

Methoden und Beurteilung



1. **Nährstoffe und DOC**
 2. **Mikroverunreinigungen**
 3. **Schwermetalle im Sediment**
 4. **PCB (polychlorierte Biphenyle) im Sediment**
 5. **PAK (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) im Sediment**
 6. **Kieselalgen**
 7. **Moose und Wasserpflanzen**
 8. **Makrozoobenthos**
 9. **Fische**
- Anhang Mikroverunreinigungen**

Nährstoffe und DOC (gelöste organische Kohlenstoffverbindungen)



Nährstoffe und DOC in der Umwelt

Nährstoffe und DOC gelangen mit gereinigtem Abwasser aus ARA, ungereinigtem Abwasser bei Entlastungen aus der Kanalisation bei Starkregen sowie durch Abschwemmung und Erosion landwirtschaftlich intensiv genutzter Böden in die Gewässer.

Untersuchungsmethode

Im Rahmen des Modul-Stufen-Konzepts zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer in der Schweiz hat das Bundesamt für Umwelt (BAFU) in Zusammenarbeit mit der EAWAG und kantonalen Fachstellen ein Modul Chemie erarbeitet. Diese Empfehlung dient als Grundlage für die Auswertung der vorliegenden Untersuchungsdaten: <http://www.modul-stufen-konzept.ch/fg/module/chemie/index>

In der Gewässerschutzverordnung (GSchV) werden in Anhang 2 numerische Anforderungen für Ammonium, Nitrat, BSB₅ und DOC aufgeführt, die ständig einzuhalten sind. Ausgenommen sind seltene Hochwasserspitzen oder seltene Niedrigwassersituationen. Um diese Ausnahmesituationen zu berücksichtigen, hat sich in der Praxis die Verwendung von Perzentil-Werten bewährt. Das 90-Perzentil ist jener Wert, den 90 % aller Messdaten aus einer Stichprobe unterschreiten; 10 % der Messwerte liegen darüber (z. B. Ausreisser). Bei der Auswertung der monatlichen Stichproben sowie bei der Beurteilung der Wasserqualität an den Hauptmessstellen wurde mit 90-Perzentilen gearbeitet.

Neben den numerischen Anforderungen gemäss GSchV definiert das BAFU-Modul Chemie weitere Zielvorgaben. Die Kriterien für die Einteilung der einzelnen Parameter in eine der fünf Zustandsklassen aufgrund der berechneten Perzentile können untenstehender Tabelle entnommen werden. Die Zielvorgabe definiert jeweils die Grenze zwischen den Klassen gut und mässig.

Bei Ammonium muss zur Beurteilung berücksichtigt werden, ob die Wassertemperatur

Mess- und Beurteilungsmethoden Fließgewässer | Nährstoffe

bei der Probenahme über oder unter 10° C lag. Auch bei Nitrit muss eine Fallunterscheidung vorgenommen werden. Entscheidend ist hier die Chloridkonzentration, weil diese die Toxizität von Nitrit beeinflusst. Für die Phosphatbeurteilung wurde die Zielvorgabe aus dem BAFU-Modul Chemie nur für Messstellen im Einzugsgebiet von Seen verwendet. Bei diesen Stellen ist die Anwendung der mit 0.04 mg PO₄-P/l strengen Zielvorgabe wegen der grossen Bedeutung von Phosphor in Seen gerechtfertigt. Da Phosphat die Wasserqualität von Fließgewässern kaum negativ beeinflusst, wurde bei den übrigen Stellen mit einer doppelt so hohen Zielvorgabe gearbeitet. Wäre auch bei diesen Stellen die strengere Zielvorgabe zur Anwendung gekommen, hätte die Bewertung bei einigen Stellen einen Handlungsbedarf ausgewiesen, obwohl dieser nicht gegeben ist und die gesetzlichen Anforderungen erfüllt sind. Das gleiche Prinzip kam auch bei der Beurteilung des Gesamtphosphors zur Anwendung.

Kriterien für die Ermittlung der Zustandsklassen aufgrund der berechneten Perzentile einer Stichprobe

Parameter	Symbol	Einheit	Kriterium	Zustand				
				sehr gut	gut	mässig	unbefriedigend	schlecht
Ammonium	NH ₄	mg N/l	Temp. < 10° C	<0.08	0.08 bis < 0.4	0.4 bis <0.6	0.6 bis <0.8	≥ 0.8
			Temp. ≥ 10° C	<0.04	0.04 bis < 0.2	0.2 bis <0.3	0.3 bis <0.4	≥ 0.4
Nitrit	NO ₂	mg N/l	Cl < 10 mg/l	<0.01	0.01 bis < 0.02	0.02 bis <0.030	0.030 bis <0.04	≥ 0.04
			Cl 10 – 20 mg/l	<0.02	0.02 bis < 0.05	0.05 bis <0.075	0.075 bis <0.10	≥ 0.10
			Cl > 20 mg/l	<0.05	0.05 bis < 0.10	0.1 bis <0.15	0.150 bis <0.20	≥ 0.20
Nitrat	NO ₃	mg N/l		<1.5	1.5 bis < 5.6	5.6 bis <8.4	8.4 bis <11.2	≥ 11.2
Phosphat	PO ₄	mg P/l	oberhalb Seen	<0.02	0.02 bis < 0.04	0.04 bis <0.06	0.06 bis <0.08	≥ 0.08
			unterhalb Seen	<0.04	0.04 bis < 0.08	0.08 bis <0.12	0.12 bis <0.16	≥ 0.16
Gesamtphosphor	P _{tot}	mg P/l	oberhalb Seen	<0.04	0.04 bis < 0.07	0.07 bis <0.10	0.10 bis <0.14	≥ 0.14
			unterhalb Seen	<0.08	0.08 bis < 0.14	0.14 bis <0.21	0.21 bis <0.28	≥ 0.28
Gelöster organischer Kohlenstoff	DOC	mg C/l		<2	2.0 bis < 4.0	4.0 bis <6.0	6.0 bis <8.0	≥ 8.0
Zielvorgabe				erfüllt		nicht erfüllt		

Mess- und Beurteilungsmethoden Fließgewässer

Mikroverunreinigungen

Monatsstichproben

Erhebung der Daten

Messstellen und Probenahme

Für die Untersuchung der Fließgewässer mittels Monatsstichproben wurde der Kanton in drei Teilgebiete aufgeteilt. Jedes dieser Teilgebiete wurde während einer zweijährigen Kampagne untersucht. Die Messkampagnen bestanden darin, an jeder Messstelle im jeweiligen Teilgebiet zwischen März und Oktober einmal pro Monat eine Stichprobe zu nehmen. Jede untersuchte Stelle lieferte somit pro Jahr acht und in den beiden Jahren einer Messkampagne sechzehn Monatsstichproben. Die Listen der Messstellen, die in den drei Kampagnen der Jahre 2012 bis 2017 untersucht wurden, befinden sich im Anhang Mikroverunreinigungen.

Untersuchte Verbindungen

Im Anhang Mikroverunreinigungen befinden sich Listen zu den Verbindungen, die in den jeweiligen Messkampagnen untersucht wurden. Sie enthalten Angaben zu den Verbindungen wie Stoffklasse, Bestimmungsgrenzen, Qualitätskriterien usw.

Auswertung der Daten

Datensatz

Der Datensatz, der für die Auswertung zur Verfügung stand, umfasste im Wesentlichen die Konzentrationen, die höher waren als die Nachweisgrenzen der jeweiligen Verbindungen. Abhängig von Verbindung und Analysemethode waren aber u. U. nur die Konzentrationen in den Datensatz aufgenommen worden, die oberhalb der Bestimmungsgrenze lagen.

Verfahren

Um mehr über die Gefahr zu erfahren, die von Einzelverbindungen oder einer Mischung von Mikroverunreinigungen für die Lebewesen im Wasser ausgeht, wurden die Daten mit Hilfe eines Verfahrens ausgewertet, das stoffspezifische, effektbasierte Qualitätskriterien als Massstab benützt. Sind die gemessenen Konzentrationen grösser als die Qualitätskriterien, so kann angenommen werden, dass die Wasserorganismen einem Risiko ausgesetzt sind. Die Methode, die für den vorliegenden Bericht benützt wurde, lehnt sich einem Vorschlag an, den das Bundesamt für Umwelt (BAFU) im Jahr 2014 in einem Beurteilungskonzept gemacht hat [1].



Mess- und Beurteilungsmethoden Fließgewässer | Mikroverunreinigungen



Für die meisten Verbindungen liegen zwei Qualitätskriterien vor. Das Akute Qualitätskriterium $AQK(v)$ ist ein Anhaltspunkt dafür, ab welcher Konzentration Organismen geschädigt werden, wenn sie einem Stoss einer Verbindung v von einem bis zu vier Tagen Dauer ausgesetzt sind. Das Chronische Qualitätskriterium $CQK(v)$ gibt Auskunft darüber, ab welcher Konzentration Organismen gefährdet sind, wenn eine bestimmte Verbindung über den Zeitraum von ca. zwei Wochen auf sie einwirkt. Ein Vergleich der gemessenen Konzentrationen mit diesen beiden Qualitätskriterien zeigt also, ob eine Verbindung bezüglich akuter oder chronischer Toxizität ein Risiko für die Organismen darstellt. Die Quotienten, die aus den Vergleichen resultieren, heissen entsprechend Akuter Risikoquotient $ARQ(v)$ bzw. Chronischer Risikoquotient $CRQ(v)$. Leider liegen nicht für alle Verbindungen, deren Konzentrationen bestimmt wurden, Angaben zur chronischen und akuten Toxizität vor. Die hier verwendeten Qualitätskriterien stammen aus dem Entwurf einer Verordnung des UVEK [2]. Dieser Entwurf schlug für achtunddreissig organische Pestizide, dreizehn Human- und Veterinärpharmaka sowie für vier Industriechemikalien numerische Anforderungen vor. Rund dreiunddreissig dieser Verbindungen wurden während den Messkampagnen 2012 bis 2017 vom AWEL untersucht. Das Messprogramm wurde laufend verändert und angepasst, was bedeutet, dass in den drei Einzugsgebieten teilweise unterschiedliche Stoffe untersucht wurden. Die Listen mit den jeweiligen untersuchten Verbindungen befinden sich im Anhang Mikroverunreinigungen.

