

UMWELT

Erfolgskontrolle an den Gewässern im Einflussbereich von Abwasserreinigungsanlagen im Wynental und Seetal

ARA-Ausbauprogramm 1996-2016

November 2017

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

© 2017 Kanton Aargau

Inhalt

Zusammenfassung	4
1 Anlass der biologischen Erfolgskontrolle bei Kläranlagen	5
2 Konzept der immissionsorientierten Erfolgskontrolle	
Abwasserreinigung	7
2.1 Zweck der Erfolgskontrollen	7
2.2 Überwachungskonzept	7
2.3 Beurteilung nach dem Modul-Stufen-Konzept	8
2.4 Ausgewählte Kriterien für die Erfolgskontrollen	8
3 Entwicklung des Gewässerzustandes in der Übersicht	11
3.1 Äusserer Aspekt	11
3.2 Gewässerzustand gemäß der Kieselalgenindikation	16
4 Wirkung der Massnahmen bei den ARA	17
4.1 Gegenwärtiger Ausbaustand der ARA's	17
4.2 Änderungen seit 1994	17
4.3 ARA Oberwynental	18
4.4 ARA Gontenschwil	20
4.5 ARA Mittleres Wynental	22
4.6 ARA Hallwilersee	24
5 Literatur	26
Anhänge	27
Daten der Kieselalgen	27
Daten Äusserer Aspekt	33

Zusammenfassung

Zur Erfolgskontrolle des ARA-Ausbauprogrammes 1996-2016 im Einzugsgebiet der Wyna und des Aabaches bei der ARA Hallwilersee wurde über die Jahre 1994-2016 der biologische Zustand der Gewässer im Einflussbereich der Abwasserreinigungsanlagen mehrmals nach Abschluss entsprechender Ausbaustufen untersucht. Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse bei den 2016 in Betrieb stehenden Anlagen zusammen. Durch die Sanierungsmassnahmen ist die Gewässerbelastung deutlich zurückgegangen. Die geprüften Anforderungen und ökologischen Ziele der Gewässerschutzverordnung werden heute grösstenteils erfüllt.

Bisherige Massnahmen

Im Wynental wurden zwischen 1994 und 2017 die Abwasserreinigungsanlagen Oberwynental, Gontenschwil und Mittleres Wynental erneuert und/oder ausgebaut. Die jüngste Ausbaustufe betraf die ARA Oberwynental und erstreckte sich über einen Zeitraum von 2014 bis 2017. Sie wurde weitgehend erneuert, mit einer zusätzlichen Reinigungsstufe versehen und kapazitätsmässig erweitert. Die übrigen Anlagen wurden bereits vor 2011 saniert.

Die ARA Hallwilersee wurde ebenfalls vor 2011 erneuert und mit einer zusätzlichen Reinigungsstufe (BIOPUR) versehen.

Verbesserung des Gewässerzustands

Durch die Realisierung der ARA-Ausbauprogramme in den Einzugsgebieten der Wyna und des Aabachs hat sich der äussere Aspekt in beiden Gewässern deutlich verbessert. Während vor Beginn der Sanierungsphase 1996 insbesondere die Gewässerabschnitte unterhalb von ARA-Einleitungen oft hinsichtlich mehrerer Merkmale in starkem Masse zu beanstanden waren, ist dies nun nach Abschluss der Sanierungen bis 2016 nur noch vereinzelt der Fall. Bei der ARA Oberwynental sind in der Wyna die Anforderungen bezüglich Feststoffe und Kolmatierung unter dem Einfluss der ARA-eigenen Hochwasserentlastung und dem ARA-Ausfluss noch nicht ganz erfüllt. Unterhalb der ARA Hallwilersee ist zeitweise eine leichte Schaumbildung und weiter unten bei Seon vereinzelt heterotropher Bewuchs feststellbar. Dieser wird allerdings kaum durch die ARA Hallwilersee verursacht.

Das ARA-Ausbauprogramm reduzierte insgesamt die stoffliche Belastung der Wyna. Vor Beginn der Sanierungsphase erfüllte die Stoffbelastung der Wyna an 7 von 10 untersuchten Stellen die entsprechenden Anforderungen der Gewässerschutzverordnung nicht mehr. Dabei spielten sowohl die hohe Belastung durch biologisch wirksame, organische Stoffe als auch die Gesamtbelastung (DI-CH) eine Rolle. Nach Abschluss der Sanierungen im Jahr 2017 sind die Anforderungen nur noch an den beiden Stellen vor und nach der ARA Gontenschwil knapp nicht erfüllt. Im Einflussbereich der ARA Hallwilersee erfüllt der Aabach 2016 die Anforderungen bezüglich beider Parameter.

Was bleibt zu tun?

Noch unbefriedigend ist die von den Kieselalgen angezeigte organische Belastung der Wyna unterhalb der ARA Oberwynental und im unmittelbaren Einflussbereich der ARA Gontenschwil. Dort entspricht auch der DI-CH noch nicht den Anforderungen bezüglich der Gesamtbelastung. Zu klären ist, ob die Beeinträchtigungen eine vorübergehende Folge der Bauarbeiten zur Erneuerung der ARA Oberwynental und den damit verbundenen betrieblichen Einschränkungen sind oder, ob sie auch nach Abschluss der Arbeiten weiterbestehen.

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 Wynental und Seetal verändert. In der Folge wurden in den letzten zwanzig Jahren grössere Investitionen in die Siedlungsentwässerung und Abwasserreinigung getätigt. Dabei wurde die ARA's Oberwynental, Gontenschwil, Mittleres Wynental und Hallwilersee saniert und/oder erweitert (siehe Kapitel 4).

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 Gewässer-sole (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 (siehe Anhänge).

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 entspricht Punkt 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 den ARA-Abwässern betroffenen Gewässerabschnitte der Wyna und des Abaches in verschiedenen Phasen der Sanierungsprojekte mit biologischen Methoden (siehe Kapitel 2) untersucht. Alle betroffenen Gewässerabschnitte im Wynen- und Seetal wurden erstmals im Zeitraum zwischen 1994 bis 1998 untersucht. Nach Realisierung verschiedener Ausbautetappen wurden jeweils Erfolgskontrollen durchgeführt. Mit dem inzwischen abgeschlossenen Ausbau der ARA Oberwynental wurden die Kläranlagen im Wynental und die ARA Hallwilersee einer erneuten Erfolgskontrolle unterzogen.

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.

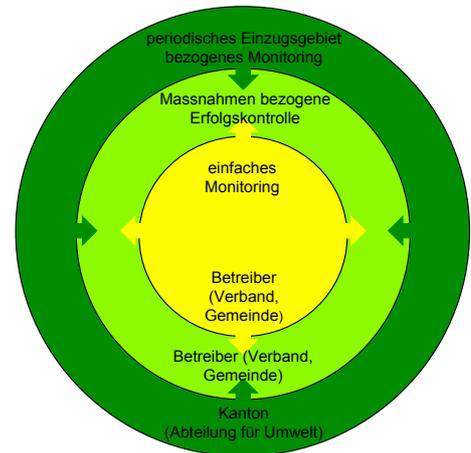


Abb. 1: Ebenen der Verantwortlichkeiten bei den immissionsorientierten Erfolgskontrollen der Siedlungsentwässerungen im Kanton Aargau.

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 erfahrene 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 auch 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 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, Stufen 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	vieler

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.

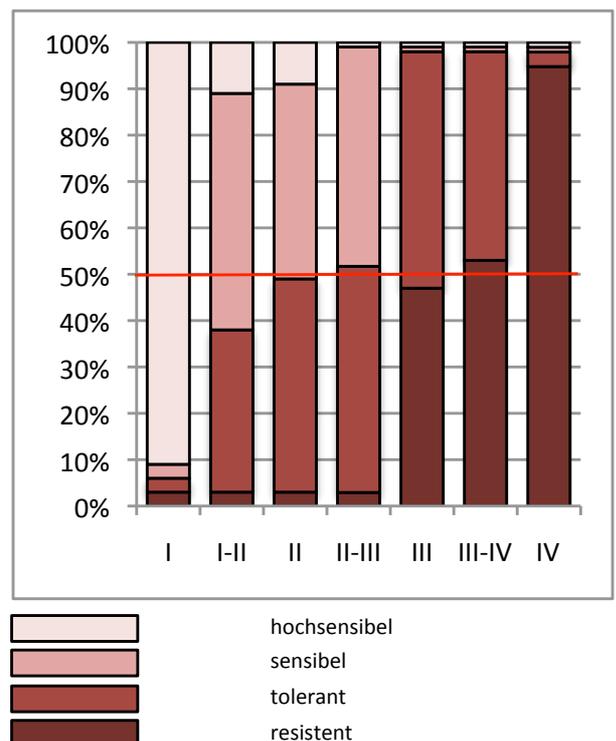


Abb. 2: Verteilungsbeispiele der vier Differenzialartengruppen für die 7 Gütestufen. Die Anforderung der GSchV ist erfüllt, wenn die hellen Säulenanteile grösser als 50% sind.

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		GSchV eingehalten	prozentualer Anteil der Differenzialartengruppen
I	oligosaprob unbelastet bis sehr gering belastet		hs≥90% s+t+r≤10%
I-II	oligo- β-mesosaprob gering belastet	ha>10% 50%≤s≤90% t+r<40%	
II	β-mesosaprob mässig belastet	hs≤10% oder hs+s>50%; s≥50%; t+r<50%; t+r<50%	
II-III	β-a-mesosaprob kritisch belastet	10%<hs+s<50% 50%≤t+r<90%	
III	a-mesosaprob stark verschmutzt	hs+s≤10%; t≥50%; r<50%	
III-IV	a-meso-polysaprob sehr stark verschmutzt	10%<hs+s+t<50% r≥50%	
IV	polysaprob übermässig verschmutzt	hs+s+t≤10%; r≥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- Ausbauprogramme in den Einzugsgebieten der Wyna und des Aabachs hat sich der äussere Aspekt der dortigen Gewässer deutlich verbessert. Während vor Beginn der Sanierungsphase 1996 insbesondere die Gewässerabschnitte unterhalb von ARA-Einleitungen oft hinsichtlich mehrerer Merkmale in starkem Masse zu beanstanden waren, ist dies nun nach Abschluss der Sanierungen bis 2016 nur noch vereinzelt der Fall. Bei der ARA Oberwynental sind in der Wyna die Anforderungen bezüglich Feststoffe und Kolmatierung unter dem Einfluss der ARA-eigenen Hochwasserentlastung und dem ARA-Ausfluss noch nicht ganz erfüllt. Unterhalb der ARA Hallwilersee ist zeitweise eine leichte Schaumbildung und weiter unten bei Seon vereinzelt heterotropher Bewuchs feststellbar.

Ziele an der Wyna fast erreicht

Im Einzugsgebiet der Wyna (Abb. 3) erfüllen 2016 die untersuchten Stellen die Kriterien des äusseren Aspektes im Bereich der ARA Gontenschwil und der ARA Mittleres Wynental. Bei der ARA Oberwynental ist die Sohle der Wyna an allen drei Stellen stark kolmatiert. Zudem werden in starkem bis mittlerem Ausmass Feststoffe in die Wyna eingeschwemmt. Der Feststoffeintrag wird durch die ungenügend funktionierende Feststoffabtrennung beim Regenbecken „Griensammler“ (A90-352) verursacht. Diese funktionierte bei der letzten Untersuchung 2011 noch ohne Probleme. Die gleichzeitig eingeschwemmte Feststoff-Feinfraktion führt 2016 über eine längere Strecke zu starker Kolmation der Gewässersohle. Allerdings wird dadurch die Sauerstoffversorgung der Bachsohle nicht wesentlich eingeschränkt, da an keiner Stelle Eisensulfidflecken auftreten.

Abzuklären gilt, ob die Beeinträchtigungen durch Einschränkungen während der laufenden Um- und Ausbauphase (2014-2017) verursacht wurden. Insgesamt hat sich der äussere Aspekt der Wyna im Vergleich zum Zeitraum bis 1994 bis 2008 stark verbessert.

Zustand im Aabach gleich geblieben

Der äussere Aspekt des Aabachs hat sich im Einflussbereich der ARA Hallwilersee seit 2014 kaum verändert (Abb. 4).

Bei der Mühle Seon ist wie schon früher vereinzelt sichtbarer, heterotropher Bewuchs vorhanden. Unmittelbar unterhalb der ARA Hallwilersee tritt 2016 in leichtem bis mittlerem Masse Schaum auf. Der heterotrophe Bewuchs an der Stelle in Seon wird nicht von der ARA Hallwilersee verursacht, hingegen ist die Schaumbildung durch die ARA-Einleitung bedingt.

