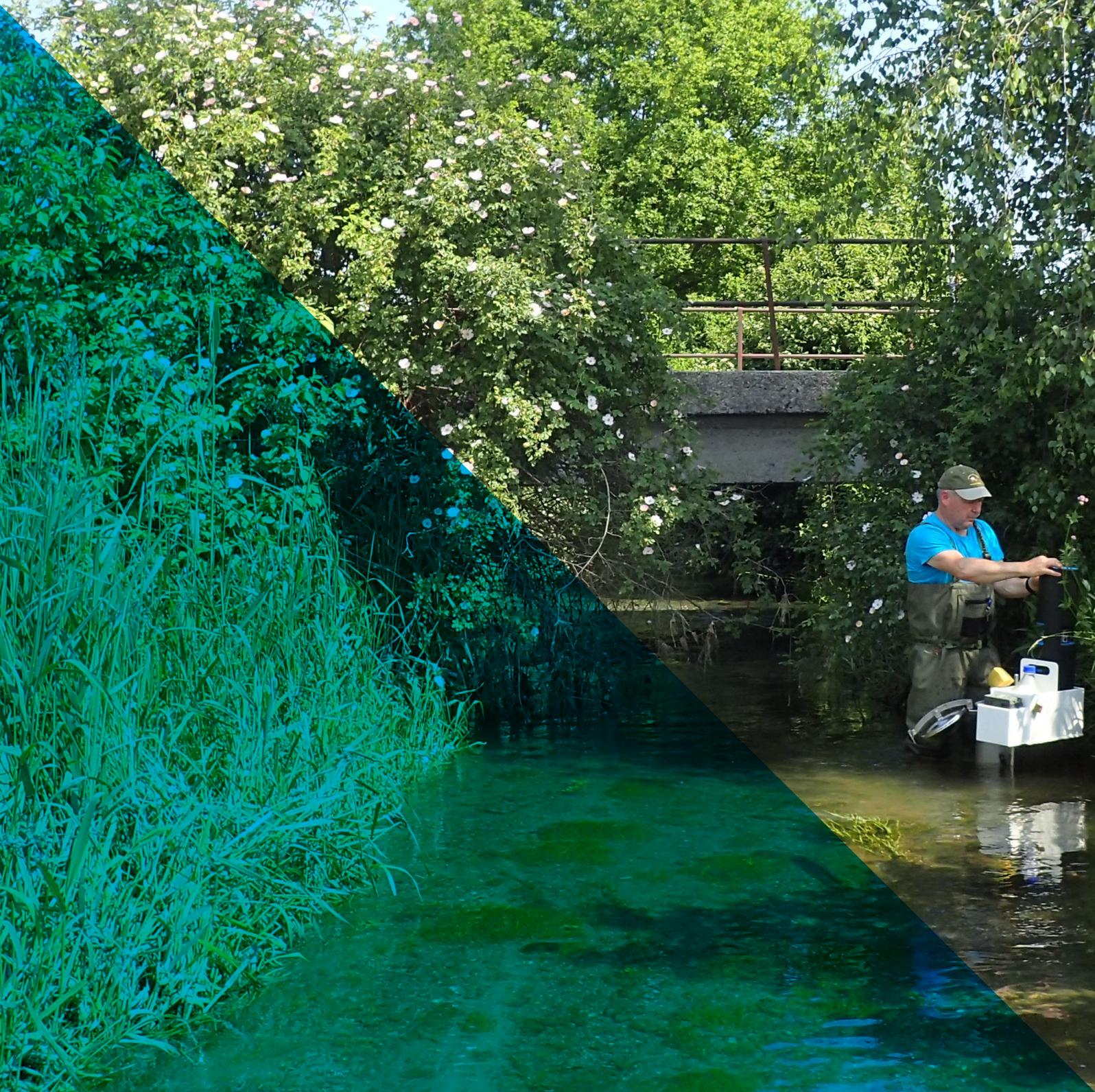




Kanton Zürich
Baudirektion
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft

Zustand der Fliessgewässer in den Einzugsgebieten von Töss und Thur

Messkampagne 2021



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.

