

UMWELT

Einzugsgebiet bezogenes Monitoring der Wasserqualität im Aaretal

Auswirkungen der Siedlungsentwässerung, Stand
2013

Januar 2016

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

© 2016 Kanton Aargau

Inhalt

1	Zusammenfassung	4
2	Konzept der immissionsorientierten Siedlungsentwässerung	6
2.1	Zweck der Erfolgs-kontrollen	6
2.2	Überwachungskonzept	6
2.3	Untersuchte Einleitstellen im Aaretal	7
2.4	Beurteilung nach dem Modul-Stufen-Konzept	7
2.5	Ausgewählte Kriterien für die Erfolgskontrollen	8
3	Witterungs- und Abflussverhältnisse	10
3.1	Abflussereignisse	10
4	Äusserer Aspekt	12
5	Organische Belastung	15
6	Gesamtbelastung nach DI-CH	16
7	Beurteilung der einzelnen Einleitungen	19
7.1	Stand der Regenwasserbehandlung	19
7.2	Stand der Abwasserreinigung	19
7.3	Geplante Massnahmen	19
7.4	Regenbecken A89-234 Riniken	20
7.5	Regenbecken A93-17 Villigen	22
7.6	Regenbecken A95-102 Windisch	24
7.7	Fangbecken A82-350 Schinznach-Bad	26
7.8	Regenbecken A75-440 Thalheim	28
7.9	Regenbecken A93-21 Oberflachs	30
7.10	Fangkanal A06-84b Schinznach-Dorf	32
7.11	Regenbecken A94-85 Gaskessel Aarau	34
7.12	Regenbecken A08-13, Salamatten Aarau	36
7.13	Hochwasserentlastungen HE2 & HE3 Küttigen	38
7.14	Einleitung HE H131 Erlinsbach	40
8	Literatur	42
	Anhänge	43
	Daten der Kieselalgen	43
	Daten Äusserer Aspekt	49

1 Zusammenfassung

Im Rahmen des periodischen, Einzugsgebiet bezogenen Monitorings der Siedlungsentwässerungen wurde 2013 in der Region Aaretal die Qualität der von Einleitungen betroffenen Gewässer untersucht. Aus den Ergebnissen geht hervor, dass prioritäre Sanierungsschwerpunkte bei 7 der 11 untersuchten Entlastungen bezüglich der Feststoffeinschwemmung und an den Entlastungen im Sickerkanal und Süessbach hinsichtlich der Belastung durch gelöste Stoffe sind. Die übrigen Kriterien erfüllen die Anforderungen der GSchV an allen Stellen.

Im Bereich der Siedlungsentwässerungen werden im Kanton Aargau auf folgenden drei Ebenen immissionsorientierte Erfolgskontrollen durchgeführt:

- Einfaches Monitoring (Betreiber, Verbände).
- Massnahmenbezogene Erfolgskontrollen (Betreiber, Verbände).
- Periodisches, einzugsgebietbezogenes Monitoring (Kanton).

Die vorliegende Untersuchung betrifft die letzte Ebene. Ziel ist es, eine flächendeckende Beurteilung der stofflichen Belastung innerhalb einer Region zu erhalten und die spezifischen Belastungsquellen zu identifizieren an denen Massnahmen erforderlich sind. In der durchgeführten Untersuchung wurden 8 Regenwasserbehandlungsanlagen und 3 Hochwasserentlastungen untersucht (siehe Tab. 1). Aufgenommen wurden der Äussere Aspekt [12] und die Kieselalgen [10]. Für die Kieselalgenproben wurden jeweils der Grad der organische Belastung (nach Lange-Bertalot, Hofmann und Reichardt) und der Gesamtbelastung (Kieselalgenindex, DI-CH) bewertet.

Äusserer Aspekt

Die Untersuchung der Siedlungsentwässerung in der Region Aaretal hat verschiedene Beeinträchtigungen hinsichtlich des äusseren Aspektes aufgezeigt. Dabei ist die Region Aaretal-Ost stärker betroffen als der Teil Aaretal-West. Der wesentlichste Problempunkt ist der noch häufig festzustellende Feststoffeintrag bei den Entlastungen. Die Feststoffe gelangen mehrheitlich als Objekte (Hygieneartikel) und in einem Fall auch in Form von Feinmaterial (Schlamm) in die Gewässer. Insgesamt sind aber an den untersuchten Stellen die Anforderungen der GSchV bezüglich des äusseren Aspektes mehrheitlich eingehalten.

Organische Belastung

Die durchgeführte Erfolgskontrolle an den Siedlungsentwässerungen in der Region Aaretal zeigte, dass die Gewässer unterhalb der Entlastungen die Anforderungen der GSchV hinsichtlich der organischen Belastung mit zwei Ausnahmen erfüllten. Von den 22 untersuchten Stellen erreichen 20 die Gütestufe „schwach belastet“ und zwei die Stufe „schwach-mässig belastet“. Diese liegen am Sickerwasserkanal bei Schinznach-Bad unterhalb des Entlastungsauslaufs und am Süessbach bei Windisch unterhalb des Regenbeckens. Bei den übrigen Stellen ist teilweise ein Einfluss der Entlastungen ersichtlich (Thalbach), aber auch von Vorbelastungen oberhalb gelegener, nicht untersuchter Quellen erkennbar. Am Sickerwasserkanal und Süessbach sind die Gründe der Belastung aus den Regenbecken zu klären und allfällig notwendige Massnahmen zu ergreifen.

Gesamtbelastung (DI-CH)

In der Region Aaretal zeigte die durchgeführte Erfolgskontrolle an der Siedlungsentwässerung, dass die Gewässer unterhalb der Entlastungen die Anforderungen der GSchV hinsichtlich der Gesamtbelastung (organische und anorganische Stoffe) mit zwei Ausnahmen erfüllten. Von den 22 untersuchten Stellen erreichen 7 die Güteklasse sehr gut, 13 die Klasse gut. Zwei Stellen, eine am Sickerwasserkanal bei Schinznach-Bad und eine am Süessbach bei Windisch erfüllten die Anforderungen nicht. Allerdings sind nicht Entlastungsereignisse aus der Siedlungsentwässerung, sondern oberhalb gelegene Entlastungsquellen und im Falle des Süessbaches die speziellen hydrologischen Verhältnisse (zeitweilige Austrocknung) dafür verantwortlich. Zumindest am Sickerwasserkanal sind die Gründe der Vorbelastung zu klären und allfällig Massnahmen notwendig.

Erforderliche Massnahmen

Aufgrund der Untersuchungsergebnisse sind an sieben Behandlungsanlagen Massnahmen zur Vermeidung der Feststoffeinschwemmung und an zwei zur Reduktion der organischen und der Gesamtbelastung (DI-CH) zu prüfen.

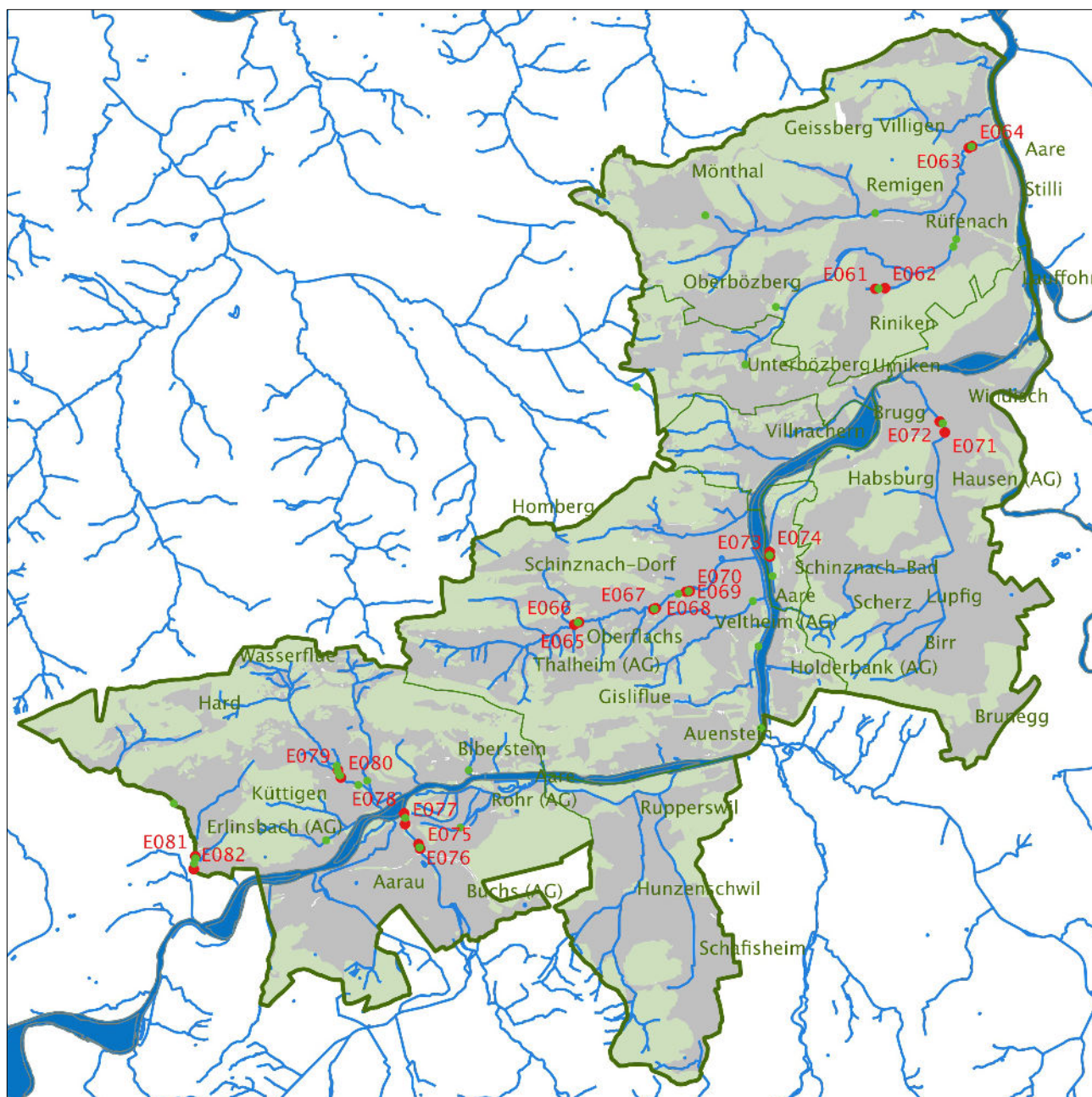


Abb. 1: Lage der Probenahmestellen (rote Punkte) und Anlagen der Siedlungsentwässerung (grüne Punkte) in der Region Aaretal.

2 Konzept der immissionsorientierten Erfolgskontrolle Siedlungsentwässerung

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.

Die Entwässerung der Siedlungsgebiete, 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 oder Regenbehandlungsanlagen) 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.

Die fortschreitende Siedlungsentwicklung, die wechselnden Witterungsbedingungen und die unterschiedlichen Entwässerungskonzepte (Mischsystem, Trennsystem) erfordern bei den Siedlungsentwässerungen eine hohe zeitliche Flexibilität bezüglich der zu entwässernden und reinigenden Mengen. Diese erreicht bei Regenwetter irgendwann eine Grenze, bei der das Entwässerungssystem volumenmässig entlastet werden muss. Die Vorgehensweise bei der Entlastung wird in der VSA-Richtlinie „Abwassereinleitungen in Gewässer bei Regenwetter (STORM) – Richtlinie für die konzeptuelle Planung von Massnahmen“ gezeigt. Im Prinzip geht es darum während eines Regenereignisses die stark verschmutzten Abwasserfraktionen von den gut verdünnten und wenig verschmutzten Fraktionen zu trennen. Diese werden unter Ausnutzung ihres zeitlich gestaffelten Anfalls bei Regenwetter direkt oder mit Vorbehandlung ins Gewässer eingeleitet. Um dies sicher zu gewährleisten sind im Ent-

wässerungssystem differenzierte bauliche und technische Vorkehrungen notwendig, deren korrekte Funktionsweise periodisch kontrolliert werden muss. Nach der VSA-Richtlinie geschieht dies anlagenseitig (Emissionen) und im Gewässer (Immission).

2.2 Überwachungskonzept

Diese Untersuchungen sind Teil von Erfolgskontrollen nach dem Konzept für die immissionsorientierte Erfolgskontrolle im Kanton Aargau [1], welche im Bereich Siedlungsentwässerung drei Ebenen umfasst.

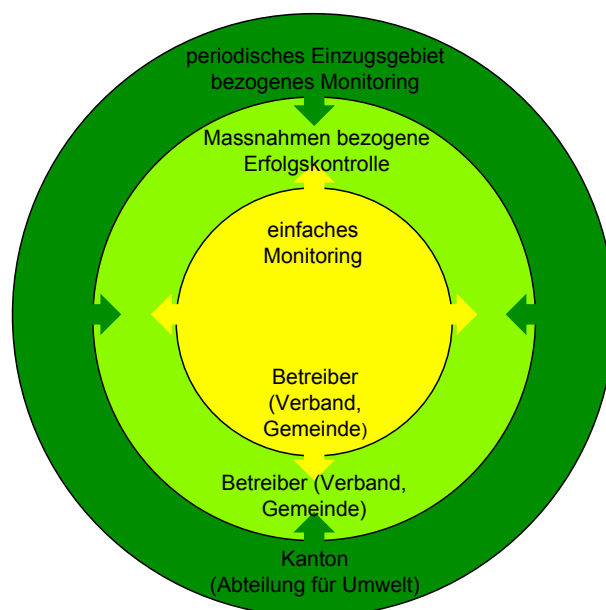


Abb. 2: Ebenen der Verantwortlichkeiten bei den immissionsorientierten Erfolgskontrollen der Siedlungsentwässerungen im Kanton Aargau.

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 Bereich der Einleitstelle des Gewässers beurteilt.

Massnahmenbezogene Erfolgskontrolle

Sie wird bei wesentlichen Änderungen im System der Siedlungsentwässerung durchgeführt wie z.B. Kapazitätserweiterungen, Bau von Abwasserbehandlungsanlagen, Änderung der Entlastungsschwellen und der

Entlastungsorte etc. Die Kontrollen erfolgen vor und nach Realisierung der Massnahmen durch gewässer-ökologisch 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 Gewässer-einzugsgebiet 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 und Siedlungsentwässerung besteht. Sie finden Verwendung in der Generellen Entwässerungsplanung (GEP).

Das periodische, einzugsgebietbezogene Monitoring umfasst neben den Untersuchungen zu den Auswirkungen 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 Untersuchte Einleitstellen im Aaretal

Im Einzugsgebiet der Region Aaretal wurden elf Entlastungsstellen der Siedlungsentwässerung untersucht. Je eine befindet sich am Rinikerbach (A89-234), Kumetbach (A93-17), Süessbach (A95-102) und Sickerwasserkanal (A82-350) bei Schinznach-Bad. Die Einleitungen entlasten Regenbecken. Drei weitere Entlastungen, zwei aus Regenbecken und eine als reine Hochwasserentlastung befinden sich im Gewässersystem des Thalbaches bei Thalheim (A75-440), Oberflachs (A93-21) und Schinznach-Dorf (A06-84b). Im Mündungsbereich der Suhre bei Aarau wurden zwei weitere Entlastungen geprüft. Sie stammen aus Regenbecken beim Gaskessel (AA94-85) und bei Salamatten (A08-13). Am Erzbach bei Erlinsbach und am Aabach bei Küttigen sind Regenbecken geplant. Die Untersuchung dient in diesen Fällen einerseits einer Bestandsaufnahme des Ist-Zustandes vor der Erstellung der Regenbecken und erlaubt eine spätere Erfolgskontrolle der Massnahmen, andererseits der Erfassung des jetzigen Einflusses der bestehenden drei Hochwasserentlastungen (HE 2, HE 3 und HE H 131).

Die Auswirkungen der Einleitungen auf die Gewässer wurden anhand von 22 Probenahmestellen (E061-E082) untersucht, mit jeweils einer Stelle oberhalb und einer unterhalb der Einleitungen.

Für die Probenahme wurde in der Region ein Zeitpunkt gewählt, dem mehrere Tage vorher mindestens ein grösseres Niederschlagsereignis vorausging und bei dem die Entlastungen gemäss ihren Dimensionierungszielen angesprungen sind.

Die Probenahmen erfolgten am 3. (E061-E062), 23. (E063-E070) und 27. September (E073-E078) und am 18. November (E071, E072, E079-E082) 2013. Die Regenereignisse waren entweder Einzelereignisse nach langer Trockenperiode oder lagen innerhalb einer Periode mit wechselhaftem Wetter. Zum Zeitpunkt der Probenahme herrschten jeweils wieder mittlere bis niedrige Abflussverhältnisse.

Bauwerk	Typ	Stellen	
		oberhalb	unterhalb
RB Riniken	RB	E061	E062
RB Villigen	RB	E063	E064
RB Windisch	RB	E071	E072
FB Schinznach B.	RB	E073	E074
RB Thalheim	RB	E065	E066
RB Oberflachs	RB	E067	E068
HE Schinznach D.	HE	E069	E070
RB Gaskessel, Aarau	RB	E075	E076
RB Salamatten, Aarau	RB	E077	E078
HE 2,3 Küttigen	HE	E079	E080
H131 Erlinsbach	HE	E081	E082

Tab. 1: Untersuchte Einleitungen der Siedlungsentwässerung in der Region Aaretal mit den Probenahmestellen.

2.4 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 Fliessgewässerebenen „Hydrologie und Morphologie“, „Biologie“ und „Stoffe.“ Dazu bietet es gegenwärtig 10 Bewertungs-module, mit denen sich die Gewässer flächendeckend (Stufe F), systembezogen (Stufe S) und abschnittsweise (Stufe A) bewerten lassen (Tab 2). Dabei ist festzuhalten, dass die Bewertung je nach Modul und Stufe zeitlich unterschiedlich gültig ist.

Bereiche	Module	Stufen		
	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. 2: Module des Modulstufenkonzepts und ihre jeweiligen Stufen (F = Flächendeckend, S = Systembezogen, A = Abschnittsbezogen) aufgeteilt nach in die drei Teilbereiche des Konzepts. Für die **fettgedruckten** Stufen liegen spezifische Methodenbeschreibungen vor (Stand 2013). Bei den immissionsorientierten Erfolgskontrollen gelangen die Bewertungsmodule Äusserer Aspekt und Kieselalgen zur Anwendung.

2.5 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.

2.5.1 Modul Äusserer, Aspekt Stufe F

Kriterium	Bewertung		
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. 3: Bewertungskriterien und Bewertungsskala des Moduls „äusserer Aspekt“.

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. 3).

2.5.2 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 Skala 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. 4).

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

2.5.3 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 folgenden 7 Stufen beurteilt (siehe Tab 5). Abbildung 2 zeigt Verteilungsbeispiele für die 7 Gütestufen. Diese Gütestufen werden aus der prozentualen Verteilung von Differenzialartengruppen (= Artengruppen die auf organische Belastung hochsensibel, sensibel, tolerant oder resistent reagieren) ermittelt (siehe Abb. 3). Die Gewässerschutzverordnung wird erfüllt, wenn mindestens Gütestufe II und kleiner eingehalten sind, bzw. wenn mehr als 50% der Kieselalgen den hochsensiblen und sensiblen Differenzialartengruppen (hellbraune Säulenanteile) angehören.

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

Tab 5: Bewertungsskala der Saprobie nach Lange-Bertalot, Hofmann und Reichardt (hs = hochsensibel; s = sensibel; t = tolerant; r = resistent).

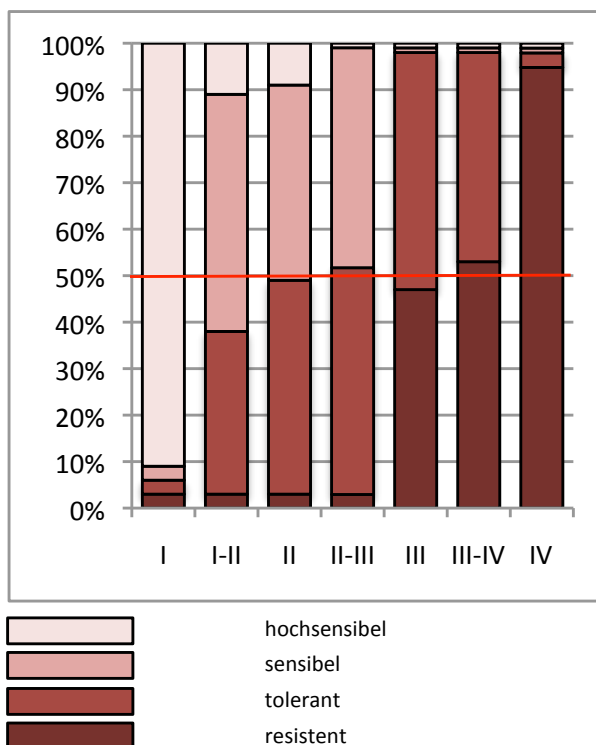


Abb. 3: Verteilungsbeispiele der vier Differenzialartengruppen für die 7 Gütestufen. Die Anforderung der GSchV ist erfüllt, wenn die hellen Säulenanteile grösser als 50% sind.

