



Sa^{et} q } A^z>|&@

Óæ åæ^|\ç{ }

Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft

Zustand der Fliessgewässer in den Einzugsgebieten von Limmat, Sihl und Zürichsee

Messkampagne 2024



Untersuchungskonzept

Die Wasserqualität der Fließgewässer im Kanton Zürich wird regelmäßig überwacht. An 15 Hauptmessstellen werden mittels Schöpfautomaten Wasserproben kontinuierlich geschöpft. Diese Untersuchungen an den bedeutendsten Fließgewässern ermöglichen die Überwachung der wichtigsten Parameter, die Ermittlung von Frachten und die Erfassung der saisonalen und langfristigen Veränderungen.

Zusätzlich werden an 50 über den ganzen Kanton verteilten Messstellen (FG) monatlich Stichproben aus den Gewässern geschöpft und physikalische Messungen sowie chemische Analysen durchgeführt. Die Resultate ermöglichen die Beurteilung der langfristigen Entwicklung der Wasserqualität und eine geografische Übersicht der aktuellen Belastungen.

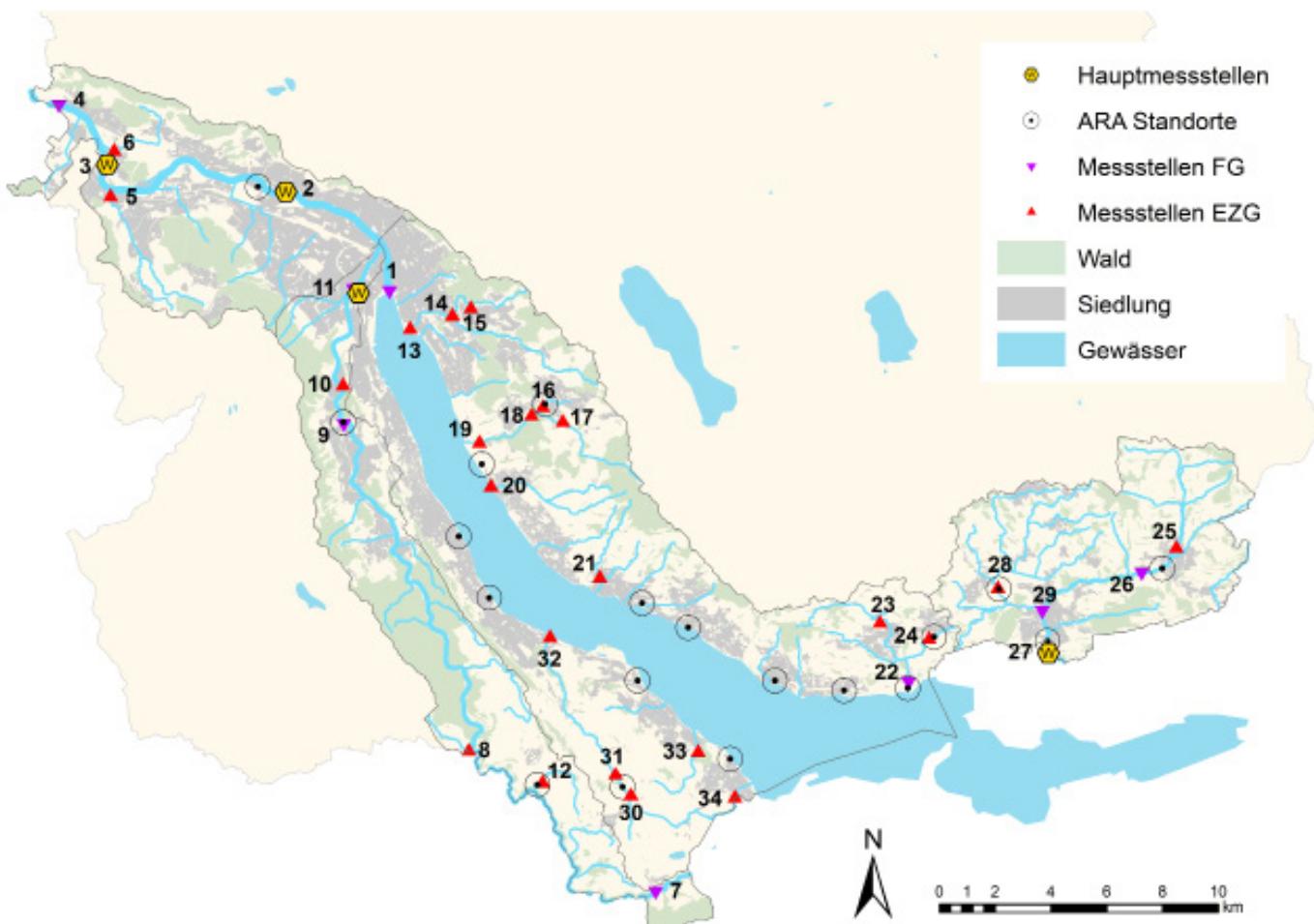
Für eine umfassende Gewässerbeurteilung wurden zwischen 2004 und 2017 in ausgewählten Einzugsgebieten, jeweils im Zweijahresrhythmus, 30 bis 40 Messstellen (EZG) zusätzlich untersucht. Neben den „klassisch-chemischen“ Parametern und den Mikroverunreinigungen wurden jeweils auch die Gewässersedimente beprobt und der biologische Zustand anhand der Kieselalgen, der Makrophyten und des Makrozoobenthos beurteilt. An ausgewählten Stellen wurden durch die Fischerei- und Jagdverwaltung auch die Fische untersucht.

Für die Untersuchungsperiode 2022-2025 wurde der Kanton wie bereits von 2018-2021 in vier Gebiete unterteilt, die während einem Jahr umfassend untersucht wurden. Damit stehen für die Beurteilung der Nährstoffe und den DOC nur noch 12 Stichproben zur Verfügung, anstelle von 24 Werten in den Vorperioden. Je kleiner der Stichprobenumfang, desto anfälliger wird die Bewertung auf Ausreisser. Als Kriterium für die Beurteilung wird der 90-Perzentilwert verwendet.

Die Resultate der 2024 berücksichtigten Einzugsgebiete von Limmat, Sihl und Zürichsee werden im vorliegenden Kurzbericht zusammengefasst. Detaillierte Resultate zu einzelnen Messstellen sind zu finden unter: www.gewaesserqualitaet.zh.ch

Stichworte zum Wetter 2024

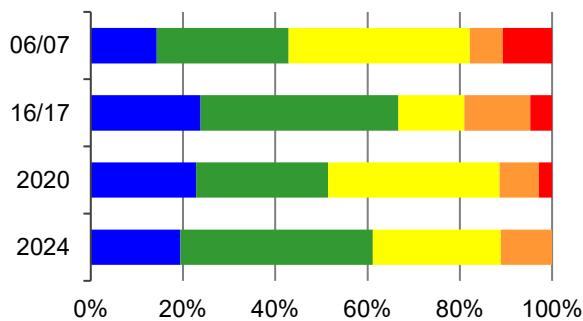
- Schweizweit sehr warmes Jahr mit 1.4 °C über der Norm 1991 - 2020
- Mildester Winter seit Messbeginn 1864
- Milder, nasser und sonnenarmer Frühling
- Zweitwärmster August seit Messbeginn mit einigen schweren Unwettern
- Rekordschneefall in tiefen Lagen Ende Herbst