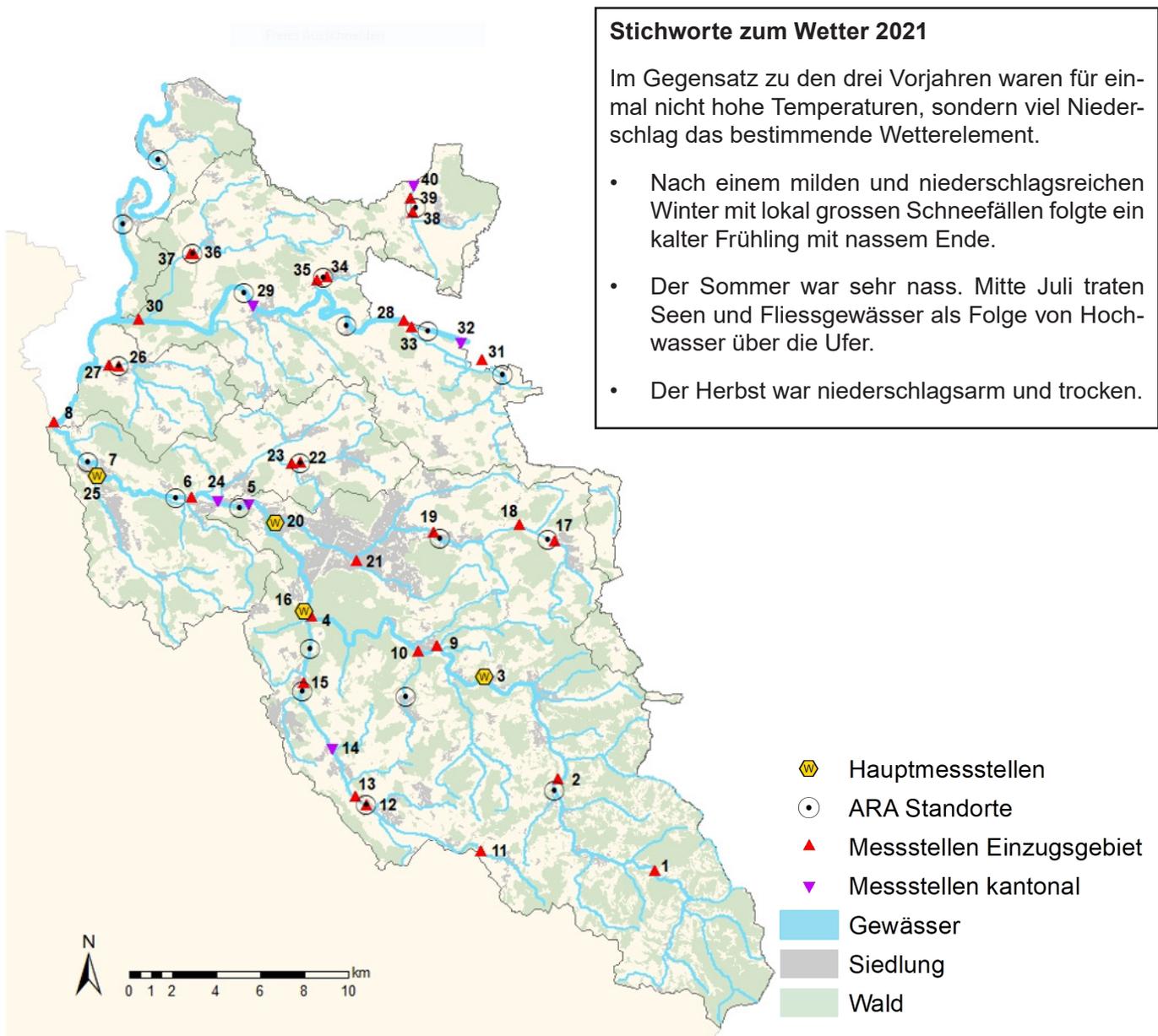
Zusätzlich werden an 50 über den ganzen Kanton verteilten Messstellen monatlich Stichproben aus den Gewässern geschöpft und physikalische Messungen sowie chemische Analysen durchgeführt. Die Resultate ermöglichen die Beurteilung der langfristigen Entwicklung der Wasserqualität und eine geografische Übersicht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

Für eine umfassende Gewässerbeurteilung wurden zwischen 2004 und 2017 in ausgewählten Einzugs-

gebieten, jeweils im Zweijahresrhythmus, 30 bis 40 Messstellen 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 2018-2021 wurde der Kanton neu in vier Gebiete unterteilt, die jeweils während einem Jahr umfassend untersucht werden. Die Resultate der 2021 berücksichtigten Einzugsgebiete von Töss und Thur sowie abgrenzenden Randgebieten werden im vorliegenden Kurzbericht zusammengefasst.

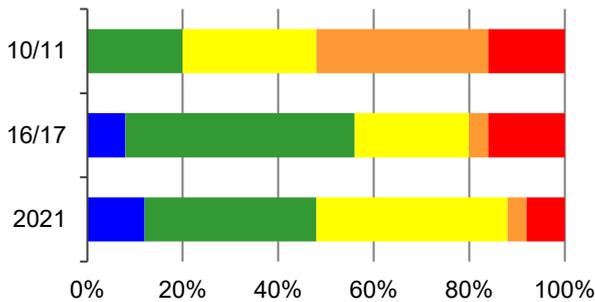
Detaillierte Resultate zu einzelnen Messstellen sind zu finden unter: www.gewaesserqualitaet.zh.ch



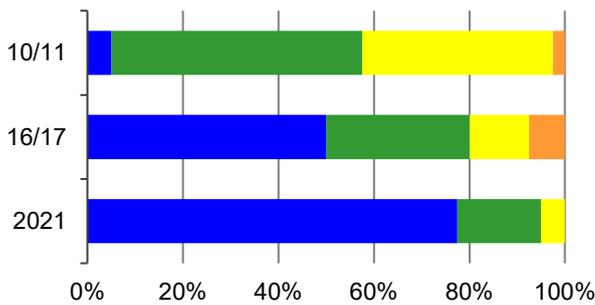
Wasserpflanzen

Von den 40 Untersuchungsabschnitten des Monitoringprogramms sind 15 natürlicherweise arm an aquatischer Vegetation und können nicht beurteilt werden. Um die restlichen fünf Vegetationstypen angemessen berücksichtigen zu können, wurden deshalb zusätzlich 24 Abschnitte untersucht.

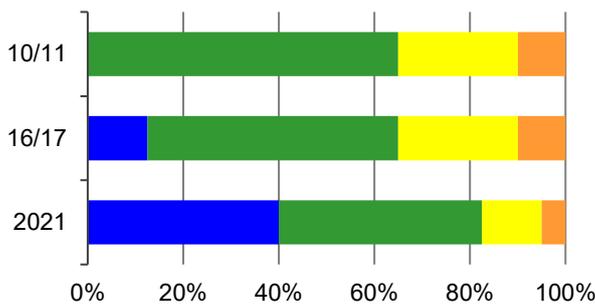
Wasserpflanzen



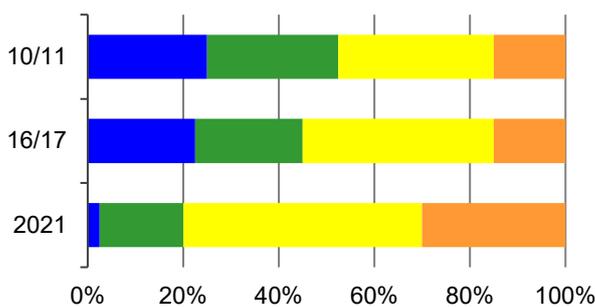
Wirbellose Ref ZH



Wirbellose IBCH



Wirbellose SPEAR



Anteil Stellen pro Beurteilungsklasse

■ sehr gut ■ gut ■ mässig ■ unbefriedigend ■ schlecht

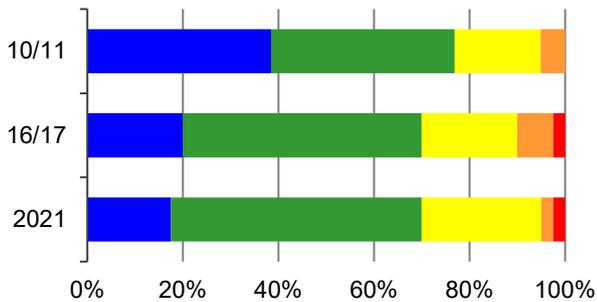
Der Zustand der Vegetation war 2021 deutlich besser als bei der Ersterhebung 2010/1011. Der Anteil an Abschnitten mit unbefriedigender und schlechter Beurteilung hat deutlich ab- und der Anteil an Abschnitten mit mässiger Vegetation zugenommen.

