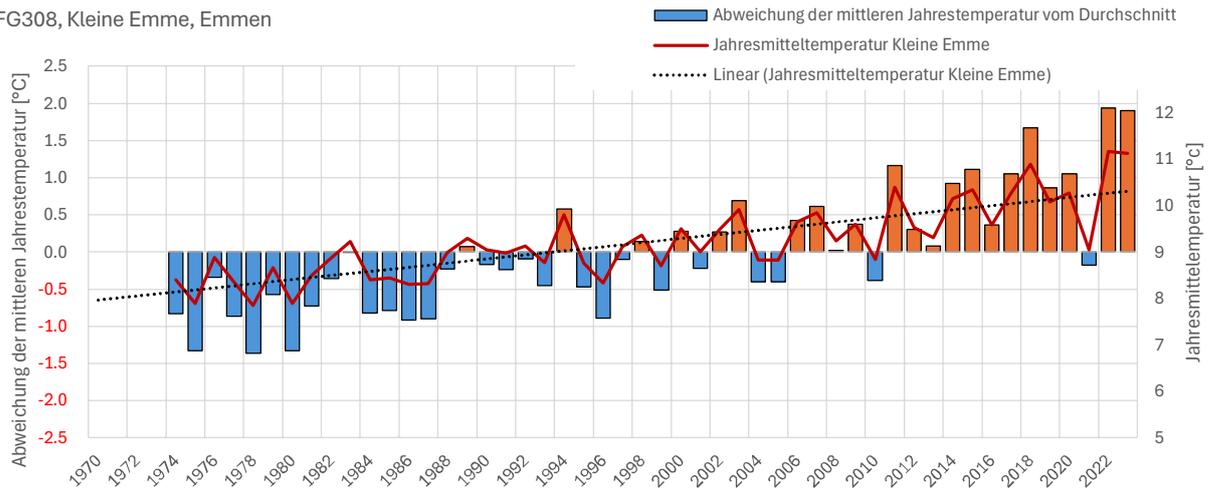


Abbildung 44: Entwicklung der Jahresmitteltemperaturen der Reuss in Luzern (LUFG301), Mellingen (WQ_2018) und der Kleinen Emme (LUFG308) seit 1970. Die rote Linie zeigt die Jahresmitteltemperaturen und die Balken die Abweichungen vom langjährigen Mittelwert der Periode mit Messdaten (vertikale Achse links; Referenz 0.0 entspricht dem Mittelwert der jeweils berücksichtigten Messdatenreihe (50 – 54 Jahre)).

Wassertemperaturen in sommerlichen Hitzeperioden

Aus obenstehenden Abbildung 40 bis Abbildung 44 ist erkennbar, dass in der Reuss im Sommer regelmässig Wassertemperaturen über 19°C auftreten, welche für kältebedürftige Arten wie der Äsche, Bachforelle oder anspruchsvolle Wasserinsekten (z.B. diverse Steinfliegen) zu Stress und bei lange andauernden Perioden und noch höheren Temperaturen zu Ausfällen führen können. Die seit Messbeginn höchsten Jahresmitteltemperaturen wurden sowohl an der Kleinen Emme wie auch an der Reuss im Jahr 2022 registriert. Die Sommermonate Juli und August waren aussergewöhnlich abflussarm und heiss; in vielen Schweizer Gewässern wurden neue Höchsttemperaturen seit Messbeginn registriert. Sowohl in der Reuss bei Luzern als auch in Mellingen wurden während gut eines Monats ununterbrochene Wassertemperaturen über 22°C gemessen; kurzfristig stiegen bei beiden Messstellen die Wassertemperaturen auf über 25°C an (Abbildung 45). In Mellingen wurde am 25.07.2022 mit 26.6°C die höchste Wassertemperatur im Monat Juli seit Messbeginn registriert. Einzig im Jahr 2018 wurden ähnlich hohe Wassertemperaturen gemessen. Die Hitzeperiode vom Sommer 2022 zeigte in der Lorze einen sehr ähnlichen Temperaturverlauf wie in der Reuss, die mittleren und maximalen Wassertemperaturen lagen jedoch noch etwas höher als in der Reuss (Abbildung 46). In kleineren Seitenbächen wie z.B. dem Küntenerbach und dem Sinserbach werden stärkere tageszeitliche Schwankungen registriert als in den grossen Flüssen unterhalb der Seen. Während sich der Sinserbach in Hitzeperioden tagsüber stark erwärmt und nachts wieder abkühlt, weist der Küntenerbach wesentlich tiefere Wassertemperaturen und geringere tageszeitliche Schwankungen auf (Abbildung 47). Die Wassertemperaturen in diesen kleinen Bächen sind sehr unterschiedlich und stark abhängig vom Einzugsgebiet, der Wasserspeisung (z.B. Quellen) sowie vom Austausch mit dem Grundwasser und der Beschattung.

Mit der Klimaerwärmung sind überall häufigere und längere Phasen mit erhöhten Wassertemperaturen zu erwarten. Um die negativen Effekte auf die Gewässerlebewesen abzumildern, müssten morphologische Massnahmen (Strukturierung, Revitalisierung, Schaffung von tiefen Kolken, dreidimensionale Vernetzung) sowie eine bessere Beschattung der Wasserflächen umgesetzt werden.

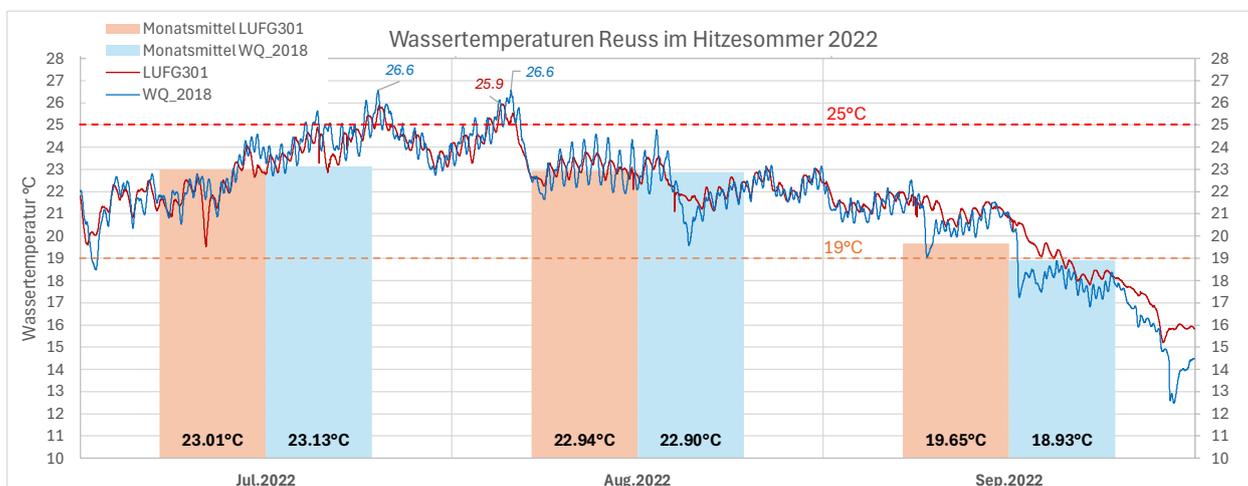


Abbildung 45: Wassertemperaturen der Reuss im Hitzesommer 2022 bei den Messstellen in Luzern (LUGF301) und Mellingen (WQ_2018) basierend auf den hochaufgelösten Messdaten (10-Min. Mittelwerte).

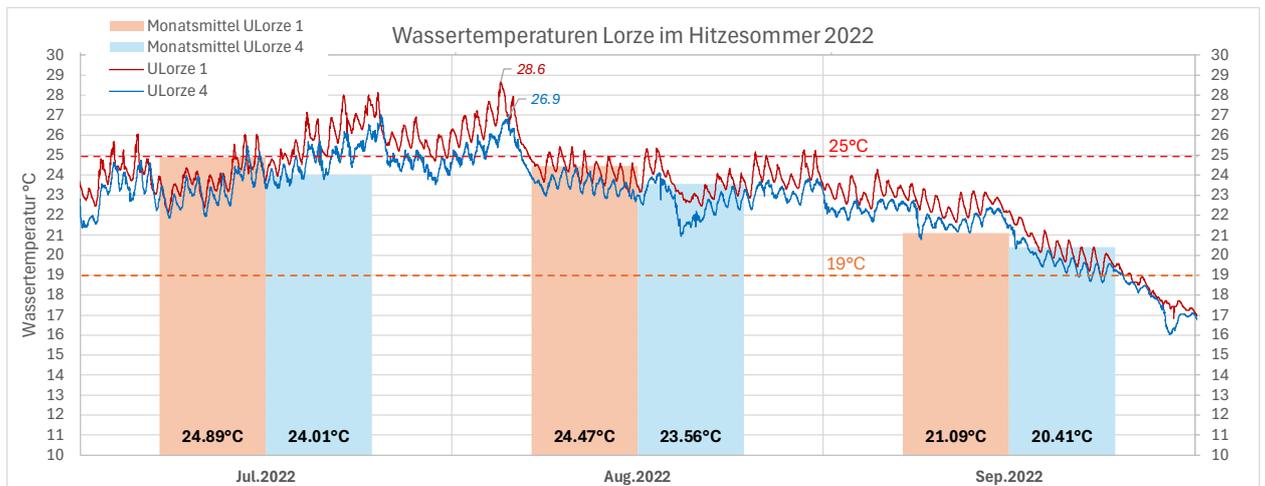


Abbildung 46: Wassertemperaturen der Lorze im Hitzesommer 2022 bei den Messstellen in Cham beim Seeausfluss (ULorze 1) und in Hagendorn (ULorze 4) basierend auf den hochaufgelösten Messdaten (10-Min. Mittelwerte). Die Abkühlung zwischen den beiden Messstellen im Sommer ist hauptsächlich auf die Einleitung von gereinigtem Abwasser bei der ARA Schönau zurückzuführen.

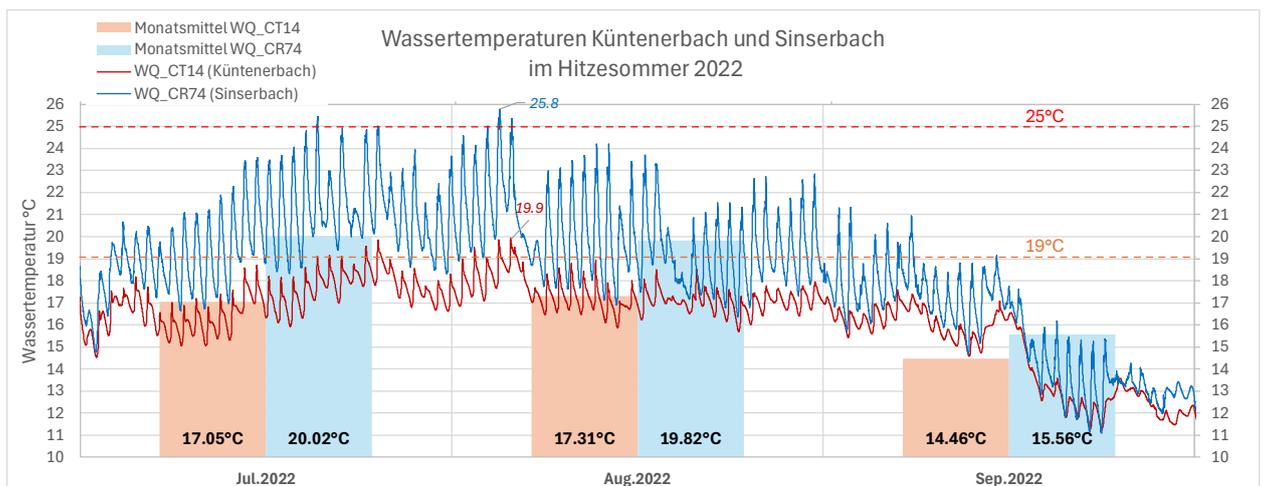


Abbildung 47: Vergleich der Wassertemperaturen von zwei kleinen Fließgewässern mit unterschiedlichem Temperaturregime anhand der Daten im Hitzesommer 2022. Blau sind die hochaufgelösten Messdaten (10-Min. Mittelwerte) des Sinserbachs dargestellt, rot die Wassertemperaturen des Küntenerbachs.

Links

- [Messung der Wassertemperaturen in Fließgewässern durch das BAFU](#)
- [Eawag: Thermische Regime von Seen und Fließgewässern](#)
- [Studie zur Untersuchung des Temperaturanstiegs von Schweizer Fließgewässern \(EPFL und WSL-SLF\)](#)
- [Expertenbericht zu einem Modul Temperatur im Rahmen des Modul-Stufen-Konzepts](#)



19 Stofffrachten

Erläuterungen

Die Reuss transportiert die im Wasser enthaltenen Stoffe talwärts. Neben den Stoffkonzentrationen (mg/l) sind deshalb auch die jährlichen Stoffmengen, d. h. die jährlichen Stofffrachten (t/a) relevant.

Berechnungsmethoden

Im Allgemeinen liegen die Messungen als stichprobenartige Momentanwerte der Konzentration vor. Für die abflussabhängigen Frachten wurden deshalb mittels Regressionsanalyse für jeden beobachteten Stoff und jede Messstelle eine Abfluss-Konzentrations-Beziehung ermittelt. Diese Beziehung dient zusammen mit einer lückenlosen Abflussmessung zur Abschätzung der Fracht. Die Genauigkeit der Regressionsmethode ist aufgrund der statistischen Unsicherheiten beschränkt.

Für die Lorze in Frauental und die Jonen bei Zwillikon liegen lückenlose abflussproportionale Sammelproben vor. Deshalb können bei diesen Messstationen die Frachten sehr genau direkt aus dem Produkt der Stoffkonzentration in der Sammelprobe und dem gemessenen Abfluss des Sammelintervalls bestimmt werden.

Beobachtungen

Über die Reuss gelangen in Gebenstorf jährlich rund 24'000 t Chlorid, 164 t Gesamt-Phosphor, wovon 46 t als ortho-Phosphat vorliegt, sowie 7'500 t DOC und knapp 4'000 t anorganische Stickstoffverbindungen in die Aare. Das gereinigte Abwasser aus den Abwasserreinigungsanlagen trägt dazu einen nicht zu vernachlässigenden Anteil bei. Nur rund 2.3 % des in die Aare mündenden Abflusses der Reuss ist gereinigtes Abwasser von Abwasserreinigungsanlagen im Einzugsgebiet, der Anteil an der Schadstofffracht ist indessen deutlich höher und beträgt (ohne Berücksichtigung von Abbauprozessen während der Transportzeit bis zur Mündung in die Aare) je nach Parameter ca. 15 % (DOC) bis ca. 55 % (Ammonium).

Interpretationen

Im Vergleich zu den Auswertungen 2009-2013 und 2014-2018 sind die Stofffrachten der Nährstoffe in den untersuchten Gewässern ungefähr gleichgeblieben oder leicht angestiegen. Für das Chlorid zeigt sich die deutlichste Zunahme der Stofffrachten über die letzten 15 Jahre. Die Unsicherheiten der Frachtberechnungen mit der Regressionsmethode sind jedoch zu gross, um zuverlässige Aussagen zu mittelfristigen Trends machen zu können.

19.1 Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)

Mittlere Fracht 2019-2023 in t/a C

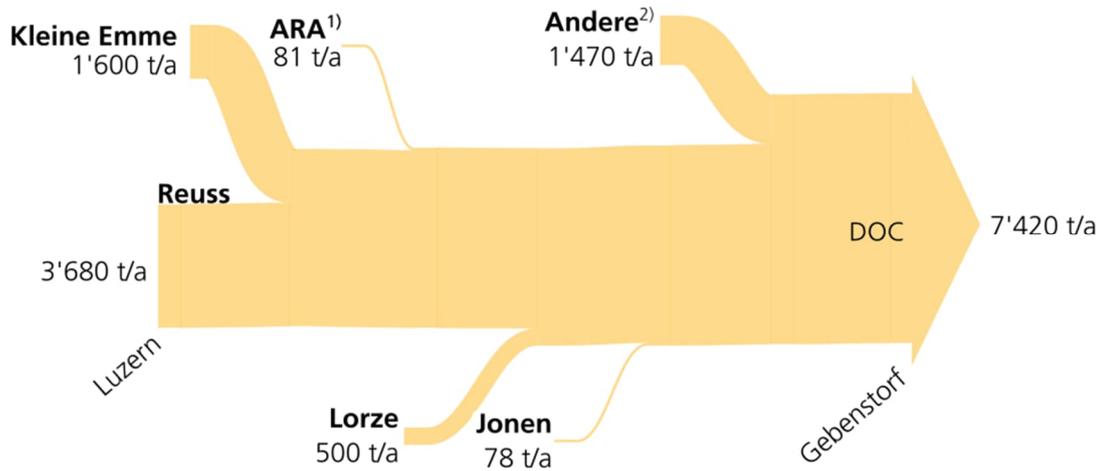


Abbildung 48: Durchschnittliche Stofffrachten des DOC in t/a von 2019-2023.

¹⁾ ARA: Nicht über die Kleine Emme, Lorze und Jonen zufließendes gereinigtes Abwasser und ohne Einleitungen der ARA im Kanton Luzern (keine Messdaten vorhanden).

²⁾ Andere: Aus der Gesamtbilanz der übrigen Frachten berechnet.

19.2 Ammonium (NH₄⁺)

Mittlere Fracht 2019-2023 in t/a N

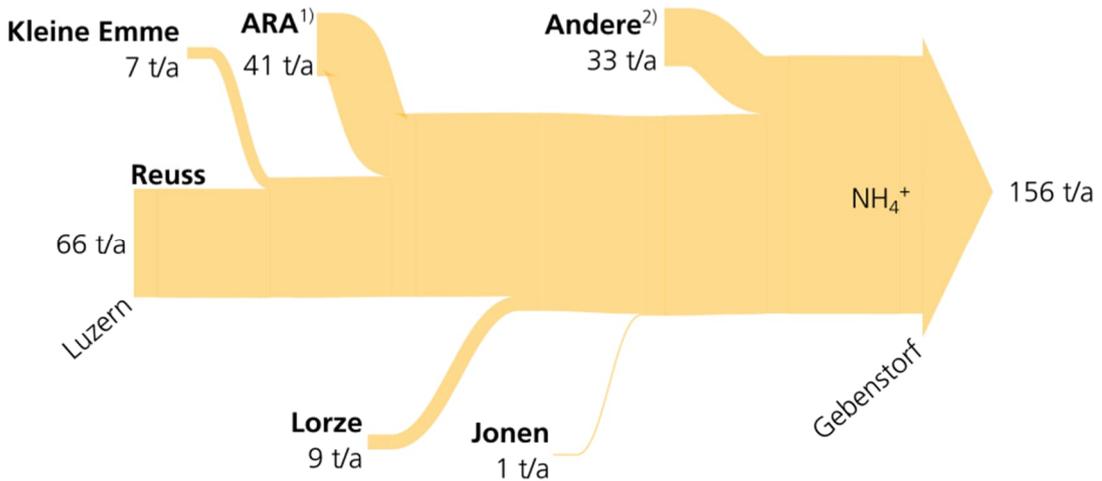


Abbildung 49: Durchschnittliche Stofffrachten des Ammoniums NH₄⁺ in t/a von 2019-2023.