Um die Verbindungen aus diffusen Quellen bezüglich ihrer chronischen Wirkung zu beurteilen, stützte man sich nicht auf die Analysenresultate der einzelnen Monatsstichproben, die im Laufe eines Untersuchungsjahrs an einer Messstelle genommen wurden, sondern auf die gleitenden Mittelwerte $c_{GM}(v_d, t)$ der Konzentrationen $c(v_d, t)$, die in den Stichproben von drei aufeinanderfolgenden Monaten gemessen wurden (Gl. 1). Grund für die rechnerische Bildung von «Dreimonatsstichproben» ist, dass die Konzentrationen von Verbindungen aus diffusen Quellen grossen Schwankungen unterworfen sind. Würde man die Konzentrationen in Monatsstichproben als Grundlage für die Berechnung der CRQ benützen, würden zufällig erfasste Stösse, die u.U. nur sehr kurze Zeit auftraten, überbewertet.

(Gl. 1)

$$c_{GM}(v_d, t) = \frac{1}{3} \sum_{i=-1}^1 c(v_d, t + i); t = 4, 5 \dots 9$$

Für die Bestimmung der CRQ in den «Dreimonatsstichproben», die $CRQ_{DMS}(v_d, t)$, wurden die gleitenden Mittelwerte $c_{GM}(v_d, t)$ mit dem $CQK(v_d)$ verglichen (Gl. 2):

(Gl. 2)

$$CRQ_{DMS}(v_d, t) = \frac{c_{GM}(v_d, t)}{CQK(v_d)}; t = 4, 5 \dots 9$$

Die Bestimmung des $ARQ(v, t)$ erfolgte für alle Verbindungen gleich: Die Konzentrationen $c(v, t)$, die man in den einzelnen Stichproben der Monate t gemessen hatte, wurden mit dem $AQK(v)$ verglichen (Gl. 3):

(Gl. 3)

$$ARQ(v, t) = \frac{c(v, t)}{AQK(v)}; t = 3, 4, 5 \dots 10$$

Mess- und Beurteilungsmethoden Fließgewässer | Mikroverunreinigungen

Um die Risiken abzuschätzen, die von einem Gemisch von Schadstoffen ausgeht, ist es sinnvoll, die Verbindungen nach bestimmten Eigenschaften zu gruppieren. Folgende sieben Gruppen wurden gebildet:



Gruppe

– Herbizide

– Insektizide

– Fungizide

– Mikroverunreinigungen ARA

– Primärproduzenten

– Invertebraten

– Vertebraten

Beschreibung

Wirkstoffgruppen. Die Liste im Anhang Mikroverunreinigungen gibt Aufschluss darüber, welches Pestizid zu welcher Gruppe gehört.

Benzotriazol, Carbamazepin, Diclofenac, Sulfamethoxazol

Taxonomische Gruppen. Die Auswertung bezüglich taxonomischer Gruppen bezieht sich auf die Wirkung der Verbindungen auf verschiedene Arten von Organismen [3]. Im Anhang Mikroverunreinigungen ist aufgelistet, welche Verbindung auf welche Gruppe von Organismen wirkt.

Für jede der sieben Gruppen wurden für jede «Dreimonatsstichprobe t» die $CRQ_{DMS}(v_i, t)$ und für jede Monatsstichprobe t die $ARQ(v_i, t)$ der n Verbindungen v_i , die zu einer Gruppe G gehören, addiert (Gl. 4 und 5). Zu beachten ist, dass bei der Bestimmung des Risikos für die taxonomischen Gruppen u. U. nur der $CRQ(v)$ oder der $ARQ(v)$ einer Verbindung v für die Bildung der $CRQ(G)$ und $ARQ(G)$ berücksichtigt werden muss. Die CRQ von Atrazin z. B. tragen bei allen drei taxonomischen Gruppen zum $CRQ(G)$ bei, die ARQ aber nur bei einer, nämlich den Primärproduzenten. Diesem Umstand wird mit dem Faktor $f_{G-CRQ}(v_i)$ und $f_{G-ARQ}(v_i)$ Rechnung getragen, der entweder 1 ist, wenn der Risikoquotient zur entsprechenden Summe beiträgt, oder 0, wenn der Risikoquotient nicht berücksichtigt wird. Wirkt eine Verbindung auf mehr als eine Gruppe, werden für alle betroffenen Gruppen dieselben Qualitätskriterien, die für diese Verbindung gelten, benutzt.

(Gl. 4)

$$CRQ_{DMS}(G, t) = \sum_{i=1}^n CRQ_{DMS}(v_i, t) \cdot f_{G-CRQ}(v_i); t = 4, 5, \dots, 9$$

(Gl. 5)

$$ARQ(G, t) = \sum_{i=1}^n ARQ(v_i, t) \cdot f_{G-ARQ}(v_i); t = 3, 4, 5, \dots, 10$$

Der höchste aller Werte, der für die $CRQ_{DMS}(G, t)$ und $ARQ(G, t)$ erhalten wurde, bestimmte dann gemäss dem Schema im Abschnitt «Beurteilung der Wasserqualität» am Ende dieses Kapitels die Qualität des Wassers bezüglich der Gruppe G.

Beurteilung der Wasserqualität

Im Anhang Mikroverunreinigungen befindet sich das Schema, wie aufgrund der Risikoquotienten die Wasserqualität an einer Messstelle bestimmt wird.

Wochenmischproben

Erhebung der Daten

Messstellen und Probenahme

Für die Untersuchung der Mikroverunreinigungen, die hauptsächlich über die ARA in die Gewässer gelangen, wurden an den Hauptmessstellen des Kantons Zürich in den Jahren 2015, 2016 und 2017 quartalsweise Wochenmischproben erhoben. Um eine Wochenmischprobe zu erhalten, sammelten die Schöpfautomaten, mit denen alle Hauptmessstellen ausgerüstet sind, Tagesmischproben, die am Ende einer Woche zu einer Wochenmischprobe zusammengeführt wurden. Die Entnahme der Tagesmischproben erfolgte bei den beiden Messstellen an der Limmat sowie bei den Messstellen «Kempt vor Töss», «Jona nach Rüti» und «Töss bei Freienstein» zeitproportional, bei allen anderen Messstellen abflussproportional. Die Liste der Hauptmessstellen mit einer Karte ihrer Lage im Kanton sowie die Angaben, wann die Proben gesammelt wurden, befinden sich im Anhang Mikroverunreinigungen.

An allen Hauptmessstellen wird der Abfluss gemessen. Die Abflussdaten für die Auswertungen in diesem Bericht wurden von der Abteilung Wasserbau des AWEL geliefert.

Analytik und untersuchte Verbindungen

Die Proben wurden durch das Gewässerschutzlabor des AWEL untersucht. Die Bestimmung der Konzentrationen erfolgte mittels Flüssigchromatographie-Massenspektrometrie (LC-MS/MS) unter Anwendung der Methode «LC-MS Screening».

Die Liste der untersuchten Mikroverunreinigungen war von Kampagne zu Kampagne verschieden. Im Anhang Mikroverunreinigungen sind diejenigen der analysierten Verbindungen aufgeführt, deren Konzentrationen im Rahmen des vorliegenden Berichts betrachtet werden. Zu jeder Verbindung sind zudem die Bestimmungsgrenzen in Nanogramm pro Liter sowie die AQK und CQK angegeben.



Beurteilung der Wasserqualität

Das Verfahren, das benützt wurde, um aus den Analyseresultaten eine Wasserqualität herzuleiten, entspricht demjenigen, das bei den Monatsstichproben zur Anwendung kam.

Bestimmung der Risikoquotienten einzelner Verbindungen

Für jede Verbindung v bestimmte man in jeder der Wochenmischproben einer Hauptmessstelle HMS die Risikoquotienten $CRQ_{HMS}(v, w)$. Dazu verglich man die Konzentrationen $c_{HMS}(v, w)$ mit dem $CQK(v)$

(Gl. 6):

$$CRQ_{HMS}(v, w) = \frac{c_{HMS}(v, w)}{CQK(v)}$$

Für die Berechnung des $ARQ_{HMS}(v, w)$ wurde die Konzentration $c_{HMS}(v, w)$ durch das $AQK(v)$ dividiert

(Gl. 7):

$$ARQ_{HMS}(v, w) = \frac{c_{HMS}(v, w)}{AQK(v)}$$

Um zu beurteilen, wie stark das Wasser an der Messstelle HMS bezüglich einer bestimmten Verbindung v belastet war, wählte man von allen $CRQ(v, w)$ und $ARQ(v, w)$, die von dieser Verbindung bestimmt worden waren, den höchsten Wert – den $RQ_{max}(v)$ – aus.

Bestimmung der Risikoquotienten bezüglich einer Gruppe von Verbindungen

Für die Bestimmung des Risikos bezüglich der chronischen Toxizität einer Gruppe G addierte man für jede der Wochenmischproben die $CRQ_{HMS}(v_i, w)$ der n Verbindungen v_i , die zu der Gruppe G gehören (Gl. 8).

(Gl. 8)

$$CRQ_{HMS}(G, w) = \sum_{i=1}^n CRQ_{HMS}(v_i, w)$$

Um das Risiko bezüglich der akuten Toxizität zu bestimmen, addierte man für jede der Wochenmischproben die $ARQ_{HMS}(v_i, w)$ der n Verbindungen v_i , die zu der Gruppe G gehören (Gl. 9):

(Gl. 9)

$$ARQ_{HMS}(G, w) = \sum_{i=1}^n ARQ_{HMS}(v_i, w)$$

Anschliessend bestimmte man für jedes der drei Untersuchungsjahre die höchste aller Summen $CRQ_{HMS}(G, w)$ und $ARQ_{HMS}(G, w)$, den $RQ_{max}(G)$. Der $RQ_{max}(G)$ führte dann gemäss dem Schema im Anhang Mikroverunreinigungen zur Qualität des Wassers bezüglich der Gruppe G . Um eine Beurteilung über die gesamte Untersuchungsperiode der drei Jahre zu erhalten, wurde der Mittelwert der drei $RQ_{max}(G)$ gebildet.

Beurteilung der Wasserqualität

Im Anhang Mikroverunreinigungen befindet sich das Schema, wie aufgrund der Risikoquotienten die Wasserqualität an einer Messstelle bestimmt wird.

