

**Beantwortung der Interpellation von Daniel Stadlin vom 4. Mai 2021
betreffend Wasserqualität der Oberen Lorze zwischen Neuägeri und Baar**
(Vorlage Nr. 3243.1, Laufnummer 16591)

Methodik und Ergebnisse der chemischen Gewässeruntersuchung Badewasserqualität im Lorzentobel Schaumbildung in Oberflächengewässern

A. Methodik und Ergebnisse der chemischen Gewässeruntersuchung

1. Beurteilung der chemischen Wasserqualität (Nährstoffbelastung) in Fließgewässern

1.1. Anforderungen und Zielvorgaben

Die Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV; SR 814.201) definiert im Anhang 1 und 2 qualitative wie auch numerische Anforderungen für die Qualität der Gewässer. Für die **Nährstoffbelastung der Fließgewässer** hat das Bundesamt für Umwelt (BAFU) in einer Vollzugshilfe¹ für einige in der GSchV enthaltenen qualitativen Anforderungen numerische Zielvorgaben definiert, deren Einhaltung als Empfehlung zu betrachten ist (Tab. 1).

Stoff	<i>PO₄-P</i>	<i>P_{filt}</i>	<i>P_{total}</i>	NO₃-N	<i>NO₂-N*</i>	<i>NH₄-N*</i>	<i>N_{total}</i>	DOC*
Anforderungen und Zielvorgaben für den Nährstoffgehalt in Fließgewässern (in [mg/l])	<i>0.04</i>	<i>0.05</i>	<i>0.07</i>	5.6	<i>0.02</i> <i>0.05</i> <i>0.10</i>	0.2 0.4	7	1 bis 4

Tab. 1 Schrift recte: numerische Anforderungen der Gewässerschutzverordnung;
Schrift kursiv: Zielvorgaben des BAFU (*bei NO₂-N: chloridabhängig, bei NH₄-N: temperaturabhängig,
bei DOC: einzugsgebietsabhängig).

1.2. Bedeutung der untersuchten Parameter

Phosphor ist derjenige Nährstoff, der für das pflanzliche Wachstum in den Gewässern verantwortlich ist. 'Ortho-Phosphat' ist der biologisch am schnellsten verwertbare Anteil aller Phosphoranteile in Gewässern, 'Gesamtposphor filtriert' ist der biologisch verfügbare Anteil des Gesamtposphors. Kommunales Abwasser und landwirtschaftliche Dünger enthalten Phosphor. In gedüngten wie auch ungedüngten Böden ist Phosphor gelöst und an Bodenpartikel gebunden vorhanden. Phosphor gelangt vor allem bei starken Niederschlägen in die Gewässer (Regenentlastung der Abwasserleitungen, Abschwemmung aus Böden). Die Anreicherung von Phosphor ist besonders in Seen ein Problem, da dort erhöhte Phosphormengen die biologische Produktion (u.a. Algen) steigern und der anschliessende Abbau der Algen den Sauerstoffgehalt des Seewassers in der Tiefe vermindert.

¹ Liechti Paul 2010: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe. Umwelt-Vollzug Nr. 1005. Bundesamt für Umwelt, Bern.

Ammonium, Nitrit und Nitrat sind gelöste **Stickstoffverbindungen**. Ammonium ist in kommunalem und landwirtschaftlichem Abwasser und in Dünger enthalten. Unter Sauerstoffeinwirkung wird Ammonium zu Nitrit und Nitrat umgewandelt. Ammonium ist in Abhängigkeit der Wassertemperatur und der Höhe des pH-Werts schädlich für Wasserlebewesen. Die GSchV gibt deshalb für Ammonium zwei verschiedene numerische Anforderungen an (0.2 mg N/l für Temperaturen > 10°C und 0.4 mg N/l für Temperaturen < 10°C). Nitrit ist giftig für Wasserlebewesen (insbesondere Fische); je geringer der Chlorid-Gehalt des Wassers ist, umso höher ist die Giftigkeit von Nitrit.

DOC (gelöster organischer Kohlenstoff) ist ein Mass für die Gewässerbelastung mit gelösten organischen Substanzen aus natürlicher und zivilisatorischer Herkunft. Bäche mit einem hohen Anteil an Moorböden und Wald im Einzugsgebiet enthalten natürlicherweise einen erhöhten DOC-Gehalt.

1.3. Messprogramm Obere Lorze

Das Amt für Umwelt erfasst die Wasserqualität der Fließgewässer im Kanton Zug gemäss dem laufenden Untersuchungsprogramm² an den in Abb. 1 dargestellten Fließgewässern. Das Messprogramm enthält zwei Messstellen an der Oberen Lorze und acht Messstellen bei den in der Kartenlegende mit blauem Pfeil (>) bezeichneten Seitengewässern.

