Erfolgskontrolle Mischwasserbecken Nieder- und Oberrohrdorf

Technischer Bericht

Liestal, 09.04.2013

Departement Bau, Verkehr und Umwelt
Abteilung für Umwelt
Sektion Abwasserreinigung und Siedlungsentwässerung
Entfelderstrasse 22
5001 Aarau

HOLINGER AG
Galmsstrasse 4, CH-4410 Liestal
Telefon +41 (0)61 926 23 23, Fax +41 (0)61 926 23 24
liestal@holinger.com

Version	Datum	Sachbearbeitung	Freigabe	Verteiler
1.0	25.03.2013	WYV	BRR	Kanton Aargau, Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Abteilung für Umwelt
2.0	09.04.2013	WYV	BRR	1x Gemeinde Niederrohrdorf 1x Gemeinde Oberrohrdorf 2x Kanton Aargau, Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Abteilung für Umwelt

P:\3043_hlt\Administration\Berichte\Erfolgskontrolle Mischwasserbecken Nieder- und Oberrohrdorf_V2.0.docx

INHALTSVERZEICHNIS

1 AUSGANGSLAGE UND ZIELSETZUNG 4

2 GRUNDLAGEN 4

3 IMMSISSIONSORIENTIERTE ERFOLGSKONTROLLE 5

3.1 Einfaches Monitoring 5

3.2 Massnahmenbezogene Erfolgskontrolle 5

3.3 Immissionsseitige Berechnungen 6

4 EMISSIONSORIENTIERTE ERFOLGSKONTROLLE 8

4.1 Einfaches Monitoring 8

4.2 Umfassende Untersuchung 8

4.2.1 Datenerhebung und Messdaten 8

4.2.2 Regenbecken 8

4.2.3 Methodik emissionsseitige Berechnung 9

4.2.4 Ergebnisse 9

5 DISKUSSION DER ERGEBNISSE UND MÖGLICHE MASSNAHMEN 12

6 FAZIT 13

ANHANG

Anhang 1 Auswertungsdossier biologische Untersuchungen
Verfasst von AquaPlus
05. Oktober 2012

Anhang 2 Einblick in die Niederschlags- und Pegelmessungen
Durchgeführt von CSD Ingenieure AG

1 AUSGANGSLAGE UND ZIELSETZUNG

Entlang des Mülibachs in Ober- und Niederrohrdorf befinden sich drei Mischwasserbecken. Bei grösseren Regenereignissen kommt es zu Entlastungen in den Mülibach, was dessen ökologischen Zustand beeinträchtigt. Im Verbands-GEP (VGEP) der Region Mellingen wurde festgestellt, dass zu viel Mischabwasser in den Mülibach entlastet wird. Hier ist nun im Rahmen einer emissions- und immissionsorientierten Erfolgskontrolle der Einfluss zweier der drei Regenbecken (Mittifeld und Weiherweg) auf den Mülibach während eines Jahres genauer untersucht worden.

Ziel dieser Untersuchungen ist es, die Wirksamkeit der beiden begutachteten Regenbecken zu überprüfen sowie die Auswirkungen auf den Mülibach zu erkennen. Darauf basierend werden Verbesserungsmassnahmen vorgeschlagen.

2 GRUNDLAGEN

Die nachfolgend aufgeführten Projektgrundlagen wurden zur Erarbeitung der Erfolgskontrolle und dieses Berichts verwendet:

- RüK Mellingen, Holinger AG , Februar 2011
- Konzept für eine immissionsorientierte Erfolgskontrolle, AquaPlus, Februar 2009
- Genereller Entwässerungsplan der Gemeinde Niederrohrdorf, Scheidegger + Partner, letzte Nachführung Dezember 1996
- Datenblätter der Regenbecken
- VSA-Richtlinie „Abwassereinleitungen in Gewässer bei Regenwetter“ (STORM), November 2007

3 IMMSISSIONSORIENTIERTE ERFOLGSKONTROLLE

3.1 Einfaches Monitoring

Die Begehungen der Gewässerbiologin wurden teilweise durch die Holinger AG begleitet und die relevanten Aspekte bezüglich Funktion und Entlastung der Siedlungsentwässerung überprüft. Während der ganzen Messperiode wurden dabei keine Unregelmässigkeiten festgestellt. Die Regenbecken, Überlaufkanten und Entleerungspumpen funktionierten in sämtlichen Betriebszuständen einwandfrei.
In beiden Regenbecken wurden keine unüblichen Ablagerungen festgestellt. Die Betreuung und der Unterhalt der Becken geschehen fachlich kompetent und zuverlässig. Anhand der Spuren an den Seitenwänden konnten die Pegel im Entlastungsfall optisch überprüft werden (Kontrolle).

Grundsätzlich ist das Regenbecken Mittifeld lange gefüllt respektive es dauert lange bis es wieder entleert ist.

3.2 Massnahmenbezogene Erfolgskontrolle

Während eines Jahres wurde der Gewässerzustand an drei Stellen des Mülibachs wiederholt untersucht (siehe Abbildung 1).

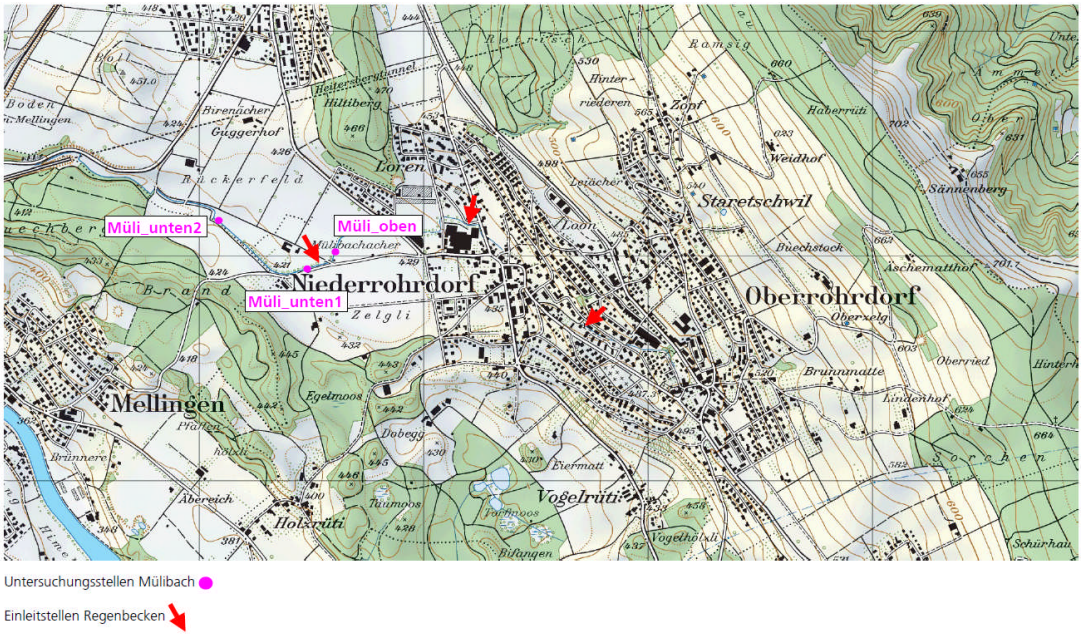


Abbildung 1: Lage der Regenbecken und Untersuchungsstellen

Diese Untersuchungen zeigten, dass der Mülibach vor der Einleitstelle des Regenbeckens Mittifeld (siehe Müli_oben) konstant belastet ist. An der Einleitstelle ist die Belastung stark insbesondere auch durch Feststoffe, die aus der Siedlungsentwässerung hervorgehen. Ausserdem wird am Mülibach eine allgemeine Belastung durch

die Landwirtschaft vermutet.

An den Untersuchungsstellen Müli_unten1 und Müli_unten2 ist der Mülibach durch das Regenbecken konstant belastet, jedoch nicht im selben Ausmass wie bei der Einleitstelle selber. Dies könnte auf die Selbstreinigungskraft des Baches zurückgeführt werden.

3.3 Immissionsseitige Berechnungen

Aufgrund der gewässerbiologischen Untersuchungen konnte das REBEKA-Modell des RüK der Region Mellingen von 2011 verfeinert und neu berechnet werden. Zudem wurden zur Neuberechnung Regendaten verwendet, die vor Ort erhoben worden waren.

Die Resultate der Neuberechnung unterscheiden sich geringfügig von jenen der ursprünglichen Berechnung (vgl. Abbildung 2a) und b), Seite 7). Die Trübung wird nach wie vor nicht als Problem erkannt. Gemäss der Neuberechnung kann der STORM-Grenzwert für Geschiebetrieb durch die Siedlungsentwässerungseinleitung zu ca. 78% eingehalten werden. Der Ammoniakgrenzwert (NH_3-Dosis) der STORM-Richtlinie wird lediglich mit einer Wahrscheinlichkeit von ca. 55% eingehalten. Handlungsbedarf besteht also am ehesten beim Ammoniakeintrag. Im Regenüberlaufkonzept der Region Mellingen wurden hierzu Massnahmen vorgeschlagen, die alle darauf abzielen, weniger Wasser aus den Regenbecken zu entlasten (siehe Kapitel 5).

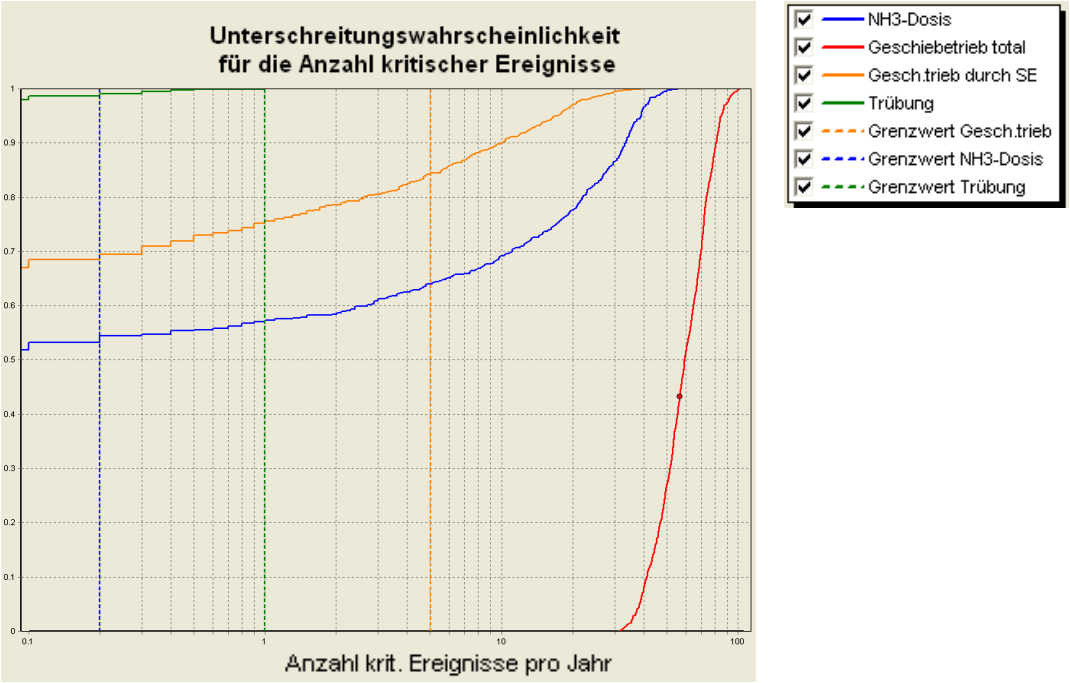


Abbildung 2a): Ergebnisse der ursprünglichen Berechnung

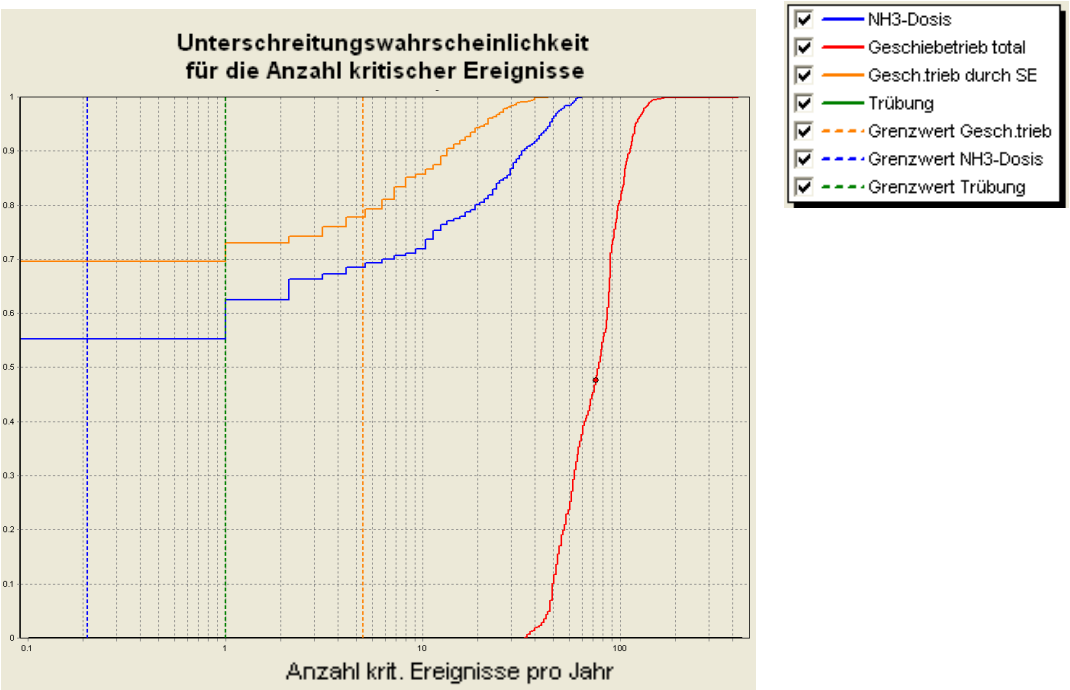


Abbildung 2b): Ergebnisse der Neuberechnung

4 EMISSIONSORIENTIERTE ERFOLGSKONTROLLE

4.1 Einfaches Monitoring

Siehe Kaptiel 3.1.