3 Witterungs- und Abflussverhältnisse

Die Untersuchungsmethoden nach den Modulen „äusserer Aspekt“ und „Kieselalgen“ des Modulstufenkonzeptes erlauben einen Aussagezeitraum von ca. vier Wochen vom Zeitpunkt der Probenahme rückwärts. Dies bedeutet, dass nur die Entlastungsereignisse innerhalb eines Zeitfenster von vier Wochen vor dem Zeitpunkt der Probenahme für die Ergebnisse relevant sind. Unter Berücksichtigung der standortspezifisch unterschiedlichen Probenahmezeiten (3. und 27. September, 18. November) sind die Abflussereignisse innerhalb der entsprechenden Zeitfenster relevant. Die Abflussereignisse sind ein indirekter Indikator für die Intensität der Gebietsniederschläge und damit auch des Anspringens der Entlastungen aus der Siedlungsentwässerung.

3.1 Abflussereignisse

Im Einzugsgebiet der Region Aaretal befinden sich vier Abflussmessstationen. Je eine liegt am Schmittenbach (Remigen), Thalbach (Schinznach-Dorf), Erzbach (Erlinsbach) und an der Suhre (Suhr). Die Daten zeigen, dass es im Verlauf der drei Zeitfenster mindestens je einmal zu grösseren Abflussereignissen kam. Diese ereigneten sich am 4. August, 15. 18./19. September und am 3. November. Die jeweiligen Abflussspitzen lagen im Bereich zwischen Q_1 (Erzbach) und Q_{23} (Schmittenbach), mit Q_{10} in der Suhre und Q_{21} im Thalbach.

3.1.1 Abflüsse Schmittenbach

Die Abflussereignisse am Schmittenbach sind indirekt für das Niederschlagsgeschehen im Gebiet der Probenahmestellen E061 – E064 und der Regenbecken „Balzenmatt“ Riniken und „Villigen“ in Villigen repräsentativ. Zwei Abflussspitzen erfolgten am 4. August und am 18./19. September. Die Abflussspitzen erreichten den 9-fachen bzw. 4-fachen MQ (1982-2013) und lagen somit eindeutig in einer Hochwasserphase.

3.1.2 Abflüsse Thalbach

Die Abflüsse im Thalbach sind direkt mit den Niederschlägen im Einzugsgebiet der Siedlungsentwässerungen von Thalheim, Oberflachs und Schinznach-Dorf gekoppelt. Sie beeinflussen das Anspringen der Entlastungen im Bereich der Probenahmestellen E065 – E070. Am 15. September führten Niederschläge zur Monatsabflussspitze von $0.353 \text{ m}^3/\text{s}$. Dies entspricht knapp dem 3-fachen langjährigen MQ (1980-2013) des Thalbaches.

3.1.3 Abflüsse Erzbach

Die Abflussdynamik des Erzbaches ist repräsentativ für das Niederschlagsgeschehen im Einzugsgebiet der Stellen E079 – E082. Im aussagekräftigen Zeitfenster vor der Probenahme am 18. 11. traten sechs Abflussspitzen auf, deren höchste am 3. November $0.823 \text{ m}^3/\text{s}$ erreichte. Dies entspricht dem 6-fachen MQ (1982 – 2013) des Erzbaches. Die übrigen Zwischenspitzen im Zeitraum vom 27.10. bis 10.11. lagen alle über dem 3-fachen MQ.

3.1.4 Abflüsse Suhre

Das Einzugsgebiet der Suhre ist mit 243 km^2 verhältnismässig gross. Zudem dämpft der Sempachersee als Zwischenspeicher die Abflussspitzen bei weiträumigen Starkniederschlägen. Trotzdem sind scharfe Abflussspitzen auch für das lokale Niederschlagsgeschehen im Einzugsgebiet der Entlastungen E075 – E078 repräsentativ. Im vierwöchigen Aussagefenster vor der Probenahme (27. 9.) erfolgte am 18. 9. ein Niederschlagsereignis welches die Suhre auf $9 \text{ m}^3/\text{s}$ oder dem 2.5-fachen MQ (1977 – 2013) anschwellen liess. Somit war innerhalb des Probenahmefensters kein Hochwasserabfluss.

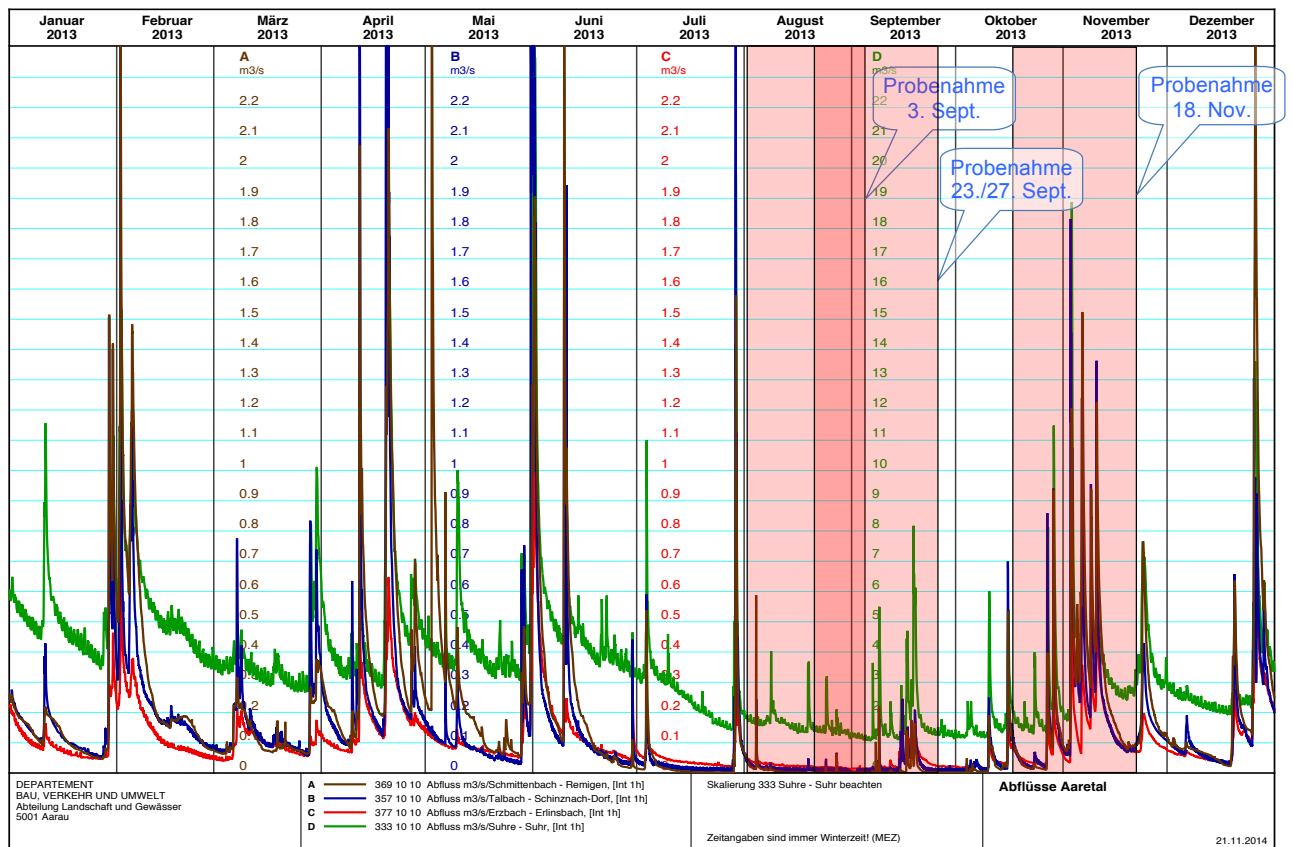


Abb. 4: Abflussspitzen der Suhr (grün), des Thalbaches (blau), des Schmittbaches (braun) und des Erzbaches (rot) in der Region Aaretal an den vier Messstellen von Januar bis Dezember 2013. Die rosa Balken zeigen die vierwöchige Periode vor der Probenahme.

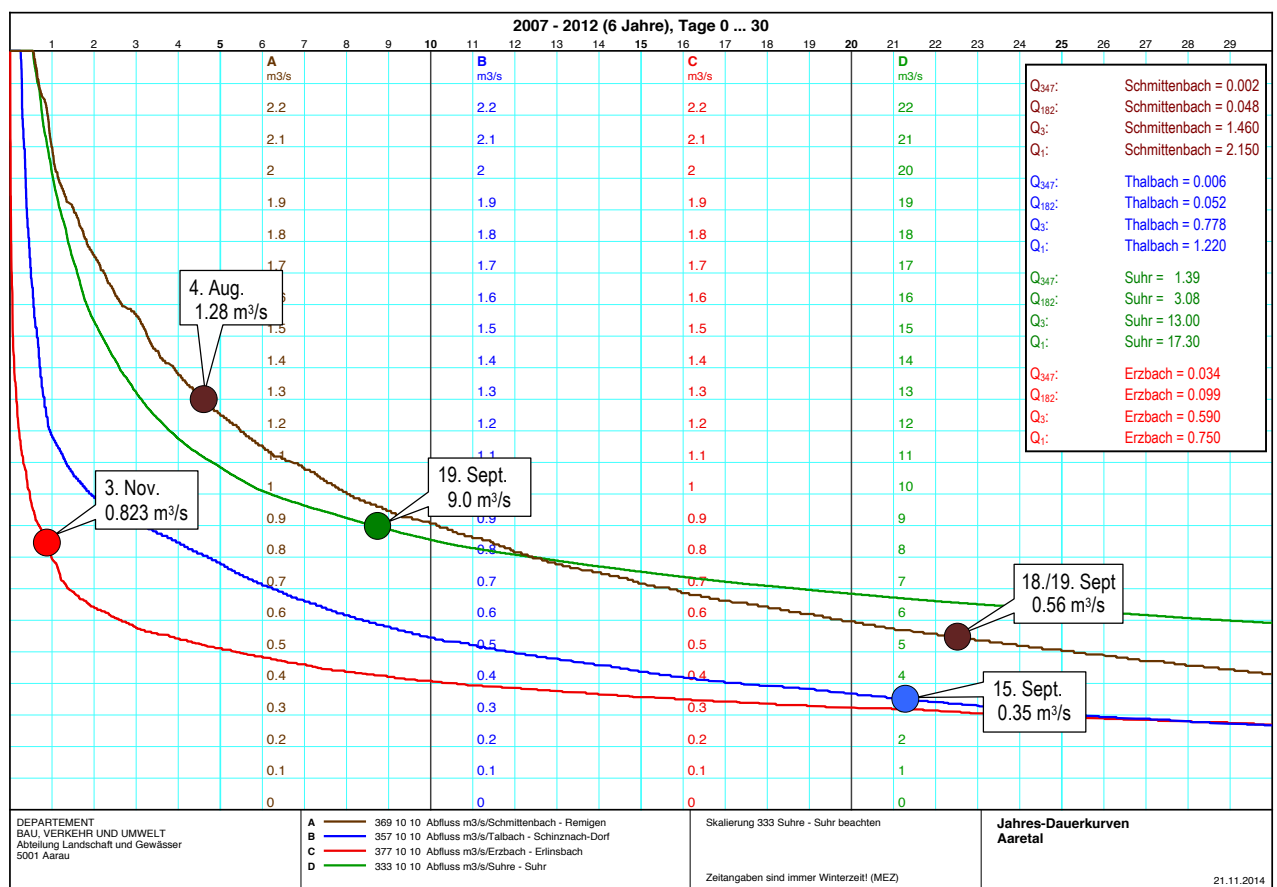


Abb. 5: Einordnung der Abflussspitzen der Untersuchungskampagne in die Kurven der jährlichen Abflussdauer an den vier Messstellen in der Region Aaretal. Gezeigt werden nur die 30 Tage mit den höchsten Tagesabflüssen. Q1, Q3, Q182 und Q347 entsprechen den Abflusswerten, die statistisch an 1, 3, 182 und 347 Tagen erreicht oder überschritten sind.

4 Äusserer Aspekt

Die Untersuchung der Siedlungsentwässerung in der Region Aaretal hat verschiedene Beeinträchtigungen hinsichtlich des äusseren Aspektes aufgezeigt. Dabei ist die Region Aaretal-Ost stärker betroffen als der Teil Aaretal-West. Der wesentlichste Problempunkt ist der noch häufig festzustellende Feststoffeintrag bei den Entlastungen. Die Feststoffe gelangen mehrheitlich als Objekte (Hygieneartikel) und in einem Fall auch in Form von Feinmaterial (Schlamm) in die Gewässer. Insgesamt sind aber an den untersuchten Stellen die Anforderungen der GSchV bezüglich des äusseren Aspektes mehrheitlich eingehalten.

Feststoffe und Schlammeintrag

Ein generelles Problem ist der Eintrag von Feststoffen wie Hygieneartikel, WC-Papier, etc. Solche wurden vereinzelt, teilweise auch zahlreich unterhalb von 7 der 11 untersuchten Einleitungen aus den Siedlungsentwässerungen gefunden. Dies zeigt, dass der Feststoffrückhalt in den Regenwasserbehandlungsanlagen nicht überall optimal funktioniert. In einem Fall (HE 3, Küttigen) traten solche Feststoffe oberhalb der untersuchten Einleitung auf, was den Verdacht auf die oberhalb gelegene, in diesem Programm nicht untersuchte Entlastung lenkt. Die restlichen vier untersuchten Wasserbehandlungsanlagen konnten bei Regenwetter im Entlastungsfall die von der Kanalisation angeschwemmten Feststoffe zurückhalten. Schlammablagerungen im Gewässer waren nur in einem Fall (Rinikerbach, Riniken) durch die Siedlungsentwässerung bedingt. In den übrigen Fällen spielten natürliche Ursachen (starker Blattfall, geringe Strömung etc.) eine Rolle.

Kolmation

Grundsätzlich sind kolmatisierte Gewässerabschnitte auf die Belastung mit sauerstoffzehrenden Substanzen besonders empfindlich. Die Kolmation schränkt die Besiedelung der Zwischenräume in den Bachsohlen und den Sauerstoffaustausch ein. Die Sohlen aller Fliessgewässer der Region Aaretal waren an 9 der 22 untersuchten Stellen kolmatisiert. Allerdings ist dies an 8 Stellen auf natürliche Versinterungsprozesse zurückzuführen und nur im Falle des bereits erwähnten Rinikerbaches wird die Kolmation durch eingetragene Feinsedimente aus der Siedlungsentwässerung verursacht. Entsprechend sind vor allem die kalkreichen Juragewässer davon betroffen.

An allen übrigen Stellen erlaubt das bestehende Abflussregime und die natürliche Sohlenstruktur auch in den verbauten Abschnitten häufig Sohlenumlagerungen.

Eisensulfid, heterotropher Bewuchs

Deutlich erhöhte Abbauraten von organischen Stoffen treten oft unterhalb von Abwassereinleitungen auf. Sie äussern sich in heterotrophem Bewuchs und in der Bildung von Eisensulfidflecken auf den Steinen der Bachsohle. Beide Indizien sind eine indirekte Folge des Eintrags von organisch abbaubaren Stoffen. Eisensulfid wurde an der besagten Stelle mit Schlammdepots am Rinikerbach sowie am Süssbach festgestellt. An allen übrigen Stellen konnte kein Eisensulfid nachgewiesen werden. Bei diesen ist der Eintrag von biologisch abbaubaren Stoffen auf ein Mass reduziert, das die entsprechenden Anforderungen der GSchV einhält. Auch bezüglich des heterotrophen Bewuchses werden die Anforderungen an allen untersuchten Stellen erfüllt.

Schaumbildung

Während der beiden Untersuchungskampagnen trat nur an einer der 22 Stellen eine leichte bis mittlere Schaumbildung auf. An den übrigen Stellen werden die diesbezüglichen Anforderungen der GSchV gut eingehalten.

Trübung, Verfärbung, Geruch

Trübungen, Verfärbung und Geruch konnten ebenfalls an keiner der Untersuchungsstellen im Aaretal festgestellt werden.

Fazit äusserer Aspekt

Insgesamt werden im Entlastungsfall als auch unter Trockenwetterbedingungen die Anforderungen der GSchV an den Äusseren Aspekt im Gewässernetz mehrheitlich eingehalten. Probleme bestehen noch im Feststoffeintrag der Entlastungen und sowie in einem Fall (Rinikerbach) durch den Eintrag von Feinsediment mit den entsprechenden negativen Folgeerscheinungen. Massnahmen zur Erfüllung der Anforderungen an den äusseren Aspekt sind demzufolge hinsichtlich des Feststoffeintrags zu prüfen.

Abb. 6a: Beurteilung des Äusseren Aspektes an den 14 Stellen in der Subregion Aaretal West

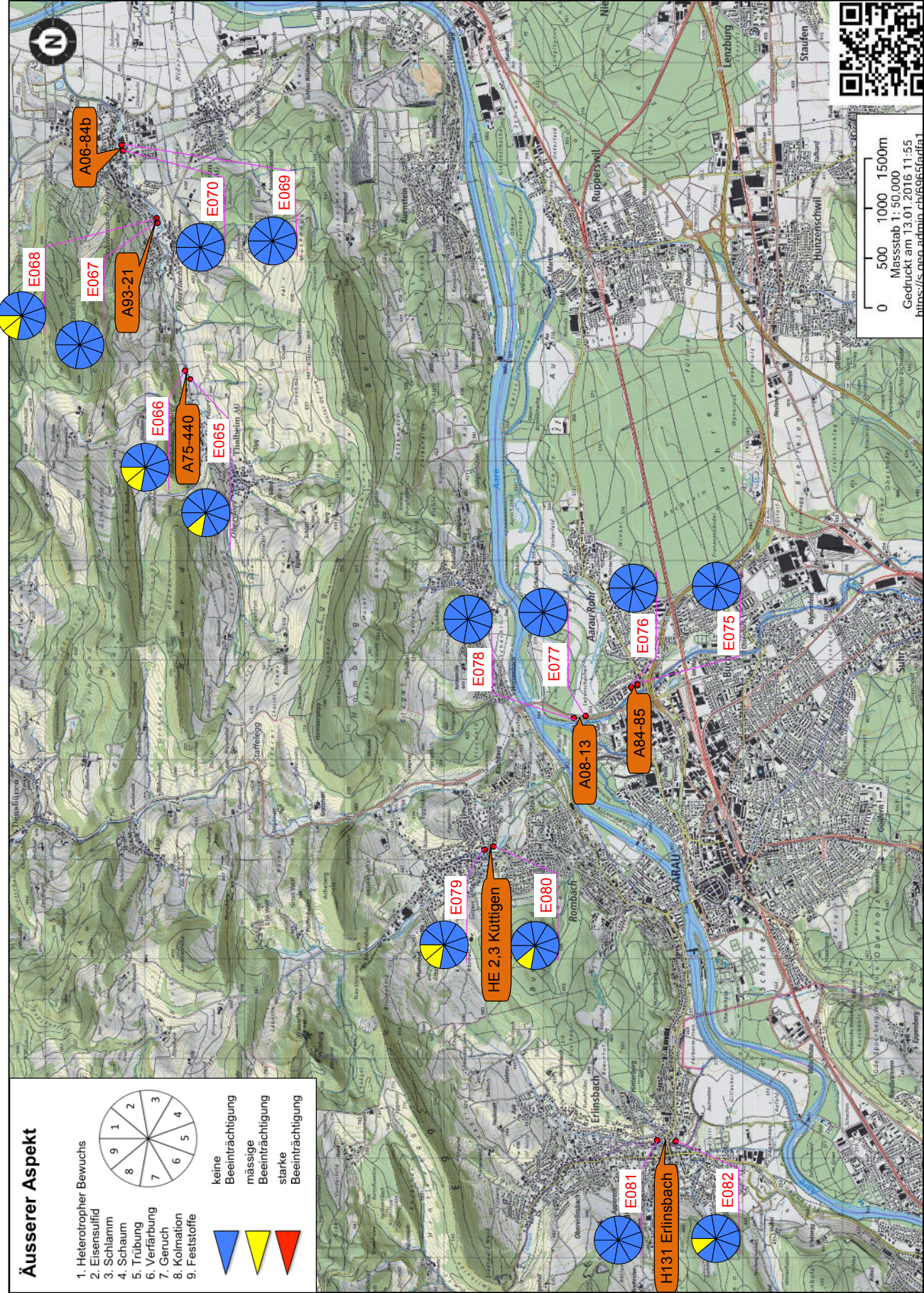
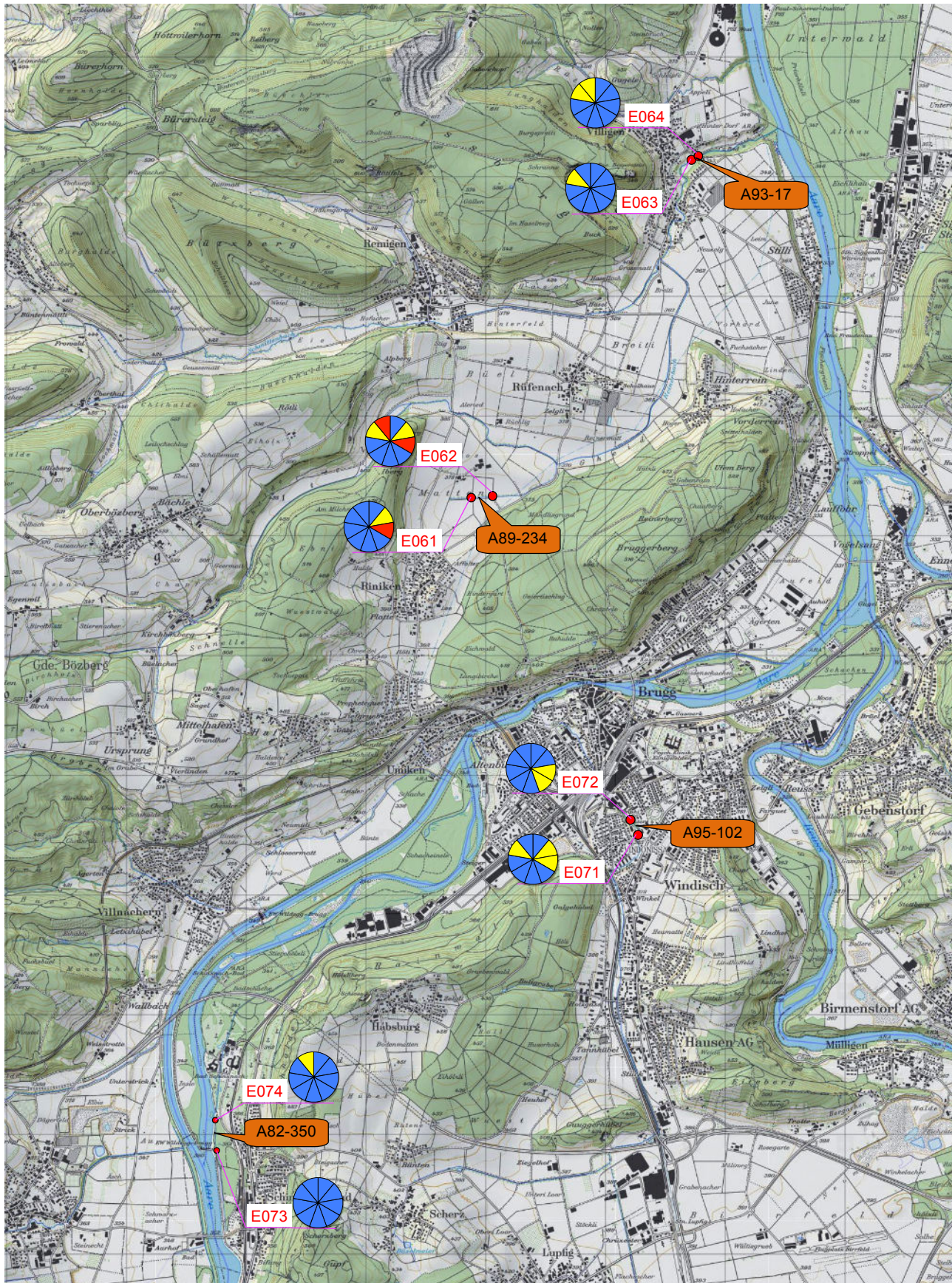


Abb. 6b: Beurteilung des Äusseren Aspektes an den 8 Stellen in den Einzugsgebieten der Subregion Aaretal Ost.