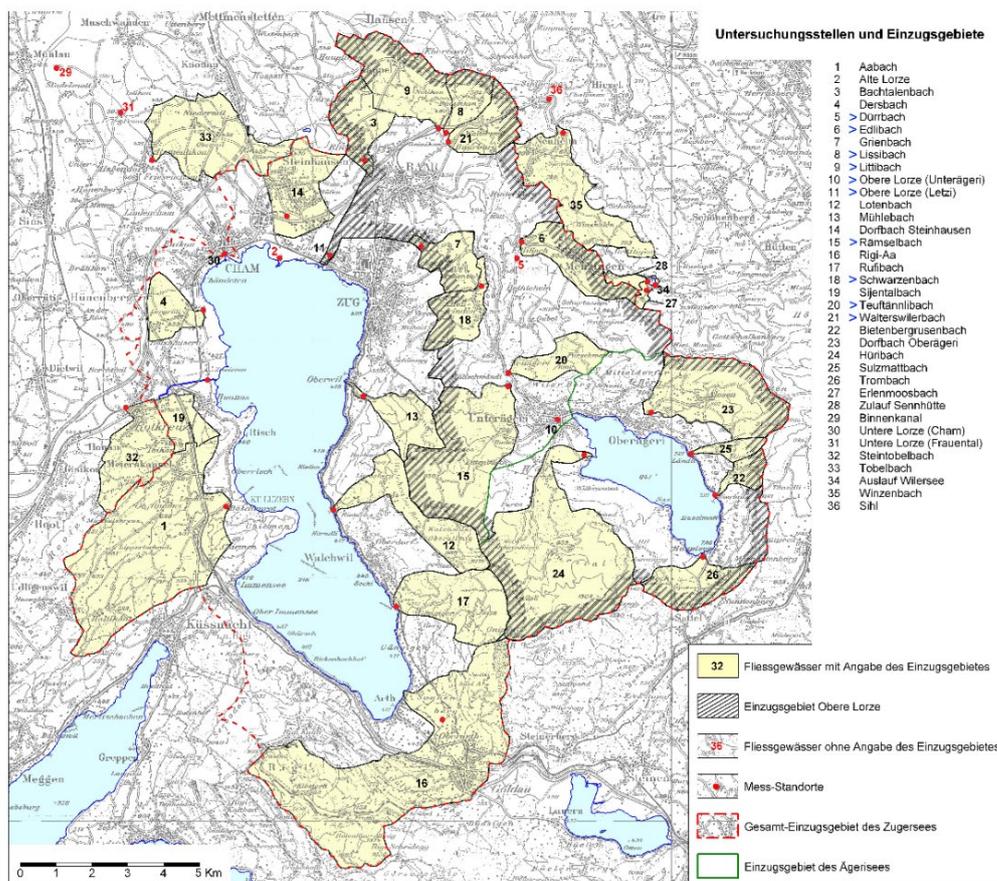


Abb. 1 Im Kanton Zug regelmässig mit chemischen Messungen untersuchte Fließgewässer. Die Obere Lorze und ihre Seitengewässer sind mit > markiert.

² Konzept für die Überwachung der Oberflächengewässer im Kanton Zug für den Zeitraum 2017 bis 2026, Amt für Umwelt des Kantons Zug.

Untersucht werden die wichtigen chemischen Messgrößen, mit welchen die Belastung der Fließgewässer aus Landwirtschaft und Siedlungsentwässerung festgestellt wird: Ortho-Phosphat ($\text{PO}_4\text{-P}$), Gesamter Phosphor nach Filtration (Pfilt), Gesamter Phosphor unfiltriert (P total), Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), Nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$), Ammonium ($\text{NH}_4\text{-N}$), Gesamt-Stickstoff (N total), gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), Chlorid. Zusätzlich wird der pH-Wert, die Temperatur und die elektrische Leitfähigkeit gemessen.

Die Häufigkeit der Probenahmen richtet sich nach der Belastungssituation eines Gewässers. Gering belastete Seitengewässer der Lorze werden in der Regel alle zehn Jahre während eines Jahres im Abstand von 14 Tagen beprobt. Die Obere Lorze wird an zwei Stellen - in Unterägeri und in der Stadt Zug - untersucht. Die Wasserqualität bei der Messstation Lorze Unterägeri entspricht derjenigen des Oberflächenwassers des Ägerisees. Die Messstation Lorze-Letzi vor der Mündung in den Zugersee dient der Erhebung von Stofffrachten; hier werden über das ganze Jahr kontinuierlich Wasserproben entnommen und der Abfluss gemessen.

Fließgewässer	Koordinaten Messstelle	Untersuchungshäufigkeit	Datenauswertung für Beantwortung Interpellation 2011 von Daniel Stadlin	Datenauswertung für Beantwortung Interpellation 2021 von Daniel Stadlin
Obere Lorze Unterägeri ^(H)	2'686'833 / 1'221'281	14 täglich während 1 Jahr alle 10 Jahre	Jahr 2006	Jahr 2012
Obere Lorze Zug-Letzi ^(H)	2'680'596 / 1'226'070	abflussproportionale Probenahmen monatlich 12 x 24h; wöchentlich 52 x 1 Woche	2006 bis 2011	Jahr 2020
Rämselfach ^(S)	2'685'505 / 1'222'179	periodisch alle 10 Jahre + EZG-Messkampagne 2011	Jahre 2004, 2011	Jahre 2021
Teuftännlibach ^(S)	2'685'434 / 1'222'576	14 täglich während 1 Jahr alle 10 Jahre	Jahr 2004	Jahre 2021
Schwarzenbach ^(S)	2'684'706 / 1'225'024	14 täglich während 1 Jahr alle 10 Jahre	Jahr 2010	Jahr 2020
Edlibach ^(S)	2'685'835 / 1'226'307	14 täglich während 1 Jahr alle 10 Jahre	Jahr 2007	Jahr 2017
Dürrbach ^(S)	2'685'678 / 1'225'758	14 täglich während 1 Jahr alle 10 Jahre	Jahr 2007	Jahre 2017, 2020
Walterswilerbach ^(S)	2'683'756 / 1'229'046	14 täglich während 1 Jahr alle 10 Jahre	Jahr 2010	Jahr 2018
Lissibach ^(S)	2'683'692 / 1'229'252	14 täglich während 1 Jahr alle 10 Jahre	Jahr 2008	Jahr 2018
Littibach ^(S)	2'683'676 / 1'229'268	14 täglich während 1 Jahr alle 10 Jahre	Jahr 2008	Jahr 2018

Tab. 2 Häufigkeit der Untersuchung der Fließgewässer im Einzugsgebiet der Oberen Lorze zwischen Ägeri- und Zugersee (H = Hauptgewässer, S = Seitengewässer) und verwendete Daten für die Beantwortung der Interpellation 2011 und der Interpellation 2021 von Daniel Stadlin.