Alle übrigen Merkmale des äusseren Aspektes erfüllen im untersuchten Abschnitt die entsprechenden Anforderungen der GSchV.

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

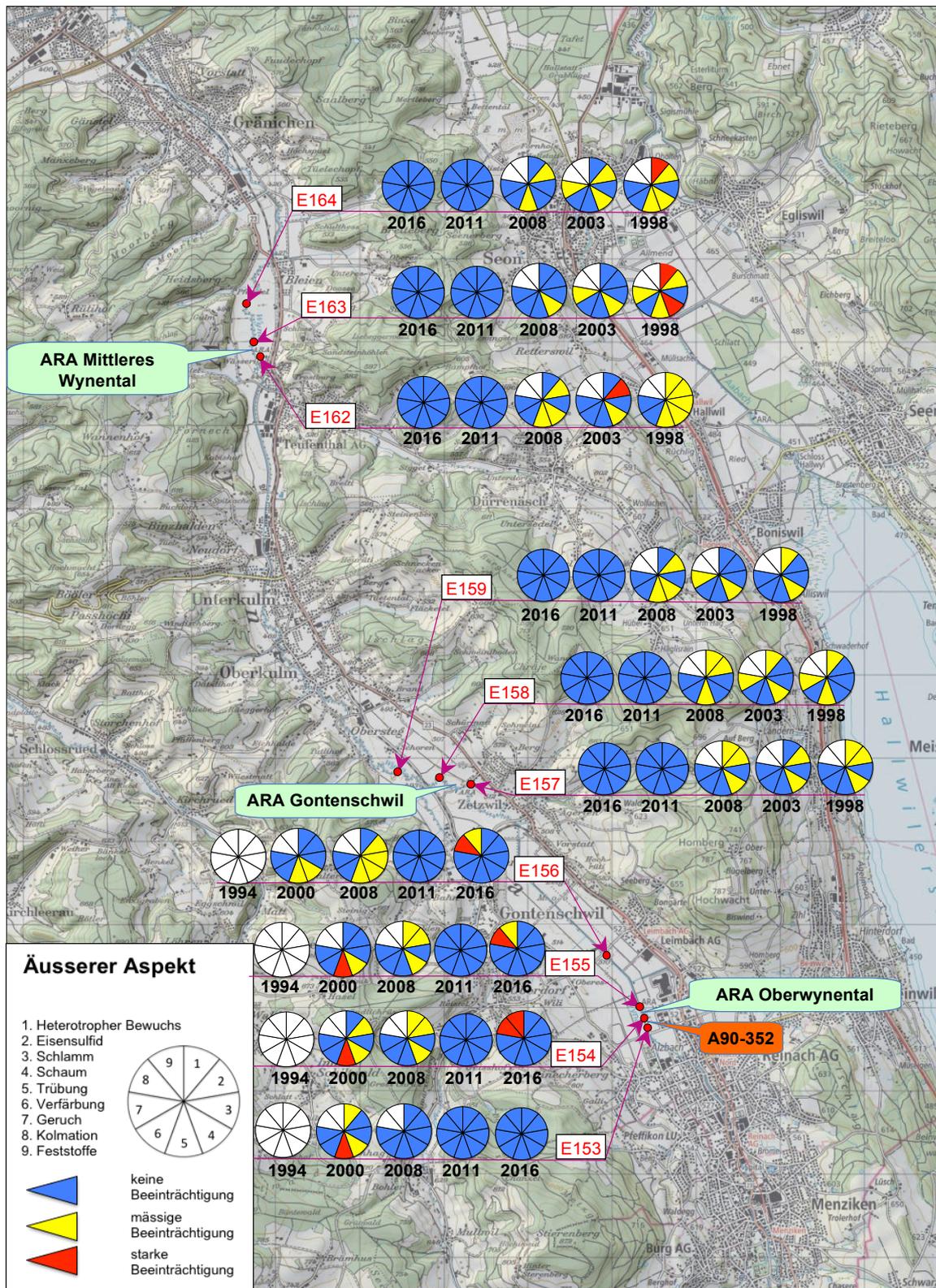


Abb. 4: Beurteilung des Einflusses der ARA Hallwilersee auf den Äusseren Aspekt des Aabaches (weisse Felder bedeuten, dass keine Daten erhoben wurden. Die lila Pfeile markieren den Ort der Probenahmestellen und die Richtung der Zeitachse).

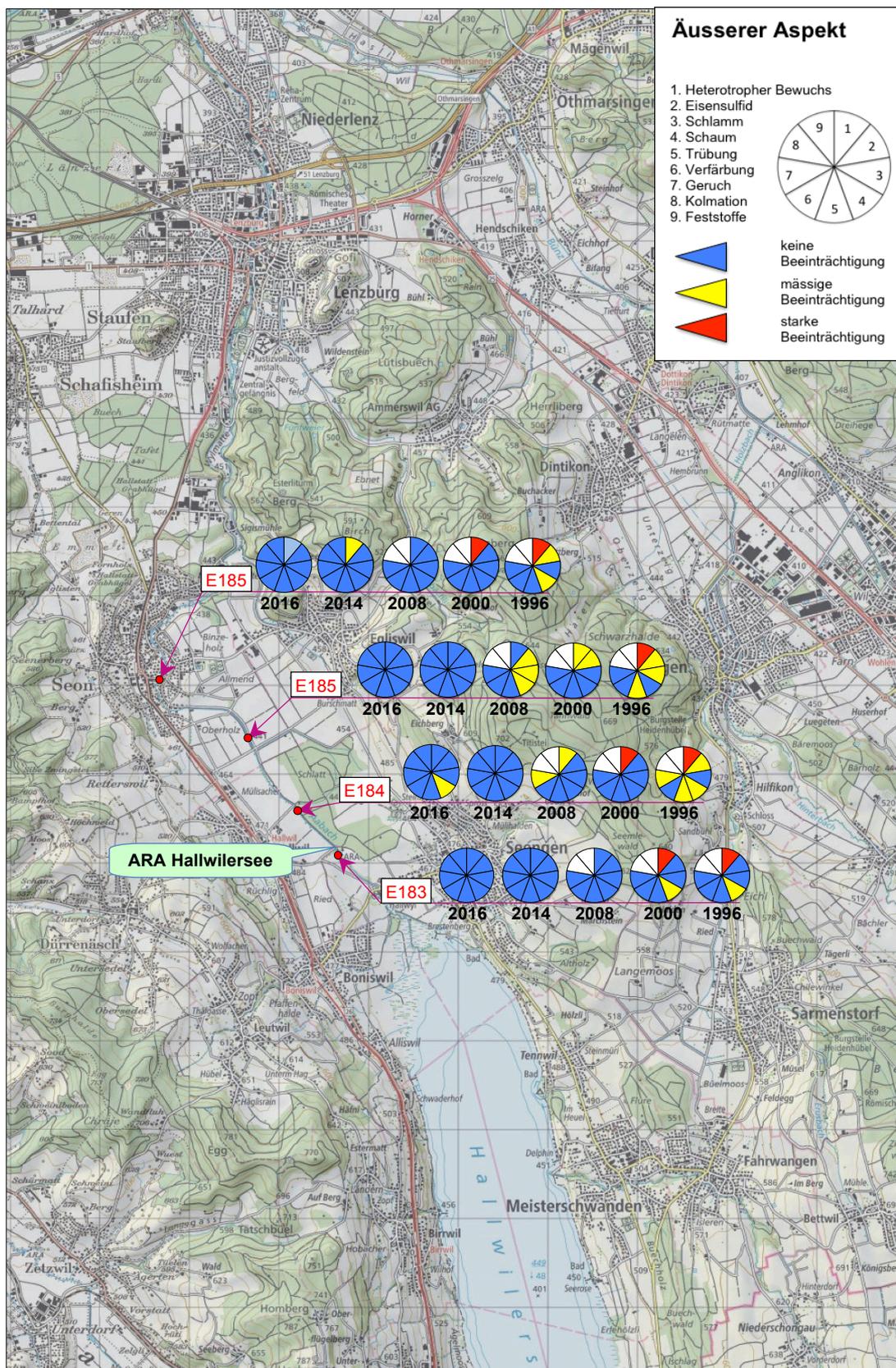


Abb. 5: Beurteilung des Einflusses der drei Abwasserreinigungsanlagen auf die Gesamtbelastung der Wyna (Die lila Pfeile markieren den Ort der Probenahmestellen und die Richtung der Zeitachse).

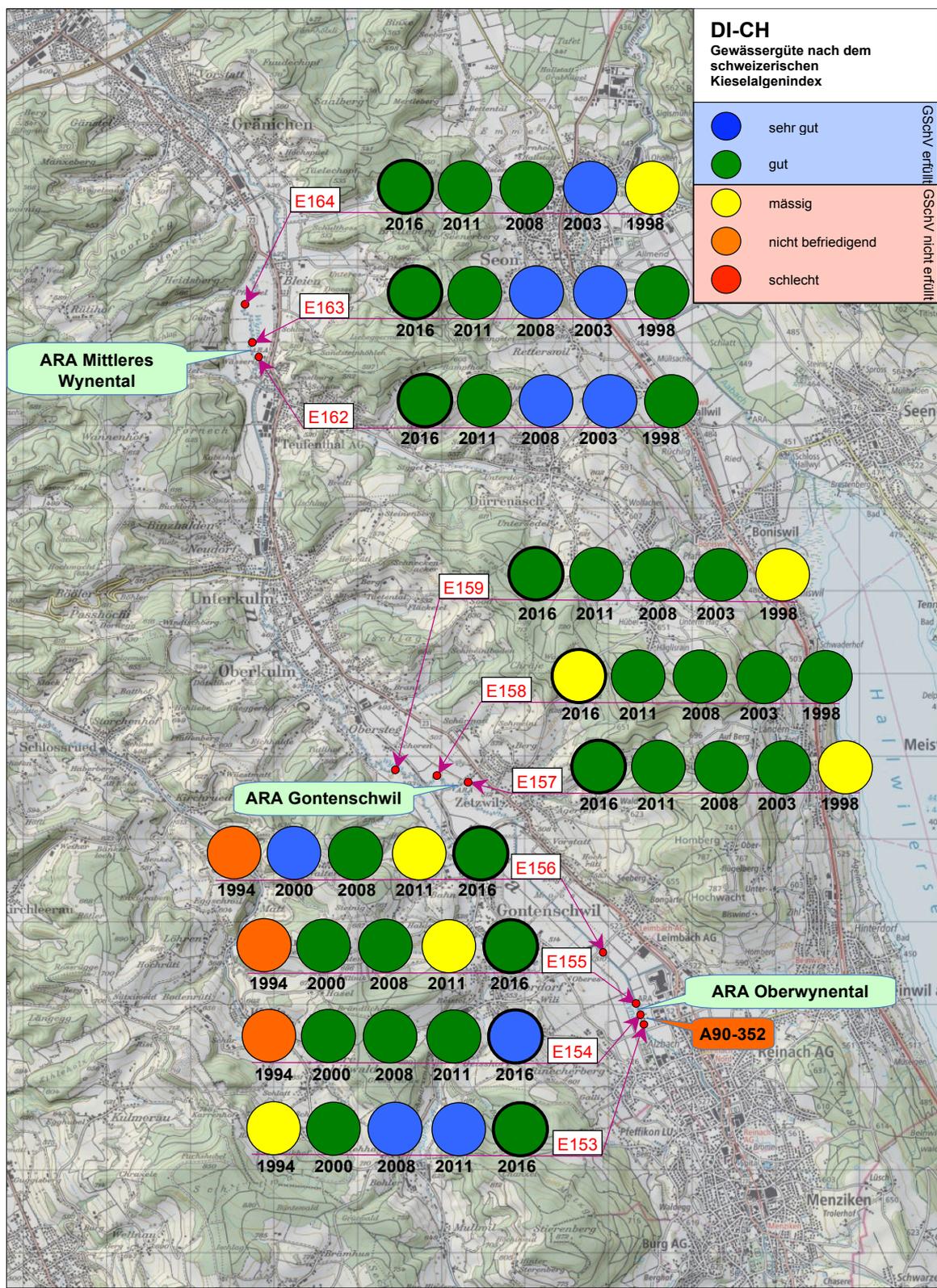
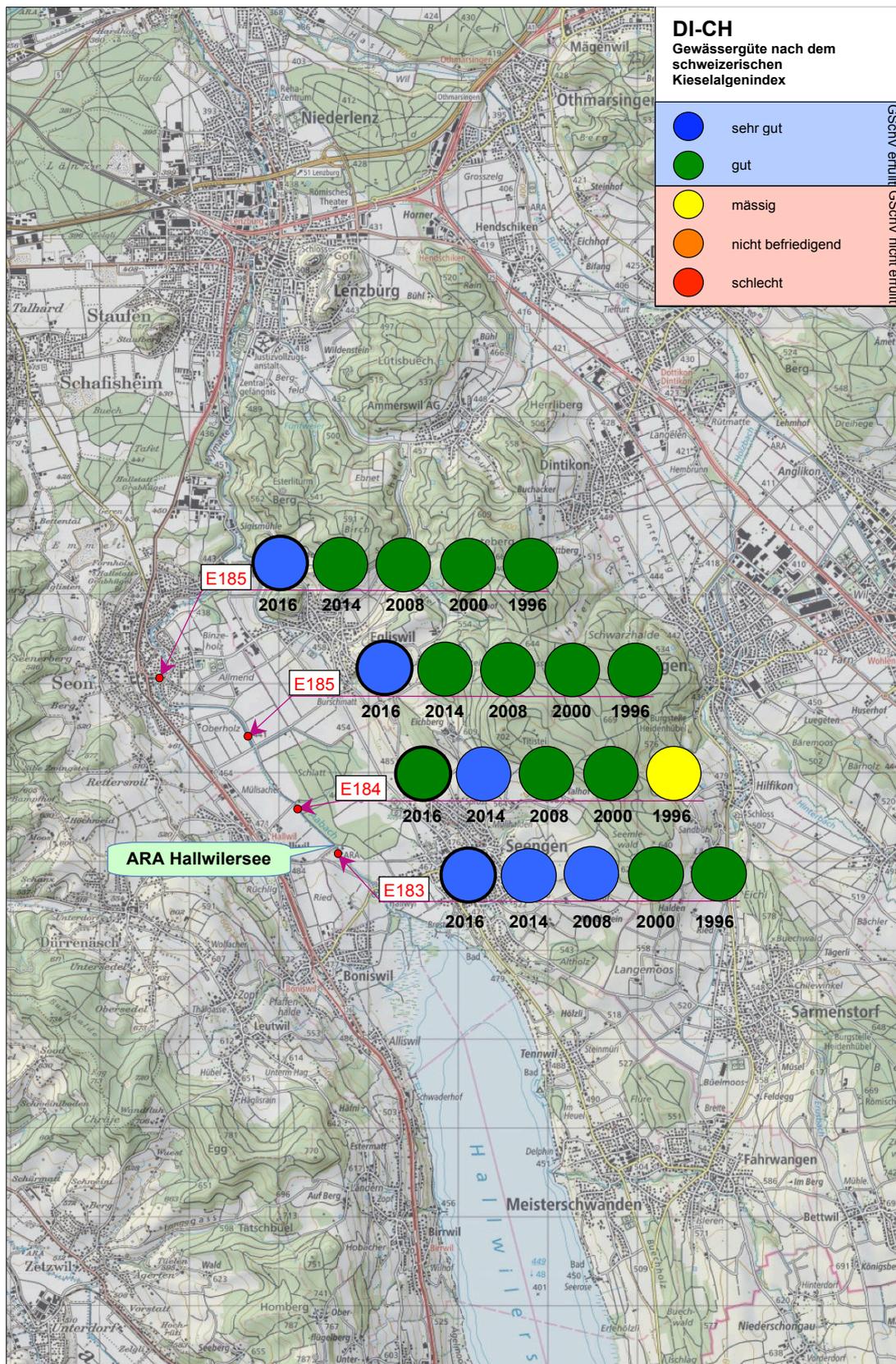