Literaturverzeichnis

- [1] Wittmer, I., Junghans M., Stamm C. und Singer H. (2013): **Mikroverunreinigungen – Beurteilungskonzept für organische Spurenstoffe aus diffusen Einträgen**. Studie im Auftrag des BAFU. Eawag, Dübendorf (Entwurf vom Oktober 2013)
- [2] Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK): Verordnung über die Änderung von Anhang 2 Ziffer 11 Absatz 3 der Gewässerschutzverordnung (GSchV), Entwurf vom 24.11.2017
- [3] Marion Junghans; Petra Kunz; Inge Werner (2013): Toxizität von Mischungen – Aktuelle, praxisorientierte Ansätze für die Beurteilung von Gewässerproben. Aqua & Gas Nr. 5, S. 54–61

Schwermetalle im Sediment

Schwermetalle in der Umwelt

Die Schwermetalle Kupfer, Nickel, Zink und Chrom sind als Spurenelemente für die Lebewesen essentiell, d.h. sie sind für bestimmte biologische Prozesse zwingend erforderlich, ansonsten treten Mangelercheinungen auf. Sie dürfen in den Gewässern aber nur in sehr niedrigen Konzentrationen vorliegen, da sonst toxische Effekte auftreten können. Blei, Cadmium und Quecksilber werden für keine Zellfunktionen benötigt. Sie wirken bereits in Konzentrationen im Mikrogrammbereich pro Liter akut toxisch.

Schwermetalle werden über verschiedene Wege in die Gewässer eingetragen. Aus der Industrie gelangen Schwermetalle trotz betriebsinterner Abwasservorbehandlung in die ARA. Angelagert an Klärschlammpartikel wird der grösste Anteil der Schwermetalle zwar aus dem Abwasser entfernt; ein kleiner Teil gelangt jedoch mit dem gereinigten Abwasser kontinuierlich in die Gewässer. Auch von belasteten Standorten können über belastetes Sickerwasser Schwermetalle in die Gewässer eingetragen werden. Zu einer Schwermetallbelastung durch Strassenabwasser, Entlastungen aus der Kanalisation und Abschwemmungen von Kupfer und Zink aus Baumaterialien kommt es dagegen ausschliesslich bei Regenereignissen. Für die Erfassung der maximalen Schwermetallbelastung wäre deshalb eine ereignisbezogene Probenahme erforderlich, was jedoch im Rahmen eines Routineprogramms nicht möglich ist. Da Schwermetalle an feine Partikel adsorbieren, welche teilweise an strömungsberuhigten Stellen im Fließgewässer sedimentieren, können Sedimente über die Schwermetallbelastung der Gewässer Auskunft geben.

Untersuchungsmethode

Für die Beurteilung der Schwermetallbelastung in Sedimenten, für welche nur ein Messwert pro Stelle im Untersuchungszeitraum vorliegt, erfolgt die Klassierung aufgrund der einzelnen Messwerte. Da in der GSchV nur Anforderungen für die Schwermetallkonzentrationen im Wasser festgelegt sind, nicht aber für Sedimente, wurden für die Bewertung der Messresultate die Zielvorgaben der deutschen Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) für das Schutzgut Schwebstoffe und Sedimente verwendet [1]. Dazu wurden die Schwermetalle in der Fraktion < 0.063 mm untersucht. Die Kriterien für die Einteilung der einzelnen Parameter in eine der fünf Zustandsklassen können der folgenden Tabelle entnommen werden. Die Zielvorgabe definiert jeweils die Grenze zwischen den Klassen gut und mässig.



Mess- und Beurteilungsmethoden Fließgewässer | Schwermetalle im Sediment

Weiterführende Literatur

[1] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, 1998: Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer. Band II: Ableitung und Erprobung von Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer für die Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink. Kulturbuchverlag Berlin GmbH, Berlin.

Kriterien für die Ermittlung der Zustandsklassen

Parameter	Symbol	Einheit	Zustand				
			sehr gut	gut	mässig	unbefriedigend	schlecht
Blei	Pb	mg/ kg TS	<50	50 bis < 100	100 bis <150	150 bis <200	>200
Cadmium	Cd	mg/ kg TS	<0.75	0.75 bis < 1.5	1.5 bis <2.25	2.25 bis <3	>3
Chrom	Cr	mg/ kg TS	<50	50 bis < 100	100 bis <150	150 bis <200	>200
Kupfer	Cu	mg/ kg TS	<30	30 bis < 60	60 bis <90	90 bis <120	>120
Nickel	Ni	mg/ kg TS	<25	25 bis < 50	50 bis <75	75 bis <100	>100
Zink	Zn	mg/ kg TS	<100	100 bis < 200	200 bis <300	300 bis <400	>400
Quecksilber	Hg	mg/ kg TS	<0.5	0.5 bis < 1	1 bis <1.5	1.5 bis <2	>2
Zielvorgabe			erfüllt		nicht erfüllt		

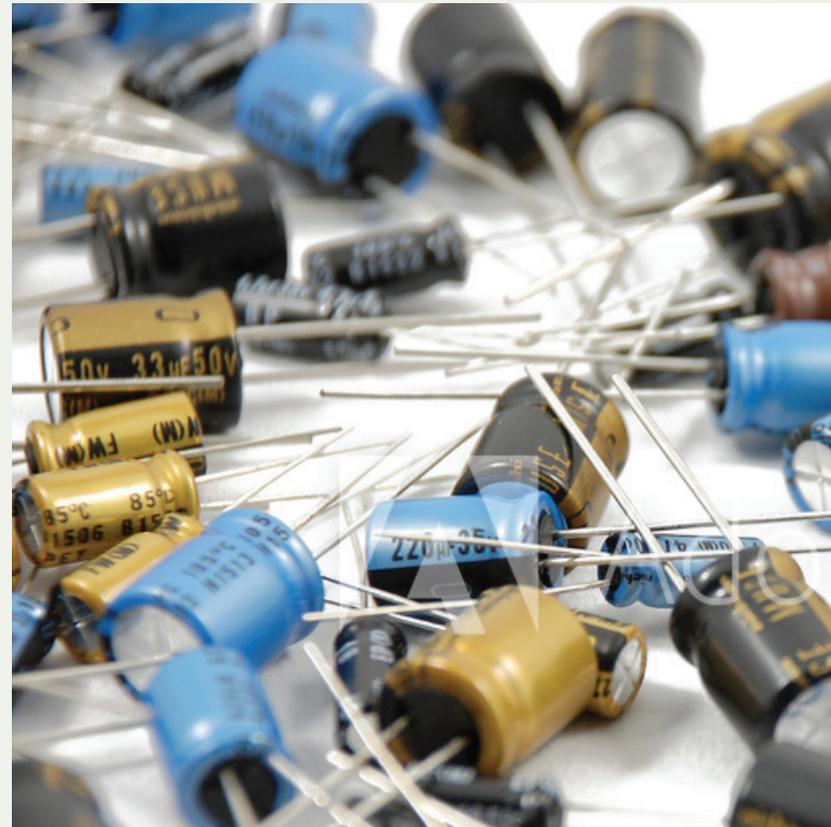
PCB (Polychlorierte Biphenyle) im Sediment

PCB in der Umwelt

PCB wurden als Industriechemikalien ab 1930 in sehr vielen Produkten wie Kondensatoren, Transformatoren, Schmierstoffen, Weichmachern für Kunststoffe, Imprägnier- und Flammschutzmitteln, Dichtungsmassen oder Korrosionsschutzanstrichen verwendet. Geschätzt wurden PCB, weil sie chemisch sehr stabil, schwer entflammbar, elektrisch nicht leitend und wasserabstossend sind. Wegen ihrer Toxizität wurden sie aber bereits 1972 für Publikumsprodukte und Anwendungen im Gewerbe verboten. 1986 folgte das Verbot auch für geschlossene Produkte wie Kondensatoren und Transformatoren.

Dioxinähnliche PCB (cPCB) treten häufig in PCB-Gemischen auf, wenn auch in äusserst geringen Mengen. Wie Dioxine sind sie sehr toxisch und können bei Anreicherung über die Nahrungskette zu Vergiftungen oder Krebs führen. Neben den Verwendungsverboten für PCB haben technische Massnahmen wie die Rauchgasreinigung in Kehrlichtverbrennungsanlagen, die fachgerechte Entsorgung von PCB-haltigen Materialien und die Sanierung belasteter Standorte zu einer starken Verringerung der Emissionen von Dioxinen und PCB geführt. Dadurch konnte der Eintrag in die Gewässer, sei es diffus über atmosphärische Deposition oder punktuell über die Siedlungsentwässerung, vermindert werden. Weil PCB an feine Partikel adsorbieren, welche an strömungsberuhigten Stellen im Fließgewässer sedimentieren, können Sedimente über die PCB-Belastung der Gewässer Auskunft geben.

Zur Beurteilung der Gewässerbelastung mit PCB werden im Kanton seit 2008 die Sedimente in den Gewässern untersucht. Gemessen wird die Summe von 6 PCB-Kongeneren (Indikator-PCB: 28/52/101/153/138/180).



Mess- und Beurteilungsmethoden Fließgewässer | PCB im Sediment

Untersuchungsmethode

Für die Beurteilung der PCB-Belastung, für welche nur ein Messwert pro Stelle im Untersuchungszeitraum vorliegt, erfolgt die Klassierung aufgrund der einzelnen Messwerte. Da in der GSchV keine Anforderungen für die PCB-Konzentrationen im Sediment vorliegen, wurden die Zielvorgaben basierend auf verschiedenen Studien festgelegt. Gemäss Schmid et al. [1] gelten Sedimente mit PCB-Konzentrationen < 10 µg/kg TS als eher unbelastet. Flück et al. [2] geben basierend auf den Studien von MacDonald et al [3] einen TEC-Wert von 13.7 µg/kg TS an. Bei dieser Konzentration ist noch mit keiner Gefährdung der aquatischen Fauna zu rechnen. Die IKSR [4] gibt für die Summe von 7 PCB-Kongeneren eine Zielvorgabe von 28 µg/kg TS an. Als Zielvorgabe für den Kanton Zürich wurde ein Wert von 20 µg/kg TS festgelegt. Die Zielvorgabe definiert jeweils die Grenze zwischen den Klassen gut und mässig.

Weiterführende Literatur

- [1] Schmid, P. et al. 2010: Polychlorierte Biphenyle (PCB) in Gewässern der Schweiz. Daten zur Belastung von Fischen und Gewässern mit PCB und Dioxinen, Situationsbeurteilung. Umwelt-Wissen Nr. 1002. Bundesamt für Umwelt, Bern. 101 S.
- [2] Flück, R. et al. 2012: Surveillance de la qualité des sédiments. Etat actuel des méthodes disponibles et mise en place de recommandations. Aqua & Gas, 6, 18-22.
- [3] MacDonald, D. et al. 2000: Development and Evaluation of consensus-based Sediment Quality Guidelines for Freshwater Ecosystems. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 39(1), 20-31.
- [4] Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR), 2009: Sedimentmanagementplan Rhein, Bericht Nr. 175.

