

Reussbericht 2014 - 2018



10. Oktober 2019

Herausgeber

Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement des Kantons Luzern
Umwelt und Energie
Libellenrain 15
6002 Luzern

Telefon 041 228 60 60
www.umwelt-luzern.ch



Baudirektion des Kantons Zug
Amt für Umwelt
Aabachstrasse 5
6301 Zug

Telefon 041 728 53 70
www.zug.ch/afu



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

Telefon 062 835 33 60
www.ag.ch/umwelt



Auswertung und Bearbeitung

creato
Limmatauweg 9
5408 Ennetbaden
Telefon 056 203 40 30
www.creato.ch

Titelbild

Reuss bei Rottenschwil
© Oekovision GmbH, 8967 Widen

Inhaltsverzeichnis

Fact Sheet	Nr.
Einzugsgebiet der Mittellandreuss	1
Messstellen	2
Chemische Gesamtbeurteilung	3
Gesamtphosphor	4
Gelöster Phosphor	5
ortho-Phosphat	6
Gelöster organischer Kohlenstoff	7
Ammonium	8
Nitrit	9
Nitrat	10
Gesamtstickstoff	11
Chlorid	12
Leitfähigkeit	13
pH-Wert	14
Gelöster Sauerstoff	15
Biochemischer Sauerstoffbedarf BSB ₅	16
Wassertemperatur	17
Stofffrachten	18
Abflussmengen	19
Badewasserqualität	20
Abwasserreinigung	21
Biologie	22

Reussbericht 2014 – 2018

Fact Sheet 1

Einzugsgebiet der Mittellandreuss

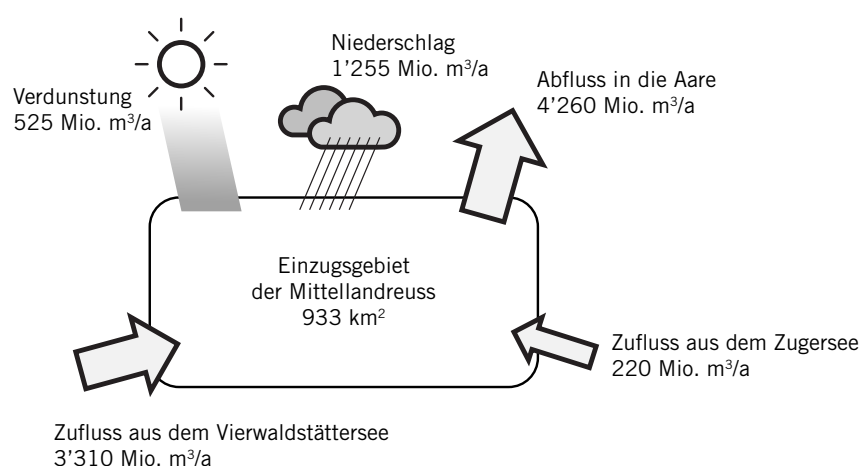
Das topografische Einzugsgebiet der Mittellandreuss unterhalb des Vierwaldstättersees und des Zugersees ist 933 km² gross. Hier leben und arbeiten heute etwa 331'600 Menschen (Stand 2017).

In den letzten 5 Jahren hat die Bevölkerung im Einzugsgebiet der Mittellandreuss rund 5 % zugenommen. Das Wachstum ist in den Randregionen der Agglomerationen etwas grösser als abseits der grossen Zentren.

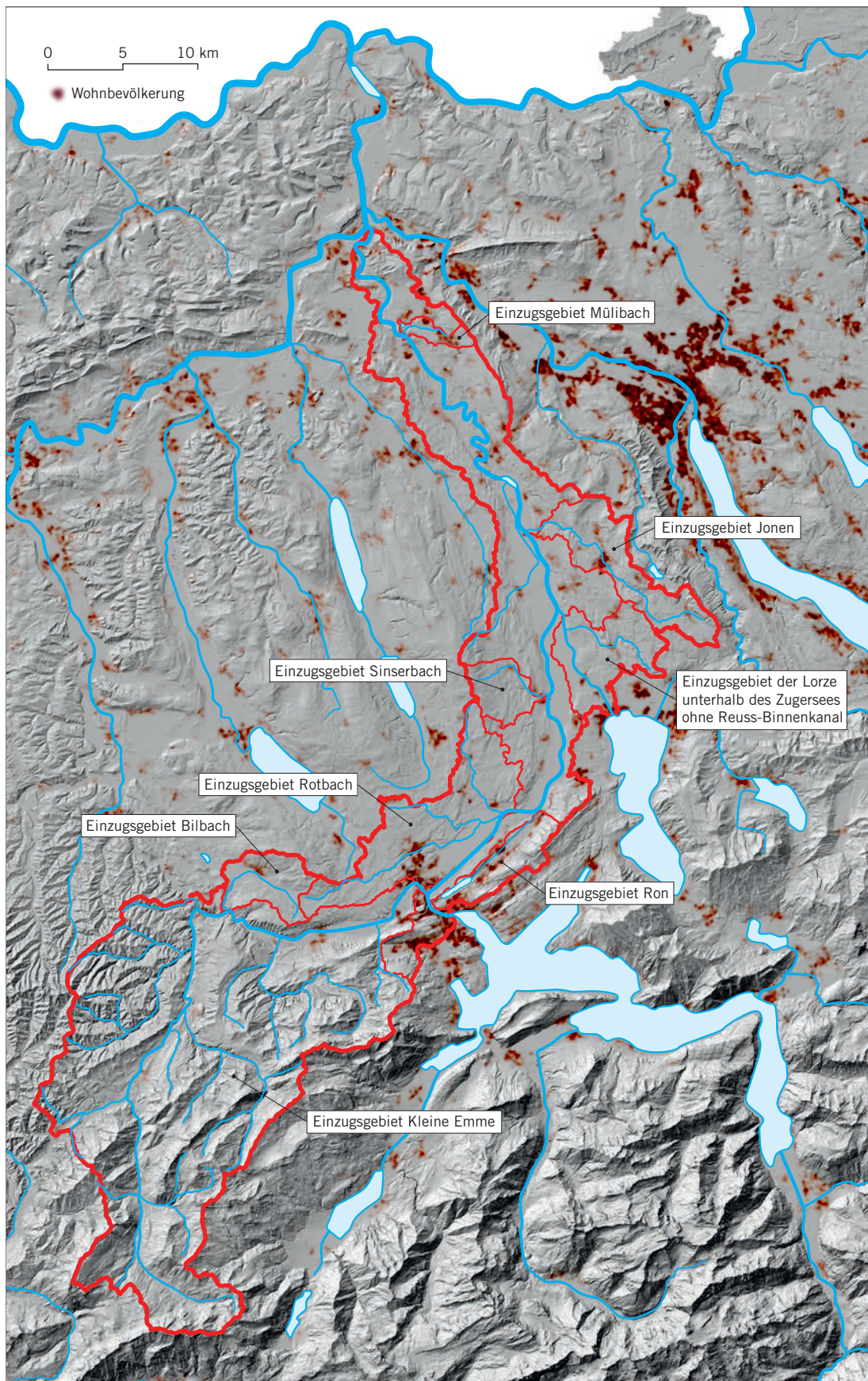
Gewässer	Einzugsgebiet	Einwohner 2017	Zuwachs seit 2012	Bemerkung
Reuss	933.3 km ²	331'590	5 %	unterhalb der Seen
└ Kleine Emme	478.4 km ²	48'020	4 %	
└ Bilbach	23.2 km ²	5'590	3 %	
└ Rotbach	81.0 km ²	44'280	7 %	
└ Ron	21.8 km ²	31'170	4 %	
└ Lorze	41.0 km ²	15'740	11 %	unterhalb des Zugersees ¹⁾
└ Sinserbach	16.4 km ²	3'840	12 %	
└ Jonen	43.4 km ²	21'940	8 %	
└ Mülibach	6.1 km ²	9'160	8 %	

¹⁾ Ohne Einzugsgebiet des Reuss-Binnenkanals. Dieser fliesst kurz vor der Mündung der Lorze in die Reuss in die Lorze

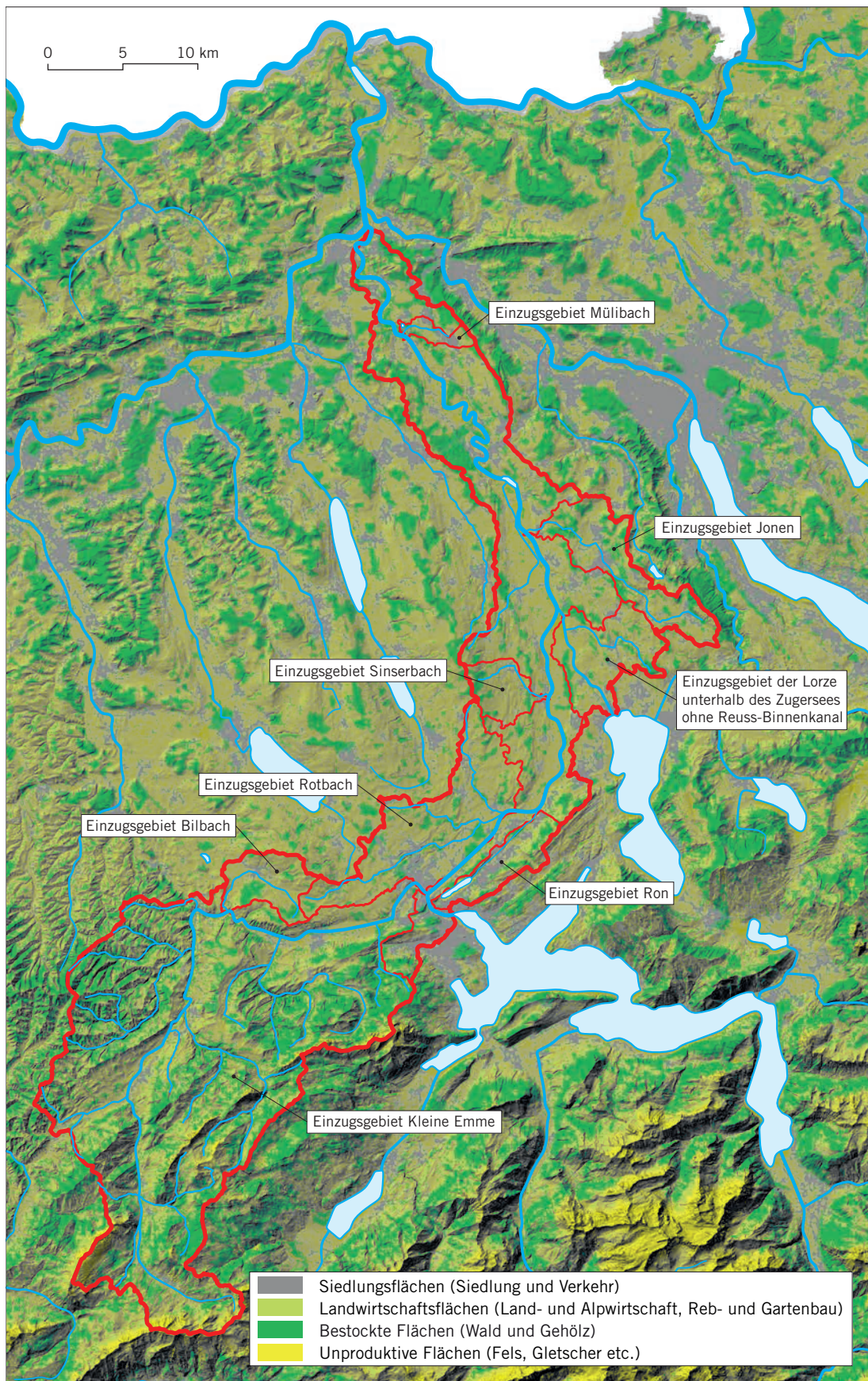
Wasserhaushalt



Das Einzugsgebiet der Mittellandreuss



Flächennutzung im Einzugsgebiet der Mittellandreuss (Stand 2017)



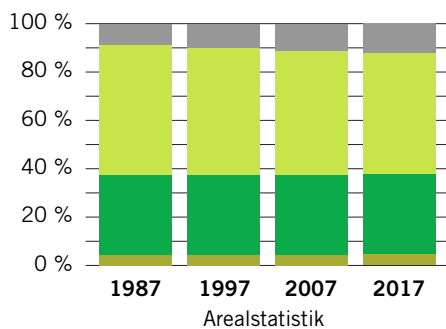
Flächennutzung im Einzugsgebiet der Mittellandreuss

Das Bundesamt für Statistik erfasst rund alle zehn Jahre hektarweise die Bodennutzung und Bodenbedeckung der Schweiz. Die jüngste Arealstatistik der Schweiz stammt aus dem Jahr 2017.

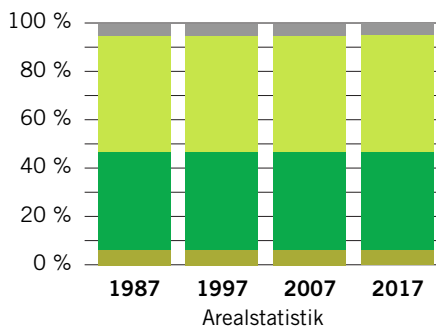
Unterhalb des Vierwaldstätter- und des Zugersees besteht das Einzugsgebiet der Reuss heute (2017) aus rund 12 % Siedlungs- und Verkehrsfläche, 50 % Landwirtschaftsfläche, 33 % Wald und 4 % unproduktive Flächen (Fels und Gewässer). Im Einzugsgebiet der Kleinen Emme betragen die Siedlungs- und Verkehrsflächen 5 % und im Einzugsgebiet der Lorze und der Jonen 15 bis 17 %.

In den letzten zehn Jahren hat im Einzugsgebiet der Reuss die Siedlungs- und Verkehrsfläche zu Lasten der Landwirtschaftsfläche um 6 % zugenommen.

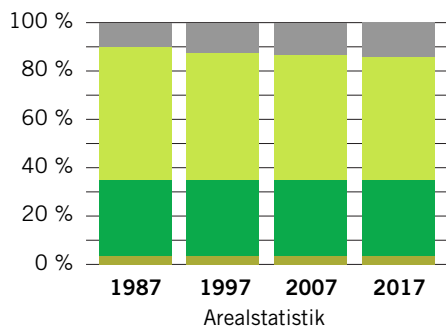
Einzugsgebiet der Reuss unterhalb der Seen



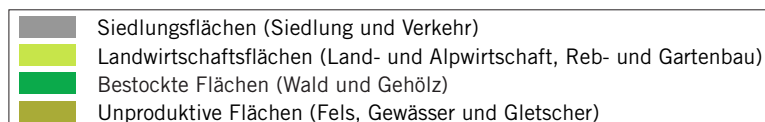
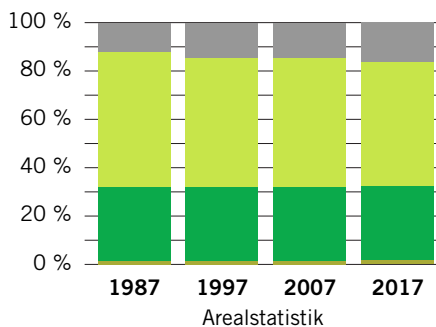
Einzugsgebiet der Kleinen Emme



Einzugsgebiet der Lorze unterhalb des Zugersees



Einzugsgebiet der Jonen

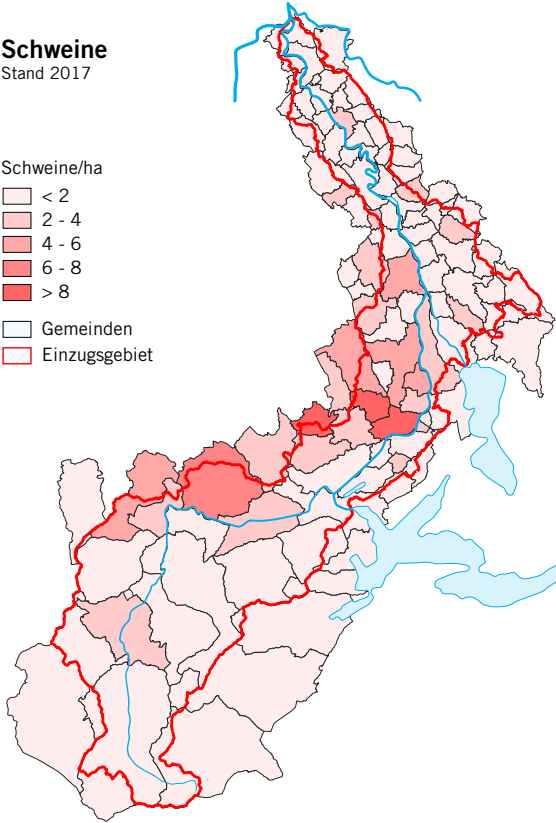
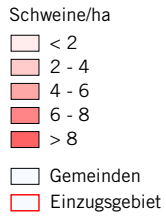


Links

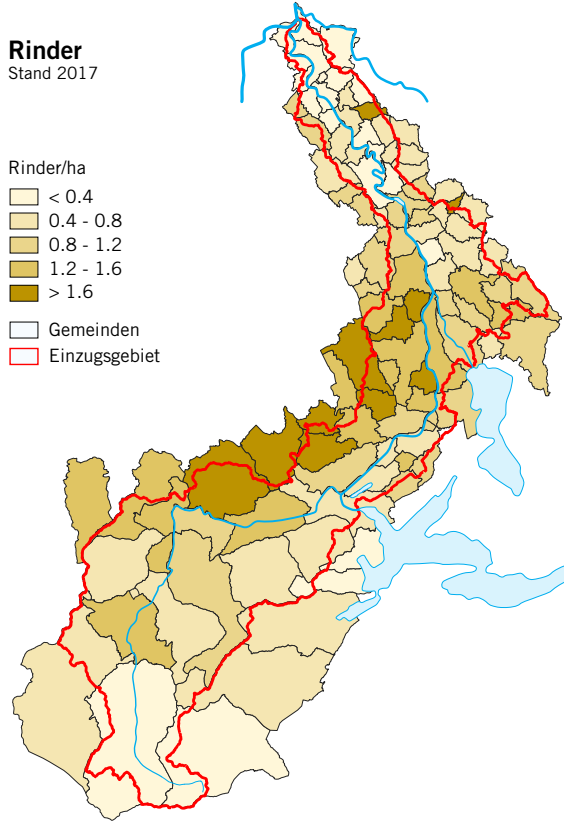
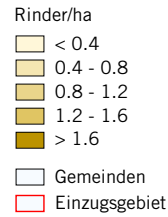
- > [Bundesamt für Umwelt BAFU: Hydrologischer Atlas der Schweiz HADES](#)
- > [Bundesamt für Statistik BFS: Arealstatistik der Schweiz](#)
- > [Bundesamt für Statistik BFS: Landwirtschaft](#)

Landwirtschaft im Einzugsgebiet der Mittellandreuss (Stand 2017)

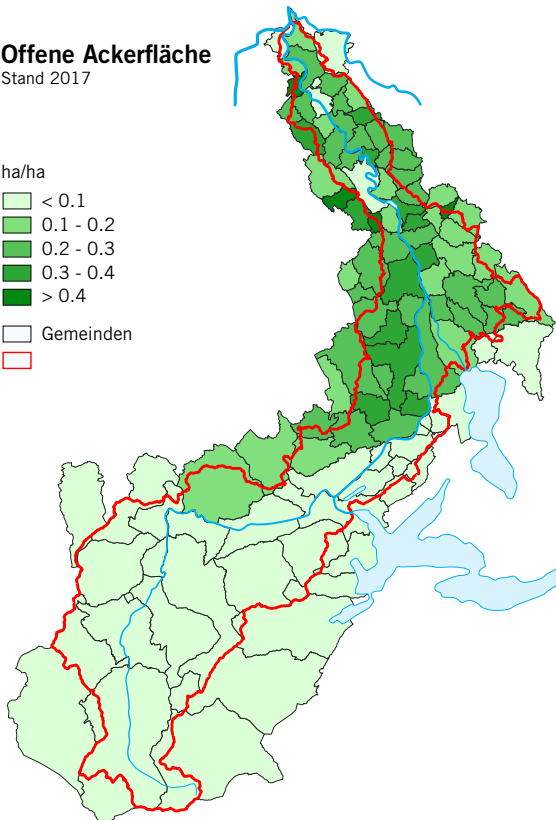
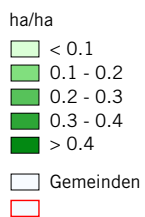
Schweine Stand 2017



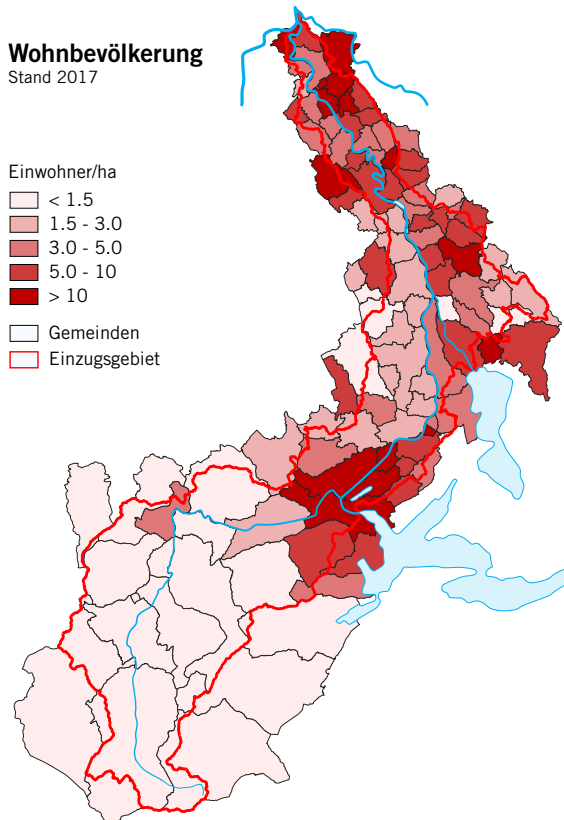
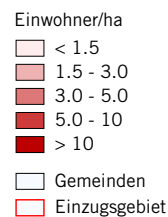
Rinder Stand 2017



Offene Ackerfläche Stand 2017



Wohnbevölkerung Stand 2017



Reussbericht 2014 – 2018

Fact Sheet 2

Messstellen

An der Mittellandreuss und ihren Zuflüssen wird heute die Wasserqualität durch die Anrainerkantone Luzern, Zug, Zürich und Aargau regelmässig an insgesamt 13 Messstellen ermittelt. In der Regel sind es Messstellen, an denen die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der kantonalen Gewässerschutzlabore nach einem vorgegebenen Terminplan regelmässig Schöpfproben entnehmen und deren Inhaltsstoffe im Labor nach einheitlichen und standardisierten Verfahren bestimmen.

Diese monatlichen Proben repräsentieren den chemischen Gewässerzustand zum Probenahmezeitpunkt. Die Resultate der chemischen Analysen hängen darum zwangsläufig vom jeweiligen Abfluss und der Witterung ab. Kurze Perioden mit hohen Abflüssen, während denen entweder viele Nährstoffe aus der Kanalisation und aus dem Umland in die Gewässer gelangen oder die Schadstoffe durch die grosse Wassermenge besonders verdünnt werden, bleiben dabei oft unberücksichtigt. Dies führt zu einer erhöhten statistischen Unsicherheit, wenn es darum geht, die jährlichen Nähr- und Schadstofffrachten im Gewässer zu ermitteln. Abhilfe könnte durch häufigere Probenahmen geschaffen werden. Dazu reichen aber die verfügbaren finanziellen und personellen Ressourcen nicht aus.

Bei den Messstellen an der Lorze in Frauental und an der Jonen in Zwillikon wird darum ein automatisiertes Probenahmeverfahren verwendet. Die Wasserproben werden dort durch einen Automaten kontinuierlich und abflussproportional gesammelt und danach diese Sammelproben im Labor analysiert. Wenn der Gewässerabfluss grösser ist, wird durch den Probenahmeautomaten mehr Wasser in das Probenahmegefäss gepumpt als bei geringen Abflüssen. Dadurch entstehen Sammelproben, welche die Nähr- und Schadstofffrachten im Gewässer während dem Probenahmezeitraum genau repräsentieren.

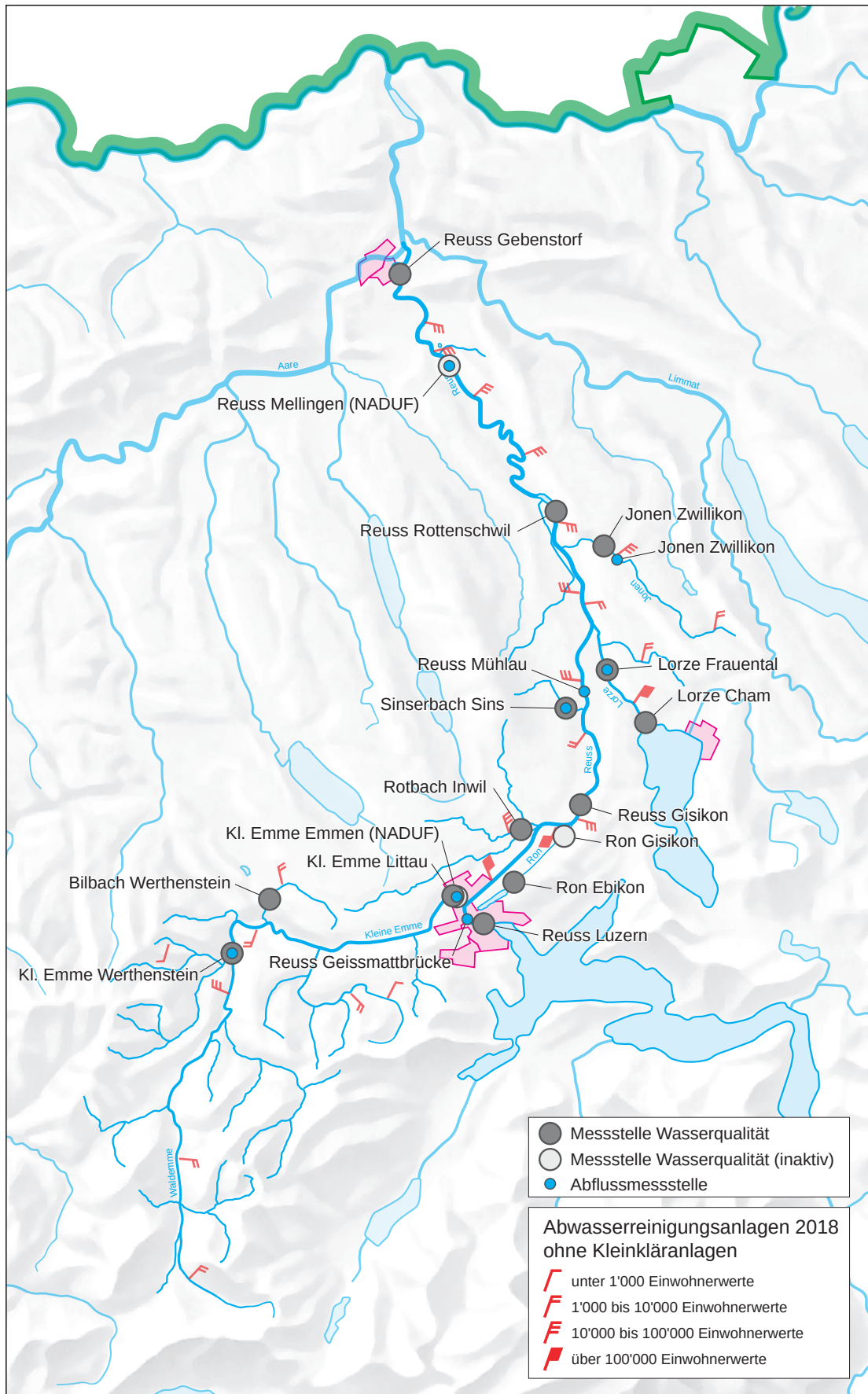


Abbildungen: Hydrometrische Mess- und Probenahmestation Frauental an der Lorze.

Foto links: Pegelmessung mit Radar und Ansaugschlauch des Wasserprobennehmers.

Foto rechts: Dosiereinheit für Wasserproben integriert in Kühlschrank.

Messstellen im Einzugsgebiet der Mittellandreuss



Messstellen (Stand Ende 2018)

Messstelle	Kanton	Seit	Bemerkungen
Reuss			
Luzern	LU	1974	Seeausfluss Vierwaldstättersee, monatliche Einzelproben
Geissmattbrücke*	CH	1935	Abflussmessstelle LH 2152 des Bundes
Gisikon	LU	1974	Monatliche Einzelproben
Mühlau*	CH	1932	Abflussmessstelle LH 2110 des Bundes
Rottenschwil	AG	1974	Monatliche Einzelproben
Mellingen	CH	1974	NADUF-Messstelle des Bundes, keine Messungen in der Berichtsperiode
Mellingen*	CH	1899	Abflussmessstelle LH 2018 des Bundes
Gebenstorf	AG	1969	Monatliche Einzelproben
Kleine Emme			
Werthenstein	LU	1974	Monatliche Einzelproben
Werthenstein*	CH	1884	Abflussmessstelle LH 2487 des Bundes
Littau	LU	1974	Monatliche Einzelproben
Emmen	CH	1982	NADUF-Messstelle des Bundes, keine Messungen in der Berichtsperiode
Emmen*	CH	1977	Abflussmessstelle LH 2634 des Bundes
Bilbach			
Werthenstein	LU	2000	Unterhalb der ARA Ruswil, 2-monatliche Einzelproben
Ron			
Ebikon	LU	1995	Monatliche Einzelproben
Gisikon	LU	1995	Monatliche Einzelproben, Messungen 2006 aufgegeben
Rotbach			
Ebikon	LU	2009	Ausfluss des Rotsees, monatliche Einzelproben
Sinserbach			
Sins	AG	2000	Monatliche Einzelproben, ab 2009 nicht mehr kontinuierlich
Sins*	AG	1981	Abflussmessstelle FG 0364 des Kantons Aargau
Lorze			
Cham	ZG	1978	Ausfluss Zugersee, monatliche Einzelproben
Frauental	ZG	1967	Unterhalb ARA Schönau, ab 1996 abflussproportionale Sammelproben
Frauental* ¹⁾	CH	1913	Abflussmessstelle LH 2125 des Bundes
Jonen			
Zwillikon	ZH	1976	Unterhalb ARA Knonau, monatliche/wöchentliche Einzelproben
Zwillikon* ²⁾	ZH	1987	Abflussmessstelle ZH 574 des Kantons Zürich

* Abflussmessungen

¹⁾ Im Sommer beeinflusst die Verkräutung die Pegel und die Abflüsse der Lorze unterhalb des Zugersees massiv. Der tatsächliche Abfluss liegt dann deutlich tiefer als die publizierten provisorischen Daten.

²⁾ Abflusswerte ohne Einlauf der ARA Knonau. Das Abflussregime wird durch das Kraftwerk Zwillikon stark beeinflusst.

Messstelle Sinserbach Sins

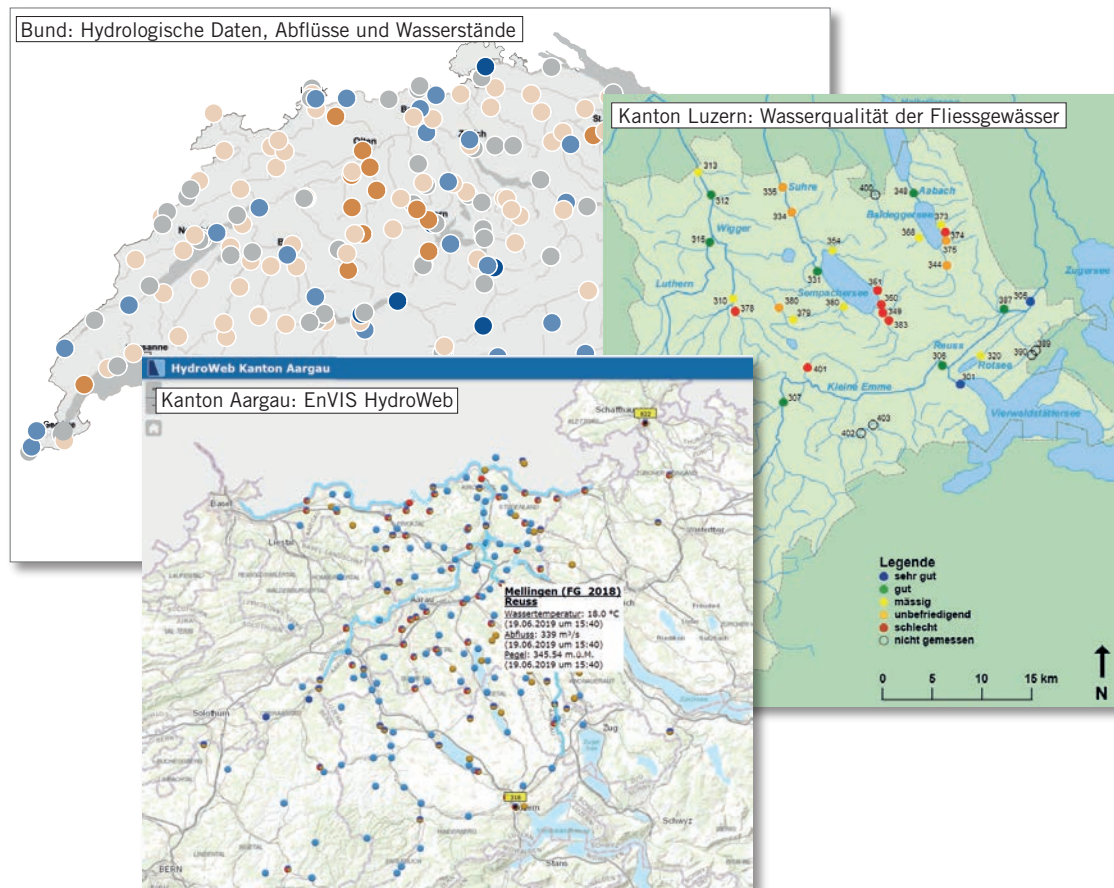
Die Messstelle im Sinserbach in Sins ist seit 2009 nicht mehr Teil des Langzeitmonitorings des Kantons Aargau. Im Rahmen des regionalen Monitorings wurde der Sinserbach 2018 jedoch wieder beprobt.

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. Die jüngste Kampagne in der Reuss bei Mellingen und in der Kleinen Emme bei Emmen lief zwischen 2000 und 2005. Die nächsten Messungen sind dort wieder ab 2019 vorgesehen. In der vorliegenden Berichtsperiode hat die NADUF darum keine Messungen an der Reuss und der Kleinen Emme durchgeführt.

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.



Links

- > [Bund, Bundesamt für Umwelt: Hydrologische Daten, Abflüsse und Wasserstände](#)
- > [Bund, Bundesamt für Umwelt: Nationale Daueruntersuchung Fliessgewässer \(NADUF\)](#)
- > [Kanton Luzern, Umwelt und Energie: Wasserqualität der Fliessgewässer](#)
- > [Kanton Zug, Amt für Umwelt: Oberflächengewässer](#)
- > [Kanton Aargau, Abteilung Landschaft und Gewässer: EnVIS HydroWeb](#)

Reussbericht 2014 – 2018

Fact Sheet 3

Chemische Gesamtbeurteilung

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, die als Vorfluter für das gereinigte Abwasser von Abwasserreinigungsanlagen dienen.

In der Reuss, in der Kleinen Emme und in der Lorze haben die Nährstoffbelastungen sowohl langfristig als auch gegenüber der Vorperiode 2009-2013 abgenommen.

Bei den kleineren Reusszuflüssen ist die Situation etwas durchzogen: Bilbach und Jonen eine Verschlechterung, Rotbach eine Verbesserung, Ron unverändert.

Im Bilbach und in der Jonen ist die Verschlechterung auf die ungünstigere Verdünnung der gereinigten Abwässer aus den Abwasserreinigungsanlagen während der vergleichsweise trockenen Berichtsperiode zurückzuführen.

Im Rotbach macht sich die seit 2012 bestehende Direktableitung der gereinigten Abwässer in die Reuss positiv bemerkbar.

Grundlagen der Beurteilung

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 verwendeten Beurteilungskriterien sind auf den Seiten 13 und 14 zusammengestellt.

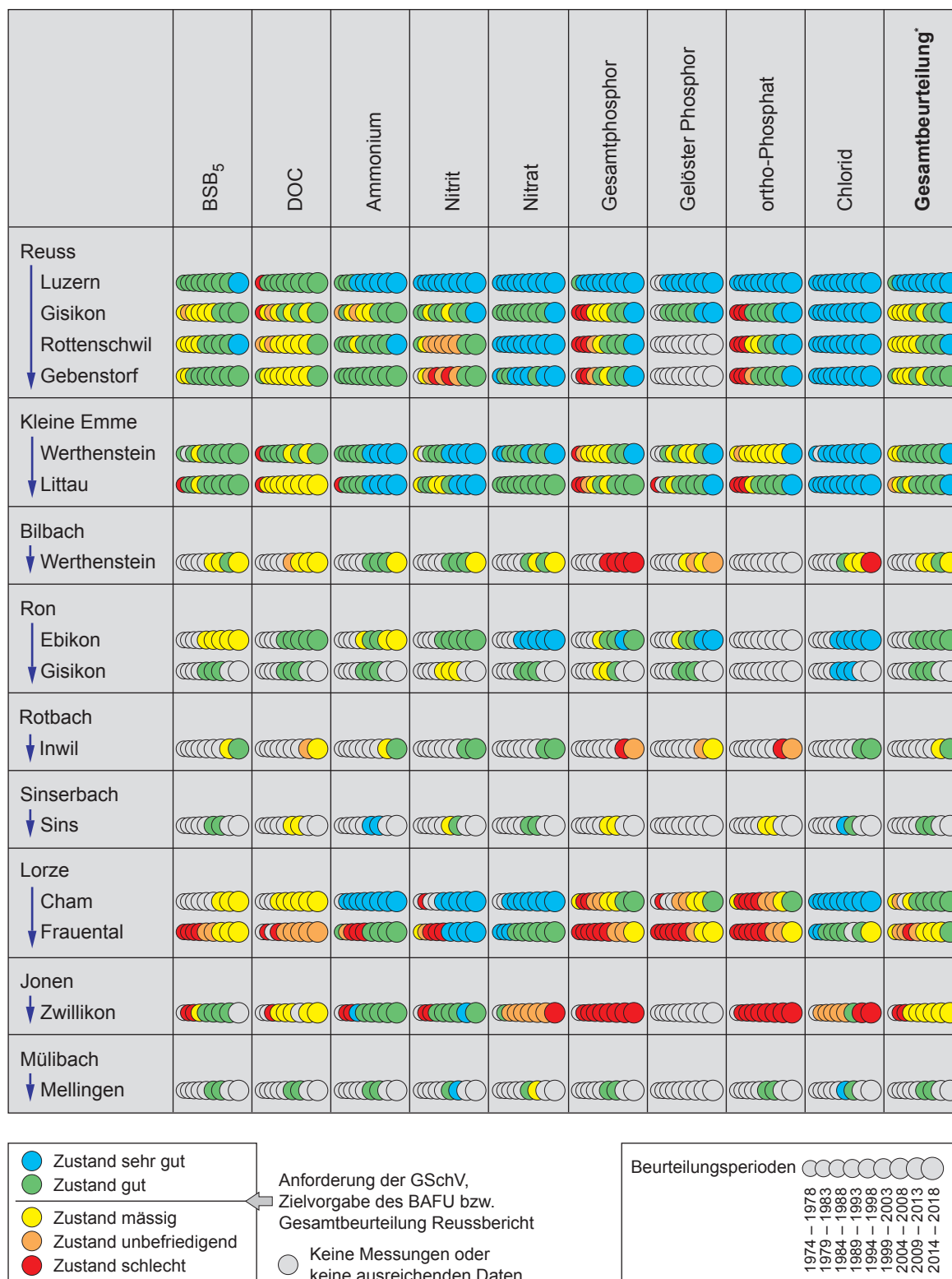
Weitere Informationen

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

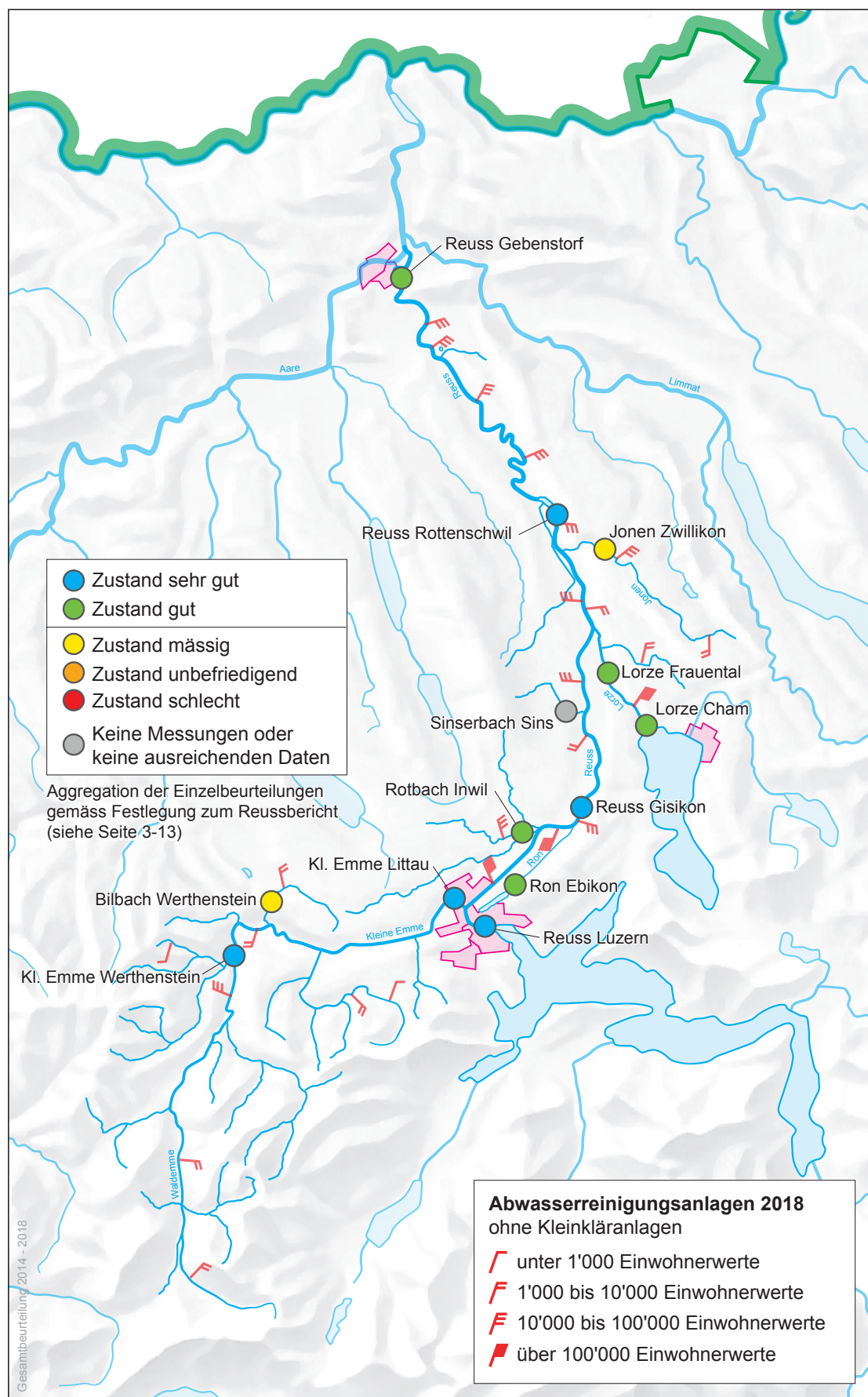
- > [Bundesamt für Umwelt, Abteilung Wasser](#)
- > [Kanton Luzern, Umwelt und Energie \(uwe\), Abteilung Gewässer](#)
- > [Kanton Zug, Amt für Umwelt \(AfU\), Abteilung Wasser](#)
- > [Kanton Aargau, Abteilung für Umwelt \(AfU\), Boden und Wasser](#)
- > [Kanton Zürich, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft \(AWEL\), Abteilung Gewässerschutz](#)

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

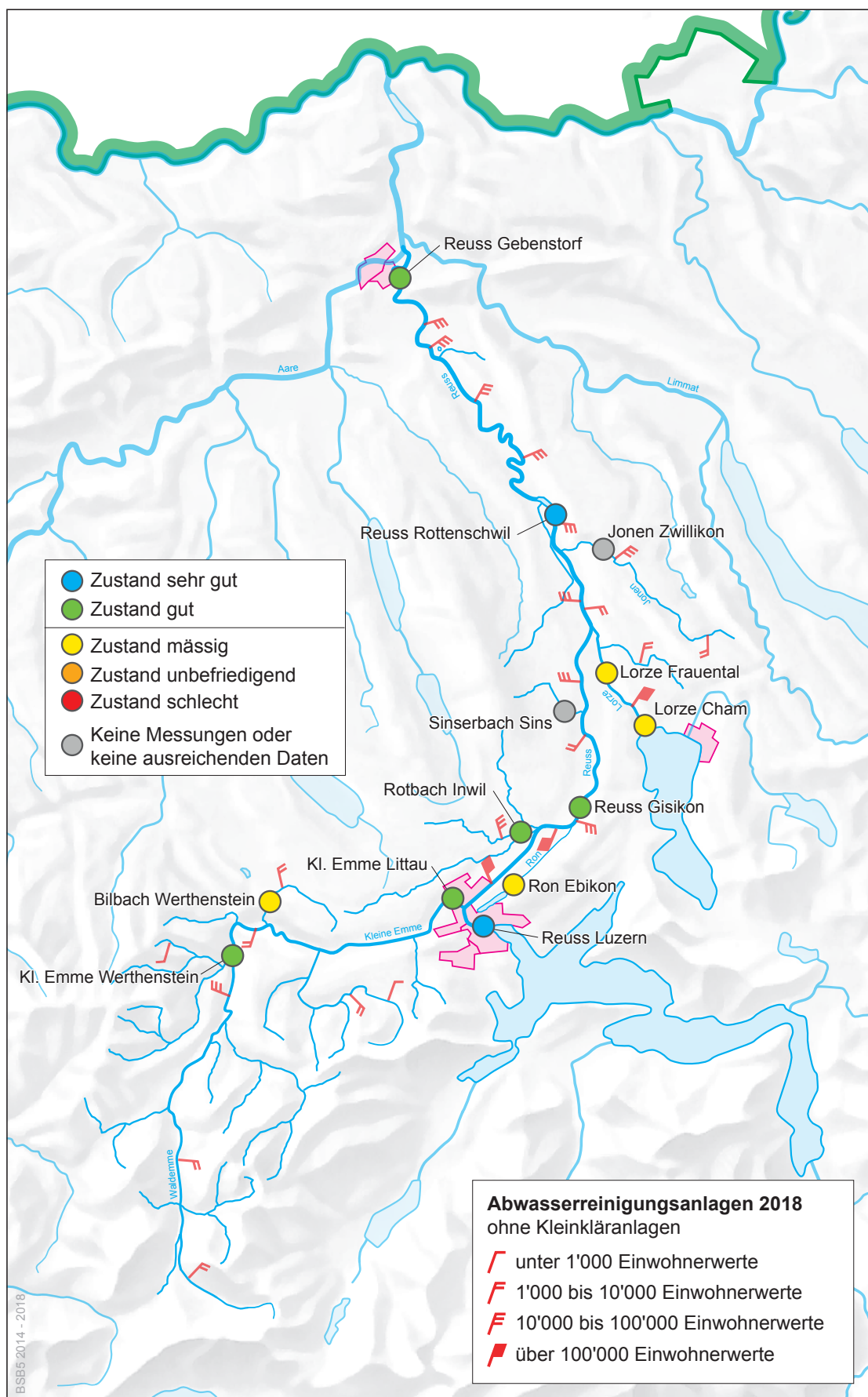
Entwicklung der Nährstoffbelastung 1974 - 2018



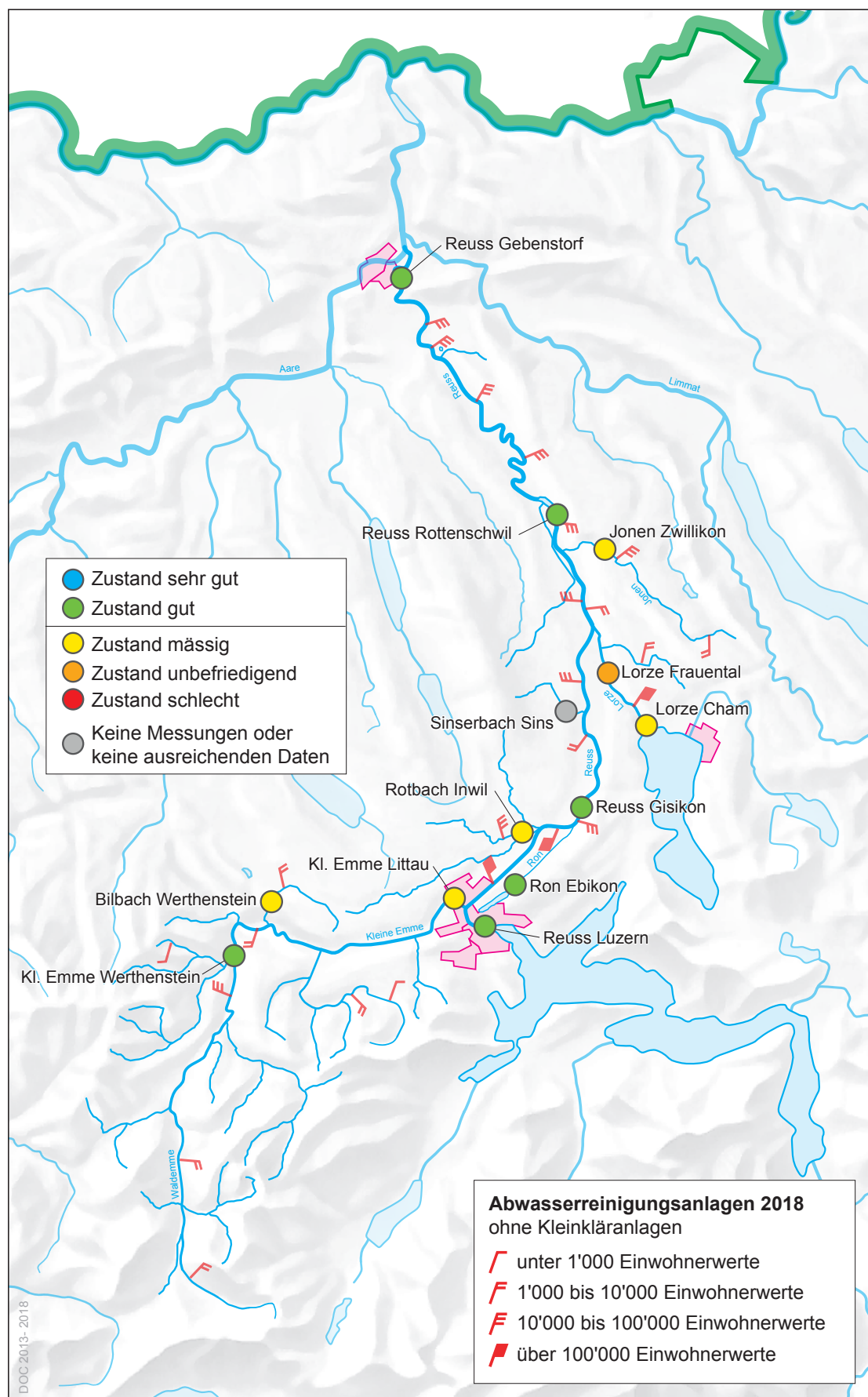
Gesamtbeurteilung der Nährstoffbelastung Periode 2014 - 2018



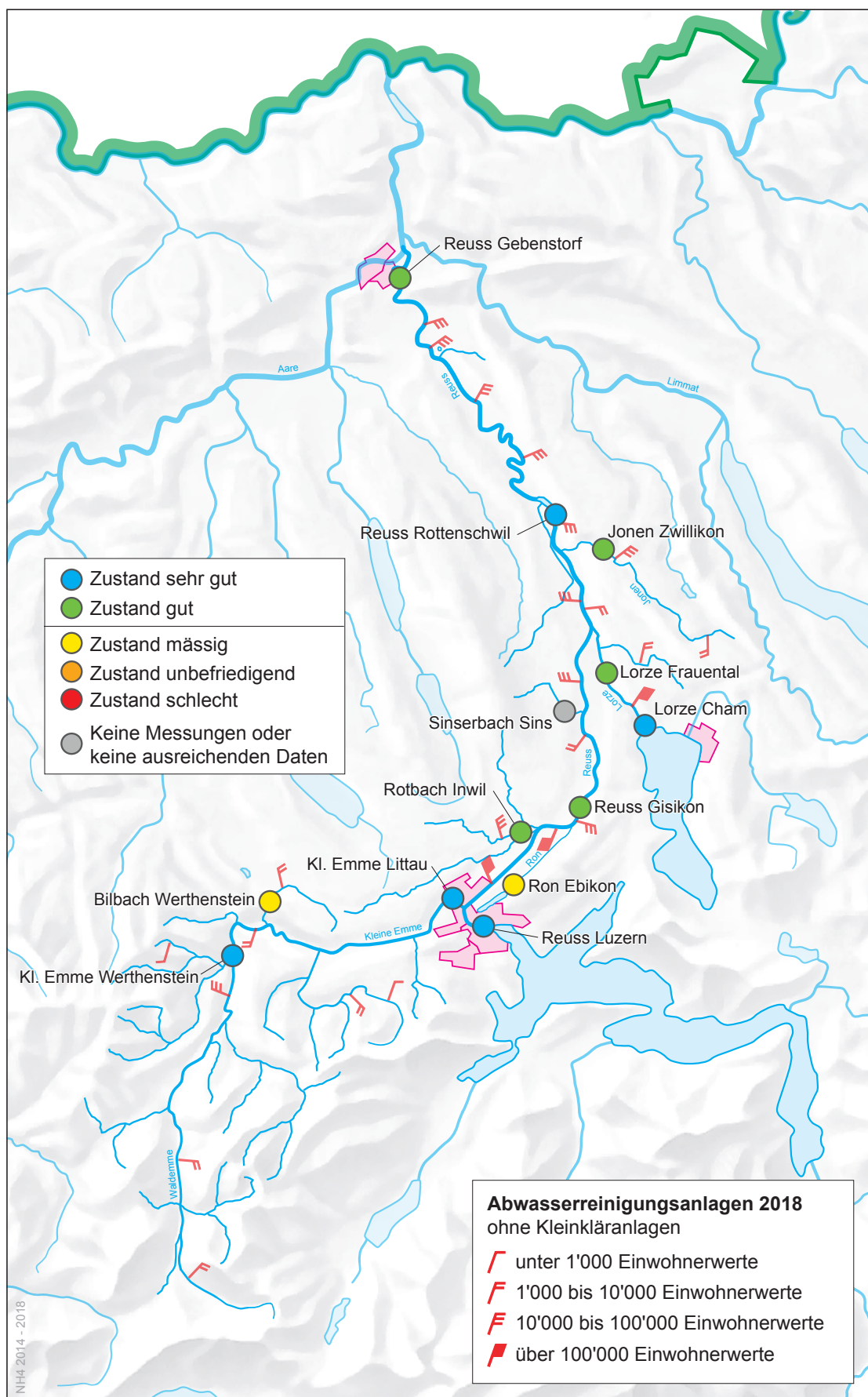
Beurteilung biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB₅) Periode 2014 - 2018



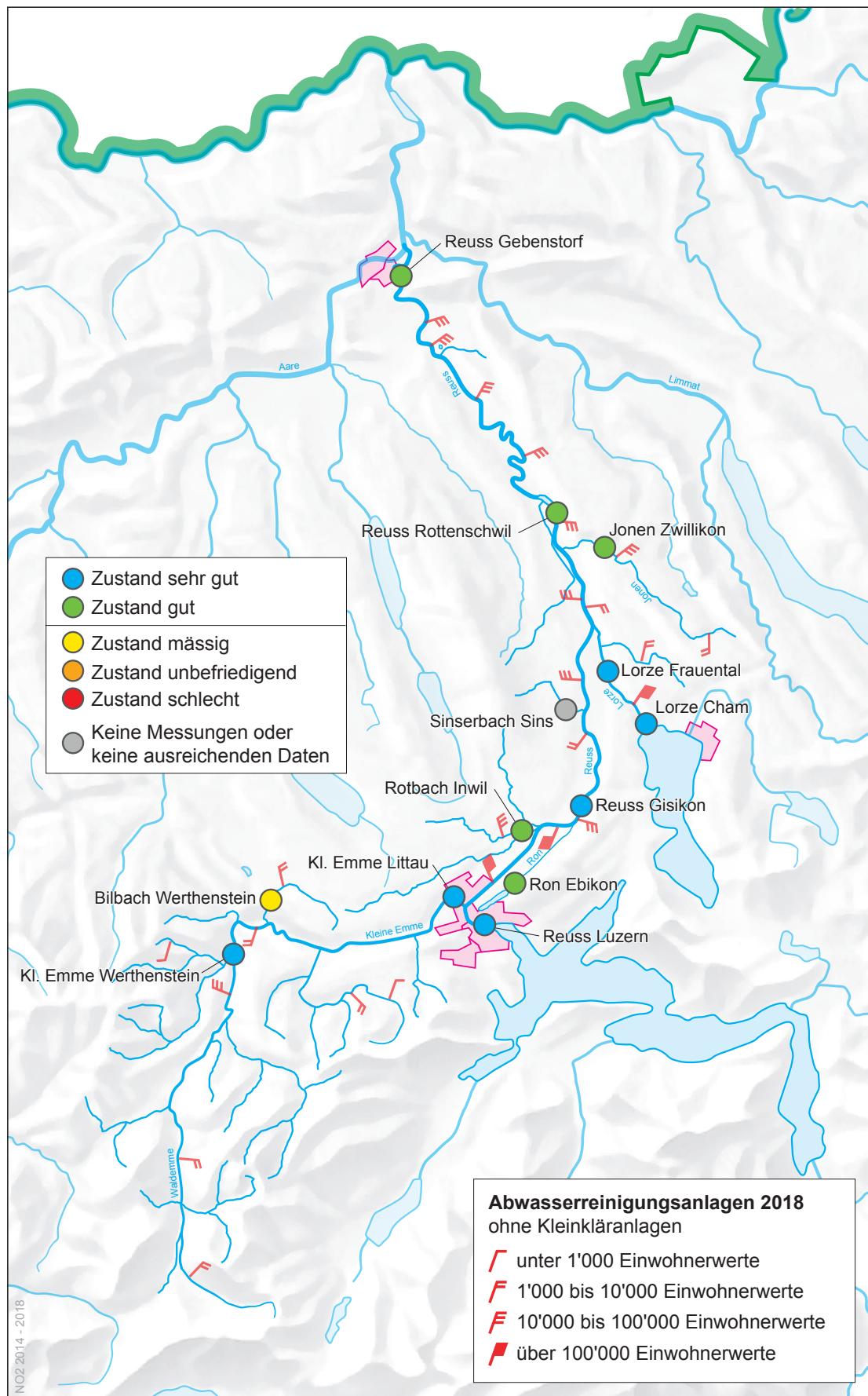
Beurteilung gelöster organischer Kohlenstoff (DOC) Periode 2014 - 2018



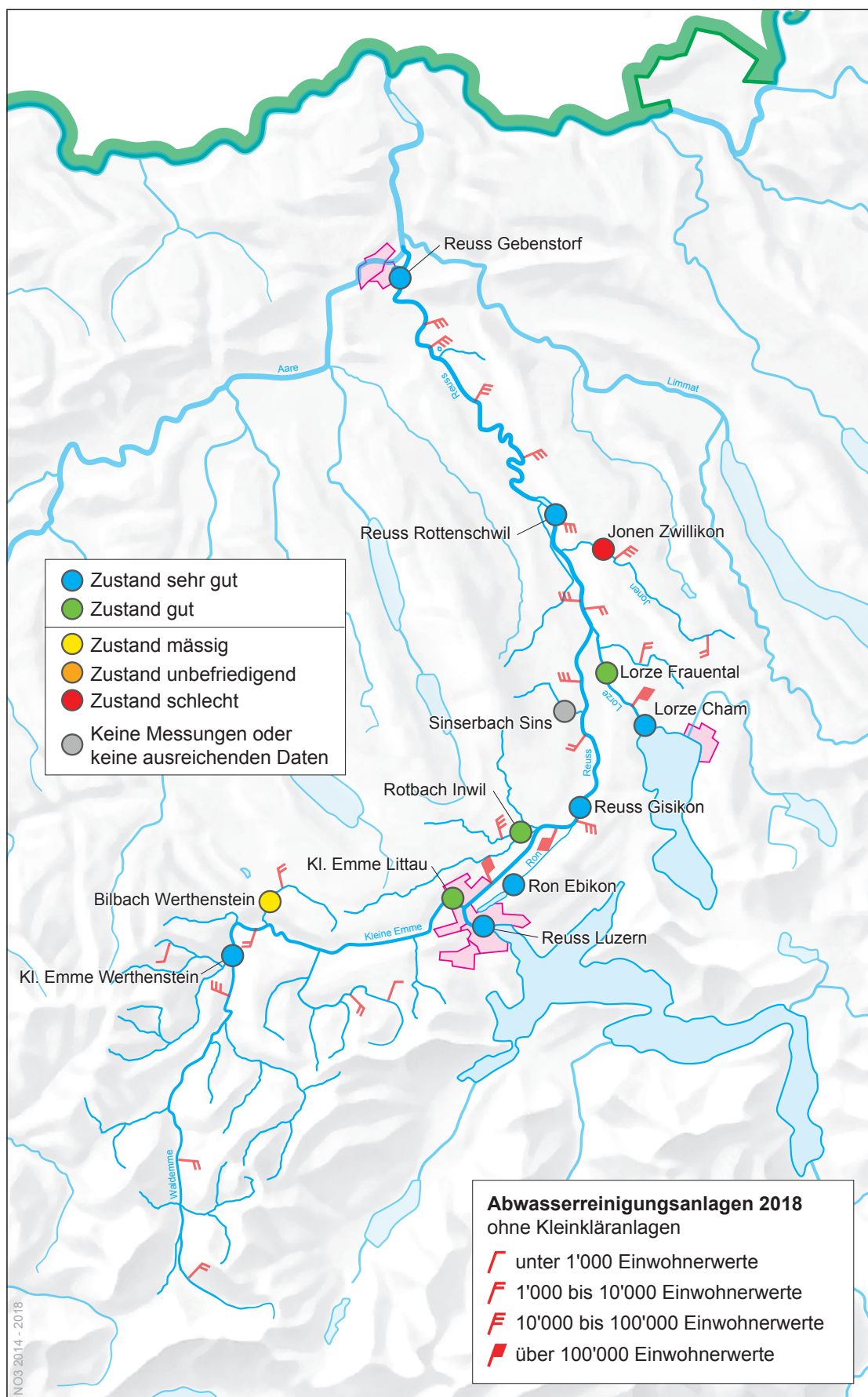
Beurteilung Ammonium (NH_4^+) Periode 2014 - 2018



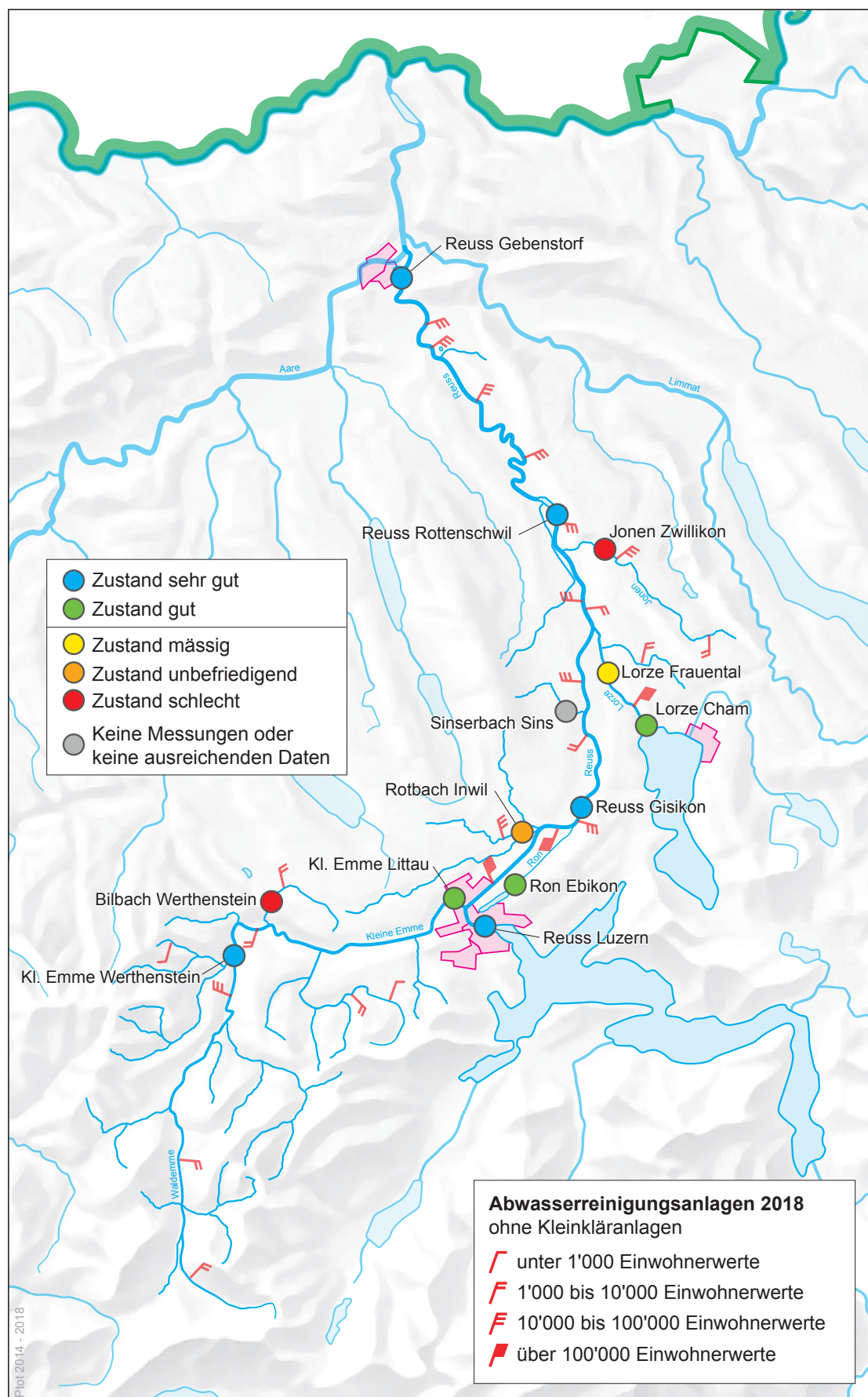
Beurteilung Nitrit (NO_2^-) Periode 2014 - 2018



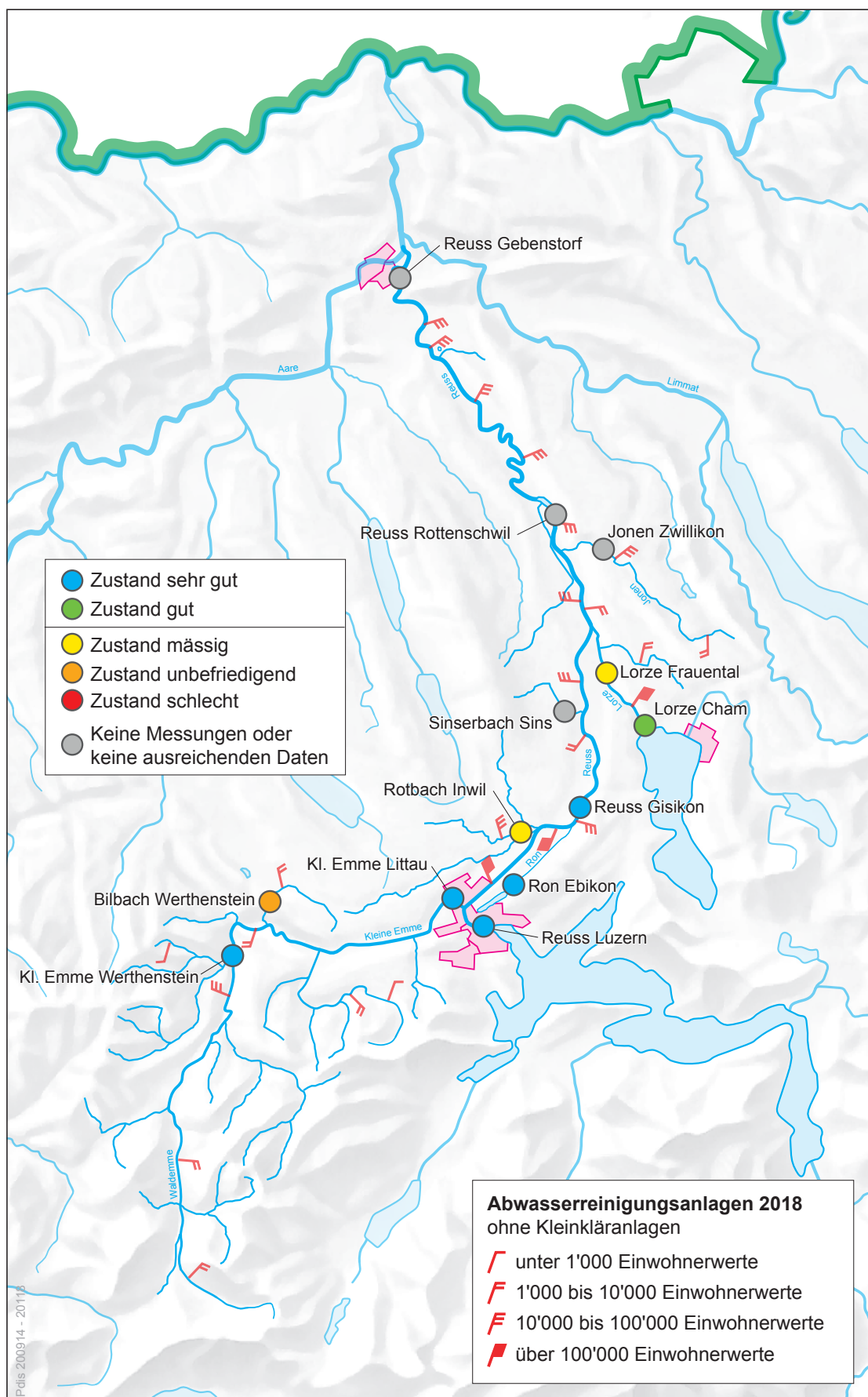
Beurteilung Nitrat (NO_3^-) Periode 2014 - 2018



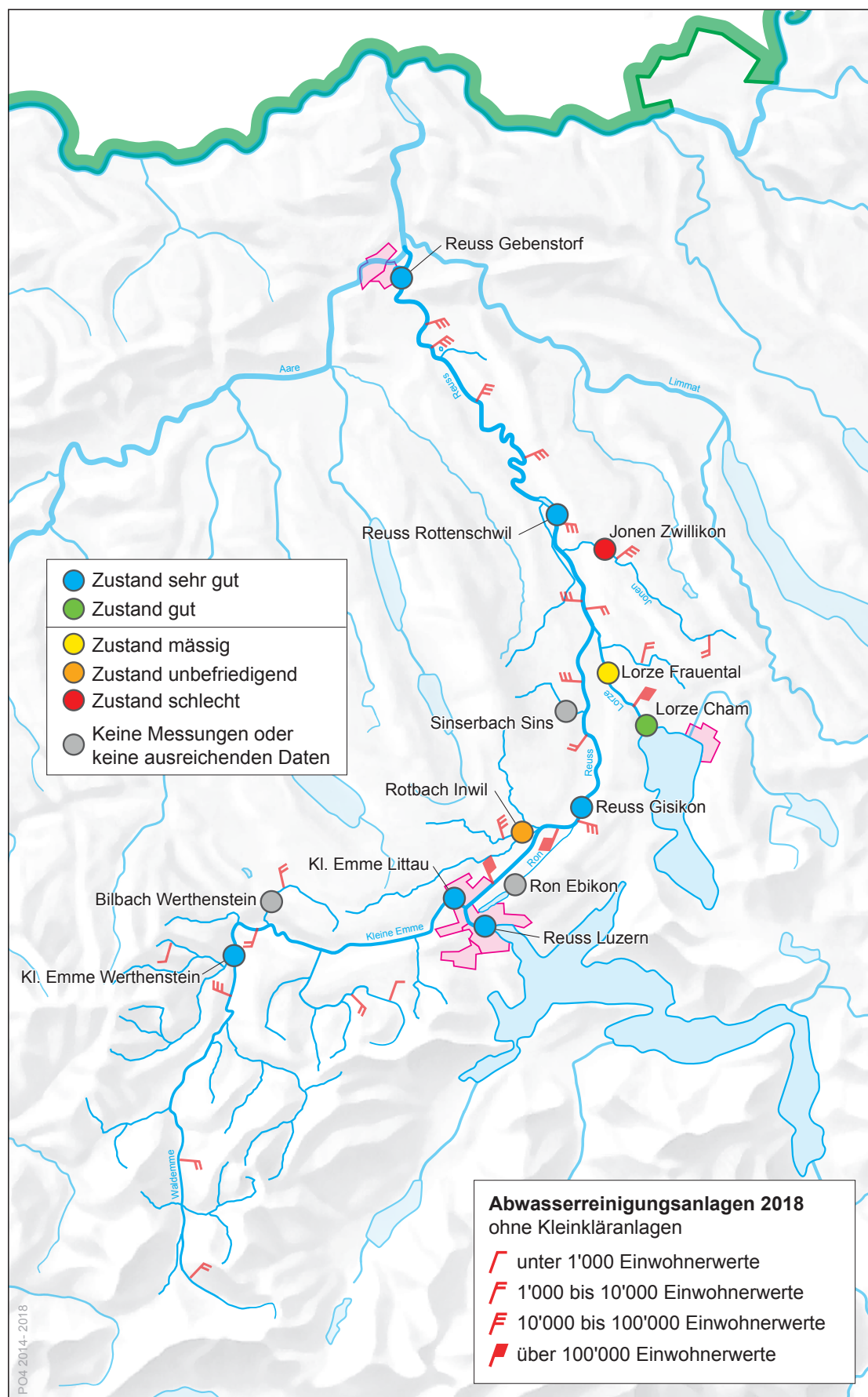
Beurteilung Gesamtphosphor (P_{tot}) Periode 2014 - 2018



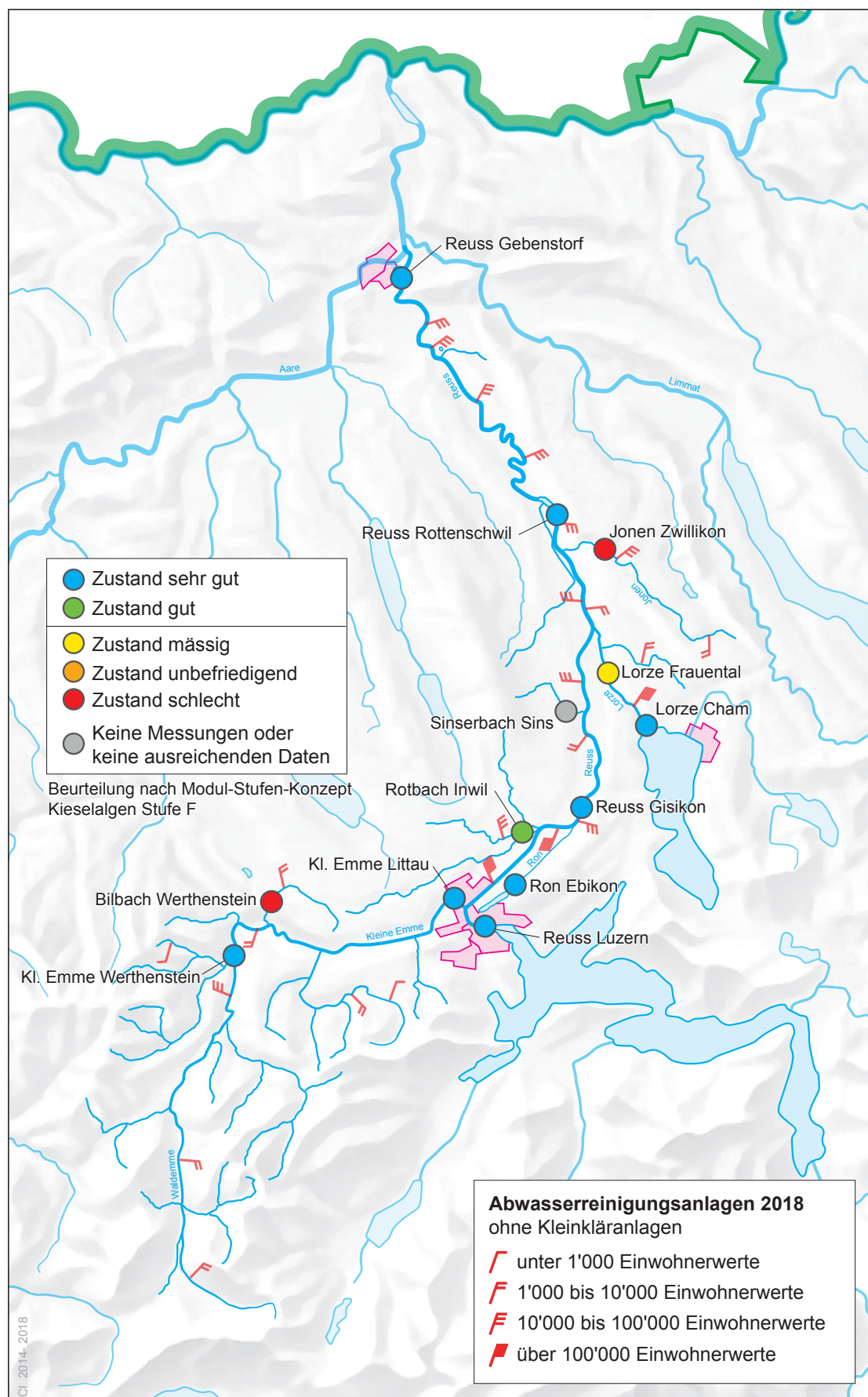
Beurteilung gelöster Phosphor (P_{fitt}) Periode 2014 - 2018



Beurteilung ortho-Phosphat (PO_4^{3-}) Periode 2014 - 2018



Beurteilung Chlorid (Cl^-) Periode 2014 - 2018



Beurteilungskriterien

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. Beim Ammonium hängen diese von der Wassertemperatur ab.

Beim gelösten organischen Kohlenstoff DOC liegt die numerische Anforderung abhängig von den natürlichen Verhältnissen bei 1 bis 4 mg/lC. Im Reussbericht ist sie durch die Anrainerkantone für die Reuss und Lorze auf 2 mg/lC, für die Kleine Emme in Littau, die Ron und den Rotbach auf 3 mg/lC sowie für die Kleine Emme in Werthenstein, den Bilbach und die Jonen auf 4 mg/lC festgelegt worden. Beim biochemischen Sauerstoffbedarf BSB_5 liegt die numerische Anforderung abhängig von den natürlichen Verhältnissen bei 2 bis 4 mg/lO₂. Im Reussbericht ist sie durch die Anrainerkantone auf 3 mg/lO₂ festgelegt worden.

Für Nitrit NO_2^- , ortho-Phosphat PO_4^{3-} , gelösten Phosphor P_{fitt} und Gesamtphosphor P_{tot} gibt das Modul-Stufen-Konzept «Chemie, Nährstoffe» ergänzende Zielvorgaben vor. 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/lCl 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:

Beurteilungsklasse	Bedingung		Beurteilung
sehr gut	Der Schätzwert (S) ist kleiner als die halbe Zielvorgabe (Z) ¹⁾	$S < 0.5 \cdot Z$	Anforderungen 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 (Z)	$2 \cdot Z < S$	

Tabelle: Einteilung in Beurteilungsklassen gemäss dem Modul-Stufen-Konzept «Chemie, Nährstoffe». Der Schätzwert S ist das 90. Perzentil der Messwerte. ¹⁾ Beim Ammonium gilt für die Klasse «sehr gut» das verschärfte Kriterium $S < 0.2 \cdot Z$.

Für die Gesamtbewertung werden im Reussbericht die Beurteilungen der einzelnen Messgrössen wie folgt gewichtet:

Parameter	Gewicht	Bemerkung
BSB_5	3	
DOC	1	
Ammonium NH_4^+	3	
Nitrit NO_2^-	3	
Nitrat NO_3^-	2	
Gesamtphosphor P_{tot}	1	
Gelöster Phosphor P_{fitt}	1 (2)	Gewicht 2 falls keine Werte für Phosphat vorliegen
ortho-Phosphat PO_4^{3-}	1 (2)	Gewicht 2 falls keine Werte für gelösten Phosphor vorliegen
Chlorid Cl^-	0	Chlorid wird für die Gesamtbewertung nicht berücksichtigt

Numerische Anforderungen, Zielwerte und Beurteilungsklassen

Parameter	Einheit	Abhängigkeiten	Beurteilungsklasse				
			Qualitative Anforderungen eingehalten		Qualitative Anforderungen nicht eingehalten		
			sehr gut	gut	mässig	unbefriedigend	schlecht
Ammonium $\text{NH}_4^{+1)}$	mg/l N	T > 10 °C oder pH > 9	S < 0.04	$0.04 \leq S < 0.2$	$0.2 \leq S < 0.3$	$0.3 \leq S < 0.4$	$S \geq 0.4$
		T ≤ 10 °C und pH ≤ 9	S < 0.08	$0.08 \leq S < 0.4$	$0.4 \leq S < 0.6$	$0.6 \leq S < 0.8$	$S \geq 0.8$
Nitrit $\text{NO}_2^{-2)}$	mg/l N	Cl < 10 mg/l	S < 0.01	$0.01 \leq S < 0.02$	$0.02 \leq S < 0.03$	$0.03 \leq S < 0.04$	$S \geq 0.04$
		Cl 10-20 mg/l	S < 0.025	$0.025 \leq S < 0.05$	$0.05 \leq S < 0.075$	$0.075 \leq S < 0.1$	$S \geq 0.1$
		Cl > 20 mg/l	S < 0.05	$0.05 \leq S < 0.1$	$0.1 \leq S < 0.15$	$0.15 \leq S < 0.2$	$S \geq 0.2$
Nitrat $\text{NO}_3^{-1)}$	mg/l N	-	S < 1.5	$1.5 \leq S < 5.6$	$5.6 \leq S < 8.4$	$8.4 \leq S < 11.2$	$S \geq 11.2$
ortho-Phosphat $\text{PO}_4^{3-2)}$	mg/l P	-	S < 0.02	$0.02 \leq S < 0.04$	$0.04 \leq S < 0.06$	$0.06 \leq S < 0.08$	$S \geq 0.08$
Gelöster Phosphor $\text{P}_{\text{flit}}^{2)}$	mg/l P	-	S < 0.025	$0.025 \leq S < 0.05$	$0.05 \leq S < 0.075$	$0.075 \leq S < 0.10$	$S \geq 0.10$
Gesamtposphor $\text{P}_{\text{tot}}^{2)}$	mg/l P	-	S < 0.04	$0.04 \leq S < 0.07$	$0.07 \leq S < 0.10$	$0.10 \leq S < 0.14$	$S \geq 0.14$
Gelöster organischer Kohlenstoff DOC ¹⁾	mg/l C	Reuss und Lorze	S < 1.0	$1.0 \leq S < 2.0$	$2.0 \leq S < 3.0$	$3.0 \leq S < 4.0$	$S \geq 4.0$
		Kleine Emme in Littau, Ron und Rotbach	S < 1.5	$1.5 \leq S < 3.0$	$3.0 \leq S < 4.5$	$4.5 \leq S < 6.0$	$S \geq 6.0$
		Kleine Emme in Werthenstein, Bil- bach und Jonen	S < 2.0	$2.0 \leq S < 4.0$	$4.0 \leq S < 6.0$	$6.0 \leq S < 8.0$	$S \geq 8.0$
Biochemischer Sauer- stoffbedarf $\text{BSB}_5^{1)}$	mg/l O ₂	-	S < 1.5	$1.5 \leq S < 3.0$	$3.0 \leq S < 4.5$	$4.5 \leq S < 6.0$	$S \geq 6.0$
Chlorid $\text{Cl}^{-3)}$	mg/l Cl	-	S < 13	$13 \leq S < 26$	$26 \leq S < 39$	$39 \leq S < 52$	$S \geq 52$

Tabelle: 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. ¹⁾ Anforderung der GSchV, ²⁾ Zielwert des MSK «Chemie, Nährstoffe», ³⁾ Zielwert des MSK Kieselalgen.

Reussbericht 2014 – 2018

Fact Sheet 4

Gesamtposphor

Phosphor gelangt diffus aus der Landwirtschaft und punktuell über Abwassereinleitungen und Regenüberläufe in die Gewässer. Gesamtposphor (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 Phosphor zu verwenden oder anzupassen.

Im Bilbach, im Rotbach, in der Lorze bei Frauental und in der Jonen ist die Zielvorgabe für Gesamtposphor teilweise deutlich nicht erfüllt. Grund dafür ist das schlechte Verdünnungsverhältnis der eingeleiteten gereinigten Abwässer aus den Abwasserreinigungsanlagen. Das sehr trockene Jahr 2018, das in den Fliessgewässern im Sommer und Herbst zu sehr geringen Abflüssen führte, verstärkte die ungenügende Abwasserverdünnung. 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. Generell verbesserte sich die Belastung in der Beobachtungsperiode 2014-2018 gegenüber der Vorperiode in folgenden Fliessgewässern um jeweils eine Beurteilungsstufe: In der Reuss bei Gisikon, Rottenschwil und Gebenstorf (von *gut* zu *sehr gut*) in der Kleinen Emme bei Werthenstein (von *gut* zu *sehr gut*), in der Lorze bei Frauental (von *unbefriedigend* zu *mässig*) und im Rotbach (von *schlecht* zu *unbefriedigend*).

