

Steinach – vom Sorgenkind auf dem Weg zum gesunden Gewässer



Steinachmündung

Was bringt die Ableitung des Abwassers der ARA Hofen direkt zum See?

Seit Juni 2014 leitet eine knapp fünf Kilometer lange Leitung das gereinigte Abwasser der ARA St.Gallen-Hofen in Wittenbach zu einem Kraftwerk auf der ARA Morgental in Steinach und von dort in den Bodensee. Die Zeiten sind damit vorbei, als im Flüssen zeitweise mehr gereinigtes Abwasser als Frischwasser floss. Die Auswirkungen der Ableitung auf die Gewässerqualität sind markant.

Bis im Mai 2014 flossen im Unterlauf der Steinach bei Niederwasser bis zu 80 Prozent gereinigtes Abwasser aus der ARA Hofen. Trotz guter Reinigungsleistung der ARA war die Wasserqualität der Steinach

schlecht. Die gesetzlichen Anforderungen waren jahrelang klar nicht erfüllt. Zudem störten der Geruch nach Abwasser, Schaumbildung und Trübung des Wassers das äusserliche Bild. Auch der biologische Gewässerzustand war unterhalb der ARA Hofen ungenügend.

Das wurde getan

Seit Juni 2014 fliesst das gereinigte Abwasser der ARA Hofen nicht mehr in die Steinach sondern in einer Druckleitung auf ein Kleinwasserkraftwerk auf dem Areal der ARA Morgental in Steinach. Danach gelangt es zusammen mit dem gereinigten Abwasser dieser ARA über eine neue Seeleitung in

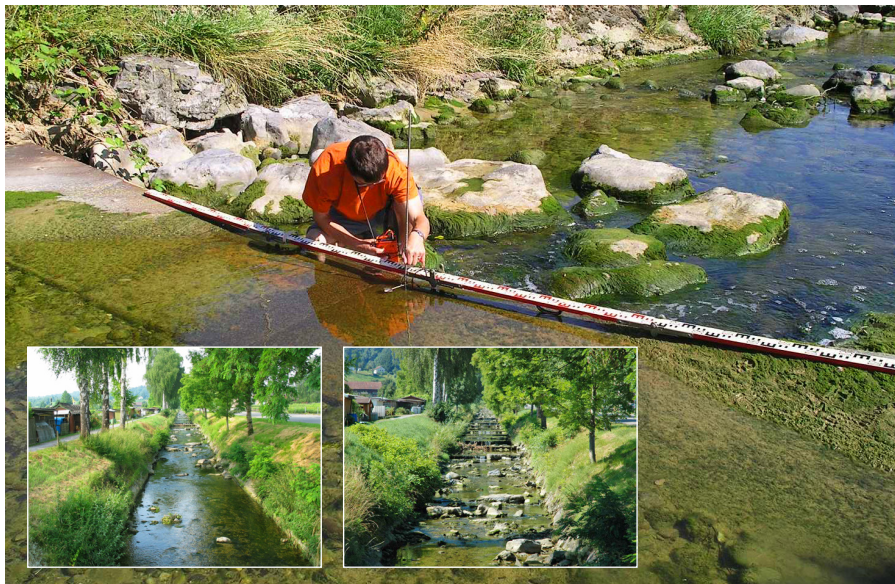
einer Tiefe von 26 Metern in den Bodensee. Die Steinach ist nun vollständig von gereinigtem Abwasser befreit.

Ausnahmslos positive Auswirkungen

Wie haben sich diese Massnahmen im ersten Jahr seit der Inbetriebnahme ausgewirkt? Um es vorwegzunehmen – ausnahmslos positiv. Die erste Erfolgskontrolle befasst sich mit den neuen Abflussverhältnissen, den Nährstoffen, den organischen Spurenstoffen, aber auch mit biologischen Indikatoren wie den Kieselalgen, den wirbellosen Wassertieren und mit den Fischen. Zudem liegen Ergebnisse zu ökotoxikologischen Untersuchungen der Eawag an Bachforellen vor.