¹⁾ ARA: Nicht über die Kleine Emme, Lorze und Jonen zufließendes gereinigtes Abwasser.

²⁾ Andere: Aus der Gesamtbilanz der übrigen Frachten berechnet.

19.3 Anorganische Stickstoffverbindungen ($N_{\text{anorg}} = \text{NO}_2^- + \text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$)

Mittlere Fracht 2019-2023 in t/a N

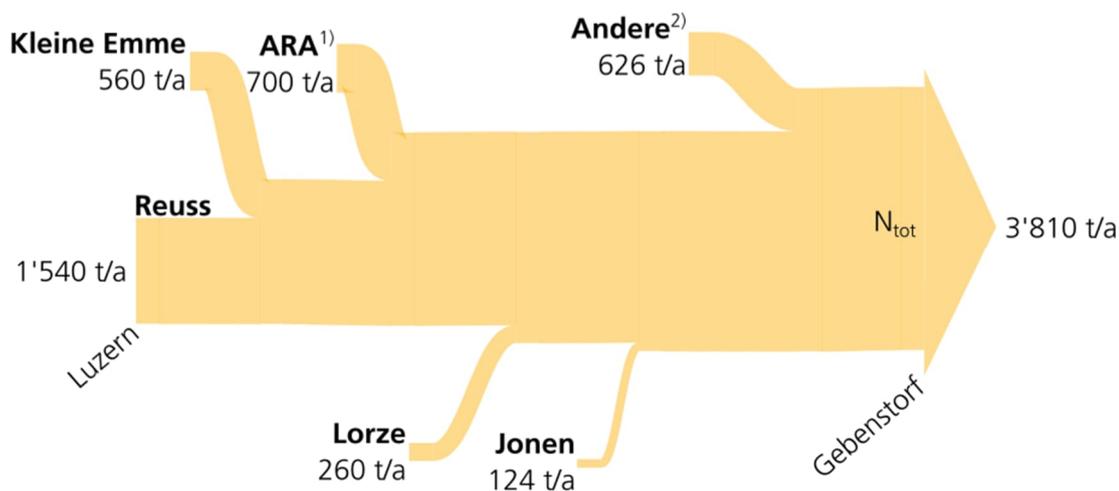


Abbildung 50: Durchschnittliche Stofffrachten des Gesamtstickstoffs N_{tot} in t/a von 2019-2023.

¹⁾ ARA: Nicht über die Kleine Emme, Lorze und Jonen zufließendes gereinigtes Abwasser.

²⁾ Andere: Aus der Gesamtbilanz der übrigen Frachten berechnet.

19.4 Ortho-Phosphat (PO_4^{3-})

Mittlere Fracht 2019-2023 in t/a P

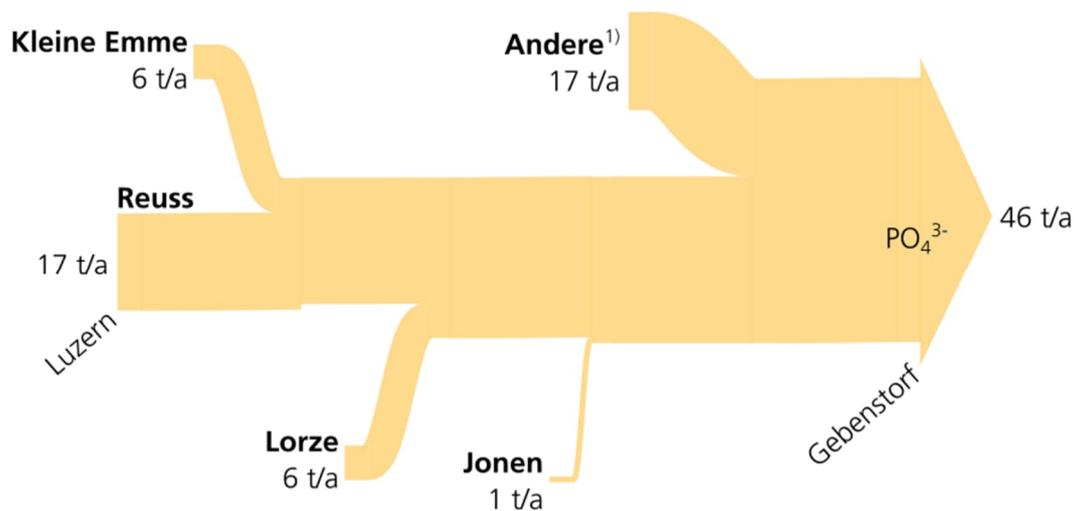


Abbildung 51: Durchschnittliche Stofffrachten des ortho-Phosphats PO_4^{3-} in t/a von 2019-2023.

¹⁾ Andere: Aus der Gesamtbilanz der übrigen Frachten berechnet.

19.5 Gesamt-Phosphor (P_{tot})

Mittlere Fracht 2019-2023 in t/a P

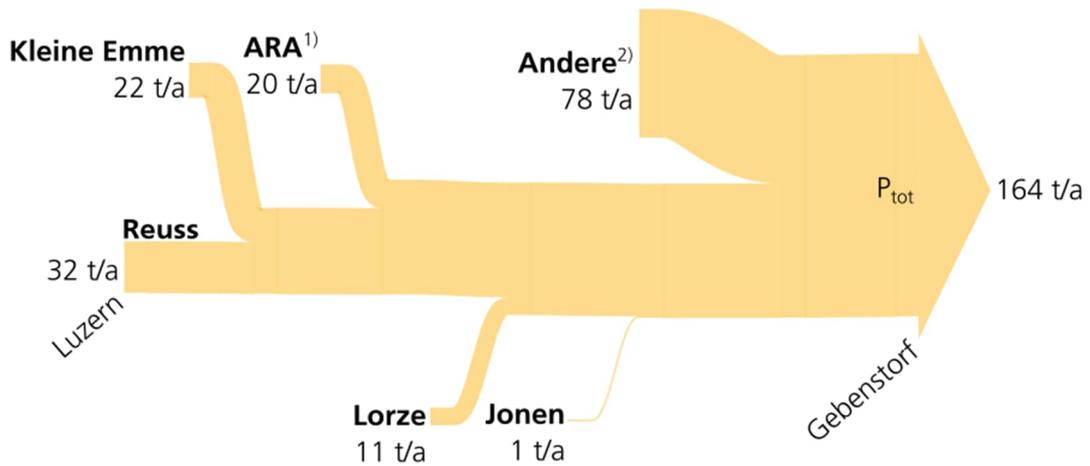


Abbildung 52: Durchschnittliche Stofffrachten des Gesamt-Phosphors PO₄³⁻ in t/a von 2019-2023.

¹⁾ ARA: Nicht über die Kleine Emme, Lorze und Jonen zufließendes gereinigtes Abwasser.

²⁾ Andere: Aus der Gesamtbilanz der übrigen Frachten berechnet.

19.6 Chlorid

Mittlere Fracht 2019-2023 in t/a Cl

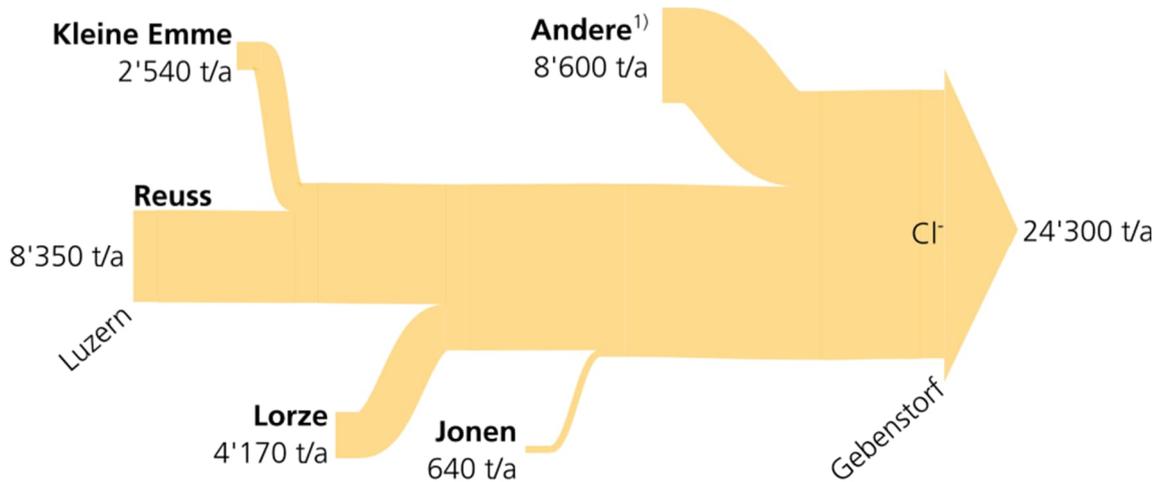


Abbildung 53: Durchschnittliche Stofffrachten Chlorid (Cl⁻) in t/a von 2019-2023.

¹⁾ Andere: Aus der Gesamtbilanz der übrigen Frachten berechnet.



19.7 Berechnete Stofffrachten 2009-2023

Tabelle 10: Stofffrachten der Reuss und der wichtigsten Zuflüsse. In der Lorze und der Jonen werden abflussproportionale Sammelpfropben entnommen. Für die übrigen Messstellen wurden die Frachten aus den Konzentrationen der Stichpfropben und dem kontinuierlich gemessenen Abfluss geschätzt.

Gewässer	Standort	Probenahmeart	Periode	DOC	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	N _{anorg}	P _{tot}	PO ₄ ³⁻	Cl ⁻
				C-t/a	N-t/a	N-t/a	N-t/a	N-t/a	P-t/a	P-t/a	Cl-t/a
Reuss	Luzern	Momentanproben	2009-2013	3'547	46.4	16.4	1'704	1'750	33.8	10.9	7'759
			2014-2018	3'384	51.7	13.2	1'517	1'582	21.0	5.5	7'820
			2019-2023	3'682	66.3	15.8	1'460	1'542	31.8	16.8	8'346
	Gebenstorf	Momentanproben	2009-2013	7'250	131.5	38.0	3'650	3'820	154.9	44.5	22'669
			2014-2018	7'118	133.7	36.3	3'473	3'643	128.8	37.9	22'917
			2019-2023	7'420	156.5	39.7	3'615	3'811	163.7	46.0	24'300
Kleine Emme	Emmen	Momentanproben	2009-2013	1'479	7.8	2.4	507	517	37.5	7.6	2'113
			2014-2018	1'395	7.6	2.0	478	488	19.9	6.0	2'220
			2019-2023	1'596	7.1	2.5	554	563	21.9	5.6	2'536
Lorze	Frauental	Wochensammelproben	2009-2013	777	14.4	1.8	271	287	20.9	8.1	4'277
			2014-2018	628	9.7	1.3	246	257	12.8	6.0	3'870
			2019-2023	517	8.5	1.0	248	257	10.7	5.5	4'166
Jonen	Zwillikon	24h-Sammelproben	2009-2013	82	0.9	0.5	87	88	1.5	0.7	567
			2014-2018	75	1.0	0.4	66	67	1.7	0.9	445
			2019-2023	78	1.5	0.2	92	94	1.6	0.7	638
		Wochensammelproben	2009-2013	-	1.0	-	89	-	1.9	0.8	599
			2014-2018	-	1.1	-	80	-	1.8	0.7	527
			2019-2023	-	1.2	-	122	124	1.3	0.8	-
Küntenerbach	Künten	Momentanproben	2019-2023	2	<0.1	<0.1	8	8	<0.1	<0.1	22

- Cl⁻ Chlorid
- DOC Gelöster organischer Kohlenstoff
- NH₄⁺ - N Ammonium-Stickstoff
- NO₂⁻ - N Nitrit-Stickstoff
- NO₃⁻ - N Nitrat-Stickstoff
- N_{anorg} Anorganische Stickstoffverbindungen (= NH₄⁺+NO₂⁻+NO₃⁻)
- P_{tot} Gesamt-Phosphor
- PO₄³⁻ Orthophosphat-Phosphor

20 Abfluss und Trockenheit

Einige Kenngrößen und Entwicklungen des Abflusses der Reuss sind bereits in Fact-Sheet 2 Einzugsgebiet der Mittellandreuss enthalten. Der Abfluss aus dem Vierwaldstättersee bei Luzern trägt mit knapp 80% zum Gesamtabfluss der Reuss bei deren Mündung bei. Die Kleine Emme und die Lorze sind die beiden abflussreichsten Zuflüsse zur Reuss unterhalb des Vierwaldstättersees (Abbildung 54).

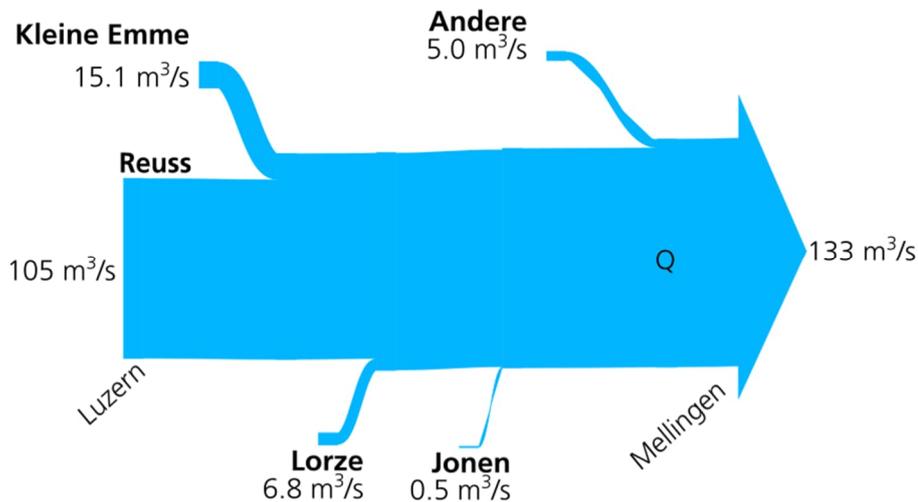


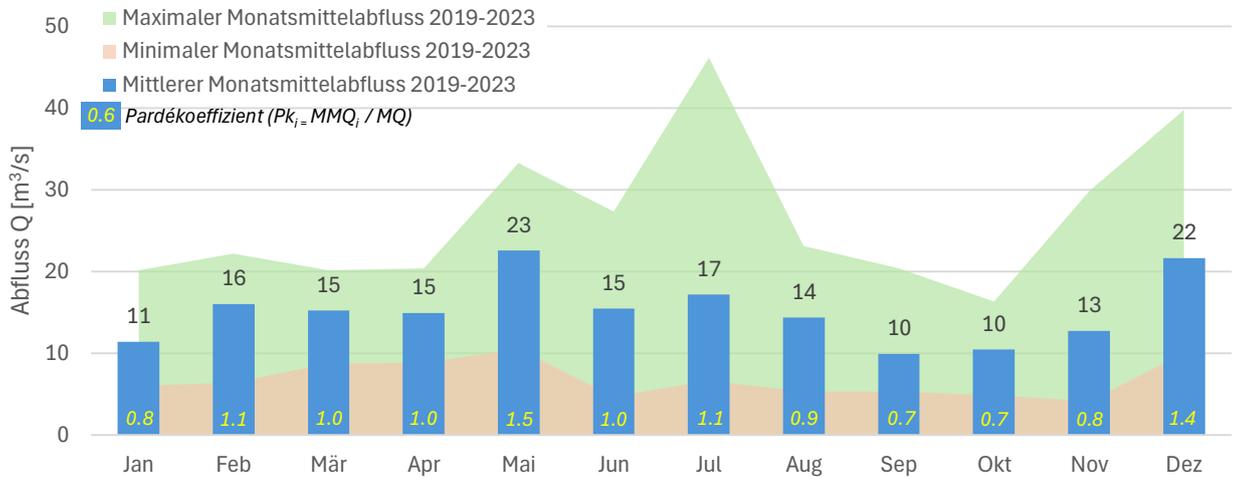
Abbildung 54: Durchschnittlicher Abfluss der Reuss und ihrer Zuflüsse von 2019-2023.

Charakteristisch für die Mittellandreuss ist das durch den See deutlich gepufferte Abflussregime. Dies zeigt sich in der vergleichsweise ausgeglichenen Abflussverteilung über das ganze Jahr. Im Vergleich zu alpinen oder kleineren Einzugsgebieten ohne grosse Seen sind die Winterabflüsse der Reuss hoch und die Frühjahres- und Sommerabflüsse im Mittelwert relativ tief. Das Abflussregime der Mittellandreuss entspricht dem Typ «nival de transition» mit einer weniger ausgeprägten Saisonalität bedingt durch den Einfluss des Vierwaldstättersees. Die Abflüsse der Reuss sind zudem durch die Kraftwerknutzung im alpinen Einzugsgebiet beeinflusst. Die Gesamtmenge des Abflusses ist durch Zu- und Ableitungen von alpinen Kraftwerken geringfügig verändert und durch die saisonale Zwischenspeicherung sind die Winterabflüsse zusätzlich etwas erhöht. Die Abflüsse der Kleinen Emme weisen hingegen ein natürliches Abflussregime des Typs «nivo-pluvial préalpin» auf mit – im Verhältnis zum Einzugsgebiet – etwas geringeren Winter- und höheren Sommerabflüssen als die Reuss. Die Abflüsse der Kleinen Emme sind nur lokal in Restwasserstrecken beeinflusst.