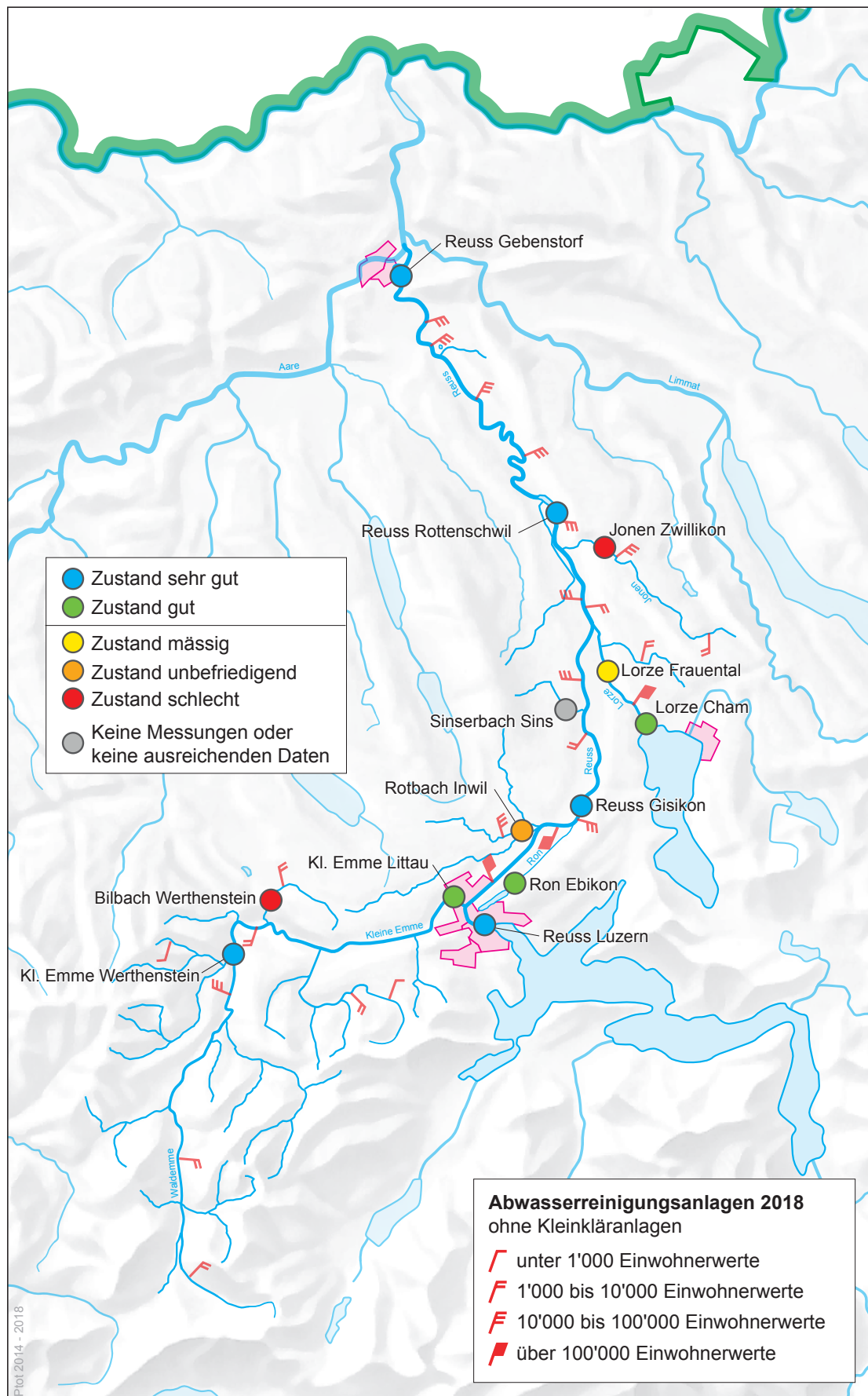
Grundlagen der P_{tot} -Beurteilung

Die Grundlage für die Bewertung der Gewässerbelastung ist das Modul-Stufen-Konzept des Bundesamtes für Umwelt (BAFU): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer, chemisch-physikalische Erhebungen (> [Modul-Stufen-Konzept <Chemie, Nährstoffe>](#)).

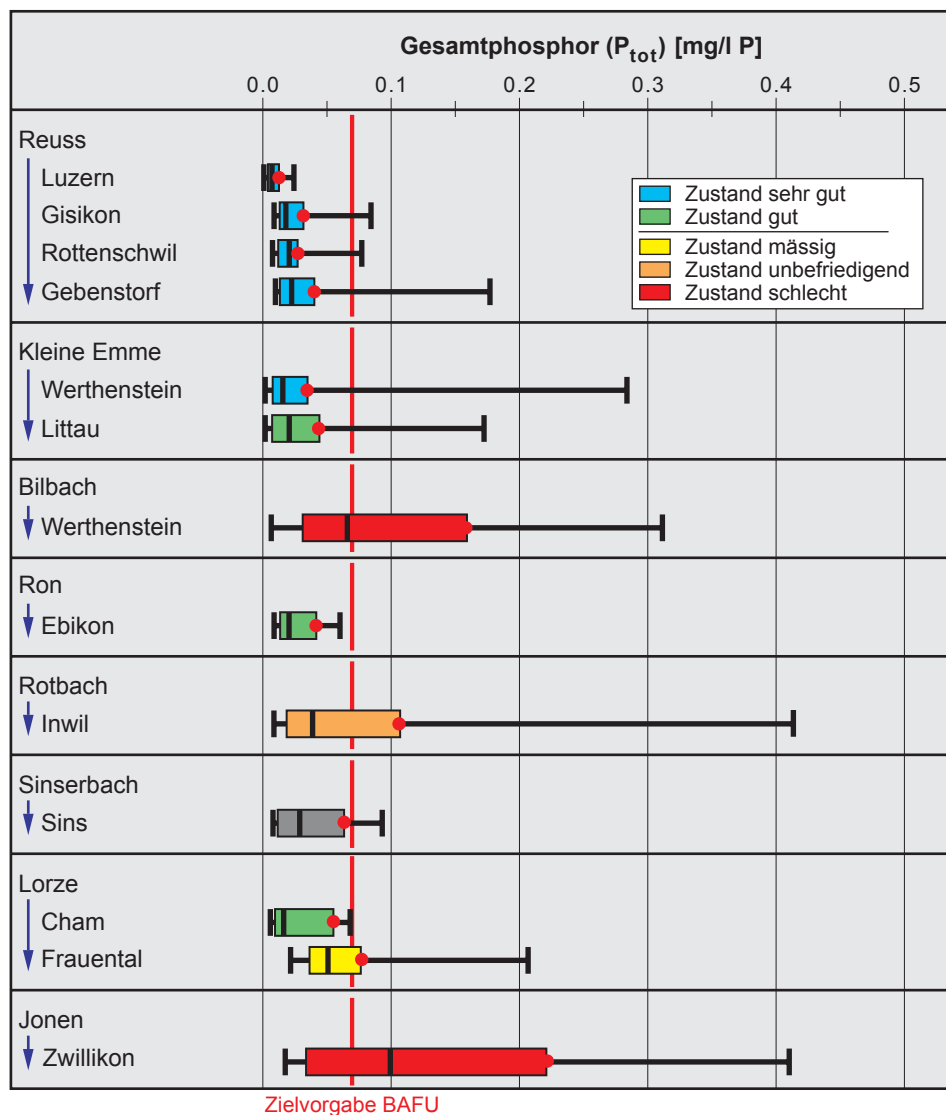
Es handelt sich dabei um eine Vollzugshilfe und die Zielvorgaben gelten als Empfehlung. Als Beurteilungsgrösse für den Vergleich mit den Zielvorgaben gilt der aus den Messungen gewonnene Schätzwert für das 90. Perzentil der P_{tot} -Konzentration.

Zielvorgabe des BAFU	● Zustand sehr gut	0.04 mg/l P
	● Zustand gut	0.07 mg/l P
	● Zustand mässig	0.10 mg/l P
	● Zustand unbefriedigend	0.14 mg/l P
	● Zustand schlecht	

Beurteilung Gesamtphosphor (P_{tot}) Periode 2014 - 2018



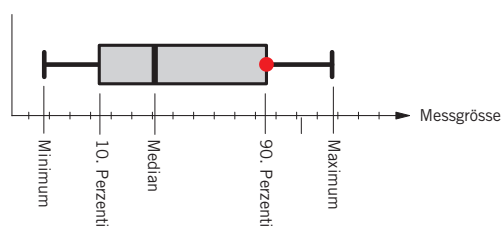
Boxplots Gesamtphosphor (P_{tot}) Periode 2014 - 2018

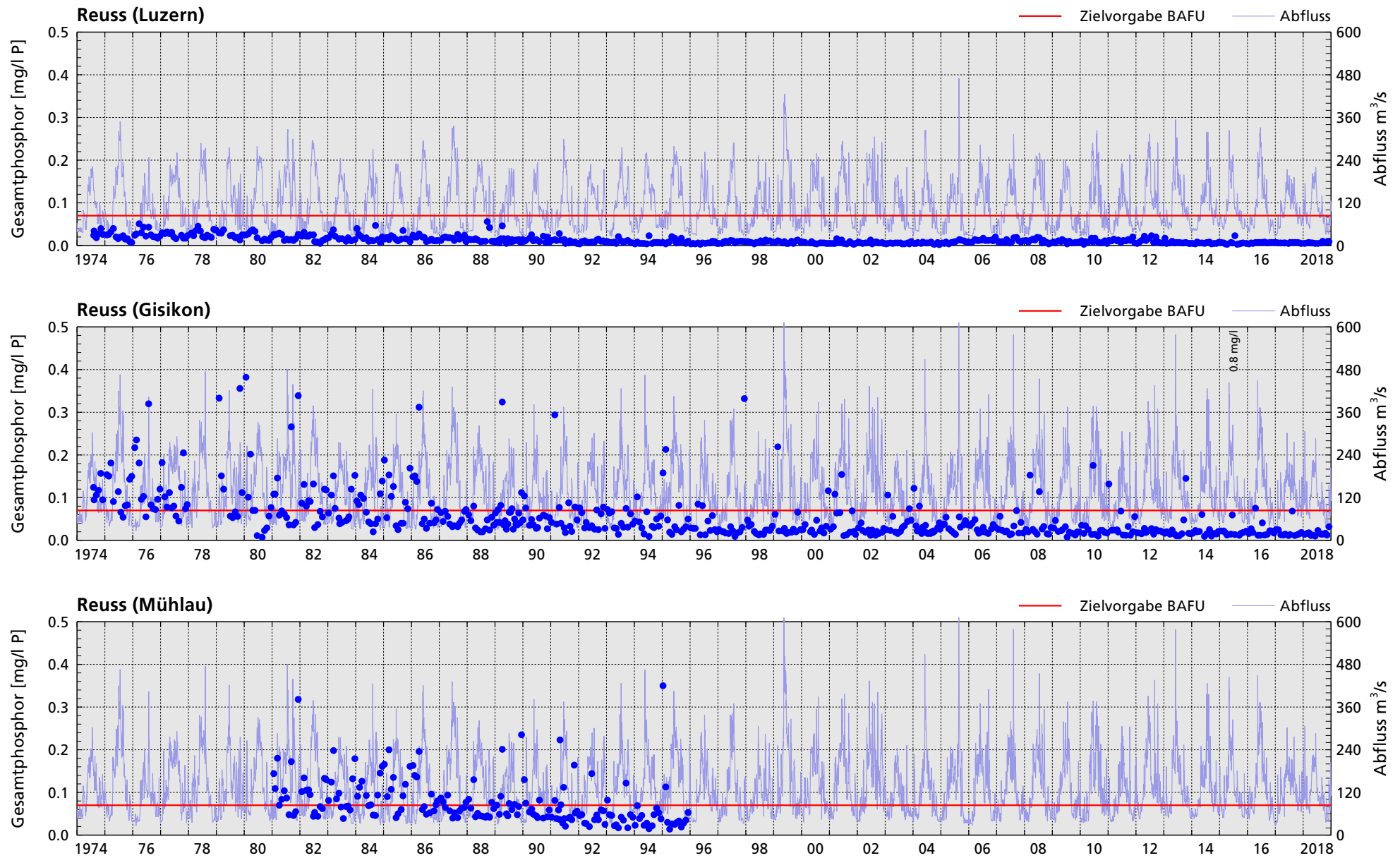


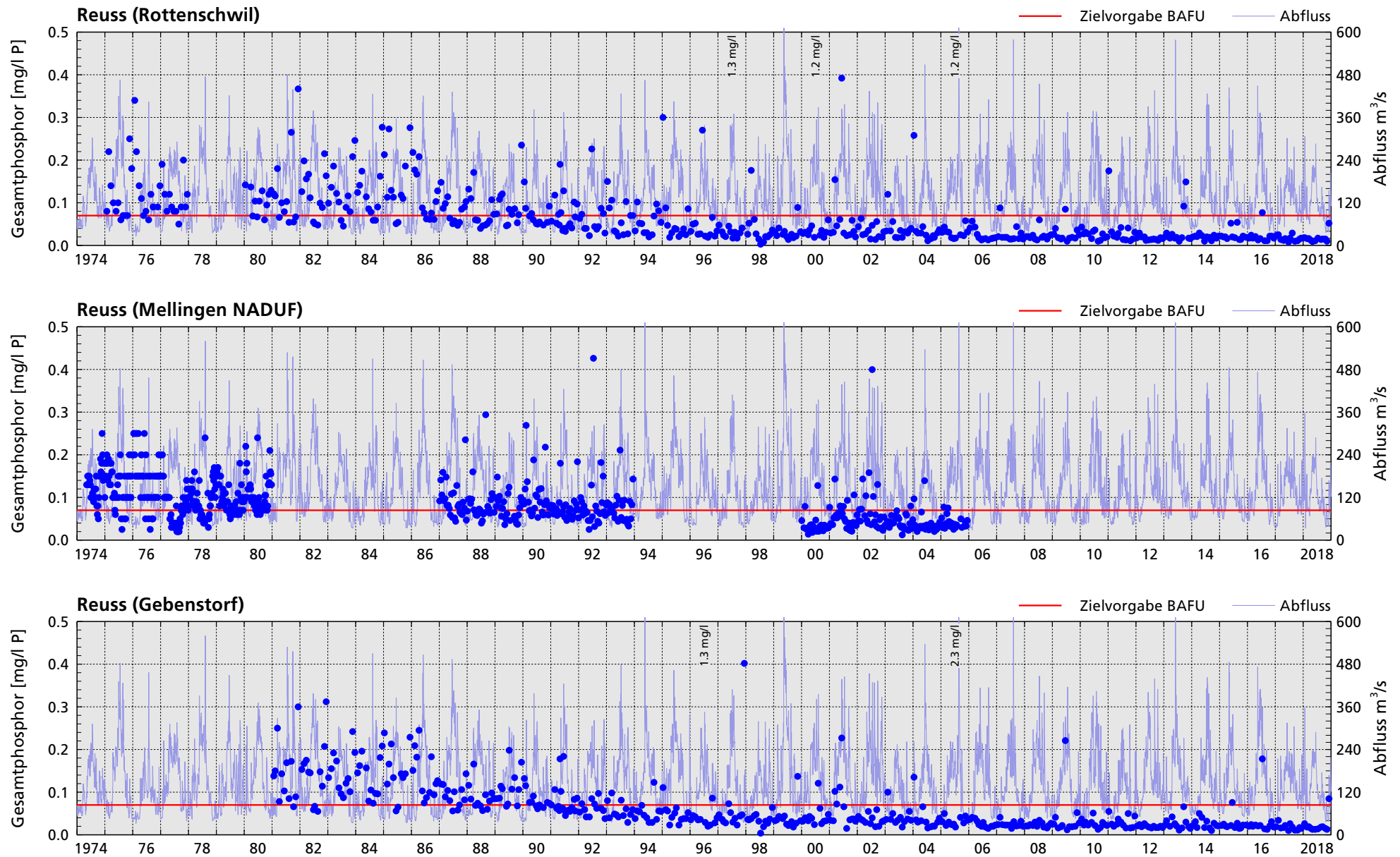
Das Minimum, das 10. Perzentil, der Median, das 90. Perzentil und das Maximum der gemessenen Phosphorkonzentrationen 2014-2018 können zusammen in sogenannten Box-Plots dargestellt werden. Box-Plots vermitteln einen schnellen Überblick über die Lage und Streuung der Messungen. In Fliessrichtung des Gewässers untereinander angeordnet, stellen die Box-Plots zudem den Verlauf der Phosphorkonzentration entlang des Gewässers dar.

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

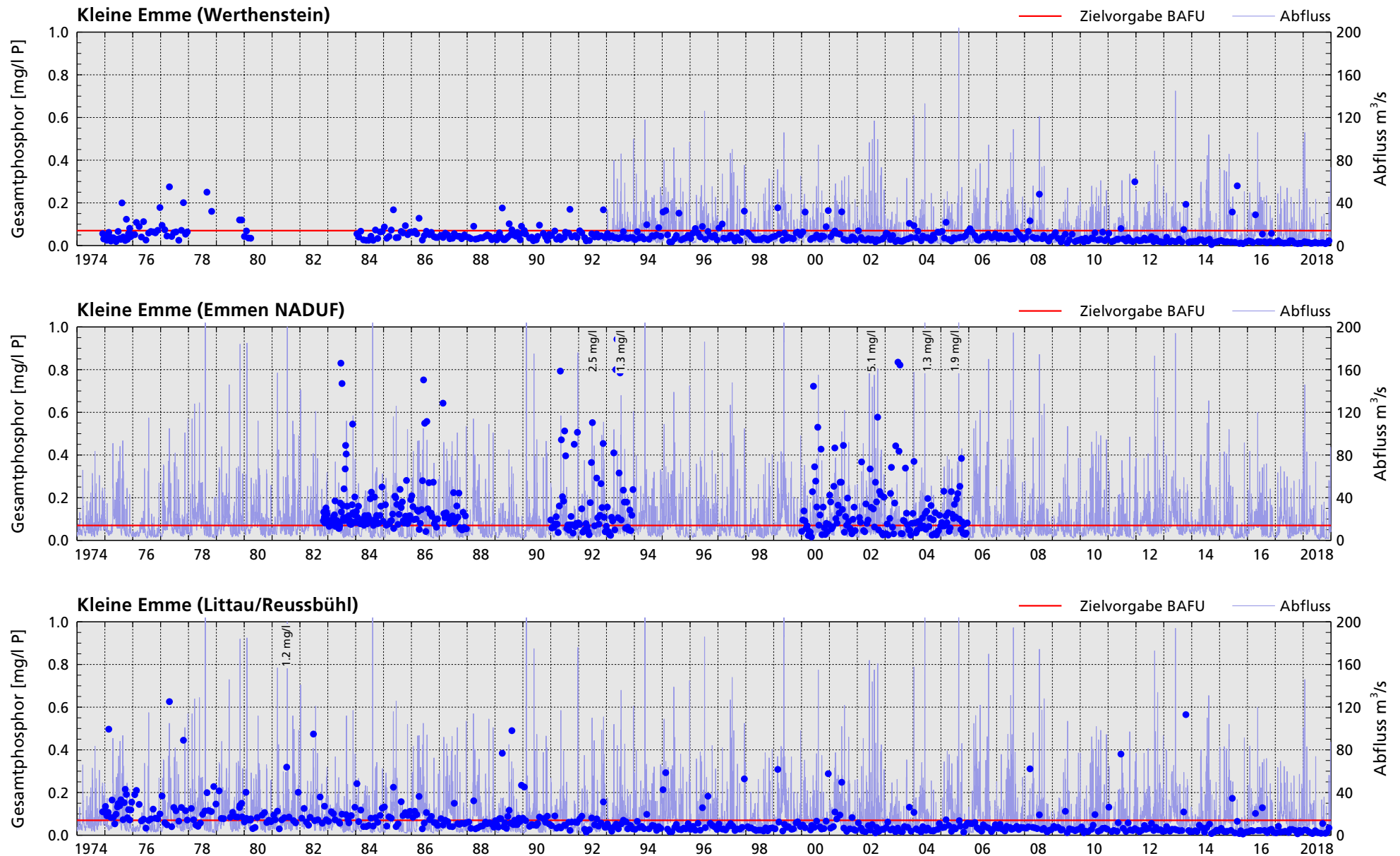
Der Median ist der Wert, der in der Hälfte aller Fälle unterschritten und in der anderen Hälfte der Fälle überschritten wird. Er entspricht in vielen Fällen besser als der arithmetische Mittelwert der Vorstellung von der Mitte einer Messdatenreihe. Er ist unempfindlich gegenüber einzelnen Ausreissern.



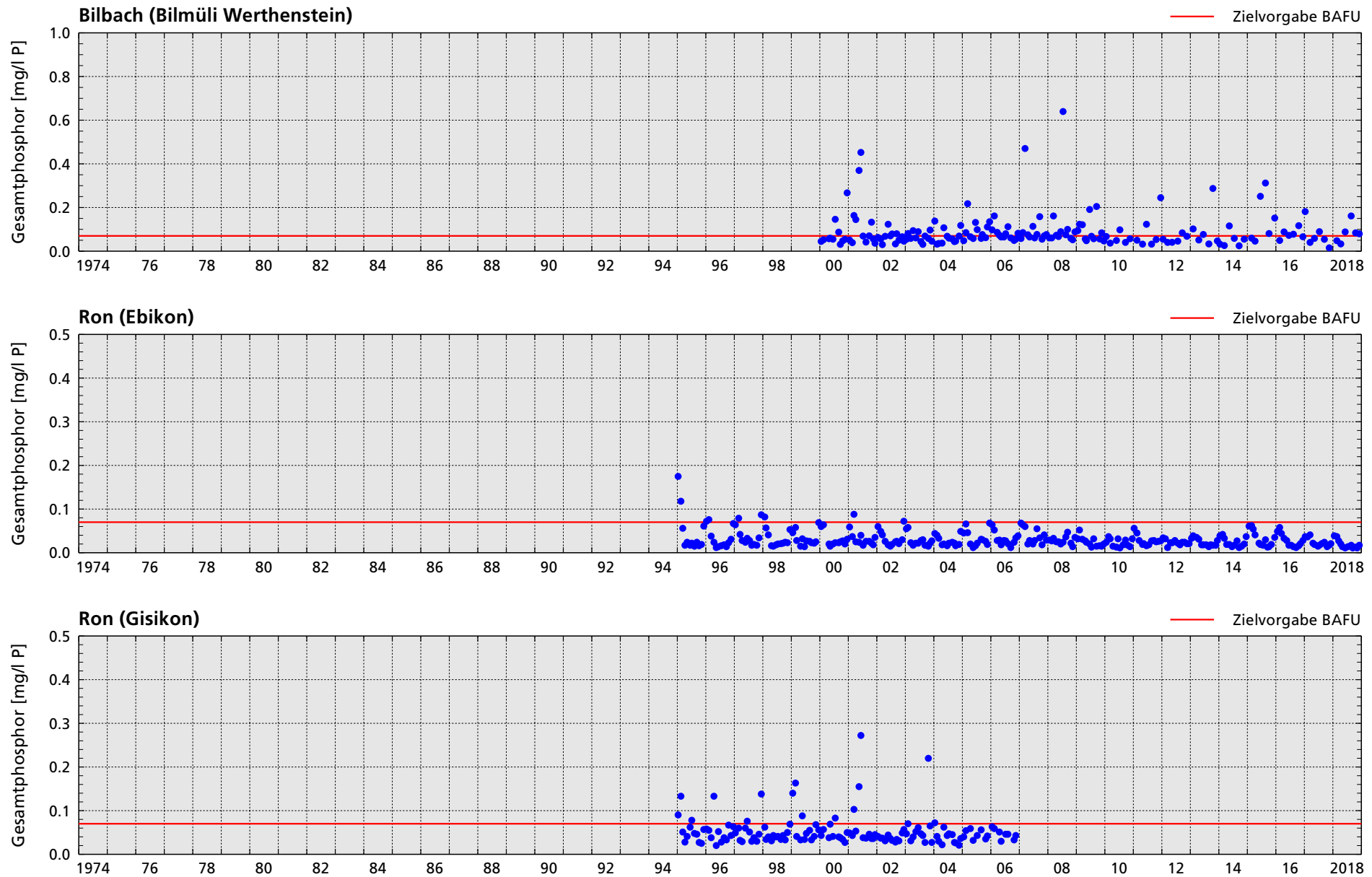
Ganglinien Gesamtphosphor (P_{tot}) 1974 - 2018

Ganglinien Gesamtphosphor (P_{tot}) 1974 - 2018

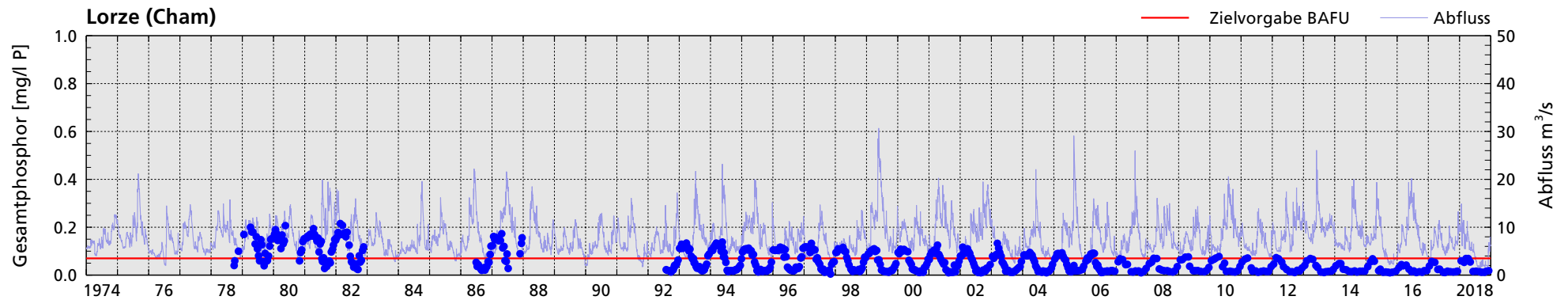
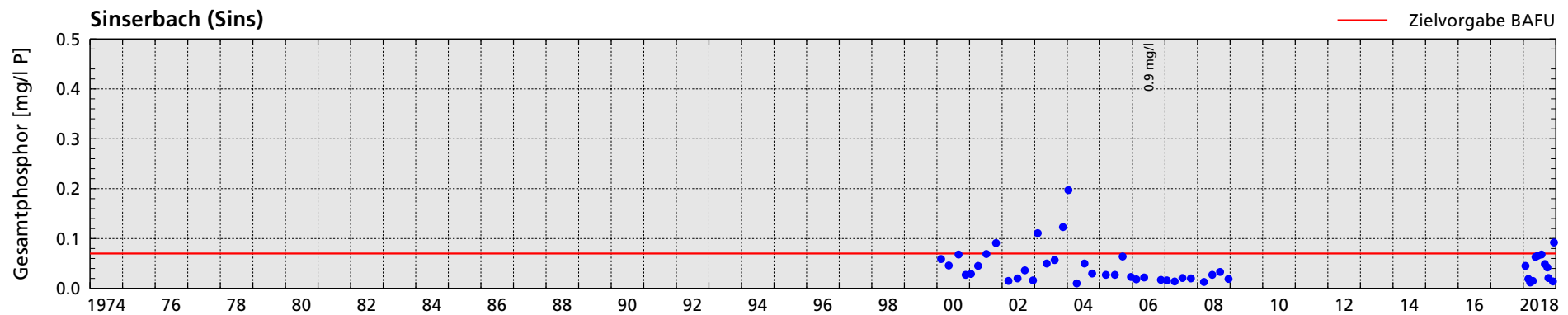
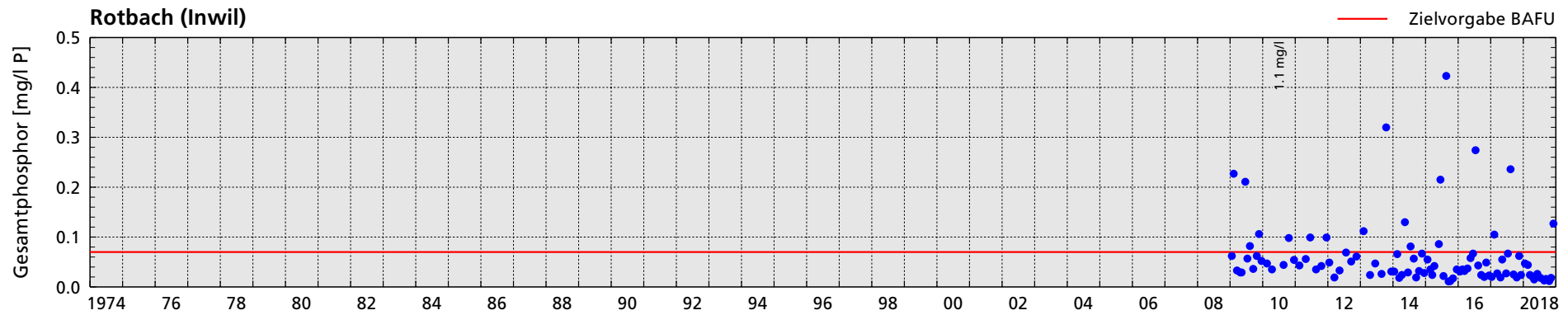
Ganglinien Gesamtphosphor (P_{tot}) 1974 - 2018



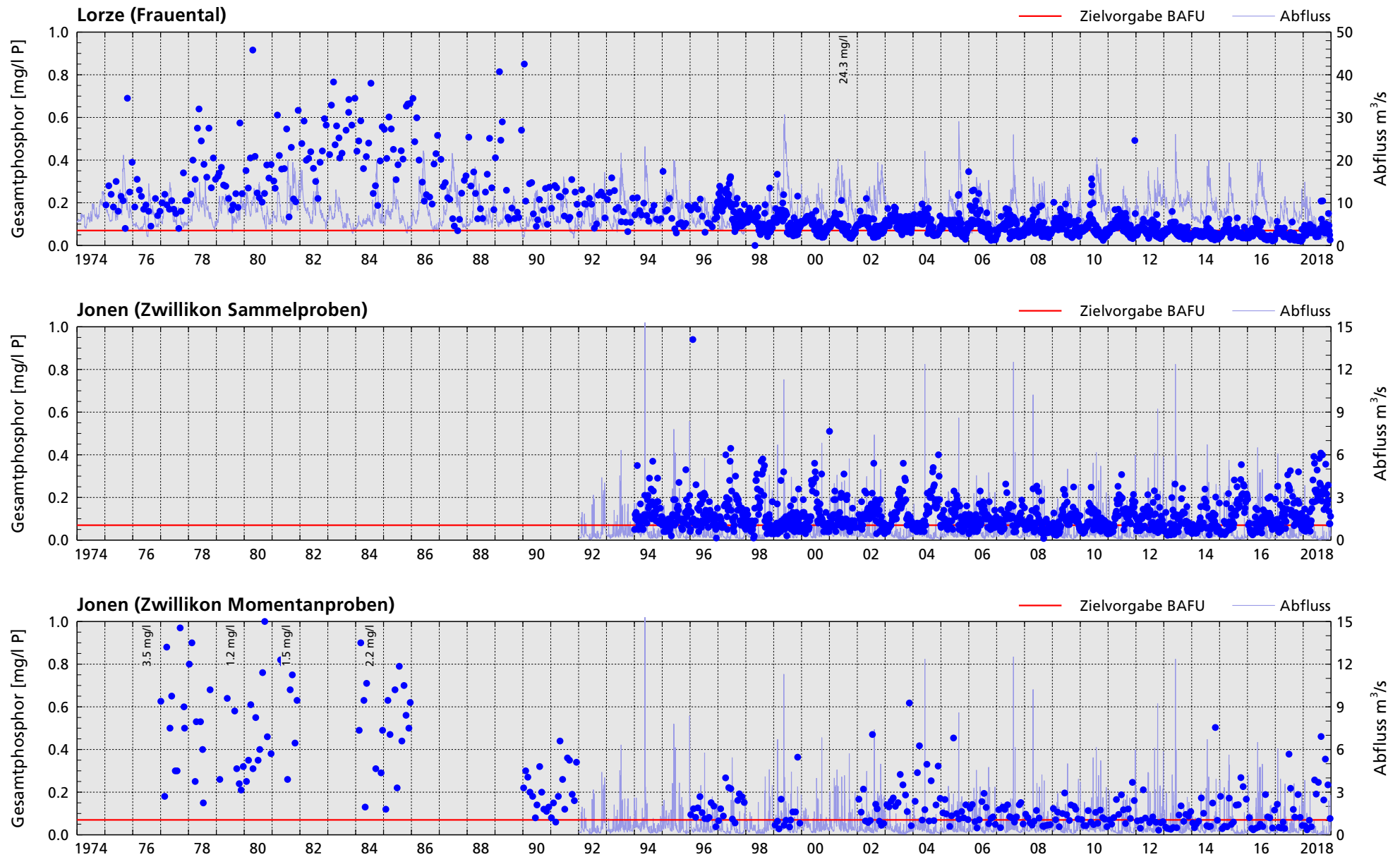
Ganglinien Gesamtphosphor (P_{tot}) 1974 - 2018



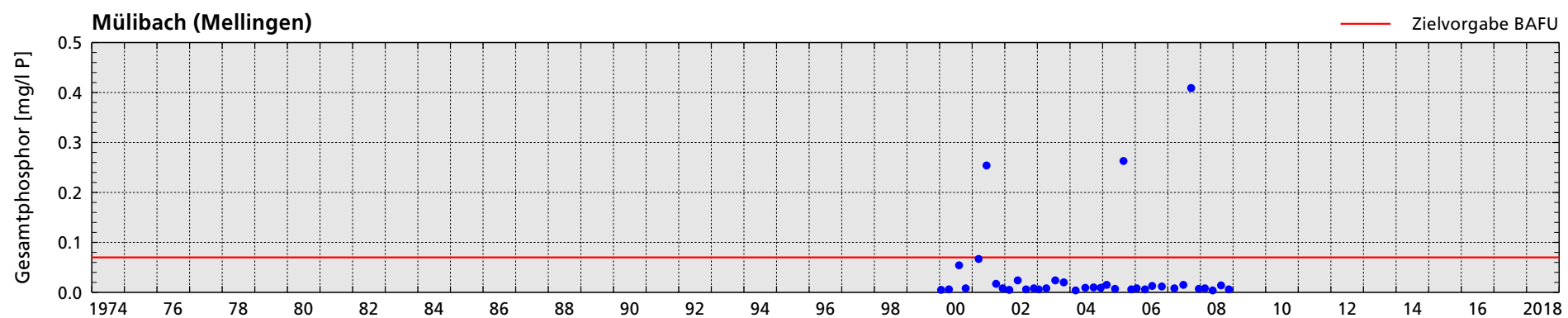
Ganglinien Gesamtphosphor (P_{tot}) 1974 - 2018



Ganglinien Gesamtphosphor (P_{tot}) 1974 - 2018



Ganglinien Gesamtphosphor (P_{tot}) 1974 - 2018



Reussbericht 2014 – 2018

Fact Sheet 5

Gelöster Phosphor

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 haben zu einer deutlichen Reduktion des Phosphoreintrages in die Oberflächengewässer geführt.

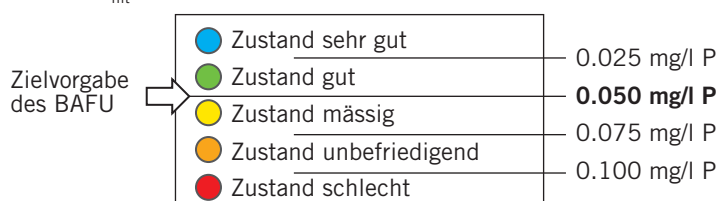
Gelöster Phosphor (P_{fitt}) entspricht dem biologisch verfügbaren Phosphor in Gewässern. Er besteht aus ortho-Phosphat und Polyphosphaten (z. B. aus Reinigungsmitteln, Geschirrspülmitteln) sowie aus organischem Phosphor pflanzlicher und tierischer Herkunft.

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 Phosphor zu verwenden oder anzupassen.

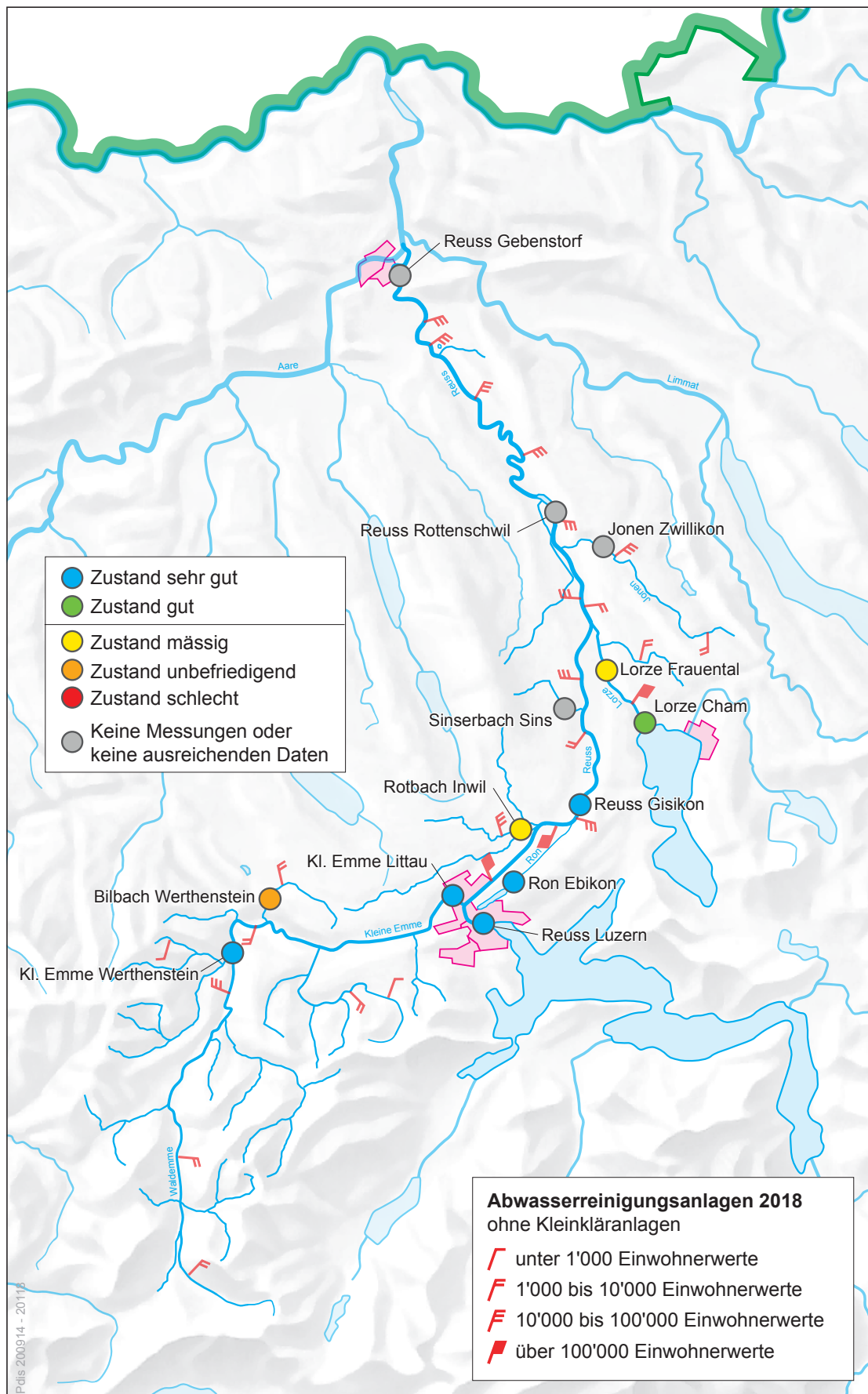
Im Bilbach, im Rotbach und in der Lorze bei Frauental ist die Zielvorgabe für gelösten Phosphor nicht erfüllt (von der Jona sind für gelösten Phosphor keine Messwerte vorhanden). Grund dafür ist das schlechte Verdünnungsverhältnis der eingeleiteten gereinigten Abwässer aus den Abwasserreinigungsanlagen. Das sehr trockene Jahr 2018, das in den Fliessgewässern im Sommer und Herbst zu sehr geringen Abflüssen führte, verstärkte die ungenügende Abwasserverdünnung. 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. Generell verbesserte sich die Belastung in der Beobachtungsperiode 2014-2018 gegenüber der Vorperiode in folgenden Fliessgewässern um jeweils eine Beurteilungsstufe: in der Kl. Emme bei Werthenstein und bei Littau (von *gut* zu *sehr gut*), in der Lorze bei Cham (von *mässig* zu *gut*) und im Rotbach (von *unbefriedigend* zu *mässig*).

Grundlagen der P_{fitt} -Beurteilung

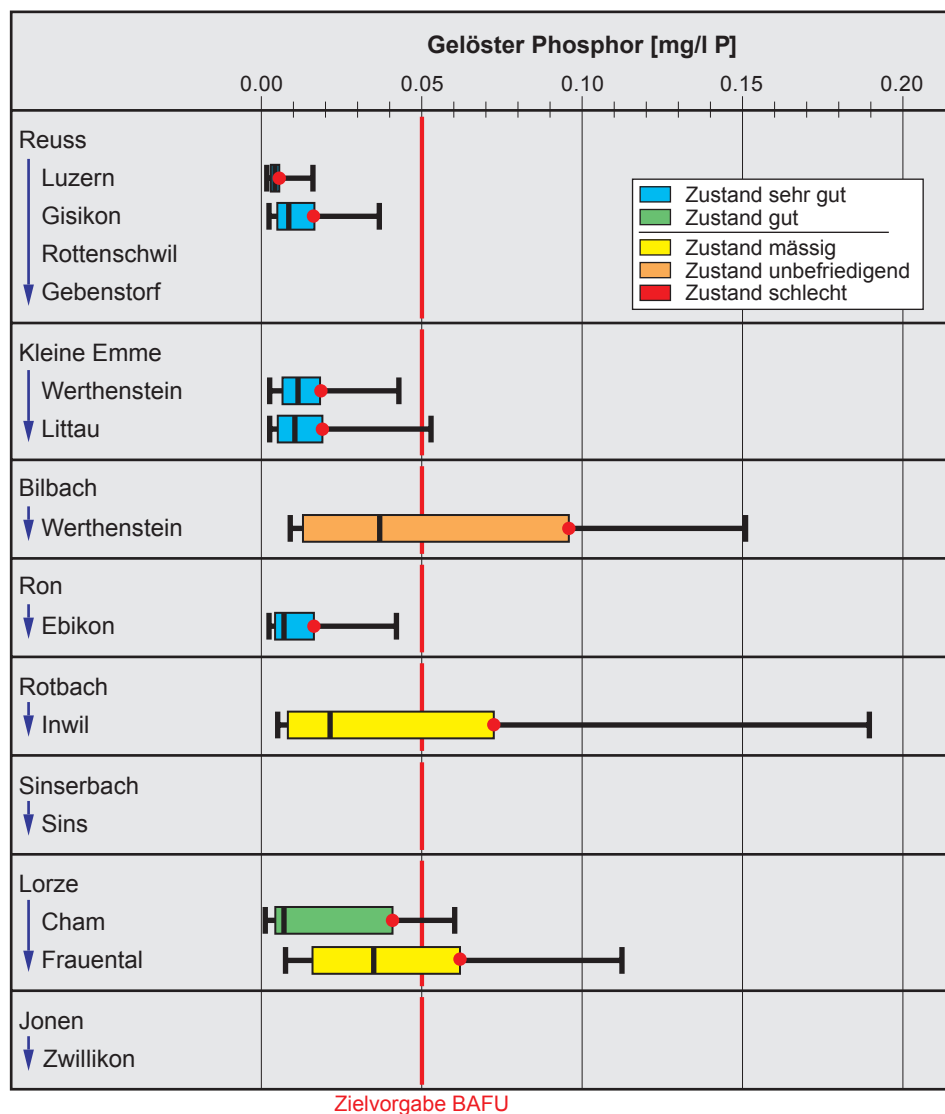
Die Grundlage für die Bewertung der Gewässerbelastung ist das Modul-Stufen-Konzept des Bundesamtes für Umwelt (BAFU): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer, chemisch-physikalische Erhebungen (> [Modul-Stufen-Konzept <Chemie, Nährstoffe>](#)). Es handelt sich dabei um eine Vollzugshilfe und die Zielvorgaben gelten als Empfehlung. Als Beurteilungsgrösse für den Vergleich mit den Zielvorgaben gilt der aus den Messungen gewonnene Schätzwert für das 90. Perzentil der P_{fitt} -Konzentration.



Beurteilung gelöster Phosphor (P_{filt}) Periode 2014 - 2018



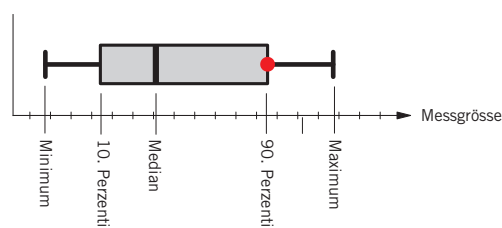
Boxplots gelöster Phosphor (P_{filt}) Periode 2014 - 2018

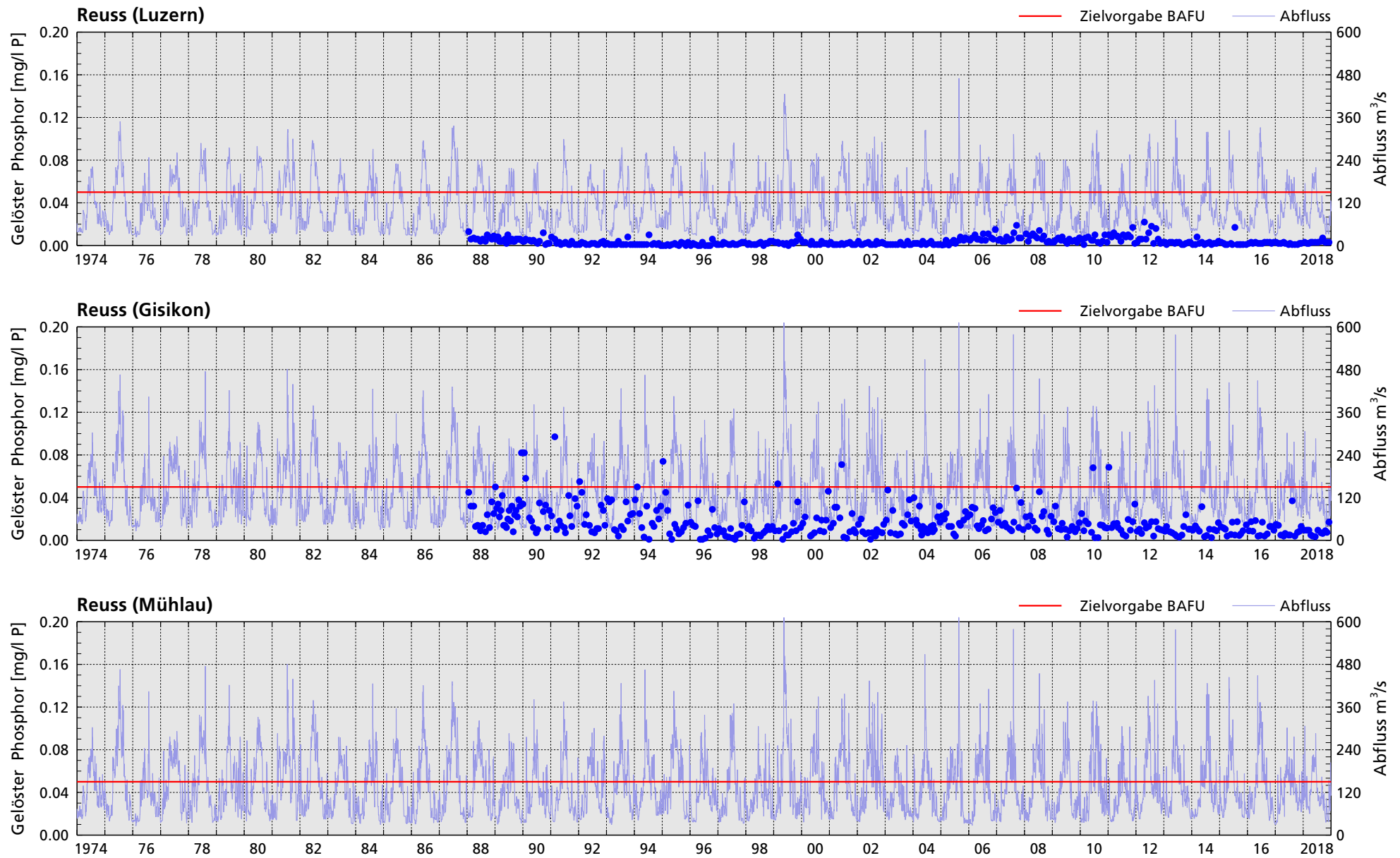


Das Minimum, das 10. Perzentil, der Median, das 90. Perzentil und das Maximum der gemessenen Phosphorkonzentrationen 2014-2018 können zusammen in sogenannten Box-Plots dargestellt werden. Box-Plots vermitteln einen schnellen Überblick über die Lage und Streuung der Messungen. In Fliessrichtung des Gewässers untereinander angeordnet, stellen die Box-Plots zudem den Verlauf der Phosphorkonzentration entlang des Gewässers dar.

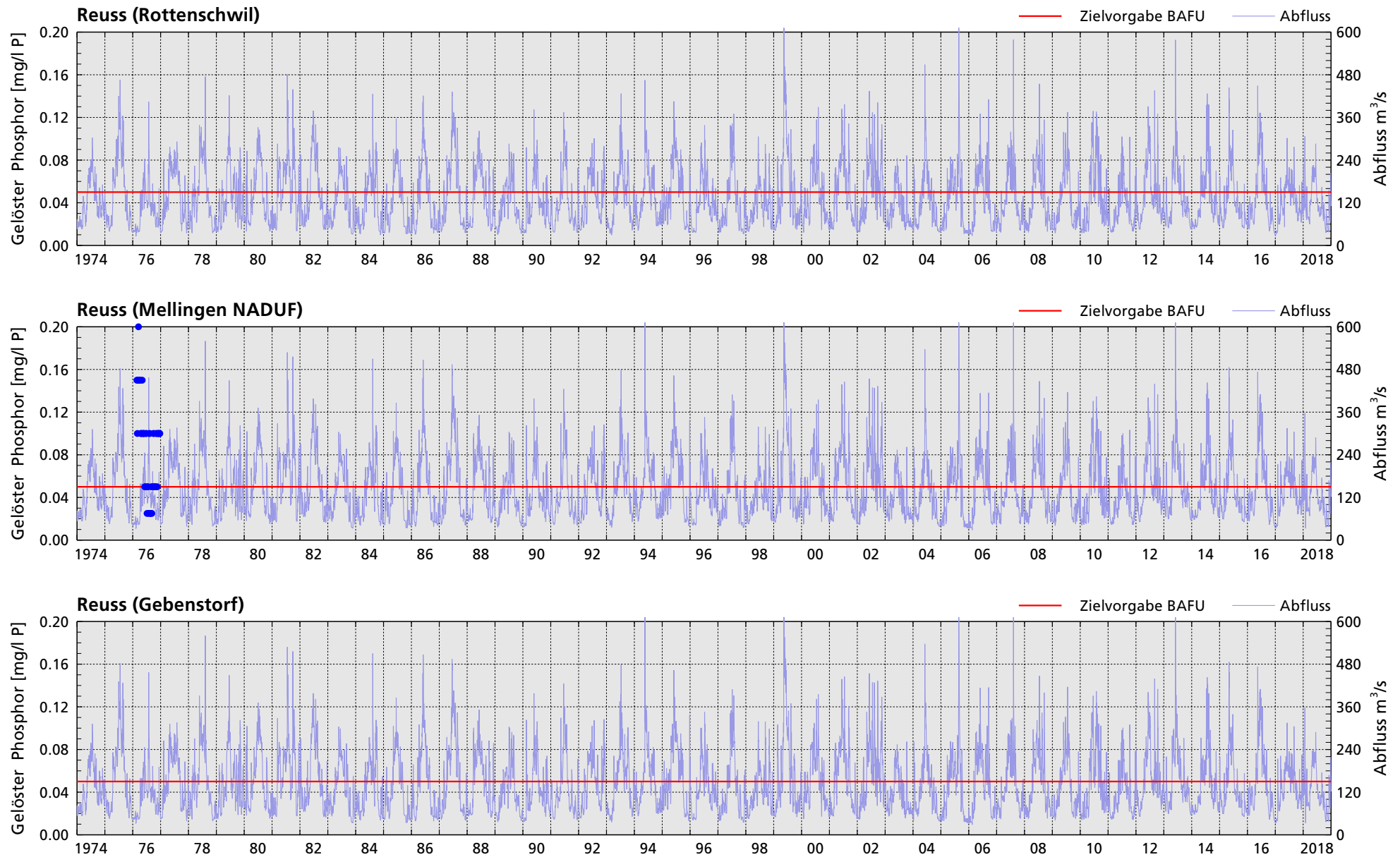
Das 10. Perzentil ist der Wert, der mit einer Wahrscheinlichkeit von 10% nicht überschritten wird. Das heisst in 10% aller Fälle sind die Phosphorkonzentrationen im Gewässer kleiner als das 10. Perzentil und in 90% der Fälle liegen sie darüber. Analog wird das 90. Perzentil definiert.

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

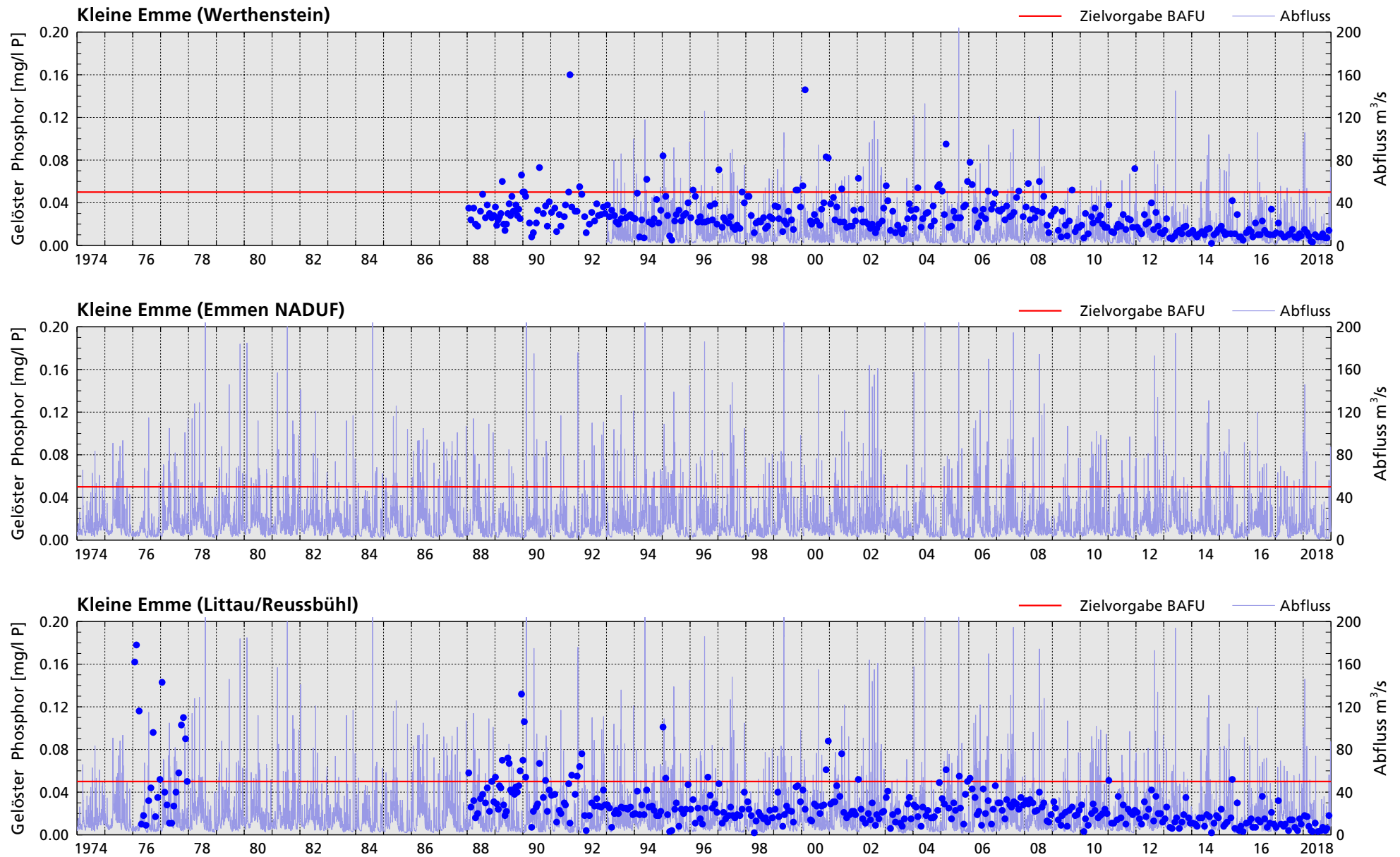


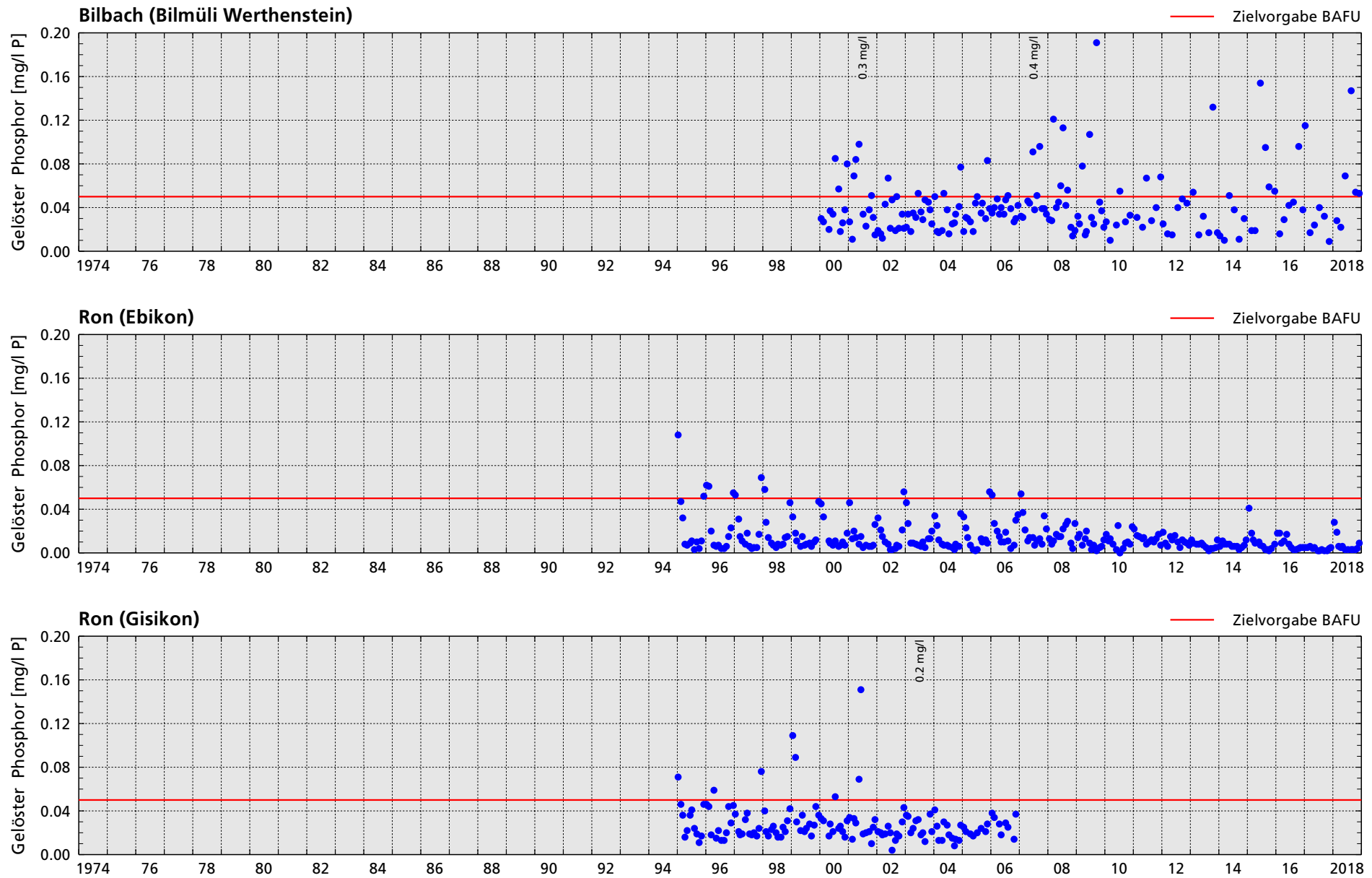
Ganglinien gelöster Phosphor (P_{filt}) Periode 1974 - 2018

Ganglinien gelöster Phosphor (P_{filt}) Periode 1974 - 2018

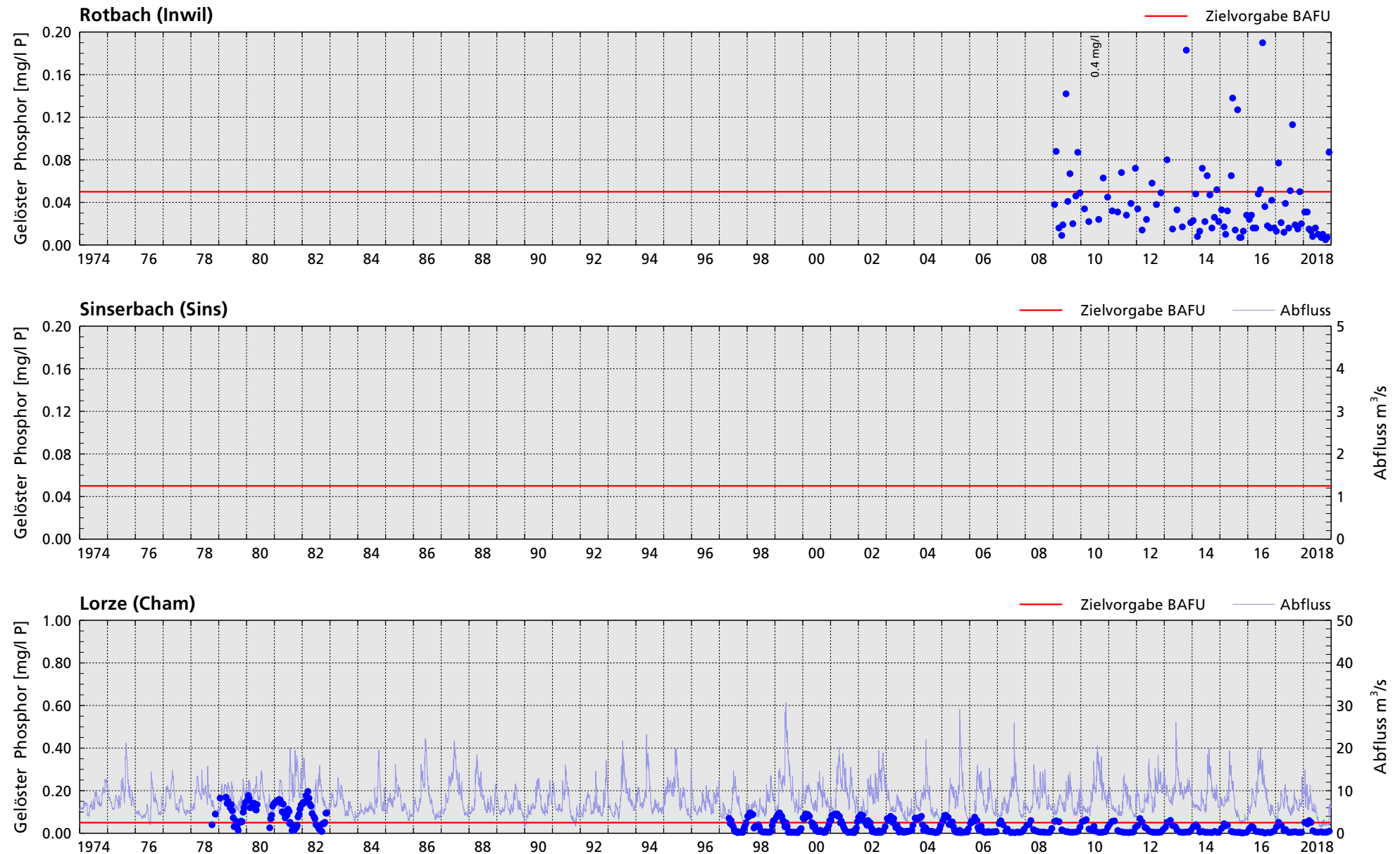


Ganglinien gelöster Phosphor (P_{filt}) Periode 1974 - 2018

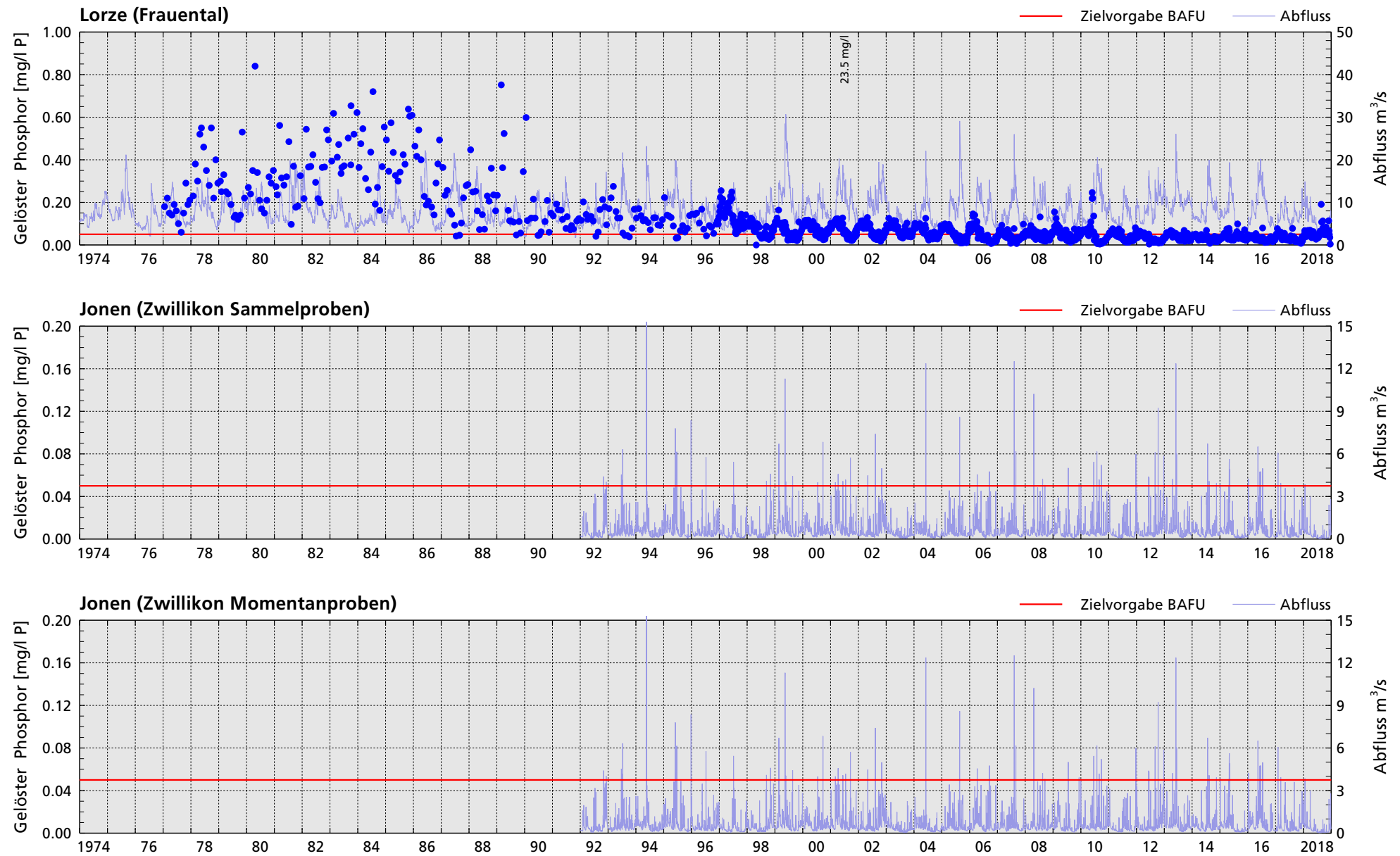


Ganglinien gelöster Phosphor (P_{filt}) Periode 1974 - 2018

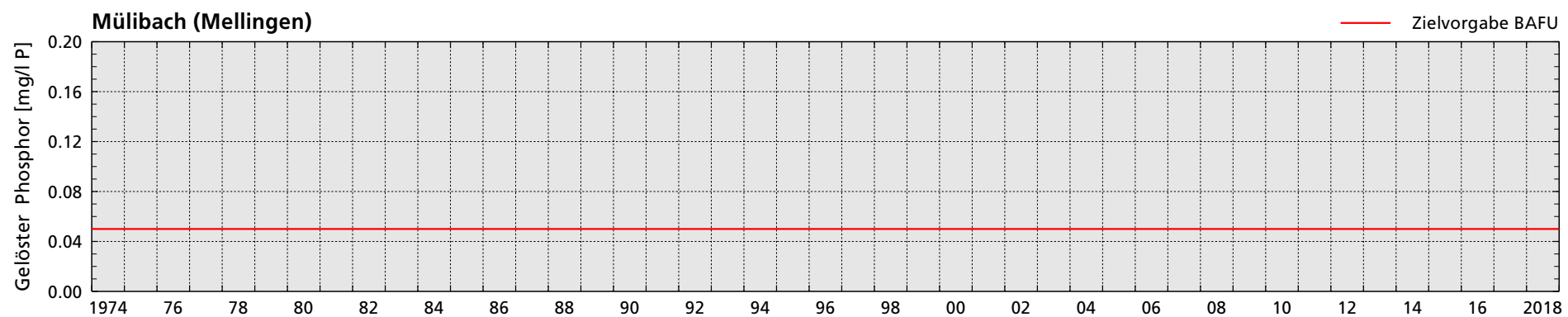
Ganglinien gelöster Phosphor (P_{filt}) Periode 1974 - 2018



Ganglinien gelöster Phosphor (P_{filt}) Periode 1974 - 2018



Ganglinien gelöster Phosphor (P_{filt}) Periode 1974 - 2018



Reussbericht 2014 – 2018

Fact Sheet 6

ortho-Phosphat

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 haben zu einer deutlichen Reduktion des Phosphateintrages in die Oberflächengewässer geführt.

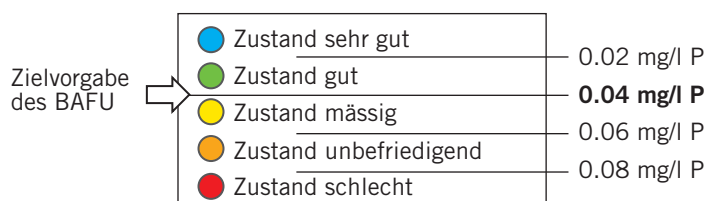
ortho-Phosphat (PO_4^{3-}) stellt die für Pflanzen physiologisch direkt und am schnellsten wirksame Phosphorkomponente dar und ist ein Indikator für die anthropogene Belastung eines Gewässers. Die Gewässerschutzverordnung legt für ortho-Phosphat keine numerischen Anforderungen fest. Die Zielvorgabe gemäss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

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 Phosphor zu verwenden oder anzupassen.

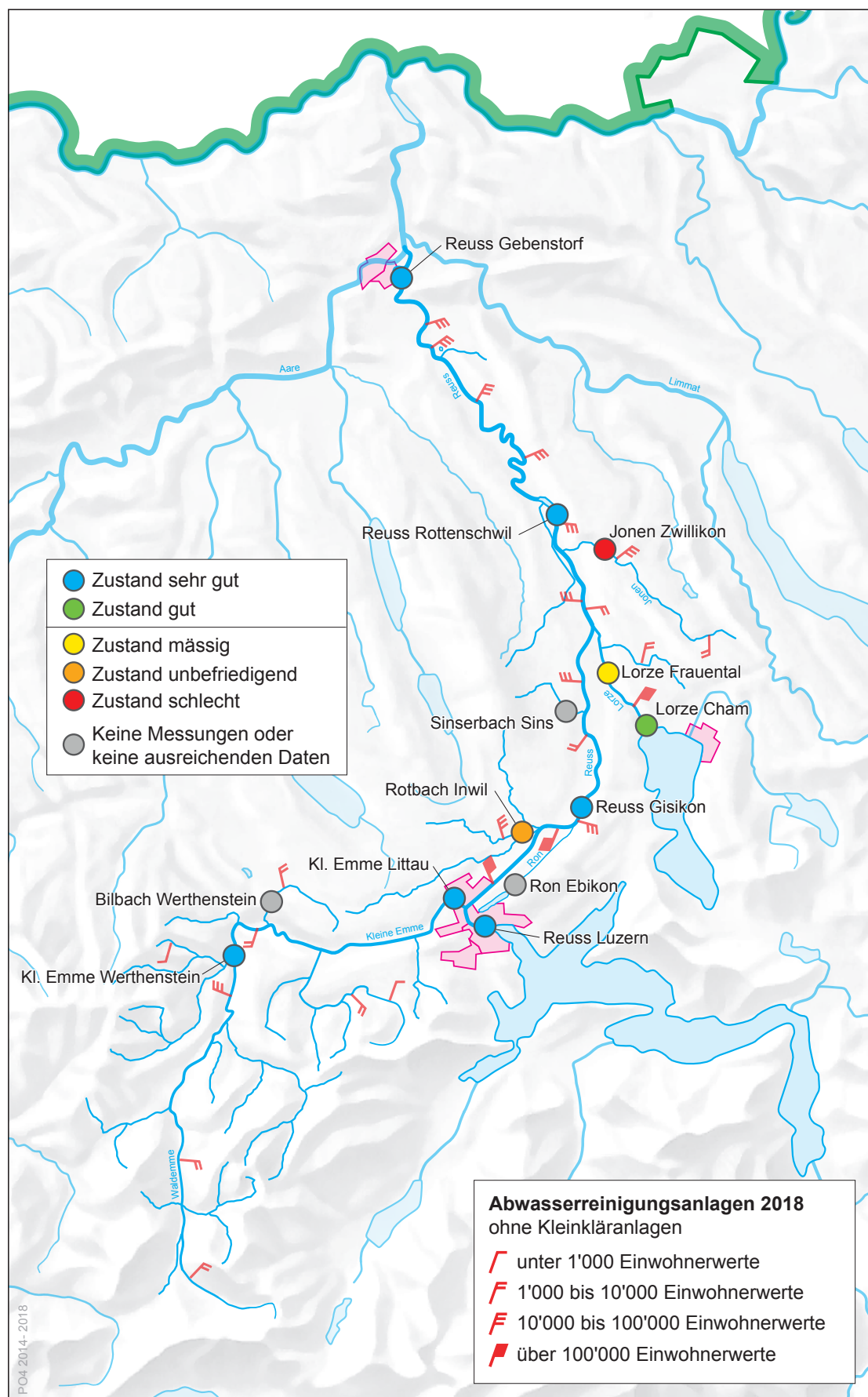
Im Rotbach, in der Lorze bei Frauental und in der Jonen sind die Zielvorgaben für ortho-Phosphat teilweise deutlich nicht erfüllt. Grund dafür ist das schlechte Verdünnungsverhältnis der eingeleiteten gereinigten Abwässer aus den Abwasserreinigungsanlagen sowie Abschwemmungen aus der Landwirtschaft. Das sehr trockene Jahr 2018, das in den Fliessgewässern im Sommer und Herbst zu sehr geringen Abflüssen führte, verstärkte die ungenügende Abwasserverdünnung. 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. Generell verbesserte sich die Belastung in der aktuellen Beobachtungsperiode 2014 - 2018 gegenüber der Vorperiode in folgenden Fliessgewässern: In der Reuss bei Gebenstorf (von *gut* zu *sehr gut*), in der Kl. Emme bei Werthenstein (von *mässig* zu *sehr gut*), in der Kleinen Emme bei Littau (von *gut* zu *sehr gut*), in der Lorze bei Cham (von *mässig* zu *gut*), in der Lorze bei Frauental (von *unbefriedigend* zu *mässig*) und im Rotbach (von *schlecht* zu *unbefriedigend*).

Grundlagen der PO_4^{3-} -Beurteilung

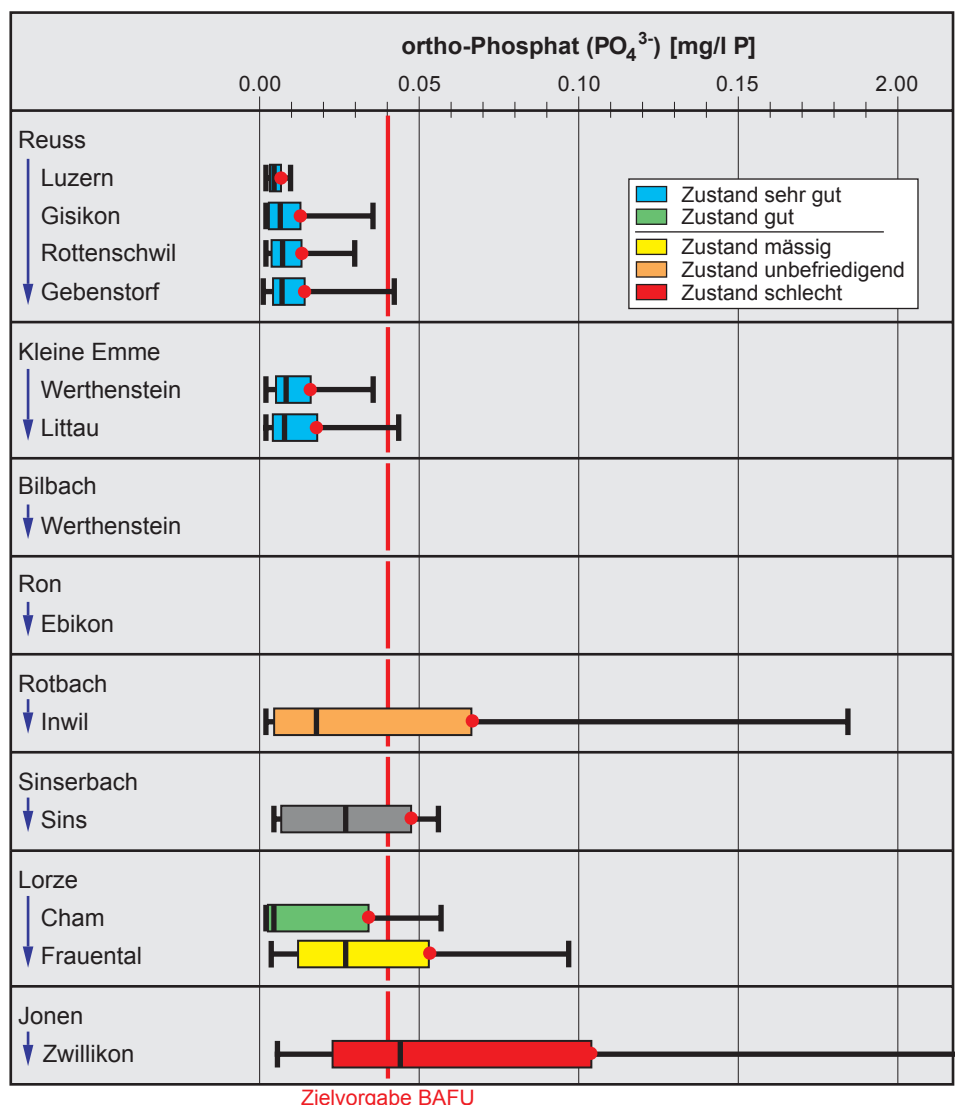
Die Grundlage für die Bewertung der Gewässerbelastung ist das Modul-Stufen-Konzept des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Als Beurteilungsgrösse für den Vergleich mit den Zielvorgaben gilt der aus den Messungen gewonnene Schätzwert für das 90. Perzentil der PO_4^{3-} -Konzentration.



Beurteilung ortho-Phosphat (PO_4^{3-}) Periode 2014 - 2018



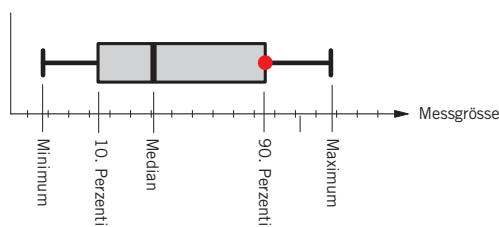
Boxplots ortho-Phosphat (PO_4^{3-}) Periode 2014 - 2018

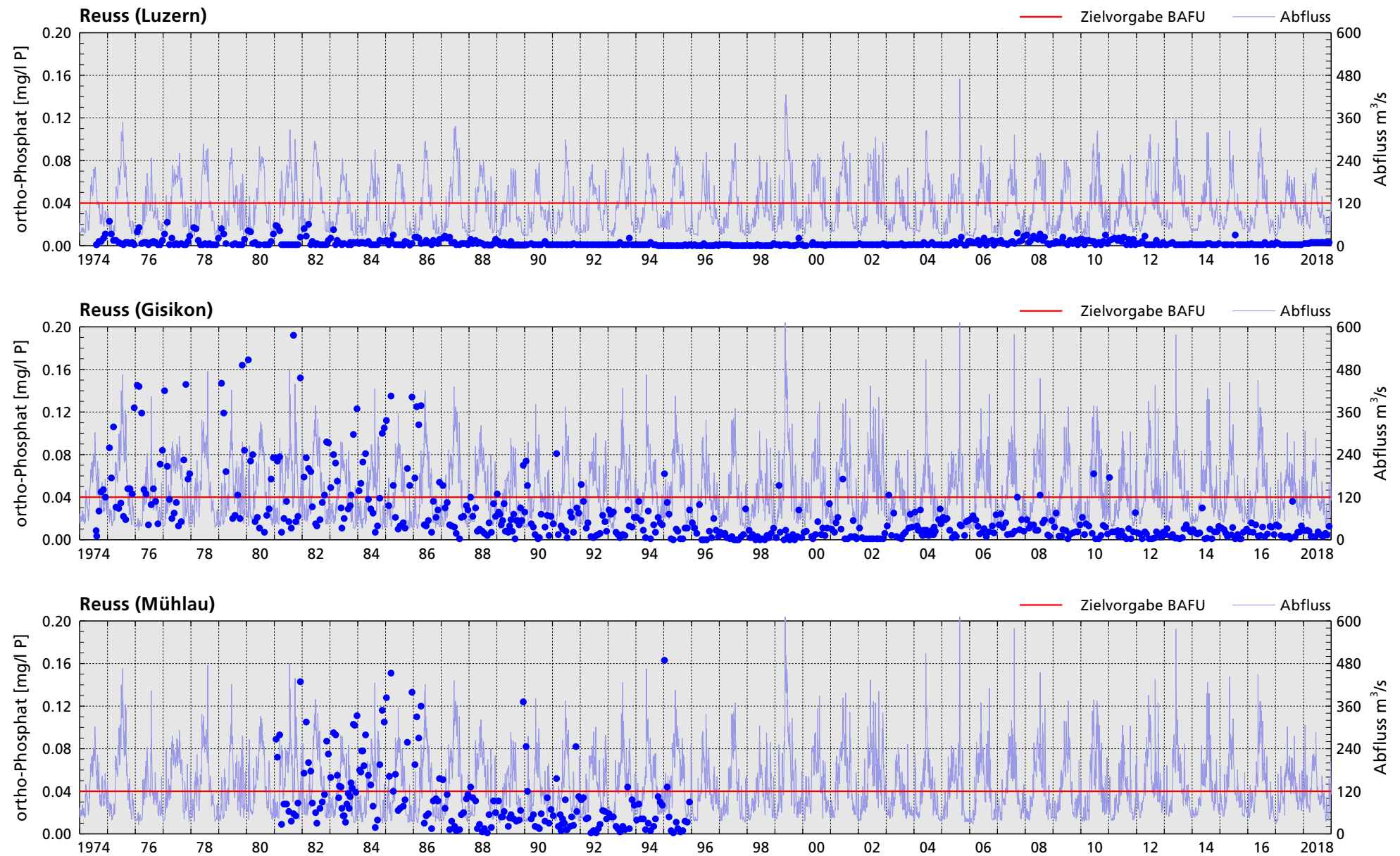


Das Minimum, das 10. Perzentil, der Median, das 90. Perzentil und das Maximum der gemessenen Phosphatkonzentrationen 2014-2018 können zusammen in sogenannten Box-Plots dargestellt werden. Box-Plots vermitteln einen schnellen Überblick über die Lage und Streuung der Messungen. In Fliessrichtung des Gewässers untereinander angeordnet, stellen die Box-Plots zudem den Verlauf der Phosphatkonzentration entlang des Gewässers dar.

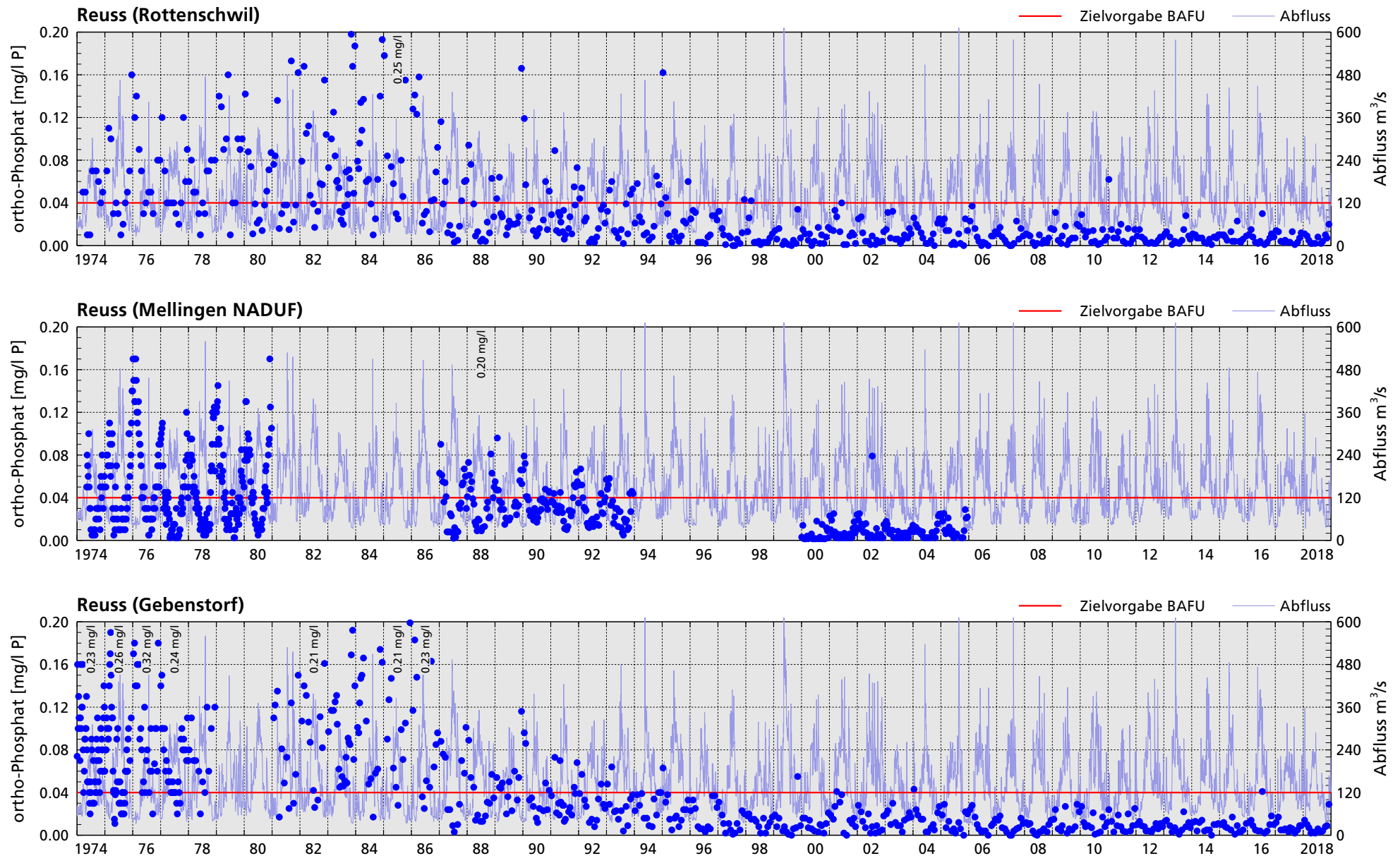
Das 10. Perzentil ist der Wert, der mit einer Wahrscheinlichkeit von 10% nicht überschritten wird. Das heisst in 10% aller Fälle sind die Phosphatkonzentrationen im Gewässer kleiner als das 10. Perzentil und in 90% der Fälle liegen sie darüber. Analog wird das 90. Perzentil definiert.