Kriterien für die Ermittlung der Zustandsklassen

Parameter	Symbol	Einheit	Zustand				
			sehr gut	gut	mässig	unbefriedigend	schlecht
Polychlorierte Biphenyle Σ 6 i-PCB*	PCB	µg/ kg TS	<10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <80	>80
Zielvorgabe			erfüllt		nicht erfüllt		

* Summe bestehend aus: PCB 28/52/101/153/138/180

PAK (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) im Sediment



PAK in der Umwelt

PAK können durch natürlichen Prozesse, z. B. Vulkanismus, gebildet werden. Erhöhte Konzentrationen in den Gewässersedimenten sind allerdings meist auf anthropogene Quellen zurückzuführen. PAK entstehen bei Verbrennungsprozessen und gelangen über die atmosphärische Deposition in die Gewässer. Aus Altlasten können ebenfalls PAK in die Gewässer eingetragen werden. Strassenabwasser ist häufig stark mit PAK aus Pneuabrieb belastet.

Zu einer PAK-Belastung durch Strassenabwasser kommt es ausschliesslich bei Regenereignissen. Für die Erfassung der maximalen PAK-Belastung wäre deshalb eine ereignisbezogene Probenahme erforderlich, was jedoch im Rahmen eines Routineprogramms nicht möglich ist. Da PAK an feine Partikel adsorbieren, welche an strömungsberuhigten Stellen im Fliessgewässer sedimentieren, können Sedimente über die PAK-Belastung der Gewässer Auskunft geben

Beurteilung

Für die Beurteilung der PAK-Belastung, für welche nur ein Messwert pro Stelle im Untersuchungszeitraum vorliegt, erfolgt die Klassierung aufgrund der einzelnen Messwerte. Da in der GSchV keine Anforderungen für die PAK-Konzentrationen im Sediment vorliegen, wurden die Zielvorgaben basierend auf verschiedenen Studien festgelegt. Gemäss einem Leitfaden der IKSR (1) gelten Seesedimente mit PAK-Konzentrationen $< 1.5 \text{ mg/kg TS}$ als unverschmutzt. In der Technischen Verordnung über die Abfälle (2) gilt Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial mit PAK-Konzentrationen $< 3 \text{ mg/kg TS}$ als nicht verunreinigt. Flück et al. (3) geben basierend auf den Studien von MacDonald et al (4) einen TEC-Wert von 1.6 mg/kg TS an. Bei dieser PAK-Konzentration in den Gewässersedimenten ist noch mit keiner Gefährdung der aquatischen Fauna zu rechnen. Als Zielvorgabe für den Kanton Zürich wurde ein Wert von 3 mg/kg TS festgelegt. Die Zielvorgabe definiert jeweils die Grenze zwischen den Klassen gut und mässig.

Mess- und Beurteilungsmethoden Fließgewässer | PAK im Sediment

Kriterien für die Ermittlung der Zustandsklassen

Parameter	Symbol	Einheit	Zustand				
			sehr gut	gut	mässig	unbefriedigend	schlecht
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	PAK	mg/ kg TS	<1.5	1.5 bis < 3.0	3.0 bis <6.0	6.0 bis <12	>12
Zielvorgabe			erfüllt		nicht erfüllt		

Weiterführende Literatur

- [1] Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR), 2006: Leitfaden: Verbringung von Sedimenten aus Häfen und Schifffahrtsrinnen im Bodensee.
- [2] Technische Verordnung über Abfälle (TVA), Anhang 3, Abs. 1
- [3] Flück, R. et al. 2012: Surveillance de la qualité des sédiments. Etat actuel des méthodes disponibles et mise en place de recommandations. Aqua & Gas, 6, 18-22.
- [4] MacDonald, D. et al. 2000: Development and Evaluation of consensus-based Sediment Quality Guidelines for Freshwater Ecosystems. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 39(1), 20-31.

Mess- und Beurteilungsmethoden Fließgewässer

Kieselalgen

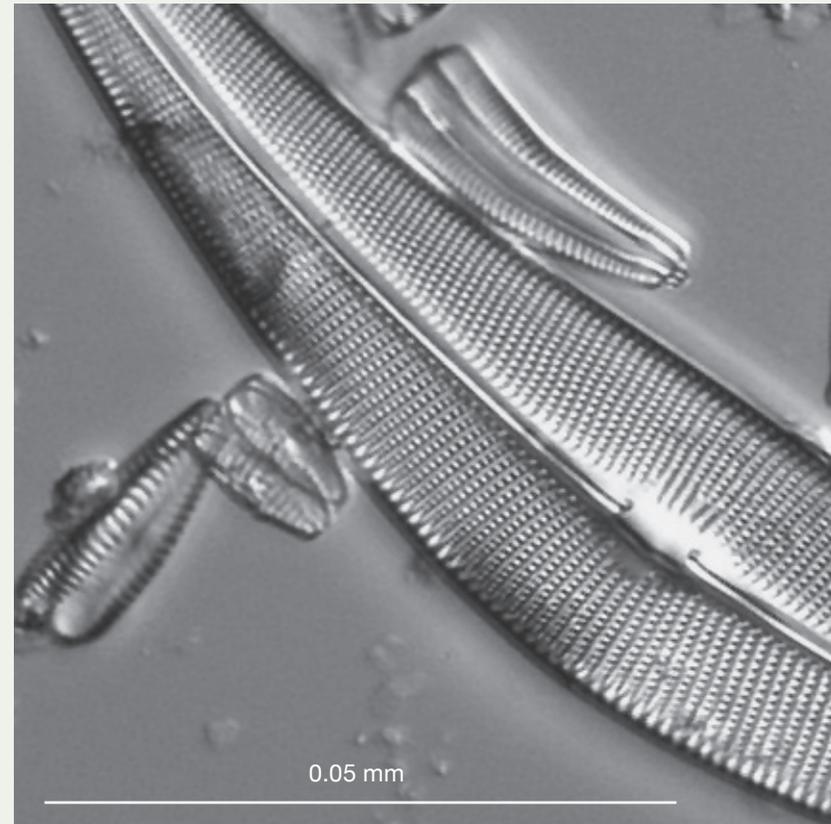
Kieselalgen als Indikatoren der Gewässerqualität

Die einzelligen Kieselalgen bewachsen ganzjährig die Steine der Gewässersohle von Bächen und Flüssen und können unter günstigen Voraussetzungen dichte Biofilme bilden. Sie besitzen Schalen aus Kieselsäure, welche mechanisch wie chemisch sehr beständig sind. Die Zusammensetzung des Kieselalgenbewuchses hängt stark von der Wasserqualität ab. Bei Veränderungen der Wasserqualität erfolgt eine charakteristische Verschiebung des Artenspektrums und damit der relativen Artenhäufigkeiten, wobei sich nach wenigen Wochen wieder eine stabile Gemeinschaft einstellt. Kieselalgenuntersuchungen stellen eine ideale Ergänzung zu chemischen Messprogrammen dar, welche anhand von Stichproben die Wasserqualität beurteilen. Auch die Wasserqualität kleiner Fließgewässer, von welchen keine chemischen Untersuchungen vorliegen, kann durch eine Beurteilung mittels Kieselalgen bewertet werden.

Untersuchungsmethode

Im Rahmen einer umfassenden Gewässerbeurteilung werden neben chemischen Parametern zur Beurteilung der Wasserqualität auch biologische Indikatoren, u. a. die Kieselalgen verwendet. In den untersuchten Einzugsgebieten werden die Kieselalgen jeweils Ende Winter (Februar/März) und ein zweites Mal im Herbst (September/Oktober) beprobt. Die Bestimmung der Arten erfolgt bei 1000-facher Vergrößerung im Mikroskop aufgrund der artspezifischen Schalenmerkmale. Zur Beurteilung der Belastungssituation werden 400 bis 500 Kieselalgeschalen auf Artniveau bestimmt und anschliessend der Kieselalgenindex DI-CH gemäss BAFU-Modul Kieselalgen berechnet. Für die geografische Übersicht wird der Mittelwert der beiden Indexwerte der Frühjahrs- und Herbstprobenahme verwendet.

<http://www.modul-stufen-konzept.ch/fg/module/diatomeen/index>



Kieselalgen

Mess- und Beurteilungsmethoden Fließgewässer



Cladophora sp.
Astaalge



Fontinalis antipyretica
Gewöhnliches Quellmoos



Glyceria fluitans
Flutendes Süßgras



Sparganium emersum
Einfacher Igelkolben



Potamogeton nodosus
Flutendes Laichkraut



Ranunculus fluitans
Flutender Hahnenfuss

Moose und Wasserpflanzen

Wasserpflanzen als Indikatoren der Gewässerqualität

Moose und höhere Wasserpflanzen (Makrophyten) bilden zusammen mit den Algen die Flora eines Fließgewässers. Zusammensetzung und Dichte dieser Pflanzenbestände hängen von verschiedenen Faktoren ab. Dabei spielen die Besonnung, die Strömungsgeschwindigkeit, die Substratzusammensetzung der Gewässersohle, die Nährstoffverhältnisse und die Wassertemperatur eine zentrale Rolle. Werden die natürlichen Bedingungen im Fließgewässer durch anthropogene Einflüsse verändert, zeigt die Vegetation unterschiedliche Reaktionen. Zum einen kann sich die Artenzusammensetzung ändern, zum anderen können die Pflanzen auf eine Veränderung des Lebensraumes mit einer Erhöhung oder Verminderung ihrer Gesamtbioasse reagieren. Die Vegetation stellt somit einen Indikator für die Beurteilung des ökologischen Zustands von Fließgewässern dar. Durch die langen Generationszeiten, die sich je nach Art von einer Vegetationsperiode bis über mehrere Jahre erstrecken, können Moose und höhere Wasserpflanzen Veränderungen ihres Lebensraums über lange Zeiträume aufzeigen.