4.2 Umfassende Untersuchung

Im Rahmen der umfassenden emissionsorientierten Untersuchung wurden während eines Jahres die Regenintensitäten sowie die Pegelstände in den Regenbecken Weiherweg und Mittfield gemessen. Dies erlaubte aufgefangene und entlastete Wassermengen zu berechnen sowie deren allgemeines Betriebsverhalten und Interaktion besser zu verstehen.

4.2.1 Datenerhebung und Messdaten

Die Niederschlags- und Pegelmessungen fanden zwischen dem 31.08.2011 und dem 22.08.2012 statt. Die Niederschlagsmessungen wurden beim Regenbecken Mittifeld durchgeführt. Die zur Berechnung verwendeten Daten liegen im Zehn-Minuten-Takt vor. Die Pegelstände wurden in beiden Regenbecken alle zwei Minuten gemessen.

4.2.2 Regenbecken

Abbildung 3 zeigt die Aufstellung der drei Regenbecken Weiherweg, Grabematt und Mittifeld. Das Regenbecken Mittifeld liegt unterhalb der Regenbecken Grabematt und Weiherweg. Dadurch ergibt sich im Falle eines starken Regenereignisses eine Interaktion dieser Regenbecken.

Das Regenbecken **Weiherweg** fängt Wasser aus Ober- und Niederrohrdorf auf. Die reduzierte Fläche (Fred) dieses Teileinzugsgebietes bemisst sich auf ca. 17 ha. Das Regenbecken ist ein sogenanntes Verbundsbecken, d.h. es besteht aus einem Klär- und einem Fangteil. Das totale Auffangvolumen ist ungefähr 305 m^3. Im Falle eines Überlaufens des Regenbeckens wird Mischwasser in den Mülibach entlastet.

Im Regenbecken **Mittifeld** wird Wasser von Niederrohrdorf aufgefangen und dessen reduzierte Fläche ist ca. 31 ha. Das Regenbecken Mittifeld ist ein Fangbecken mit einer Feinrechenanlage bei der Überfallkante. Das Speichervolumen des Fangbeckens entspricht 270 m^3. Der davorliegende Speicherkanal mit dem Feinrechen hat ein Volumen von ca. 100 m^3. Unter Beachtung der zuführenden Kanäle des Beckens wird das gesamte Speichervolumen dieses Mischwasserbeckens auf ca. 570 m^3 geschätzt. Die Entlastung erfolgt ebenfalls in den Mülibach. Zur Entleerung des Beckens in den ARA-Kanal dient eine Pumpe.

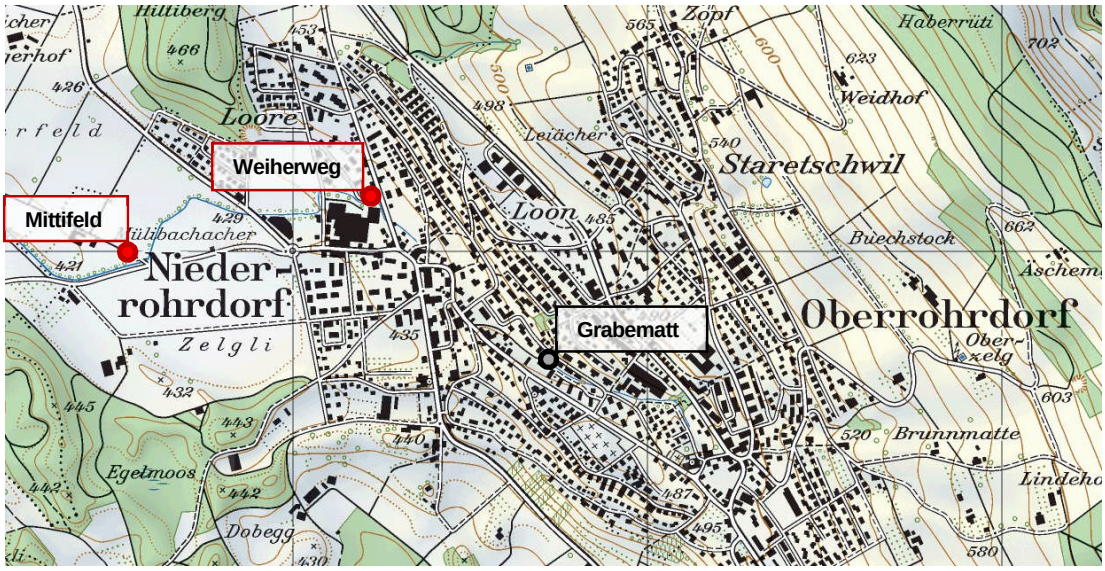


Abbildung 3: Standorte der drei am Mülibach gelegenen Regenbecken Weiherweg, Grabematt und Mittifeld. Weiherweg und Mittifeld sind als die zwei relevanten Regenbecken rot markiert.

4.2.3 Methodik emissionsseitige Berechnung

Die Berechnung der Entlastungsvolumina wurde anhand einer Bilanzierung durchgeführt: Für jedes Regenereignis, welches zu einem Einsatz des Regenbeckens führte, wurde berechnet wie viel Wasser insgesamt zum Entlastungswehr vor dem Regenbecken herangeführt worden war. Davon wurde das durch die Kanalisation abgeführte Wasservolumen abgezogen inklusive dem durch das Regenbecken aufgefangenen Volumen. Daraus resultiert schliesslich das Entlastungsvolumen.

$$V_{ent} = V_{Regen} + V_{QTW}\left(+Q_{Zuflüsse\ oberhalb}\right) - V_{Regenbecken} - V_{Q_{ARA}}$$

Zur Definition eines relevanten Regenereignisses wurde angenommen, dass sich ein Regen von einem anderen durch eine zwischenzeitliche Trockenperiode von mindestens zwölf Stunden abgrenzt. Diese lange Abgrenzungszeit ist auf die grossen Beckenvolumina bzw. die langen Füll- und Entleerungszeiten der Regenbecken zurückzuführen.

4.2.4 Ergebnisse

In der fast einjährigen Untersuchungsperiode konnten unter oben stehender Definition 126 Regenereignisse festgestellt werden. Die totale Regenmenge umfasst 925.34 mm und die durchschnittliche Niederschlagsmenge entspricht ca. 7.3 mm.

Tabelle 1 fasst einige Parameter rund um das Betriebsverhalten der beiden Regenbecken zusammen.

Tabelle 1: Parameter zum Betriebsverhalten der beiden Regenbecken während der Untersuchungsperiode (vom 31.08.2011 bis 22.08.2012)

	Weiherweg	Mittifeld
Anspringen der Regenbecken	93x	90x
Total zurückgehaltenes Volumen	11‘500 m^3	42‘500 m^3
Anzahl Entlastungsereignisse	8x	44x
Totales Entlastungsvolumen	24‘500 m^3	178‘000 m^3
Mittleres Entlastungsvolumen	3060 m^3	4040 m^3
Standardabweichung	2350 m^3	3270 m^3
Mittlere Regenmenge bei Entlastung	25.5 mm	17.8 mm
Standardabweichung	15.4 mm	12.8 mm

Aus der Tabelle 1 wird ersichtlich, dass die beiden Regenbecken etwa gleich häufig zum Einsatz kamen, das Regenbecken Mittifeld jedoch sehr viel öfter in den Mülibach entlastete. Rund jedes dritte Regenereignis führte dort zu einer Entlastung. Entsprechend ist das total entlastete Volumen einiges grösser als beim Regenbecken Weiherweg. Diese Aussage deckt sich auch mit den Erkenntnissen aus Kapitel 3.1 Einfaches Monitoring und dem Fazit der gewässerbiologischen Untersuchungen.

Die Abbildung 4 zeigt die Bilanz der Entlastungs- und ARA-Abflussvolumina jener Regenereignisse, die bei beiden Regenbecken zu einer Entlastung führten. Auch hier wird ersichtlich, dass die Entlastungsvolumina im Regenbecken Mittifeld konstant und deutlich höher sind als im Regenbecken Weiherweg.

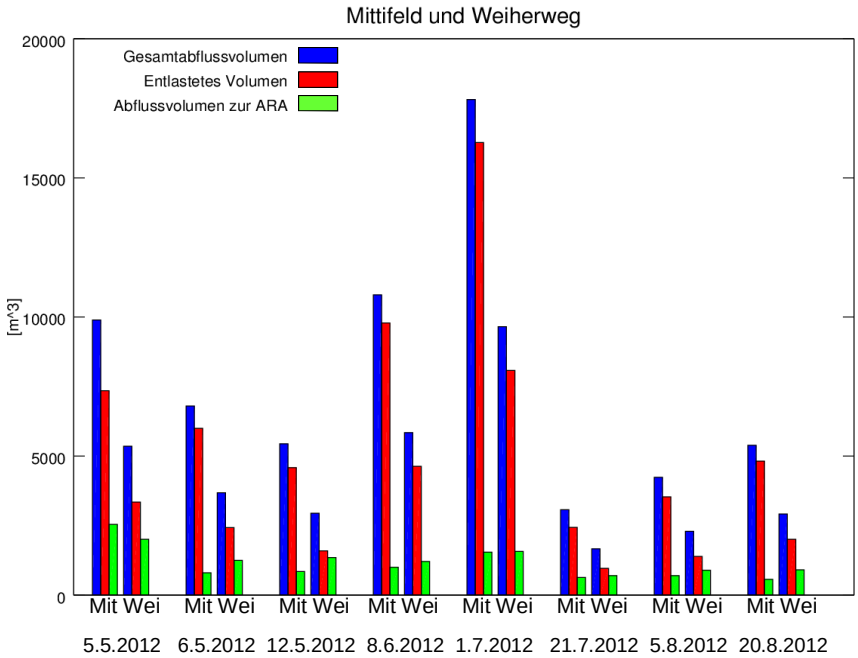


Abbildung 4: Bilanz von Gesamtabfluss- und Entlastungsvolumen sowie Abflussvolumen zur ARA beider Regenbecken Mittifeld (Mit) und Weiherweg (Wei). Es sind all jene Regenereignisse dargestellt, die bei beiden Regenbecken zugleich zu einer Entlastung führten

Das Regenbecken Weiherweg zeigt aus der Sicht des Gewässerschutzes eine befriedigende Bilanz. Das Regenbecken Mittifeld hingegen scheint für die anfallenden Wassermengen nicht auszureichen (siehe auch Abbildung 5). Hier sind Massnahmen gefragt, zur Reduktion der anfallenden Mischwassermengen einerseits und zur erhöhten Weiterleitung in Richtung ARA andererseits.

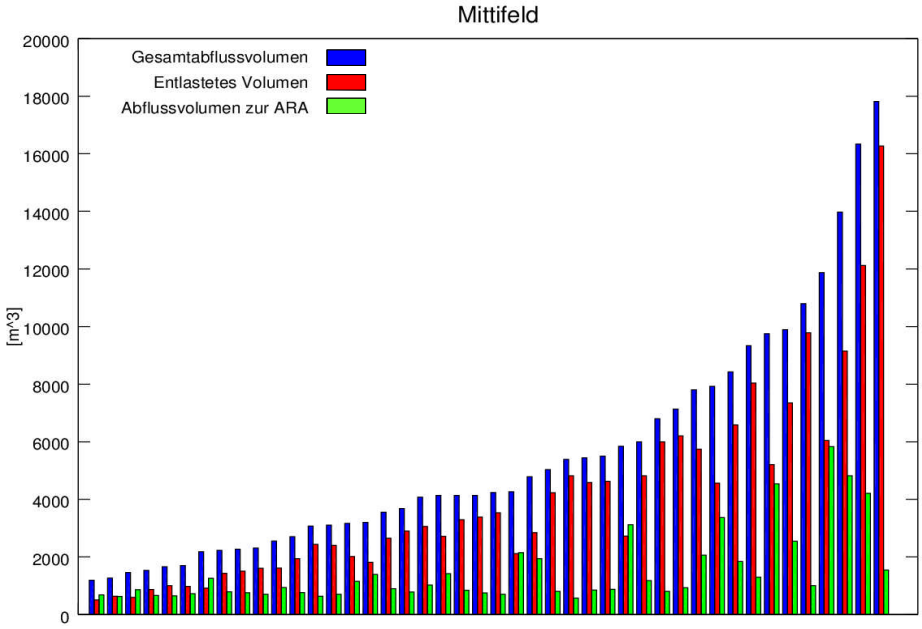


Abbildung 5: Bilanz von Gesamtabfluss- und Entlastungsvolumen sowie Abflussvolumen zur ARA des Regenbeckens Mittifeld, sortiert nach Gesamtabflussvolumen

5 DISKUSSION DER ERGEBNISSE UND MÖGLICHE MASSNAHMEN

Die immissionsseitigen Untersuchungen zeigten, dass der Mülibach in der Umgebung des Regenbeckens Mittifeld eine deutliche Belastung vorweist. Mit zunehmender Distanz vom Regenbecken verbessert sich der ökologische Zustand des Mülibachs und die Belastungserescheinungen durch die Siedlungsentwässerung nimmt ab (Selbstreinigung).