Abb. 6: Beurteilung des Einflusses der ARA Hallwilersee auf die Gesamtbelastung (DI-CH) des Aabaches (Die lila Pfeile markieren den Ort der Probennahmestellen und die Richtung der Zeitachse).



3.2 Gewässerzustand gemäß der Kieselalgenindikation

Das ARA-Ausbauprogramm reduzierte insgesamt die stoffliche Belastung der Wyna. Vor Beginn der Sanierungsphase erfüllte die Stoffbelastung der Wyna an 7 von 10 untersuchten Stellen die entsprechenden Anforderungen der Gewässerschutzverordnung nicht mehr. Dabei spielten sowohl die hohe Belastung durch biologisch wirksame, organische Stoffe als auch die Gesamtbelastung (DI-CH) eine Rolle. Nach Abschluss der Sanierungen im Jahr 2017 sind die Anforderungen nur an einer Stelle knapp nicht erfüllt. Die Anforderungen hinsichtlich der organischen Belastung werden 2016 an 2 der 10 Stellen knapp verfehlt. Im Einflussbereich der ARA Hallwilersee erfüllt der Aabach 2016 die Anforderungen bezüglich beider Parameter.

Abnahme der Belastung der Wyna

Der Ausbau der drei Kläranlagen im Wynental hat die Gesamtbelastung (DI-CH) deutlich reduziert. Anlässlich der Erstuntersuchung genügten alle drei Anlagen den Reinigungsanforderungen nicht mehr. Seit 2000 haben dann die Anlagen die Anforderungen der GSchV mindestens bis 2011 erfüllt. 2016 erfüllt jedoch die Wyna unmittelbar unterhalb der Einleitung der ARA Gontenschwil die Anforderungen knapp nicht mehr. Dazu trägt eine gewisse Vorbelastung der Wy-

na innerhalb der Güteklasse „gut“ durch die ARA Oberwynental bei. Die ARA Mittleres Wynental wiederum erfüllt heute die entsprechenden gesetzlichen Vorgaben.

Eine differenzierte Betrachtung hinsichtlich der Belastung durch biologisch abbaubare, organische Stoffe zeigt 2016 eine deutliche Vorbelastung mit organischen Stoffen aus der ARA Oberwynental. Die entsprechenden Anforderungen sind unterhalb der ARA-Einleitung noch ganz knapp erfüllt, jedoch im unmittelbaren Bereich der ARA Gontenschwil nicht mehr. Die heutige Situation war in verschärfter Masse auch 2011 feststellbar. Allerdings ist im Gegensatz zu damals der Belastungseinfluss durch das der ARA-Oberwynental vorgelagerte Regenbecken „Griensamler“ 2016 nicht mehr erkennbar (siehe Abb. 7). Inwieweit die heutige Beeinträchtigung im Abschnitt Reinach-Gontenschwil durch die Bauarbeiten an der ARA Oberwynental beeinflusst ist konnte nicht überprüft werden. Die Situation sollte nach vollständigem Abschluss des Erneuerungs- und Ausbauprogrammes nochmals evaluiert werden.

ARA Hallwilersee erfüllt Anforderungen

Im Einflussbereich der ARA Hallwilersee sind die Anforderungen der GSchV sowohl hinsichtlich der Gesamtbelastung als auch bezüglich der organischen Belastung erfüllt. Der Einfluss des gereinigten ARA-Abwassers ist aber bei beiden Parametern deutlich erkennbar.

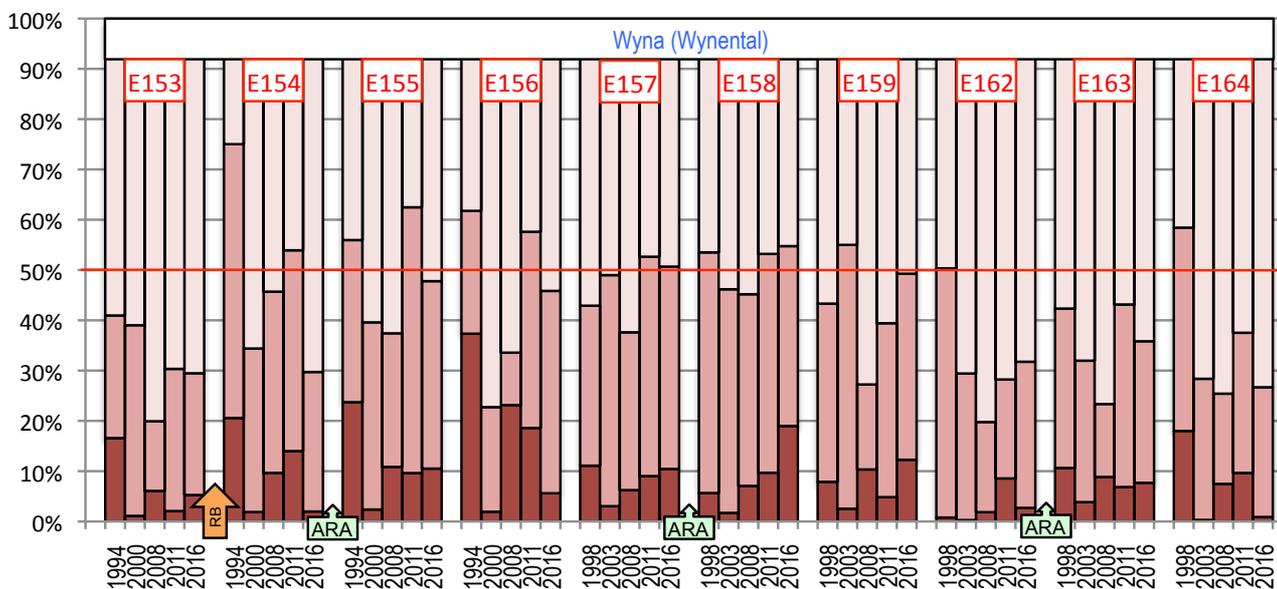


Abb. 7: Organische Belastung der Wyna im Bereich der Kläranlagen im Wynental. Die Anforderungen der GSchV sind erfüllt, wenn die hellen Säulenanteile grösser als 50% sind.

4 Wirkung der Massnahmen bei den ARA

4.1 Gegenwärtiger Ausbaustand der ARA's

Im Aargauer Einzugsgebiet der Wyna sind gegenwärtig noch 3 Kläranlagen mit einer hydraulischen Reinigungskapazität für 33823 Einwohner und einer biol. Reinigungskapazität von 48950 Einwohnergleichwerten in Betrieb (Tab. 5). Der gesamte Abwasseranfall betrug über die letzten Jahre im Mittel 6.61 Mio. m³ pro Jahr. Dabei wurden durchschnittlich 32000 m³ Klärschlamm verwertet. Im Einzugsgebiet der ARA Hallwilersee leben 16200 Einwohner. Die biologische Reinigungskapazität beträgt 18000 Einwohnergleichwerte.

Kläranlage	Einw.	Ausbau hydr.	Ausbau biol.	Baujahr Ausbau
Oberwynental	22500	22000	36000	1962 2017
Gontenschwil	3300	4450	4450	1978 2008
Mittleres Wynental	8023	8000	8500	1967 2003
Hallwilersee	16200	12500	18000	1964 2008

Tab. 5: Belastung und Kapazitäten der 2016 bestehenden Abwasserreinigungsanlagen im Wynental und Seetal.

4.2 Änderungen seit 1994

Im Zuge des Ausbauprogrammes 1994-2016 wurden alle drei Kläranlagen im Wynental erweitert oder optimiert. (Tab. 6). Der Ausbau der ARA Hallwilersee wurde 2008 mit dem Einbau einer Biofiltration (BIOPUR) abgeschlossen.

Kläranlage	Massnahmen
Oberwynental	1994 Ausbau mit Nitrifikation /Denitrifikation und Phosphorelimination. 2014-2017 Ausbau und Sanierung der Anlage
Gontenschwil	2008 Ausbau mit Nitrifikation /Denitrifikation und Phosphorelimination ist abgeschlossen. Geplant ist, die ARA demnächst aufzuheben und das Abwasser in der ARA Oberwynental zu reinigen.
Mittleres Wynental	2003 biologische Nitrifikation/Denitrifikation, chemische P-Elimination.
Hallwilersee	1993 Ausbau mit einer Phosphorelimination und 1998 Erweiterung mit einer Nitrifikation/Denitrifikation. 2008 zusätzlicher Einbau einer Biofiltration (BIOPUR).

Tab. 6: Wichtigste Ausbauphasen der Abwasserreinigungsanlagen im Wynental und Seetal.

4.3 ARA Oberwynental



Abb. 8: Auslauf der ARA Oberwynental. Koordinaten: 655°343 / 234°964.

4.3.1 Bisherige Massnahmen

Die 1962 erbaute Abwasserreinigungsanlage erfuhr erstmals 1994 einen grösseren Ausbau. 2014-2017 wurde die Anlage umfassend ausgebaut und saniert. Sie ist heute mit einer Nitrifikation/Denitrifikation und P-Elimination ausgerüstet. Weitere Massnahmen sind vorerst nicht vorgesehen.