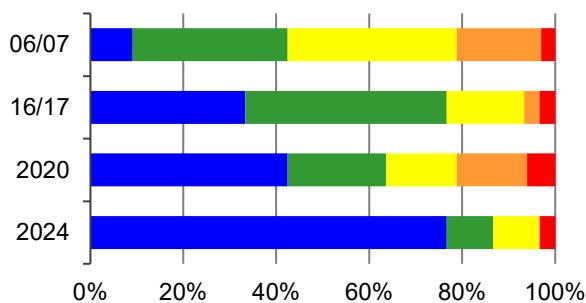
Zustand		2024																									
		Ökonomorphologie		Abflussverhältnisse				Wasserqualität				Sedimente			Biologie												
Einzugsgebiet Limmat	Stellenname	Ammonium	Nitrit	Nitrat	Phosphat	DOC	Fungizide	Herbizide	Insektizide	Arzneimittel / weitere Chem.	Primärproduzenten	Wirbellose	Wirbeltiere	Blei	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Quecksilber	Zink	PCB	PAK	Wasserpflanzen	Wirbellose RefZH	Wirbellose BCH (IBGN)	Wirbellose SPEAR	Fische
		1 Limmat Quaibrücke (Zürich)																									
		2 Limmat Hönggersteg (Zürich)	yellow																								
		3 Limmat bei Dietikon		green																							
		4 Limmat bei Oetwil	yellow																								
		5 Schäflibach Dietikon		blue																							
		6 Länggenbach vor Limmat	yellow																								
		7 Sihl bei Hütten		blue																							
		8 Sihl bei Sihlbrugg		green																							
		9 Sihl vor ARA Adliswil		green																							
		10 Sihl nach ARA Adliswil		blue																							
		11 Sihl beim Sihlhölzli (Zürich)		green																							
		12 Mülibach vor ARA Hirzel		green																							
Einzugsgebiet Zürichsee rechts	Einzugsgebiet Zürichsee rechts	13 Hombach beim Zürichhorn		red																							
		14 Stöckentobelbach		green																							
		15 Wehrenbach		green																							
		16 Chliweidlibach nach ARA Zumikon		red																							
		17 Dorfbach Küsnacht vor Chliweidlibach	yellow																								
		18 Dorfbach Küsnacht n. Chliweidlibach		blue																							
		19 Dorfbach Küsnacht vor Zürichsee		red																							
		20 Dorfbach Erlenbach		green																							
		21 Dorfbach Meilen	yellow																								
		22 Feldbach vor Zürichsee		red																							
		23 Abfluss Lützelsee		green																							
		24 Klausbach n. ARA Bubikon-Wolfhaus.		red																							
		25 Jona vor ARA Wald		yellow																							
		26 Jona nach ARA Wald		blue																							
		27 Jona nach ARA Rüti		green																							
		28 Possengraben v. ARA Dürnten-Bubikon	yellow																								
		29 Schwarz vor Jona		green																							
EZG Zürichsee links	EZG Zürichsee links	30 Aabach vor ARA Schönenberg		green																							
		31 Aabach nach ARA Schönenberg	yellow																								
		32 Aabach Horgen vor Zürichsee		red																							
		33 Reidbach Wädenswil vor Weiher		blue																							
		34 Mülibach Richterswil		green																							

* Schwermetall-Werte aus Periode 2020

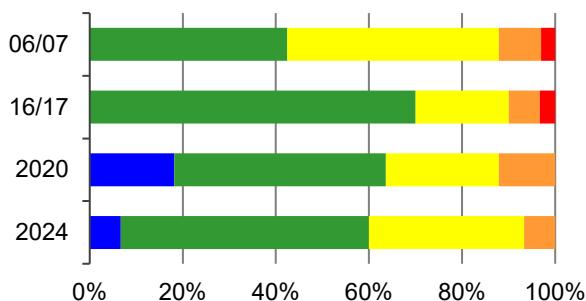
Wasserpflanzen



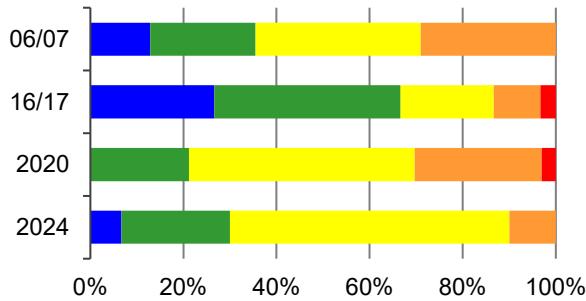
Wirbellose Ref ZH



Wirbellose IBCH



Wirbellose SPEAR



Anteil Stellen pro Beurteilungsklasse

■ sehr gut ■ gut ■ mässig ■ unbefriedigend ■ schlecht

Wasserpflanzen

Wasserpflanzen sind ein natürlicher Bestandteil von wenig beschatteten Bächen und Flüssen mit gemächerlicher Strömung. Die Beurteilung erfolgt gewässertypspezifisch aufgrund der Standortgerechtigkeit und Vielfalt der Arten.

Von den 34 Abschnitten des Untersuchungsprogramms sind 12 natürlicherweise vegetationsfrei. Um alle Vegetationstypen angemessen berücksichtigen zu können, wurden zusätzlich 18 Abschnitte untersucht.

Die Limmat ist ein nicht watbares Fliessgewässer und kann mangels geeigneter Methoden nicht beurteilt werden. Die Sihl bei Hütten und Sihlbrugg hat eine artenreiche Moosflora, die seit Messbeginn als gut bis sehr gut beurteilt wird. Der Unterlauf der Sihl und die Jona sind natürlicherweise vegetationsfrei und werden nicht beurteilt. Von den insgesamt 19 Moosbächen befinden sich 8 bezüglich Vegetation in einem schlechten Zustand. 5 davon weisen auch einen ökomorphologisch ungenügenden Zustand auf. Von den 17 unbeschatteten Bächen mit wenig Gefälle, wo auch höhere Wasserpflanzen verbreitet sind, weisen 6 einen ungenügenden Zustand bezüglich Vegetation auf. 4 davon haben auch ökomorphologisch einen ungenügenden Zustand. Seit 2016/17 hat sich der Zustand der Vegetation nicht wesentlich verbessert, sondern schwankt aufgrund natürlicher Fluktuationen.

Wirbellose

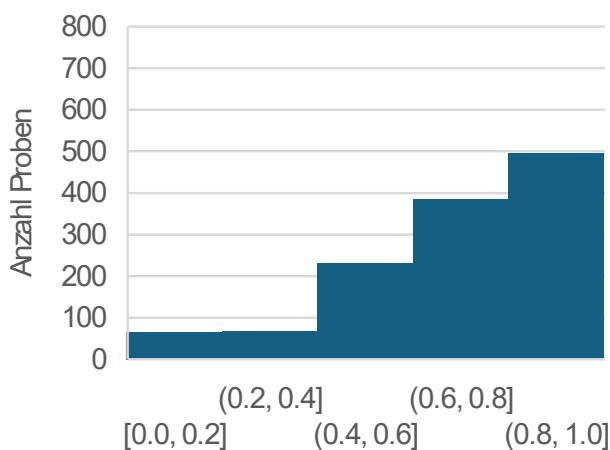
Die Bewertung der Wirbellosenfauna anhand des Referenzsystems (Ref_ZH) hat sich deutlich verbessert. Die Bewertung mit dem IBCH19 weist hingegen auf stabile oder leicht schlechtere Verhältnisse hin. Beim SPEAR Index ist eine leicht bessere Bewertung im Vergleich zur Vorperiode erkennbar. Die Verbesserung ist allerdings wenig ausgeprägt und folgt auf eine Periode mit ziemlich schlechten Bewertungen. Nach wie vor zeigt der SPEAR Index von den drei angewandten Methoden die schlechtesten Ergebnisse, die Zielvorgabe wird an lediglich 30% der Stellen erreicht (2020: 21%), während das Referenzsystem die besten Bewertungen ergibt (Zielvorgabe an 87% der Stellen erreicht; 2020: 64%). Der IBCH erfüllt die Zielvorgaben an 60% der Stellen (2020: 64%).

Die unterschiedlichen Funktionsweisen der drei Indices lassen, wie bereits in den Vorjahren, den Schluss zu, dass die Artenvielfalt an den einzelnen Probestellen zwar zugenommen hat (Ref_ZH), dass es aber weiterhin vor allem robuste, unempfindliche Arten sind, die zunehmen. Empfindliche Arten mit spezialisierten Ansprüchen an den Lebensraum werden weiterhin nur selten beobachtet (SPEAR).

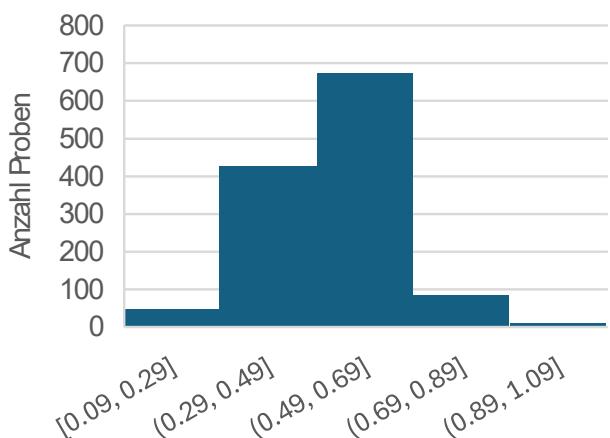
Der IBCH Index berechnet sich aus den beiden Komponenten Diversitätsklasse (DK) und Indikatorgruppe (IG). Die Diversitätsklasse gibt die Anzahl gefundener Wirbellosenfamilien an, die Indikatorgruppe bezeichnet innerhalb einer Rangordnung die «empfindlichste» der gefundenen Familien. Seit der Version IBCH19 können die beiden Komponenten separat bewertet werden, was eine differenziertere Beurteilung zulässt.

Die in Zusammenhang mit der Überarbeitung des IBCH gemachten Auswertungen des gesamtschweizerischen Datensatzes zeigen, dass die Diversitätsklasse eher durch die Lebensraumqualität im Gewässer beeinflusst wird (Ökomorphologie, Habitatvielfalt), während die Indikatorgruppe mehr durch die chemische Wasserqualität geprägt wird.