LUG308

Monatsmittelabfluss Kleine Emme, Emmen



WQ_2018

Monatsmittelabfluss Reuss in Mellingen

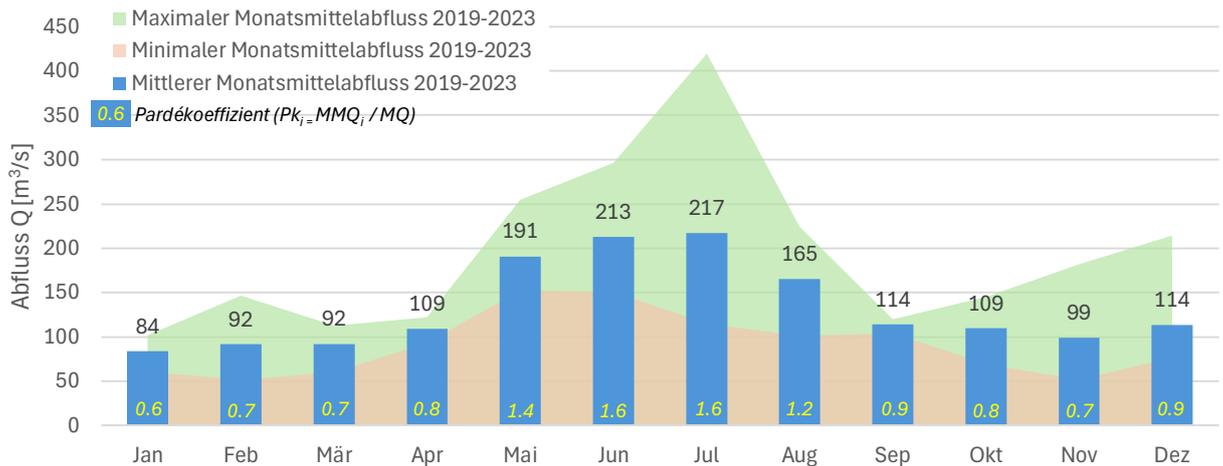


Abbildung 55: Monatsmittelabflüsse der Kleinen Emme (oben) und der Reuss in Mellingen (unten) im Mittelwert der 5 Jahre 2019 – 2023. Grün und orange dargestellt sind zusätzlich die jeweils höchsten und tiefsten Monatsmittelabflüsse der 5-jährigen Messperiode. Die angegebenen Pardé Koeffizienten (Pk_i) beschreiben das saisonale Abflussmuster; sie zeigen pro Monat das Verhältnis des mittleren Monatsabflusses (blaue Balken) zum mittleren jährlichen Abfluss.

In der Hochwasserstatistik der Abflussmessstelle Reuss Mellingen wird das 10-jährige Hochwasser (HQ₁₀) mit 633 m³/s und das 100-jährige Hochwasser (HQ₁₀₀) mit 799 m³/s angegeben.

Bezüglich der Niedrigwasserabflüsse profitiert die Reuss ebenfalls stark von der grossen Pufferkapazität des Vierwaldstättersees und kritische Niedrigwasserverhältnisse sind auch bei längeren Trockenperioden weniger ausgeprägt als in kleineren Einzugsgebieten oder Fliessgewässern ohne grosse Seen im Einzugsgebiet. Im mehrjährigen Durchschnitt hat sich der Niedrigwasserabfluss (Kennwert NM7Q) der Reuss in Mellingen von 39.8 m³/s bis 1960 auf rund 48 m³/s in den Jahren 2019-2023 erhöht. Im Durchschnitt liegt der jährliche Niedrigwasserabfluss bei 51.7 m³/s (NM7Q). Der Abflusswert Q₃₄₇ lag in der Messperiode 2019 – 2023 bei 52.3 m³/s. Die grösste statistische Wahrscheinlichkeit für Niedrigwasserabflüsse der Mittellandreuss liegt im Herbst zwischen September und November. Aus Abbildung 56 ist jedoch erkennbar, dass in den 5 Jahren 2019 – 2023 häufig auch Niederwassersituationen mit Abflüssen unter

60 m³/s in den Wintermonaten aufgetreten sind. Im sehr heissen Sommer 2022, als in der Reuss Maximaltemperaturen registriert wurden (Fact-Sheet 18 Wassertemperatur), sind allerdings keine kritischen Niedrigwasserabflüsse in der Reuss aufgetreten. Hierin unterscheidet sich die Reuss mit ihrem grossen Einzugsgebiet und dem Vierwaldstättersee deutlich von den kleineren Gewässern im Einzugsgebiet. Wie aus Abbildung 57 erkennbar, traten bei allen vier zusätzlich ausgewerteten Messstellen deutliche Niedrigwassersituationen im Sommer 2022 auf. Vor allem kleine Fliessgewässer ohne alpine Einzugsgebiete und ohne Exfiltration aus Grundwasserträgern reagieren in langen Trockenperioden sensibel. In Bächen wie dem Rotbach oder in vielen kleinen Bächen ohne Abflussmessstellen können in langen Trockenperioden die Abflüsse rasch abnehmen und in Kombination mit hohen Wassertemperaturen zu Stress oder gar Ausfällen der Lebensgemeinschaften führen. Diesem Trend entgegenzuwirken ist mit der Klimaerwärmung schwierig. In strukturreichen Gewässern mit Rückzugsmöglichkeiten in kühlere Bereiche mit tiefen Kolken, Grundwasseraufstössen oder Quellspeisungen können z.B. kältebedürftige Fischarten vorübergehende Rückzugsgebiete erreichen. Auch naturnahe Massnahmen, um den Abfluss zu verzögern (Schwammland, Biberdämme, Quer- und vertikale Vernetzung) können dem Trend entgegenwirken und die negativen Auswirkungen abmildern.

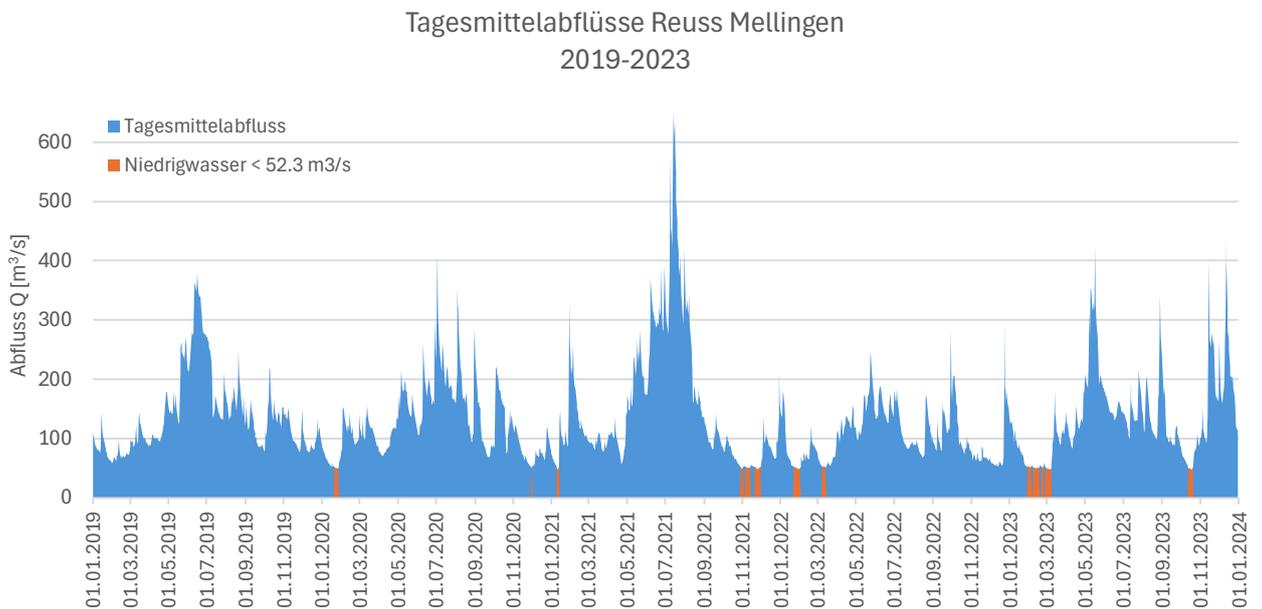


Abbildung 56: Abflussganglinie basierend auf Tagesmittelwerten der Reuss in Mellingen für die Jahre 2019 – 2023. Orange markiert sind die Perioden mit Niedrigwasserabflüssen.

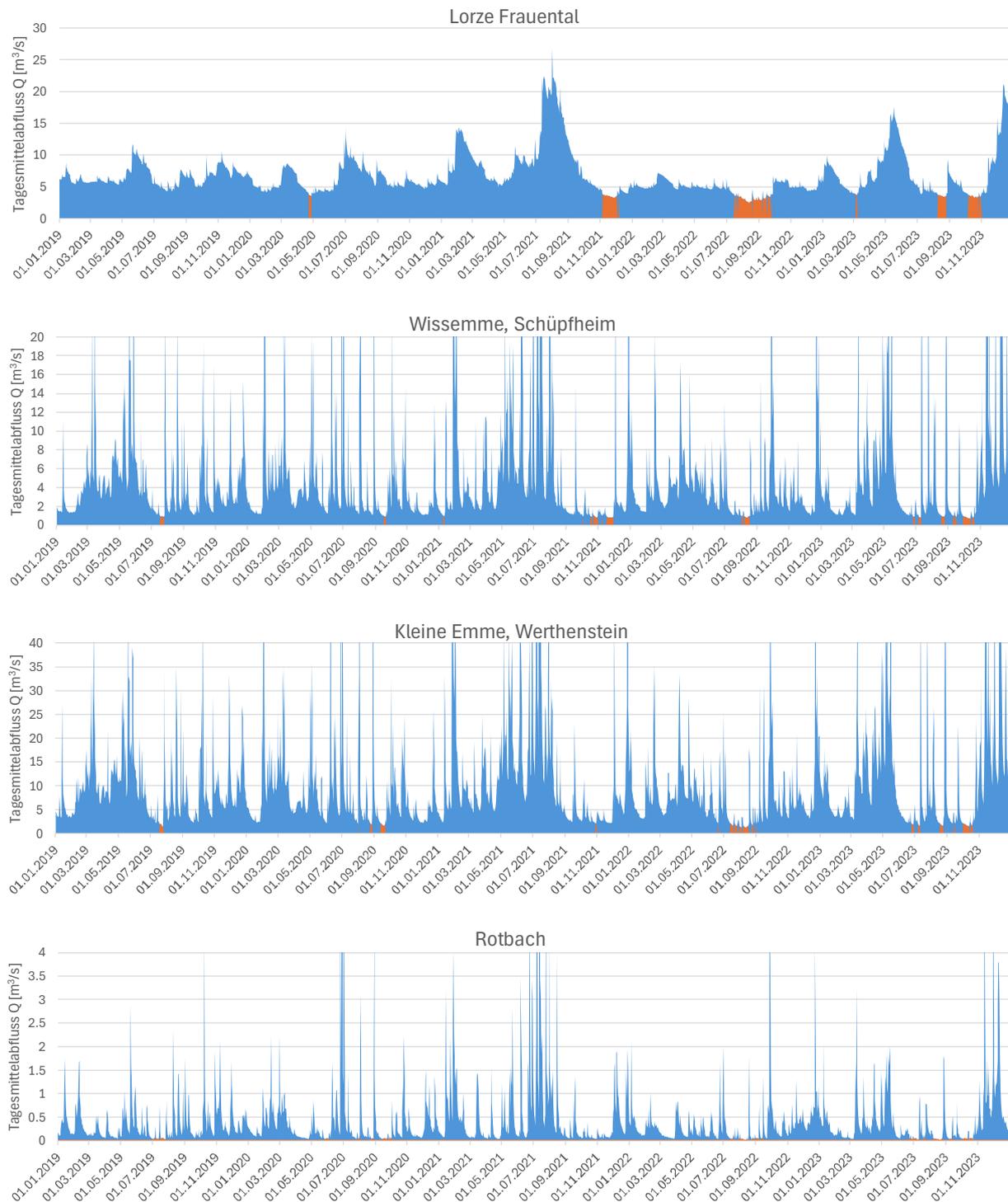


Abbildung 57: Abflussganglinie von vier mittleren und kleinen Fließgewässern mit kontinuierlicher Abflussmessung im Einzugsgebiet der Reuss basierend auf Tagesmittelwerten für die Jahre 2019 – 2023. Orange markiert sind die Perioden mit Niedrigwasserabflüssen. Die kleineren Fließgewässer Wissemme, Kleine Emme und Rotbach weisen vergleichsweise sehr hohe Spitzenabflüsse auf, weshalb die vertikale Achse begrenzt wurde (höchste Tagesmittelabflüsse 2019-2023 Lorze: 27 m³/s, Wissemme: 67 m³/s, Kl. Emme: 153 m³/s, Rotbach: 12 m³/s).

Links

- [Modul-Stufen-Konzept Hydrologie \(Hydmod – F\)](#)
 - [Daten- und Analyseplattform zum hydrologischen Atlas der Schweiz](#)
 - [Hydrologische Daten und Vorhersagen des BAFU](#)
 - [Hydrologische Szenarien zum Klimawandel von «National Centre for Climate Services» NCCS](#)
 - [Dossiers zu hydrologischen Ereignissen \(Hochwasser, Niedrigwasser/Trockenheit\) des BAFU](#)
 - [Hydrometrie Kanton Aargau](#)
 - [Hydrometrie Kanton Luzern](#)
-



21 Badewasserqualität

21.1 Erläuterungen

Die Kantone untersuchen und beurteilen in der Badesaison an ausgewählten Stellen die Badewasserqualität in Seen und Flüssen. Die Untersuchung und Beurteilung der Badewasserqualität erfolgt gemäss der Empfehlung für die hygienische Beurteilung von See- und Flussbädern (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Mitteilung zum Gewässerschutz Nr. 7, Bern 1991) und ab 2013 gemäss den Empfehlungen zur Untersuchung und Beurteilung der Badewasserqualität von See- und Flussbädern (Bundesamt für Umwelt, Umwelt-Vollzug Nr. 1310, Bern 2013).

Die Untersuchungen bestimmen den Grad der Verunreinigung durch Fäkalien. Daraus ergibt sich ein Hinweis auf möglicherweise vorhandene krankheitserregende Bakterien und Viren. Aufgrund der Untersuchungsergebnisse wird das Badewasser in die Qualitätsklassen A - D eingeteilt.

Qualitätsklasse	A und B	
Beurteilung	ausgezeichnet/gut: Eine gesundheitliche Beeinträchtigung beim Baden ist nicht zu erwarten.	
Empfehlung	Allgemeine Empfehlungen	
Qualitätsklasse	C	
Beurteilung	akzeptabel/ausreichend: Eine gesundheitliche Beeinträchtigung beim Baden ist nicht auszuschliessen.	
Empfehlung	Nicht tauchen und nach dem Baden gründlich duschen.	
Qualitätsklasse	D	
Beurteilung	schlecht/mangelhaft: Eine gesundheitliche Beeinträchtigung beim Baden ist möglich.	
Empfehlung	Das Baden ist mit gesundheitlichen Risiken verbunden, es wird vom Baden abgeraten.	

Bei den ermittelten Badewasserqualitäten handelt es sich um Momentaufnahmen. Witterung und Wasserführung können die Verhältnisse innerhalb von Stunden oder Tagen ändern. Nach starken Regenfällen kann sich die Situation rasch verschlechtern, wenn Regenentlastungen ansprechen oder Hofdünger von Wiesen und Feldern abgeschwemmt wird. Oder bei Niedrigwasser, wenn unterhalb von Abwasserreinigungsanlagen das gereinigte Abwasser nur wenig verdünnt wird. Unterhalb der Einleitungen von gereinigtem Abwasser aus ARA sind in den Fliessgewässern auch bei korrekter Reinigung erhöhte Konzentrationen von Bakterien vorhanden. Darunter befinden sich auch krankheitserregende und antibiotikaresistente Keime.

21.2 Beobachtungen

In der Karte in Abbildung 58 wird jeweils die schlechteste Beurteilung pro Jahr dargestellt. Es werden jährlich 1-4 Stichproben an ausgewählten Messstellen untersucht.

In der Reuss wird meistens eine gute Badewasserqualität der Qualitätsklasse A oder B erreicht. Lediglich bei der Messstelle Hünenberg wurde im Jahr 2021 eine schlechte Badewasserqualität von Stufe D festgestellt; diese ist auf starke Niederschläge und hohen Wasserstand zurückzuführen. Bei diesen Bedingungen wird aus Sicherheitsgründen sowieso vom Baden abgeraten. Die Kleine Emme in Ettisbüel und die Lorze in Hagedorn weisen jeweils ein Jahr (2021, resp. 2023) mit Qualitätsklasse C auf.

21.3 Interpretation

Badewasserqualität in der Reuss

In der Reuss kann meistens ohne gesundheitliche Gefahren durch Keime gebadet werden. Unterhalb von Einleitungen der Abwasserreinigungsanlagen und während 2 - 3 Tagen nach starken Niederschlägen sollte aber darauf verzichtet werden.

Badewasserqualität in der Lorze

Besonders gesundheitsgefährdend sind krankheitserregende- oder antibiotikaresistente Keime. Diese werden in den Badewasserqualitätsuntersuchungen gemäss BAFU nicht speziell betrachtet. Die ARA Schönau eliminiert 95-99 % der Keime aus dem Rohabwasser. Ein Rest antibiotikaresistenter Keime findet jedoch den Weg durch alle Reinigungsstufen. Mikrobiologische Analysen des kantonalen Amts für Verbraucherschutz sowie die Untersuchung der Keime im Rahmen des Überwachungsprojekts «One Health – Antibiotikaresistenzen im Kanton Zug» dokumentieren im gereinigten Abwasser der ARA Schönau sowie in der Unteren Lorze unterhalb der Einleitung aus der ARA eine Belastung mit multiresistenten Keimen, darunter z.B. definierte Krankheitserreger *Escherichia coli* ST131, Extended-Spectrum beta-Lactamase- (ESBL) und Carbapenemase produzierenden Enterobakterien. Aus diesem Grund empfehlen die Börden, unterhalb der Einleitung des gereinigten Abwassers in Hagendorn nicht zu baden. Mittel- und langfristige Massnahmen zur Reduktion des Eintrags antibiotikaresistenter Bakterien in die Lorze werden geprüft.

Ursachen ungenügender Badewasserqualität

Abwasserreinigungsanlagen sind technisch nicht dafür ausgerüstet, das Abwasser hinsichtlich schädlicher Keime vollständig zu reinigen. Zwar werden gemäss dem Schweizerischen Antibiotikabericht 2018 bis über 95 % der antibiotikaresistenten Keime in konventionellen biologischen Abwasserreinigungsanlagen eliminiert. Dennoch ist die Zahl der krankheitserregenden Bakterien, die im gereinigten Abwasser verbleiben und nach der Einleitung im Gewässer nachgewiesen werden, nicht zu vernachlässigen (siehe Beispiel der Lorze im Jahr 2022 im Abschnitt oberhalb). Ebenso gelangen bei starken Regenereignissen aus der Kanalisation, von Strassen und Plätzen sowie von landwirtschaftlichen Nutzflächen Schmutzstoffe und schädliche Keime in die Gewässer. Die krankheitserregenden Bakterien lassen sich dann während einigen Tagen nach einem Starkregen im Wasser nachweisen. Danach stellt sich das natürliche mikrobiologische Gleichgewicht im Gewässer wieder ein, ohne dass für den Menschen schädliche Keime in grösserer Anzahl vorhanden sind.