Abflussmengen

Früher wurde das gereinigte Abwasser der ARA Hofen über einen Ausgleichsweiher und ein kleines Kraftwerk in die Steinach geleitet. Das verursachte bei Niederwasser in der Steinach ein bis zwei Mal täglich ein rasantes An- und Abschwellen des Wasserstandes. Der Abwasseranteil betrug bei Schwall rund 200 Liter pro Sekunde. Dies entsprach etwa 60 Prozent, in einer ausgeprägten Trockenperiode bis zu 80 Prozent des gesamten Abflusses. Kein Abwasser wurde in der Regel frühmorgens und gegen Mittag abgeleitet. Bei stärkerem Regen kann der Abfluss in der Steinach rasch auf sehr hohe Werte ansteigen, da ein grosser Anteil des Einzugsgebiets Siedlungsgebiet der Stadt St.Gallen ist, von wo das Wasser rasch abfliesst.



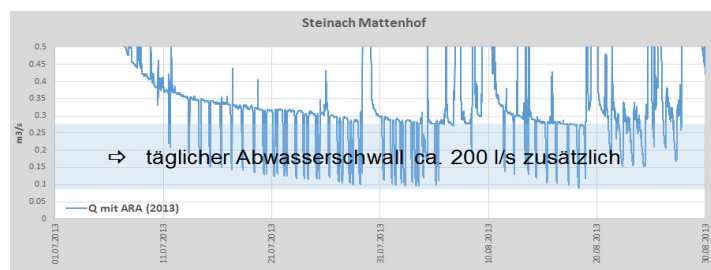
Messstation Steinach-Mattenhof: Eichmessung bei Niederwasser (grosses Bild). Steinach bei Mattenhof: extreme Niedrigwassersituation mit Abwasser (links) und ohne Abwasser (rechts) im Juli 2006 (kleine Bilder)

Bessere Bedingungen für Wasserlebewesen

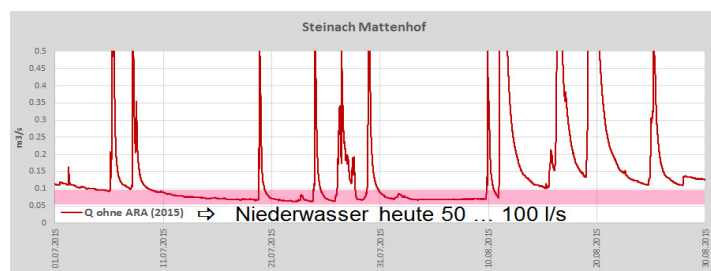
Das Abflussminimum ist heute ohne Abwasser gleich wie früher mit Abwasser. Das tägliche oft mehrfache künstliche An- und Abschwellen des Wasserstandes fällt weg. Das wirkt sich positiv auf die Lebewesen aus. So werden keine Tiere mehr fortgespült oder sitzen wegen zu raschem Abflussrückgang auf dem Trockenen. Eine ausgeprägte Trockenperiode konnte

im Juli 2006 genutzt werden, um eine Situation ohne Abwasser zu erzeugen. Während 13 Stunden wurde in der ARA Hofen sämtliches Abwasser zurückgehalten. Der Abfluss am Ende des Steinachtobels fiel damals nicht unter 50 Liter pro Sekunde. Die Abflussmessungen in der Steinach im heissen und trockenen

Sommer 2015 bestätigten diesen Wert – das Abflussminimum bleibt nach der Ableitung in etwa gleich. Eine grosse Strukturvielfalt mit kleinen Abstürzen und Pools, wie sie im Steinachtobel anzutreffen ist, bietet den Tieren im Wasser genügend Rückzugsmöglichkeiten auch bei tiefer Wasserführung.



...mit Abwasser
 (Juli bis August 2013)



...ohne Abwasser
 (Juli bis August 2015)

Abfluss an der Messstelle Steinach-Mattenhof im Juli und August 2013 mit Abwasser, sowie im Juli und August 2015 ohne Abwasser. Blau dargestellt ist der tägliche Abwasserschwall von ca. 200 l/s vor dem Bau der Ableitung. Die rote Linie zeigt den Abfluss mit neu deutlich weniger Schwankungen.

Nährstoffe

Stark belastet war die Steinach früher vor allem mit Phosphat, Nitrat und gelöstem organischen Kohlenstoff (DOC). Dies ist ein charakteristisches Bild für ein Gewässer mit hohem Abwasseranteil. Die Anforderungen an den chemischen Zustand waren unterhalb der ARA Hofen jahrelang klar nicht erfüllt.

