



Möhlinbach in Hellikon, März'08

Möhlinbach in Möhlin, Regenauslass - Mo RA 2.1, Juli'07

Erfolgskontrolle Siedlungsentwässerung Kanton Aargau

Pilotstudie Möhlental

Immissionsorientierte Erfolgskontrolle von Gewässerschutzmassnahmen

AquaPlus

Elber Hürlimann Niederberger

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

Zug, Juli 2009

Impressum

Auftraggeber / Herausgeber

Departement Bau, Verkehr und Umwelt

Abteilung für Umwelt

Entfelderstr. 22

5001 Aarau

Projektbegleitung und Probenahme Betriebspersonal:

Dr. Arno Stöckli

Auftragnehmer

AquaPlus Elber Hürlimann Niederberger

Bundesstrasse 6

6300 Zug

Autoren:

Dr. sc. ETH Ute Karaus

Dr. phil. II Fredy Elber

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
1. Einleitung	4
2. Untersuchungsgebiet	5
3. Methodik	8
3.1 Äusserer Aspekt - <i>einfaches Monitoring/Betriebskontrolle</i>	8
3.2 Äusserer Aspekt - <i>massnahmenbezogene Erfolgskontrolle</i>	8
3.3 Qualitative Erfassung der Kieselalgenzusammensetzung	10
4. Ergebnisse und Diskussion	14
4.1 Einfaches Monitoring/Betriebkontrolle	14
4.1.1 Äusserer Aspekt	14
4.2 Massnahmenbezogene Erfolgskontrolle	15
4.2.1 Äusserer Aspekt	15
4.2.2 Kieselalgen	23
5. Zeitliche Entwicklung der Gewässerqualität im Möhlinbach an ausgewählten Stellen	26
5.1 ARA Hellikon Vergleich der Untersuchungen 1997, 2007/08	26
5.2 ARA Möhlin - Orientierungsuntersuchungen 2006-2008	28
5.3 Autobahn oben - Monitoring 1997-2008	30
6. Literatur	33
Anhang	
Anhang.1 Taxaliste Kieselalgen	
Anhang.2 Karten mit Untersuchungsstellen	
Anhang.3 Gewässerdossiers	
Registerblatt 1	We RA 181
Registerblatt 2	We FK 56
Registerblatt 3	We RA 207
Registerblatt 4	We RA 89
Registerblatt 5	He RA 60
Registerblatt 6	He RA 89
Registerblatt 7	He RA 155
Registerblatt 8	He Pumpwerk
Registerblatt 9	He RB ARA
Registerblatt 10	Zu RA 145
Registerblatt 11	Zu RA 250
Registerblatt 12	Zu FB 128
Registerblatt 13	Ze RA 426
Registerblatt 14	Ze RA 154
Registerblatt 15	Ze RA 139
Registerblatt 16	Ze RA 201
Registerblatt 17	Ze Autobahn
Registerblatt 18	Ze KB 127
Registerblatt 19	Mo RA 2.1
Registerblatt 20	Mo RA 10
Registerblatt 21	Mo RA 3.1
Registerblatt 22	Mo RA 1.3
Registerblatt 23	Mo RA 27
Registerblatt 24	Mo RA C1
Registerblatt 25	Mo RA 11
Registerblatt 26	Mo KB ARA
Registerblatt 27	Mo KB ARA Rhein

Zusammenfassung

Gemäss der neuen VSA-Richtlinie "Abwassereinleitungen in Gewässer bei Regenwetter (STORM, Verband Schweizer Abwasser und Gewässerschutzfachleute VSA (2008))" soll im Kanton Aargau ein einheitliches Vorgehen bei immissionsorientierten Erfolgskontrollen im Bereich Siedlungsentwässerung gewährleistet werden. Dazu wurde in Kooperation mit der Firma AquaPlus ein Konzept für die immissionsorientierte Erfolgskontrolle entwickelt (AquaPlus 2008), das in der vorliegenden Studie am Möhlinbach getestet wurde. Zwei von den im Konzept vorgeschlagenen drei Untersuchungsebenen wurden in einem einjährigen Monitoring (Mai'07 bis Mai'08) an 26 Einleitstellen im Möhlinbach angewandt:

- (1) **Einfaches Monitoring/Betriebskontrolle** - vier Untersuchungen von 17 Regen-auslässen und einem Klärbecken und ihre Auswirkungen auf den äusseren Aspekt durch das AfU Aargau.
- (2) **Massnahmenbezogene Erfolgskontrolle** - sechs Untersuchungen von acht bestehenden oder geplanten Behandlungsanlagen und ihre Auswirkungen auf den äusseren Aspekt sowie die Gewässerökologie (Indikator Kieselagen) durch AquaPlus.

Für beide Untersuchungsebenen wurde jeweils der Abschnitt oberhalb der Einleitstelle mit dem unterhalb verglichen. Bei den Einleitungen handelte es sich um Fangbecken und -kanäle, Klärbecken, Regenbecken und -auslässe.

(1) **Einfaches Monitoring/Betriebskontrolle** - An der Mehrheit der Untersuchungen konnte kein Einfluss der Einleitung auf den äusseren Aspekt des Möhlinbachs nachgewiesen werden. Eine deutliche Verschlechterung durch eine Einleitung hinsichtlich des Vorkommens von Feststoffen aus der Siedlungsentwässerung, Eisensulfid oder durch Verschlammung konnte an lediglich 1% der Untersuchungen festgestellt werden. Ein wesentlicher Teil der untersuchten Stellen am Möhlinbach kann jedoch als beeinträchtigt betrachtet werden (gemäss GSchV).

(2) **Massnahmenbezogene Erfolgskontrolle** - An der Mehrheit der Untersuchungen konnte kein Einfluss der Einleitung auf die Parameter des **äusseren Aspekts** des Möhlinbachs nachgewiesen werden. Eine deutliche Verschlechterung durch eine Einleitung hinsichtlich des Vorkommens von Feststoffen aus der Siedlungsentwässerung wurde an 36% der Untersuchungen festgestellt. Bei den übrigen Parametern des äusseren Aspekts zeigte sich bei weniger als 20% der Untersuchungen eine Verschlechterung (hervorgerufen durch eine Einleitung). Die Bewertung des Möhlinbach mittels **Kieselalgen** deutete sowohl beim DI-CH

(Hürlimann & Niederhauser 2006) als auch bei der Gewässergüte gemäss Lange-Bertalot (1978) und der Differentialartenanalyse auf einen sehr guten bis guten Zustand hin und erfüllte somit die Anforderungen an die Gewässerschutzverordnung. Allerdings indizierte die Gewässergüte nach Lange-Bertalot (1978), die organische Belastungen anzeigt, an zwei Einleitungen (He RB ARA unten, Zu FB 128 unten) eine Tendenz zum nächst schlechteren Bereich. Beide Einleitungen sollten weiterhin überwacht werden.

Im Hinblick auf die Gesamtbewertung wurden die Anforderungen an die Gewässerschutzverordnung in knapp 49% erfüllt, in knapp 39% ist eine Erfüllung fraglich und in 12% wurden sie nicht erfüllt. Somit kann die Wasserqualität des Möhlinbachs als beeinträchtigt eingestuft werden.