Bade-Dermatitis

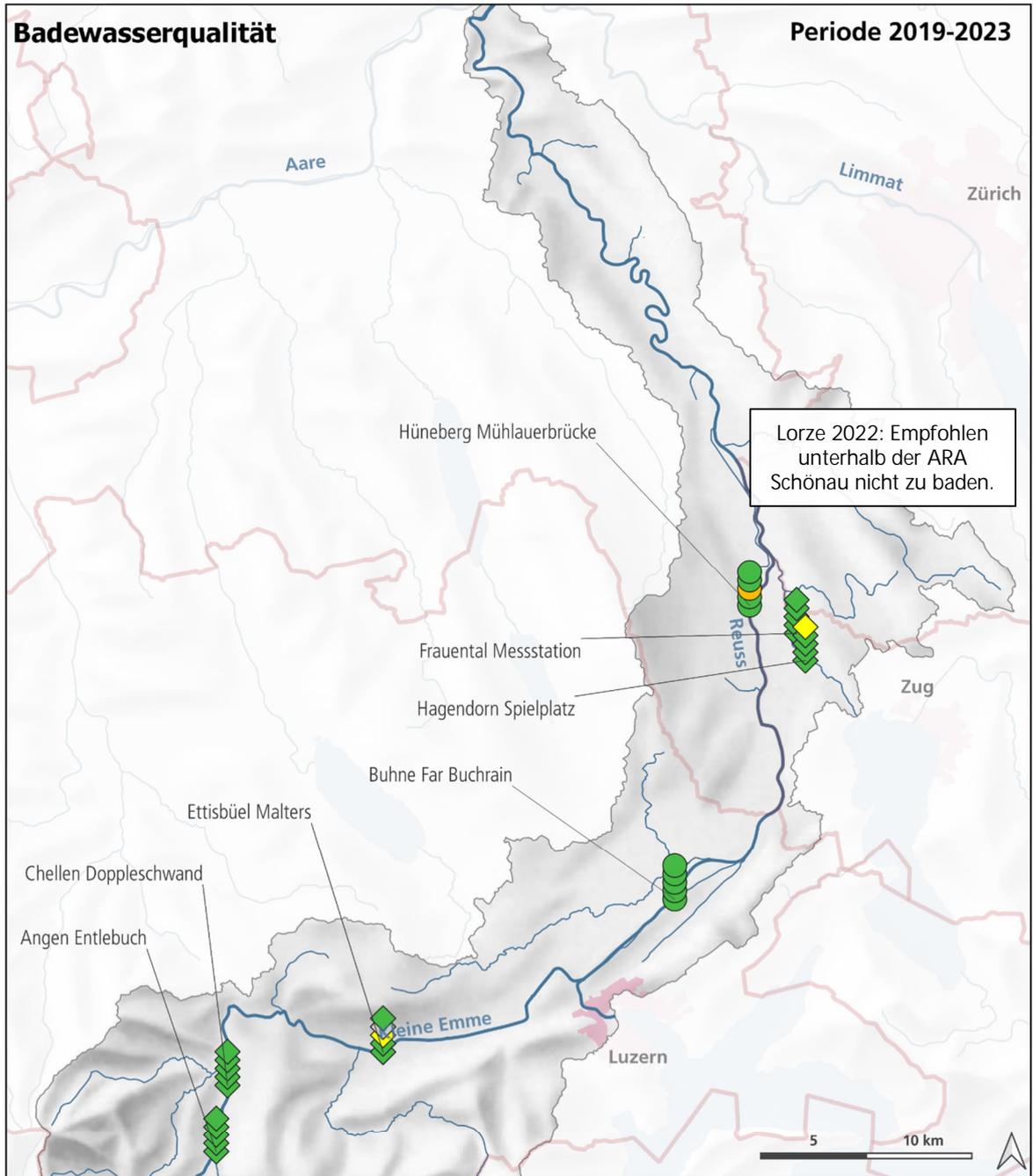
Bade-Dermatitis, auch Zerkarien-Dermatitis genannt, äussert sich als allergischer Hautausschlag, verursacht durch Parasiten, welche im Wasserbereich lebende Vögel (Enten, Schwäne, Gänse, Möwen) und Säugetiere (Biber und Bisamratten) befallen können. Die mikroskopisch kleinen Parasiten werden durch infizierte Schnecken ausgeschieden. Anstatt die üblichen Wirtstiere wie z.B. Wasservögel zu befallen, können sie sich auch in die Haut von Badenden einbohren, was zu allergischen Reaktionen führt. Zerkarien finden sich vermehrt im flachen, stehenden Wasser in Ufernähe. Schwimmen in tiefem oder strömendem Wasser, wie z.B. der Reuss, ist deshalb unbedenklich.

**Allgemeine Empfehlungen:**

- Nicht in trübes Wasser springen.
- Nach Möglichkeit nach dem Baden duschen oder sich gut abtrocknen.
- Hinweise zu Bade-Dermatitis (Zerkarien) beachten: → [Hinweise Entenflöhe Umweltberatung Luzern](#)
- Beim Baden möglichst wenig Wasser schlucken.
- Intensive Niederschläge beeinflussen die Flusswasserqualität negativ. Es wird empfohlen, das Baden während 2 - 3 Tagen nach starken Niederschlägen zu unterlassen.
- Badeplätze unterhalb von Abwasserreinigungsanlagen meiden.

Links:

- [Kanton Luzern, Umwelt und Energie: Qualität des Badewassers](#)
- [Kanton Zug, Amt für Verbraucherschutz: Badewasserqualität](#)
- [Kanton Aargau, Amt für Verbraucherschutz: Badewasserqualität in den Fluss- und Seebädern](#)
- [Bund, Bundesamt für Umwelt: Badegewässerqualität](#)
- [Strategie Antibiotikaresistenzen](#)



Hintergrund: © Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Bundesamt für Umwelt BAFU

<p>Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> — Gewässer ■ Siedlungsgebiet — Kantonsgrenzen <p>Messtellen</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Reuss ◆ Seitengewässer 	<p>Bewertung</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ausgezeichnet/gut ● akzeptabel/ausreichend ● schlecht/mangelhaft ● keine Daten 	<p>Zeitliche Entwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 2023 ● 2022 ● 2021 ● 2020 ● 2019
--	--	--

Abbildung 58: Badewasserqualität gemäss Empfehlung des BAFU. Dargestellt ist der schlechteste Wert pro Jahr. Im Jahr 2022 wurde an der Lorze unterhalb der ARA Schönau aufgrund zusätzlicher Messungen vom Baden abgeraten.



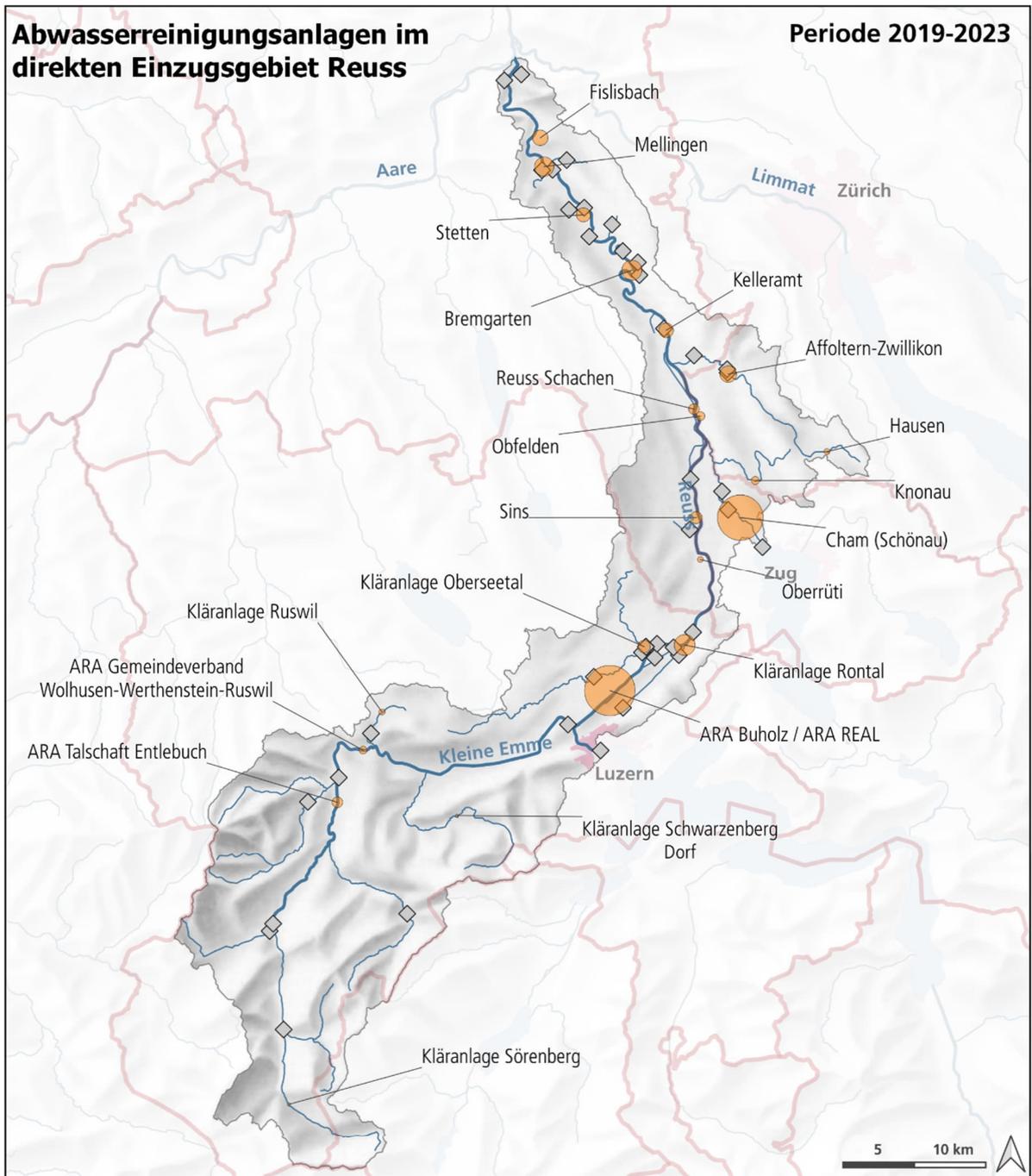
22 Abwasserreinigung

22.1 Abwasserreinigungsanlagen (ARA)

An der Mittellandreuss und ihren Zuflüssen gibt es heute 25 zentrale Abwasserreinigungsanlagen (Stand 2023). Sie reinigen das Abwasser von gut einer halben Million Einwohner sowie von Gewerbe- und Industriebetrieben.

Im Jahr 2019 wurde die erste ARA im Einzugsgebiet mit einer Reinigungsstufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen ausgerüstet. Es handelt sich um die ARA Schönau bei Cham. Im Jahr 2025 sollte die ARA REAL ebenfalls mit einer Elimination für Mikroverunreinigungen ausgerüstet werden.

Im Jahr 2023 wurden verschiedene ARA aufgehoben. Die ARA Oberseetal wurde auf die ARA REAL umgeleitet. Die ARA war seit 2014 mit dem realisierten Anschluss von Ballwil sehr stark ausgelastet. Die ARA hatte zwar seit 2012 eine Direkteinleitung des gereinigten Abwassers in die Reuss, was den Schwinibach als kleines aufnehmendes Gewässer entlastete (siehe Fact-Sheet 5 Chemische Gesamtbeurteilung), die ARA hatte aber ihre Kapazitätsgrenze erreicht. Der Anschluss an die ARA REAL ermöglicht es auch, dass das Abwasser in Zukunft mit einer Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigung gereinigt wird. Die ARA Ruswil wurde 2023 an die ARA Blindei (Werthenstein) angeschlossen. Somit wird der verhältnismässig kleine Bilbach weniger belastet (siehe auch Fact-Sheet 5 Chemische Gesamtbeurteilung). Die ARA Knonau wurde am 01.04.2023 auf die ARA Schönau umgeleitet. Neben der geringeren Belastung des Haselbachs, wird das Abwasser in der ARA Schönau nun zusätzlich auch von Mikroverunreinigungen gereinigt.



Hintergrund: © Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Bundesamt für Umwelt BAFU

Grundlagen

- Gewässer
- Siedlungsgebiet
- Kantonsgrenzen

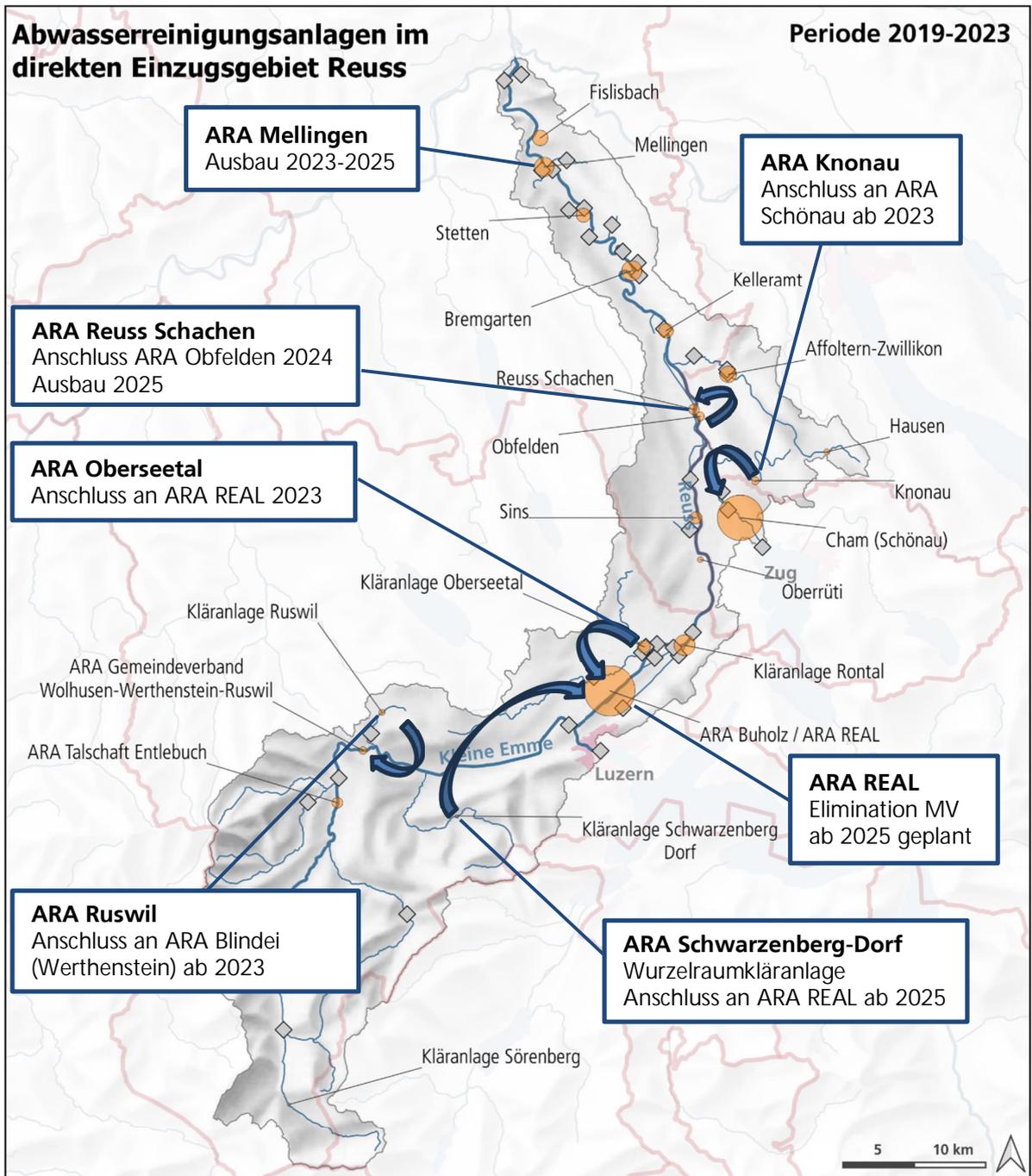
Messtellen

- Reuss
- ◆ Seitengewässer

**ARA nach angeschlossenen
Einwohnergleichwerten (85%, CSB)**

- 5'000 EW
- 20'000 EW
- 100'000 EW

Abbildung 59: Karte der Abwasserreinigungsanlagen (ARA) im Einzugsgebiet der Reuss (Stand 2023).



Hintergrund: © Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Bundesamt für Umwelt BAFU

Grundlagen

- Gewässer
- Siedlungsgebiet
- Kantonsgrenzen

Messtellen

- Reuss
- ◆ Seitengewässer

**ARA nach angeschlossenen
Einwohnergleichwerten (85%, CSB)**

- 5'000 EW
- 20'000 EW
- 100'000 EW

Abbildung 60: Umgesetzte, laufende und geplante Massnahmen an den Abwasserreinigungsanlagen im Einzugsgebiet der Mittellandreuss.