4.3.2 Die Probenahmestellen

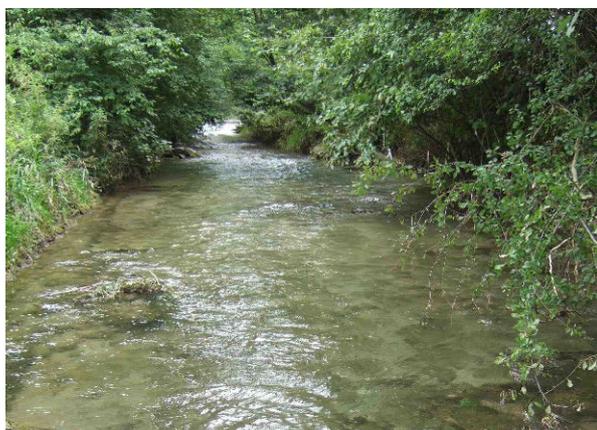


Abb. 9: Stelle E154, 0.09 km oberhalb der ARA mit Blickrichtung bachaufwärts. Koordinaten: 655°364 / 234°901.



Abb. 10: Stelle E155, 0.37 km unterhalb der ARA mit Blickrichtung bachaufwärts. Koordinaten: 655°239 / 235°250.



Abb. 11: Stelle E156, 1.52 km unterhalb der ARA mit Blickrichtung bachaufwärts. Koordinaten: 654°928 / 235°621.

4.3.3 Äusserer Aspekt

Stelle	Jahr	Beurteilungskriterien						
		Schlamm	Trübung	Verfärbung	Schaum	Geruch	Kolmation	Feststoffe
E153	1994							
	2000	keine	stark	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2008	keine	keine	keine	kein	kein	–	–
	2011	kein	keine	keine	kein	kein	leicht mittel ¹	keine
	2016	kein	keine	keine	kein	kein	keine	keine
E154	1994							
	2000	keine	stark	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2008	keine	keine	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2011	wenig mittel	keine	keine	kein	kein	stark	viele
	2016	kein	keine	keine	kein	kein	stark	viele
ARA Oberes Wynental, Wyna								
E155	1994							
	2000	keine	stark	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2008	keine	keine	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2011	wenig mittel	keine	keine	wenig mittel	kein	stark	vereinzelt
	2016	kein	keine	keine	kein	kein	stark	vereinzelt
E156	1994							
	2000	keine	leicht mittel	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2008	wenig mittel	leicht mittel	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2011	kein	keine	keine	wenig mittel	kein	leicht mittel	vereinzelt
	2016	kein	keine	keine	kein	kein	stark	vereinzelt

Tab 7: Entwicklung des äusseren Aspektes der Wyna bezüglich Schlamm, Trübung, Verfärbung, Schaum, Geruch, Kolmation und Feststoffe.

2016 ist die Wyna im Bereich der ARA Oberwynental im äusseren Aspekt hinsichtlich der Kolmation und

dem Feststoffeintrag deutlich beeinträchtigt. Verursacht wird beides aber nicht durch den ARA-Auslauf, sondern durch die Entlastung des Regebeckens (A90-352), welches der ARA vorgelagert ist. Die Anforderungen der GSchV sind unterhalb der Entlastung und somit auch vor dem ARA-Auslauf bei beiden Merkmalen klar nicht erfüllt. Heterotropher Bewuchs und Eisensulfid kommen wie schon 2011 an keiner Stelle vor.

Stelle	Jahr	Beurteilungskriterien				
		Eisen-sulfid	het. Bewuchs	Algen-deckung	Moosbe-deckung	Makro-phyten
E153	1994	keine Daten				
	2000	0%	3%	<50%	<10%	<10%
	2008	0%	0%	<10%	<10%	<10%
	2011	0%	kein	10-50%	<10%	<10%
	2016	0%	kein	<10%	<10%	<10%
E154	1994	keine Daten				
	2000	3%	0%	<50%	<10%	<10%
	2008	18%	7%	10-50%	<10%	<10%
	2011	0%	kein	<10%	10-50%	<10%
	2016	0%	kein	<10%	10-50%	<10%
ARA Oberes Wynental, Wyna						
E155	1994	keine Daten				
	2000	0%	0%	<50%	<10%	<10%
	2008	18%	7%	10-50%	<10%	<10%
	2011	0%	kein	<10%	10-50%	<10%
	2016	0%	kein	<10%	10-50%	<10%
E156	1994	keine Daten				
	2000	0%	0%	<50%	10-50%	10-50%
	2008	3%	0%	10-50%	10-50%	10-50%
	2011	0%	kein	<10%	<10%	<10%
	2016	0%	kein	<10%	<10%	<10%

Tab 8: Entwicklung der Wyna bezüglich Eisensulfid, sichtbaren Einzellerkolonien und Pflanzenbewuchs. Die Indikatoren des pflanzlichen Bewuchses werden nicht bewertet.

4.3.4 Gewässerqualität gemäss der Kieselalgenindikation

Die Anforderungen bezüglich der organischen Belastung sind im Bereich der ARA Oberwynental oberhalb der Einleitung deutlich und unterhalb knapp erfüllt. Der Einfluss des ARA-Abwassers ist in der Wyna klar erkennbar. Die Belastung entspricht an allen vier Stellen der Gütestufe II oder „*schwach belastet*“. Der

Anteil der belastungssensiblen Kieselalgen (Abb. 12, heller Teil der Säulen) sinkt von 70% vor der ARA auf 52% (E155) und 54% (E156) unterhalb. Demgegenüber steigen die Anteile der belastungstoleranten Kieselalgenengruppe von 27% auf 37% und 40% an der Stelle E156. Ebenso steigt der Anteil der belastungsresistenten Gruppe von 2% vor der ARA auf maximal 11% im Abschnitt unterhalb. Ein Belastungseinfluss durch die Hochwasserentlastung vor der ARA ist 2016 nicht mehr ersichtlich.

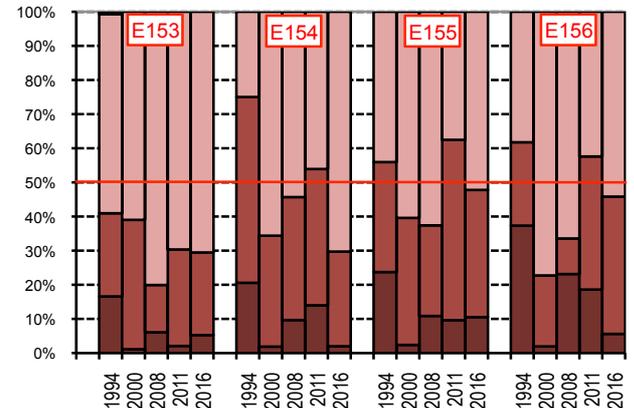


Abb. 12: Entwicklung der organischen Belastung der Wyna im Bereich der ARA Oberwynental zwischen 1994 und 2016. Die Anforderungen der GSchV sind erfüllt, wenn die hellen Säulenteile > 50% sind.

Gemessen am schweizerischen Kieselalgenindex (DICH), liegt die Gesamtbelastung 2016 im Bereich der ARA Oberwynental bei den Gütestufen „*gut*“ bis „*sehr gut*“. Die gesetzlichen Anforderungen sind im gesamten Abschnitt erfüllt. Die 2011 bei den Stellen E155 und E156 festgestellte „*mässige*“, durch den ARA-Ausfluss bedingte Belastung ist heute verschwunden (Abb. 13).

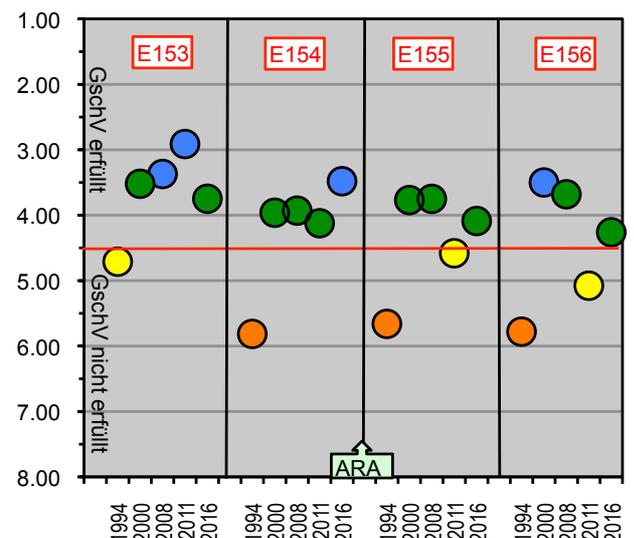


Abb. 13: Entwicklung der Gesamtbelastung der Wyna nach DICH im Bereich der ARA Oberwynental zwischen 1994 und 2016.

4.4 ARA Gontenschwil



Abb. 14: Einleitung der ARA Gontenschwil in die Wyna. Koordinaten: 653'096 / 237'633.

4.4.1 Bisherige Massnahmen

Die 1978 gebaute Anlage wurde 2008 mit einer P-Elimination sowie einer Nitifikation/Denitrifikation ausgerüstet. Die ARA wird demnächst aufgehoben und das Abwasser der ARA Oberwynental zugeführt.

4.4.2 Die Probenahmestellen



Abb. 15: Stelle E157, 0.15 km oberhalb der ARA Gontenschwil mit Blickrichtung bachaufwärts. Koordinaten: 653'244 / 237'658.



Abb. 16: Stelle E158, 0.40 km unterhalb der ARA Gontenschwil mit Blickrichtung bachabwärts. Koordinaten: 652'969 / 237'741

Die Wyna ist an allen Probenahmestellen von einem dichten Gehölzgürtel gesäumt und gut beschattet. Ihr Lauf ist weitgehend natürlich. Die Ufer sind an der Wasserlinie über weite Strecken unverbaut. Punktuelle Verbauungen bestehen aus Blockwurf oder Lebendmaterial. An der Sohle liegt natürlicher Kies, der nicht kolmatiert ist. Die Sohle ist sporadisch mit Schwellen gesichert, die alle fischgängig sind.



Abb. 17: Stelle E159 1.00 km unterhalb der ARA Gontenschwil mit Blickrichtung bachabwärts. Koordinaten: 652'437/ 237'817.

4.4.3 Äusserer Aspekt

Stelle	Jahr	Beurteilungskriterien						
		Schlamm	Trübung	Verfärbung	Schaum	Geruch	Kolmation	Feststoffe
E 157	1998	kein	keine	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2003	kein	keine	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2008	kein	leicht mittel	keine	kein	kein	–	–
	2011	kein	keine	keine	kein	kein	keine	keine
	2016	kein	keine	keine	kein	kein	keine	keine
ARA Gontenschwil, Wyna								
E 158	1998	kein	leicht mittel	keine	kein	leicht mittel	–	–
	2003	kein	keine	keine	wenig mittel	leicht mittel	–	–
	2008	kein	leicht mittel	keine	kein	kein	–	–
	2011	kein	keine	keine	wenig mittel	kein	keine	–
	2016	kein	keine	keine	kein	kein	keine	keine
E 159	1998	kein	keine	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2003	kein	keine	keine	wenig mittel	leicht mittel	–	–
	2008	kein	leicht mittel	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2011	kein	keine	keine	kein	kein	keine	keine
	2016	kein	keine	keine	kein	kein	keine	keine

Tab. 9: Entwicklung des äusseren Aspektes der Wyna bezüglich Schlamm, Trübung, Verfärbung, Schaum, Geruch, Kolmation und Feststoffen.

Der äussere Aspekt erfüllt 2016 alle diesbezüglichen Anforderungen der GSchV. Seit der letzten Untersuchung 2011 ist auch die leichte Schaumbildung unterhalb des ARA-Ausflusses verschwunden.

Stelle	Jahr	Beurteilungskriterien				
		Eisen-sulfid	het. Bewuchs	Algen-deckung	Moosbe-deckung	Makro-phyten
E157	1998	13%	7%	10-50%	10-50%	10-50%
	2003	10%	kein	10-50%	<10%	<10%
	2008	13%	kein	10-50%	<10%	<10%
	2011	0%	kein	<10%	<10%	<10%
	2016	0%	kein	<10%	10-50%	<10%
ARA Gontenschwil, Wyna						
E158	1998	0%	23%	10-50%	<10%	<10%
	2003	0%	10%	10-50%	<10%	<10%
	2008	7%	7%	10-50%	<10%	<10%
	2011	0%	wenig	<10%	<10%	<10%
	2016	0%	kein	<10%	10-50%	<10%
E159	1998	0%	23%	10-50%	10-50%	10-50%
	2003	0%	kein	<10%	<10%	<10%
	2008	3%	kein	10-50%	<10%	<10%
	2011	0%	vereinzelt	<10%	<10%	<10%
	2016	0%	kein	<10%	10-50%	<10%

Tab. 10: Entwicklung der Wyna bezüglich Eisensulfid, sichtbarer Einzellerkolonien und des Pflanzenbewuchs. Die Indikatoren des pflanzlichen Bewuchs werden nicht bewertet.

