

UMWELT

Erfolgskontrolle an der Bünz im Einflussbereich der Abwasserreinigungsanlagen im Bünzthal

ARA-Ausbauprogramm 1996-2017

Mai 2019

Herausgeber

Departement Bau, Verkehr und Umwelt
Abteilung für Umwelt
5001 Aarau
www.ag.ch

Autor:

Markus Haberthür, Ambio GmbH Zürich

Mitarbeit

Guido Erni (Kieselalgenbestimmung)

Copyright

© 2019 Kanton Aargau

Inhalt

Zusammenfassung	4
1 Anlass der biologischen Erfolgskontrolle bei Kläranlagen	6
2 Konzept der immissionsorientierten Erfolgskontrolle	
Abwasserreinigung	8
2.1 Zweck der Erfolgskontrollen	8
2.2 Überwachungskonzept	8
2.3 Beurteilung nach dem Modul-Stufen-Konzept	9
2.4 Ausgewählte Kriterien für die Erfolgskontrollen	9
3 Entwicklung des Gewässerzustandes in der Übersicht	12
3.1 Äusserer Aspekt	12
3.2 Gewässerzustand gemäß der Kieselalgenindikation	15
4 Wirkung der Massnahmen bei den ARA	16
4.1 Gegenwärtiger Ausbaustand der ARA's	16
4.2 Änderungen seit 1994	16
4.3 Vorgesehene Massnahmen	16
4.4 ARA Muri	17
4.5 ARA Bünzen	19
4.6 ARA Hendschiken	21
5 Literatur	23
Anhänge	24
Daten der Kieselalgen	24
Daten Äusserer Aspekt	29

Zusammenfassung

Zur Erfolgskontrolle des ARA-Ausbauprogrammes im Einzugsgebiet der Bünz wurde über den Zeitraum 1994-2018 der biologische Zustand der Gewässer im Einflussbereich der Abwasserreinigungsanlagen mehrmals nach Abschluss einzelner Ausbaustufen untersucht. Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse bei den 2018 in Betrieb stehenden Anlagen zusammen. Durch die Sanierungsmassnahmen ist die Belastung der Bünz deutlich zurückgegangen. Allerdings machen die trockenen Witterungsverhältnisse wie sie 2018 herrschten diese Erfolge wieder zunichte.

Bisherige Massnahmen

Im Bünztal wurden zwischen 1994 und 2017 die Abwasserreinigungsanlagen Muri, Bünzen, Wohlen und Henschiken erneuert und/oder ausgebaut. Seit 2004 wird das Abwasser der grössten Anlage bei Wohlen über eine Verbundleitung direkt in die Aare eingeleitet. Weiter wurde die kleine Kläranlage am Krebsbach bei Ammerswil im Zuge der Sanierungsetappen aufgehoben. Das Abwasser aus Ammerswil wird heute in der ARA Henschiken gereinigt.

Generelle Verbesserung des Gewässerzustands

Durch die Realisierung der ARA-Ausbau- und Sanierungsprogramme im Einzugsgebiet der Bünz hat sich der äussere Aspekt im Bereich der ARA Henschiken deutlich verbessert. Bei den ARA's von Bünzen und Muri zeigen sich unter normalen Abflussbedingungen ebenfalls deutlich Verbesserungen. Vor Beginn der Sanierungsphasen war 1997 der äussere Aspekt der Bünz im Bereich der ARA Henschiken oft hinsichtlich mehrerer Merkmale zu beanstanden. Dies ist nun nach Abschluss verschiedener Sanierungsmassnahmen bis 2017 nur noch vereinzelt der Fall. Noch nicht erfüllt sind die Anforderungen bezüglich Feststoffe und Schaum was aber nur zum Teil mit dem ARA-Einfluss zusammenhängt.

Das ARA-Ausbauprogramm reduzierte insgesamt die stoffliche Belastung der Bünz. Vor Beginn der Sanierungsphasen erfüllte die Stoffbelastung der Bünz an 8 von 12 untersuchten Stellen die entsprechenden Anforderungen der Gewässerschutzverordnung (GSchV) nicht mehr. Dabei spielten sowohl die hohe Belastung durch biologisch wirksame, organische Stoffe als auch die Gesamtbelastung (DI-CH) eine Rolle. Beim Stand der Sanierungen im Jahr 2017 und unter normalen hydrologischen Bedingungen sind die Anforderungen hinsichtlich der Gesamtbelastung an allen Stellen

erfüllt, bezüglich der organischen Belastung an zwei Stellen knapp noch nicht. Die Bünz weist ab Bünzen, aber schon vor der ARA, eine erhöhte Grundlast von organischen Stoffen auf.

Schlechter Gewässerzustand bei lang anhaltenden Trockenphasen

Bei langen Trockenwetterverhältnissen wie sie 2018 herrschten, lassen sich die durch die Untersuchung geprüften Anforderungen der Gewässerschutzverordnung im oberen Bünztal nicht mehr einhalten. Der langanhaltende geringe Abfluss (ca. Q_{347}) und die resultierenden Verdünnungsverhältnisse wirken sich negativ auf den äusseren Aspekt (Sauerstoffversorgung der Gewässersohle, Schaumbildung, Abwassergeruch), die Belastung mit organisch abbaubaren Stoffen sowie die Gesamtbelastung aus.

Was bleibt zu tun?

Wenn sich das Abflussregime von 2018 in Zukunft häuft, was nicht unwahrscheinlich ist, müssen an der ARA Muri umfangreichere Massnahmen ergriffen werden. Diese sind durch den geplanten Bau einer 4. Reinigungsstufe bereits eingeleitet.

Auch bei normalem Abflussregime sind die starke Kolmation des Bachbettes und der Feststoffeintrag in die Bünz unterhalb der ARA Henschiken sowie die von den Kieselalgen angezeigte erhöhte organische Belastung an der zweiten Stelle unterhalb der ARA noch nicht befriedigend. Die Ursachen des Feststoffeintrags aus der ARA sind genauer abzuklären. Der Feststoffeintrag kann allenfalls durch Verbesserungen an der Feststoffabtrennung eliminiert werden. Bezüglich der erhöhten organischen Belastung (gemäss Kieselalgenindikation) muss vorerst abgewartet werden wie sich die Massnahmen an der ARA Bünzen auf die Vorbelastung in Henschiken auswirken. Vorgesehen ist, die Anlage von Bünzen bis 2030 aufzuheben und das Abwasser auf der ARA Wohlen zu reinigen.

Unabhängig davon wird ein Entscheid über die Zukunft der ARA Henschiken demnächst gefällt. Bevorzugt wird die Aufhebung der ARA und die Ableitung des Abwassers auf die ARA Lenzburg.

1 Anlass der biologischen Erfolgskontrolle bei Kläranlagen

Veränderte Rahmenbedingungen der Abwasserbehandlung

Die Infrastruktur zur Siedlungsentwässerung und Abwasserreinigung ist nicht für die Ewigkeit gebaut. Die Kanalisationssysteme und Abwasserreinigungsanlagen müssen laufend unterhalten und im gleichen Zuge den sich verändernden Anforderungen angepasst werden. Jährlich wächst die Siedlungsfläche in der Schweiz um fast ein Prozent und erfordert eine laufende Erweiterung der Entwässerungssysteme. Die Problematik von Mikroverunreinigungen durch toxische und hormonaktive Spurenstoffe hat sich im letzten Jahrzehnt akzentuiert. Sie zeigt sich in schwindenden Fischpopulationen und Missbildungen bei Fischen.

Das Fernhalten von Fremdwasser aus der Abwasserkanalisation – gegenwärtig rund 30% der schweizerischen Abwassermenge – ist immer noch ein vorrangiges Ziel zur Steigerung der Reinigungseffizienz der Abwasserreinigungsanlagen. Der flächendeckende Verbund der Kanalisationsnetze ermöglicht eine Optimierung des Abwassermanagements und eine effizientere Bewirtschaftung der Abwasserreinigung. In diesem Zusammenhang ist auch der Ersatz der früher einzeln betriebenen, kleineren Abwasserreinigungsanlagen durch zentrale Grossanlagen mit wirkungsvolleren Reinigungstechnologien und besseren betriebswirtschaftlichen Eckwerten zu sehen.

Ende einer intensiven Investitionsphase

Die Rahmenbedingungen der Abwasserbehandlung haben sich auch im Bünztal verändert. In der Folge wurden in den letzten zwanzig Jahren grössere Investitionen in die Siedlungsentwässerung und Abwasserreinigung getätigt. Dabei wurden die ARA's von Ammerswil und Villmergen aufgehoben und die ARA Henschiken saniert (siehe Kapitel 4). Die ARA Wohlen ist an die Verbundleitung zur Aare angeschlossen. Die ARA Bünzen wird bis 2030 aufgehoben und das Abwasser in der ARA Wohlen gereinigt. Entschieden ist, das Abwasser der ARA Muri durch eine vierte Stufe (Elimination von Mikroverunreinigungen) weiter auszubauen.

Bestandteil des Qualitätsmanagements

Allein schon die beträchtlichen öffentlichen Investitionen verpflichten die kantonalen Gewässerschutzfachstellen die Wirkung der Gewässerschutzmassnahmen

zu prüfen und die Öffentlichkeit über deren Erfolg zu informieren. Dies verlangt auch Art. 50 des Gewässerschutzgesetzes (GSchG). Die Erfolgskontrollen sind dabei als Teil eines umfassenden Systems zum Qualitätsmanagement der öffentlichen Umweltpolitik zu sehen.

Prüfung der Gesetzeskonformität

Die ökologischen Ziele und Anforderungen an die Wasserqualität für Fliessgewässer sind in der Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 formuliert. Neben den Grenz- und Richtwerten für chemische und physikalische Qualitätskriterien umschreibt die Verordnung auch Anforderungen für den äusseren Aspekt (Farbe, Geruch, Trübung etc.) sowie den heterotrophen und pflanzlichen Bewuchs der Gewässersohle (siehe Anhänge). Die ökologischen Ziele streben bezüglich der organischen Belastungen (Saprobie) und des anorganischen Nährstoffeintrags (Trophie) einen biologischen Zustand an, der für nicht oder nur schwach belastete Gewässer typisch ist

Integrative Erfassung der Gewässerbelastung

In methodischer Hinsicht ergänzen sich die chemischen und biologischen Qualitätskriterien gegenseitig. Während chemische Untersuchungen in der Regel Momentaufnahmen der stoffspezifischen Wasserqualität darstellen, widerspiegeln die biologischen Erhebungen die längerfristige Wirkung der Belastungsfaktoren auf die Lebensprozesse im Gewässer. So können z. B. aus der Zusammensetzung der Wasserorganismen Rückschlüsse auf die Belastungsvorgänge im Gewässer gezogen werden. Diese können nicht nur auf stoffliche Aspekte, sondern auch auf hydrologische und gewässermorphologische Stressfaktoren ausgedehnt werden. Biologische Methoden eignen sich besonders für Erstaufnahmen der Wasserqualität und um generelle Qualitätsänderungen im Laufe eines Sanierungsvorhabens festzustellen.

Teil des aargauischen Überwachungskonzeptes für die Gewässer

Gestützt auf dem Grobkonzept für den Gewässerschutz der 90er Jahre [13] und den Folgerungen eines Berichtes der Abteilung für Umwelt vom Juni 1993 zum Zustand der aargauischen Fliessgewässer [14] wurden die Ziele für die biologische Überwachung des

Gewässerzustandes im Kanton Aargau neu definiert.
Diese sind:

- Erweiterung der Beurteilung der Wasserqualität auf die biologischen Qualitätsziele (Langzeitkontrolle)
- Erfolgskontrolle der weitergehenden Abwasserreinigung (ARA-Ausbauphase der 90er Jahre) bezüglich der biologischen Gewässergüte
- Flächendeckender Überblick über die biologische Wasserqualität (Optimierung des Mitteleinsatzes zur Feststellung von Abwasserverunreinigungen)
- Nachweis von akuten Gewässerverschmutzungen (Schadenfälle)

Der vorliegende Bericht dient Ziel 2 des Untersuchungsprogrammes.