Tabelle 11: ARA im Einzugsgebiet der Mittellandress (Stand 2023)

Name ARA	Inbetriebnahme	Einwohner (31.12.2023)	Dimensionierung EW _{biol}	Ausbauzustand							Bemerkung
				mechanisch	biologisch	P-fällung	Teilnitrifikation	Nitrifikation	Denitrifikation	Elimination MV	
Kanton Luzern											
Blindei	1972	5'354	14'700	x	x	x		x	x		Ab 2025 Elimination MV geplant
REAL	1974	193'843	270'000	x	x	x		x	x		
Eigenthal	1970	194	800	x	x		x				
Talschaft Entlebuch	1995	8'354	17'500	x	x	x		x			
Oberseetal	1987	11'947	18'000	x	x	x	x	x	x		
Flühli	1986	699	2'500	x	x		x				
Menzberg	1977	154	375	x	x		x				
Papierfabrik Perlen	1982			x	x						
Rontal	1980	30'443	47'000	x	x	x		x	x		
Ruswil	1980	5'549	5'825	x	x	x		x			
Schwarzenberg-Dorf	1971	1'314	1'700	x	x					aufgehoben, ab 2023 Anschluss an ARA Blindei Anschluss an ARA Buholz 2024	
Sörenberg	1968	656	2'400	x	x		x				
Total Kanton Luzern		258'507	380'800								
Kanton Zug											
Schönau (GVRZ)	1977	168'994	192'000	x	x	x		x	x	x	Ab 2019 Elimination MV Reinigt auch Abwasser der Kantone LU, SZ, ZH
Total Kanton Zug		168'994	192'000								
Kanton Zürich											
Knouau	1977			x	x	x		x	x		Aufgehoben 01.04.2023, Anschluss an ARA Schönau
Zwillikon-Affoltern am Albis	1961	18'592*	25'000	x		x		x			*EW Angeschlossen per 01.01.2019
Hausen am Albis	1966	3'666*	4'500	x		x		x			*EW Angeschlossen per 01.01.2019
Obfelden	1974	6'331*	7'000	x		x		x			Anschluss an ARA Reusschachen 2024 *EW Angeschlossen per 01.01.2019
Total Kanton Zürich		28'589	36'500								
Kanton Aargau											
Bremgarten	1975	23'329	25'000	x	x	x		x			Aufgehoben 2012, Anschluss an ARA Stetten Ausbau 2018
Fischbach	1975										
Fislibach	1973	12'880	20'000	x	x	x		x	x		
Kelleramt	1975	14'782	21'300	x	x	x		x	x		
Künten	1973										Aufgehoben 2014, Anschluss an ARA Stetten Ausbau 2023-2025
Mellingen	1975	21'106	40'000	x	x	x		x	x		
Mühlau	1981										Aufgehoben 2016, Anschluss an ARA Sins
Oberrüti	1976	2'924	3'000	x	x	x		x	x		
Reuss-Schachen	1984	6'395	13'000	x	x	x		x			Baueingabe Ausbau ARA und Anschluss Obfelden ZH 2024
Sins	1985	8'487	12'100	x	x	x		x	x		
Stetten	1977	12'651	19'500	x	x	x		x	x		
Total Kanton Aargau		102'554	153'900								
Total EZG Reuss		558'644	763'200								



Tabelle 12: Durchschnittliche Jahresfrachten t/a im Auslauf der ARA 2019 – 2023

Name ARA	Durchschnittliche Jahresfrachten im Auslauf (t/a) 2019-2023					Bemerkung
	CSB	DOC	P _{tot}	N _{tot}	NH ₄ -N	
Kanton Luzern						
Blindei	24.7		0.54	18.9	0.82	
REAL	729.4		13.32	360.4	5.06	
Eigenthal	1.3		0.10		0.14	
Talschaft Entlebuch	36.9		0.46	28.4	0.96	
Oberseetal	47.5		0.70	32.7	10.27	
Flühli	5.4		0.37		0.72	
Menzberg	0.7		0.08		0.07	
Papierfabrik Perlen	1'869.9					
Rontal	111.8		1.43	90.8	2.94	
Ruswil	12.2		0.24	9.4	1.21	
Schwarzenberg-Dorf	4.4		0.46		2.72	
Sörenberg	5.7		0.48	4.1	1.28	
Total Kanton Luzern	2'850.0		18.18	544.7	26.19	
Kanton Zug						
Schönau (GVRZ)	314.6*	77.8	3.84	232.4	0.41	*Stand 2019
Total Kanton Zug	314.6	77.8	3.84	232.4	0.41	
Kanton Zürich						
Knonau	23.3		0.47	18.1	0.58	Daten Stand 2019
Zwillikon-Affoltern am Albis	68.1		0.95	67.9	0.29	Daten Stand 2019
Hausen am Albis	10.2		0.35	9.9	0.04	Daten Stand 2019
Obfelden	24.9		0.21	30.1	0.15	Daten Stand 2019
Total Kanton Zürich	126.5		1.98	126.0	1.06	
Kanton Aargau						
Bremgarten	72.7*	22.9	1.22	72.1	18.41	*Stand 2019
Fischbach						
Fislisbach	30.1*	9.2	0.46	20.2	0.71	*Stand 2019
Kelleramt	51.9*	11.0	0.72	48.9	0.34	*Stand 2019
Künten						
Mellingen	53.7*	13.6	0.74	48.9	7.67	*Stand 2019
Mühlau						
Oberrüti	9.0*	2.2		5.1	2.74	*Stand 2019
Reuss-Schachen	19.4*	5.2	0.39	28.1	0.16	*Stand 2019
Sins	27.3*	7.6	0.62	23.0	0.11	*Stand 2019
Stetten	39.8*	9.2	0.67	0.0	2.61	*Stand 2019
Total Kanton Aargau	304.0	80.7	4.82	246.2	32.75	*Stand 2019
Total EZG Reuss	3'595.2	158.5	28.81	1'149.4	60.41	

22.2 Elimination von Mikroverunreinigungen

Die weit verbreitet zum Einsatz kommenden synthetischen Wirkstoffe in Körperpflegeprodukten, Arzneimitteln, Reinigungsmitteln, Pflanzen- und Materialschutzmitteln gelangen zwangsläufig – wenn sie in den Abwasserreinigungsanlagen nicht zurückgehalten werden – in die Gewässer. In der Schweiz sind über 30'000 solcher Stoffe in unzähligen Produkten im täglichen Gebrauch. Sie werden heute in Gewässern in Konzentrationen im Bereich von wenigen Nano- bis Mikrogramm pro Liter nachgewiesen und können dort bereits auch bei sehr tiefen Konzentrationen den Ablauf von lebensnotwendigen biologischen Prozessen der Wasserlebewesen nachteilig beeinflussen.

Mit der Änderung der Gewässerschutzverordnung (GSchV) anfangs 2016 wurden die Kantone verpflichtet, ausgewählte Abwasserreinigungsanlagen bis ins Jahr 2040 technisch so aufzurüsten, dass sie Mikroverunreinigungen mit einem Wirkungsgrad von mindestens 80 % eliminieren können. Betroffen sind die grossen Abwasserreinigungsanlagen und Anlagen an kleinen Gewässern mit entsprechend geringem Verdünnungseffekt.

Technisch bestehen für die Elimination von Mikroverunreinigungen zwei Verfahren, die ursprünglich aus der Trinkwasser-Aufbereitung stammen. Eine Reinigungsstrategie besteht im Einsatz von Aktivkohle (granulierte Aktivkohle oder Pulveraktivkohle), die andere Strategie besteht darin, die Mikroverunreinigungen mit Ozon chemisch zu oxidieren und die dadurch bioverfügbar gemachten Stoffe über einen Filter in das Biologiebecken der Abwasserreinigungsanlage zurückzuführen.

Im Einzugsgebiet der Mittellandreuss müssen gemäss den Kriterien der GSchV folgende Abwasserreinigungsanlagen Massnahmen zur Elimination von Mikroverunreinigungen treffen:

Tabelle 13: Abwasserreinigungsanlagen, welche Massnahmen gegen Mikroverunreinigungen treffen müssen.

ARA	Kriterium	Massnahme
ARA REAL (LU)	Grosse Anlage	Elimination MV 2025
ARA Schönau (ZG)	Grosse Anlage	Elimination MV 2019
ARA Knonau	Einleitung des gereinigten Abwassers in kleines ökologisch sensibles Gewässer (Haselbach)	Anschluss ARA Schönau 2023
ARA Fislisbach	Einleitung des gereinigten Abwassers in kleines Gewässer (Chlusgrabe)	Direkteileitung in Reuss (in Planung)

22.3 Links

- [Kanton Luzern, Umwelt und Energie: Abwasser](#)
- [Kanton Zug, Amt für Umwelt: Abwasser](#)
- [Kanton Aargau, Abteilung für Umwelt: Abwasser](#)
- [Kanton Zürich, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft: Abwasserentsorgung](#)
- [Bund, Bundesamt für Umwelt: Abwasser](#)



23 Mikroverunreinigungen

23.1 Erläuterungen

Schweizer Gewässer sind oftmals mit organischen Mikroverunreinigungen belastet. Dazu gehören Einträge aus der Landwirtschaft, Siedlungs-, Strassenabwasser, sowie Einträge von der Abwasserreinigung und Industrie. Letztere beeinträchtigen vor allem die mittelgrossen bis grossen Gewässer, während kleinere Gewässer, welche kein gereinigtes Abwasser führen, oft durch die Landwirtschaft oder Siedlungs- und Strassenentwässerung beeinträchtigt werden.

Die Beurteilung der Belastung erfolgt durch zeitproportionale Zweiwochenmischproben, welche gemäss den chronischen Qualitätskriterien (CQK) des Ökotoxizentrums und den Anforderungen der Gewässerschutzverordnung (GSchV) ausgewertet werden. Die Bewertung der Mikroverunreinigungen nach Qualitätskriterien erfolgt anhand des Risikoquotienten (siehe Tabelle 14). Für einige Stoffen wird ein Risikoquotient eines bestimmten Isomers angegeben, in den Labormessungen jedoch der Stoff ohne Unterscheidung der Isomere gemessen. In diesem Fall wurde für den Einzelstoff der Grenzwert des Isomers angenommen.

Für die Bewertung wird der jeweils die höchste Konzentration resp. der höchste Risikoquotient (RQ) eines Stoffes während der Untersuchungsperiode verwendet. Zur Erfassung der Mischungstoxizität werden die Stoffe nach Wirkstoffklassen addiert.

Bei der Bewertung nach Gewässerschutzverordnung (GSchV) wird überprüft, ob ein Messwert die numerischen Anforderungen überschreitet. Zusammenfassend werden die Anzahl Übertretungen der numerischen Anforderungen pro Untersuchungsklasse und Wirkstoffklasse dargestellt.

Tabelle 14: Berechnung des Risikoquotienten für die Bewertung der Mikroverunreinigungen hinsichtlich der chronischen Belastung.

Beurteilung		Bedingung/Beschreibung (RQ = MEC/ QK)		Einhaltung Qualitätskriterium (QK)
Sehr gut	Die gemessene Umweltkonzentration (MEC) ist mehr als 10 mal kleiner als das Qualitätskriterium (QK)	RQ < 0.1	QK eingehalten	
Gut	Die gemessene Umweltkonzentration (MEC) ist weniger als 1 bis zu 10 mal kleiner als das Qualitätskriterium (QK)	0.1 ≤ RQ < 1		
Mässig	Die gemessene Umweltkonzentration ist kleiner als das doppelte Qualitätskriterium (QK)	1 ≤ RQ < 2	QK überschritten (nicht eingehalten)	
Unbefriedigend	Die gemessene Umweltkonzentration (MEC) ist kleiner als das zehnfache Qualitätskriterium	2 ≤ RQ < 10		
Schlecht	Die gemessene Umweltkonzentration (MEC) ist gleich wie oder grösser als das zehnfache Qualitätskriterium (QK)	RQ ≥ 10		

23.2 Beobachtungen

Die meisten Überschreitungen werden bei den Pflanzenschutzmitteln (Insektizide und Herbizide) sowie der Industriechemikalie Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) und bei Arzneimitteln festgestellt. Insbesondere wurden folgende Einzelstoffe mit sehr hohen Konzentrationen (RQ > 10 QK) gefunden:

Tabelle 15: Substanzen mit den höchsten Risikoquotienten (RQ > 10 QK).

Substanz	Stoffklasse	Gewässer	Max Konz. (µg/l)	Max. RQ
Deltamethrin	Insektizid	Küntenerbach	0.00069	408
Chlorpyrifos	Insektizid	Tobelbach	0.058	126
Fipronil	Insektizid	Schwinibach	0.078	101
Cypermethrin	Insektizid	Drälikerbach	0.0024	81
Ibuprofen	Arzneimittel	Küntenerbach	0.074	37
lambda-Cyhalothrin	Insektizid	Küntenerbach	0.00078	36
Diclofenac	Arzneimittel	Küntenerbach	1.3	26
Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)	Industriechemikalie	Wasenbach	0.05	25
Metazachlor	Herbizid	Drälikerbach	0.27	13.5
Permethrin	Insektizid	Drälikerbach	0.003	11
Nicosulfron	Herbizid	Wasenbach	0.092	11

Die Gewässer Schwinibach, Drälikerbach, Tobelbach und Küntenerbach weisen zahlreiche Überschreitungen der Qualitätskriterien für Pflanzenschutzmittel und Arzneimittel auf.

23.3 Interpretation

Belastungen durch Mikroverunreinigungen sind keine Seltenheit im Schweizer Mittelland. Häufig sind Pestizideinträge aus der Landwirtschaft und von privaten, gewerblichen und industriellen Anwendungen sowie Arzneimitteleinträge aus der Siedlungsentwässerung. Die untersuchten Gewässer mit den höchsten Belastungen im Einzugsgebiet der Mittellandreuss haben keine Abwasseranlagen im Einzugsgebiet. Somit stammen die festgestellten Verschmutzungen durch Mikroverunreinigungen aus der Landwirtschaft und vereinzelt aus Entlastungen der Siedlungsentwässerung (z.B. Schwinibach).

23.4 Links

- [Qualitätsvorschläge des Ökotoxenzentrums](#)
- [Gewässerschutzverordnung \(GSchV\)](#)
- [Wasser-wissen.ch](#)



Tabelle 16: Anzahl Überschreitungen der Grenzwerte und der maximale Risikoquotient für Pflanzenschutzmittel an ausgewählten Zuflüssen der Reuss.

	GSchV Anzahl Übertretungen					RQ Max. RQ				
	2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023
Insektizide										
Rotbach Emmen Neuhüsern					0					0.0
Schwinibach Inwil					0					101.3
Drällikerbach			6					81.0		
Wasenbach				0					0.3	
Tobelbach					0					126.1
Küntenerbach	0	1	0	1	6	35.6	1.2	0.1	408.1	0.5
Herbizide										
Rotbach Emmen Neuhüsern					7					1.4
Schwinibach Inwil					12					3.8
Drällikerbach			14					13.5		
Wasenbach				4					10.6	
Tobelbach					1					0.3
Küntenerbach	2	5	0	8	4	3.7	2.8	0.5	5.3	2.9
Fungizide										
Rotbach Emmen Neuhüsern					0					0.0
Schwinibach Inwil					0					0.0
Drällikerbach			1					2.5		
Wasenbach				0					0.1	
Tobelbach					0					1.3
Küntenerbach	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Biozide										
Rotbach Emmen Neuhüsern										
Schwinibach Inwil										
Drällikerbach			0					0.1		
Wasenbach				0					0.0	
Tobelbach					0					0.0
Küntenerbach	0	0	0	0	0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.1

Tabelle 17: Anzahl Überschreitungen der Grenzwerte und der maximale Risikoquotient für Arzneimittel und weiteren Stoffen an ausgewählten Zuflüssen zur Reuss.

	GSchV					RQ				
	Anzahl Übertretungen					Max. RQ				
Arzneimittel und weitere¹⁾	2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023
Rotbach Emmen Neuhüsern					0					0.0
Schwinibach Inwil					0					1.1
Drälikerbach			0					0.9		
Wasenbach				0					25.0	
Tobelbach					0					0.0
Küntenerbach	0	1	0	5	2	21.9	37.0	0.3	28.9	7.8

¹⁾ Tierarzneimittel, Industriechemikalien, Arzneimittelmetaboliten, Süßungsmittel

24 Biologie

Die Kantone untersuchen im Rahmen der Gewässerüberwachung den biologischen Zustand der Fliessgewässer. Besondere Beachtung finden dabei die kleineren Gewässer und die dort vorkommenden Lebensgemeinschaften. Im Einzugsgebiet der Reuss ist zwischen 2014 und 2018 an insgesamt 40 Messstellen der biologische Zustand bestimmt worden. Die Untersuchungs- und Bewertungsmethoden richten sich nach dem Modulstufenkonzept des BAFU und werden mit der nationalen Beobachtung der Oberflächenwasserqualität (NAWA) koordiniert. Im Rahmen dieser Untersuchungen werden die an den Messstellen vorkommenden

- wirbellosen Kleintiere der Gewässersohle (Makrozoobenthos)
- Kieselalgen (Diatomeen)
- Wasserpflanzen (Makrophyten) und
- Fische

bestimmt. Diese Organismen reagieren sensibel auf Veränderungen in der Wasser- und Geschiebeführung, des Zustands des Gewässers (Ökomorphologie, Durchgängigkeit) und der Wasserqualität. Sie wirken daher als Bioindikatoren für den Gewässerzustand. Ergänzend zu den biologischen Untersuchungen werden die organoleptisch erkennbaren Beeinträchtigungen der Gewässerqualität (Äusserer Aspekt) erhoben.

Nationale Beobachtung der Oberflächengewässerqualität (NAWA)

Mit der Nationalen Beobachtung der Oberflächengewässerqualität (NAWA) überwacht das BAFU in Zusammenarbeit mit anderen Institutionen des Bundes und mit den Kantonen seit 2011 den ökologischen Zustand und die Entwicklung der Schweizer Gewässer auf nationaler Ebene. Das NAWA-Konzept sieht mehrere Ebenen der Beobachtung vor:

- TREND: Basismessnetz zur langfristigen Dauerbeobachtung
- SPEZ: Problembezogene Spezialbeobachtung
- NADUF: Daueruntersuchung der Stofffrachten in Fliessgewässern

An der Reuss gehören insgesamt 4 Messstellen zum NAWA-Programm des Bundes:

- Reuss in Luzern (TREND)
- Reuss bei Gebenstorf (TREND)
- Lorze bei Maschwanden (TREND)
- Kleine Emme bei Littau (TREND)

24.1 Äusserer Aspekt

Mit dem Äusseren Aspekt werden die organoleptisch erkennbaren Belastungsindikatoren wie Schlamm, Trübung, Verfärbung, Schaum, Geruch, Eisensulfid, Kolmation, Feststoffe/Abfälle, heterotropher Bewuchs und Pflanzenbewuchs zusammengefasst. Das Ziel ist eine orientierende Beurteilung des Erscheinungsbildes eines Fliessgewässers.

24.2 Kieselalgen

Kieselalgen oder Diatomeen sind mikroskopisch kleine Lebewesen mit einer mechanisch und chemisch sehr beständigen Hülle aus Kieselsäure. Sie bewachsen ganzjährig die Steine der Gewässersohle von

Bächen und Flüssen und können dort dichte Biofilme bilden. Die Artenzusammensetzung des Kieselalgenbewuchses hängt stark von der Wasserqualität ab. Die Kieselalgen reagieren schon innerhalb von Wochen mit einer Artenverschiebung auf Milieuveränderungen. Kieselalgenuntersuchungen stellen deshalb eine ideale Ergänzung zu chemischen Messprogrammen dar.

24.3 Makrozoobenthos

Als Makrozoobenthos oder Makroinvertebraten bezeichnet man die wirbellosen Tiere der Gewässer-
sohle, die noch von blossen Auge sichtbar sind. Es handelt sich vor allem um Insektenlarven, Kleinkrebse,
Schnecken und Muscheln. Sie ernähren sich von Algen oder abgestorbenen Pflanzen und sind selber
Nahrung für die Fische. Neben der guten Wasserqualität und vielfältigen Strömungsverhältnissen sind
sie besonders auf eine naturnahe Gewässersohle angewiesen. Insbesondere in kleineren Gewässern be-
drohen Pestizid-Belastungen die Artengemeinschaft. Viele Vertreter der Makroinvertebraten leben
mehrere Jahre im Wasser. Für ihr Vorkommen und ihre Artenzusammensetzung sind deshalb die Um-
weltbedingungen der letzten Monate und Jahre ausschlaggebend.