Die immissionsseitigen Neuberechnungen bestätigen die Resultate der REBEKA-Berechung des Regenüberlaufkonzepts der Region Mellingen. Der Ammoniakeintrag in den Mülibach scheint der massgebende Parameter zu sein.

Durch die emissionsseitigen Untersuchungen wurde deutlich, dass beide Regenbecken im Laufe des letzten Jahres ca. 90 Mal im Einsatz waren. Davon kam es im unteren Regenbecken (Mittifeld) 44 Mal zur Entlastung in den Mülibach. Die entlasteten Wasservolumina dieses Regenbeckens sind beträchtlich im Verhältnis zum natürlichen Abfluss.

Der Mülibach ist ein kleines Gewässer. Hingegen sind die beiden Gemeinden Ober- und Niederrohrdorf in Bezug auf das Gewässer eher gross. In dem Hinblick und in Anbetracht der häufigen und bedeutenden Entlastungen lässt sich die von der Gewässerbiologin beobachtete Belastung des Mülibachs gut erklären. Die Erkenntnisse der Gewässerbiologin decken sich sehr gut mit den emissionsorientierten Untersuchungen.

Für die Zukunft sind Massnahmen beim Regenbecken Mittifeld und im gesamten Einzugsgebiet zu prüfen, um die vorliegende Situation mit grossen Entlastungshäufigkeiten- und Volumina zu entschärfen. Bezüglich des Regenbeckens Mittifeld wäre es sinnvoll eine Vergrösserung des Abflusses zur ARA hin zu prüfen. Dabei sind die vorhandenen Abflusskapazitäten des Ableitungskanals nach Mellingen zu kontrollieren. Zudem ist das geplante Regenbecken bei der ARA entsprechend auszulegen. Im Einzugsgebiet sind vermehrte Versickerungen sowie die Schaffung weiterer Retentionsvolumina im Rahmen der GEP-Überarbeitung zu diskutieren.

6 FAZIT

Die Erfolgskontrolle der beiden Regenbecken Mittifeld und Weiherweg zeigt auf, dass bezüglich Gewässerschutz bei Regenwetter am Mülibach Handlungsbedarf besteht. Insbesondere vom Regenbecken Mittifeld geht durch viele und starke Entlastungsereignisse eine hohe Belastung aus.

Zu einer Verbesserung dieses Zustandes sind für die Zukunft verschiedene Massnahmen zu prüfen:

1. Eine Vergrösserung des Abflusses in Richtung ARA am Regenbecken Mittifeld in Abstimmung mit dem geplanten Regenbecken bei der ARA, und

2. Die Schaffung zusätzlicher Retentionsvolumina und vermehrter Versickerungen im Einzugsgebiet im Zusammenhang mit der GEP-Überarbeitung

Liestal, 25.03.2013

Vera Wyrsch, MSc in Umweltingenieurwissenschaften

HOLINGER AG

Richard Brunner	René Brodmann
Mitglied der Niederlassungsleitung	Projektleiter

Anhang 1

Auswertungsdossier biologische Untersuchungen
Verfasst von AquaPlus
05. Oktober 2012

Holinger AG
Gemeinde Oberrohrdorf
Gemeinde Niederrohrdorf
Kanton Aargau

Mülibach, Erfolgskontrolle Ober- und Niederrohrdorf

Biologische Untersuchungen

Auswertungsdossier

Bericht Nr.	1066-B-01
Datum Entwurf:	11. Juli 12
Datum Endfassung:	5. Okt 12

AquaPlus
Bundesstrasse 6 · CH-6300 Zug
Fon +41 41 729 30 00 · Fax +41 41 729 30 01
admin@aquaplus.ch · www.aquaplus.ch

Impressum

Auftraggeber:	Holinger AG · René Brodmann Galmsstrasse 4 · CH-4410 Liestal
Auftragnehmer:	AquaPlus Elber Hürlimann Niederberger Bundesstrasse 6 · CH-6300 Zug
Projektleitung:	Dr. sc. ETH Ute Karaus
Mitarbeiter:	Dr. Fredy Elber
Zitiervorschlag:	AQUAPLUS 2011: Erfolgskontrolle Mülibach. Biologische Utnersuchungen. Auswertungsdossier. Im Auftrag der Holinger AG. 12 Seiten + Anhang.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Zusammenfassung	**1**
Ergebnisse, Datenblätter	**4**
07. September 2011	4
12. Oktober 2011, Regenereignis 1	6
19. April 2012	8
14. Juni 2012, Regenereignis 2	10

ANHANG **12**

A Methodik

A1 Methodik zur biologisch-ökologischen Zustandserhebung

A2 Äusserer Aspekt

A3 Pflanzlicher Bewuchs der Gewässersohle (Algen, Moose und Makrophyten)

A4 Erfassung der Wasserwirbellosen Lebensgemeinschaft mittels Kurzaufnahme

B Korngrössenbestimmung

C Literatur

Zusammenfassung

Die oberste Stelle (Müli_oben) war während es Untersuchungszeitraums konstant vorbelastet, vermutlich einerseits durch Landwirtschaft, andererseits durch die Regenentlastungen bachaufwärts (siehe Hygieneartikel nach Regenentlastung). Von den übrigen Stellen unterscheidet sie sich durch einen stärkeren Bewuchs mit Fadenalgen (Nährstoffanzeiger Vaucheria, Cladophora).

Die Einleitung des Regenbeckens (Mittifeld) ist stark belastet; durch Regenentlastungen verschlechterte sich der allgemein schlechte ökologische Zustand weiter. Folgende Gründe können hierfür verantwortlich sein: (1) häufige Entlastungen, (2) Geschiebe, das sich vor der Einleitung ablagert begünstigt Sedimentierung von Schlamm aus dem Regenbecken; in der Folge führt das einerseits zu starkem Makrophytenwachstum und andererseits zu einer Besiedlung durch die typischen Wasserwirbellosen Belastungsanzeiger (Egel, Asseln).

Unterhalb der Einleitung (Müli_unten1) ist der ökologische Zustand ebenfalls schlecht, allerdings besser als unmittelbar an der Einleitung. Tendenziell haben die Regenereignisse sowohl einen positiven als auch einen negativen Effekt auf diesen Abschnitt, da es zu einer Abschwemmung des Kies' mit den Eisensulfidablagerungen kommt (Geschiebetrieb!), andererseits werden Hygieneartikel eingeschwemmt.

Im weiteren Fliessverlauf wurde an der Stelle "Müli_unten2" wurde während aller Untersuchungen eine mittlere Belastung nachgewiesen werden (Eisensulfid, Egel). Da einerseits die Auswirkungen der Belastung ähnlich, jedoch geringer war wie direkt unterhalb des Regenbeckens, und andererseits die Auswirkungen der Belastung oberhalb des Regenbeckens eine andere war, liegt der Schluss nahe, dass die Ursache der Belastung an "Müli_unten1" und "Müli_unten2" vom Regenbecken ausgeht. Der sich im Fliessverlauf verbessernde ökologische Zustand kann mit der Selbstreinigungskraft des Mülibachs erklärt werden.

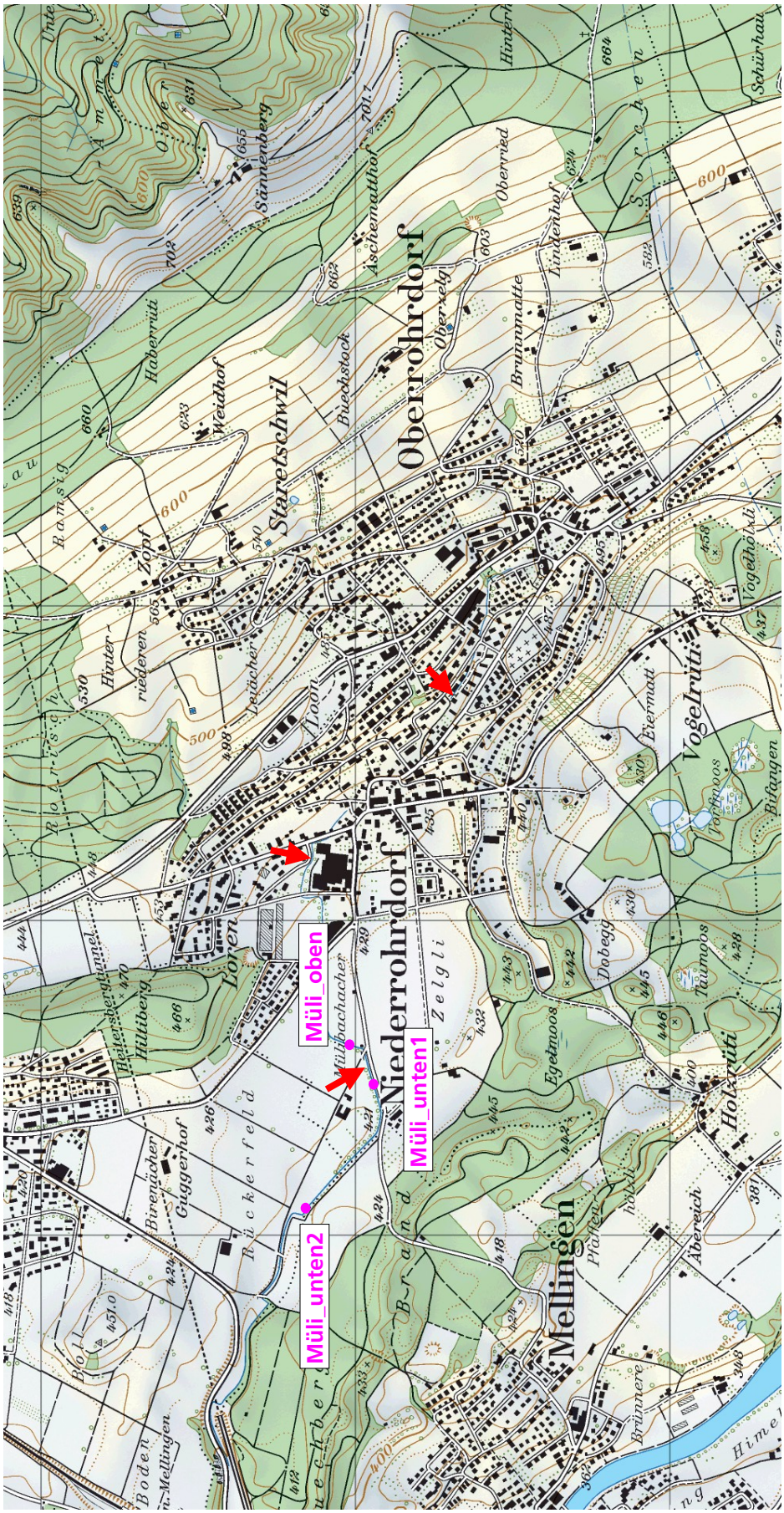
Die Lebensgemeinschaft der Kieselalgen indizierten an zwei Untersuchungen sehr gute bis gute Verhältnisse. Da Kieselalgen erst bei massiven und langhaltenden Belastungen ansprechen, müssen die Ergebnisse des Kieselalgen-Index (DI-CH) nicht zwangsweise konträr zu den übrigen Ergebnisse sein.

Tab. Zus: Ergebnisse des äusseren Aspekts und des pflanzlichen Bewuchs' im Mülibach sowie sichtbare Einflüsse der Einleitung auf das Gewässer während der Untersuchungen im Herbst (7. September 2011) und Frühjahr (19. April 2012) sowie zwei Regenereignis bezogenen (12. Oktober 2011, 14. Juni 2012) Untersuchungen.
Alle Parameter, die "weiss" eingefärbt sind, müssten eigentlich "blau" eingefärbt sein. Darauf wurde jedoch aufgrund der Übersichtlichkeit verzichtet.