Wirkungsprüfung der Massnahmen bei den einzelnen Kläranlagen

Zur Erfolgskontrolle wurde anhand der Kieselalgen und des „Äusseren Aspektes“ untersucht, wie sich die Belastungsverminderung hinsichtlich absetzbarer Stoffe, organisch abbaubarer Stoffe und der Gesamtbelastung in den Gewässern auswirkte. Zu diesem Zweck wurden die von ARA-Abwasser betroffenen Gewässerabschnitte der Bünz in verschiedenen Phasen der Sanierungsprojekte mit biologischen Methoden (siehe Kapitel 2) untersucht.

Die Kläranlagen und von ihnen betroffenen Gewässerabschnitte wurden im Bünztal erstmals im Zeitraum zwischen 1994 bis 1997 untersucht. Nach Realisierung mehrerer Ausbaustufen (Muri 1995, Bünzen 1997, Hendschiken 1999, Wohlen 2004) wurden Erfolgskontrollen durchgeführt.

2017 wurde die Kläranlage Hendschiken, 2018 die beiden Kläranlagen Muri und Bünzen einer vertieften Erfolgskontrolle unterzogen. Zur Erläuterung der heutigen Gesamtsituation in der Bünz wurden einzelne Proben aus den Erfolgskontrollen der in die Bünz entlastenden Regenbecken einbezogen (siehe Abbildungen 3, 4, 5 und 6, Bericht über die Erfolgskontrollen an den Regenbecken [16])

2 Konzept der immissionsorientierten Erfolgskontrolle Abwasserreinigung

2.1 Zweck der Erfolgskontrollen

Im Rahmen eines periodischen, Einzugsgebiet bezogenen Monitorings der Gewässerqualität werden spezifische Untersuchungen über die Auswirkungen der Abwasserreinigung und Siedlungsentwässerung durchgeführt. Der vorliegende Bericht zeigt die Auswirkungen des gereinigten Abwassers im Gewässersystem auf. Ein separater Bericht [16] dokumentiert die Auswirkungen der Entlastungsbauwerke der Siedlungsentwässerung auf die Gewässer.

Die Entwässerung der Siedlungsgebiete und die Behandlung und Reinigung des Abwassers sind im Gewässerschutzgesetz geregelt. Der Vollzug liegt bei den Kantonen. Zur Erfüllung des gesetzlichen Auftrags haben der Kanton Aargau und die aargauischen Gemeinden in den letzten 20 Jahren rund eine Milliarde in die Siedlungsentwässerungen (inklusive Abwasserreinigungsanlagen) investiert. Dazu kommen weitere Ausgaben für den jährlichen Betrieb und Unterhalt. Angesichts der eingesetzten Mittel versteht es sich von selbst, dass der Erfolg der Massnahmen periodisch überprüft werden muss.

Der Erfolg der Massnahmen (wie z.B. der Bau von Abwasserreinigungsanlagen) wird anhand von Wirkungszielen kontrolliert, welche im Konzept für die immissionsorientierte Erfolgskontrolle des Kantons Aargau [1] formuliert wurden. Dabei sind die Effektivität und Effizienz der Massnahmen wichtige Beurteilungsfaktoren.

2.2 Überwachungskonzept

Diese Kontrollen sind Teil des Konzeptes für die immissionsorientierte Erfolgskontrolle im Kanton Aargau [1], welche im Bereich Siedlungsentwässerung drei Ebenen umfasst.

Einfaches Monitoring

Das einfache Monitoring umfasst eine regelmässige Funktionskontrolle der Entlastungs- und Abwasserbehandlungsanlagen durch das Betriebspersonal. Dabei wird auch der äussere Aspekt in leicht vereinfachter Form (siehe [1]) im Gewässer bei der Einleitstelle beurteilt.

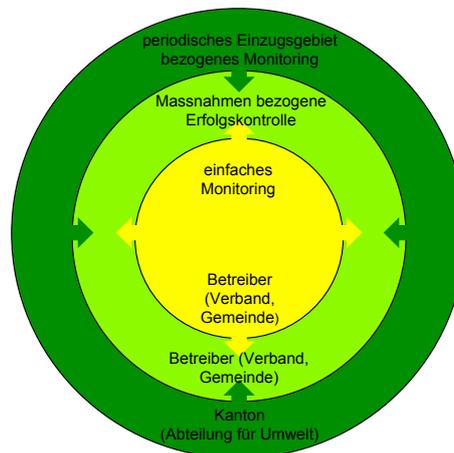


Abb. 1: Ebenen der Verantwortlichkeiten bei den immissionsorientierten Erfolgskontrollen der Siedlungsentwässerungen im Kanton Aargau.

Massnahmenbezogene Erfolgskontrolle

Sie wird bei wesentlichen Änderungen im System der Siedlungsentwässerung durchgeführt wie z.B. Kapazitätserweiterungen bei Abwasserreinigungsanlagen, Bau von Abwasserbehandlungsanlagen (Regenbecken), Änderung der Entlastungsschwellen und der Entlastungsorte etc. Die Kontrollen erfolgen vor und nach Realisierung der Massnahmen durch gewässerökologisch erfahrenes Personal anhand des äusseren Aspektes und der Kieselalgen.

Periodisches, Einzugsgebiet bezogenes Monitoring

Das Monitoring führt der Kanton durch und erfolgt in Intervallen von ca. 10 Jahren. Ziel ist, die Einhaltung der Gewässerschutzvorgaben spezifisch für die Siedlungsentwässerung in einem definierten Gewässereinzugsgebiet zu überprüfen. Dabei werden die Gewässer ober- und unterhalb der bedeutendsten Einleitungsstellen auf den äusseren Aspekt und die Kieselalgen untersucht. Dies soll eine Gesamtschau der Auswirkungen der Siedlungsentwässerungen auf die Gewässerqualität im Gewässereinzugsgebiet ermöglichen.

Die Schlussfolgerungen aus den vorliegenden Untersuchungen zeigen den Gemeinden und Abwasserverbänden auf, wo Handlungsbedarf im Bereich Abwasserreinigung besteht. Sie finden Verwendung in der Generellen Entwässerungsplanung (GEP).

Das periodische, einzugsgebietbezogene Monitoring umfasst neben den Untersuchungen zu den Auswir-

kungen der Abwasserreinigung und Siedlungsentwässerung auf die Gewässerqualität weitere Programme zur flächendeckenden Beurteilung der biologischen und chemischen Qualität der Gewässer. Zusammen erlauben Sie der Abteilung für Umwelt eine umfassende Beurteilung der stofflichen Belastung der Gewässer in der Region.

2.3 Beurteilung nach dem Modul-Stufen-Konzept

Das Gewässerschutzgesetz (GSchG) verlangt nicht nur die Erhaltung einer guten Wasserqualität und der vielfältigen Funktionen der Gewässer als Lebensraum für Pflanzen und Tiere, sondern generell eine nachhaltige Nutzung durch den Menschen. Für die Überwachung von Fließgewässern ergeben sich daraus unterschiedlichste Anforderungen und Qualitätskriterien. Sie sind in der Gewässerschutzverordnung (GSchV) und im „Modul-Stufen-Konzept zur Untersuchung der Fließgewässer“ [2] beschrieben. Das Modul-Stufen-Konzept wird der Notwendigkeit gerecht, dass die Bewertung von Fließgewässern entsprechend der Problemstellung mit unterschiedlichen und differenzierten Ansätzen erfolgen muss. Es unterscheidet zwischen den drei Fließgewässerbereichen „Hydrologie und Morphologie“, „Biologie“ und „Stoffe.“ Dazu bietet es gegenwärtig 10 Bewertungsmodulare, mit denen sich die Gewässer flächendeckend (Stufe F), systembezogen (Stufe S) und abschnittsweise (Stufe A) bewerten lassen (Tab 1). Dabei ist festzuhalten, dass die Bewertung je nach Modul und Stufe zeitlich unterschiedlich lange gültig ist.

Bereiche	Module	Stufen		
		F	S	A
	Äusserer Aspekt	F	–	–
Hydrologie und Morphologie	Abflussverhalten	F	S	A
	Gewässerform	F	S	A
	Temperaturregime	F	S	A
Biologie	Kieselalgen	F	–	A
	Wasser- und Sumpfpflanzen	F	S	A
	Wirbellose	F	S	A
	Fische	F	S	A
Stoffe	Chemie	F	S	A
	Umweltschädlichkeit	F	S	A

Tab. 1: Module des Modulstufenkonzepts und ihre jeweiligen Stufen (F = Flächendeckend, S = Systembezogen, A = Abschnittsbezogen) aufgeteilt in die drei Teilbereiche des Konzepts. Für die **fettgedruckten** Stufen liegen spezifische Methodenbeschreibungen vor (Stand 2017). Bei den immissionsorientierten Erfolgskontrollen gelangen die Bewertungsmodulare Äusserer Aspekt und Kieselalgen zur Anwendung.

2.4 Ausgewählte Kriterien für die Erfolgskontrollen

Zur Erfolgskontrolle der Auswirkungen der Siedlungsentwässerung und Abwasserreinigung erwies sich eine Bewertung nach den Modulen **Kieselalgen, Stufe F und A** und **Äusserer Aspekt, Stufe F** am zweckmässigsten und kostengünstigsten.

2.4.1 Modul Äusserer, Aspekt Stufe F

Ziel des Moduls Äusserer Aspekt [3] ist, eine orientierende Beurteilung des Zustandes von Fließgewässern auf der Stufe F (flächendeckend) mit rein sinnlich wahrnehmbaren Kriterien. Unter dem Begriff «Äusserer Aspekt» werden diejenigen Parameter zusammengefasst, welche der Beurteilung der in der Gewässerschutzverordnung unter Anhang 2 (Ziffer 11 Absatz 1a und Absatz 2a, b, c sowie Ziffer 12 Absatz 1a und Absatz 2b) aufgeführten Anforderungen dienen. Diese betreffen Schlamm, Trübung, Verfärbung, Schaum, Geruch, Eisensulfid, Kolmation, Feststoffe/Abfälle, heterotropher Bewuchs und Pflanzenbewuchs. Sie werden einzeln geprüft und jeweils nach drei Klassen bewertet (siehe Tab. 2).

Kriterium	Bewertung		
	kein	<25%	≥25%
heterotropher Bewuchs	kein	<25%	≥25%
Eisensulfid	kein	<25%	≥25%
Schlamm	kein	wenig/mittel	viel
Schaum	kein	wenig/mittel	viel
Trübung	keine	leicht/mittel	stark
Verfärbung	keine	leicht/mittel	stark
Geruch	kein	leicht/mittel	stark
Kolmation	keine	leicht/mittel	stark
Feststoffe	keine	Vereinzelt	viele

starke Beeinträchtigung, GSchV nicht erfüllt. Massnahmen gemäss GSchV, Art. 47 erforderlich	
schwache bis mässige Beeinträchtigung, GSchV nicht erfüllt. Massnahmen nach GSchV, Art. 47 erforderlich	
keine Beeinträchtigung, GSchV erfüllt. Keine Massnahmen erforderlich	

Tab. 2: Bewertungskriterien und Bewertungsklassen des Moduls „äusserer Aspekt“.

2.4.2 Modul Kieselalgen, Stufe F

Der schweizerische Diatomeenindex (DI-CH) erlaubt die Bewertung der Wasserqualität auf Stufe F (generelle Indikation der chemischen Belastung). Im Modul „Kieselalgen“ [4] wird die aus den Proben ermittelte Indexzahl nach einer fünfstufigen Klassierung bewertet. Bei den Stufen „sehr gut“ und „gut“ sind die Anforderungen der Gewässerschutzverordnung (GSchV) erfüllt, bei den Stufen „mässig“, „unbefriedigend“ und „schlecht“ hingegen nicht (siehe Tab. 3).