Untersuchungsmethode

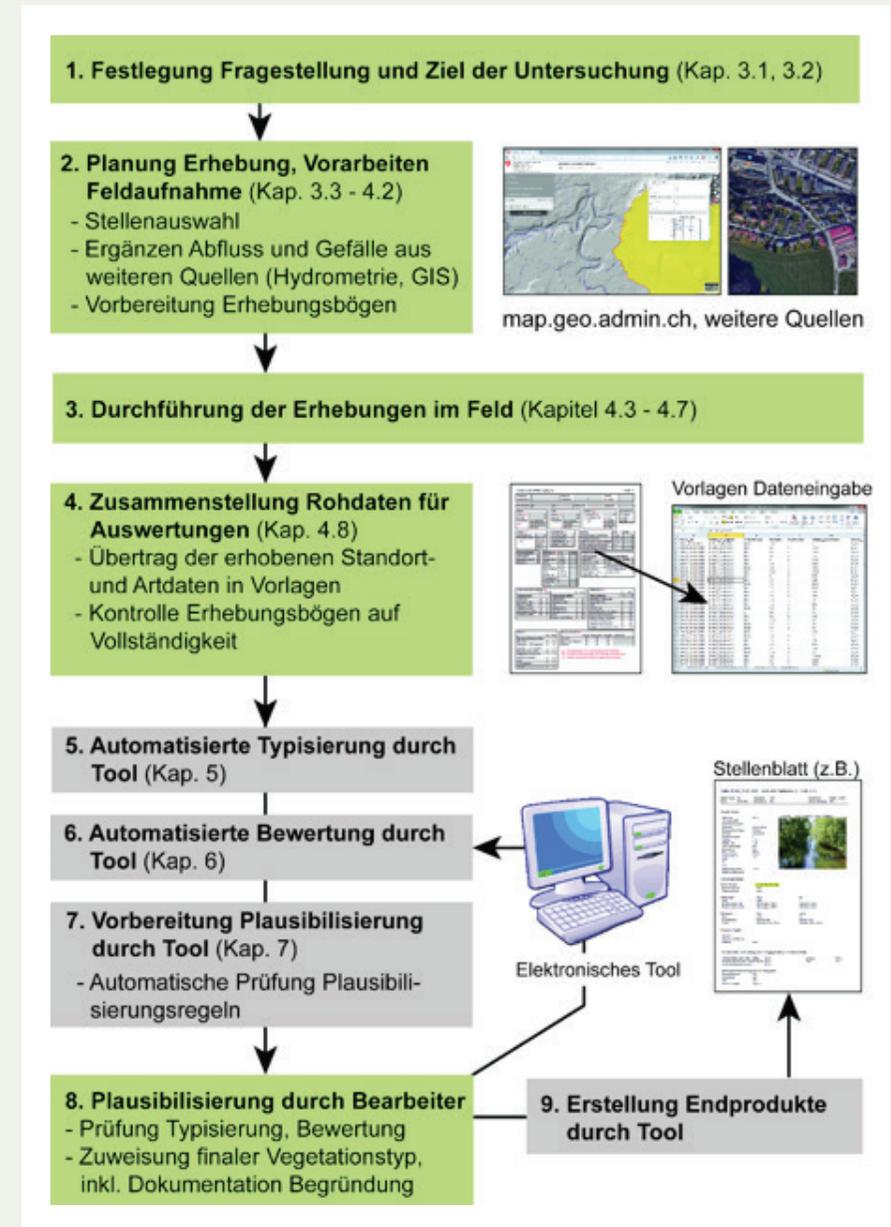
Die Untersuchung erfolgt gemäss BAFU-Modul Makrophyten [1]. Fließgewässerabschnitte mit einer Länge von 30 bis 200 m und einheitlichen Verhältnissen bezüglich Gefälle, Beschattung, Wassertiefe, Abflussverhältnisse und Substratzusammensetzung werden während der Hauptvegetationszeit der höheren Wasserpflanzen im Sommer kartiert. Neben verschiedenen Parametern zur Charakterisierung des Gewässers werden die Häufigkeiten aller Gefässpflanzen, Armeleuchterlagen, Moose und grün gefärbten Fadenalgen sowie polsterbildenden Algen auf der Gewässersohle erfasst. Von der Ufervegetation werden nur Arten berücksichtigt, die ihre Hauptverbreitung im regelmässig überfluteten Uferbereich haben.

Im Anschluss an die Kartierung werden die Gewässerabschnitte aufgrund der abiotischen Standortfaktoren (Beschattung, Gefälle, Abfluss, Wassertiefe, Substratzusammensetzung) einem von sechs verschiedenen Vegetations-Flusstypen unterschiedlicher Abflussklassen zugewiesen.

Die Bewertung der Vegetation erfolgt typspezifisch durch Vergleich des Istzustandes mit einer möglichst naturnahen Referenz für den jeweiligen Vegetations-Flusstyp. Die Bewertung, die sich an den ökologischen Zielen in Anhang 1 der Gewässerschutzverordnung (GSchV) orientiert, erfolgt mittels typspezifischer Zielhierarchien und Wertefunktionen in fünf Beurteilungsklassen. Bewertet werden die Diversität, die Zusammensetzung und die Biomasse der Vegetation im Abschnitt. Ergänzend zu dieser gewässerökologischen Bewertung erfolgt eine Bewertung aus Sicht Naturschutz, anhand der nationalen Prioritätseinstufung der vorhandenen Arten sowie ihrem Beitrag zur Biodiversität, anhand von Leitwerten.

[1] Känel, B., Michel, C., Reichert, P. 2017: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Makrophyten – Stufe F (flächendeckend) und Stufe S (systembezogen). Entwurf. Bundesamt für Umwelt, Bern. 118 S.

<http://www.modul-stufen-konzept.ch/fg/module/wasserpflanzen>



Übersicht über den Ablauf von Makrophyten-Untersuchungen

Makrozoobenthos

Makroinvertebraten als Indikatoren der Gewässerqualität

Als Makroinvertebraten oder Makrozoobenthos bezeichnet man die wirbellosen Tiere der Gewässersohle, die von bloßem Auge sichtbar sind. Es handelt sich dabei vor allem um Larvenstadien von Insekten, um Kleinkrebse, Schnecken, Muscheln und verschiedene Würmer. Diese Kleinlebewesen nehmen wichtige ökologische Funktionen im Gewässer wahr. Sie weiden Algen ab oder helfen beim Abbau abgestorbener Pflanzen und dienen selber als Nahrung für die Fische. Neben der Wasserqualität beeinflussen die Abflussverhältnisse sowie die Struktur des Lebensraums (Ökomorphologie) die Zusammensetzung der Makrozoobenthos-Gemeinschaften. So sind viele Organismen auf ein intaktes Lückensystem im naturbelassenen Sohlensubstrat angewiesen. Damit dieses nicht durch Ablagerungen von feinem Material verschlossen wird, sind abwechslungsreiche Strömungsverhältnisse im Gewässer und regelmässige hochwasserbedingte Umlagerungsprozesse erforderlich. Viele Vertreter des Makrozoobenthos leben mehrere Jahre im Wasser. Dementsprechend sind für die Zusammensetzung der tierischen Kleinlebewesen an einer Untersuchungsstelle die Umweltbedingungen der letzten Monate bis Jahre ausschlaggebend.



Netztrichter der Larve einer Köcherfliege
(*Neureclipsis bimaculata*)



Gehäuse von Köcherfliegenlarven (*Goera pilosa*)

Untersuchungsmethode

Wie im BAFU-Modul Makrozoobenthos Stufe F vorgesehen, werden die Probenahmen jeweils im März durchgeführt [1]. Zusätzlich wird eine zweite Probenahme im Oktober gemacht, um saisonale Veränderungen festzustellen. Bei der Probenahme wird die Gewässersohle im Bach an acht ausgewählten Stellen mit dem Stiefel gründlich aufgewühlt. Grosse Steine und Wasserpflanzen werden von Hand abgerieben. Mit einem Netz werden die abdriftenden Tiere aufgefangen und vor Ort konserviert. Die gefundenen Gattungen und wo möglich die Arten werden im Labor bestimmt und ihre Häufigkeiten geschätzt. Neben der Berechnung des IBCH Index gemäss BAFU Methodenbeschrieb [1] werden die Daten seit 2005 zusätzlich mit dem speziell für den Kanton Zürich erarbeiteten Referenzsystem [2] ausgewertet. Das Referenzsystem erlaubt die Beurteilung einer Untersuchungsstelle durch den Vergleich mit naturnahen Referenzstellen. Darüber hinaus werden die Daten auch mit dem SPEAR Index für Pestizide [3] ausgewertet. Der SPEAR Index lässt aufgrund des Vorkommens von pestizidempfindlichen und weniger empfindlichen Organismen Rückschlüsse auf Pestizidbelastungen im Gewässer zu. Im Rahmen der Untersuchungen wird auch das Auftreten und die Bestandesentwicklung von eingeschleppten Wassertieren (aquatische Neozoen) erfasst.

[1] <http://www.modul-stufen-konzept.ch/fg/module/mzb/index>

[2] [Referenzsystem für den Kanton Zürich zur biologischen Beurteilung der Fließgewässer mit Makroinvertebraten. AWEL, 2004.](#)

[3] <http://www.systemecology.eu/de/spear/>



Probenahme und Konservierung des Materials



Auslesen & Sortieren im Labor



Bestimmungsarbeiten mit der Binokularlupe



Fische

Fische als Indikatoren der Gewässerqualität

Fische kommen in den meisten Schweizer Fließgewässern vor. Sie sind recht 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 Zustands 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 vielen Fließgewässern durchgeführten Besatzmassnahmen mit Bachforellen die Beurteilung der natürlich vorhandenen Fischpopulationen.

Untersuchungsmethode

Im Rahmen einer umfassenden Gewässerbeurteilung werden neben chemischen Parametern zur Beurteilung der Wasserqualität auch biologische Indikatoren wie die Fische verwendet. Dazu wird der Fischbestand erfasst und gemäss dem BAFU-Modul Fische Stufe F bewertet [1]. Die Gewässerabschnitte werden mittels Elektrofanggerät abgefischt und die gefangenen Fische auf Artniveau bestimmt. Zusätzlich werden die Körperlänge der Fische gemessen und allfällige Deformationen oder Anomalien festgehalten. Die Bewertung berücksichtigt die unterschiedliche Verbreitung der Fischarten und beruht auf folgenden Parametern: Fischregion und potenzielles Artenspektrum, Populationsaufbau der Leitfischart, natürliche Reproduktion der Leitfischart, relative Dichte der Bachforelle, Häufigkeitsverteilung der einzelnen Arten zueinander und Deformationen und Anomalien.

[1] <http://www.modul-stufen-konzept.ch/fg/module/fische/index>



Elektro-Abfischung



Bachforelle (*Salmo trutta fario*)



Vermessen der Fische

Monatsstichproben

Kampagne 2012/13

In den Jahren 2012 und 2013 wurden die Mikroverunreinigungen in der Glatt und ihren Zuflüssen sowie im Einzugsgebiet des Greifensees untersucht. Dazu wurden 32 Messstellen beprobt.