5 Organische Belastung

Die durchgeführte Erfolgskontrolle an den Siedlungsentwässerungen in der Region Aaretal zeigte, dass die Gewässer unterhalb der Entlastungen die Anforderungen der GSchV hinsichtlich der organischen Belastung mit einer Ausnahme erfüllten. Von den 22 untersuchten Stellen erreichen 21 die Gütestufe „schwach belastet“ und eine die Stufe „schwach-mässig belastet“. Diese liegt am Sickerwasserkanal bei Schinznach-Bad unterhalb des Entlastungsauslaufs. Bei den übrigen Stellen ist teilweise ein Einfluss der Entlastungen ersichtlich (Thalbach), aber auch von Vorbelastungen oberhalb gelegener, nicht untersuchter Quellen erkennbar. Zumindest am Sickerwasserkanal sind die Gründe der Belastung aus dem Regenbecken zu klären und allfällig notwendige Massnahmen zu ergreifen.

Subregion Aaretal Ost

Der Entlastungsauslauf beim Regenbecken „unterer Schachen“ in Schinznach Bad belastet bei starken Regenfällen und anspringendem Überlauf den Sickerwasserkanal in einem Mass mit organischen Stoffen, das die entsprechenden Anforderungen der GSchV nicht mehr erfüllt. Allerdings sieht man, dass bereits oberhalb der Entlastung eine erhebliche organische Vorbelastung besteht, welche die Anforderungen nur knapp einhält. Ähnlich verhält es sich beim Regenbecken Weihermatt am Süssbach. Der Grund liegt in seiner zeitweiligen Austrocknung und Vertümpelung. In diesen Phasen sammelt sich viel organisches Material (Blätter, sonstige Pflanzenreste) an. Oberhalb besteht eine erhebliche Vorbelastung und

unterhalb sind die Anforderungen nicht mehr erfüllt. Die andern zwei untersuchten Entlastungen der Regenbecken am Rinikerbach und Kumetbach erfüllen die Anforderungen.

Massnahmen sind im Falle des Sickerwasserkanals und des Süssbaches notwendig. Die Gründe der organischen Belastung durch die Regenbecken sind zu prüfen und wenn möglich zu beseitigen.

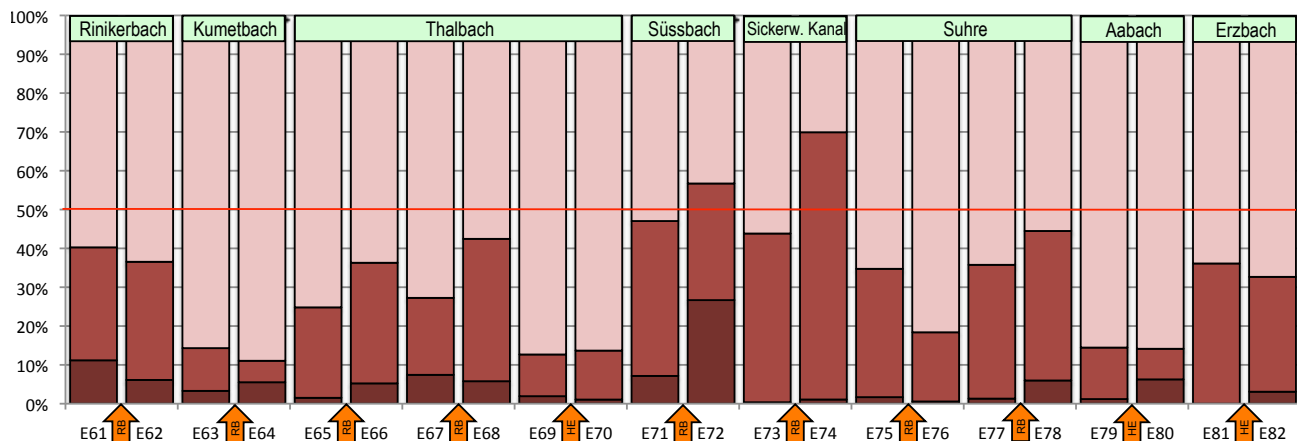
Subregion Aaretal West

Die sieben in dieser Subregion untersuchten Regenbecken und Hochwasserentlastungen können die Anforderungen der GSchV bezüglich der organischen Belastung erfüllen. Allerdings wird der Einfluss der Entlastungsstösse am Thalbach bei den Regenbecken bei Thalheim und Oberflachs in Bezug auf die organische Belastung ersichtlich. Die starke Verbesserung zwischen E068 und E069 ist auf den erheblichen Zufluss von sauberem Quellwasser via Warmbach zurückzuführen. Auch am Erzbach und in der Suhre führen Hochwasserentlastungen bzw. oberhalb der Untersuchungsstellen gelegene Quellen zu Vorbelastungen in den Vorflutern.

Fazit bezüglich der organischen Stoffe

Bezüglich der organischen Belastung werden die Anforderungen an 20 Stellen der 22 Stellen eingehalten. Bei den Regenwasserbehandlungsanlagen am Sickerwasserkanal und Süssbach müssen die Ursachen der zu hohen Belastung abgeklärt und geeignete Massnahmen ergriffen werden.

Abb. 7: Organische Belastung der Gewässer in der Region Aaretal. Die Anforderung der GSchV ist erfüllt, wenn die hellen Säulenanteile grösser als 50% sind.



6 Gesamtbelastung nach DI-CH

In der Region Aaretal zeigte die durchgeführte Erfolgskontrolle an der Siedlungsentwässerung, dass die Gewässer unterhalb der Entlastungen die Anforderungen der GSchV hinsichtlich der Gesamtbelastung (organische und anorganische Stoffe) mit zwei Ausnahmen erfüllten. Von den 22 untersuchten Stellen erreichen 7 die Güteklasse sehr gut, 13 die Klasse gut. Zwei Stellen, eine am Sickerwasserkanal bei Schinznach-Bad und eine am Süessbach bei Windisch erfüllten die Anforderungen nicht. Allerdings sind nicht Entlastungsereignisse aus der Siedlungsentwässerung, sondern oberhalb gelegene Entlastungsquellen und im Falle des Süessbaches die speziellen hydrologischen Verhältnisse (zeitweilige Austrocknung) dafür verantwortlich. Zumindest am Sickerwasserkanal sind die Gründe der Vorbelastung zu klären und allfällig Massnahmen notwendig.

Subregion Aaretal Ost

In der Subregion Aaretal Ost erfüllen je eine Stelle am Süessbach und am Sickerkanal die Anforderungen an die GSchV knapp nicht mehr. Der DI-CH sinkt an beiden Stellen knapp über die Schwelle von 4.5, welche gerade noch als tolerierbar gilt. Am Süessbach ist die Entlastung vermutlich mit verantwortlich, – eine Vorbelastung besteht aber auch. – und am Sickerkanal ist allein die Vorbelastung der bestimmende Faktor. An beiden Stellen ist die Notwendigkeit von Massnahmen zu prüfen.

Subregion Aaretal West

Im westlichen Teil des Aaretals erfüllt der DI-CH bei allen untersuchten Entlastungen die diesbezüglichen Anforderungen der Gewässerschutzverordnung. Am Thalbach werden diese sehr gut eingehalten. In Suhre, Erzbach und Aabach sind die Grundbelastungen etwas höher, so dass an allen Stellen die Güteklasse „gut“ erreicht wird. Innerhalb dieser Klasse ist an der Suhre und im Aabach ein leichter Einfluss der Entlastungen ersichtlich. Im Thalbach ist er ebenfalls an den beiden Entlastungen in Oberflachs und Schinznach-Dorf erkennbar, allerdings auf einem besseren Güteniveau. Die starke Verbesserung zwischen E068 und E069 ist auf den erheblichen Zufluss von sauberem Quellwasser via Warmbach zurückzuführen. Massnahmen sind aber an keiner der untersuchten Einleitungen erforderlich.

Fazit bezüglich der Gesamtbelastung

In Bezug auf die Gesamtbelastung (DI-CH) sind in den Gewässerabschnitten unterhalb der Entlastungsstellen die Anforderungen der GSchV mit einer Ausnahme erfüllt. Die Ursachen der Vorbelastung im Sickerwasserkanal sind näher abzuklären. Im Süessbach ist der Einfluss der Entlastung auf die Gesamtbelastung zu prüfen und allefalls durch entsprechende Massnahmen zu verringern.

Abb. 8: Gesamtbelastung der Gewässer in der Region Aaretal. Die GSchV-Anforderung ist erfüllt, wenn der DI-CH kleiner als 4.5 ist. Dies ist bei allen blauen und grünen Kreisen der Fall.

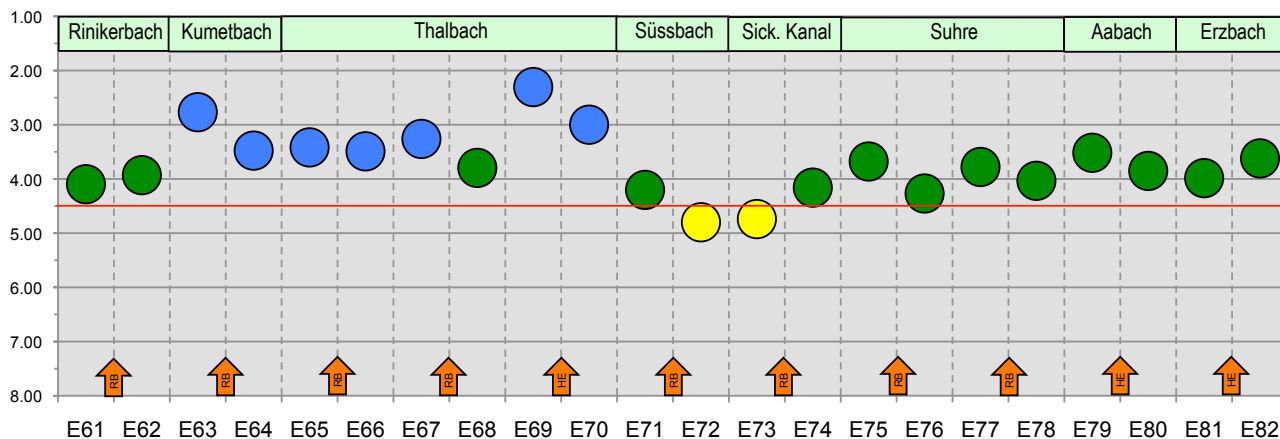


Abb. 9a: Beurteilung der Gesamtbelastung (DI-CH()) an den 14 Stellen in der Subregion Aaretal West

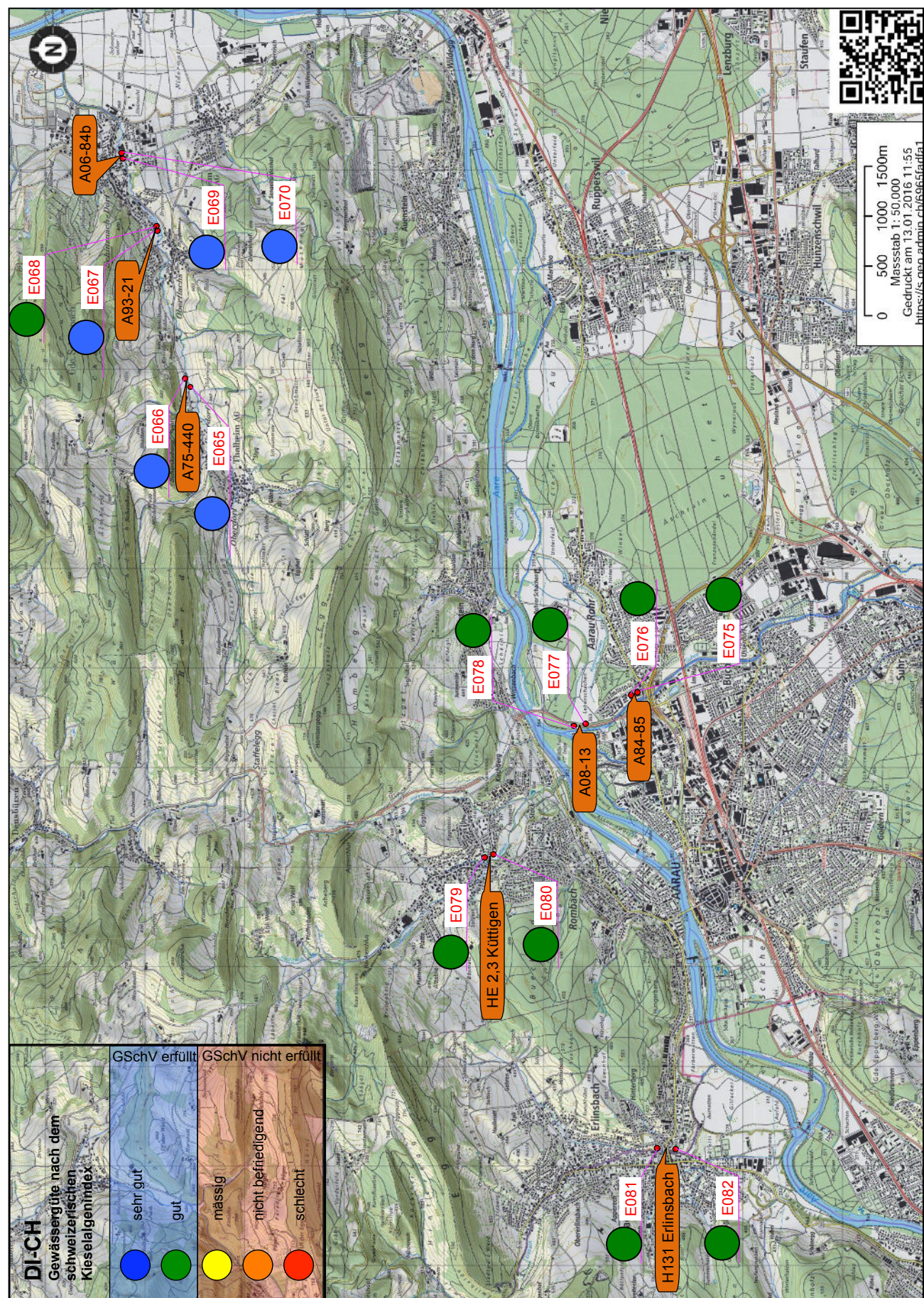
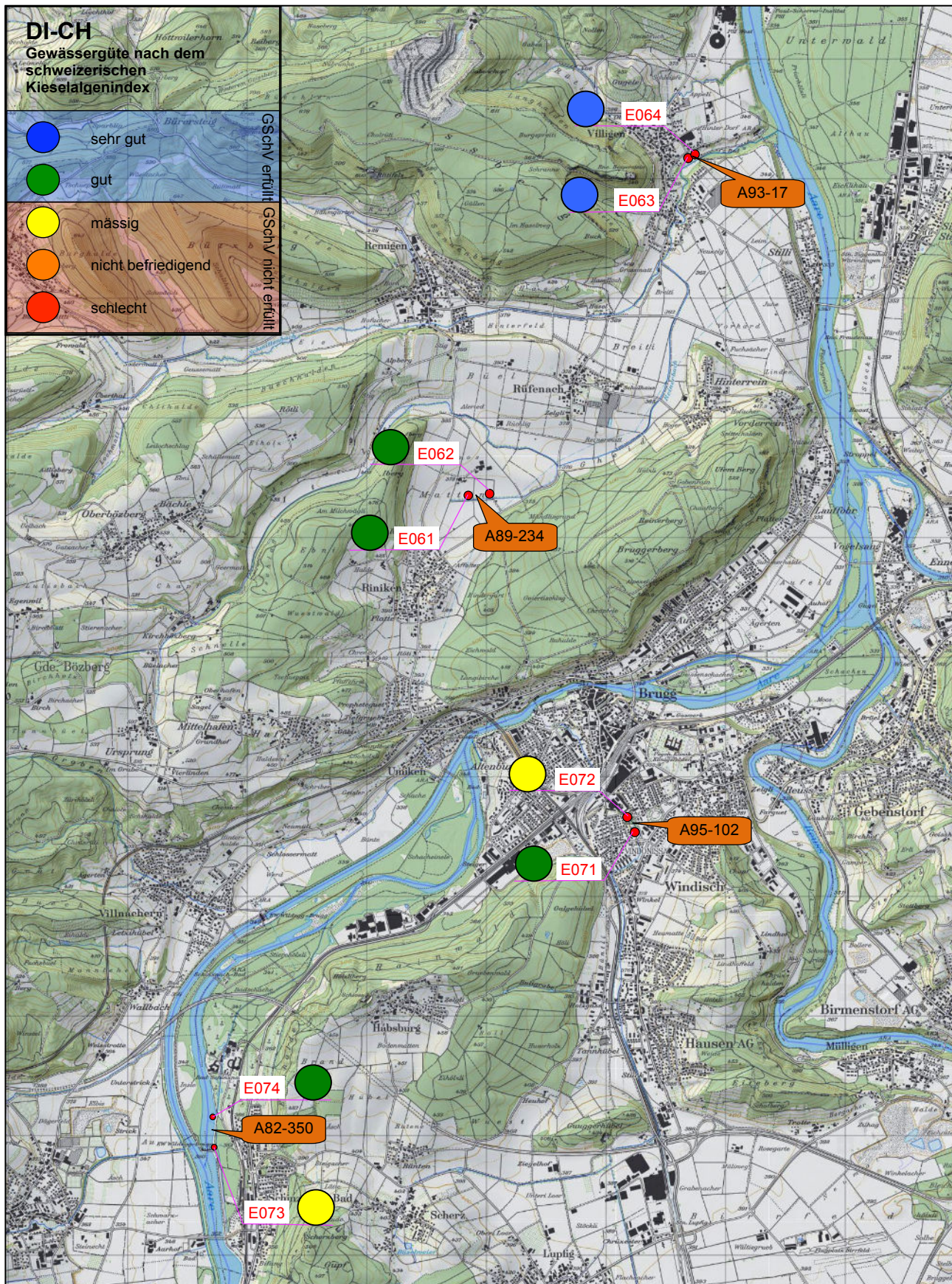


Abb. 9b: Beurteilung der Gesamtelastung (DI-CH) an den 8 Stellen in den Einzugsgebieten der Subregion Aaretal Ost.



7 Beurteilung der einzelnen Einleitungen

7.1 Stand der Regenwasserbehandlung

Im Einzugsgebiet der Region Aaretal wurden elf Bauwerke zur Behandlung des Regenwassers untersucht. Die Bauwerke wurden im Zeitraum zwischen 1976 bis 2008 erstellt. Die Anlagentypen umfassen Verbund-, Fang-, Durchlaufbecken, Fangkanäle und reine Hochwasserentlastungen.