Der sichtbare Bewuchs von tierischen Einzellern (heterotropher Bewuchs) ist seit 2011 auch an der Stelle unterhalb der ARA verschwunden. Der pflanzliche Bewuchs ist durch die gute Beschattung auch im Sommer an allen Stellen nicht besonders dicht.

4.4.4 Gewässerqualität gemäss der Kieselalgenindikation

Bezüglich der organischen Belastung der Wyna hat sich die Situation im Bereich der ARA Gontenschwil kaum verändert. Wie schon 2011 sind die entsprechenden Anforderungen der GSchV an den Stellen ober- und unmittelbar unterhalb der ARA knapp nicht erfüllt. An der weiter unterhalb gelegenen Stelle E159 sind sie 2016 gerade noch eingehalten. Ein wesentlicher Grund liegt in der Vorbelastung durch die ARA Oberwynaental. Der Einfluss der ARA Gontenschwil ist zwar ersichtlich aber kaum ausschlaggebend.

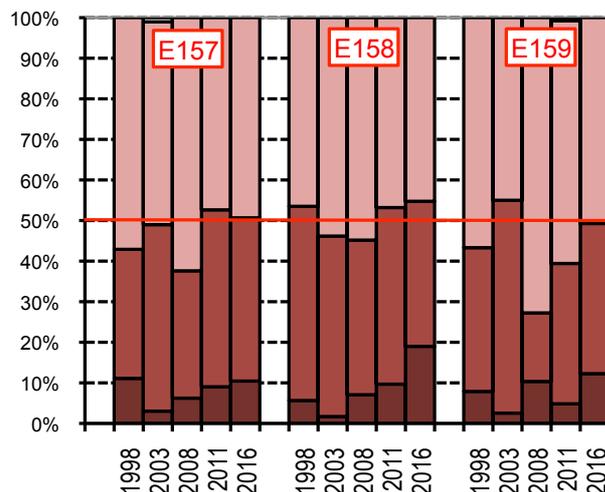


Abb. 18: Entwicklung der organischen Belastung der Wyna im Bereich der ARA Gontenschwil zwischen 1998 und 2016. Die Anforderungen der GSchV sind erfüllt, wenn die hellen Säulenanteile > 50% sind.

Die stoffliche Gesamtbelastung (DI-CH) hat sich seit 2011 unterhalb der ARA verschlechtert (Abb. 19). An der Stelle unmittelbar nach der ARA erreicht die Wyna die Gütestufe „mässig“ und erfüllt damit die Anforderung der GSchV knapp nicht mehr. Auch die weiter unten gelegene Stelle E159 weist innerhalb der Gütestufe „gut“ einen schlechteren Zustand auf als 2011. Zwischen 2008 und 2011 verschlechterte sich der DI-CH an den Stellen E157 und E158 um fast eine ganze, an der Stelle E159 um rund eine halbe Einheit. Insgesamt ist die Vorbelastung aus der ARA Oberwynaental der Hauptfaktor für den ungenügenden Zustand im Bereich der ARA Gontenschwil.

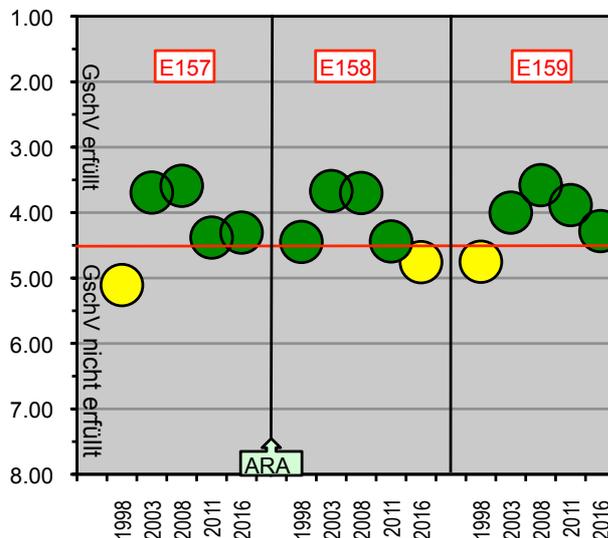


Abb. 19: Entwicklung der Gewässerbelastung nach DI-CH in der Wyna im Bereich der ARA Gontenschwil zwischen 1998 und 2016.

4.5 ARA Mittleres Wynental



Abb. 20: ARA Mittleres Wynental (Luftbild 2017). Der rote Punkt bezeichnet die Lage der Einleitung. Koordinaten: 650'752 / 242'870.

4.5.1 Bisherige Massnahmen

Die 1978 erstellte Abwasserreinigungsanlage ist 2003 ausgebaut worden. Sie verfügt heute über eine Nitrifikation/Denitrifikation und chemische P-Elimination.

4.5.2 Probenahmestellen



Abb. 21: Stelle E162, 0,05 km vor der ARA Mittleres Wynental mit Blickrichtung bachaufwärts. Koordinaten: 650'786 / 242'606.

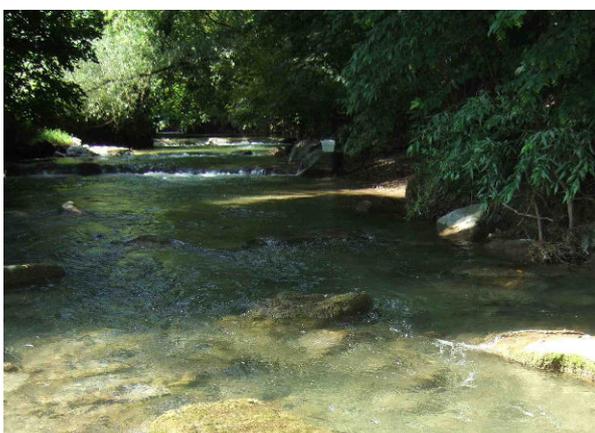


Abb. 22: Stelle E163, 0,27 km nach der ARA Mittleres Wynental mit Blickrichtung bachaufwärts. Koordinaten: 650'740 / 243'031.

Die Wyna weist im untersuchten Abschnitt meist zusammenhängende Gehölzgürtel auf. An der Stelle E162 ist das Bachbett nach 2008 linksseitig aufgeweitet worden. Der linksufrige Gehölzgürtel ist daher noch lückenhaft. Der Wehrüberfall vor der Stelle E163 wurde in dieser Zeit ebenfalls entfernt. Auch hier weist das Ufergehölz Lücken auf. Die Sohle besteht an allen drei Stellen aus natürlichem Material.



Abb. 23: Stelle E164, 1,00 km unterhalb der ARA Mittleres Wynental mit Blickrichtung bachaufwärts. Koordinaten: 650'661 / 243'447.

4.5.3 Äusserer Aspekt

Stelle	Jahr	Beurteilungskriterien						
		Schlamm	Trübung	Verfärbung	Schaum	Geruch	Kolmation	Feststoffe
E162	1998	wenig mittel	leicht mittel	keine	wenig mittel	leicht mittel	–	–
	2003	kein	keine	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2008	kein	leicht mittel	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2011	kein	keine	keine	wenig mittel	kein	leicht mittel	vereinzelte
	2016	kein	keine	keine	kein	kein	keine	keine
ARA Mittleres Wynental, Wyna								
E163	1998	kein	leicht mittel	keine	stark	leicht mittel	–	–
	2003	kein	keine	keine	wenig mittel	leicht mittel	–	–
	2008	kein	keine	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2011	kein	keine	keine	kein	kein	keine	keine
	2016	kein	keine	keine	kein	kein	keine	keine
E164	1998	kein	leicht mittel	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2003	kein	keine	keine	wenig mittel	leicht mittel	–	–
	2008	kein	leicht mittel	keine	kein	kein	–	–
	2011	kein	keine	keine	kein	kein	leicht mittel	keine
	2016	kein	keine	keine	kein	kein	keine	keine

Tab. 11: Entwicklung des äusseren Aspektes der Wyna bezüglich Schlamm, Trübung, Verfärbung, Schaum, Geruch, Kolmation und Feststoffen.

Der Äussere Aspekt hat sich gegenüber den früheren Jahren (1998, 2003, 2008 und 2011) soweit verbessert, dass 2016 sämtliche Kriterien die Anforderungen der GSchV erfüllen. Vor allem an der Stelle E157 oberhalb der ARA-Einleitung sind die Anzeichen einer Vorbelastung (Schaum, Kolmation, Feststoffe, heterotropher Bewuchs) verschwunden.

Die Beschattung des Bachbettes schränkt den Algen- und Wasserpflanzenbewuchs ein. Der Bewuchsgrad liegt weit unterhalb der Schwelle, die als lästige Wucherung im Sinne der Gewässerschutzverordnung bezeichnet werden kann.

Stelle	Jahr	Beurteilungskriterien				
		Eisen-sulfid	het. Bewuchs	Algen-deckung	Moosbe-deckung	Makro-phyten
E162	1998	17%	3%	10-50%	<10%	<10%
	2003	27%	kein	10-50%	10-50%	10-50%
	2008	3%	kein	10-50%	10-50%	10-50%
	2011	0%	verein-zelt	<10%	<10%	<10%
	2016	0%	kein	<10%	10-50%	<10%
ARA Mittleres Wynental, Wyna						
E163	1998	10%	40%	10-50%	<10%	<10%
	2003	0%	kein	10-50%	10-50%	10-50%
	2008	0%	kein	<10%	<10%	<10%
	2011	0%	kein	<10%	<10%	<10%
	2016	0%	kein	<10%	10-50%	<10%
E164	1998	10%	43%	10-50%	<10%	<10%
	2003	3%	kein	10-50%	10-50%	10-50%
	2008	10%	kein	10-50%	<10%	<10%
	2011	<25%	kein	10-50%	<10%	<10%
	2016	0%	kein	<10%	10-50%	<10%

Tab. 12: Entwicklung der Wyna bezüglich Eisensulfid, sichtbarer Einzellerkolonien und Pflanzenbewuchs. Die Indikatoren des pflanzlichen Bewuchses werden nicht bewertet.

4.5.4 Gewässerqualität gemäss der Kieselalgenindikation

Die organische Belastung ist seit 2003 an allen drei Stellen soweit zurückgegangen, dass die entsprechenden Anforderungen der GSchV 2016 klar eingehalten werden. Die Wyna entspricht im gesamten Abschnitt der Gütestufe II „*schwach belastet*“. Innerhalb dieser Gütestufe ist die organische Belastung zwischen 2011 und 2016 unterhalb der ARA-Einleitung deutlich gesunken und erreicht an der untersten Stelle (E164) das Niveau des besten Zustandes von 2008. Der Einfluss des ARA-Abwassers deutet sich 2016 nur leicht an.

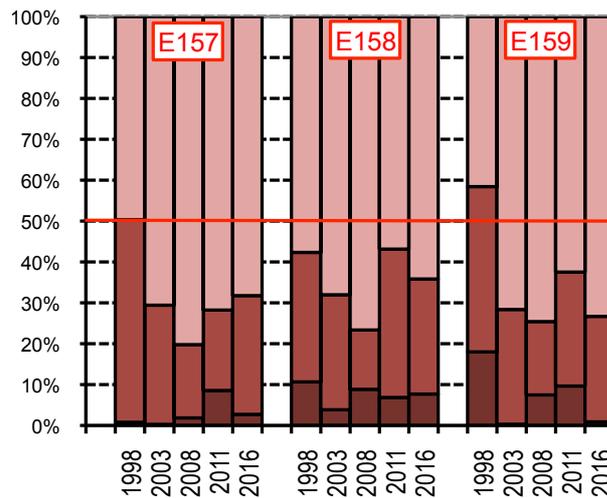


Abb. 24: Entwicklung der organischen Belastung der Wyna im Bereich der ARA Mittleres Wynental zwischen 1998 und 2016. Die Anforderungen der GSchV sind erfüllt, wenn die hellen Säulenanteile > 50% sind.

In Bezug auf die Gesamtbelastung, (gemessen am DI-CH) ist die Belastung der Wyna im untersuchten Abschnitt seit 2011 gleich geblieben. Wie schon bei der letzten Untersuchung sind 2016 die Anforderungen der GSchV an allen Stellen erfüllt. Der Zustand der Wyna entspricht vor und nach der ARA-Einleitung der Güteklasse „*gut*“. Innerhalb dieser Stufe ist kein Einfluss durch das ARA-Abwasser erkennbar. Von der zwischenzeitlich 2003 und 2008 erreichten Güteklasse „*sehr gut*“ ist man allerdings noch ein Stück entfernt.