Die 30 Untersuchungsstellen im Einzugsgebiet zeigen die Tendenz zu mehr Diversität bei besserem ökomorphologischem Zustand ebenfalls. Bei der Indikatorgruppe treten mehrheitlich Werte in den Klassen gut bis sehr gut auf, während die Werte der Diversitätsklasse gleichmässiger über alle Klassen verteilt sind. Die hohen IG Werte widersprechen der vorgängig geäusserten These, dass vor allem unempfindliche Generalisten durch die Erhöhung der Artenvielfalt die Bewertung verbessern. Möglicherweise werden gewisse Familien im IG eher zu hoch eingestuft.



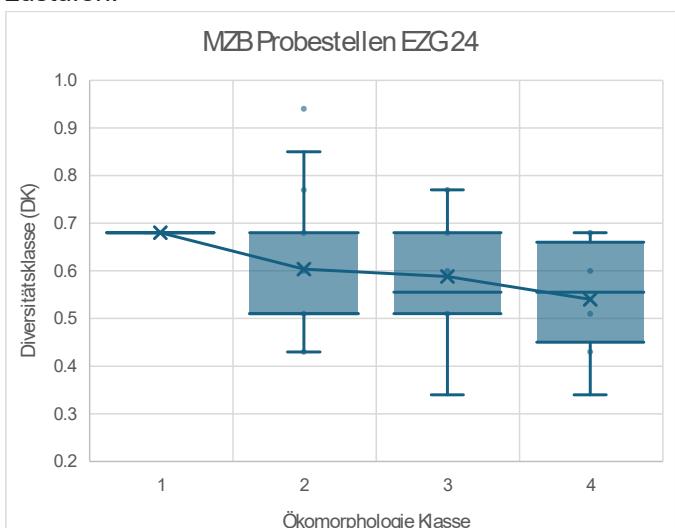
Häufigkeitsverteilung der IG Werte in allen MZB Proben im Kanton Zürich seit 2010



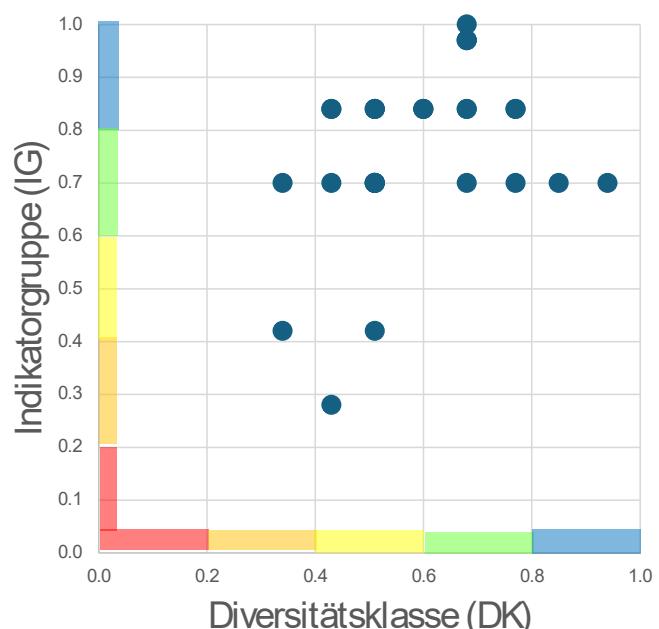
Häufigkeitsverteilung der DK Werte in allen MZB Proben im Kanton Zürich seit 2010

Das «Anstehen» der IG-Werte am oberen Ende der Skala war beim IBCH schweizweit schon länger bekannt und war ein Grund für das Update zum IBCH19, mit einer leicht veränderten Gewichtung der IG-Taxa. Für die meisten Gewässer im Kanton Zürich hat diese Anpassung in der Berechnung jedoch zu keiner gleichmässigeren Verteilung der IG-Werte geführt. Im Kanton Zürich sind es einige wenige Taxa wie z.B. die Steinfliege Brachyptera risi oder die Köcherfliege Odontocerum albicorne, die sehr häufig vorkommen und einen hohen IG-Wert haben.

In der Sihl ist ausserdem die Köcherfliege Micrasema setiferum häufig zu finden, die mit einem maximalen IG-Wert von 1.0 den IBCH19 für die Stellen in der Sihl nach oben zieht. Dasselbe gilt für die im Kanton Zürich regelmässig zu findende Steinfliege Isoperla grammatica. Es wäre wohl angezeigt, den IG Wert dieser Arten bei einer nächsten Revision des IBCH zurückzustufen.

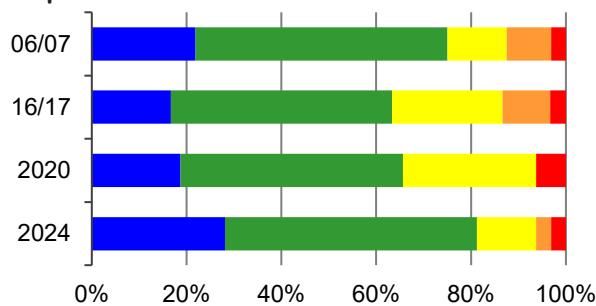


Diversitätsklasse (DK) in Abhängigkeit von der Ökomorphologie an den Probestellen im EZG 2024

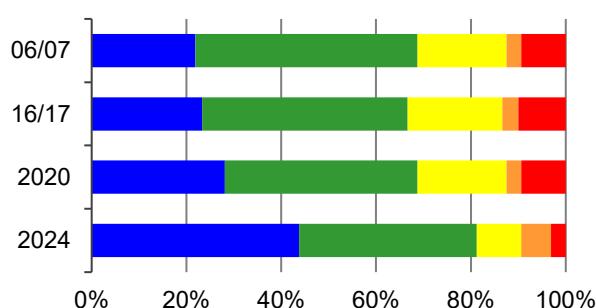


Diversitätsklasse und Indikatorgruppe an den MZB Probestellen im EZG 2024

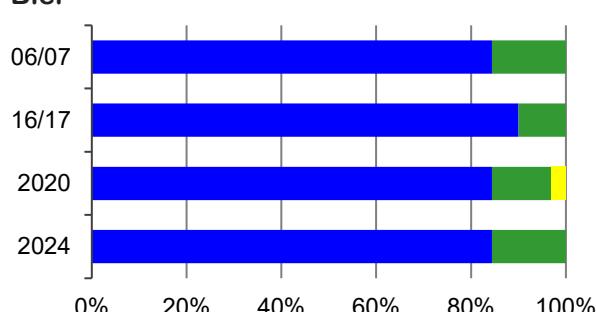
Kupfer



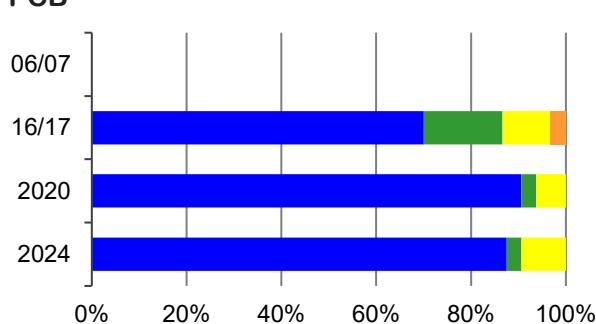
Zink



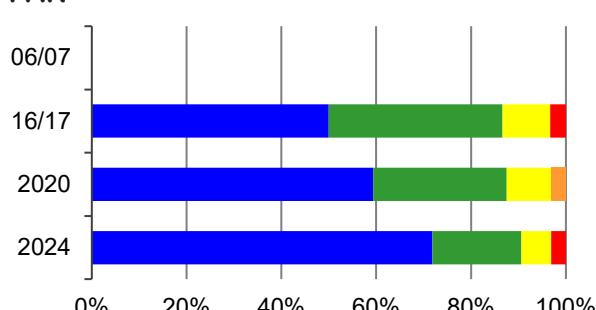
Blei



PCB



PAK



Schwermetalle, PCB und PAK im Sediment

Verkehr, Industrie, Siedlungen, Altlasten und Landwirtschaft hinterlassen ihre Spuren in den Gewässern – auch in Form von Schwermetallen, PCB und PAK. Diese Stoffe können sich bereits in sehr tiefen Konzentrationen nachteilig auf die Gewässerlebewesen auswirken und kämen – wenn überhaupt – unter natürlichen Verhältnissen nur in sehr geringen Mengen in den Gewässern vor.

Zwischen 1999 und 2002 wurden die Sedimente ausgewählter Messstellen erstmals auf Schwermetalle untersucht. In den nachfolgenden Untersuchungsperioden kamen zusätzliche Abschnitte hinzu. Seit Messbeginn hat die Kupfer- und Zinkbelastung leicht abgenommen, ist jedoch noch in 19 % aller Untersuchungsabschnitte zu hoch. Sowohl die früheren wie auch die aktuellen Untersuchungen zeigen, dass mit zunehmender Siedlungsfläche im Einzugsgebiet die Kupfer- und Zinkbelastung stark ansteigen.