DI-CH	Bewertung	
1.00-3.49	sehr gut	GSchV erfüllt
3.50-4.49	gut	
4.50-5.49	mässig	GSchV nicht erfüllt
5.50-6.49	unbefriedigend	
6.50-8.00	schlecht	

Tab. 3: Bewertungskriterien und Bewertungsskala des Moduls „Kieselalgen“ auf der Stufe F.

2.4.3 Modul Kieselalgen, Stufe A

Die Zusammensetzung der Kieselalgen wurde zudem nach weiteren Zeigereigenschaften untersucht, die eine differenzierte Beurteilung hinsichtlich der organischen Belastung (Saprobie) erlaubt. Die Methode von Lange-Bertalot [5], [6], Hofmann [7] und Reichardt [8] nutzt vor allem die saprobiologischen Eigenschaften (= Wirkung der organischen Belastung auf die Kieselalgenzusammensetzung) der Kieselalgen.

Die organische Belastung wird aufgrund der prozentualen Anteile der Differenzialartengruppen nach 7 Stufen beurteilt (siehe Tab 4). Abbildung 3 zeigt Verteilungsbeispiele für die 7 Gütestufen.

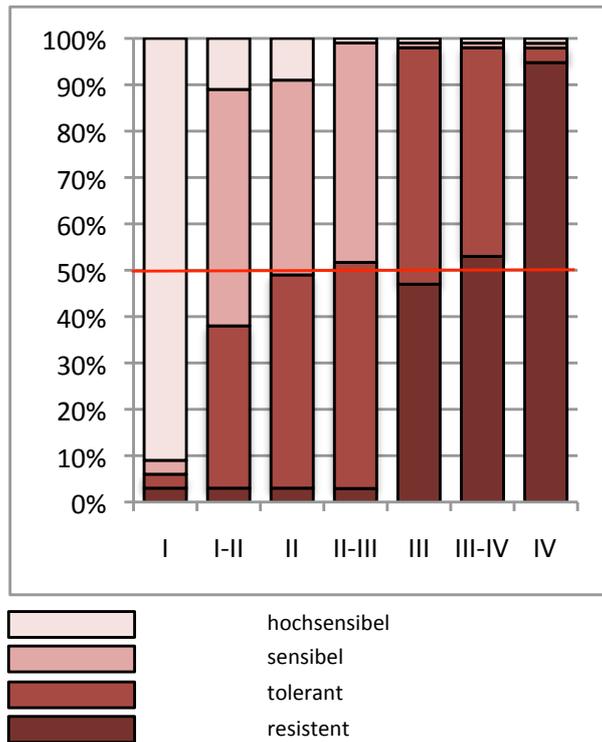


Abb. 2: Verteilungsbeispiele der vier Differenzialartengruppen für die 7 Gütestufen. Die Anforderung der GSchV ist erfüllt, wenn die hellen Säulenanteile grösser als 50% sind.

Diese Gütestufen werden aus der prozentualen Verteilung von Differenzialartengruppen (= Artengruppen die auf organische Belastung hochsensibel, sensibel, tolerant oder resistent reagieren) ermittelt (siehe Abb. 2). Die Gewässerschutzverordnung wird erfüllt, wenn mindestens Gütestufe II und kleiner eingehalten sind, bzw. wenn mehr als 50% der Kieselalgen den hochsensiblen und sensiblen Differenzialartengruppen (helle Säulenanteile) angehören.

Gewässergütestufe		prozentualer Anteil der Differenzialartengruppen
I	oligosaprob unbelastet bis sehr gering belastet	GSchV eingehalten $hs \geq 90\%$ $s+t+r \leq 10\%$
I-II	oligo-β-mesosaprob gering belastet	$hs > 10\%$ $50\% \leq s \leq 90\%$ $t+r < 40\%$
II	β-mesosaprob mässig belastet	$hs \leq 10\%$ oder $hs+s > 50\%$; $s \geq 50\%$; $t+r < 50\%$; $t+r < 50\%$
II-III	β-a-mesosaprob kritisch belastet	GSchV nicht eingehalten $10\% < hs+s < 50\%$ $50\% \leq t+r < 90\%$
III	a-mesosaprob stark verschmutzt	$hs+s \leq 10\%$; $t \geq 50\%$; $r < 50\%$
III-IV	a-meso-polysaprob sehr stark verschmutzt	$10\% < hs+s+t < 50\%$ $r \geq 50\%$
IV	polysaprob übermässig verschmutzt	$hs+s+t \leq 10\%$; $r \geq 90\%$

Tab. 4: Bewertungsskala der Saprobie nach Lange-Bertalot, Hofmann und Reichardt (hs = hochsensibel; s = sensibel; t = tolerant; r = resistent).

3 Entwicklung des Gewässerzustandes in der Übersicht

3.1 Äusserer Aspekt

Durch die Realisierung der ARA-Ausbau- und Sanierungsprogramme im den Einzugsgebiet der Bünz hat sich der äussere Aspekt im Bereich der ARA Hendschiken deutlich verbessert. Vor Beginn der Sanierungsphasen war 1997 der äussere Aspekt der Bünz im Bereich der ARA Hendschiken oft hinsichtlich mehrerer Merkmale zu beanstanden. Dies ist nun nach Abschluss verschiedener Sanierungsmassnahmen bis 2017 nur noch vereinzelt der Fall. Bei den ARA's von Bünzen und Muri zeigen sich unter normalen Abflussbedingungen ebenfalls deutliche Verbesserungen. Noch nicht erfüllt sind die Anforderungen bezüglich Feststoffe und Schaum was aber nur zum Teil mit dem ARA-Einfluss zusammenhängt. Bei langen Trockenwetterverhältnissen wie sie 2018 herrschten lassen sich die den äusseren Aspekt betreffenden Anforderungen im oberen Bünztal bei den Kläranlagen Muri und Bünzen nicht mehr einhalten.

Ziele im Bereich der ARA Muri und der ARA Bünzen nicht erreicht

2018 hat sich der äussere Aspekt im Bereich der Kläranlagen Muri und Bünzen bei den abiotischen Kriterien im Vergleich zur Untersuchung 1997 kaum verbessert. Schaum, Geruch, Schlamm treten vor allem unterhalb der ARA-Einleitungen immer noch auf. Die im Bereich der ARA Muri festgestellten Feststoffe werde aus dem Regenbecken der ARA ausgeschwemmt. Auch ist die Sohle der Bünz im Bereich der ARA kolmatiert. Bei den biotischen Kriterien ist der heterotrophe Bewuchs verschwunden, dagegen verstärkte sich die Eisensulfidbildung.

Ziele in der Bünz bei der ARA Hendschiken fast erreicht

Im Bereich der ARA Hendschiken hat sich der Äussere Aspekt der Bünz seit der Erstuntersuchung im Jahre 1997 wesentlich verbessert. Von den früher untersuchten Parametern entspricht an den Stellen nahe der ARA-Einleitung nur noch die Schaumbildung nicht vollumfänglich den Anforderungen der GSchV. Diese ist bei der ARA-Einleitung in die Bünz gut ersichtlich. Dagegen sind Trübungen, heterotropher Bewuchs und Eisensulfid verschwunden. Dieser Erfolg ist allerdings auf Massnahmen zurückzuführen, die oberhalb der

ARA Hendschiken ergriffen wurden. Wesentlich dazu beigetragen hat die Befreiung der Bünz von der Abwasserlast aus der ARA Wohlen. Dieses Abwasser wird heute direkt über eine Verbundleitung in die Aare eingeleitet.

Die 2017 neu untersuchten Parameter Kolmation und Feststoffe erfüllen die Anforderungen der GSchV noch nicht. Die Kolmation ist eine Folge des ökomorphologisch ungünstigen Zustandes der Bünz und wird nicht primär von der ARA Hendschiken verursacht. Die Verschärfung der Kolmation unmittelbar unterhalb der ARA-Einleitung kann durch einen zusätzlichen Anteil an feinfractionierten Feststoffen aus der ARA-Einleitung verursacht werden. Grössere Feststoffe gelangen zumindest zeitweise aus der ARA in die Bünz. Eine genauere Abklärung der Feststoffabtrennung wird ARA-seitig empfohlen.

Gesamtsituation in der Bünz

Der obere Abschnitt der Bünz führte während der langen Trockenperiode 2018 sehr wenig Wasser (Mittelwert Juli bis Dezember entspricht Q_{347} !). Dies ist ein Grund, dass der äussere Aspekt im Bereich der beiden Kläranlagen Muri und Bünzen trotz verschiedener Ausbaumassnahmen 2018 ähnlich beeinträchtigt war wie 1997. Falls sich solche hydrologischen Jahre in Zukunft gehäuft wiederholen, wird es generell schwierig im Abschnitt der beiden Kläranlagen die Vorgaben des äusseren Aspektes und damit die entsprechenden Anforderungen der GSchV einzuhalten.

Im Bünzabschnitt unterhalb der ARA Wohlen ist die Situation etwas komplexer. Hier führte 2017 die Einleitung (ES Dott) von Kühlwasser und Abwasser aus der Rauchgasreinigung der Sondermüllverbrennungsanlage (SAVA) zu stärkeren Belastungen der Bünz. Dies zeigte sich in der Bildung von heterotrophem Bewuchs, Eisensulfid und Trübungen an den folgenden beiden Stellen E218 und E219, welche bei früheren Untersuchungen im Untersuchungsabschnitt der ARA Wohlen liegen (E219 = Wohl 4). Vermutlich wirkte sich diese Belastung in der Vergangenheit zeitweise bis zur Stelle E224 (= Wohl 5) unmittelbar vor der Einleitung der ARA Hendschiken aus. An dieser Stelle zeigten sich im Laufe der Zeit immer wieder äussere Belastungsmerkmale, die nicht alleine mit den damals untersuchten Einleitungen erklärt werden konnten. Das SAVA-Abwasser geht seit Mitte 2018 zur ARA Wohlen und soll so bald als möglich direkt in die Leitung zur Aare geführt werden.

Abb. 3: Beurteilung des Einflusses der Kläranlagen auf den äusseren Aspekt der Bünz (weisse Felder bedeuten, dass keine Daten erhoben wurden). Die lila Pfeile markieren den Ort der Probenahmestellen und die Richtung der Zeitachse.