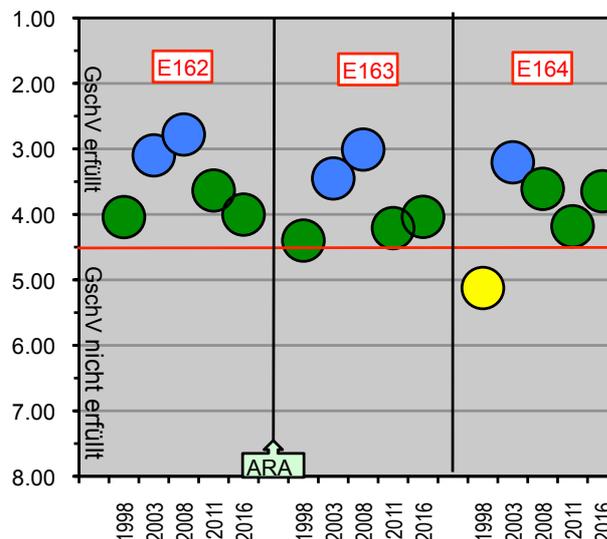


Abb. 25: Entwicklung der Gewässerbelastung nach DI-CH in der Wyna im Bereich der ARA Mittleres Wynental zwischen 1998 und 2016.

4.6 ARA Hallwilersee



Abb. 26: Einleitung ARA Hallwilersee in den Aabach. Koordinaten: 656'623 / 242'166.

4.6.1 Bisherige Massnahmen

Die 1968 erstellte Abwasserreinigungsanlage ist 2005/2006 ausgebaut worden. Der Ausbau umfasste eine Nitrifikation/Denitrifikation und P-Elimination.

4.6.2 Probenahmestellen



Abb. 27: Stelle E183, 0.05 km vor der ARA Hallwilersee mit Blickrichtung bachaufwärts. Koordinaten: 656'653 / 242'095.



Abb. 28: Stelle E184, 0.65 km nach der ARA Hallwilersee mit Blickrichtung bachaufwärts. Koordinaten: 656'163 / 242'639.

Die Probenahmestellen weisen mindestens an einem Ufer einen durchgehenden Gehölzgürtel auf wodurch die Sohle des Aabaches ausreichend beschattet wird. Ökomorphologisch ist der Aabach an den Probenah-

mestellen wegen der Uferverbauung stark beeinträchtigt. Die Sohle ist jedoch weitgehend naturnah.



Abb. 20: Stelle E185, 1.55 km unterhalb der ARA Hallwilersee mit Blickrichtung bachaufwärts. Koordinaten: 655'664 / 243'413.

4.6.3 Äusserer Aspekt

Stelle	Jahr	Beurteilungskriterien						
		Schlamm	Trübung	Verfärbung	Schaum	Geruch	Kolmation	Feststoffe
E183	1996	kein	keine	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2000	kein	keine	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2008	kein	keine	keine	kein	kein	–	–
	2014	kein	keine	keine	kein	kein	keine	keine
	2016	kein	keine	keine	kein	kein	keine	keine
ARA Hallwilersee, Aabach								
E184	1996	kein	leicht mittel	keine	wenig mittel	leicht mittel	–	–
	2000	kein	keine	keine	kein	kein	–	–
	2008	kein	keine	keine	kein	leicht mittel	–	–
	2014	kein	keine	keine	kein	kein	keine	keine
	2016	kein	keine	keine	wenig mittel	kein	keine	keine
E185	1996	wenig mittel	leicht mittel	keine	kein	kein	–	–
	2000	kein	keine	keine	kein	kein	–	–
	2008	wenig mittel	keine	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2014	kein	keine	keine	kein	kein	keine	keine
	2016	kein	keine	keine	kein	kein	keine	keine
E186	1996	kein	keine	keine	wenig mittel	kein	–	–
	2000	kein	keine	keine	kein	kein	–	–
	2008	kein	keine	keine	kein	kein	–	–
	2014	kein	keine	keine	kein	kein	keine	keine
	2016	kein	keine	keine	kein	kein	keine	keine

Tab. 13: Entwicklung des äusseren Aspektes des Aabaches bezüglich Schlamm, Trübung, Verfärbung, Schaum, Geruch, Kolmation und Feststoffen.

Die Kriterien des äusseren Aspektes erfüllen 2016 die Anforderungen der GSchV weitgehend. Lediglich unmittelbar unterhalb der ARA-Einleitung (E184) wurde eine leichte Schaumbildung und an der Stelle bei der Mühle in Seon (E186) wie schon 2014 vereinzelt sichtbarer heterotropher Bewuchs festgestellt. Ein Zusammenhang mit dem ARA-Abwasser ist an dieser Stelle unwahrscheinlich.

Stelle	Jahr	Beurteilungskriterien				
		Eisen-sulfid	het. Bewuchs	Algen-deckung	Moosbe-deckung	Makro-phyten
E183	1996	0%	43%	10-50%	<10%	<10%
	2000	0%	50%	<10%	<10%	<10%
	2008	0%	kein	<10%	<10%	<10%
	2014	0%	kein	10-50%	<10%	<10%
	2016	0%	kein	<10%	<10%	<10%
ARA Hallwilersee, Aabach						
E184	1996	1%	70%	10-50%	<10%	<10%
	2000	0%	27%	10-50%	10-50%	10-50%
	2008	0%	7%	10-50%	10-50%	10-50%
	2014	0%	kein	10-50%	<10%	<10%
	2016	0%	kein	<10%	<10%	<10%
E185	1996	10%	53%	10-50%	<10%	<10%
	2000	3%	13%	<10%	<10%	<10%
	2008	40%	kein	<10%	10-50%	10-50%
	2014	0%	kein	<10%	<10%	<10%
	2016	0%	kein	<10%	<10%	<10%
E186	1996	1%	43%	10-50%	10-50%	10-50%
	2000	0%	37%	<10%	10-50%	10-50%
	2008	0%	kein	<10%	10-50%	10-50%
	2014	0%	vereinzelt	10-50%	<10%	<10%
	2016	0%	vereinzelt	<10%	<10%	<10%

Tab. 14: Entwicklung des Aabaches bezüglich Eisensulfid, sichtbarer Einzellerkolonien und Pflanzenbewuchs. Die Indikatoren des pflanzlichen Bewuchses werden nicht bewertet.

4.6.4 Gewässerqualität gemäss der Kieselalgenindikation

Hinsichtlich der organischen Belastung ist der Aabach an allen Stellen „*schwach belastet*“. Die diesbezüglichen gesetzlichen Anforderungen (GSchV) werden damit überall eingehalten. Innerhalb dieser Gütestufe ist 2016 der Einfluss der organischen Komponenten

des ARA-Abwassers aber deutlich erkennbar. Der Anteil der *sensiblen* Kieselalgen (*helle Säulenanteile*) sinkt zwischen den ersten beiden Stellen von 85% auf 65% und steigt über die nächsten beiden Stellen kontinuierlich wieder auf 94% an.

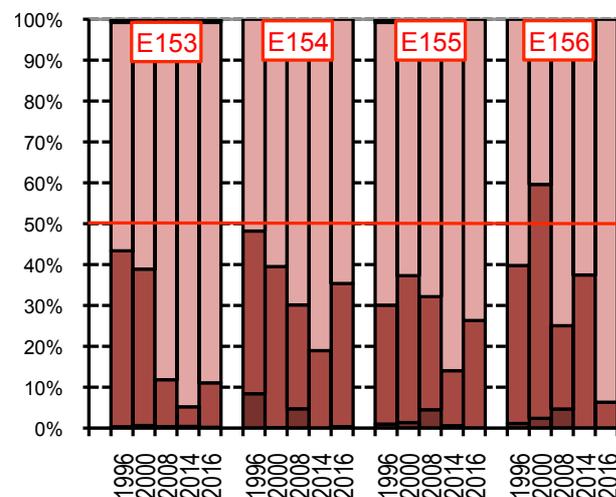


Abb. 29: Entwicklung der organischen Belastung des Aabaches im Bereich der ARA Hallwilersee zwischen 1996 und 2016. Die Anforderungen der GSchV sind erfüllt, wenn die hellen Säulenanteile > 50% sind.

In Bezug auf die Gesamtbelastung (DI-CH) entspricht der Aabach mit Ausnahme eines kurzen Abschnittes unterhalb der ARA-Einleitung der Güteklasse „*sehr gut*“. Die kurze Strecke befindet sich aber immer noch in einen „*guten*“ Zustand. Die Anforderungen der GSchV sind diesbezüglich an allen Stellen erfüllt. Im Vergleich zur letzten Untersuchung trat an den ersten beiden Stellen (E183, E184) eine leichte Verschlechterung, an der untersten Stelle (E186) jedoch ein deutliche Verbesserung ein.

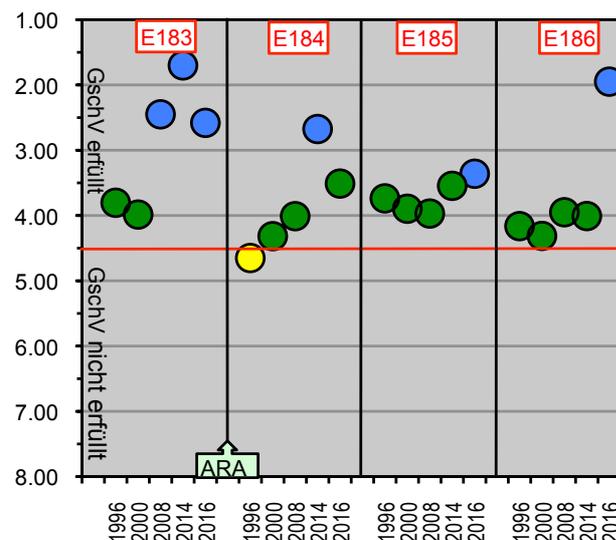


Abb. 30: Entwicklung der Gewässerbelastung nach DI-CH in des Aabaches im Bereich der ARA Hallwilersee zwischen 1996 und 2016.

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.): Süsswasserflora 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 GoetheUniversität, Frankfurt am Main, 264 S.
- [8] Reichardt E. (1991): Beiträge zur Daitomeenflora der Altmühl. 3. Teil: Wasserqualität und Diatomeenbesatz. 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 (2017). Einzugsgebiet bezogenes Monitoring der Wasserqualität in der Region Wynental und Seetal. Factsheets der Einleitungen Auswirkungen der Siedlungsentwässerung, Stand 2016. Aarau Oktober 2017.

Anhänge

Daten der Kieselalgen

Nr.	Genus	Species	E151	E152	E153	E154	E155	E156	E157	E158	E159	E160	E161	E162
1	Achnanthes	atomus sensu DI-CH 2006					2	5	4		8	2	10	
2	Achnanthes	biasolettiana GRUNOW var. Biasolettiana (Typ 1)	22	9	32	32	30	17	1	22	16	24	40	14
3	Achnanthes	biasolettiana GRUNOW var. Biasolettiana (Typ 2)												
4	Achnanthes	biasolettiana GRUNOW var. Biasolettiana (Typ 3)	40	13	8	2								
5	Achnanthes	biasolettiana var. subatomus LANGE-B.												
6	Achnanthes	catenata BILY&MARVAN												
7	Achnanthes	clevei GRUNOW var. clevei												
8	Achnanthes	eutrophila LANGE-B.		3	7		15	14	7	5	14		4	
9	Achnanthes	holsatica HUSTEDT												
10	Achnanthes	lanceolata (BRÉBISSON) GRUNOW ssp. lanceolata					2	3						
11	Achnanthes	lanceolata ssp. frequentissima LANGE-B.	2	2		2		6				1		1
12	Achnanthes	lanceolata ssp. rostrata (OESTRUP) LANGE-B.												
13	Achnanthes	lanceolata var. rostrata HUSTEDT												
14	Achnanthes	lauenburgiana HUSTEDT					2							
15	Achnanthes	minutissima KUETZING var. Minutissima (Typ 1)	19	22	79	113	90	76	26	29	49	15	21	9
16	Achnanthes	minutissima KUETZING var. Minutissima (Typ 2)												
17	Achnanthes	minutissima var. affinis (GRUNOW) LANGE-B.												
18	Achnanthes	minutissima var. inconspicua OESTRUP	2											
19	Achnanthes	straubiana LANGE-B.		1										
20	Achnanthes	ziegleri LANGE-B.												
21	Achnanthidium	pfisteri LANGE-BERTALOT												
22	Amphipleura	pellucida (KUETZING) KUETZING												
23	Amphora	inariensis KRAMMER	35	20		2			19	2	9	18	17	8
24	Amphora	indistincta LEVKOV	58	48	12	30	6	22	25	61	30	40	22	26
25	Amphora	libyca EHRENBERG sensu K&LB-86	1									8	8	
26	Amphora	pediculus (KUETZING) GRUNOW	79	99	42	56	88	93	118	122	126	27	50	67
27	Caloneis	bacillum (GRUNOW) CLEVE sensu DI-CH	3	6	20	9	2	8	8	4	4	73	57	20
28	Cocconeis	neothumensis KRAMMER						6	2	4				
29	Cocconeis	pediculus EHRENBERG	1				1	1						
30	Cocconeis	placentula „mit weit gestellten Längsreihen“→ euglyptoides (GEITLER) LANGE-B. 2004				2	2	16		2				
31	Cocconeis	placentula EHRENBERG var. placentula												
32	Cocconeis	placentula var. euglypta (EHRENBERG) GRUNOW sensu DI-CH 2014		1	2	24	16	48	18	14	12	2		
33	Cocconeis	placentula var. lineata (EHRENBERG) VAN HEURCK								4				
34	Cocconeis	placentula var. pseudolineata GEITLER												
35	Cyclotella	cyclopuncta HÅKANSON & CARTER												
36	Cyclotella	meneghiniana KUETZING					2			1				
37	Cyclotella	ocellata PANTOCSEK												
38	Cyclotella	radiosa (GRUNOW) LEMMERMANN (ehem. "comta")										2		
39	Cymbella	affinis auct. non KÜTZING (Typ 1)			4						2	15	9	
40	Cymbella	affinis auct. non KÜTZING (Typ 2)							2					
41	Cymbella	microcephala GRUNOW (Typ 1)												
42	Cymbella	microcephala GRUNOW (Typ 2)												
43	Cymbella	minuta f. semicircularis	5		3	5	2	9			4	18	24	
44	Cymbella	minuta HILSE	3	3	20	14	3	8	4	5	2		6	2
45	Cymbella	prostrata (BERKELEY) CLEVE									2			
46	Cymbella	sinuata GREGORY		2					2		23	2		
47	Denticula	tenuis KÜTZING	1				1							