Datum der Untersuchung	Stelle	Äusserer Aspekt: Trübung	Verfärbung	Geruch	Schaum	Verschlammung	Abfälle	Feststoffe Siedlungs-entwässerung	Heterotropher Bewuchs	Eisensulfid-Flecken	Kolmation	Äusserer Aspekt Gesamt	Pflanzlicher Bewuchs	Kieselalgen DICH	Einfluss der Einleitung (gross: ↑, mittel: →, klein: ↓, kein: =, unklar: ?; ÄA= Äusserer Aspekt, PB= Pflanzlicher Bewuchs, DICH= Kieselalgenindex)
07. Sep 2011 Ist-Zustand Herbst	Müli_oben	keine	keine	kein	mittel	leichte	wenig	keine	kein	1-10%	leichte		3	3.4	
	Müli_RB	geringe	keine	gering	kein	leichte	keine	viel	kein	0.0%	keine		4	-	ÄA: ↑, PB: →, DICH: =
	Müli_unten1	keine	keine	kein	kein	leichte	wenige	keine	kein	>25%	keine		1	2.9	
	Müli_unten2	keine	keine	kein	kein	keine	keine	keine	kein	10-25%	mittlere		3	3.8	
12. Okt 11 Regenereignis 1	Müli_oben	keine	keine	kein	kein	leichte	keine	keine	kein	0.0%	keine		4	-	
	Müli_RB	keine	keine	gering	kein	mittlere	keine	viel	kein	0.0%	keine		4	-	ÄA: ↑, PB: →, DICH: -
	Müli_unten1	keine	keine	kein	kein	leichte	keine	mittel	kein	>25%	keine		1	-	
	Müli_unten2	keine	keine	kein	kein	keine	keine	keine	kein	1-10%	mittlere		3	-	
19. Apr 12 Ist-Zustand Frühling	Müli_oben	keine	keine	kein	wenig	keine	keine	keine	kein	0.0%	keine		3	2.7	
	Müli_RB	keine	keine	kein	kein	mittlere	keine	keine	kein	1-10%	keine		4	-	ÄA: ↑, PB: →, DICH: =
	Müli_unten1	keine	keine	kein	kein	keine	keine	keine	kein	>25%	keine		1	2.3	
	Müli_unten2	keine	keine	kein	kein	leichte	keine	keine	kein	1-10%	keine		1	3.7	
14. Jun 12 Regenereignis 2	Müli_oben	keine	keine	kein	kein	keine	keine	wenig	kein	0.0%	starke		3	-	
	Müli_RB	keine	keine	kein	kein	mittlere	keine	viel	mittel	>25%	keine		4	-	ÄA: ↑, PB: →, DICH: -
	Müli_unten1	keine	keine	kein	kein	keine	keine	wenig	kein	1-10%	keine		2	-	
	Müli_unten2	keine	keine	kein	kein	keine	keine	keine	kein	1-10%	leichte		1	-	

Legende

Äusserer Aspekt		Pflanzlicher Bewuchs			Kieselalgen		
ÄA	GSchV Anhang 2	PB	Zustandsklasse	GSchV Anhang 1	DI-CH	Zustandsklasse	GSchV Anhang 2
	Anforderungen erfüllt		sehr gut	erfüllt*	1.0-3.49	sehr gut	erfüllt
			gut		3.5-4.49	gut	erfüllt
	Erfüllung Anforderung fraglich		mässig	nicht erfüllt*	4.5-5.49	mässig	knapp nicht erfüllt
	Anforderung nicht erfüllt		unbefriedigend		5.5-6.49	unbefriedigend	nicht erfüllt
			schlecht		6.5-8.0	schlecht	nicht erfüllt

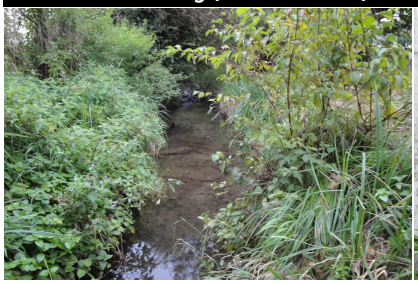


Untersuchungsstellen Mülibach ●

Einleitstellen Regenbecken ➘

Gemeinde:	Ober- und Niederrohrdorf	7. September 2011
Gewässer:	Mülibach	
Einleitung:	Regenbecken	

oberhalb Einleitung (Blick aufwärts)



Einleitung Regenbecken

unterhalb Einleitung (Blick abwärts)

Ergebnisse ökologische Untersuchungen

Untersuchungsstelle	Äusserer Aspekt (ÄA)	Pflanzlicher Bewuchs (PB)	Kieselalgen DICH	Bemerkungen	Ursachen und Vorbelastungen	Sichtbarer Effekt durch Einleitung	Einfluss Einleitung gross: ↑ mittel: → klein: ↓ kein: = unklar: ? ÄA= Äusserer Aspekt, PB= Pflanzlicher Bewuchs, DICH=Kieselalgenindex
Müli_oben			3.4	Schaum (mittel), Verschlammung (leicht), Eisensulfidflecken (wenig)	Siedlungsentwässerung landwirtschaftliche Einflüsse		
Müli_RB			-	viel WC-Papier und weitere Feststoffe aus Siedlungsentwässerung, Verschlammung, starker pflanzlicher Bewuchs (Sparganium, Potamogeton)	Regenbecken	ja, unmittelbar an Einleitung	ÄA: ↑ PB: → DICH: =
Müli_unten1			2.9	Verschlammung (leicht), Eisensulfid (viel)		ja	
Müli_unten2			3.8	Eisensulfid (mittel)	Siedlungsentwässerung landwirtschaftliche Einflüsse	ja, ev. auch durch Landwirtschaft	

Legende

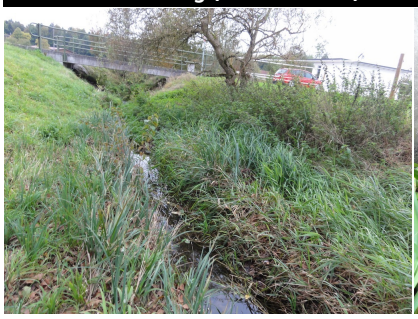
Äusserer Aspekt		Pflanzlicher Bewuchs			Kieselalgen		
ÄA	GSchV Anhang 2	PB	Zustandsklasse	GSchV Anhang 1	DI-CH	Zustandsklasse	GSchV Anhang 2
	Anforderungen erfüllt		sehr gut	erfüllt*	1.0-3.49	sehr gut	erfüllt
			gut		3.5-4.49	gut	erfüllt
	Erfüllung Anforderung fraglich		mässig	nicht erfüllt*	4.5-5.49	mässig	knapp nicht erfüllt
	Anforderung nicht erfüllt		unbefriedigend		5.5-6.49	unbefriedigend	nicht erfüllt
			schlecht		6.5-8.0	schlecht	nicht erfüllt

Fazit

Ein negativer Einfluss des Regenbeckens auf den Mülibach ist sichtbar. Oberhalb des Regenbeckens konnte eine geringe Belastung beim äusseren Aspekt nachgewiesen werden; die Lebensgemeinschaft der Kieselalgen indizierten sehr gute Verhältnisse und auch bei den Wasserwirbellosen wurden keine typischen Belastungsanzeiger gefunden. Die Einleitung des Regenbeckens selbst war stark belastet (WC-Papier, Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung, Verschlammung). Daneben wurden typische Belastungsanzeiger wie Asseln und Egel sowie die Schnecke *Bithynia tentaculata* gefunden. Unmittelbar unterhalb der Einleitung (ca. 10 m; Müli_unten1) wurde im abgelagerten Feinkies Eisensulfid nachgewiesen. Die Kieselalgen-Lebensgemeinschaft indizierte keine Belastung. Im weiteren Fliessverlauf, ca. 300 m bachabwärts der Einleitung (Müli_unten2), verbesserte sich einerseits der äussere Aspekt, andererseits traten Egel sowie *Bithynia tentaculata* auf. Vermutlich kann sich belastendes GUS im unteren Teil durch die breitere Sohle leichter ablagern (geringere Fliessgeschwindigkeit!), während im oberen Teil die Sohle sehr viel enger ist, was einer Sedimentation während Entlastungen entgegenwirkt. Der Kieselalgenindex zeigte gute Verhältnisse an, war aber schlechter als unmittelbar unterhalb der Einleitung.
Eine allgemeine Vorbelastung des Mülibachs durch die Landwirtschaft und Siedlungsentwässerung (Regenbecken in Ober- und Niederrohrdorf) ist wahrscheinlich.

Gemeinde:	Ober- und Niederrohrdorf	12. Oktober 2011
Gewässer:	Mülibach	nach Regenereignis
Einleitung:	Regenbecken	

oberhalb Einleitung (Blick abwärts) **Einleitung Regenbecken** **unterhalb Einleitung (Blick abwärts)**



Ergebnisse ökologische Untersuchungen

Untersuchungsstelle	Äusserer Aspekt (ÄA)	Pflanzlicher Bewuchs (PB)	Bemerkungen	Ursachen und Vorbelastungen	Sichtbarer Effekt durch Einleitung	Einfluss Einleitung gross: ↑ mittel: → klein: ↓ kein: = unklar: ? ÄA= Äusserer Aspekt, PB= Pflanzlicher Bewuchs
Müli_oben			Verschlammung (leicht), grosse Algendichte	Siedlungsentwässerung landwirtschaftliche Einflüsse		
Müli_RB			viel WC-Papier und weitere Feststoffe aus Siedlungsentwässerung, Verschlammung, starker pflanzlicher Bewuchs (Sparganium, Potamogeton)	Regenbecken	ja, unmittelbar an Einleitung	ÄA: ↑ PB: →
Müli_unten1			Verschlammung (leicht), Eisensulfid (viel), WC-Papier		ja	
Müli_unten2			Eisensulfid (wenig)	Siedlungsentwässerung landwirtschaftliche Einflüsse	ja, ev. auch durch Landwirtschaft	

Legende

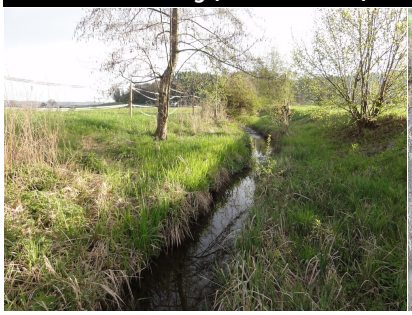
Äusserer Aspekt		Pflanzlicher Bewuchs		
ÄA	GSchV Anhang 2	PB	Zustandsklasse	GSchV Anhang 1
	Anforderungen erfüllt		sehr gut	erfüllt*
			gut	
	Erfüllung Anforderung fraglich		mässig	nicht erfüllt*
	Anforderung nicht erfüllt		unbefriedigend	
			schlecht	

Fazit

Ein negativer Einfluss des Regenbeckens auf den Mülibach nach dem Regenereignis ist sichtbar.
Oberhalb des Regenbeckens konnte eine mässige Belastung nachgewiesen werden (äusserer Aspekt). Seit der letzten Untersuchung hat an dieser Stelle der Algenbewuchs massiv zugenommen. Als Ursache kann die Schönwetterperiode im September angeführt werden. Von Bedeutung dürften aber auch Nährstoffeinträge gewesen sein (Gülleaustrag). Typische Belastungsanzeiger wurden bei den Wasserwirbellosen nicht gefunden.
Die Einleitung des Regenbeckens selbst war stark belastet (WC-Papier, Verschlammung). Daneben wurden typische Belastungsanzeiger wie Asseln und Egel gefunden. Durch den intensiven Regen vom 8./9. Oktober wurde vermehrt Feinkies vor der Einleitung abgelagert. Dadurch konnte sich oberhalb der Feinkiesablagerungen vermehrt Schlamm aus dem Regenbecken ablagern. Allgemein hat die Dichte an Asseln und Egeln enorm zugenommen. Neben der Dichtezunahme um die Einleitung wurden jetzt auch im weiteren Fliessverlauf Egel und Asseln gefunden (Müli_unten1, Müli_unten2). Diese wurden im September an "Müli_unten1" nicht nachgewiesen. An "Müli_unten2" kamen bereits im September Egel vor, jedoch nicht in derart grossen Mengen. Die Dichtezunahme von Egeln und Asseln steht vermutlich nicht in direktem Zusammenhang mit dem erwähnten Regenereignis mit Entlastung des Regenbeckens in den Mülibach. Die Zeit zwischen Entlastung und Untersuchung war zu kurz für die Entwicklung dieser beiden Faunengruppen. Da die Egel und Asseln in besonders hohen Dichten im Bereich der Einleitung vorkamen, könnten folgende Gründe für deren Vorkommen verantwortlich sein: (1) das vor der Einleitung abgelagerte Geschiebe führt zu einer Stauung des Abwassers im und vor dem Einleitungsrohr, und/ oder (2) es kommt häufig zu Entlastungen.
Wie schon im September wurde unmittelbar unterhalb der Einleitung (ca. 10 m, Müli_unten1) im abgelagerten Feinkies Eisensulfid nachgewiesen. Die Schnecke *Bithynia tentaculata* hat enorm an Dichte um die Einleitung zugenommen; sie filtriert u.a. Detritus (organisches Material). Dies kann jedoch nicht nur auf die untersuchte Einleitung zurückgeführt werden, da *Bithynia tentaculata* bereits unmittelbar oberhalb der Einleitung in grossen Dichten vorkam.
Eine allgemeine Vorbelastung des Mülibachs durch die Landwirtschaft und Siedlungsentwässerung (Regenbecken in Ober- und Niederrohrdorf) ist wahrscheinlich.