Zeitliche Entwicklung der Gewässerqualität im Möhlinbach im Bereich der ARA Hellikon

Zwischen den Untersuchungen von 1997 und 2007/08 kam es zu einer deutlichen Verschlechterung des äusseren Aspekts im Bereich der ARA Hellikon. Die ARA Hellikon ist zwar seit Mai 2005 nicht mehr in Betrieb, Gewässerschutzprobleme entstanden jedoch neu in Zusammenhang mit dem Provisorium beim Pumpwerk, da das geplante Regenbecken noch nicht realisiert wurde. Ebenfalls nahm die Beeinträchtigung des Möhlinbachs durch die Einleitung ARA Hellikon von 1997 bis 2008 deutlich zu. Neben dieser spezifischen Belastung kann zusätzlich vor allem durch die Ergebnisse der Jahre 1997 und 2007 von einer allgemeinen Belastung des Möhlinbachs mit anorganischen und organischen Stoffen ausgegangen werden. Die Lebensgemeinschaft der Kieselalgen indizierte grundsätzlich eine Verbesserung sowohl der organischen [Saprobie nach Lange-Bertalot (1978, 1979a, b), Lange-Bertalot & Bonik (1976)] als auch der allgemeinen Belastung (Hürlimann & Niederhauser 2006) im Laufe der Zeit (1997-2008). Eine Beeinträchtigung durch die Einleitung der ARA Hellikon lag in den Jahren 1997 und 2007 vor.

Zeitliche Entwicklung der Gewässerqualität im Möhlinbach im Bereich der ARA Möhlin

Der äussere Aspekt indizierte von 2006 bis 2007 eine Verbesserung und von 2007 bis 2008 eine Verschlechterung der Gewässerqualität unterhalb der ARA Möhlin. Dem gegenüber indizierte die Lebensgemeinschaft der Kieselalgen eine Verschlechterung von 2006 bis 2007 und eine Verbesserung von 2007 bis 2008 (sowohl allgemeine als auch saprobielle Belastung). Die Ergebnisse sind auf unregelmässige Entlastungsereignisse zurückzuführen in Zusammenhang mit dem Provisorium beim Regenüberlauf während des ARA-Ausbaus.

Zeitliche Entwicklung der Gewässerqualität im Möhlinbach im Bereich der Einleitung Autobahn oben

Generell deuten die Ergebnisse des Monitorings von 1997 bis 2008 im Bereich der Einleitung Autobahn auf gestörte Verhältnisse (d.h. Belastung) im Möhlinbach hin. Mit Ausnahme des Bewuchs' der Fadenalgen kann jedoch keine eindeutige Aussage über eine grundsätzliche Verbesserung oder Verschlechterung des äusseren Aspekts getroffen werden. Alle Parameter des äusseren Aspekts wiesen unregelmässig während des gesamten Monitorings auf eine Belastung hin. Einzig die Fadenalgendichte nahm im Laufe der Zeit zu. Das sporadische Anzeigen von Belastungen durch einzelne Parameter des äusseren Aspekts indiziert Entlastungsereignisse als beeinträchtigenden Einfluss. Die Zunahme der Fadenalgendichte deutet hingegen auf eine landwirtschaftliche Belastung. Hinsichtlich der Lebensgemeinschaft der Kieselalgen verbesserte sich die ökologische Zustandsklasse des Möhlinbachs im Bereich der Einleitung Autobahn im Laufe des Monitorings deutlich. Die organische Belastung (Differentialartenanalyse der Kieselalgen nach Lange-Bertalot 1978, 1979a, b) zeigte einen ähnlichen Trend. Diese Verbesserungen beruhen auf dem Wegfall von ungenügend gereinigtem Abwasser der aufgehobenen ARA Hellikon.

1. Einleitung

Die Abteilung für Umwelt des Departements Bau, Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau plant im Zuge der neuen VSA-Richtlinie "Abwassereinleitungen in Gewässer bei Regenwetter (STORM) - Richtlinie für die konzeptuelle Planung von Massnahmen" (VSA 2008) ein einheitliches Vorgehen bei immissionsorientierten Erfolgskontrollen im Bereich Siedlungsentwässerung. Dazu wurde in Kooperation mit der Firma AquaPlus ein Konzept für die immissionsorientierte Erfolgskontrolle in Zusammenhang mit Abwassereinleitungen in Fliessgewässer entwickelt (AquaPlus 2008). Ein systematisch einheitliches Vorgehen soll u.a. ermöglichen, dass in Gemeinden und Abwasserverbänden erhobene Daten auch für übergeordnete Betrachtungen oder andere Auswertungen genutzt werden können. Ausserdem können die Ergebnisse in die laufende GEP-Planung einfliessen und sind aufgrund der methodischen Vorgaben miteinander vergleichbar. Um das Konzept im gesamten Kanton Aargau einheitlich anwenden zu können, wurde es in der vorliegenden Studie im Möhlintal getestet.

Zwei von den im Konzept vorgeschlagenen drei Untersuchungsebenen wurden in einem einjährigen Monitoring (Mai'07 bis Mai'08) an 26 Einleitstellen im Möhlinbach angewandt:

- (1) ***Einfaches Monitoring/Betriebskontrolle*** - vier Untersuchungen von 17 Regen-auslässen und einem Klärbecken und ihre Auswirkungen auf den äusseren Aspekt durch das AfU Aargau.
- (2) ***Massnahmenbezogene Erfolgskontrolle*** - sechs Untersuchungen von acht bestehenden oder geplanten Behandlungsanlagen und ihre Auswirkungen auf den äusseren Aspekt sowie die Gewässerökologie (Indikator Kieselagen) durch AquaPlus.

Für beide Untersuchungsebenen wurde jeweils der Abschnitt oberhalb der Einleitstelle mit dem unterhalb verglichen. Bei den Einleitungen handelte es sich um Fangbecken und -kanäle, Klärbecken, Regenbecken und -auslässe.

2. Untersuchungsgebiet

Die gewässerökologischen Untersuchungen wurden 2007 im Frühjahr (24./25. Mai), Sommer (18. Juli), Herbst (03. September), Winter (14. Dezember) und 2008 im Frühjahr (31. März) und Sommer (22. Mai) entlang des Möhlinbachs durchgeführt. An den einzelnen Untersuchungsstellen (Abb. 1) wurde ein unterschiedliches Untersuchungsprogramm durchgeführt (Tab. 1). An der Anlage FK 56 fand die Untersuchung nach der Massnahme statt, an den restlichen Anlagen vor der Massnahme. Die Bezeichnung der Untersuchungsstellen erfolgte gemäss des Berichts der Firma Hunziker (2007).

Die Einleitung He RB ARA ist aufgehoben.

Tab. I: Untersuchungsprogramm, -termine und -stellen am Möhlinbach.