Stellen-Nr.	Stellenname	Stellen-Nr.	Stellenname
109	Aa bei Niederuster	180	Glatt nach ARA Opfikon
110	Glatt Abfluss Greifensee	181	Glatt bei Oberglatt
111	Glatt bei Niederhöri	182	Glatt bei Hochfelden
112	Glatt vor Rhein	437	Lieburgerbach vor ARA Egg-Oetwil
167	Gossauerbach vor ARA Gossau	438	Lieburgerbach nach ARA Egg-Oetwil
168	Gossauerbach nach ARA Gossau	445	Himmelbach vor Glatt
169	Aabach vor Gossauerbach	446	Fischbach vor Glatt
170	Aabach nach Gossauerbach	447	Furtbach Bülach vor Glatt
171	Aabach bei Mönchaltorf	450	Altbach bei Kloten
172	Wildbach vor KEZO	451	Altbach vor Chriesbach
173	Wildbach nach ARA Hinwil	462	Db. Windlach vor ARA Stadel
174	Aa nach ARA Wetzikon	463	Db. Windlach nach ARA Stadel
176	Glatt vor Chriesbach	482	Glatt nach ARA Fällanden VSFM
177	Chriesbach vor Glatt	665	Katzenbach vor Leutschenbach
178	Glatt ZSZ Hagenholz	687	Chimlibach vor Glatt
179	Glatt vor ARA Opfikon	703	Leutschenbach bei SF

Kampagne 2014/15

In den Jahren 2014 und 2015 wurden die Mikroverunreinigungen in der Sihl, Jonen, Reppisch und des Furtbachs sowie ihren Zuflüssen untersucht. Dazu wurden 33 Messstellen beprobt.

Stellen-Nr.	Stellenname	Stellen-Nr.	Stellenname
116	Sihl beim Sihlhölzli (Zürich)	207	Furtbach nach ARA Regensdorf
119	Reppisch bei Dietikon	218	Surb bei Niederweningen
121	Jonen nach ARA Zwillikon	227	Limmat bei Dietikon
124	Sihl vor ARA Adliswil	407	Aabach Horgen vor Zürichsee
129	Jonen nach ARA Hausen	408	Reidbach Wädenswil vor Weiher
131	Schwarzenbach vor Jonen	409	Mülibach Richterswil
134	Jonen nach Affoltern	424	Schäfli bach Dietikon
136	Reppisch bei Stallikon	469	Hofibach vor Hedigen
138	Lunnerenbach vor Reppisch	471	Wüeribach vor Birmensdorf
139	Reppisch vor ARA Birmensdorf	472	Aescherbach vor Birmensdorf
152	Limmat Hönggersteg (Zürich)	490	Länggenbach vor Limmat
155	Reppisch nach ARA Birmensdorf	501	Breitwiesenkanal vor Furtbach
157	Furtbach vor Trockenloo-Kanal	502	Mülibach vor Furtbach
160	Furtbach vor ARA Buchs	503	Bännengraben vor Furtbach
161	Furtbach nach ARA Buchs	504	Oberwiesenbach vor Furtbach
162	Furtbach vor ARA Otelfingen	505	Harberenbach vor Furtbach
198	Haselbach vor Lorze		

Anhang Mikroverunreinigungen | Monatsstichproben

Kampagne 2016/17

In den Jahren 2016 und 2017 wurden die Mikroverunreinigungen in der Töss, Thur und Jona sowie ihren Zuflüssen untersucht. Dazu wurden 31 Messstellen beprobt.

Stellen-Nr.	Stellenname	Stellen-Nr.	Stellenname
101	Töss bei Rähmismühle (Zell)	219	Chrebsbach vor ARA Seuzach
104	Kempt Pegel Illnau	220	Chrebsbach nach ARA Seuzach
105	Kempt vor Töss	225	Schwarz vor Jona
106	Eulach vor Töss	226	Feldbach vor Zürichsee
113	Jona nach ARA Rüti	228	Töss bei Freienstein
143	Thur vor ARA Andelfingen	432	Dorfbach Küsnacht vor Zürichsee
146	Binnenkanal bei Altikon	439	Klausbach nach ARA Bubikon
153	Niederwiesenbach vor ARA Marthalen	440	Possengraben vor ARA Dürnten
166	Jona nach ARA Wald	459	Mattenbach bei Winterthur
191	Eulach vor ARA Elgg	465	Flaacherbach nach ARA Flaach
192	Eulach nach ARA Elgg	466	Mülibach vor ARA Stammheim
193	Eulach nach Rümikon	468	Mülibach bei Furtmüli
196	Näfbach vor Töss	479	Niederwiesenb. nach ARA Marthalen
205	Wildbach Rorbas	485	Kempt vor ARA Fehraltorf-Russikon
209	Alter Ellikerbach vor Binnenkanal	492	Wehrenbach
213	Ellikerbach nach ARA Ellikon		



Anhang Mikroverunreinigungen

Untersuchte Verbindungen

I Beschreibung der Verbindungen

Pestizide

Code	Verbindung	Substanzklasse	Wirkstoffgruppe	Einsatzgebiet	12	13	14	15	16	17	Information zur Zulassung*
101	2,4,5-T	Phenoxykarbonsäure	Herbizid	Getreide, Forst, Rasen	x	x	x	x	x	x	ChemRRV, verboten
102	2,4-D	Phenoxykarbonsäure	Herbizid	Mais, Getreide	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1
103	2,4-DB	Phenoxykarbonsäure	Herbizid	Getreide, Soja	x	x	x	x	x	x	Nicht zugelassen
104	Alachlor	Chloracetanilid	Herbizid	Mais, Soja	x	x	x	x	x	x	Nicht zugelassen
106	Atrazin	Triazin	Herbizid	Mais	x	x	x	x	x	x	Nicht zugelassen
159	Azoxystrobin	Strobilurin	Fungizid	Beeren, Obst, Gemüse, Weizen, Raps	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1
107	Bentazon	Phenoxykarbonsäure	Herbizid	Mais, Wiesen, Kartoffeln, Erbsen, Soja	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1
160	Carbendazim	Benzimidazol	Fungizid	Blüten-, Zweigdürre, Tomaten, Saatbeizmittel	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1 / VBP (EG) Nr. 1451/2007
161	Chloridazon	Pyridazinon	Herbizid	Randen, Zuckerrüben, Futterrüben	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1
155	Chlorpyrifos	Thiophosphorsäureester	Insektizid	Ameisen, Hausfliegen, Kleidermotten, Moskitos	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1
759	Chlorpyrifos-methyl		Insektizid	Baumwolle, Tomaten, Nüsse					x	x	PSMV Anh. 1
108	Chlortoluron	Phenylharnstoff	Herbizid	Wintergetreide	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1
109	Cyanazin	Triazin	Herbizid	Erbsen	x	x	x	x	x	x	Nicht zugelassen
110	Cypermethrin	Pyrethroid	Insektizid	Raps	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1 / VBP (EG) Nr. 1451/2007
185	Cyproconazol	Triazol	Fungizid	Mehltau, Rost, Monilinia, Cercospora, Veniria			x	x	x	x	PSMV Anh. 1 / VBP (EG) Nr. 1451/2007
111	DEET	Diethyltoluamid	Repellent	Stechmücken	x	x	x	x	x	x	VBP (EG) Nr. 1451/2007
193	Deltamethrin	Pyrethroid	Insektizid	Getreide, Rüben, Tiermedizin, Fassadenschutz			x	x	x	x	PSMV Anh. 1 / VBP (EG) Nr. 1451/2007
113	Diazinon	Organophosphat	Insektizid	Obst, Gemüse	x	x	x	x	x	x	Nicht zugelassen
181	Dicamba	Phosphat	Herbizid	Mais	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1
154	Dichlobenil	Nitrilherbizid	Herbizid	Unkräuter, Ungräser	x	x	x	x	x	x	Nicht zugelassen

* Stand 2017

Anhang Mikroverunreinigungen | Untersuchte Verbindungen

I Beschreibung der Verbindungen | Pestizide

Code	Verbindung	Substanzklasse	Wirkstoffgruppe	Einsatzgebiet	12	13	14	15	16	17	Information zur Zulassung*
114	Dichlorprop	Phenoxykarbonsäure	Herbizid	Getreide	x	x	x	x	x	x	Nicht zugelassen
151	Dimethachlor	Chloracetanilid	Herbizid	Winterraps	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1
115	Dimethenamid	Chloracetanilid	Herbizid	Mais, Soja, Sonnenblumen, Bohnen	x	x	x	x	x	x	Nicht zugelassen
116	Dimethoat	Organophosphat	Insektizid	gegen Insekten und Spinnmilben	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1
117	Diuron	Phenylharnstoff	Herbizid	Obst, Reben, Spargel, Baumaterialien	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1 / VBP (EG) Nr. 1451/2007
171	Endosulfan I	Cyclodien	Insektizid	Mottenschildlaus, Blattlaus, Kartoffelkäfer	x	x					Nicht zugelassen
118	Ethofumesat	Sulfonat	Herbizid	Rüben	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1
119	Fenoprop	Phenoxykarbonsäure	Herbizid	Getreide, Zuckerrüben	x	x	x	x	x	x	Nicht zugelassen
120	Fenpropimorph	Morpholin	Fungizid	Echter Mehltau, Gelb- und Braunrost	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1 / VBP (EG) Nr. 1451/2007
186	Flufenacet	Oxyacetamid	Herbizid	Soja, Winterweizen, Kartoffeln, Spargel			x	x	x	x	PSMV Anh. 1
121	Fluroxypyr	Phenoxykarbonsäure	Herbizid	Getreide	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1
122	Hexazinon	Triazon	Herbizid	Totalherbizid	x	x	x	x	x	x	Keine Zulassung
187	Imidacloprid	Neonicotinoid	Insektizid	Zucker- und Futterrüben, Getreide, Kartoffeln			x	x	x	x	PSMV Anh. 1 / VBP (EG) Nr. 1451/2007
176	Iodosulfuron-methyl	Sulfonylharnstoff	Herbizid	Getreide, Mais	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1
150	Irgarol 1051	Methylthiotriazin	Antifoulingmittel	Biozidprodukte (Fassadenanstriche)	x	x	x	x	x	x	VBP (EG) Nr. 1451/2007
123	Isoproturon	Phenylharnstoff	Herbizid	Wintergetreide	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1 / VBP (EG) Nr. 1451/2007
196	Ioxynil	Nitrilherbizid	Herbizid	Zwiebeln, Lauch, Knoblauch, Zuckerrohr			x	x	x	x	PSMV Anh. 1
194	λ-Cyhalothrin	Pyrethroid	Insektizid	Obst, Gemüse, Getreide, Kartoffeln, Zierpflanzen			x	x	x	x	PSMV Anh. 1 / VBP (EG) Nr. 1451/2007
124	Linuron	Phenylharnstoff	Herbizid	Mais, Kartoffeln, Bohnen, Soja, Sonnenblumen	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1
125	Malathion	Organothiophosphat	Insektizid	Kopf- und Kleiderläuse, Krätze	x	x	x	x	x	x	VBP (EG) Nr. 1451/2007
126	MCPA	Phenoxykarbonsäure	Herbizid	Wiesen, Getreide, Zier- und Sportrasen	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1
127	MCPB	Phenoxykarbonsäure	Herbizid	Wiesen, Kartoffeln, Getreide	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1
128	Mecoprop	Phenoxykarbonsäure	Herbizid	Getreide, Raps, Flachdächer	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1
177	Mefenpyr-diet-hyl	Pyrazolin	Safener	Mit Iodosulfuron als Safener benutzt (Getreide)	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1
129	Metalaxyl	Acylanilid	Fungizid	Kartoffeln, Hopfen	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1
130	Metamitron	Triazin	Herbizid	Rüben	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1
131	Metazachlor	Chloracetanilid	Herbizid	Raps, Kohl	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1
132	Methabenzthiazuron	Harnstoffderivat	Herbizid	Getreide, Hülsenfrüchte, Mais, Knoblauch	x	x	x	x	x	x	Nicht zugelassen
188	Methoxyfenoxid	Diacylhydrazin	Insektizid	Roter Knospwickler, Apfelwickler			x	x	x	x	PSMV Anh. 1