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

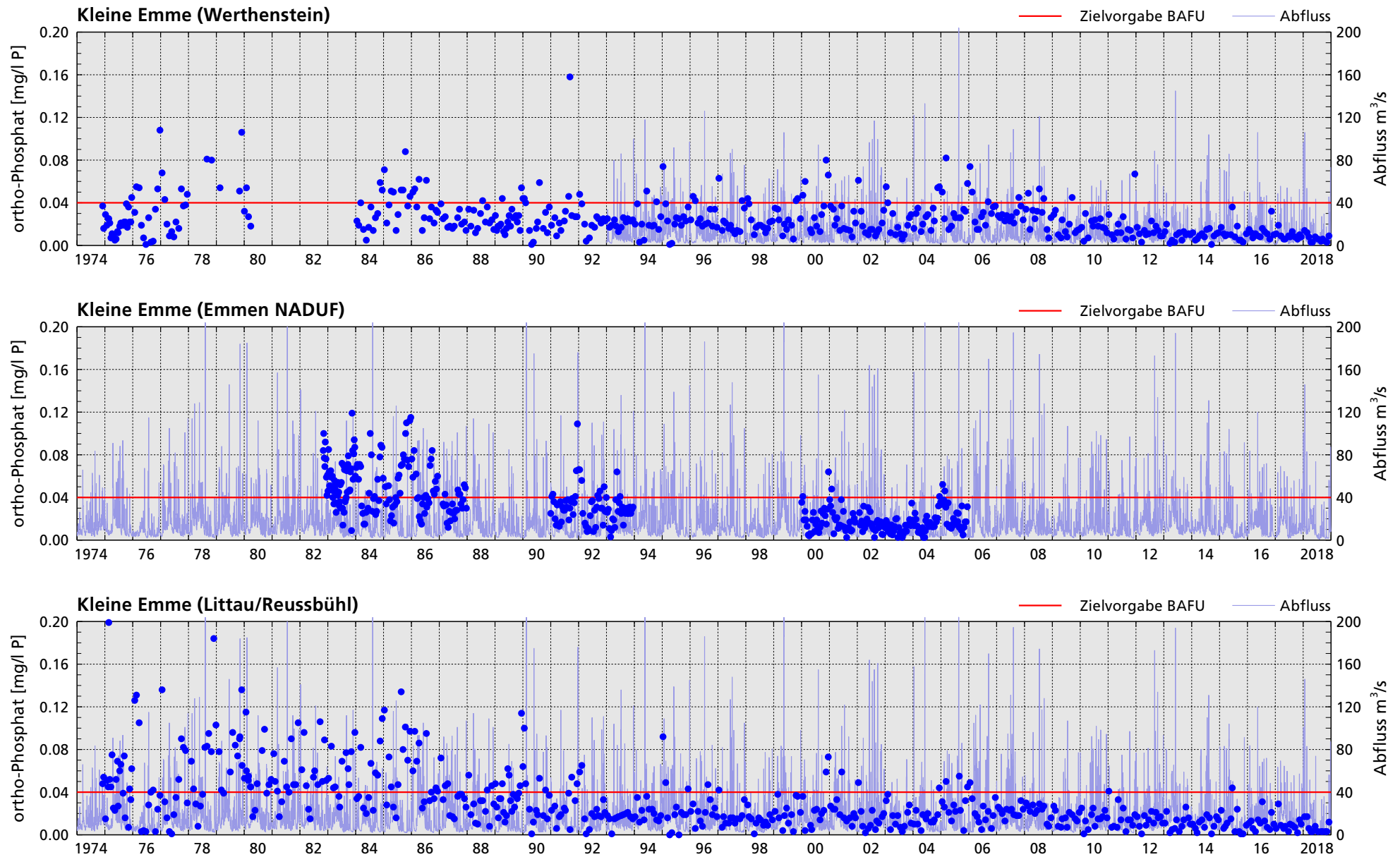


Ganglinien ortho-Phosphat (PO_4^{3-}) 1974 - 2018

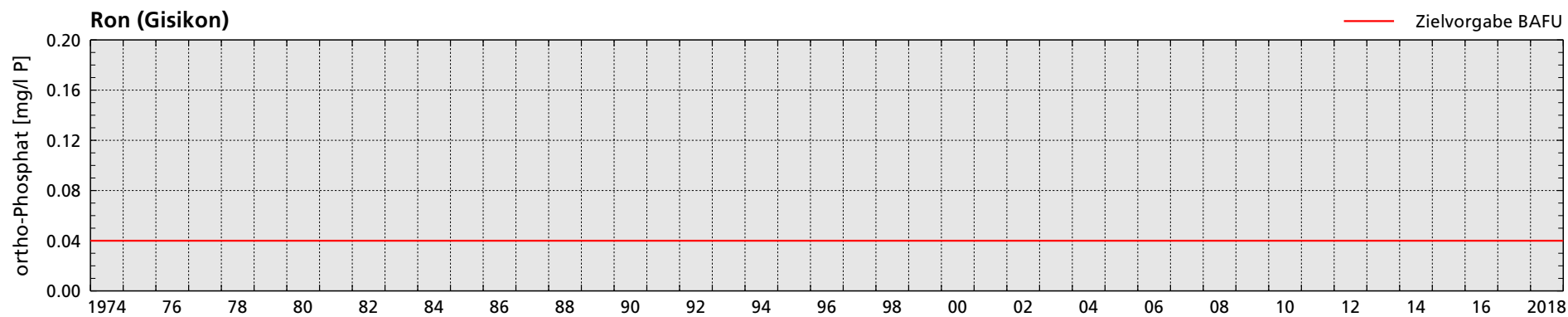
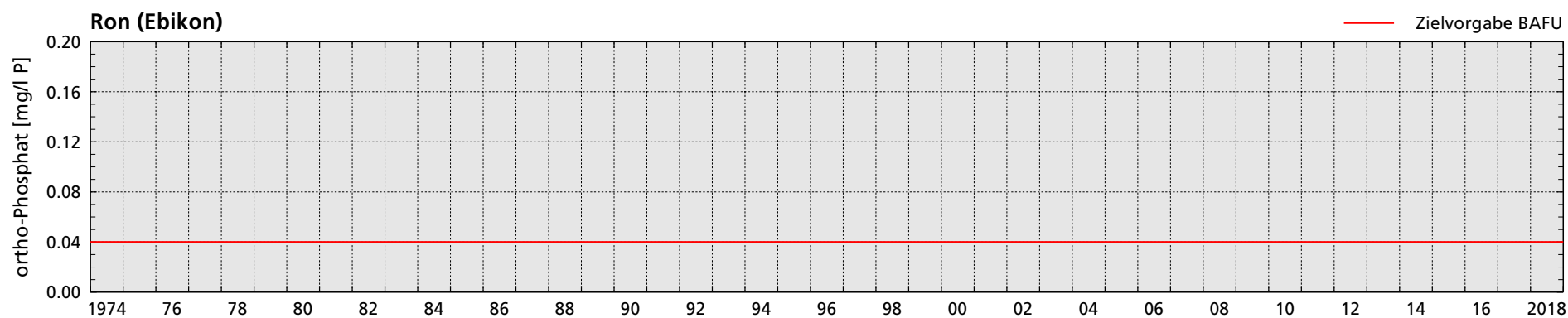
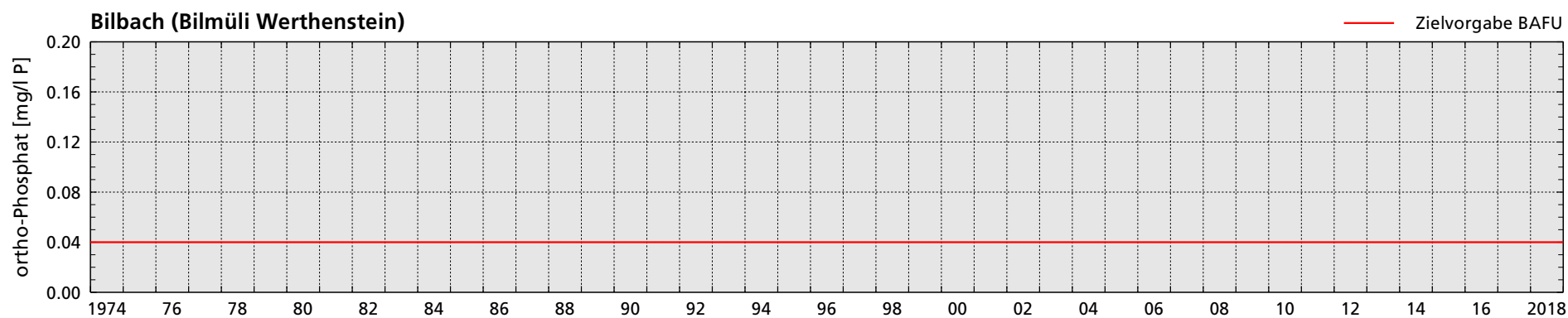
Ganglinien ortho-Phosphat (PO_4^{3-}) 1974 - 2018

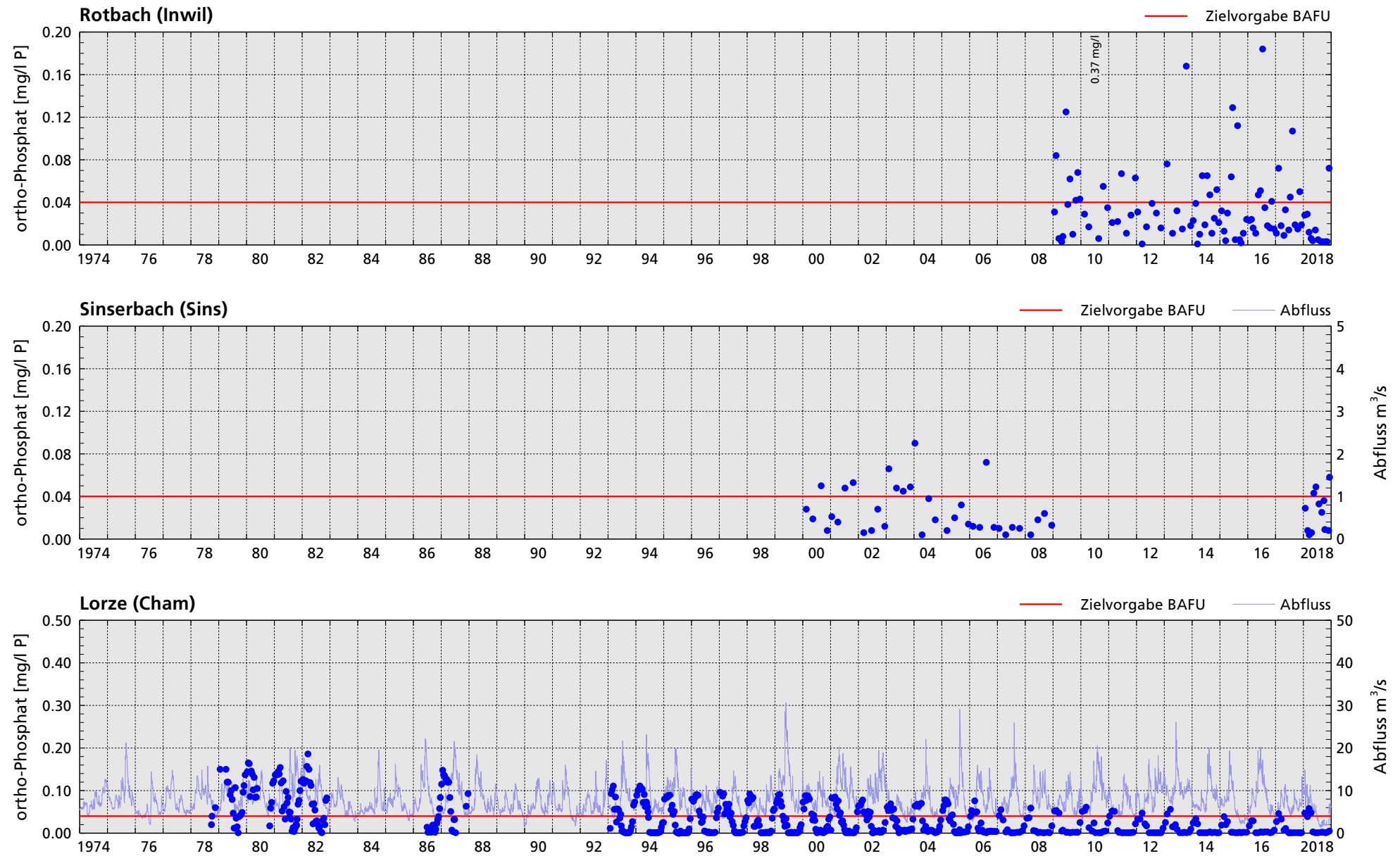


Ganglinien ortho-Phosphat (PO_4^{3-}) 1974 - 2018

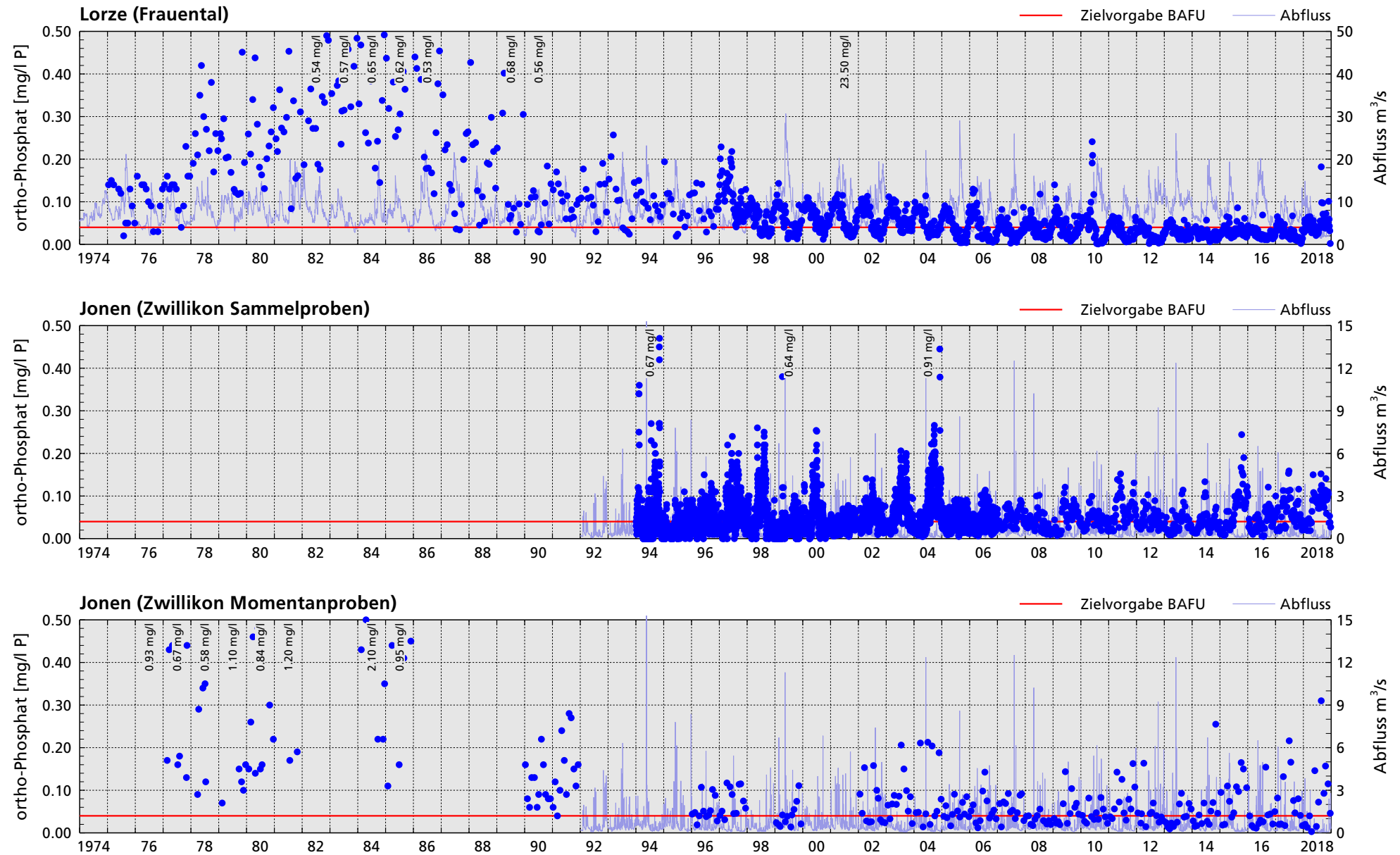


Ganglinien ortho-Phosphat (PO_4^{3-}) 1974 - 2018

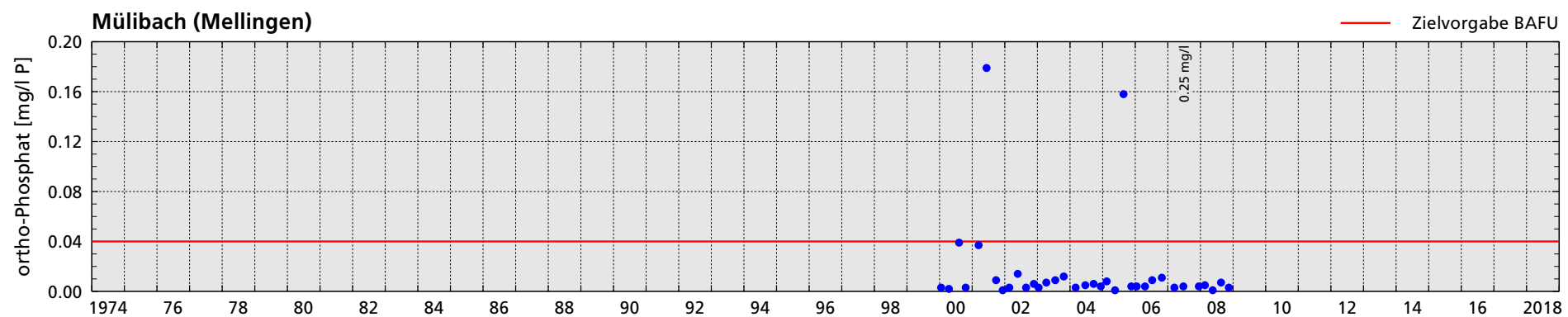


Ganglinien ortho-Phosphat (PO_4^{3-}) 1974 - 2018

Ganglinien ortho-Phosphat (PO_4^{3-}) 1974 - 2018



Ganglinien ortho-Phosphat (PO_4^{3-}) 1974 - 2018



Reussbericht 2014 – 2018

Fact Sheet 7

Gelöster organischer Kohlenstoff

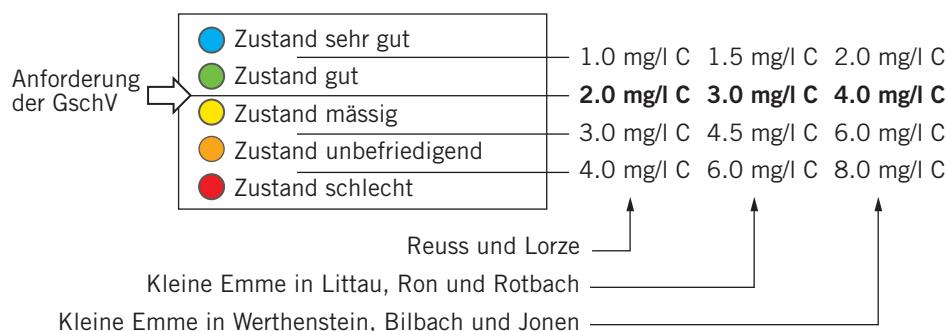
Der gelöste organische Kohlenstoff DOC (Dissolved Organic Carbon) ist ein Indikator einerseits für die zivilisatorische Belastung eines Gewässers mit leicht abbaubaren organischen Substanzen, andererseits für die Belastung der Fliessgewässer durch den Abbau von natürlichem organischem Material aus den Böden des Einzugsgebietes. In Seeabflüssen 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 waldreichen Einzugsgebieten. Die Gewässerschutzverordnung legt für DOC je nach natürlicher Hintergrundbelastung eine Anforderung von 1 bis 4 mg/l C fest. Für die Mittellandreuss und die Lorze haben die Anrainerkantone die Anforderung für DOC auf 2 mg/l, für die Kleine Emme in Littau, die Ron und den Rotbach auf 3 mg/l sowie für die Kleine Emme in Werthenstein, den Bilbach und die Jonen auf 4 mg/l festgelegt.

In der Reuss ist die Anforderung an die DOC-Belastung von Luzern bis Gebenstorf eingehalten. Generell verbesserte sich die DOC-Belastung in der Beobachtungsperiode 2014 - 2018 gegenüber der Vorperiode in folgenden Fliessgewässern um jeweils eine Beurteilungsstufe: In der Reuss bei Gisikon, Rottenschwil und Gebenstorf (von *mässig* zu *gut*), in der Kleinen Emme bei Werthenstein (von *mässig* zu *gut*) und im Rotbach (von *unbefriedigend* zu *mässig*). Die DOC-Belastung der Kleinen Emme bei Littau, des Bilbachs, des Rotbachs, der Lorze und der Jonen erfüllen die Anforderung nicht.

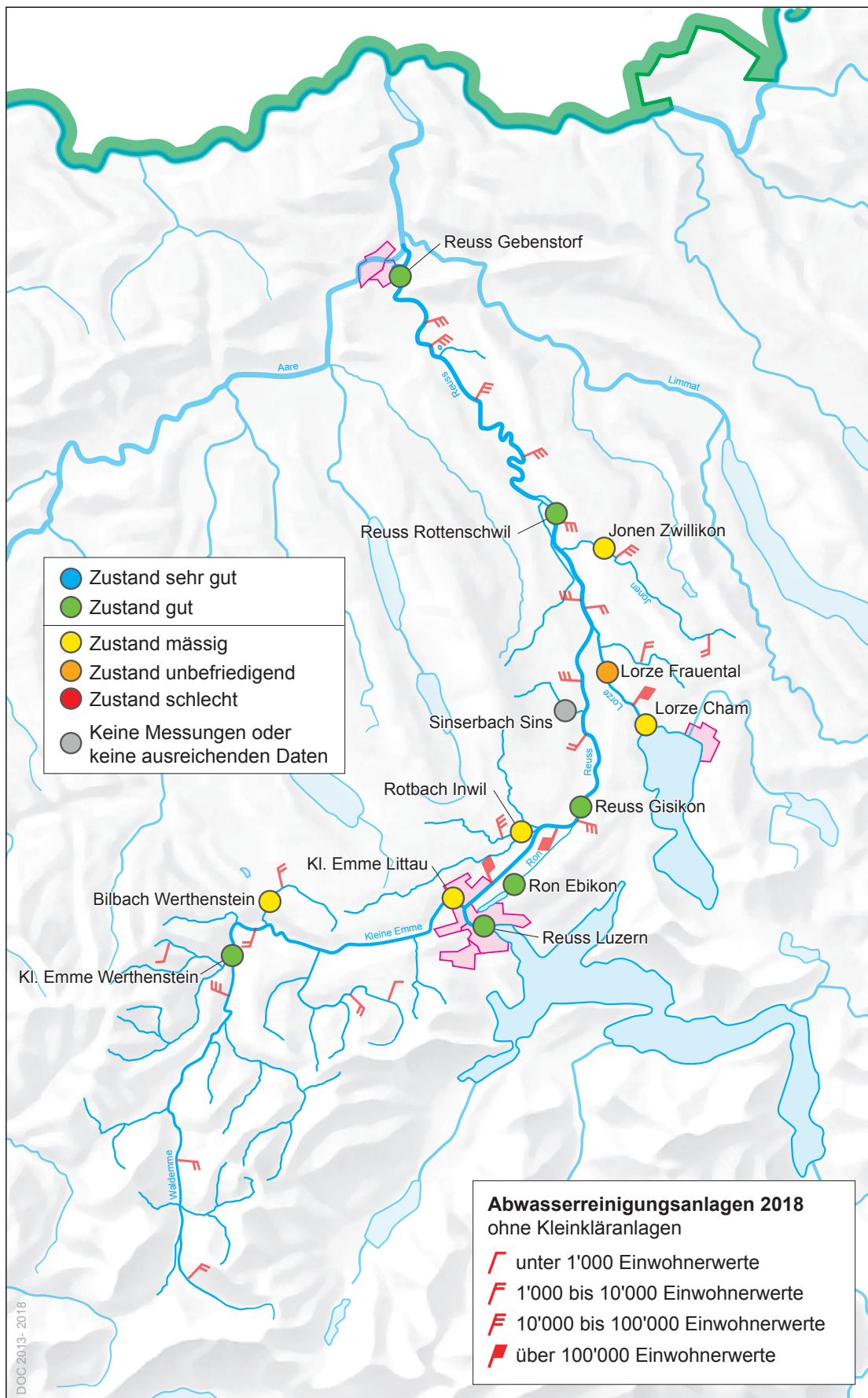
Grundlagen der DOC-Beurteilung

Die Grundlage für die Bewertung der Gewässerbelastung ist das Modul-Stufen-Konzept des Bundesamtes für Umwelt (BAFU): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer, chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe (> [Modul-Stufen-Konzept <Chemie, Nährstoffe>](#)).

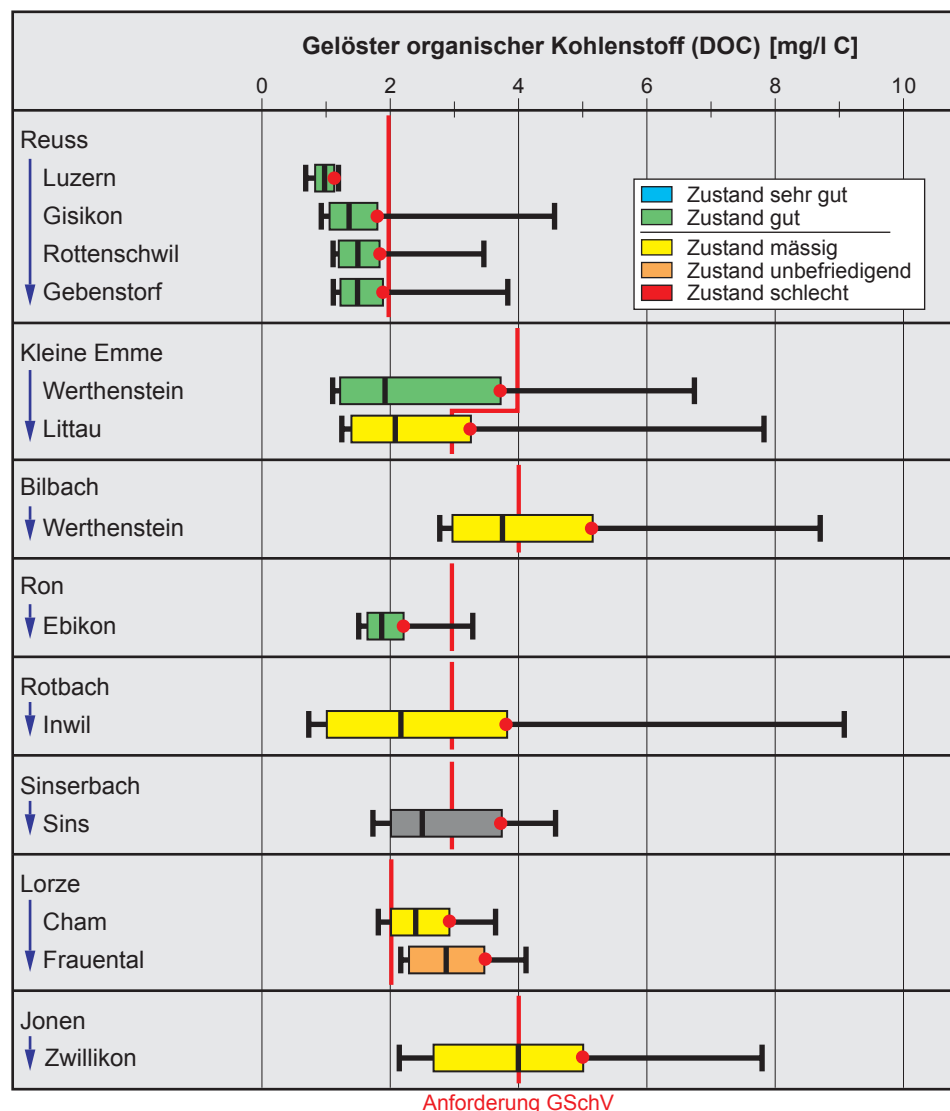
Die Beurteilung erfolgt gemäss den Anforderungen der Gewässerschutzverordnung sowie den Zielvorgaben des Modul-Stufen-Konzepts <Chemie, Nährstoffe>. Als Beurteilungsgrösse für den Vergleich mit den Anforderungen gilt der aus den Messungen gewonnene Schätzwert für das 90. Perzentil der DOC-Konzentration.



Beurteilung gelöster organischer Kohlenstoff (DOC) Periode 2014 - 2018



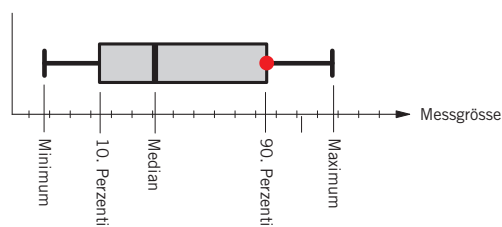
Boxplots gelöster organischer Kohlenstoff (DOC) Periode 2014 - 2018



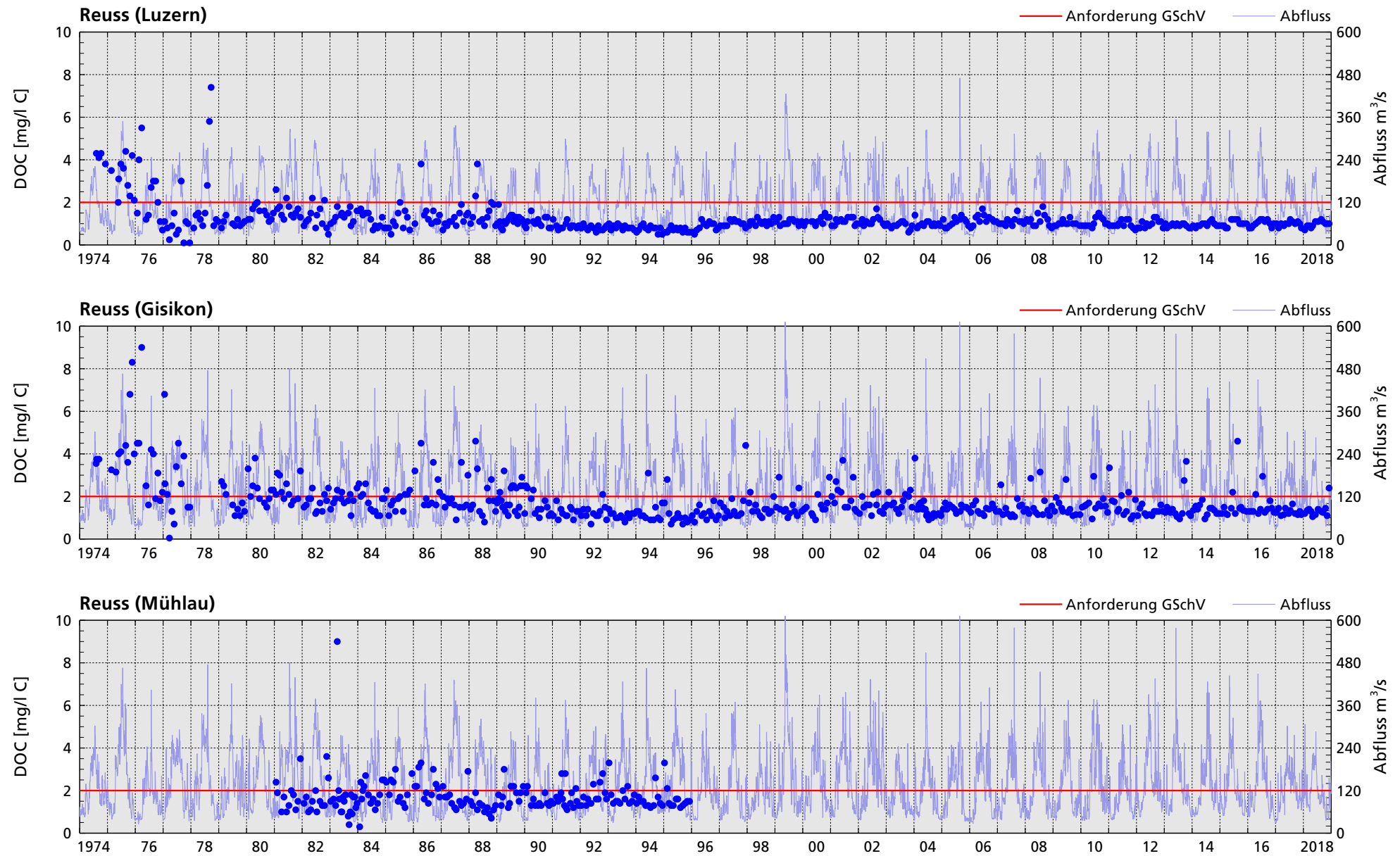
Das Minimum, das 10. Perzentil, der Median, das 90. Perzentil und das Maximum der gemessenen DOC-Konzentrationen 2014-2018 können zusammen in sogenannten Box-Plots dargestellt werden. Box-Plots vermitteln einen schnellen Überblick über die Lage und Streuung der Messungen. In Fliessrichtung des Gewässers untereinander angeordnet, stellen die Box-Plots zudem den Verlauf der DOC-Konzentration entlang des Gewässers dar.

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

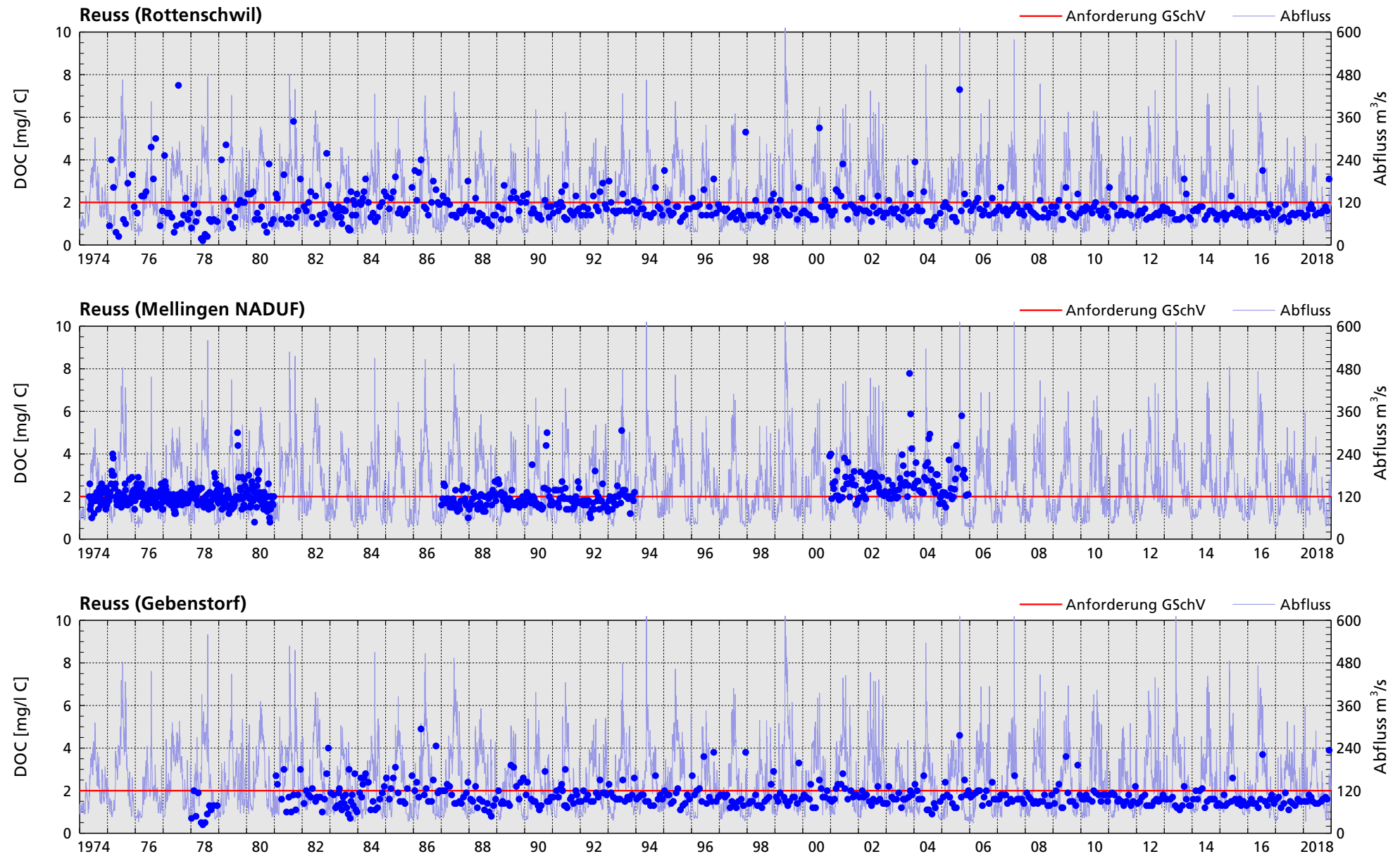
Für die Mittellandreuss und die Lorze haben die Anrainerkantone die Anforderung für DOC auf 2 mg/l, für die Kleine Emme in Littau, die Ron und den Rotbach auf 3 mg/l sowie für die Kleine Emme in Werthenstein, den Bilbach und die Jonen auf 4 mg/l festgelegt.



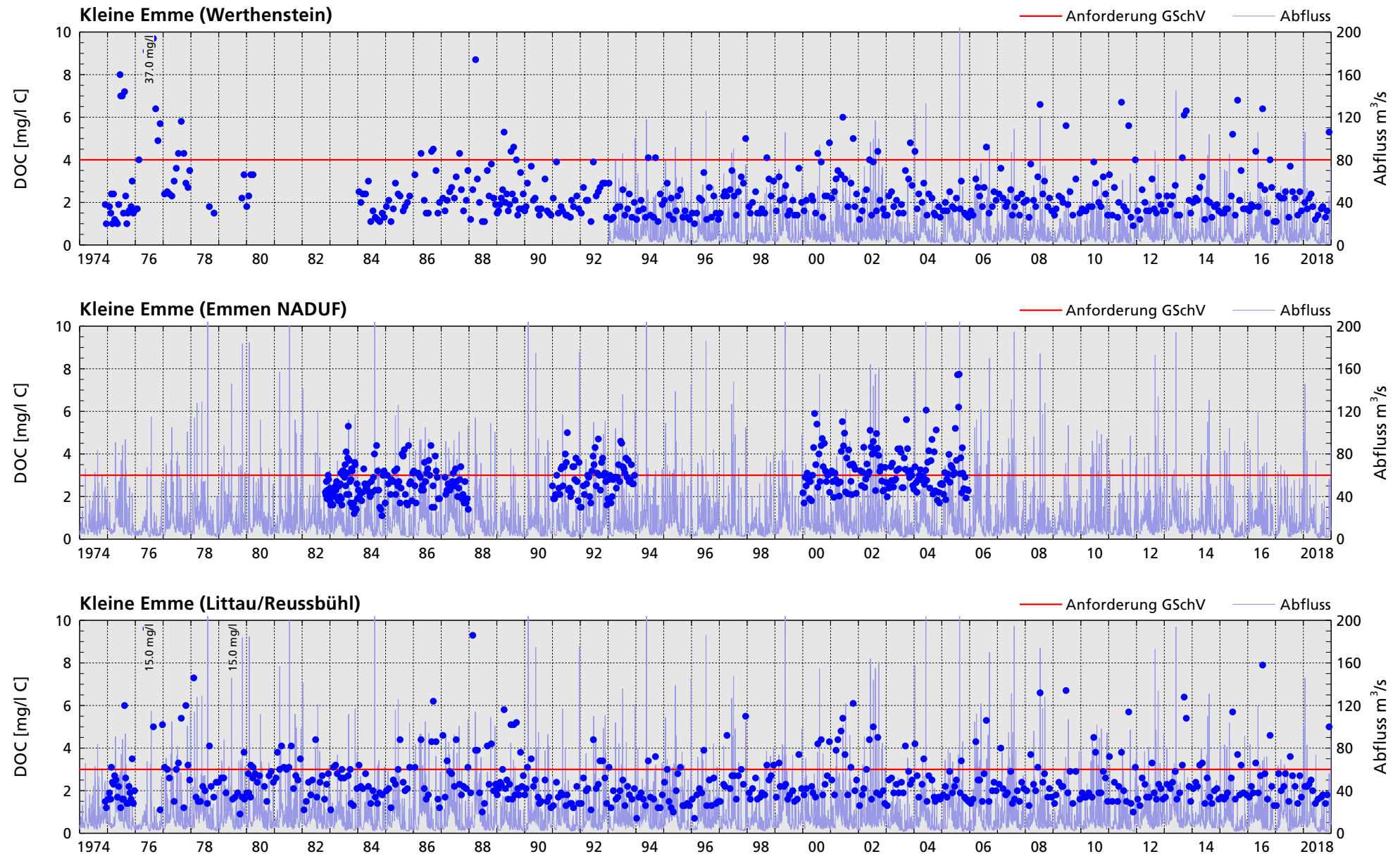
Ganglinien gelöster organischer Kohlenstoff (DOC) 1974 - 2018



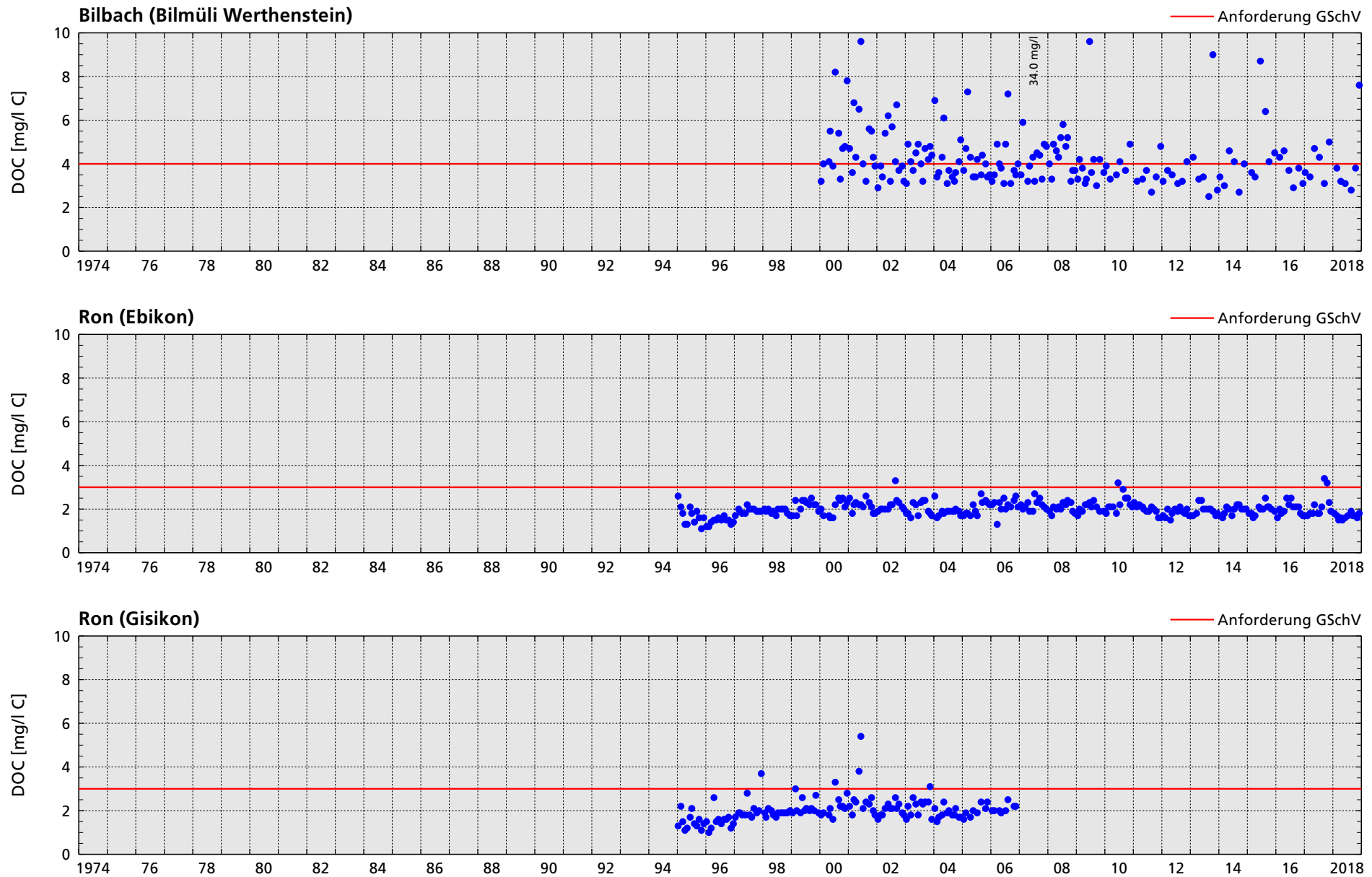
Ganglinien gelöster organischer Kohlenstoff (DOC) 1974 - 2018



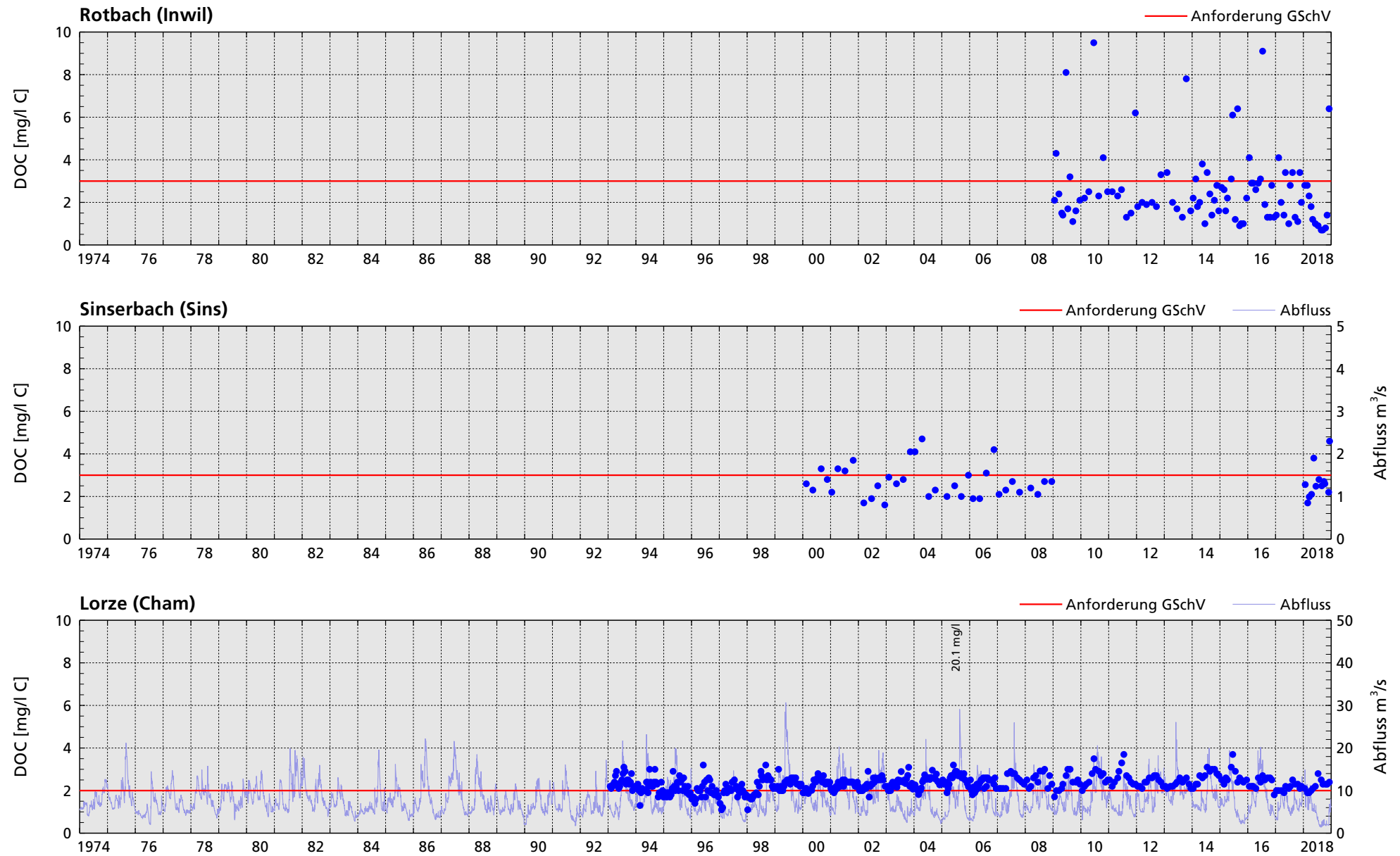
Ganglinien gelöster organischer Kohlenstoff (DOC) 1974 - 2018



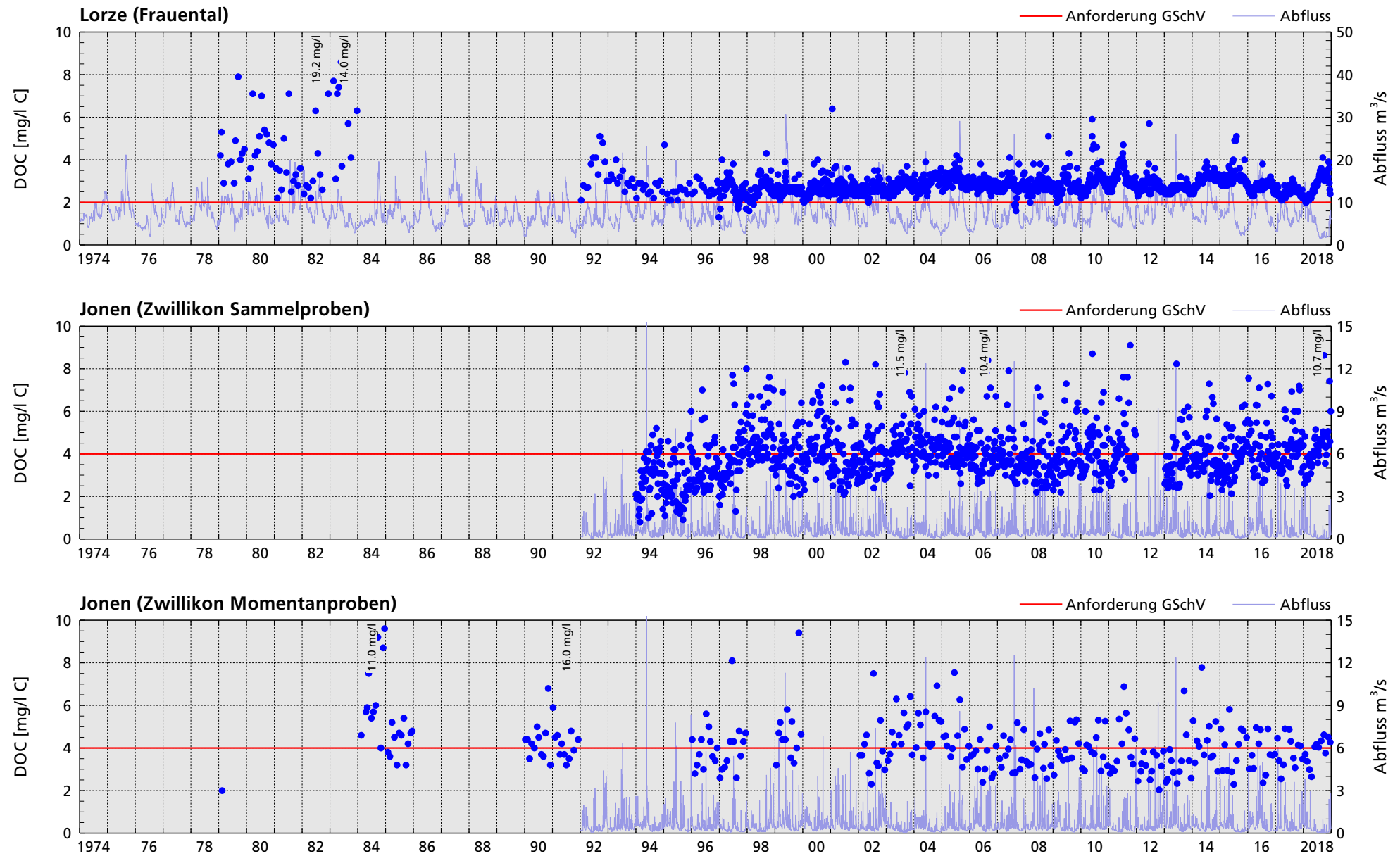
Ganglinien gelöster organischer Kohlenstoff (DOC) 1974 - 2018



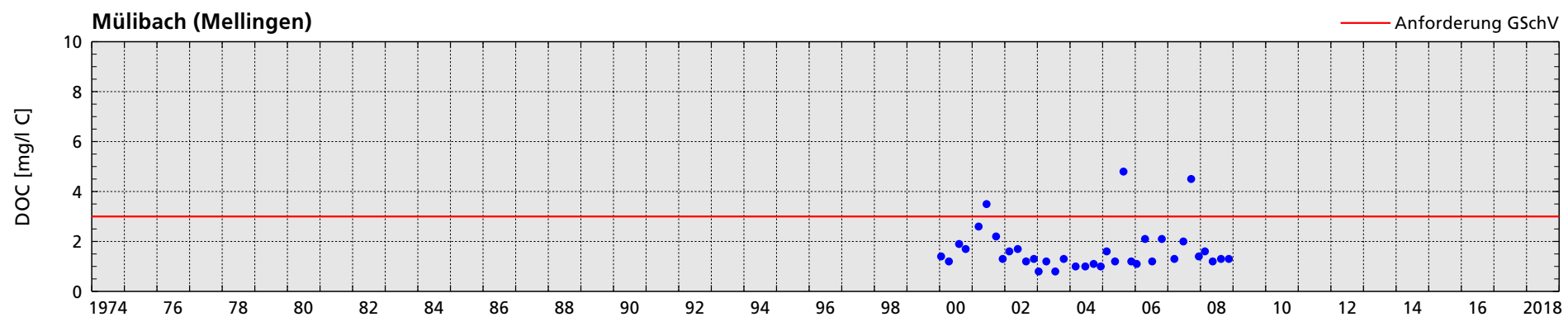
Ganglinien gelöster organischer Kohlenstoff (DOC) 1974 - 2018



Ganglinien gelöster organischer Kohlenstoff (DOC) 1974 - 2018



Ganglinien gelöster organischer Kohlenstoff (DOC) 1974 - 2018



Reussbericht 2014 – 2018

Fact Sheet 8 Ammonium

Ammonium (NH_4^+) gibt Aufschluss über die Belastung eines Gewässers durch kommunale und landwirtschaftliche Abwässer sowie durch Einträge aus der Abschwemmung und Auswaschung landwirtschaftlich genutzter Gebiete. 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.

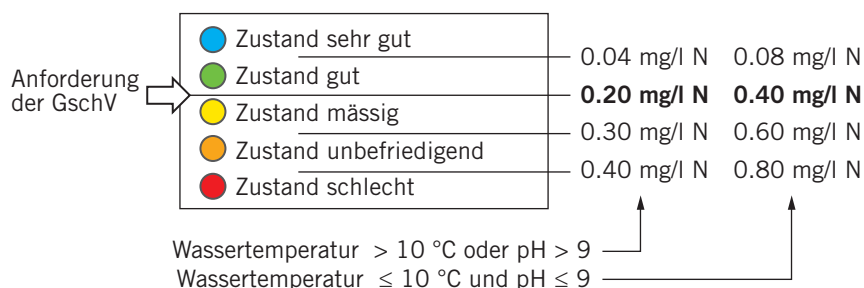
Mit Ausnahme der Bilbaches und der Ron sind die Anforderungen der Gewässerschutzverordnung an allen Messstellen eingehalten. Die gereinigten Abwässer der ARA Oberseetal werden seit 2012 direkt in die Reuss geleitet, wo das Verdünnungsverhältnis wesentlich besser ist als im Rotbach. Darum sind im Rotbach die NH_4^+ -Anforderungen neu ebenfalls erfüllt. 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. Im Winter wird der See gemischt und das Ammonium gelangt aus dem Tiefenwasser an die Oberfläche und damit in den Auslauf.

Grundlagen der NH_4^+ -Beurteilung

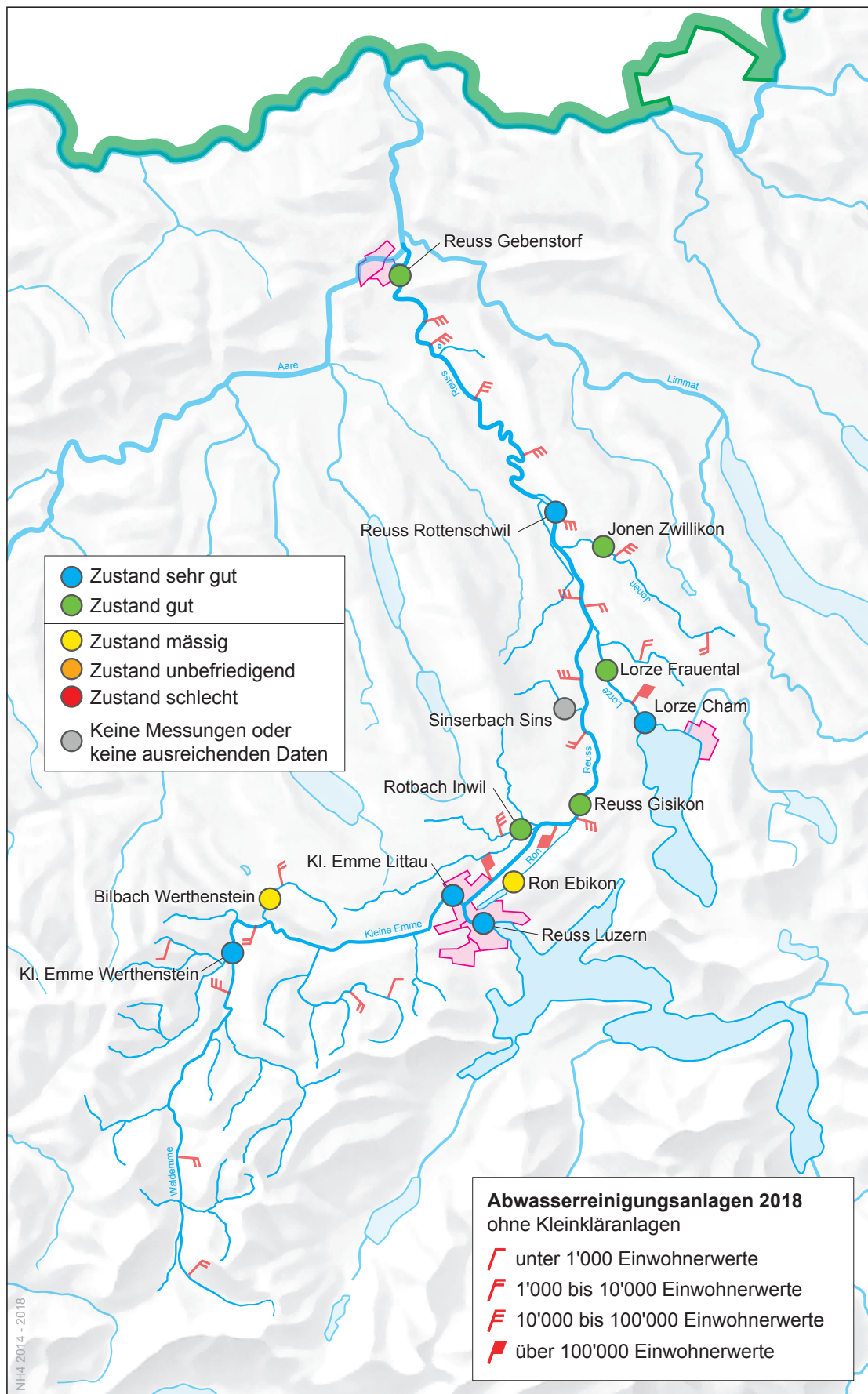
Die Grundlage für die Bewertung der Gewässerbelastung ist das Modul-Stufen-Konzept des Bundesamtes für Umwelt (BAFU): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer, chemisch-physikalische Erhebungen (> [Modul-Stufen-Konzept <Chemie, Nährstoffe>](#)).

Die Bewertung der chemisch-physikalischen Untersuchungen in den Fließgewässern – insbesondere der Nährstoffe – erfolgt auf Stufe F ('flächendeckend'). Das Ziel ist ein flächendeckender Überblick über den ökologischen Gewässerzustand und die ökologischen Defizite.

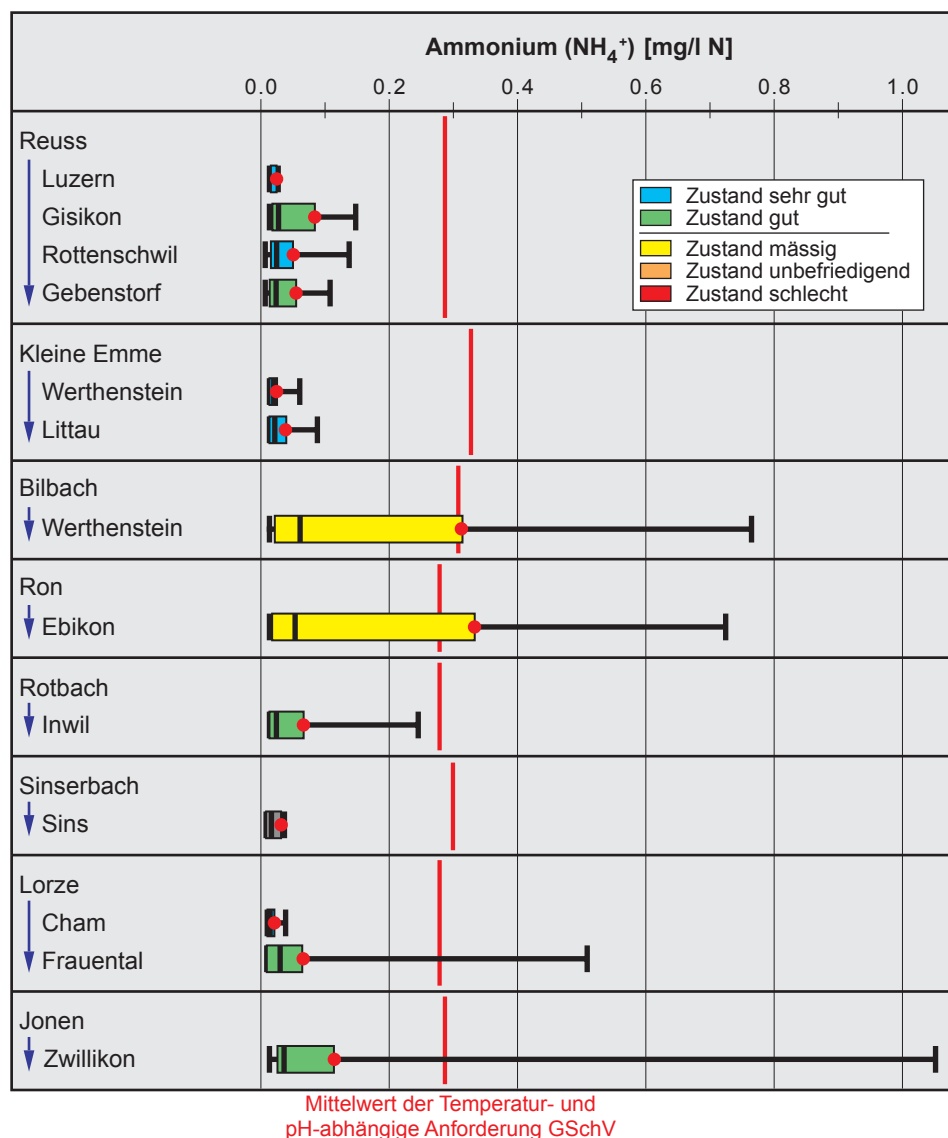
Die Bewertung erfolgt anhand eines Vergleichs der Anforderungen gemäss Anhang 2 Ziffer 12 GSchV sowie der Zielvorgaben des Modul-Stufen-Konzepts <Chemie, Nährstoffe>. Als Beurteilungsgrösse für den Vergleich mit den Anforderungen gilt der aus den Messungen gewonnene Schätzwert für das 90. Perzentil der NH_4^+ -Stickstoff-Konzentration.



Beurteilung Ammonium (NH_4^+) Periode 2014 - 2018



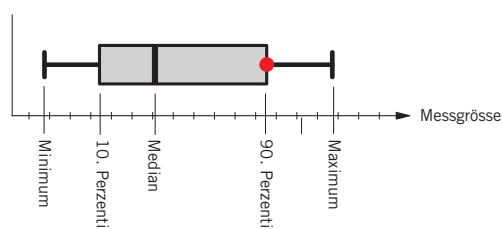
Boxplots Ammonium (NH_4^+) Periode 2014 - 2018

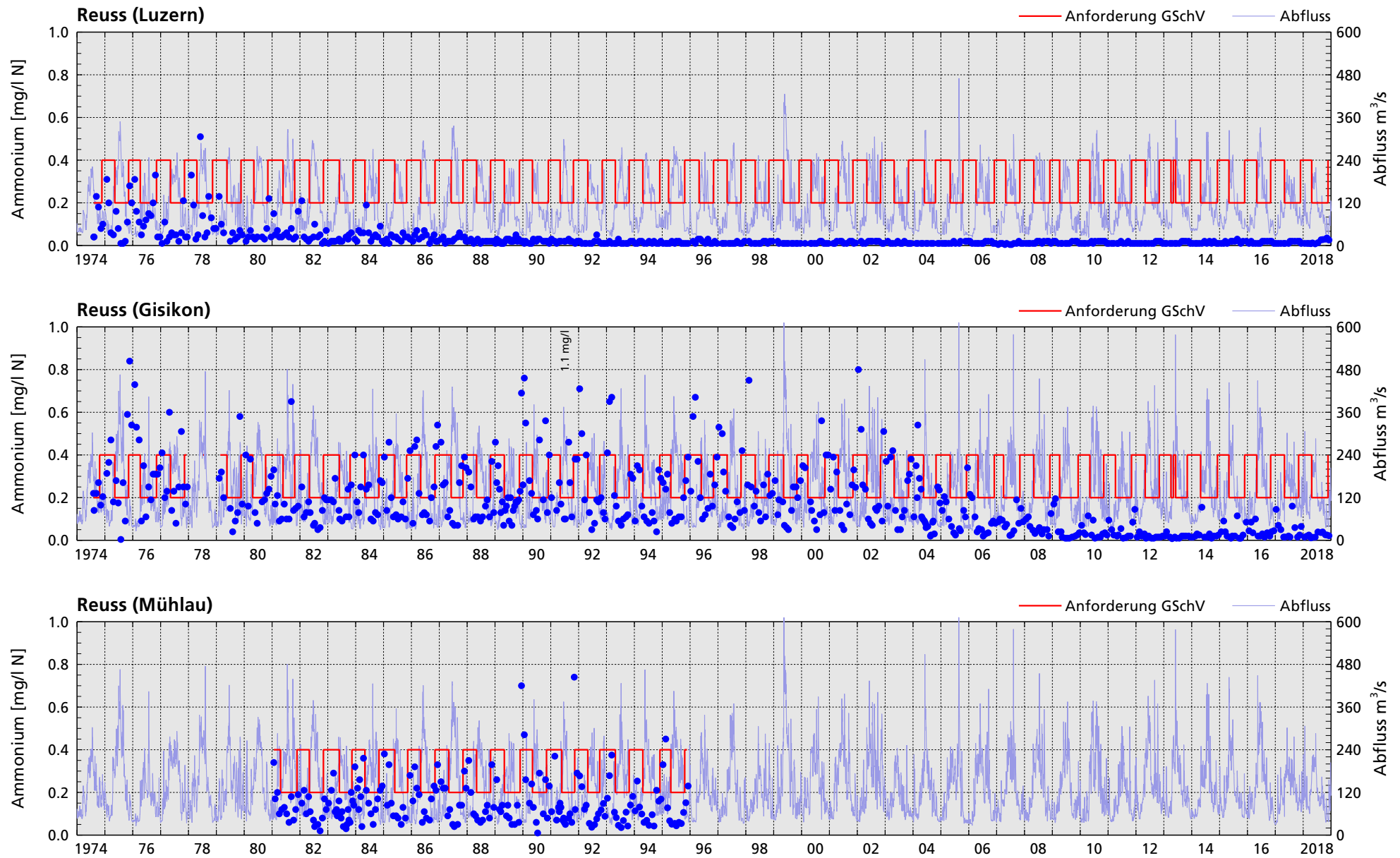


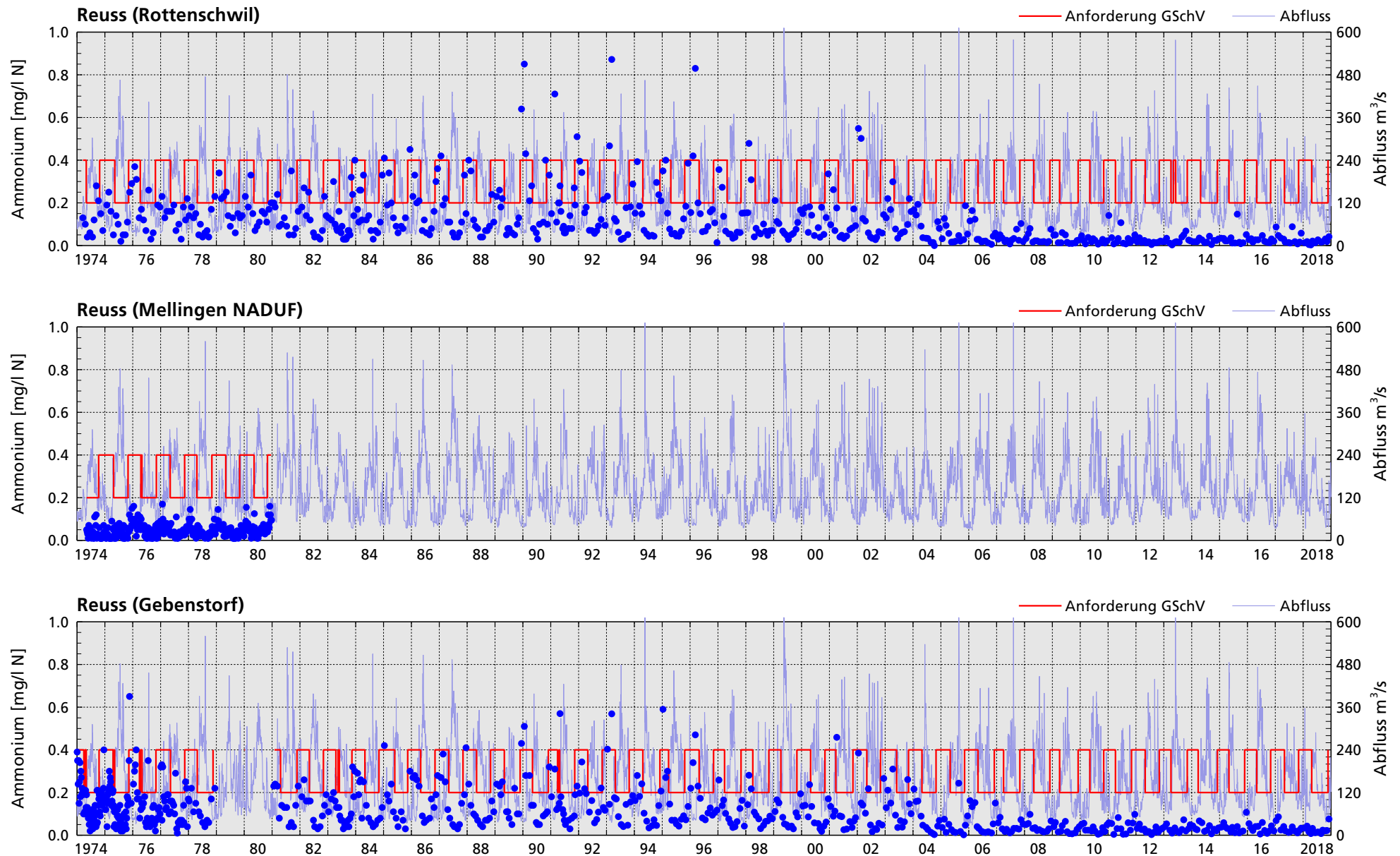
Das Minimum, das 10. Perzentil, der Median, das 90. Perzentil und das Maximum der gemessenen Ammonium-Konzentrationen 2014-2018 können zusammen in sogenannten Box-Plots dargestellt werden. Box-Plots vermitteln einen schnellen Überblick über die Lage und Streuung der Messungen. In Fliessrichtung des Gewässers untereinander angeordnet, stellen die Box-Plots zudem den Verlauf der Ammonium-Konzentration entlang des Gewässers dar.

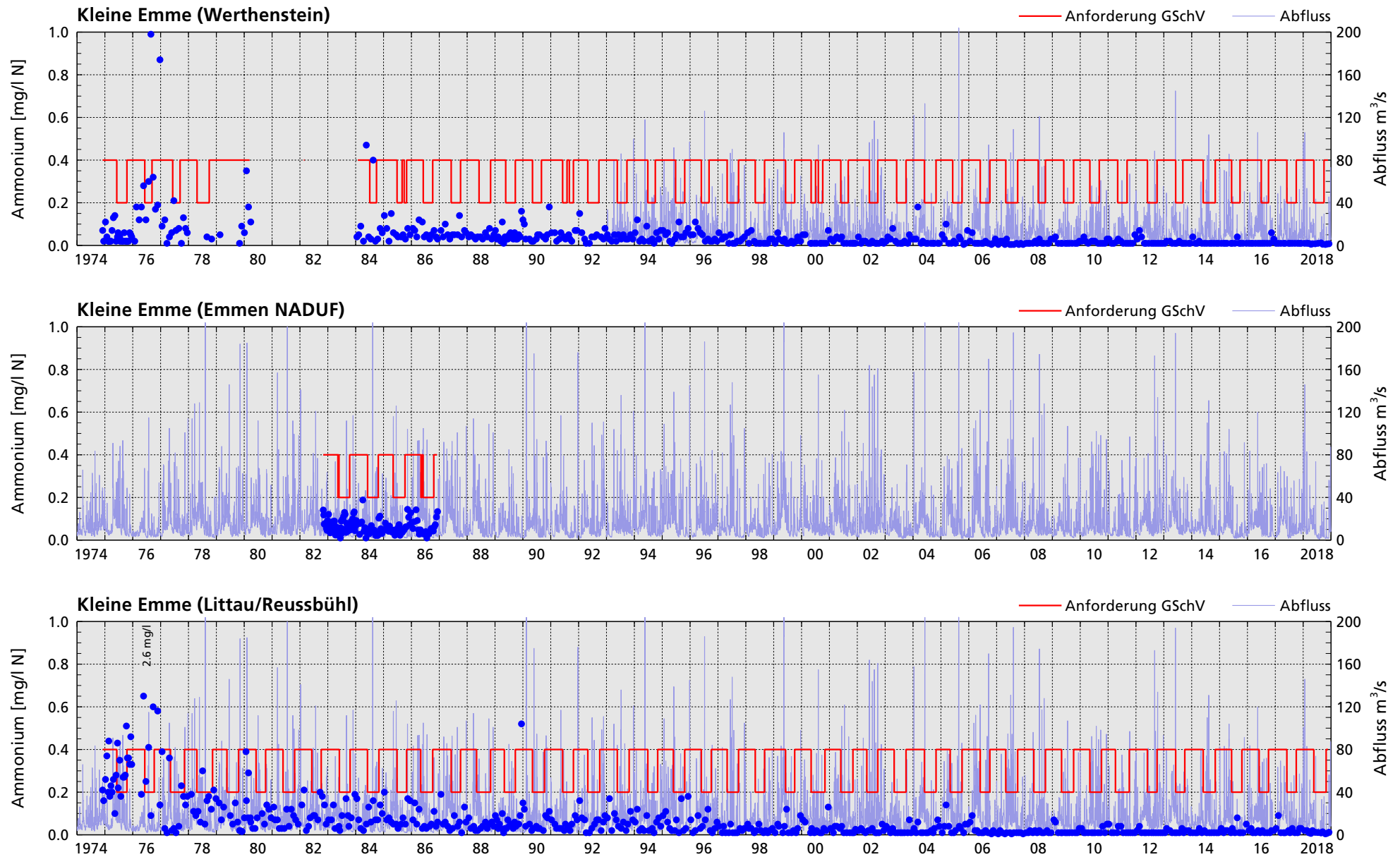
Das 10. Perzentil ist der Wert, der mit einer Wahrscheinlichkeit von 10 % nicht überschritten wird. Das heisst in 10 % aller Fälle sind die Ammonium-Konzentrationen im Gewässer kleiner als das 10. Perzentil und in 90 % der Fälle liegen sie darüber. Analog wird das 90. Perzentil definiert.

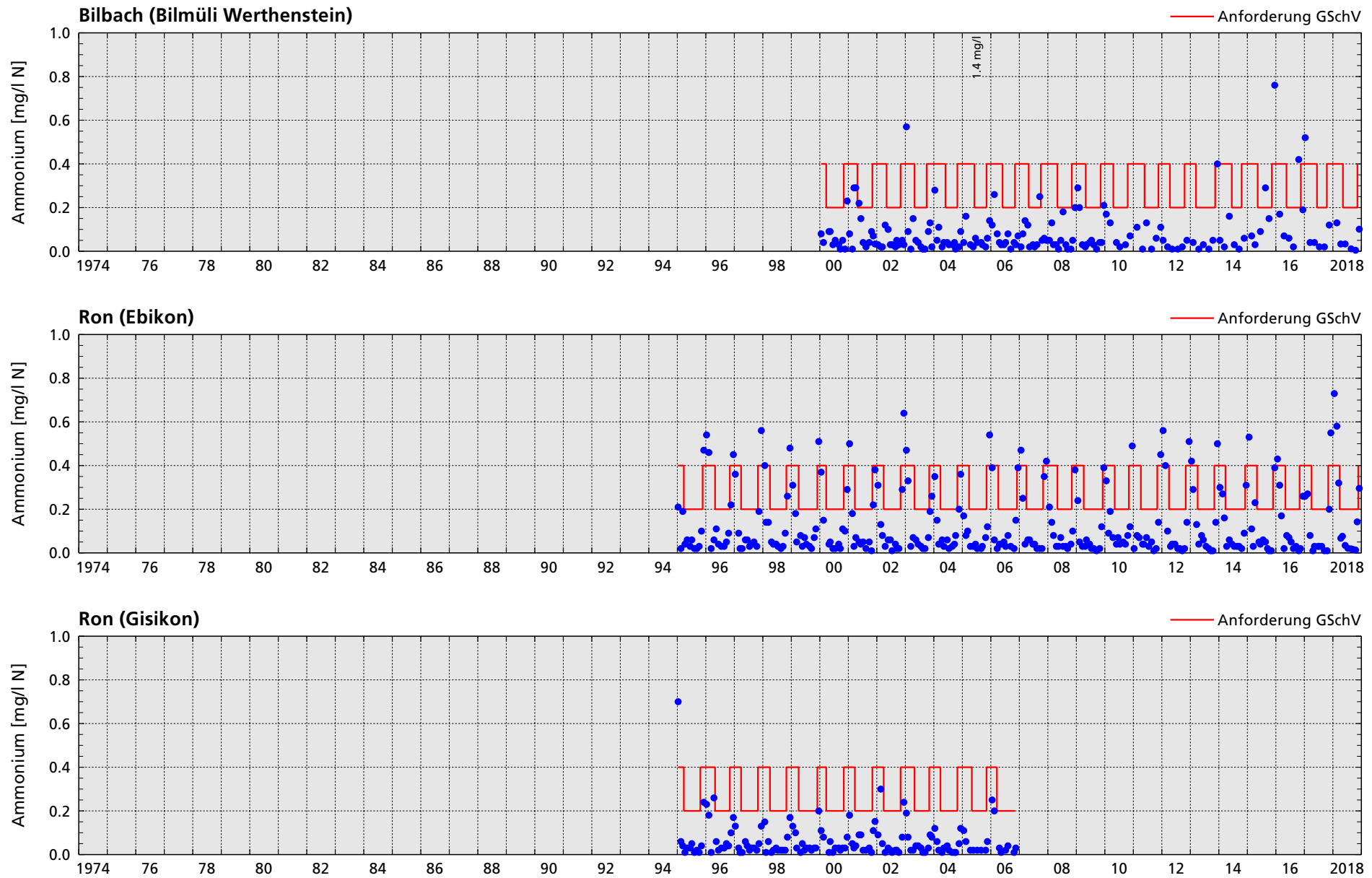
Die Zielvorgabe für Ammonium im Gewässer ist von der Wassertemperatur und vom pH-Wert abhängig. In der Grafik dargestellt (rote Linie) ist der Mittelwert der Anforderungen, die sich aus der gemessenen Wassertemperatur und dem pH-Wert ergeben.