ARA - Abwasserreinigungsanlage, FB - Fangbecken, FK - Fangkanal, He - Hellikon, KB - Klärbecken, Mo - Möhlin, RA - Regenauslass, RB - Regenbecken, We - Wegenstetten, Ze - Zeiningen, Zu - Zuzgen. * = Anlage aufgehoben, ** Anlage wird aufgehoben. **Grün** - Probenahmen nach Massnahme, schwarz - Einleitstelle ohne Massnahme, **rot** - Probenahmen vor Massnahme.

		x-Koordinate	y-Koordinate	24./25. Mai'07	18. Juli'07	03. Sept'07	14. Dez'07	31. März'08	22. Mai'08
Wegenstetten	We RA 181	637045	260790						
	We FK 56 oben	637170	260975						
	We FK 56 unten	637180	261115						
	We RA 207	637160	261100						
	We RA 89	637150	261350						
Hellikon	He RA 60	636530	262240						
	He RA 89	636305	262460						
	He RA 155	636260	262480						
	He Pumpwerk unten**	636135	262655						
	He RB ARA* oben	636120	262715						
	He RB ARA* unten	636050	262805						
Zuzgen	Zu RA 145	634780	263865						
	Zu RA 250**	634410	264065						
	Zu FB 128 oben	634185	264340						
	Zu FB 128 unten	634165	264400						
Zeiningen	Ze RA 426	632670	265615						
	Ze RA 154	632595	265800						
	Ze RA 139	632400	266020						
	Ze RA 201	632230	266310						
	Autobahn oben	632130	266340						
	Ze KB 127 oben	632050	266420						
	Ze KB 127 unten	632040	266460						
Möhlin	Mo RA 10/2.1 oben	631025	267050						
	Mo RA 10/2.1 unten	630875	267180						
	Mo RA 3.1	630460	267570						
	Mo RA 1.3	630190	268190						
	Mo RA 27	630155	268215						
	Mo RA CI	630135	269140						
	Mo RA II	630140	269240						
	Mo KB ARA oben	630085	269625						
	Mo KB ARA unten	630070	269675						
	Mo KB ARA Rhein	630015	270175						

äusserer Aspekt & Kieselalgen äusserer Aspekt

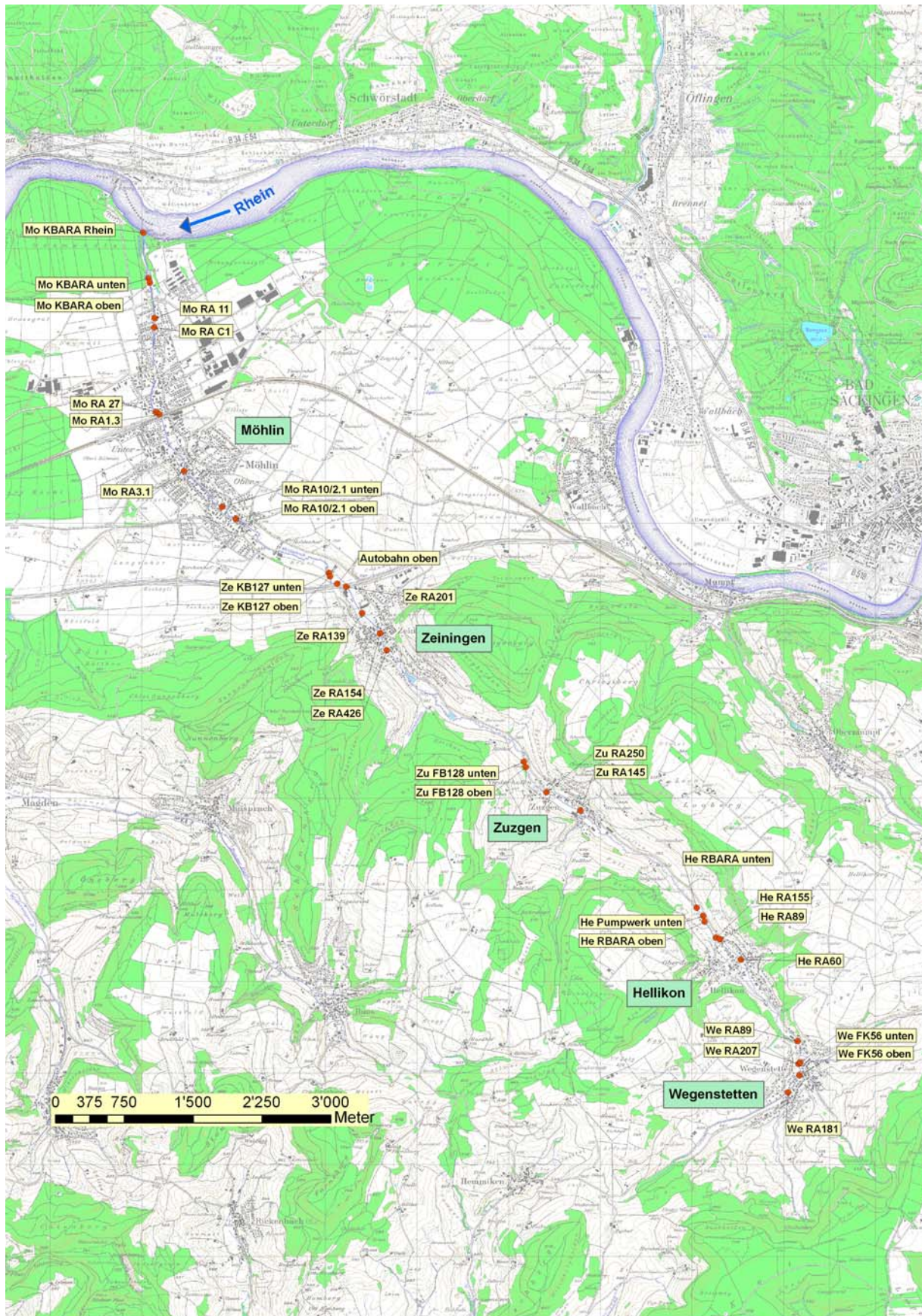


Abb. 1: Untersuchungsgebiet mit den 32 Stellen für die gewässerökologischen Untersuchungen im Möhlinbach. ARA - Abwasserreinigungsanlage, FB - Fangbecken, FK - Fangkanal, He - Hellikon, KB - Klärbecken, Mo - Möhlin, RA - Regenauslass, RB - Regenbecken, We - Wegenstetten, Ze - Zeiningen, Zu - Zuzgen.

3. Methodik

Es wurden folgende Erhebungen durchgeführt:

- (1) ***Einfaches Monitoring/Betriebskontrolle*** - vier Untersuchungen von 17 Regenauslässen und einem Klärbecken und ihre Auswirkungen auf den äusseren Aspekt durch das AfU Aargau.
- (2) ***Massnahmenbezogene Erfolgskontrolle*** - sechs Untersuchungen von acht bestehenden oder geplanten Behandlungsanlagen und ihre Auswirkungen auf den äusseren Aspekt sowie die Gewässerökologie (Indikator Kieselagen) durch AquaPlus.

3.1 Äusserer Aspekt - einfaches Monitoring/Betriebskontrolle

Für das einfache Monitoring wurde der makroskopische Gewässereindruck mit Hilfe ausgewählter Parameter aus dem BAFU Modul äusserer Aspekt (Binderheim & Göggel 2007) bewertet. Die Beurteilung erfolgte gemäss nachfolgendem Protokoll "Kurz-Beurteilung Einleitstelle und Gewässer". Die Untersuchungsergebnisse der verschiedenen Untersuchungen wurden schliesslich in einem Nachführprotokoll pro Einleitstelle zusammengefasst (siehe Anhang 7.2).