Gemeinde:	Ober- und Niederrohrdorf	19. April 2012
Gewässer:	Mülibach	
Einleitung:	Regenbecken	

oberhalb Einleitung (Blick aufwärts)



Einleitung Regenbecken

unterhalb Einleitung (Blick abwärts)

Ergebnisse ökologische Untersuchungen

Untersuchungsstelle	Äusserer Aspekt (ÄA)	Pflanzlicher Bewuchs (PB)	Kieselalgen DICH	Bemerkungen	Ursachen und Vorbelastungen	Sichtbarer Effekt durch Einleitung	Einfluss Einleitung gross: ↑ mittel: → klein: ↓ kein: = unklar: ? ÄA= Äusserer Aspekt, PB= Pflanzlicher Bewuchs, DICH=Kieselalgenindex
Müli_oben			2.7	sehr viel Kalkablagerungen (Geschiebetrieb) Vaucheria sp. (Nährstoffanzeiger)	Siedlungsentwässerung landwirtschaftliche Einflüsse		
Müli_RB			-	mittlere Verschlammung, starker pflanzlicher Bewuchs (Sparganium, Potamogeton)	Regenbecken	ja, unmittelbar an Einleitung	ÄA: ↑ PB: → DICH: =
Müli_unten1			2.3	starker Eintrag von Feinkies (Geschiebetrieb), viel Eisensulfid (unter Feinkies)	Regenbecken	ja	
Müli_unten2			3.7	Feinsedimentablagerung (feine Schicht über alle Steine)	Siedlungsentwässerung landwirtschaftliche Einflüsse	ja, ev. auch durch Landwirtschaft	

Legende

Äusserer Aspekt		Pflanzlicher Bewuchs			Kieselalgen		
ÄA	GSchV Anhang 2	PB	Zustandsklasse	GSchV Anhang 1	DI-CH	Zustandsklasse	GSchV Anhang 2
	Anforderungen erfüllt		sehr gut	erfüllt*	1.0-3.49	sehr gut	erfüllt
			gut		3.5-4.49	gut	erfüllt
	Erfüllung Anforderung fraglich		mässig	nicht erfüllt*	4.5-5.49	mässig	knapp nicht erfüllt
	Anforderung nicht erfüllt		unbefriedigend		5.5-6.49	unbefriedigend	nicht erfüllt
			schlecht		6.5-8.0	schlecht	nicht erfüllt

Fazit

Ein negativer Einfluss des Regenbeckens auf den Mülibach ist sichtbar.
Grundsätzlich hat sich die allgemeine gewässerökologische Situation wenig verändert seit der letzten Untersuchung, mit einer leicht verbessernden Tendenz.
Oberhalb des Regenbeckens konnte eine mässige Belastung nachgewiesen werden (äusserer Aspekt, pflanzlicher Bewuchs). Seit der letzten Untersuchung hat an dieser Stelle der Algenbewuchs abgenommen. Es wurde vereinzelt der Nährstoffanzeiger Vaucheria sp. gefunden. Da die Dichte jedoch nicht sehr gross war, ist deren Vorkommen nicht bedenklich. Die Abnahme des Algenbewuchs seit der letzten Untersuchung ist vermutlich auf ein Regenereignis mit Geschiebetrieb zurückzuführen. Typische Belastungsanzeiger wurden bei den Wasserwirbellosen nicht gefunden. Es wurden sehr hohe Dichten an Gammariden gefunden. Dies ist allgemein ein gutes Zeichen, da diese sehr empfindlich auf Schadstoffbelastungen reagieren. Die Lebensgemeinschaft der Kieselalgen indizierten sehr gute Verhältnisse.
Die Einleitung des Regenbeckens selbst war stark belastet (WC-Papier, Verschlammung). Daneben wurden typische Belastungsanzeiger wie Asseln und Egel gefunden, wenn auch in geringerem Ausmass wie bei der letzten Untersuchgung. Wie schon bei der letzten Untersuchung befand sich noch immer viel Feinkies im Bachbett vor der Einleitung. Dadurch konnte sich im Einleitungsbereich vermehrt Schlamm ablagern, der vermutlich ein guter Nährboden für den pflanzlichen Bewuchs darstellt (hohe Makrophytendichte!).
Wie schon im September und Oktober 2011 wurde unmittelbar unterhalb der Einleitung (ca. 10 m, Müli_unten1) im abgelagerten Feinkies Eisensulfid nachgewiesen. Zudem wurden hier wieder typische Belastungsanzeiger nachgewiesen (Egel, Asseln). Egel und Asseln wurden auch wieder im weiteren Fliessverlauf an "Müli_unten2" gefunden. Da schon bei den vergangenen Untersuchungen typische Belastungsanzeiger gefunden wurden (und diese nur unterhalb des Regenbeckens), scheint die Belastung dauerhaft präsent zu sein und vom Regenbecken auszugehen: (1) das vor der Einleitung abgelagerte Geschiebe führt zu einer Stauung des Abwassers im und vor dem Einleitungsrohr, und/ oder (2) es kommt häufig zu Entlastungen. Demgegenüber zeigte der Kieselalgenindex unmittelbar unter der Einleitung (Müli_unten1) sehr gute und an "Müli_unten2" gute Verhältnisse an.

Die Schnecke *Bithynia tentaculata* kommt noch immer in sehr grossen Dichten um die Einleitung vor; sie filtriert u.a. Detritus (organisches Material). Dies kann jedoch nicht nur auf die untersuchte Einleitung zurückgeführt werden, da *Bithynia tentaculata* bereits unmittelbar oberhalb der Einleitung in etwas geringeren Dichten vorkam. Sie kam ebenfalls an "Müli_unten2" vor.
Die sehr zahlreichen und belastungsintoleranten Gammariden von Müli_oben nehmen im Fliessverlauf ab. Im Bereich Einleitung und an "Müli_unten1" wurden nur sehr wenig gefunden, an der untersten Stelle "Müli_unten2" keine.

Eine allgemeine Vorbelastung des Mülibachs durch die Landwirtschaft und Siedlungsentwässerung (Regenbecken in Ober- und Niederrohrdorf) ist wahrscheinlich.

Gemeinde:	Ober- und Niederrohrdorf	14. Juni 2012
Gewässer:	Mülibach	nach Regenereignis
Einleitung:	Regenbecken	

oberhalb Einleitung (Blick aufwärts)

Einleitung Regenbecken

unterhalb Einleitung (Blick abwärts)

Ergebnisse ökologische Untersuchungen

Untersuchungsstelle	Äusserer Aspekt (ÄA)	Pflanzlicher Bewuchs (PB)	Bemerkungen	Ursachen und Vorbelastungen	Sichtbarer Effekt durch Einleitung	Einfluss Einleitung gross: ↑ mittel: → klein: ↓ kein: = unklar: ? ÄA= Äusserer Aspekt, PB= Pflanzlicher Bewuchs
Müli_oben			Hygieneartikel (wenig), Algen (Nährstoffanzeiger)	Siedlungsentwässerung landwirtschaftliche Einflüsse		
Müli_RB			viel WC-Papier, Verschlammung (FeS), starker pflanzlicher Bewuchs (Sparganium, Potamogeton)	Regenbecken	ja, unmittelbar an Einleitung	ÄA: ↑ PB: →
Müli_unten1			Eisensulfid (wenig), WC-Papier (wenig)		ja	
Müli_unten2			Eisensulfid (wenig)	Siedlungsentwässerung landwirtschaftliche Einflüsse	ja, ev. auch durch Landwirtschaft	

Legende

Äusserer Aspekt		Pflanzlicher Bewuchs		
ÄA	GSchV Anhang 2	PB	Zustandsklasse	GSchV Anhang 1
	Anforderungen erfüllt		sehr gut	erfüllt*
			gut	
	Erfüllung Anforderung fraglich		mässig	nicht erfüllt*
	Anforderung nicht erfüllt		unbefriedigend	
			schlecht	

Fazit

Ein negativer Einfluss des Regenbeckens auf den Mülibach ist nach dem Regenereignis sichtbar.
Grundsätzlich ist die allgemeine gewässerökologische Situation recht ähnlich verglichen mit der letzten Untersuchung; mit der Tendenz zu einer Verbesserung unterhalb des Regenbeckens (Müli1_unten; v.a. weniger Eisensulfid). Vermutlich kam es hier durch das Regenereignis zu Geschiebetrieb, wodurch das Kies mit den Eisensulfidablagerungen abgeschwemmt wurde. Im Gegensatz hierzu hat sich die ökologische Situation unmittelbar an der Einleitung des Regenbeckens etwas verschlechtert (heterotropher Bewuchs, grosses Eisensulfidvorkommen im Sediment (Kies) sowie im Schlamm, Ablagerungen von WC-Papier).
Die vergangene Regenperiode hatte zudem negative Auswirkungen auf die Stelle oberhalb des Regenbeckens; hier wurden vereinzelt Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung (Binden, WC-Papier) gefunden. Vermutlich gab es an den beiden bachaufwärts liegenden Regenbecken ebenfalls Entlastungen in den Muelibach.
Die unterste Stelle "Müli_unten2" wies keine Veränderung zu den vorherigen Untersuchungen auf. Hier ist jedoch die Situation im Juni 2012 hinsichtlich der Wasserwirbellosen nicht ganz klar. Einerseits treten typische Belastungsanzeiger wie Egel und Asseln auf, andererseits Köcher- und Eintagsfliegenlarven sowie Bachflohkrebse auf.

Anhang

A Methodik

A 1 Methodik zur biologisch-ökologischen Zustandserhebung

A 2 Äusserer Aspekt

A 3 Pflanzlicher Bewuchs der Gewässersohle (Algen, Moose und Makrophyten)

B Korngrössenbestimmung

C Literatur

A Methodik der biologisch-ökologischen Zustandserhebungen

A 1 Felderhebungen

Die Felduntersuchungen bestanden aus Kurzaufnahmen gemäss nachfolgend aufgeführtem Protokoll. Sie beinhalten eine grobe Beurteilung des vorgefundenen Zustandes hinsichtlich des äusseren Aspektes (Binderheim & Göggel 2007) sowie des pflanzlichen Bewuchses (abgeändert nach Thomas & Schanz 1976). Wasserwirbellose wurden nicht untersucht. Bei der Beurteilungsstufe A des Aufnahmeprotokolls kann davon ausgegangen werden, dass die hier betrachteten Qualitätsziele für Gewässer bzw. Anforderungen an die Wasserqualität gemäss Gewässerschutzverordnung (GSchV, Anhang 1 und 2) erreicht werden. Die Beurteilungsstufe C bedeutet demgegenüber das Nichteinhalten von Qualitätszielen für Gewässer bzw. Anforderungen an die Wasserqualität, sofern es sich nicht um typische Verhältnisse eines Gewässertyps handelt. Die Beurteilungsstufe B steht für eine leichte Überschreitung der festgelegten Grenzwerte oder wird vergeben, falls unklare Verhältnisse vorherrschen (z.B. kurze Zeit nach einem Hochwasser, gegenteilige Indikation von Abwasserzeigern).

Algen und höhere Wasserpflanzen wurden im Feld bestimmt.

Bei den durchgeführten Untersuchungen handelt es sich um Einzelaufnahmen, weshalb die Ergebnisse zwangsläufig mit gewissen Unsicherheiten behaftet sind. Bei einzelnen Parametern des äusseren Aspektes, welche allenfalls temporär, z.B. als Folge einer Betriebsstörung in einer Kläranlage, das Qualitätsziel für Fliessgewässer überschreiten, ist eine Einzelbeurteilung nicht aussagekräftig. Dies kann insbesondere beim Parameter "Auftreten von Schaum" der Fall sein. Die als Bioindikatoren genutzten Organismen (heterotropher und pflanzlicher Bewuchs sowie Wasserwirbellose), welche während längerer Zeit im Wasser leben, sind den Umweltbedingungen über diese Zeit ausgesetzt und spiegeln den Gewässerzustand über einen längeren Zeitraum (Wochen bis Jahre) wieder.

Kurzaufnahme Biologie **Fliessgewässer** *Muster*

Gewässer			
Probenahmestelle		**Kanton**	
Koordinaten	/	**Meereshöhe**	
Datum		**Zeit**	. Uhr
Witterung Probenahme		**Witterung Vortage**	
BearbeiterIn Feld			

Allgemeine Angaben (Hydrologie, Morphologie, Untergrund): Schätzungen

Fliessges. bis [m/s]/Abfluss [m³/s]			Dominante Korngrösse	Fels	gr. Steine	Grobkies
Maximale Wassertiefe [m]				Feinkies	Sand	Schlick
Benetzte Breite bis [m]			Kolmation	keine	leichte	mittlere	starke
Beschattung vertikal [%]			Bemerkung				

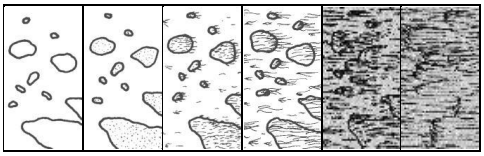
Äusserer Aspekt

Trübung	**KEINE**		geringe	mittlere	starke
Verfärbung	**KEINE**		leichte	mittlere	starke
Geruch	**KEIN**		gering	mittel	stark
Schaum (stabil)	**KEIN**		wenig	mittel	viel
Verschlammung	**KEINE**		leichte	mittlere	starke
heterotropher Bewuchs (vz=vereinzelt)	**KEINE**	vz	wenig		mittel	viel
Eisensulfid-Flecken (Fundhäufigkeit)	**0%**		1-10%	10-25%	>25%
Feststoffe aus Siedlungsentwässerung	**KEINE**		wenige	mittel	viel
Abfälle	**KEINE**		wenige	mittel	viel
Übertrag in Gesamtbeurteilung grob *	-> A		-> B		-> C

Pflanzlicher Bewuchs

Algen

Algen



0 1 2 3 4 5

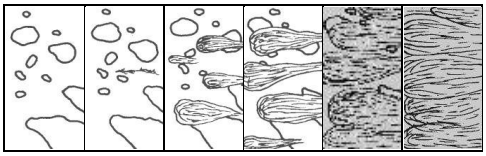
Achtung: Goldalge Hydrurus foetidus nicht beachten!

0 = kein Bewuchs, 1 = Krustenalgen, deutliche Überzüge ohne Zotten,
2 = Ansätze von Fäden und Zotten, 3 = gut ausgebildete Fäden und Zotten,
4 = Gewässersohle zum grössten Teil mit Algen bedeckt, alle Steine überzogen, 5 = ganzer Bachgrund mit Algen bedeckt, Konturen der Steine nicht mehr sichtbar.
Abgeändert nach: THOMAS & SCHANZ (1976)

Übertrag in Gesamtbeurteilung grob *	
-> A (Bewuchs <4)	-> C
-> B (falls hochwasserbedingt)	(Bewuchs >=4)

Moose und Makrophyten

Moose



0 1 2 3 4 5

Makrophyten

0 = frei von Bewuchs, 1 = 1-10% der Gewässersohle bedeckt, 2 = 11-25%,
3 = 26-50%, 4 = 51-75%, 5 = 76-100%
Abgeändert nach: THOMAS & SCHANZ (1976)

Übertrag in Gesamtbeurteilung grob *	
-> A (Bewuchs <4)	-> C
-> B (falls hochwasserbedingt)	(Bewuchs >=4)

Deckung von Grobkies und gröberem Substrat mit langfädigen Algen oder der Gelbgrünalge Vaucheria sp.