Bei allen anderen Schwermetallen werden die Zielvorgaben deutlich häufiger eingehalten. Seit 2006 erfüllen alle Untersuchungsabschnitte die Zielvorgaben für Quecksilber und Cadmium und seit 2020 auch die Zielvorgaben für Nickel. Blei und Chrom überschritten die Zielvorgaben seit 2006 nur je einmal im Klausbach unterhalb der ARA Bubikon-Wolfhausen. Der Klausbach gehört aufgrund des hohen Anteils Siedlungsgebiet und dem hohen Abwasseranteil zu den am stärksten belasteten Bächen im Einzugsgebiet.

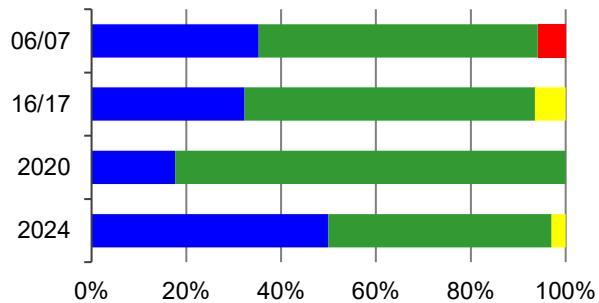
Seit 2008 werden die Konzentrationen von polychlorierten Biphenylen (PCB) und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in den Gewässersedimenten überwacht. Gegenüber der Periode 2016/2017 ist die Belastung durch beide Stoffgruppen deutlich zurückgegangen. Die Zielvorgaben für PCB und PAK wurden 2024 an je 9 % aller Messstellen überschritten.

Erhöhte PCB-Belastungen kommen meist zusammen mit erhöhten PAK-Belastungen vor. Häufig sind auch die Kupfer- und Zink-Belastungen an diesen Standorten hoch. Straßenabwasser kann stark mit PAK belastet sein, zudem können PAK und PCB über Sickerwasser aus belasteten Standorten in die Gewässer gelangen. Alle Bäche, in die Straßenabwasser eingeleitung wird (Schäfli-, Länggen-, Reid-, Mühli-, Feld- und Dorfbach Küsnacht) weisen erhöhte Konzentrationen von Schwermetallen, PCB oder PAK auf. Diese Bäche nehmen teilweise auch Mischabwasser aus Hochwasserentlastungen auf. Der Klausbach dient zusätzlich als Vorfluter für ARA.

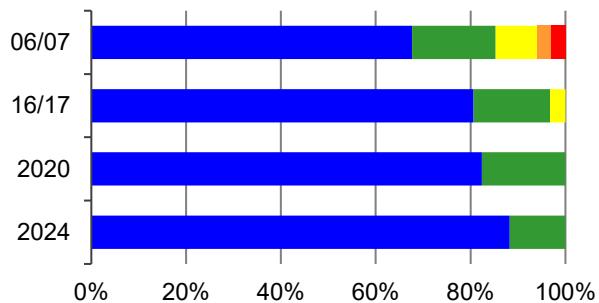
Anteil Stellen pro Beurteilungsklasse

■ sehr gut ■ gut ■ mässig ■ unbefriedigend ■ schlecht

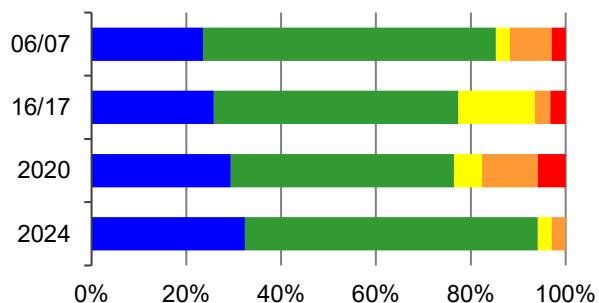
Ammonium



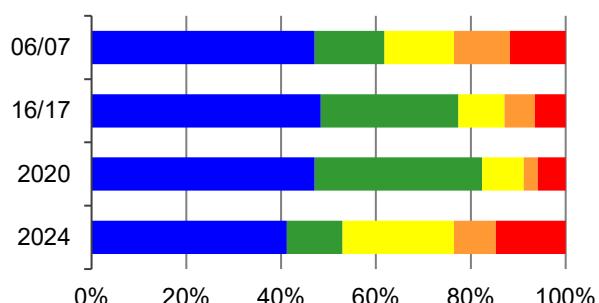
Nitrit



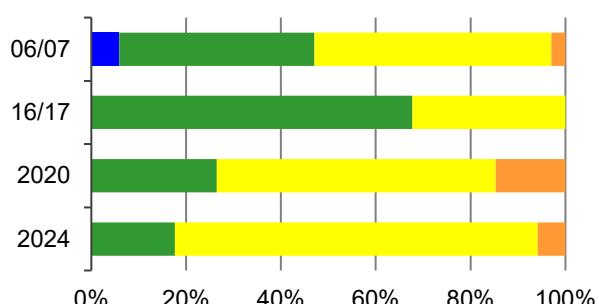
Nitrat



Phosphat



DOC



Anteil Stellen pro Beurteilungsklasse

■ sehr gut ■ gut ■ mässig ■ unbefriedigend ■ schlecht

Nährstoffe und DOC im Wasser

Die Nährstoffbelastung wird aufgrund der Parameter Ammonium, Nitrit, Nitrat und Phosphat beurteilt. Diese Stoffe gelangen einerseits mit gereinigtem Abwasser aus ARA oder ungereinigtem Abwasser bei Entlastungen aus der Kanalisation bei Starkregen in die Gewässer. Andererseits gelangen Phosphat und Nitrat, die in Form von Gülle, Mist, Kompost oder Mineraldünger in der Landwirtschaft ausgebracht werden, über Erosion oder Auswaschung landwirtschaftlich intensiv genutzter Böden in die Gewässer. Zusätzlich belasten Stickoxide aus Verbrennungsprozessen und Ammoniak aus der Landwirtschaft die Niederschläge mit Stickstoffverbindungen und führen zu einer Grundbelastung sämtlicher Flächen.

Dank dem Ausbau der Siedlungsentwässerung und der ARA sowie dem Phosphatverbot in Waschmitteln ging die Nährstoffbelastung zwischen 1980 und 2000 stark zurück (Daten nicht dargestellt). Ebenfalls zu diesem Rückgang beigetragen haben die Einführung der integrierten Produktion (IP) 1996 und der ökologische Leistungsnachweis (ÖLN) 1997 in der Landwirtschaft. Seit der Jahrtausendwende nahm die Nährstoffbelastung nur noch langsam ab. Zudem werden die Verhältnisse in den Gewässern zunehmend von Wetterereignissen überlagert, die unterschiedliche Auswirkungen auf die Nährstoffverhältnisse haben können.

Bei trockener Witterung führen die Bäche weniger Wasser, was in abwasserbeeinflussten Gewässern aufgrund des schlechteren Verdünnungsverhältnisses häufig zu erhöhten Nährstoffkonzentrationen führt. Da bei trockenem und warmem Wetter jedoch auch die Reinigungsleistung der ARA gut ist, weniger häufig Entlastungen stattfinden und die Abschwemmung von Nährstoffen aus landwirtschaftlich intensiv genutzten Böden geringer ist, kann es auch zu tieferen Nährstoffbelastungen kommen. Zudem können sich insbesondere beim Stickstoff bei Trockenheit Depots bilden, die bei nachfolgenden Niederschlägen mobilisiert und abgeschwemmt werden, d.h. auch die Witterung in den Vorperioden kann die Nährstoffverhältnisse beeinflussen.

Die Belastung mit Stickstoffverbindungen hat 2024 gegenüber der Vorperiode deutlich abgenommen. Milde Winter begünstigen die Nitrifikation auf den ARA und führen zu tieferen Ammonium- und Nitritkonzentrationen. Die an einer Messstelle erhöhte Ammoniumbelastung und die generelle Zunahme der Phosphatbelastung dürften auf Entlastungen zurückzuführen sein. Im März und Oktober regnete es zum Zeitpunkt der Probenahmen im Einzugsgebiet des linken Zürichseeufers stark. Weiter zugenommen hat auch die Belastung mit DOC. Seit 1990 ist in vielen Fließgewässern Europas ein Anstieg der DOC-Konzentrationen zu beobachten. Als Ursachen dafür werden höhere Temperaturen und veränderte Niederschlagsmuster vermutet.