3.2 Äusserer Aspekt - massnahmenbezogene Erfolgskontrolle

Zur Beschreibung des makroskopischen Gewässereindruckes wurden gemäss Binderheim & Göggel 2007 folgende Parameter mittels einer dreistufigen Skala (kein, wenig/mittel/leicht/vereinzelt, viel/stark/häufig) beurteilt (Feldprotokoll siehe Anhang 7.2):

- Schlamm,
- Trübung des Wassers,
- Verfärbung des Wassers,
- Schaum,
- Geruch,
- Fundhäufigkeit von Eisensulfid-Flecken auf der Unterseite von Steinen,
- Kolmation der Gewässersohle,
- Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung,
- Anwesenheit makroskopisch sichtbarer Kolonien von Bakterien, Protozoen und Pilzen ("heterotropher Bewuchs"),
- Pflanzenbewuchs (Algen, Moose, Makrophyten) und
- Strömung.

KURZ-Beurteilung Einleitstelle und Gewässer

Einleitstelle

BearbeiterIn
Datum

Gewässer

Witterung

<2 T nach Regen >2 T nach Regen

Beurteilung Einleitung (Rohr, Kanal etc.)

Wasserführung	<input type="text"/>	<input type="text"/> ja	<input type="text"/> nein	
Abwasser	<input type="text"/>	<input type="text"/> ja	<input type="text"/> nein	
	<input type="text"/> Übertrag in Nachführprotokoll	1	2	3
Verschlämmung/Schlamm	<input type="text"/>	kein/vereinzelt	wenig	mittel/viel
Schwarze Verfärbung des Schlammes (Eisensulfid)	<input type="text"/>	kein	wenig/mittel	viel
Heterotropher Bewuchs/Abwasserpilz	<input type="text"/>	kein/vereinzelt	wenig	mittel/viel
Bemerkungen				

Gewässer oberhalb Einleitung

	<input type="text"/> Übertrag in Nachführprotokoll	1	2	3
Feststoffe (aus Siedlungsentwässerung)	<input type="text"/>	kein	vereinzelt	viel
Verschlämmung/Schlamm	<input type="text"/>	kein	wenig/mittel	viel
Schwarze Verfärbung des Schlammes (Eisensulfid)	<input type="text"/>	kein	wenig/mittel	viel
Heterotropher Bewuchs/Abwasserpilz	<input type="text"/>	kein/vereinzelt	wenig	mittel/viel
Fadenalgen	<input type="text"/>	kein/wenig <10%	mittel 10-50%	viel >50%
Bemerkungen				

Verschlechterung des Zustandes unten gegenüber oben

	<input type="text"/> Übertrag in Nachführprotokoll	1	2	3
Feststoffe (aus Siedlungsentwässerung)	<input type="text"/>	kein	wenig/mittel	gross
Verschlämmung/Schlamm	<input type="text"/>	kein	wenig/mittel	gross
Schwarze Verfärbung des Schlammes (Eisensulfid)	<input type="text"/>	kein	wenig/mittel	gross
Heterotropher Bewuchs/Abwasserpilz	<input type="text"/>	kein	wenig/mittel	gross
Fadenalgen	<input type="text"/>	kein	wenig/mittel	gross
Gesamtbewertung		kein	wenig/mittel	gross
Bemerkungen				

Gewässer unterhalb Einleitung

	<input type="text"/> Übertrag in Nachführprotokoll	1	2	3
Feststoffe (aus Siedlungsentwässerung)	<input type="text"/>	kein	vereinzelt	viel
Verschlämmung/Schlamm	<input type="text"/>	kein	wenig/mittel	viel
Schwarze Verfärbung des Schlammes (Eisensulfid)	<input type="text"/>	kein	wenig/mittel	viel
Heterotropher Bewuchs/Abwasserpilz	<input type="text"/>	kein/vereinzelt	wenig	mittel/viel
Fadenalgen	<input type="text"/>	kein/wenig <10%	mittel 10-50%	viel >50%
Bemerkungen				

3.3 Qualitative Erfassung der Kieselalgenzusammensetzung

Die Kieselalgenanalyse (Beurteilung genereller Belastung, organisch & anorganisch) erfolgte entsprechend der im BAFU Modul Kieselalgen Stufe F (Hürlimann & Niederhauser 2006) beschriebenen Methode. Nachfolgend sind die bedeutendsten Arbeitsschritte zusammengefasst.

Probenahme, Feldarbeit - An den Untersuchungsstellen wurde für die Kieselalgenuntersuchung von mehreren Steinen (in der Regel fünf) je eine gleich grosse Aufwuchsfläche abgekratzt, in einem Gefäss gemischt (abgeändert nach Douglas 1958; Abkratzfläche je 9.6 cm²) und mit Formaldehyd fixiert. Diese Mischproben werden anschliessend im Labor weiter bearbeitet.

Laborarbeit, Zählung der Kieselalgen und Berechnung der relativen Häufigkeit - Für die Bestimmung und Zählung der Kieselalgen wird eine Säure-Präparation durchgeführt (Salz- und Schwefelsäure sowie anschliessende Endoxidation mit Kaliumnitrat, Straub 1981). Anschliessend erfolgt die Einbettung der gereinigten Schalen in Kunstharz (Naphrax). Die Zählung der ca. 500 Schalen (jede Kieselalgenart besteht aus zwei Schalenhälften, Summe der gezählten Schalen = 100%) erfolgte mit Hilfe einer Mikroskopes mit 1000-facher Vergrösserung. Die Zählresultate werden in relative Häufigkeiten (rH) der einzelnen Arten umgerechnet:

$$rH_{ij} (\%) = (N_{ij} / N_j) * 100\%$$

rH_{ij} = Relative Häufigkeit der Art i in der Probe

jN_{ij} = Anzahl gezählte Schalen der Art i in der Probe j

N_j = Gesamtzahl der gezählten Schalen der Probe j.

Auswertung - Die Auswertungen beruhen auf den relativen Häufigkeiten, welche an jeder Stelle für jede gefundene Kieselalgenart aufgrund der Zählung eruiert wurde. Zur biologischen Indikation der Wasserqualität wurde der schweizerische Index DI-CH (Hürlimann & Niederhauser 2006) berechnet. Mit dem DI-CH kann das Vorhandensein einer höchstens schwachen Belastung, geprüft werden. Gemäss Modul-Stufen-Konzept erfolgt eine Zusammenfassung des rechnerisch ermittelten **Kieselalgenindex** *DI-CH* (eins bis acht) in fünf Zustandsklassen (sehr gut, gut, mässig, unbefriedigend, schlecht, Tab. 2).

Tab. 2: Kieselalgenindex DI-CH und Einteilung in fünf Zustandsklassen des BAFU Moduls Kieselalgen Stufe F (Hürlimann & Niederhauser 2006).