Anlage.	Baujahr	EZG	Vol	Zufl max
		[ha]	[m ³]	[l/s]
RB Riniken	1990	42	310	3400
RB Villigen	1994	48	340	1830
RB Windisch	1996	30	300	2900
FB Schinznach-Bad	1982	19	170	1600
RB Thalheim	1976	43	100	2800
RB Oberflachs	1996	22	111	56
HE Schinznach-Dorf	2008	10	35	470
RB Gaskessel Aarau	1996	27	220	3675
RB Salamatten Aarau	2007	85	250	2097
RB Küttigen	geplant	28	330	4863
H131 Erlinsbach	–	–	–	–

Tab. 6: Zuflussspitzen und Kapazitäten der bestehenden Anlagen zur Regenwasserbehandlung

7.2 Stand der Abwasserreinigung

Kläranlage	Einw.	Ausbau hydr.	Ausbau biol.	Baujahr Ausbau
ARA Aarau	66500	72'000	125'000	1966 2004
ARA Brugg	30000	30'000	30'000	1967 1998
ARA Kleindöttingen	3'800	7'000	8'000	1978 1997
ARA Schinznach-Bad	1216	3000	3000	1964 1994
ARA Villigen, Schmitenbach	8600	11000	11000	1987 1998
ARA Rupperswil	10389	16400	16400	1977 1998
ARA Würenlingen	4241	5000	6000	1976 2002

Tab. 7: Belastung und Kapazitäten der Abwasserreinigungsanlagen in der Region Aaretal.

In der Region Aaretal sind gegenwärtig sieben Abwasserreinigungsanlagen (ARA) mit 124'746 angeschlossenen Einwohnern und einer biologischen Reinigungskapazität von 198'400 Einwohnerequivalenten in Betrieb (Tabelle 3). Die jährlich anfallende Abwassermenge liegt bei 18'195'461 m³ und die Klärschlammmenge bei 128'431 m³. Alle ARA der Region leiten direkt in die Aare ein. Dort sind keine Untersuchungen der Auswirkungen im Gewässer möglich.

7.3 Geplante Massnahmen

Im Bereich des geplanten RB Küttigen leiten heute noch zwei Hochwasserentlastungen (HE) ohne Abwasserbehandlung ein. Der Zeitpunkt der Realisierung der Regenwasserbehandlung ist noch unbekannt.

7.4 Regenbecken A89-234 Riniken

Die Einleitung (Abb. 10) entlastet die Regenwasserbehandlungsanlage der Siedlungsentwässerung von Riniken. Es handelt sich um ein Verbundbecken mit Baujahr 1990. Im Entlastungsfall gelangt das mechanisch behandelte Abwasser in den Rinikerbach. Die Probenahme erfolgte am 3. September 2013 an den Stellen E061 (oberhalb) und E062 (unterhalb), einige Tage nach stärkeren Regenfällen.



Abb. 10: Einleitung RB „Balzenmatt“ aus dem Regenklärbecken bei Riniken.

7.4.1 Probenahmestellen

Die beiden Probenahmestellen E061 und E062 liegen rund 200 m auseinander, jeweils ober- und unterhalb der Einleitung. Die Stellen liegen im offenen Feld, gesäumt von einem aufgelockerten Bachgehölz. Sie sind daher mässig beschattet. Der pflanzliche Bewuchs der Sohle ist trotzdem gering (weniger als 10% der Sohlenfläche).



Abb. 11: Stelle E061 oberhalb der Einleitung des Regenbeckens „Balzenmatt“ bei Riniken. Koordinaten: 656'880 / 261'311.



Abb. 12: Stelle E062 unterhalb der Einleitung des Regenbeckens „Balzenmatt“ bei Riniken. Koordinaten: 657'072 / 261'325.

7.4.2 Äusserer Aspekt

Äusserlich ist ein Belastungseinfluss aus dem Überlauf des Regenklärbeckens „Balzenmatt“ erkennbar. Unterhalb der Einleitung wurden viele Feststoffe (WC-Papier, Hygienartikel) festgestellt. Auch stammt der abgelagerte Schlamm unterhalb der Entlastung aus der Siedlungsentwässerung, während oberhalb natürliche Prozesse zu qualitativ andern Schlammdepots führen.

		Stellen		
		E061		E062
Datum		03.09.13		03.09.14
Beurteilungskriterien	Schlamm-bildung	viel*	A89-234, Rinikerbach RB Riniken	viel
	Trübung	keine		keine
	Verfärbung	keine		keine
	Schaum	kein		kein
	Geruch	kein		kein
	Kolmation	keine		leicht/mittel
	Feststoffe	keine		viele
	Eisensulfid	<25%*		<25%
	Het. Bewuchs	kein		kein

Tab. 8: Beurteilung der Kriterien des äusseren Aspektes im Rinikerbach im Bereich des Regenbeckens „Balzenmatt“ nach erfolgten Hochwasserereignissen (* = natürlich)

Entsprechend sind die Ursachen der an beiden Stellen vorhandenen Eisensulfidflecken unterschiedlich. Die mittlere Kolmation an der Stelle E062 ist eine Folge der andersartigen Zusammensetzung des Feinmaterials. Die andern Belastungsmerkmale wie Trübung, Verfärbung, Schaum, Geruch und heterotropher Bewuchs treten aber an beiden Stellen nicht auf.

7.4.3 Gewässerqualität gemäss der Kieselalgenindikation

Bezüglich der organischen Belastung des Rinikerbaches haben Entlastungsereignisse keinen nachteiligen Einfluss. Die Belastung entspricht bei beiden Stellen der Gütestufe II (schwach belastet) und erfüllt damit auch die entsprechenden Anforderungen der GSchV. Auch innerhalb dieser Gütestufe bestehen zwischen den Probenahmestellen keine erkennbaren Unterschiede. Der Anteil der sensiblen Kieselalgen steigt von 59% an der Stelle oberhalb der Einleitung auf 63% an der Stelle unterhalb. Ebenso findet ein geringfügiger Anstieg bei den toleranten von 29% auf 30% statt. Demgegenüber sinken die Anteile der resistenten deutlicher von 11% auf 6%.

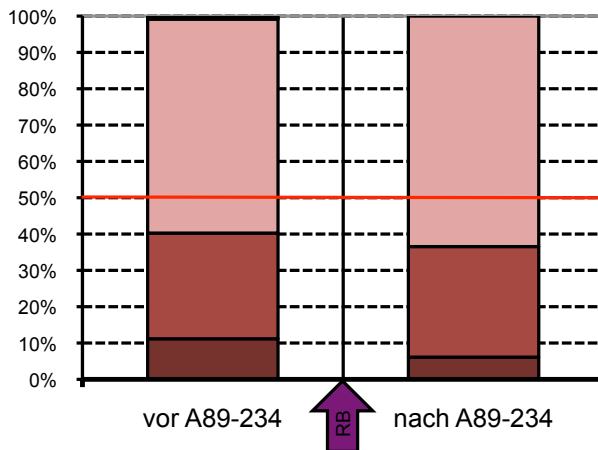


Abb. 13: Organische Belastung der Rinikerbaches im Bereich des Regenbeckens „Balzenmatt“ unterhalb Riniken. Die Anforderungen der GschV sind erfüllt, wenn die hellen Säulenanteile >50% sind

Die durch die Kieselalgen angezeigte Gesamtbelastung (DI-CH) erfüllt im Rinikerbach ober- und unterhalb der Entlastung des Regenbeckens Fahracker die diesbezüglichen Anforderungen der Gewässerschutzverordnung (GSchV). Die ermittelte Gewässerqualität entspricht oberhalb und unterhalb der Einleitung der Gütestufe „gut“. Die vorausgegangenen Entlastungen hatten keinen erkennbaren Einfluss auf die Wasserqualität des Rinikerbaches. Der DI-CH verbesserte sich unterhalb der Entlastung um 0.2 DI-CH-Einheiten.

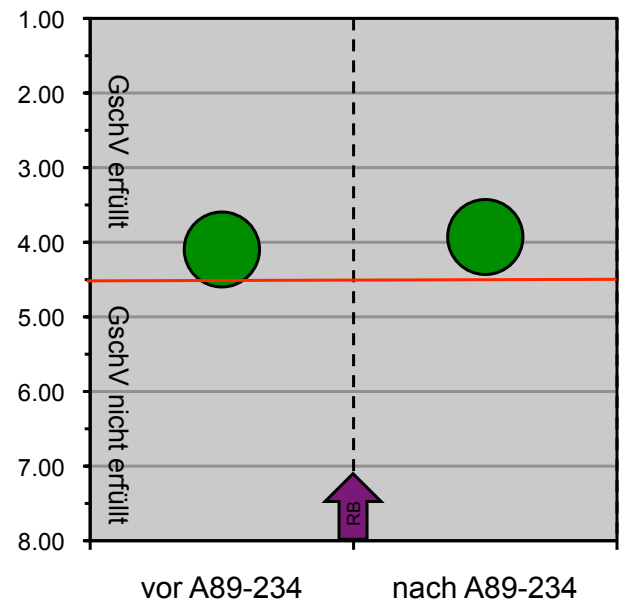


Abb. 14: Gewässerbelastung nach DI-CH im Bereich der Entlastung des Regenbeckens „Balzenmatt“ bei Riniken

Fazit: Insgesamt hat der Entlastungsüberlauf des Regenbeckens Balzenmatt keinen erheblichen Einfluss auf die Qualität der Wasserinhaltsstoffe des Rinikerbaches. Aufgrund der Befunde im äusseren Aspekt sind jedoch Massnahmen bezüglich des Feststoffeintrags notwendig.

7.5 Regenbecken A93-17 Villigen

Die Einleitung (Abb. 15) entlastet die Regenwasserbehandlungsanlage der Siedlungsentwässerung von Villigen. Es handelt sich um ein Regenbecken mit Baujahr 1994. Im Entlastungsfall gelangt das mechanisch behandelte Abwasser in den Kumatbach. Die Probenahme erfolgte am 23. September an den Stellen E063 (oberhalb) und E064 (unterhalb), einige Tage nach stärkeren Regenfällen. Am Probenahmetag war der Abfluss wegen der generellen Trockenheit wieder sehr gering.



Abb. 15: Einleitung RB „Villigen“ aus dem Regenklärbecken bei Villigen.

7.5.1 Probenahmestellen

Die Probenahmestellen E063 und E064 befinden sich oberhalb und unterhalb der Einleitung und sind ca. 80 m voneinander entfernt. Die Einleitung des Regenbeckenüberlaufes liegt am linken Ufer. Im Bereich der oberen Stelle ist der Bachlauf durch ein aufgelockertes Gehölz beschattet, die untere Stelle liegt im Wald. Der pflanzliche Bewuchs der Sohle ist daher gering (weniger als 10% der Sohlenfläche).



Abb. 16: Stelle E063 oberhalb der Einleitung des Regenbeckens „Villigen“ bei Villigen. Koordinaten: 658'766 / 264'160.

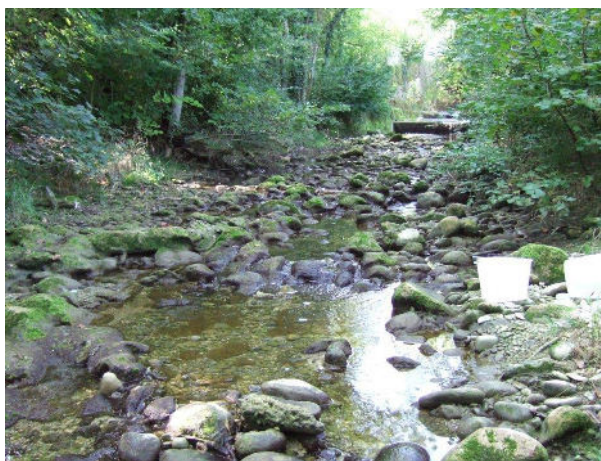


Abb. 17: Stelle E064 unterhalb der Einleitung des Regenbeckens „Villigen“ bei Villigen. Koordinaten: 656'833 / 264'191.

7.5.2 Äusserer Aspekt

Der äusserliche Belastungseinfluss aus dem Überlauf des Regenklärbeckens beschränkt sich auf den Eintrag vereinzelter Feststoffe. Weder die übrigen physikalischen (Schlamm, Trübung, Verfärbung, Schaum) noch die biologischen (heterotropher Bewuchs, Eisensulfid) Merkmale deuten auf weitere Belastungen hin. Die Sohle ist sowohl oberhalb als auch unterhalb des Regenklärbeckens leicht bis mittel kolmatiert, was aber auf natürliche Ursachen (Kalkausscheidungen) zurückzuführen ist. Ausser dem Feststoffeintrag erfüllen alle Merkmale des äusseren Aspektes die entsprechenden Anforderungen der Gewässerschutzverordnung (GSchV).

		Stellen		
		E063		E064
Datum		23.09.13		23.09.13
Beurteilungskriterien	Schlamm-bildung	kein	A93-17, RB Villigen	kein
	Trübung	keine		keine
	Verfärbung	keine		keine
	Schaum	kein		kein
	Geruch	kein		kein
	Kolmation	leicht/mittel*		leicht/mittel*
	Feststoffe	keine		vereinzelt
	Eisensulfid	0%		0%
	Het. Bewuchs	kein		kein

Tab. 9: Beurteilung der Kriterien des äusseren Aspektes in der Murg im Bereich des Regenbeckens „Villigen“ bei Villigen nach erfolgten Hochwasserereignissen (* = natürlich)

7.5.3 Gewässerqualität gemäss der Kieselalgenindikation

Die vorausgegangenen Entlastungsereignisse haben auf die organische Belastung des Kumetbaches keinen nachteiligen Einfluss. Die Belastung entspricht bei beiden Stellen der Gütestufe II (schwach belastet) und erfüllt damit auch die entsprechenden Anforderungen der GSchV.

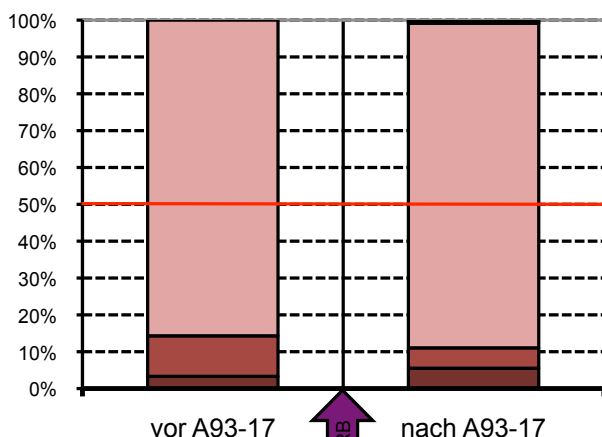


Abb. 18: Organische Belastung der Rinikerbaches im Bereich des Regenbeckens „Balzenmatt“ unterhalb Riniken. Die Anforderungen der GschV sind erfüllt, wenn die hellen Säulenanteile >50% sind

Innerhalb dieser Gütestufe bestehen zwischen den Probenahmestellen geringfügige Unterschiede. Der Anteil der sensiblen Kieselalgen ist oberhalb der Einleitung etwas geringer. Demgegenüber sind unterhalb die Anteile der toleranten und resistenten leicht tiefer. Zudem treten an der Stelle unterhalb hochsensible Kieselalgen mit einem Anteil von 0.4% auf.

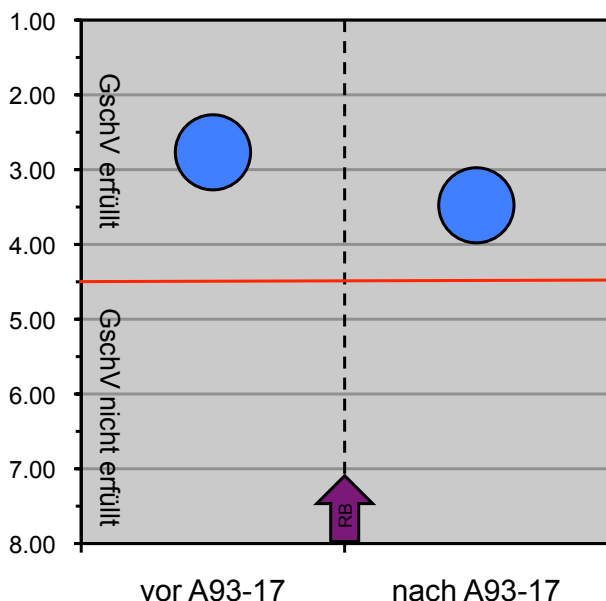


Abb. 19: Gewässerbelastung nach DI-CH im Bereich der Entlastung des Regenbeckens „Balzenmatt“ bei Riniken.

Sehr ähnlich verhält es sich bezüglich der Gesamtbelastung des Kumetbaches durch Wasserin-

haltsstoffe. Gemäss DI-CH haben die Entlastungsereignisse keine Massnahmen erfordernden Einfluss. An beiden Untersuchungsstellen sind die diesbezüglichen Anforderungen der GSchV erfüllt. Der DI-CH liegt jeweils in der Qualitätsstufe „sehr gut“. Innerhalb dieser Gütestufe besteht aber zwischen den beiden Stellen ein Unterschied von 0.7 DI-CH Einheiten. Dies deutet auf einen geringen Einfluss durch die Entlastung hin.

Fazit: Insgesamt hat der Entlastungsüberlauf des Regenbeckens Fahracker keinen erheblichen Einfluss auf die Qualität der Wasserinhaltsstoffe des Kumetbaches. Aufgrund der Befunde im äusseren Aspekt sind jedoch Massnahmen bezüglich des Feststoffeintrags zu prüfen.

7.6 Regenbecken A95-102 Windisch

Die Einleitung A95-102 (Abb. 20) entlastet die Siedlungsentwässerung von Windisch bei starken Regenereignissen. Es handelt sich um die Entlastung einer Regenwasserbehandlungsanlage mit dem Baujahr 1996. Im Falle einer Entlastung gelangt das behandelte Abwasser in den Süssbach. Die Probenahmen erfolgten am 18. November 2013 an den Stellen E071 oberhalb und E072 unterhalb der Einleitung, jeweils einige Tage nach stärkeren Regenfällen. Am Probenahmetag war der Abfluss wegen der generellen Trockenheit wieder sehr gering.



Abb. 20: Einleitung RB „Weihermatt“ aus dem Regenklärbecken bei Windisch.

7.6.1 Probenahmestellen

Die Probenahmestellen befinden sich in rund 160 m Distanz auseinander, ober- (E071) bzw. unterhalb (E072) der Entlastungsleitung aus dem Regenbecken A95-102. Der Auslauf mündet linksufrig in den Süssbach. Dieser ist hier morphologisch natürlich.

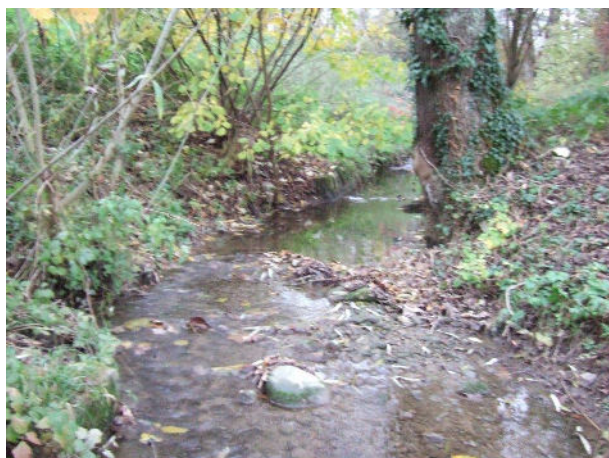


Abb. 21: Stelle E071 oberhalb der Einleitung des Regenbeckens „Weihermatt“ bei Windisch. Koordinaten: 658'281 / 258'412.

Die guten Beschattungsverhältnisse erlauben keinen dichten pflanzlichen Bewuchs der Sohle. Der Deckungsgrad der Sohle mit pflanzlichem Bewuchs beträgt weniger als 10%.



Abb. 22: Stelle E072 unterhalb der Einleitung des Regenbeckens „Weihermatt“ bei Windisch. Koordinaten: 658'178 / 258'631.

7.6.2 Äusserer Aspekt

Der Süssbach ist im Bereich des Regenklärbeckens Weihermatt sowohl ober- wie auch unterhalb der Entlastung bezüglich des äusseren Aspektes nicht beeinträchtigt. Die gefundenen äusseren Indizien haben natürliche Ursachen und können dabei nicht auf vorangegangene Entlastungen zurückgeführt werden.

		Stellen	
		E071	E072
Datum		18.11.13	18.11.13
Beurteilungskriterien	Schlamm-bildung	wenig/ mittel*	wenig/ mittel*
	Trübung	keine	keine
	Verfärbung	keine	keine
	Schaum	kein	wenig/ mittel*
	Geruch	kein	kein
	Kolmation	leicht/ mittel*	keine
	Feststoffe	keine	keine
	Eisensulfid	<25%*	0%
	Het. Bewuchs	kein	kein
		A95-102, RB Windisch	

Tab. 10: Beurteilung der Kriterien des äusseren Aspektes in der Murg im Bereich des Regenbeckens Fahracker bei Murgenthal nach erfolgten Hochwasserereignissen (* = natürlich)

Die Stelle oberhalb ist durch natürliche Prozesse (Versinterung) leicht bis mittel kolmatiert. An beiden Stellen haben sich Schlammdepots gebildet die mit den besonderen Abflussverhältnissen zu tun haben (der Bach ist zeitweise trocken). Der bestehende Kolmationsgrad und die Schlammablagerungen haben oberhalb der Einleitungen Auswirkungen auf die Sauerstoffversorgung der Zwischenräume in der Bachsohle (Auftreten von Eisensulfidflecken). Die leichte Schaumbildung an der Stelle unterhalb ist auch auf natürliche Prozesse zurückzuführen. Bezüglich aller übrigen Parameter wie Verfärbung, Trübung, Geruch, Feststoffe, und heterotrophem Bewuchs entspricht der äussere Aspekt an beiden Probenahmestellen aber den Anforderungen der GSchV.