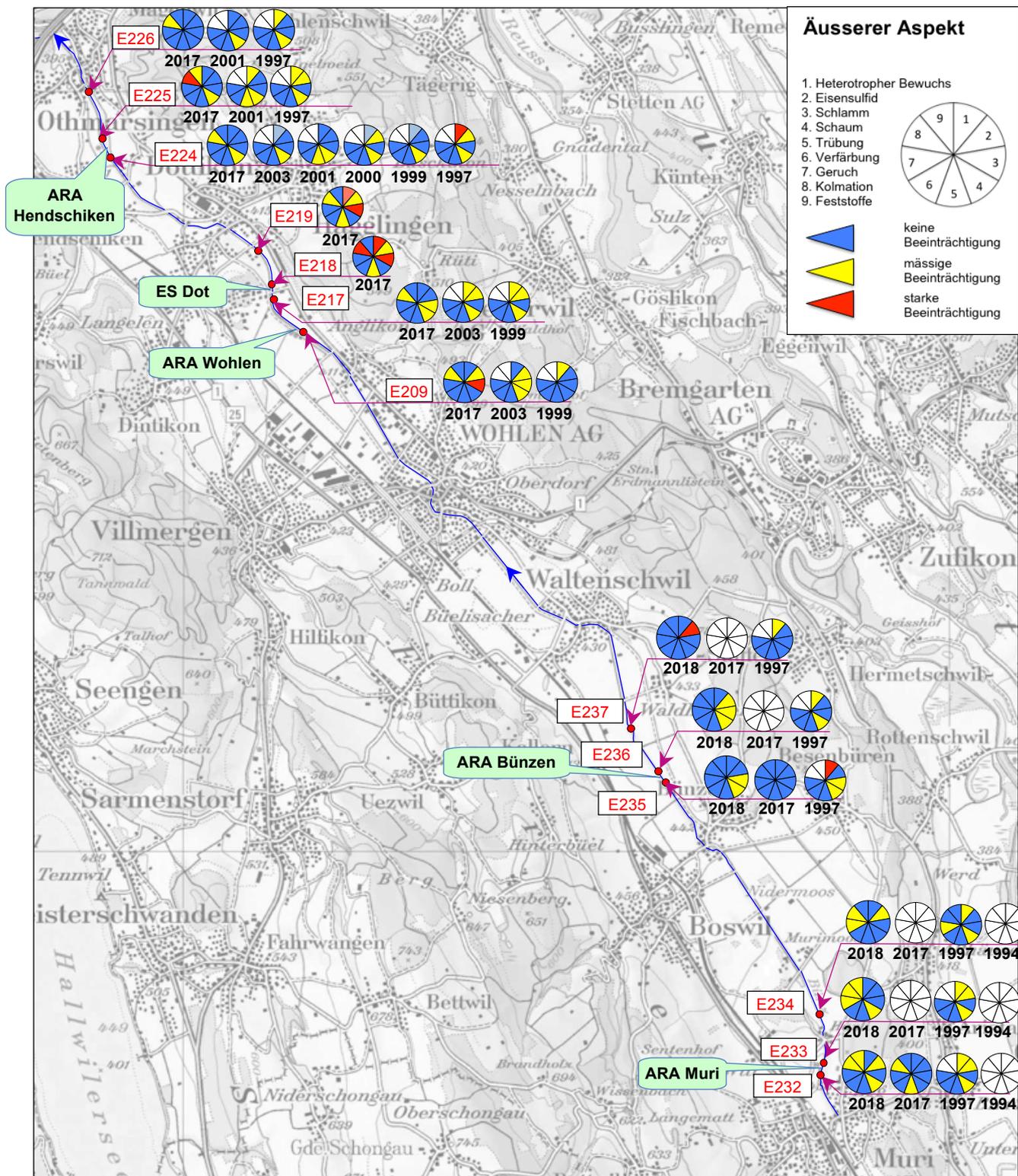
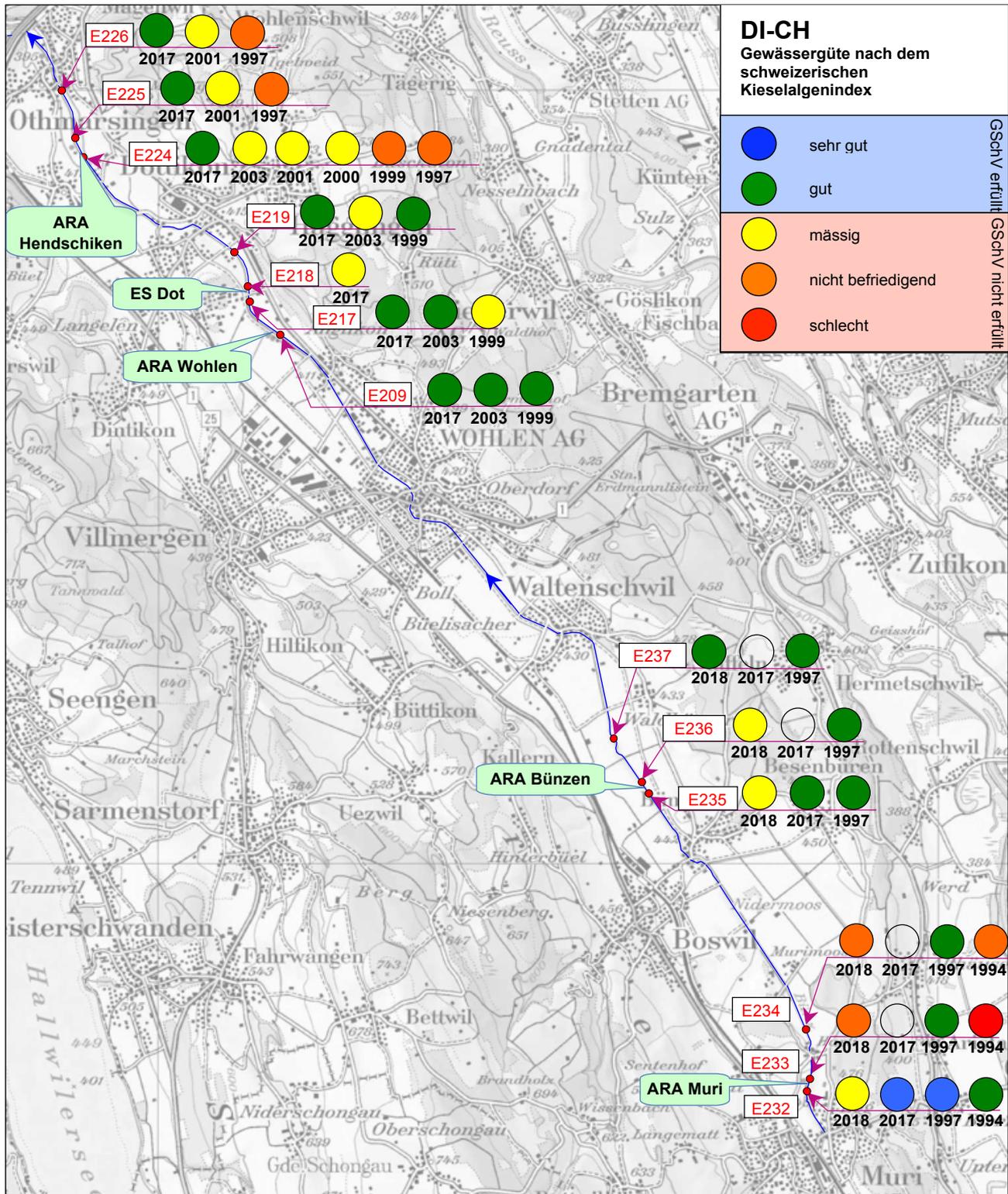


Abb. 4: Beurteilung des Einflusses der Kläranlagen auf die Gesamtbelastung (DI-CH) der Bünz (Die lila Pfeile markieren den Ort der Probenahmestellen und die Richtung der Zeitachse). Leere Kreise bedeuten, dass der DI-CH nicht erhoben wurde.



4 Wirkung der Massnahmen bei den ARA

Die ARA-spezifischen Untersuchungen konzentrierten sich 2017 auf die ARA Henschiken, 2018 auf die Anlagen Muri und Bünzen. Diese Anlagen leiten weiterhin ihr gereinigtes Abwasser in die Bünz. Die Anlage von Bünzen wird in Kürze an die Verbundleitung in die Aare angeschlossen. Der Bericht zeigt rückblickend für diese summarisch in Kapitel 3.2 die Wirkung (DI-CH, organische Belastung) der früheren Massnahmen auf.

4.1 Gegenwärtiger Ausbaustand der ARA's

Im Aargauer Einzugsgebiet der Bünz sind gegenwärtig noch 4 Kläranlagen mit einer hydraulischen Reinigungskapazität für 60'000 Einwohner und einer biol. Reinigungskapazität von 103'500 Einwohnergleichwerten in Betrieb (Tab. 5). Der gesamte Abwasseranfall beträgt über die letzten Jahre im Mittel 8.17 Mio. m³ pro Jahr. Dabei wurden durchschnittlich 58'360 m³ Klärschlamm verwertet. Im Einzugsgebiet der vier Kläranlagen leben 49'500 Einwohner.

Kläranlage	Einw.	Ausbau hydr.	Ausbau biol.	Baujahr Ausbau
Muri	8327	10000	14000	1969 1995
Bünzen	4250	6000	7500	1984 1997
Wohlen	26419	34000	72000	1974 2004
Henschiken	10500	10000	10000	1976 1999

Tab. 5: Belastung und Kapazitäten der 2017 bestehenden Abwasserreinigungsanlagen im Bünztal.

4.2 Änderungen seit 1994

Kläranlage	Massnahmen
Muri	1995 Ausbau mit Nitrifikation /Teildenitrifikation sowie biologischer und chemischer Phosphorelimination. Sandfiltration seit 1995.
Bünzen	1997 Ausbau mit Nitrifikation /Denitrifikation und chemischer Phosphorelimination.
Wohlen	2004 biologische Nitrifikation/Teildenitrifikation, chemische P-Elimination. Anschluss an die Verbundleitung in die Aare.
Henschiken	1999 Ausbau mit chemischer Phosphorelimination und biologischen Nitrifikation/Teildenitrifikation.

Tab. 6: Wichtigste Ausbauphasen der Abwasserreinigungsanlagen im Bünztal.

Im Zuge des Ausbauprogrammes 1994-2004 wurden alle vier Kläranlagen im Bünztal erweitert oder optimiert. (Tab. 6). Das Abwasser der ARA Wohlen wird seit 2004 durch eine Verbundleitung bis zur Aare geführt.

4.3 Vorgesehene Massnahmen

Das Abwasser der Kläranlage Bünzen wird spätestens ab 2030 auf der ARA Wohlen gereinigt und von dort in die Aare eingeleitet. Die ARA Bünzen wird dann aufgehoben. Die ARA Muri bleibt autonom. Eine vierte Reinigungsstufe (Elimination von Mikroverunreinigungen) ist beschlossen.

Kläranlage	Massnahmen
Muri	Erweiterung der Anlage um eine vierte Reinigungsstufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen und Leistungssteigerung der Biologie.
Bünzen	In Kürze wird die Verbundleitung von Wohlen bis Bünzen in Betrieb genommen und das Abwasser aus der ARA direkt in die Aare eingeleitet.
Wohlen	keine weiteren Massnahmen sind vorgesehen
Henschiken	keine weiteren Massnahmen sind vorgesehen
SAVA	Das Abwasser der Sondermüllverbrennungsanlage SAVA wird Mitte 2018 auf die ARA Wohlen geleitet und von dort in die Aare.

Tab. 7: Vorgesehene Massnahmen bei den Abwasserreinigungsanlagen im Bünztal.

4.4 ARA Muri



Abb. 7: Auslauf der ARA Muri. Koordinaten: 2668346 / 1237189.

4.4.1 Bisherige Massnahmen

Die 1969 erbaute Abwasserreinigungsanlage erfuhr 1995 letztmals einen grösseren Ausbau. Die Anlage ist heute mit einer Nitrifikation / Teildenitrifikation sowie einer chemischen P-Elimination inklusive Sandfiltration ausgerüstet. Beschlossen ist die Erweiterung der Anlage um eine vierte Reinigungsstufe.

4.4.2 Die Probenahmestellen

Die Proben E232-E234 wurden an ökomorphologisch wenig beeinträchtigten Abschnitten der Bünz genommen. Die Uferböschungen sind an der Wasserlinie naturnah mit Blöcken gesichert. Die Böschungen selber lassen dem Gewässer allerdings wenig Spielraum für Gerinneverlagerungen. Mindestens auf einer Seite sind die Ufer dicht bestockt. Die vorhandenen Gehölze sorgen für eine ausreichende Beschattung der Gewässersohle. Diese besteht aus natürlichem Geschiebe mit einem meist breiten Korngrössenspektrum, sodass die Erhebung des äusseren Aspektes problemlos war. Vereinzelt sind im Gewässerbett grosse Störsteine ausgelegt.



Abb. 8: Stelle E232 oberhalb der ARA-Einleitung mit Blickrichtung bachaufwärts. Koordinaten: 2668345 / 1237186.



Abb. 9: Stelle E233 unterhalb der ARA mit Blickrichtung bachaufwärts. Koordinaten: 2668372 / 1237281.



Abb. 10: Stelle E234, 1 km unterhalb der ARA mit Blickrichtung bachaufwärts. Koordinaten: 2668066 / 1238402.