Auch der Anteil gut und sehr gut beurteilter Stellen ist leicht gestiegen. Gründe für die Verbesserung sind einzelne Revitalisierungen und das Vorkommen des Bibers. Dort wo der Zerfall von Uferverbauungen zugelassen wird, und dadurch untiefe Uferbereiche entstehen, verbessert sich der Zustand häufig ebenfalls. Allerdings ist es 2021 im Vergleich zu 2016/2017 zu einem Rückgang von gut beurteilten Abschnitten gekommen. Grund dafür könnte der nasse Sommer 2021 gewesen sein. Viele Bäche führten häufig Hochwasser und waren trüb, was sich vermutlich negativ auf das Pflanzenwachstum ausgewirkt hat. Zudem konnten die Kartierungen oftmals nicht bei optimalen Abflussbedingungen durchgeführt werden. Bei erhöhtem Wasserstand oder trübem Wasser können kleine Vorkommen von Arten übersehen werden, was zu einer schlechteren Bewertung führt. Zudem können auch natürliche Fluktuationen zu einem Wechsel der Beurteilungsklassen führen.

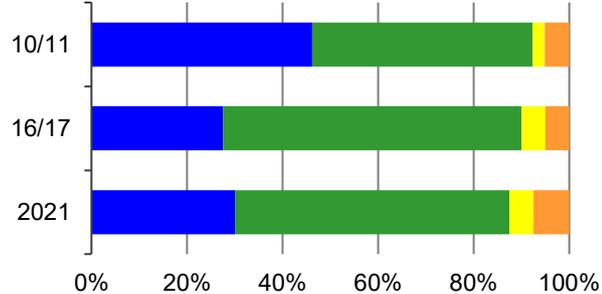
Wirbellose

Der seit einiger Zeit feststellbare Trend zu besseren Bewertungen beim IBCH und Ref ZH und schlechteren Bewertungen beim SPEAR-Index setzte sich auch im Einzugsgebiet Töss/Thur sehr deutlich fort. Die Verringerung der Nährstoffbelastung sowie die abschnittsweise Steigerung der Lebensraumqualität in den Fliessgewässern ermöglichen eine Zunahme der Artenvielfalt an den Probestellen. Jedoch scheint diese Zunahme hauptsächlich auf das Konto von unempfindlichen, häufigen Taxa zu gehen, während spezialisierte und empfindliche Taxa stagnieren. Dies kann die gegenläufigen Tendenzen zwischen SPEAR und den beiden anderen Indices erklären: Beim SPEAR-Index ist nicht die Artenvielfalt entscheidend, sondern das Verhältnis von pestizidsensitiven zu nicht sensitiven Taxa. Die Verschlechterung des SPEAR-Index deutet demnach auf eine Verschiebung des Verhältnisses zu Gunsten der nicht-sensitiven Arten hin. Dies muss nicht zwingend auf eine steigende Pestizidbelastung hindeuten, dieser Effekt kann auch durch eine generelle Zunahme von nicht sensitiven Taxa (Faunen-Homogenisierung) zustande kommen. Die gegenläufigen Tendenzen von IBCH / Ref_ZH und SPEAR deuten darauf hin, dass zwar die Artenvielfalt insgesamt zugenommen hat, diese Zunahme jedoch vor allem auf das Konto von robusten, unempfindlichen Arten geht. Die Häufigkeit von empfindlichen, spezialisierten Arten hat weiter abgenommen.