	< 50%	> 50%
Übertrag in Gesamtbeurteilung grob *	-> A	-> C
	-> B (falls hochwasserbedingt)	

Wasserwirbellose

Dominante Artengruppe (Kicksampling und/oder Ermittlung aufgrund des Vorhandenseins von Organismen auf ca. 10 Steinen)	Steinfliegenlarven und/oder Köcherfliegenlarven mit Köcher und/oder Eintagsfliegenlarven	andere Artengruppen oder unklare Verhältnisse oder Individuendichte hochwasserbedingt zu gering für eine Beurteilung	Wasserrasseln und/oder Egel und/oder Zuckmückenlarven und/oder Würmer
Übertrag in Gesamtbeurteilung *	-> A	-> B	-> C

AquaPlus Elber Hürlimann Niederberger
Angewandte Ökologie
Gewässer- und Fischereifragen
Landschafts- und Naturschutzplanung
Bundesstrasse 6
6300 Zug
Tel. 041 / 729 30 00
Fax 041 / 729 30 01

Artenliste Algen / Moose / Makrophyten / Wasserwirbellose

Deckungskategorie Algen/Moose/Makrophyten: 0 = frei von Bewuchs, 1 = 1-10% bedeckt, 2 = 11-25%, 3 = 26-50%, 4 = 51-75%, 5 = 76-100%.
Dichte Wasserwirbellose: • = vereinzelt; •• = wenige; ••• = häufig; •••• = massenhaft; / = Zwischenstufen
Stadium Wasserwirbellose: L = Larve, P = Puppe, Sim = Subimago, juv = juvenil, I = Imago, Ex = Exuvie, Ei = Ei, Gelege, K = Kokon

Algen	Deckung	Moose/Makrophyten	Deckung	Wasserwirbellose	Dichte	Stad.

Mögliche Ursachengruppen und mögliche Massnahmen

Es soll versucht werden, die Ursache für die Beeinträchtigung des Fliessgewässers anzugeben. Zudem sollen mögliche Massnahmen zur Verbesserung der beanstandeten Verhältnisse vorgeschlagen werden. In der nachfolgenden Tabelle sind mögliche Ursachengruppen und mögliche Massnahmen aufgeführt. Speziell sei dabei auf die Massnahme "Zustand erhalten" hingewiesen, welche allenfalls, wie andere Massnahmen auch, Aktivitäten wie beispielsweise Schutz erfordert.

Im linken Feld der Ursachengruppe bzw. der möglichen Massnahmen soll bei mehreren Möglichkeiten die Bedeutung mittels Zahlen beurteilt werden (1 = grösste Bedeutung).

	Mögliche Ursachengruppen		Mögliche Massnahmen
	Einleitung ARA Abwasser, Mischwasserentlastung, Überlauf Regenbecken		Verbesserung der Reinigungsleistung der ARA, Überprüfen/ Überdenken Einleitungsort und Entlastungshäufigkeit/-menge
	Einleitung häuslicher Abwasser, Überlauf Klärgrube		Überprüfen der Kanalisationsanschlüsse (evtl. Anschluss verfügen)
	Eintrag von Düngstoffen aus der Landwirtschaft, Abschwemmungen, Stallabwässer, etc.		Bewirtschaftung abklären, Düngebeschränkungen verfügen, Pufferstreifen ausscheiden, Abwasserbehandlung überprüfen
	Einleitung von Strassenabwasser, Ölabscheider, Tunnelentwässerung		Überprüfen der Strassenentwässerung
	Einleitung von Deponie-Sickerwasser		Überprüfen der Deponieentwässerung
	Stausituation / unzureichende Strömung		Strömungssituation durch Renaturierungsmassnahmen verbessern, allenfalls Spülungen vornehmen
	Restwasserregime (fehlende Hochwasser)		Restwasserverhältnisse abklären, ökologisch und ökonomisch sinnvolle Lösungen anstreben (z.B. naturnahes Restwasserregime, Flussbettspülungen bei Hochwasser)
	Fehlende Beschattung		Ufer bestocken
	Sohlenbeschaffenheit (Kolmation, Verschlammung, Eintönigkeit, Verbauung)		Renaturierung des Fliessgewässerabschnittes (damit auch Steigerung der Selbstreinigungskraft des Gewässers)
	Zeitweises Trockenfallen		Hydrologie abklären, sofern nicht natürliches Trockenfallen
	keine Beeinträchtigung		Zustand erhalten
	Eintrag von schwefelhaltigem Wasser		
	Einbringen von organischen Abfällen		Rechtskonforme Entsorgung
	Abwasser aus Fischzucht		Überprüfung der Fischzuchtanstalt (Fischdichte, Fischnahrung, Betrieb, Unterhalt)
	Ökomorphologie stark beeinträchtigt		Renaturierung des Fliessgewässerabschnittes

Gesamtbeurteilung grob *

Übersicht * Eintrag des jeweils schlechtesten Zustandes

Äusserer Aspekt	A B C	Pflanzlicher Bewuchs	A B C	Wasserwirbellose	A B C

Beurteilung und weiteres Vorgehen **massgebend ist in der Regel die schlechteste Beurteilung der drei unterschiedenen Bereiche**

	A	B	C
Beurteilung des Gewässerzustandes	Anforderungen an die Wasserqualität und ökologische Ziele für Fliessgewässer gemäss GSchV eingehalten bzw. erreicht	Anforderungen an die Wasserqualität und ökologische Ziele für Fliessgewässer gemäss GSchV knapp nicht eingehalten bzw. nicht erreicht oder Situation unklar (z.B. vor kurzer Zeit Hochwassereinfluss)	Anforderungen an die Wasserqualität und ökologische Ziele für Fliessgewässer gemäss GSchV deutlich überschritten bzw. deutlich nicht eingehalten
Handlungsbedarf für Gewässerschutz-massnahmen (qualitativ)	kein Handlungsbedarf für Gewässerschutzmassnahmen	weitere Abklärungen zur Beurteilung des Handlungsbedarfs	Handlungsbedarf für Gewässer-schutzmassnahmen gegeben
weiteres Vorgehen - biologische Abklärungen	Keine weiteren Abklärungen notwendig. Bei geplanten Einleitungen oder Massnahmen ausführlichere bio-logische Erhebungen für spätere Erfolgskontrolle durchführen.	Erneute Kurzaufnahme oder ausführlichere biologische Abklärungen durchführen.	Biologische oder andere Abklärungen zur Ermittlung der Ursache. Ausführlichere biologische Erhebungen für spätere Erfolgskontrolle von zu treffenden Massnahmen durchführen.

➔ Falls der Vergleich mit einer Referenztabelle merkbare Unterschiede hinsichtlich der drei unterschiedenen Bereiche ergibt, kann eine biologische Untersuchung angezeigt sein, auch wenn die Anforderungen an die Wasserqualität eingehalten werden.

A 2 Äusserer Aspekt

Der "Äussere Aspekt" überprüft die Anforderungen an die Wasserqualität gemäss Anhang 2 der GSchV mit Hilfe der unten aufgelisteten Parameter.

Im Feld wurden die folgenden Parameter gemäss Binderheim & Göggel (2007) aufgenommen:

Schlamm, Eisensulfid, Trübung, Kolmation, Verfärbung, Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung, Schaum, Abfälle, Geruch, Pflanzenbewuchs.

Die Parameter des äusseren Aspekts wurden in dieser Untersuchung mit einer verfeinerten Bewertung in vier statt drei Stufen erhoben. Als Interpretationshilfe für die Bewertung wurden zusätzlich Angaben zu natürlichen und anthropogen verursachten Veränderungen gemacht. Der als ein Parameter aufgeführte pflanzliche Bewuchs der Gewässersohle wurde separat abgehandelt in Anlehnung an Binderheim & Göggel (2007) und Chaix et al. (1995).

Gesamtbeurteilung der Gewässer anhand des äusseren Aspekts

Generell gilt für alle Parameter, dass bei einer Beurteilung nach der Zustandsklasse 1 die Anforderungen an die Wasserqualität gemäss GSchV Anhang 2 erfüllt sind. Dasselbe gilt, wenn eine Veränderung im Äusseren Aspekt natürlichen Ursprunges ist (Tab. Met1). Für die Gesamtbewertung nach dem Äusseren Aspekt war die Zustandsklasse des jeweils schlechtesten Parameters ausschlaggebend.

Bei den durchgeführten Untersuchungen handelt es sich um Einzelaufnahmen, weshalb die Ergebnisse zwangsläufig mit gewissen Unsicherheiten behaftet sind. Bei einzelnen Parametern des Äusseren Aspekts, welche allenfalls temporär, z.B. als Folge einer Betriebsstörung in einer Kläranlage, das Qualitätsziel für Fliessgewässer nicht erreichen, ist eine Einzelbeurteilung nicht aussagekräftig. Dies kann insbesondere beim Parameter "Auftreten von Schaum" der Fall sein. Der als Bioindikator genutzte heterotrophe Bewuchs ist den Umweltbedingungen über eine längere Zeit ausgesetzt und wiederspiegelt den Gewässerzustand über den Zeitraum von mehreren Tagen bis Wochen oder länger.

Darstellung in den Stellendokumentationen

Zur leichteren Les- und Interpretierbarkeit wurden die Daten des äusseren Aspektes in den Stellendokumentationen grafisch dargestellt (Tab. Met2); dies geschah in Anlehnung an die vierstufigen Skalen von Chaix et al. (1995).

Tab. Met1: Bewertung der Fliessgewässer anhand des Äusseren Aspekts gemäss Binderheim & Göggel (2007).

Ursachen

natürlich			**unbekannt/ anthropogen**		
Beurteilung	Bewertung	Abklärungen	Beurteilung	Bewertung	Abklärung
Klasse 1	Anforderungen GSchV erfüllt	keine	**Klasse 1**	Anforderungen GSchV erfüllt	keine
Klasse 2			**Klasse 2**	Erfüllung der GschV fraglich	Vorgehen nach GSchV Art.47
Klasse 3			**Klasse 3**	Anforderungen GSchV nicht erfüllt	

Tab. Met2: Darstellung des Äusseren Aspekts in den Stellendokumentationen und Einteilung in 3 Bewertungsklassen.

Äusserer Aspekt						
Trübung	**keine**		**geringe**	**mittlere**	**starke**	
Verfärbung	**keine**		**leichte**	**mittlere**	**starke**	
Geruch (Abwasser, Gülle)	**kein**		**gering**	**mittel**	**stark**	
Schaum (stabil)	**kein**		**wenig**	**mittel**	**viel**	
Verschlammung	**keine**		**leichte**	**mittlere**	**starke**	
Makroskopisch sichtbare Pilze / Bakterien / Protozoen	**keine**	**verein-zelt**	**wenig**		**mittel**	**viel**
Eisensulfid-Flecken (Fundhäufigkeit)	**0.0%**		**1-10%**	**10-25%**	**>25%**	
Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung	**keine**		**wenige**	**mittel**	**viel**	

Klasse 1	Anforderungen GSchV erfüllt
Klasse 2	Erfüllung der Anforderungen GSchV fraglich
Klasse 3	Anforderungen GSchV nicht erfüllt

A 3 Pflanzlicher Bewuchs der Gewässersohle (Algen, Moose und Makrophyten)

Der Pflanzenbewuchs wird im BAFU Modul Äusserer Aspekt (Binderheim & Göggel 2007) erfasst, jedoch nicht bewertet. Da das BAFU Modul Makrophyten noch nicht publiziert ist, wurde in Anlehnung an Chaix et al. (1995) eine Bewertung vorgenommen.

Makroskopische Beurteilung im Feld

-Bewuchsdichte-Schätzung gemäss der sechsstufigen Bildskala von Thomas & Schanz (1976, siehe Tab. Met3, Änderung: Stufen 0 - 5 anstatt 1 - 6). Diese Dichte-Schätzung wurde aufgrund des allgemeinen Eindruckes unabhängig von der Korngrössenverteilung vorgenommen.

-Unterscheidung zwischen fädigen, haut- und krustenbildenden Algen und Schätzung ihrer Deckung bezüglich der gesamten Gewässersohle in Prozent.

-Unterscheidung von im Feld leicht erkennbaren Arten (z.B. Cladophora sp.; *Hydrurus foetidus*) oder Artgruppen (z.B. Kieselalgen oder Grünalgen) und Schätzung ihrer Deckung bezüglich der gesamten Gewässersohle.

-Schätzung der Deckung für Moose und Makrophyten entsprechend dem Vorgehen bei den Algen.

Probenahme

-Von auffälligen Algenlagern wurden Proben zur späteren mikroskopischen Bestimmung entnommen.

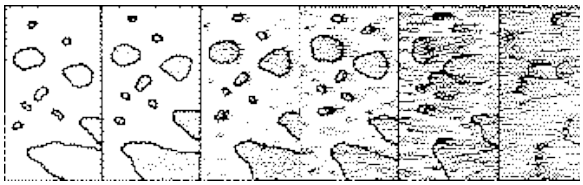
-Makrophyten und Moose bestimmten wir soweit möglich im Feld.

Auswertung

Bildung von 5 Zustandsklassen anhand der 6 Bewuchsstufen gemäss den ökologischen Zielvorgaben in der Gewässerschutzverordnung (GSchV), Anhang 1 (Tab. Met4).