4.4.3 Äusserer Aspekt

Stelle	Jahr	Beurteilungskriterien						
		Schlamm	Trübung	Verfärbung	Schaum	Geruch	Kolmation	Feststoffe
E232	1997	kein	keine	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2018	kein	keine	keine	wenig mittel	kein	leicht mittel	vereinzelt
ARA Muri, Bünz								
E233	1997	kein	keine	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2018	kein	keine	keine	wenig mittel	leicht mittel	leicht mittel	vereinzelt
E234	1997	kein	keine	keine	wenig mittel	leicht mittel	–	–
	2018	kein	keine	keine	kein	leicht mittel	leicht mittel	keine

Tab 8: Entwicklung des äusseren Aspektes der Bünz bezüglich Schlamm, Trübung, Verfärbung, Schaum, Geruch, Kolmation und Feststoffe.

2018 ist die Bünz im Bereich der ARA Muri sowohl oberhalb als auch unmittelbar unterhalb der ARA-Einleitung bezüglich mehrerer Merkmale beeinträchtigt. Schon vor der ARA war Schaum festzustellen und

die Sohle kolmatiert sowie vereinzelt mit Feststoffen verunreinigt. Die Kolmatierung begünstigt lokal die Bildung von Eisensulfid. Unterhalb der ARA kam ein leichter Abwassergeruch dazu, eine Folge der Abwasserreinigung. Weiter unten an der Stelle E234 sind nur noch ein leichter Abwassergeruch, Eisensulfid und eine leichte bis mittlere Sohlenkolmatation vorhanden. Die Anforderungen der GSchV sind somit im gesamten Abschnitt bezüglich mehrerer Merkmale des Äusseren Aspektes noch nicht erfüllt. Verschwunden ist der 1997 noch festgestellte, heterotrophe Bewuchs was auf eine Abnahme der organischen Belastung hinweist.

digend“. Die gesetzlichen Anforderungen sind im gesamten Abschnitt nicht erfüllt. Seit der letzten Untersuchung 1997 und oberhalb der ARA seit dem vergangenen Jahr, hat sich die Gesamtbelastung wieder um zwei Gütestufen verschlechtert (Abb. 11). Die Verschlechterung der indizierten Gewässerqualität ist wie schon beim äusseren Aspekt erwähnt mit der lang anhaltenden Trockenheit 2018 zu erklären. Die über lange Zeit bestehenden, geringen Abflussmengen der Bünz (Mittelwert Mai bis Dezember entspricht dem Q_{347}) führten zu einem ungünstigen Mischungsverhältnis Abwasser/Vorfluter und in gewissen Abschnitten der Bünz zu einer Quasi-Vertümpelung der Sohle.

Stelle	Jahr	Beurteilungskriterien				
		Eisen-sulfid	het. Bewuchs	Algen-deckung	Moosbe-deckung	Makro-phyten
E232	1997	<25%	13%	10-50%	<10%	<10%
	2018	<25%	kein	<10%	10-50%	<10%
ARA Muri, Bünz						
E233	1997	<25%	20%	10-50%	<10%	<10%
	2018	0%	kein	10-50%	10-50%	<10%
E234	1997	0%	7%	10-50%	<10%	<10%
	2018	<25%	kein	<10%	<10%	<10%

Tab 9: Zustandsentwicklung der Bünz hinsichtlich Eisensulfid, sichtbaren Einzellerkolonien und Pflanzenbewuchs. Die Indikatoren des pflanzlichen Bewuchses werden nicht bewertet.

Ein ähnliches Bild zeigt sich für das Jahr 2018 auch bezüglich der organischen Belastung. Die diesbezüglichen Anforderungen sind an den beiden Stellen unterhalb der ARA Muri 2018 nicht erfüllt. Die Belastung entspricht oberhalb der ARA noch der Gütestufe II oder „*schwach belastet*“, an den beiden Stellen unterhalb der Gütestufe II-III oder „*kritisch*“ belastet. Die Anteile der belastungssensiblen Kieselalgen (Abb. 12, heller Teil der Säulen) sinken von 73% vor der ARA auf 35% (E233) und 21% (E234) unterhalb. Demgegenüber steigen die Anteile der belastungstoleranten Kieselalgen von 14% auf 24% bzw. 65% an der Stelle E234. Der Anteil der belastungsresistenten Gruppe ist vor der ARA mit 13% am tiefsten, steigt aber auf 40% unmittelbar unterhalb der ARA und sinkt weiter unten wieder auf 14% ab. Der vorliegende Befund zeigt deutlich den Einfluss der organischen Stoffe aus der ARA Muri während geringer Abflüsse in der Bünz.

4.4.4 Gewässerqualität gemäss der Kieselalgenindikation

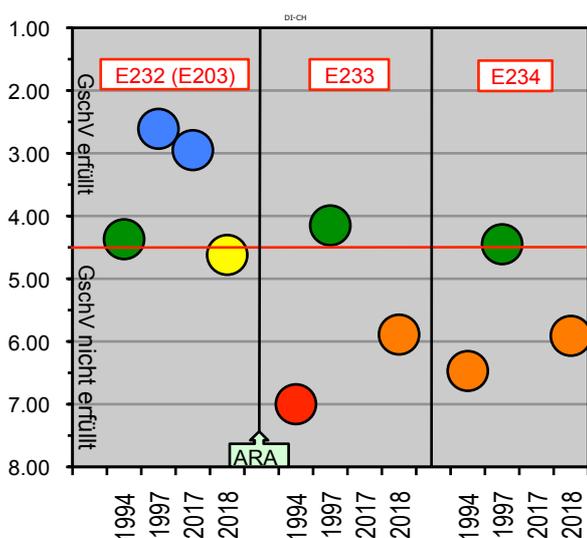


Abb. 11: Entwicklung der Gesamtbelastung der Bünz nach DI-CH im Bereich der ARA Muri zwischen 1997 und 2018.

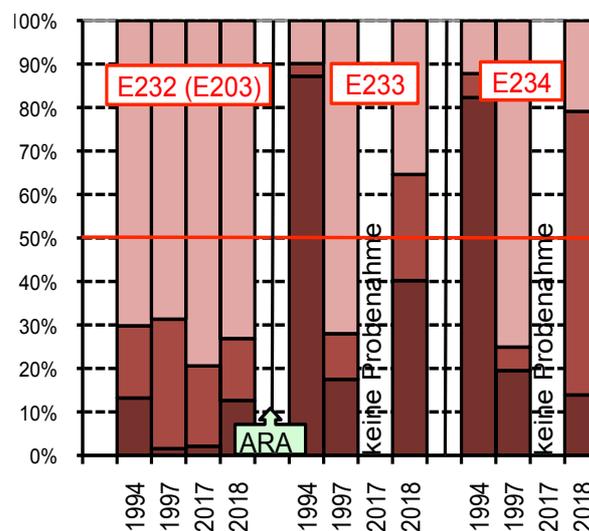


Abb. 12: Entwicklung der organischen Belastung der Bünz im Bereich der ARA Muri zwischen 1997 und 2018. Die Anforderungen der GSchV sind erfüllt, wenn die hellen Säulenanteile grösser als 50% sind.

Gemessen am schweizerischen Kieselalgenindex (DI-CH), liegt die Gesamtbelastung 2018 im Bereich der ARA Muri bei der Gütestufen „*mässig*“ und „*unbefrie-*

4.5 ARA Bünzen



Abb. 13: Auslauf der ARA Bünzen. Koordinaten: 2666248 / 1240942.

4.5.1 Bisherige Massnahmen

Die Abwasserreinigungsanlage von Bünzen wurde 1976 erbaut und erfuhr 1997 letztmals einen grösseren Ausbau. Die Anlage ist heute mit einer Nitrifikation und Teildenitrifikation sowie einer chemischen P-Elimination ausgerüstet. Weitere Massnahmen sind vorerst nicht vorgesehen.

4.5.2 Die Probenahmestellen

Die Probenahmestellen E235-E237 befinden sich an einem ökomorphologisch zwischen naturnah und wenig beeinträchtigt wechselnden Abschnitt der Bünz. Dieser ist seit der letzten Erhebung grösstenteils revitalisiert worden. Die unterste Probenahmestelle (E237) liegt nicht mehr im revitalisierten Abschnitt und ihr ökomorphologischer Zustand liegt hart an der Grenze zur „stark beeinträchtigten“ Stufe. Die Uferböschungen sind in unregelmässiger Folge mit Bäumen, Sträuchern, Schilf und Hochstauden bewachsen. Im Bereich der Hochstaudenstrecken ist die Sohle kaum beschattet. Sie besteht aus natürlichem Geschiebe. Infolge des geringen Gefälles stellen sich bei Niederwasser längere, poolartige Strecken ein in denen sich



Abb. 14: Stelle E235 oberhalb der Einleitung der ARA Muri mit Blickrichtung bachaufwärts. Koordinaten: 2666271 / 1240925.

organisches Material in der Sohle ansammelt. Dieses beeinträchtigt die Sauerstoffversorgung und begünstigt die Bildung von Eisensulfidflecken.



Abb. 15: Stelle E236 unterhalb der ARA mit Blickrichtung bachaufwärts. Koordinaten: 2666217 / 1240993.



Abb. 16: Stelle E237, 1 km unterhalb der ARA Muri mit Blickrichtung bachaufwärts. Koordinaten: 2666248 / 1240942.

4.5.3 Äusserer Aspekt

Stelle	Jahr	Beurteilungskriterien						
		Schlamm	Trübung	Verfärbung	Schaum	Geruch	Kolmation	Feststoffe
E235	1997	wenig mittel	keine	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2018	wenig mittel	keine	keine	wenig mittel	kein	keine	keine
ARA Bünzen, Bünz								
E236	1997	kein	keine	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2018	wenig mittel	keine	keine	wenig mittel	kein	keine	keine
E237	1997	kein	keine	keine	kein	kein	–	–
	2018	kein	keine	keine	kein	kein	keine	keine

Tab. 10: Entwicklung des äusseren Aspektes der Bünz bezüglich Schlamm, Trübung, Verfärbung, Schaum, Geruch, Kolmation und Feststoffe.

Bezüglich der abiotischen Kriterien des äusseren Aspektes hat sich seit der Untersuchung 1997 wenig geändert. Leichte Schaumbildung ist vor und unmittelbar nach der ARA immer noch vorhanden. Die Stelle unterhalb weist zudem vereinzelte Schlammdepots auf. Die geringe Strömung, abgelagertes organisches Material und organisch abbaubare Stoffe aus der ARA führen insbesondere in der Nacht unterhalb der ARA Bünzen zu Sauerstoffdefiziten, welche die Bildung von Eisensulfid zur Folge haben. Dieser Prozess war 2018 durch die lang anhaltende Trockenheit und die geringe Sohldynamik sehr ausgeprägt.

Stelle	Jahr	Beurteilungskriterien				
		Eisen-sulfid	het. Bewuchs	Algen-deckung	Moosbe-deckung	Makro-phyten
E235	1997	0%	33%	10-50%	10-50%	10-50%
	2018	0%	kein	<10%	10-50%	<10%
ARABünzen, Bünz						
E236	1997	0%	3%	10-50%	10-50%	10-50%
	2018	<25%	kein	<10%	<10%	<10%
E237	1997	0%	13%	10-50%	<10%	<10%
	2018	>25%	kein	<10%	<10%	>50%

Tab 11: Zustandsentwicklung der Bünz hinsichtlich Eisensulfid, sichtbaren Einzellerkolonien und Pflanzenbewuchs. Die Indikatoren des pflanzlichen Bewuchses werden nicht bewertet.