24.4 Fische

Fische kommen in den meisten Schweizer Fliessgewässern vor. Sie sind relativ einfach zu bestimmen und
ihre Ökologie ist gut bekannt. Sie sind langlebig und damit geeignet, neben Stossbelastungen auch
chronische Belastungen anzuzeigen. Durch ihre hohen Ansprüche an den Lebensraum weisen sie auf
Defizite der Wasserqualität sowie des morphologischen und hydrologischen Zustandes der Gewässer
hin. Die Mobilität und die Wanderungen von Fischarten lassen zudem Rückschlüsse auf die Durchgän-
gigkeit und Vernetzung der Gewässer zu. Allerdings erschweren die in den meisten Fliessgewässern
durchgeführten Besatzmassnahmen mit Bachforellen die Beurteilung der natürlich vorhandenen Fisch-
populationen.

24.5 Makrophyten

Moose und Wasserpflanzen oder Makrophyten bilden zusammen mit den Algen die Gewässerflora. Die
Besonnung, die Strömungsgeschwindigkeit, das Substrat der Gewässersohle, die Nährstoffverhältnisse
und die Wassertemperatur bestimmen das Vorkommen und das Wachstum der Wasserpflanzen. Sie
wiederum beeinflussen den Tages- und Jahresgang des pH-Wertes und der Sauerstoffkonzentration im
Gewässer. Übermässiges Pflanzenwachstum beeinflusst die Strömungsgeschwindigkeit und abgestor-
bene Pflanzenteile können zu Schaumbildungen führen. Durch ihre lange Lebensspanne können Moose
und Wasserpflanzen Veränderungen ihres Lebensraumes über längere Zeiträume aufzeigen. Eine Beur-
teilung der Gewässer aufgrund von Wasserpflanzen wurde in der Berichtsperiode 2014 - 2018 nicht
vorgenommen.

24.6 Biologie: zusätzliche 10-jährige Untersuchungen

Im Jahr 2021 wurde ein Fachbericht zum biologischen Monitoring der Mittellandreuss und der unteren
Lorze erstellt. Er umfasst die Ergebnisse von Makrozoobenthos, Libellen und eDNA-Analyse. Die als re-
gelmässiges Langzeitmonitoring angelegte Untersuchungsreihe fand 2021 nach einer Voruntersuchung
2010 und Hauptkampagne 2011 zum zweiten Mal statt. Damit stehen entsprechende Daten für die
Erfassung von zeitlichen Veränderungen zur Verfügung.

Im Gegensatz zu anderen Flüssen der Schweiz wurde in der Reuss kein Rückgang von EPT-Taxa beo-
bachtet. Hier gab es allerdings grössere Verluste an Oligochaeten und Dipteren, was mit dem Januar-
Hochwasser 2021 und/oder Sandauflagerungen auf bereits vorher besiedeltem Feinsubstrat zusammen-
hängen könnte. Bei den EPT-Taxa kam es in der Reuss zu leichten Verlagerungen der Schwerpunkte. So
gingen Steinfliegen insgesamt zurück, Eintagsfliegen und Köcherfliegen konnten im Mittel zugewinnen.



Deutlich schlechter sieht es dagegen an der Unteren Lorze aus. Hier haben sowohl die Taxazahlen als auch die Dichten von EPT-Taxa stark abgenommen. Für den Unterschied zur Reuss wird vor allem die stärkere Degradierung der Unteren Lorze bezüglich Morphologie und Geschiebedefizit verantwortlich gemacht.

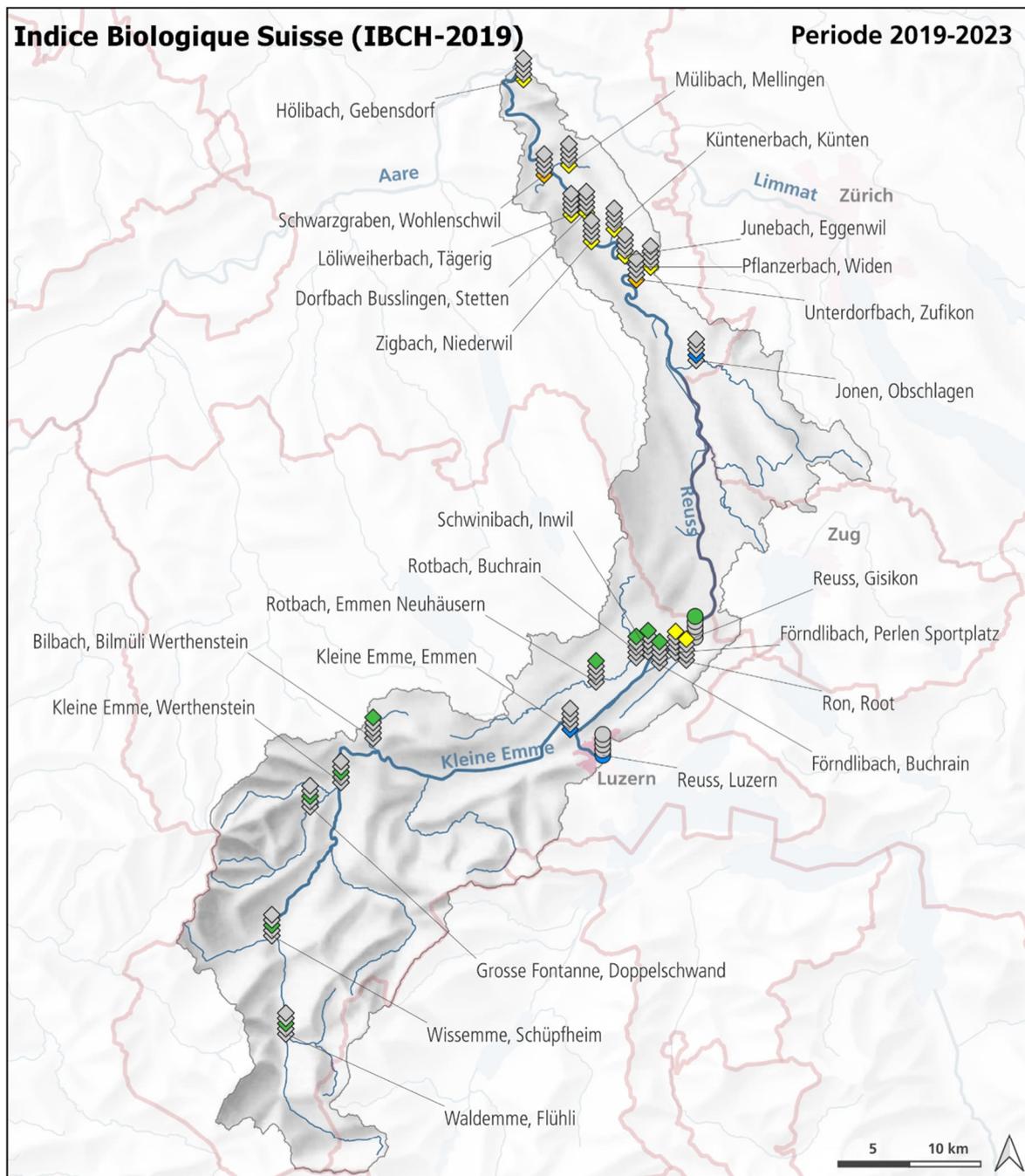
Neozoen spielen in der Reuss noch keine dominierende Rolle, es sind allerdings neue Arten hinzugekommen und bereits 2011 etablierte Arten konnten sich weiter ausbreiten. Hier werden zukünftig zunehmende negative Auswirkungen erwartet. Dies betrifft vor allem die weitere Ausbreitung von *Dikrogammarus villosus*, der in anderen Flüssen bereits grosse Schäden an der einheimischen Fauna verursacht hat. Die sich in der Schweiz in Ausbreitung befindende und stark invasive Quagga-Muschel (*Dreissena rostriformis*) wurde bisher weder in der Mittelland-Reuss noch der Unteren Lorze gefunden.

Die Saprobie zeigte entlang der gesamten Reuss einen «guten Zustand» bzw. eine «mässige Belastung» an, einzelne Stellen allerdings nur noch knapp (u.a. Staubereich Rottenschwil). Die Untere Lorze startet am Zugersee mit ähnlichen Werten, wird aber vermutlich durch die ARA Schönau negativ auf «mässiger Zustand» bzw. «kritisch belastet» beeinflusst und bleibt bis Maschwanden etwas erhöht. Die Saprobie war gegenüber 2011 insgesamt leicht höher.

Die 2021 neu eingeführten Methoden zur Erfassung von Libellenexuvien und Adulten sowie die ergänzenden Untersuchungen der eDNA haben sich bewährt und haben zusätzliche Informationen geliefert.

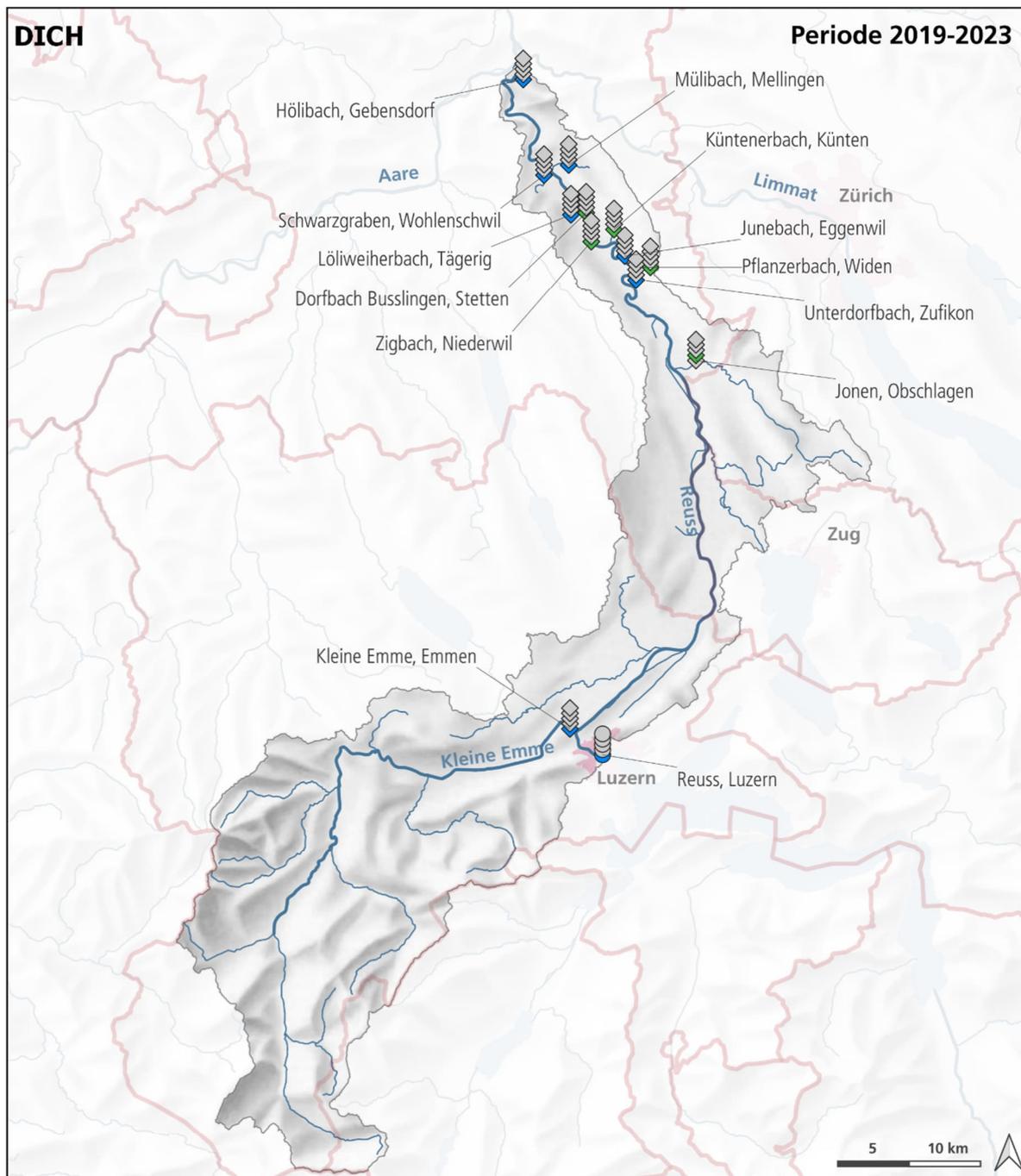
Link:

- [Biologische Untersuchung Mittelland-Reuss und Untere Lorze 2021](#)



Hintergrund: © Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Bundesamt für Umwelt BAFU

Abbildung 61: Einzelkarte des IBCH_2019 (Makrozoobenthos) von 2019-2023



Hintergrund: © Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Bundesamt für Umwelt BAFU

Grundlagen

- Gewässer
- Siedlungsgebiet
- Kantongrenzen

Messtellen

- Reuss
- Seitengewässer

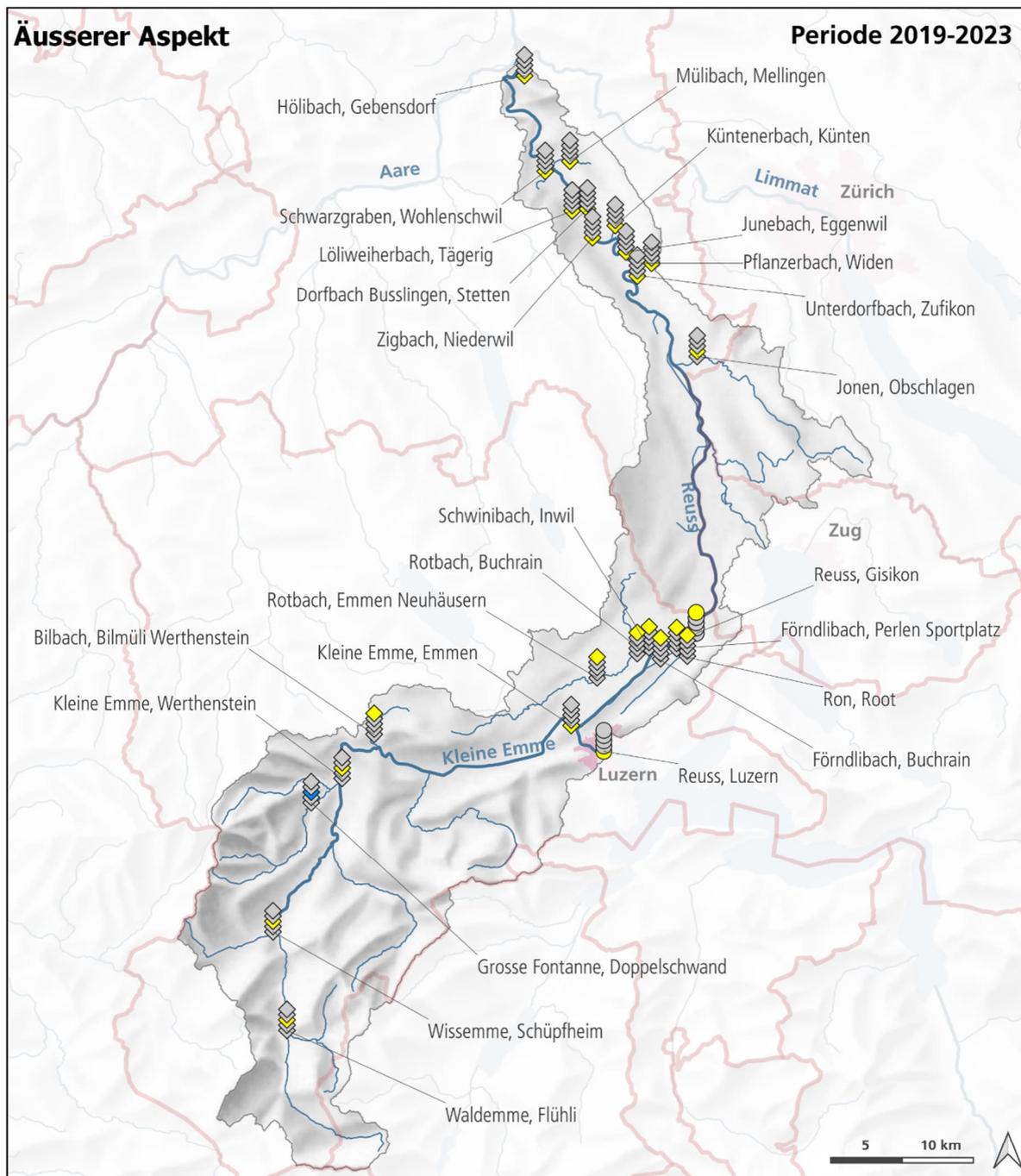
Bewertung

- sehr gut
- gut
- mässig
- unbefriedigend
- schlecht
- keine Daten

Zeitliche Entwicklung

- 2023
- 2022
- 2021
- 2020
- 2019

Abbildung 62: Einzelkarte des DICH (Kieselalgen) von 2019-2023



Hintergrund: © Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Bundesamt für Umwelt BAFU

Grundlagen

- Gewässer
- Siedlungsgebiet
- Kantongrenzen

Messtellen

- Reuss
- Seitengewässer

Bewertung

- Klasse 1
- Klasse 2
- Klasse 3
- keine Daten

Zeitliche Entwicklung

- 2023
- 2022
- 2021
- 2020
- 2019

Abbildung 63: Einzelkarte des Äusseren Aspekts von 2019-2023

25 Ökomorphologie

25.1 Erläuterungen

Naturnahe Fliessgewässer sind dynamisch und ändern je nach Abflussmenge ihre Morphologie. Die Biotope in und an einem Fliessgewässer sind damit gleichfalls Veränderungen unterworfen. Das natürliche Wechselspiel führt zu andauernd umgestalteten, verschiedenartigen Kleinlebensräumen, in welchen sich eine angepasste, artenreiche Tier- und Pflanzenwelt entwickeln kann. Die periodischen Hochwasserabflüsse sind die massgebenden Treiber dieser Dynamik. Diese für die Vielfalt der Lebensräume wichtigen Hochwasser waren und sind jedoch gerade ein Grund für menschliche Eingriffe in die Gewässer. Während Jahrhunderten wurden die Flüsse gezähmt, das heisst kanalisiert, begradigt und eingengt, um den Hochwasserabfluss zu kontrollieren und gleichzeitig wertvolles Kulturland zu gewinnen.