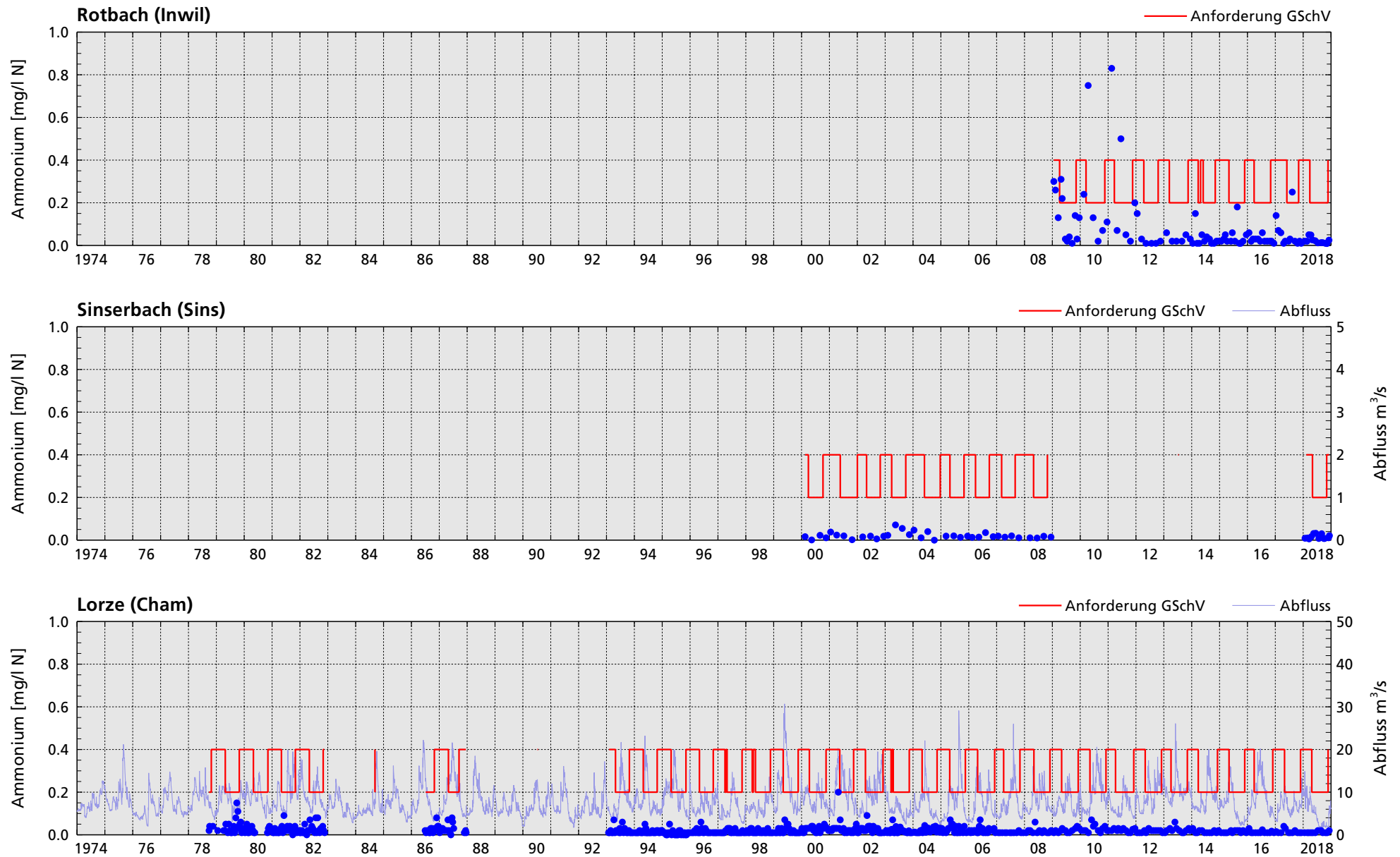
Ganglinien Ammonium (NH_4^+) 1974 - 2018

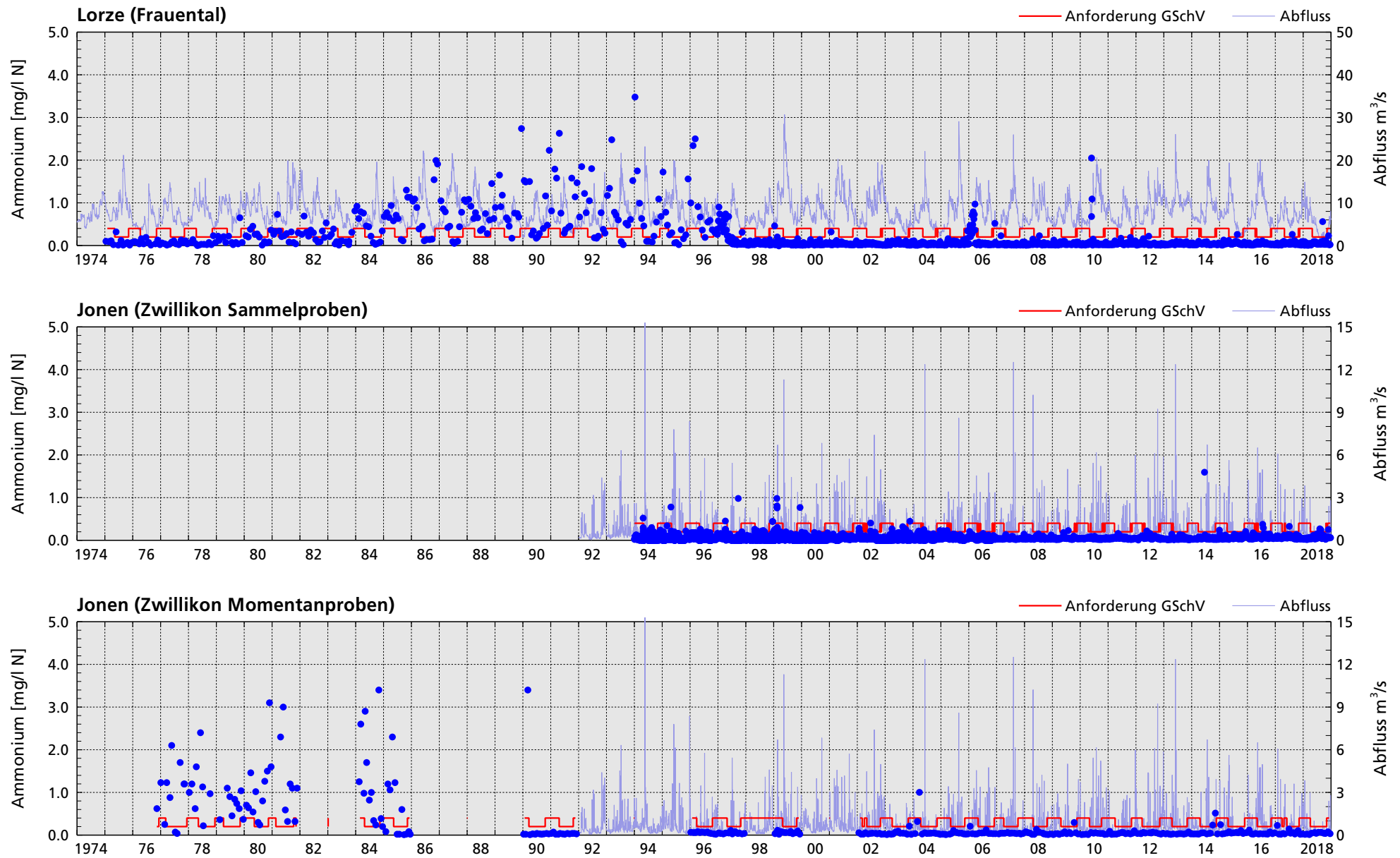
Ganglinien Ammonium (NH_4^+) 1974 - 2018

Ganglinien Ammonium (NH_4^+) 1974 - 2018

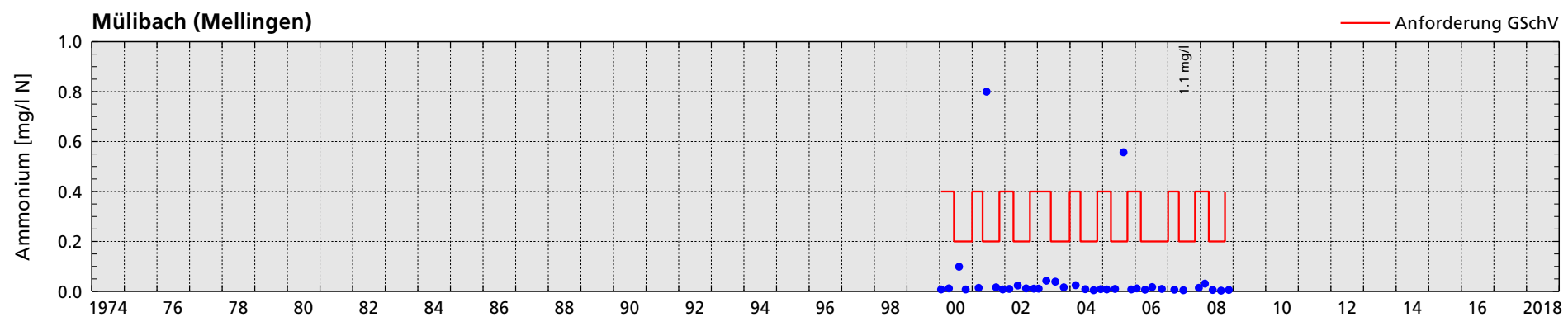
Ganglinien Ammonium (NH_4^+) 1974 - 2018

Ganglinien Ammonium (NH_4^+) 1974 - 2018



Ganglinien Ammonium (NH_4^+) 1974 - 2018

Ganglinien Ammonium (NH_4^+) 1974 - 2018



Reussbericht 2014 – 2018

Fact Sheet 9 Nitrit

Nitrit (NO_2^-) ist stark fischgiftig, insbesondere für Salmoniden (lachs- und forellenartige Fische). Erhöhte Nitrit-Konzentrationen entstehen 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 ins Blut der Fische, die eigentlich für den Transport von Chlorid zuständig sind. Je mehr Chlorid im Wasser vorhanden ist, desto häufiger sind diese Transporterzellen mit Chlorid besetzt und umso schlechter wird das fischtoxische Nitrit von den Fischen aufgenommen. Die Fischtoxizität von Nitrit im Gewässer ist deshalb von der Chlorid-Konzentration abhängig. Sie wird darum bei der Beurteilung der NO_2^- -Belastung berücksichtigt.

Die Zielvorgabe des BAFU für Nitrit ist in allen untersuchten Gewässern mit Ausnahme des Bilbaches erfüllt. Durch den Ausbau der Abwasserreinigungsanlagen ist die NO_2^- -Belastung seit Mitte der 1990er-Jahre deutlich zurückgegangen. Besonders trifft dies für die Lorze und den dortigen Ausbau der ARA Schöna zu. Bei der Jone und dem Rotbach führt die Chlorid-Konzentration trotz erhöhter Nitrit-Belastung zu einer sehr guten bzw. guten Einstufung der Gewässer.

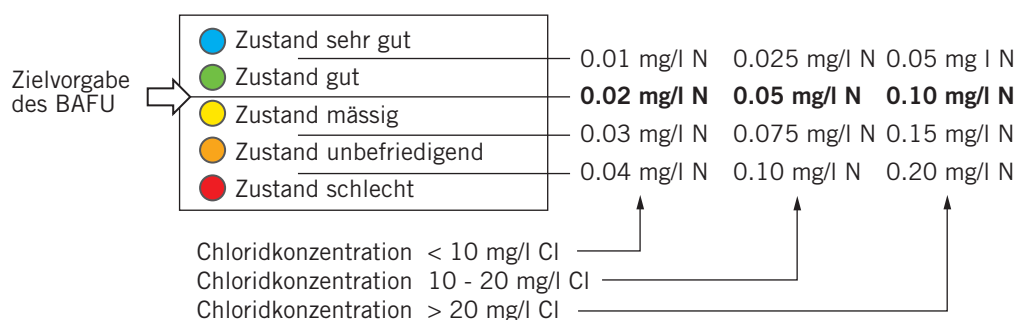
Grundlagen der NO_2^- -Beurteilung

Die Grundlage für die Bewertung der Gewässerbelastung ist das Modul-Stufen-Konzept des Bundesamtes für Umwelt (BAFU): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer, chemisch-physikalische Erhebungen (> [Modul-Stufen-Konzept <Chemie, Nährstoffe>](#)).

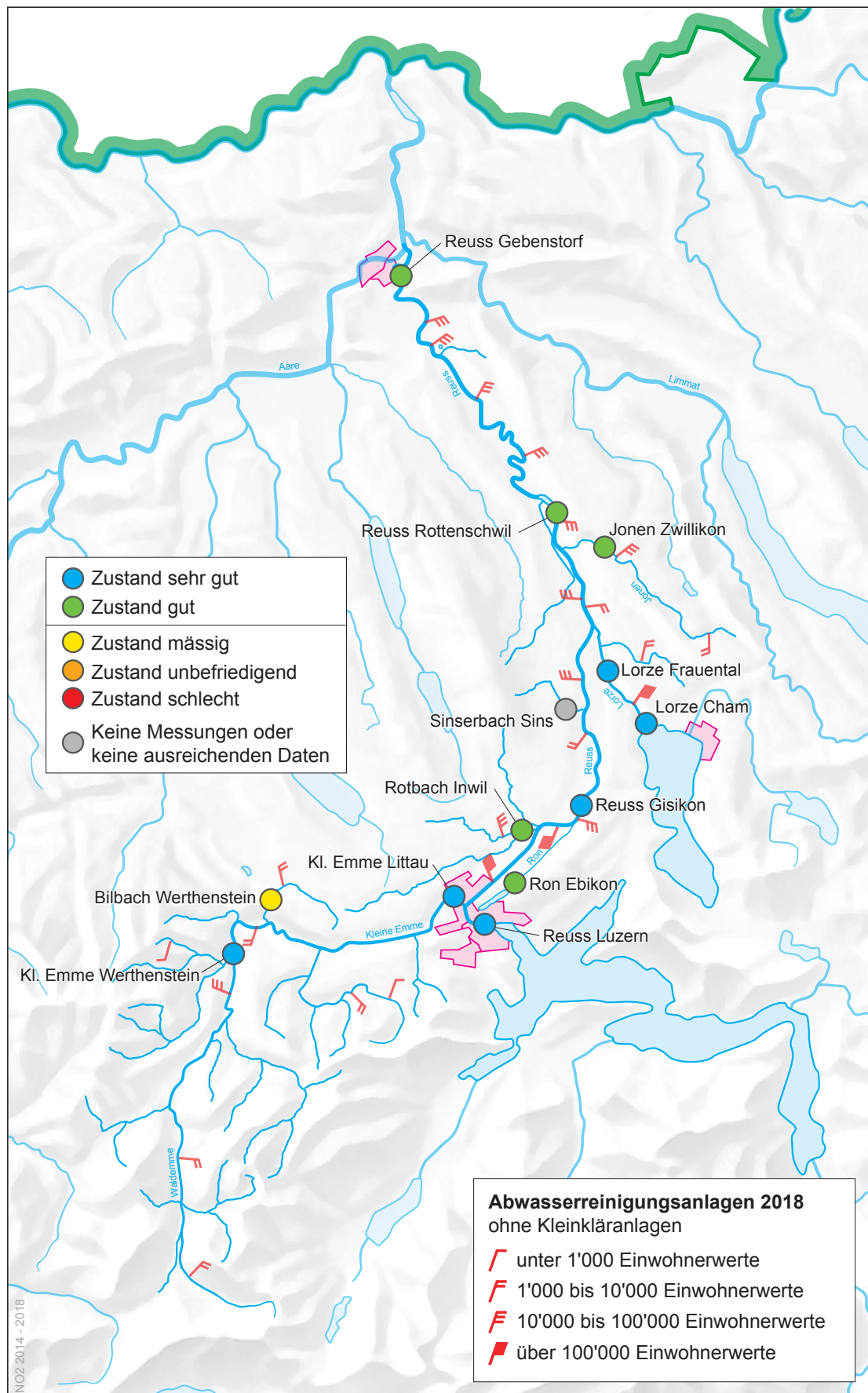
Die Bewertung der chemisch-physikalischen Untersuchungen in den Fließgewässern - insbesondere der Nährstoffe - erfolgt auf Stufe F ('flächendeckend'). Das Ziel ist ein flächendeckender Überblick über den ökologischen Gewässerzustand und die ökologischen Defizite.

Die Beurteilung erfolgt anhand der Zielvorgaben des Modul-Stufen-Konzepts <Chemie, Nährstoffe>. Es handelt sich dabei um eine Vollzugshilfe und die Zielvorgaben gelten als Empfehlung. Als Beurteilungsgrösse für den Vergleich mit den Zielvorgaben gilt der aus den Messungen gewonnene Schätzwert für das 90. Perzentil der NO_2^- -Stickstoff-Konzentration.

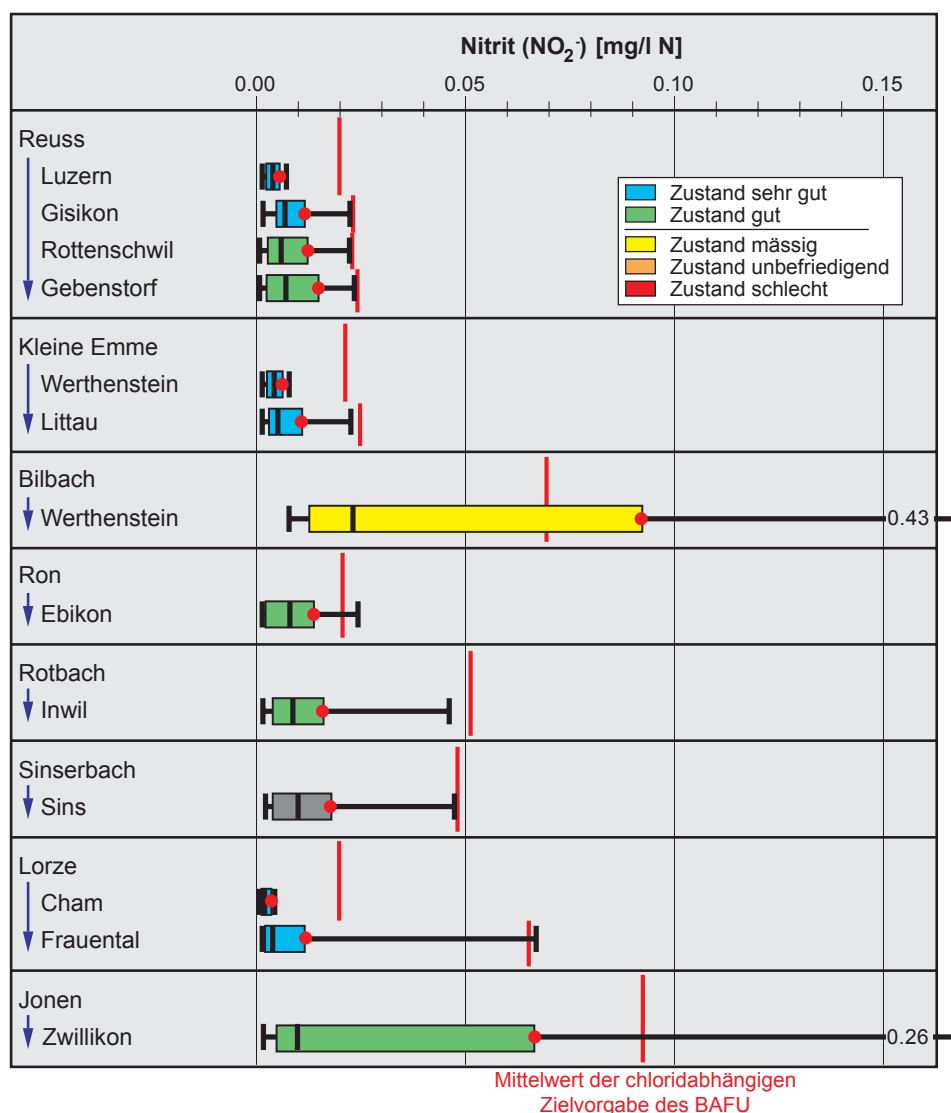
In Anlehnung an die EU-Wasser-Rahmenrichtlinie wird im Modul-Stufen-Konzept eine Einteilung in fünf Zustandsklassen vorgenommen: sehr gut/gut/mässig/unbefriedigend/schlecht.



Beurteilung Nitrit (NO_2^-) Periode 2014 - 2018



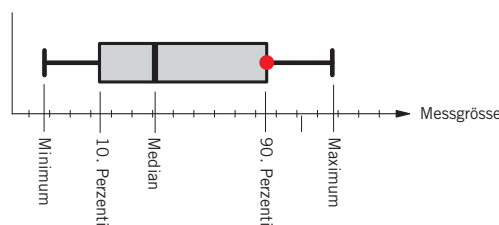
Boxplots Nitrit (NO_2^-) Periode 2014 - 2018



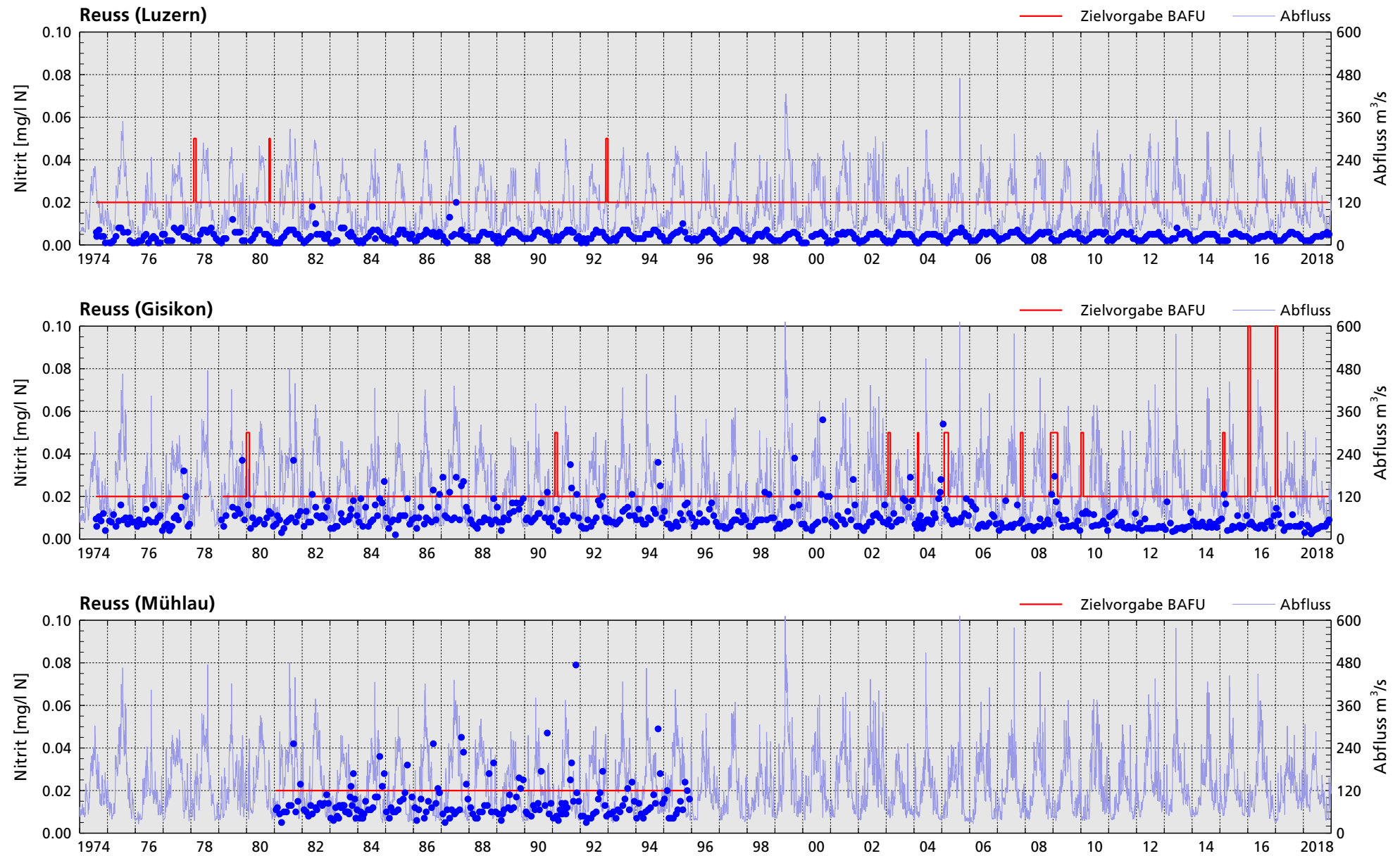
Das Minimum, das 10. Perzentil, der Median, das 90. Perzentil und das Maximum der gemessenen Nitrit-Konzentrationen 2014 - 2018 können zusammen in sogenannten Box-Plots dargestellt werden. Box-Plots vermitteln einen schnellen Überblick über die Lage und Streuung der Messungen. In Fliessrichtung des Gewässers untereinander angeordnet, stellen die Box-Plots zudem den Verlauf der Nitrit-Konzentration entlang des Gewässers dar.

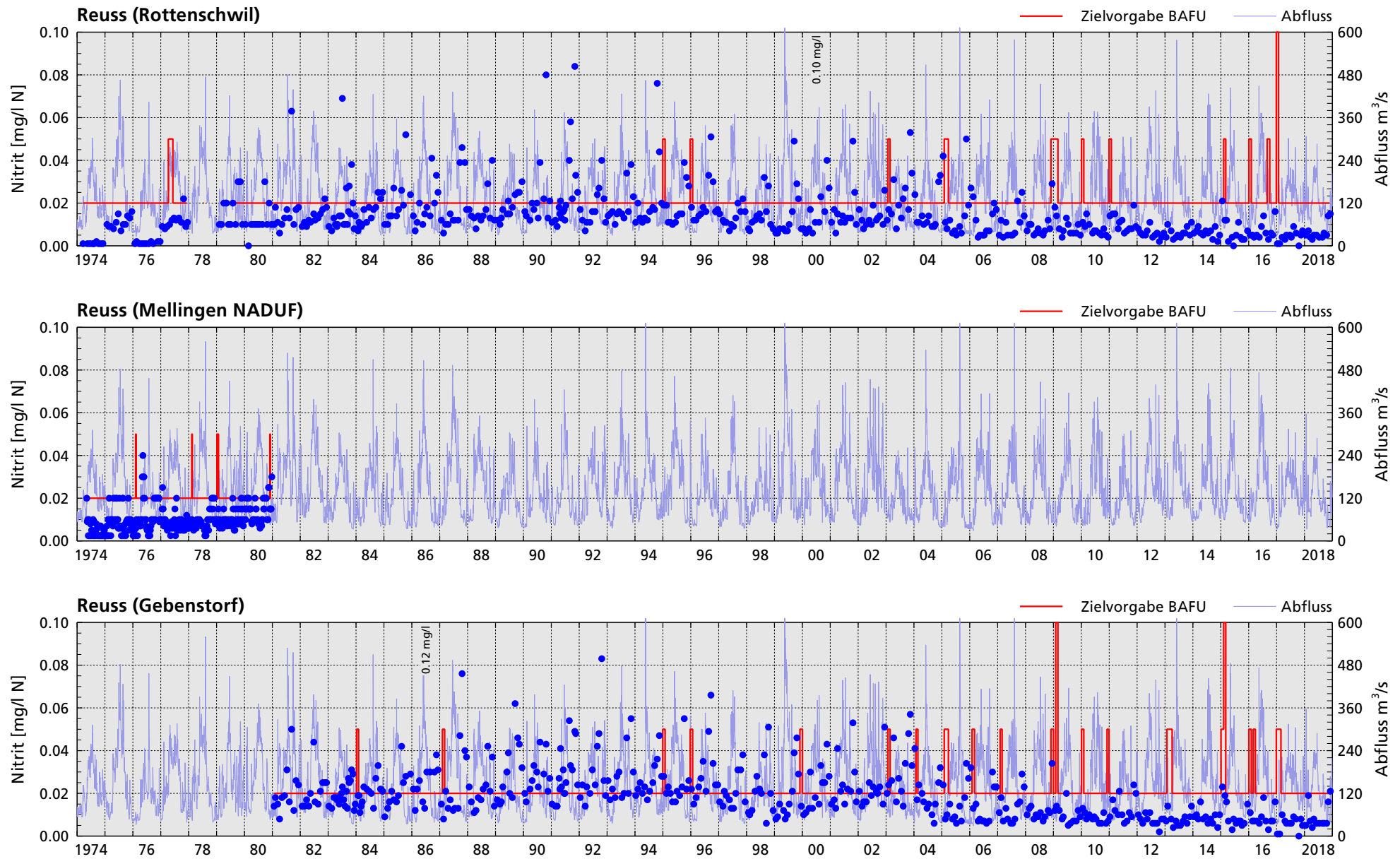
Das 10. Perzentil ist der Wert, der mit einer Wahrscheinlichkeit von 10 % nicht überschritten wird. Das heisst in 10 % aller Fälle sind die Nitrit-Konzentrationen im Gewässer kleiner als das 10. Perzentil und in 90 % der Fälle liegen sie darüber. Analog wird das 90. Perzentil definiert.

Die Zielvorgabe für Nitrit im Gewässer ist von der Chlorid-Konzentration abhängig. In der Grafik dargestellt (rote Linie) ist der Mittelwert der Anforderungen, die sich aus den gemessenen Chlorid-Konzentrationen ergeben.

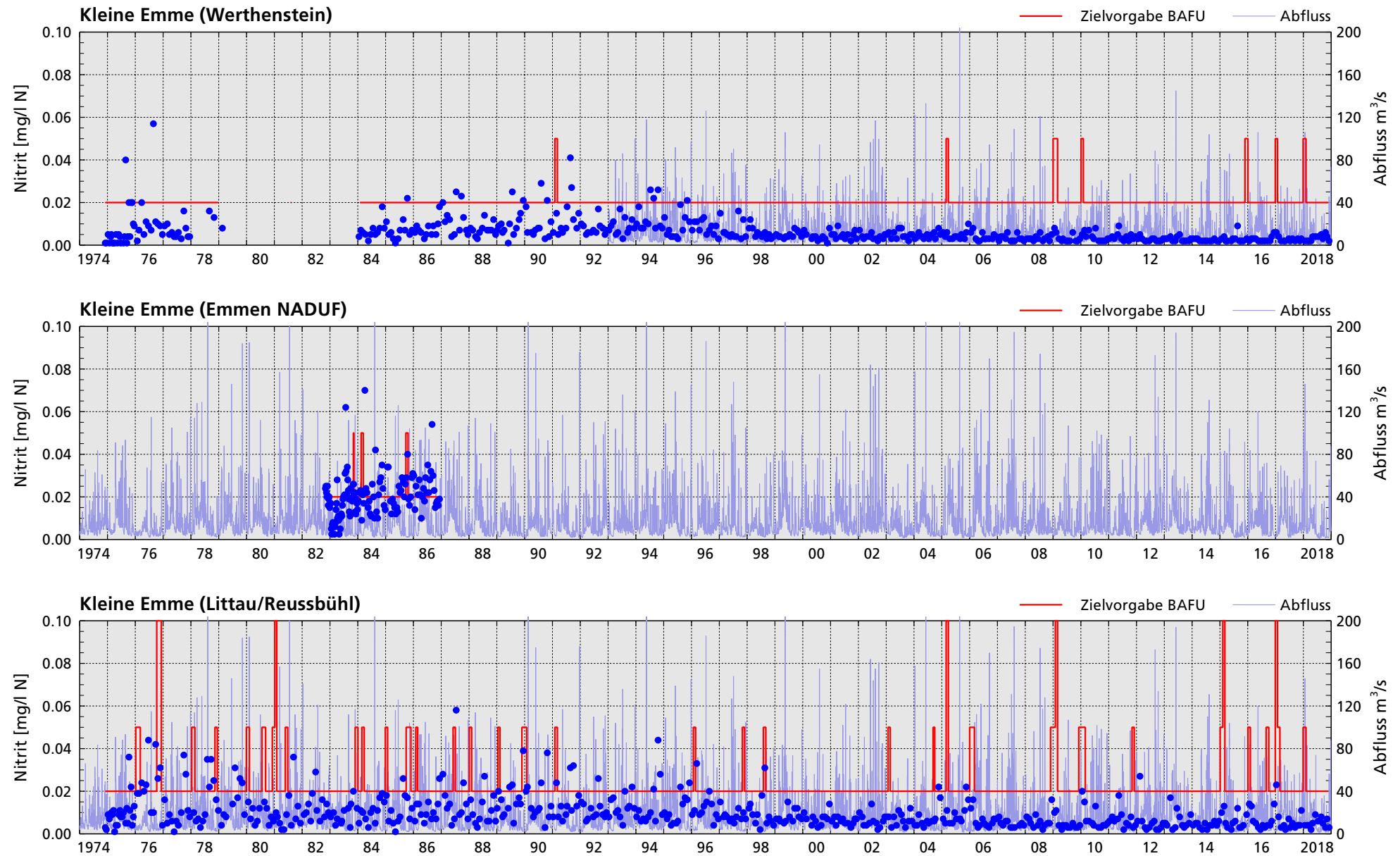


Ganglinien Nitrit (NO_2^-) 1974 - 2018

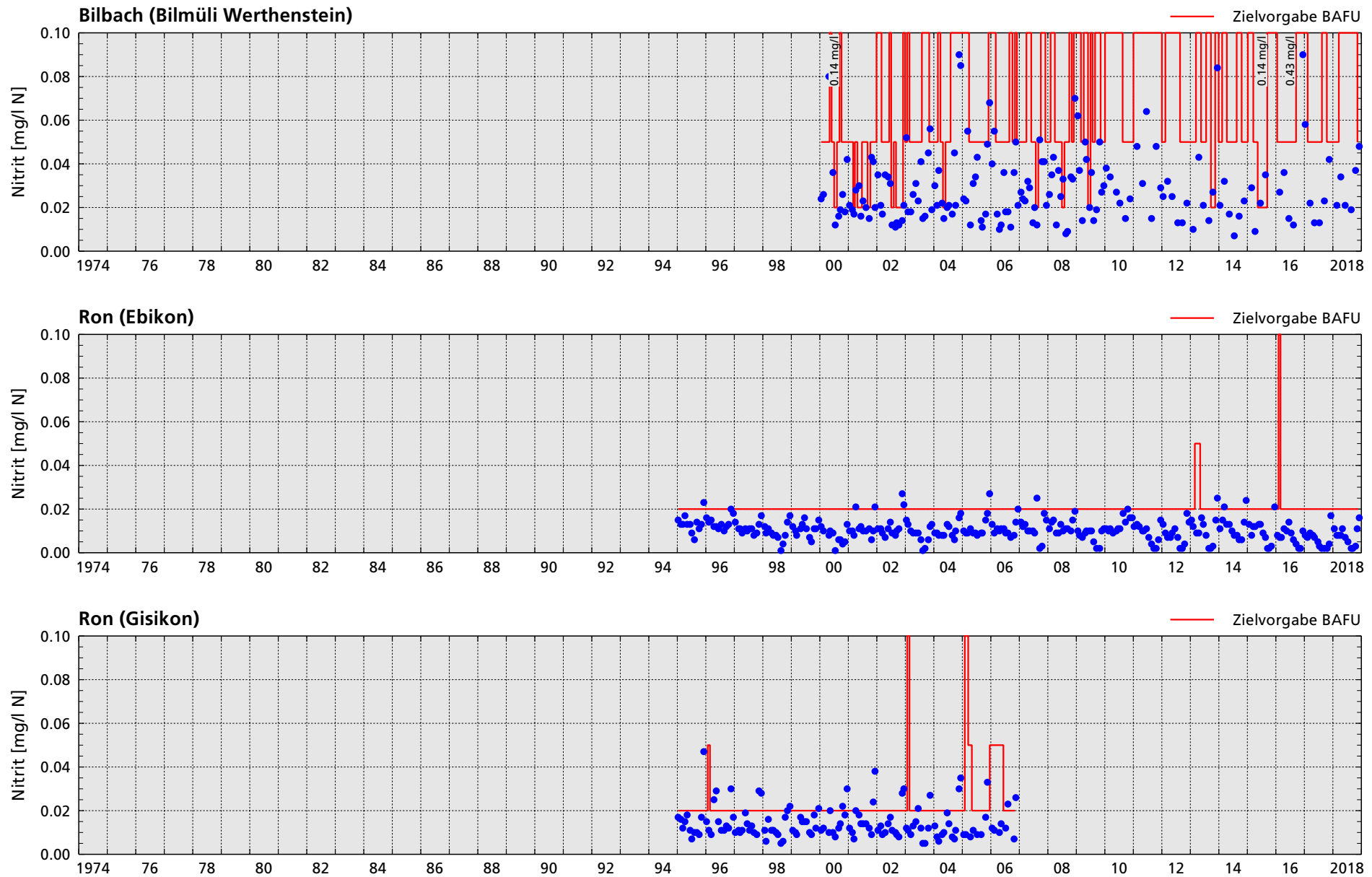


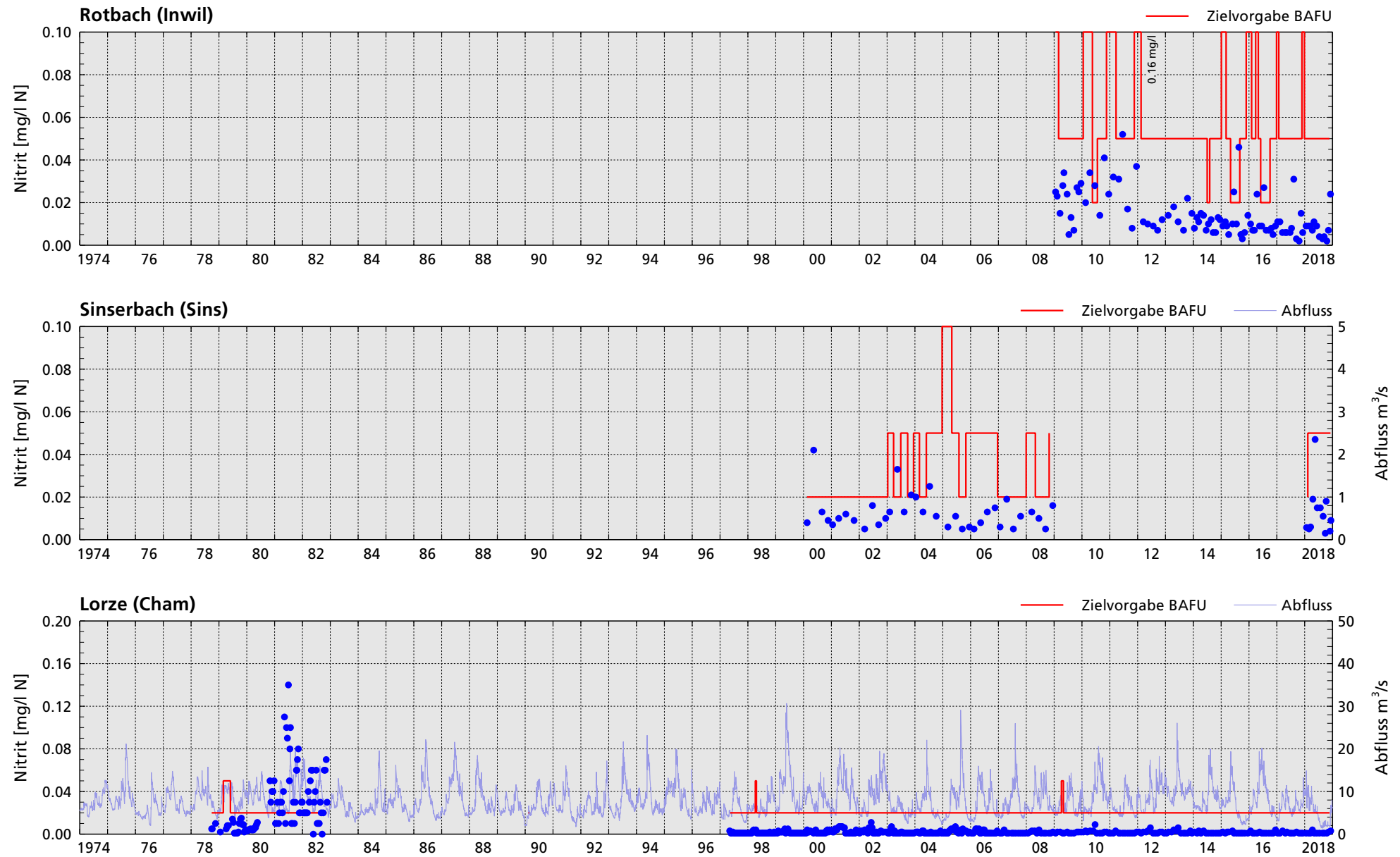
Ganglinien Nitrit (NO_2^-) 1974 - 2018

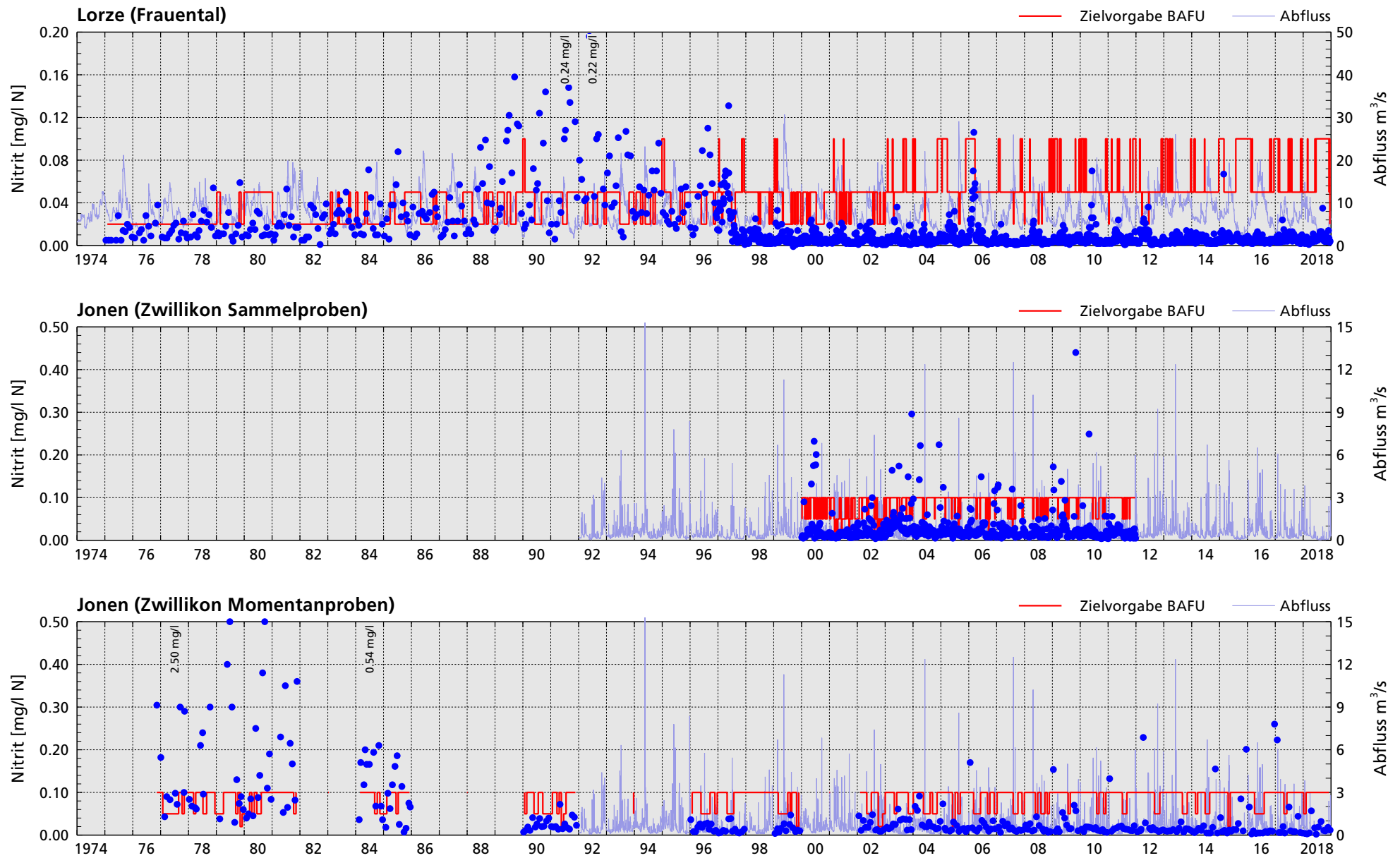
Ganglinien Nitrit (NO_2^-) 1974 - 2018



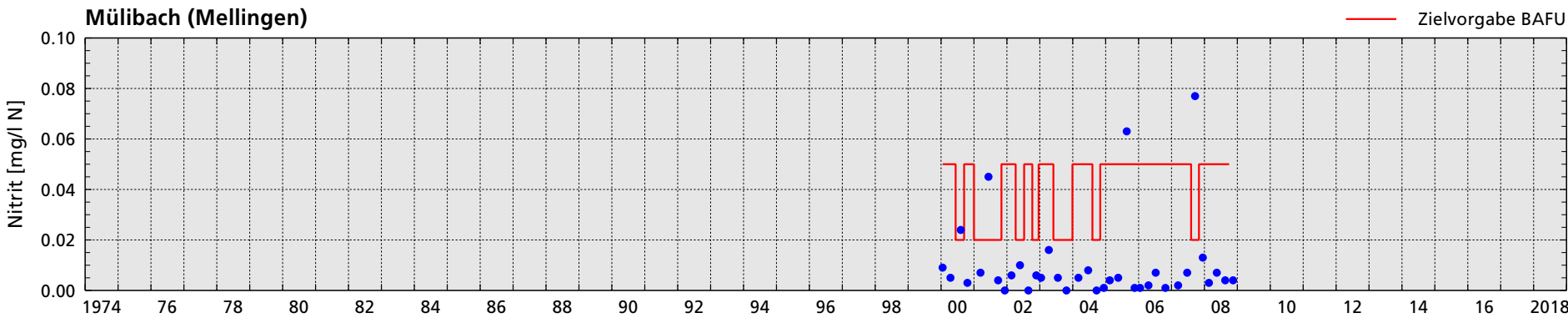
Ganglinien Nitrit (NO_2^-) 1974 - 2018



Ganglinien Nitrit (NO_2^-) 1974 - 2018

Ganglinien Nitrit (NO_2^-) 1974 - 2018

Ganglinien Nitrit (NO₂⁻) 1974 - 2018



Reussbericht 2014 – 2018

Fact Sheet 10 Nitrat

Der grösste Teil des anorganischen Stickstoffs liegt in Gewässern als Nitrat (NO_3^-) vor. Nitratgehalte über 1.5 mg/l N lassen auf Abschwemmung und Auswaschung von landwirtschaftlich genutzten Flächen und auf die Einleitung von kommunalen Abwässern 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 bekannt. 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.

Mit Ausnahme der Jonen und des Bilbachs sind die Anforderungen der GSchV an allen Messstellen eingehalten. Unterhalb der Seen und in der gesamten Reuss ist ein deutlicher Jahresgang der NO_3^- -Konzentration sichtbar. In der Jonen beträgt der Anteil des gereinigten Abwassers aus der ARA Affoltern a. A. am Gesamtabfluss gut 20%. Darum ist die mässige Einstufung der Jonen auf die schlechte Verdünnung der ARA-Einleitung zurückzuführen. In der Lorze bei Frauental sind in der zweiten Jahreshälfte 2018 die Nitratkonzentrationen deutlich angestiegen. Auch hier ist die schlechte Verdünnung der gereinigten Abwasser aus der Abwasserreinigungsanlage im Trockenjahr 2018 dafür verantwortlich.

Die einzelnen stark erhöhten Nitratkonzentrationen in Dezember 2018 in der Reuss, im Rotbach und im Sinserbach (Messungen vom 5.12.2018 und 10.12.2018) sind auf die ausserordentlich hohen und andauernden Niederschläge in der ersten Dezemberwoche zurückzuführen (> [Meteo-Schweiz: Klimabulletin Dezember 2018](#)).

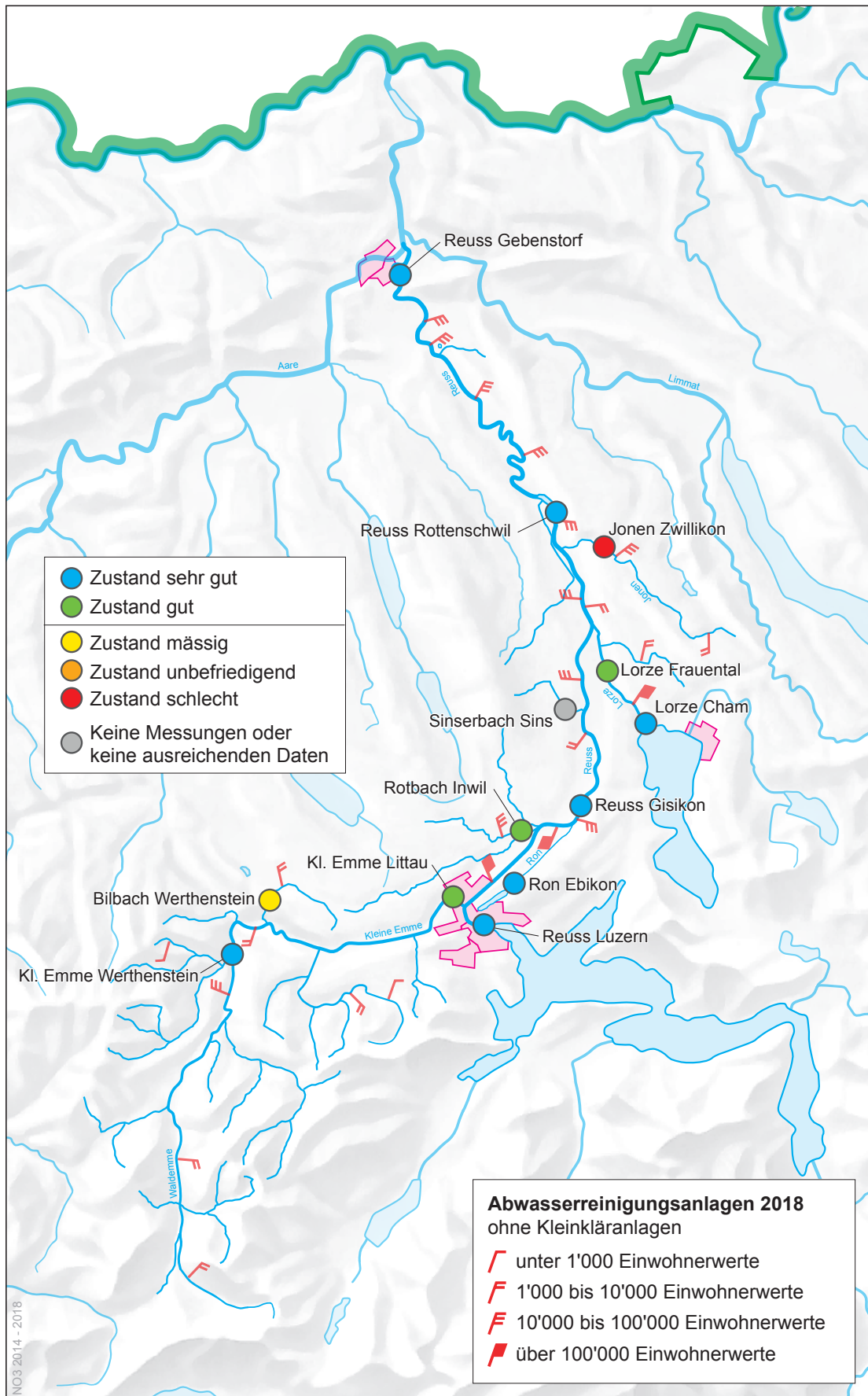
Grundlagen der NO_3^- -Beurteilung

Die Grundlage für die Bewertung der Gewässerbelastung ist das Modul-Stufen-Konzept des Bundesamtes für Umwelt (BAFU): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer, chemisch-physikalische Erhebungen (> [Modul-Stufen-Konzept <Chemie, Nährstoffe>](#)).

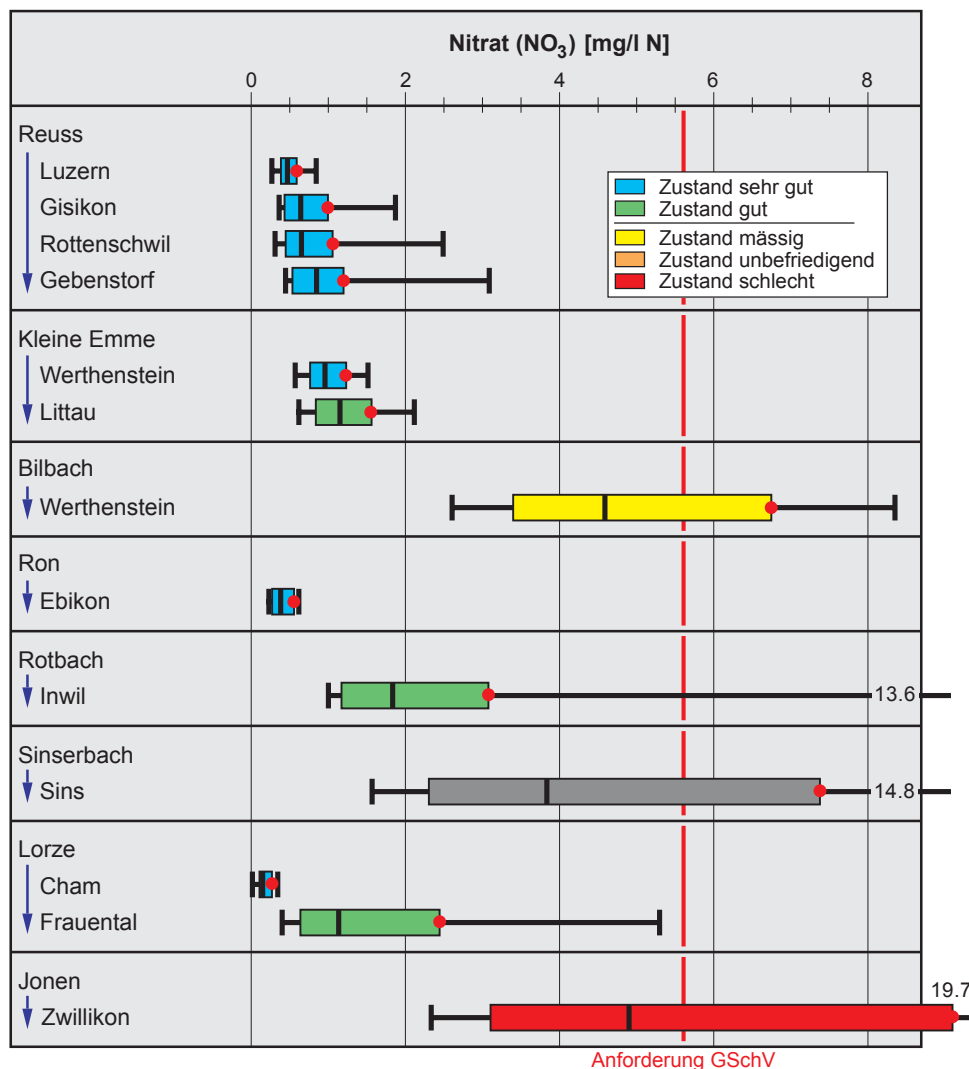
Die Beurteilung erfolgt anhand der Anforderungen der Gewässerschutzverordnung und der Zielvorgaben des Modul-Stufen-Konzepts <Chemie, Nährstoffe>. Es handelt sich dabei um eine Vollzugshilfe und die Zielvorgaben gelten als Empfehlung. Als Beurteilungsgrösse für den Vergleich mit den Zielvorgaben gilt der aus den Messungen gewonnene Schätzwert für das 90. Perzentil der NO_3^- -Stickstoff-Konzentration.

Anforderung der GschV		Zustand sehr gut	1.5 mg/l N
		Zustand gut	5.6 mg/l N
		Zustand mässig	8.4 mg/l N
		Zustand unbefriedigend	11.2 mg/l N
		Zustand schlecht	

Beurteilung Nitrat (NO_3^-) Periode 2014 - 2018



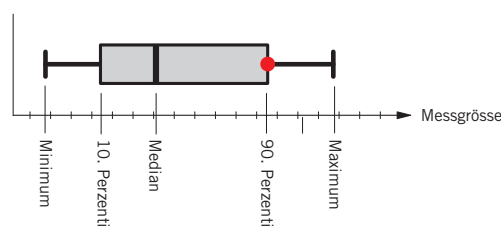
Boxplots Nitrat (NO_3^-) Periode 2014 - 2018

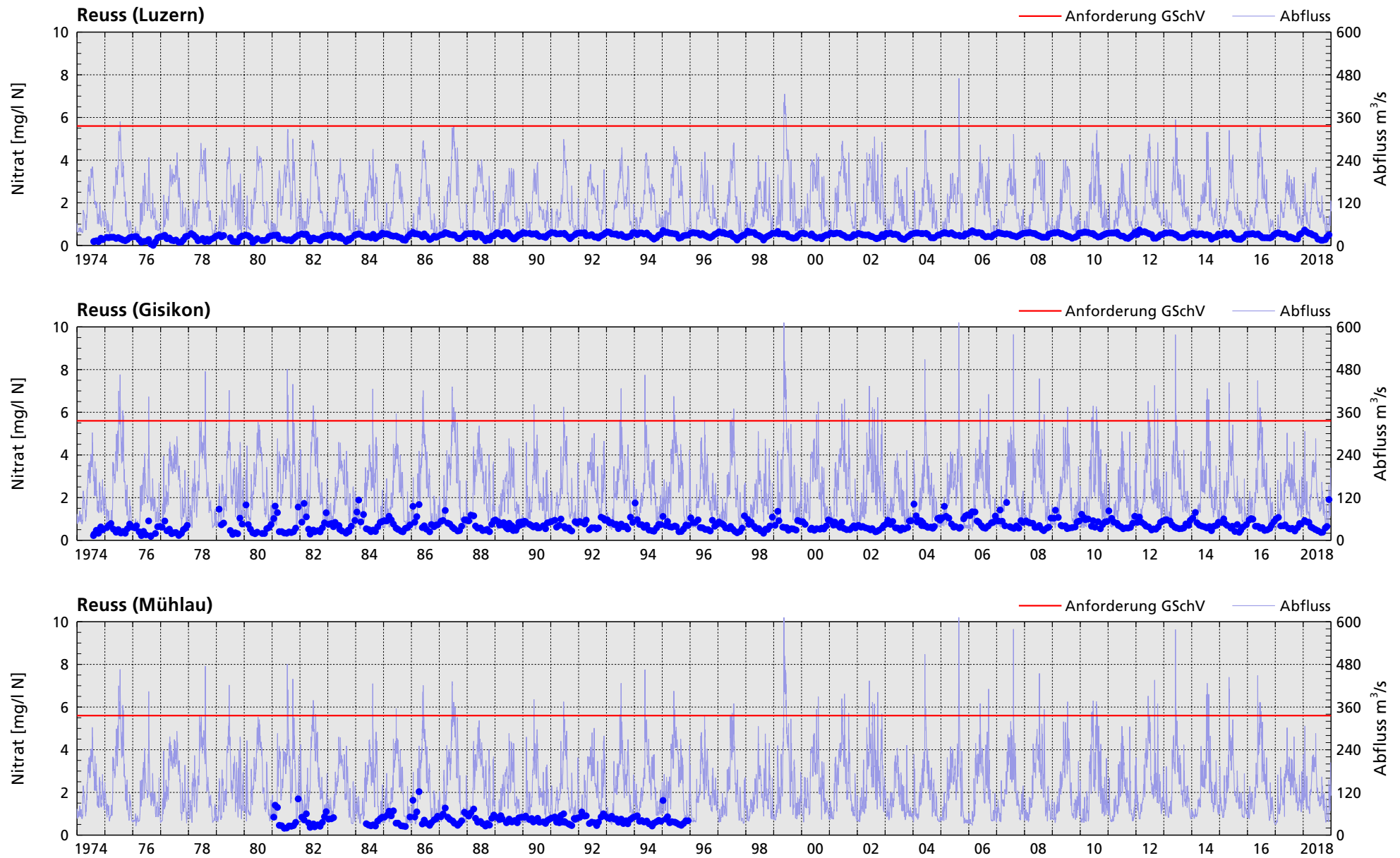


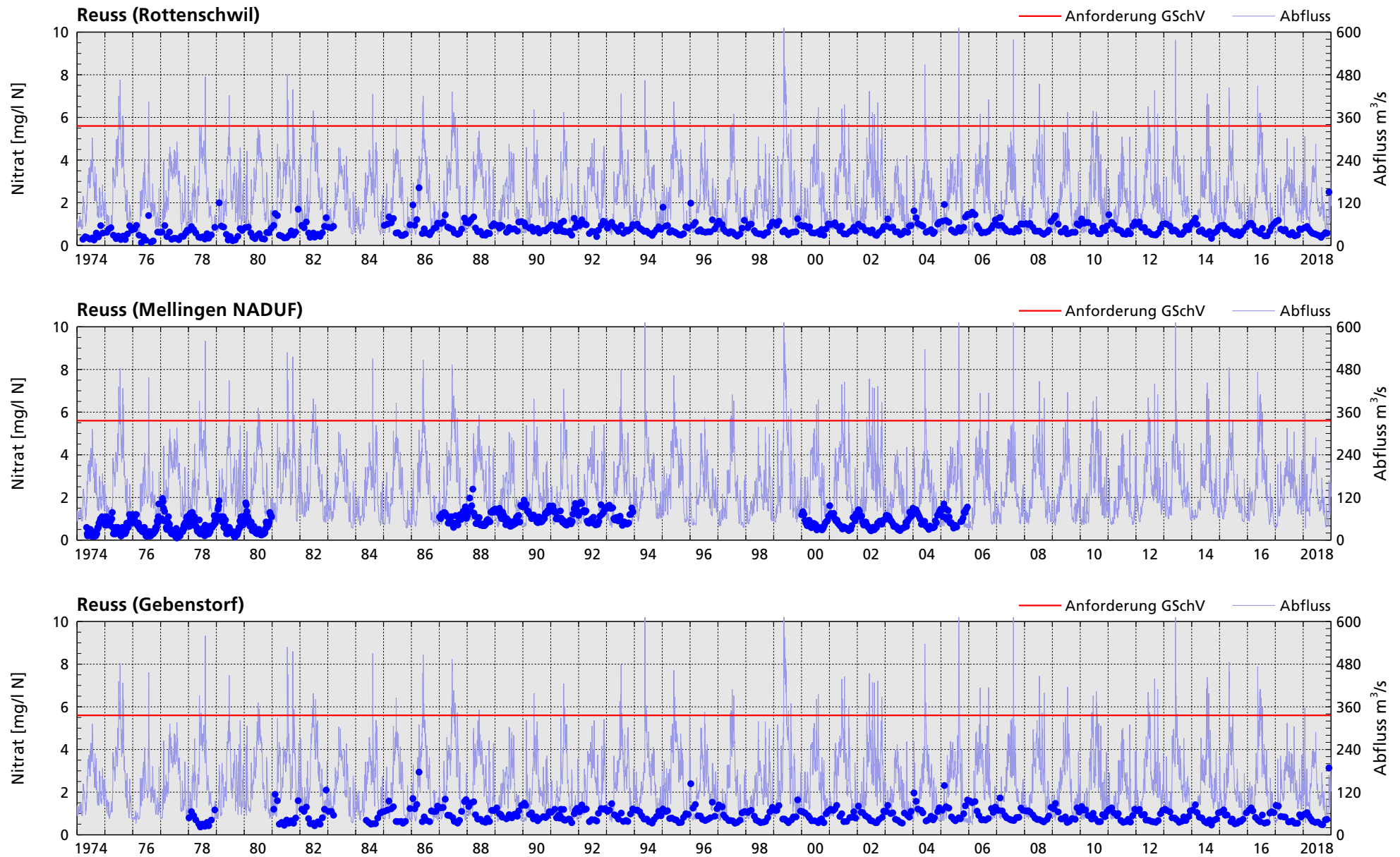
Das Minimum, das 10. Perzentil, der Median, das 90. Perzentil und das Maximum der gemessenen Nitrat-Konzentrationen 2014-2018 können zusammen in sogenannten Box-Plots dargestellt werden. Box-Plots vermitteln einen schnellen Überblick über die Lage und Streuung der Messungen. In Fliessrichtung des Gewässers untereinander angeordnet, stellen die Box-Plots zudem den Verlauf der Nitrat-Konzentration entlang des Gewässers dar.

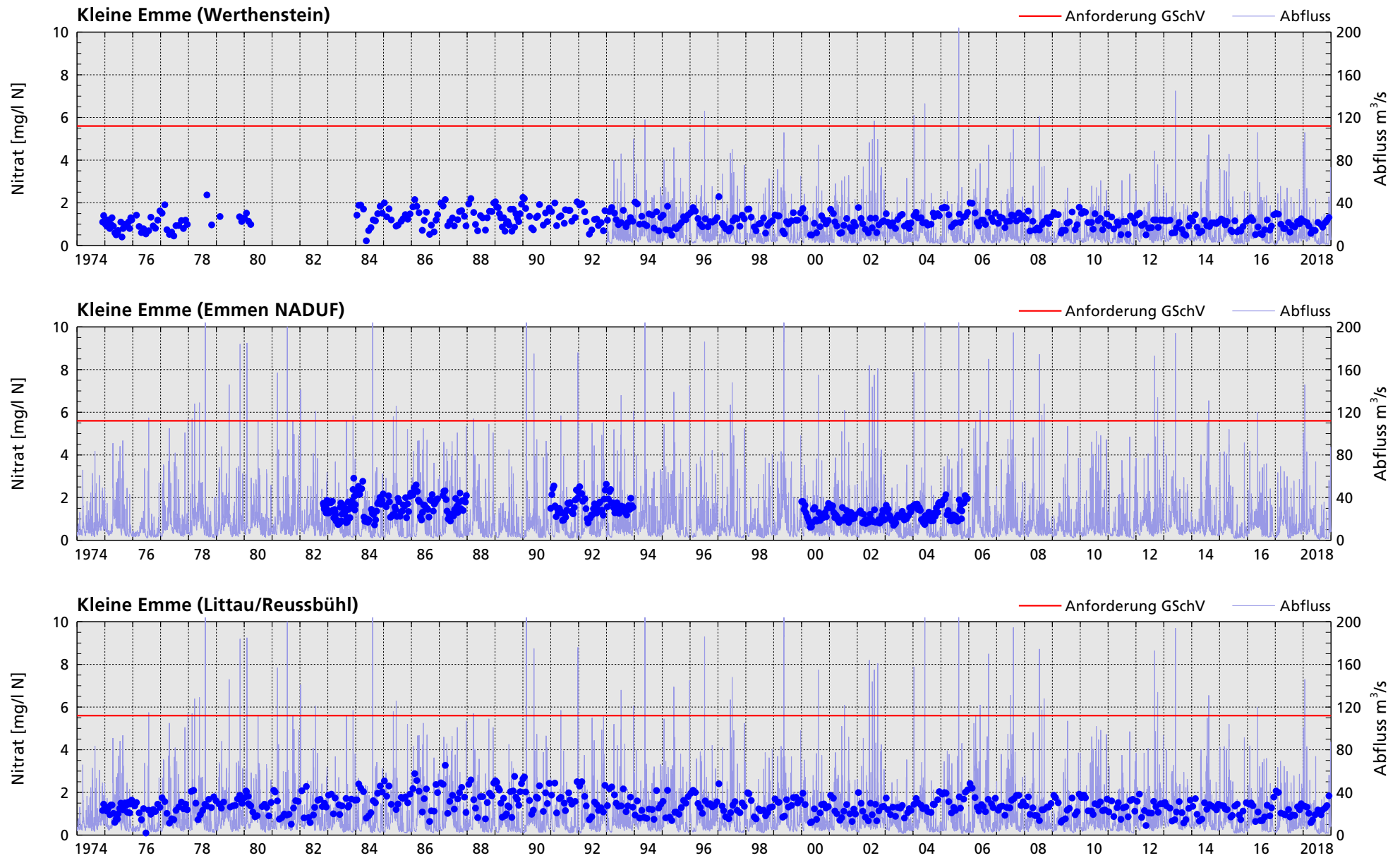
Das 10. Perzentil ist der Wert, der mit einer Wahrscheinlichkeit von 10 % nicht überschritten wird. Das heisst in 10 % aller Fälle sind die Nitrat-Konzentrationen im Gewässer kleiner als das 10. Perzentil und in 90 % der Fälle liegen sie darüber. Analog wird das 90. Perzentil definiert.

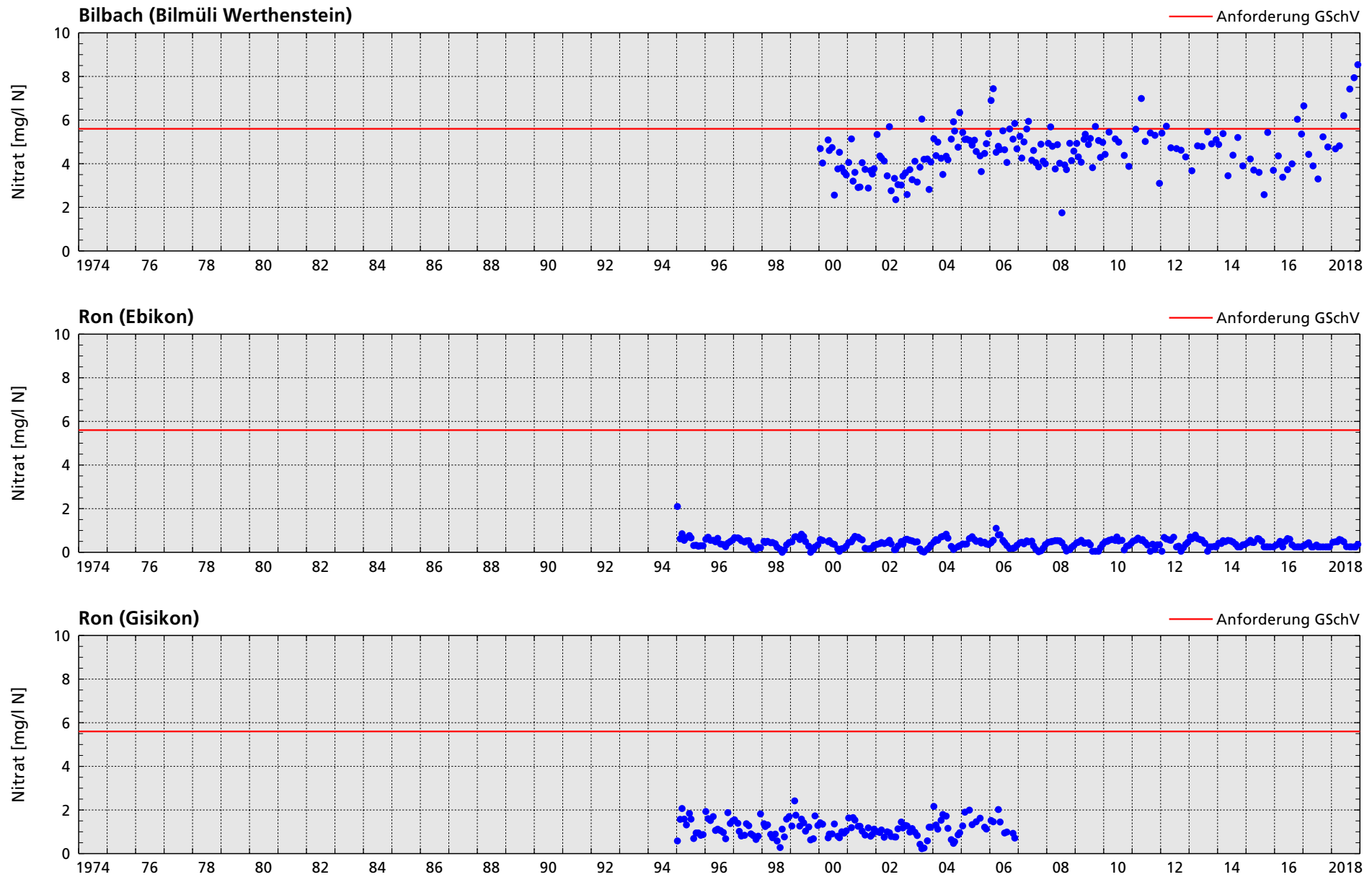
Der Median ist der Wert, der in der Hälfte aller Fälle unterschritten und in der anderen Hälfte der Fälle überschritten wird. Er entspricht in vielen Fällen besser als der arithmetische Mittelwert der Vorstellung von der Mitte einer Messdatenreihe. Er ist unempfindlich gegenüber einzelnen Ausreissern.



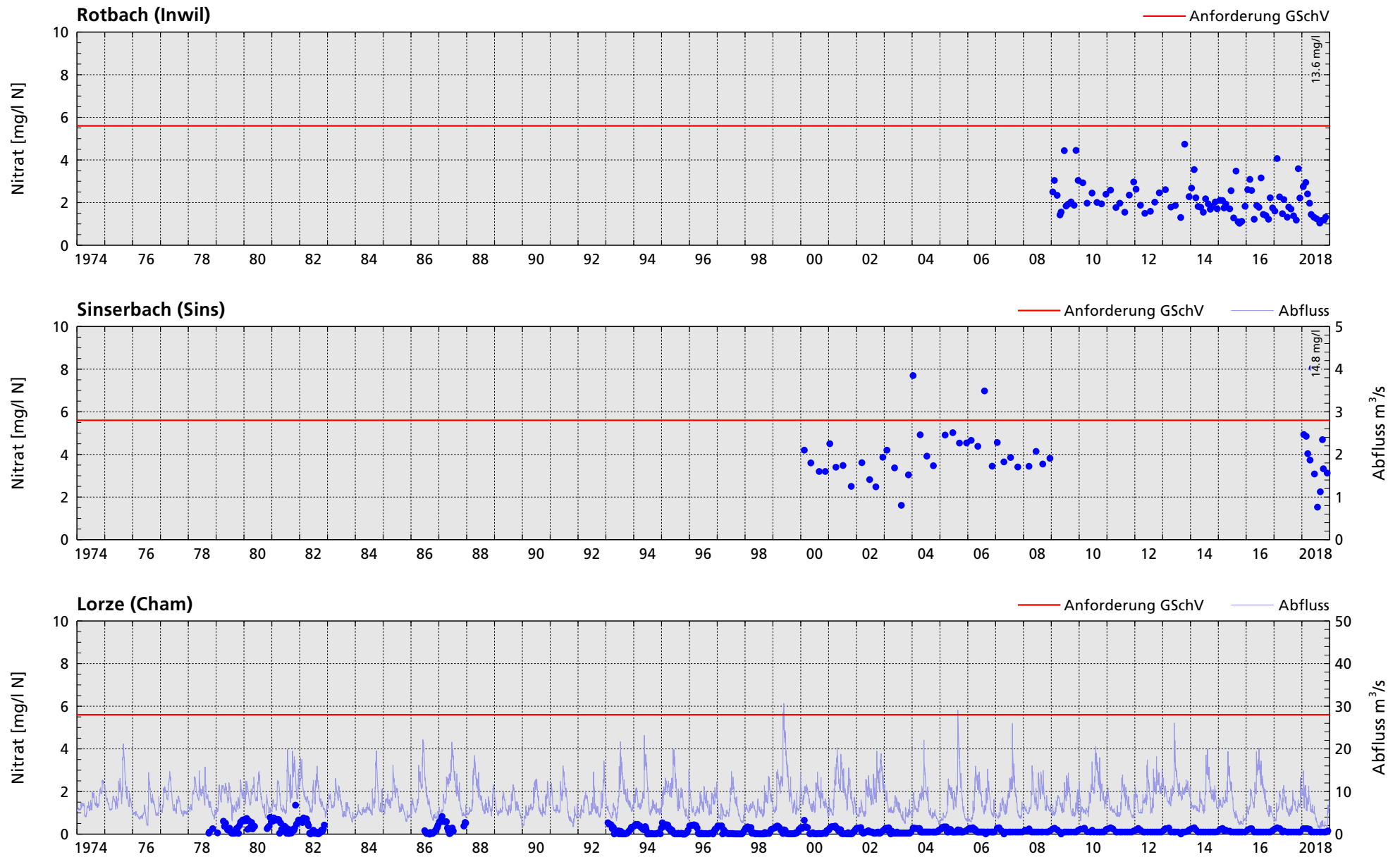
Ganglinien Nitrat (NO_3^-) 1974 - 2018

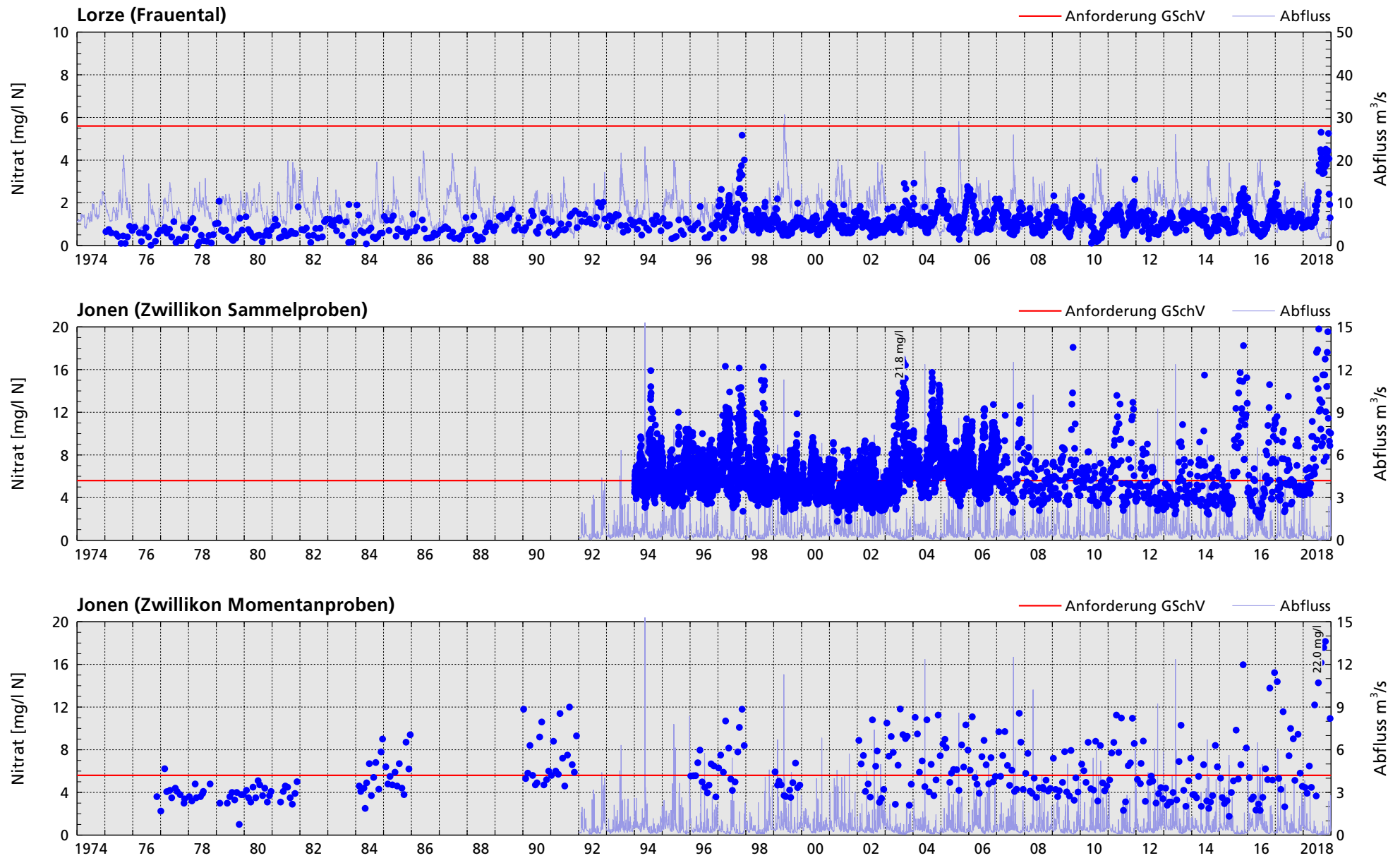
Ganglinien Nitrat (NO_3^-) 1974 - 2018

Ganglinien Nitrat (NO_3^-) 1974 - 2018

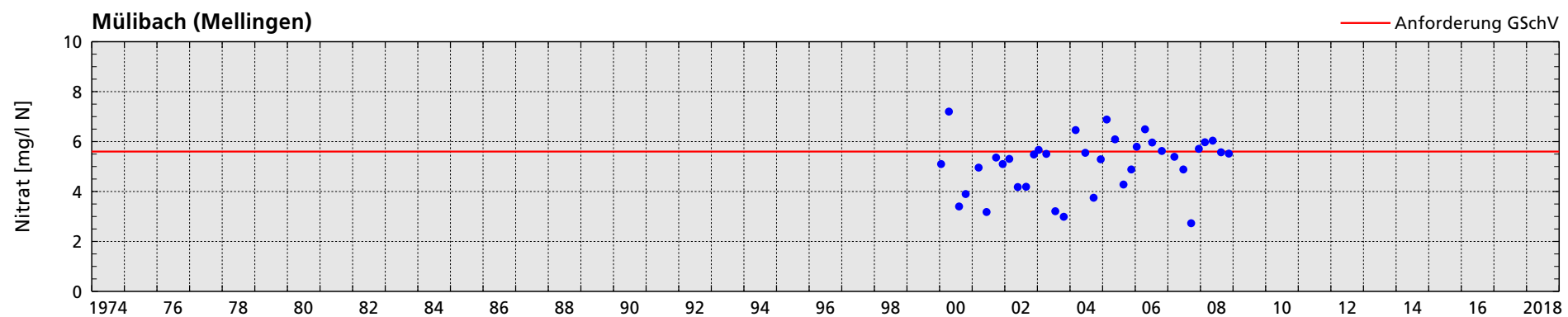
Ganglinien Nitrat (NO_3^-) 1974 - 2018

Ganglinien Nitrat (NO_3^-) 1974 - 2018



Ganglinien Nitrat (NO_3^-) 1974 - 2018

Ganglinien Nitrat (NO_3^-) 1974 - 2018



Reussbericht 2014 – 2018

Fact Sheet 11

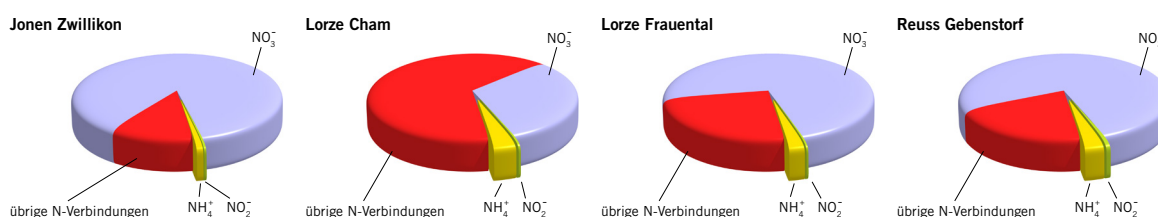
Gesamtstickstoff

Der Gesamtstickstoff (N_{tot}) ist die Summe aller Stickstoffparameter. Mit dem Gesamtstickstoff werden sowohl gelöste als auch partikuläre Stickstoffanteile erfasst. Partikulärer Stickstoff umfasst im Wesentlichen organisches Material. Der Gesamtstickstoff wird an einigen Messstellen als Ergänzung zu den übrigen Stickstoffparametern gemessen.

Für Gesamtstickstoff gibt die Gewässerschutzverordnung keine numerischen Anforderungen vor. Das Modulstufenkonzept «Chemie, Nährstoffe» des Bundesamtes für Umwelt schlägt darum einen Zielwert von 7 mg/l N vor. Massgebend für die Beurteilung der Nährstoffbelastung des Gewässers sind die Komponenten Ammonium NH_4^+ , Nitrat NO_3^- und Nitrit NO_2^- . Die übrigen Stickstoffverbindungen sind vor allem organische N-Verbindungen von lebendem und toten Organismen (Tiere, Pflanzen und Algen).

In der Reuss und in der Lorze ist der Zielwert für Gesamtstickstoff eingehalten. In der Jone allerdings ist er deutlich überschritten. Für den Bilbach liegen dazu keine Messwerte vor. Die Nitratbelastung im Bilbach lässt aber vermuten, dass dort der Zielwert für den Gesamtstickstoff ebenfalls überschritten ist.

In den Flüssen und Bächen beträgt der Nitrat-Anteil (NO_3^-) am Gesamtstickstoff etwa 75 bis 85 %. In der Lorze Cham am Seeauslauf Zugersee ist der Anteil aufgrund der biochemischen Prozesse im See aber wesentlich geringer.

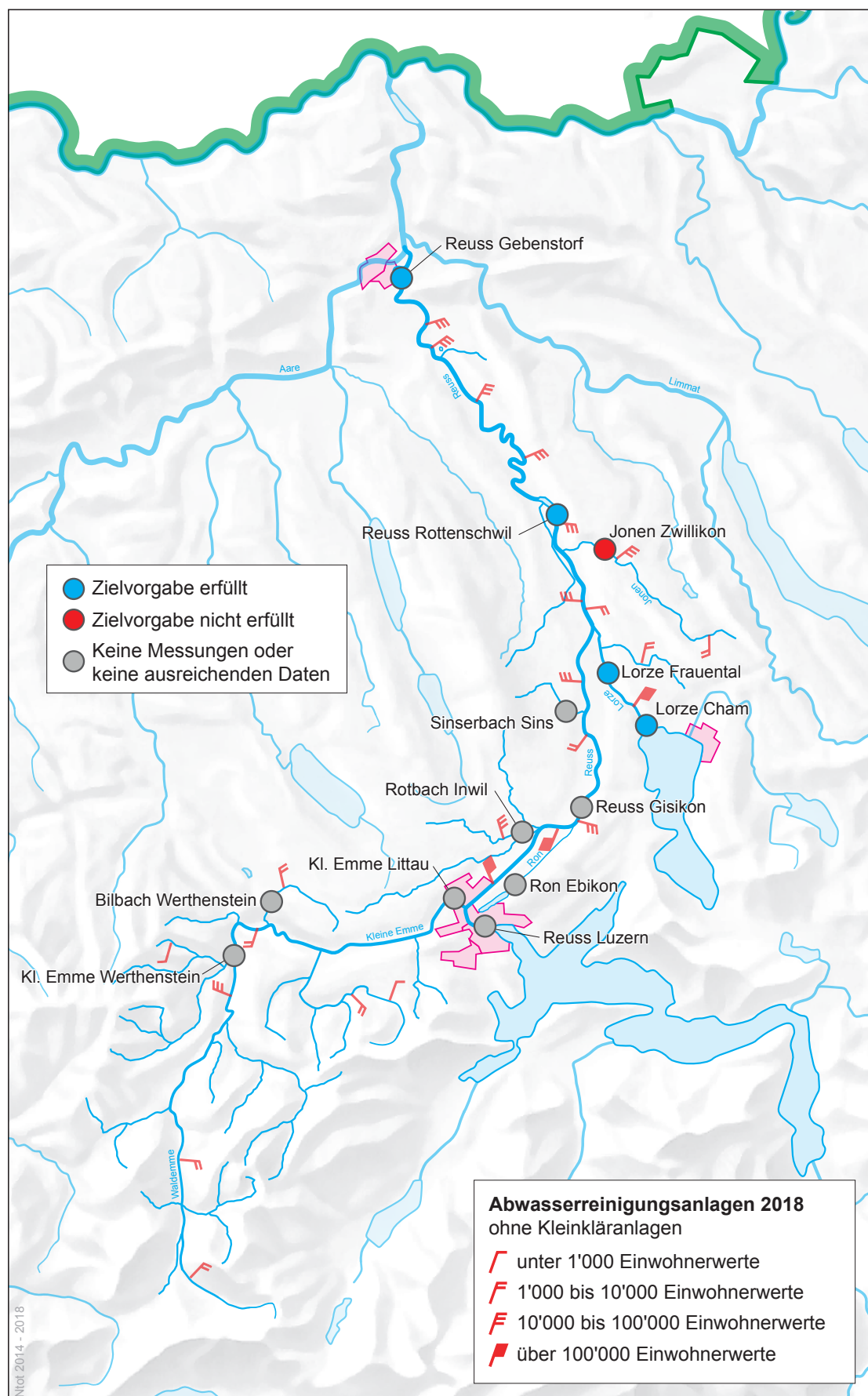


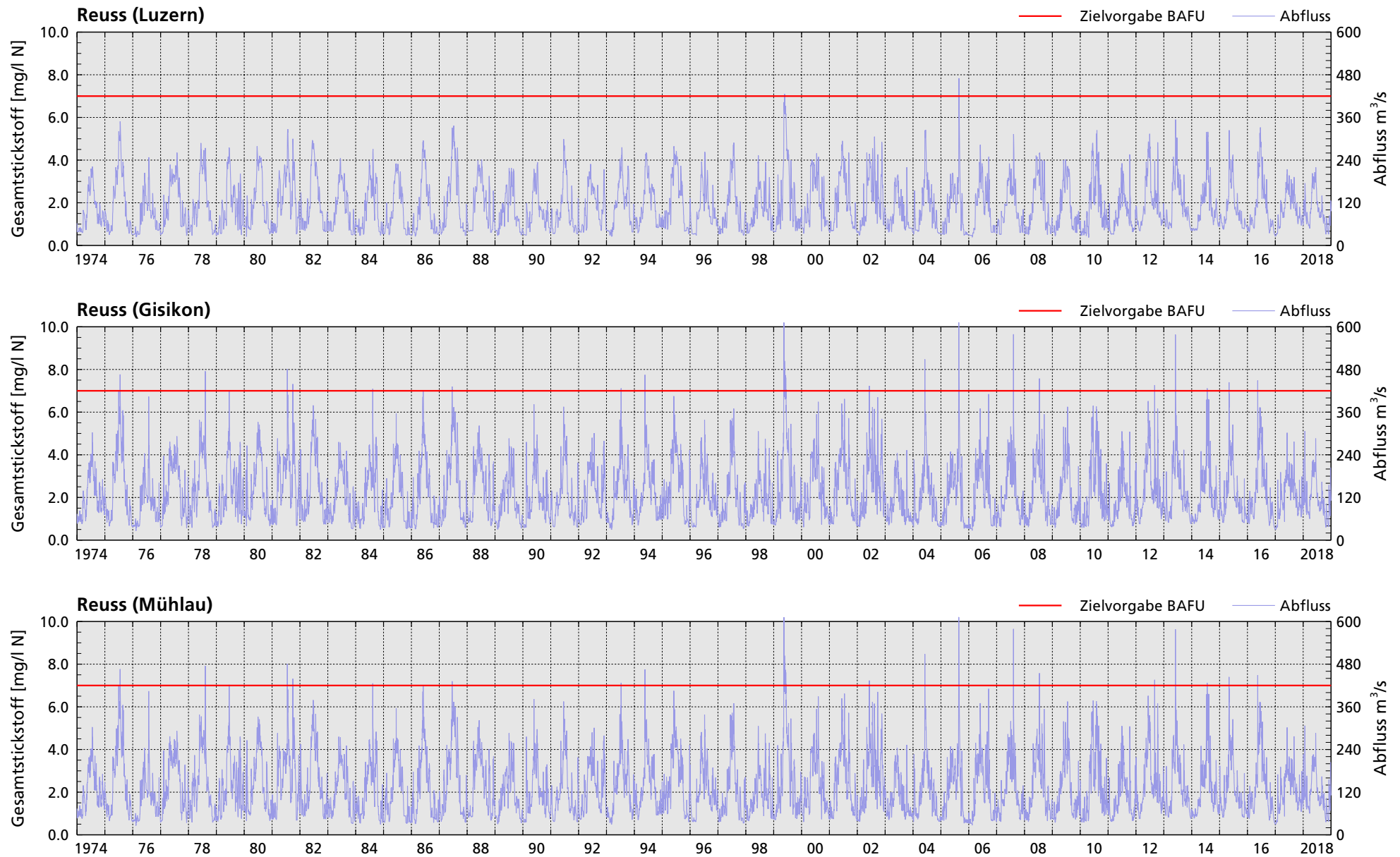
Grundlagen der N_{tot} -Beurteilung

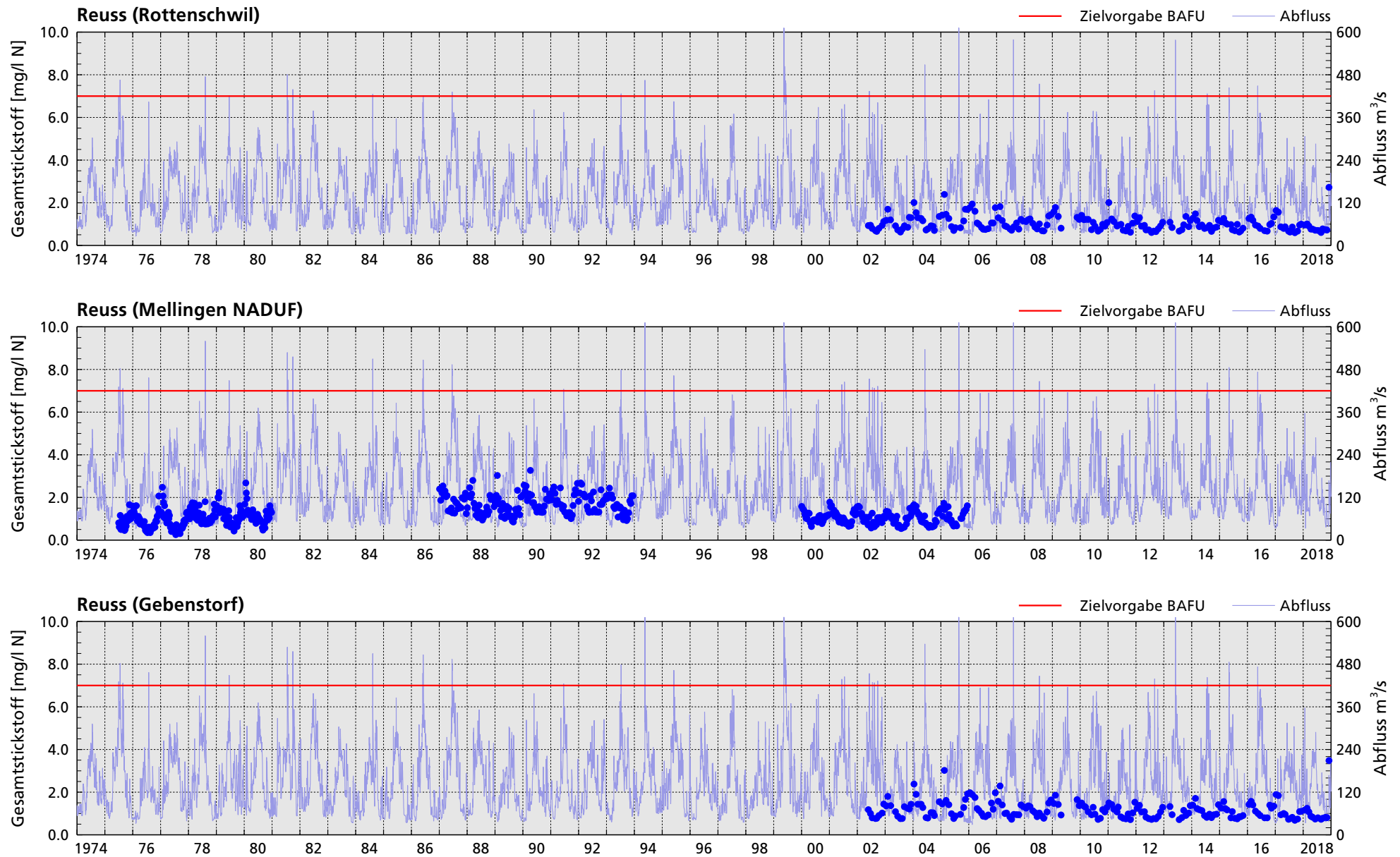
Die Grundlage für die Bewertung der Gewässerbelastung ist das Modul-Stufen-Konzept des Bundesamtes für Umwelt (BAFU): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer, chemisch-physikalische Erhebungen (> [Modul-Stufen-Konzept «Chemie, Nährstoffe»](#)). Der Zielwert des Modul-Stufen-Konzeptes wird mit dem 90. Perzentil der gemessenen N_{tot} -Konzentration verglichen.