Markante Verbesserung bei allen Parametern

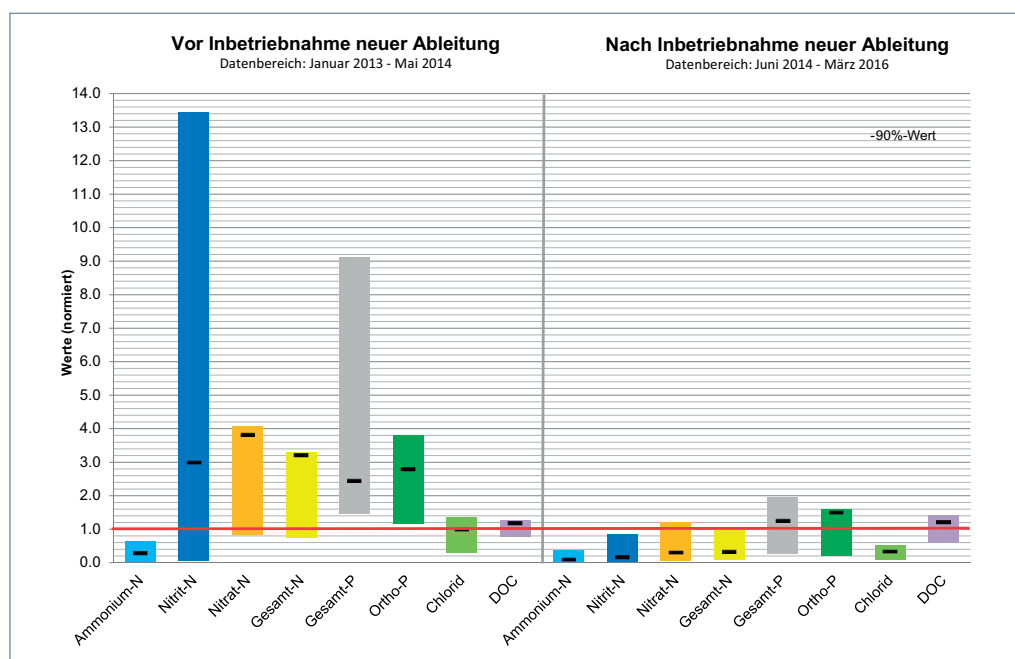
Nach der Inbetriebnahme der Ableitung hat sich die Wasserqualität deutlich verbessert. Die Zielwerte nach dem Modul-Stufen-Konzept des BAFU sind grösstenteils eingehalten. Bis auf eine Messung im Juni 2014 wurden bei allen Untersuchungen die Zielvorgaben für die Stickstoffparameter wie Nitrit, Nitrat und Ammonium erfüllt. Auch ging die Belastung mit gelöstem organischem Kohlenstoff (DOC) und Phosphat zurück. Da der DOC aber ein Gemisch aus verschiedenen organischen Substanzen darstellt, deren Ursprung nicht allein auf das gereinigte Abwasser zurückführbar ist,



Analytik von Wasserproben im Labor des Amtes für Umwelt und Energie des Kantons St.Gallen

konnten hier die Zielwerte zeitweise nicht eingehalten werden. Der Zustand ist aber deutlich besser als vor der Ableitung. Die

kantonale Zielvorgabe bei der Chloridkonzentration von weniger als 100 mg/l wurde seit der Ableitung stets eingehalten.



Messbereich der Nährstoffe und Salze (Chlorid) an der Messstelle Steinach-Mattenhof vor und nach der Inbetriebnahme der Ableitung des gereinigten Abwassers; Angabe des minimalen und maximalen Wertes. Die Werte sind normiert dargestellt bei einem Zielwert von 1 (rote Linie).

Mikroverunreinigungen

Bevor die Abwasserableitung gebaut war, wurden in der Steinach sehr hohe Konzentrationen von organischen Spurenstoffen gemessen. Zu diesen sogenannten Mikroverunreinigungen gehören Rückstände von Medikamenten, Inhaltsstoffe in Reinigungs- und Desinfektionsmitteln, Körperpflegeprodukten oder Industriechemikalien, Materialschutzmittel und Pestizide. Einige dieser Stoffe können sich bereits in diesen tiefen Konzentrationen auf Wasserlebewesen schädlich auswirken. Die Steinach war aufgrund der schlechten Verdünnung des Abwassers der am stärksten mit Spurenstoffen belastete Bodensee-zufluss.