Mit dem Modul Ökomorphologie des Modul-Stufen-Konzepts werden die Strukturen in und am Gewässer erfasst und bezüglich ihrer Naturnähe beurteilt. Ziel ist eine übersichtsmässige Beurteilung der Naturnähe der Fliessgewässer in einer Region (z.B. Kantone, Regionen, Gemeinden). Bei einer Begehung werden die eigentliche Gewässermorphologie, bauliche Massnahmen im und am Gewässer sowie Gegebenheiten im unmittelbar angrenzenden Umland anhand von wenigen ausgewählten Merkmalen erhoben. Zur Bestimmung der Ökomorphologie werden folgende Parameter aufgenommen: Sohlenbreite, Wasserspiegelbreitenvariabilität, Verbauung der Sohle, Verbauung des Böschungsfusses, Breite und Beschaffenheit des Uferbereiches, Durchgängigkeitsstörungen und weitere Bauwerke.

Anhand eines Punktesystems werden die aufgenommenen Parameter bewertet. Aufgrund der Summe werden die Gewässerabschnitte in vier Klassen eingeteilt, welche auf Übersichtskarten in den Farben blau, grün, gelb und rot dargestellt werden können.

25.2 Beobachtungen und Interpretationen

Wie in vielen Fliessgewässern im Mittelland ist auch die Mittellandreuss und ihre Zuflüsse auf weiten Strecken in ihrer Ökomorphologie eingeschränkt (siehe Abbildung 64). Besonders die kleinen bis mittelgrossen Zuflüsse in dicht besiedelten Gebieten, wie beispielsweise die Jonen oder der Schwinibach, sind in der Ökomorphologie stark eingeschränkt. Die Zuflüsse im weniger dicht besiedelten Entlebuch (Kleine Emme, Bilbach und Rotbach) weisen eine bessere Bewertung der Ökomorphologie auf, wobei die Kleine Emme ab Werthenstein deutliche Defizite in der Ökomorphologie aufweist. Massnahmen zu Revitalisierungen finden sich im Fact-Sheet 26 Revitalisierung.

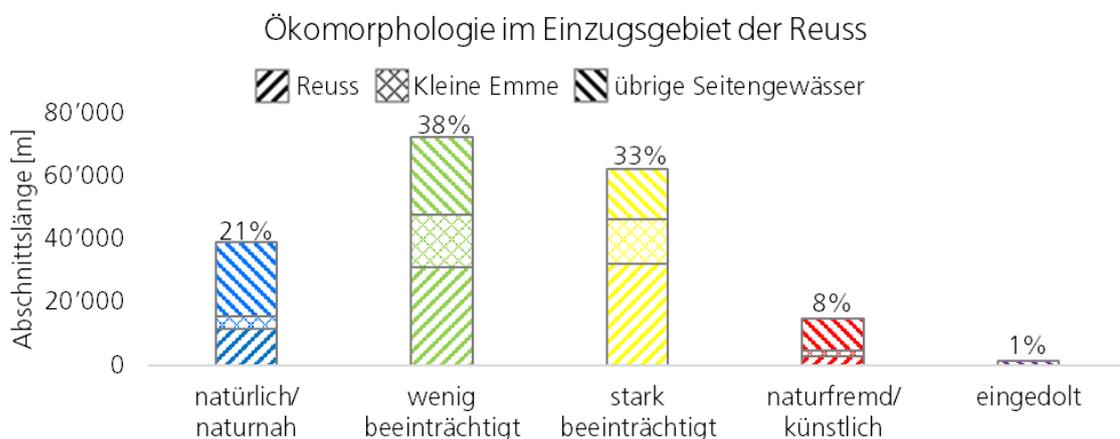


Abbildung 64: Ökomorphologie der Reuss und der Zuflüsse im Einzugsgebiet der Mittellandreuss.

Links: [Modul-Stufen-Konzept: Ökomorphologie Stufe F](#)

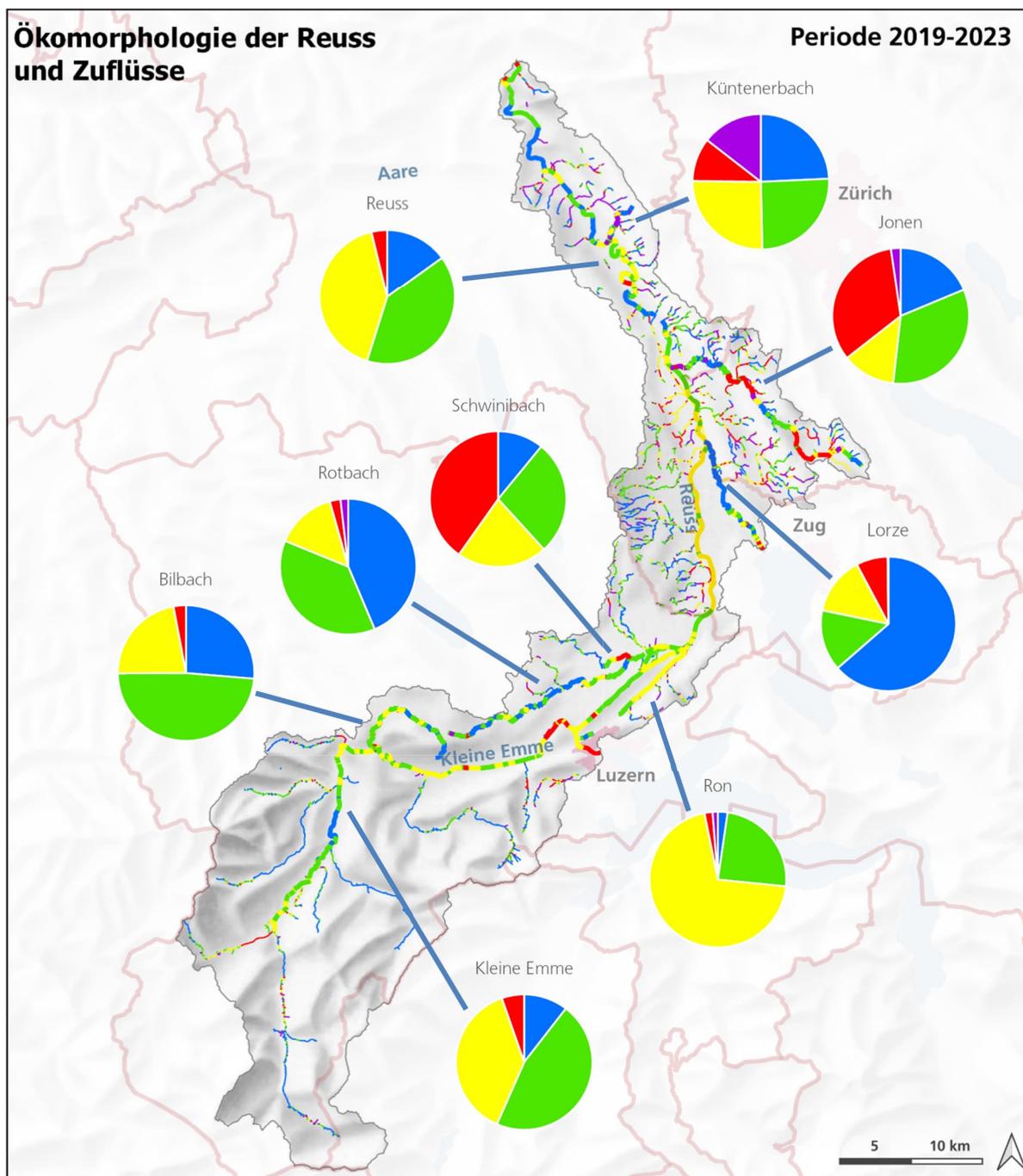


Abbildung 65: Ökomorphologie der Reuss und ihrer Zuflüsse (Stand 2011).

26 Revitalisierung

26.1 Erläuterungen

In der Schweiz sind die meisten Bäche und Flüsse durch menschliche Eingriffe direkt beeinflusst. Aus Gründen des Hochwasserschutzes, zur Landgewinnung für die Landwirtschaft und Siedlungsgebiete sowie zur Nutzung der Wasserkraft wurden unsere Fliessgewässer seit dem 18. Jahrhundert im grossen Stil umgeleitet, kanalisiert, verbaut und eingedolt. Rund 14'000 km der Schweizer Gewässer sind in schlechtem morphologischem Zustand⁽¹⁾; als Folge davon sind die mit Gewässern in Verbindung stehenden aquatischen und terrestrischen Lebensräume stark gefährdet. Gewässerlebensräume und Feuchtgebiete stehen damit an der traurigen Spitze der bedrohten Lebensräume und enthalten die höchste Anzahl bereits ausgestorbener und vom Aussterben bedrohter Tier- und Pflanzenarten. Von 55 einheimischen Fischarten sind bereits 8 ausgestorben und 58% stehen auf der roten Liste⁽²⁾.

Ab den 1990er-Jahren setzte im Wasserbau ein Umdenken ein: Anstatt die Bäche und Flüsse immer stärker zu verbauen, entstanden innovative wasserbauliche Projekte, die den natürlichen Verlauf und Aufweitungen der Gewässer fördern. Seither passen der Hochwasserschutz und die Ökologie wieder besser zusammen. Den Gewässern wird möglichst wieder mehr Platz eingeräumt und auch eine gewisse Dynamik ist gewünscht. In der Schweiz sollen mit Revitalisierungen jedes Jahr 50 km Gewässer morphologisch aufgewertet werden, bis 2090 gesamthaft 4'000 km⁽³⁾. Je nach Gewässer, Verbauungsgrad und der örtlichen Situation sind unterschiedliche Massnahmen zur Revitalisierung erforderlich und umsetzbar. Die Entfernung von Verbauungen und künstlichen Hin-



Abbildung 66: Revitalisierung von Seitenarmen der Reuss bei der Reussegg in Sins im Kanton Aargau. *Quelle Foto: © Plan Biodivers*

dernissen sowie der Einbezug der Uferzone, um Aufweitungen zu realisieren, sind in den meisten Revitalisierungsprojekten enthalten. Ein genügend grosser Gewässerraum ist für die meisten Revitalisierungsprojekte der Schlüssel zum Erfolg, da nur so auch eigendynamische Prozesse zugelassen werden können und sich damit naturnahe Strukturen ausbilden und laufend erneuern können. Gleichzeitig ist der Raumbedarf für Revitalisierungen praktisch in jedem Projekt schwierig verhandelbar, da sowohl Landwirtschaft, Infrastrukturen und auch Siedlungen den Gewässerraum mitbeanspruchen.

26.2 Stand der Planung und Umsetzung

Auch im Einzugsgebiet der Mittellandreuss auf Kantonsgebiet von Luzern, Zug und Aargau sind umfangreiche Revitalisierungen geplant und verschiedene Projekte wurden bereits realisiert, sind in Planung oder wurden zumindest im Rahmen der strategischen Revitalisierungsplanung vorgemerkt. Letztere zeigt auf, welche Gewässerabschnitte ein gutes Aufwand - Nutzen - Verhältnis aufweisen und deshalb prioritär revitalisiert werden sollten. Bei der Ersterstellung im Jahr 2014/2015 wurden für das Einzugsgebiet der Mittellandreuss von den Kantonen Luzern, Aargau und Zug gesamthaft 40 km Fliessgewässerstrecke

¹ Renaturierung der Schweizer Gewässer, Stand Umsetzung Revitalisierungen 2011-2019, Thomas G. und Renner C., BAFU 2021

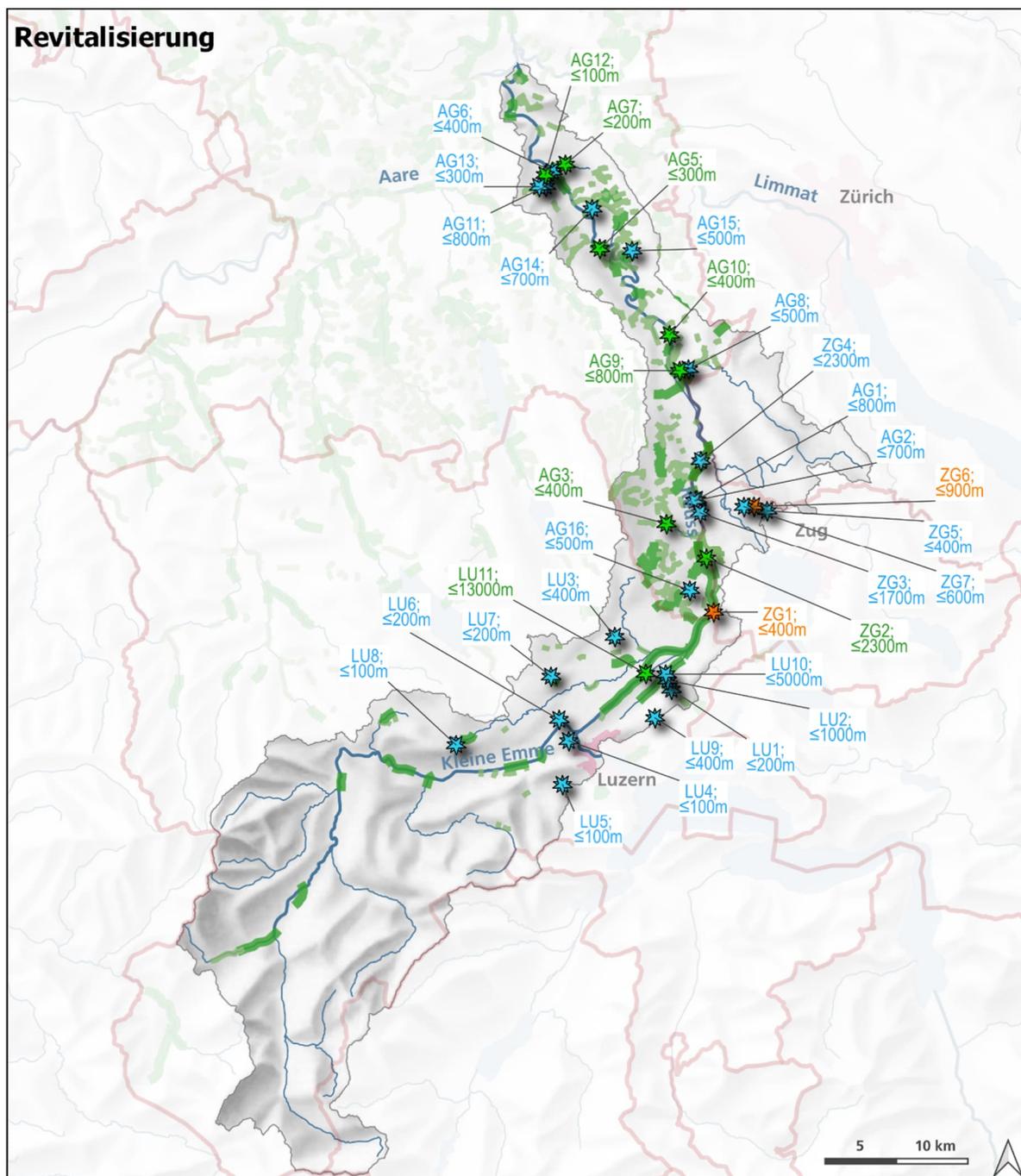
² Gefährdete Arten und Lebensräume in der Schweiz, Synthese Rote Listen, Klaus G. et al., BAFU/InfoSpecies 2023

³ Gewässer in der Schweiz, Zustand und Massnahmen, BAFU 2022

ausgewiesen, die bis 2035 revitalisiert werden sollen ⁽¹⁾. Bisher wurden im Einzugsgebiet der Mittelland-reuss Projekte auf ca. 17 km Gewässerstrecke umgesetzt oder sind aktuell in Ausführung. Für weitere rund 18 km laufen Planungen oder Bewilligungsverfahren. Wie überall in der Schweiz kann festgestellt werden, dass häufig Opportunitäten ergriffen werden und Projekte bei günstigen Gelegenheiten realisiert oder im Zusammenhang mit Hochwasserschutzprojekten umgesetzt werden. Von den in der strategischen Revitalisierungsplanung als mit gutem Nutzen - Aufwandverhältnis ausgewiesenen Gewässerstrecken konnten bisher erst wenige realisiert werden. Werden sämtliche in Planung befindenden Projekte realisiert, können die Gewässerstrecken mit ungenügender Morphologie im Einzugsgebiet von heute 42 % (vgl. Fact Sheet 25 Ökomorphologie) um rund 12 % auf 30 % reduziert werden.

Die strategische Revitalisierungsplanung wird in den kommenden Jahren aktualisiert. Aus ökologischer und landschaftlicher Sicht ist zu hoffen, dass in der Folge die nötigen Finanzmittel bereitgestellt werden und die Umsetzungsgeschwindigkeit für Revitalisierungen erhöht werden kann.

¹ Daten Kanton ZG nicht verfügbar



Hintergrund: © Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Bundesamt für Umwelt BAFU

Grundlagen

- Gewässer
- Siedlungsgebiet
- Kantons Grenzen

Revitalisierungsprojekte

- umgesetzt / in Ausführung
- geplant
- in Planung / übrige

**Strategische Revitalisierungsplanung:
 Ökologischer Nutzen im Verhältnis
 zum Aufwand**

- gross
- mittel

Abbildung 67: Revitalisierungsprojekte im Einzugsgebiet der Mittellandreuss (Sterne) und Gewässerabschnitte mit grossem und mittlerem Nutzen im Verhältnis zum Aufwand aus der Revitalisierungsplanung 2014/2015.

27 Wasserkraft

27.1 Erläuterungen

Die Nutzung der Wasserkraft zur Produktion einheimischer Energie ist in der Schweiz von grosser Bedeutung. Trotz dem Bau von Atomkraftwerken bis 1985 und dem jüngeren Ausbau der alternativen erneuerbaren Energien, stammt immer noch der grösste Teil der inländischen Stromproduktion aus Wasserkraft (~ 57.6%)¹. Entsprechend hoch ist die wirtschaftliche Bedeutung der Wasserkraft, aber auch der Einfluss auf die Landschaft und die Gewässerökologie. Restwasser, Schwall-Sunk, Verbauung und Stauwehre sind einige der Konsequenzen mit negativen Auswirkungen auf die Gewässerlebensräume und deren Lebensgemeinschaften.