Nr.	Genus	Species	E151	E152	E153	E154	E155	E156	E157	E158	E159	E160	E161	E162
48	Diatoma	moniliformis KÜTZING			2									
49	Diatoma	vulgaris BORY		1		4	1	3	1	1				
50	Diploneis	modica HUSTEDT												
51	Diploneis	oblongella (NAEGELI) CLEVE-EULER										7	7	
52	Diploneis	oculata (BRÉBISSON) CLEVE		2								5		
53	Diploneis	parma CLEVE												
54	Eolimnia	comperei ECTOR, COSTE & ISERENTANT												
55	Fallacia	monoculata (HUSTEDT) D.G.MANN					2							
56	Fragilaria	brevistriata GRUNOW												
57	Fragilaria	candidagilae ALMEIDA, C. DELGADO, NOVAIS & S. BLANCO								1		2		
58	Fragilaria	capucina var. gracilis (OESTRUP) HUSTEDT					28				2	2		
59	Fragilaria	capucina var. rumpens (KÜTZING) LANGE-B.						1				4		
60	Fragilaria	capucina var. vaucheriae (KÜTZING) LANGE-B.				4	2		1				1	
61	Fragilaria	construens f. venter (EHRENB.) HUSTEDT								7				
62	Fragilaria	construens HUSTEDT f. construens												
63	Fragilaria	pinnata EHRENBURG												
64	Fragilaria	ulna (NITZSCH) LANGE-B.				3								
65	Fragilaria	ulna var. acus (KUETZING) LANGE-B					4							
66	Gomphonema	aff. pumilum									4		1	6
67	Gomphonema	cymbellicinum REICHARDT & LANGE-B												
68	Gomphonema	micropus KUETZING (ehem. angustatum)						2						
69	Gomphonema	minutum (AGARDH) AGARDH				42	7	9	5	2	6			2
70	Gomphonema	olivaceum (HORNEMANN) BRÉBISSON	2	1	33	2	2		3	2	13	4	1	17
71	Gomphonema	parvulum (KUETZING) KUETZING var. parvulum f. parvulum				4	3	3			1	4	2	2
72	Gomphonema	parvulum LANGE-B. & REICHARD var. parvulum f. saprophilum			8		5	3			2			
73	Gomphonema	pumilum var. elegans REICHARDT & LANGE-B.												
74	Gomphonema	pumilum var. rigidum REICHARDT & LANGE-B.			7	6	6	2	4	3	4	8	15	
75	Gomphonema	sp.	2	2	2	2					4	4		
76	Gomphonema	tergestinum (GRUNOW) M. SCHMIDT			20		6	2			3			3
77	Gyrosigma	sciotoense (W.S. SULLIVANT) CLEVE		3		1				1		2		
77	Melosira	varians C.AGARDH	5	1				1	1	2				
78	Meridion	circulare (GRÉVILLE) C.AGARDH var. circulare				6							2	
79	Navicula	associata LANGE-B.												4
80	Navicula	atomus (KÜTZING) GRUNOW var. atomus					2			1				
81	Navicula	atomus var. permissis (HUSTEDT) LANGE-B.	2	2	12	2	13	4	12	3	8	3	7	8
82	Navicula	capitatoradiata GERMAIN												
83	Navicula	cryptocephala KUETZING									3			2
84	Navicula	cryptotenella LANGE-B.	112	161	41	76	34	58	85	54	52	50	55	49
85	Navicula	cryptotenelloides LANGE-B.												
86	Navicula	difficillimoides HUSTEDT												
87	Navicula	goeppertiana BLEISCH (H.L.SMITH)					1							
88	Navicula	gregaria DONKIN	7	4	25	2	2	2	12	5	17		2	58
89	Navicula	jakovljevicii HUSTEDT												
90	Navicula	lanceolata (C.AGARDH) EHRENBURG	1											
91	Navicula	lenzii HUSTEDT sensu Holotyp SwF		4						2		6	9	
92	Navicula	lenzii HUSTEDT sensu SwB	4	7				1	2			4	1	2
93	Navicula	meniscus var. grunowii LANGE-B.	3		6	6	2	4	8	11	4	2	11	17
94	Navicula	minima GRUNOW sensu DI-CH	4	2	4	2	13	11	20	47	41	2	4	1
95	Navicula	minima GRUNOW sensu DI-CH	4				4	8	21	57	11		4	
96	Navicula	minuscula GRUNOW var. minuscula GRUNOW												
97	Navicula	minusculoides HUSTEDT (Typ 1)												
98	Navicula	molestiformes HUSTEDT Typ2						2						
99	Navicula	pelliculosa (BRÉBISSON ex KUETZ.) HILSE												4
100	Navicula	pupula KUETZING var. pupula		3										
101	Navicula	recens LANGE-B.												15
102	Navicula	reichardtiana LANGE-B.	2	5	66	24	19	10	22	12	16	39	64	36
103	Navicula	sancti-naumii LEVKOV&METZELTIN								2				
104	Navicula	saprophila LANGE-BERTALOT			6		14		1		2	4		2

Nr.	Genus	Species	E151	E152	E153	E154	E155	E156	E157	E158	E159	E160	E161	E162
105	Navicula	subhamulata GRUNOW	2	7		1		1	11	11	1	2		4
106	Navicula	sublucidula HUSTEDT					2	1	2		2	39	20	1
107	Navicula	subrotundata HUSTEDT												
108	Navicula	tripunctata (O.F.MUELLER) BORY	41	62	8	40	23	36	46	49	20	13	20	10
109	Navicula	trivialis LANGE-B.												
110	Navicula	veneta KUETZING								2				
111	Navicula	vilaplani (LANGE-B.&SABATER) LANGE-B.&SABATER								2				
112	Navicula	wildii LANGE-B.									2	3		
113	Nitzschia	acicularis (KUETZING) W.SMITH					2			2				
114	Nitzschia	amphibia GRUNOW					4	2		1	2			
115	Nitzschia	archibaldii LANGE-B.			5		3							
116	Nitzschia	dissipata (KUETZING) GRUNOW ssp. dissipata	34	38	82	32	11	1	13	13	10	60	49	121
117	Nitzschia	dissipata var. media (HANTZSCH) GRUNOW												
118	Nitzschia	fonticola GRUNOW					6	4		3		4	1	
119	Nitzschia	lacuum LANGE-B.												
120	Nitzschia	linearis (C.AGARDH) W.SMITH										6	4	
121	Nitzschia	palea (KUETZING) W.SMITH var. palea					2				2		2	2
122	Nitzschia	palea var. debilis (KUETZING) GRUNOW					2							
123	Nitzschia	paleacea GRUNOW			6		38			2	2		1	
124	Nitzschia	paleaeformis HUSTEDT												7
125	Nitzschia	pumila HUSTEDT												2
126	Nitzschia	pusilla GRUNOW emend. LANGE-B.			2		4				3	2	3	4
127	Nitzschia	recta HANTZSCH		2	4				1				2	13
128	Nitzschia	sinuata var. delognei (GRUNOW) LANGE-B.							1					
129	Nitzschia	sociabilis HUSTEDT	7	1								1	3	
129	Nitzschia	sp.												
130	Nitzschia	sublinearis HUSTEDT												
130	Rhoicosphenia	abbreviata (C.AGARDH) LANGE-B.					11	12	4	2	2			
131	Simonsenia	delognei (GRUNOW) LANGE-B.	2		2	2			3	2	4	21	10	4
131	Surirella	angusta KÜTZING				2								
132	Surirella	neglecta REICHARDT / lacrimula ENGLISH				1	2	2		2		7		8
132	Tabellaria	flocculosa KUETZING												
133	Thalassiosira	pseudonana HASLE&HEIMDAL							2					
134	Unbestimmt	(nicht im Total)												
Total	Schalen		505	537	570	555	544	517	517	579	546	555	569	551
	Anzahl Arten		31	32	31	34	50	41	37	43	44	42	39	36

Nr.	Genus	Species	E163	E164	E165	E166	E175	E176	E181	E182	E183	E184	E195	E196
1	Achnanthes	atomus sensu DI-CH 2006							9	2				
2	Achnanthes	biasolettiana GRUNOW var. Biasolettiana (Typ 1)	7	4		3	7	4	97	18	38	282	102	284
3	Achnanthes	biasolettiana GRUNOW var. Biasolettiana (Typ 2)							124	74	36	120	173	94
4	Achnanthes	biasolettiana GRUNOW var. Biasolettiana (Typ 3)							2					
5	Achnanthes	biasolettiana var. subatomus LANGE-B.								12				
6	Achnanthes	catenata BILY&MARVAN		2						2				
7	Achnanthes	clevei GRUNOW var. clevei							4	6	4			
8	Achnanthes	eutrophila LANGE-B.	7	4			3		5		2		2	
9	Achnanthes	holsatica HUSTEDT											2	
10	Achnanthes	lanceolata (BRÉBISSON) GRUNOW ssp. lanceolata												
11	Achnanthes	lanceolata ssp. frequentissima LANGE-B.												
12	Achnanthes	lanceolata ssp. rostrata (OESTRUP) LANGE-B.								4				
13	Achnanthes	lanceolata var. rostrata HUSTEDT							6		3			
14	Achnanthes	lauenburgiana HUSTEDT												
15	Achnanthes	minutissima KUETZING var. Minutissima (Typ 1)	21	26	10	7	8	8	29	2	22	2	8	
16	Achnanthes	minutissima KUETZING var. Minutissima (Typ 2)							10		2			
17	Achnanthes	minutissima var. affinis (GRUNOW) LANGE-B.									2			
18	Achnanthes	minutissima var. inconspicua OESTRUP							2		4			
19	Achnanthes	straubiana LANGE-B.								20	26	17		18
20	Achnanthes	ziegleri LANGE-B.								2				
21	Achnantheidium	pfisteri LANGE-BERTALOT							1	53	32	29	19	12
22	Amphipleura	pellucida (KUETZING) KUETZING								4	4			
23	Amphora	inariensis KRAMMER	2		19	4	13		10	4			2	2
24	Amphora	indistincta LEVKOV	49	14	60	57	24	33	4	5	9	4	6	5
25	Amphora	libyca EHRENBERG sensu K&LB-86	5	6	2			2	2		2	1		
26	Amphora	pediculus (KUETZING) GRUNOW	99	62	117	49	50	60	17	24	16	18	6	17
27	Caloneis	bacillum (GRUNOW) CLEVE sensu DI-CH	9	20	14	18	9	9				4	4	
28	Cocconeis	neothumensis KRAMMER								8	8			
29	Cocconeis	pediculus EHRENBERG							41	2	5	2	12	1
30	Cocconeis	placentula euglyptoides (GEITLER) LANGE-B. 2004								12	2	2	12	8
31	Cocconeis	placentula EHRENBERG var. placentula								6				
32	Cocconeis	placentula var. euglypta (EHRENBERG) GRUNOW sensu DI-CH 2014			2				20	125	80	8	8	23
33	Cocconeis	placentula var. lineata (EHRENBERG) VAN HEURCK								10	15		4	
34	Cocconeis	placentula var. pseudolineata GEITLER										8		4
35	Cyclotella	cyclopuncta HÅKANSON & CARTER							39	27	20	5		1
36	Cyclotella	meneghiniana KUETZING												
37	Cyclotella	ocellata PANTOCSEK								2	2			
38	Cyclotella	radiosa (GRUNOW) LEMMERMANN (ehem. "comta")												
39	Cymbella	affinis auct. non KÜTZING (Typ 1)					3	2						
40	Cymbella	affinis auct. non KÜTZING (Typ 2)												
41	Cymbella	microcephala GRUNOW (Typ 1)							16					
42	Cymbella	microcephala GRUNOW (Typ 2)							9		2			
43	Cymbella	minuta f. semicircularis												
44	Cymbella	minuta HILSE			1									
45	Cymbella	prostrata (BERKELEY) CLEVE												
46	Cymbella	sinuata GREGORY							3	3				1
47	Denticula	tenuis KÜTZING												
48	Diatoma	moniliformis KÜTZING												
49	Diatoma	vulgaris BORY											5	
50	Diploneis	modica HUSTEDT					3	4						
51	Diploneis	oblongella (NAEGELI) CLEVE-EULER				1	23	35						
52	Diploneis	oculata (BRÉBISSON) CLEVE				2	22	13		3				
53	Diploneis	parma CLEVE					4	2						
54	Eolimnia	comperei ECTOR, COSTE & ISERENTANT								5		2		
55	Fallacia	monoculata (HUSTEDT) D.G.MANN												
56	Fragilaria	brevistriata GRUNOW							5	2				
57	Fragilaria	candidagilae ALMEIDA, C. DELGADO, NOVAIS & S. BLANCO												