1.4. Beurteilungsmethodik

Die Bewertung der Messresultate erfolgt anhand eines Vergleichs der erhobenen Messwerte mit den numerischen Anforderungen und Zielvorgaben (Tab.1) - im folgenden Qualitätsziele genannt.

Die Qualitätsziele gelten unter Vorbehalt besonderer natürlicher Verhältnisse wie Wasserzufluss aus Mooregebieten, seltenen Hochwasserspitzen oder seltenen Niederwasserereignissen (GSchV Anhang 2 Ziffer 12 Abs. 5). Um dieser Einschränkung Rechnung zu tragen, wird nicht der Maximalwert aller erhobenen Messwerte, sondern das 90. Perzentil der Messwerte - als Schätzwert (S) bezeichnet - mit der Anforderung/Zielvorgabe (Z) verglichen. Das 90. Perzentil der Messwerte ist die statistisch errechnete Stoffkonzentration, bei welcher 90. Prozent aller Messwerte unterhalb dieser Konzentration liegen. Die Darstellung mit Boxplots visualisiert die statistische Verteilung der Messwerte.

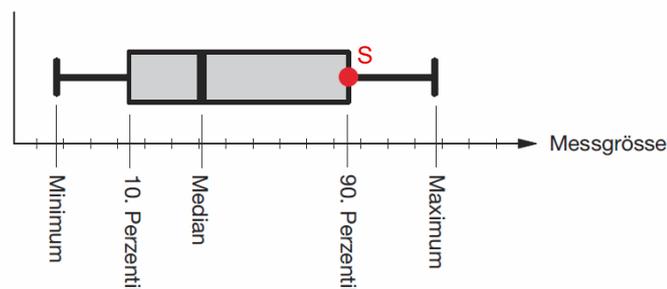


Abb. 2 Darstellung der Verteilung der Messwerte mit Boxplots. Der Schätzwert S ist als 90. Perzentil aller Messwerte im Untersuchungszeitraum definiert. Dieser wird gemäss der in Tab. 3 beschriebenen Bewertung mit den Anforderungen (GSchV) bzw. Zielvorgaben des BAFU verglichen.

Die Einteilung der Wasserqualität in die fünf Klassen *sehr gut*, *gut*, *mässig*, *unbefriedigend* und *schlecht* geschieht nach den in Tab. 3 beschriebenen Formeln. Die beiden oberen Klassen *sehr gut* (blau) und *gut* (grün) erfüllen die Qualitätsziele, die drei tieferen Klassen erfüllen sie nicht.

Beurteilung		Bedingung/Beschreibung		Einhaltung Zielvorgabe
	sehr gut	Der Schätzwert ⁴ (S) ist kleiner als die halbe Zielvorgabe (Z) ⁵	$S < \frac{1}{2} Z$	Zielvorgabe eingehalten
	gut	der Schätzwert (S) ist kleiner als die Zielvorgabe (Z)	$\frac{1}{2} Z \leq S < Z$	
	mässig	der Schätzwert (S) ist kleiner als die eineinhalbfache Zielvorgabe (Z)	$Z \leq S < 1,5 * Z$	Zielvorgabe überschritten (nicht eingehalten)
	unbefriedigend	der Schätzwert (S) ist kleiner als die doppelte Zielvorgabe (Z)	$1,5 * Z \leq S < 2 * Z$	
	schlecht	der Schätzwert (S) ist gleich wie oder grösser als die doppelte Zielvorgabe (Z)	$S \geq 2 * Z$	

Tab. 3 Klassierung der Wasserqualität aufgrund des Vergleichs des statistischen Schätzwerts (90. Perzentil der Messwerte) mit der Zielvorgabe

2. Untersuchungsergebnisse der Wasserqualität nach Parameter und Gewässer (Datenerhebung 2012 – 2021)

Die Zahlenwerte auf der linken Seite der Messwert-Boxen bezeichnen die Probenzahl und die Zahlenwerte in den Klammern das Untersuchungsjahr.