7.6.3 Gewässerqualität gemäss der Kieselalgenindikation

Im Gegensatz zum äusseren Aspekt sind die Anforderungen der GSchV bezüglich der organischen Belastung unterhalb der Entlastung nicht eingehalten. Während die obere Stelle noch der Gütestufe „schwach belastet“ entspricht, ist die untere schon „schwach bis mässig“ mit organischen Stoffen belastet. Die jeweiligen Anteile der nach Belastungen differenzierenden Kieselalgen Gruppen unterscheiden sich zwischen den beiden Stellen deutlich. Dem 53%-Anteil an belastungssensiblen Kieselalgen vor der Entlastung stehen Anteile von 40% tolerantan und 7% resistenten gegenüber. Unterhalb der Entlastung sinkt der Anteil der sensiblen auf 43% bzw. der tolerantan auf 30%. Demgegenüber steigt der Anteil der belastungsresistenten Kieselalgen auf 27%.

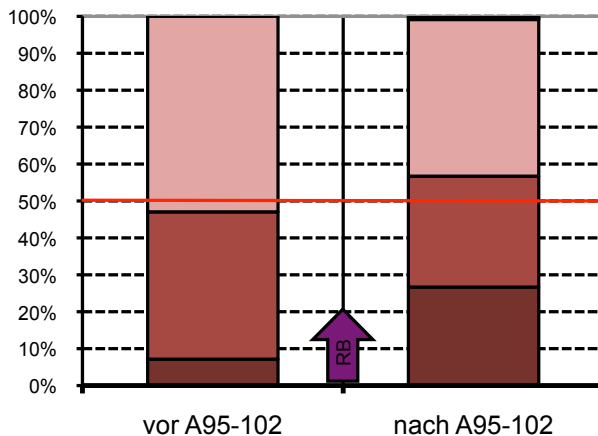


Abb. 23: Organische Belastung des Süessbaches im Bereich des Regenbeckens „Weihermatt“ bei Windisch. Die Anforderungen der GSchV sind erfüllt, wenn die hellen Säulenanteile >50% sind

Ein sehr ähnliches Bild zeigt sich hinsichtlich der Gesamtbelastung des Süessbaches. Gemäss DI-CH haben die Entlastungsereignisse einen wesentlichen Einfluss auf die Gewässerqualität. An der Untersuchungsstelle unterhalb der Entlastung sind die diesbezüglichen Anforderungen der GSchV nicht erfüllt, oberhalb allerdings auch hier relativ knapp. Die

Gewässerqualität sinkt von der Stufe „gut“ oberhalb der Entlastungsstelle auf die Stufe „mässig“ an der Stelle unterhalb. Die Qualitätseinbusse zwischen den beiden Stellen beträgt immerhin rund 0.6 DI-CH Einheiten.

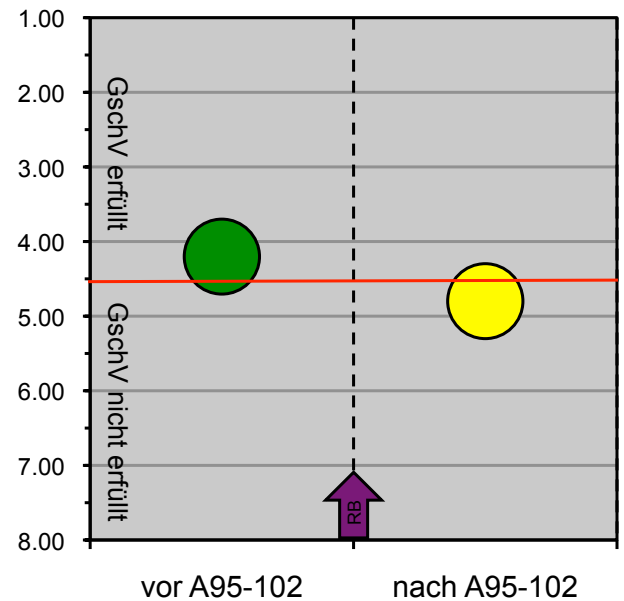


Abb. 24: Gewässerbelastung nach DI-CH am Süessbach im Bereich Bereich des Regenbeckens „Weihermatt“ bei Windisch.

Den Ausschlag für den schlechteren DI-CH unterhalb der Einleitung gibt hauptsächlich das hier deutlich gehäufte Vorkommen von *Navicula minima*. Der Vorkommensschwerpunkt dieser Art ist in chemisch (P, N, DOC, Chlorid) belasteten, über den Zielvorgaben liegenden Gewässern.

Fazit: Die noch als natürlich beurteilten Einschränkungen im äusseren Aspekt werden durch die Kieselalgenuntersuchungen nicht bestätigt. Unterhalb der Entlastung sind die Anforderungen der GSchV sowohl bezüglich der organischen Belastung als auch der Gesamtbelastung nicht erfüllt. Massnahmen zur Reduktion der Entlastungsereignisse sind erforderlich.

7.7 Fangbecken A82-350 Schinznach-Bad

Die Einleitung (Abb. 25) entlastet die Siedlungsentwässerung von Schinznach-Bad. Es handelt sich dabei um ein Fangbecken mit Baujahr 1982. Das unbehandelte Abwasser gelangt im Entlastungsfall in den Sickerwasserkanal. Die Probenahme erfolgte am 27. September 2013 an den Stellen E073 (oberhalb) und E074 (unterhalb) der Einleitung jeweils einige Tage nach stärkeren Regenfällen.



Abb. 25: Einleitung aus dem Fangbecken „Unterer Schachen“ bei Schinznach Bad.

7.7.1 Probenahmestellen

Die beiden Probenahmestellen E073 und E074 liegen rund 90 m auseinander. Die Ufer und Sohle des künstlich angelegten Gewässers sind ökomorphologisch naturnah. Im Bereich der Entlastung verläuft der Sickerwasserkanal im Wald. Durch die gute Beschattung vom dichten Ufergehölz bleibt der Algenaufwuchs an der Sohle bescheiden.



Abb. 26: Stelle E073 oberhalb der Einleitung des Fangbeckens „Unterer Schachen“ bei Schinznach Bad. Koordinaten: 654'750 / 255'902.



Abb. 27: Stelle E074 unterhalb der Einleitung des Fangbeckens „Unterer Schachen“ bei Schinznach Bad. Koordinaten: 654'745 / 255'992.

7.7.2 Äusserer Aspekt

Die Entlastungen aus dem Fangbecken „Unterer Schachen“ haben den Sickerwasserkanal im äusseren Aspekt kaum beeinträchtigt. Unterhalb der Einleitung wurden nach den Entlastungsereignissen innerhalb des Aussagefensters vereinzelte Feststoffe (Hygieneartikel) gefunden. Daneben konnten weder äusserlich sichtbare biologische Auswirkungen (heterotropher Bewuchs, Eisensulfid) noch andere äussere Merkmale wie Verschlämmung, Trübung, Verfärbung, Geruch und Kolmation festgestellt werden. Mit Ausnahme der Feststoffe sind die Anforderungen der GSchV bei allen übrigen Merkmalen eingehalten.

		Stellen		
		E073		E074
Datum		27.09.13		27.09.13
Beurteilungskriterien	Schlamm- bildung	kein	A82-350, FB Schinznach-Bad	kein
	Trübung	keine		keine
	Verfä- rbung	keine		keine
	Schaum	kein		kein
	Geruch	kein		kein
	Kolma- tion	keine		keine
	Fest- stoffe	keine		verein- zelte
	Eisen- sulfid	0%		0%
	Het. Bewuchs	kein		kein

Tab. 11: Beurteilung der Kriterien des äusseren Aspektes im Sickerwasserkanal im Bereich des Regenbeckens „Unterer Schachen“ bei Schinznach Bad nach erfolgten Hochwasserereignissen.

7.7.3 Gewässerqualität gemäss der Kieselalgenindikation

Im Gegensatz zum äusseren Aspekt ist hinsichtlich der Belastung durch organisch abbaubare Stoffe ein nachteiliger Einfluss auf den Sickerwasserkanal deutlich ersichtlich. Die spezifische Gewässergüte sinkt von der Stufe II (schwach belastet) oberhalb der Entlastung auf die Stufe II-III (schwach-mässig belastet) unterhalb der Einleitung. Damit sind die betreffenden Anforderungen der GSchV nicht mehr erfüllt.

Die Zusammensetzung der Differenzialartengruppen der Kieselalgen erfüllt schon oberhalb der Entlastung die Anforderungen nur knapp. Während noch die Mehrheit (56%) der Kieselalgen der belastungssensiblen Gruppe angehören, sind unterhalb rund nur noch 30% sensibel, hingegen 70% belastungstolerant oder resistent.

Genau umgekehrt verhält es sich bezüglich der Gesamtbelastung. Der DI-CH ist vor der Entlastung schlechter und erfüllt die GSchV diesbezüglich nicht mehr, unterhalb jedoch nur knapp. Der Unterschied beträgt lediglich 0.6 DI-CH Einheiten. Dabei steigt die Qualität von der Stufe „mässig“ oberhalb auf die Stufe „gut“ unterhalb der Einleitung. Die Ursache für die zur organischen Belastung widersprüchlichen Beurteilung kann zur Zeit nicht erklärt werden. Weitere Abklärungen sind angezeigt.

Fazit: Massnahmen zur Verbesserung der Abtrennung von Feststoffen beim Überlauf vor dem Fangbecken sowie die Ursache der widersprüchlichen Bewertung beim DI-CH sind zu prüfen.

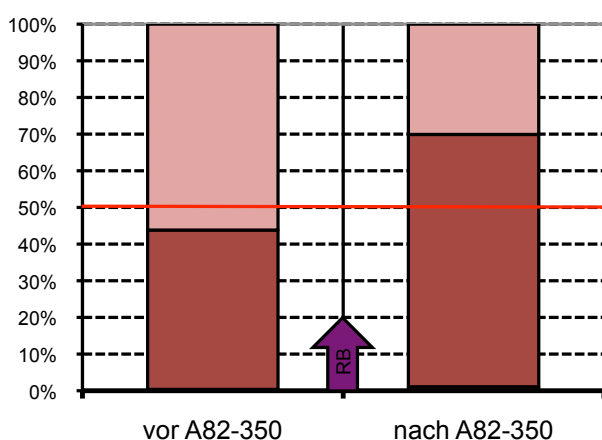


Abb. 28: Organische Belastung des Sickerwasserkanals im Bereich des Fangbeckens „Unterer Schachen“ bei Schinznach-Bad. Die Anforderungen der GSchV sind erfüllt, wenn die hellen Säulenanteile >50% sind

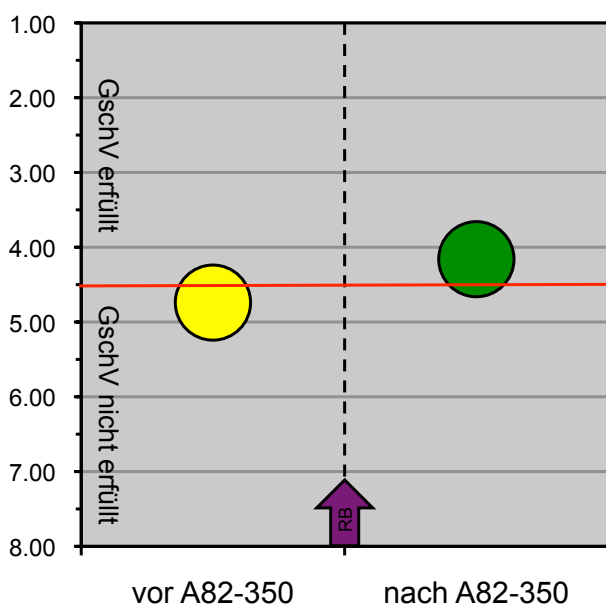


Abb. 29: Gewässerbelastung des Sickerwasserkanals nach DI-CH im Bereich des Fangbeckens „Unterer Schachen“ bei Schinznach-Bad.

7.8 Regenbecken A75-440 Thalheim

Die Entlastung stammt aus der Regenwasserbehandlungsanlage der Siedlungsentwässerung von Thalheim. Das Regenbecken wurde bereits 1976 erstellt. Das mechanisch behandelte Abwasser gelangt im Entlastungsfall in den Thalbach. Die Probenahme erfolgte am 23. September 2013 an den Stellen E065 (oberhalb) und E066 (unterhalb) jeweils einige Tage nach stärkeren Regenfällen.

7.8.1 Probenahmestellen



Abb. 30: Stelle E061 oberhalb der Einleitung des Regenbeckens „Hüslimatt“ bei Thalheim. Koordinaten: 650'801 / 254'527.

Die beiden Probenahmestellen E065 und E066 liegen rund 110 m auseinander, jeweils ober- und unterhalb der Einleitung. Die Einleitstelle liegt aufgrund der Gefällesituation mutmasslich im Bereich eines stark versinterten Absturzes rund 30 m oberhalb von E062. Sie ist jedoch versteckt. Die Stellen sind von einem lockeren Bachgehölz gesäumt und daher gut beschattet. Die Sohle besteht aus natürlich eingeschwemmtem Sohlenmaterial. Der pflanzliche Bewuchs der Sohle ist daher gering (weniger als 10% der Sohlenfläche).



Abb. 31: Stelle E062 unterhalb der Einleitung des Regenbeckens „Hüslimatt“ bei Thalheim. Koordinaten: 650'901 / 254'578.

7.8.2 Äusserer Aspekt

Die Entlastungen aus dem Regenbecken A75-440 haben den Thalbach im äusseren Aspekt nur wenig beeinträchtigt. Unterhalb der Einleitung wurden nach den Entlastungsereignissen innerhalb des Aussagefensters weder Schlamm, Trübung, Verfärbung, Schaum und Geruch noch äusserlich sichtbare biologische Auswirkungen (heterotropher Bewuchs, Eisensulfid) registriert. Der einzige Parameter, welcher die Gewässerschutzverordnung nicht vollumfänglich erfüllt, sind die vereinzelt Feststoffe unterhalb der Einleitung. Weiter tritt an beiden Stellen eine Kolmation in leichtem bis mittleren Grad in Erscheinung.

		Stellen	
		E065	E066
Datum		23.09.13	23.09.13
Beurteilungskriterien	Schlamm-bildung	kein	kein
	Trübung	keine	keine
	Verfärbung	keine	keine
	Schaum	kein	kein
	Geruch	kein	kein
	Kolmation	leicht/mittel*	leicht/mittel*
	Feststoffe	keine	vereinzelt
	Eisensulfid	0%	0%
	Het. Bewuchs	kein	kein

Tab. 12: Beurteilung der Kriterien des äusseren Aspektes im Thalbach im Bereich des Regenbeckens „Hüslimatt“ bei Thalheim nach erfolgten Hochwasserereignissen (* = natürlich)

Allerdings ist sie auf natürliche Ursachen zurückzuführen (Kalkausscheidungen). Der auftretende Kolmationsgrad beeinträchtigt die Sauerstoffversorgung der Bachsohle jedoch nicht (keine Eisensulfidflecken).

7.8.3 Gewässerqualität gemäss der Kieselalgenindikation

Bezüglich der organischen Belastung sind die Anforderungen der GSchV eingehalten. Beide Stellen entsprechen der Gütestufe „schwach belastet“. Innerhalb dieser Stufe wird zwar ein Einfluss durch allfällig vorangegangene Entlastungen ersichtlich. Die jeweiligen Anteile der nach Belastungen differenzierenden Kieselalgengruppen unterscheiden sich nur leicht. Dem 75%-Anteil der belastungssensiblen Kieselalgen oberhalb der Entlastung stehen unterhalb Anteile von rund 63% gegenüber. Die entsprechenden Anteile der

belastungstoleranten Kieselalgen betragen 23% und 31%. Die belastungsresistenten treten oberhalb mit 2% und unterhalb mit 5% auf.

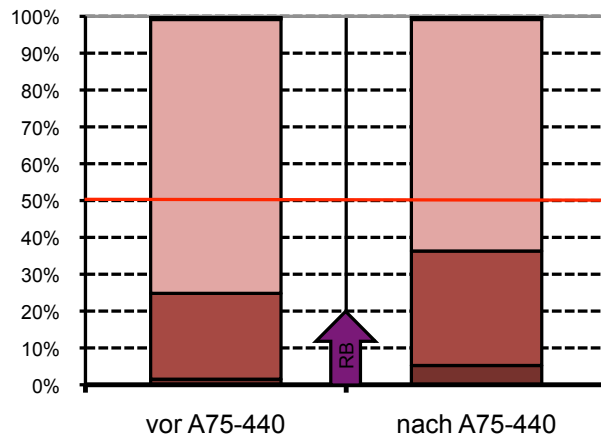


Abb. 32: Organische Belastung der Thalbachesbaches im Bereich des Regenbeckens „Hüslimatt“ unterhalb Thalheim. Die Anforderungen der GschV sind erfüllt, wenn die hellen Säulenanteile >50% sind

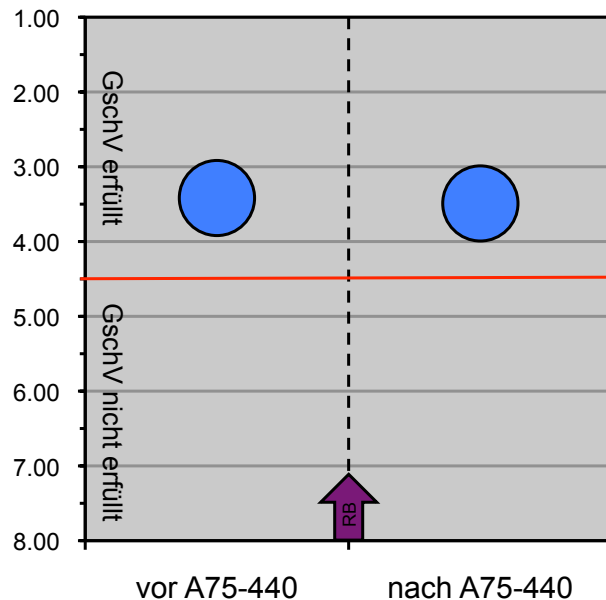


Abb. 33: Gewässerbelastung nach DI-CH im Bereich der Entlastung des Regenbeckens „Balzenmatt“ bei Riniken

Die Gesamtbelastung erfüllt gemäss der Indikation der Kieselalgen im Thalbach ober- und unterhalb der Entlastung A75-440 die diesbezüglichen Anforderungen der Gewässerschutzverordnung (GschV) vollumfänglich. Die aus den Kieselalgen ermittelte Gewässerqualität entspricht der Gütestufe „sehr gut“. Die vorangegangenen Entlastungen hatten somit keinen Einfluss auf die Gewässerqualität des Baches.

Fazit: Die Ursache der vereinzelt aus der Entlastung eingeschwemmten Feststoffe ist abzuklären. Ansonsten sind die Anforderungen der GSchV erfüllt.

7.9 Regenbecken A93-21 Oberflachs

Die Einleitung entlastet die Regenwasserbehandlungsanlage der Siedlungsentwässerung von Oberflachs. Es handelt sich um eine Anlage mit Baujahr 1996. Im Entlastungsfall gelangt das mechanisch behandelte Abwasser in den Thalbach. Die Probenahme erfolgte am 23. September 2013 an den Stellen E067 (oberhalb) und E068 (unterhalb), einige Tage Tage nach stärkeren Regenfällen.

7.9.1 Probenahmestellen

Die Probenahmestellen E067 und E068 befinden sich oberhalb und unterhalb der Einleitung und liegen ca. 50 m voneinander entfernt. Die Einleitung des Regenbecken-Überlaufs liegt am rechten Ufer. Das Bachbett des Thalbaches ist durch das zusammenhängende Ufergehölz gut beschattet, so dass bei beiden Stellen an der Sohle kaum pflanzlicher Bewuchs aufkommt.



Abb. 34: Stelle E067 oberhalb der Einleitung des Regenbeckens „Oberflachs“. Koordinaten: 652'395 / 254'840.

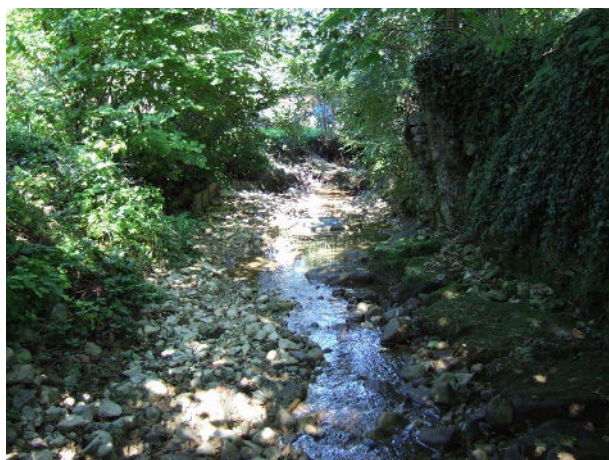


Abb. 35: Stelle E068 unterhalb der Einleitung des Regenbeckens „Oberflachs“. Koordinaten: 652'444 / 254'859.

Das Sohlenmaterial besteht aus lockerem Kies mit einem breiten Korngrössenspektrum. Der Thalbach führte zum Zeitpunkt der Probenahme wegen der

allgemeinen Trockenheit und Versickerung nur wenig Wasser.

7.9.2 Äusserer Aspekt

Der Thalbach war im Bereich des Regenklärbeckens Oberflachs sowohl ober- wie auch unterhalb der Entlastung bezüglich des äusseren Aspektes nicht beeinträchtigt. Insbesondere ist kein Einfluss der Entlastungen ersichtlich, da sich die beiden Stellen in keinem der neun Parameter unterscheiden.

Bezüglich aller untersuchten Parameter wie Verschlammung, Verfärbung, Trübung, Geruch, Kolmation, Feststoffe, Eisensulfid und heterotrophem Bewuchs entspricht der äussere Aspekt an beiden Probenahmestellen den Anforderungen der GSchV.