Kieselalgenindex	1.0 - 1.49	1.5 - 2.49	2.5 - 3.49	3.5 - 4.49	4.5 - 5.49	5.5 - 6.49	6.5 - 7.49	7.5 - 8.0
Zustandsklassen gemäss Modul-Stufen-Konzept (2006)	sehr gut			gut	mässig	unbefriedigend	schlecht	

Zusätzlich wurde eine *Differentialartenanalyse* (Beurteilung organischer Belastung) durchgeführt. Das System geht davon aus, dass bei guter Wasserqualität grundsätzlich alle Arten mehr oder weniger gut leben können. Bei schlechter werdender Wasserqualität sind aber immer mehr Arten nicht mehr lebensfähig, bis schliesslich nur noch gegenüber organischen Belastungen resistente Arten aufkommen können (Lange-Bertalot (1978, 1979a, b), Lange-Bertalot & Bonik (1976). Die Kieselalgen werden gemäss ihren Toleranzen gegenüber organischen Belastungen nach Krammer & Lange-Bertalot (1986) und nach Hofmann (1987) in folgende Differentialartengruppen (Klassen) eingeteilt:

- Hypersensible (hs) Arten: Diese Arten treten bereits bei mässiger organischer Belastung nicht mehr auf. Differentialarten zur Abgrenzung gegenüber der Güteklasse II und schlechter.
- Sensible Arten (s): Arten, welche bis zur kritischen Belastung (β - α -mesosaprob) vorkommen können. Differentialarten zur Abgrenzung gegenüber der Güteklasse III und schlechter. Die sensiblen Arten werden zusätzlich in zwei Untergruppen unterteilt, nämlich die hypersensiblen bis sensiblen (hs-s) und die sensiblen bis toleranten (s-t) Arten.
- Tolerante (t) Arten: Arten, die bis in stark belastete Gewässer (α -mesosaprob Milieu) auftreten. Differentialarten zur Abgrenzung gegenüber den Güteklassen III-IV und IV.
- Resistente (r) Arten: Arten, welche auch in sehr stark und übermässig belasteten Gewässern vital vorkommen.
- Nicht definierte (nd) Arten: Arten, deren Autökologie hinsichtlich organischer Belastung nicht bekannt ist.

Eine Charakterisierung der Güteklassen befindet sich in Tabelle 3.

Tab. 3: Zusammenstellung der Güteklassen. In Anlehnung an LAWA (1976). MSK=Modul-Stufen-Konzept.

Güte- klasse	Saprobiezone Grad der organ. Belastung	Erläuterungen	Zustands- klasse (gemäss MSK)
I	oligosaprob unbelastet bis sehr gering belastet	Gewässerabschnitte mit reinem, stets annähernd sauerstoff- gesättigtem und nährstoffarmem Wasser.	1
I-II	oligo-β-mesosaprob gering belastet	Gewässerabschnitte mit geringer anorganischer oder organischer Nährstoffzufuhr ohne nennenswerte Sauerstoffzehrung.	
II	β-mesosaprob <i>mässig belastet</i>	Gewässerabschnitte mit mässiger Verunreinigung und guter Sauerstoffversorgung.	2
II-III	β-α-mesosaprob kritisch belastet	Gewässerabschnitte, deren Belastung mit organischen, sauer- stoffzehrenden Stoffen einen kritischen Zustand bewirkt.	3
III	α-mesosaprob stark belastet	Gewässerabschnitte mit starker organischer, sauerstoffzehrender Verschmutzung und meist niedrigem Sauerstoffgehalt.	4
III-IV	α-meso-polysaprob sehr stark belastet	Gewässerabschnitte mit weitgehend eingeschränkten Lebensbedingungen durch sehr starke Verschmutzung mit organischen, sauerstoffzehrenden Stoffen; oft durch toxische Einflüsse verstärkt; zeitweilig totaler Sauerstoffschwund.	5
IV	polysaprob übermässig belastet	Gewässerabschnitte mit übermässiger Verschmutzung durch organische, sauerstoffzehrende Abwässer; Fäulnisprozesse herrschen vor; Sauerstoff über lange Zeit in sehr niedrigen Konzentrationen vorhanden oder gänzlich fehlend.	

Addiert man die prozentualen Häufigkeiten der einzelnen Arten innerhalb einer Gruppe, so ist ihre Gruppensumme als Indikator der Wasserqualität auswertbar (siehe Tab. 4). Jahreszeitliche Änderungen in den Gesellschaftsanteilen der verschiedenen Arten, die bei gleichbleibender Wasserqualität natürlicherweise auftreten, bewegen sich erfahrungsgemäss stets innerhalb der betreffenden Differentialartengruppe.

Aufgrund von teilweise problematischen Einteilungen in die Güteklassen I-II, II und II-III musste z.T. mit dem Zusatz 'mit Tendenz zu' von der ursprünglichen Güteklasseinteilung abgewichen werden. Zur differenzierten Charakterisierung und Beurteilung einer Untersuchungsstelle wird zudem der Anteil der Kieselalgenarten aufgeführt, die unter sauerstoffgesättigten Verhältnissen erhöhte organische Belastungen tolerieren.

Tab. 4: Differentialartenanalyse. Güteklassen mit den prozentualen Anteilen der Differentialartengruppe Klassifikationsschema nach Hofmann (1987), Krammer & Lange-Bertalot (1986) sowie eigene Ergänzungen: hs_1) = hypersensible Arten; s = sensible Arten; t_2) = tolerante Arten; r_3) = resistente Arten.

Güteklassen		prozentualer Anteil der Differentialartengruppen
I	oligosaprob unbelastet bis sehr gering belastet $95\% < O_2$ -Sättigung $< 105\%$ BSB ₅ -Mittelwert < 2 mg/l	$hs \geq 90\%$ $s + t + r \leq 10\%$
I - II	oligo-β-mesosaprob gering belastet O_2 -Sättigungsdefizit $< 15\%$	$hs \geq 10\%$ $50\% \leq s \leq 90\%$ $t + r < 40$
II	β-mesosaprob mässig belastet O_2 -Sättigungsdefizit $< 30\%$ BSB ₅ -Mittelwert < 4 (6) mg/l	$hs \leq 10\%$ oder $hs + s > 50\%$ $s \geq 50\%$ $t + r < 50\%$ $t + r < 50\%$
II-III	β-α-mesosaprob kritisch belastet O_2 -Sättigungsdefizit $< 50\%$ BSB ₅ -Mittelwert < 7 (10) mg/l	$10\% < hs + s < 50\%$ $50\% \leq t + r < 90\%$
III	α-mesosaprob stark belastet O_2 -Sättigungsdefizit $< 75\%$ BSB ₅ -Mittelwert < 13 mg/l	$hs + s \leq 10\%$ $t \geq 50\%$ $r < 50\%$
III-IV	α-meso-polysaprob sehr stark belastet O_2 -Sättigungsdefizit $< 90\%$ BSB ₅ -Mittelwert < 22 mg/l	$10\% < hs + s + t < 50\%$ $r \geq 50\%$
IV	polysaprob übermässig belastet O_2 -Sättigungsdefizit $> 90\%$ BSB ₅ -Mittelwert > 22 (15) mg/l	$hs + s + t \leq 10\%$ $r \geq 90\%$

- 1) Diese Arten werden in anderen vierteiligen Systemen als 'übersensible Arten (üs)' bezeichnet.
 2) Diese Arten werden in anderen vierteiligen Systemen als 'weniger tolerante Arten (wt)' bezeichnet.
 3) Diese Arten werden in anderen vierteiligen Systemen als 'tolerante Arten (t)' bezeichnet.

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1 Einfaches Monitoring/Betriebskontrolle - Beurteilung der Regenauslässe entlang des Möhlinbachs mit Hilfe ausgewählter Parameter des äusseren Aspekts

4.1.1 Äusserer Aspekt

Die untersuchten Parameter des äusseren Aspekts sind pro Stelle in Tabellen im Anhang dargestellt.

Grundsätzlich hatten nur die Einleitungen We RA 89 und Mo RA 3.1 einen negativen Einfluss auf den Möhlinbach (Mai'08 bzw. Mai'07). Während unterhalb der Einleitung We RA 89 ein deutlicher Anstieg von Feststoffen aus der Siedlungsentwässerung im Vergleich zur Stelle oberhalb der Einleitung festgestellt werden konnte (Mai'08), nahm unterhalb der Einleitung Mo RA 3.1 sowohl die Verschlämmung als auch das Vorkommen von Eisensulfid zu.