Phosphor - Parameter

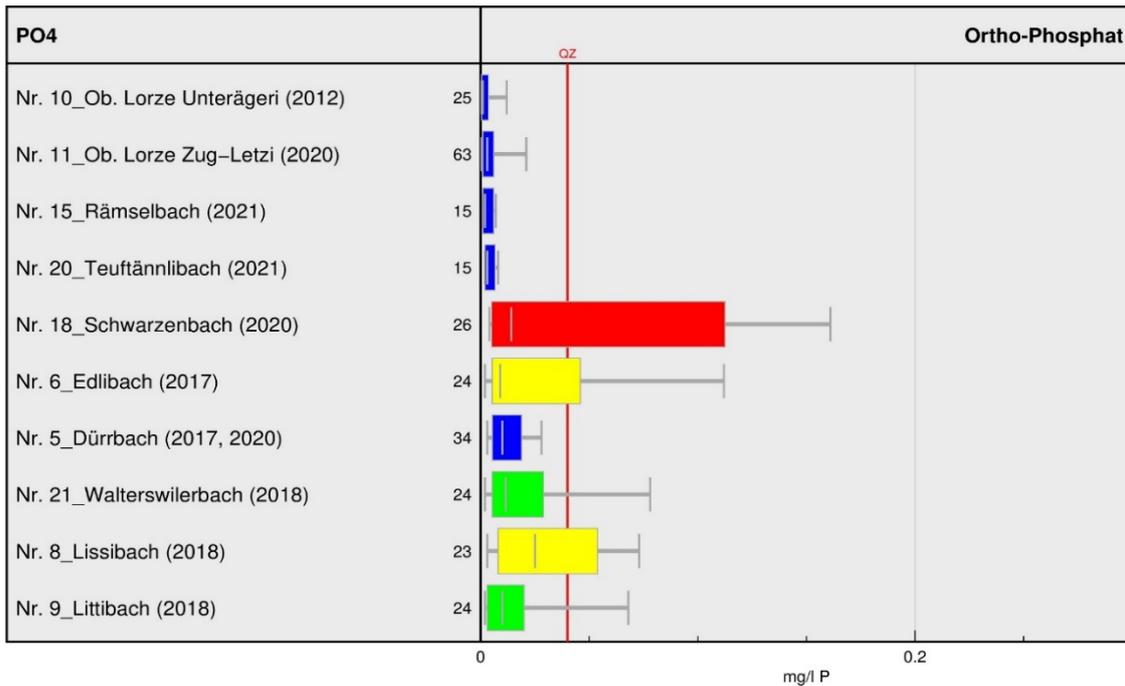


Abb. 3 Belastung mit Ortho-Phosphat in der Oberen Lorze und den Seitengewässern

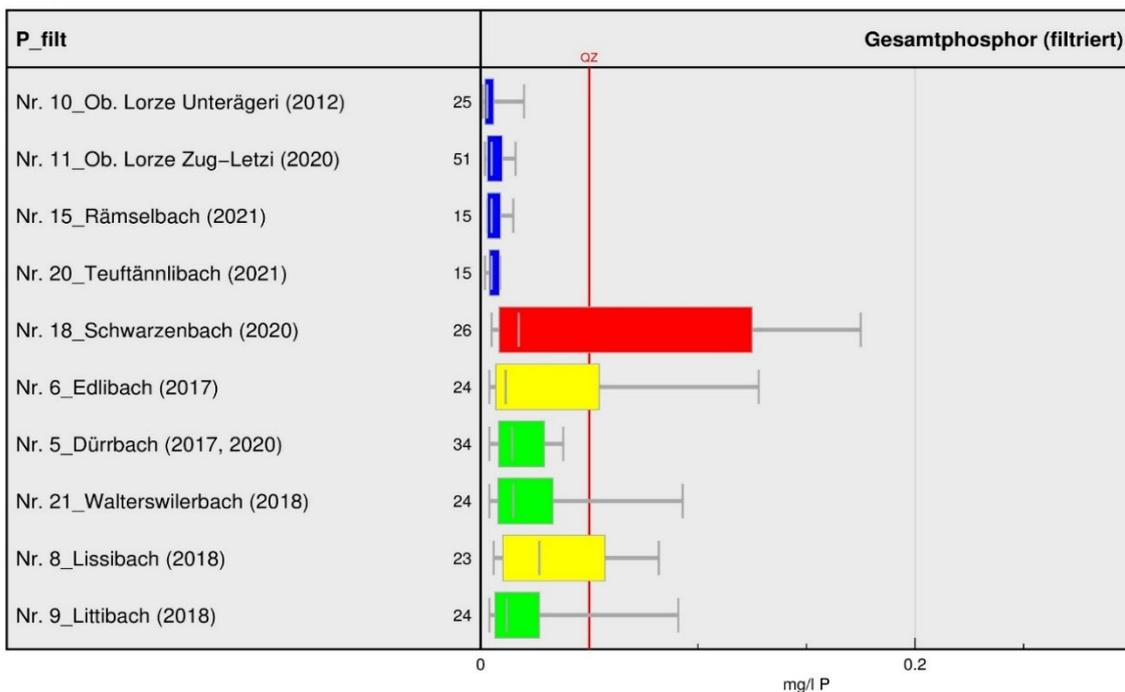


Abb. 4 Belastung mit Gesamtphosphor filtriert in der Oberen Lorze und den Seitengewässern