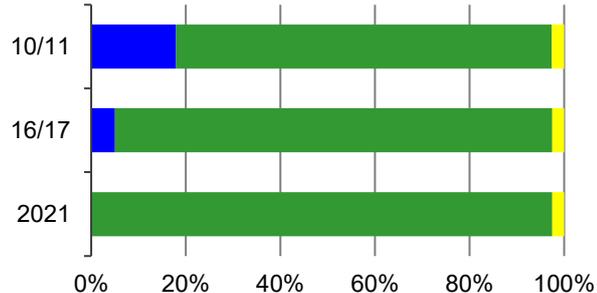
Kupfer



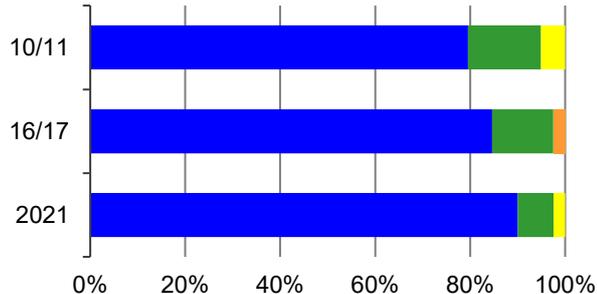
Zink



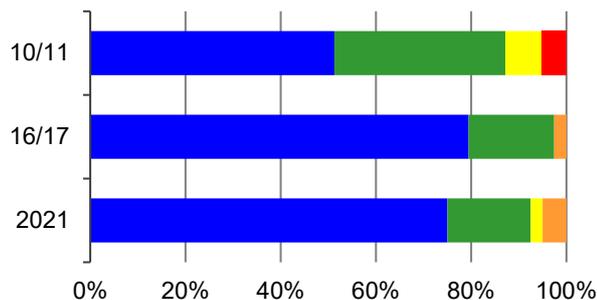
Nickel



PCB



PAK



Anteil Stellen pro Beurteilungsklasse

■ sehr gut ■ gut ■ mässig ■ unbefriedigend ■ schlecht

Schwermetalle, PCB und PAK im Sediment

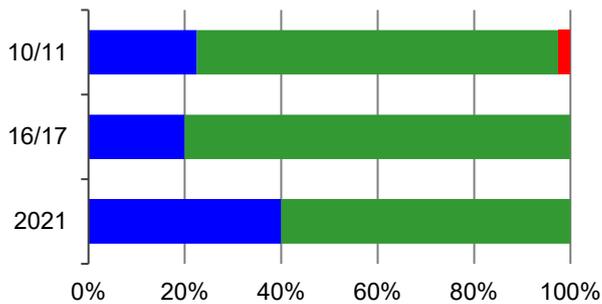
Verkehr, Industrie, Siedlungen, Altlasten und Landwirtschaft hinterlassen ihre Spuren in den Gewässern – auch in Form von Schwermetallen, PCB und PAK, die sich in den Sedimenten ablagern. Diese Stoffe können sich bereits in sehr tiefen Konzentrationen nachteilig auf die Gewässerlebewesen auswirken und kämen – wenn überhaupt – unter natürlichen Verhältnissen nur in sehr geringen Mengen in den Gewässern vor. Bei Starkregenereignissen gelangen Schwermetalle aus Regenüberläufen und Regenrückhaltebecken aus der Kanalisation, aus ARA, via Strassenabwasser oder Abschwemmungen von landwirtschaftlichen Nutzflächen oder belasteten Standorten in die Fliessgewässer. In grossen Fliessgewässern werden die Schwermetalle stark verdünnt. In der Töss und der Thur erfüllen alle gemessenen Schwermetalle die Zielvorgaben seit 2010/2011 vollständig.

Die Zielvorgaben für Blei, Cadmium, Quecksilber und Chrom (nicht dargestellt) werden seit 2010/2011 auch an allen anderen Stellen im Einzugsgebiet eingehalten. Bei Nickel kommt es in allen drei Perioden je einmal zu einer Überschreitung der Zielvorgabe, an jeweils unterschiedlichen Messstellen. Bei knapp der Hälfte der Messstellen ist eine Tendenz zu steigen, aber nach wie vor tiefen Nickelkonzentrationen feststellbar.

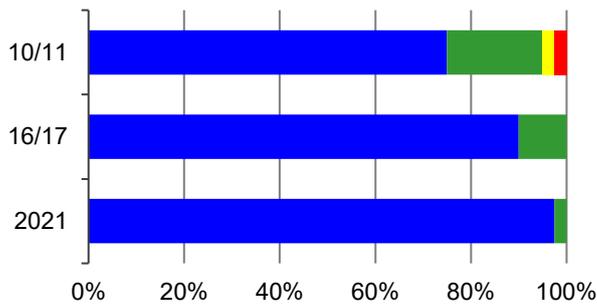
Die Belastung durch Kupfer- und Zink ist zwar deutlich höher als durch alle anderen Schwermetalle, aber im Vergleich zum gesamten Kanton, wo nur etwa 60 % der Stellen die Zielvorgaben für diese beiden Stoffe erfüllen, eher gering. Dies liegt daran, dass dieses Einzugsgebiet den geringsten Anteil an Siedlungsflächen aufweist.

Seit 2008 werden die Konzentrationen von polychlorierten Biphenylen (PCB) und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in den Gewässersedimenten überwacht. Die Belastung durch PCB ist in beiden, die Belastung durch PAK nur in der zweiten im Vergleich zur ersten Messperiode gesunken. Erhöhte PCB-Belastungen kommen häufig 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. Der Chrebsbach ober- und unterhalb der ARA Seuzach gehört zu den am stärksten belasteten Bächen im Einzugsgebiet. Kupfer, Zink und PAK wurden hier wiederholt und deutlich überschritten. Auch die Eulach vor der Mündung in die Töss weist deutlich erhöhte Werte von Kupfer, Zink und PCB auf. Diese sind auf Belastungen aus der Stadt Winterthur zurückzuführen.

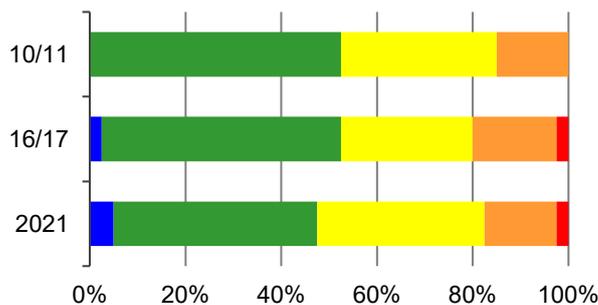
Ammonium



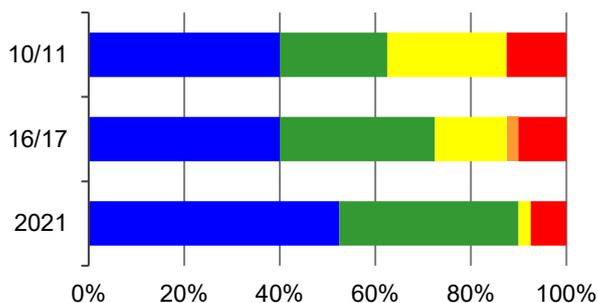
Nitrit



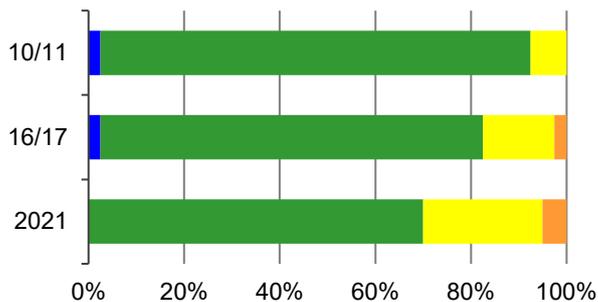
Nitrat



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 verschiedene Massnahmen im Bereich Landwirtschaft. Seit der Einführung der integrierten Produktion (IP) 1996 und dem ökologischen Leistungsnachweis (ÖLN) 1997 müssen Landwirtschaftsbetriebe u. a. eine ausgeglichene Düngerbilanz, einen angemessenen Anteil an ökologischen Ausgleichsflächen und geeignete Bodenschutzmassnahmen ausweisen, um Direktzahlungen zu erhalten. Seit der Jahrtausendwende nahm die Nährstoffbelastung nur noch langsam ab.