An den Stellen (ober-/unterhalb) folgender Einleitungen konnte keine Belastung durch die jeweilige Einleitung nachgewiesen werden (Einleitungen selbst zeigten keine Beeinträchtigungen), die Stellen waren jedoch beeinträchtigt: Mo KB ARA - Rhein (starke Verschlämmung, Vorkommen von Eisensulfid), Mo RA C1 (Fadenalgen, Mai'07), Mo RA 1.3 (Fadenalgen), Ze RA 426 (Fadenalgen) und Zu RA 145 (Fadenalgen).

Die übrigen Einleitungen zeigten deutliche Belastungen, grösstenteils auch die Stellen ober-/unterhalb der Einleitungen. Der Vergleich der Stellen ober-/unterhalb der einzelnen Einleitungen wies jedoch nicht auf einen direkten negativen Einfluss der jeweiligen Einleitstelle hin. An den überwiegenden Stellen wurde eine höhere Dichte an Fadenalgen gefunden. Dies deutet auf Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft hin.

Fazit: An der Mehrheit der Untersuchungen zeigte sich kein Einfluss der Einleitung auf den äusseren Aspekt des Möhlinbachs (Tab. 5, Vergleich Stellen ober-/ unterhalb Einleitung). Eine deutliche Verschlechterung durch eine Einleitung hinsichtlich des Vorkommens von Feststoffen aus der Siedlungsentwässerung, Eisensulfid oder durch Verschlämmung konnte an lediglich 1% der Untersuchungen festgestellt werden (Tab. 5).

Tab. 5: Einfluss der Einleitungen (Vergleich Stellen ober-/ unterhalb Einleitung) auf den äusseren Aspekt des Möhlinbach: Verbesserung, Verschlechterung, keine Veränderung (Angaben jeweils in %). Gesamtzahl Untersuchungen: 72.

	Feststoffe Siedlungsentwässerung	Ver- schlämmung	Eisensulfid	heterotropher Bewuchs	Fadenalgen- bewuchs
Verbesserung	0%	3%	0%	0%	3%
Verschlechterung	1%	1%	1%	0%	0%
keine Veränderung	99%	96%	99%	100%	97%

4.2 Massnahmenbezogene Erfolgskontrolle - Beurteilung bestehender und geplanter Behandlungsanlagen entlang des Möhlinbachs mit Hilfe des äusseren Aspekts und der Kieselalgen

4.2.1 Äusserer Aspekt

Die untersuchten Parameter des äusseren Aspekts sind einzeln in den folgenden Karten dargestellt (Abb. 2 - Abb. 6). Abbildung 7 enthält eine Karte mit der Gesamtbewertung über alle erhobenen Parameter.

Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung wurden unter allen Einleitungen in mehr oder weniger grossem Ausmass gefunden (Abb. 2): in grösseren Mengen unterhalb der Einleitung des Klärbeckens ARA Möhlin (03.09.07, 14.12.07, 31.03.08, 22.05.08) und in geringerem Ausmass an den Einleitungen Regenauslässe 10/2.1 Möhlin (18.07.07, 03.09.07, 31.03.08), Klärbecken 127 Zeiningen (22.05.08), Fangbecken 128 Zuzgen (24.05.07, 18.07.07, 31.03.08, 22.05.08), Pumpwerk Hellikon (22.05.08), Regenbecken ARA Hellikon (18.7.07, 31.3.08, 22.5.08) und unterhalb des Fangkanals Wegenstetten (We FK 56: 31.03.2008).

Während des gesamten Untersuchungszeitraumes wurde nur an der Stelle oberhalb des Klärbeckens der ARA Möhlin (Mo KBARA oben) eine deutliche **Verschlammung** festgestellt (Abb. 3). Diese kommt durch das verbreiterte und eingetiefte Gerinne zustande ("Kiessamm-ler"), wodurch die Fliessgeschwindigkeit abnimmt und Feinsediment leicht sedimentieren kann.

Eine erhöhte Verschlammung trat unterhalb der Regenauslässe 10 und 2.1 (Mo RA 10/2.1 unten) an beiden Untersuchungen 2008, unterhalb des Fangbeckens 128 (Zu FB 128 unten, März'08) und in Hellikon unterhalb des Pumpwerks (He Pumpwerk unten) im Mai'08 auf (Abb. 3).

An folgenden Einleitstellen kam es zu einem vermehrten Vorkommen von **Eisensulfid** (Abb. 4): Fangkanal 56 Wegenstetten (31.3.08), Pumpwerk Hellikon (18.7.07, 31.3.08, 22.5.08), Klärbecken 127 Zeiningen (18.7.07), Regenauslässe 10/2.1 Möhlin (18.7.07, 22.5.08). Wie auch schon bei der Verschlammung zeigte sich an der Stelle Mo KB ARA oben während drei Untersuchungen ein deutlich höheres Vorkommen an Eisensulfid im Vergleich zur Stelle unterhalb der Einleitung Klärbecken ARA Möhlin (Abb. 4). Dies ist auf die hydrologischen und morphologischen Bedingungen (breiteres und tieferes Gerinne, geringere Fliessgeschwindigkeit) zurückzuführen.

Heterotropher Bewuchs (wenig) konnte nur unterhalb des Pumpwerks Hellikon gefunden werden (22.05.08) (Abb. 5).

Eine deutliche Erhöhung der *Fadenalgendichte* zeigte sich an den Einleitungen Klärbecken ARA Möhlin (18.7.07), Fangbecken 128 Zuzgen (31.3.08), Regenbecken ARA Hellikon (31.3.08, 22.05.08) und Fangkanal 56 Wegenstetten (18.7.07, 3.9.07, 22.5.08) (Abb. 6).

Für die *Gesamtbewertung* wurden alle Parameter ausser die Fadenalgendichte berücksichtigt. Grundsätzlich kam es an allen Einleitungen während mindestens einer Untersuchung zu einer Verschlechterung des äusseren Aspekts (Abb. 7): Klärbecken ARA Möhlin (03.09.07, 14.12.07), Regenauslässe 10/2.1 Möhlin (18.7.07, 03.09.07, 31.3.08, 22.5.08), Klärbecken 127 Zeiningen (18.7.07, 22.05.08), Fangbecken 128 Zuzgen (24./25.5.07, 18.07.07, 22.05.08), Pumpwerk Hellikon (22.05.08) und Fangkanal 56 Wegenstetten (31.03.08). Jedoch kam es auch an an einigen Stellen zu einer Verbesserung des äusseren Aspekts: Klärbecken ARA Möhlin (24.05.07, 18.7.07), Autobahn Zeiningen (18.07.07, 31.03.08), und Regenbecken ARA Hellikon (22.05.08).

Fazit: An der Mehrheit der Untersuchungen zeigte sich kein Einfluss der Einleitung auf den äusseren Aspekt des Möhlinbachs (Tab. 6, Vergleich Stellen ober-/ unterhalb Einleitung). Eine deutliche Verschlechterung durch eine Einleitung hinsichtlich des Vorkommens von Feststoffen aus der Siedlungsentwässerung wurde an 36% der Untersuchungen festgestellt (Tab. 6). Bei den übrigen Parametern des äusseren Aspekts zeigte sich bei weniger als 20% der Untersuchungen eine Verschlechterung (hervorgerufen durch eine Einleitung).