		Stellen		
		E067	A93-21, Talbach	E067
Datum		23.09.13		23.09.13
Beurteilungskriterien	Schlamm-bildung	kein		kein
	Trübung	keine		keine
	Verfärbung	keine		keine
	Schaum	kein		kein
	Geruch	kein		kein
	Kolmation	keine		keine
	Feststoffe	keine		keine
	Eisensulfid	0%		0%
	Het. Bewuchs	kein		kein

Tab. 13: Beurteilung der Kriterien des äusseren Aspektes im Thalbach im Bereich des Regenbeckens Oberflachs nach erfolgten Hochwasserereignissen.

7.9.3 Gewässerqualität gemäss der Kieselalgenindikation

In Bezug auf die organische Belastung sind die Anforderungen der GSchV eingehalten. Beide Stellen entsprechen der Gütestufe „schwach belastet“. Innerhalb dieser Stufe wird aber ein leichter Einfluss durch vorangegangene Entlastungen ersichtlich. Unterhalb der Entlastungsstelle nehmen die Anteile der belastungstoleranten Kieselalgen von 20% auf 37% zu. Dies ausschliesslich zu Lasten der belastungssensiblen Gruppen, die von 73% auf 58% sinken. Der Anteil der belastungsresistenten Gruppe beträgt an den beiden Stellen 5% bzw. 7%.

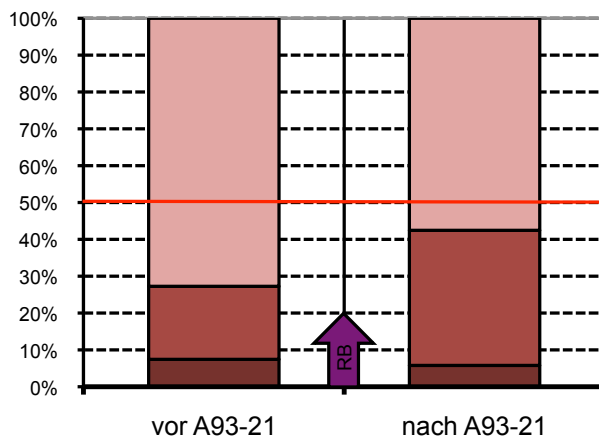


Abb. 36: Organische Belastung der Thalbaches im Bereich des Regenbeckens „Oberflachs“. Die Anforderungen der GschV sind erfüllt, wenn die hellen Säulenanteile >50% sind.

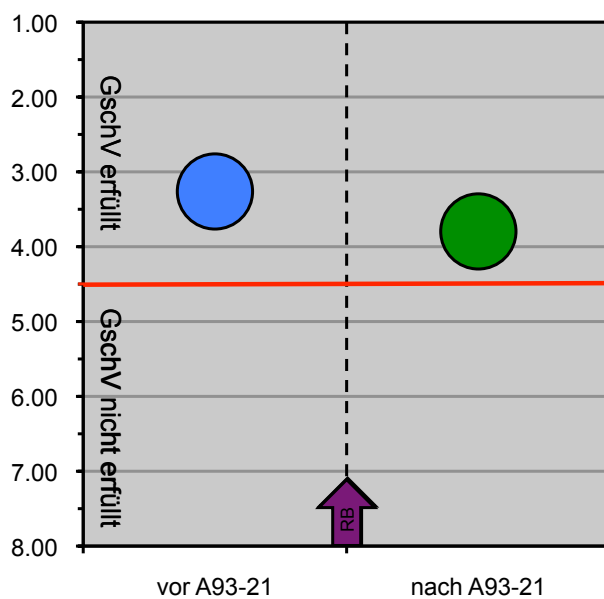


Abb. 37: Gewässerbelastung nach DI-CH im Bereich der Entlastung des Regenbeckens „Balzenmatt“ bei Riniken

Ein sehr ähnliches Bild zeigt sich hinsichtlich der Gesamtbelastung des Thalbaches. Gemäss DI-CH haben die Entlastungsereignisse keinen wesentlichen Einfluss auf die Gewässerqualität. An beiden Untersuchungsstellen sind die diesbezüglichen Anforderungen der GSchV erfüllt. Die Gewässerqualität sinkt zwar von der Stufe „sehr gut“ oberhalb der Entlastungsstelle auf die Stufe „gut“ an der Stelle unterhalb, was auf einen gewissen Belastungseinfluss hinweist. Die Qualitätseinbusse zwischen den beiden Stellen beträgt rund 0.5 DI-CH Einheiten.

Fazit: Im Bereich der Entlastung des Regenbeckens Oberflachs wird die GSchV bezüglich aller untersuchten Parameter eingehalten. Es sind keine weiteren Massnahmen notwendig.

7.10 Fangkanal A06-84b Schinznach-Dorf

Die Einleitung (Abb. 38) entlastet die Regenwasserbehandlungsanlage der Siedlungsentwässerung von Schinznach-Dorf. Dabei handelt es sich um einen Fangkanal mit Siebanlage mit Baujahr 2008. Das mechanisch behandelte Abwasser gelangt im Entlastungsfall in den Thalbach. Die Probenahme erfolgte am 23. September 2013 an den Stellen E069 (oberhalb) und E070 (unterhalb) jeweils einige Tage nach stärkeren Regenfällen.



Abb. 38: Einleitung FK & SA "Schulhaus" aus der Regenwasserbehandlungsanlage bei Schinznach-Dorf.

7.10.1 Probenahmestellen

Die beiden Probenahmestellen liegen rund 80 m auseinander. Die Entlastung des Fangkanals mündet am linken Ufer ca. 40 m unterhalb E069 in den Thalbach. Beide Stellen wiesen wenig pflanzlichen Bewuchs auf. Die Sohle ist ausreichend beschattet und weist natürliches Sohlenmaterial bei einem breiten Korngrössenspektrum auf.

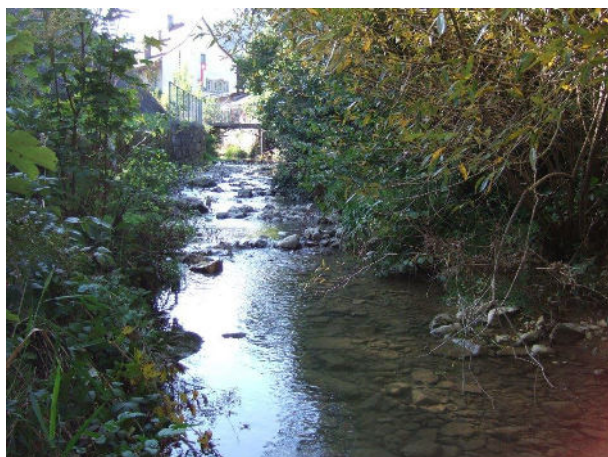


Abb. 39: Stelle E069 oberhalb der Einleitung aus dem Fangkanal "Schulhaus" bei Schinznach-Dorf. Koordinaten: 653'056 / 255'193.



Abb. 40: Stelle E070 unterhalb der Einleitung aus dem Fangkanal "Schulhaus" bei Schinznach-Dorf. Koordinaten: 653'132 / 255'207.

7.10.2 Äusserer Aspekt

Der Thalbach war im Bereich des Fangkanals A06-84b Schinznach-Dorf sowohl ober- wie auch unterhalb der Entlastung bezüglich des äusseren Aspektes nicht beeinträchtigt. Insbesondere ist kein Einfluss der Entlastungen ersichtlich, da sich die beiden Stellen in keinem der neun Parameter unterscheiden. Bezüglich der Parameter Verschlämmung, Verfärbung, Trübung, Geruch, Kolmation, Feststoffe, Eisensulfid und heterotrophem Bewuchs entspricht der äussere Aspekt an beiden Probenahmestellen den Anforderungen der GSchV.

		Stellen		
		E069	A06-84, Fangkanal Schinznach-Dorf	E070
Datum		23.09.13		23.09.13
Beurteilungskriterien	Schlamm-bildung	kein		kein
	Trübung	keine		keine
	Verfärbung	keine		keine
	Schaum	kein		kein
	Geruch	kein		kein
	Kolmation	keine		keine
	Feststoffe	keine		keine
	Eisensulfid	0%		0%
	Het. Bewuchs	kein		kein

Tab. 14: Beurteilung der Kriterien des äusseren Aspektes im Thalbach im Bereich des Regenbeckens „Schulhaus“ bei Schinznach-Dorf nach erfolgten Hochwasserereignissen.

7.10.3 Gewässerqualität gemäss der Kieselalgenindikation

Hinsichtlich der organischen Belastung sind die Anforderungen der GSchV eingehalten. Beide Stellen entsprechen der Gütestufe „schwach belastet“. Auch innerhalb dieser Stufe wird kein Einfluss durch allfällig vorangegangene Entlastungen ersichtlich. Die jeweiligen Anteile der nach Belastungen differenzierenden Kieselalgengruppen sind fast identisch. Den beiden 87%-Anteilen der belastungssensiblen Kieselalgen stehen Anteile von rund 11% bzw. 13% belastungstoleranten und 2% bzw. 1% belastungsresistenten Kieselalgen gegenüber.

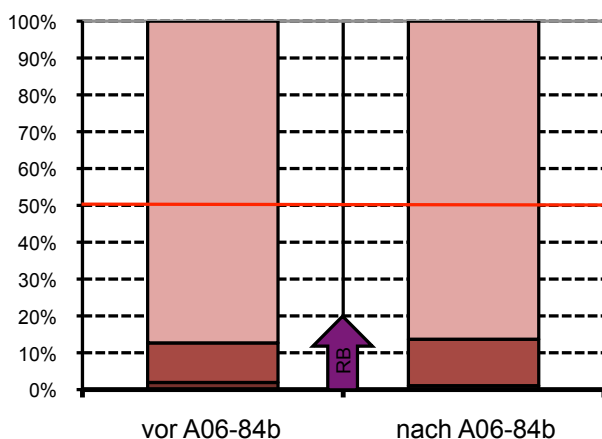


Abb. 41: Organische Belastung des Thalbaches im Bereich des Fangkanals „Schulhaus“ bei Schinznach-Dorf. Die Anforderungen der GschV sind erfüllt, wenn die hellen Säulenanteile >50% sind,

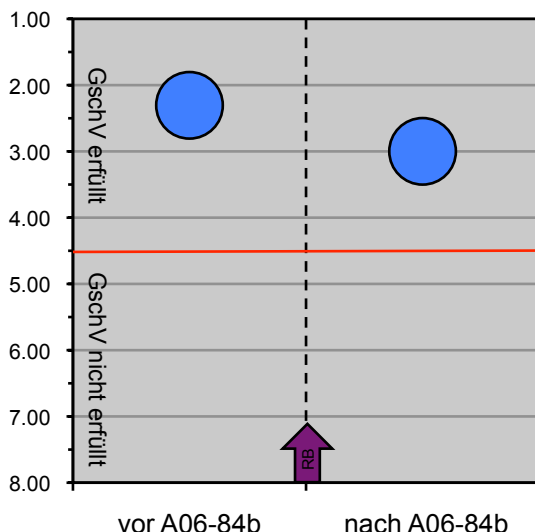


Abb. 42: Gewässerbelastung nach DI-CH im Bereich des Fangkanals „Schulhaus“ bei Schinznach-Dorf.

Gemäss der Indikation der Kieselalgen erfüllt die Gesamtbelastung im Thalbach ober- und unterhalb der Entlastung A06-84b die diesbezüglichen Anforderungen der Gewässerschutzverordnung (GschV) vollumfänglich. Die aus den Kieselalgen ermittelte Gewässerqualität entspricht an beiden Stellen der Gütestufe

„sehr gut“. Die vorausgegangenen Entlastungen hatten somit nur einen geringen Einfluss auf die Gewässerqualität des Baches. Der DI-CH verschlechtert sich innerhalb der Gütestufe um 0.70 Einheiten.

Fazit: Im Bereich der Entlastung des Fangkanals Schinznach-Dorf wird die GSchV bezüglich aller untersuchten Parameter eingehalten. Es sind keine weiteren Massnahmen notwendig.

7.11 Regenbecken A94-85 Gaskessel Aarau

Die Einleitung entlastet die Regenwasserbehandlungsanlage „beim Gaskessel“ der Siedlungs-entwässerung von Aarau. Das Regenbecken wurde im Jahr 1996 erstellt. Im Entlastungsfall wird das mechanisch behandelte Abwasser in die Suhre geleitet. Die Probenahme erfolgte am 27. September an den Stellen E075 (oberhalb) und E076 (unterhalb), jeweils einige Tage nach stärkeren Regenfällen.

7.11.1 Probenahmestellen

Die Probenahmestellen E075 und E076 liegen rund 100 m auseinander. Die Entlastungsstelle befindet sich am linken Ufer, rund 25 m unterhalb der Probenahmestelle E075. Beide Stellen sind ausreichend beschattet. Sie haben eine natürliche Sohle, die zum Zeitpunkt der Probenahme einen geringen Algenbewuchs aufwies.

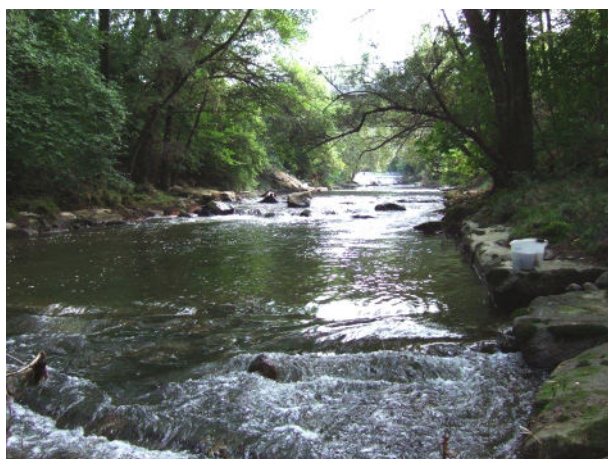


Abb. 43: Stelle E075 oberhalb der Einleitung des Regenbeckens „beim Gaskessel“ in Aarau. Koordinaten: 647'692 / 250'002.



Abb. 44: Stelle E076 unterhalb der Einleitung des Regenbeckens „beim Gaskessel“ in Aarau Koordinaten: 647'658 / 250'095.

7.11.2 Äusserer Aspekt

Im Bereich des Regenbeckens „beim Gaskessel“ war die Suhre sowohl ober- wie auch unterhalb der Entlastung bezüglich des äusseren Aspektes nicht beeinträchtigt. Da sich beide Stellen in keinem der neun Parameter unterscheiden, ist in der Suhre kein Entlastungseinfluss ersichtlich.

Hinsichtlich der Parameter wie Verschlämmung, Verfärbung, Trübung, Geruch, Kolmation, Feststoffe, Eisensulfid und heterotrophem Bewuchs entspricht der äussere Aspekt an beiden Probenahmestellen den Anforderungen der GSchV.

		Stellen		
		E075		E076
	Datum	27.09.13		27.09.13
Beurteilungskriterien	Schlamm-bildung	kein	A94-85, RB Gaskessel, Aarau	kein
	Trübung	keine		keine
	Verfärbung	keine		keine
	Schaum	kein		kein
	Geruch	kein		kein
	Kolmation	keine		keine
	Feststoffe	keine		keine
	Eisen-sulfid	0%		0%
	Het. Bewuchs	kein		kein

Tab. 15: Beurteilung der Kriterien des äusseren Aspektes in der Suhre im Bereich des Regenbeckens „beim Gaskessel“ in Aarau nach erfolgten Hochwasserereignissen.

7.11.3 Gewässerqualität gemäss der Kieselalgenindikation

Hinsichtlich der organischen Belastung sind die Anforderungen der GSchV eingehalten. Beide Stellen entsprechen der Gütestufe „schwach belastet“. Innerhalb dieser Stufe ist allerdings ein Unterschied ersichtlich. Oberhalb der Einleitung ist der Anteil der belastungssensiblen mit 65% gegenüber 82% unterhalb deutlich geringer. Entsprechend sinken die Anteile der belastungstoleranten Kieselalgen von 33% auf 18% und der belastungsresistenten von 2% auf 1%. Die Gründe für die leicht höhere Belastung oberhalb sind in diesem Falle unklar.

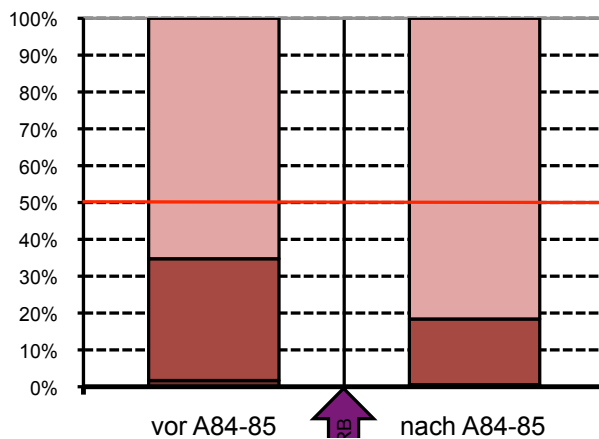


Abb. 45: Organische Belastung der Suhre im Bereich des Regenbeckens „beim Gaskessel“ in Aarau. Die Anforderungen der GschV sind erfüllt, wenn die hellen Säulenanteile >50% sind.

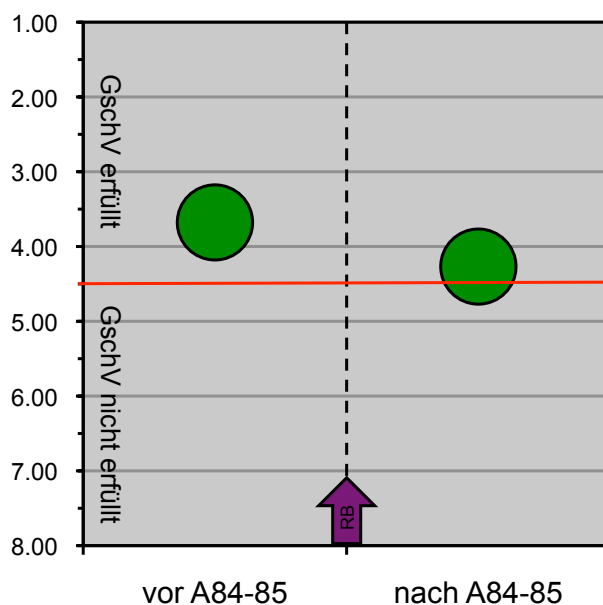


Abb. 46: Gewässerbelastung nach DI-CH im Bereich der Entlastung des Regenbeckens „beim Gaskessel“ in Aarau.

Ein umgekehrtes Bild zeigt sich hinsichtlich der Gesamtbelastung der Suhre. Gemäss DI-CH zeigen die Entlastungsereignisse einen gewissen Einfluss. An beiden Untersuchungsstellen sind die diesbezüglichen Anforderungen der GSchV zwar erfüllt. Die Gewässerqualität sinkt aber innerhalb der Stufe „gut“ um 0.6 DI-CH Einheiten. Es ist unklar, ob sie durch entlastendes Abwasser verursacht wird.

Fazit: Im Bereich der Entlastung des Regenbeckens „beim Gaskessel“ in Aarau wird die GSchV bezüglich aller untersuchten Parameter eingehalten. Es sind keine weiteren Massnahmen notwendig.

7.12 Regenbecken A08-13, Salamatten Aarau

Die Einleitung entlastet die Regenwasserbehandlungsanlage der Siedlungsentwässerung von Aarau. Es handelt sich um ein Durchlaufbecken mit Baujahr 2007. Im Entlastungsfall gelangt das mechanisch behandelte Abwasser in die Suhre. Die Probenahme erfolgte am 27. September 2013 an den Stellen E077 (oberhalb) und E078 (unterhalb), wenige Tage nach stärkeren Regenfällen.

7.12.1 Probenahmestellen

Die beiden Probenahmestellen E077 und E078 liegen rund 200 m auseinander, jeweils ober- und unterhalb der Einleitung. Die obere Stelle ist linksseitig von einem Bachgehölz beschattet, während an der unteren ein Gehölzsaum beidseitig fehlt. Trotzdem war zum Zeitpunkt der Probenahme der pflanzliche Sohlenbewuchs gering (weniger als 10% der Sohlenfläche). Die Sohle besteht an beiden Stellen aus natürlichem Material mit einem breiten Korngrössenspektrum.



Abb. 47: Stelle E077 oberhalb der Einleitung des Regenbeckens „Salamatten“ in Aarau. Koordinaten: 647'387 / 250'501.



Abb. 48: Stelle E078 unterhalb der Einleitung des Regenbeckens „Salamatten“ in Aarau. Koordinaten: 647'367 / 250'716.

7.12.2 Äusserer Aspekt

Der äussere Aspekt wurde an dieser Stelle nur unterhalb der Einleitung beurteilt. Äusserlich ist kein Belastungseinfluss aus dem Überlauf des Regenklärbeckens A09-176 erkennbar. Weder die physikalischen (Schlamm, Trübung, Verfärbung, Schaum, Kolmation, Feststoffe) noch die biologischen (heterotropher Bewuchs, Eisensulfid) Merkmale deuten darauf hin. Die entsprechenden Kriterien der GSchV sind alle erfüllt.

		Stellen		
		E077	A08-13, Salamatten, Aarau	E078
Datum		27.09.13		27.09.13
Beurteilungskriterien	Schlamm-bildung	kein		kein
	Trübung	keine		keine
	Verfärbung	keine		keine
	Schaum	keine		keine
	Geruch	kein		kein
	Kolmation	keine		keine
	Feststoffe	keine		keine
	Eisensulfid	0%		0%
	Het. Bewuchs	kein		kein

Tab. 16: Beurteilung der Kriterien des äusseren Aspektes in der Suhre im Bereich des Regenbeckens „Salamatten“ in Aarau nach erfolgten Hochwasserereignissen.