Ammonium und Nitrit, zwei giftige Stoffe für Gewässerorganismen, erfüllten die Zielvorgaben 2016/2017 erstmals vollständig. Die Verbesserung ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass die ARA Fischenthal Ende 2015 aufgehoben wurde und das Abwasser seither in der gleichzeitig ausgebauten ARA Bauma gereinigt wird. Zudem führt die Töss unterhalb von Bauma mehr Wasser, was zu einer stärkeren Verdünnung des gereinigten Abwassers führt. Die Phosphatbelastung hat sich gegenüber den Vorperioden ebenfalls verbessert. 2021 erfüllten 90 % der Messstellen die Zielvorgaben. Bei Nitrat dagegen nahm der Anteil von Stellen mit guter oder sehr guter Beurteilung um 5 % ab und liegt neu bei 47.5 %. Die Beurteilung der DOC-Belastung ist im Vergleich zur Vorperiode deutlich schlechter ausgefallen. 2016/2017 erfüllten über 80 % aller Messstellen die Zielvorgaben, 2021 waren es nur noch 70 % aller Stellen. Die höchsten DOC-Werte traten in der Hochwasserperiode im Juli auf und sind damit nicht anthropogen bedingt. Zudem standen ab 2021 aufgrund der einjährigen Untersuchungsperiode nur noch 12 Werte zur Verfügung, anstelle von 24 Werten in den Vorperioden. Je kleiner der Stichprobenumfang, desto anfälliger wird die Bewertung auf Ausreisser. Diese erfolgt sowohl bei den Nährstoff- als auch den DOC-Werten aufgrund des 90-Perzentils. Dies entspricht dem Wert, den 90 % aller Messdaten einer Stichprobe unterschreiten.

Mikroverunreinigungen in kleinen Fließgewässern vor und nach ARA

Zur Untersuchung der Belastung kleiner Fließgewässer mit Mikroverunreinigungen werden seit dem Jahr 2018 mobile Mischprobensammler eingesetzt, die zeitproportionale Wochenmischproben schöpfen. Für die Analytik werden jeweils die Proben von zwei Wochen zu einer Mischprobe vereint. Im Jahr 2021 untersuchte man im Zürcher Weinland den Niederwiesen- und den Mülibach vor und nach Einlauf der ARA Marthalen bzw. ARA Stammheim. Ziel war die Überprüfung, ob Abwasserreinigungsanlagen ein relevanter Eintragspfad für Pflanzenschutzmittel sind, die in der Landwirtschaft verwendet werden. Zusätzlich zu Niederwiesen- und Mülibach wurde noch der Ellikerbach beprobt.



mobiler Mischprobensammler im Mülibach

Um das Risiko abzuschätzen, das von den Mikroverunreinigungen für die Lebewesen im Wasser ausgeht, werden im Falle von Zweiwochenmischproben die gemessenen Konzentrationen einer Verbindung mit ihrem «Chronischen Qualitätskriterium (CQK)» verglichen. Das CQK gibt Auskunft darüber, ab welcher Konzentration negative Auswirkungen zu erwarten sind, wenn eine Verbindung über eine längere Zeit auf Organismen einwirkt. Der Quotient, der aus dem Vergleich der Konzentration mit dem CQK resultiert, heisst «Chronischer Risikoquotient (CRQ)».

Will man das Risiko der chronischen Toxizität nicht nur für einen einzelnen Stoff, sondern für eine ganze Stoffgruppe bestimmen, addiert man die CRQ aller Stoffe der betreffenden Gruppe (ΣCRQ). Für eine zusammenfassende Darstellung der Resultate können die höchsten ΣCRQ der Messperiode ($\Sigma_{max} CRQ$) verwendet werden, weil diese für das Risiko der Organismen im Gewässer ausschlaggebend sind (Aggregation).

Die Bezeichnung der Wasserqualität und ihre farbliche Codierung erfolgen gemäss dem nachfolgenden Schema:

Beurteilung der Wasserqualität

	Beurteilung	Kriterium
	sehr gut	Konzentration < $0.1 \times \Sigma CRQ$
	gut	$0.1 \times \Sigma CRQ \leq$ Konzentration < ΣCRQ
	mässig	$\Sigma CRQ \leq$ Konzentration < $2 \times \Sigma CRQ$
	ungenügend	$2 \times \Sigma CRQ \leq$ Konzentration < $10 \times \Sigma CRQ$
	schlecht	$10 \times \Sigma CRQ \leq$ Konzentration

Die Resultate der Kampagne an den kleinen Fließgewässern werden ergänzt mit den Resultaten, die für die beiden Hauptmessstellen «Thur bei Andelfingen» und «Eulach vor Töss» im Rahmen des Programms NAWA-Trend erhalten wurden. Für eine umfassende Darstellung der Methoden und Resultate beider Kampagnen verweisen wir auf den Bericht «Wasser und Gewässer 2022».

Ellikerbach

Da die ARA Ellikon seit dem Jahr 2017 in die nahe Thur entwässert, ist der Ellikerbach abwasserfrei. Er wies dementsprechend auch keine Belastung mit Wirkstoffen aus Arzneimitteln und Biozidprodukten (Mikroverunreinigungen Med./Bioz.) auf.