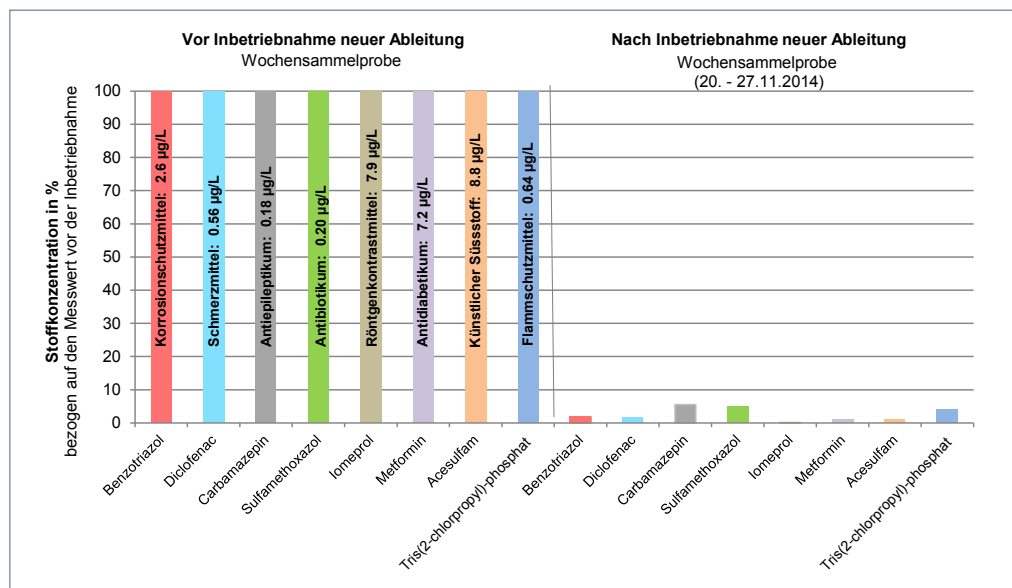
Automatisches Probenahmegerät an der Steinach zum Sammeln von Wasserproben für die Spurenstoffanalytik

Fast 100-prozentige Reduktion

Messungen im November 2014, fünf Monate nach Inbetriebnahme der Abwasserleitung, zeigten, dass bei den allermeisten der über 100 gemessenen Spurenstoffe die Konzentrationen gegenüber früher um 90 bis beinahe 100 Prozent verringert waren. Beispielsweise nahm die Konzentration des Korrosionsschutzmittels Benzotriazol oder des Schmerzmittels Diclofenac um 98 Prozent ab. Die Röntgenkontrastmittel waren in so geringen Mengen im Wasser vorhanden,

dass sie auch mit modernster Analytik nicht mehr bestimmt werden konnten. Aufgrund der Landnutzung im Einzugsgebiet der Steinach ist auch ohne das gereinigte Abwasser der ARA Hofen weiterhin mit Spurenstoffen im Wasser der Steinach zu rechnen – jedoch nur noch in sehr geringen Konzentrationen. Bei Regenereignissen gelangt zur Entlastung des Kanalnetzes weiterhin Abwasser, wenn auch stark verdünnt, in die Steinach.

Natürlich gelangen diese Spurenstoffe über die neue Abwasserleitung vorläufig in genau gleichem Umfang in den See, wo sie jedoch viel stärker verdünnt werden als früher in der Steinach. In der geplanten zusätzlichen Reinigungsstufe auf der ARA Morgental werden künftig auch die Spurenstoffe aus dem Abwasser der ARA Hofen weitgehend eliminiert.