Gewässerqualität gemäss der Kieselalgenindikation

In Bezug auf die organische Belastung sind die Anforderungen der GSchV eingehalten. Beide Stellen entsprechen der Gütestufe „schwach belastet“. Innerhalb dieser Stufe wird aber ein leichter Einfluss durch vorangegangene Entlastungen ersichtlich. Unterhalb der Entlastungsstelle nehmen die Anteile der belastungstoleranten Kieselalgen von 35% auf 39% und die der belastungsresistenten von 1% auf 6% zu. Dies zu Lasten der belastungssensiblen Gruppe, welche von 63% auf 56% abnimmt.

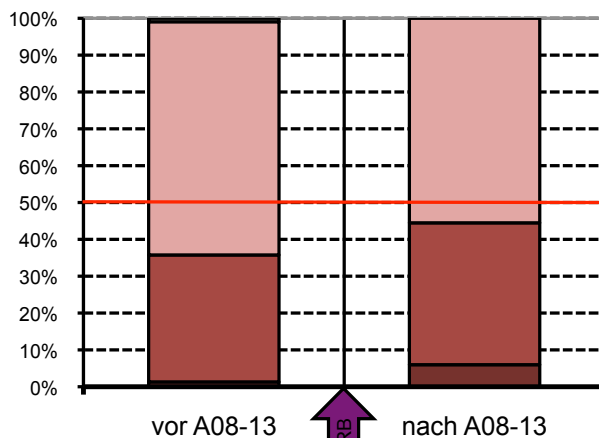


Abb. 49: Organische Belastung der Suhle im Bereich des Regenbeckens „Salamatten“ in Aarau. Die Anforderungen der GschV sind erfüllt, wenn die hellen Säulenanteile >50% sind.

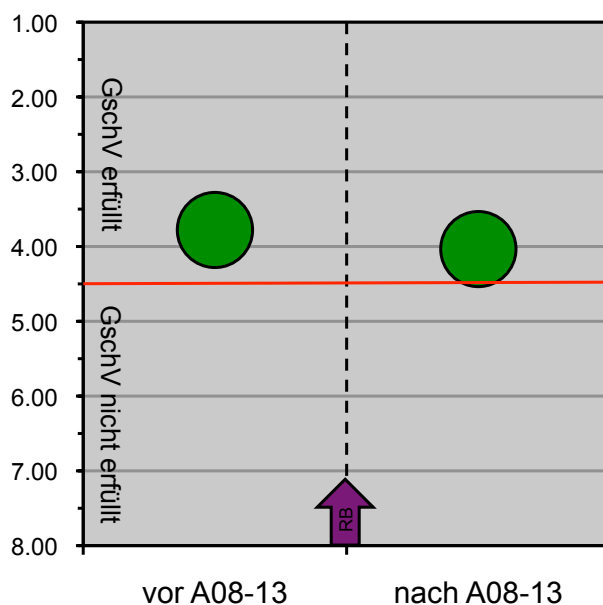


Abb. 50: Gewässerbelastung nach DI-CH im Bereich des Regenbeckens „Salamatten“ in Aarau.

Auch die Gesamtbelastung erfüllt in der Suhre gemäss der Indikation der Kieselalgen ober- und unterhalb der Entlastung aus dem Regenklärbecken „Salamatten“ die diesbezüglichen Anforderungen der GschV. Die aus den Kieselalgen ermittelte Gewässerqualität entspricht der Gütestufe „gut“. Die vorausgegangene Entlastung hatte innerhalb dieser Stufe nur einen geringen Einfluss auf die Gewässerqualität des Suhre. Dieser ist konsistent mit dem Befund bei der organischen Belastung und unterhalb der Einleitungsstelle um 0.2 DICH-Einheiten schlechter.

Fazit: Im Bereich der Entlastung des Regenbeckens „Salamatten“ in Aarau wird die GSchV bezüglich aller untersuchten Parameter eingehalten. Es sind keine weiteren Massnahmen notwendig.

7.13 Hochwasserentlastungen HE2 & HE3 Küttigen

Durch die beiden Hochwasserentlastungen wird die Siedlungsentwässerung von Küttigen bei starken Regenfällen entlastet. Die Einleitungen wurden vor einigen Jahrzehnten erstellt. Im Entlastungsfall gelangt das Abwasser in den Dorfbach bzw. in den Aabach. Die Probenahme erfolgte am 18. November 2013 an den Stellen E079 (oberhalb) und E080 (unterhalb) jeweils einige Tage nach stärkeren Regenfällen.

7.13.1 Probenahmestellen

Die Probenahmestellen E079 und E080 liegen rund 190 m auseinander. Die Entlastungsstellen HE2 und HE3 befinden sich am rechten Ufer. Die Stelle E079 ist linksseitig durch ein Ufergehölz leicht beschattet. Die Stelle E080 liegt in einem bewaldeten Tobel. Beide Stellen weisen eine natürliche Sohle auf, die zum Zeitpunkt der Probenahme nur in geringem Masse mit Algen bewachsen war.



Abb. 51: Stelle E079 unterhalb der Hochwasserentlastung HE2 und oberhalb der geplanten Regenwasserbehandlungsanlage RB 2 in Küttigen. Koordinaten: 646'034 / 251'586.



Abb. 52: Stelle E080 unterhalb der Hochwasserentlastung HE3 und der geplanten Regenwasserbehandlungsanlage RB 2 in Küttigen. Koordinaten: 646'091 / 251'441.

7.13.2 Äusserer Aspekt

Im Bereich der Hochwasserentlastungen war der Aabach/Dorfbach sowohl ober- wie auch unterhalb der Einleitungen bezüglich des äusseren Aspektes kaum beeinträchtigt. Die geringe bis mittlere Kolmation ist natürlichen Ursprungs und widerspricht damit den ökologischen Zielen der GSchV nicht. Der bestehende Kolmationsgrad hatte auch keine weiteren Auswirkungen auf die Sauerstoffversorgung der Zwischenräume in der Bachsohle (keine Eisensulfidflecken). Ein Belastungseinfluss ist nur durch die vereinzelt Feststoffe unterhalb HE 2 ersichtlich.

		Stellen			
			E079		E080
Datum			18.11.13		18.11.13
Beurteilungskriterien	Schlamm-bildung	HE 2, Küttigen (wird aufgehoben)	kein	HE 3, Küttigen (RB geplant)	kein
	Trübung		keine		keine
	Verfärbung		keine		keine
	Schaum		kein		kein
	Geruch		kein		kein
	Kolma-tion		leicht/ mittel*		leicht/ mittel*
	Fest-stoffe		verein-zelte		keine
	Eisen-sulfid		0%		0%
	Het. Bewuchs		kein		kein

Tab. 17: Beurteilung der Kriterien des äusseren Aspektes im Dorfbach und Aabach im Bereich der beiden Hochwasserentlastungen HE 2 und HE 3 in Küttigen nach erfolgten Hochwasserereignissen (* =natürlich)

Bei allen übrigen Parametern wie Verschlämmung, Verfärbung, Trübung, Geruch, Eisensulfid und heterotropher Bewuchs entspricht der äussere Aspekt an beiden Probenahmestellen den Anforderungen der GSchV.

7.13.3 Gewässerqualität gemäss der Kieselalgenindikation

In Bezug auf die organische Belastung sind die Anforderungen der GSchV eingehalten. An beiden Stellen wird die Gütestufe „schwach belastet“ angezeigt. Innerhalb dieser Stufe wird ein Einfluss durch vorangegangene Entlastungen von HE 3 anhand des leicht erhöhten Anteils von belastungsresistenten Kieselalgen ersichtlich. Die jeweiligen Anteile der nach Belastungen differenzierenden Kieselalgengruppen sind sonst weitgehend identisch. Den beiden Anteilen von 86% bei den belastungssensiblen Kieselalgen stehen

lediglich Anteile von 14% bei den belastungstoleranten und –resistenten gegenüber.

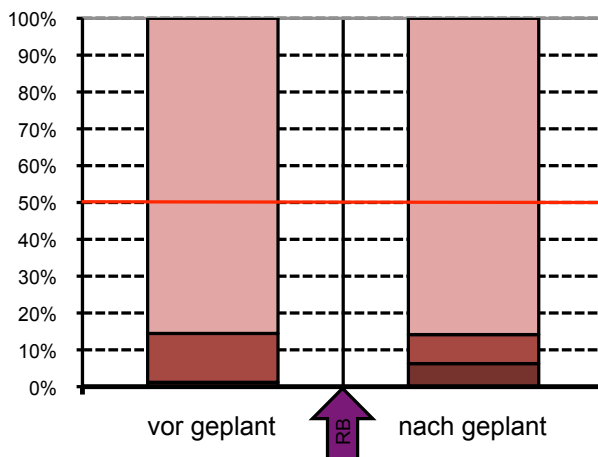


Abb. 53: Organische Belastung des Dorfbaches und des Aabaches im Bereich der Hochwasserentlastungen HE2 und HE 3 in Küttigen. Die Anforderungen der GschV sind erfüllt, wenn die hellen Säulenanteile >50% sind.

Auch die Gesamtbelastung erfüllt gemäss der Indikation der Kieselalgen im Dorfbach und Aabach an beiden Stellen die diesbezüglichen Anforderungen der Gewässerschutzverordnung (GschV). Die anhand der Kieselalgen ermittelte Gewässerqualität entspricht der Gütestufe „gut“. Die vorausgegangenen Entlastungen hatten somit keinen wesentlichen Einfluss auf die Gewässerqualität des Baches. Die beiden Stellen weisen einen Unterschied im DICH von 0.3 Einheiten auf.

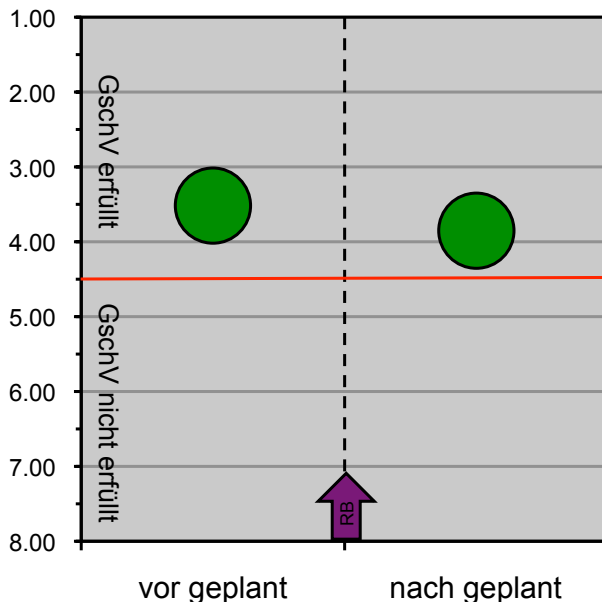


Abb. 54: Gewässerbelastung nach DI-CH im Dorfbach und im Aabach im Bereich der Hochwasserentlastungen HE2 und HE 3 in Küttigen.

Fazit: Angesichts des bevorstehenden Baus eines neuen Regenklärbeckens sind kurzfristig keine weiteren Massnahmen notwendig.

7.14 Einleitung HE H131 Erlinsbach

Die Einleitung entlastet die Siedlungsentwässerung von Erlinsbach. Geplant ist an dieser Stelle ein neues Regenbecken. Im Entlastungsfall wird heute unbehandeltes und künftig behandeltes Abwasser in den Erzbach geleitet. Die Probenahme erfolgte am 18. November 2013 an den Stellen E081 (oberhalb) und E082 (unterhalb), jeweils einige Tage nach stärkeren Regenfällen.

7.14.1 Probenahmestellen

Die Probenahmestellen liegen rund 300 m auseinander. Der Bachlauf verläuft an beiden Stellen in einem Waldstreifen und ist daher gut beschattet. Durch die starke Beschattung der Bachsohle ist der Algenaufwuchs an beiden Stellen gering. Die Bachsohle besteht aus natürlichem, locker gelagertem Kies, der ein breites Spektrum an Korngrössen aufweist.



Abb. 55: Stelle E081 oberhalb der Hochwasserentlastung HE H 131 in Erlinsbach. Koordinaten: 643'152 / 249'848.

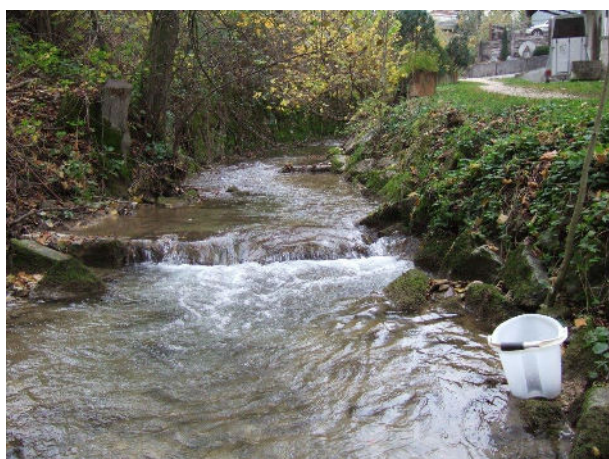


Abb. 56: Stelle E082 unterhalb der Hochwasserentlastung HE H 131 in Erlinsbach. Koordinaten: 643'121 / 249'590.

7.14.2 Äusserer Aspekt

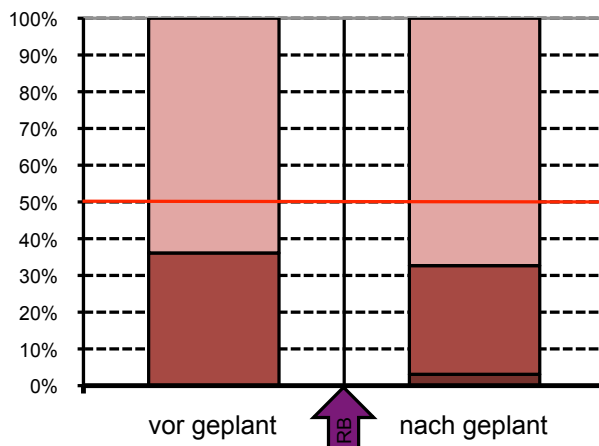
Die Entlastungen aus der Siedlungsentwässerung von Erlinsbach haben den Erzbach im äusseren Aspekt kaum beeinträchtigt. Unterhalb der Einleitung wurden nach den Entlastungsereignissen innerhalb des Aussagefensters lediglich vereinzelte Feststoffe (WC-Papier, Verpackungen) gefunden. Daneben konnten weder äusserlich sichtbare biologische Auswirkungen (heterotropher Bewuchs, Eisensulfid) noch andere äussere Merkmale wie Verschlämmung, Trübung, Verfärbung, Geruch und Kolmation festgestellt werden. Mit Ausnahme der Feststoffe sind die Anforderungen der GSchV bei allen übrigen Merkmalen eingehalten.

		Stellen		
		E081	HE131, geplant RB Hinterberg, Erzbach	E082
Datum		18.11.13		18.11.13
Beurteilungskriterien	Schlamm-bildung	kein		kein
	Trübung	keine		keine
	Verfärbung	keine		keine
	Schaum	kein		kein
	Geruch	kein		kein
	Kolmation	keine		keine
	Feststoffe	keine		vereinzelte
	Eisensulfid	0%		0%
	Het. Bewuchs	kein		kein

Tab. 18: Beurteilung der Kriterien des äusseren Aspektes im Erzbach im Bereich der Hochwasserentlastung HE H 131 in Erlinsbach nach erfolgten Hochwasserereignissen.

7.14.3 Gewässerqualität gemäss der Kieselalgenindikation

Hinsichtlich der organischen Belastung sind die Anforderungen der GSchV an beiden Stellen eingehalten. Der Anteil belastungssensibler Kieselalgen liegt bei 64% und 67%. Der Belastungsgrad entspricht noch der Gütestufe II, „schwach belastet“. Innerhalb dieser Stufe zeichnet sich kein Einfluss durch Entlastungen der Siedlungsentwässerung ab. Der leicht erhöhte Anteil der belastungstoleranten Kieselalgengruppe deutet auf eine Vorbelastung im Oberlauf hin.



Gemäss der Indikation der Kieselalgen erfüllt die Gesamtbelastung nach DI-CH im Erzbach ober- und unterhalb der Entlastung HE H 131 die diesbezüglichen Anforderungen der Gewässerschutzverordnung (GschV). Die aus den Kieselalgen ermittelte Gewässerqualität entspricht der Gütestufe „gut“. Die vorausgegangenen Entlastungen hatten somit einen Einfluss auf die Gewässerqualität des Baches. Der DI-CH sinkt unterhalb der Einleitung um 0.4 Einheiten.

Fazit: Angesichts des bevorstehenden Baus eines neuen Regenklärbeckens sind kurzfristig keine weiteren Massnahmen notwendig .

Abb. 57: Organische Belastung des Erzbaches im Bereich der Hochwasserentlastung HE H 131 bei Erlinsbach. Die Anforderungen der GschV sind erfüllt, wenn die hellen Säulenanteile >50% sind

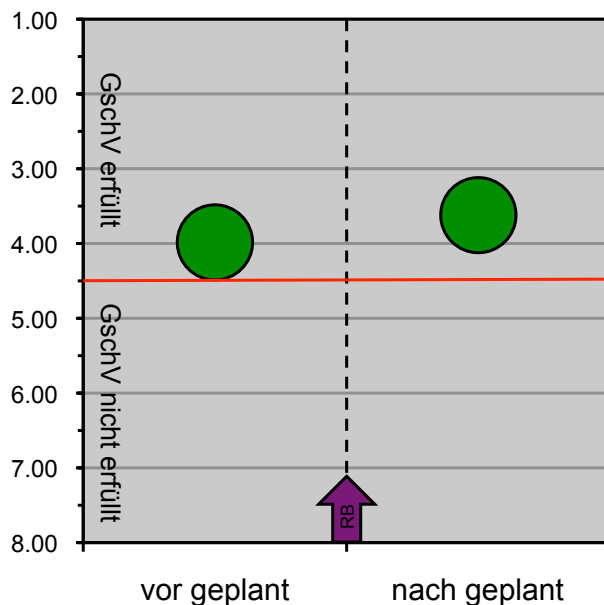


Abb. 58: Gewässerbelastung nach DI-CH im Bereich im Bereich der Hochwasserentlastung HE H 131 bei Erlinsbach.

8 Literatur

- [1] Chaix, O.; Ochsenbein, U.; Elber, F. (1995): Prioritäten für technischbauliche Gewässerschutzmassnahmen. Gas Wasser Abwasser 75, Heft 9, 703-713.
- [2] Thomas, E. A.; Schanz, F. (1976): Beziehungen zwischen Wasserchemismus und Primärproduktion in Fliessgewässern, ein limnologisches Problem. Vierteljahresschrift Natf. Ges. Zürich, 121, 309-317.
- [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, 123-128.
- [4] Lange-Bertalot, H. (1978): Diatomeen Differentialarten anstelle von Leitformen: ein geeignetes Kriterium der Gewässerbelastung. Arch. Hydrobiol./Suppl. 51, 393-427.
- [5] Kramer, K.; Lange-Bertalot, 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 Goethe-Universität, Frankfurt am Main, 264 S.
- [8] Reichardt E. (1991): Beiträge zur Diatomeenflora der Altmühl. 3. Teil: Wasserqualität und Diatomeenbesatz. Algological Studies 62, 107-132.
- [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, 71-78.
- [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: Modul-Stufen-Konzept. Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 26, Bern.
- [12] Binderheim E., Göggel W. 2007: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Äusserer Aspekt. Umwelt-Vollzug 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. Hydrologie-Abflussregime. Umwelt-Vollzug. Entwurf vom Oktober 2007. Bundesamt für Umwelt, Bern. 104 S.