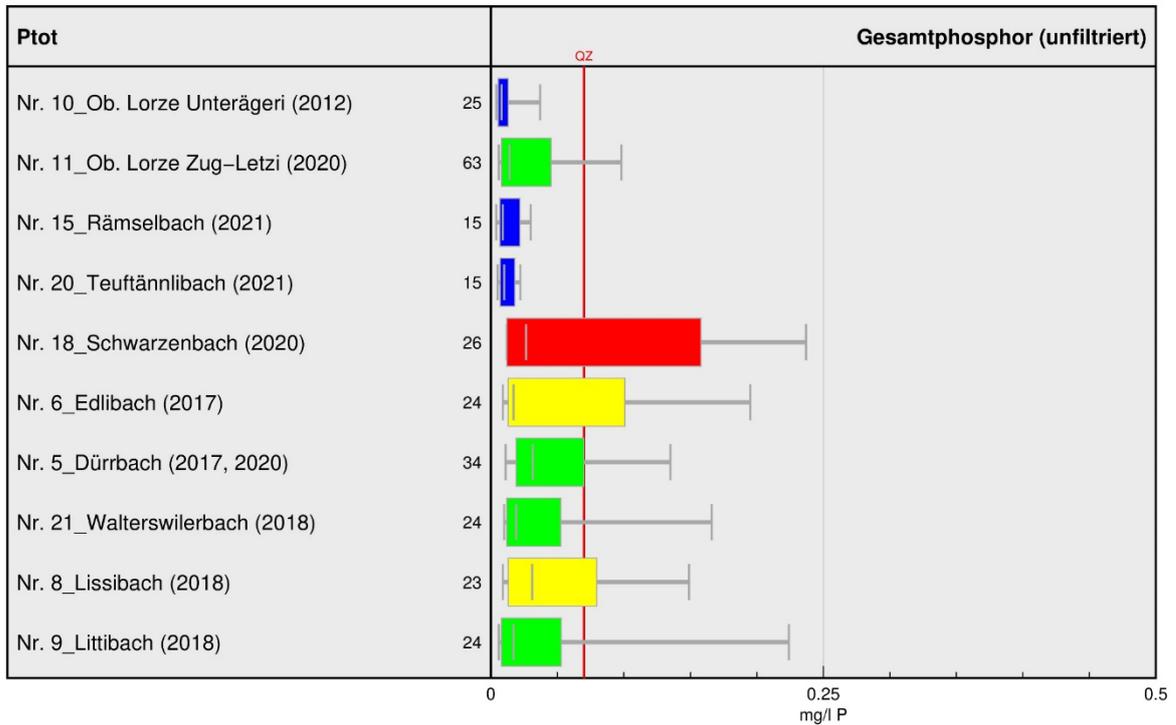


Abb. 5 Belastung mit Gesamtphosphor in der Oberen Lorze und den Seitengewässern

Stickstoff - Parameter

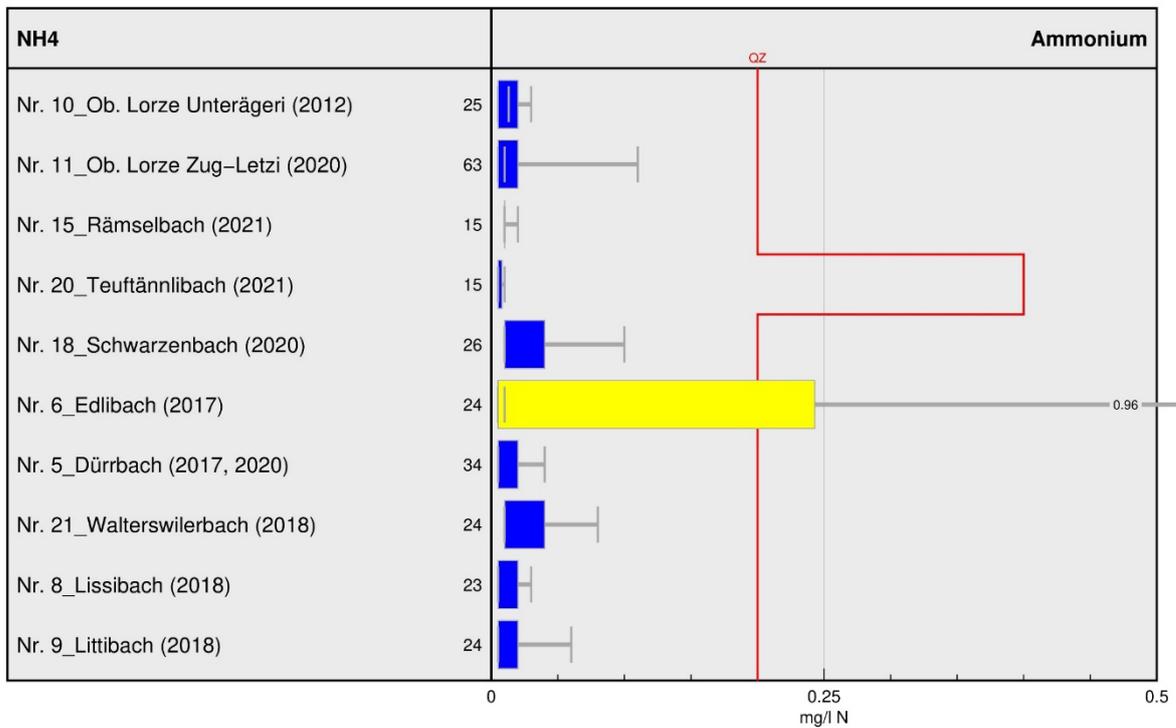


Abb. 6 Belastung mit Ammonium (Angabe als NH4-N) in der Oberen Lorze und den Seitengewässern