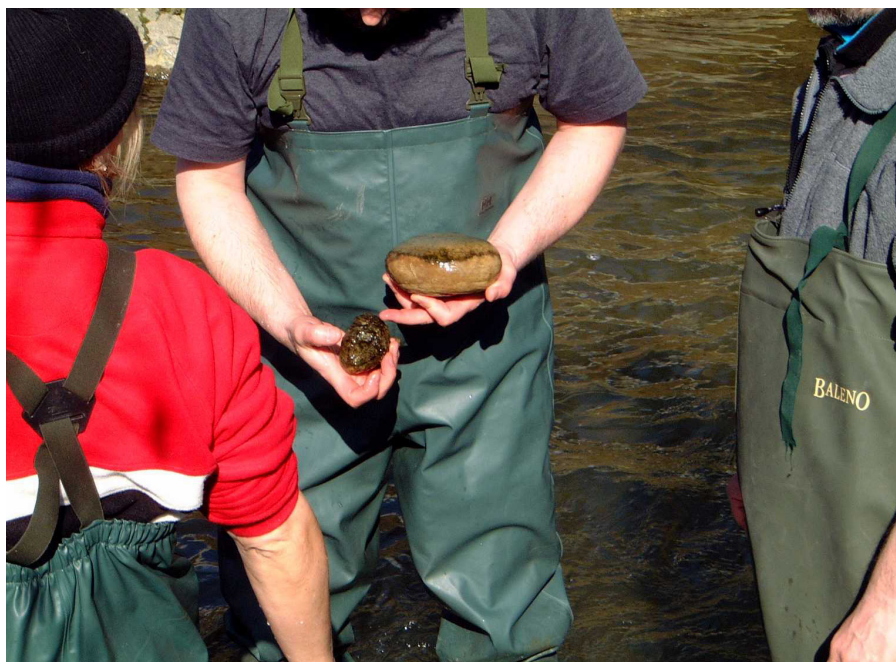
Konzentration ausgewählter Spurenstoffe an der Messstelle Steinach-Mattenhof in Prozent bezogen auf den Messwert vor und nach der Inbetriebnahme der Ableitung des Abwassers der ARA St. Gallen-Hofen. Zusätzlich sind die absoluten Werte vor der Inbetriebnahme der Ableitung in µg/L angegeben.

Kieselalgen

Die Lebensgemeinschaft der Kieselalgen hat sehr rasch positiv auf die bessere Wasserqualität reagiert. Noch im März 2014 zeigten die Kieselalgen an der untersten Messstelle Steinach-Mattenhof die Zustandsklasse «mässig» an. Knapp vier Monate nach Inbetriebnahme der Ableitung, im September 2014, erzielte diese Untersuchungsstelle erstmals die Zustandsklasse «gut». Die Steinach zeigte – beurteilt anhand der Kieselalgen – an der Stelle Mattenhof einen ähnlich guten Zustand wie oberhalb der ARA.

Weitere Verbesserung erwartet

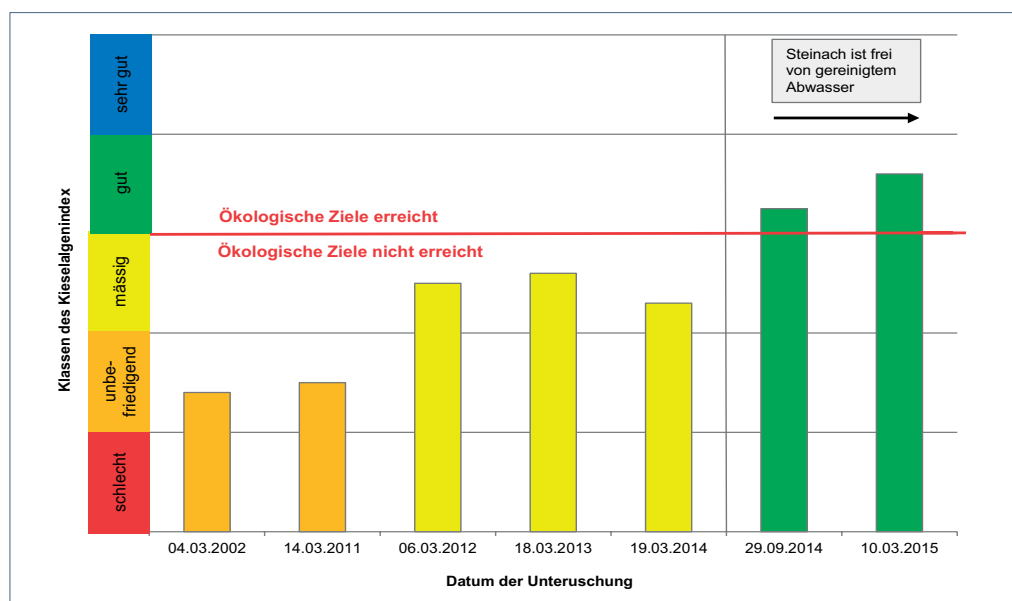
Die schnelle Reaktion der Kieselalgen-Lebensgemeinschaften entspricht den Erwartungen. Kieselalgen reagieren in nährstoffreichem Wasser erfahrungsgemäss innerhalb von einem bis zwei Monaten auf eine veränderte Wasserqualität. Direkt unterhalb der ARA Hofen war die biologisch indizierte Wasserqualität im September 2014 zwar schon deutlich besser, aber noch immer «mässig» und erfüllte somit die Anforderungen nicht. Wie erwartet setzt sich der positive Trend fort. Bei den Un-