Anhang Mikroverunreinigungen | Untersuchte Verbindungen

I Beschreibung der Verbindungen | Pestizide

Code	Verbindung	Substanzklasse	Wirkstoffgruppe	Einsatzgebiet	12	13	14	15	16	17	Information zur Zulassung*
133	Metobromuron	Phenylharnstoff	Herbizid	Feldsalat, Kartoffeln	x	x	x	x	x	x	Nicht zugelassen
134	Metolachlor	Chloracetanilid	Herbizid	Mais, Soja, Sonnenblumen, Bohnen	x	x	x	x	x	x	Nicht zugelassen
135	Metoxuron	Phenylharnstoff	Herbizid	Wintergetreide	x	x	x	x	x	x	Nicht zugelassen
195	Metribuzin	Triazinon	Herbizid	Kartoffeln, Karotten, Getreide			x	x	x	x	PSMV Anh. 1
178	Metsulfuron-methyl	Sulfonylharnstoff	Herbizid	Getreide	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1
136	Monolinuron	Phenylharnstoff	Herbizid	Kartoffeln, Bohnen, Soja, Sonnenblumen	x	x	x	x	x	x	VBP (EG) Nr. 1451/2007
173	Napropamid	Amid Herbizid	Herbizid	Erdbeeren, Raps, Tabak, Ziergehölze	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1
198	Nicosulfuron	Sulfonylharnstoff	Herbizid	Mais			x	x	x	x	PSMV Anh. 1
137	Oxadixyl	Acylanilid	Fungizid	Reben, Kartoffeln, Tabak	x	x	x	x	x	x	Nicht zugelassen
138	Penconazol	Triazol	Fungizid	Reben, Kernobst	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1
189	Pencycuron	Phenylharnstoff	Fungizid	Pocken, Fäule			x	x	x	x	PSMV Anh. 1
139	Pendimethalin	Dinitroanilin	Herbizid	Mais, Wiesen, Kartoffeln, Wintergetreide	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1
140	Permethrin	Pyrethroid	Insektizid	Mais, Kartoffeln, Raps, Gemüse	x	x	x	x	x	x	Nicht zugelassen
141	Pirimicarb	Carbamat	Insektizid	Blattläuse	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1
142	Propachlor	Chloracetanilid	Herbizid	Kohl, Zwiebeln, Erdbeeren, Stauden, Ziergehölze	x	x	x	x	x	x	Nicht zugelassen
143	Propazin	Triazin	Herbizid	Totalherbizid (in Kombination)	x	x	x	x	x	x	Nicht zugelassen
144	Propiconazol	Triazol	Fungizid	Gelbrost, Braunrost, Mehltau	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1 / VBP (EG) Nr. 1451/2007
169	Propyzamid	Chlorbenzamid	Herbizid	Ziergehölze, Kernobst, Steinobst	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1
190	Pyraclostrobin	Strobilurin	Fungizid	Getreide, Zuckerrüben, Gemüse			x	x	x	x	PSMV Anh. 1
145	Sebuthylazin	Triazin	Herbizid	Kartoffeln, Erbsen, Erdnüsse, Tabak	x	x	x	x	x	x	Nicht zugelassen
146	Simazin	Triazin	Herbizid	Kernobst, Gemüse, Beeren, Mais	x	x	x	x	x	x	Nicht zugelassen
152	Tebutam	Amidherbizid	Herbizid	Tomaten, Erdnüsse, Sonnenblumen	x	x	x	x	x	x	Nicht zugelassen
147	Terbuthylazin	Triazin	Herbizid	Kartoffeln	x	x	x	x	x	x	PSMV (Anh. 1) / VBP (EG) Nr. 1451/2007
148	Terbutryn	Triazin	Herbizid	Mais, Kartoffeln, Wintergetreide	x	x	x	x	x	x	Nicht zugelassen
182	Thiacloprid	Neonicotinoid	Insektizid	Blattlaus, Mottenschildlaus, Blattfloh, Apfelwickler	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1
191	Thiamethoxam	Neonicotinoid	Insektizid	Termiten, Käfer			x	x	x	x	PSMV Anh. 1 / VBP (EG) Nr. 1451/2007
179	Thifensulfuron-methyl	Sulfonylharnstoff	Herbizid	Getreide, Tomaten, Soja	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1
149	Triclopyr	Phenoxykarbonsäure	Herbizid	Wiesen, Nichtkulturland	x	x	x	x	x	x	PSMV Anh. 1

Anhang Mikroverunreinigungen

Untersuchte Verbindungen

I Beschreibung der Verbindungen

Abbauprodukte

Code	Verbindung	Muttersubstanz	12	13	14	15	16	17
153	2,6-Dichlorbenzamid	Dichlobenil	x	x	x	x	x	x
112	Desethylatrazin	Atrazin	x	x	x	x	x	x
180	Desethylterbuthylazin	Terbuthylazin	x	x	x	x	x	x
156	Desisopropylatrazin	Atrazin	x	x	x	x	x	x

Mikroverunreinigungen ARA

Code	Verbindung	Kategorie	12	13	14	15	16	17
510	Benzotriazol	Korrosionsschutzmittel		x	x	x	x	x
607	Carbamazepin	Antiepileptikum		x	x	x	x	x
611	Diclofenac	Schmerzmittel		x	x	x	x	x
641	Sulfamethoxazol	Antibiotikum		x	x	x	x	x

Anhang Mikroverunreinigungen

Untersuchte Verbindungen

II Bestimmungsgrenzen, Qualitätskriterien und Wirkung auf taxonomische Gruppen

Stoffcode	Verbindung	BG* 2012	BG* 2013	BG* 2014	BG* 2015	BG* 2016	BG* 2017	Wirkstoffgruppe Kategorie	CQK‡	AQK‡	Taxonomische Gruppe CQK‡	Taxonomische Gruppe AQK‡
102	2,4-D	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	H	0.6	4	Pp	Pp
159	Azoxystrobin	0.01	0.005	0.01	0.01	0.01	0.01	F	0.2	0.55	Pp / lv	Pp / lv / Ve
107	Bentazon	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	H	270	470	Pp	Pp
510	Benzotriazol		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	ARA	19	158	Pp / lv / Ve	Pp / lv / Ve
607	Carbamazepin		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	ARA	2	2000	lv	Pp / lv / Ve
160	Carbendazim	0.01	0.005	0.01	0.01	0.01	0.01	F	0.44	0.7	lv / Ve	Pp / lv / Ve
161	Chloridazon	0.01	0.005	0.01	0.01	0.01	0.01	H	10	190	Pp	Pp
155	Chlorpyrifos	0.05	0.05	0.05	0.01	0.005	0.005	I	0.00046	0.0044	lv	lv
108	Chlortoluron	0.01	0.005	0.01	0.01	0.01	0.01	H	0.6	2.4	Pp	Pp
110	Cypermethrin	0.05	0.05	0.05	0.01	0.01	0.01	I	0.00003	0.00044	lv	lv
185	Cyproconazol			0.01	0.01	0.01	0.01	F	1.25	1.25		
113	Diazinon	0.01	0.01	0.01	0.005	0.005	0.005	I	0.012	0.02	lv	lv
611	Diclofenac		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	ARA	0.05		Ve	
117	Diuron	0.01	0.005	0.01	0.01	0.01	0.01	H	0.07	0.25	Pp	Pp
118	Ethofumesat	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	H	3.1	260	Pp / lv	Pp / lv / Ve
187	Imidacloprid			0.01	0.01	0.01	0.01	I	0.013	0.1	lv	lv
123	Isoproturon	0.01	0.005	0.01	0.01	0.01	0.01	H	0.64	1.7	Pp	Pp
124	Linuron	0.01	0.005	0.01	0.01	0.01	0.01	H	0.26	1.37	Pp / Ve	Pp
126	MCPA	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	H	0.66	6.4	Pp	Pp
128	Mecoprop	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	H	3.6	187	Pp	Pp
129	Metalaxyl	0.02	0.05	0.05	0.01	0.005	0.005	F	20	97	Pp / lv / Ve	
130	Metamitron	0.05	0.05	0.05	0.01	0.01	0.01	H	4	39	Pp	Pp
131	Metazachlor	0.01	0.01	0.01	0.01	0.005	0.005	H	0.02	0.28	Pp	Pp

Anhang Mikroverunreinigungen | Untersuchte Verbindungen

II Bestimmungsgrenzen, Qualitätskriterien und Wirkung auf taxonomische Gruppen

Stoffcode	Verbindung	BG* 2012	BG* 2013	BG* 2014	BG* 2015	BG* 2016	BG* 2017	Wirkstoffgruppe Kategorie	CQK‡	AQK‡	Taxonomische Gruppe CQK†	Taxonomische Gruppe AQK†
134	Metolachlor	0.01	0.01	0.01	0.01	0.005	0.005	H	0.69	3.3	Pp / Ve	Pp
195	Metribuzin			0.01	0.01	0.005	0.005	H	0.058	0.78	Pp	Pp
173	Napropamid	0.01	0.02	0.02	0.01	0.005	0.005	H	5.1	6.8	Pp	Pp
198	Nicosulfuron			0.01	0.01	0.01	0.01	H	0.0087	0.23	Pp	Pp
141	Pirimicarb	0.01	0.01	0.01	0.005	0.005	0.005	I	0.09	1.8	Iv	Iv
641	Sulfomethoxazol	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	ARA	0.6	2.7	Pp	Pp
147	Terbutylazin	0.01	0.01	0.01	0.005	0.005	0.005	H	0.22	1.28	Pp / Iv	Pp
148	Terbutryn	0.02	0.02	0.02	0.01	0.005	0.005	H	0.065	0.34	Pp	Pp / Iv
182	Thiacloprid	0.01	0.005	0.01	0.01	0.01	0.01	I	0.01	0.08	Iv	Iv
191	Thiamethoxam			0.01	0.01	0.01	0.01	I	0.042	1.4	Iv	Iv

* in µg/l

‡ in µg/l. Die Werte entsprechen dem Vorschlag des UVEK [2].