Anhänge

Daten der Kieselalgen

Nr.	Genus	Species	E061	E062	E063	E064	E065	E066	E067	E068	E069	E070	E071
2	Achnanthes	atomus sensu DI-CH 2006	2										
4	Achnanthes	biasolettiana GRUNOW var. biasolettiana	26	48	214	41	96	47	102	48	224	115	2
5	Achnanthes	biasolettiana var. subatomus LANGE-B.											
6	Achnanthes	biasolettiana var. thienemannii (HUSTEDT) LANGE-B.							1				
7	Achnanthes	clevei GRUNOW var. clevei											
8	Achnanthes	conspicua A. MAYER											
10	Achnanthes	eutrophila LANGE-B.	4	4	23			2	2	2		20	1
19	Achnanthes	lanceolata (BRÉBISSEON) GRUNOW ssp. lanceolata	2	4					1				
20	Achnanthes	lanceolata ssp. dubia (GRUNOW) LANGE-B.	4	4									
21	Achnanthes	lanceolata ssp. frequentissima LANGE-B.	13	2				2	2		2	2	2
23	Achnanthes	lanceolata var. rostrata HUSTEDT											
24	Achnanthes	lauenburgiana HUSTEDT	8	1									
26	Achnanthes	minutissima KUETZING var. minutissima						2					
27	Achnanthes	minutissima KUETZING var. minutissima	20	25	82	104	77	64	155	97	177	203	36
30	Achnanthes	minutissima var. inconspicua OESTRUP							10				
31	Achnanthes	minutissima var. jackii (RABENHORST) LANGE-B. inkl. DI-CH-Gruppe				4		2					
35	Achnanthes	ploenensis HUSTEDT					6		2				
38	Achnanthes	saccula CARTER											2
39	Achnanthes	straubiana LANGE-B.	12										
44	Achnanthidium	pfisteri LANGE-BERTALOT											
47	Amphora	inariensis KRAMMER	91	44	26	6	56	107	17	60		12	
48	Amphora	indistincta LEVKOV					6	13	18	4		4	44
49	Amphora	libyca EHRENBURG sensu K&LB-86					3					2	
48	Amphora	pediculus (KUETZING) GRUNOW	105	58	40	6	90	156	92	168	24	40	169
55	Caloneis	bacillum (GRUNOW) CLEVE sensu DI-CH	8	11		7	18	19	4	6		2	2
59	Cocconeis	neothumensis KRAMMER											
61	Cocconeis	pediculus EHRENBURG					2		2		3	1	
62	Cocconeis	placentula EHRENBURG var. placentula	2									1	
63	Cocconeis	placentula var. euglypta (EHRENBURG) GRUNOW	4	8	1	2	4				2	2	
64	Cocconeis	placentula var. lineata (EHRENBURG) VAN HEURCK	2	6			1					6	
65	Cocconeis	placentula var. pseudolineata GEITLER											
57	Cocconeis	sp. AG2013-E073/74											
78	Cymbella	affinis auct. non KÜTZING						2					
79	Cymbella	affinis auct. non KÜTZING			13	19		2	2	4			
89	Cymbella	microcephala GRUNOW				2							
90	Cymbella	microcephala GRUNOW						2					
92	Cymbella	minuta f. semicircularis									9	10	
91	Cymbella	minuta HILSE				5				2	2	7	
94	Cymbella	prostrata (BERKELEY) CLEVE		2									
98	Cymbella	silesiaca BLEISCH											
98	Cymbella	sinuata GREGORY	3	4									
101	Denticula	tenuis KÜTZING			3						21	1	
107	Diatoma	vulgaris BORY											
111	Diploneis	oblongella (NAEGELI) CLEVE-EULER	6		1	2	7		6	1	1	7	
112	Diploneis	oculata (BRÉBISSEON) CLEVE	2				2	4	6	2	2	2	
123	Fragilaria	capucina var. gracilis (OESTRUP) HUSTEDT									2	2	
125	Fragilaria	capucina var. rumpens (KÜTZING) LANGE-B.	2										

Nr.	Genus	Species	E061	E062	E063	E064	E065	E066	E067	E068	E069	E070	E071
126	Fragilaria	capucina var. vaucheriae (KÜTZING) LANGE-B.									2	2	
127	Fragilaria	construens HUSTED f. construens											
137	Fragilaria	pinnata EHRENBERG	6	2							4		
139	Fragilaria	ulna (NITZSCH) LANGE-B.			1						2		
141	Frustulia	vulgaris (THWAITES) DE TONI									1		
162	Gomphonema	aff. pumiloide Kleinformen						4	4	8	2	2	
161	Gomphonema	aff. pumilum		6					10	2	5	5	3
144	Gomphonema	angustivalva REICHARDT											
145	Gomphonema	angustum AGARDH				2	2	4					
149	Gomphonema	micropumilum REICHARDT											
151	Gomphonema	minutum (AGARDH) AGARDH											
154	Gomphonema	olivaceum (HORNEMANN) BRÉBISSE		3			2		3	2	4		
156	Gomphonema	parvulum (KUETZING) KUETZING var. parvulum f. parvulum							2				
157	Gomphonema	parvulum LANGE-B. & REICHARD var. parvulum f. saprophilum		2									
158	Gomphonema	parvulum var. exilissimum GRUNOW											
165	Gomphonema	pumilum var. rigidum REICHARDT & LANGE-B.				2		1					
167	Gomphonema	tergestinum FRICKE										2	
170	Gyrosigma	attenuatum (KUETZING) RABENHORST											
172	Gyrosigma	sciotoense (W.S. SULLIVANT) CLEVE		2								1	3
175	Melosira	varians C.AGARDH				2		2					18
176	Meridion	circulare (GRÉVILLE) C.AGARDH var. circulare		2							2	2	
181	Navicula	atomus (KÜTZING) GRUNOW var. atomus						4					
182	Navicula	atomus var. permitis (HUSTEDT) LANGE-B.		2	4	2			2	2	2	2	
185	Navicula	capitata EHRENBERG var. capitata											
186	Navicula	capitatoradiata GERMAIN		3									16
189	Navicula	contenta GRUNOW	2										
190	Navicula	cryptocephala KUETZING		2	2						2		
191	Navicula	cryptofallax LANGE-B. & HOFMANN 23-30/5.5-6/12.5-14		4									
192	Navicula	cryptotenella LANGE-B.	30	100	40	71	18	25	19	25	12	18	23
193	Navicula	cryptotenelloides LANGE-B.									2		
199	Navicula	gregaria DONKIN	1	23			7	3		6			12
204	Navicula	lanceolata (C.AGARDH) EHRENBERG											
206	Navicula	lenzii HUSTEDT sensu Holotyp SwF	6	6	5		9	6	12	8			4
207	Navicula	lenzii HUSTEDT sensu SwB	6	6	5		9	6	12	8			4
209	Navicula	meniscus var. grunowii LANGE-B.		6	6	4	1				1	2	
208	Navicula	meniscus var. meniscus SCHUMANN											
211	Navicula	minima GRUNOW	56	26	9	6	8	26	38	31	6	2	36
212	Navicula	minuscula GRUNOW var. minuscula GRUNOW		2									
214	Navicula	minusculeoides HUSTEDT	2	1									
215	Navicula	molestiformes HUSTEDT				2	1				1		2
222	Navicula	radiosafallax LANGE-B.											
225	Navicula	reichardtiana LANGE-B.	4	9	8	53	6	4	2	8	5	4	10
229	Navicula	saprophila LANGE-BERTALOT		2		3					1		
234	Navicula	subhamulata GRUNOW	2	4			4	4		4	6	1	
235	Navicula	sublucida HUSTEDT	35	21		1	8	10	7	2		6	1
236	Navicula	subminuscula MANGUIN											
240	Navicula	tripunctata (O.F.MUELLER) BORY	26	54	17	16	15	14	6	20	19	17	21
241	Navicula	trivialis LANGE-B.	1	2									
242	Navicula	veneta KUETZING											
250	Nitzschia	alpina HUSTEDT									2		
251	Nitzschia	amphibia GRUNOW											
252	Nitzschia	angustata (W. SMITH) GRUNOW											
253	Nitzschia	angustatula LANGE-B.											
254	Nitzschia	archibaldii LANGE-B.				2							
257	Nitzschia	communis RABENHORST											
259	Nitzschia	constricta (KUETZING) RALFS					5					4	8
260	Nitzschia	dissipata (KUETZING) GRUNOW ssp. dissipata	13	16	28	45	24	20	5	10	11	27	18
261	Nitzschia	dissipata var. media (HANTZSCH) GRUNOW					2		2				

Nr.	Genus	Species	E061	E062	E063	E064	E065	E066	E067	E068	E069	E070	E071
264	Nitzschia	fonticola GRUNOW			7	46			1	2		5	5
266	Nitzschia	frustulum (KUETZING) GRUNOW var. frustulum					3	1					
271	Nitzschia	heufferiana GRUNOW					1				2	4	
274	Nitzschia	lacuum LANGE-B.				18							
276	Nitzschia	linearis (C.AGARDH) W.SMITH	4									4	
279	Nitzschia	palea (KUETZING) W.SMITH var. palea			4	20						2	4
280	Nitzschia	palea var. debilis (KUETZING) GRUNOW				65							
281	Nitzschia	paleacea GRUNOW						2					
282	Nitzschia	paleaeformis HUSTEDT					8		2		4	1	
284	Nitzschia	perminuta (GRUNOW) PERAGALLO				2							
286	Nitzschia	pura HUSTEDT											4
287	Nitzschia	pusilla GRUNOW emend. LANGE-B.		2									2
288	Nitzschia	recta HANTZSCH										2	3
292	Nitzschia	sinuata var. delognei (GRUNOW) LANGE-B.											6
294	Nitzschia	sociabilis HUSTEDT	5	8			11	5				9	72
305	Rhoicosphenia	abbreviata (C.AGARDH) LANGE-B.					2		10	11			1
306	Simonsenia	delognei (GRUNOW) LANGE-B.	2		6	3	14	10	6	27			20
314	Surirella	brebissonii KRAMMER & LANGE-B. var. brebissonii									1		
315	Surirella	brebissonii var. kuetzingii KRAMMER & LANGE-B.											
316	Surirella	crumena BRÉBISSEON ex KUETZING											
317	Surirella	lacrimula ENGLISH		2									
318	Surirella	minuta BRÉBISSEON ex KUETZING	2										
322	Thalassiosira	pseudonana HASLE&HEIMDAL											5
Total	Schalen		564	561	534	541	534	564	591	576	530	540	538
	Anzahl Arten		34	28	33	32	26	28	30	29	30	32	37

Nr.	Genus	Species	E072	E073	E074	E075	E076	E077	E078	E079	E080	E081	E082
2	Achnanthes	atomus sensu DI-CH 2006				148		2	8				15
4	Achnanthes	biasolettiana GRUNOW var. biasolettiana	14	4		4			2	36	2	15	78
5	Achnanthes	biasolettiana var. subatomus LANGE-B.											4
6	Achnanthes	biasolettiana var. thienemannii (HUSTEDT) LANGE-B.											
7	Achnanthes	clevei GRUNOW var. clevei		19	15								
8	Achnanthes	conspicua A. MAYER		2	25								
10	Achnanthes	eutrophila LANGE-B.	10				16	7	6	2		1	2
19	Achnanthes	lanceolata (BRÉBISSE) GRUNOW ssp. lanceolata											
20	Achnanthes	lanceolata ssp. dubia (GRUNOW) LANGE-B.											
21	Achnanthes	lanceolata ssp. frequentissima LANGE-B.	5			1							
23	Achnanthes	lanceolata var. rostrata HUSTEDT		2	2								
24	Achnanthes	lauenburgiana HUSTEDT											
26	Achnanthes	minutissima KUETZING var. minutissima											
27	Achnanthes	minutissima KUETZING var. minutissima	25	14	43	8	6	4	28	19	4	10	26
30	Achnanthes	minutissima var. inconspicua OESTRUP											
31	Achnanthes	minutissima var. jackii (RABENHORST) LANGE-B. inkl. DI-CH-Gruppe											
35	Achnanthes	ploenensis HUSTEDT		1	7	2			2				
38	Achnanthes	saccula CARTER	2										
39	Achnanthes	straubiana LANGE-B.	4										
44	Achnanthidium	pfisteri LANGE-BERTALOT				176	313	120	105				23
47	Amphora	inariensis KRAMMER			2					9	19	21	4
48	Amphora	indistincta LEVKOV	52					2	4	9		57	85
49	Amphora	libyca EHRENBERG sensu K&LB-86									3		
48	Amphora	pediculus (KUETZING) GRUNOW	102	122	286	131	21	38	58	13	8	153	123
55	Caloneis	bacillum (GRUNOW) CLEVE sensu DI-CH	1					1	1	36	57	12	6
59	Cocconeis	neothumensis KRAMMER				4							4
61	Cocconeis	pediculus EHRENBERG					3	13	11				
62	Cocconeis	placentula EHRENBERG var. placentula						2	4				
63	Cocconeis	placentula var. euglypta (EHRENBERG) GRUNOW		85	16	60	22	37	32			7	8
64	Cocconeis	placentula var. lineata (EHRENBERG) VAN HEURCK		204	18	7	8	6	2				2
65	Cocconeis	placentula var. pseudolineata GEITLER		4	18	3			3				
57	Cocconeis	sp. AG2013-E073/74		36	13								
78	Cymbella	affinis auct. non KÜTZING											
79	Cymbella	affinis auct. non KÜTZING							2	3			
89	Cymbella	microcephala GRUNOW											
90	Cymbella	microcephala GRUNOW											
92	Cymbella	minuta f. semicircularis	2				8	11	2				
91	Cymbella	minuta HILSE	2										
94	Cymbella	prostrata (BERKELEY) CLEVE											
98	Cymbella	silesiaca BLEISCH	2										
98	Cymbella	sinuata GREGORY				1	4	5				2	
101	Denticula	tenuis KÜTZING											
107	Diatoma	vulgaris BORY						14	22				
111	Diploneis	oblongella (NAEGELI) CLEVE-EULER								7	27	9	3
112	Diploneis	oculata (BRÉBISSE) CLEVE								17	24	3	
123	Fragilaria	capucina var. gracilis (OESTRUP) HUSTEDT											
125	Fragilaria	capucina var. rumpens (KÜTZING) LANGE-B.											
126	Fragilaria	capucina var. vaucheriae (KÜTZING) LANGE-B.					2						
127	Fragilaria	construens HUSTED f. construens							1				
137	Fragilaria	pinnata EHRENBERG											
139	Fragilaria	ulna (NITZSCH) LANGE-B.						1	4				
141	Frustulia	vulgaris (THWAITES) DE TONI								1	2		
162	Gomphonema	aff. pumiloide Kleinformen										6	
161	Gomphonema	aff. pumilum	4			2		4					2
144	Gomphonema	angustivalva REICHARDT			18								
145	Gomphonema	angustum AGARDH						5					
149	Gomphonema	micropumilum REICHARDT						20					

Nr.	Genus	Species	E072	E073	E074	E075	E076	E077	E078	E079	E080	E081	E082
151	Gomphonema	minutum (AGARDH) AGARDH							11				
154	Gomphonema	olivaceum (HORNEMANN) BRÉBISSE							3	1		4	
156	Gomphonema	parvulum (KUETZING) KUETZING var. parvulum f. parvulum											
157	Gomphonema	parvulum LANGE-B. & REICHARD var. parvulum f. saprophilum							1				
158	Gomphonema	parvulum var. exilissimum GRUNOW	4										
165	Gomphonema	pumilum var. rigidum REICHARDT & LANGE-B.					6		17	2			
167	Gomphonema	tergestinum FRICKE											
170	Gyrosigma	attenuatum (KUETZING) RABENHORST						1		2			
172	Gyrosigma	sciotoense (W.S. SULLIVANT) CLEVE								4	3	3	1
175	Melosira	varians C.AGARDH	4			3		12	3				
176	Meridion	circulare (GRÉVILLE) C.AGARDH var. circulare											
181	Navicula	atomus (KÜTZING) GRUNOW var. atomus	5										2
182	Navicula	atomus var. peritis (HUSTEDT) LANGE-B.	6			4	3	4	6				
185	Navicula	capitata EHRENBURG var. capitata							2				
186	Navicula	capitatoradiata GERMAIN	15			2	1	3	4				
189	Navicula	contenta GRUNOW	2										
190	Navicula	cryptocephala KUETZING	3										
191	Navicula	cryptofallax LANGE-B. & HOFMANN 23-30/5.5-6/12.5-14											
192	Navicula	cryptotenella LANGE-B.	13	6		12	36	73	45	64	40	64	48
193	Navicula	cryptotenelloides LANGE-B.							2				
199	Navicula	gregaria DONKIN	8				2	5	5	14	3		
204	Navicula	lanceolata (C.AGARDH) EHRENBURG					4	5	3				
206	Navicula	lenzii HUSTEDT sensu Holotyp SwF		2	2						36	40	4
207	Navicula	lenzii HUSTEDT sensu SwB		2	2					15	21	12	1
209	Navicula	menisculus var. grunowii LANGE-B.	2	2		2		5					
208	Navicula	menisculus var. menisculus SCHUMANN							3				
211	Navicula	minima GRUNOW	124	2	6	6		2	17		4		15
212	Navicula	minuscula GRUNOW var. minuscula GRUNOW											
214	Navicula	minusculoides HUSTEDT											
215	Navicula	molestiformes HUSTEDT											
222	Navicula	radiosafallax LANGE-B.										4	2
225	Navicula	reichardtiana LANGE-B.	10			2	10	18	19	18	23	1	6
229	Navicula	saprophila LANGE-BERTALOT							2				
234	Navicula	subhamulata GRUNOW		2			2			12	3	6	2
235	Navicula	sublucidula HUSTEDT									8	24	12
236	Navicula	subminuscula MANGUIN							2				
240	Navicula	tripunctata (O.F. MUELLER) BORY	12	4	2	2	21	39	26	48	28	35	32
241	Navicula	trivialis LANGE-B.											
242	Navicula	veneta KUETZING	2										
250	Nitzschia	alpina HUSTEDT											
251	Nitzschia	amphibia GRUNOW					4	2					
252	Nitzschia	angustata (W. SMITH) GRUNOW	2										
253	Nitzschia	angustatula LANGE-B.									3		
254	Nitzschia	archibaldii LANGE-B.											
257	Nitzschia	communis RABENHORST								6	23		
259	Nitzschia	constricta (KUETZING) RALFS	2			2				5			
260	Nitzschia	dissipata (KUETZING) GRUNOW ssp. dissipata	20	5	2	5	10	38	13	87	92	17	19
261	Nitzschia	dissipata var. media (HANTZSCH) GRUNOW											
264	Nitzschia	fonticola GRUNOW	4			5	3	2	6				
266	Nitzschia	frustulum (KUETZING) GRUNOW var. frustulum							2				
271	Nitzschia	heufferiana GRUNOW							2		1		
274	Nitzschia	lacuum LANGE-B.											
276	Nitzschia	linearis (C.AGARDH) W.SMITH	6										
279	Nitzschia	palea (KUETZING) W.SMITH var. palea	6							1	4		
280	Nitzschia	palea var. debilis (KUETZING) GRUNOW	2										
281	Nitzschia	paleacea GRUNOW							1				
282	Nitzschia	paleaeformis HUSTEDT											
284	Nitzschia	perminuta (GRUNOW) PERAGALLO											

Nr.	Genus	Species	E072	E073	E074	E075	E076	E077	E078	E079	E080	E081	E082
286	Nitzschia	pura HUSTEDT	4										
287	Nitzschia	pusilla GRUNOW emend. LANGE-B.							2				
288	Nitzschia	recta HANTZSCH	4							4	8		
292	Nitzschia	sinuata var. delognei (GRUNOW) LANGE-B.	6										
294	Nitzschia	sociabilis HUSTEDT	4					1		149	8		4
305	Rhoicosphenia	abbreviata (C.AGARDH) LANGE-B.	28	25	78		17	30	40	2			
306	Simonsenia	delognei (GRUNOW) LANGE-B.	1			1		2		2	39	45	18
314	Surirella	brebissonii KRAMMER & LANGE-B. var. brebissonii											
315	Surirella	brebissonii var. kuetzingii KRAMMER & LANGE-B.	4										
316	Surirella	crumena BRÉBISSEON ex KUETZING									2		
317	Surirella	lacrimula ENGLISH							1				
318	Surirella	minuta BRÉBISSEON ex KUETZING											
322	Thalassiosira	pseudonana HASLE&HEIMDAL	8										
Total	Schalen		564	561	534	541	534	564	591	576	530	540	538
	Anzahl Arten		34	28	33	32	26	28	30	29	30	32	37

Daten Äusserer Aspekt

Stelle	Datum	Schlamm	Trübung	Verfärbung	Schaum	Geruch
E061	03.09.13	viel*	keine	keine	kein	kein
E062	03.09.14	viel	keine	keine	kein	kein
E063	23.09.13	kein	keine	keine	kein	kein
E064	23.09.13	kein	keine	keine	kein	kein
E071	18.11.13	wenig/mittel*	keine	keine	kein	kein
E072	18.11.13	wenig/mittel*	keine	keine	wenig/mittel*	kein
E073	27.09.13	kein	keine	keine	kein	kein
E074	27.09.13	kein	keine	keine	kein	kein
E065	23.09.13	kein	keine	keine	kein	kein
E066	23.09.13	kein	keine	keine	kein	kein
E067	23.09.13	kein	keine	keine	kein	kein
E068	23.09.13	kein	keine	keine	kein	kein
E069	23.09.13	kein	keine	keine	kein	kein
E070	23.09.13	kein	keine	keine	kein	kein
E075	27.09.13	kein	keine	keine	kein	kein
E076	27.09.13	kein	keine	keine	kein	kein
E077	27.09.13	–	–	–	–	–
E078	27.09.13	kein	keine	keine	keine	kein
E079	18.11.13	kein	keine	keine	kein	kein
E080	18.11.13	kein	keine	keine	kein	kein
E081	18.11.13	kein	keine	keine	kein	kein
E082	18.11.13	kein	keine	keine	kein	kein

Stelle	Datum	FeS	Kolmation	Feststoffe	het. Bew.	Algen	Moose	Makrophyten
E061	03.09.13	<25%*	keine	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E062	03.09.14	<25%	leicht/mittel	viele	kein	<10%	<10%	<10%
E063	23.09.13	0%	leicht/mittel*	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E064	23.09.13	0%	leicht/mittel*	vereinzelte	kein	<10%	<10%	<10%
E071	18.11.13	<25%*	leicht/mittel*	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E072	18.11.13	0%	keine	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E073	27.09.13	0%	keine	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E074	27.09.13	0%	keine	vereinzelte	kein	<10%	<10%	<10%
E065	23.09.13	0%	leicht/mittel*	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E066	23.09.13	0%	leicht/mittel*	vereinzelte	kein	<10%	<10%	<10%
E067	23.09.13	0%	keine	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E068	23.09.13	0%	leicht/mittel*	vereinzelte	kein	<10%	<10%	<10%
E069	23.09.13	0%	keine	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E070	23.09.13	0%	keine	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E075	27.09.13	0%	keine	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E076	27.09.13	0%	keine	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E077	27.09.13	–	–	–	–	–	–	–
E078	27.09.13	0%	keine	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E079	18.11.13	0%	leicht/mittel*	vereinzelte	kein	<10%	<10%	<10%
E080	18.11.13	0%	leicht/mittel*	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E081	18.11.13	0%	keine	keine	kein	<10%	<10%	<10%
E082	18.11.13	0%	keine	vereinzelte	kein	<10%	<10%	<10%

* natürliche Ursachen