Tab. Met3: Bewuchsdichtestufen zur Einschätzung des pflanzlichen Bewuchses, abgeändert nach Thomas & Schanz (1976).

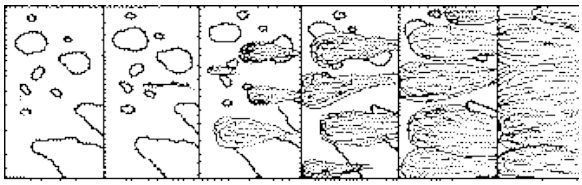
Algen



0 1 2 3 4 5

0 = kein Bewuchs; 1 = Krustenalgen, deutliche Überzüge ohne Zotten 2 = Ansätze von Fäden und Zotten; 3 = gut ausgebildete Fäden und Zotten; 4 = Gewässersohle zum grössten Teil mit Algen bedeckt, alle Steine überzogen; 5 = ganzer Gewässergrund mit Algen bedeckt, Konturen der Steine nicht mehr sichtbar.
Abgeändert nach THOMAS & SCHANZ (T&S) (1976).

Makrophyten und Moose



0 1 2 3 4 5

0 = frei von Bewuchs; 1 = 1-10% der Gewässersohle bedeckt; 2 = 11–25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75%; 5 = 76-100%.
Abgeändert nach T&S.

Tab. Met4: Pflanzlicher Bewuchs (Algen, Moose, Makrophyten) und deren Einteilung in 5 Zustandsklassen.

Beurteilung des pflanzlichen Bewuchses gemäss *Chaix et al.* (1995)	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**4-5**	**5**
Zustandsklassen	**sehr gut**		**gut**		**mässig**	**unbefriedigend**	**schlecht**
GSchV Anhang 1	**erfüllt**				**knapp nicht erfüllt**	**klar nicht erfüllt**	
Stufe gemäss Modul Äusserer Aspekt (2007)	**Stufe 1**		**Stufe 2**		**Stufe 3**		

B Korngrössenbestimmung

Tab. AnhangB1: Korngrössenbestimmung unterhalb des Regenbeckens. d_m = mittlerer Korndurchmesser, d_{90} = 90% kleiner als Nennwert.

	7.9.2011				
d_m (m)	0.03				
d_{90} (m)	0.06				

C Literatur

Binderheim, E. & Göggel, W. (2007): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer in der Schweiz: Äusserer Aspekt. Stufe F (flächendeckend). Umwelt-Vollzug Nr. 0701. Bundesamt für Umwelt (BAFU), 43 Seiten.

Chaix, O., Ochsenbein, U. & Elber, F. (1995): Prioritäten für technisch-bauliche Gewässerschutzmassnahmen. Methode zur Festlegung von Prioritäten aufgrund von Indikatoren der chemisch-pysikalischen und biologischen Gewässergüte und des Kosten-Nutzen-Verhältnisses der Massnahmen. Gas, Wasser, Abwasser 75 (9): 703-713.

Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) vom 24. Januar 1991 (Stand am 24. Dezember 1998).

Gewässerschutzverordnung. Vom 28. Oktober 1998 (Stand am 15. Dezember 1998), Gesetzes-Nr. 814.201.

Straub, F. (1981): Utilisation des membranes filtrantes en téflon dans la préparation des diatomées épilithique. Comptes rendus du 2e colloque de l'ADLAF. Cryptogamie, Algologie 2 (2), 153 Seiten.

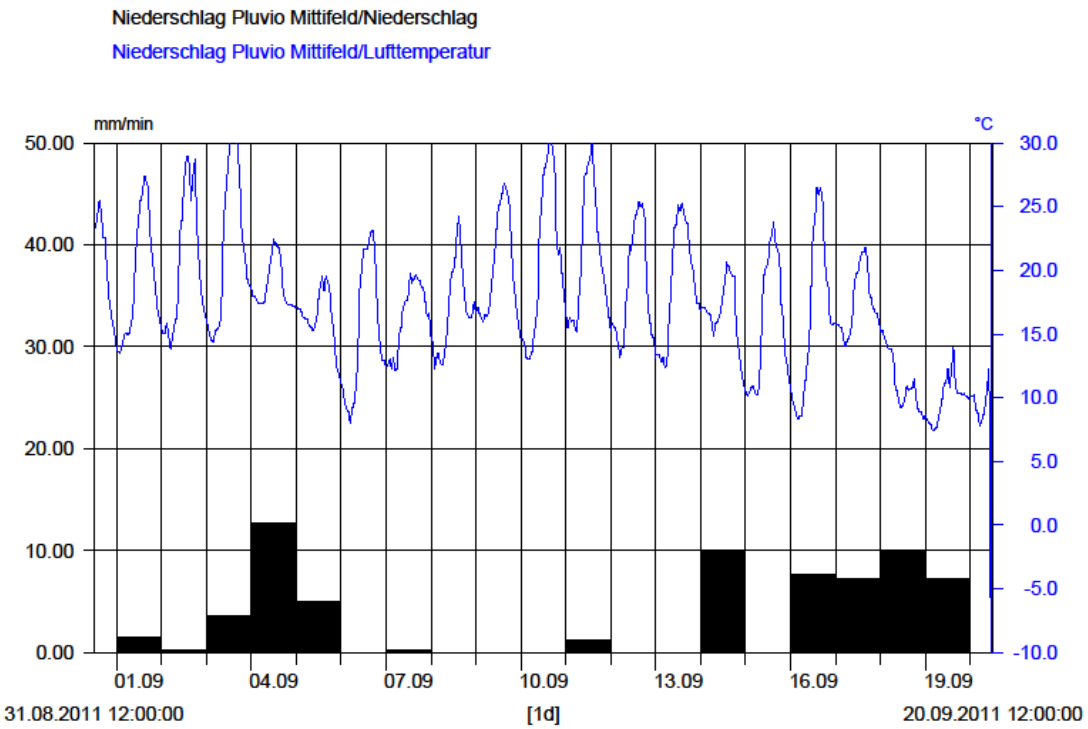
Thomas, E. A. & Schanz, F. (1976): Beziehungen zwischen Wasserchemismus und Primärproduktion in Fliessgewässern, ein limnologisches Problem. Vierteljahresschriften der Naturforschenden Gesellschaft Zürich 121: 309-317.

Anhang 2

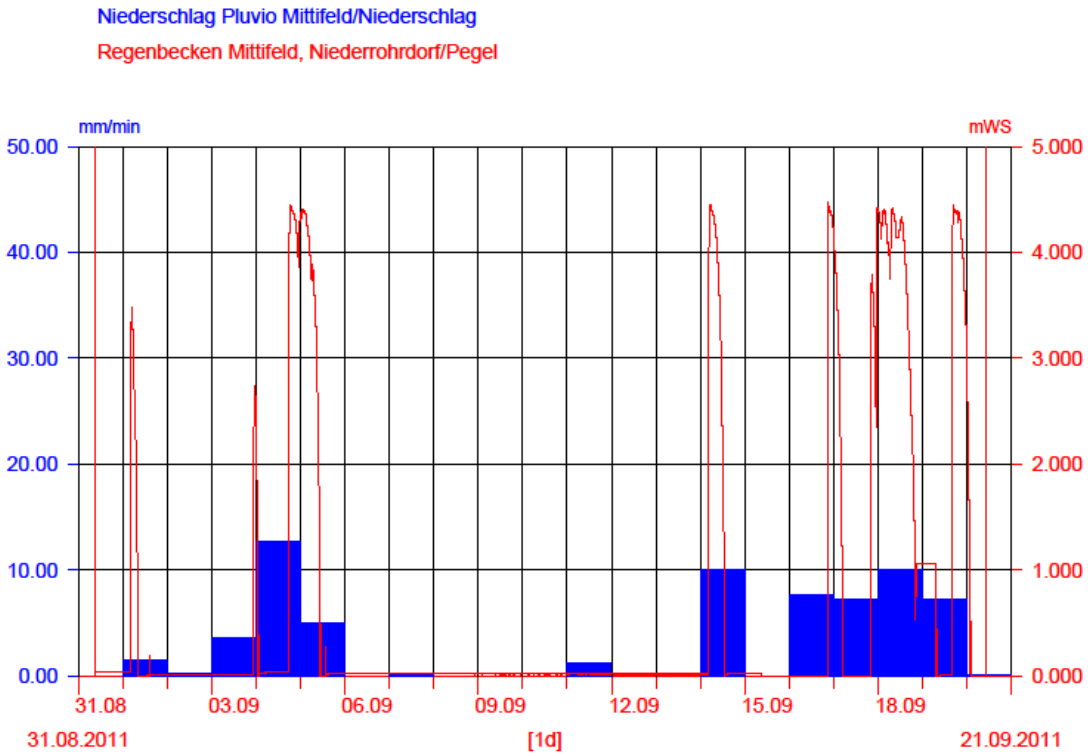
Einblick in die Niederschlags- und Pegelmessungen
Durchgeführt von CSD Ingenieure AG

- Niederschlagsmessungen beim Regenbecken Mittifeld:

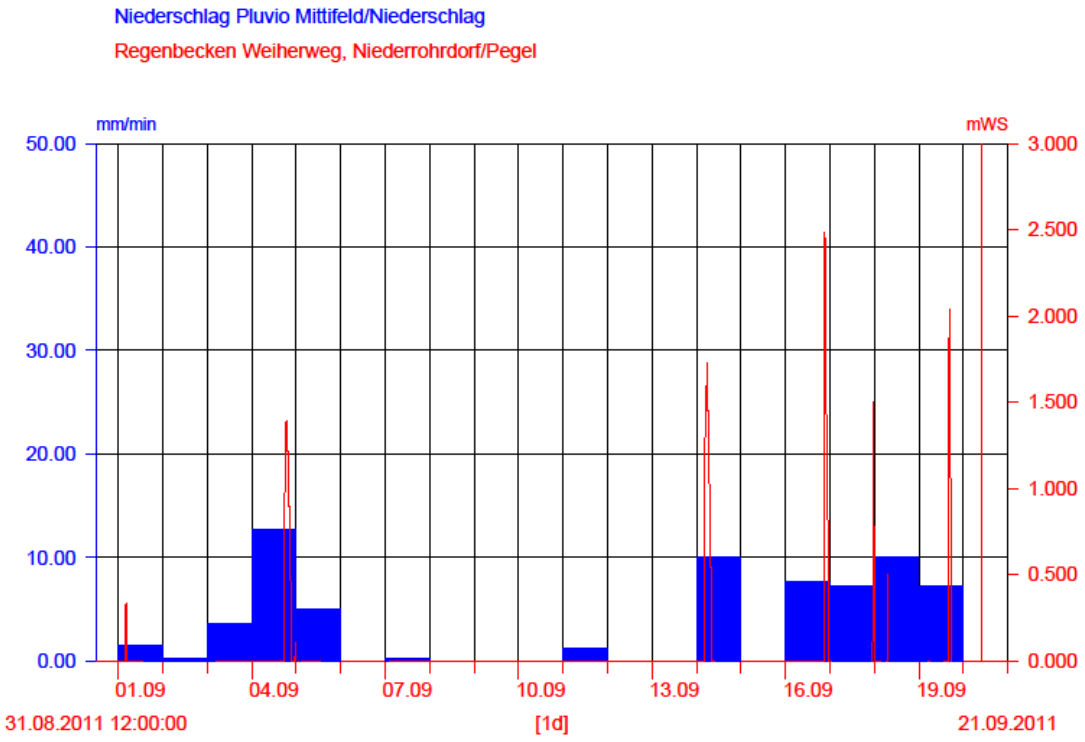
- Ergebnisbeispiel der Niederschlagsmessungen (hier vom 31. August bis 20. September 2011):



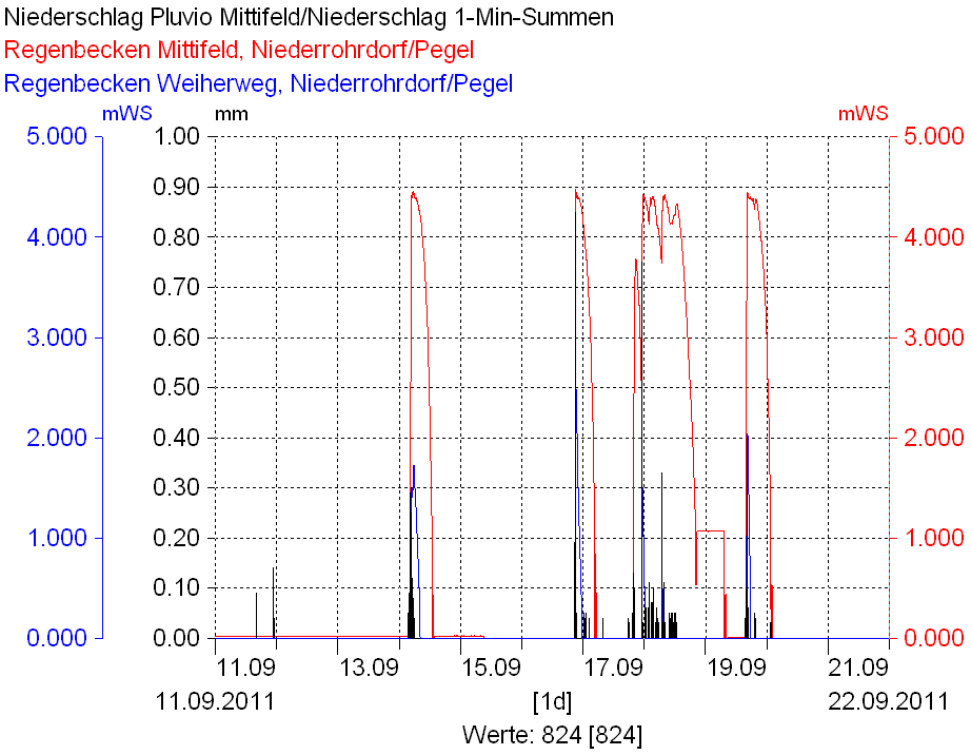
- Beispiel eines resultierenden Plots von Pegelmessungen kombiniert mit Niederschlagsmessungen (hier vom 31. August bis 20. September 2011 im Regenbecken Mittifeld):