Mikroverunreinigungen aus Haushalt und Industrie

Die Mikroverunreinigungen aus Haushalt und Industrie, die man in unseren Gewässern findet, stammen aus Produkten, die in Haushalten, der Industrie und im Gewerbe verwendet werden, etwa Desinfektions- und Reinigungsmittel, Medikamente oder Biozidprodukte. Besonders im dicht besiedelten Mittelland der Schweiz sind die Gewässer durch Mikroverunreinigungen aus diesen Produkten stark belastet.

Die Stoffe gelangen hauptsächlich über das gereinigte Abwasser in unsere Gewässer, insbesondere dann, wenn es in einer herkömmlichen Abwasserreinigungsanlage (ARA) behandelt wurde. Ein weiterer Eintragspfad sind Entlastungen aus Mischwasserkanalisationen, wenn bei starkem Regen ein Teil des Abwassers ungereinigt in die Gewässer fliessen kann. Die Konzentrationen dieser Stoffe in den Gewässern – und damit das Risiko für die im Wasser lebenden Organismen – sind folglich in denjenigen Fließgewässern hoch, deren Einzugsgebiete einen grossen Anteil an Siedlungsfläche aufweisen.

Weitergehende Abwasserreinigung

Da über die ARA eine Vielzahl von Mikroverunreinigungen in die Gewässer eingetragen werden, sollen zum Schutz der Wasserlebewesen und der Trinkwasserressourcen ausgewählte ARA mit Reinigungsstufen ergänzt werden, die diese Stoffe aus dem Abwasser entfernen. Ziel dieser EMV-Stufen ist es, bis zum Jahr 2040 die durch ARA eingetragene Fracht an Mikroverunreinigungen schweizweit um 70 % zu reduzieren.

Die gesetzlichen Grundlagen zu diesem Vorhaben traten am 1. Januar 2016 in Kraft. Sie sind in der Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV) verankert. Vom Ausbau betroffen sind:

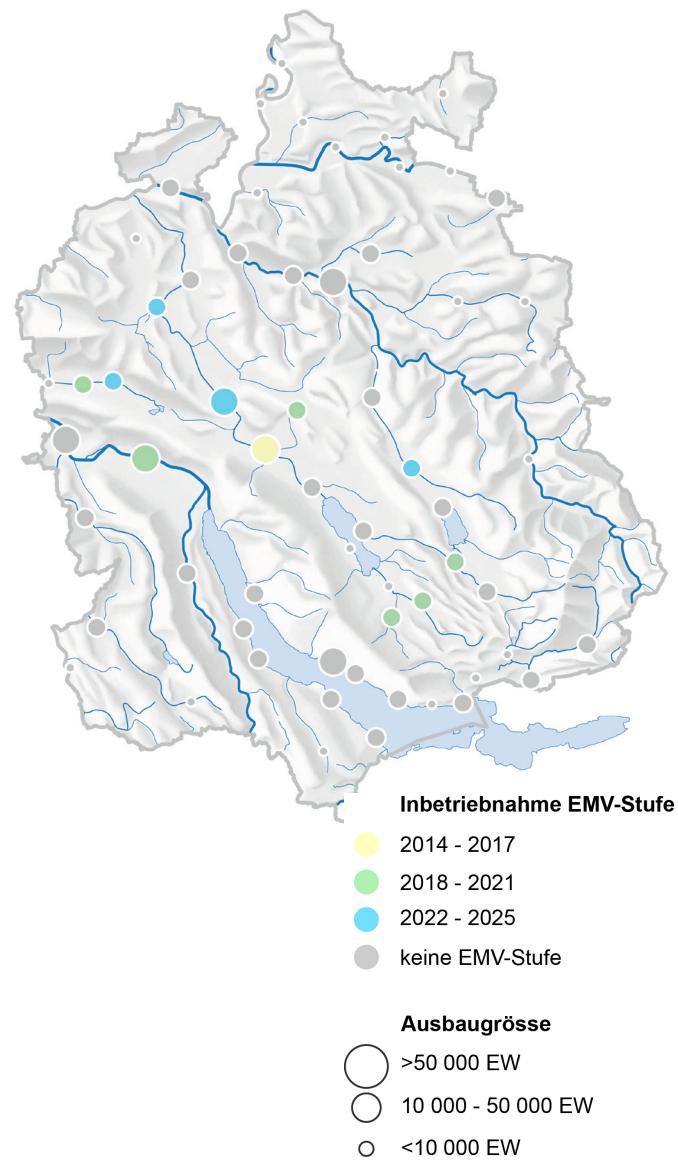
- die grössten ARA der Schweiz,
- grosse ARA im Einzugsgebiet von Seen,
- sowie ARA, die in Fließgewässer mit einem hohen Anteil an gereinigtem Abwasser einleiten.

Die ausgebauten ARA müssen gemäss Vorgaben der GSchV mindestens 80 % der Spurenstoffe, gemessen anhand von zwölf Leitsubstanzen, aus dem Abwasser entfernen.

Für die weitergehende Abwasserreinigung stehen die Adsorption an Aktivkohle, die Behandlung mit Ozon oder eine Kombination beider Verfahren zur Verfügung. In vielen Fällen wird das gereinigte Abwasser vor der Einleitung in ein Gewässer zusätzlich über einen Sandfilter geleitet, der als nachgeschaltete, biologisch aktive Verfahrensstufe wirkt. Der Filter dient dazu, abbaubare Reaktionsprodukte aus der Ozonung zu entfernen oder den Austrag von Aktivkohlepunkten zu verhindern.

Die genannten Verfahren sind in der Lage, eine Vielzahl von Mikroverunreinigungen wirksam aus dem Abwasser zu entfernen.

Im Kanton Zürich werden gemäss aktueller Planung bis zum Jahr 2035 34 ARA mit einer EMV-Reinigungsstufe ergänzt, Ende 2024 waren 11 davon in Betrieb. Als erste Anlage der Schweiz nahm im Jahr 2014 die ARA Neugut in Dübendorf eine Ozonanlage zur weitergehenden Abwasserreinigung in Betrieb. In den Jahren 2018 bis 2020 kamen das Werdhölzli Zürich, die ARA Eich Bassersdorf, die ARA Esslingen (Egg-Oetwil) und die ARA Wetzikon mit einer EMV-Stufe dazu, in den Jahren 2021 bis 2024 die ARA in Buchs, Fehraltdorf, Gossau, Kloten-Opfikon, Niederglatt und Regensdorf. Im Jahr 2021 wurde zudem die ARA Knonau an die ARA Schönaus in Cham (ZG) angeschlossen. Der Ausbau der ARA (sowie die Aufhebung einer ARA) hat dazu geführt, dass bis Ende des Jahres 2024 rund die Hälfte der Einwohnerinnen und Einwohner des Kantons an eine ARA angeschlossen sind, die über eine weitergehende Abwasserreinigung verfügt.



Elimination von Mikroverunreinigungen: Aufzurüstende ARA und zeitliche Staffelung

Periode	ARA mit EMV		Verfahren	% EW mit EMV	
	Inb.	ARA			kum.
2014 - 2017	2014	Neugut Dübendorf	Ozonung + Sandfilter	3.2	3.2
2018 - 2021	2018	Werdhölzli Zürich	Ozonung + Sandfilter	29.9	33.1
	2018	Eich Bassersdorf	Ozonung + Sandfilter	1.3	34.4
	2019	Wetzikon	Pulveraktivkohle + Sandfilter	2.1	36.5
	2020	Egg-Oetwil	Pulveraktivkohle + Sandfilter	0.9	37.4
	2021	Buchs	Ozonung + Sandfilter	0.7	38.1
	2021	Gossau	Pulveraktivkohle + Sandfilter	0.9	39.0
2022 - 2024	2023	Knonau (Anschluss)			
	2024	Fehraltdorf	Pulveraktivkohle + Sandfilter	0.7	39.7
	2024	Kloten-Opfikon	Ozonung + Sandfilter	2.7	42.4
	2024	Niederglatt	Granulierte Aktivkohle	2.9	45.3
	2024	Regensdorf	Granulierte Aktivkohle	1.2	46.5

Messkampagnen an den Hauptmessstellen

Um die Belastung der Fließgewässer im Kanton Zürich bezüglich Mikroverunreinigungen beurteilen und die zeitliche Entwicklung der Gewässerqualität dokumentieren zu können, werden seit dem Jahr 2015 bei den 15 Hauptmessstellen jeweils viermal pro Jahr Proben – sogenannte Quartalsproben – erhoben.

Die Hauptmessstellen dienen der Überwachung der wichtigsten Fließgewässer im Kanton. Sie sind mit Automaten für die Probenahme ausgestattet, die abfluss- oder zeitproportionale Tagesmischproben schöpfen können. Für die Analytik werden die Tagesmischproben jeweils zu Halbwochen- oder Wochenmischproben vereint.