Im Hinblick auf die Gesamtbewertung wurden die Anforderungen an die Gewässerschutzverordnung in knapp 49% erfüllt, in knapp 39% ist eine Erfüllung fraglich und in 12% wurden sie nicht erfüllt. Die Wasserqualität des Möhlinbachs kann als beeinträchtigt eingestuft werden.

Tab. 6: Einfluss der Einleitungen (Vergleich Stellen ober-/ unterhalb Einleitung) auf den äusseren Aspekt des Möhlinbach: Verbesserung, Verschlechterung, keine Veränderung (Angaben jeweils in %). Gesamtzahl Untersuchungen: 44.

	Feststoffe Siedlungsent- wässerung	Ver- schlammung	Eisensulfid	heterotropher Bewuchs	Fadenalgen- bewuchs	Gesamt- bewertung
Verbesserung	11%	16%	14%	2%	18%	11%
Verschlechterung	36%	9%	16%	2%	16%	30%
keine Veränderung	52%	75%	70%	95%	66%	59%

Anforderungen an die Wasserqualität bzw. ökologische Ziele für Fließgewässer gemäss GSchV:

- Anforderungen GSchV erfüllt.
- Erfüllung der Anforderungen GSchV fraglich.
- Anforderungen GSchV nicht erfüllt.

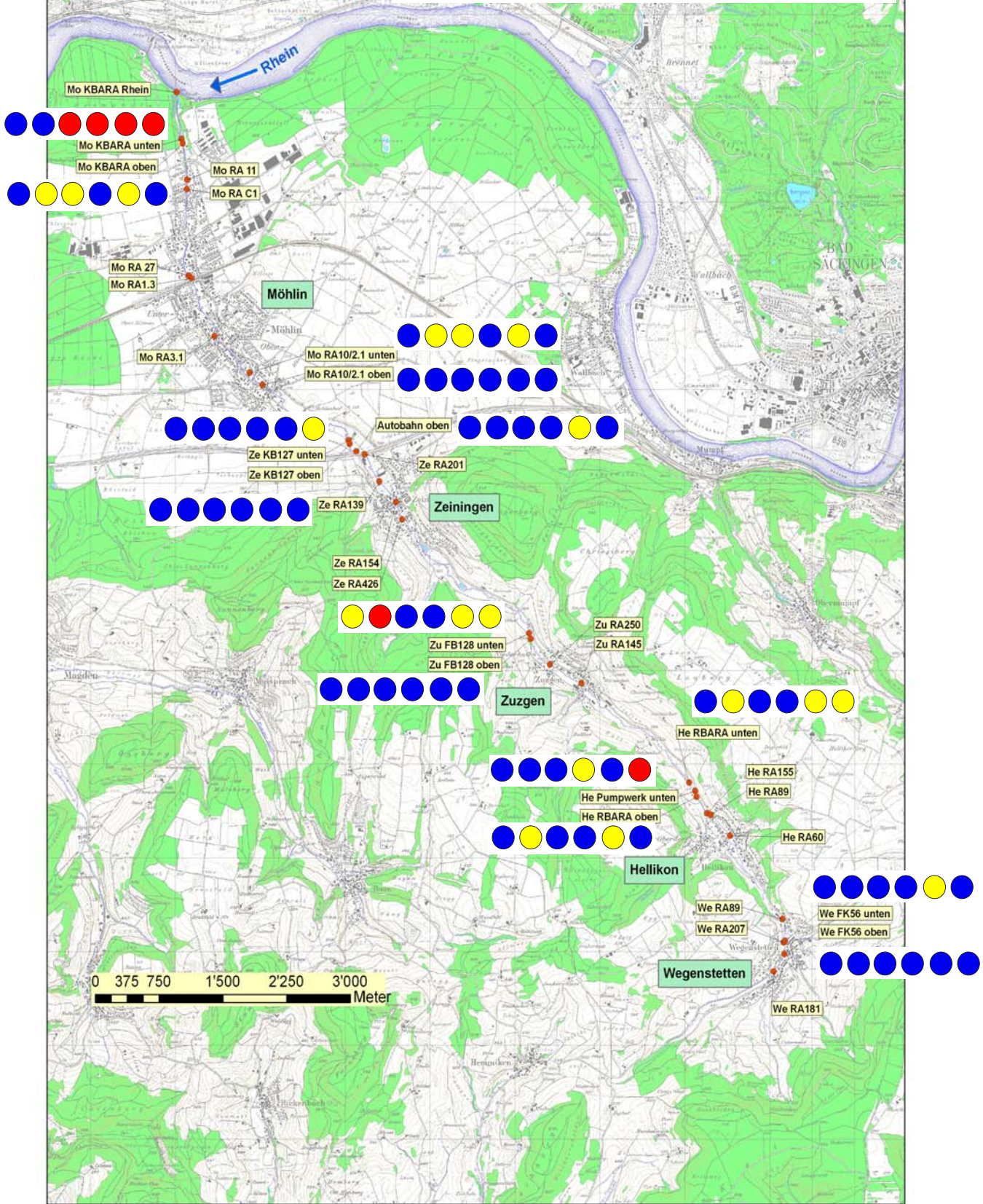


Abb. 3: Vorkommen von Feststoffen aus Siedlungsentwässerung entlang des Möhlinbachs (massnahmenbezogene Erfolgskontrolle).

Abfolge Kreise: 24./25. Mai'07, 18. Juli'07, 03. September'07, 14. Dezember'07, 31. März'08, 22. Mai'08.

Anforderungen an die Wasserqualität bzw. ökologische Ziele für Fließgewässer gemäss GSchV:

- Anforderungen GSchV erfüllt.
- Erfüllung der Anforderungen GSchV fraglich.
- Anforderungen GSchV nicht erfüllt.