Eine Einstufung in die Zustandsklassen «sehr gut», «gut», etc. wird für die Gesamtstickstoffbelastung nicht vorgenommen. Für die Gesamtbeurteilung der Nährstoffbelastung wird der Gesamtstickstoff nicht berücksichtigt, weil dafür bereits Ammonium NH_4^+ , Nitrat NO_3^- und Nitrit NO_2^- verwendet werden.

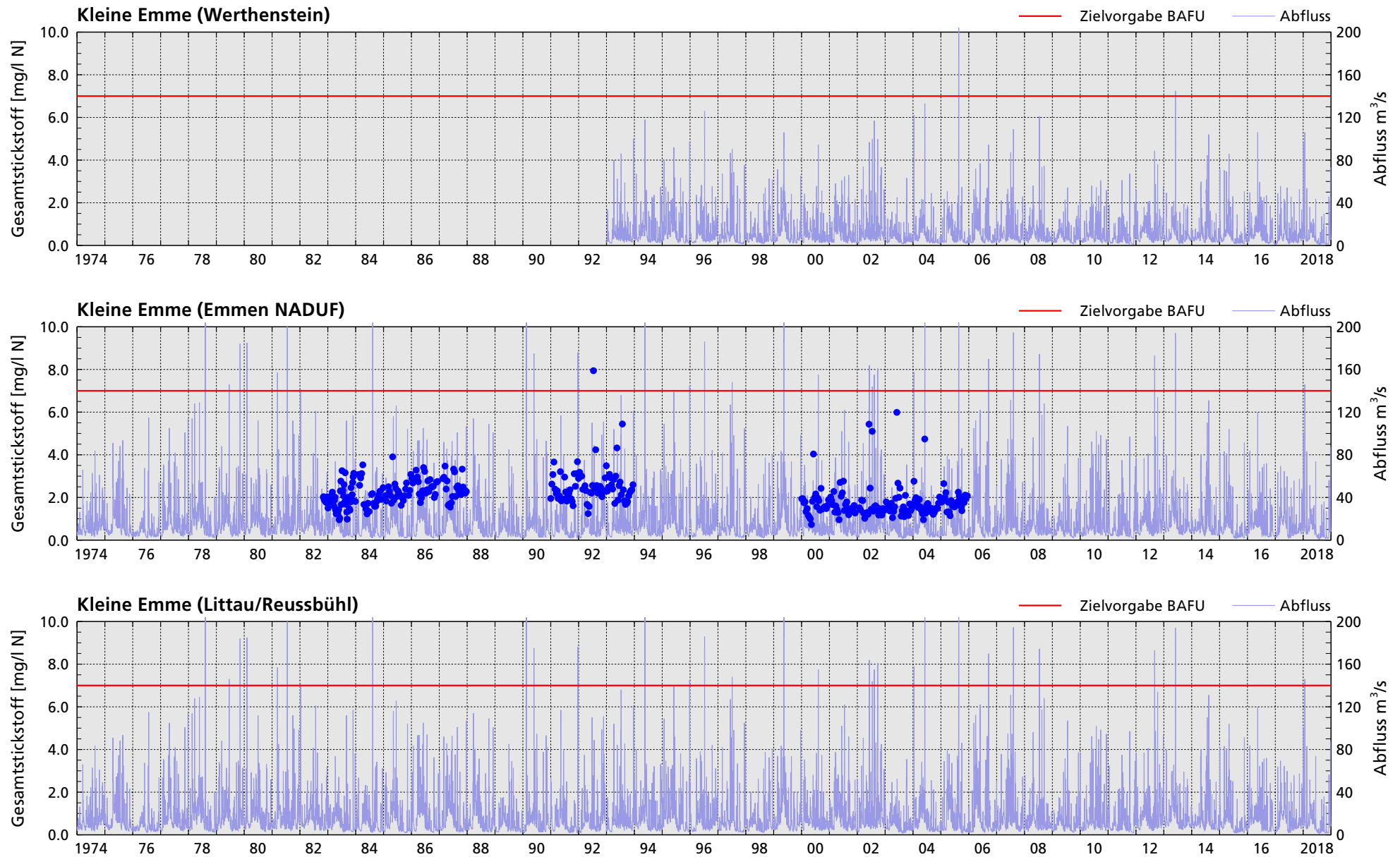
Beurteilung Gesamtstickstoff (N_{tot}) Periode 2014 - 2018



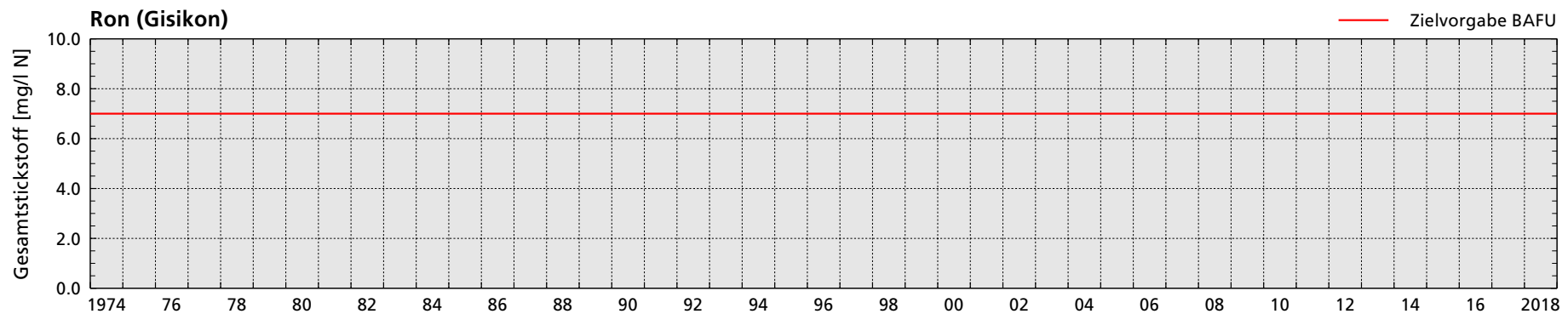
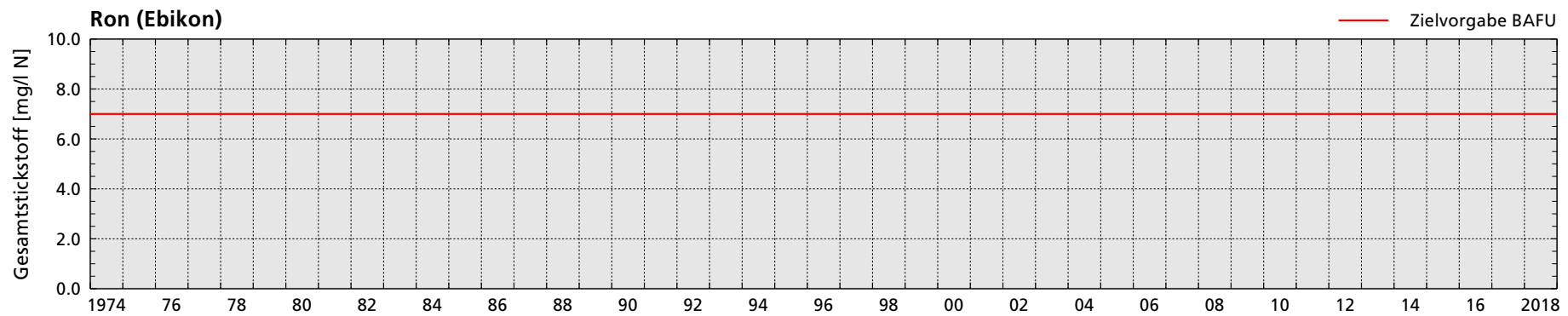
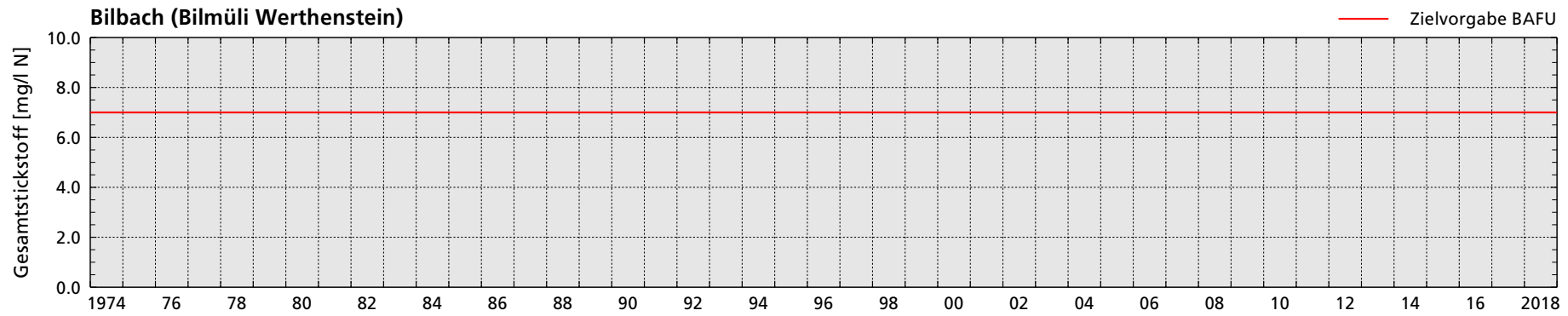
Ganglinien Gesamtstickstoff (N_{tot}) 1974 - 2018

Ganglinien Gesamtstickstoff (N_{tot}) 1974 - 2018

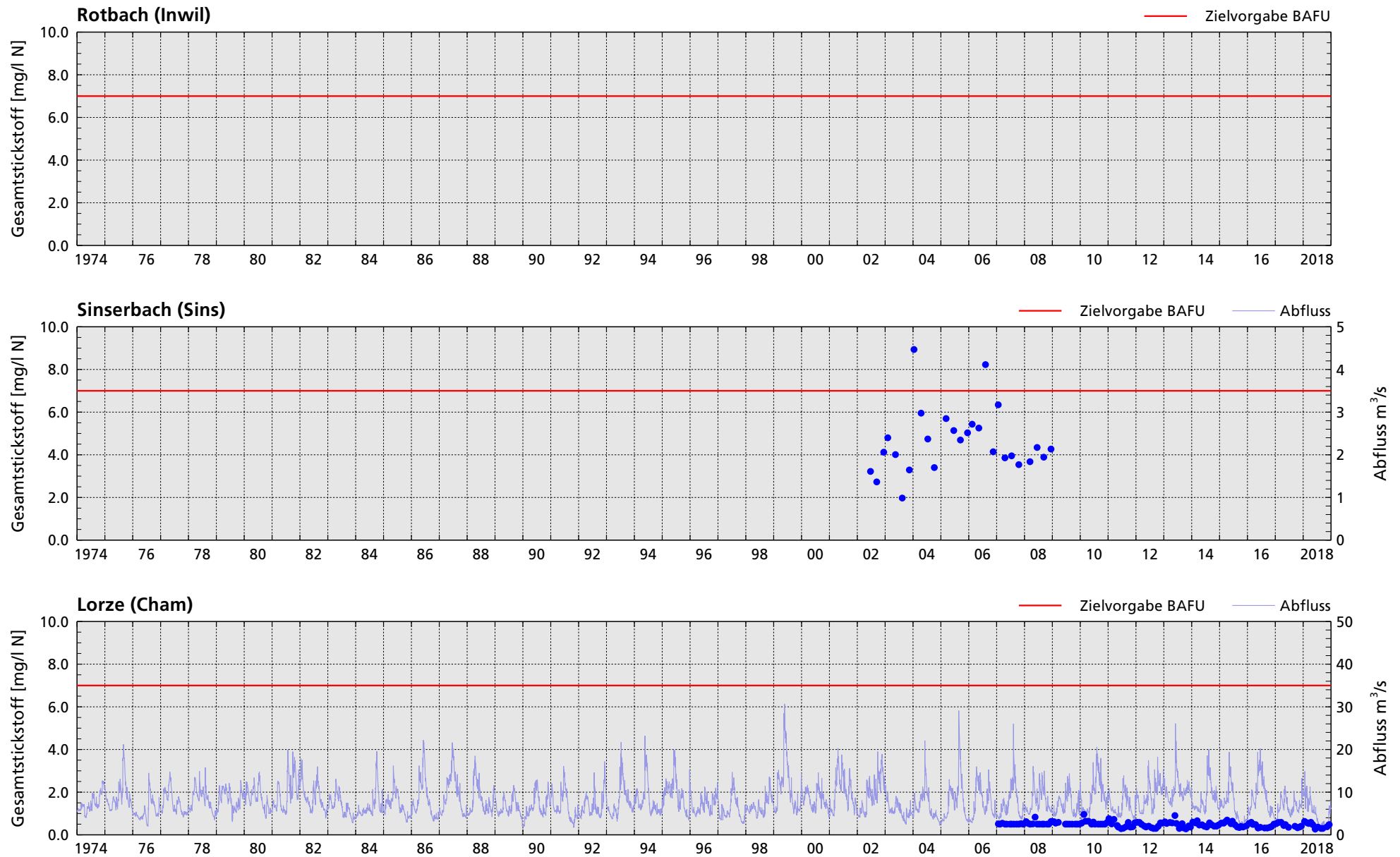
Ganglinien Gesamtstickstoff (N_{tot}) 1974 - 2018

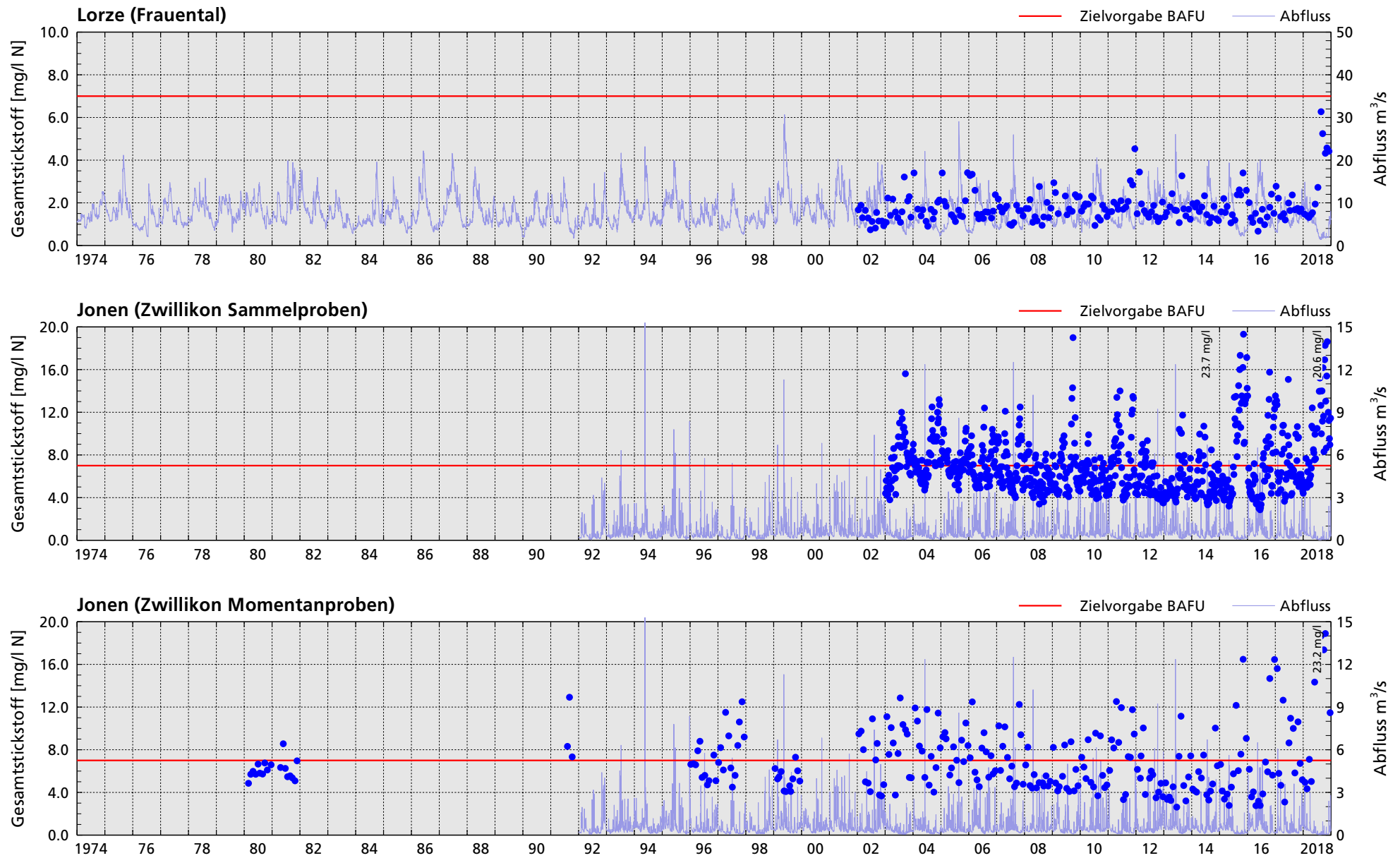


Ganglinien Gesamtstickstoff (N_{tot}) 1974 - 2018

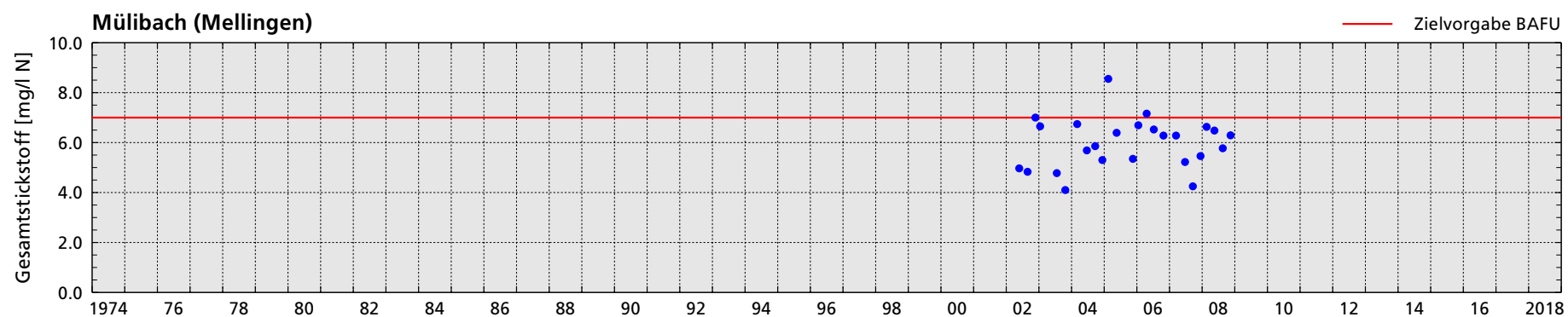


Ganglinien Gesamtstickstoff (N_{tot}) 1974 - 2018



Ganglinien Gesamtstickstoff (N_{tot}) 1974 - 2018

Ganglinien Gesamtstickstoff (N_{tot}) 1974 - 2018



Reussbericht 2014 – 2018

Fact Sheet 12 Chlorid

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 ($>200 \text{ mg/l}$) toxisch für Pflanzen und Algen. Chlorid reduziert die Fischtoxizität von Nitrit. Darum wird für die Beurteilung der Nitritbelastung der Chloridgehalt mitberücksichtigt.

Die Gewässerschutzverordnung 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 darum im Reussbericht die Zielvorgabe von 26 mg/l Cl^- gemäss dem Modul-Stufen-Konzept «Kieselalgen» ([Modul-Stufen-Konzept Kieselalgen](#)) verwendet.

In der Ron hat die Chloridkonzentration in den vergangenen 10 Jahren deutlich zugenommen. Langfristig ist auch in der Reuss und in der Lorze ein Anstieg der Chloridkonzentration erkennbar. Ausserdem ist ein deutlicher Jahresgang feststellbar.

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 dort wo die Einzugsgebiete stark überbaut sind (z.B. Ron bei Ebikon und Lorze bei Frauental).

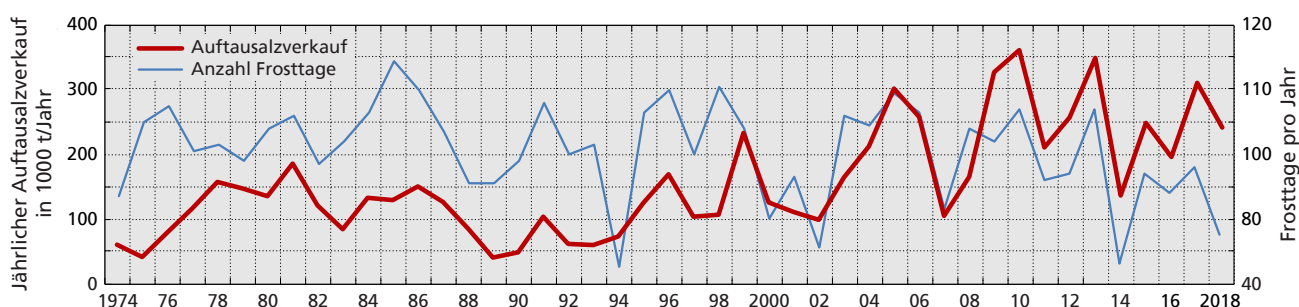
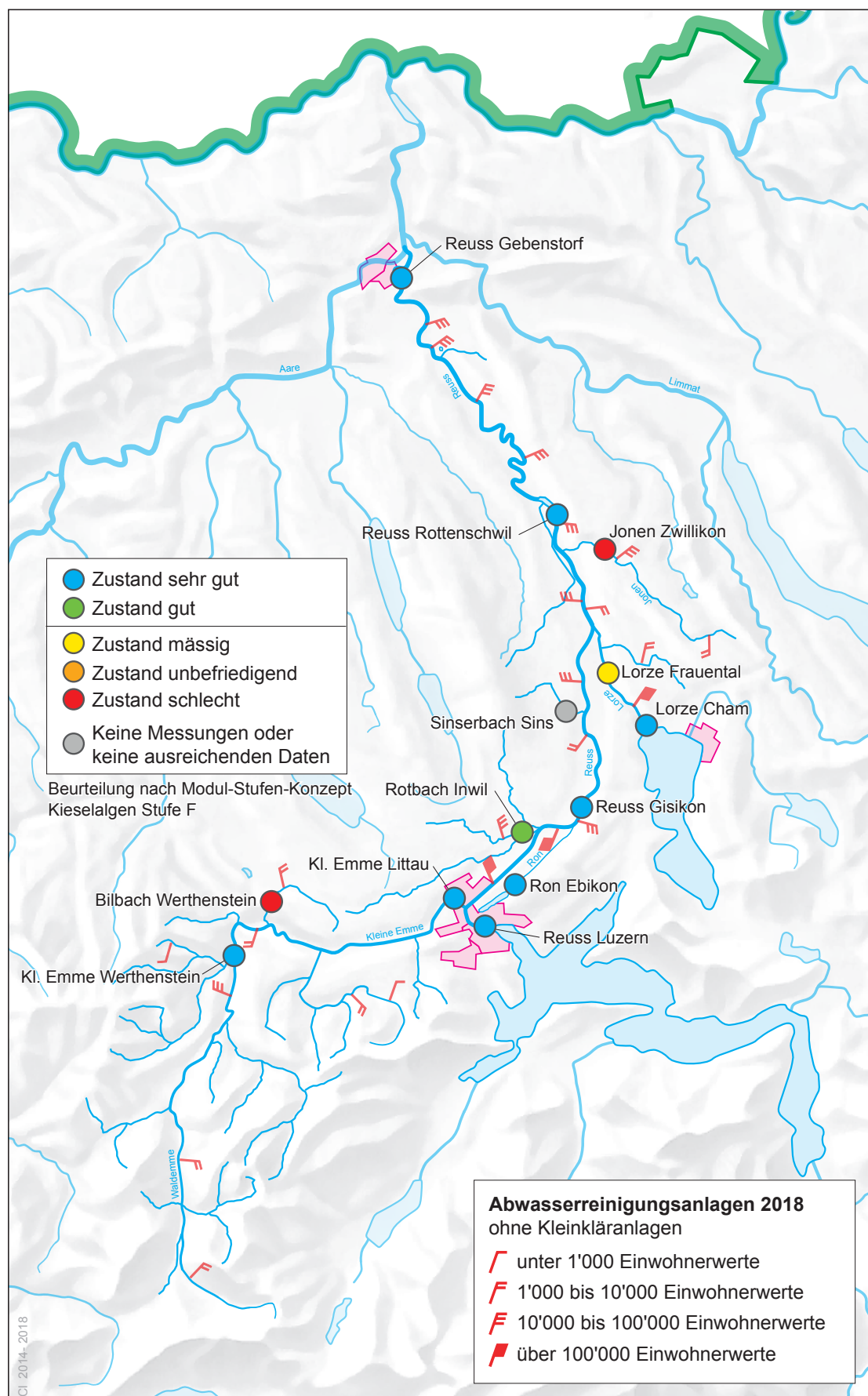


Abbildung: Jährlicher Auftausalzverkauf in der Schweiz und Anzahl Frosttage in Luzern (Quellen: Schweizer Rheinsalinen www.salz.ch, MeteoSchweiz Klimaindikatoren Luzern)

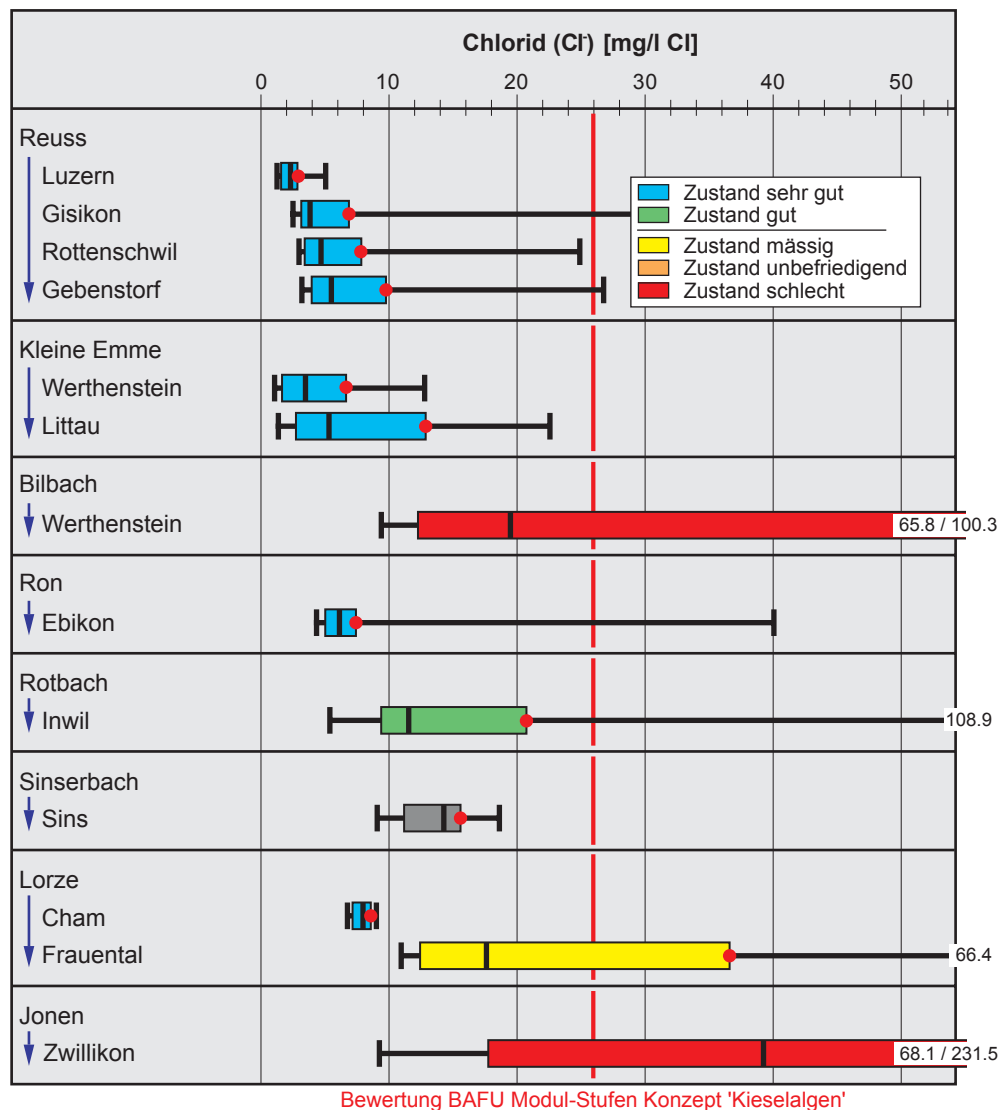
Gemäss Modul-Stufen-Konzept wird eine Einstufung in fünf Zustandsklassen vorgenommen: sehr gut/gut/mässig/unbefriedigend/schlecht. Massgebend sind die 90. Perzentile der gemessenen Konzentrationen.

Bewertung des BAFU	● Zustand sehr gut	13 mg/l Cl
	● Zustand gut	26 mg/l Cl
	● Zustand mässig	39 mg/l Cl
	● Zustand unbefriedigend	52 mg/l Cl
	● Zustand schlecht	

Beurteilung Chlorid (Cl⁻) Periode 2014 - 2018



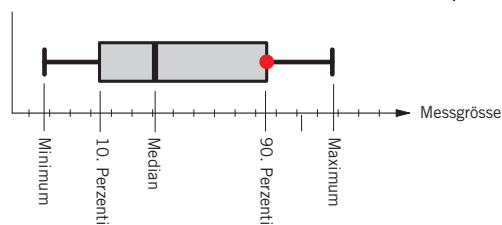
Boxplots Chlorid (Cl⁻) Periode 2014 - 2018

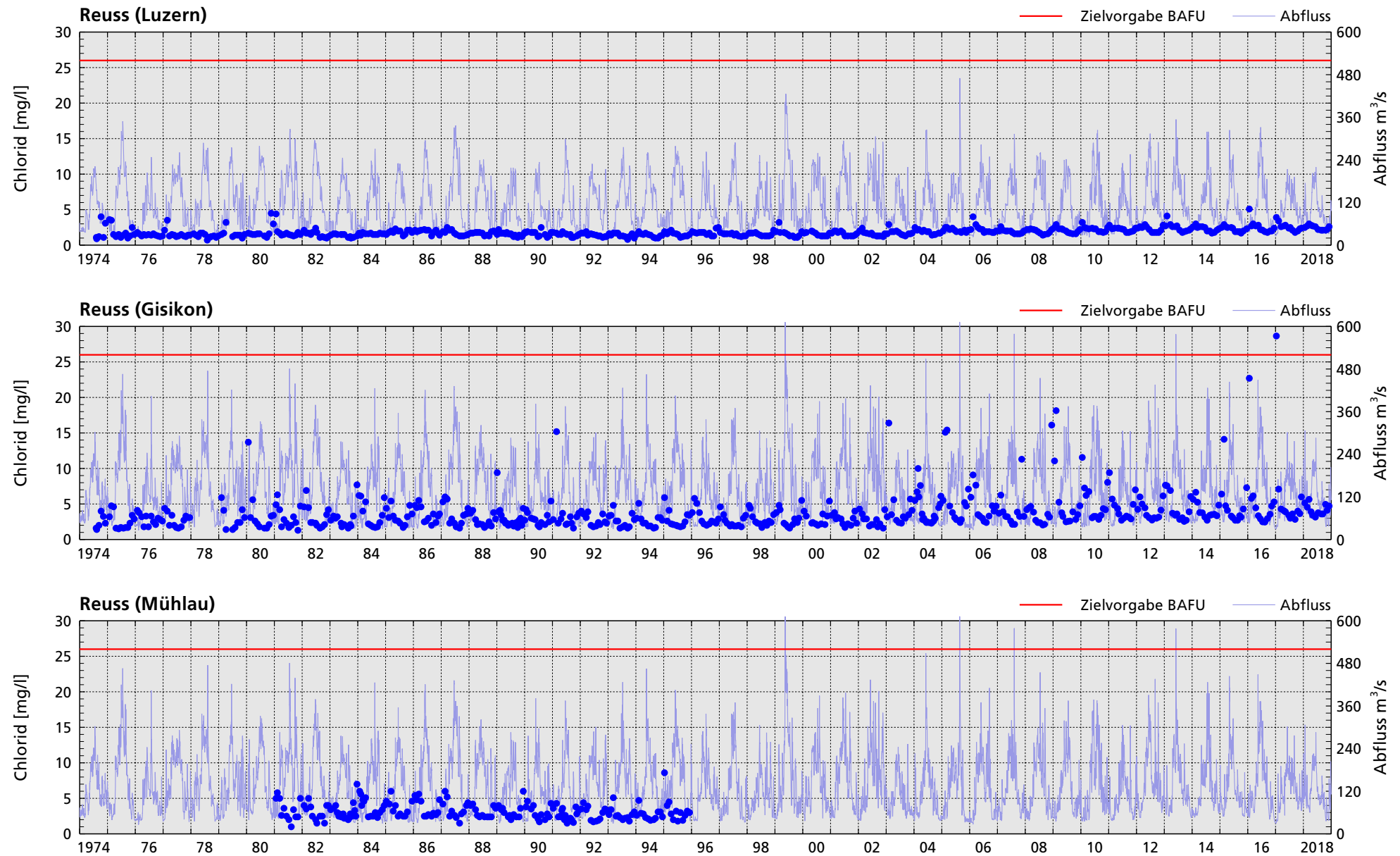


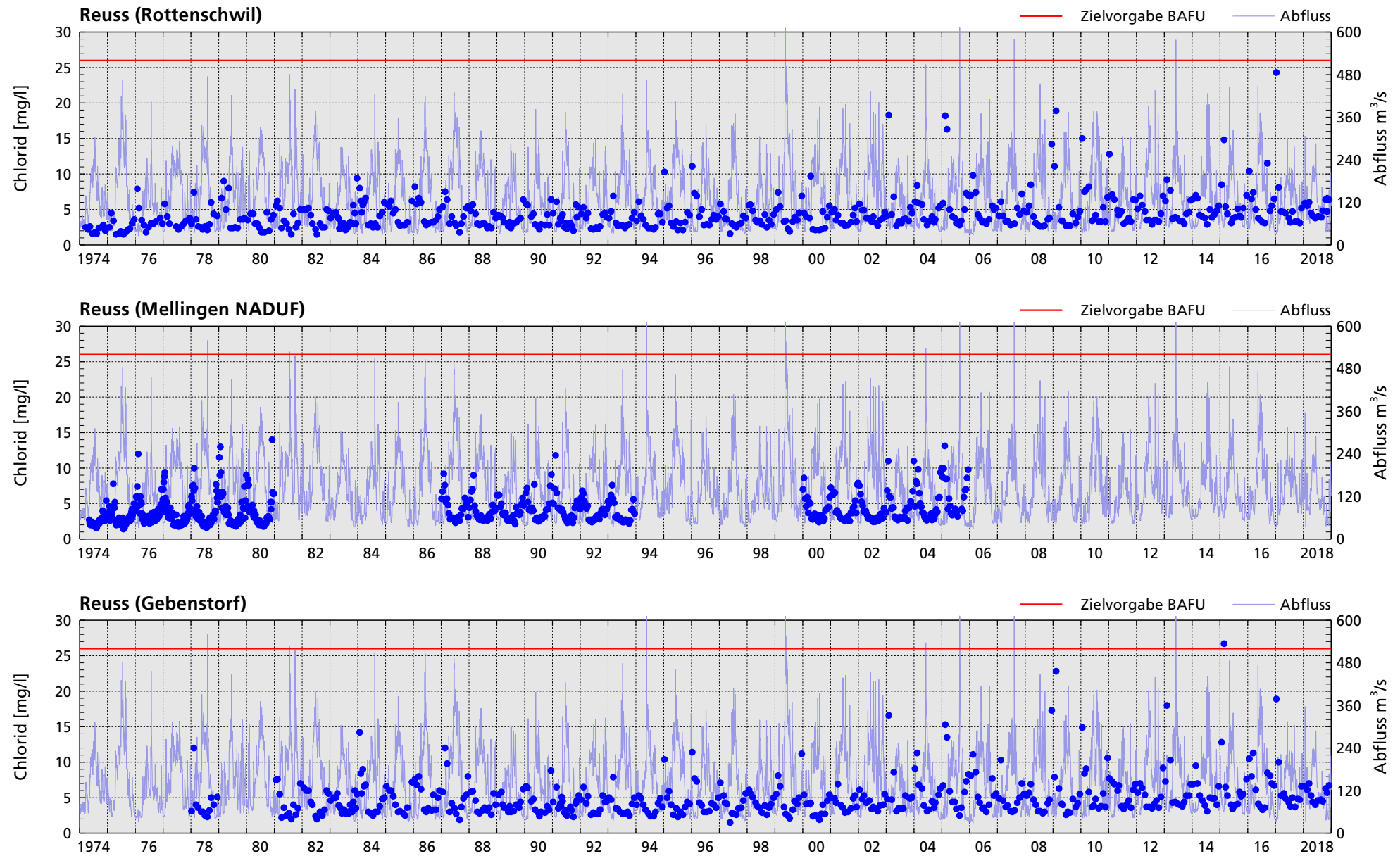
Das Minimum, das 10. Perzentil, der Median, das 90. Perzentil und das Maximum der gemessenen Chloridkonzentrationen 2014–2018 können zusammen in sogenannten Box-Plots dargestellt werden. Box-Plots vermitteln einen schnellen Überblick über die Lage und Streuung der Messungen. In Fliessrichtung des Gewässers untereinander angeordnet, stellen die Box-Plots zudem den Verlauf der Chloridkonzentration entlang des Gewässers dar.

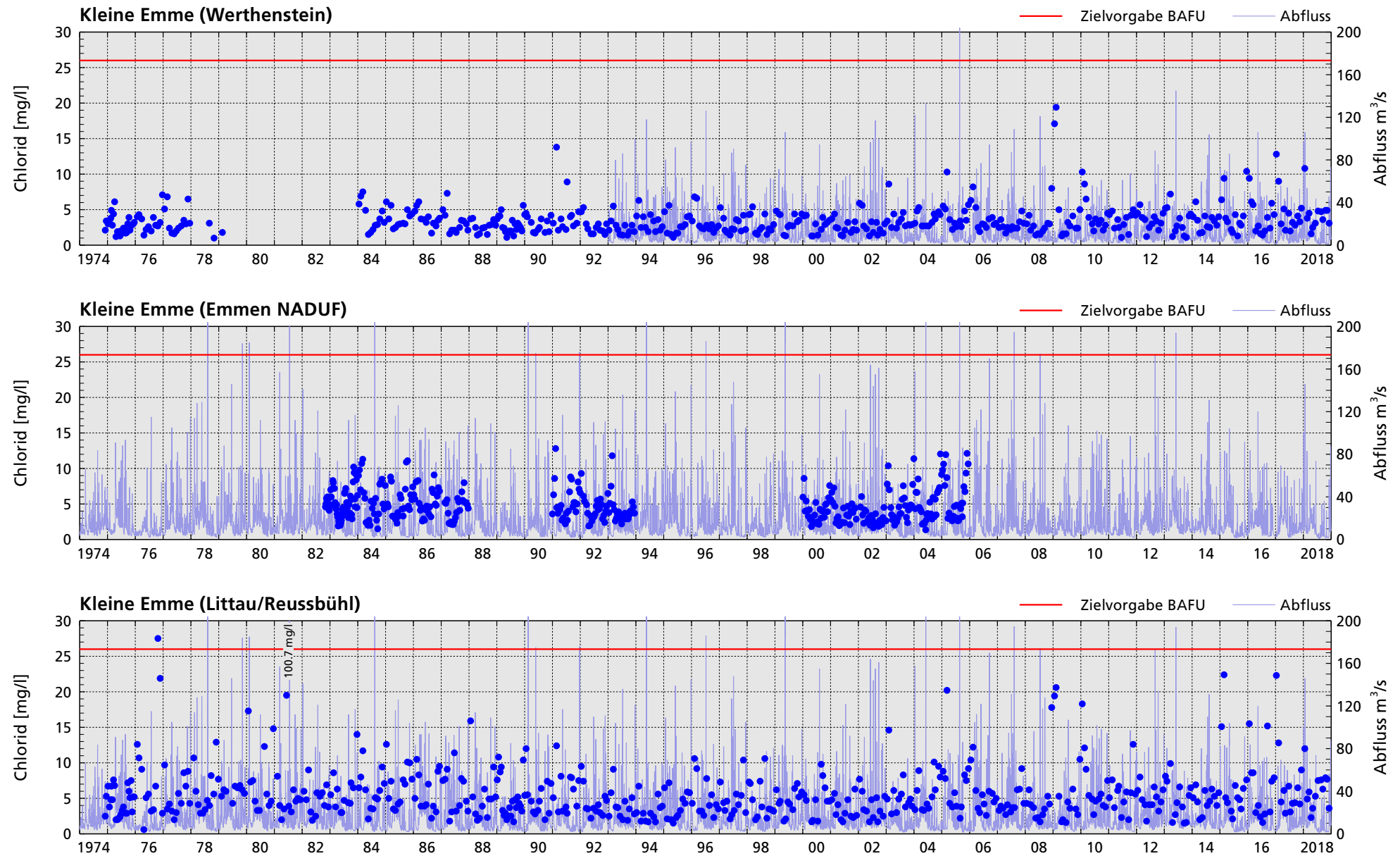
Das 10. Perzentil ist der Wert, der mit einer Wahrscheinlichkeit von 10 % nicht überschritten wird. Das heisst in 10 % aller Fälle sind die Chloridkonzentrationen im Gewässer kleiner als das 10. Perzentil und in 90 % der Fälle liegen sie darüber. Analog wird das 90. Perzentil definiert.

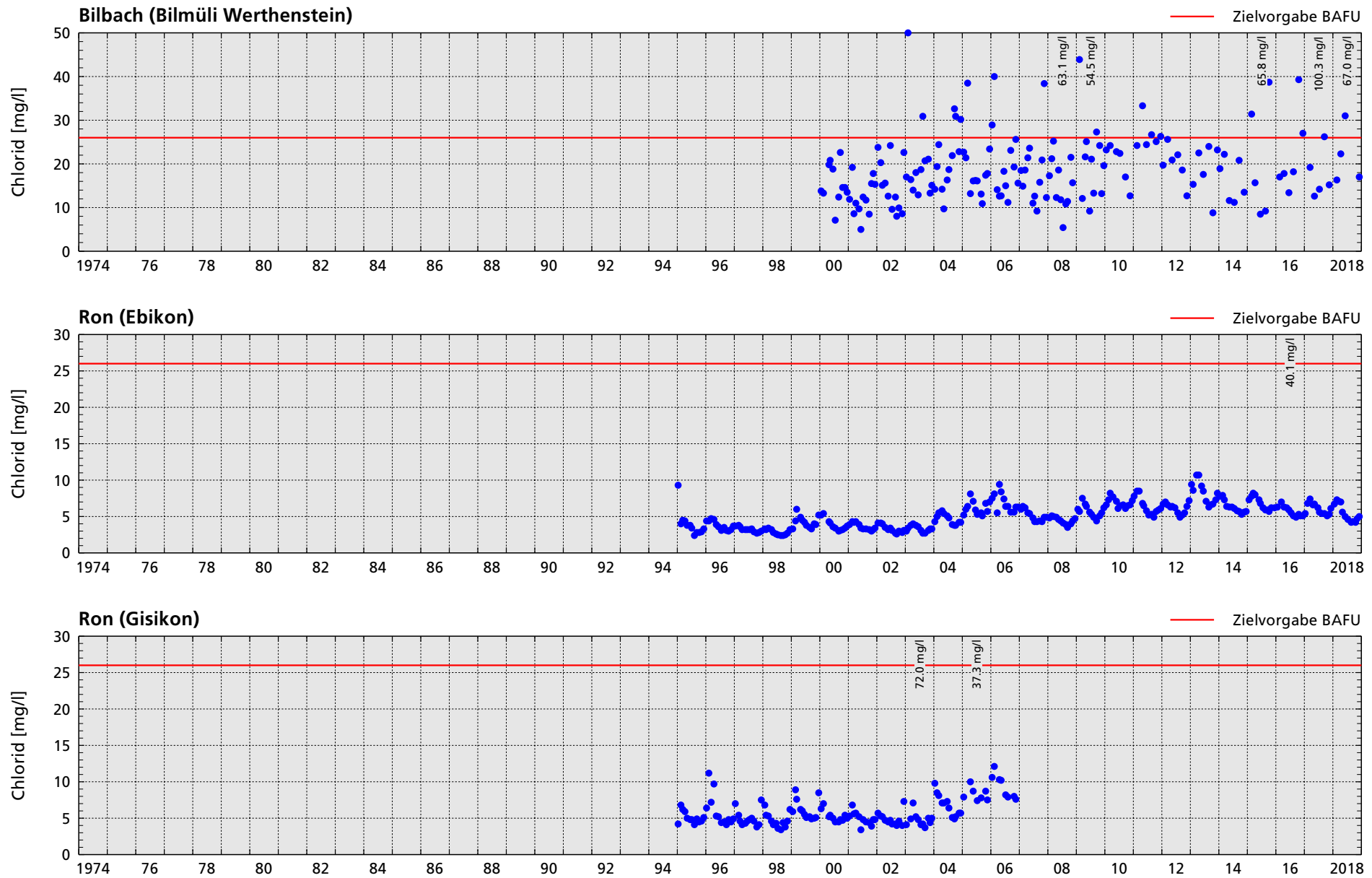
Der Median ist der Wert, der in der Hälfte aller Fälle unterschritten und in der anderen Hälfte der Fälle überschritten wird. Er entspricht in vielen Fällen besser als der arithmetische Mittelwert der Vorstellung von der Mitte einer Messdatenreihe. Er ist unempfindlich gegenüber einzelnen Ausreissern.



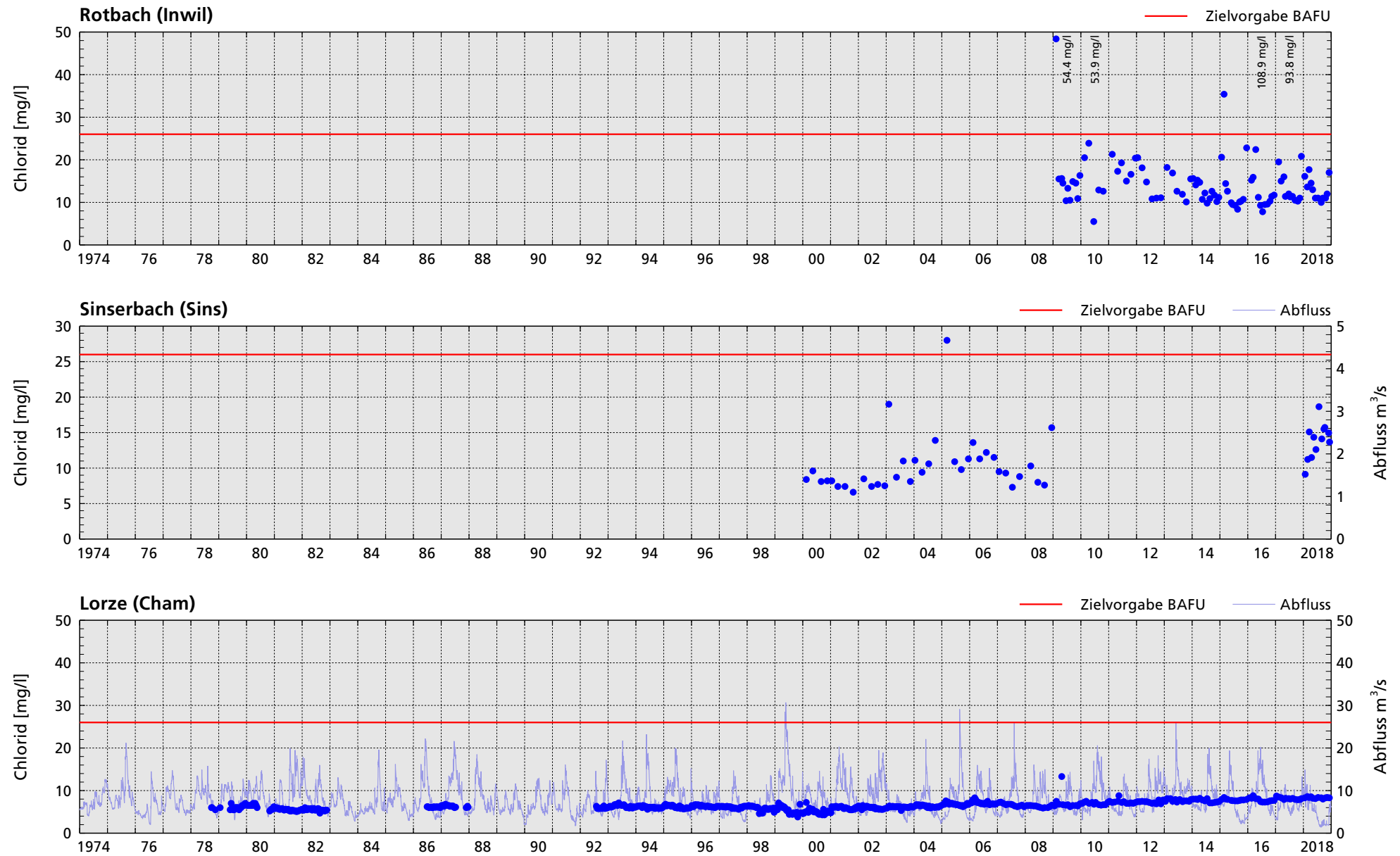
Ganglinien Chlorid (Cl^-) 1974 - 2018

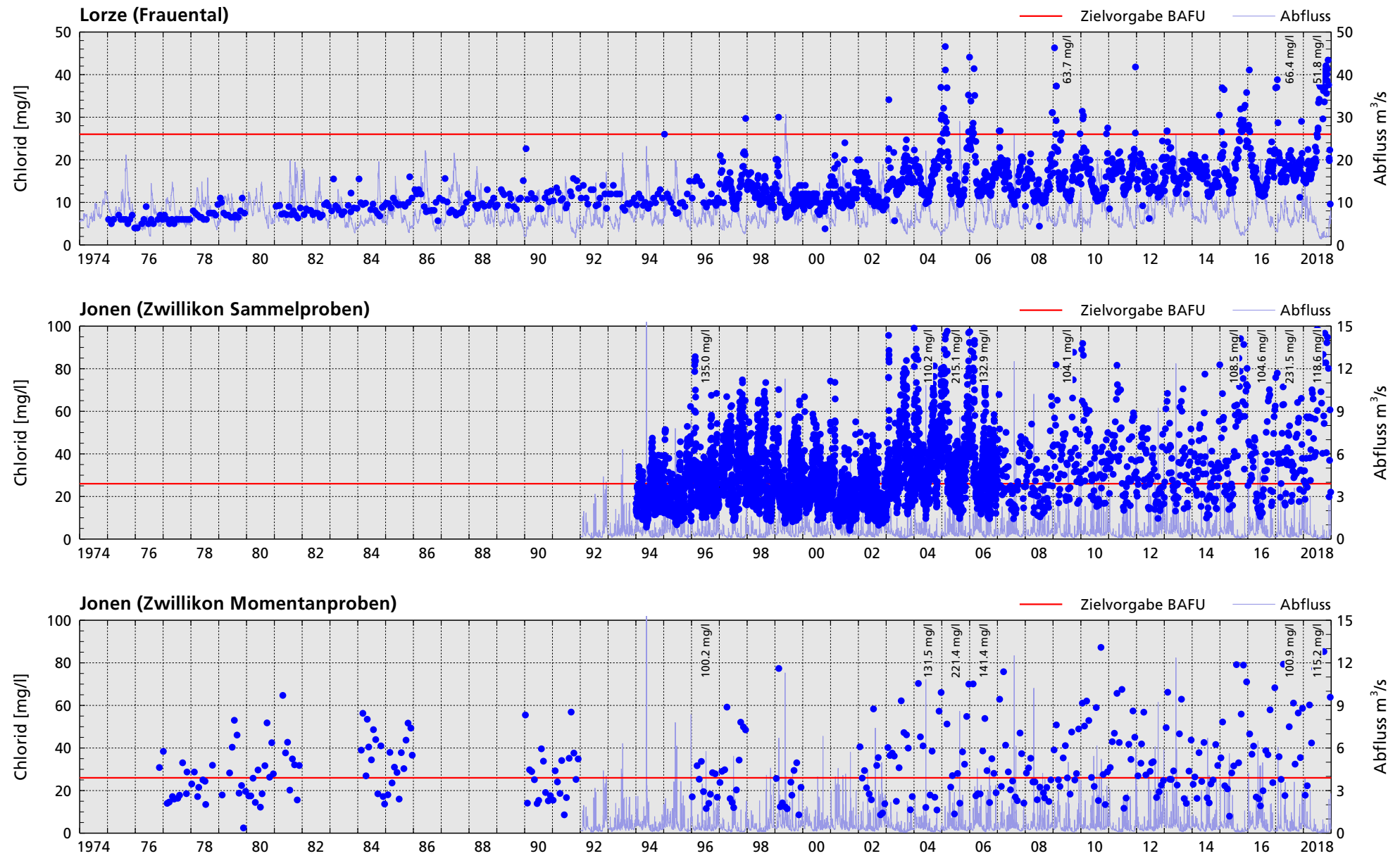
Ganglinien Chlorid (Cl^-) 1974 - 2018

Ganglinien Chlorid (Cl^-) 1974 - 2018

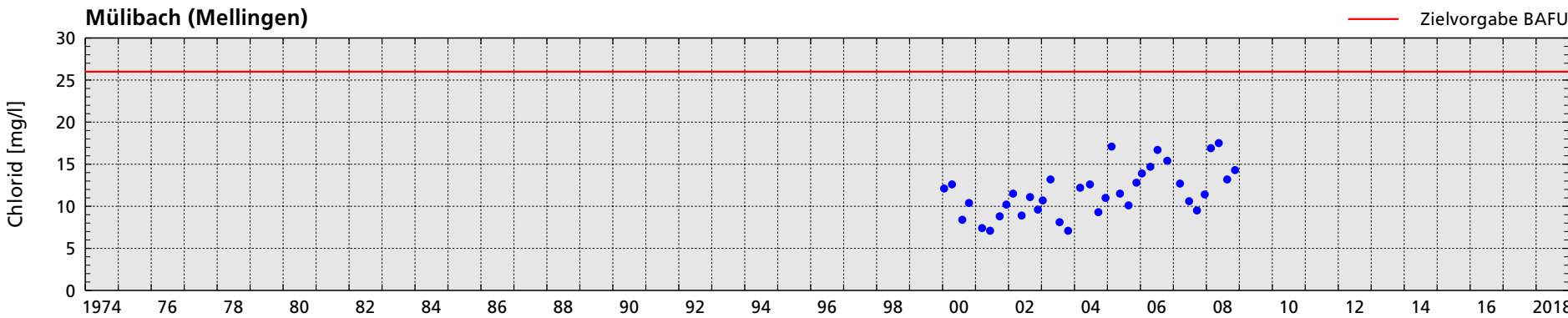
Ganglinien Chlorid (Cl^-) 1974 - 2018

Ganglinien Chlorid (Cl^-) 1974 - 2018



Ganglinien Chlorid (Cl^-) 1974 - 2018

Ganglinien Chlorid (Cl⁻) 1974 - 2018



Reussbericht 2014 – 2018

Fact Sheet 13

Leitfähigkeit

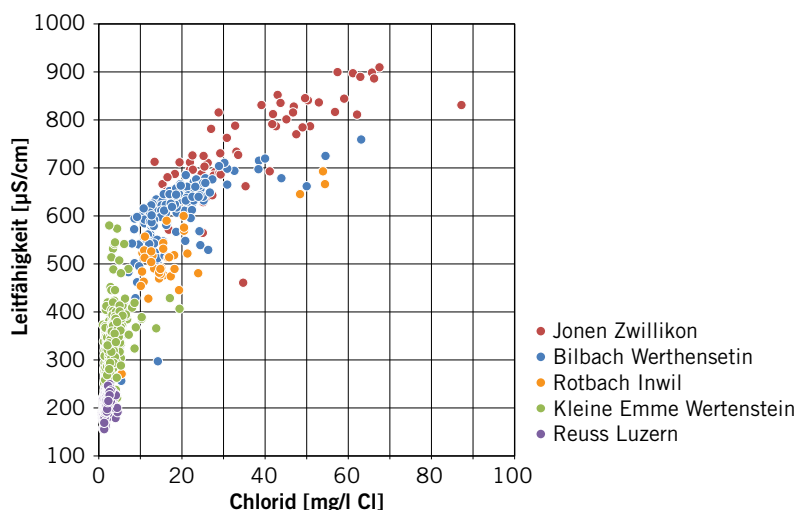
Die elektrische Leitfähigkeit ist ein Indikator für den Gehalt an gelösten Salzen. Sie wird hauptsächlich durch die Wasserhärte (Calcium, Magnesium, Bikarbonat) beeinflusst. Zu den anthropogen beeinflussten Stoffen, welche die Leitfähigkeit mitbestimmen, zählen die Nährstoffparameter Nitrat, Nitrit, Ammonium, Phosphat, Chlorid aus dem Abwasser und im Winter Streusalz aus dem Strassenunterhalt. 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 und damit dem tieferen Gehalt an Karbonat 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 Oberflächenwässern liegt im Bereich von 200 bis 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. In kalkreichen Gebieten kann die geogen bedingte Leitfähigkeit auch höher liegen. In Seen ist die Leitfähigkeit wegen der biogenen Kalkausfällung tief.

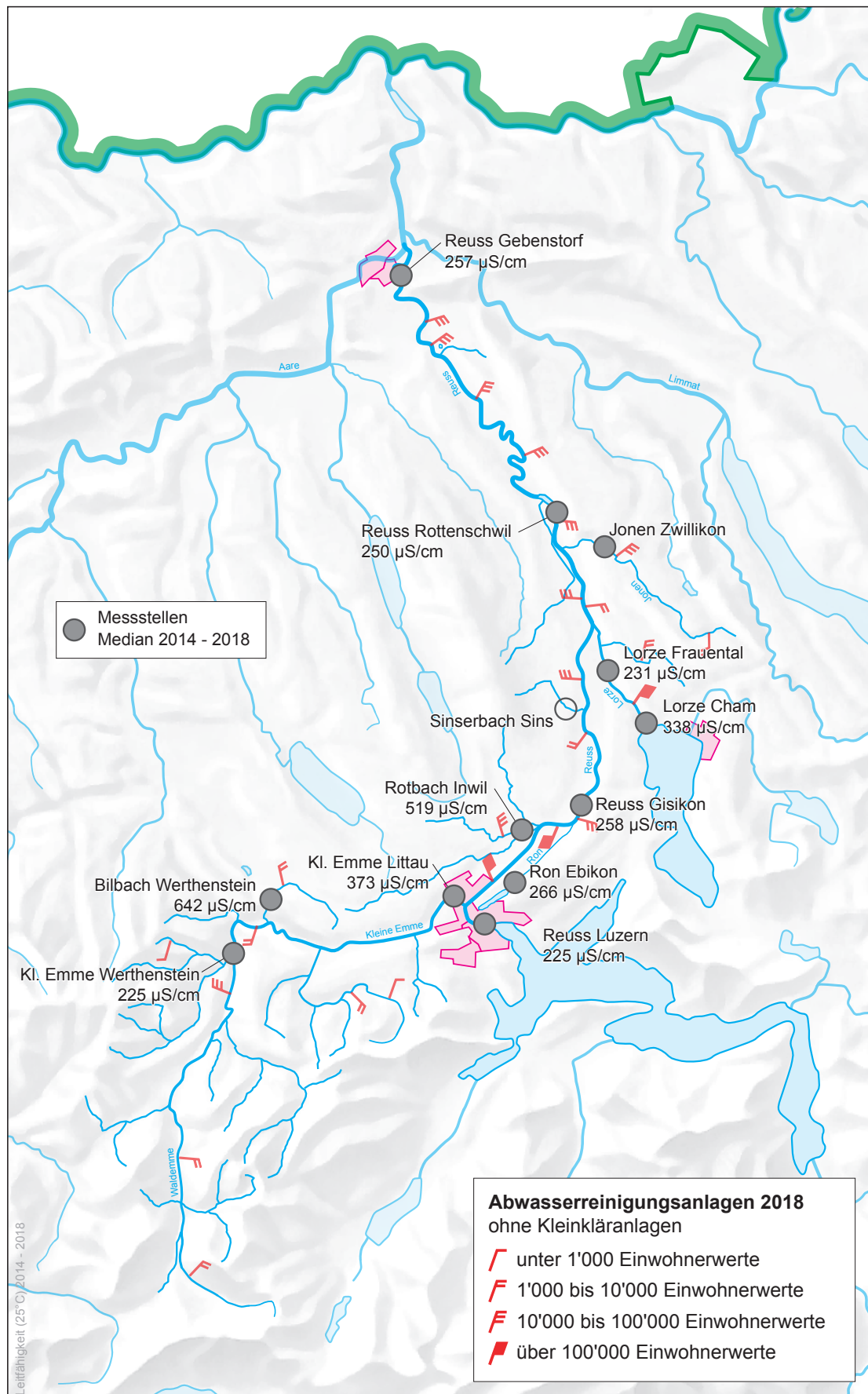
Die elektrische Leitfähigkeit ist stark temperaturabhängig. Sie nimmt mit steigender Wassertemperatur um ca. 2 % pro 1°C zu. Leitfähigkeitsmesswerte sind darum standardmässig auf eine Referenztemperatur von 25°C oder 20°C bezogen und werden mit LF_{25} oder LF_{20} abgekürzt. Für den Reussbericht wurden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

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

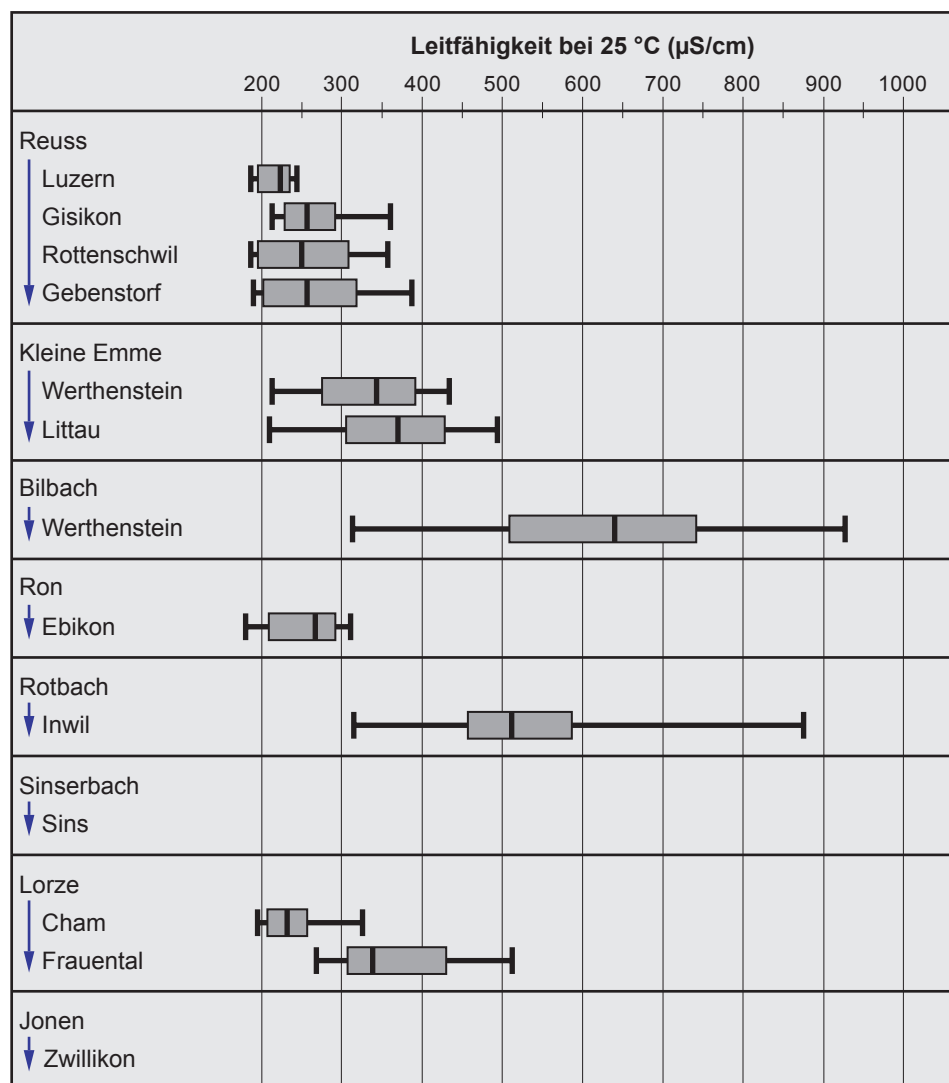
Höhere Leitfähigkeiten – im Mittel um 500 bis 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ – werden in der Jonen, im Bilbach und im Rotbach gemessen. Dies korrespondiert mit den dort vorkommenden höheren Chloridkonzentrationen (siehe Abbildung).



Messstellen Leitfähigkeit 2014 - 2018



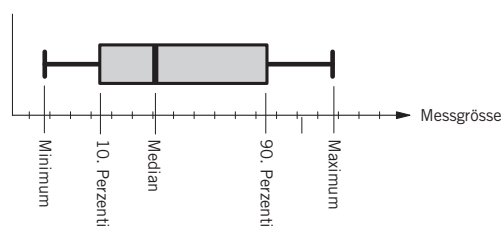
Boxplots Leitfähigkeit Periode 2014 - 2018



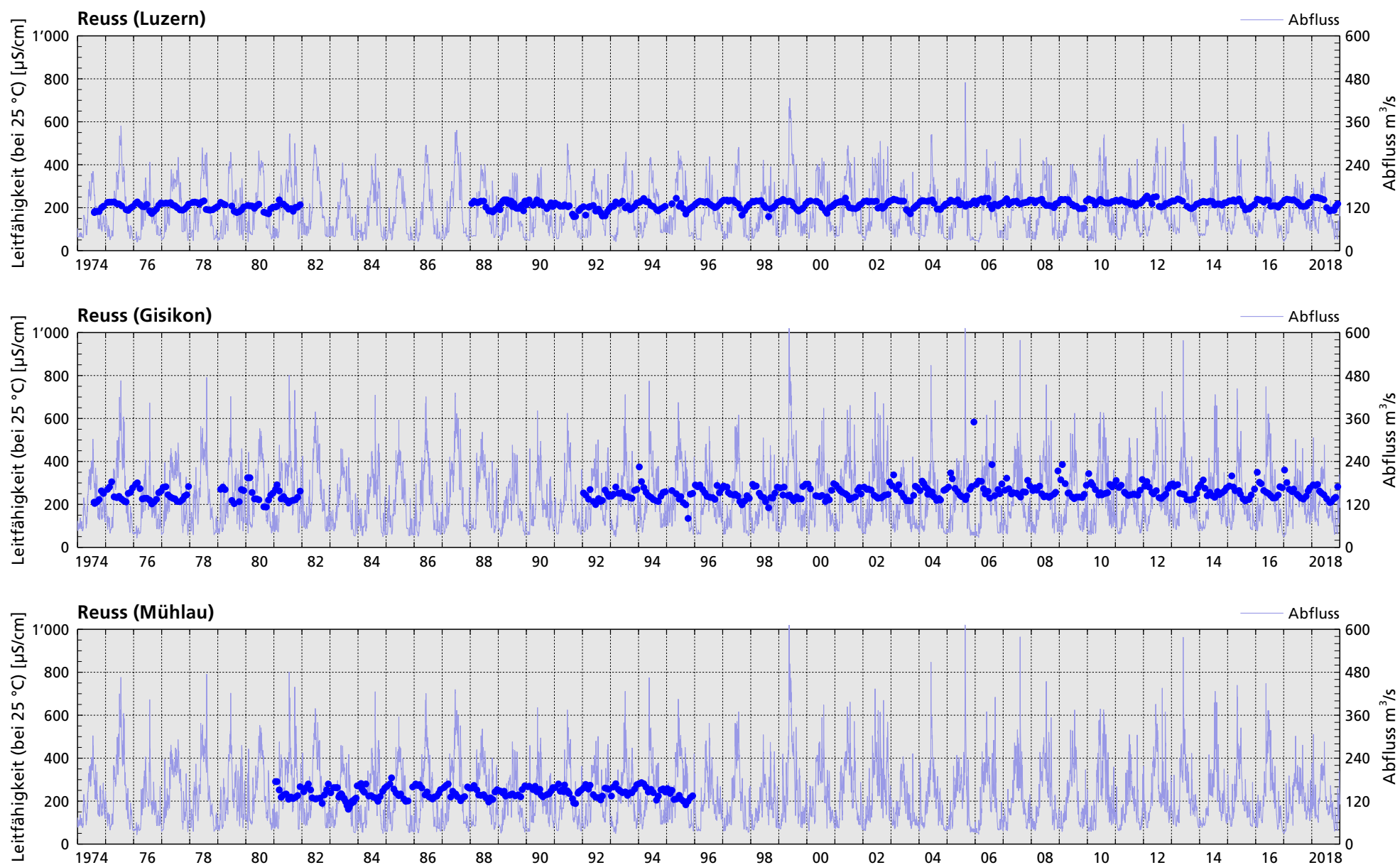
Das Minimum, das 10. Perzentil, der Median, das 90. Perzentil und das Maximum der gemessenen Leitfähigkeiten 2014–2018 können zusammen in sogenannten Box-Plots dargestellt werden. Box-Plots vermitteln einen schnellen Überblick über die Lage und Streuung der Messungen. In Fliessrichtung des Gewässers untereinander angeordnet, stellen die Box-Plots zudem den Verlauf der Leitfähigkeit entlang des Gewässers dar.

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

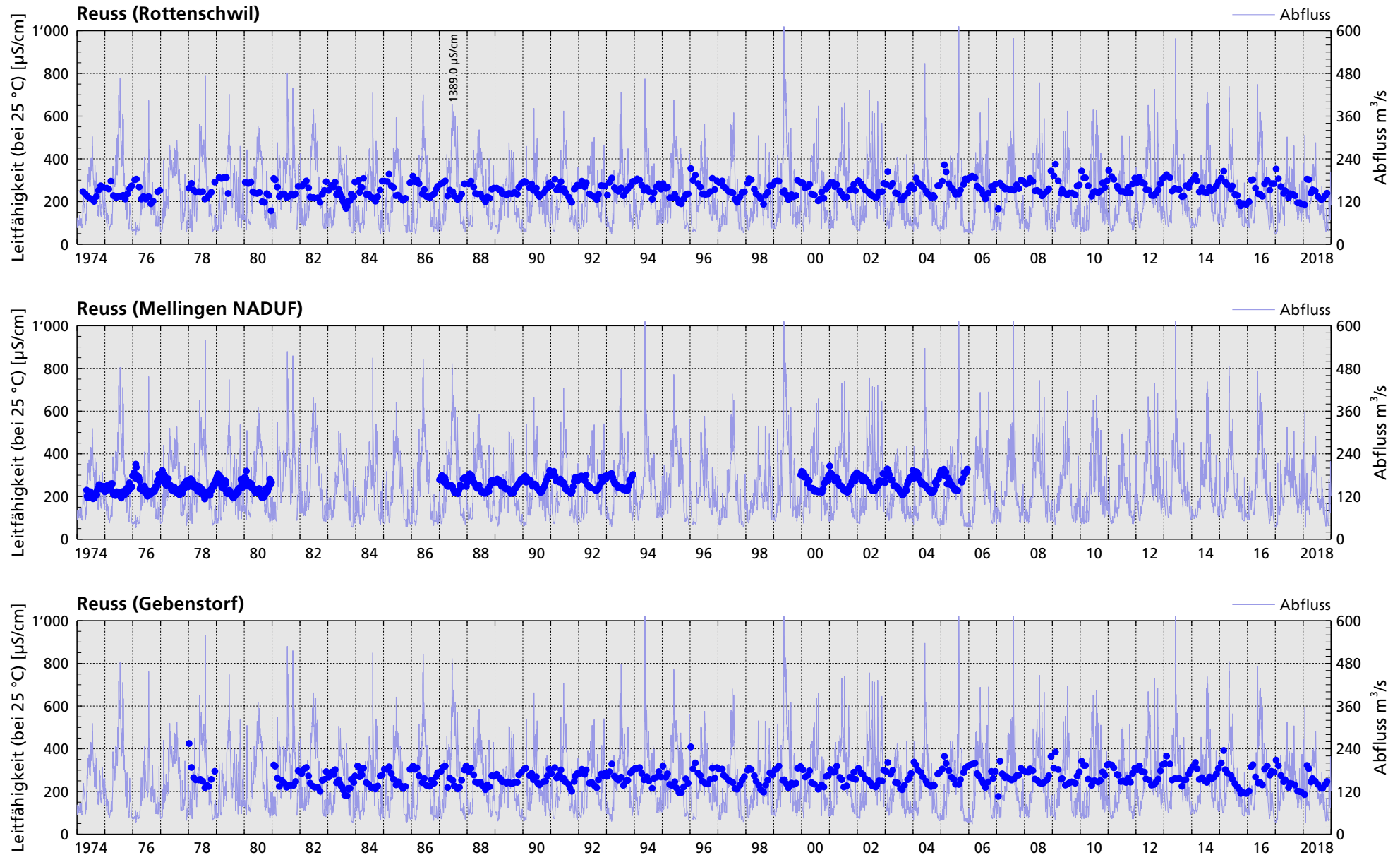
Der Median ist der Wert, der in der Hälfte aller Fälle unterschritten und in der anderen Hälfte der Fälle überschritten wird. Er entspricht in vielen Fällen besser als der arithmetische Mittelwert der Vorstellung von der Mitte einer Messdatenreihe. Er ist unempfindlich gegenüber einzelnen Ausreissern.