Da an den Hauptmessstellen auch die Abflüsse erfasst werden, lassen sich mit Hilfe der Konzentrationen, die in den Mischproben gemessen werden, die Frachten in den Gewässern berechnen. Dies bietet sich insbesondere für die Mikroverunreinigungen aus Haushalt und Industrie an. Diese Stoffe stammen aus Produkten wie Geschirrspülmitteln, Lebensmitteln, Medikamenten usw., die über das Jahr hinweg in mehr oder weniger konstanten Mengen verwendet werden. Entsprechend bleibt auch der mengenmässige Eintrag dieser Mikroverunreinigungen in die Gewässer weitgehend gleich.

Frachten der Mikroverunreinigungen H & I in der Limmat

Unter den Quartalsproben, die an den fünfzehn Hauptmessstellen des Kantons Zürich erhoben werden, sind diejenigen der Hauptmessstelle «Limmat bei Dietikon» von besonderem Interesse, da sich an diesem Ort der Effekt des Ausbaus der grössten ARA im Kanton – der ARA Werdhölzli – nachweisen lässt. Die ARA, die im Jahr 2018 mit einer Stufe zur Ozonung erweitert wurde, reinigt das Abwasser von rund dreissig Prozent der an eine ARA angeschlossenen Bevölkerung des Kantons.

Vor ihrem Ablauf liegt eine weitere Hauptmessstelle, die Stelle «Limmat Hönggersteg», an der das Flusswasser hauptsächlich aus dem Abfluss des Zürichsees besteht. Der Vergleich der Resultate der beiden Messstellen ermöglicht somit eine zuverlässige Abschätzung der Stofffrachten, die einerseits aus dem See stammen und andererseits über die ARA in die Limmat eingetragen werden.

Leitsubstanzen ARA

Die zwölf sogenannten «Leitsubstanzen», die in der Verordnung des UVEK «zur Überprüfung des Reinigungseffekts von Massnahmen zur Elimination von organischen Spurenstoffen bei Abwasserreinigungsanlagen» festgelegt sind, nehmen unter den Mikroverunreinigungen aus Haushalt und Industrie eine besondere Stellung ein: ARA, die über eine EMV-Stufe verfügen, müssen anhand einer Auswahl dieser Substanzen regelmässig überprüfen, ob die gesetzlich vorgeschriebene Reinigungsleistung eingehalten wird. Die Leitsubstanzen sind in die zwei Kategorien «sehr gut eliminierbar» (> 80 %) und «gut eliminierbar» (50–80 %) – über die gesamte ARA betrachtet, inklusive EMV-Stufe – unterteilt:

- Kategorie 1 (sehr gut eliminierbar): Amisulprid, Carbamazepin, Citalopram, Clarithromycin, Diclofenac, Hydrochlorothiazid, Metoprolol, Venlafaxin.
- Kategorie 2: (gut eliminierbar): Benzotriazol, Candesartan, Irbesartan sowie 4-Methylbenzotriazol und 5-Methylbenzotriazol als Gemisch.

Die UVEK-Verordnung gibt vor, dass der Reinigungseffekt anhand von mindestens sechs Leitsubstanzen berechnet werden muss. Die Leitsubstanzen müssen im Verhältnis 2:1 aus den Kategorien «sehr gut eliminierbar» und «gut eliminierbar» vertreten sein. Der gesetzlich vorgeschriebene Reinigungseffekt liegt bei 80%. Das heisst, der Mittelwert der Einzeleliminationen aller zur Berechnung herangezogener Substanzen muss mindestens 80% betragen.

Vier der acht Substanzen, die sehr gut eliminierbar sind, konnten in der Periode 2022 – 2024 an der Messstelle «Limmat bei Dietikon» nicht mehr nachgewiesen werden, nämlich Citalopram, Clarithromycin, Hydrochlorthazin und Metoprolol. Die Frachten von Amisulprid und Carbamazepin betrugen in dieser Periode noch 13 bzw. 27 Prozent der Frachten der Periode 2015 – 2017, wobei die Messungen bei der Hauptmessstelle «Limmat Hönggersteg» darauf hindeuten, dass die gesamte Fracht der beiden Substanzen nicht von der ARA, sondern aus dem Zürichsee stammt. Die Frachten der letzten beiden Substanzen der Kategorie 1, Diclofenac und Venlafaxin, haben von 2015 – 2017 zu 2022 – 2024 auf 30 bzw. 18 Prozent abgenommen, wobei 95 bzw. 64 Prozent der Frachten aus dem See zu stammen scheinen.

Auch bei zwei der Substanzen aus der Kategorie 2, Benzotriazol und Methylbenzotriazol, konnte die Fracht zwischen den beiden Untersuchungszeiträumen 2015 – 2017 und 2022 – 2024 auf 38 bzw. 34 Prozent reduziert werden, wobei 85 bzw. 94 Prozent der Fracht, die bei der Stelle «Limmat bei Dietikon» gefunden wurde, aus dem See stammen. Die Frachten der restlichen beiden Leitsubstanzen, Candesartan und Irbesartan, die ebenfalls Leitsubstanzen der Kategorie 2 sind, sind hier nicht dargestellt, da ihre Analytik nicht immer eindeutige Resultate liefert.

Weitere Medikamente und Diagnostika

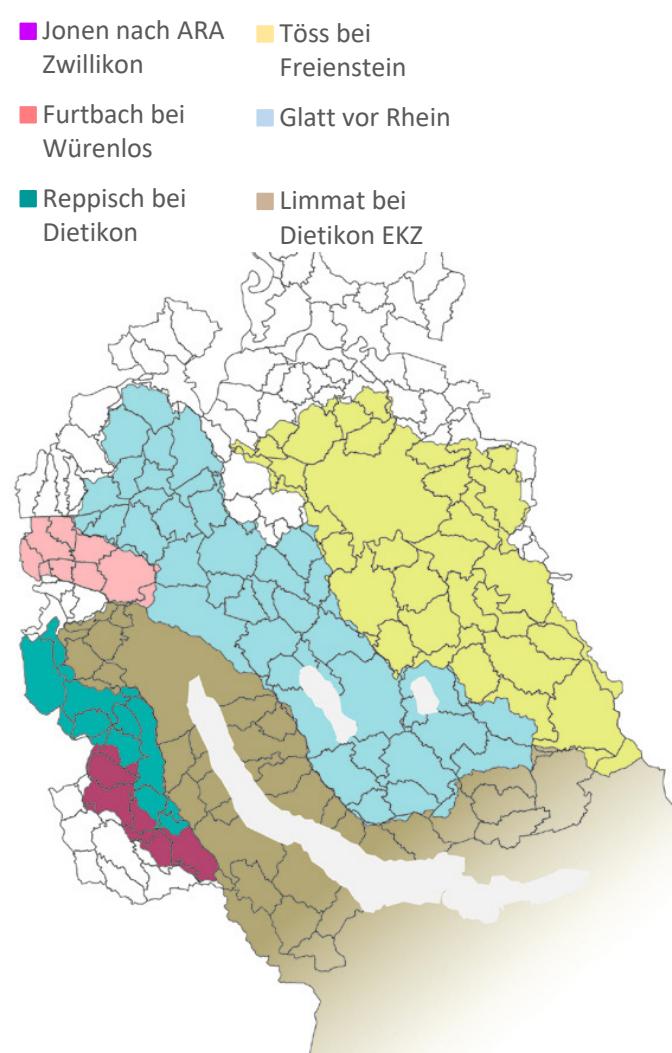
Beim Sulfamethoxazol stammten in den beiden Untersuchungszeiträumen von 2018 – 2021 und 2022 – 2024 etwa 91 bzw. 99 Prozent der Fracht aus dem See. Das bedeutet, dass über die ARA Werdhölzli nur noch geringe Mengen dieser Substanz in die Limmat eingetragen wurden. Die Tatsache, dass die Gesamtfracht im Vergleich zu den Jahren 2015 – 2017 nicht weiter abgenommen hat, ist darauf zurückzuführen, dass sich die Fracht aus dem See von der ersten Periode zu den zwei folgenden etwa verdoppelt hat.

Beim Metformin deuten die Resultate darauf hin, dass die Ozonung lediglich einen Teil der Substanz aus dem Abwasser zu entfernen vermag. An der Hauptmessstelle «Limmat bei Dietikon» ist der Beitrag der ARA Werdhölzli zur Gesamtfracht von ursprünglich 36 Prozent im ersten Untersuchungszeitraum auf lediglich 20 bzw. 23 Prozent in den beiden folgenden Zeiträumen zurückgegangen. Die aus dem See stammende Fracht blieb über alle drei Untersuchungszeiträume hinweg weitgehend konstant.

Über die drei Untersuchungszeiträume hinweg gesehen stieg die Fracht von Lamotrigin bei der Hauptmessstelle «Limmat bei Dietikon» von 87 auf 94 kg/J an. Im ersten Zeitraum (2015 – 2017) stammten 100 Prozent des dort gemessenen Lamotrigins aus der ARA Werdhölzli. In den beiden folgenden Untersuchungsperioden erfolgte auch ein Eintrag vom See her, während der Anteil der ARA Werdhölzli zurückging.