Bezüglich der Herbizide wies der Ellikerbach eine schlechte Wasserqualität auf. Die hohen Summen der CRQ, die in den Sommermonaten gefunden wurden, widerspiegeln die Tatsache, dass die Messstelle am Ellikerbach mitten im landwirtschaftlich intensiv genutzten Vorland der Thur liegt. In der Probe vom 4. Juni (Woche 23 bis 24) stieg der Wert von 0.9 auf 9.4, in der darauffolgenden Probe erreichte er mit 12.2 das Maximum. In beiden Proben waren die Herbizide Dimethenamid und Foramsulfuron für die hohen Werte verantwortlich: sie machen rund die Hälfte des Gesamtrisikos aus. Die Proben vom 18. Juni (Woche 25 bis 26) und 2. Juli (Woche 27 bis 28) wiesen zudem hohe Konzentrationen an Nicosulfuron auf, die zu Überschreitungen der Qualitätskriterien führten. Metribuzin wies in der Probe vom 19. Juli (Woche 29 bis 30) ein CRQ von 2.0 auf und führte dementsprechend zu einem erhöhten Risiko für die Wasserlebewesen in diesem Zeitraum.

Übersicht über die Resultate der Messkampagne 2021 an kleinen Fließgewässern

Summe der Risikoquotienten für die Gruppen der Mikroverunreinigungen Med./Bioz., der Herbizide, Fungizide und Insektizide. Es wurden alle Verbindungen berücksichtigt, für die ein CQK vorlag. Die Jahresbeurteilung wird bestimmt durch die höchste Summe der CRQ der jeweiligen Gruppe (Aggregation).

2021	Woche	2. Quartal												3. Quartal					Aggregation RQ Jahres- höchstwert
		13-14	15-16	17-18	19-20	21-22	23-24	25-26	27-28	29-30	31-32	33-34	35-36	37-38					

Ellikerbach

Med./Bioz.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Herbizide	0.0	0.6	0.5	0.7	0.9	9.4	12.2	2.9	2.3	1.0	1.0	0.1	0.1	12.2		
Fungizide	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1		
Insektizide	0.0	1.5	2.3	1.8	0.5	22.5	0.8	0.2	0.2	9.7	0.0	0.2	0.1	22.5		

Niederwiesenbach vor ARA Marthalen

Med./Bioz.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Herbizide	0.4	0.5	0.7	1.4	1.0	3.5	3.1	1.3	1.3	2.0	0.9	0.7	0.6	3.5
Fungizide	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
Insektizide	0.3	0.1	0.7	0.5	0.1	0.2	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9

Niederwiesenbach nach ARA Marthalen

Med./Bioz.	6.0	6.4	6.2	3.4	3.3	3.0	2.1	1.2	1.2	1.2	2.2	2.9	4.3	6.4
Herbizide	0.3	0.4	0.5	1.1	0.8	2.8	3.3	1.9	1.4	1.3	0.9	0.6	0.6	3.3
Fungizide	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.4
Insektizide	0.5	0.8	0.8	0.5	0.3	0.3	1.0	0.2	0.2	0.1	1.7	0.2	0.2	1.7

Mülibach vor ARA Stammheim

Med./Bioz.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Herbizide	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.4	1.8	1.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
Fungizide	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Insektizide	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Mülibach nach ARA Stammheim

Med./Bioz.	3.5	3.4	3.4	2.2	2.2	2.3	1.9	1.0	1.0	1.0	1.5	1.7	1.7	3.5
Herbizide	0.0	4.8	0.4	0.4	0.1	2.3	2.5	2.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	4.8
Fungizide	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Insektizide	8.4	4.2	13.0	0.9	0.4	0.6	8.4	0.2	0.1	0.3	0.1	0.6	0.1	13.0

Mülibach bei Furtmüli

Med./Bioz.	2.9	2.6	2.8	2.0	1.8	1.8	1.8	0.9	0.9	0.9	1.5	1.7	1.8	2.9
Herbizide	0.0	4.5	0.5	0.5	0.1	2.2	2.5	2.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	4.5
Fungizide	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Insektizide	0.5	4.5	13.5	0.6	0.3	0.4	5.9	0.2	0.1	0.2	0.1	0.5	0.1	13.5

Übersicht über die Resultate der Messkampagne 2021 an den Hauptmessstellen «Thur bei Andelfingen» und «Eulach vor Töss»

2021	Woche	1. Quartal					2. Quartal					3. Quartal					4. Quartal					Aggregation RQ Jahres- höchstwert	
		4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	18-19	20-21	22-23	24-25	26-27	28-29	30-31	32-33	34-35	36-37	38-39	40-41	42-43		44-45

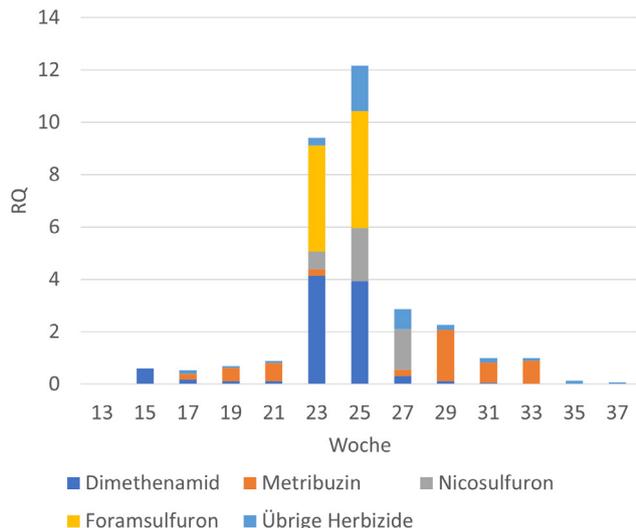
Eulach vor Töss

Med./Bioz.	1.4	0.9	1.2	1.6	1.7	1.1	1.6	1.7	1.4	1.5	2.0	1.4	2.5	0.7	0.8	1.8	1.3	1.5	2.1	2.1	2.6	2.8	2.3	1.8	2.8
Herbizide	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.8	3.0	1.7	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.0	3.0
Fungizide	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.7
Insektizide	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1	10.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	1.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	11

Thur bei Andelfingen

Med./Bioz.	1.0	0.6	1.1	1.3	1.0	0.6	0.6	0.7	0.6	0.5	0.5	0.8	0.1	0.5	0.0	0.5	0.5	0.8	1.1	1.1	1.4	1.4	1.8	1.6	1.8
Herbizide	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.8	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
Fungizide	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.6	0.0	0.6
Insektizide*	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.6

* keine Untersuchung auf Pyrethroide und Organophosphate



Herbizide im Ellikerbach

Herbizide werden vor allem im Ackerbau verwendet. Entsprechend ihren Applikationszeiten zeigen die Konzentrationen im Gewässer und damit die Summen der *CRQ* (*Herbizide*) einen typischen Jahresverlauf.