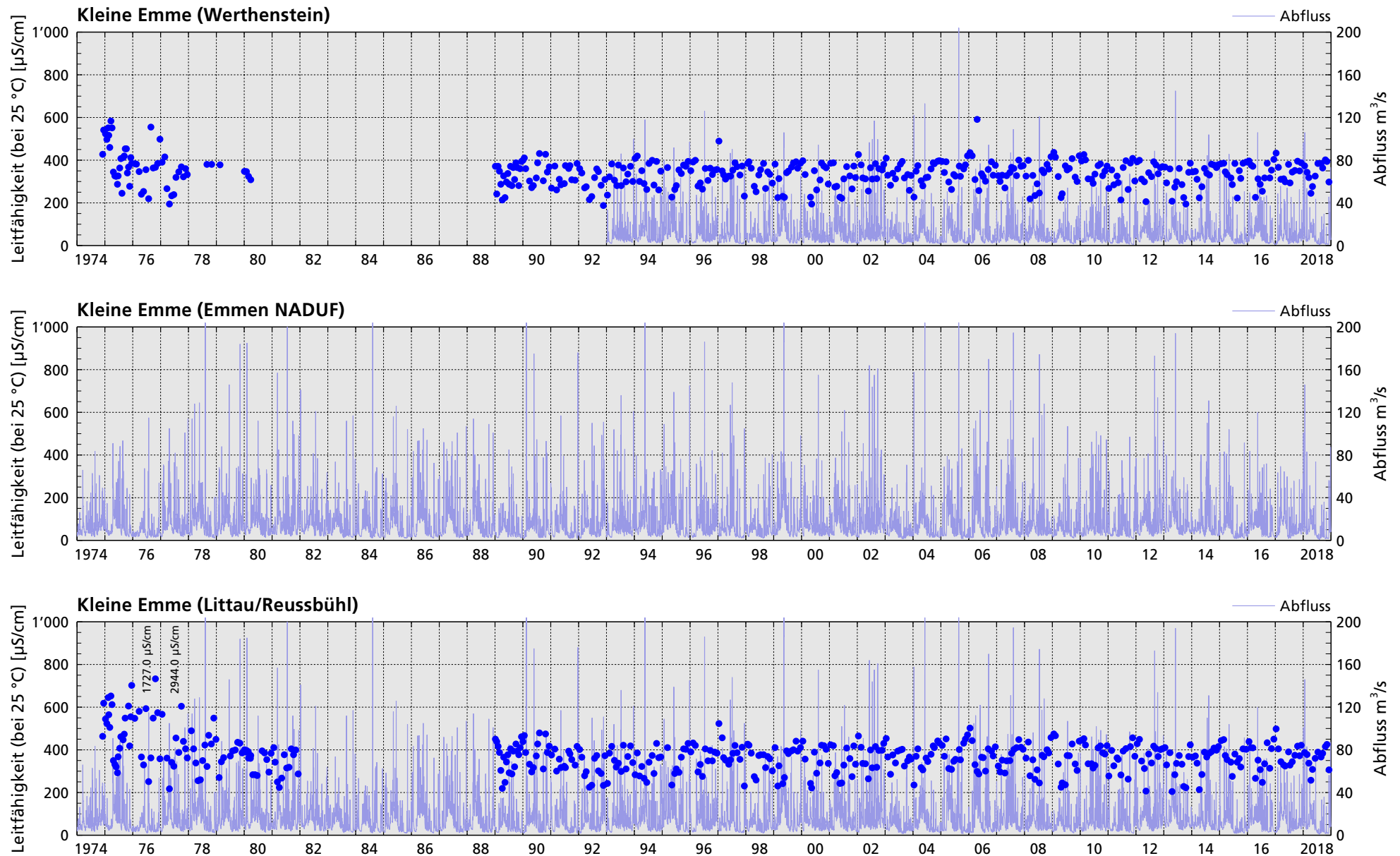
Ganglinien Leitfähigkeit 1974 - 2018



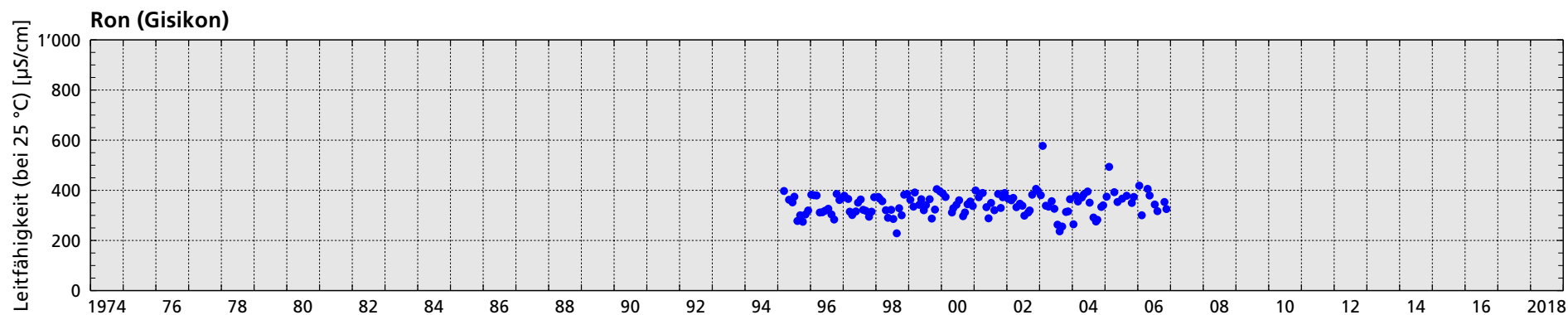
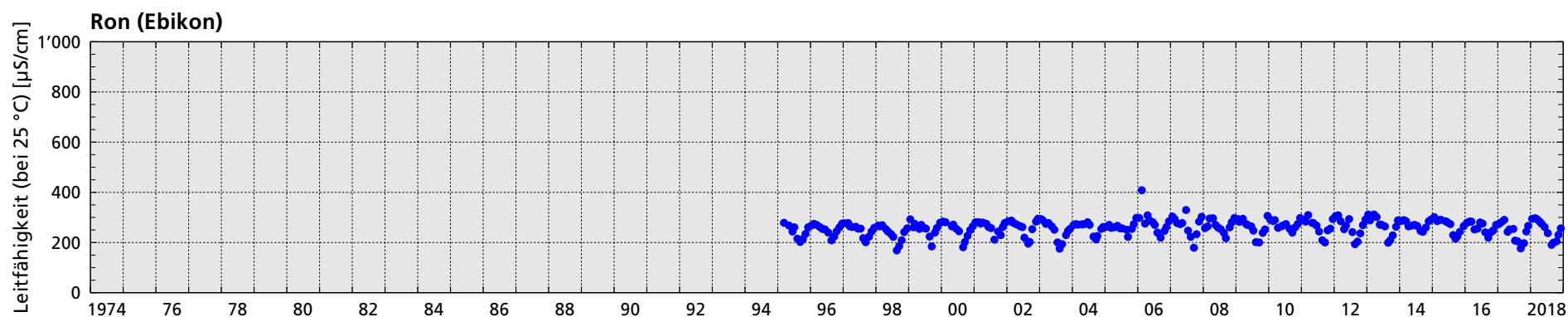
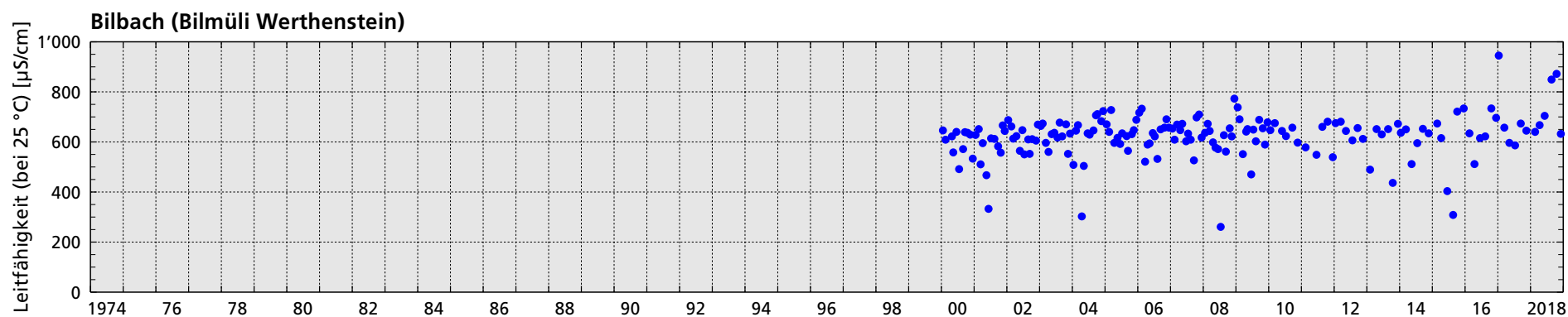
Ganglinien Leitfähigkeit 1974 - 2018



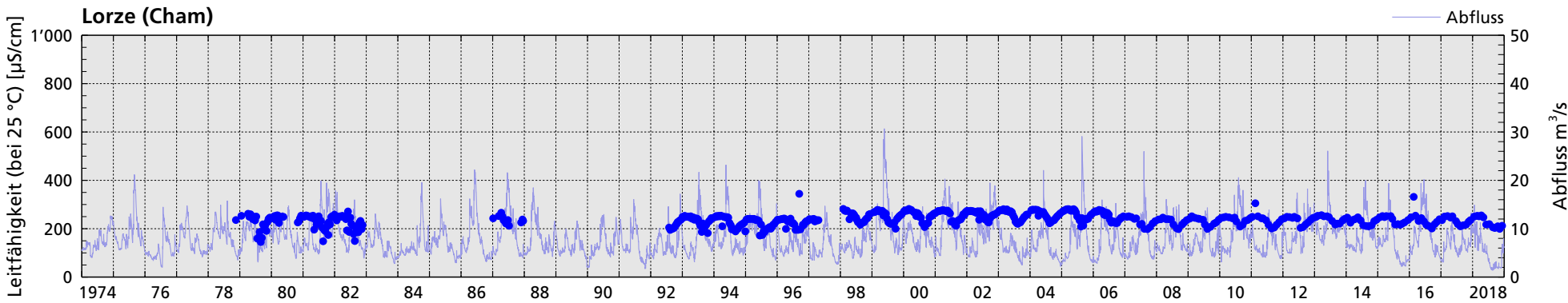
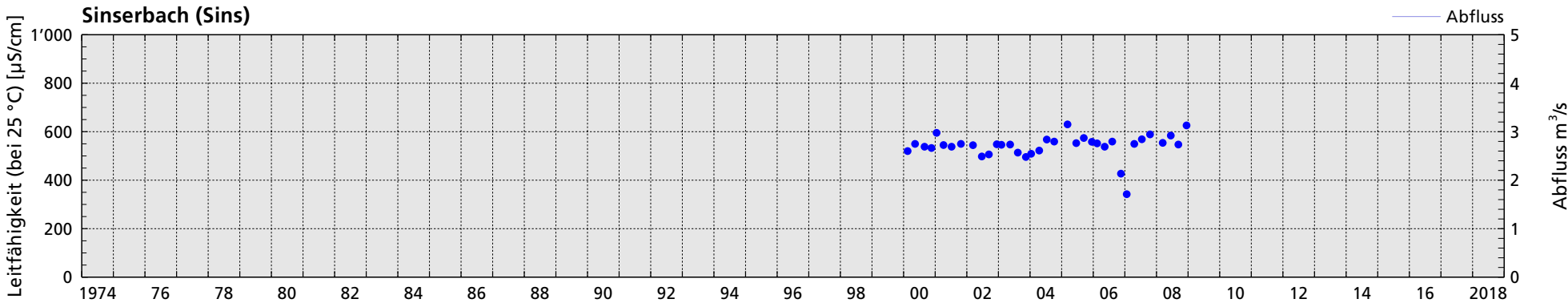
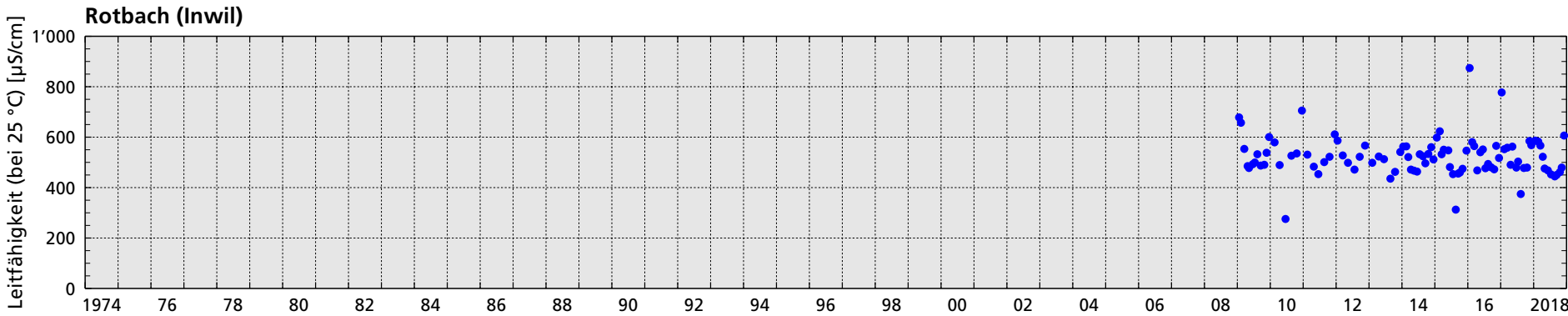
Ganglinien Leitfähigkeit 1974 - 2018



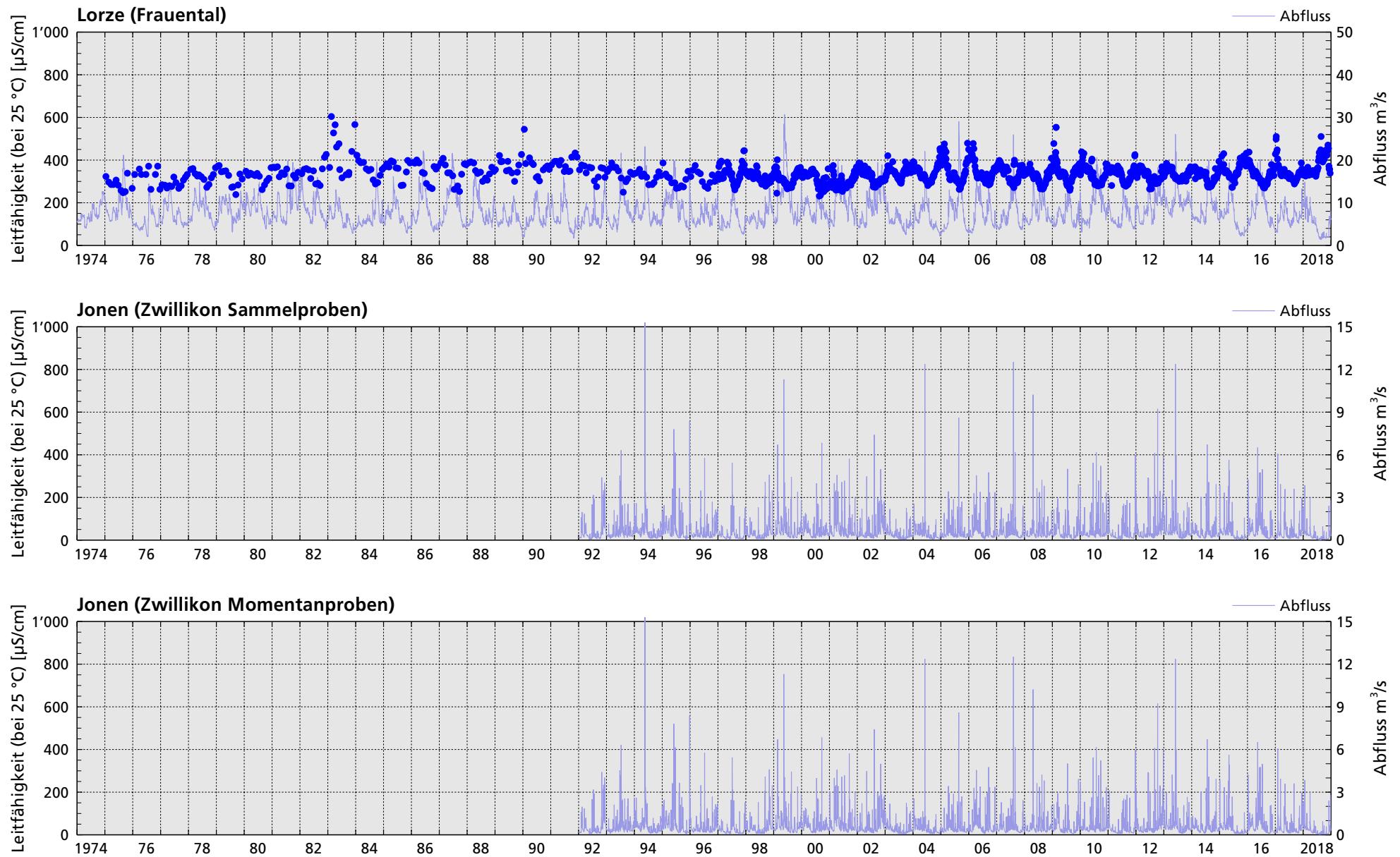
Ganglinien Leitfähigkeit 1974 - 2018



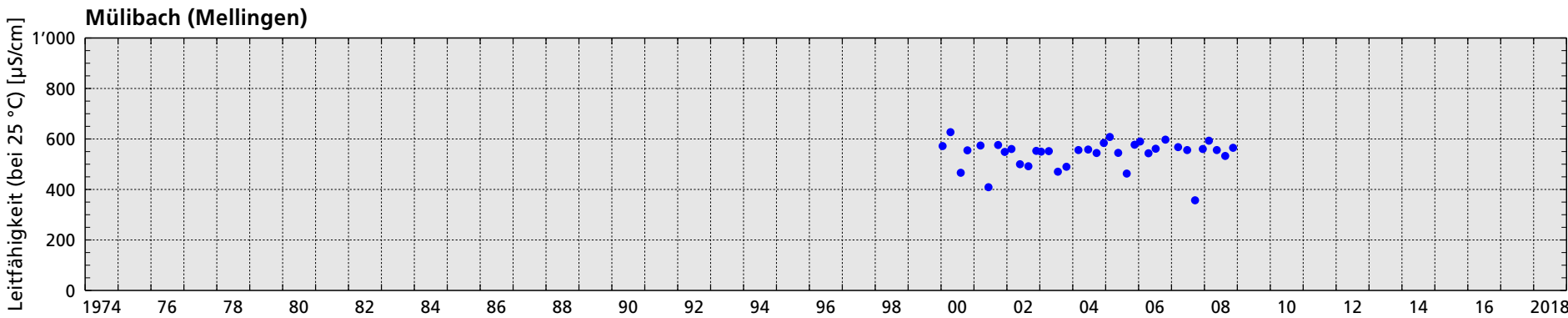
Ganglinien Leitfähigkeit 1974 - 2018



Ganglinien Leitfähigkeit 1974 - 2018



Ganglinien Leitfähigkeit 1974 - 2018



Fact Sheet 14

pH-Wert

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 ungefähr bei 8. Weitere Einflussfaktoren des pH-Wertes 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.

In der Gewässerschutzverordnung ist der pH-Wert verbal geregelt ('kein nachteiliger pH-Wert').

Die pH-Werte liegen mehrheitlich zwischen 8.0 und 8.5. In der Lorze bei Cham ist der pH-Wert in der Vegetationsperiode aufgrund der hohen biologischen Produktion (Photosynthese) im Zugersee erhöht. Die Amplituden und Maximalwerte haben aber aufgrund der Gewässerschutzmassnahmen im Verlauf der Jahre abgenommen (siehe Abbildung).

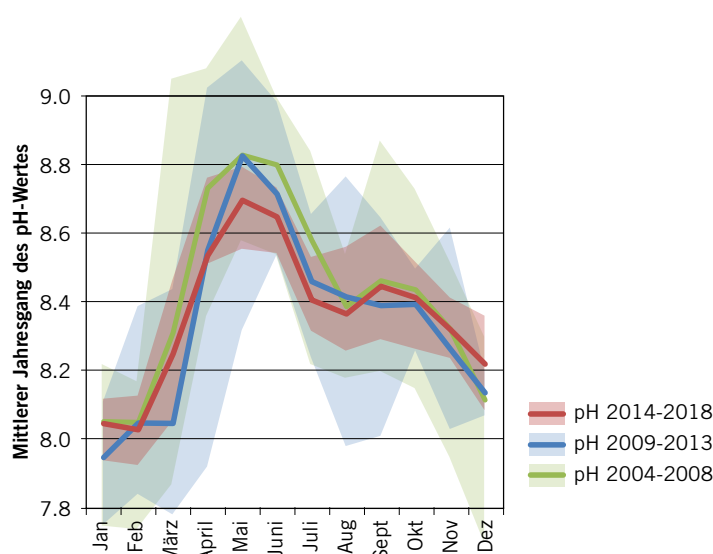
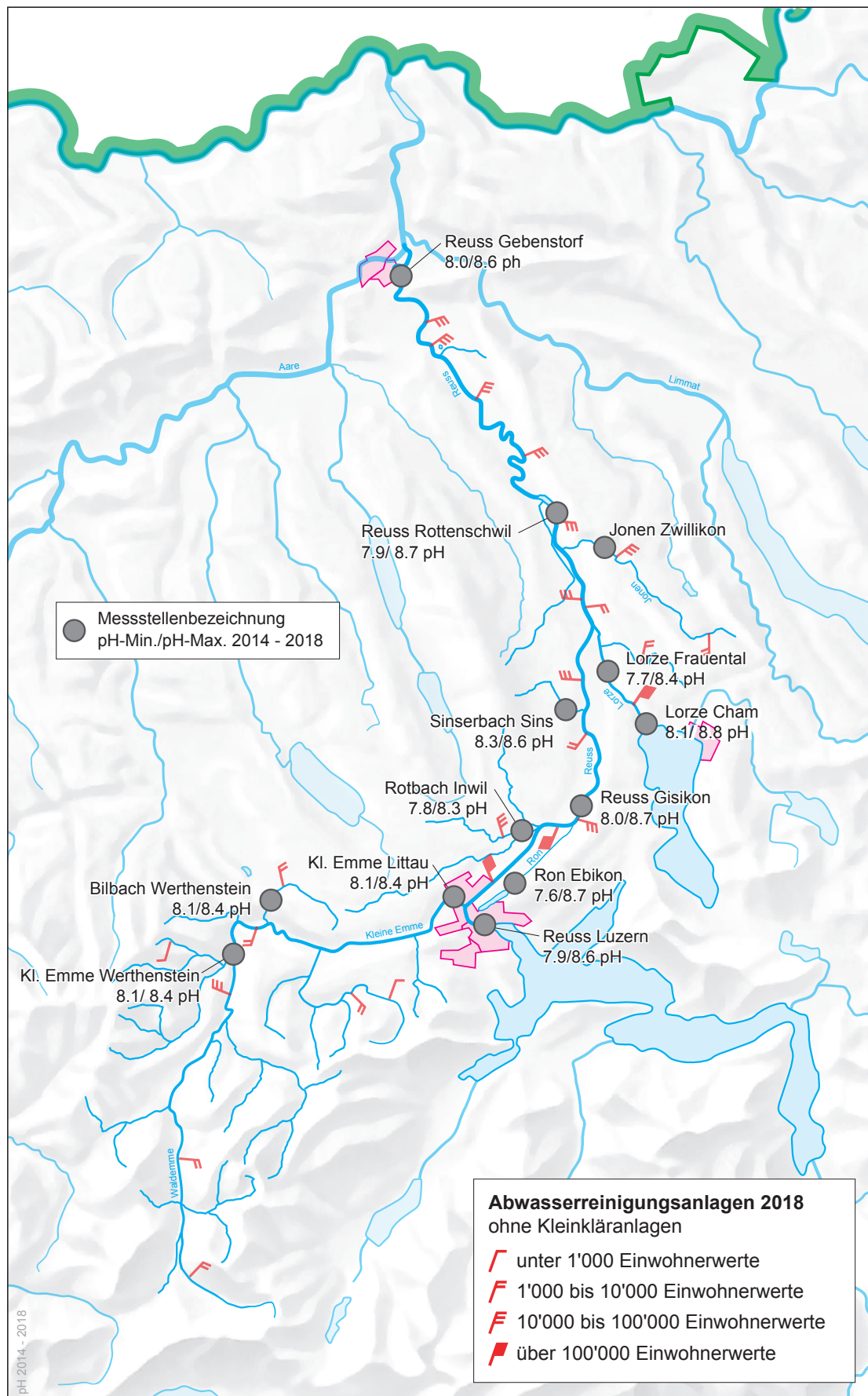
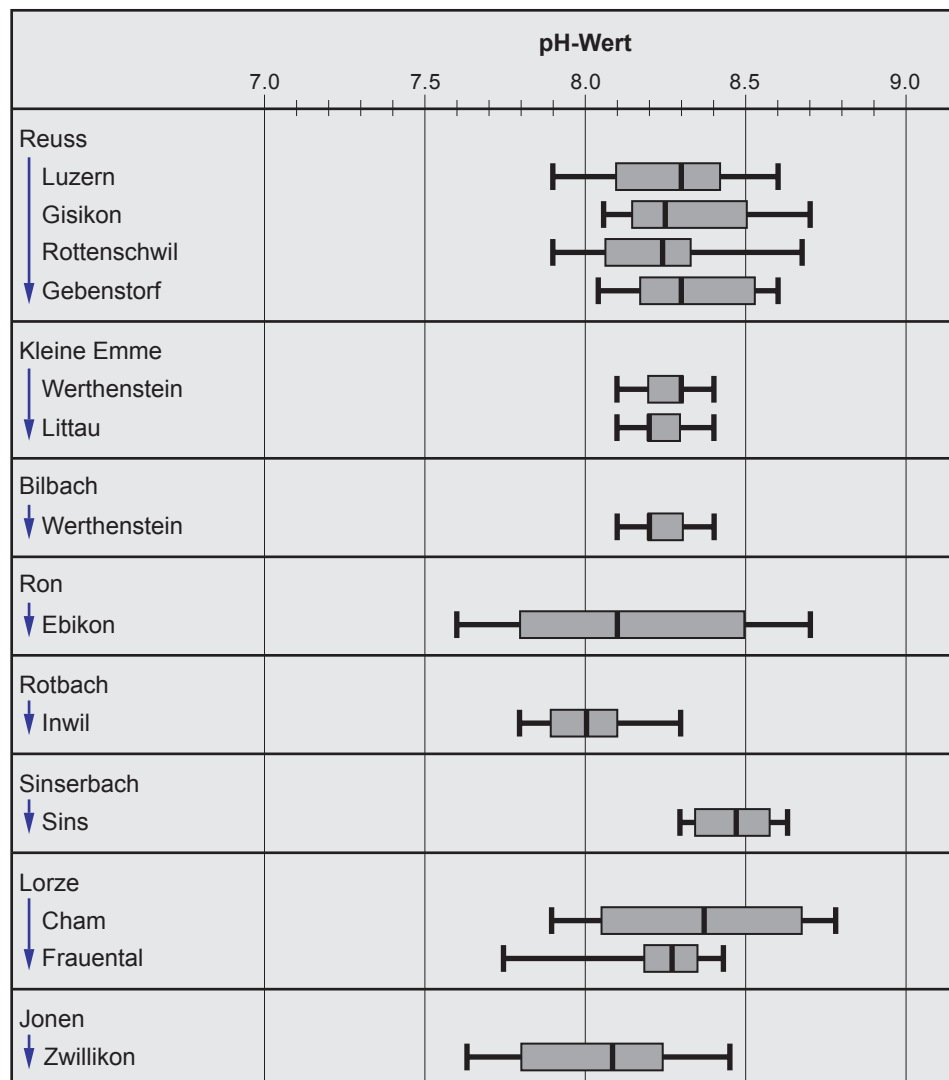


Abbildung: Mittlerer Jahresgang und Bandbreiten des pH-Wertes in der Lorze bei Cham in den Perioden 2004–2008, 2009–2013 und 2014–2018. Die monatlichen Bandbreiten der pH-Schwankungen haben aufgrund der Gewässerschutzmassnahmen im Zugersee abgenommen.

Messstellen pH-Wert 2014 - 2018



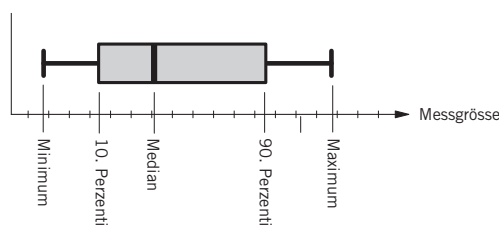
Boxplots pH-Werte Periode 2014 - 2018



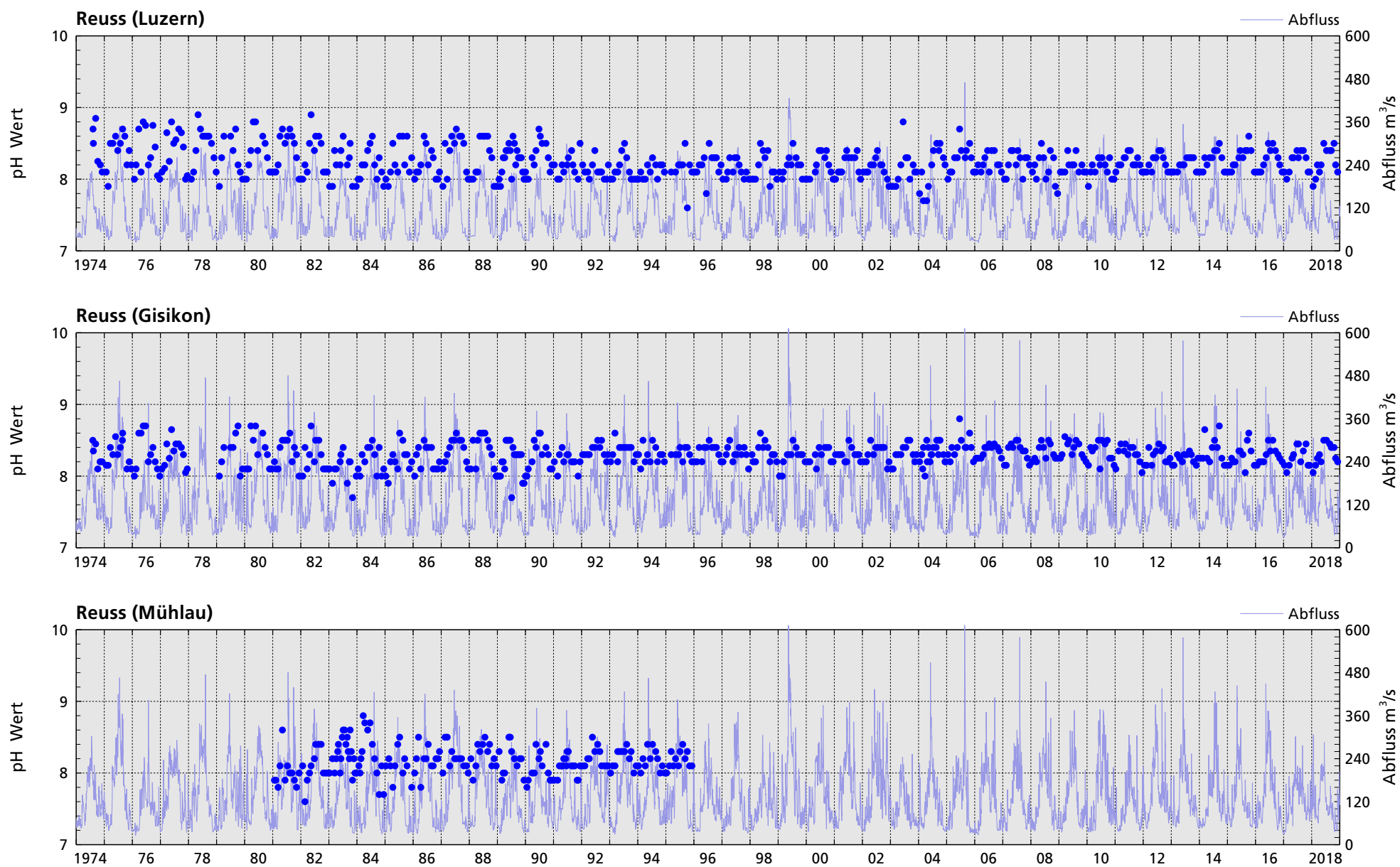
Das Minimum, das 10. Perzentil, der Median, das 90. Perzentil und das Maximum des pH-Wertes der Messreihen 2014–2018 können zusammen in sogenannten Box-Plots dargestellt werden. Box-Plots vermitteln einen schnellen Überblick über die Lage und Streuung der Messungen. In Fliessrichtung des Gewässers untereinander angeordnet, stellen die Box-Plots zudem den Verlauf des pH-Wertes entlang des Gewässers dar.

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

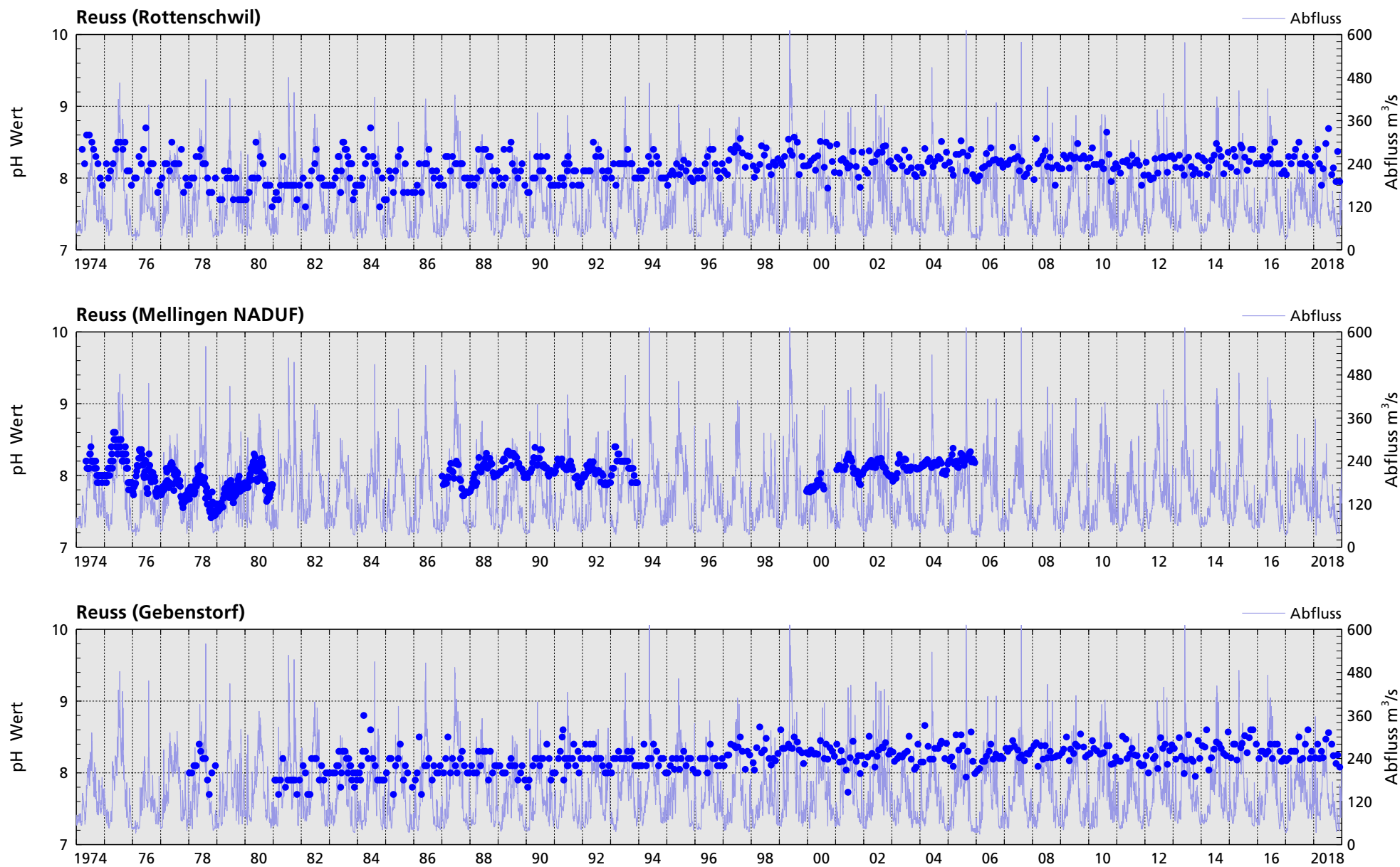
Der Median ist der Wert, der in der Hälfte aller Fälle unterschritten und in der anderen Hälfte der Fälle überschritten wird. Er entspricht in vielen Fällen besser als der arithmetische Mittelwert der Vorstellung von der Mitte einer Messdatenreihe. Er ist unempfindlich gegenüber einzelnen Ausreissern.



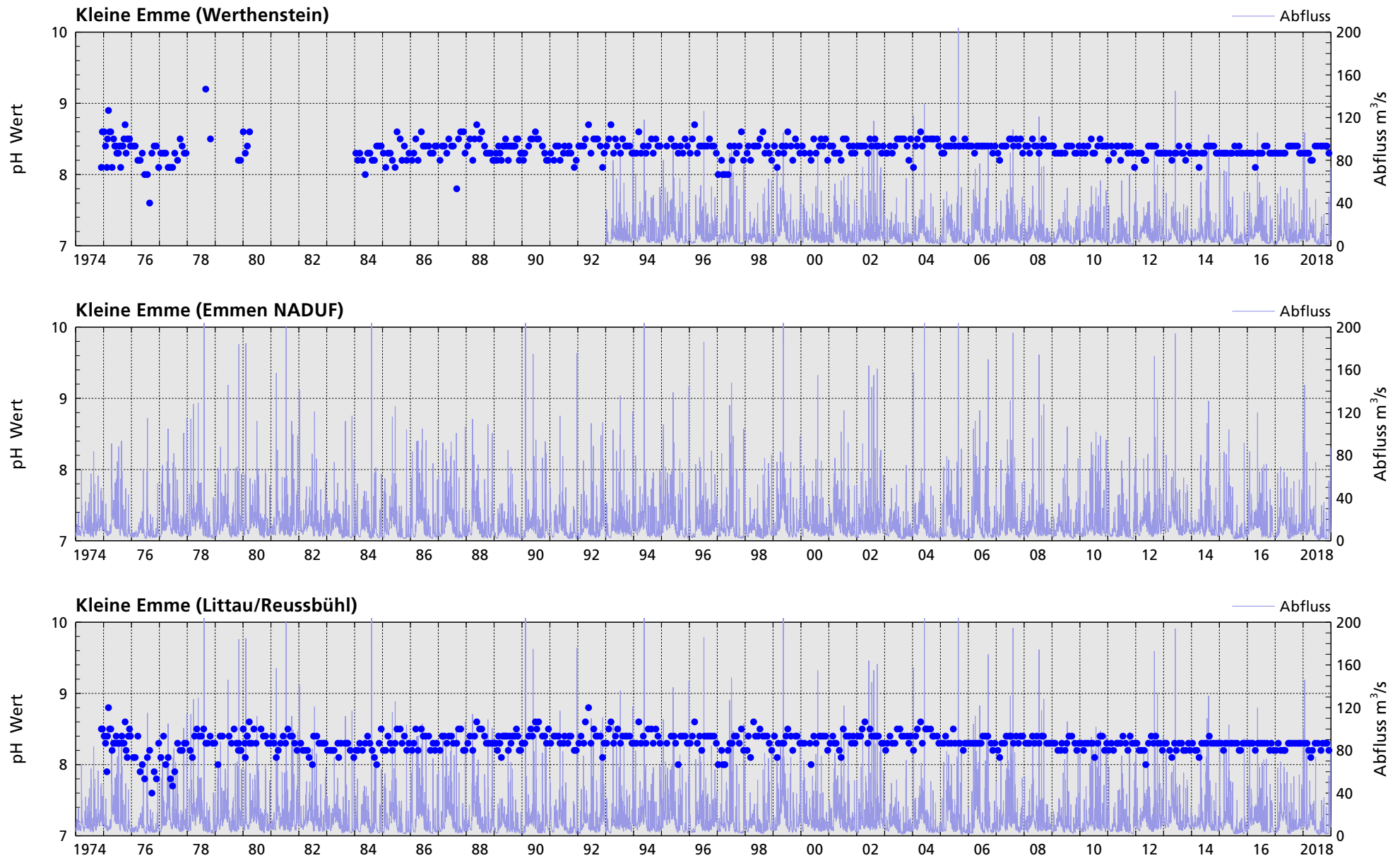
Ganglinien pH-Wert 1974 - 2018



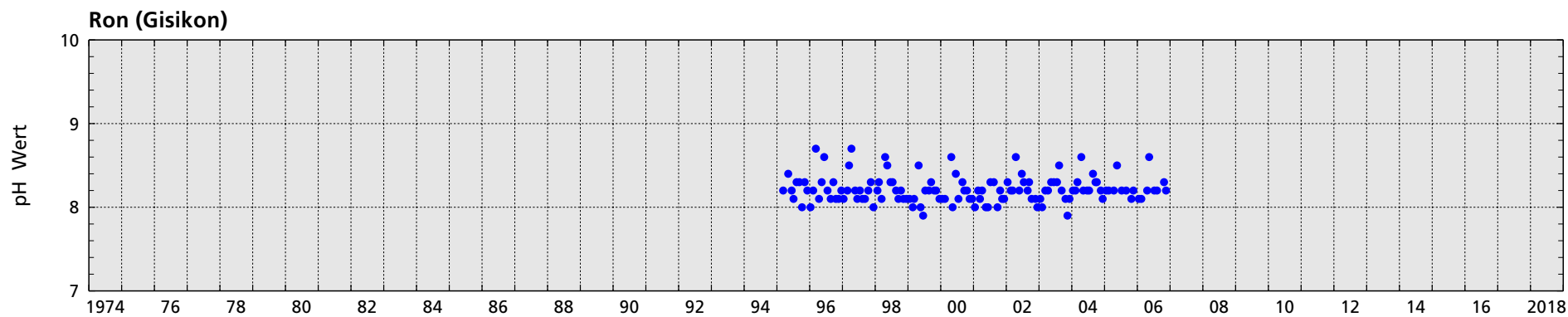
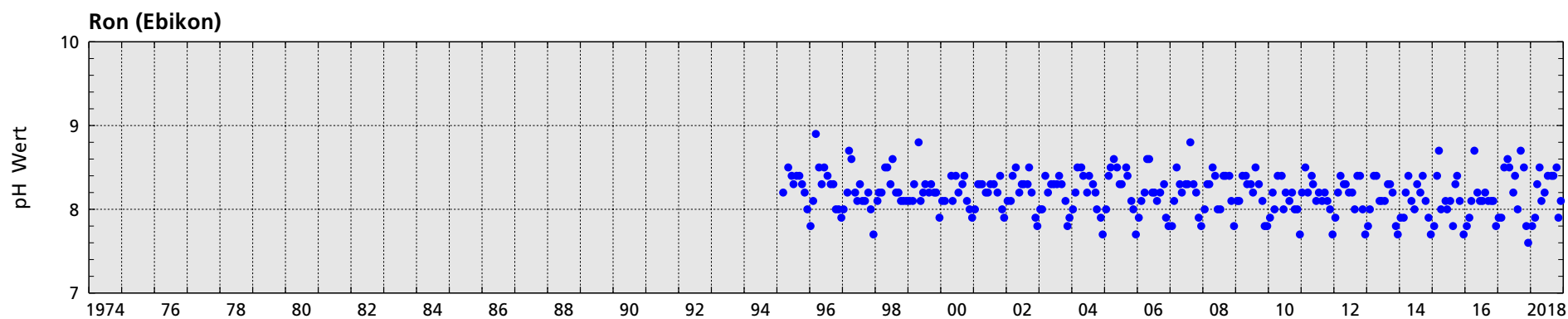
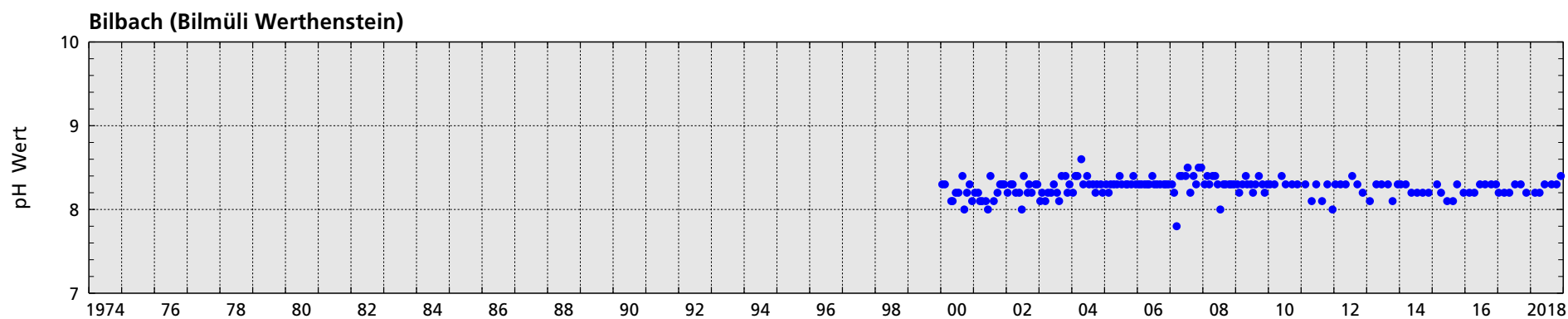
Ganglinien pH-Wert 1974 - 2018



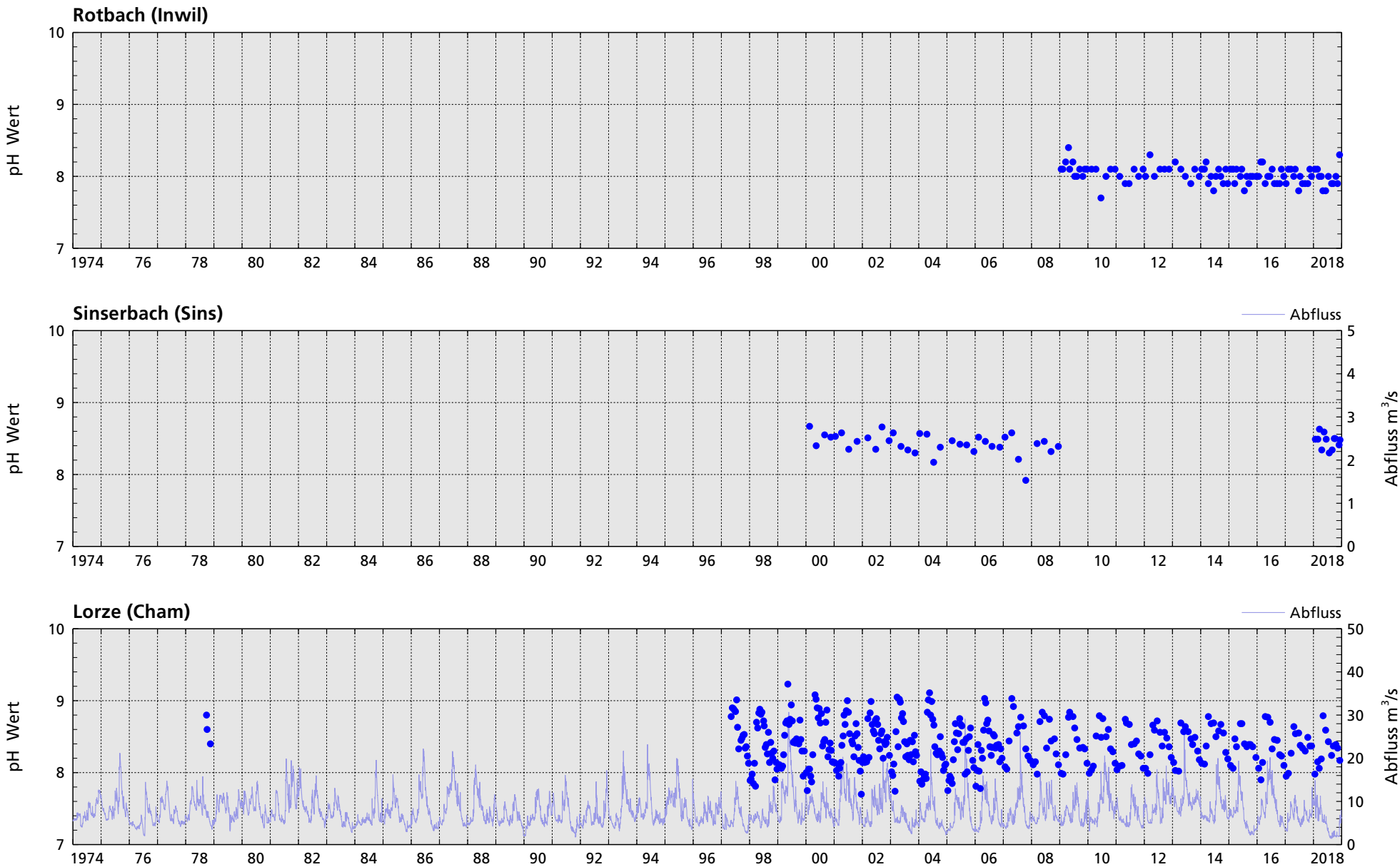
Ganglinien pH-Wert 1974 - 2018



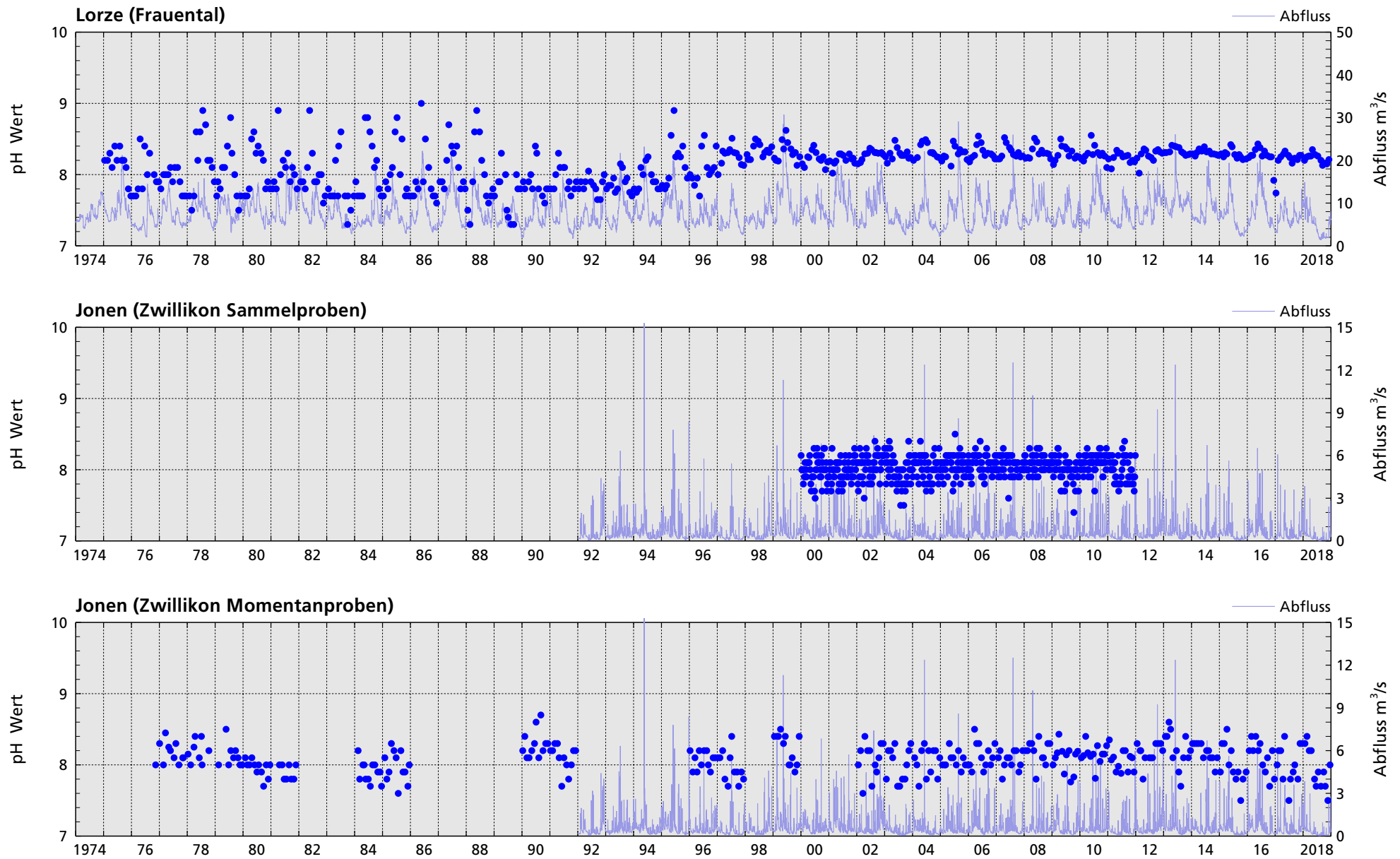
Ganglinien pH-Wert 1974 - 2018



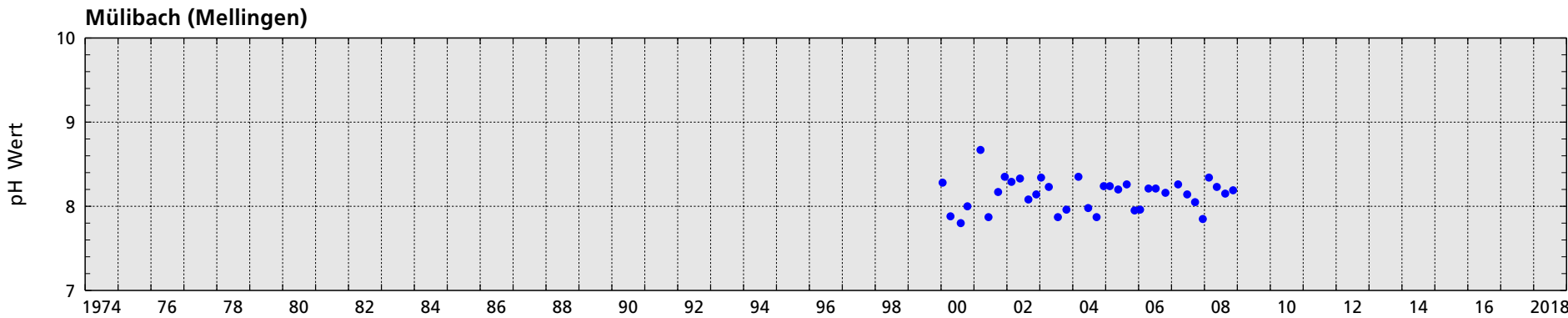
Ganglinien pH-Wert 1974 - 2018



Ganglinien pH-Wert 1974 - 2018



Ganglinien pH-Wert 1974 - 2018



Reussbericht 2014 – 2018

Fact Sheet 15

Gelöster Sauerstoff

In natürliche Gewässer gelangt Sauerstoff entweder aus der Luft oder durch Wasserpflanzen, die bei der Fotosynthese Sauerstoff abgeben. Der gelöste Sauerstoff dient den Wasserorganismen zur Atmung und zum Stoffwechsel. Sauerstoff wird in Gewässern vor allem durch den Abbau von organischer Substanz verbraucht. 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.

In der Gewässerschutzverordnung ist der Sauerstoffgehalt verbal geregelt ('kein sauerstoffarmer Zustand'). Für Fische und andere Wassertiere kann ein Sauerstoffgehalt unter 4 mg/l kritisch werden. In Fließgewässern ist heute in der Regel der Sauerstoffgehalt kein Problemparameter mehr.

In der Mittellandreuss und in ihren Zuflüssen liegt der Sauerstoffgehalt fast überall und dauernd über 8 mg/l und in der Ron sowie der Jonen über 7 mg/l. Durch den Ausbau der Abwasserreinigungsanlage Schönau Ende der 1990er-Jahre ist die Sauerstoffzehrung des in die Lorze eingeleiteten gereinigten Abwassers deutlich zurückgegangen. Die Sauerstoffkonzentration hat sich darum in der Lorze auf einem etwas höheren Niveau 'normalisiert' (siehe Abbildung). Generell ungünstig auf den Sauerstoffgehalt in den Gewässern wirkt sich der Temperaturanstieg (> Fact Sheet 17: Wassertemperatur) und hohe Nährstoffkonzentrationen (Phosphat, etc.) aus.

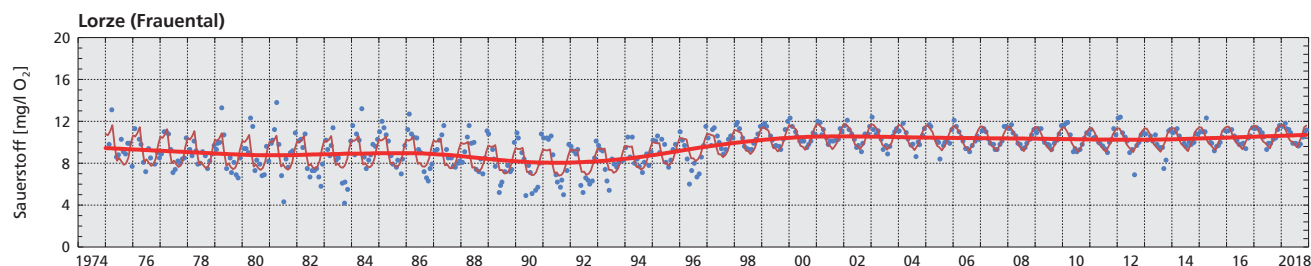
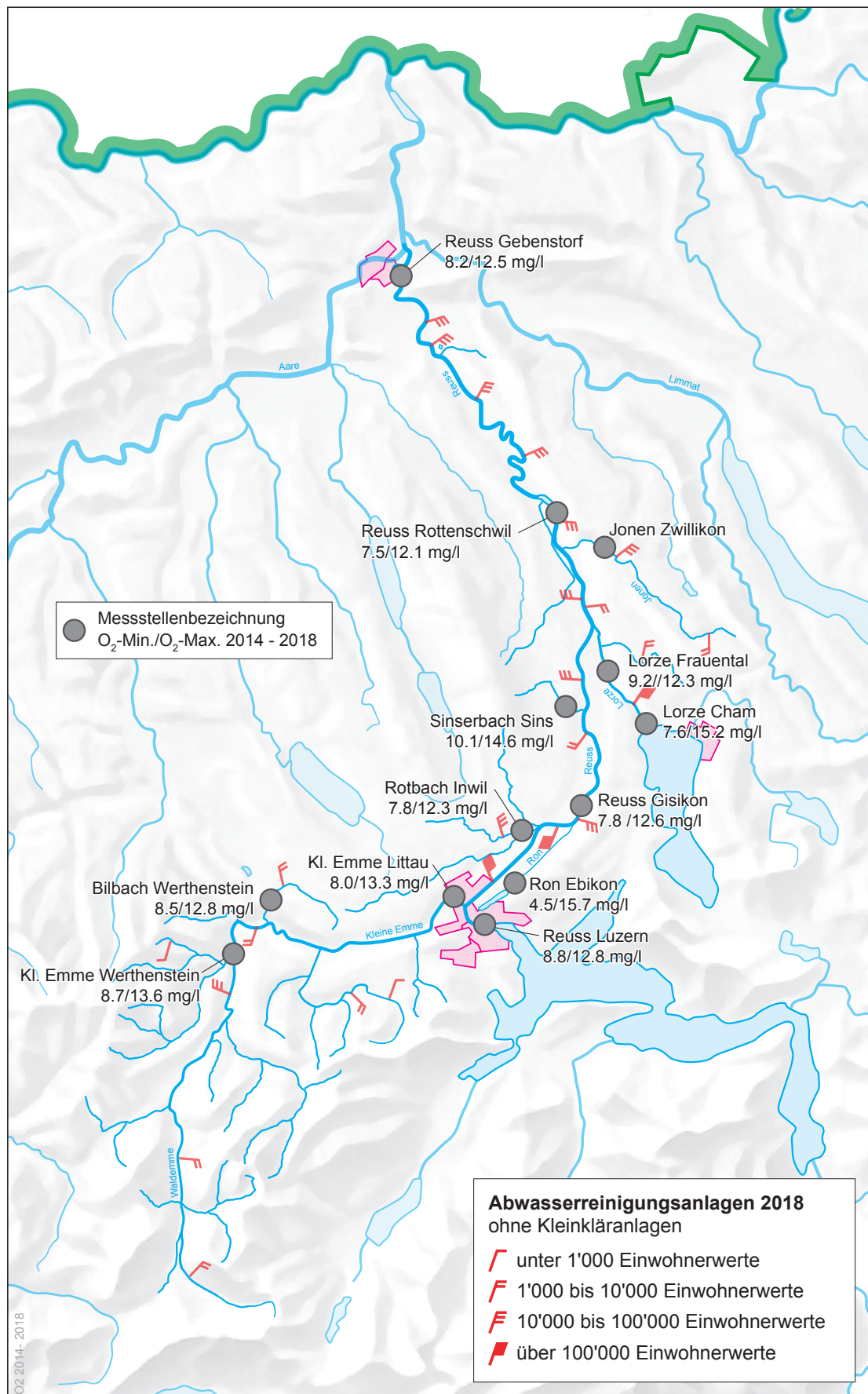
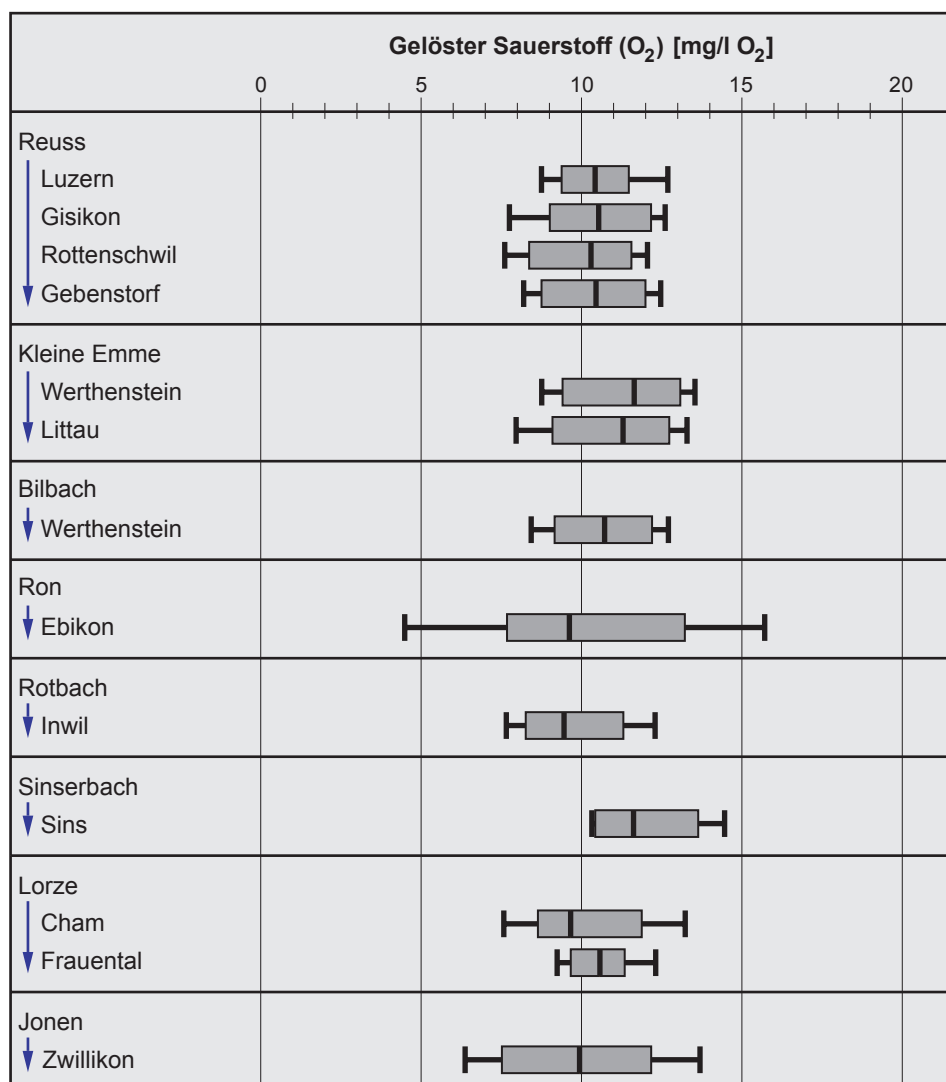


Abbildung: Entwicklung der Sauerstoffkonzentration in der Lorze bei Frauental. Blaue Punkte: Monatswerte; rote feine Linie: gemittelter Jahresgang, rote feste Linie: Langzeitenentwicklung. Die roten Kurven sind über 10-jährige Zeitfenster gewichtete Mittelwerte (LOESS-Filter).

Messstellen gelöster Sauerstoff (O₂) 2014 - 2018



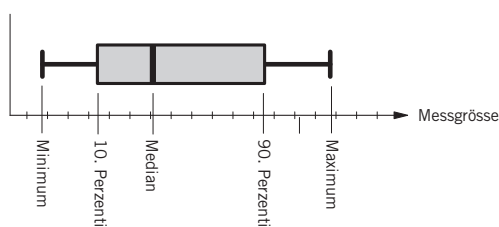
Boxplots O₂ - Konzentration Periode 2014 - 2018

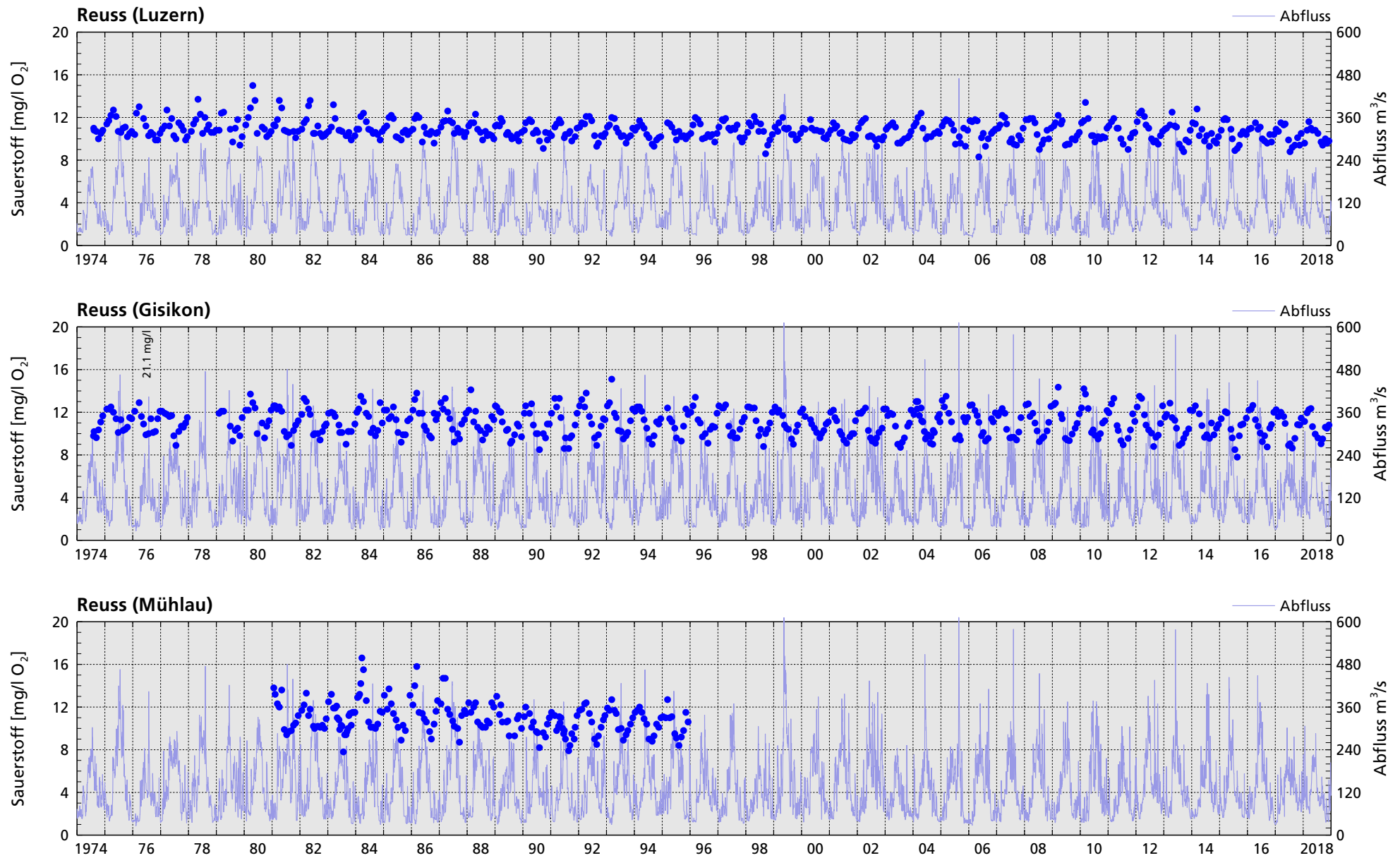


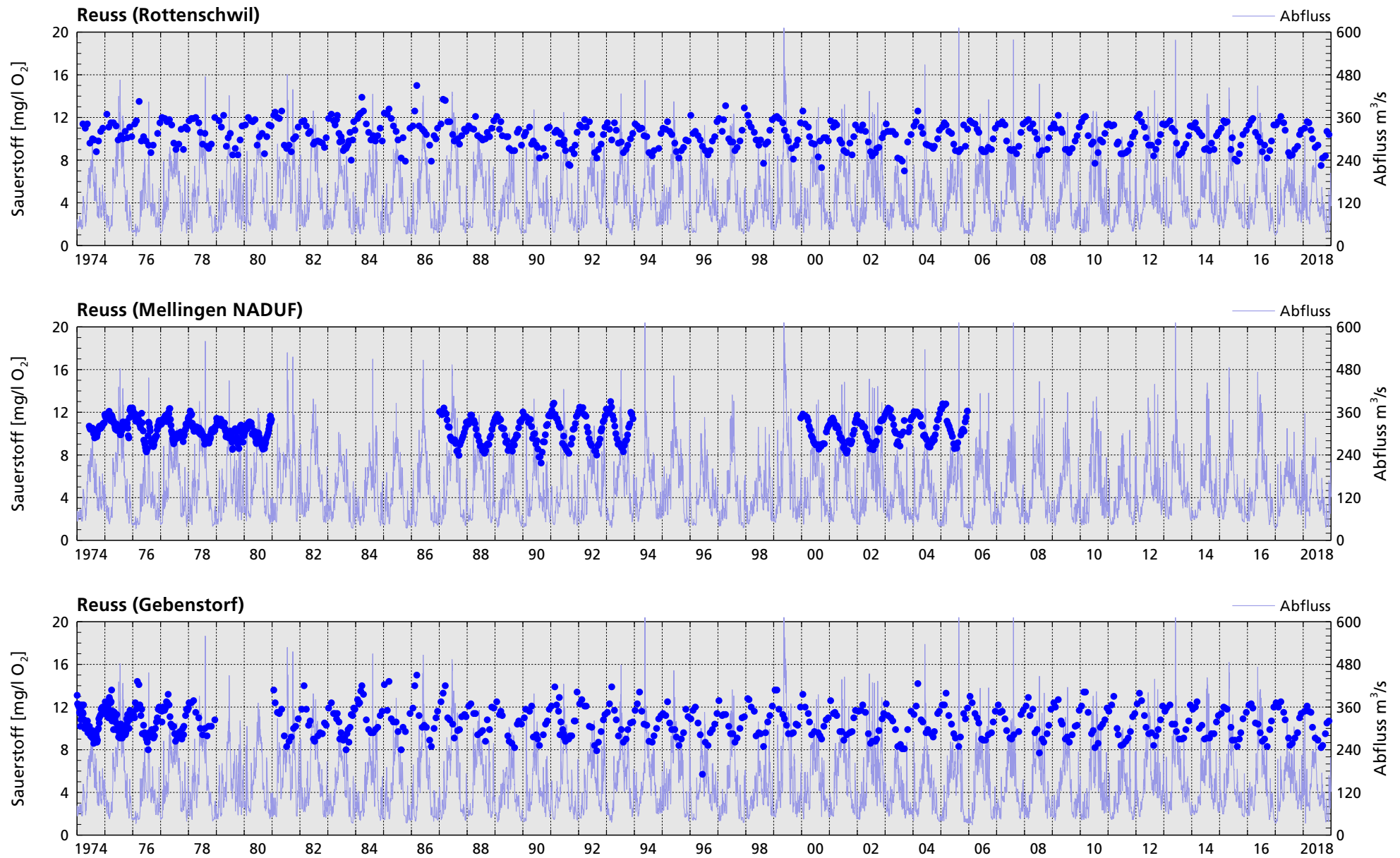
Das Minimum, das 10. Perzentil, der Median, das 90. Perzentil und das Maximum der gemessenen Sauerstoffwerte 2014–2018 können zusammen in sogenannten Box-Plots dargestellt werden. Box-Plots vermitteln einen schnellen Überblick über die Lage und Streuung der Messungen. In Fliessrichtung des Gewässers untereinander angeordnet, stellen die Box-Plots zudem den Verlauf der Sauerstoffkonzentration entlang des Gewässers dar.

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

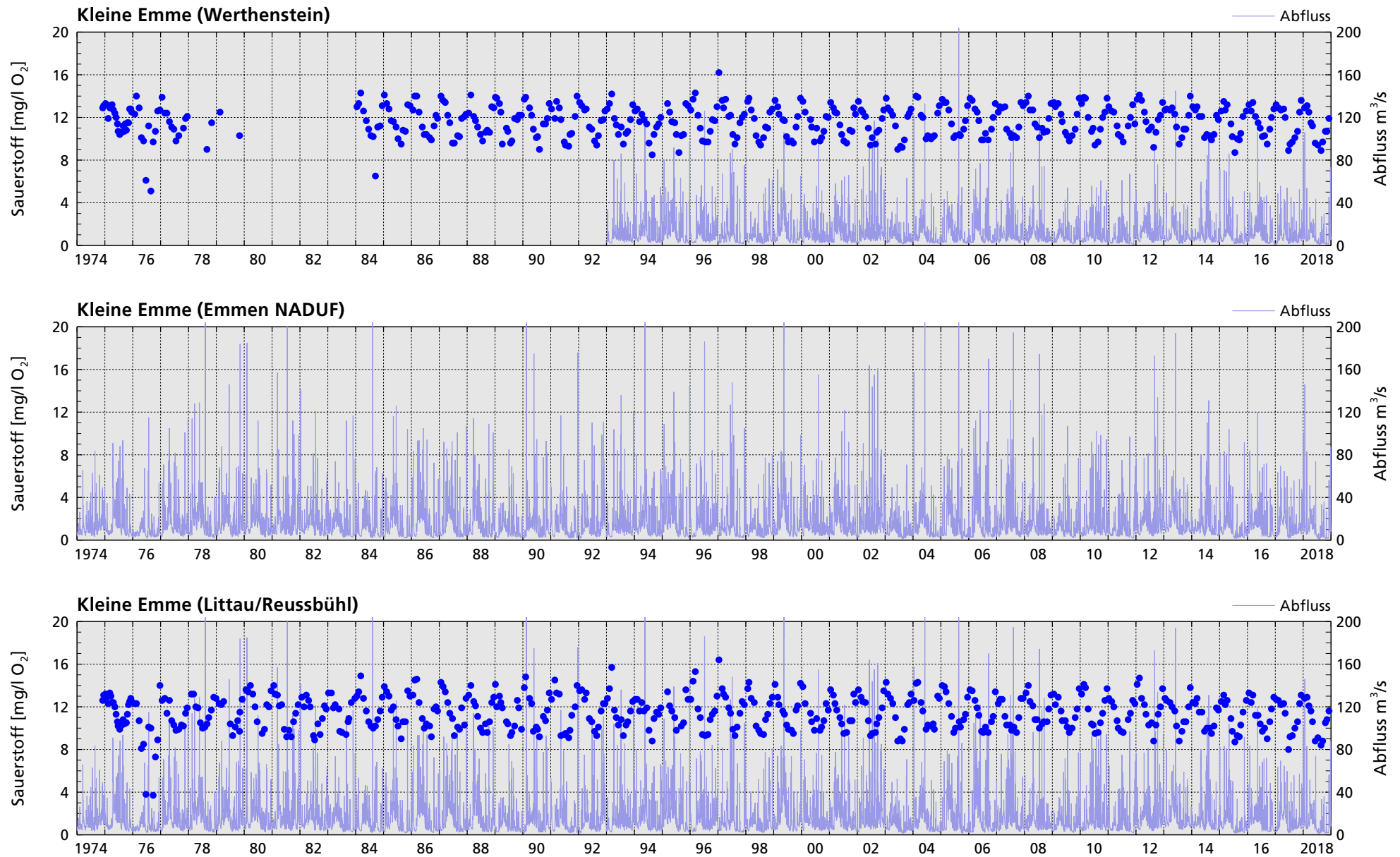
Der Median ist der Wert, der in der Hälfte aller Fälle unterschritten und in der anderen Hälfte der Fälle überschritten wird. Er entspricht in vielen Fällen besser als der arithmetische Mittelwert der Vorstellung von der Mitte einer Messdatenreihe. Er ist unempfindlich gegenüber einzelnen Ausreissern.



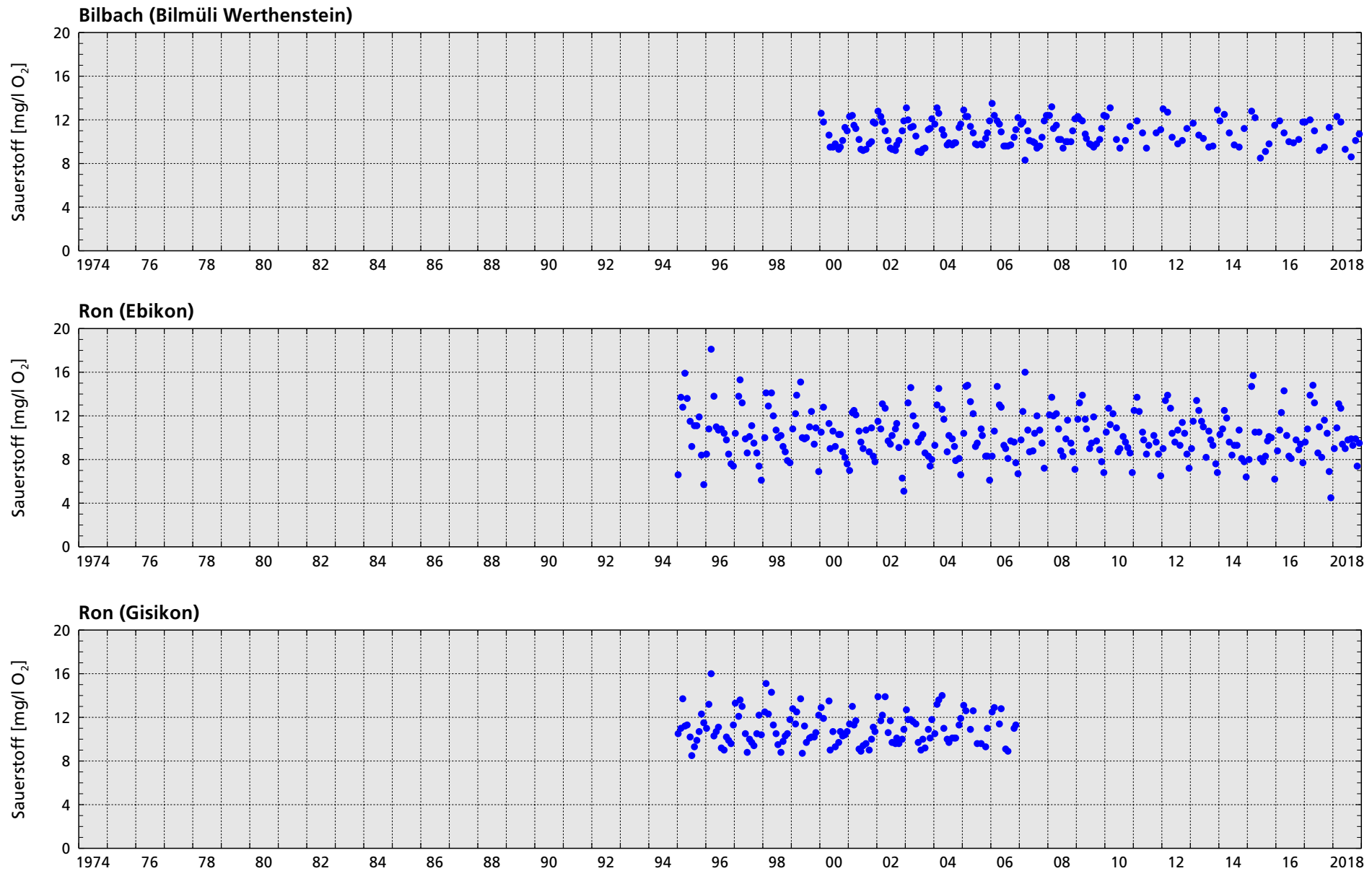
Ganglinien O₂ - Konzentration 1974 - 2018

Ganglinien O₂ - Konzentration 1974 - 2018

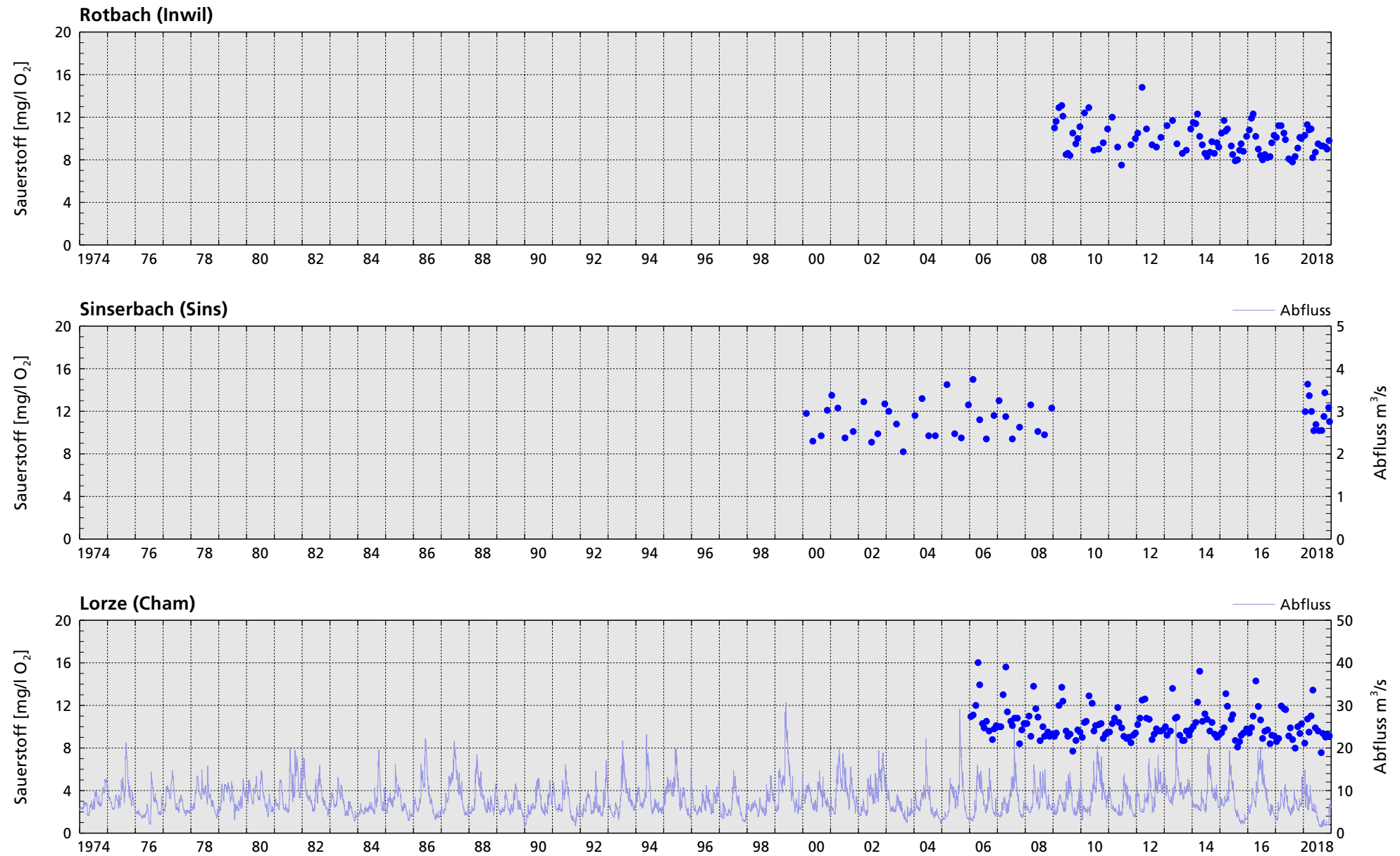
Ganglinien O₂ - Konzentration 1974 - 2018

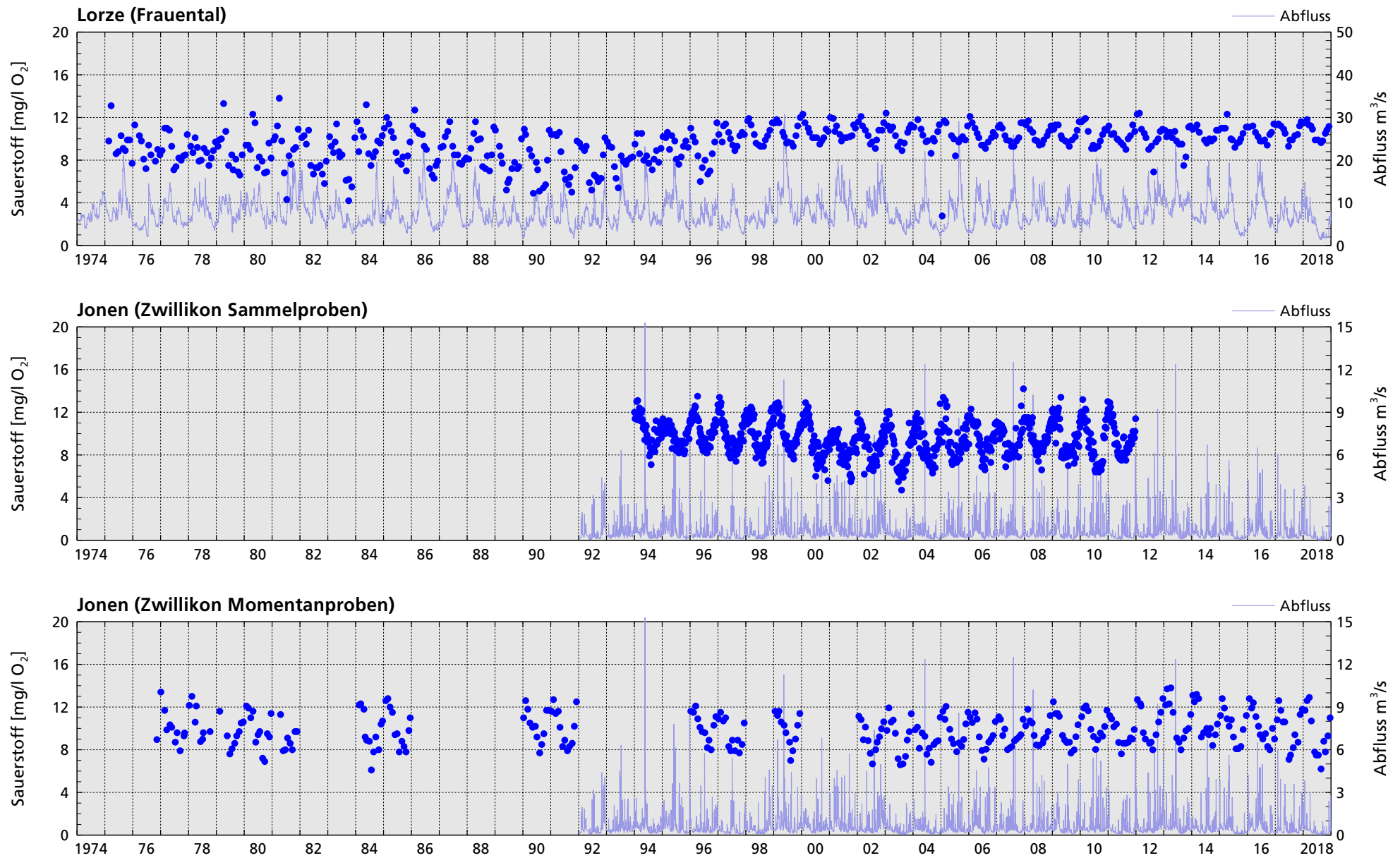


Ganglinien O₂ - Konzentration 1974 - 2018

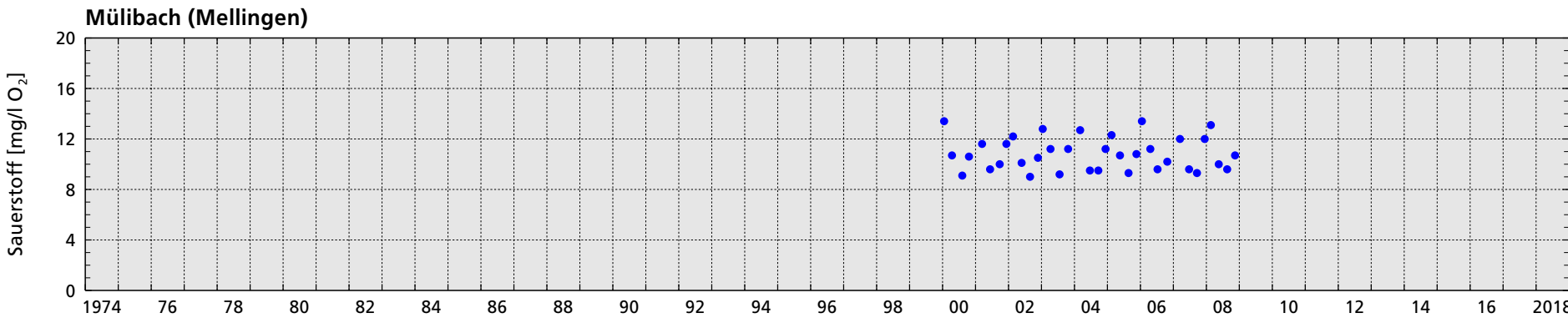


Ganglinien O₂ - Konzentration 1974 - 2018

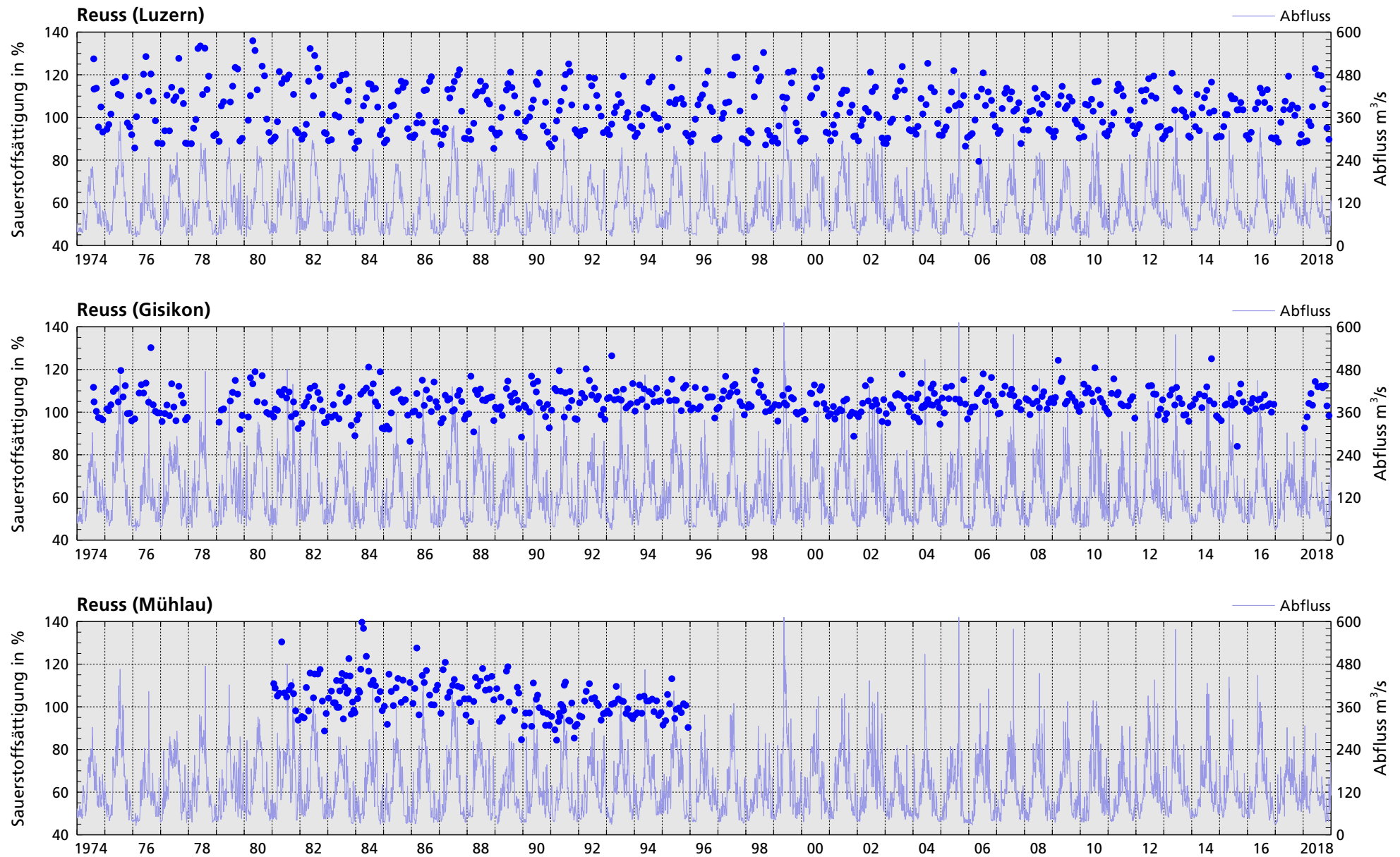


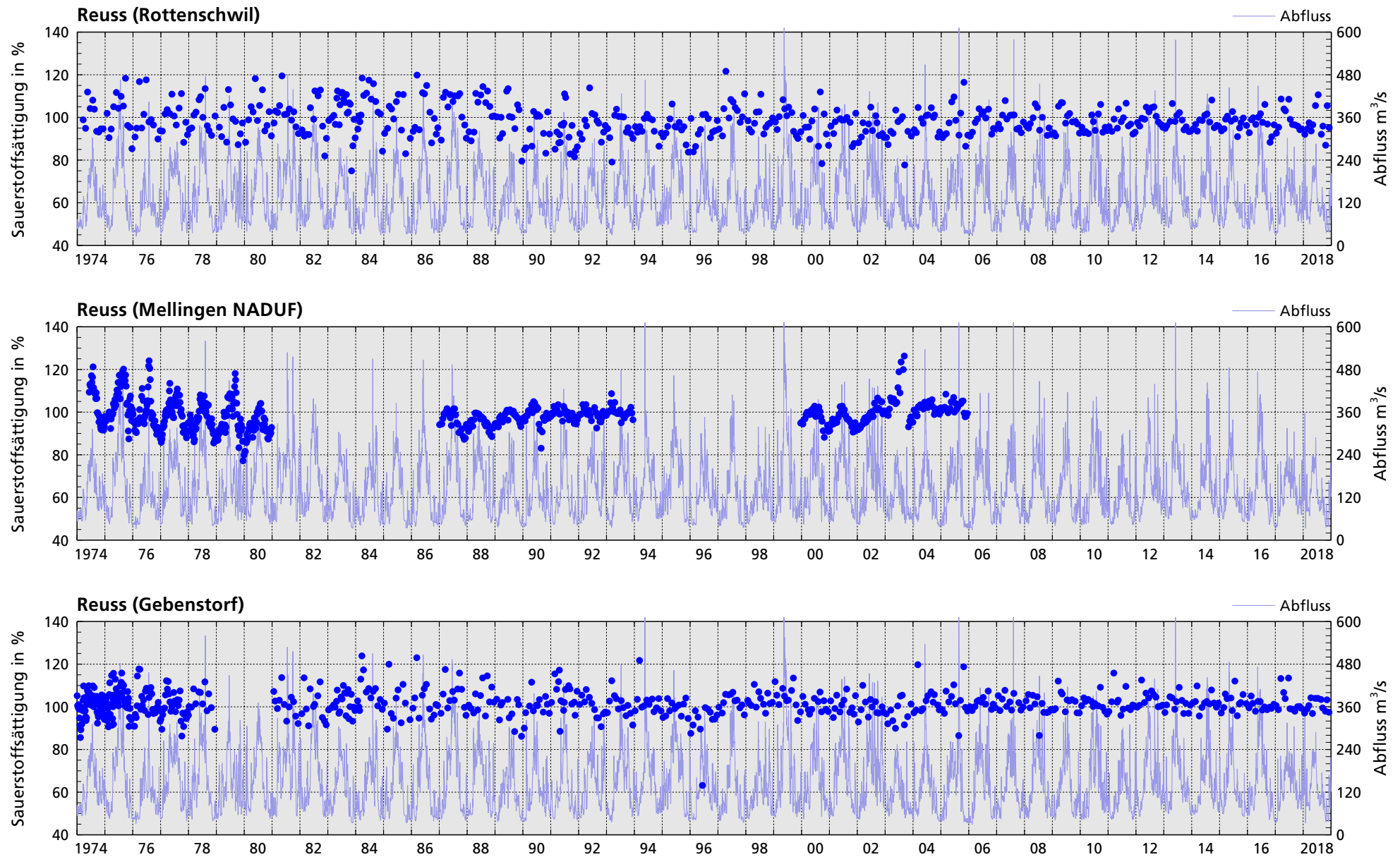
Ganglinien O₂ - Konzentration 1974 - 2018