Biologische Untersuchung der Steinach

tersuchungen im März 2015 konnte eine weitere Verbesserung festgestellt werden. Alle Stellen unterhalb der ARA Hofen erfüllen nun erstmals mit der Zustandsklasse «gut» die ökologischen Ziele der Gewäs-

erschutzverordnung hinsichtlich der Kieselalgen. Ob an der Steinach jemals die Zustandsklasse «sehr gut» erreicht werden kann, ist aufgrund der Entlastungen aus der Kanalisation jedoch fraglich.



Untersuchungen der Kieselalgen von 2002 bis 2015. Dargestellt sind die Beurteilungsklassen des Kieselalgenindex je Untersuchung an der Stelle Steinach-Mattenhof Mattenhof sowie jeweils die Klassen des Kieselalgenindex (DI-CH).

Wirbellose Wassertiere

Die wirbellosen Wassertiere, wie Insektenlarven, Würmer oder Schnecken benötigen im Vergleich zu den Kieselalgen deutlich mehr Zeit, um sich an die neuen Verhältnisse anzupassen. Die Generationszeiten der wirbellosen Wassertiere sind länger und ihr Aufkommen ist nicht nur an die stoffliche Wasserqualität gebunden, sondern auch von den morphologischen Gegebenheiten abhängig. Dazu gehören Ufer, Gewässersohle und Umgebung, die Dynamik von Abfluss, Geschiebe und Gewässersohle sowie das Potenzial für die Wiederbesiedlung durch wirbellose Wassertiere, das von der Anbindung der Zuflüsse abhängt.

Sensible Lebewesen werden sich langsamer erholen

Die Lebensgemeinschaft der wirbellosen Wassertiere passt sich nur langsam den veränderten Bedingungen an. So entsprach sie im September 2014 nach drei Monaten ohne Abwasser an allen drei untersuchten Stellen sowohl oberhalb als auch unterhalb der ehemaligen Einleitung nach wie vor nicht den Anforderungen. Bei den Untersuchungen im März 2015 zeigte sich aber bereits eine vielfältigere Lebensgemeinschaft der Wirbellosen. Besonders erfreulich ist, dass auch wieder mehrere sensible Steinfliegenlarven gefunden wurden.



Ohne das gereinigte Abwasser bietet die Steinach vor allem in den strukturell wenig beeinflussten Abschnitten wieder Lebensraum für eine natürliche Flora und Fauna



Steinfliegenlarve

Fische

Die Steinach ist ein typisches Bachforellengewässer. Im Unterlauf finden sich zahlreiche weitere Fischarten, die aus dem Bodensee einsteigen. Die Seeforellenpopulation ist von überregionaler Bedeutung und daher in der Steinach von besonderem Interesse. Das Flüsschen ist nach dem Alpenrhein das wichtigste Seeforellen-Laichgewässer am Bodensee. Ob und wie sich der Wegfall des gereinigten Abwassers auf die Steinach als Laichgewässer für die Seeforellen auswirkt, war unklar. Werden beispielsweise die Forellen das Gewässer mit dem neuen Geruch noch erkennen und zum Laichen einsteigen? Auch war fraglich, wie sich die geänderte Wasserführung und die veränderte Winterwassertemperatur auf die Population auswirken.