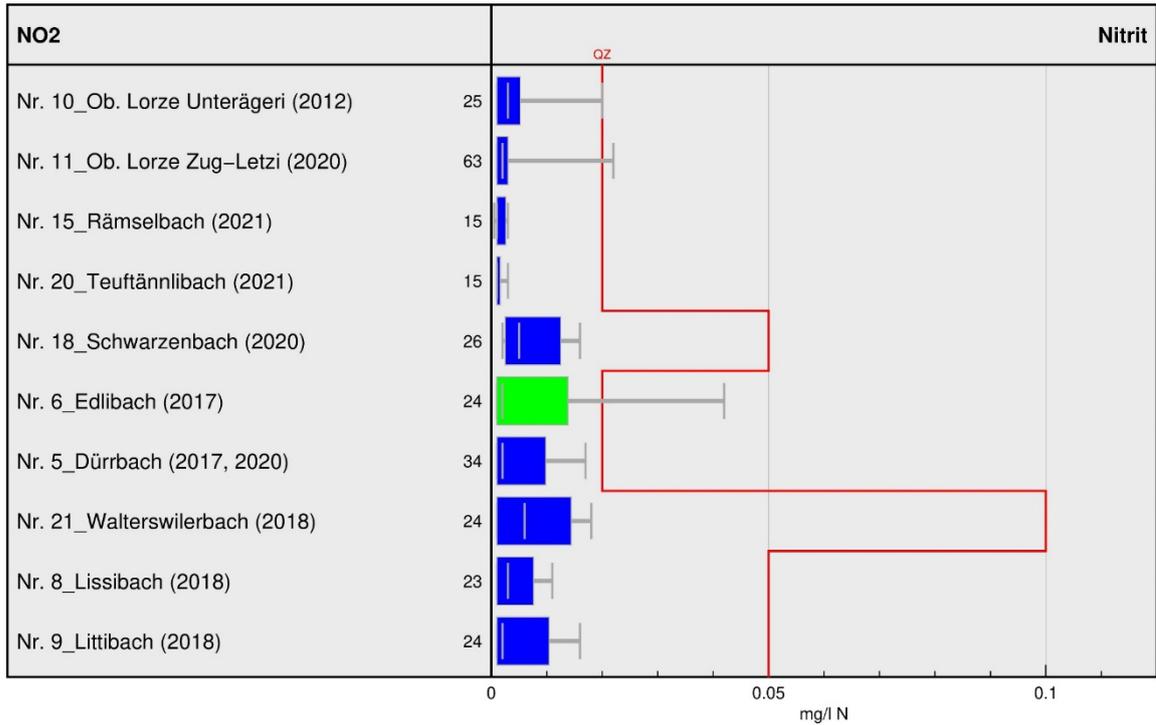


Abb. 7 Belastung mit Nitrit (Angabe als NO₂-N) in der Oberen Lorze und den Seitengewässern

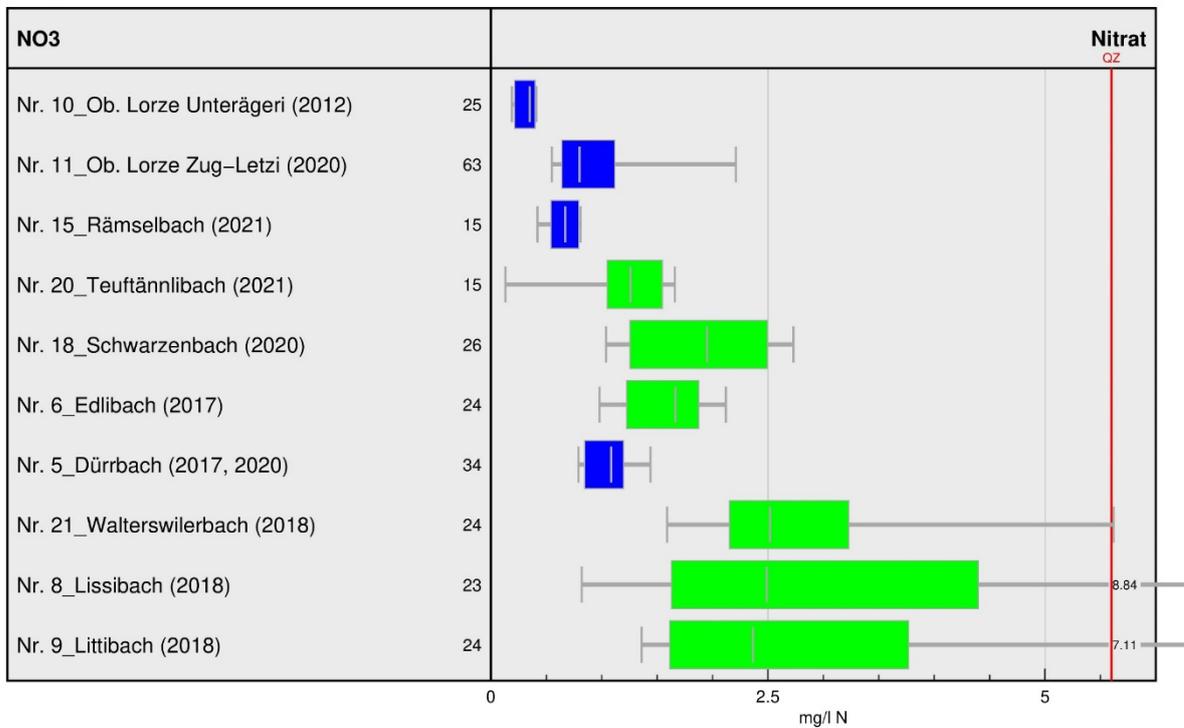


Abb. 8 Belastung mit Nitrat (Angabe als NO₃-N) in der Oberen Lorze und den Seitengewässern