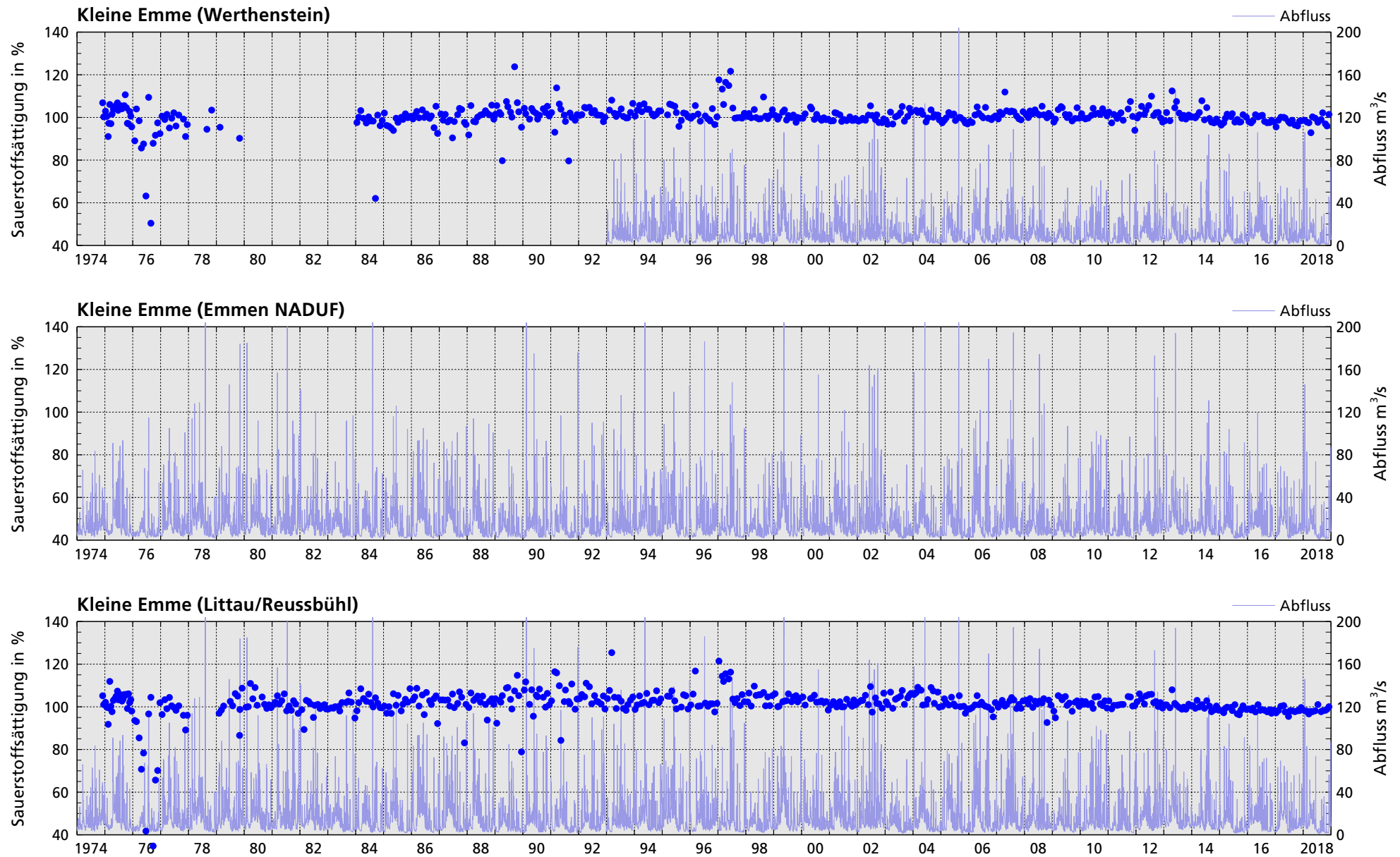
Ganglinien O₂ - Konzentration 1974 - 2018



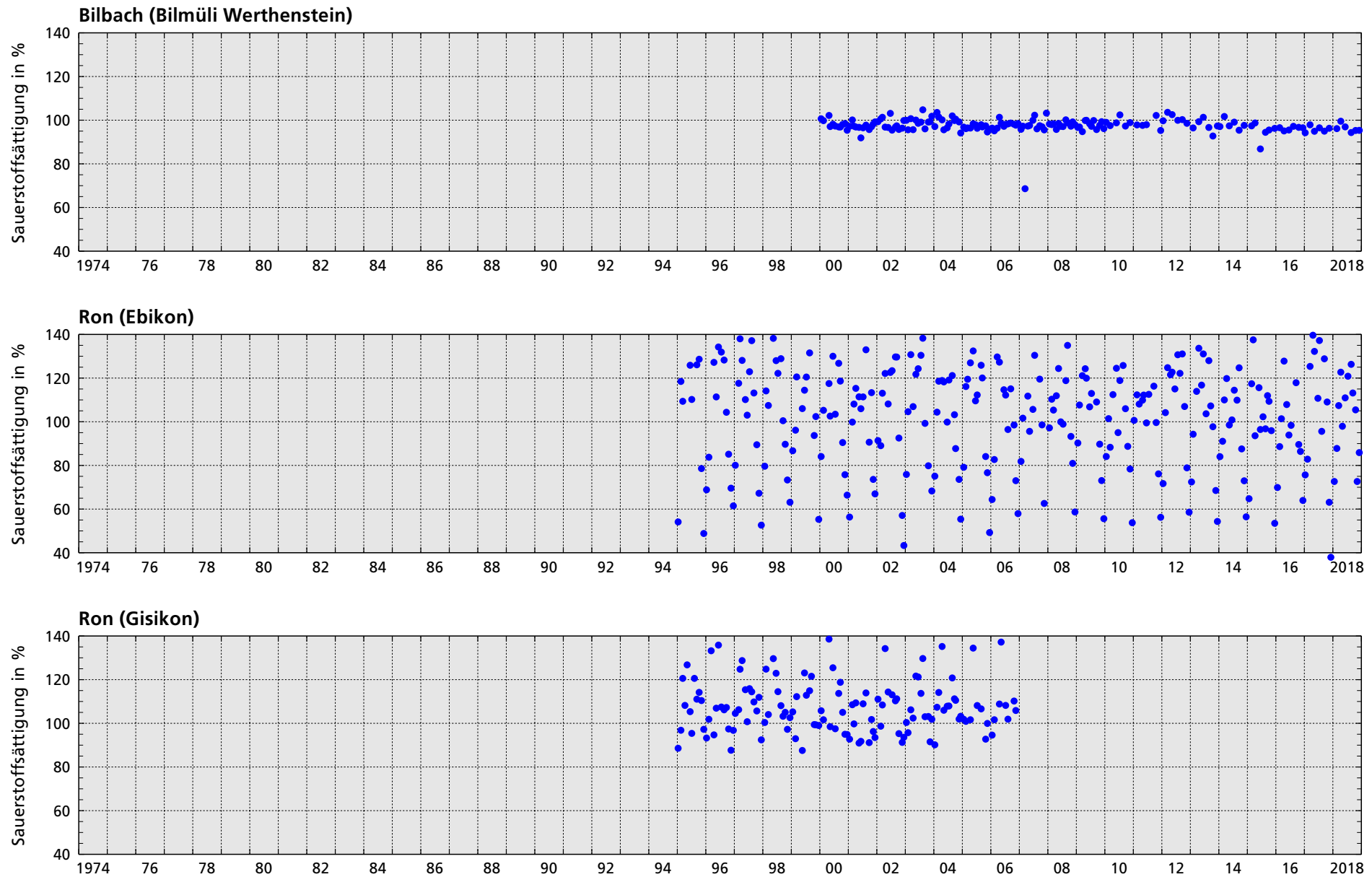
Ganglinien O₂ - Sättigung 1974 - 2018

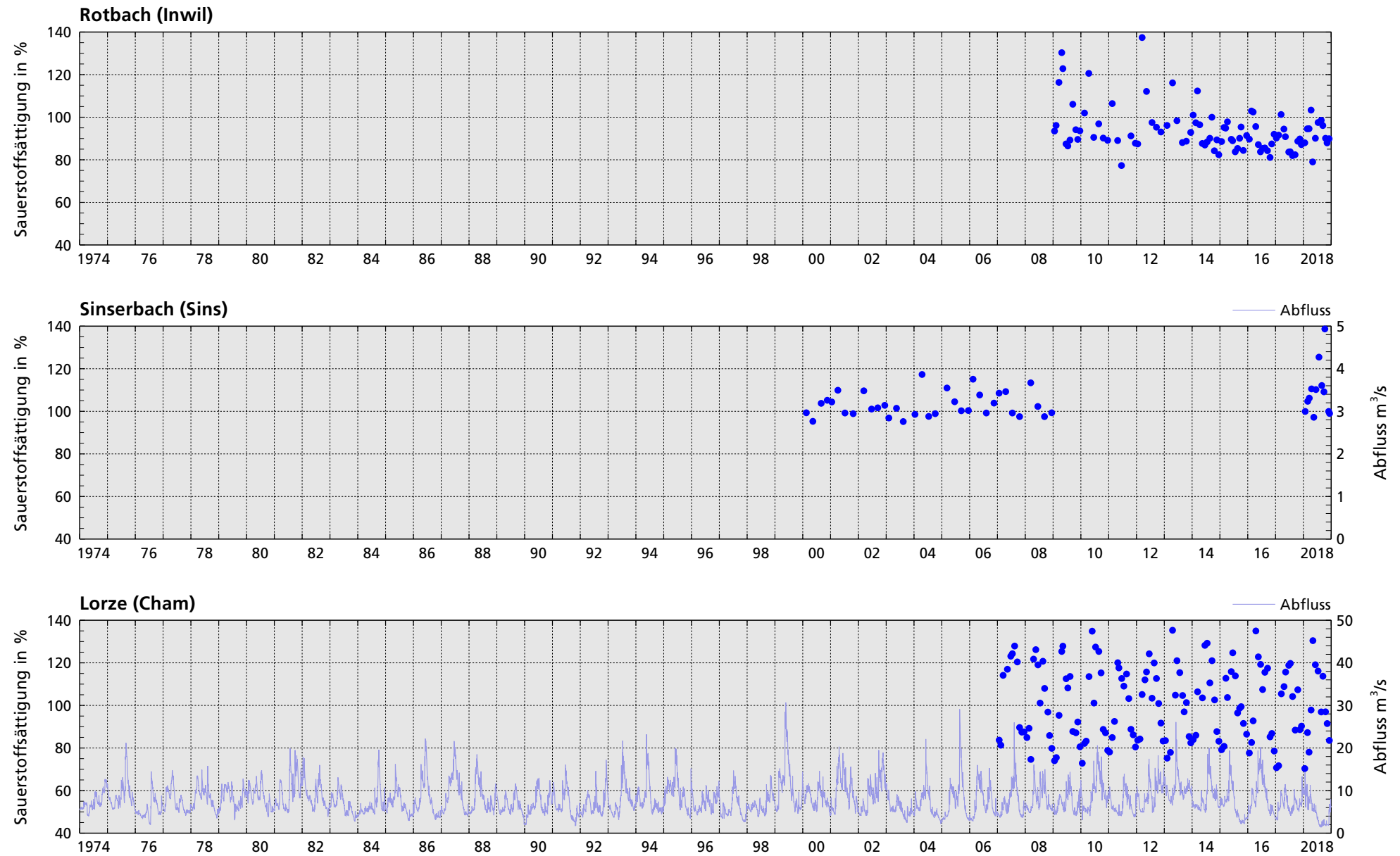


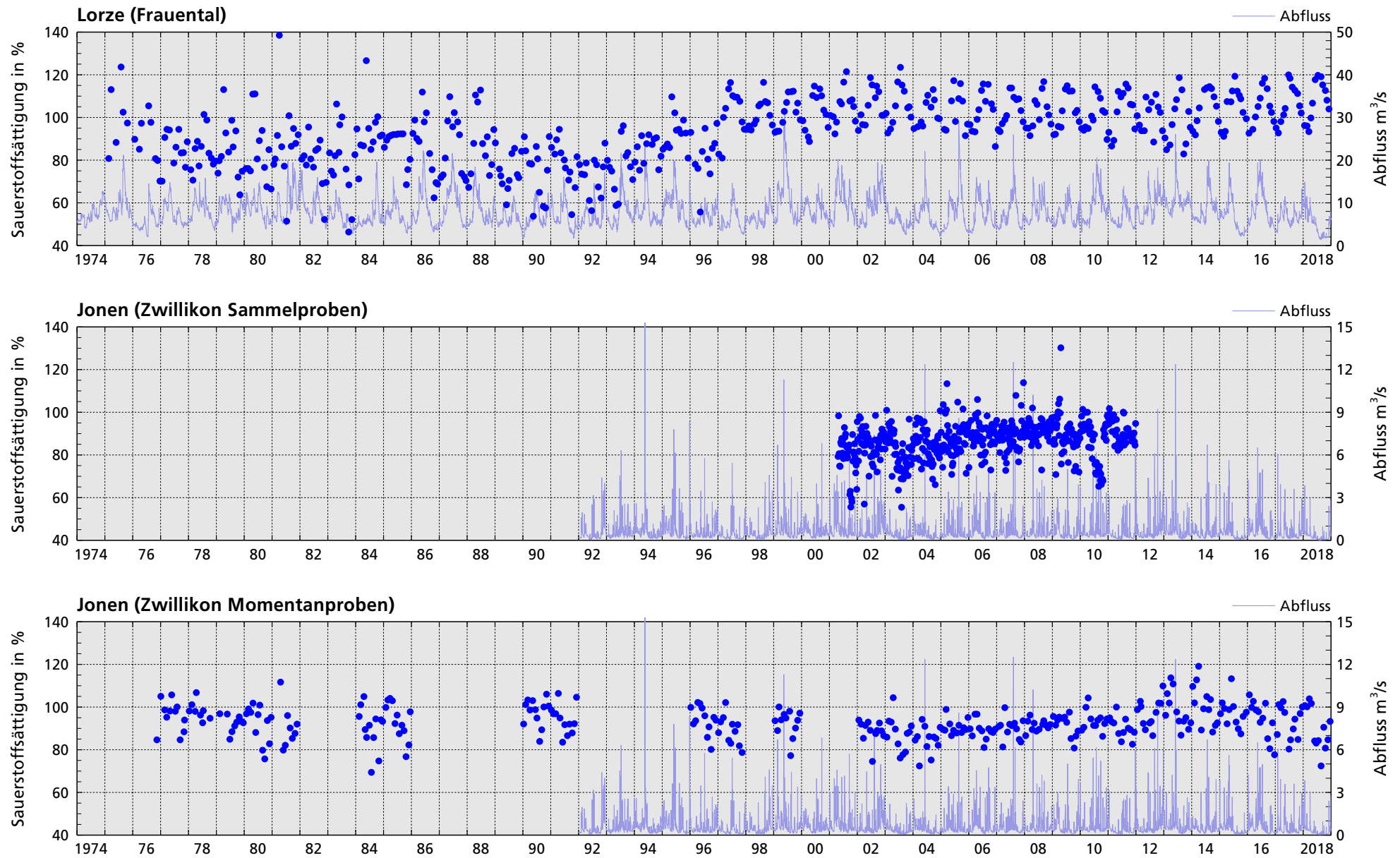
Ganglinien O₂ - Sättigung 1974 - 2018

Ganglinien O₂ - Sättigung 1974 - 2018

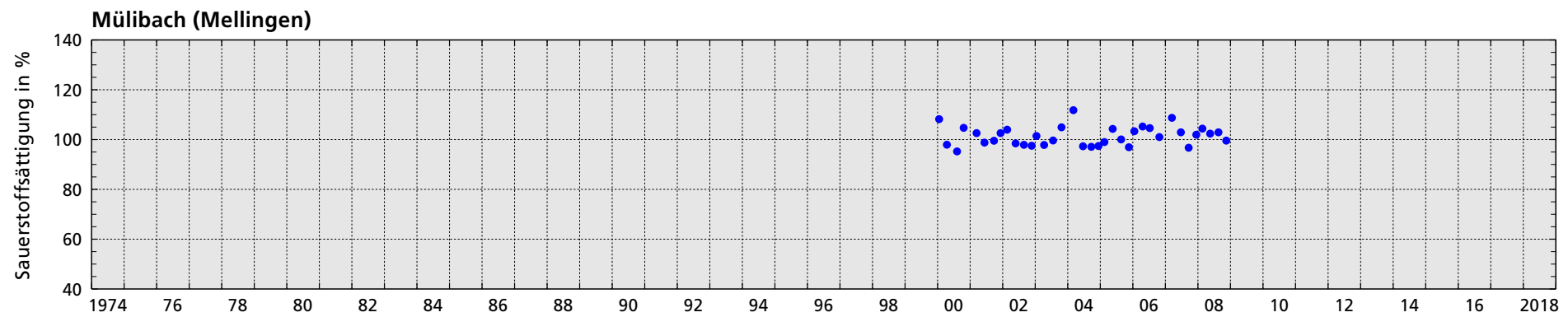
Ganglinien O₂ - Sättigung 1974 - 2018



Ganglinien O₂- Sättigung 1974 - 2018

Ganglinien O₂ - Sättigung 1974 - 2018

Ganglinien O₂ - Sättigung 1974 - 2018



Reussbericht 2014 – 2018

Fact Sheet 16

Biochemischer Sauerstoffbedarf

Der biochemische Sauerstoffbedarf nach 5 Tagen (BSB_5) 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 der natürlichen Vorbelastung der Gewässer 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 BSB_5 auf 3 mg/l O_2 festgelegt.

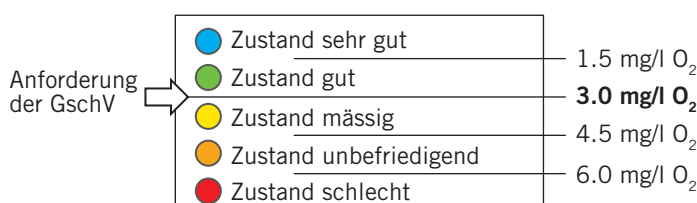
Nicht erfüllt sind die Anforderungen der GSchV für BSB_5 in der Ron und in der Lorze. Seit die gereinigten Abwasser der ARA Oberseetal ab 2012 direkt in die Reuss eingeleitet werden, hat sich die BSB_5 -Belastung im Rotbach merklich verbessert. In der Ron und in der Lorze ist die Biomasse aus dem Rotsee und dem Zugersee für den erhöhten biochemischen Sauerstoffbedarf verantwortlich. Seit 2005/2006 ist in der Reuss die BSB_5 -Belastung unterhalb von Gisikon dank der Sanierung der Abwasserreinigungsanlagen Papierfabrik Perlen (2002 bis 2003) und REAL (2000 bis 2005) merkbar zurückgegangen. In der Reuss bei Luzern und bei Rottenschwil hat sich die BSB_5 -Beurteilung seit der letzten Berichtsperiode um eine Stufe von *gut* auf *sehr gut* verbessert.

Grundlagen der BSB_5 -Beurteilung

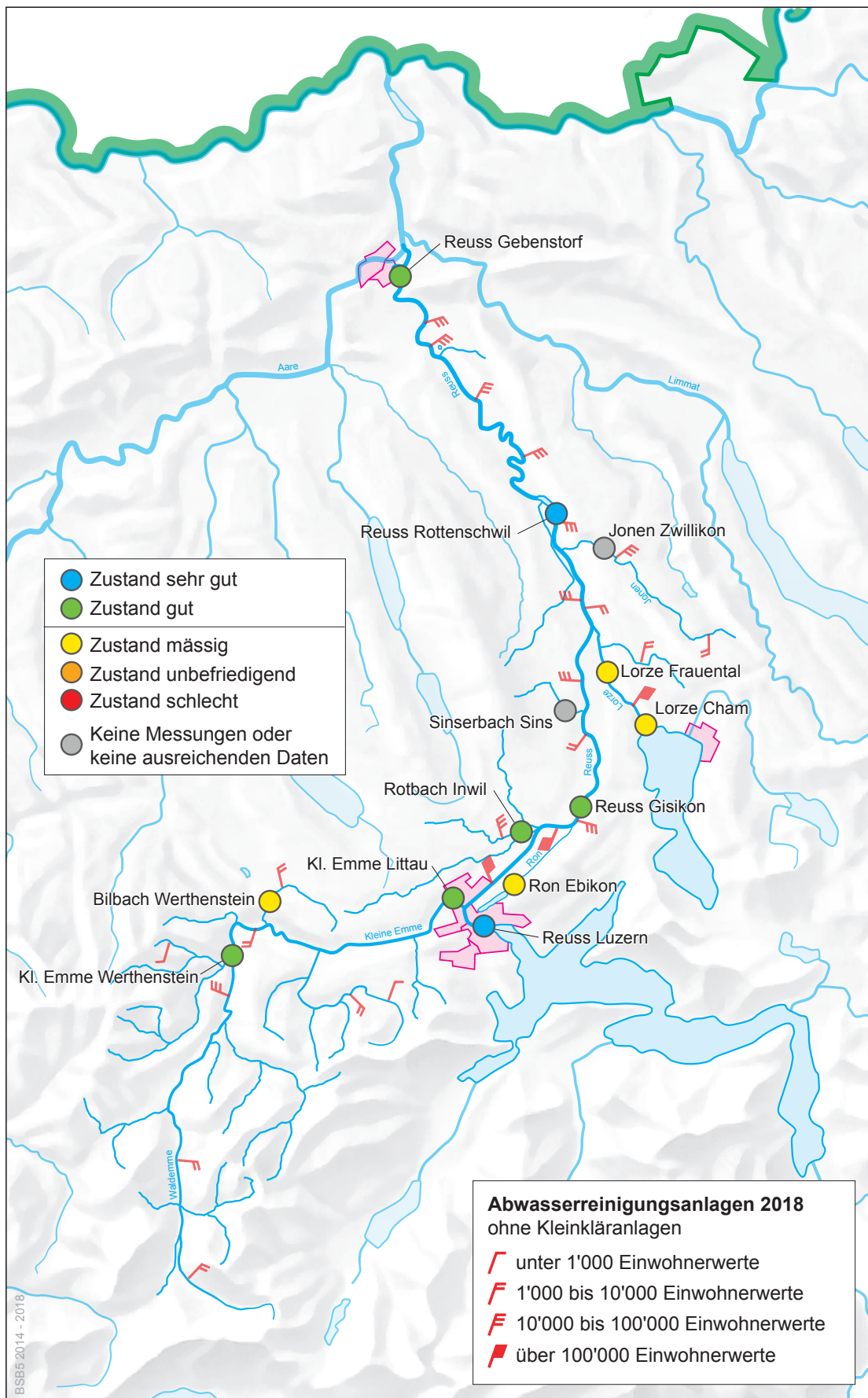
Die Grundlage für die Bewertung der Gewässerbelastung ist das Modul-Stufen-Konzept des Bundesamtes für Umwelt (BAFU): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer, chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe (> [Modul-Stufen-Konzept <Chemie, Nährstoffe>](#)).

Die Beurteilung erfolgt gemäss den Anforderungen der Gewässerschutzverordnung sowie den Zielvorgaben des Modul-Stufen-Konzepts <Chemie, Nährstoffe>. Als Beurteilungsgrösse für den Vergleich mit den Anforderungen gilt der aus den Messungen gewonnene Schätzwert für das 90. Perzentil der BSB_5 -Konzentration.

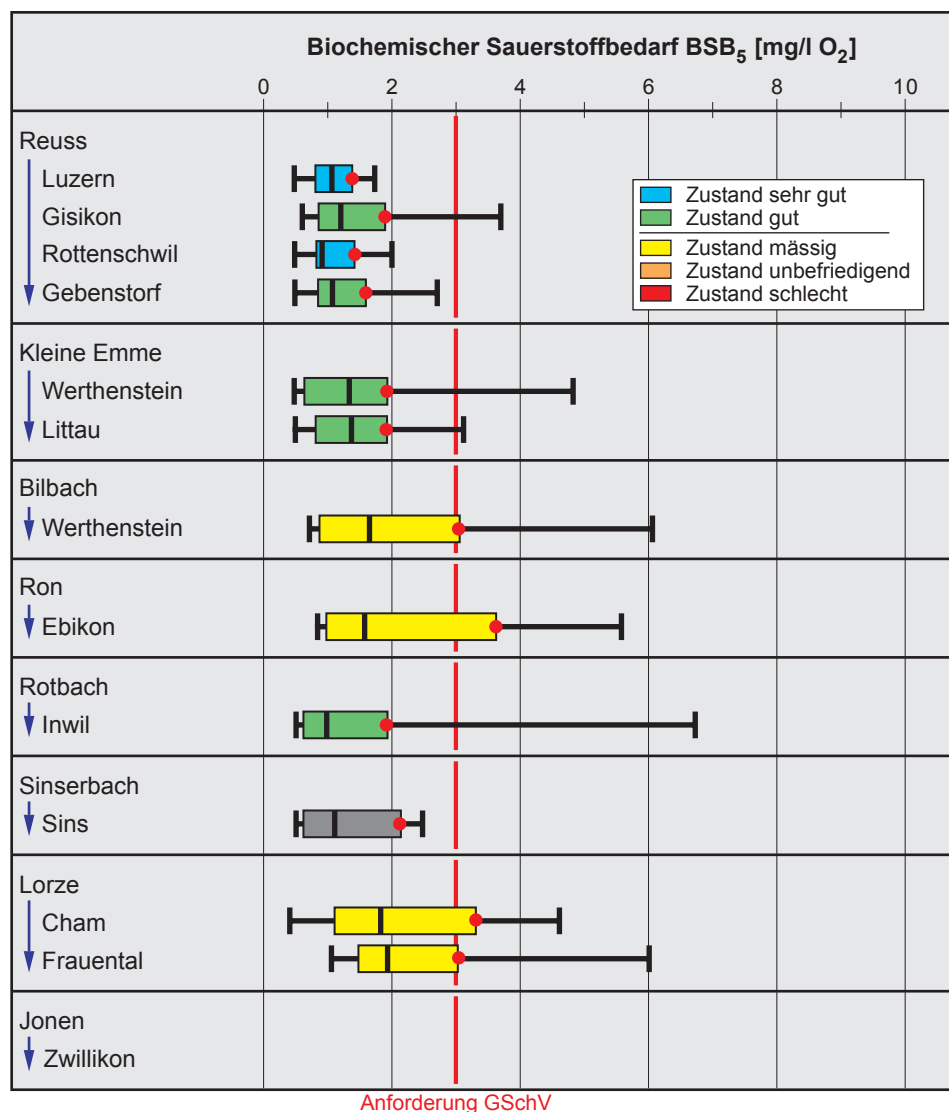
In Anlehnung an die EU-Wasser-Rahmenrichtlinie wird im Modul-Stufen-Konzept eine Einteilung in fünf Zustandsklassen vorgenommen: sehr gut/gut/mässig/unbefriedigend/schlecht.



Beurteilung biochemischer Sauerstoffbedarf BSB₅ Periode 2014 - 2018



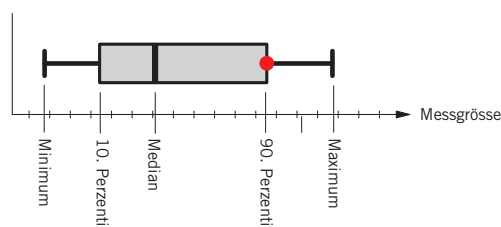
Boxplots biochemischer Sauerstoffbedarf BSB₅ Periode 2014 - 2018

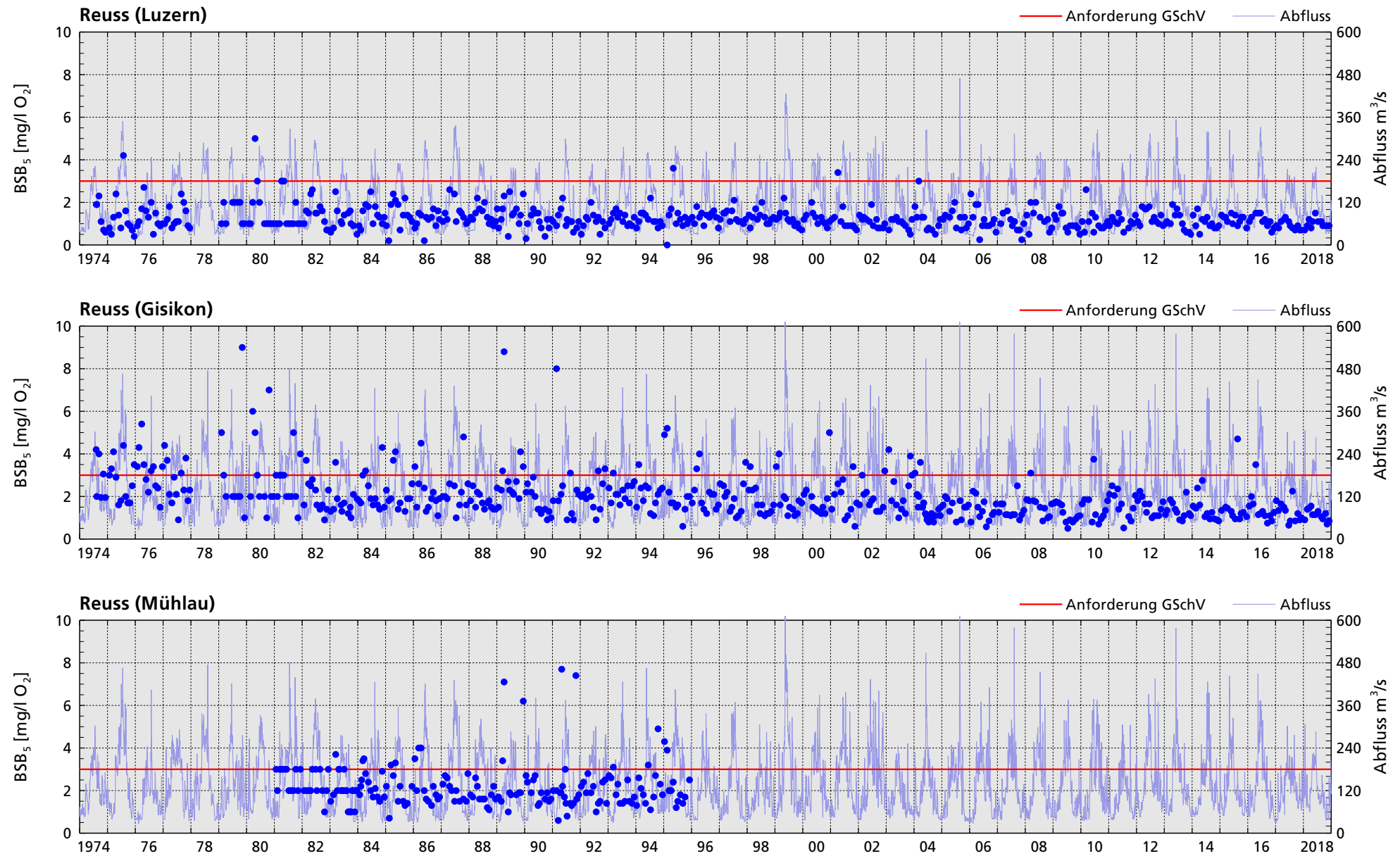


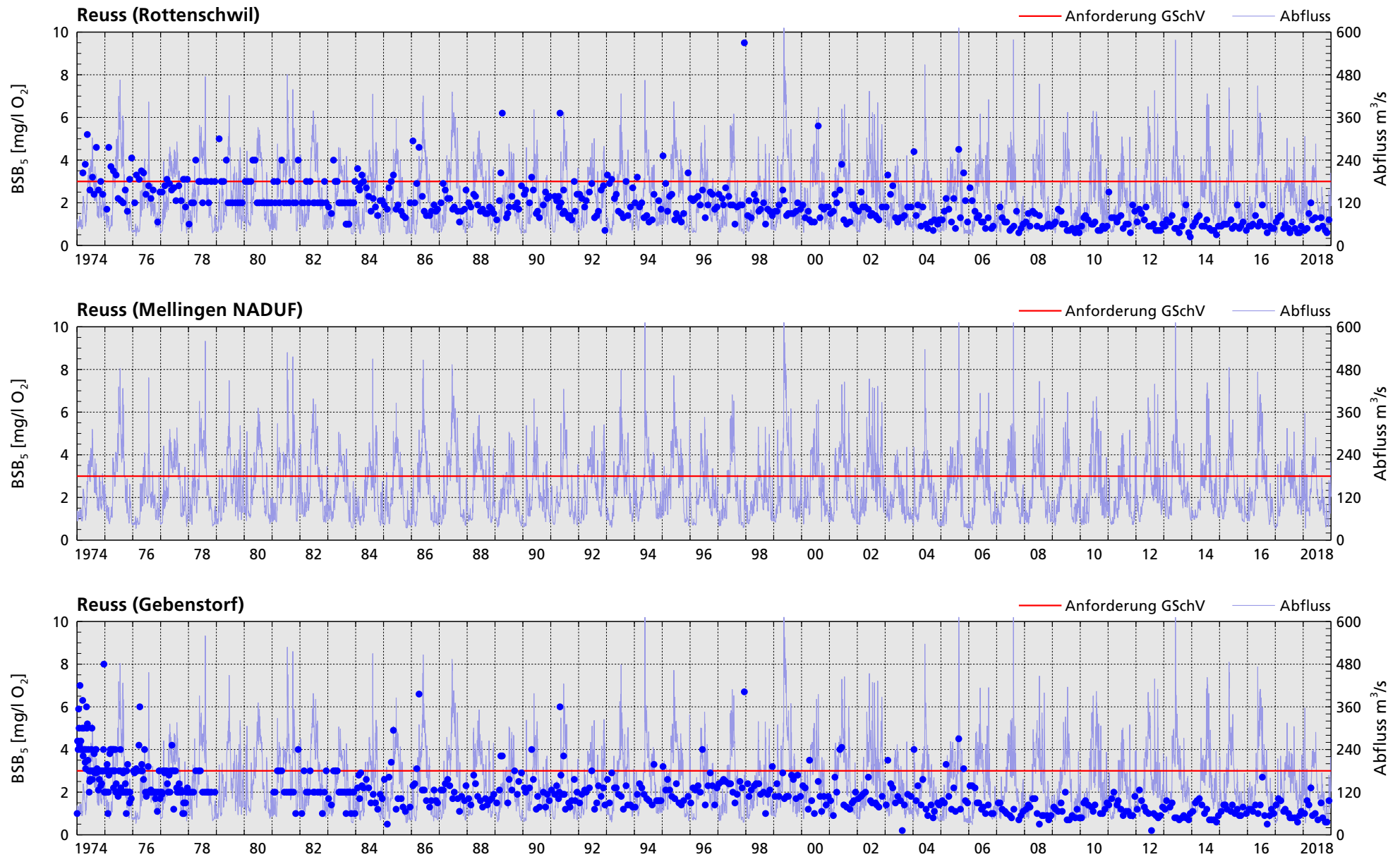
Das Minimum, das 10. Perzentil, der Median, das 90. Perzentil und das Maximum des gemessenen biochemischen Sauerstoffbedarfes 2014–2018 können zusammen in sogenannten Box-Plots dargestellt werden. Box-Plots vermitteln einen schnellen Überblick über die Lage und Streuung der Messungen. In Fliessrichtung des Gewässers untereinander angeordnet, stellen die Box-Plots zudem den Verlauf des BSB₅ entlang des Gewässers dar.

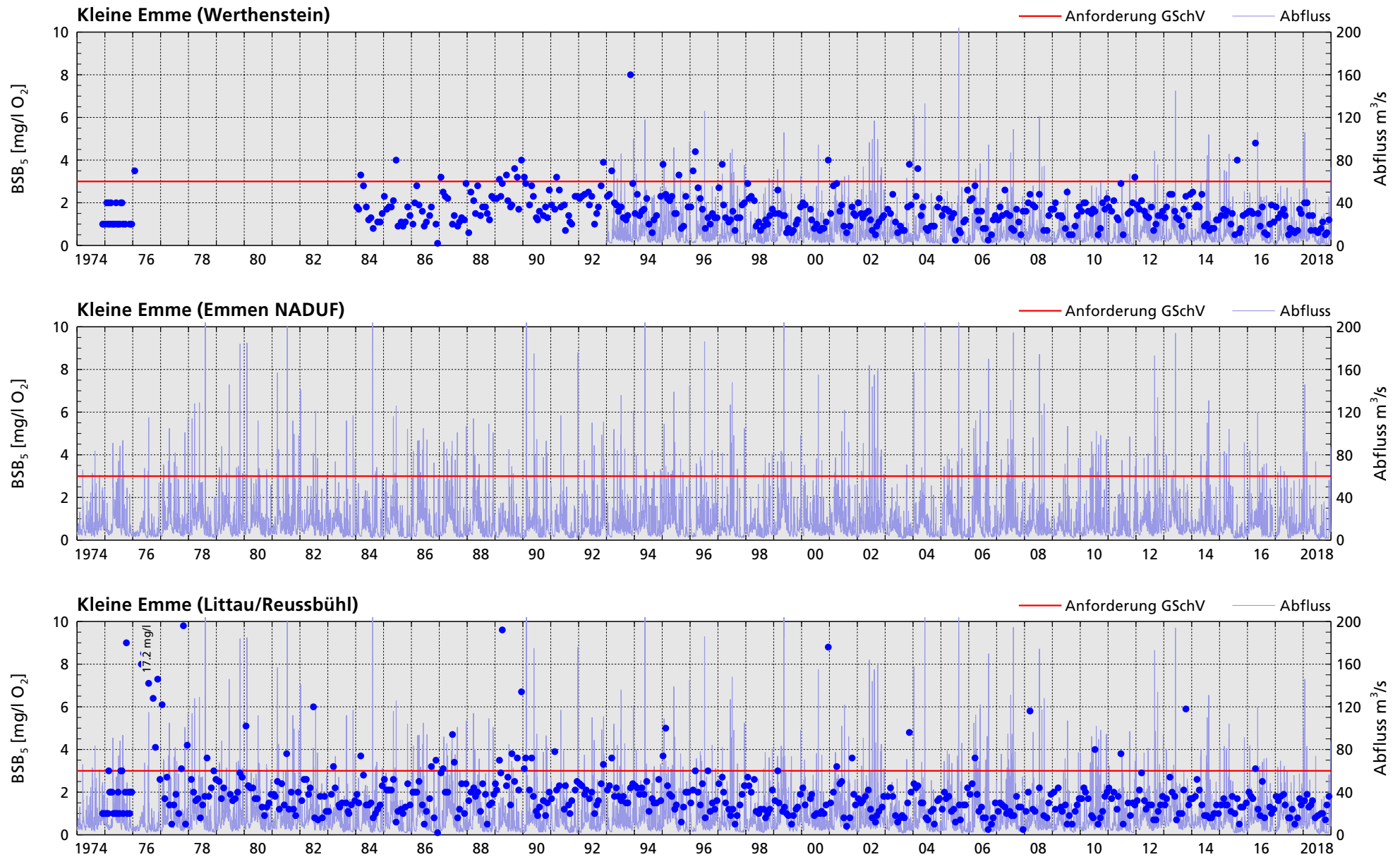
Das 10. Perzentil ist der Wert, der mit einer Wahrscheinlichkeit von 10 % nicht überschritten wird. Das heisst in 10 % aller Fälle ist der BSB₅ im Gewässer kleiner als das 10. Perzentil und in 90 % der Fälle liegt er darüber. Analog wird das 90. Perzentil definiert.

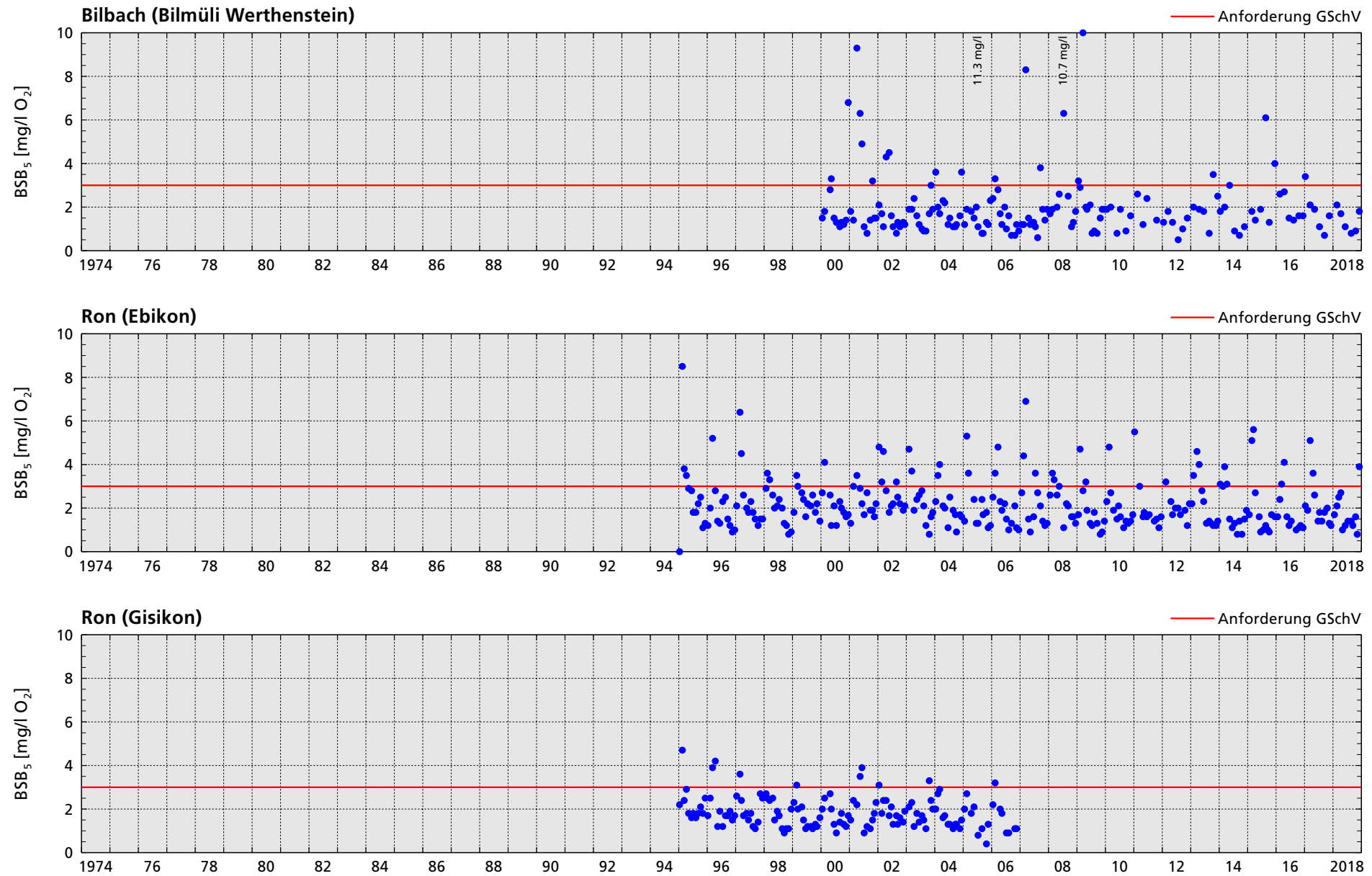
Der Median ist der Wert, der in der Hälfte aller Fälle unterschritten und in der anderen Hälfte der Fälle überschritten wird. Er entspricht in vielen Fällen besser als der arithmetische Mittelwert der Vorstellung von der Mitte einer Messdatenreihe. Er ist unempfindlich gegenüber einzelnen Ausreissern.

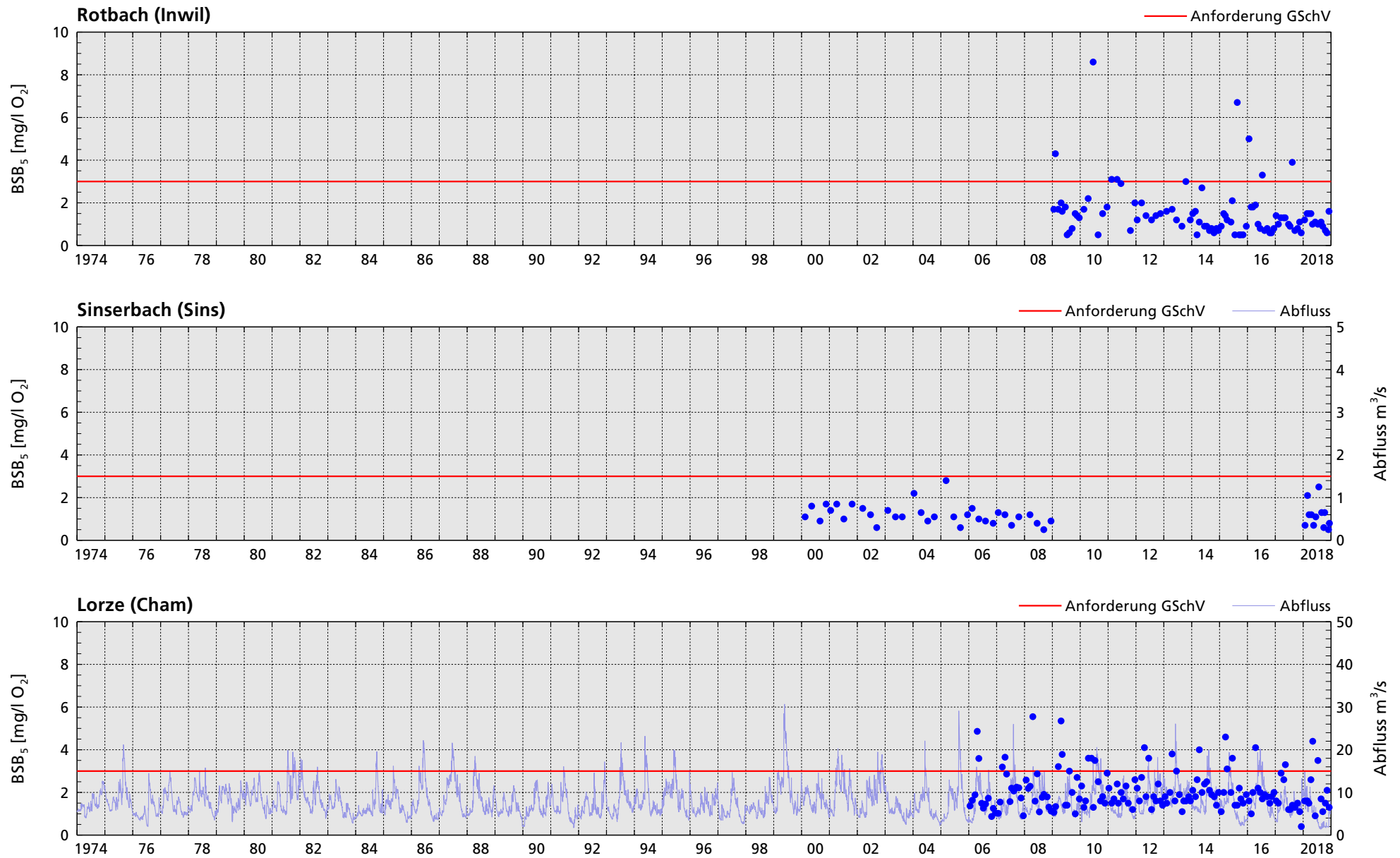


Ganglinien biochemischer Sauerstoffbedarf BSB₅ 1974 - 2018

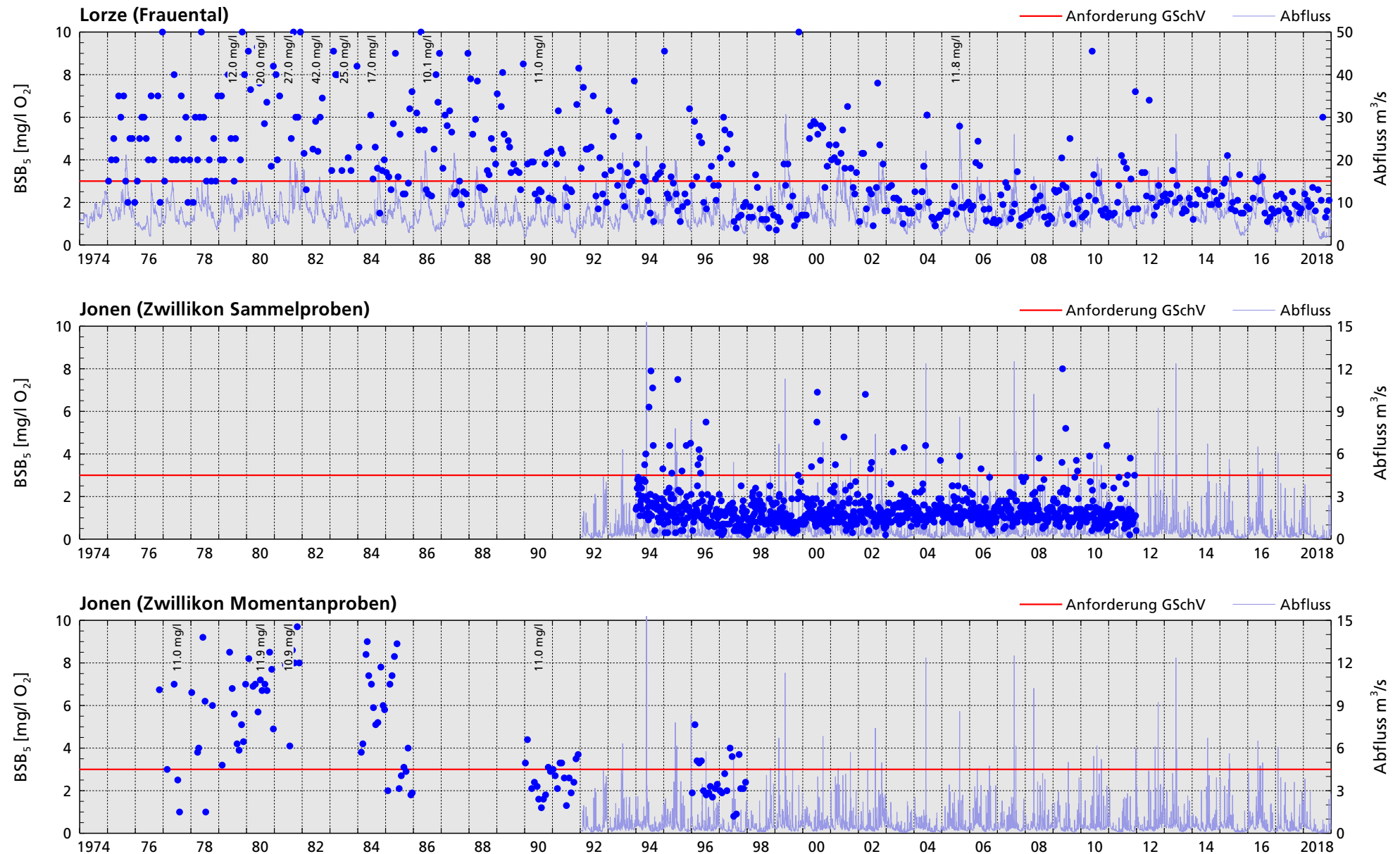
Ganglinien biochemischer Sauerstoffbedarf BSB₅ 1974 - 2018

Ganglinien biochemischer Sauerstoffbedarf BSB₅ 1974 - 2018

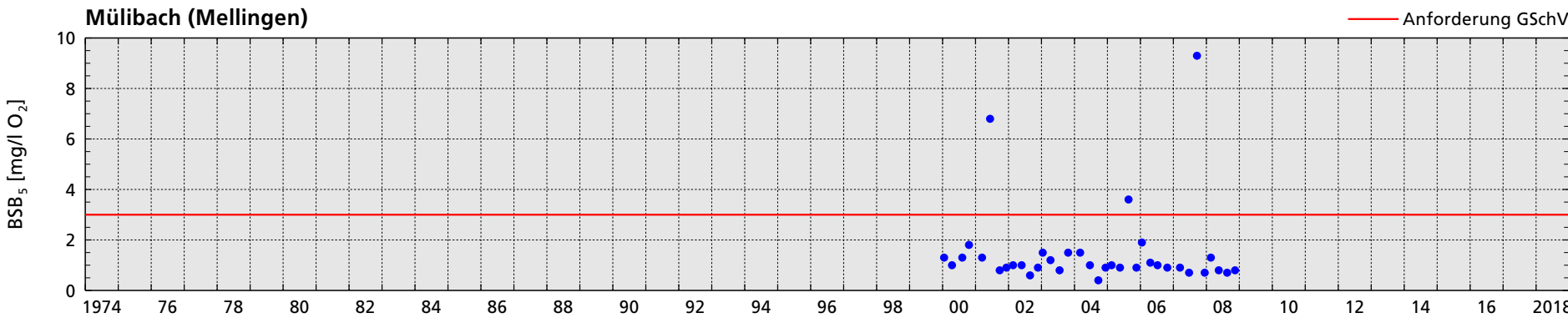
Ganglinien biochemischer Sauerstoffbedarf BSB₅ 1974 - 2018

Ganglinien biochemischer Sauerstoffbedarf BSB₅ 1974 - 2018

Ganglinien biochemischer Sauerstoffbedarf BSB₅ 1974 - 2018



Ganglinien biochemischer Sauerstoffbedarf BSB₅ 1974 - 2018



Reussbericht 2014 – 2018

Fact Sheet 17 Wassertemperatur

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

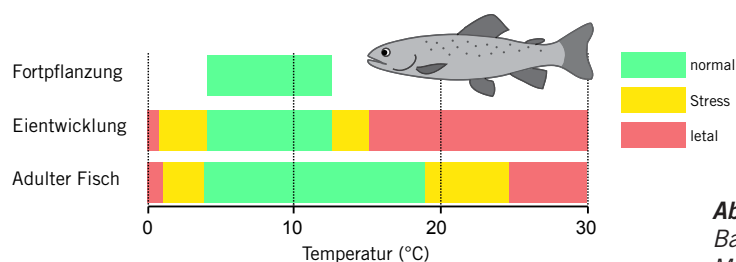


Abbildung: Temperaturtoleranzen der Bachforelle (Quelle: A. Kirchhofer, M. Breitenstein, Cercl'eau 2003)

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.

In den letzten 45 Jahren hat die durchschnittliche Wassertemperatur in den Mittellandflüssen um 1.0°C bis 1.5°C zugenommen. Gleichzeitig sind auch die Jahresamplituden, d.h. die jährlichen Extremwerte der Wassertemperaturen, angewachsen. Die jährlichen Maximaltemperaturen in den Flüssen sind seit 1974 um 1.5°C bis 2.5°C angestiegen. Die heissen Sommer der letzten Jahre haben wieder zu einem verstärkten Temperaturanstieg geführt.

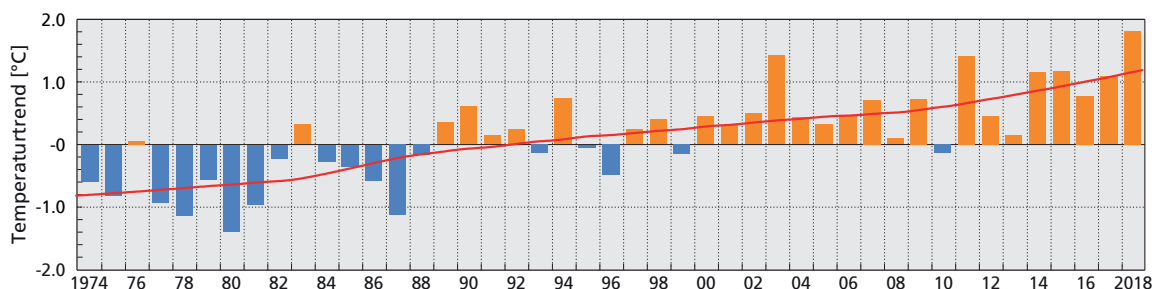
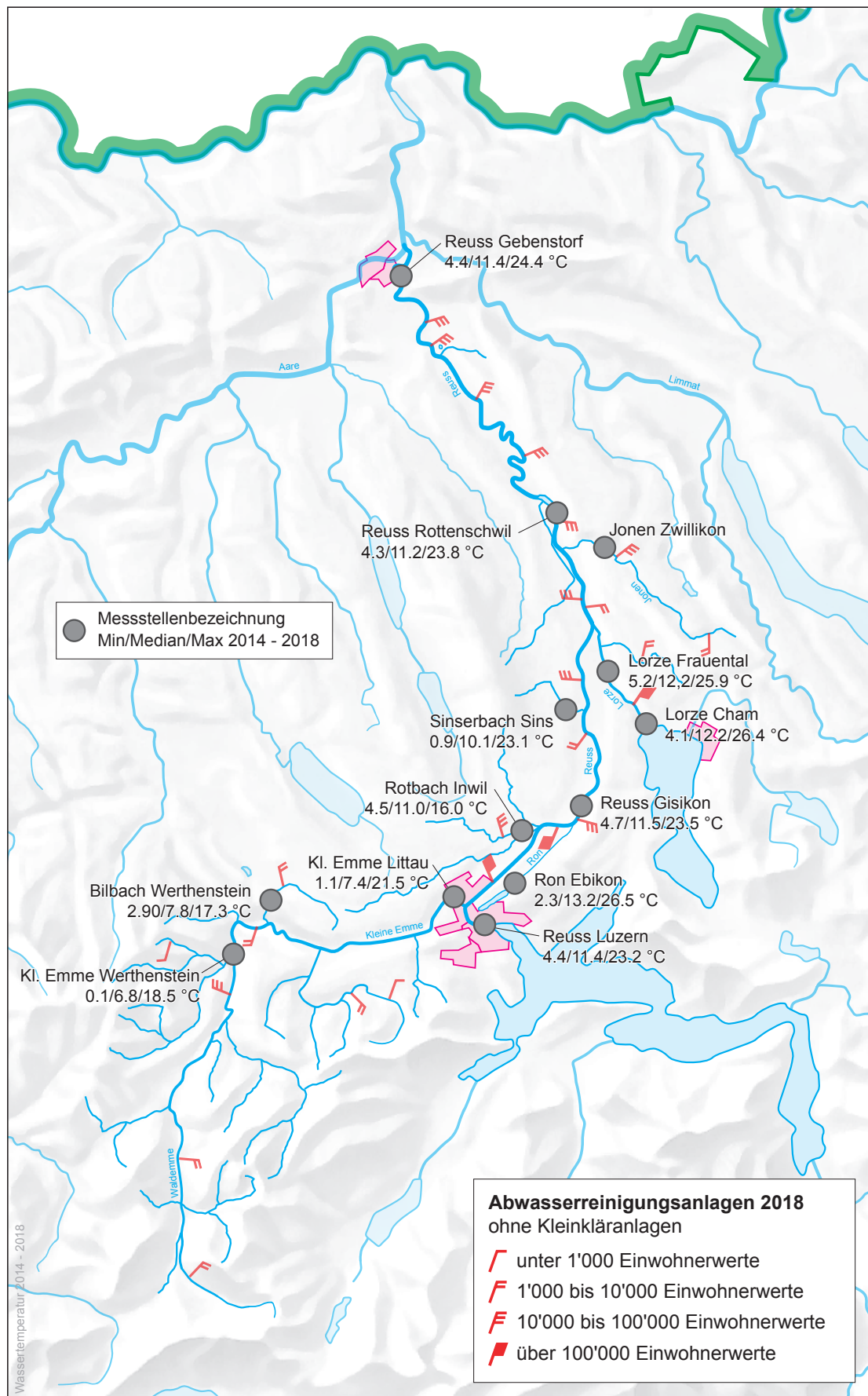
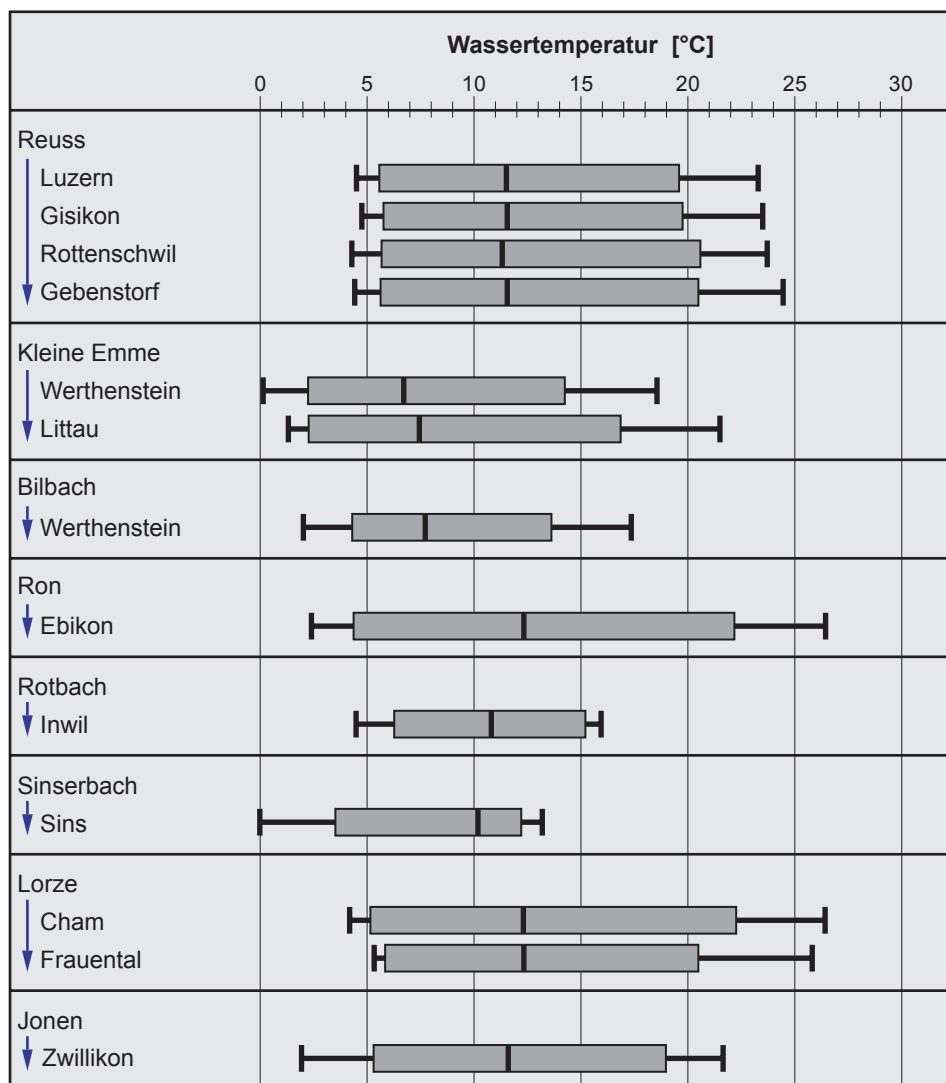


Abbildung: Langjährige Entwicklung der Wassertemperatur in der Reuss bei Mellingen. Dargestellt ist die jährliche Abweichung der Temperatur vom Mittelwert 1974 - 2018 (orange = positive Abweichungen, blau = negative Abweichungen). Die rote Kurve zeigt das 20-jährige gewichtete Mittel (Loess-Filter). Als Datenbasis dienen die täglichen Tagesmittelwerte der Wassertemperaturen.

Messstellen Wassertemperatur 2014 – 2018



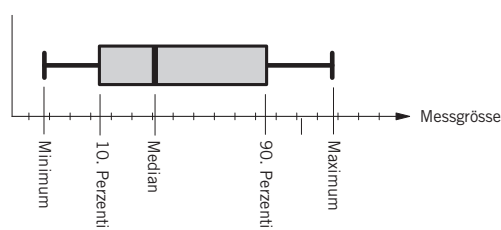
Boxplots der Wassertemperaturen 2014 - 2018



Das Minimum, das 10. Perzentil, der Median, das 90. Perzentil und das Maximum der gemessenen Wassertemperaturen können zusammen in sogenannten Box-Plots dargestellt werden. 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 Wassertemperatur entlang des Gewässers dar.

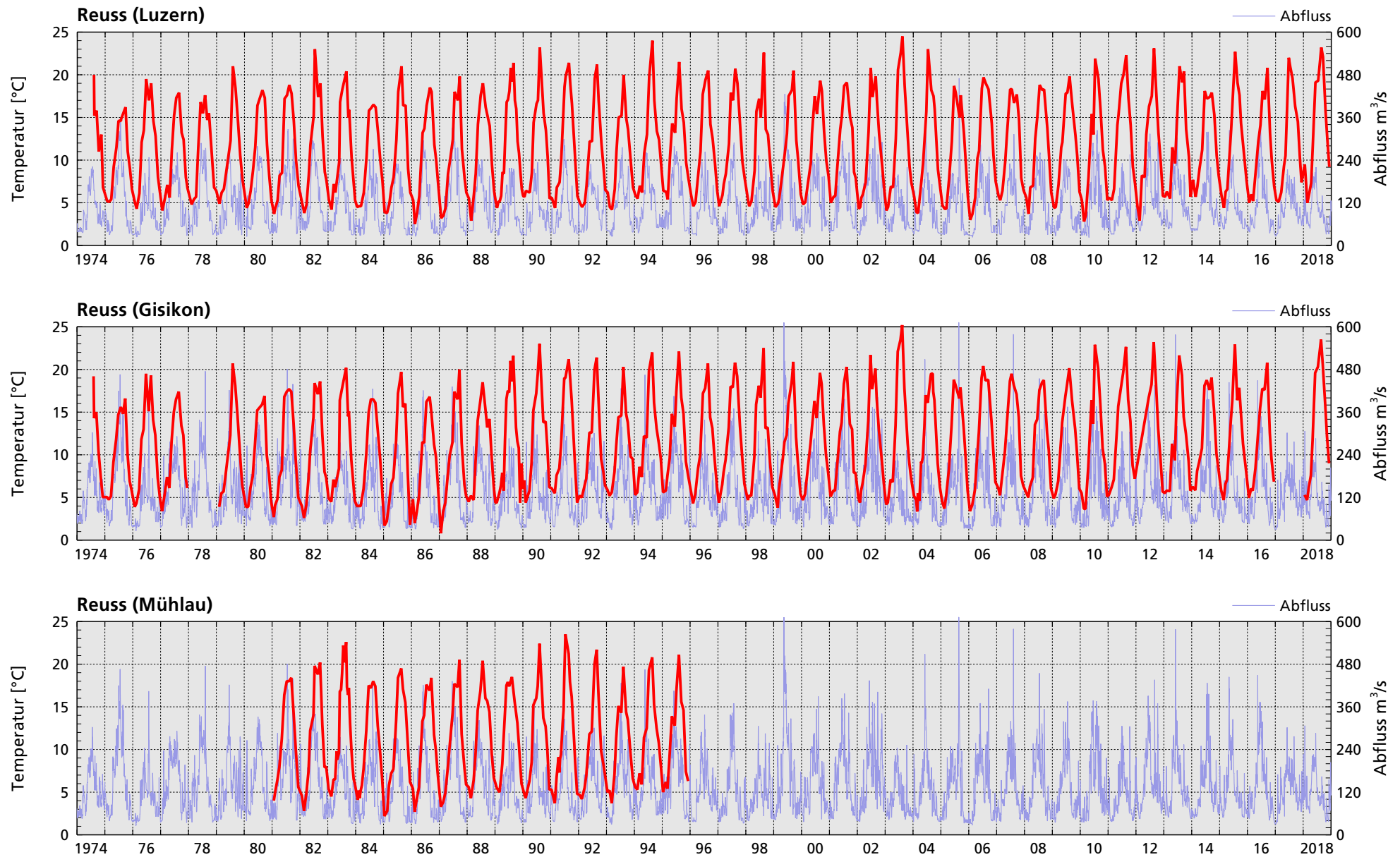
Das 10. Perzentil ist der Wert, der mit einer Wahrscheinlichkeit von 10 % nicht überschritten wird. Das heisst in 10 % aller Fälle sind die Wassertemperaturen im Gewässer kleiner als das 10. Perzentil und in 90 % der Fälle liegen sie darüber. Analog wird das 90. Perzentil definiert.

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



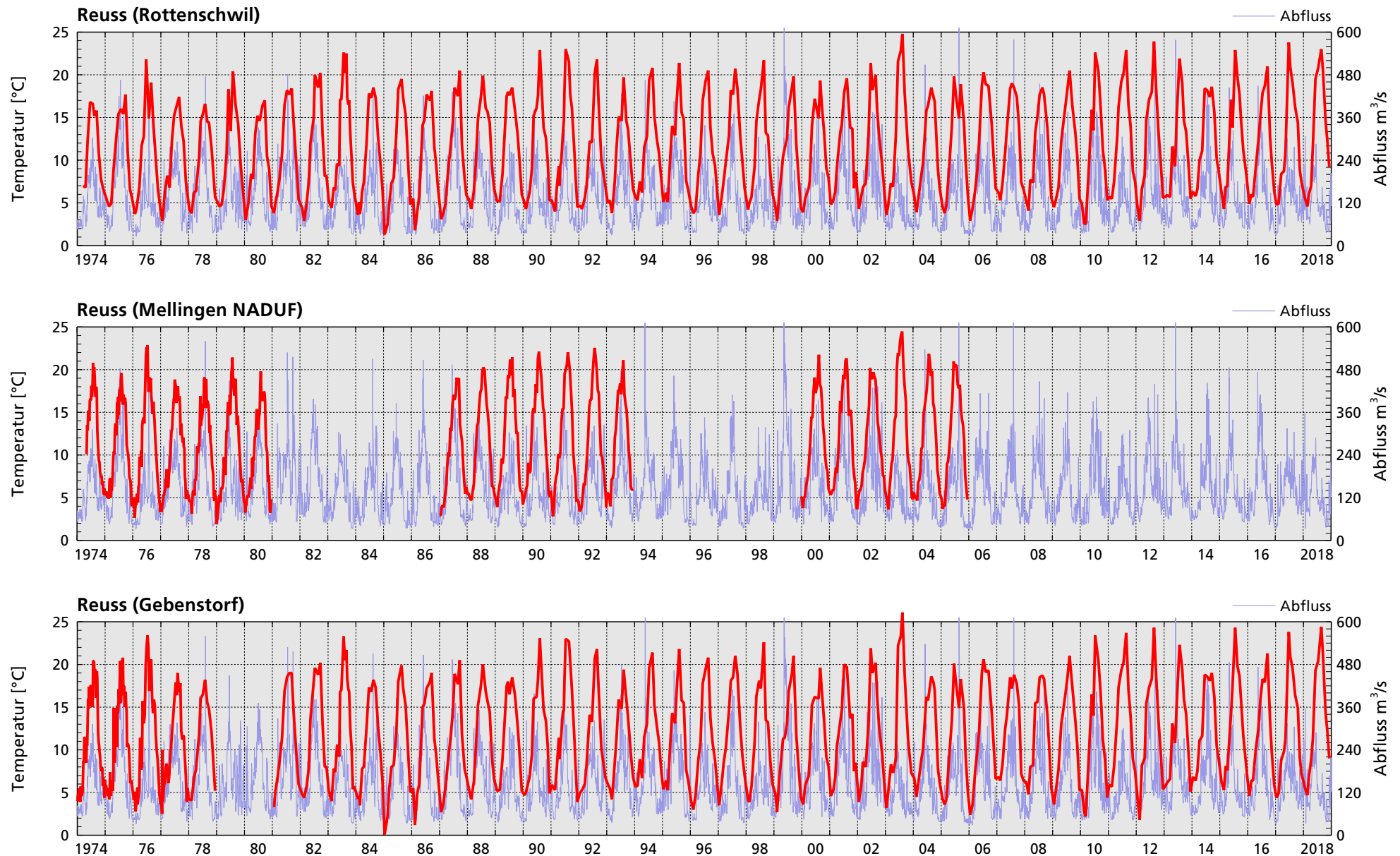
Ganglinien der Wassertemperatur 1974 - 2018

Die dargestellten Temperaturen sind die Momentanwerte zum Zeitpunkt der Wasserqualitätsprobenahme



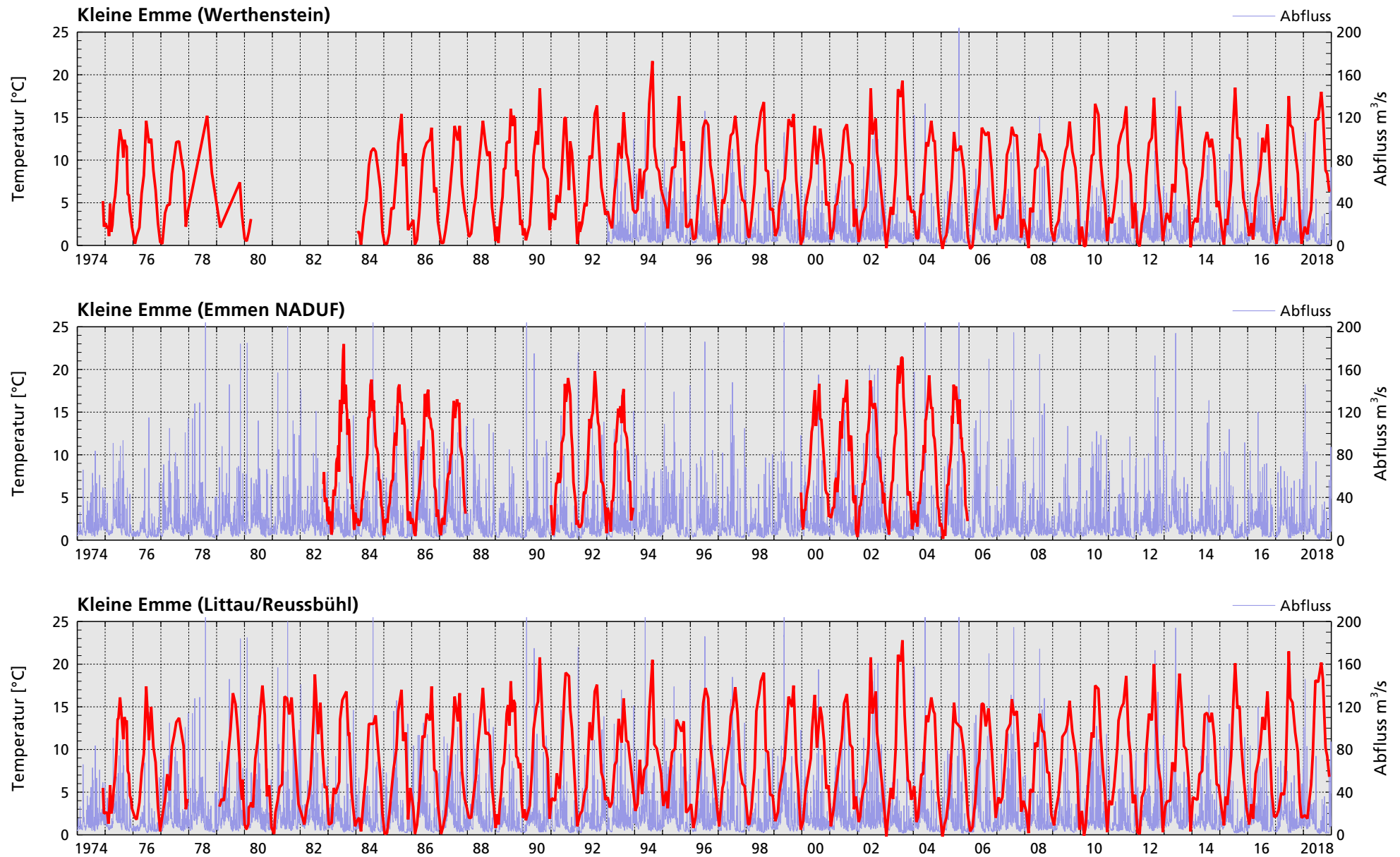
Ganglinien der Wassertemperatur 1974 - 2018

Die dargestellten Temperaturen sind die Momentanwerte zum Zeitpunkt der Wasserqualitätsprobenahme



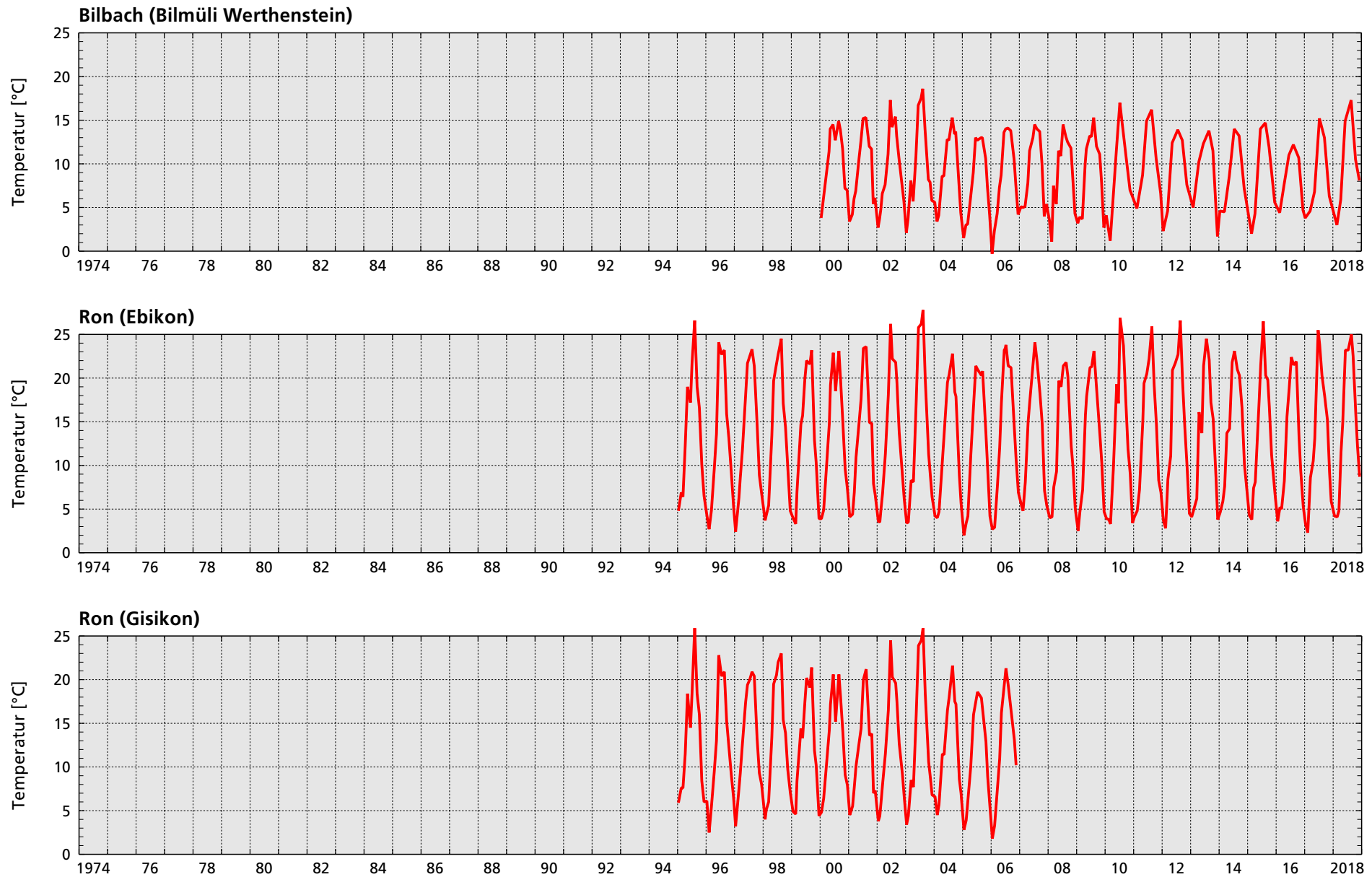
Ganglinien der Wassertemperatur 1974 - 2018

Die dargestellten Temperaturen sind die Momentanwerte zum Zeitpunkt der Wasserqualitätsprobenahme



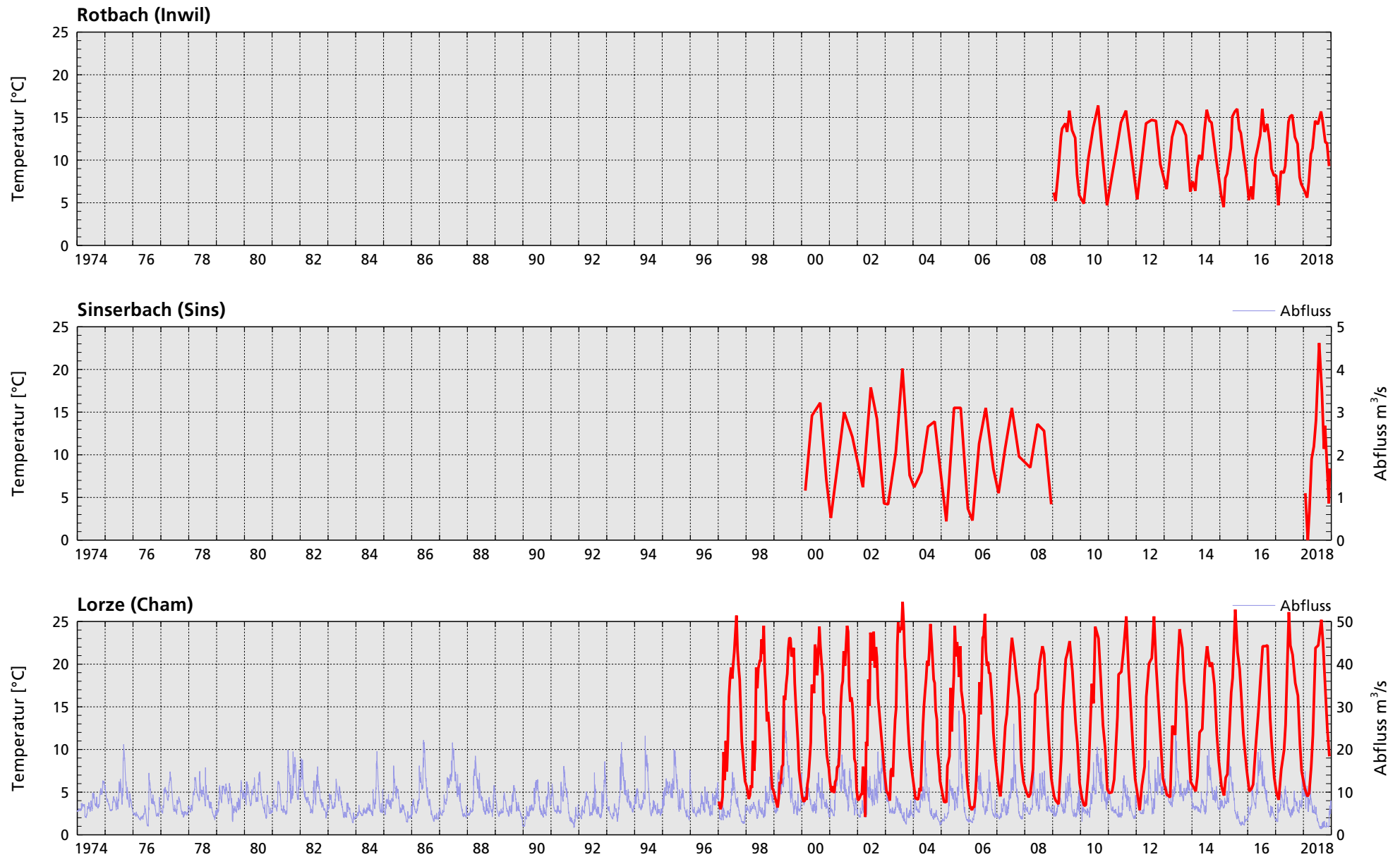
Ganglinien der Wassertemperatur 1974 - 2018

Die dargestellten Temperaturen sind die Momentanwerte zum Zeitpunkt der Wasserqualitätsprobenahme