4.5.4 Gewässerqualität gemäss der Kieselalgenindikation

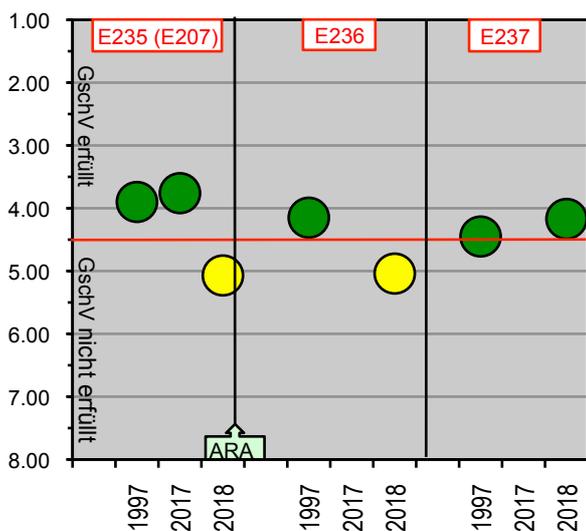


Abb. 17: Entwicklung der Gesamtbelastung der Bünz nach DI-CH im Bereich der ARA Bünzen zwischen 1997 und 2018.

Gemessen am schweizerischen Kieselalgenindex (DI-CH), liegt die Gesamtbelastung 2018 im Bereich der

ARA Bünzen bei der Gütestufe „mässig“ bis „gut“. Die gesetzlichen Anforderungen sind unmittelbar ober- und unterhalb der ARA Bünzen nicht erfüllt, an der Stelle weiter unten aber schon. Seit 1997 hat sich die Gesamtbelastung an den oberen beiden Stellen um eine Gütestufe verschlechtert (Abb. 17).

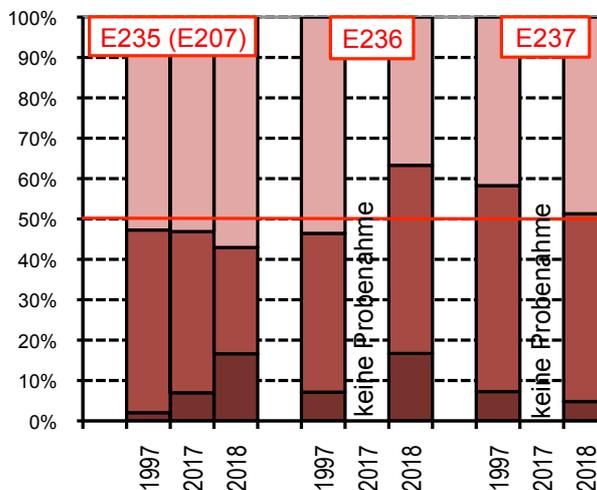


Abb. 18: Entwicklung der organischen Belastung der Bünz im Bereich der ARA Bünzen zwischen 1997 und 2018. Die Anforderungen der GSchV sind erfüllt, wenn die hellen Säulenanteile > 50% sind.

Die Anforderungen der GSchV sind bezüglich der organischen Belastung unterhalb der ARA Bünzen nicht erfüllt. Die Belastung entspricht an diesen Stellen der Gütestufe der Gütestufe II-III oder „kritisch“ belastet. Oberhalb der ARA-Einleitung sind die Vorgaben der GSchV noch knapp erfüllt. Die Anteile der belastungssensiblen Kieselalgen (Abb. 18, heller Teil der Säulen) sinkt von 57% (E235) vor der ARA auf 37% (E236) und 49% (E226) unterhalb. Demgegenüber steigen die Anteile der belastungstoleranten Kieselalgen von 26% auf 47% an den Stellen E236 und E237. Der Anteil der belastungsresistenten Gruppe vor der ARA mit 2% am tiefsten, steigt aber auf 17%! unmittelbar unterhalb der ARA und sinkt weiter unten wieder auf 5%. Die organische Vorbelastung durch die ARA Muri ist oberhalb der ARA Bünzen klar erkennbar. Durch das Abwasser aus der ARA Bünzen können auch hier bei den 2018 herrschenden Trockenwetterbedingungen die Anforderungen und Ziele bezüglich der organischen Belastung nicht mehr eingehalten werden.

Die Verbesserung zwischen den Stellen E236 und E237 kann auf ein Zusammenwirken der Faktoren Selbstreinigung, zufließenden, weniger belasteten Oberflächengewässern und austretendem Grundwasser zurückgeführt werden.

4.6 ARA Hendschiken



Abb. 19: Auslauf der ARA Hendschiken. Koordinaten: 2658891 / 1249229.

4.6.1 Bisherige Massnahmen

Die 1976 erbaute Abwasserreinigungsanlage erfuhr 1999 letztmals einen grösseren Ausbau. Dabei wurde auch das Abwasser der Gemeinde Ammerswil übernommen und die dortige Kläranlage aufgehoben. Die Anlage ist heute mit einer Nitrifikation / Teildenitrifikation sowie einer chemischen P-Elimination ausgerüstet. Weitere Massnahmen sind vorerst nicht vorgesehen.

4.6.2 Die Probenahmestellen

Die Probenahmestellen E224-E226 befinden sich an einem ökomorphologisch zwischen naturnah und naturfern (E225) wechselnden Abschnitt der Bünz. Die Ufer werden an der Wasserlinie mit Blöcken oder Zementplatten gesichert. Die Uferböschungen sind in unregelmässiger Folge mit Bachgehölzen oder Hochstauden bewachsen. Im Bereich der Hochstaudenstrecken ist die Sohle kaum beschattet. Sie besteht aus natürlichem Geschiebe. Vereinzelt sind im Gewässerbett grosse Störsteine ausgelegt.



Abb. 20: Stelle E224 oberhalb der ARA-Einleitung mit Blickrichtung bachaufwärts. Koordinaten: 2658967 / 1249216.



Abb. 21: Stelle E225 unterhalb der ARA mit Blickrichtung bachaufwärts. Koordinaten: 2658900 / 1249360.



Abb. 22: Stelle E226, 1 km unterhalb der ARA mit Blickrichtung bachaufwärts. Koordinaten: 2658681 / 1250068.

4.6.3 Äusserer Aspekt

Stelle	Jahr	Beurteilungskriterien						
		Schlamm	Trübung	Verfärbung	Schaum	Geruch	Kolmation	Feststoffe
E224	1997	kein	keine	keine	wenig mittel	kein	–	–
	1999	kein	keine	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2000	kein	keine	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2001	kein	wenig mittel	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2003	kein	keine	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2017	kein	keine	keine	wenig mittel	kein	leicht mittel	keine
ARA Hendschiken, Bünz								
E225	1997	kein	keine	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2001	kein	wenig mittel	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2017	kein	keine	keine	wenig mittel	kein	stark	vereinzelt
E226	1997	kein	keine	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2001	kein	keine	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2017	kein	keine	keine	kein	kein	leicht mittel	keine

Tab 12: Entwicklung des äusseren Aspektes der Bünz bezüglich Schlamm, Trübung, Verfärbung, Schaum, Geruch, Kolmation und Feststoffe.

2017 ist die Bünz im Bereich der ARA Henschiken unmittelbar unterhalb der ARA-Einleitung stark, an den andern beiden Stellen leicht bis mittel kolmatiert. Unterhalb der ARA wurden zudem vereinzelte Feststoffe festgestellt. Quelle des Feststoffeintrags und der verstärkten Kolmation ist zum Teil die ARA-Einleitung oder das zugehörige Regenbecken. Wie schon in den früheren Jahren ist unmittelbar oberhalb und unterhalb der Einleitung in wenig bis mittlerem Masse Schaum feststellbar. Die Anforderungen der GSchV sind somit vor und nach der Einleitung bei mehreren Merkmalen des Äusseren Aspektes nicht erfüllt. Heterotropher Bewuchs und Eisensulfid kommen im Gegensatz zu früheren Untersuchungen an keiner Stelle mehr vor.

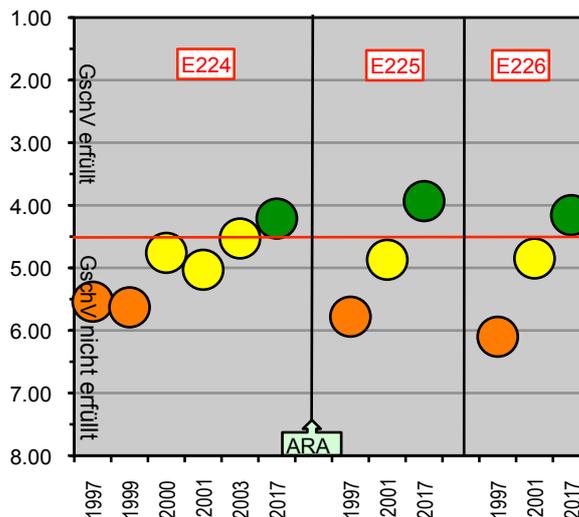


Abb. 23: Entwicklung der Gesamtbelastung der Bünz nach DI-CH im Bereich der ARA Henschiken zwischen 1997 und 2017.

Die Belastung entspricht an den ARA-nahen Stellen der Gütestufe II oder „*schwach belastet*“, an der Stelle 1 km weiter unten der Gütestufe II-III oder „*kritisch*“ belastet. Die Anteile der belastungssensiblen Kieselalgen (Abb. 24, heller Teil der Säulen) sinkt von 68% vor der ARA auf 64% (E225) und 49% (E226) unterhalb. Demgegenüber steigen die Anteile der belastungstoleranten Kieselalgen von 25% auf 34% bzw. 46% an der Stelle E226. Der Anteil der belastungsresistenten Gruppe vor der ARA mit 7% am höchsten, sinkt aber auf 2% unmittelbar unterhalb der ARA und steigt weiter unten wieder auf 4%. Der vorliegende Befund deutet entweder auf eine Belastungsquelle unterhalb der ARA zwischen den Stellen E225 und E226 hin oder, dass an der Probenahme-stelle E225 das ARA-Abwasser in der Bünz noch nicht vollständig durchmischt war.

Stelle	Jahr	Beurteilungskriterien				
		Eisen-sulfid	het. Bewuchs	Algen-deckung	Moosbe-deckung	Makro-phyten
E224	1997	<25%	40%	>50%	10-50%	10-50%
	1999	0%	3%	10-50%	<10%	<10%
	2000	<25%	3%	10-50%	10-50%	10-50%
	2001	0%	kein	>50%	10-50%	10-50%
	2003	0%	3%	10-50%	<10%	<10%
	2017	0%	kein	10-50%	<10%	<10%
ARA Henschiken, Bünz						
E225	1997	<25%	20%	10-50%	10-50%	10-50%
	2001	0%	7%	10-50%	10-50%	10-50%
	2017	0%	kein	<10%	10-50%	<10%
E226	1997	0%	23%	10-50%	10-50%	10-50%
	2001	0%	kein	10-50%	<10%	<10%
	2017	0%	kein	<10%	<10%	<10%

Tab 13: Zustandsentwicklung der Bünz hinsichtlich Eisensulfid, sichtbaren Einzellerkolonien und Pflanzenbewuchs. Die Indikatoren des pflanzlichen Bewuchses werden nicht bewertet.

4.6.4 Gewässerqualität gemäss der Kieselalgenindikation

Gemessen am schweizerischen Kieselalgenindex (DI-CH), liegt die Gesamtbelastung 2017 im Bereich der ARA Henschiken bei der Gütestufe „*gut*“. Die gesetzlichen Anforderungen sind im gesamten Abschnitt erfüllt. Seit 1997 hat sich die Gesamtbelastung sukzessive um zwei Gütestufen verbessert (Abb. 23). Die Anforderungen bezüglich der organischen Belastung sind im Bereich der ARA Henschiken unmittelbar oberhalb und unterhalb der Einleitung deutlich erfüllt, an der Stelle weiter unten jedoch knapp nicht mehr.

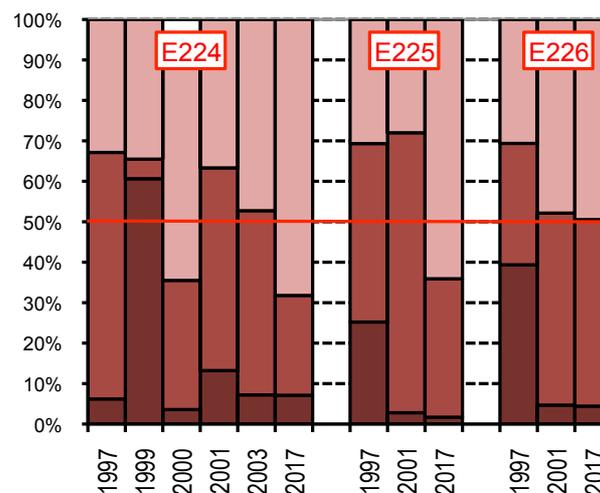


Abb. 24: Entwicklung der organischen Belastung der Bünz im Bereich der ARA Henschiken zwischen 1997 und 2017. Die Anforderungen der GSchV sind erfüllt, wenn die hellen Säulen-anteile > 50% sind.