Nr.	Genus	Species	E163	E164	E165	E166	E175	E176	E181	E182	E183	E184	E195	E196
58	Fragilaria	capucina var. gracilis (OESTRUP) HUSTEDT		2						1	1			
59	Fragilaria	capucina var. rumpens (KÜTZING) LANGE-B.												
60	Fragilaria	capucina var. vaucheriae (KÜTZING) LANGE-B.							3	2				
61	Fragilaria	construens f. venter (EHRENB.) HUSTEDT							4	5	2			
62	Fragilaria	construens HUSTED f. construens							6	1				
63	Fragilaria	pinnata EHRENBERG							2	3	4			
64	Fragilaria	ulna (NITZSCH) LANGE-B.						1	1					1
65	Fragilaria	ulna var. acus (KUETZING) LANGE-B												
66	Gomphonema	aff. pumilum	5					3						
67	Gomphonema	cymbelliclinum REICHARDT & LANGE-B					2							
68	Gomphonema	micropus KUETZING (ehem. angustatum)												
69	Gomphonema	minutum (AGARDH) AGARDH	4	2				3	2					
70	Gomphonema	olivaceum (HORNEMANN) BRÉBISSON	14	26	1	3		2						
71	Gomphonema	parvulum (KUETZING) KUETZING var. parvulum f. parvulum												
72	Gomphonema	parvulum LANGE-B. & REICHARD var. parvulum f. saprophilum		4										
73	Gomphonema	pumilum var. elegans REICHARDT & LANGE-B.		2										
74	Gomphonema	pumilum var. rigidum REICHARDT & LANGE-B.	4	20	2				2					
75	Gomphonema	sp.			4		2		1	2	2		8	2
76	Gomphonema	tergestinum (GRUNOW) M. SCHMIDT	11	5	7									
77	Gyrosigma	sciotoense (W.S. SULLIVANT) CLEVE				1				1				
77	Melosira	variens C.AGARDH											1	3
78	Meridion	circulare (GRÉVILLE) C.AGARDH var. circulare												
79	Navicula	associata LANGE-B.												
80	Navicula	atomus (KÜTZING) GRUNOW var. atomus	1											
81	Navicula	atomus var. permissus (HUSTEDT) LANGE-B.	8	1	2		2	2					2	
82	Navicula	capitatoradiata GERMAIN									1			2
83	Navicula	cryptocephala KUETZING												
84	Navicula	cryptotenella LANGE-B.	46	66	116	127	20	19	17	50	60	9	20	25
85	Navicula	cryptotenelloides LANGE-B.		2			2		2		33		2	
86	Navicula	difficillimoides HUSTEDT					70	65						
87	Navicula	goeppertiana BLEISCH (H.L.SMITH)												
88	Navicula	gregaria DONKIN	18	37	20	16	1	5			4	1		
89	Navicula	jakovljevicii HUSTEDT									2			
90	Navicula	lanceolata (C.AGARDH) EHRENBERG							2	1				
91	Navicula	lenzii HUSTEDT sensu Holotyp SwF				2								
92	Navicula	lenzii HUSTEDT sensu SwB					58	66						
93	Navicula	menisculus var. grunowii LANGE-B.	23	15	4	23				7	24	5	6	
94	Navicula	minima GRUNOW sensu DI-CH (Typ 1)	6		4	4	3	3		2				
95	Navicula	minima GRUNOW sensu DI-CH (Typ 2)	21		2	2	1	2						
96	Navicula	minuscula GRUNOW var. minuscula GRUNOW		2										
97	Navicula	minusculoides HUSTEDT	2											
98	Navicula	molestiformes HUSTEDT												
99	Navicula	pelliculosa (BRÉBISSON ex KUETZ.) HILSE												
100	Navicula	pupula KUETZING var. pupula									2			
101	Navicula	recens LANGE-B.				2								
102	Navicula	reichardtiana LANGE-B.	46	62	6	15	30	25	4			4	14	8
103	Navicula	sancti-naumii LEVKOV&METZELTIN		6		4				5	6	1		
104	Navicula	saprophila LANGE-BERTALOT	5											
105	Navicula	subhamulata GRUNOW	4	2	8		10	24					2	
106	Navicula	sublucidula HUSTEDT	2	2		4	25	56						
107	Navicula	subrotundata HUSTEDT												
108	Navicula	tripunctata (O.F.MUELLER) BORY	19	20	19	48	5	6	8	32	27	5	18	5
109	Navicula	trivialis LANGE-B.							1					
110	Navicula	veneta KUETZING												
111	Navicula	vilaplani (LANGE-B.&SABATER) LANGE-B.&SABATER												
112	Navicula	wildii LANGE-B.				2								
113	Nitzschia	acicularis (KUETZING) W.SMITH												
114	Nitzschia	amphibia GRUNOW			2									

Nr.	Genus	Species	E163	E164	E165	E166	E175	E176	E181	E182	E183	E184	E195	E196
115	Nitzschia	archibaldii LANGE-B.		2										
116	Nitzschia	dissipata (KUETZING) GRUNOW ssp. dissipata	82	128	89	133	16	31	10	4	20	6	49	27
117	Nitzschia	dissipata var. media (HANTZSCH) GRUNOW									1			
118	Nitzschia	fonticola GRUNOW					1						37	50
119	Nitzschia	lacuum LANGE-B.				2								
120	Nitzschia	linearis (C.AGARDH) W.SMITH												
121	Nitzschia	palea (KUETZING) W.SMITH var. palea				2								
122	Nitzschia	palea var. debilis (KUETZING) GRUNOW												
123	Nitzschia	paleacea GRUNOW												
124	Nitzschia	paleaeformis HUSTEDT												
125	Nitzschia	pumila HUSTEDT	4											
126	Nitzschia	pusilla GRUNOW emend. LANGE-B.					1			2				
127	Nitzschia	recta HANTZSCH	2	14	25	3								
128	Nitzschia	sinuata var. delognei (GRUNOW) LANGE-B.												
129	Nitzschia	sociabilis HUSTEDT	4											
129	Nitzschia	sp.		4										
130	Nitzschia	sublinearis HUSTEDT											2	
130	Rhoicosphenia	abbreviata (C.AGARDH) LANGE-B.							1		7	2	19	4
131	Simonsenia	delognei (GRUNOW) LANGE-B.	3		8	9	91	68						
131	Surirella	angusta KÜTZING												
132	Surirella	neglecta REICHARDT / lacrimula ENGLISH			3									
132	Tabellaria	flocculosa KUETZING					2		1					
133	Thalassiosira	pseudonana HASLE&HEIMDAL												
134	Unbestimmt	(nicht im Total)	2						16		4		4	
Total	Schalen		535	562	547	543	511	553	538	557	538	537	549	597
	Anzahl Arten		32	30	26	27	31	28	40	43	41	23	29	23

Bemerkungen:

Achnanthes	biasoletiana GRUNOW var. Biasoletiana (Typ 1)	neu: Achnantheidium pyrenaicum (HUST.) KOBAYASI
Achnanthes	biasoletiana GRUNOW var. Biasoletiana (Typ 2)	neu: Achnantheidium pyrenaicum (HUST.) KOBAYASI
Achnanthes	biasoletiana GRUNOW var. Biasoletiana (Typ 3)	neu: Achnantheidium rostroyrenaicum JÜTTNER&COX sensu BEY&ECTOR
Achnanthes	minutissima KUETZING var. Minutissima (Typ 1)	
Achnanthes	minutissima KUETZING var. Minutissima (Typ 2)	neu p.p.: Achnanthes minutissima var. jackii sensu DI-CH
Cymbella	affinis auct. non KÜTZING (Typ 1)	neu p.p.: Cymbella excisa KUETZING
Cymbella	affinis auct. non KÜTZING (Typ 2)	neu p.p.: Cymbella kolbei var. angusta KRAMMER
Cymbella	microcephala GRUNOW (Typ 1)	neu: Encyonopsis microcephala (GRUNOW) KRAMMER
Cymbella	microcephala GRUNOW (Typ 2)	neu: Encyonopsis minuta KRAMMER&REICHARDT

Daten Äusserer Aspekt

Stelle	Datum	Schlamm	Trübung	Verfärbung	Schaum	Geruch
E151	25.07.16	kein	keine	keine	kein	kein
E152	25.07.16	kein	keine	keine	kein	kein
E153	25.07.16	kein	keine	keine	kein	kein
E154	25.07.16	kein	keine	keine	kein	kein
E155	25.07.16	kein	keine	keine	kein	kein
E156	25.07.16	kein	keine	keine	kein	kein
E157	25.07.16	kein	keine	keine	kein	kein
E158	25.07.16	kein	keine	keine	kein	kein
E159	25.07.16	kein	keine	keine	kein	kein
E160	26.07.16	kein	keine	keine	kein	kein
E161	26.07.16	kein	keine	keine	kein	kein
E162	26.07.16	kein	keine	keine	kein	kein
E163	26.07.16	kein	keine	keine	kein	kein
E164	26.07.16	kein	keine	keine	kein	kein
E165	26.07.16	kein	keine	keine	kein	kein
E166	26.07.16	kein	keine	keine	kein	kein
E175	30.08.16	kein	keine	keine	kein	kein
E176	30.08.16	kein	keine	keine	kein	kein
E183	15.09.16	kein	keine	keine	kein	kein
E184	15.09.16	kein	keine	keine	wenig mittel	kein
E185	15.09.16	kein	keine	keine	kein	kein
E186	15.09.16	kein	keine	keine	kein	kein
E195	03.11.16	kein	keine	keine	kein	kein
E196	03.11.16	kein	keine	keine	wenig mittel	kein

Stelle	Datum	FeS	Kolmation	Feststoffe	het. Bew.	Algen	Moose	Makrophyten
E151	25.07.16	0%	stark	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E152	25.07.16	0%	stark	vereinzelte	kein	<10%	<10%	<10%
E153	25.07.16	0%	keine	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E154	25.07.16	0%	stark	viele	kein	<10%	10-50%	<10%
E155	25.07.16	0%	stark	vereinzelte	kein	<10%	10-50%	<10%
E156	25.07.16	0%	stark	vereinzelte	kein	<10%	10-50%	<10%
E157	25.07.16	0%	keine	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E158	25.07.16	0%	keine	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E159	25.07.16	0%	keine	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E160	26.07.16	0%	keine	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E161	26.07.16	0%	leicht mittel	viele	kein	<10%	<10%	<10%
E162	26.07.16	0%	keine	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E163	26.07.16	0%	keine	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E164	26.07.16	0%	keine	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E165	26.07.16	0%	keine	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E166	26.07.16	0%	keine	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E175	30.08.16	0%	keine	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E176	30.08.16	0%	keine	vereinzelte	kein	<10%	<10%	<10%
E183	15.09.16	0%	keine	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E184	15.09.16	0%	keine	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E185	15.09.16	0%	keine	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E186	15.09.16	0%	keine	keine	verein-	<10%	<10%	<10%
E195	03.11.16	0%	keine	keine	kein	<10%	10-50%	<10%
E196	03.11.16	0%	keine	viele	kein	<10%	10-50%	<10%