Seeforellen finden ihre Laichplätze

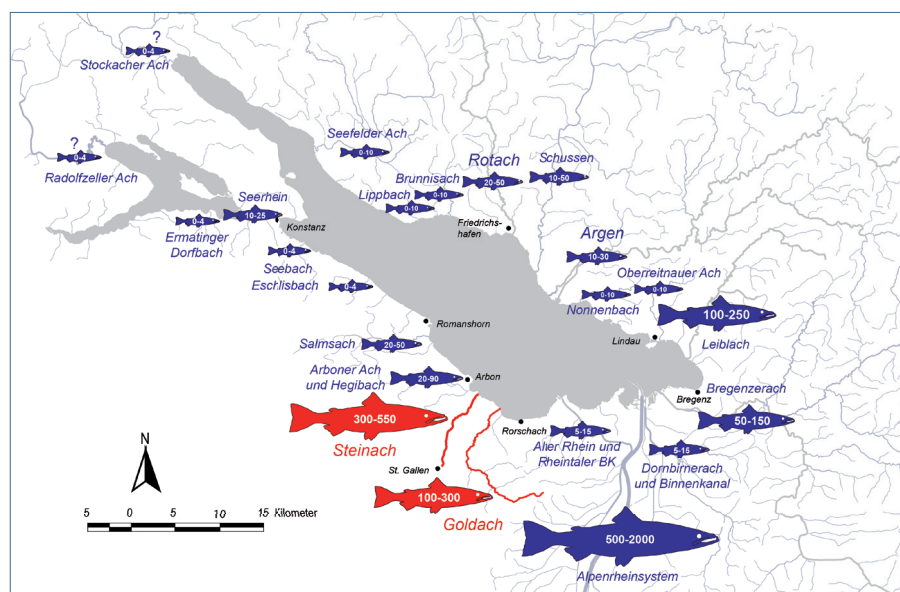
Das Amt für Natur, Jagd und Fischerei hat seit der Ableitung des gereinigten Abwassers besonderes Augenmerk auf die Seeforellenpopulation gerichtet. Laichfische wurden gefangen, Laichgruben gezählt und Seeforellen zum Zählen mit Sendern versehen.



Abfischung an der Steinach (grosses Bild). Besonderung von Seeforellen mittels PIT-Tags (kleines Bild)

Die ersten Ergebnisse zeigen, dass in der Laichsaison 2014/15 etwa 200 Seeforellen aufgestiegen sind. Diese Zahl ist tiefer als die früher geschätzte jährliche Aufsteigerzahl von 300 bis 550 Exemplaren, weist aber auf einen nach wie vor guten Bestand hin.

Somit hat trotz neuem Geruch ein Grossteil der aufsteigewilligen Laichtiere den Einstieg in die Steinach gefunden. Ein allfälliger durch den neuen Geruch verursachter «Bestandsrückgang» wäre von kurzer Dauer und nach längstens drei Jahren nicht mehr feststellbar.



Fische wieder geniessbar

Gefischt wurde in der Steinach früher nur oberhalb der Einleitung des Abwassers, da die Fische unterhalb stark nach Abwasser rochen und nicht geniessbar waren. Der Pächter und seine Fischerkollegen waren seit der Ableitung erst wenige Male auch im Unterlauf aktiv und erfolgreich. Die gefangenen Bachforellen seien aber wieder sehr schmackhaft gewesen.

Schätzung der jährlichen Einstiegszahlen der Seeforellen-Laichfische in die Bodensee-zuflüsse (Werner et al. 2014).

Ökotoxikologie

Die Ökotoxikologie befasst sich damit, wie sich Schadstoffe in der Umwelt auf die Lebewesen auswirken. Die Abteilung Umwelttoxikologie der Eawag und das Ökotoxizentrum Eawag-EPFL führten im Herbst 2012 sowie Frühjahr 2014 und 2015 ökotoxikologische Untersuchungen an Bachforellen aus der Steinach mit Hilfe molekularer Methoden durch. An den ersten beiden Terminen war die Steinach noch mit Abwasser belastet, 2015 wurden Fische aus der abwasserfreien Steinach beprobt. Dabei wurde anhand mehrerer Gene untersucht, wie die genetische Information zum Ausdruck kommt (Genexpression). Die ausgewählten Gene geben auf Zellebene unterschiedliche Antworten auf das Einwirken von Umweltschadstoffen. So können durch Schadstoffe hervorgerufene, nicht tödliche aber bereits schädliche Effekte im Fisch nachgewiesen werden, wie etwa die Beeinflussung des Hormonsystems.