Gelöster organischer Kohlenstoff

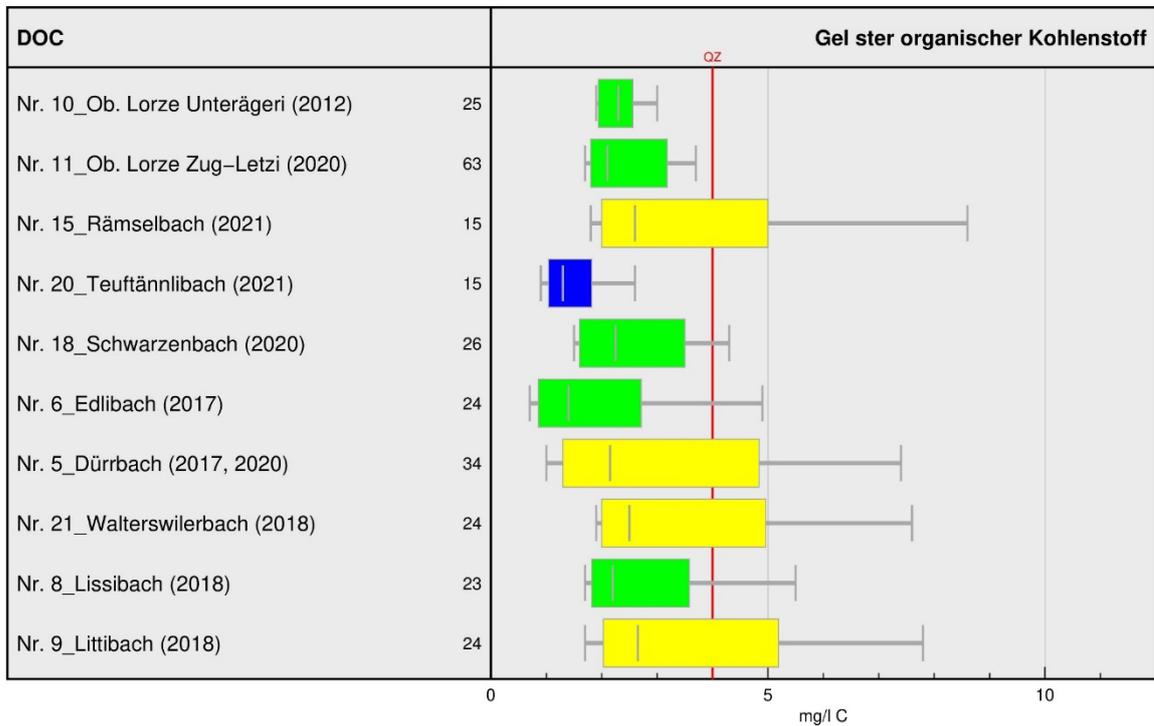


Abb. 9 Belastung mit gelöstem organischem Kohlenstoff (DOC) in der Oberen Lorze und den Seitengewässern

Chlorid (ohne Bewertung)

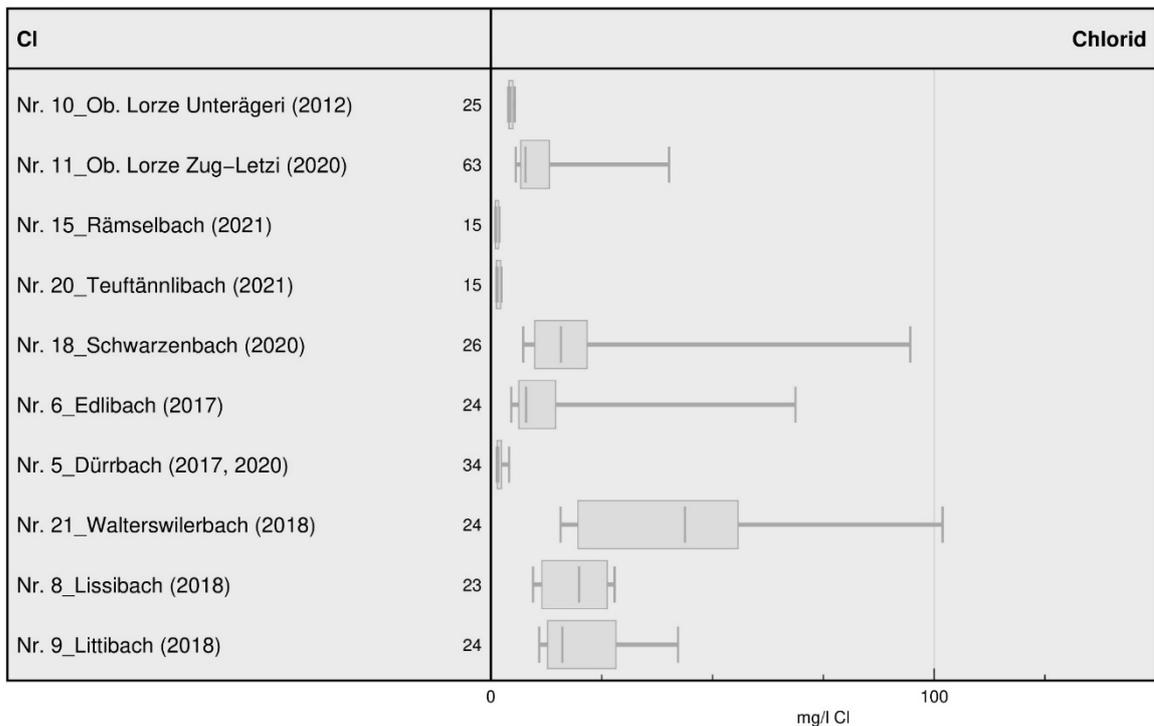


Abb. 10 Belastung mit Chlorid in der Oberen Lorze und den Seitengewässern

B. Badewasserqualität im Lorzentobel

Das Amt für Verbraucherschutz untersucht in den Sommermonaten das Wasser von Badestellen an Oberflächengewässern auf den mikrobiologischen Hygienestatus. Untersucht werden auch die stark frequentierten Orte an Fliessgewässern im Naturraum (Lorze, Sihl, Reuss). Die aktuellen Untersuchungsergebnisse werden während der Badesaison auf der Webseite des Amtes für Verbraucherschutz publiziert.

Die Probenahmen finden in der Regel bei Badewetter statt, jedoch ist das wegen der engen zeitlichen Einschränkung für die Probenahmedaten nicht immer gewährleistet. Es wird darauf geachtet, dass während der Probenahme kein Regen fällt. Die Wetterbedingungen der Tage vor der Probenahme werden nicht erfasst.

Mikrobiologische Wasserqualität der Lorze im Lorzentobel eingangs Höll (Jahre 2006 – 2021)

Klassierung A bis D:

Legende			
	Status	Beurteilung	Empfehlung
A	gut	Eine gesundheitliche Beeinträchtigung ist nicht zu erwarten.	Keine
B			
C	akzeptabel	Eine gesundheitliche Beeinträchtigung ist nicht auszuschliessen.	Nicht tauchen, nach dem Baden gründlich duschen.
D	schlecht	Eine gesundheitliche Beeinträchtigung ist möglich.	Das Baden ist mit gesundheitlichen Risiken verbunden, es wird vom Baden abgeraten.