† Die Angaben zu den taxonomischen Gruppen stammen aus der Liste des Gewässer- und Bodenschutzlabor des Kantons Bern vom 2. Juli 2014. Bei Herbiziden oder Insektiziden, die in den Jahren 2014 und 2015 neu dazugekommen sind, werden jeweils die Primärproduzenten bzw. Invertebraten als taxonomische Gruppe angegeben, und zwar sowohl bei den CQK als auch den AQK.

Kategorie:

F Fungizid

H Herbizid

I Insektizid

ARA Mikroverunreinigungen ARA

Taxonomische Gruppe:

Pp Primärproduzenten

Iv Invertebraten

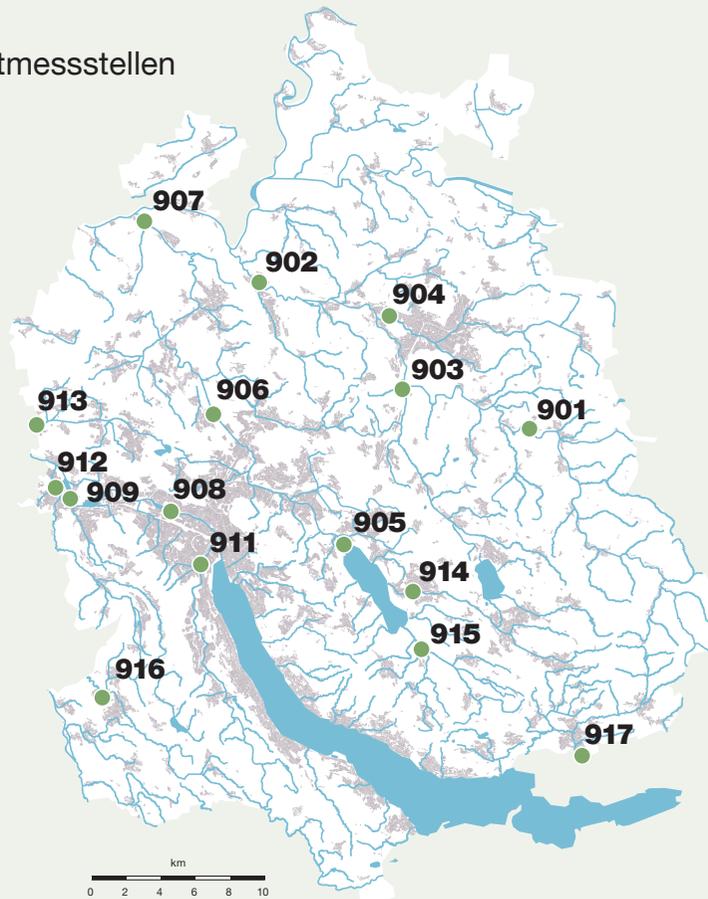
Ve Vertebraten

Anhang Mikroverunreinigungen

Wochenmischproben

Messstellen

Lage der Hauptmessstellen



Messprogramme

Alle 16 Hauptmessstellen	2015	2016	2017
Untersuchungsperiode	13.4.–19.4. (Wo 16) 22.6.–28.6. (Wo 26) 31.8.–6.9. (Wo 36) 9.11.–15.11. (Wo 46)	25.4.–1.5. (Wo 17) 4.7.–10.7. (Wo 27) 12.9.–18.9. (Wo 37) 21.11.–27.11. (Wo 47)	24.4.–30.4. (Wo 17) 3.7.–9.7. (Wo 27) 11.9.–17.9. (Wo 37) 20.11.–26.11. (Wo 47)
Anzahl Wochenmischproben pro Hauptmessstelle	4	4	4

Charakterisierung der Hauptmessstellen

C Nr.	Hauptmessstelle	mittlere Abflüsse [m³/s]				Abwasseranteil [%]
		2015	2016	2017	Mittelwert	
901	Töss bei Rämismühle	2.55	3.85	2.87	3.09	0.9
902	Töss bei Freienstein	7.64	10.23	7.46	8.44	9.0
903	Kempt vor Töss	1.10	1.46	1.02	1.19	9.7
904	Eulach vor Töss	0.72	0.93	0.63	0.76	3.9
905	Glatt Abfluss Greifensee	3.64	5.31	3.81	4.25	12.0
906	Glatt bei Oberglatt	5.88	7.38	4.69	5.98	17.5
907	Glatt vor Rhein	6.95	9.28	6.56	7.60	17.9
908	Limmat Höggersteg	83.49	99.42	92.19	91.70	2.0
909	Limmat bei Dietikon	83.51	99.42	92.19	91.71	3.8
911	Sihl beim Sihlhölzli	5.97	7.01	6.32	6.43	3.3
912	Reppisch bei Dietikon	1.03	1.36	0.89	1.09	9.2
913	Furtbach bei Würenlos	0.58	0.80	0.48	0.60	22.7
914	Aa bei Niederuster	1.47	1.80	1.24	1.50	14.5
915	Aabach bei Mönchaltorf	0.82	1.23	0.92	0.99	10.6
916	Jonen nach ARA Zwillikon	0.50	0.76	0.52	0.59	14.3
917	Jona nach Rüti	2.08	2.89	2.62	2.53	5.1

Die Messstellen sind nach aufsteigender C-Nummer geordnet.
Der Anteil Abwasser an den Hauptmessstellen wurde berechnet, indem man annahm, dass pro Tag und Einwohner 350 Liter Abwasser anfallen.

Anhang Mikroverunreinigungen | Wochenmischproben

Untersuchte Verbindungen

Verbindung			Bestimmungsgrenzen [ng/l]			Qualitätskriterien GSchV [$\mu\text{g/l}$]	
			2015	2016	2017	AQK	CQK
Acesulfam	Lebensmittelzusatzstoff	Süsstoff	50	20	20		
Acyclovir	Arzneimittel	Virostatikum	100	100	100		
Amisulprid	Arzneimittel	Neuroleptikum	50	20	20		
Atenolol	Arzneimittel	Betablocker	50	50	50	330	150
Benzotriazol	Industrie- und Haushalt	Korrosionsschutzmittel	50	50	50	158	19
Candesartan	Arzneimittel	Antihypertonikum	50	50	50		
Carbamazepin	Arzneimittel	Antiepileptikum	20	20	20	2000	2
Citalopram	Arzneimittel	Antidepressivum	20	20	20		
Clarithromycin	Arzneimittel	Antibiotikum	50	20	20	0.19	0.12
Cyclamat	Lebensmittelzusatzstoff	Süsstoff	50	50	50		
DEET	Industrie- und Haushalt	Repellent	50	50	50		
Diclofenac	Arzneimittel	Analgetikum	50	50	50		0.05
Erythromycin	Arzneimittel	Antibiotikum	50	50	50		
Gabapentin	Arzneimittel	Antiepileptikum	50	50	50		
Hydrochlorthiazid	Arzneimittel	Diuretikum	50	50	50		
Iopromid	Arzneimittel	Kontrastmittel	200	200	200		
Irbesartan	Arzneimittel	Antihypertonikum	50	50	50		
Lamotrigin	Arzneimittel	Antiepileptikum	50	50	50		
Lidocain	Arzneimittel	Lokalanästhetikum	50	50	50		
Mefenaminsäure	Arzneimittel	Analgetikum		50	50		1
Metformin	Arzneimittel	Antidiabetikum	50	50	50	640	156
Methylbenzotriazol	Industrie- und Haushalt	Korrosionsschutzmittel	50	50	50	425	20
Metoprolol	Arzneimittel	Betablocker	50	20	20	75	8.6
Naproxen	Arzneimittel	Analgetikum	100	100	100	860	1.7
Paracetamol	Arzneimittel	Analgetikum	50	50	50		
Phenazon	Arzneimittel	Analgetikum	20	20	20		
Primidon	Arzneimittel	Antiepileptikum	100	100	100		
Saccharin	Lebensmittelzusatzstoff	Süsstoff	50	50	50		

Anhang Mikroverunreinigungen | Wochenmischproben |

Untersuchte Verbindungen

Verbindung			Bestimmungsgrenzen [ng/l]			Qualitätskriterien GSchV [$\mu\text{g/l}$]	
Sitagliptin	Arzneimittel	Antidiabetikum	100	100	100		
Sotalol	Arzneimittel	Betablocker	20	20	20		
Sucralose	Lebensmittelzusatzstoff	Süssstoff	200	100	100		
Sulfamethoxazol	Arzneimittel	Antibiotikum	50	20	20	2.7	0.6
Sulfapyridin	Arzneimittel	Antibiotikum	50	20	20		
Tramadol	Arzneimittel	Analgetikum	20	20	20		
Triclosan	Arzneimittel	Mikrobizid	100	100	100		
Trimethoprim	Arzneimittel	Antibiotikum	20	20	20	214	120
Venlafaxin	Arzneimittel	Antidepressivum	20	20	20		

Beurteilung der Wasserqualität

Das Schema in der untenstehenden Tabelle zeigt, wie aufgrund der Risikoquotienten die Wasserqualität an einer Messstelle bestimmt wird.

Qualität	Bedingung gemäss Qualitätskriterien
 sehr gut	$RQ < 0.1$
 gut	$0.1 \leq RQ < 1$
 mässig	$1 \leq RQ < 2$
 unbefriedigend	$2 \leq RQ < 10$
 schlecht	$10 \leq RQ$

* 8 monatliche Stichproben pro Jahr / zweijährige Untersuchungsperiode

Schema für die Beurteilung der Wasserqualität