Wasserqualität beeinflusst Gene

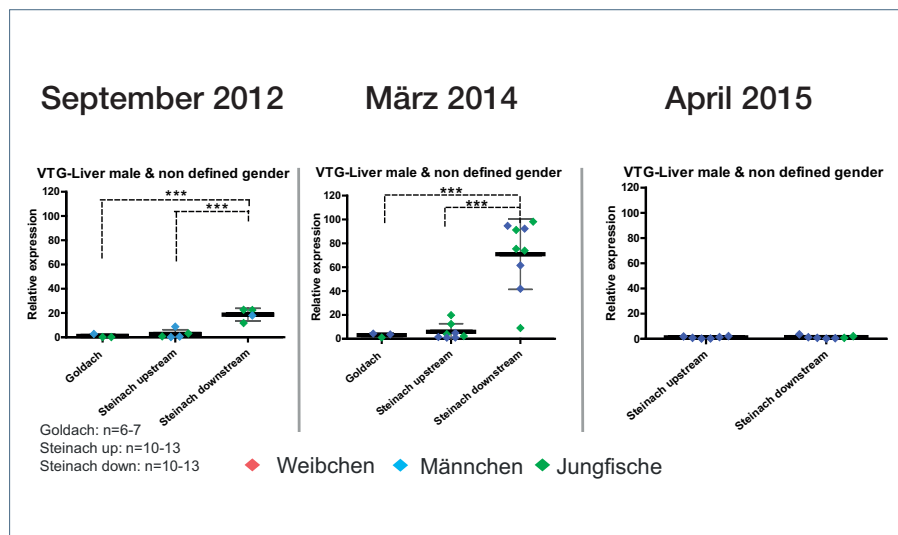
Die Untersuchungsergebnisse von 2012 und 2014 zeigten deutliche Unterschiede zwischen den Stellen oberhalb und unterhalb der Abwassereinleitung. Bei den Fischen unterhalb der Einleitung waren die Stressantworten, das heisst die Reaktionen auf die



Bachforelle (*Salmo trutta fario*)

Belastung durch die schlechte Wasserqualität, stärker als bei den Fischen oberhalb der Einleitung oder im Referenzfluss Goldach. Der Einfluss des gereinigten Abwassers auf die zellulären Stressantworten war damals deutlich erkennbar; 2015 waren keine Unterschiede mehr in der Steinach oberhalb und unterhalb der ARA erkennbar. Die Belastung hat sich für die Fische deutlich reduziert. Das Beispiel in der Abbildung zeigt die zel-

luläre Stressantwort eines Gens für hormonelle Wirkungen. Bei den Vitellogenin-Werten (VTG) zeigten sich früher mit Abwasser deutliche Unterschiede in der Leber der Fische unterhalb der ARA im Vergleich zu den anderen Standorten. Dies deutete auf eine erhöhte Konzentration von östrogenaktiven Stoffen unterhalb der ARA hin. 2015 war ohne Abwasser ein eindeutiger Rückgang der hormonellen Effekte auf die Fische feststellbar.



Aktivität eines Biomarkergens für endokrine Wirkung (VTG) in der Leber aller gefangener Bachforellen, gemessen anhand der relativen mRNA-Expression.

Aufgetragen sind die Expressionswerte jedes einzelnen untersuchten Fisches, dargestellt als rote, blaue oder grüne Quadrate; die Farben stehen für das Geschlecht der Fische.

Dargestellt sind die Mittelwerte der Expression (schwarzer Balken) mit den Standardabweichungen. Die gestrichelten Linien verdeutlichen die signifikanten Unterschiede zwischen den Probestellen. Statistisch signifikante Unterschiede zu den Stellen Goldach und Steinach oberhalb der Abwassereinleitung sind durch Sternchen (*= $p < 0.05$, **= $p < 0.01$, ***= $p < 0.001$) gekennzeichnet.