Auch die Insektizide führten zu einer schlechten Wasserqualität des Ellikerbachs. Die höchsten Werte für den *CRQ* eines Insektizids wies λ -Cyhalothrin in den Proben vom 4. Juni (Woche 23 bis 24) und vom 30. Juli (Woche 31 bis 32) auf. Das Risiko war 21.8-fach bzw. 9.5-fach erhöht. Zudem wurde in elf Proben Chlorpyrifos gefunden. In der zweiten, dritten und vierten Probe des Jahres (Woche 15 bis 20) trat die Verbindung mit einem *CRQ* grösser als 1 auf, nämlich mit 1.5, 1.8 bzw. 1.6. In den anderen Proben lag der *CRQ* zwischen 0.1 und 1. In der dritten und vierten Probe (Woche 17 bis 20) fand man auch Chlorpyrifos-methyl. Die Resultate für Chlorpyrifos und Chlorpyrifos-methyl erstaunen, da die Verwendung von Mitteln mit diesen beiden Wirkstoffen seit dem 1. Juli 2020 verboten ist. Ob diese Stoffe aus Auswaschungen von alten Einträgen oder aus illegalen Anwendungen stammen, ist unklar.

Niederwiesenbach

Beim Niederwiesenbach zeigt sich der Unterschied zwischen den beiden Messstellen vor und nach ARA Marthalen deutlich. So beträgt der Wert für die maximale Summe der *CRQ* der Mikroverunreinigungen Med./Bioz. nach der ARA 6.4 (Woche 15 bis 16), während vor der ARA keine Mikroverunreinigungen Med./Bioz. gemessen wurden. Den Löwenanteil an diesem

Wert hatte Diclofenac mit 5.0. Der zweite Stoff, der mit einem *CRQ* von mehr als 1 auftrat, war Azithromycin, das in der Probe vom 9. Februar (Woche 15 bis 16) den maximalen Wert für den *CRQ* von 1.2 zeigte. Für beide Stoffe sind die entsprechenden *CQK* als Anforderungen in der Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 in Anhang 2 aufgeführt.

Der Niederwiesenbach war bereits vor der ARA Marthalen so stark mit Herbiziden belastet, dass seine Wasserqualität bezüglich dieser Gruppe von Mikroverunreinigungen unbefriedigend war. Die maximale Summe der *CRQ* der Herbizide wurde mit 3.5 in der Probe vom 4. Juni (Woche 23 bis 24) erreicht. Metazachlor, Metribuzin, Nicosulfuron, Propyzamid, Terbuthylazin und Flufenacet waren die sechs Herbizide, die in dieser Probe ein *CRQ* grösser als 0.1 aufwiesen, wobei allerdings kein Wert grösser als 1 war. In der gesamten Messperiode überschreitet nur Metazachlor den *CRQ* von 1; mit 1.9 wurde der maximale Wert in der Probe vom 30. Juli (Woche 31 bis 32) erreicht. Nach der ARA Marthalen sind die Konzentrationen der Herbizide in den Zweiwochenmischproben aus dem Niederwiesenbach in fast allen Proben tiefer als vor der ARA, wenn auch nur geringfügig. Dies lässt sich damit erklären, dass das gereinigte Abwasser, das in den Niederwiesenbach eingeleitet wird, die Herbizide im Wasser des Bachs verdünnt – sofern das Abwasser selbst keine Herbizide enthält. Dies scheint bei der ARA Marthalen der Fall gewesen zu sein.

Bei den Insektiziden verhält es sich anders als bei den Herbiziden. Hier scheint ein Eintrag vereinzelter Stoffe über die ARA stattgefunden zu haben. So waren Imidacloprid und Pirimicarb vor der ARA nicht in relevanten Konzentrationen nachweisbar. Nach der ARA hingegen führten die Konzentrationen der beiden Stoffe zu *CRQ* von 0.4 bzw. 0.1. Auffallend war auch der hohe *CRQ* (1.4) von Thiacloprid in der Zweiwochenmischprobe vom 13. August (Woche 21 bis 22). Dass in der Probe, die zum selben Zeitpunkt vor der ARA gesammelt wurde, kein Thiacloprid gefunden wurde, deutet darauf hin, dass dieses Insektizid über die ARA in den Bach gelangt war.

Auch bei den Fungiziden scheint ein Eintrag in den Niederwiesenbach über die ARA stattgefunden zu haben. Während vor der ARA die maximale Summe der *CRQ* der Fungizide unter 0.1 lag, betrug sie in den Proben, die unterhalb der ARA gesammelt wurden, 0.4. Die beiden Fungizide, die in relevanten Konzentrationen auftraten, waren Fludioxonil und Spiroxamin. Einträge von Pflanzenschutzmitteln über ARA können beispielsweise von Hofplatzenwässerungen, die an die Kanalisation angeschlossenen sind, stammen. Solche Einträge sollen in Zukunft durch die Einrichtung von Waschplätzen für Geräte, mit denen Pflanzenschutzmitteln ausgebracht werden, verhindert werden.

Mülibach

Wie erwartet stieg die maximale Summe der CRQ der Mikroverunreinigungen Med./Bioz. nach der ARA Stammheim stark an, und zwar von 0 auf 3.5. Ausschlaggebend war wiederum Diclofenac. Es war die einzige Verbindung, die ein CRQ grösser als 1 zeigte. Sie wurde mit einem maximalen CRQ von 3.2 gefunden.

Vor der ARA Stammheim fand man in den Proben des Mülibachs die Herbizide Nicosulfuron, Propyzamid und Terbutylazin. Sie traten in Konzentrationen auf, die zu maximalen CRQ von 1.2, 1.3 bzw. 0.1 führten. Die maximale Summe der CRQ, die in der Probe vom 18. Juni (Woche 25 bis 26) erreicht wurde, betrug 1.8. Nach der ARA betrug sie 4.8. Dieser Wert wurde durch eine hohe Konzentration von Metribuzin in der Zweiwochenmischprobe vom 9. April verursacht. Dieser Befund deutet darauf hin, dass Metribuzin über die ARA in den Mülibach gelangte.