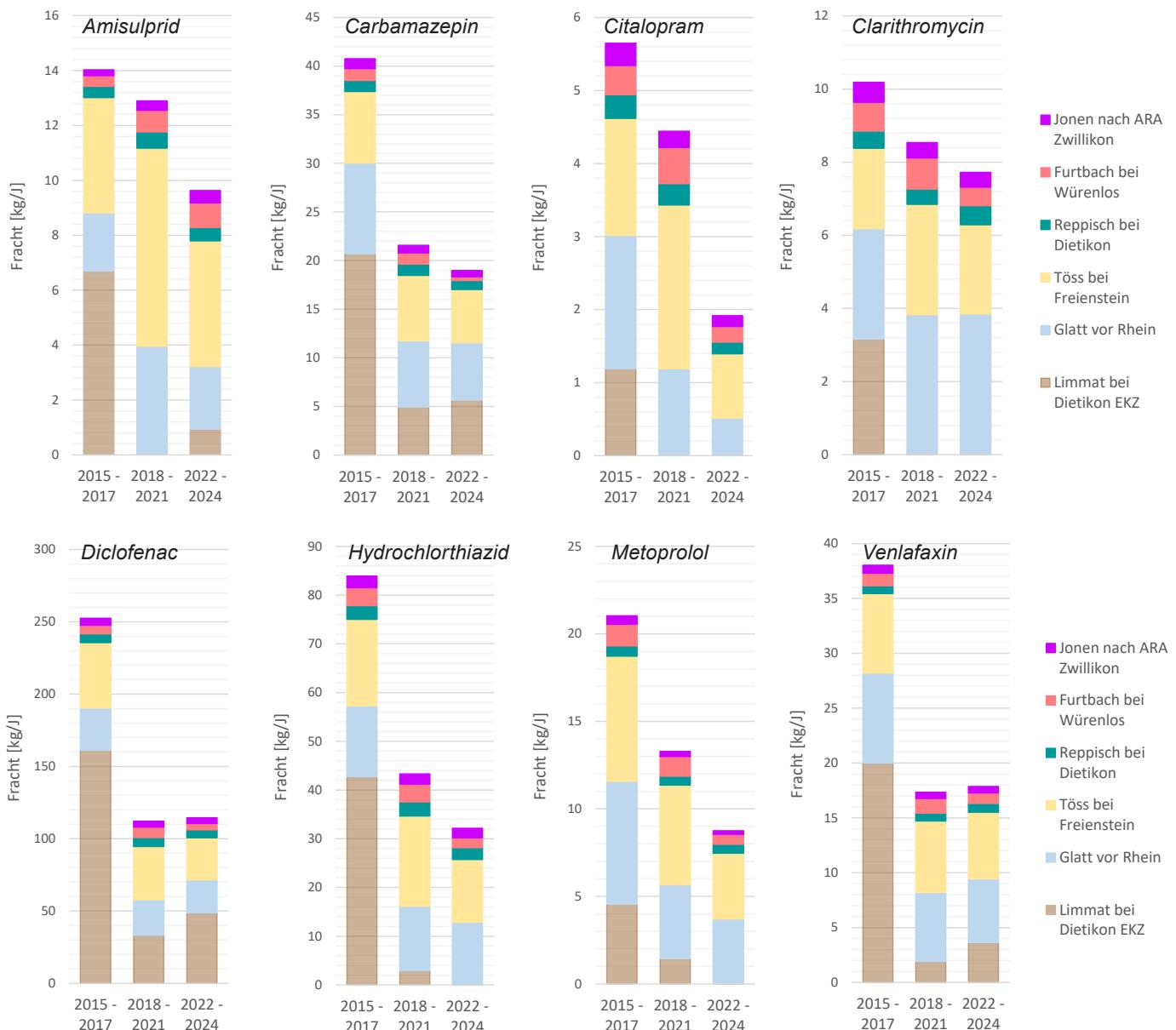
In den Jahren 2018 – 2021 betrug der Anteil Lamotrigin, der über die ARA eingetragen wurde, 54 Prozent, in den Jahren 2022 – 2024 sank er auf 41 Prozent.

Iodopromid unterscheidet sich von den drei zuvor genannten Substanzen insofern, als dass die gesamte Fracht über die ARA Werdhölzli in die Limmat gelangt. Lediglich im Jahr 2024 wurde an der Hauptmessstelle «Limmat Hönggersteg» eine Konzentration oberhalb der Nachweisgrenze gemessen. Sie führte zu einer Fracht, die 4 Prozent der bei der Hauptmessstelle «Limmat bei Dietikon» ermittelten Fracht entsprach. Die Reduktion der Fracht an der Messstelle «Limmat bei Dietikon» von 1500 kg/J (2015 – 2017) auf 933 kg/J (2022 – 2024) ist somit auf die weitergehende Abwassерreinigung zurückzuführen. Iopromid stammt wahrscheinlich aus dem Abwasser der diversen Spitäler im Einzugsgebiet der Stadt Zürich, welche die Substanz als Kontrastmittel in der medizinischen Bildgebung – insbesondere in der Röntgendiagnostik – einsetzen. Es ist für den menschlichen Organismus gut verträglich, wird aber in ARA nur unzureichend entfernt.

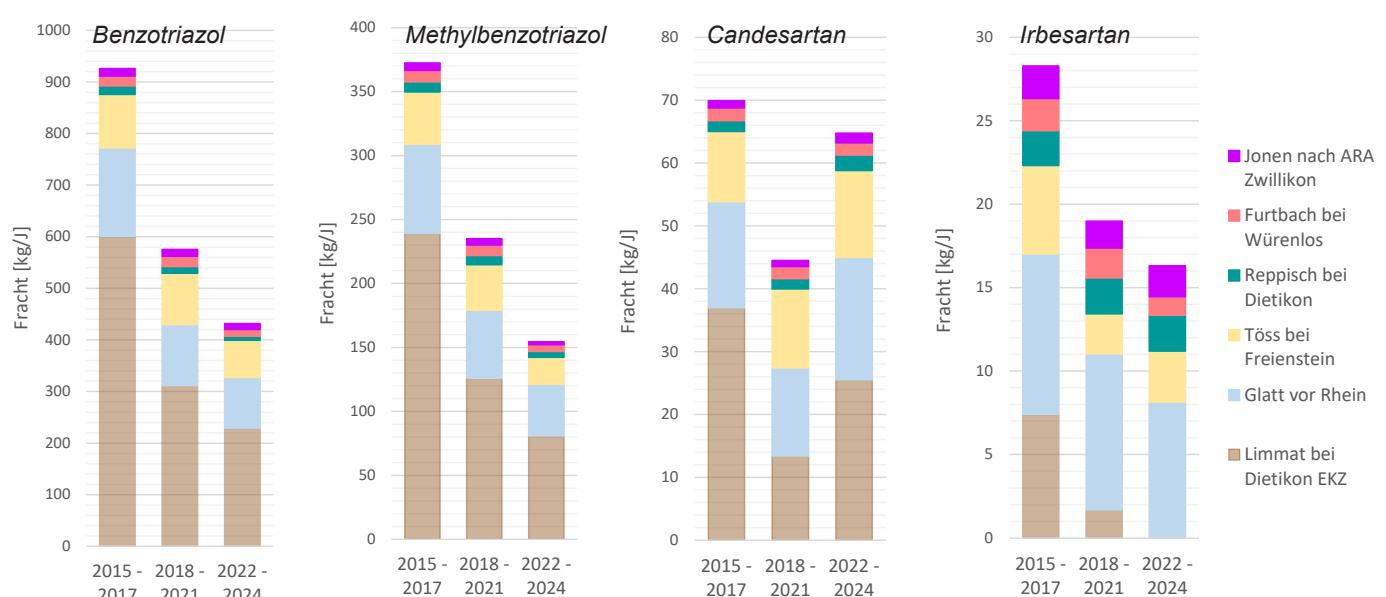


Haupteinzugsgebiete der Oberflächengewässer im Kanton Zürich.