Dank der hohen durchschnittlichen Niederschläge vor allem in den Alpen und der dort vorteilhaften Topographie, konzentriert sich der grösste Anteil der Energieproduktion aus Wasserkraft auf die Bergkantone Uri, Graubünden, Wallis und Tessin. Im alpinen Einzugsgebiet der Reuss findet eine intensive Wasserkraftnutzung statt, wodurch auch die saisonalen Zuflüsse des Vierwaldstättersees beeinflusst werden. In den Fliessgewässern im Einzugsgebiet der Mittellandreuss unterhalb von Zuger- und Vierwaldstättersee ist von dieser alpinen Wasserkraftnutzung dank dem grossen Puffervolumen der Seen kein direkter Einfluss mehr erkennbar. Der Abfluss sowohl der Reuss als auch der Lorze sind durch Regulierwehre beeinflusst; diese dienen jedoch nur der Regulierung des Pegels / Abflusses für Hoch- und Niedrigwassersituationen und stehen nicht im Zusammenhang mit einer Wasserkraftnutzung.

27.2 Wasserkraftnutzung im Einzugsgebiet der Mittellandreuss

An der Reuss, Kleinen Emme, Wissemme, Lorze und an einigen zusätzlichen kleinen Fliessgewässern finden sich Flusskraftwerke. Diese führen lokal zu Einschränkungen des Geschiebetriebes und somit der Gewässermorphologie durch Verbauung der Ufer und durch Wehre, welche die Fischdurchgängigkeit unterbrechen. Zudem weisen einige Ausleitkraftwerke längere Restwasserstrecken auf (z.B. Perlen ca. 3.7 km). Vor allem von kleineren Kraftwerken liegen keine verlässlichen Daten zur mittleren Jahresproduktion vor, diese tragen jedoch auch wenig zur Gesamtmenge des produzierten Stroms im Einzugsgebiet der Mittellandreuss bei. Anhand der verfügbaren Daten kann im Mittel von rund 185 – 200 GWh produziertem Strom pro Jahr ausgegangen werden. Damit werden durchschnittlich 36'000 Haushalte mit Strom versorgt. Rund 85 % der Produktion erfolgt mit Kraftwerksstufen an der Reuss. Über die Hälfte der Produktion (108 GWh/a) entfällt auf das Kraftwerk Bremgarten-Zufikon der AEW Energie AG, weitere bedeutende Kraftwerke sind die beiden Kraftwerkstufen in Perlen (zusammen rund 15.8 GWh/a) sowie das Kraftwerk Rathausen in Ebikon (15.9 GWh/a).



Abbildung 68: Kraftwerk Bremgarten-Zufikon mit AEW Regional-Center Bremgarten (rechts im Bild).

Quelle Foto: © AEW Energie AG, Aarau

¹ <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/erneuerbare-energien/wasserkraft.html>

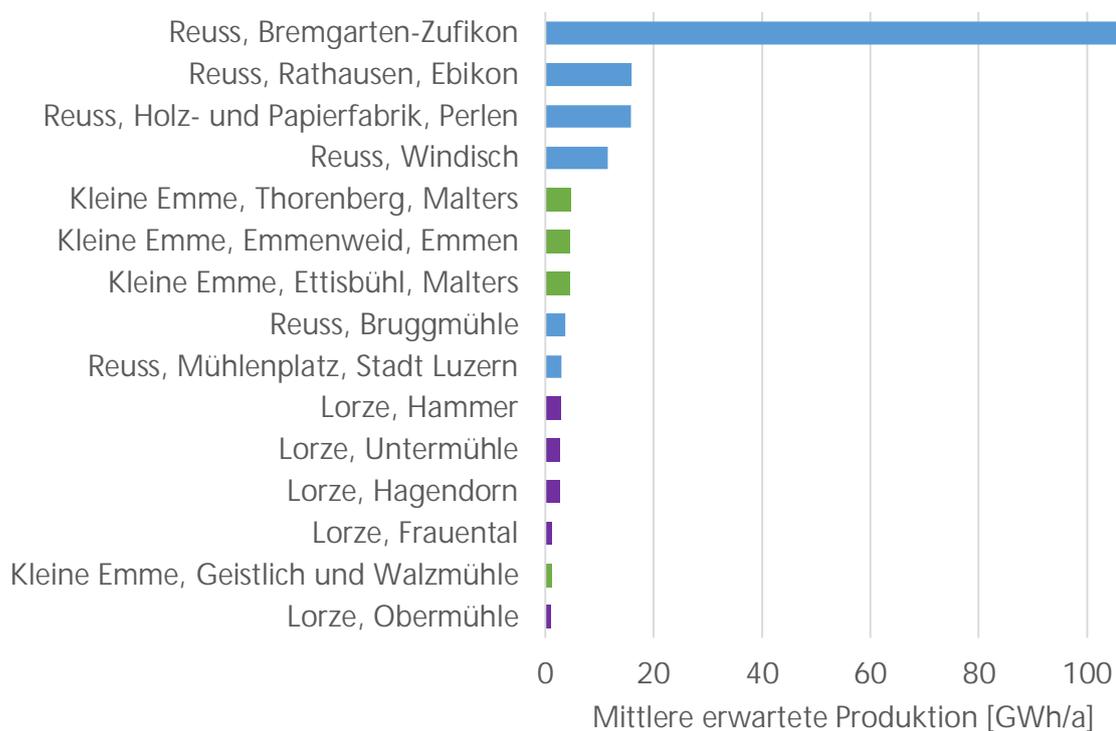
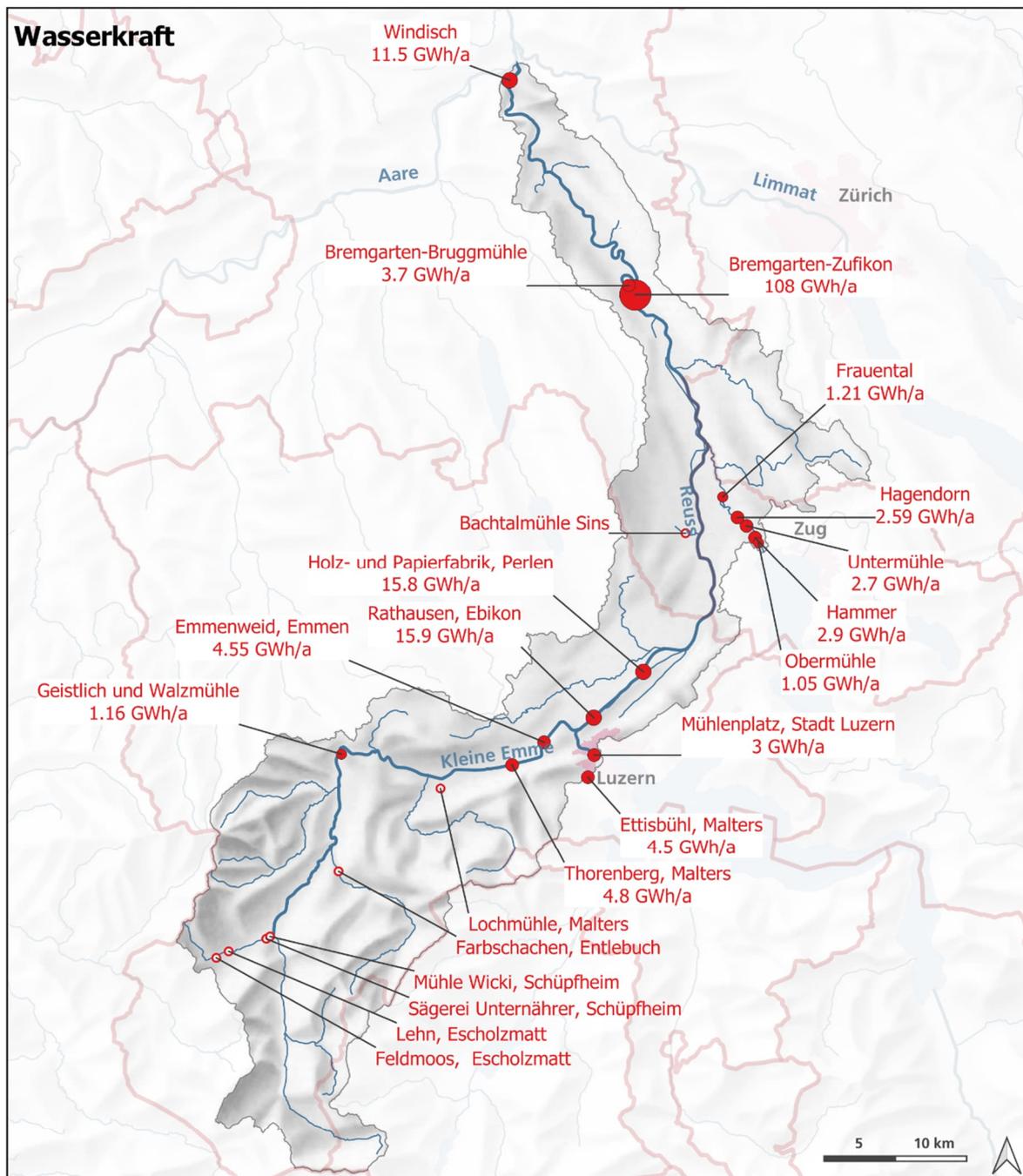


Abbildung 69: Wasserkraftwerke im Einzugsgebiet der Mittellandreuss für die Daten zur mittleren Produktionserwartung vorliegen, absteigend sortiert nach GWh/a. Identische Balkenfarben zeigen Wasserkraftwerke am gleichen Fließgewässer.

Bei vielen Kraftwerken besteht weiterhin ein Sanierungsbedarf, um den Fischauf- und Abstieg bei den Wehren zu ermöglichen sowie den Geschiebetrieb sicherzustellen. Es handelt sich um sehr anspruchsvolle Projekte mit hohen Investitionskosten und langer Planungs- und Umsetzungsfrist. Vor allem für den Fischabstieg bei Flusskraftwerken sind bisher erst wenig Kenntnisse und positive Erfahrungen an Schweizer Kraftwerken vorhanden. Da die Fische bei der Abwärtswanderung der Hauptströmung folgen und diese zu den Turbinen führt, überlebt ein bedeutender Anteil der Fische die Passage nicht. Bisherige technische Lösungsansätze sind fischschonende Turbinen, die langsamer drehen sowie Leitsysteme, mit denen die Fische in einen Bypass gelenkt werden sollen, um die Kraftwerkstufen zu umschwimmen.



Hintergrund: © Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Bundesamt für Umwelt BAFU

Grundlagen

- Gewässer
- Siedlungsgebiet
- Kantons Grenzen

Wasserkraftwerke

- keine Daten verfügbar
- < 2 GWh/a
- 2 - 5 GWh/a
- 5 - 20 GWh/a
- 20 - 50 GWh/a
- > 50 GWh/a

Abbildung 70: Wasserkraftwerke an den Fließgewässern im Einzugsgebiet der Mittellandreuss. Wo verfügbar ist die mittlere Produktionserwartung pro Jahr in GWh/a angegeben, von kleineren Kraftwerken sind die Daten jedoch häufig nicht verfügbar.

28 Wasserentnahmen

28.1 Erläuterungen

Die Entnahme von Wasser aus Oberflächengewässern ist in der Schweiz grundsätzlich erlaubt. Das Wasser wird überwiegend für die landwirtschaftliche Bewässerung verwendet, es gibt jedoch auch weitere Verwendungen, wie z.B. als Kühlwasser. Für die Wasserentnahmen braucht es eine kantonale Bewilligung. Die vorhandenen Daten zu Wasserentnahmen sind wegen unterschiedlicher Bewilligungs- und Kontrollsysteme der Kantone nicht direkt miteinander vergleichbar. Trotzdem kann ein Trend über die letzten Jahre bemerkt werden; Wasserentnahmen aus Flüssen und Bächen für die landwirtschaftliche Bewässerung nahmen stetig zu. Gleichzeitig sind die sommerlichen Abflüsse in vielen Gewässern rückläufig, was die Nutzungsmöglichkeiten vor allem von kleinen Gewässern einschränkt. Deshalb müssen besonders in trockenen Perioden Entnahmestopp verfügt werden.

28.2 Beobachtungen

Trinkwassernutzung

Im Einzugsgebiet der Reuss wird vor allem das Grundwasser in der Nähe der Kleinen Emme und der Reuss für Trink- und Brauchwasser genutzt. Die bedeutendsten Entnahmen werden mit 250 l/s in Emmen gepumpt. Es gibt aber auch einige Pumpanlagen, welche weniger als 2 l/s fördern.

Weitere Nutzung (Landwirtschaft)

Es gibt zahlreiche Wasserentnahmen in Gewässernähe im Einzugsgebiet der Reuss. Ein überwiegender Anteil sind Grundwasserentnahmen für thermische Nutzungen, welche ganzjährig betrieben werden. Wasserentnahmen aus Oberflächengewässern werden bis auf zwei Ausnahmen (für thermische Nutzungen) nur temporär betrieben. Neben der Bewässerung für die Landwirtschaft wird das Wasser für Spül- und Reinigungszwecke, Baustellen, Fischzucht sowie vorübergehende, einmalige Zwecke verwendet. In Inwil werden auch Giessen (Grundwasseraufstösse) bei Trockenheit mit Wasser aus der Reuss gespiesen.

Verbote

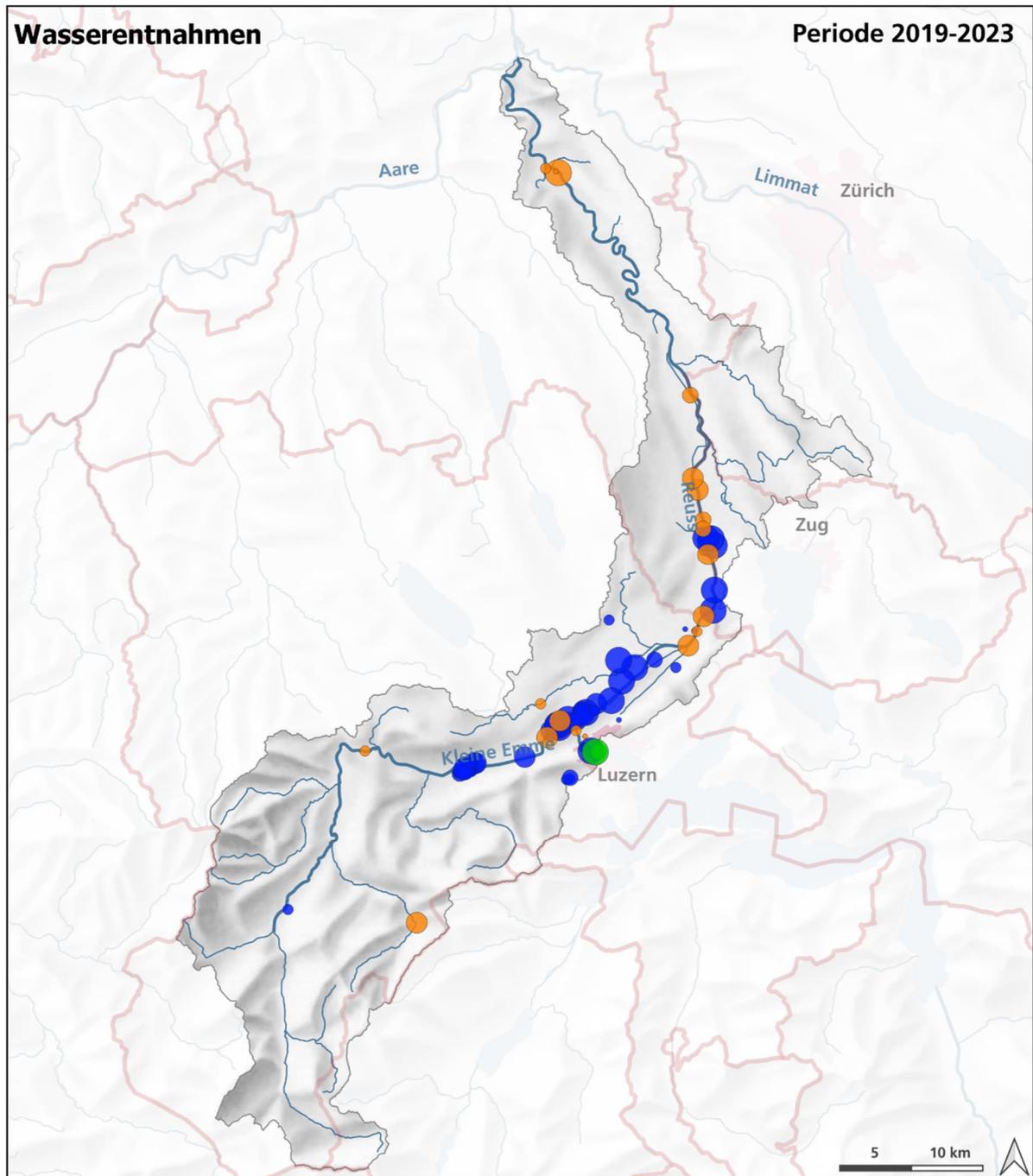
Im Einzugsgebiet der Reuss gab es im Zeitraum von 2019-2023 zwei Entnahmeverbote an der Kleinen Emme bei Malters und Luzern. Das Wasser wäre für Reinigungsarbeiten verwendet worden.

28.3 Interpretationen

Grundwasser ist als Trinkwasser eine sehr wichtige Ressource. Im Einzugsgebiet der Reuss wird Trinkwasser ausschliesslich aus Grundwasser gewonnen. Doch zunehmend wird auch Wasser für die Bewässerung in der Landwirtschaft, in Gärtnereien oder privaten Gärten wichtig. Während Grundwasser neben Trinkwasser vor allem zu thermischen Zwecken (z.B. Kühlwasser) verwendet wird, ist das Wasser der Fliessgewässer auch eine wichtige Ressource zur Bewässerung in trockenen Sommern (wie z.B. 2018). Da es in den letzten 5 Jahren im Untersuchungsgebiet nur sporadisch zu Verboten von Wasserentnahmen gekommen ist, wird die Situation von den zuständigen Amtsstellen als noch nicht besonders prekär eingeschätzt. Dies könnte sich jedoch mit dem Klimawandel in Zukunft ändern (dazu siehe Fact Sheet 20 Abfluss und Trockenheit). Bereits heute betroffen sind auch Gebiete, welche weiter entfernt von den grösseren Gewässern wie der Reuss liegen.

28.4 Links

- [Kanton Aargau besorgt - Wasser wird knapper - News - SRF](#)
-



Hintergrund: © Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Bundesamt für Umwelt BAFU

Grundlagen

- Gewässer
- Siedlungsgebiet
- Kantonsgrenzen

Wasserentnahmen (l/min)

- 0 - 100
- 100 - 300
- 300 - 500
- 500 - 1'000
- 1'000 - 35'000

Wasserentnahme Typ

- Grundwasser
- Oberflächengewässer, ganzjährig
- Oberflächengewässer, temporär

Abbildung 71: Wasserentnahmen im Einzugsgebiet der Reuss.

Bern/, 3. April 2025
wal / reb

HUNZIKER BETATECH

Hunziker Betatech AG
Jubiläumsstrasse 93
3005 Bern