Bei den Insektiziden zeigte sich der grösste Anstieg der Summe der CRQ in den Proben vor und nach ARA. In den Proben, die vor der ARA gesammelt wurden, fand man keine Insektizide in einer Konzentration, die zu einem CRQ von mehr als einem Zehntel des CRQ geführt hätten. In den Proben, die nach der ARA erhoben wurden, zeigten drei Insektizide CRQ_{max} grösser als 1: Bifenthrin (3.2), Chlorpyrifosmethyl (5.0) und Cypermethrin (8.0). Die CRQ_{max} der beiden letztgenannten Verbindungen traten beide in der Zweiwochenmischprobe vom 23. April 2021 auf.



Einzugsgebiet des Mülibachs, Stammheim ZH

In dieser Probe wurde denn auch mit einem Wert von 13.0 die maximale Summe der CRQ der Insektizide erreicht. Dies führte dazu, dass die Qualität des Wassers des Mülibachs bezüglich der Insektizide in der Jahresbeurteilung als schlecht beurteilt wurde. Auch das Fungizid Tebuconazol schien über die ARA in den Mülibach eingetragen worden zu sein. Während die CRQ(Tebuconazol) vor der ARA in allen Zweiwochenmischproben 0 betrug, zeigte die Zweiwochenmischprobe vom 23. April 2021 ein CRQ (Tebuconazol) von 0.1. Das Bild für die Belastung des Mülibachs bei Furtmüli entspricht der Belastung des Mülibachs nach der ARA Stammheim.

Hauptmessstellen «Thur bei Andelfingen» und «Eulach vor Töss»

Wie zu erwarten war, belastete bezüglich der Mikroverunreinigungen Med./Bioz. vor allem Diclofenac das Wasser der Eulach. Sein CRQ_{max}, das in der Probe vom 8. November erreicht wurde, betrug 2.5. Diuron und Clarithromycin trugen ebenfalls mit CRQ von jeweils 0.1 zur \sum_{max} CRQ der Mikroverunreinigungen Med./ Bioz. von 2.8 bei. Bei den Herbiziden war Nicosulfuron hauptverantwortlich für die ungenügende Wasserqualität. Sein CRQ_{max} wurde in der Probe vom 21. Juni gemessen und betrug 1.6. In der gleichen Probe zeigten auch Dimethenamid (0.3), Terbutylazin (0.5) und Flufenacet (0.5) ihre CRQ_{max}. Azoxystrobin führte bei den Fungiziden zur \sum_{max} CRQ von 0.7, während es bei den Insektiziden vor allem die Pyrethroide Cypermethrin (2.4), λ -Cyhalothrin (4.6) und Permethrin (3.5) waren, die in der Zweiwochenmischprobe vom 21. Juni zu einer \sum_{max} CRQ von über 10 und somit einer schlechten Wasserqualität führten.

In den Proben der Thur gab bei den Mikroverunreinigungen Med./Bioz. ebenfalls das Diclofenac den Ausschlag. In der Probe vom 8. November zeigte es sein CRQ_{max} von 1.5. Bei den Herbiziden zeigte Nicosulfuron ein CRQ_{max} von 1.5; Terbutylazin und Flufenacet zeigten CRQ_{max} von jeweils 0.1. Die drei Herbizide wurden in den beiden aufeinanderfolgenden Proben vom 21. Juni und 5. Juli gefunden. Auch zwei Fungizide wurden gefunden, die zu CRQ zwischen 0.1 und 1 führten: Cyprodinil und Fludioxonil. Sie traten in den drei Proben auf, die auf den 25. Oktober folgten. Bei den Insektiziden fand man Imidacloprid und Thiacloprid in Konzentrationen, die zu CRQ_{max} von 0.6 bzw. 0.5 führten. Imidacloprid trat in der Probe vom 1. Februar auf, Thiacloprid in der Probe vom 22. November. Zum guten Abschneiden des Wassers der Thur bezüglich der Belastung mit Insektiziden muss erwähnt werden, dass die Proben nicht auf die sehr giftigen Pyrethroide und Organophosphate untersucht wurden.

Massive Defizite im Makrozoobenthos im Mülibach nach ARA Stammheim

Im Mülibach im Stammertal zeigt sich ein deutlicher Effekt von Pestizideinträgen auf die Kleintierfauna: Die drei Probestellen am Mülibach sind in Bezug auf Ökomorphologie, Bewuchs und Sohlenstruktur sehr ähnlich und alle drei Stellen bieten mit vielen Makrophyten und organischen Substraten ideale Habitate für Gammariden und andere MZB- Organismen.

Die oberste Stelle vor der ARA Stammheim weist denn auch eine erwartete hohe Dichte von Bachflohkrebsen (*Gammarus sp.*) und weiteren MZB Taxa auf. Unterhalb der ARA Stammheim bricht die Individuenzahl der Bachflohkrebsse massiv ein und sie erholt sich nicht mehr bis zur untersten Stelle bei der Furtmüli. Das fast vollständige Verschwinden der Gammari- den trotz vorhandener idealer Lebensräume deutet auf eine Belastung aus der ARA Stammheim hin. Gammariden sind einerseits recht tolerant gegenüber Nährstoffbelastungen, sie reagieren andererseits aber äusserst empfindlich auf Insektizide. Der Zusammenbruch der Gammaridenpopulation deutet daher auf Insektizideinträge aus der ARA Stammheim hin.

Bereits in der Vorperiode 2016 war die Gammarusdichte nach der ARA Stammheim reduziert, jedoch nicht ganz so stark wie 2021 und bis zur Stelle Furtmüli hatte sich die Population damals wieder erholt. Im Jahr 2010 war noch kein Einbruch feststellbar, im Gegenteil, die Gammarusdichte war damals unterhalb der ARA sogar am höchsten.



Bachflohkrebs (*Gammarus sp.*)