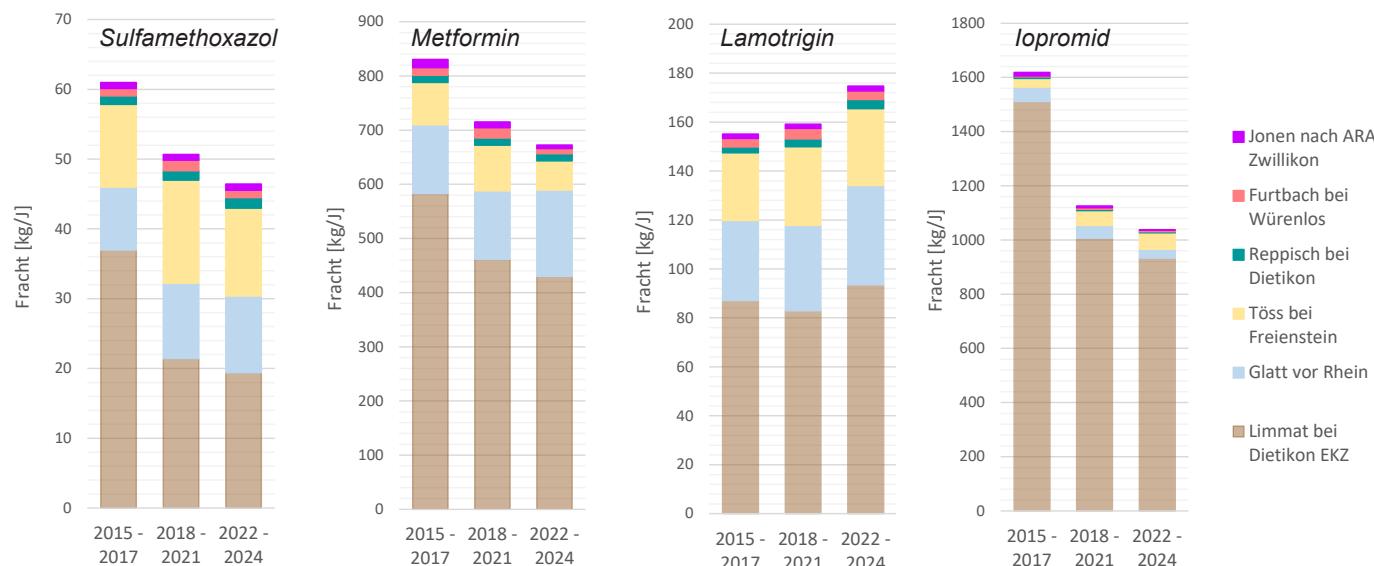
Frachten der sehr gut eliminierbaren Substanzen (Leitsubstanzen zur Beurteilung von weitergehenden Verfahren auf ARA) an sechs Hauptmessstellen in den drei Perioden 2015 – 2017, 2018 – 2021 und 2022 - 2024



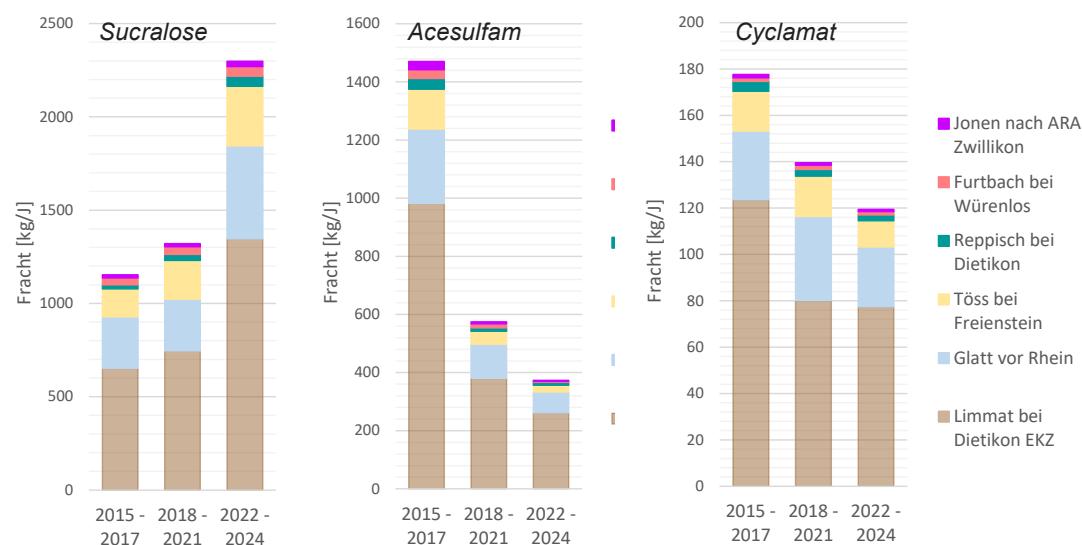
Frachten der gut eliminierbaren Substanzen (Leitsubstanzen zur Beurteilung von weitergehenden Verfahren auf ARA) an sechs Hauptmessstellen in den drei Perioden 2015 – 2017, 2018 – 2021 und 2022 - 2024



Frachten von weiteren Arzneimitteln und Diagnostika (Kontrastmittel) an sechs Hauptmessstellen in den drei Perioden 2015 – 2017, 2018 – 2021 und 2022 - 2024



Frachten von künstlichen Süßstoffen an sechs Hauptmessstellen in den drei Perioden 2015 – 2017, 2018 – 2021 und 2022 - 2024



Künstliche Süßstoffe

Die Fracht an Acesulfam, die an der Hauptmessstelle «Limmat bei Dietikon» ermittelt wurde, nahm vom Untersuchungszeitraum 2015–2017 zum Zeitraum 2022–2024 deutlich ab – von 982 kg/J auf 262 kg/J. Diese Reduktion um rund 73 % lässt sich auf zwei Faktoren zurückführen: Erstens sank die Fracht aus dem See von 622 kg/J auf 236 kg/J, was 38 Prozent des ursprünglichen Werts entspricht. Dies deutet darauf hin, dass Acesulfam zunehmend durch alternative Süßstoffe ersetzt wurde. Zweitens verringerte sich die Fracht, die über die ARA Werdhölzli in die Limmat eingetragen wurde, von 361 kg/J auf 26 kg/J. Der relative Anteil der ARA an der Gesamtfracht sank damit von 37 % auf lediglich 10 %. Diese Abnahme ist auf die weitergehende Abwasserreinigung zurückzuführen.

Beim Cyclamat sank die Fracht bei der Hauptmessstelle «Limmat bei Dietikon» von 124 kg/J auf 77 kg/J,

was einer Reduktion von 37 Prozent entsprach. Der relative Anteil der ARA an der Gesamtfracht entsprach in beiden Untersuchungszeiträumen rund 40 Prozent. Das lässt vermuten, dass Cyclamat in der weitergehenden Abwasserreinigung durch Ozon nicht namhaft abgebaut wird.

Als einzige Mikroverunreinigung aus Haushalt und Industrie hat die Fracht von Sucralose von 2015–2017 bis 2022–2024 deutlich zugenommen. Im ersten Untersuchungszeitraum betrug sie 653 kg/J, im Zeitraum 2022–2024 rund das Doppelte, nämlich 1346 kg/J. Hauptursache für diese Steigerung war die Zunahme der Fracht aus dem See. Sie stieg um rund den Faktor 6, während die Fracht aus der ARA nur um einen Viertel wuchs. Die Daten bestätigen den Trend, dass im Lebensmittelmarkt eine Verschiebung vom Süßstoff Acesulfam zugunsten von Sucralose stattgefunden hat.

Weiterführende Informationen



Wasser und Gewässer 2022:

Der Bericht informiert über den Zustand der Seen, der Fließgewässer und des Grundwassers, aktuelle Themen sowie geplante und umgesetzte Massnahmen zur Verbesserung der Gewässerqualität.

Bezug: www.gewaesserqualitaet.zh.ch

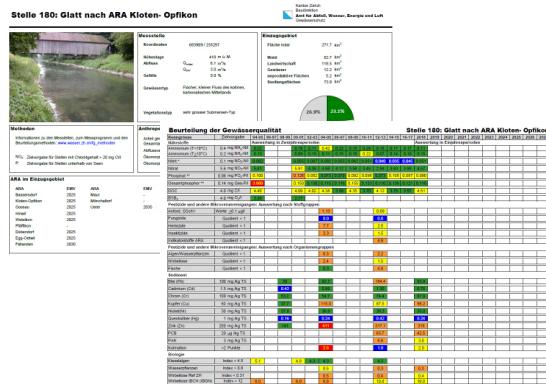


Gewässerqualität Seen:

<https://www.zh.ch/de/umwelt-tiere/wasser-gewaesser/messdaten/gewaesserqualitaet-seen.html>

Herausgeber

Kanton Zürich, Baudirektion
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft
Abteilung Gewässerschutz
Hardturmstrasse 105, 8005 Zürich
www.gewaesserschutz.zh.ch
gwaesserschutz@bd.zh.ch



Fließgewässerqualität:

<https://www.zh.ch/de/umwelt-tiere/wasser-gewaesser/messdaten/fliessgewaesserqualitaet.html>

Autoren

Dr. Barbara Känel
Dr. Christian Götz
Dr. Pius Niederhauser
Dr. Jürg Sinniger
Dr. Patrick Steinmann

Juni 2025