- Beispiel eines resultierenden Plots von Pegelmessungen kombiniert mit Niederschlagsmessungen (hier vom 31. August bis 20. September 2011 im Regenbecken Weiherweg):



- Beispiel eines resultierenden Plots von Pegel- und Niederschlagsmessungen beider Regenbecken (hier vom 11. September bis zum 22. September 2011)



- Beispiel für die Analysen der Niederschlagsmessungen

Niederschlag: Ereignisse — Flussgebiet: Reuss

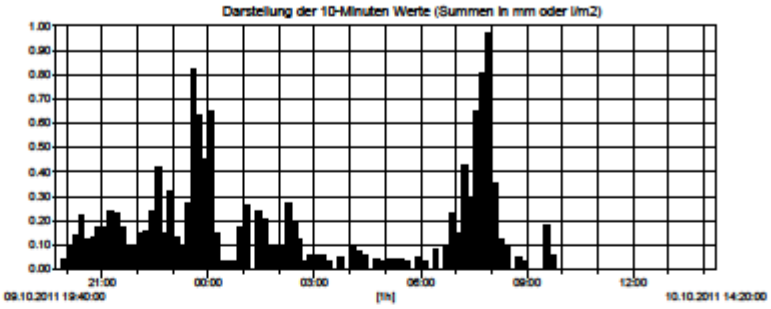
Messstelle: RB Mittifeld — **Messstellen-Nr.: RB1**

Koordinaten: 664 550 / 252 980 — Stationshöhe: 423 m ü.M.

2011 — **3 grösste Ereignisse im Jahr 2011** (Definition Ereignis: Niederschlagsunterbrüche < 60 Minuten)

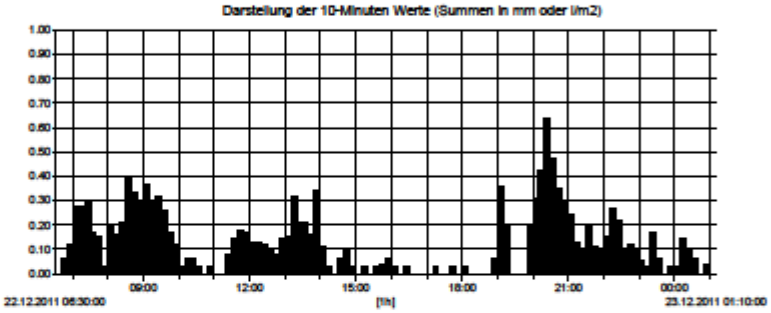
Grösstes Ereignis 2011

Beginn	09.10.2011 19:57
Ende	10.10.2011 09:45
Dauer	13 Stunden 48 Minuten
Niederschlag Summe	13.82 mm
Intensität	2.78 l/(s*ha)
max. 10-Min-Wert	0.97 mm
Datum Zeit	10.10.2011 08:00



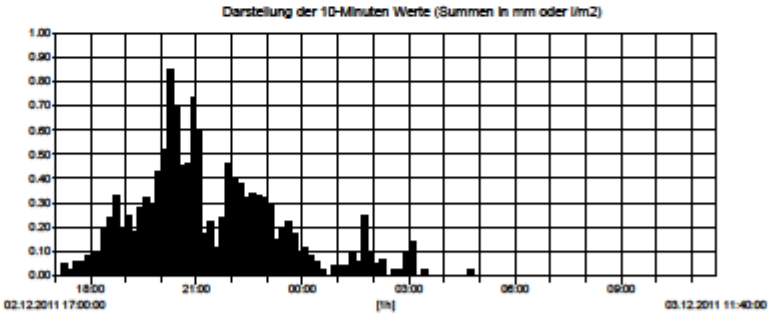
2. grösstes Ereignis 2011

Beginn	22.12.2011 06:45
Ende	23.12.2011 00:53
Dauer	18 Stunden 08 Minuten
Niederschlag Summe	13.80 mm
Intensität	2.11 l/(s*ha)
max. 10-Min-Wert	0.64 mm
Datum Zeit	22.12.2011 20:30



3. grösstes Ereignis 2011

Beginn	02.12.2011 17:18
Ende	03.12.2011 03:24
Dauer	10 Stunden 06 Minuten
Niederschlag Summe	13.26 mm
Intensität	3.65 l/(s*ha)
max. 10-Min-Wert	0.85 mm
Datum Zeit	02.12.2011 20:20



2011 - 2011 — **10 grösste Ereignisse 2011 bis 2011** (Definition Ereignis: Niederschlagsunterbrüche < 60 Minuten)

	Niederschlagssumme	Beginn	Ende	Dauer	Intensität
1. Rang	13.82 mm	09.10.2011 19:57	10.10.2011 09:45	13 Std. 48 Min.	2.78 l/(s*ha)
2. Rang	13.80 mm	22.12.2011 06:45	23.12.2011 00:53	18 Std. 08 Min.	2.11 l/(s*ha)
3. Rang	13.26 mm	02.12.2011 17:18	03.12.2011 03:24	10 Std. 06 Min.	3.65 l/(s*ha)
4. Rang	12.41 mm	19.10.2011 09:15	19.10.2011 18:15	9 Std. 00 Min.	3.83 l/(s*ha)
5. Rang	11.89 mm	06.12.2011 16:08	06.12.2011 21:54	5 Std. 46 Min.	5.73 l/(s*ha)
6. Rang	10.06 mm	14.09.2011 03:27	14.09.2011 06:03	2 Std. 36 Min.	10.75 l/(s*ha)
7. Rang	10.00 mm	08.10.2011 05:29	08.10.2011 09:19	3 Std. 50 Min.	7.25 l/(s*ha)
8. Rang	9.90 mm	07.12.2011 14:45	07.12.2011 18:13	3 Std. 28 Min.	7.93 l/(s*ha)
9. Rang	9.51 mm	30.12.2011 02:24	30.12.2011 09:26	7 Std. 02 Min.	3.76 l/(s*ha)
10. Rang	9.20 mm	04.12.2011 23:54	05.12.2011 03:54	4 Std. 00 Min.	6.39 l/(s*ha)

Datengrundlage: CSD — Datenauswertung 31.08.2011-23.08.2012 — Auswertung: CSD

Wichtige Bemerkung: aufgrund der noch kurzen Auswerteperiode können diese Daten nicht als Grundlage für Bemessungen herangezogen werden.

- Beispiel für die Analysen der Pegelmessungen (hier fürs Jahr 2012 und das Regenbecken Mittifeld)

Pegelstände RB1 Mittfeld — **Tagesmittel** — **Gebiet: ARA Mellingen - Reuss**

Gemeinde: Niederrohrdorf — Messstelle: RB1, Mittifeld — Nr. 5443-RB1

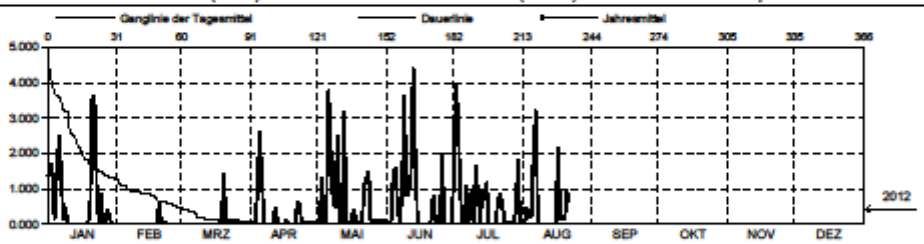
Koordinaten: 664550 / 252980 — OK Terrain: ca. 423 m ü.M. — Abstichhöhe: ca. 423 m ü.M.

Tagesmittel m Wassersäule

2012	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
1	1.376	-0.001	-0.002 -	-0.002	0.047	0.038	3.944 +	-0.005 -				
2	1.695	-0.003	-0.002 -	-0.002	1.297	0.036	3.256	0.448				
3	0.143	-0.012 -	-0.002 -	0.855	0.056	1.324	1.098	0.362				
4	1.308	-0.012 -	-0.002 -	2.585 +	0.175	1.600	0.031	0.189				
5	2.510	-0.010	-0.002 -	1.542	3.753 +	0.543	0.034	2.072				
6	1.530	-0.010	-0.002 -	-0.004	2.331	-0.003 -	1.080	3.199 +				
7	0.130	-0.010	-0.002 -	-0.002	0.603	0.951	0.028	-0.004				
8	0.427	-0.008	-0.002 -	-0.002	0.496	3.604	0.893	-0.005 -				
9	-0.006	-0.008	-0.002 -	-0.002	2.507	0.815	0.021	-0.005 -				
10	-0.008 -	-0.008	-0.002 -	0.013	0.037	0.866	1.656	-0.005 -				
11	-0.001	-0.009	-0.002 -	0.456	0.049	1.397	0.931	-0.005 -				
12	-0.001	-0.009	-0.002 -	0.140	3.177	4.376 +	0.016	-0.005 -				
13	-0.001	-0.007	-0.002 -	0.008	0.078	1.794	0.904	-0.005 -				
14	-0.001	-0.005	-0.002 -	0.007	0.024	0.012	0.742	-0.005 -				
15	-0.001	-0.003	-0.002 -	0.008	0.004 -	-0.003 -	1.159	-0.005 -				
16	-0.001	-0.003	-0.002 -	0.133	0.389	-0.003 -	-0.001	2.168				
17	-0.001	-0.003	-0.002 -	-0.004	0.195	-0.003 -	-0.001	0.137				
18	-0.001	-0.002	0.162	-0.005	0.016	-0.003 -	-0.006 -	0.137				
19	0.346	0.622 +	1.426 +	-0.005	0.017	-0.003 -	-0.006 -	0.138				
20	3.625 +	0.039	0.038	-0.008 -	0.018	0.114	0.651	0.937				
21	3.494	0.058	0.035	0.635	1.104	0.803	0.873	0.648				
22	0.938	0.040	0.034	0.565	1.269	0.171	0.580					
23	0.008	-0.002	0.034	-0.006	1.470	0.028	0.049					
24	0.843	-0.002	0.034	0.089	0.043	0.028	0.050					
25	0.016	-0.002	0.034	0.049	0.121	1.971	0.052					
26	0.015	-0.001	0.034	0.047	0.122	0.025	0.053					
27	0.402	-0.001	0.034	0.047	0.123	0.022	0.040					
28	0.123	-0.002	0.022	0.047	0.123	0.007	0.328					
29	-0.001	-0.002	-0.002 -	0.047	0.123	-0.003 -	1.833					
30	-0.001		-0.002 -	0.047	0.087	0.977	-0.006 -					
31	-0.001		-0.002 -		0.035		-0.005					
Monatsmittel	0.610	0.022 -	0.060	0.243	0.642	0.716 +	0.654	0.495				
Maximum	4.511	3.211 -	3.935	4.458	4.893 +	4.580	4.870	4.522				
Datum (Tag)	20.	19.	19.	4.	5.	8.	1.	4.				
Minimum	-0.012	-0.014	-0.012	-0.010	-0.029 -	-0.009 +	-0.013	-0.012				
Datum (Tag)	10.	3.	28.	16.	21.	5.	30.	7.				
Amplitude	4.523	3.225 -	3.947	4.468	4.922 +	4.589	4.883	4.534				

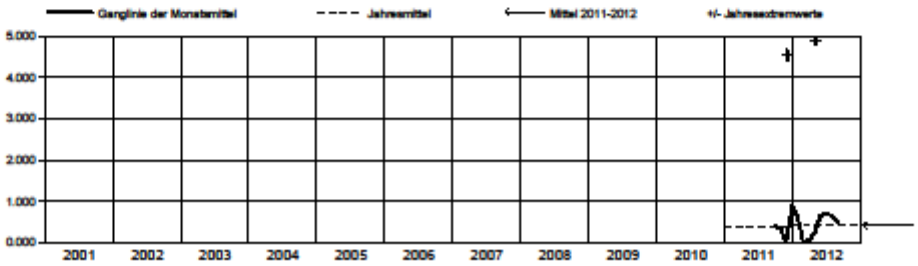
+ Maximum
- Minimum

Mittel: 0.430 — Maximum: 4.893 (5.Mai) — Minimum: -0.029 (21.Mai) — Amplitude: 4.922



2011-2012	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Monatsmittel	0.610	0.022	0.060	0.243	0.642	0.716	0.654	0.495	0.398	0.338	-0.004 -	0.902 +
Maximum	4.511	3.211	3.935	4.458	4.893 +	4.580	4.870	4.522	4.474	4.455	0.001 -	4.540
Jahr	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2011	2011	2011	2011
Minimum	-0.012	-0.014	-0.012	-0.010	-0.029 -	-0.009 +	-0.013	-0.012	-0.009 +	-0.013	-0.009 +	-0.010
Jahr	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2011	2011	2011	2011

Mittel:	Maximum:	Minimum:	Amplitude:	Max.jährliche Schwankung:
0.426	4.893 (05.05.2012)	-0.029 (21.05.2012)	4.922	4.922 (2012)



Datengrundlage: CSD — Auswertung: CSD