5 Literatur

- [1] Chaix, O.; Ochsenbein, U.; Elber, F. (1995): Prioritäten für technischbauliche Gewässerschutzmassnahmen. Gas Wasser Abwasser 75, Heft 9, 703713.
- [2] Thomas, E. A.; Schanz, F. (1976): Beziehungen zwischen Wasserchemismus und Primärproduktion in Fliessgewässern, ein limnologisches Problem. Vierteljahresschrift Natf. Ges. Zürich, 121, 309317.
- [3] Uehlinger, U. (1994): Sauerstoff in der Glatt: Photosynthese, Respiration und Sauerstoffhaushalt in einem anthropogen stark beeinflussten Mittellandfluss (Glatt, Kt. Zürich). Gas Wasser Abwasser 74, Heft 2, 123128.
- [4] LangeBertalot, H. (1978): Diatomeen Differentialarten anstelle von Leitformen: ein geeignetes Kriterium der Gewässerbelastung. Arch. Hydrobiol./Suppl. 51, 393427.
- [5] Kramer, K.; LangeBertalot, H. (1988): In Ettl, H.; Gerloff, J.; Heynig, H.; Molenhauer, D. (Hrsg.): Süswasserflora von Mitteleuropa Bd 2/2, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- [6] Schiefele, S.; Kohmann F. (1993): Bioindikation der Trophie in Fliessgewässern. Bayrisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Forschungsbericht Nr. 102 01 504, 211 S. mit Anhang.
- [7] Hofmann, G. (1987): Diatomeengesellschaften saurer Gewässer des Odenwaldes und ihre Veränderungen durch anthropogene Faktoren. Diplomarbeit im Fachbereich Biologie der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main, 264 S.
- [8] Reichardt E. (1991): Beiträge zur Daitomeenflora der Altmühl. 3. Teil: Wasserqualität und Diatmeenbesatz. Algological Studies 62, 107132.
- [9] Erni, G.; Preisig, H.R., (1994): Hydrobiologische Untersuchungen am Unterlauf der Thur (Kanton Zürich, Schweiz). Algen. Vierteljahresschrift der Natf. Ges. Zürich 139, Heft 2, 7178.
- [10] Hürlimann, J.; Niederhauser, P. (2006): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer: Kieselalgen Stufe F.
- [11] BUWAL (1998): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer: ModulStufenkonzept. Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 26, Bern.
- [12] Binderheim E., Göggel W. 2007: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Äusserer Aspekt. UmweltVollzug Nr. 0701. Bundesamt für Umwelt, Bern. 43 S.
- [13] Kanton Aargau, Abteilung Umweltschutz (2009). Konzept für die immissionsorientierte Erfolgskontrolle. Februar 2009, 26 S.
- [14] Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Abteilung Umweltschutz (2008). Erfolgskontrolle an den Gewässern im Einzugsgebiet der Abwasserreinigungsanlagen im Oberen Fricktal. Aarau, Dezember 2008.
- [15] Pfaundler M. et al., 2007: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. HydrologieAbflussregime. UmweltVollzug. Entwurf vom Oktober 2007. Bundesamt für Umwelt, Bern. 104 S.
- [16] Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Abteilung Umweltschutz (2018). Einzugsgebiet bezogenes Monitoring der Wasserqualität in der Region Bünztal. Factsheets der Einleitungen Auswirkungen der Siedlungsentwässerung, Stand 2018. Aarau Januar 2017.

Anhänge

Daten der Kieselalgen

Nr.	Gattung	Spezies (frühere Systematik)	Gattung/Spezies (Neuere Systematik)	E232	E233	E234	E235	E236	E237	E209	E217	E218	E219	E224	E225
1	Achnanthes	atomus sensu DI-CH 2006	neu: Achnanthidium atomoides MONNIER, L.-B. et ECTOR	2				8	6		2		22	1	
2	Achnanthes	biasolettiana GRUNOW var. biasolettiana	neu p.p.: Achnanthidium delmontii PÉRÈS, LE COHU & BARTHÈS	129	53	1								1	
3	Achnanthes	biasolettiana GRUNOW var. biasolettiana	neu: Achnanthidium pyrenaicum (HUST.) KOBAYASI	29	3	2	4	18	13	19	17	7	6	34	
4	Achnanthes	biasolettiana GRUNOW var. biasolettiana	neu: Achnanthidium rostropyrenaicum JÜTTNER & COX sensu BEY & ECTOR	10				1	2	7	1		2		10
5	Achnanthes	biasolettiana var. subatomus LANGE-B.	neu: Achnanthidium subatomus (HUST.) LANGE-B.	18							4				
6	Achnanthes	catenata BILY & MARVAN						4	2						
7	Achnanthes	eutrophila LANGE-B.		6	6	4	4		4	17	4	2		3	4
8	Achnanthes	helvetica (HUSTEDT) LANGE-B.									1				
9	Achnanthes	lanceolata (BRÉBISSON) GRUNOW ssp. lanceolata	neu: Planothidium lanceolatum (BRÉBISSON) LANGE-B.					1	1						
10	Achnanthes	lanceolata ssp. dubia (GRUNOW) LANGE-B.	neu p.p.: Planothidium dubium (GRUNOW) ROUND & BUKHTIYAROVA				1								
11	Achnanthes	lanceolata ssp. frequentissima LANGE-B.	neu: Planothidium frequentissimum (LANGE-B.) LANGE-B.		6	7	3	4	19						
12	Achnanthes	lanceolata ssp. rostrata (OESTRUP) LANGE-B.	neu: Planothidium rostratum (ØSTRUP) LANGE-B.					9	4						
13	Achnanthes	minutissima KUETZING var. minutissima		77	23	20	33	42	41	160	32	37	23	132	121
14	Achnanthes	minutissima var. affinis (GRUNOW) LANGE-B.	neu: Achnanthidium affine (GRUNOW) CZARNECKI				4	4	6						
15	Achnanthes	minutissima var. inconspicua sensu SwF 2/4	syn.: Achnanthidium nana (MEISTER) NOVAIS & JUETTNER				2	2		3					
16	Achnanthes	minutissima var. saprophila Kobayasi & Mayama	neu: Achnanthidium saprophilum (Kobayasi & Mayama) ROUND & BUKHTIYAROVA	56	27	9	13	10	4				5	8	
17	Achnanthes	ploenensis HUSTEDT	neu: Karayevia ploenensis (HUSTEDT) BUKHTIYAROVA		10				7						
18	Achnanthes	rupestoides HOHN	neu: Platessa hustedtii (KRASSKE) LANGE-B.		2										
19	Achnanthes	sp.						12	14				8		
20	Achnanthes	straubiana LANGE-B.		9	2	4	4	1		8	1				
21	Achnanthidium	pfisteri LANGE-BERTALOT		13	6		4								
22	Achnanthidium	lineare sensu lato	neu p.p.: Achnanthidium lineare sensu lato							14					
23	Adlafia	minuscula (GRUNOW) LANGE-B. var. minuscula	Adlafia minuscula (GRUNOW) LANGE-B. var. minuscula												1
24	Amphora	copulata (KUETZING) SCHOEMANN & ARCHIBALD	copulata (KUETZING) SCHOEMANN & ARCHIBALD	2				2	2		1		2		
25	Amphora	inariensis KRAMMER		2	2	9		4	2	1	6	1	1	4	4
26	Amphora	indistincta LEVKOV		4	2	2					12	11	30		
27	Amphora	montana KRASSKE	neu: Halamphora montana (KRASSKE) LEVKOV		2										
28	Amphora	ovalis (KUETZING) KUETZING		2	2	4	1		2		3	2	8		
29	Amphora	pediculus (KUETZING) GRUNOW		66	72	283	60	207	124	92	99	178	189	51	65
30	Caloneis	bacillum (GRUNOW) CLEVE sensu DI-CH	neu: lancettula (SCHULZ-DANZIG) LANGE-B. & WITKOWSKI	4						5	12		2	2	6

Nr.	Gattung	Spezies (frühere Systematik)	Gattung/Spezies (Neuere Systematik)	E232	E233	E234	E235	E236	E237	E209	E217	E218	E219	E224	E225
31	Cocconeis	neothumensis KRAMMER								4	2	4			2
32	Cocconeis	pediculus EHRENBERG		1	2	2	2	4	1			2		3	2
33	Cocconeis	placentula euglyptoides (GEITLER) LANGE-B. 2004			6							3			
34	Cocconeis	placentula EHRENBERG var. placentula							12		12	2	8		
35	Cocconeis	placentula var. euglypta (EHRENBERG) GRUNOW			14	4	6	14	106	14	43	34	23	4	31
36	Cocconeis	placentula var. lineata (EHRENBERG) VAN HEURCK			14		2	2	10			4	2		
37	Cyclotella	atomus HUSTEDT var. atomus				2									
38	Cyclotella	atomus var. gracilis GENKAL & KISS							2						
39	Cyclotella	meneghiniana KUETZING					2					2	2		
40	Cymatopleura	solea var. apiculata (W.SMITH) RALFS												1	
41	Cymbella	affinis auct. non KÜTZING	neu p.p.: Cymbella excisa KUETZING	9											
42	Cymbella	affinis auct. non KÜTZING	neu p.p.: Cymbella parva (W.SMITH) KIRCHNER	2											
43	Cymbella	hustedtii KRASSKE		2											
44	Cymbella	minuta f. semicircularis	neu: Encyonema ventricosum (AGARDH) GRUNOW			1									
45	Cymbella	minuta HILSE	neu: Encyonema minutum (HILSE) D.G.MANN	3		1	1								
46	Cymbella	prostrata (BERKELEY) CLEVE				2									
47	Cymbella	sinuata GREGORY	neu: Reimeria sinuata (GREGORY) KOCIOLEK&STOERMER	1	4	6	2	2	2						
48	Denticula	tenuis KÜTZING		1									1		1
49	Diatoma	moniliformis KUETZING ssp. moniliformis	moniliformis KUETZING ssp. moniliformis								1		1	1	
50	Diatoma	vulgaris BORY				1				1	3	6	3		
51	Diploneis	oculata (BRÉBISSON) CLEVE					2				2	2	2		
52	Diploneis	parma CLEVE													1
53	Diploneis	z.T. separanda LANGE-BERTALOT	z.T. separanda LANGE-BERTALOT							2			1		
54	Encyonopsis	minutum (HILSE) D.G.MANN	Encyonema minutum (HILSE) D.G.MANN							3		3		4	2
55	Encyonopsis	ventricosum (AGARDH) GRUNOW	Encyonema ventricosum (AGARDH) GRUNOW							4	2	3	3	4	2
56	Fallacia	lenzii (HUSTEDT) LANGE-B.	Fallacia lenzii (HUSTEDT) LANGE-B.									3	2		
57	Fallacia	monoculata (HUSTEDT) D.G.MANN							2						
58	Fallacia	sublucidula (HUSTEDT) D.G.MANN	Fallacia sublucidula (HUSTEDT) D.G.MANN								1	1			1
59	Fallacia	subhamulata (HUSTEDT) D.G.MANN	Fallacia subhamulata (HUSTEDT) D.G.MANN							3	4	4	2	2	
60	Fistulifera	sprophila (LANGE-B.&BONIK) LANGE-B.	Fistulifera sprophila (LANGE-B.&BONIK) LANGE-B.											8	
61	Fragilaria	famelica (KUETZING) LANGE-B.									1				
62	Fragilaria	gracilis OESTRUP	gracilis OESTRUP									2			
63	Fragilaria	pinnata EHRENBERG	Staurosira mutabilis (W.SMITH) GRUNOW				62	37	77						
64	Fragilaria	Staurosira construens EHRENBERG	Staurosira construens EHRENBERG										1		
65	Fragilaria	sippe5-ara			23	5	4								
66	Fragilaria	ulna (NITZSCH) LANGE-B.			3	1			1			2	1		