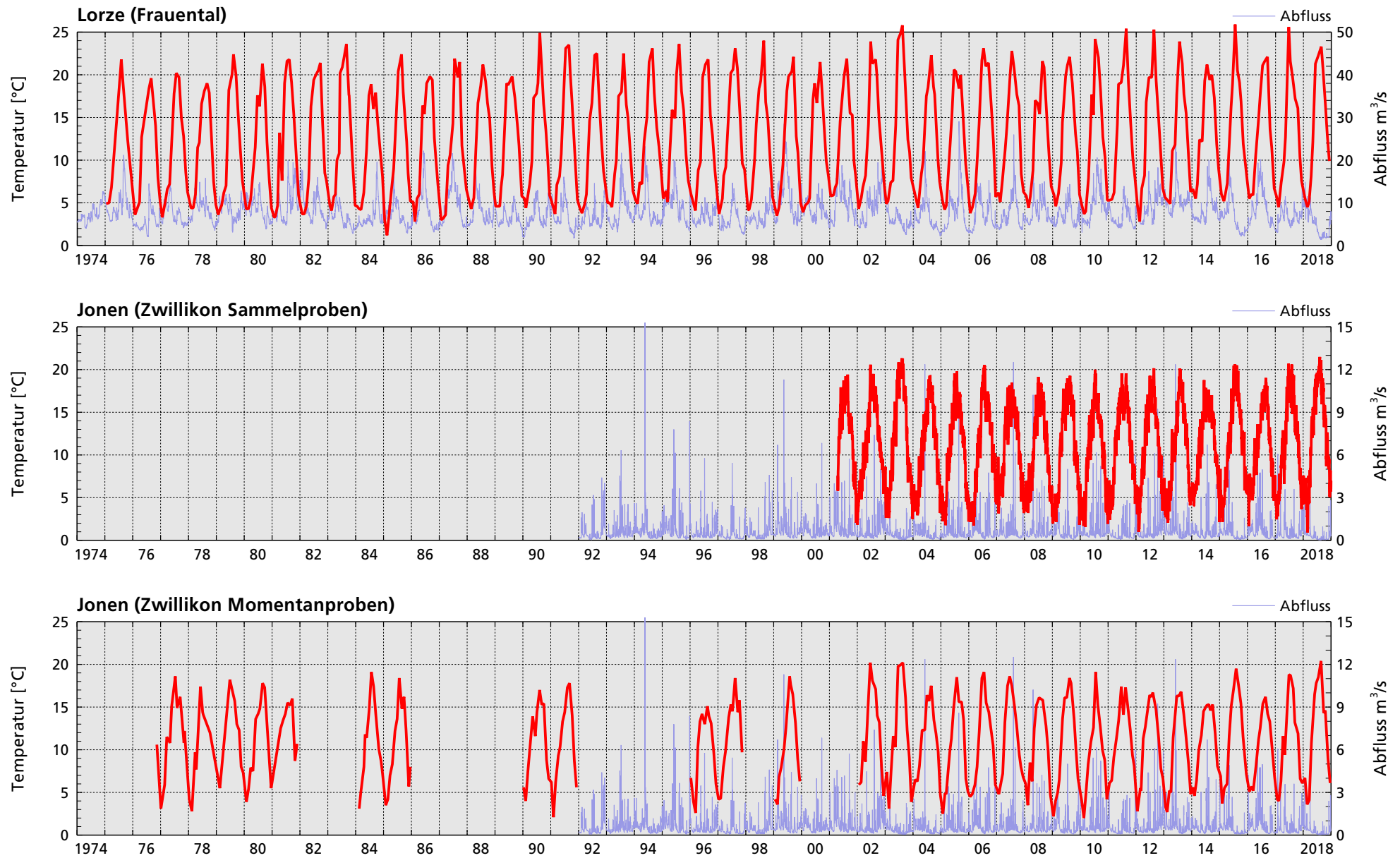
Ganglinien der Wassertemperatur 1974 - 2018

Die dargestellten Temperaturen sind die Momentanwerte zum Zeitpunkt der Wasserqualitätsprobenahme



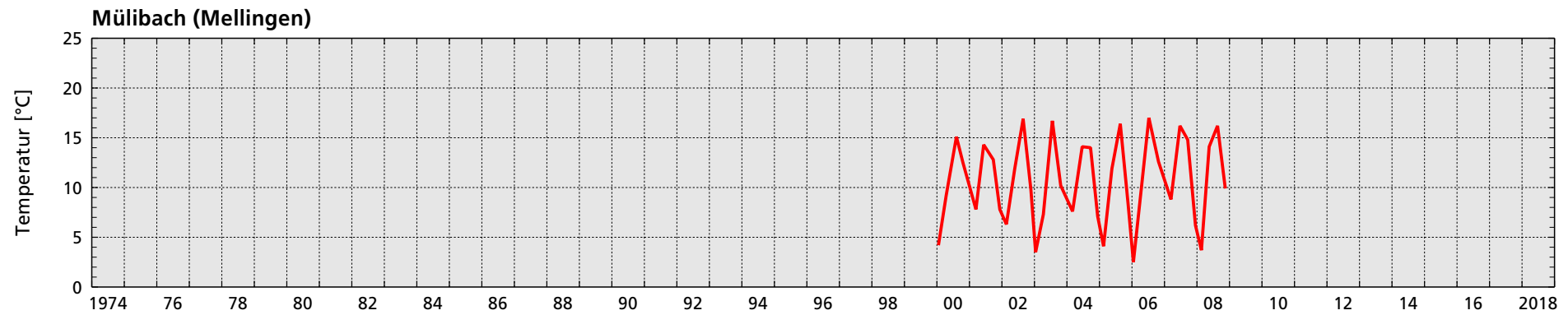
Ganglinien der Wassertemperatur 1974 - 2018

Die dargestellten Temperaturen sind die Momentanwerte zum Zeitpunkt der Wasserqualitätsprobenahme

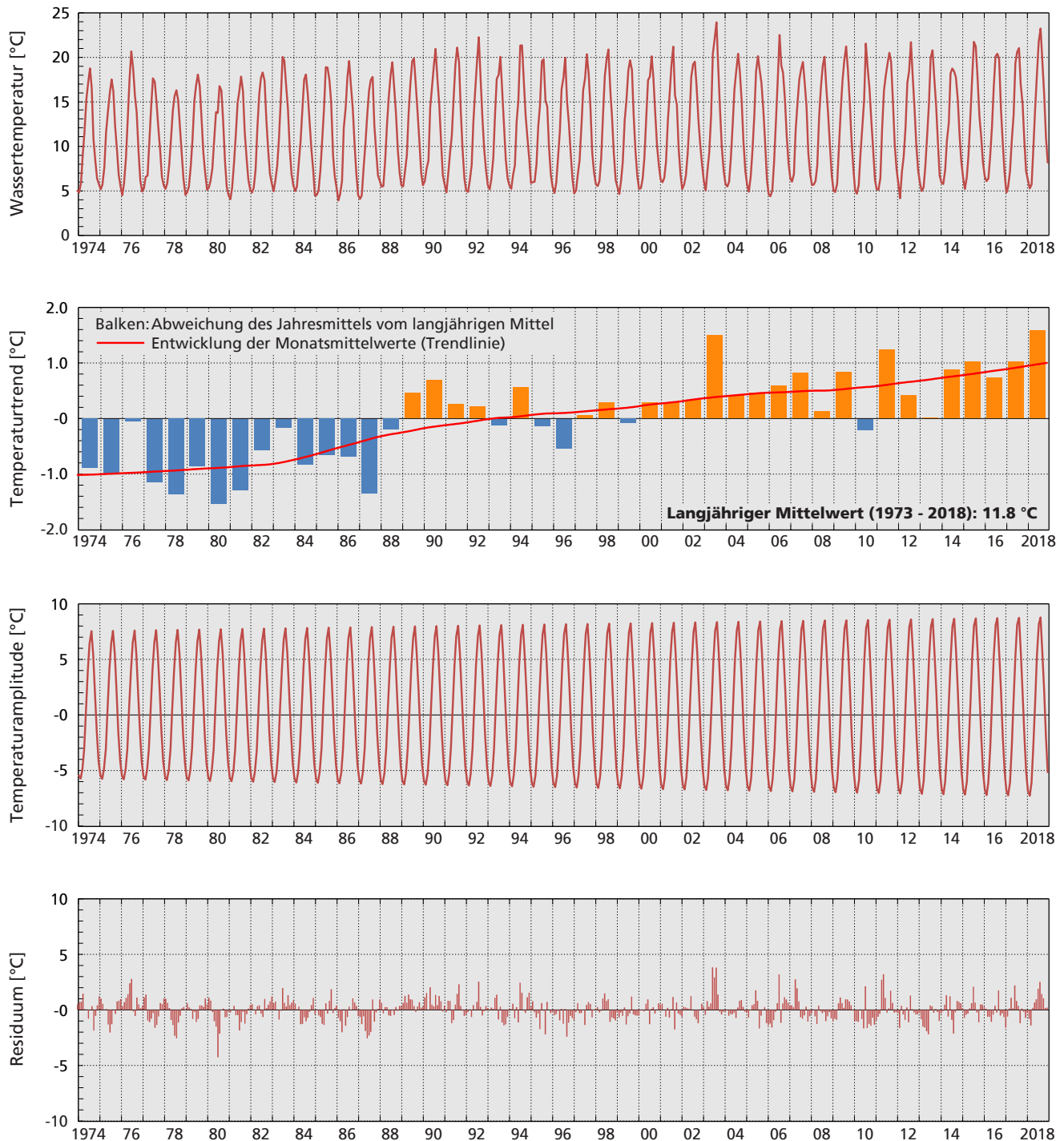


Ganglinien der Wassertemperatur 1974 - 2018

Die dargestellten Temperaturen sind die Momentanwerte zum Zeitpunkt der Wasserqualitätsprobenahme



Temperatur-Entwicklung in der Reuss bei Luzern

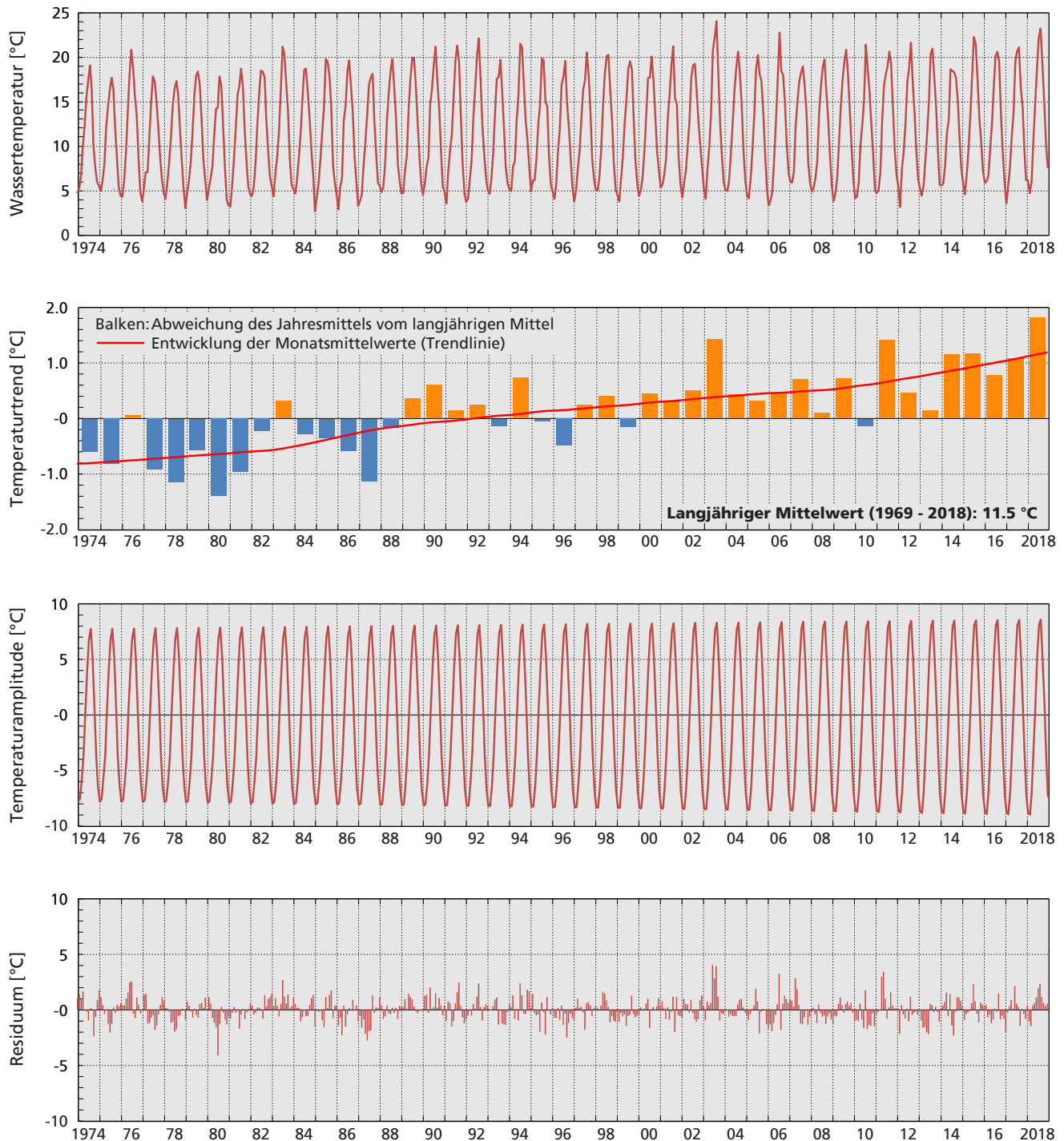


Die Grafiken stellen den Temperaturverlauf und seine Zerlegung in den Trend, in die Amplitude und in den regellosen Rest (Residuum) dar. Datengrundlage sind die Monatsmittelwerte der Wassertemperaturen in der Reuss bei Luzern (Reussmattbrücke, Messreihen des BAFU). Die Trendlinie ist das 20-jährige Loess-gewichtete¹⁾ Monatsmittel. Es gilt:

$$\text{Temperatur} = \text{langjähriges Mittel} + \text{Trend} + \text{Amplitude} + \text{Residuum}$$

¹⁾ Seasonal Decomposition of Time Series by Loess, The R Project for Statistical Computing

Temperatur-Entwicklung in der Reuss bei Mellingen

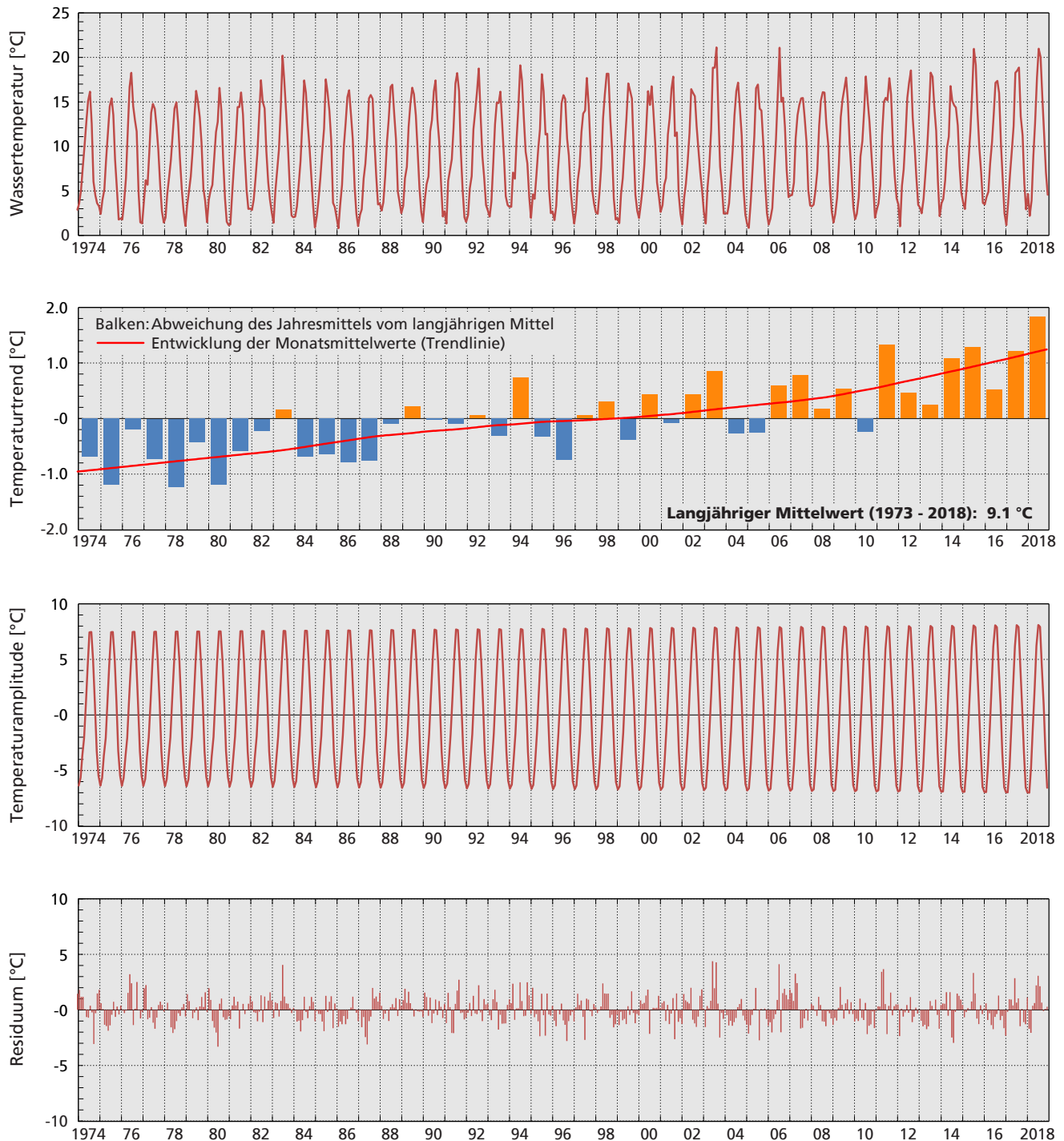


Die Grafiken stellen den Temperaturverlauf und seine Zerlegung in den Trend, in die Amplitude und in den regellosen Rest (Residuum) dar. Datengrundlage sind die Monatsmittelwerte der Wassertemperaturen in der Reuss bei Mellingen (Messreihen des BAFU). Die Trendlinie ist das 20-jährige Loess-gewichtete¹⁾ Monatsmittel. Es gilt:

$$\text{Temperatur} = \text{langjähriges Mittel} + \text{Trend} + \text{Amplitude} + \text{Residuum}$$

¹⁾ Seasonal Decomposition of Time Series by Loess, The R Project for Statistical Computing

Temperatur-Entwicklung in der Kleinen Emme bei Littau



Die Grafiken stellen den Temperaturverlauf und seine Zerlegung in den Trend, in die Amplitude und in den regellosen Rest (Residuum) dar. Datengrundlage sind die Monatsmittelwerte der Wassertemperaturen in der Kleinen Emme bei Littau (Messreihen des BAFU). Die Trendlinie ist das 20-jährige Loess-gewichtete¹⁾ Monatsmittel. Es gilt:

$$\text{Temperatur} = \text{langjähriges Mittel} + \text{Trend} + \text{Amplitude} + \text{Residuum}$$

¹⁾ Seasonal Decomposition of Time Series by Loess, The R Project for Statistical Computing

Reussbericht 2014 – 2018

Fact Sheet 18

Stofffrachten

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

Über die Reuss gelangen in Gebenstorf jährlich rund 23'000 t Chlorid, rund 7'000 t DOC, knapp 4'000 t anorganische Stickstoffverbindungen, etwa 130 t Gesamtphosphor und knapp 40 t Phosphat in die Aare. Die gereinigten Abwasser aus den Abwasserreinigungsanlagen tragen dazu einen nicht zu vernachlässigenden Anteil bei. Beim DOC liegt der Abwasseranteil in Gebenstorf bei etwa 15 %, beim Gesamtphosphor (P_{tot}) und beim Gesamtstickstoff (N_{tot}) bei nicht ganz 25 % sowie beim Ammonium (NH_4^+) bei etwa 55 % (> siehe Factsheet 21: 'Abwasserreinigung' und die Sankey-Diagramme auf den folgenden Seiten).

Im Vergleich zur Vorperiode 2009–2013 haben – mit Ausnahme von Chlorid in der Reuss und in der Kleinen Emme, sowie BSB_5 und Ammonium in der Reuss bei Gebenstorf – die Stofffrachten tendenziell abgenommen. Die Unsicherheiten der Frachtberechnungen mit der Regressionsmethode sind aber zu gross, um darüber wirklich zuverlässige Aussagen machen zu können.

In den vergangenen Jahren haben die Chloridkonzentrationen in den untersuchten Gewässern im Einzugsgebiet der Mittellandreuss kontinuierlich zugenommen. Dies führt trotz den leicht geringeren Abflussmengen in der aktuellen Untersuchungsperiode zum Anstieg der Chloridfracht.

Berechnungsmethoden

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

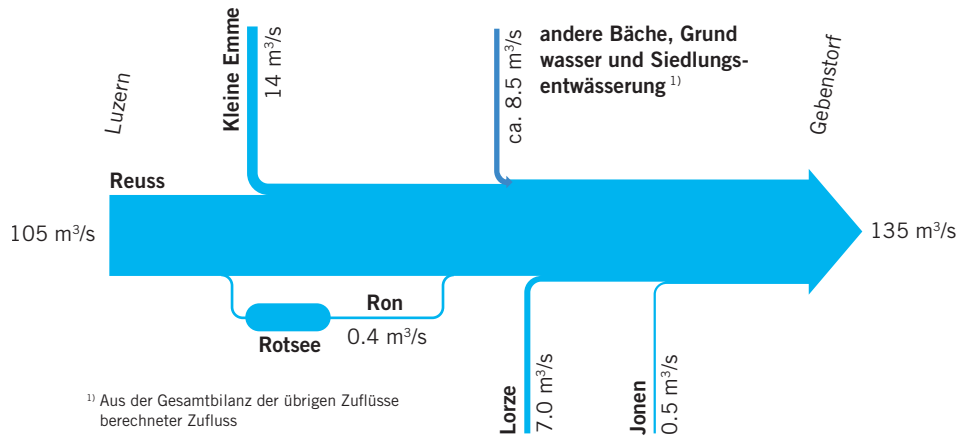
Für die Lorze in Frauental und die Jonen bei Zwillikon liegen lückenlose abflussproportionale Sammelproben vor. Deshalb können bei diesen Messstationen die Frachten sehr genau direkt aus dem Produkt der Stoffkonzentration in der Sammelprobe und dem Abfluss im Sammelintervall bestimmt werden.

Literatur

- > Ermittlung von Stoff-Frachten in Fliessgewässern, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser LAWA, Hannover, Mai 2003

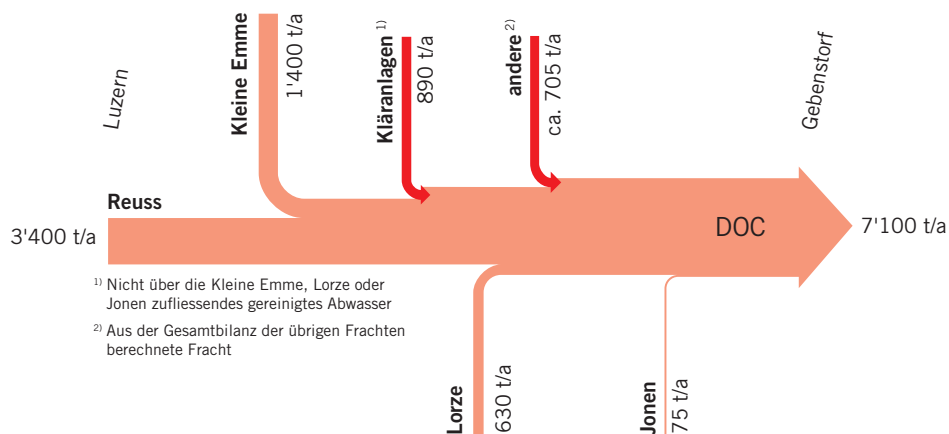
Abfluss

Mittelwert der Stundenmittel 2014 – 2018



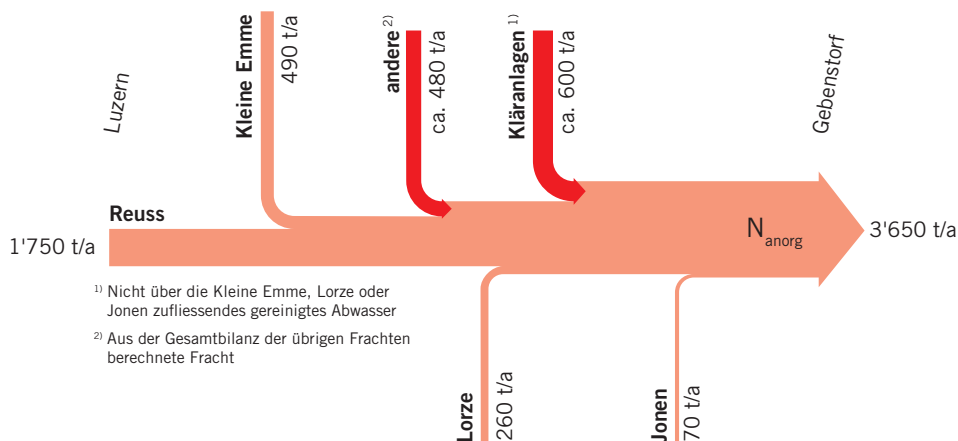
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)

Mittlere Fracht 2014 – 2018 in t/a C



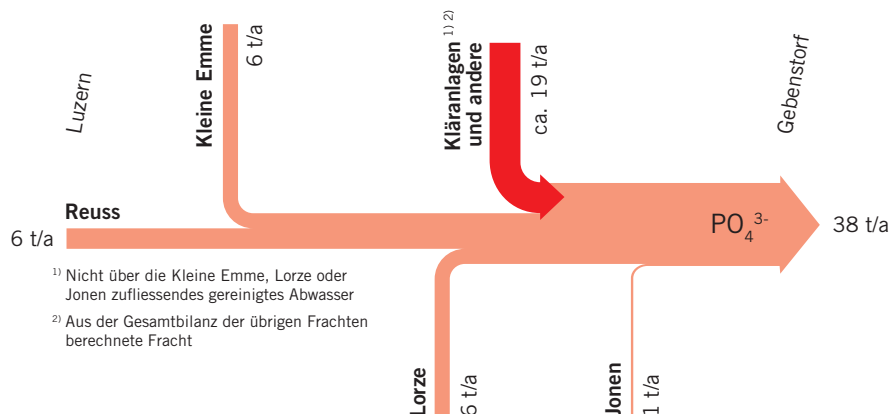
Anorganische Stickstoffverbindungen ($N_{\text{anorg}} = \text{NO}_2^- + \text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$)

Mittlere Fracht 2014 – 2018 in t/a N



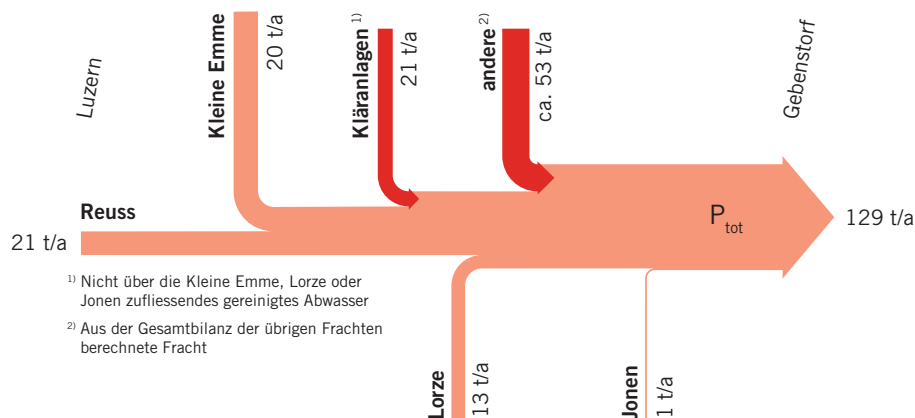
ortho-Phosphat (PO_4^{3-})

Mittlere Fracht 2014 – 2018 in t/a P



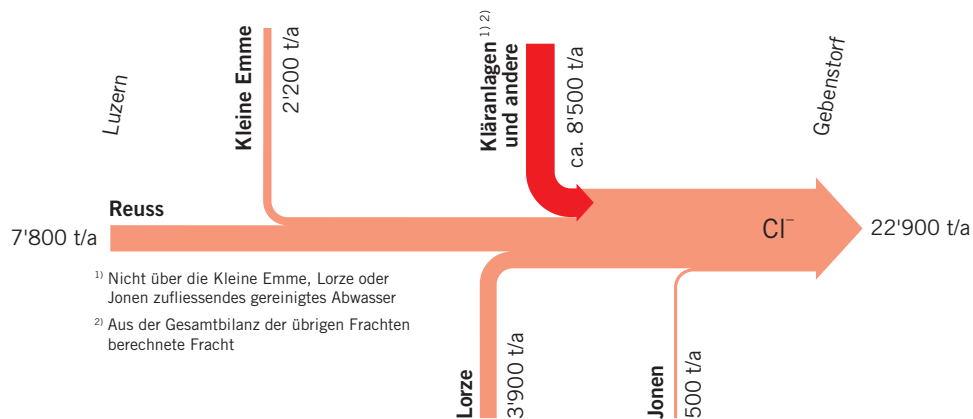
Gesamtphosphor (P_{tot})

Mittlere Fracht 2014 – 2018 in t/a P



Chlorid (Cl^-)

Mittlere Fracht 2014 – 2018 in t/a Cl



Berechnete Stofffrachten 2009 – 2013 und 2014 – 2018

Gewässer	Messstelle	Probenahmeart	Periode	Abfluss m³/s	BSB ₅ t/a	Cl⁻ t/a	DOC t/a	N _{tot} t/a	NH ₄ ⁺ -N t/a	NO ₂ ⁻ -N t/a	NO ₃ ⁻ -N t/a	N _{anorg} t/a	P _{dis} t/a	P _{tot} t/a	PO ₄ ³⁻ -P t/a
Reuss	Luzern	Momentanproben*	2009 – 2013	106.8	3'974	7'759	3'547	-	46.4	16.4	1'704	1'750	20.7	33.8	10.9
			2014 – 2018	104.7	3'638	7'820	3'384	-	51.7	13.2	1'517	1'582	8.4	21.0	5.5
	Gisikon	Momentanproben*	2009 – 2013	126.4 ¹⁾	5'566	15'677	6'105	-	117.0	28.5	2'901	3'046	58.4	113.7	38.8
			2014 – 2018	122.7 ¹⁾	5'405	15'672	5'872	-	138.0	25.0	2'622	2'785	38.3	132.7	29.1
Kleine Emme	Rottenschwil	Momentanproben*	2009 – 2013	137.5 ²⁾	4'519	18'945	7'150	3'981	117.6	32.2	3'220	3'370	-	123.2	35.3
			2014 – 2018	134.0 ²⁾	4'337	19'972	6'797	3'859	121.8	25.7	2'955	3'102	-	91.0	30.9
	Gebenstorf	Momentanproben*	2009 – 2013	140.0	4'898	22'669	7'250	4'454	131.5	38.0	3'650	3'820	-	154.9	44.5
			2014 – 2018	136.0	5'081	22'917	7'118	4'328	133.7	36.3	3'473	3'643	-	128.8	37.9
Sinslerbach	Werthenstein	Momentanproben*	2009 – 2013	10.2	548	1'012	983	-	5.3	0.9	288	294	6.5	17.3	4.9
			2014 – 2018	10.0	600	1'120	1'040	-	3.8	0.9	274	279	5.0	17.0	4.0
	Littau	Momentanproben*	2009 – 2013	15.1	769	2'113	1'479	-	7.8	2.4	507	517	10.3	37.5	7.6
			2014 – 2018	13.6	722	2'220	1'395	-	7.6	2.0	478	488	7.1	19.9	6.0
Lorze	Frauental	24h-Stichproben*	2009 – 2013	0.28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			2014 – 2018	0.23	(22.9)	(37)	(27)	-	(0.2)	(0.1)	(64)	(64)	-	(0.6)	(0.4)
Jonen	Zwillikon	Momentanproben*	2009 – 2013	8.5	703	4'236	802	475	12.2	1.4	286	300	11.7	21.6	9.5
			2014 – 2018	7.0	483	3'945	632	368	10.7	1.2	260	272	8.5	12.3	6.8
		Sammelproben	2009 – 2013	8.5	-	4'277	777	-	14.4	1.8	271	287	10.2	20.9	8.1
			2014 – 2018	7.0	-	3'870	628	-	9.7	1.3	246	257	7.5	12.8	6.0
		24h-Stichproben	2009 – 2013	0.6	-	567	82	97	0.9	0.5	87	88	-	1.5	0.7
			2014 – 2018	0.5	-	445	75	83	1.0	0.4	66	67	-	1.7	0.9
			2009 – 2013	0.6	-	599	-	-	1.0	-	89	-	-	1.9	0.8
			2014 – 2018	0.5	-	527	-	-	1.1	-	80	-	-	1.8	0.7

1) Abfluss in Gisikon einzugsgebietsproportional aus dem Abfluss bei Mühlaus hochgerechnet (Faktor 0.98)

2) Abfluss in Rottenschwil einzugsgebietsproportional aus dem Abfluss bei Mühlaus hochgerechnet (Faktor 1.07)

BSB₅: Biochemischer Sauerstoffbedarf nach 5 Tagen

Cl⁻: Chlorid

DOC: Gelöster organischer Kohlenstoff

N_{tot}: GesamtnitrostoffNH₄⁺-N: Ammonium-StickstoffNO₂⁻-N: Nitrit-StickstoffNO₃⁻-N: Nitrat-StickstoffN_{anorg}: Anorganische Stickstoffverbindungen (= NH₄⁺+NO₂⁻+NO₃⁻)P_{dis}: Gelöster PhosphorP_{tot}: GesamtphosphorPO₄³⁻-P: Orthophosphat-Phosphor

(.): Daten unsicher

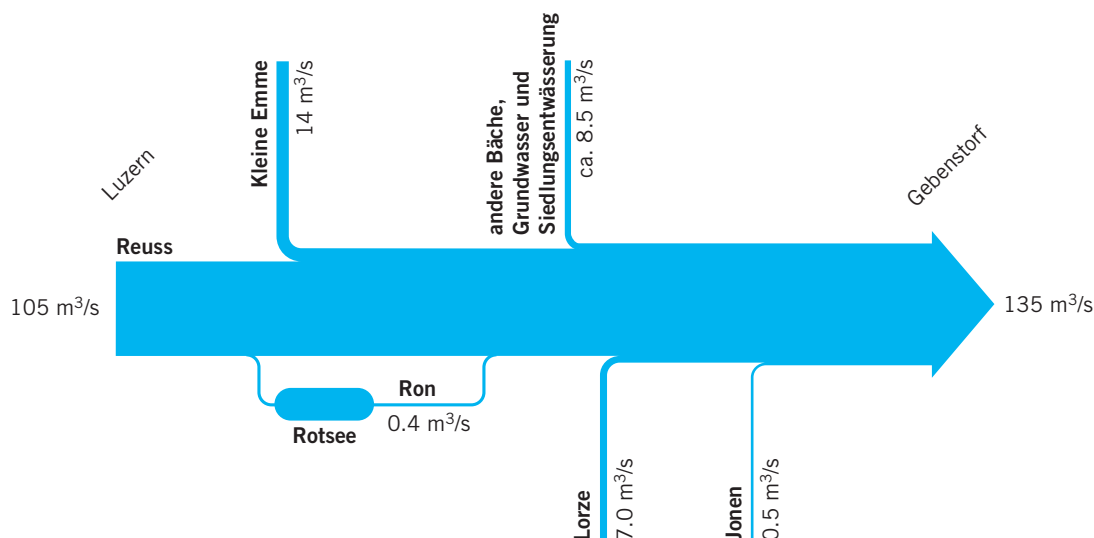
*: Frachtberechnung mit Regressionsmethode

Reussbericht 2014 – 2018

Fact Sheet 19

Abflussmengen

Aus dem Vierwaldstättersee sind zwischen 2014 und 2018 in Luzern mit der Reuss im Durchschnitt $105 \text{ m}^3/\text{s}$ ($3'310 \text{ Mio. m}^3/\text{a}$) Wasser abgeflossen. Der grösste Zufluss ist in Emmen die Kleine Emme mit durchschnittlich $14 \text{ m}^3/\text{s}$ ($440 \text{ Mio. m}^3/\text{a}$). Bis an die Mündung der Reuss in die Aare bei Gebenstorf ist die Abflussmenge auf durchschnittlich $135 \text{ m}^3/\text{s}$ ($4'260 \text{ Mio. m}^3/\text{a}$) angewachsen (> siehe auch Fact Sheet 1: 'Einzugsgebiet der Mittellandreuss').



Langjährige Variabilität

Gemäss den hydrologischen Jahrbüchern liegt der langjährige Mittelwert des Abflusses der Reuss in Luzern bei $110 \text{ m}^3/\text{s}$ und in Mellingen bei $140 \text{ m}^3/\text{s}$ (1935 – 2016). Die Kleine Emme führt im langjährigen Durchschnitt $15.5 \text{ m}^3/\text{s}$ (1978 – 2016) Wasser.

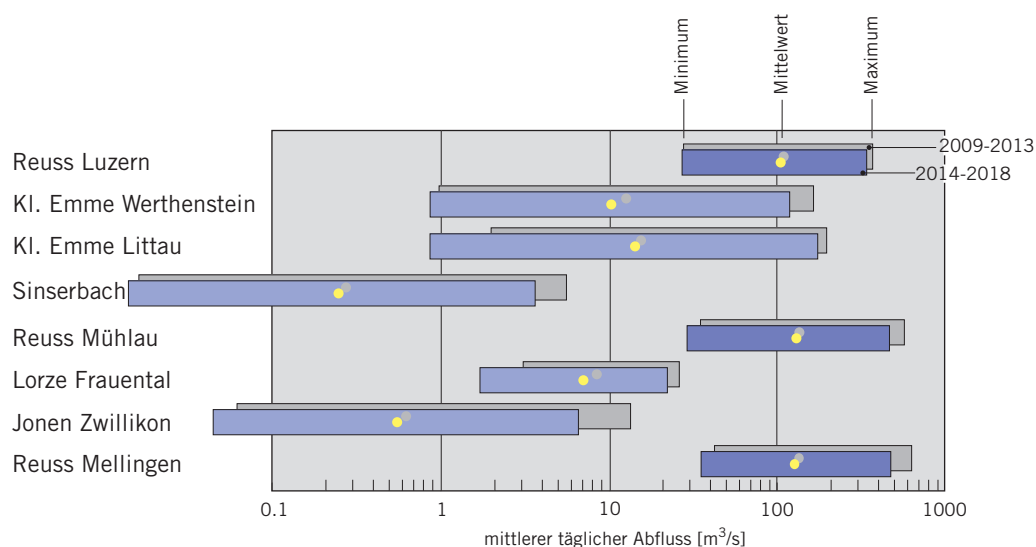
Vor allem die beiden Hitzesommer 2015 und 2018 mit ihren ausgeprägten Niedrigwassersituationen in den Flüssen und Bächen haben dazu geführt, dass auch in der Reuss und ihren Zuflüssen die mittleren Abflüsse der Periode 2014 bis 2018 deutlich unter dem langjährigen Mittel liegen.

Das bisher kleinste Jahresmittel des Reussabflusses wurde 1947 in Luzern mit $77.1 \text{ m}^3/\text{s}$ gemessen. 1999 war das Jahr mit dem grössten Abfluss. Im Jahresdurchschnitt flossen damals $139 \text{ m}^3/\text{s}$ in Luzern aus dem Vierwaldstättersee.

Jahreszeitliche Schwankungen

Die beiden Wehre – das Nadelwehr in der Reuss bei Luzern und das Stauwehr in der Lorze bei Cham – regulieren die Seespiegel des Vierwaldstättersees und des Zugersees. Sie dämpfen damit auch die Abflussschwankungen in der Reuss. Der grösste Einfluss auf hohe Wasserführungen in der Reuss unterhalb von Emmen hat der wenig gedämpfte Abfluss aus dem Einzugsgebiet der Kleinen Emme.

Das Nadelwehr in Luzern wurde von 2009 bis 2011 renoviert und ausgebaut. Die Abflusskapazität am Reusswehr wurde damit von bisher rund 330 auf 430 Kubikmeter pro Sekunde erhöht und die Gefahr von Überschwemmungen im Seebecken wesentlich reduziert.



Wegen den beiden Trockenjahren 2015 und 2018 sind die Abflussbandbreiten zwischen 2014 und 2018 nach unten grösser ausgefallen als in der Vorperiode. Allerdings fehlen in der vorliegenden Berichtsperiode auch extreme Hochwasserereignisse, wie sie 2013 aufgetreten sind. Die Bandbreite der Abflüsse nach oben ist darum geringer als in der Vorperiode.

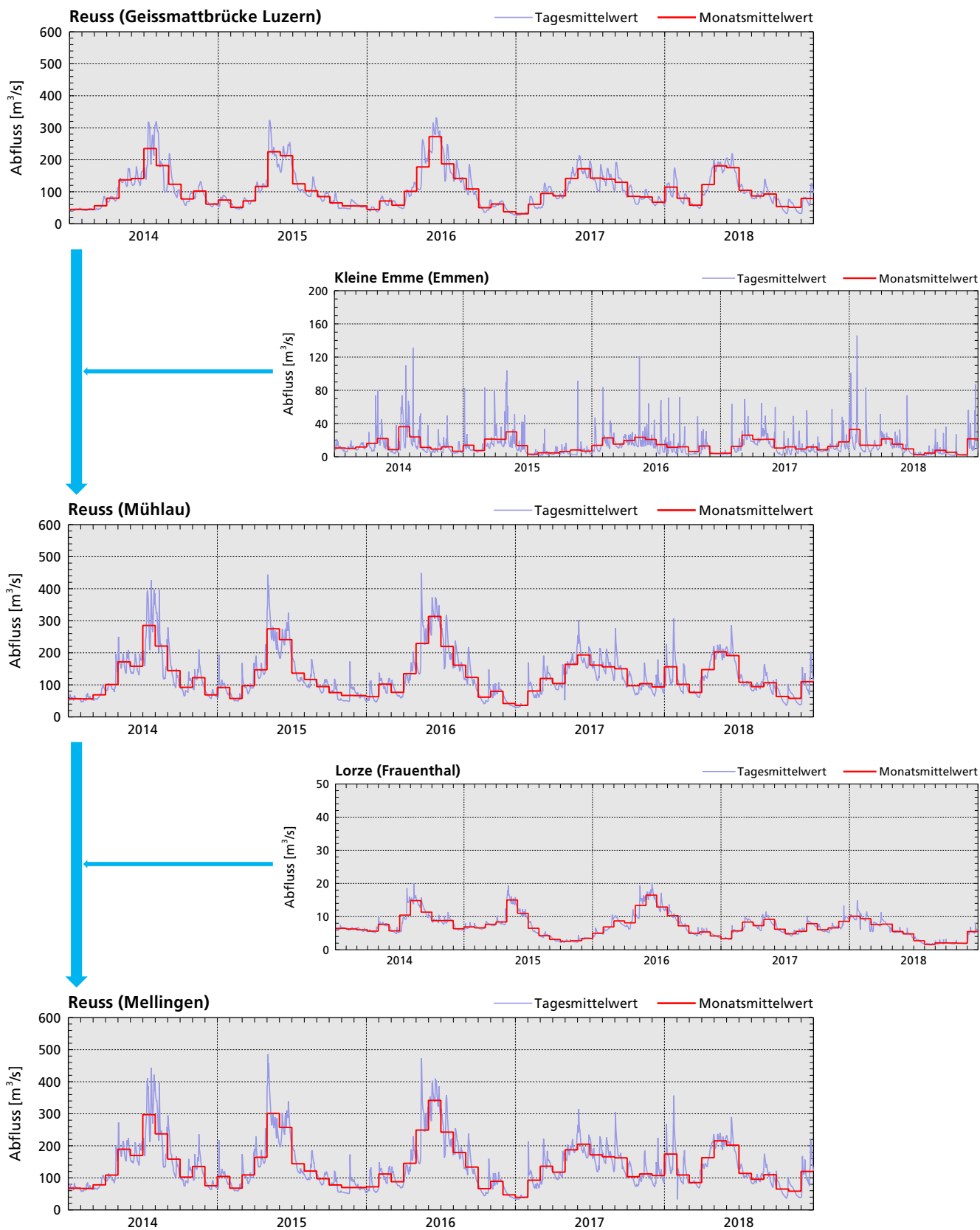
Verdunstungsanteil der Abflussbilanz

Die Verdunstungshöhe auf Fliessgewässern beträgt im Jahresmittel rund 1 bis 3 mm/Tag. Auf der rund 72.7 km langen Mittellandreuss mit einer Breite von durchschnittlich etwa 45 m verdunsten darum täglich rund 3'300 bis 9'800 m³ Wasser, das sind also 0.04 bis 0.12 m³/s. Der Verdunstungsanteil auf der Wasserfläche spielt darum für die Abflussbilanz der Reuss keine Rolle.

Links

- > [Kanton Luzern, Umwelt und Energie: Hydrometrie](#)
- > [Kanton Zug, Amt für Umweltschutz: Oberflächengewässer](#)
- > [Kanton Aargau, Abteilung Landschaft und Gewässer: Hydrometrie](#)
- > [Bund, Bundesamt für Umwelt: Hydrologische Grundlagen und Daten](#)

Abflussganglinien 2014- 2018



Reussbericht 2014 – 2018

Fact Sheet 20

Badewasserqualität

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 Flussbädern¹ und ab 2013 gemäss den Empfehlungen zur Untersuchung und Beurteilung der Badewasserqualität von See- und Flussbädern².

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	Keine (> siehe Tipps)	
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.	

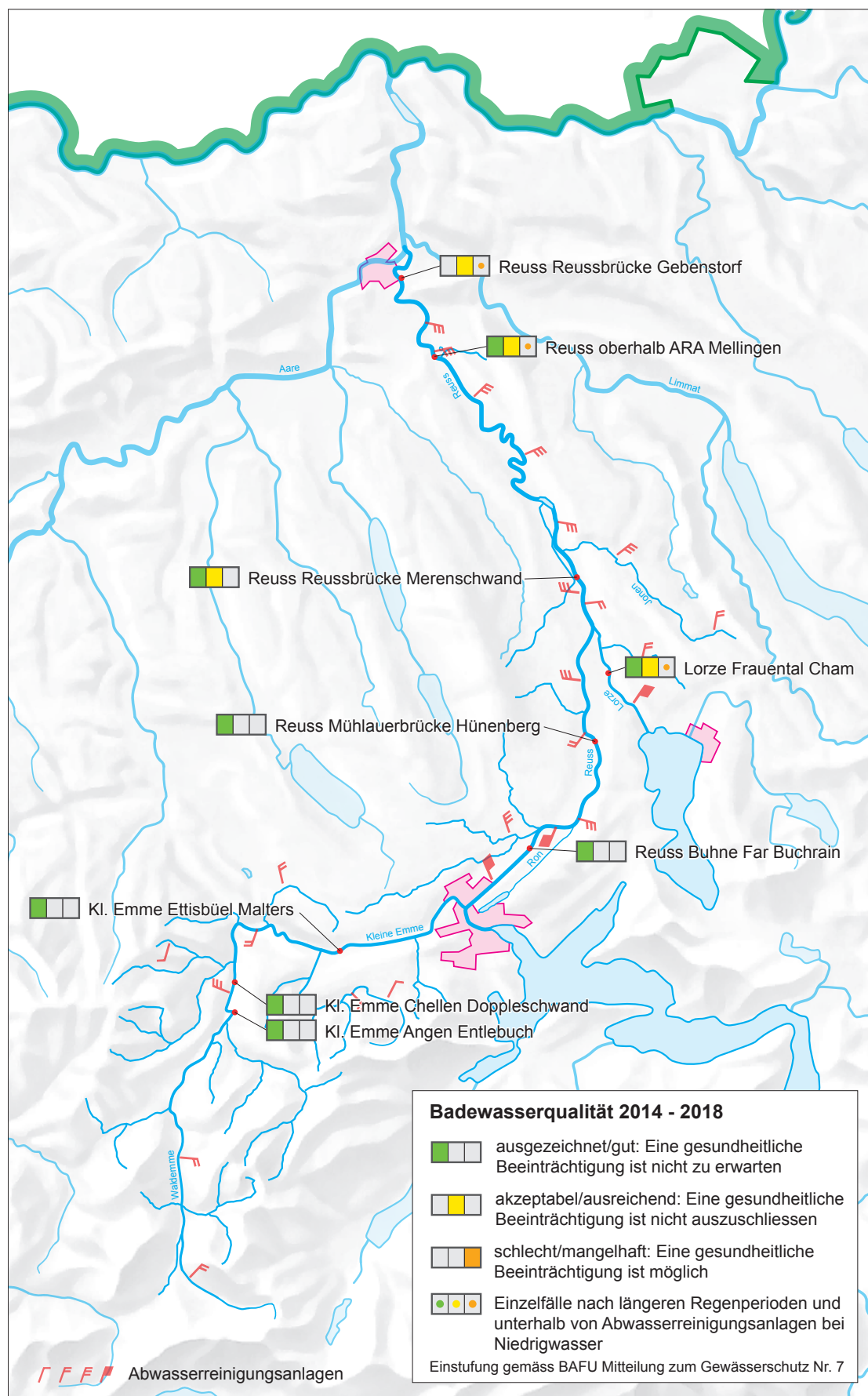
* Einstufung gemäss Mitteilung zum Gewässerschutz Nr. 7, BAFU Bern 1991¹

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 Regentlastungen ansprechen oder Hofdünger von Wiesen und Feldern abgeschwemmt wird. Oder bei Niedrigwasser, wenn unterhalb von Abwasserreinigungsanlagen die gereinigten Abwasser nur wenig verdünnt werden.

¹ Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Mitteilung zum Gewässerschutz Nr. 7, Bern 1991

² Bundesamt für Umwelt, Umwelt-Vollzug Nr. 1310, Bern 2013

Badewasserqualität in der Reuss, Kleinen Emme und Lorze 2014 - 2019



Ursachen ungenügender Badewasserqualität

Abwasserreinigungsanlagen (ARAs) sind normalerweise technisch nicht dafür ausgerüstet, das Abwasser hinsichtlich schädlicher Keime vollständig zu reinigen. Zwar werden gemäss dem Schweizerischen Antibiotikabericht 2018 bis über 95 Prozent 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.

Bei starken Regenereignissen gelangen 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.

Badewasserqualität in der Reuss

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

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 Bismarratten) 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 ist darum unbedenklich.

Tipps

- Nicht in trübes Wasser springen.
- Nach Möglichkeit nach dem Baden duschen oder sich gut abtrocknen.
- Hinweise zu Bade-Dermatitis (Zerkarien) beachten: > [Faktenblatt des Bundesamtes für Gesundheit \(BAG\)](#).
- Beim Baden möglichst wenig Wasser schlucken.
- Intensive Niederschläge beeinflussen die Flusswasserqualität negativ. Wir empfehlen, das Baden während 2 - 3 Tagen nach starken Niederschlägen zu unterlassen.
- Bei Niedrigwasser nicht unterhalb von Abwasserreinigungsanlagen baden.
- Badeplätze unterhalb von ARA-Einleitungen 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: Qualität der Badegewässer](#)

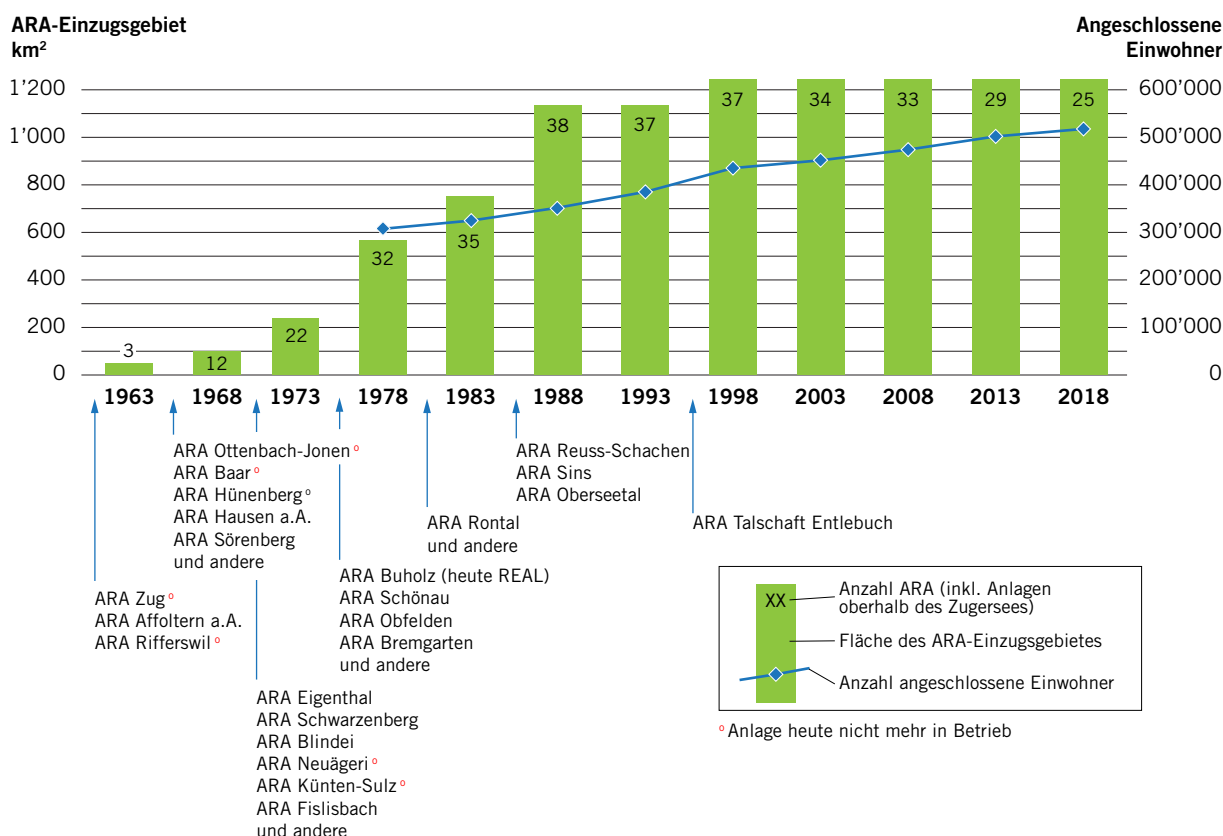
Reussbericht 2014 – 2018

Fact Sheet 21 Abwasserreinigung

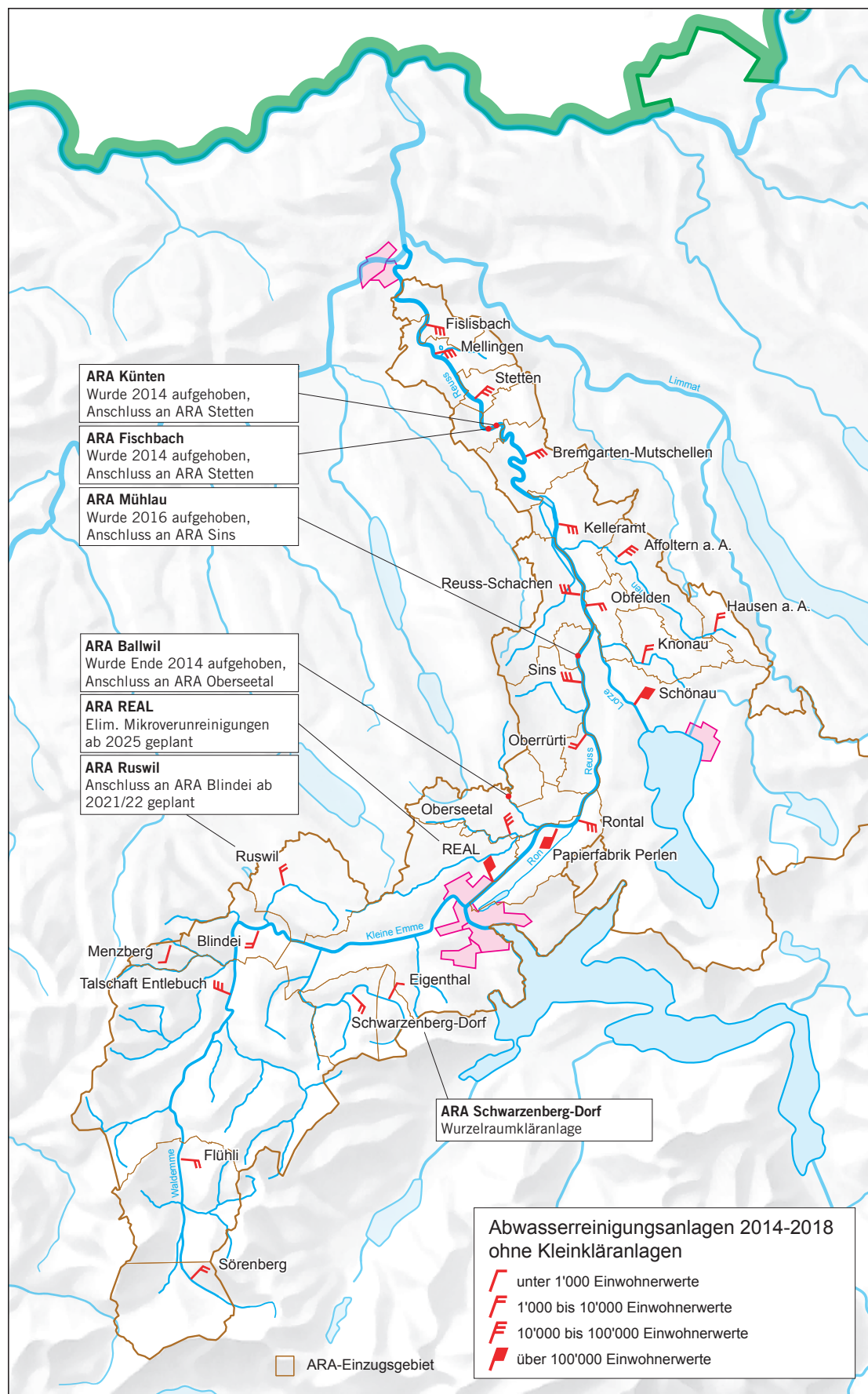
An der Mittellandreuss und ihren Zuflüssen gibt es heute 25 zentrale Abwasserreinigungsanlagen (Stand Ende 2018). Ihr Einzugsgebiet beträgt rund 1'230 km². Sie reinigen das Abwasser von gut einer halben Million Einwohner sowie von Gewerbe- und Industriebetrieben.

In den vergangenen fünf Jahren sind die Abwasserreinigungsanlagen 'Ballwil', 'Mühlau', 'Künten' und 'Fischbach' stillgelegt worden. Die bisher durch diese behandelten Abwasser werden nun in bereits bestehenden grösseren Anlagen der Kantone Aargau und Luzern gereinigt.

Es ist gut 50 Jahre her, seit im Einzugsgebiet der Reuss – vorerst zum Schutz von kleineren Fliessgewässern und Seen – die ersten Abwasserreinigungsanlagen erstellt wurden. Heute sind mit Ausnahme von abgelegenen Einzelgebäuden alle Haushalte und Betriebe an eine ARA angeschlossen. Seit 20 Jahren werden kleinere und erneuerungsbedürftige ARAs sukzessive stillgelegt und die Abwasser in grösseren Anlagen gereinigt, wo sie wirksamer und kostengünstiger behandelt werden können. Von den einst 38 Abwasserreinigungsanlagen 1988 behandeln heute noch 25 grössere Anlagen die Abwasser aus dem Einzugsgebiet der Mittellandreuss.



Abwasserreinigungsanlagen im Einzugsgebiet der Mittellandreuss



ARAs im Einzugsgebiet der Mittellandreuss (Stand Ende 2018)

Name der Anlage	Inbetrieb- nahme	Einwohner (31.12.2018)	Dimensionie- rung EW _{biol}	Ausbauzustand							Bemerkung
				mechanisch	biologisch	Phosphatfällung	Teilnitrifikation	Nitrifikation	Denitrifikation	Elimination MV	
Kanton Luzern											
Ballwil	1975	-	-								Aufgehoben 2014, Anschluss an ARA Oberseetal
Blindei	1972	5'102	8'750	•	•	•		•	•		
REAL	1974	179'509	270'000	•	•	•		•	•		Ab 2025 Elimination MV geplant
Eigenthal	1970	173	800	•	•		•				
Talschaft Entlebuch	1995	7'854	17'500	•	•	•		•			Ab 2023 Anschluss an ARA REAL geplant
Oberseetal	1987	10'734	10'000	•	•	•	•	•	•		
Flühli	1986	774	2'500	•	•		•				Ab 2021/22 Anschluss an ARA Blindei geplant Wurzelraumkläranlage
Menzberg	1977	138	375	•	•		•				
Papierfabrik Perlen	1982	0	380'000	•	•						
Rontal	1980	27'225	47'000	•	•	•		•	•		
Ruswil	1980	5'002	5'825	•	•	•		•			
Schwarzenberg-Dorf	1971	1'229	1'700	•	•						
Sörenberg	1968	727	2'400	•	•		•				
Total Kanton Luzern		238'467	746'850								
Kanton Zug											
Schönau (GVRZ)	1977	151'693	245'000	•	•	•		•	•	•	Ab 2019 Elimination MV
Total Kanton Zug		151'693	245'000								
Kanton Zürich											
Affoltern am Albis	1961	20'032	25'000	•	•	•		•	•		
Hausen am Albis	1966	3'693	4'500	•	•	•		•	•		
Knonau	1977	7'806	7'000	•	•	•		•	•		
Obfelden	1974	5'396	7'630	•	•	•		•	•		
Total Kanton Zürich		36'927	44'130								
Kanton Aargau											
Bremgarten	1975	21'534	25'000	•	•	•	•				Aufgehoben 2014, Anschluss an ARA Stetten
Fischbach	1975	-	-								
Fislisbach	1973	12'169	15'000	•	•	•	•	•	•		Aufgehoben 2014, Anschluss an ARA Stetten
Kelleramt	1975	13'415	21'300	•	•	•	•	•	•		
Künten	1973	-	-								Aufgehoben 2016, Anschluss an ARA Sins
Mellingen	1975	19'546	21'000	•	•	•		•	•		
Mühlau	1981	-	-								
Oberrüti	1976	2'762	3'000	•	•	•	•				
Reuss-Schachen	1984	5'781	13'000	•	•	•		•			
Sins	1985	7'977	12'100	•	•	•	•	•	•		
Stetten	1977	11'909	19'500	•	•	•	•				
Total Kanton Aargau		95'093	129'900								
Total Einzugsgebiet Mittellandreuss		522'180	1'165'880								

MV: Mikroverunreinigungen

Durchschnittliche Jahresfrachten t/a im Auslauf der ARAs 2014 - 2018

Name der Anlage	DOC	P _{tot}	N _{tot}	NH ₄ -N	Bemerkung
Kanton Luzern					
Ballwil	(0.5)	(0.04)	(1.4)	(0.54)	Aufgehoben 2014, Restfracht 2014 auf 5 Jahre verteilt
Blindei	5.2	0.37	14.7	0.58	
REAL	170.3	12.82	260.4	9.52	
Eigenthal	(0.2)	0.13	(0.5)	0.15	
Talschaft Entlebuch	10.9	0.52	29.0	0.69	
Oberseetal	10.9	0.70	29.8	6.71	
Flühli	(0.8)	0.36	(2.3)	0.79	
Menzberg	(0.1)	0.09	(0.4)	0.10	
Papierfabrik Perlen	578.4	-	-	-	
Rontal	28.7	1.11	72.7	2.91	
Ruswil	3.0	0.24	10.4	0.90	Wurzelraumkläranlage
Schwarzenberg-Dorf	(1.5)	0.50	(1.5)	2.60	
Sörenberg	2.0	0.62	4.1	1.40	
Total Kanton Luzern	812.5	17.49	427.3	26.88	
Kanton Zug					
Schönau (GVRZ)	111.4	4.18	254.4	3.43	Reinigt auch Abwasser der Kantone LU und SZ
Total Kanton Zug	111.4	4.81	254.5	3.43	
Kanton Zürich					
Affoltern am Albis	16.4	1.37	67.7	0.85	
Hausen am Albis	3.1	0.34	9.1	0.19	
Knonau	4.5	0.37	15.0	0.93	
Obfelden	7.0	0.47	27.0	1.03	
Total Kanton Zürich	31.0	2.55	118.8	3.00	
Kanton Aargau					
Bremgarten	25.6	1.14	70.9	21.44	Aufgehoben 2014, Anschluss an ARA Stetten
Fischbach	-	-	-	-	
Fislisbach	11.2	0.69	25.8	8.94	Aufgehoben 2014, Anschluss an ARA Stetten
Kelleramt	13.8	0.71	(40.8)	0.67	
Künten	-	-	-	-	Aufgehoben 2016, Restfracht 2014-16 auf 5 Jahre verteilt
Mellingen	16.8	0.82	(52.5)	1.47	
Mühlau	(0.8)	(0.05)	(2.0)	(0.67)	
Oberrüti	1.9	(0.12)	(4.7)	4.34	
Reuss-Schachen	6.4	0.42	(22.7)	0.33	
Sins	9.1	0.60	(28.6)	0.28	
Stetten	10.3	0.97	8.5	2.61	
Total Kanton Aargau	95.9	5.52	256.5	40.75	
Total Einzugsgebiet Mittellandreuss	1'050.8	29.74	1'056.9	74.06	

(XX): Werte hochgerechnet bzw. geschätzt

Elimination von Mikroverunreinigungen

Die weit verbreitet zum Einsatz kommenden synthetischen Wirkstoffe in Körperpflegeprodukten, Arzneimitteln, Reinigungsmitteln, Pflanzen- und Materialschutzmitteln, aber auch Stoffe natürlichen Ursprungs wie beispielsweise Hormone, 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 solch tiefen Konzentrationen den Ablauf von lebensnotwendigen biologischen Prozessen 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 Prozent 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. So kann dem Abwasser Aktivkohle beigegeben werden, welche die Mikroverunreinigungen absorbiert und anschliessend zusammen mit dem Klärschlamm thermisch verwertet werden kann. Eine 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 gegen Mikroverunreinigungen treffen:

- ARA REAL (LU) Kriterium: Grosse Anlage
- ARA Schönauf (ZG) Kriterium: Grosse Anlage
- ARA Knofau (ZH) Kriterium: Kleiner ökologisch sensibler Vorfluter (Haselbach)
- ARA Fislisbach (AG) Kriterium: Kleiner Vorfluter (Chlusgraben)

Die ARA Schönauf hat anfangs 2019 als erste Anlage im Einzugsgebiet der Reuss eine Reinigungsstufe zur Entfernung von Mikroverunreinigungen in Betrieb genommen (Aktivkohle-Verfahren). In der ARA REAL in Emmen wird die Eliminationsstufe für Mikroverunreinigungen bis 2025 realisiert. Die ARA Knofau soll Mitte 2022 aufgehoben und die Abwässer in der ARA Schönauf gereinigt werden. Für die ARA Fislisbach ist eine direkte Ableitung des gereinigten Abwassers in die Reuss vorgesehen.

Die ARA Oberseetal ist seit dem 2014 realisierten Anschluss von Ballwil sehr stark ausgelastet. Die Reinigungsleistung hat sich dadurch verschlechtert. Insbesondere funktioniert die Nitrifikation in den Wintermonaten unbefriedigend. Dies kann zwar aufgrund der 2012 in Betrieb genommenen Direktableitung des gereinigten Abwassers in die Reuss toleriert werden, die Anlage hat aber ihre Kapazitätsgrenze erreicht. Der Gemeindeverband ARA Oberseetal plant darum den Anschluss an die Abwasserreinigungsanlage REAL.

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](#)

Reussbericht 2014 – 2018

Fact Sheet 22

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, den Zustand des Gewässers (Ökomorphologie, Durchgängigkeit) und die Wasserqualität. Sie wirken daher als Bioindikatoren für den Gewässerzustand. Ergänzend zu den biologischen Untersuchungen werden die organoleptisch erkennbaren Beeinträchtigungen der Gewässerqualität (Äusserer Aspekt) erhoben.

Äusserer Aspekt

Unter 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.

Makrozoobenthos

Als Makrozoobenthos oder Makroinvertebraten bezeichnet man die wirbellosen Tiere der Gewässersohle, 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 der natürlichen Strömungsverhältnisse sind sie besonders auf eine naturbelassene Gewässersohle angewiesen. Insbesondere in kleineren Gewässern bedrohen Pestizid-Belastungen die Artengemeinschaft. Viele Vertreter der Makroinvertebraten leben mehrere Jahre im Wasser. Für ihr Vorkommen und ihre Artenzusammensetzung sind darum die Umweltbedingungen der letzten Monate und Jahre ausschlaggebend.

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 darum eine ideale Ergänzung zu chemischen Messprogrammen dar.

Wasserpflanzen

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 abgestorbene Pflanzenteile können zu Schaumbildungen führen. Durch ihre lange Lebensspanne können Moose und Wasserpflanzen Veränderungen ihres Lebensraumes über längere Zeiträume aufzeigen. Eine Beurteilung der Gewässer aufgrund von Wasserpflanzen wurde in der Berichtsperiode 2014 - 2018 nicht vorgenommen.

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 Durchgängigkeit und Vernetzung der Gewässer zu. Allerdings erschweren die in den meisten Fliessgewässern durchgeführten Besatzmassnahmen mit Bachforellen die Beurteilung der natürlich vorhandenen Fischpopulationen.

Beurteilungsmethodik

Die Grundlagen für die Beurteilung der Gewässerbiologie sind in den Berichten zum Modulstufenkonzept des Bundesamtes für Umwelt beschrieben (> <http://www.modul-stufen-konzept.ch>).

Klasse	Beurteilung
sehr gut	Ökologische Anforderungen der Gewässerschutzverordnung erfüllt
gut	
mässig	Ökologische Anforderungen der Gewässerschutzverordnung nicht erfüllt
unbefriedigend	
schlecht	

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

Klasse	Beurteilung
erfüllt	Ökologische Anforderungen der Gewässerschutzverordnung erfüllt
fraglich	Erfüllung der ökologischen Anforderungen der Gewässerschutzverordnung fraglich
schlecht	Ökologische Anforderungen der Gewässerschutzverordnung nicht erfüllt

Tabelle: Bewertungsschema für den Äusseren Aspekt

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.

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)

Links

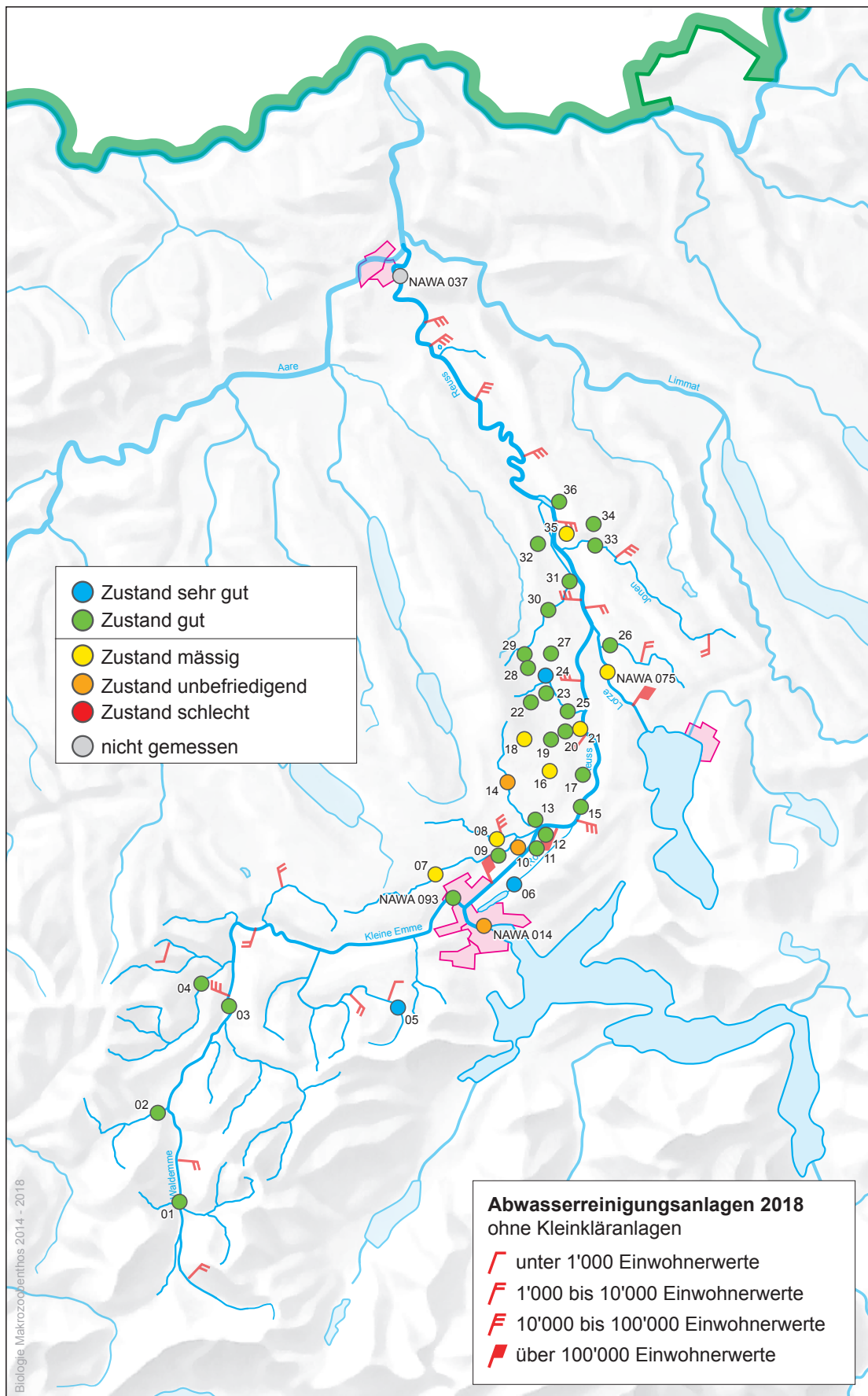
- > [Kanton Luzern, Umwelt und Energie: Gewässerbiologie](#)
- > [Kanton Zug, Amt für Umwelt: Oberflächengewässer](#)
- > [Kanton Aargau, Abteilung für Umwelt: Zustand Bäche und Flüsse](#)
- > [Kanton Zürich, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft: Gewässerqualität](#)
- > [Bund, Bundesamt für Umwelt: Nationalen Beobachtung Oberflächengewässerqualität](#)

Messstellen und Beurteilung der Gewässerbiologie

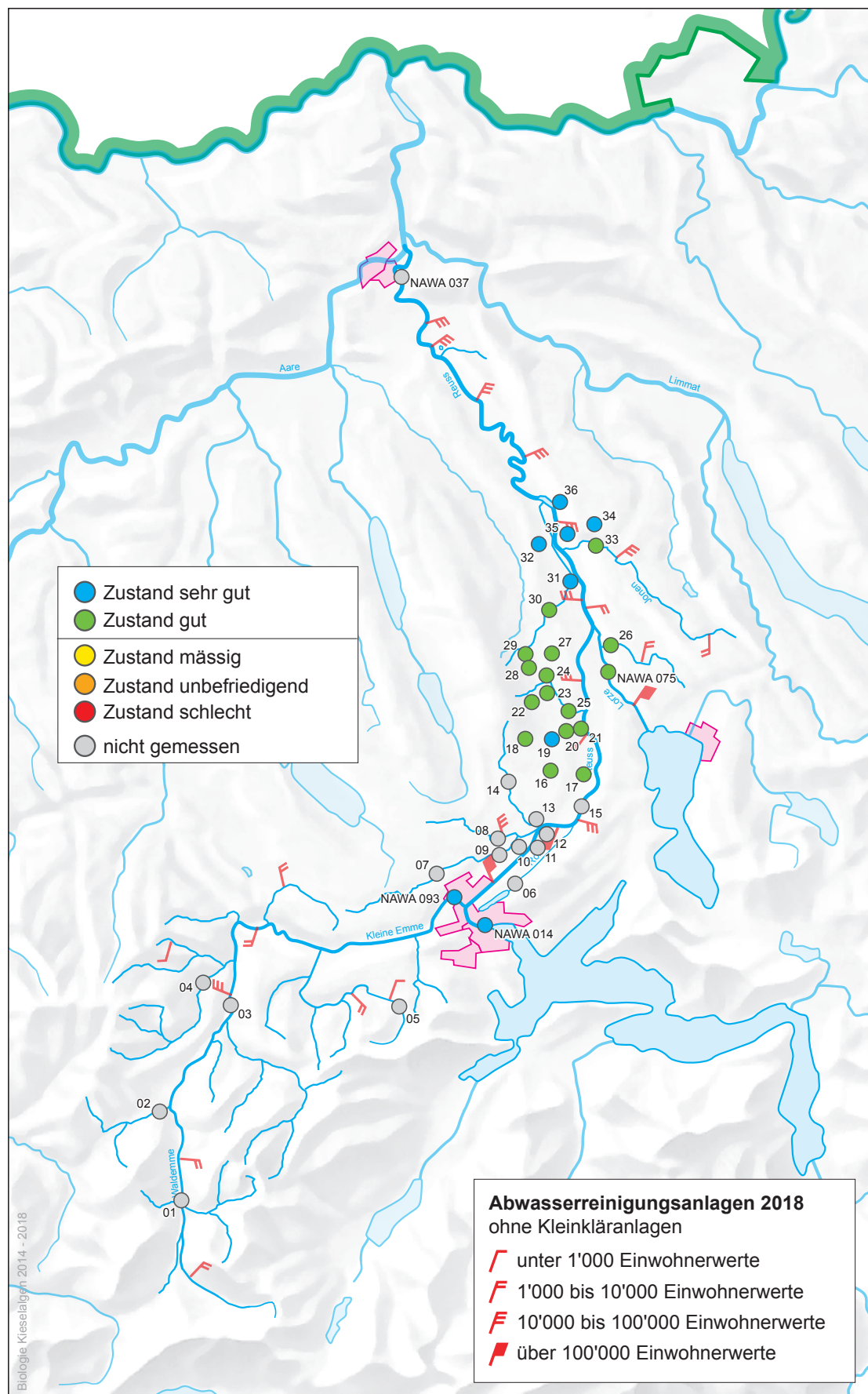
Nr.	Kantonale Bezeichnung	Gewässer, Messstelle	Jahr	äusserer Aspekt	Makrozoobenthos	Kieselalgen
01	LU 60	Waldemme, Flühli	2017	fraglich	gut	-
02	LU 58	Wissemme, Schüpfheim	2017	fraglich	gut	-
03	LU 55	Kleine Emme, Wertenstein	2017	fraglich	gut	-
04	LU 54	Grosse Fontanne, Doppelschwand	2017	erfüllt	gut	-
05	LU 70	Rümlig, Mattsagi	2014	erfüllt	sehr gut	-
06	LU 74	Ron, Ebikon	2014	erfüllt	sehr gut	-
07	LU 510	Rotbach, Emmen	2015	erfüllt	mässig	-
08	LU 80	Waldibach, Eschenbach	2014	fraglich	mässig	-
09	LU 79	Augraben, Emmen	2014	erfüllt	sehr gut	-
10	LU 508	Schiltbach, Buchrain	2015	fraglich	unbefriedigend	-
11	LU 84	Förndlibach, Perlen Kirche	2014	fraglich	gut	-
12	LU 75	Förndlibach, Perlen Sportplatz	2014	erfüllt	gut	-
13	LU 77	Rotbach, Inwil	2014	fraglich	gut	-
14	LU 511	Gerligenbach, Ballwil	2015	fraglich	unbefriedigend	-
15	LU 206	Reuss, Gisikon	2014	-	gut	-
16	AG S349	Knodenbach, Dietwil	2018	nicht erfüllt	mässig	gut
17	AG S350	Binnenkanal, Dietwil	2018	fraglich	gut	gut
18	AG S348	Gitzitobelbach, Sins	2018	fraglich	mässig	gut
19	AG S347	Dorfbach, Oberrüti	2018	erfüllt	gut	sehr gut
20	AG S346	Stöckenbach, Oberrüti	2018	nicht erfüllt	gut	gut
21	AG S345	Binnenkanal, Oberrüti	2018	fraglich	unbefriedigend	gut
22	AG S343	Blauenbach, Sins	2018	fraglich	gut	gut
23	AG S341	Aettenschwilerbach, Sins	2018	fraglich	gut	gut
24	AG S342	Dorfbach, Aue	2018	fraglich	sehr gut	gut
25	AG S340	Sinserbach, Sins	2018	fraglich	gut	gut
26	ZH 198	Haselbach, Maschwanden	2015	-	mässig	gut
27	AG S339	Sembach, Mühlaus	2018	fraglich	gut	gut
28	AG S344	Mariahaldenbach, Auw	2018	fraglich	gut	gut
29	AG S338	Büntenenbach, Merenschwand	2018	nicht erfüllt	gut	gut
30	AG S337	Wissenbach, Merenschwand	2018	fraglich	gut	gut
31	AG S336	Reusskanal, Merenschwand	2018	fraglich	gut	sehr gut
32	AG S335	Büelmülkanal, Aristau	2018	fraglich	gut	sehr gut
33	AG S334 *	Jonen, Obschlagen	2018	fraglich	gut	gut
34	AG S331	Gehrenbach, Unterlunkhofen	2018	fraglich	gut	sehr gut
35	AG S332	Alte Jonen, Unterlunkhofen	2018	nicht erfüllt	unbefriedigend	sehr gut
36	AG S333	Arnenbach, Oberlunkhofen	2018	fraglich	gut	sehr gut
NAWA 014	LU 201	Reuss, Luzern	2015	nicht erfüllt	unbefriedigend	sehr gut
NAWA 037		Reuss, Gebenstorf	-	-	-	-
NAWA 075	ZG 120	Lorze, Maschwanden	2015	erfüllt	mässig	gut
NAWA 093	LU 63	Kleine Emme, Littau	2015	erfüllt	gut	sehr gut

* Ist auch Messstelle SP 10 für Makrozoobenthos des Trendprogrammes des Kantons Aargau

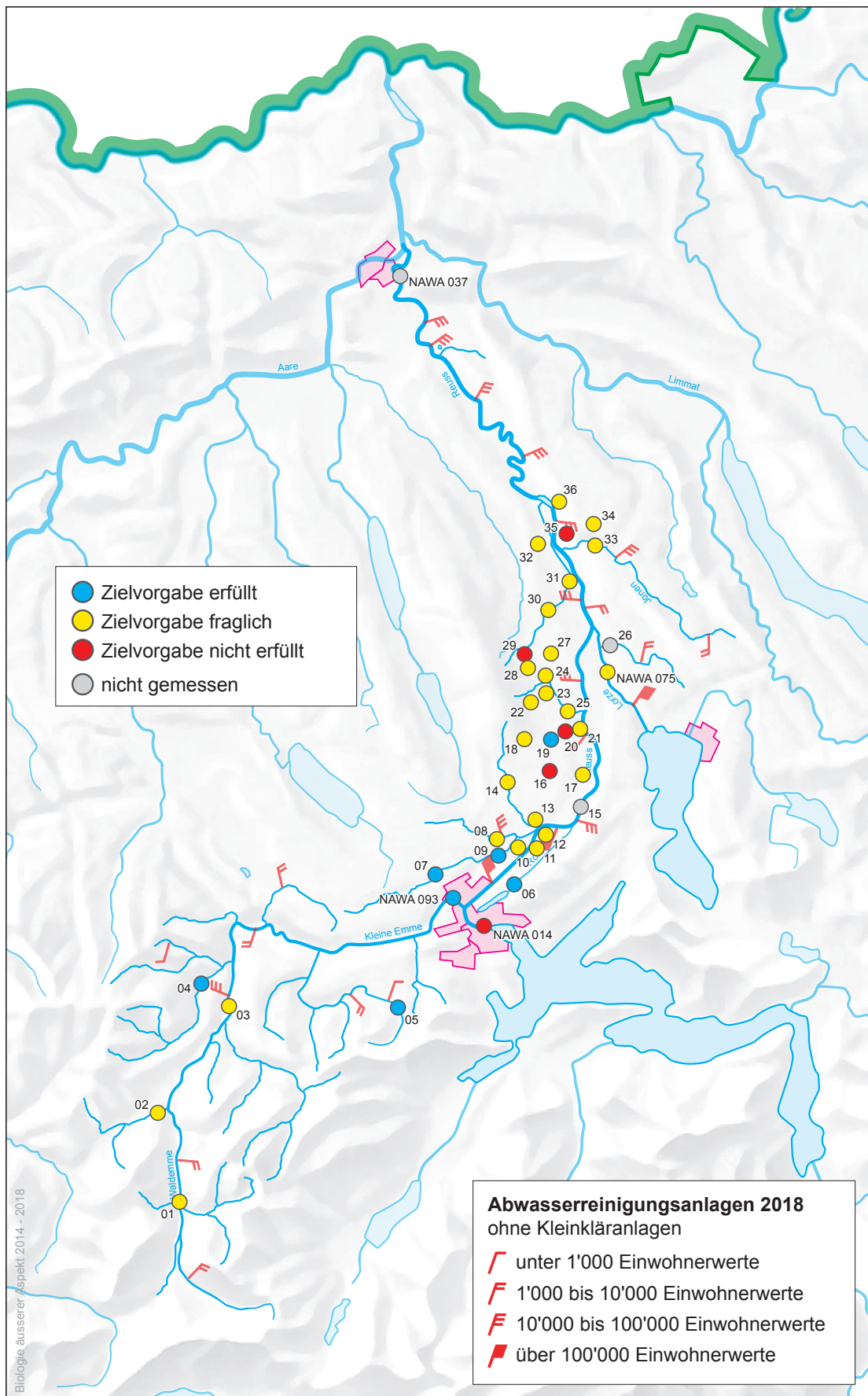
Makrozoobenthos



Kieselalgen



Äusserer Aspekt



Reussbericht 2014 - 2018

Fact Sheet	Nr.
Einzugsgebiet der Mittellandreuss	1
Messstellen	2
Chemische Gesamtbeurteilung	3
Gesamtposphor	4
Gelöster Phosphor	5
ortho-Phosphat	6
Gelöster organischer Kohlenstoff	7
Ammonium	8
Nitrit	9
Nitrat	10
Gesamtstickstoff	11
Chlorid	12
Leitfähigkeit	13
pH-Wert	14
Gelöster Sauerstoff	15
Biochemischer Sauerstoffbedarf BSB ₅	16
Wassertemperatur	17
Stofffrachten	18
Abflussmengen	19
Badewasserqualität	20
Abwasserreinigung	21
Biologie	22