KBE= Keimbildende Einheit
nn= nicht nachweisbar

Tab. 4 Klassierung der Badewasserqualität aufgrund der mikrobiologischen Belastung

Beurteilungsgrundlage und Beurteilungen vor 2013:

Zeitpunkt der Probenahme (je nach Wetter wurde diese angepasst)																
08.06.2006	04.07.2006	16.07.2007	14.05.2008	27.06.2008	23.07.2008	02.06.2009	16.07.2009	19.08.2009	15.06.2010	26.07.2010	06.05.2011	02.08.2011	26.05.2012	27.06.2012	26.07.2012	27.08.2012
A	B	C	A	B	B	B	B	B	C	C	C	A	D	B	A	C

Beurteilungsgrundlage bis 2013: Empfehlungen für die hygienische Beurteilung von See- und Flussbädern (Mitteilung zum Gewässerschutz Nr. 7), BUWAL 1991

	E. coli (KBE/100 ml)	Salmonella (qualitativ, nn in 1 l)
A	<100	nn
B	100-1000	nn
C	<1000	Pos
C	>1000	nn
D	>1000	Pos

Tab. 5 Beurteilung der Badewasserqualität der Lorze im Lorzentobel vom 8.6.2006 – 27.8.2012 gemäss den Kriterien aus der «Mitteilung zum Gewässerschutz Nr. 7, BUWAL 1991» (Datenherkunft und Zuständigkeit: Amt für Verbraucherschutz).

Beurteilungsgrundlage und Beurteilungen ab 2013:

Zeitpunkt der Probenahme (je nach Wetter wurde diese angepasst)																												
19.06.2013	16.07.2013	05.06.2014	04.07.2014	31.07.2014	03.06.2015	30.06.2015	27.07.2015	26.08.2015	28.06.2016	11.07.2016	08.08.2016	06.06.2017	07.07.2017	31.07.2017	28.08.2017	04.06.2018	02.07.2018	30.07.2018	27.08.2018	13.06.2019	01.07.2019	30.07.2019	25.08.2019	06.06.2020	05.08.2020	07.06.2021	02.08.2021	
C	B	B	B	B	B	B	C	B	B	B	C	B	B	B	B	B	A	B	B	B	B	C	B	B	B	B	B	B
Beurteilungsgrundlage ab 2013: Beurteilung der Badegewässer, Empfehlung zur Untersuchung und Beurteilung der Badewasserqualität von See- und Flussbädern, BAFU/BAG 2013																												
	E. coli (KBE/100 ml)	Enterokken (intestinal) (KBE/100 ml)																										
A	<100	<100																										
B	100-1000	<100																										
B	<=1000	100-300																										
C	<=1000	> 300																										
C	>1000	<= 300																										
D	>1000	>300																										

Tab. 6 Beurteilung der Badewasserqualität der Lorze im Lorzentobel vom 19.6.2013 – 2.8.2021 gemäss den Kriterien aus der «Empfehlung zur Untersuchung und Beurteilung der Badewasserqualität von See- und Flussbädern, BAFU/BAG 2013» (Datenherkunft und Zuständigkeit: Amt für Verbraucherschutz).

C. Schaumbildung in Oberflächengewässern

Schematische Darstellung aus 'Faktenblatt Schaum in Oberflächengewässern, Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern, Gewässer- und Bodenschutzlabor GBL, September 2012'.

1. Allgemeine Abklärungen		
Jahreszeit	Schneeschnmelze, Frühling, mit Pollenflug Herbst, Laubfall	Sommer
vorgängiges Wetter im Einzugsgebiet	Starkregen, Regen nach langer Trockenphase	trocken
2. Abklärungen vor Ort		
Beginn der Schaumbildung	diffus, kein deutlicher Beginn feststellbar	eindeutig ab Röhre oder ab Gewässerabschnitt
Schaumverteilung im Gewässerlauf	über lange Strecke (km) immer etwa ähnliche Menge Schaum, mit Ansammlungen in Stillbereichen	nur über eine kurze Strecke viel Schaum, relativ rasche Abnahme flussabwärts, Ansammlungen in Stillbereichen
Aktivitäten am oder nahe beim Gewässer	nichts Auffälliges	aktuell: Jaucheaustrag oder Jauchespuren im Uferbereich
Wassertrübung	keine oder leicht graubraun, nie nur braun	deutlich braun keine oder leicht graubraun, nie nur braun
Konsistenz des Schaum	in Flasche lange haltbar, wenn einmal weg, kaum mehr durch Schütteln herstellbar	in Flasche rasch zerfallend, wenn einmal weg, durch Schütteln erneut herstellbar
Farbe des Schaums	weisslich bis beige-braun, oft mit kleinen Teilchen	weiss, gänzend, Blasen in Sonnenlicht regenbogenfarbig
Geruch	erdig, fischig kein Geruch	künstlicher Duft nach Jauche
3. Beurteilung		
	„natürlicher“ Schaum, ev. gemischt mit Jauche	„künstlicher“ Schaum, Waschmittelschaum Jauche

Tab. 7 Möglichkeiten und Beurteilung für die Bildung von Schaum in Gewässern aufgeteilt nach den Ursachen «natürliche Schaumbildung» (grün umrahmt), künstliche «Schaumbildung durch chemische Stoffe» (magenta umrahmt) und «Schaumbildung in Folge Abschwemmung von Jauche» (braun umrahmt).