Nr.	Gattung	Spezies (frühere Systematik)	Gattung/Spezies (Neuere Systematik)	E232	E233	E234	E235	E236	E237	E209	E217	E218	E219	E224	E225
67	Fragilaria	capucina var. vaucheriae (KÜTZING) LANGE-B.	vaucheriae (KÜTZING) PETERSEN			4	4			2			4		
68	Frustulia	vulgaris (THWAITES) DE TONI								1					
69	Gomphonema	aff. pumilum							2						
70	Gomphonema	exilissimum (GRUNOW) LANGE-B. & REICHARDT	exilissimum (GRUNOW) LANGE-B. & REICHARDT							4	1	3			
71	Gomphonema	italicum KUETZING				6									
72	Gomphonema	micropus KUETZING (ehem. angustatum)													4
73	Gomphonema	minutum (AGARDH) AGARDH			6	2	9		2		3	4	6		
74	Gomphonema	olivaceum (HORNEMANN) BRÉBISSON parvulum (KUETZING) KUETZING var. parvulum f.							2	2			4		
75	Gomphonema	parvulum parvulum LANGE-B. & REICHARD var. parvulum f.		4	21	8	16	6	1			1			
76	Gomphonema	saprophilum pumilum (GRUNOW) REICHARDT & LANGE-B. var.					3								
77	Gomphonema	pumilum		14	6	4								4	
78	Gomphonema	pumilum var. rigidum REICHARDT & LANGE-B.		2								3	2	3	5
79	Gomphonema	sp.		2	2									8	
80	Gomphonema	truncatum EHRENBERG											1		
81	Gyrosigma	accuminatum (KUETZING) RABENHORST								1					
82	Gyrosigma	nodiferum (GRUNOW) REIMER	nodiferum (GRUNOW) REIMER								1		3		
83	Gyrosigma	scalproides (RABENHORST) CLEVE	scalproides (RABENHORST) CLEVE								1	1	2		
84	Melosira	varians C.AGARDH				18	2			3	14	13	14	1	
85	Navicula	amphiceropsis LANGE-B. & RUMRICH									4		2	2	
86	Navicula	atomus var. permitis (HUSTEDT) LANGE-B.			33	2	1	4	2	7				13	3
87	Navicula	capitata EHRENBERG var. capitata	neu: Hippodonta capitata (EHRENBERG) LANGE-B., METZELTIN & WITKOWSKI					2	1				2		
88	Navicula	capitatoradiata GERMAIN		9		5	38	2	2		10	18	5		
89	Navicula	cryptotenella LANGE-B.		8	13	9	60	28	23	1					
90	Navicula	cryptotenelloides LANGE-B.		2						48	100	42	46	84	116
91	Navicula	difficillimoides HUSTEDT	bisher: lenzii HUSTEDT sensu Holotyp SwF										4		
92	Navicula	gregaria DONKIN					17	1		13	7	9	7	11	1
93	Navicula	lanceolata (C.AGARDH) EHRENBERG									3		2	6	
94	Navicula	menisculus var. grunowii LANGE-B.	neu pp: Navicula antonii LANGE-B. - Typ1		4	9	17	2		5	7	12		8	7
95	Navicula	menisculus var. grunowii LANGE-B.	neu pp: Navicula antonii LANGE-B. - Typ2			2	2		2						
96	Navicula	minima GRUNOW sensu DI-CH	neu pp: Sellaphora nigri (DE NOTARIS) C.E.WETZEL et L. ECTOR	6	93	11	14	45	12						
97	Navicula	minima GRUNOW sensu DI-CH	neu pp: Sellaphora atomoides (GRUNOW) C.E.WETZEL et VAN DE VIJER	4	14	34	4	15	5						
98	Navicula	minusculoides HUSTEDT	neu: Craticula minusculoides (HUSTEDT) LANGE-B.			2	2								
99	Navicula	pupula KUETZING var. pupula	neu: Sellaphora pupula (KUETZING) MERESCHKOWSKY				2		1						

Nr.	Gattung	Spezies (frühere Systematik)	Gattung/Spezies (Neuere Systematik)	E232	E233	E234	E235	E236	E237	E209	E217	E218	E219	E224	E225
100	Navicula	reichardtiana LANGE-B.				1	3		4	8	8	4	9	15	19
101	Navicula	sancti-naumii LEVKOV&METZELTIN				2	8			1					
102	Navicula	seminulum GRUNOW sensu DI-CH	neu: Sellaphora saugerresii (DESM.) C.G.WETZEL et D.G.Mann			2	4	2	2						
103	Navicula	sp.											6		
104	Navicula	subhamulata GRUNOW	neu: Fallacia subhamulata (HUSTEDT) D.G.MANN				14	5	11						
105	Navicula	subminuscula MANGUIN	neu: Eolimna subminuscula (MANGUIN) MOSER,LANGE-B.&METZELTIN				10	4							
106	Navicula	tripunctata (O.F.MUELLER) BORY		5	5	2	43	13	11	13	32	20	11	32	45
107	Navicula	veneta KUETZING					4								
108	Navicula	vilaplani (LANGE-B.&SABATER) LANGE-B.&SABATER					2								
109	Navicula	viridula (KUETZING) EHRENBERG											1		
110	Navicula	wildii LANGE-B.					2								
111	Nitzschia	acicularis (KUETZING) W.SMITH		3											
112	Nitzschia	amphibia GRUNOW			17	28	4	5			2	4	2		2
113	Nitzschia	apiculata (GREGORY) GRUNOW	apiculata (GREGORY) GRUNOW									2			
114	Nitzschia	capitellata HUSTEDT								14				2	
115	Nitzschia	costei TUDESQUE, RIMET et ECTOR		38	2	1	2								
116	Nitzschia	dissipata (KUETZING) GRUNOW ssp. dissipata					1		2	3	10	12	7	6	23
117	Nitzschia	fonticola GRUNOW		9	4	3	17			2	4	2	1	8	1
118	Nitzschia	frustulum (KUETZING) GRUNOW var. frustulum										4			
119	Nitzschia	heufferiana GRUNOW										1			
120	Nitzschia	inconspicua GRUNOW sensu SwF Abb.6-10 = N.	: inconspicua GRUNOW sensu SwF Abb.6-10 = N. soratensis MORALES&VIS								1				
121	Nitzschia	soratensis MORALES&VIS													
122	Nitzschia	palea (KUETZING) W.SMITH var. palea			1		16	2		8		11	3	8	2
123	Nitzschia	palea var. debilis (KUETZING) GRUNOW					4		5	6			4		
124	Nitzschia	paleacea GRUNOW			4	2			2	3			3	8	
125	Nitzschia	paleaeformis HUSTEDT											1	6	
126	Nitzschia	recta HANTZSCH					1								1
127	Nitzschia	sinuata var. tabellaria (GRUNOW) GRUNOW	neu: tabellaria GRUNOW	1											
128	Nitzschia	sociabilis HUSTEDT									3	6	8	2	2
129	Nitzschia	sp.					1					2			4
130	Nitzschia	vermicularis (KUETZING) HANTZSCH											1		
131	Planothidium	frequentissimum (LANGE-B.) LANGE-B.	Planothidium frequentissimum (LANGE-B.) LANGE-B.							6	6	1	2	2	2
132	Reimeria	Reimeria sinuata (GREGORY) KOCIO-													
133	Reimeria	LEK&STOERMER	Reimeria sinuata (GREGORY) KOCIOLEK&STOERMER							2	4	2	1	4	
134	Rhoicosphenia	abbreviata (C.AGARDH) LANGE-B.		2	15	4	2	4		5	18	6	7	9	28
135	Sellaphora	nigri (DE NOTARIS) C.E.WETZEL et ECTOR	Sellaphora nigri (DE NOTARIS) C.E.WETZEL et ECTOR							30	1	22	3		4

Nr.	Gattung	Spezies (frühere Systematik)	Gattung/Spezies (Neuere Systematik)	E232	E233	E234	E235	E236	E237	E209	E217	E218	E219	E224	E225
134	Sellaphora	saugerresii (DESM.) C.G.WETZEL et D.G.Mann atomoides (GRUNOW) C.E.WETZEL et VAN DE	Sellaphora saugerresii (DESM.) C.G.WETZEL et D.G.Mann								2	14	2		
135	Sellaphora	VIJER	Sellaphora atomoides (GRUNOW) C.E.WETZEL et VAN DE VIJER							2	16	10	12		
136	Stauroneis	smithii GRUNOW											1		
137	Staurosira	mutabilis (W.SMITH) GRUNOW	Staurosira mutabilis (W.SMITH) GRUNOW							12	7	3	6	2	7
138	Surirella	angusta KÜTZING								1		1			
139	Surirella	neglecta REICHARDT / lacrimula ENGLISH	syn.: brebissonii var. kuetzingii sensu DI-CH pro parte				1		1		3			12	
140	Surirella	minuta BRÉBISSON ex KUETZING								2					
141	Thalassiosira	pseudonana HASLE&HEIMDAL									10	2			
	Unbestimmt	(nicht im Total)		4		4	2			2	5		4	2	1
	Total			557	524	532	547	526	559	562	544	550	545	519	529
	Anzahl Arten			38	38	45	55	36	46	45	51	53	62	41	34

Daten Äusserer Aspekt

Stelle	Datum	Schlamm	Trübung	Verfärbung	Schaum	Geruch
E224	20.06.17	kein	keine	keine	wenig mittel	kein
E225	20.06.17	kein	keine	keine	wenig mittel	kein
E226	20.06.17	kein	keine	keine	kein	kein
E232	03.09.18	kein	keine	keine	wenig mittel	kein
E233	03.09.18	kein	keine	keine	wenig mittel	leicht mittel
E234	03.09.18	kein	keine	keine	kein	leicht mittel
E235	03.09.18	wenig mittel	keine	keine	wenig mittel	kein
E236	02.09.18	wenig mittel	keine	keine	wenig mittel	kein
E237	02.09.18	kein	keine	keine	kein	kein
E209	20.06.17	viel	keine	keine	kein	kein
E217	29.08.17	wenig mittel	keine	keine	wenig mittel	kein
E218	29.08.17	viel	leicht mittel	keine	kein	kein
E219	29.08.17	viel	leicht mittel	keine	kein	kein

Stelle	Datum	FeS	Kolmation	Feststoffe	het. Bew.	Algen	Moose	Makrophyten
E224	20.06.17	0%	leicht mittel	keine	kein	10-50%	<10%	<10%
E225	20.06.17	0%	stark	vereinzelte	kein	<10%	10-50%	<10%
E226	20.06.17	0%	leicht mittel	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E232	03.09.18	<25%	leicht mittel	vereinzelte	kein	<10%	10-50%	<10%
E233	03.09.18	0%	leicht mittel	vereinzelte	kein	10-50%	10-50%	<10%
E234	03.09.18	<25%	leicht mittel	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E235	03.09.18	0%	keine	keine	kein	<10%	10-50%	<10%
E236	02.09.18	<25%	keine	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E237	02.09.18	>25%	keine	keine	kein	<10%	<10%	>50%
E209	20.06.17	<25%	leicht mittel	keine	kein	<10%	10-50%	<10%
E210	20.06.17	<25%	keine	vereinzelte	kein	<10%	<10%	10-50%
E217	29.08.17	0%	leicht mittel	keine	kein	<10%	10-50%	<10%
E218	29.08.17	<25%	stark	keine	viel	<10%	>50%	<10%
E219	29.08.17	<25%	leicht mittel	keine	mittel	<10%	>50%	<10%