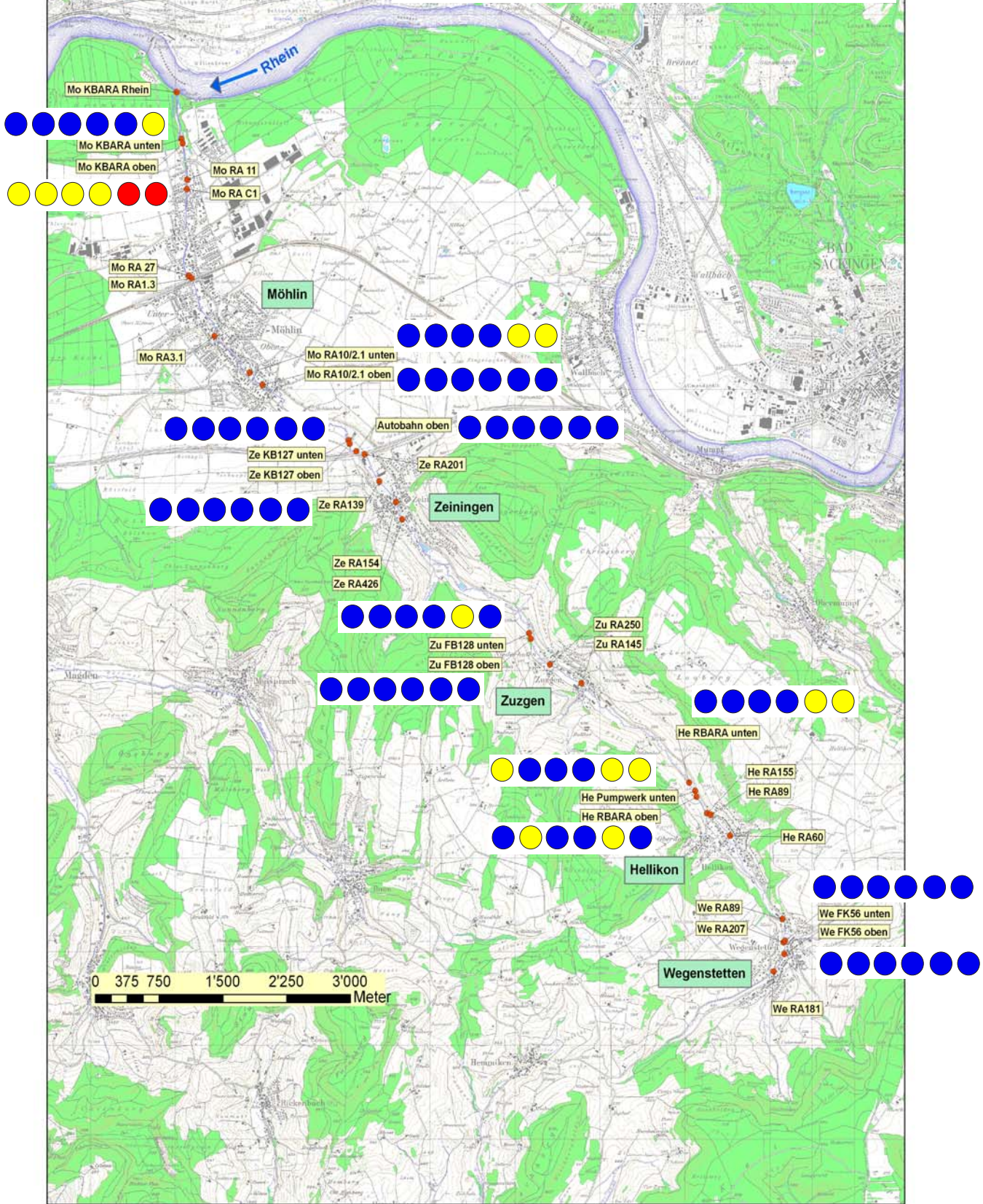


Abb. 2: Verschlammung entlang des Möhlinbachs (massnahmenbezogene Erfolgskontrolle).
 Abfolge Kreise: 24./25. Mai'07, 18. Juli'07, 03. September'07, 14. Dezember'07, 31. März'08, 22. Mai'08.

Anforderungen an die Wasserqualität bzw. ökologische Ziele für Fließgewässer gemäss GSchV:

- Anforderungen GSchV erfüllt.
- Erfüllung der Anforderungen GSchV fraglich.
- Anforderungen GSchV nicht erfüllt.

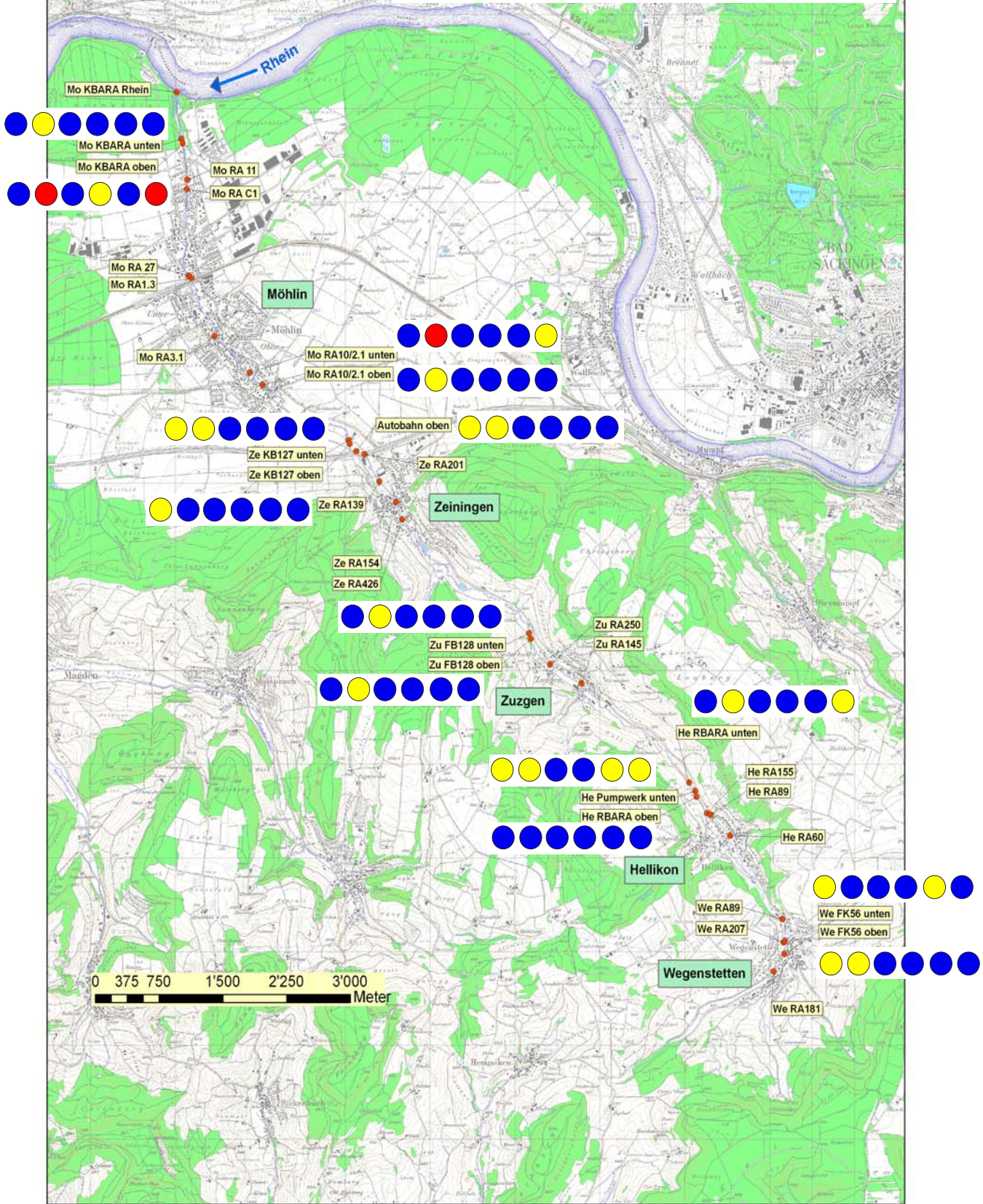


Abb. 4: Vorkommen von Eisensulfid entlang des Möhlinbachs (massnahmenbezogene Erfolgskontrolle).

Abfolge Kreise: 24./25. Mai'07, 18. Juli'07, 03. September'07, 14. Dezember'07, 31. März'08, 22. Mai'08.

Anforderungen an die Wasserqualität bzw. ökologische Ziele für Fließgewässer gemäss GSchV:

- Anforderungen GSchV erfüllt.
- Erfüllung der Anforderungen GSchV fraglich.
- Anforderungen GSchV nicht erfüllt.

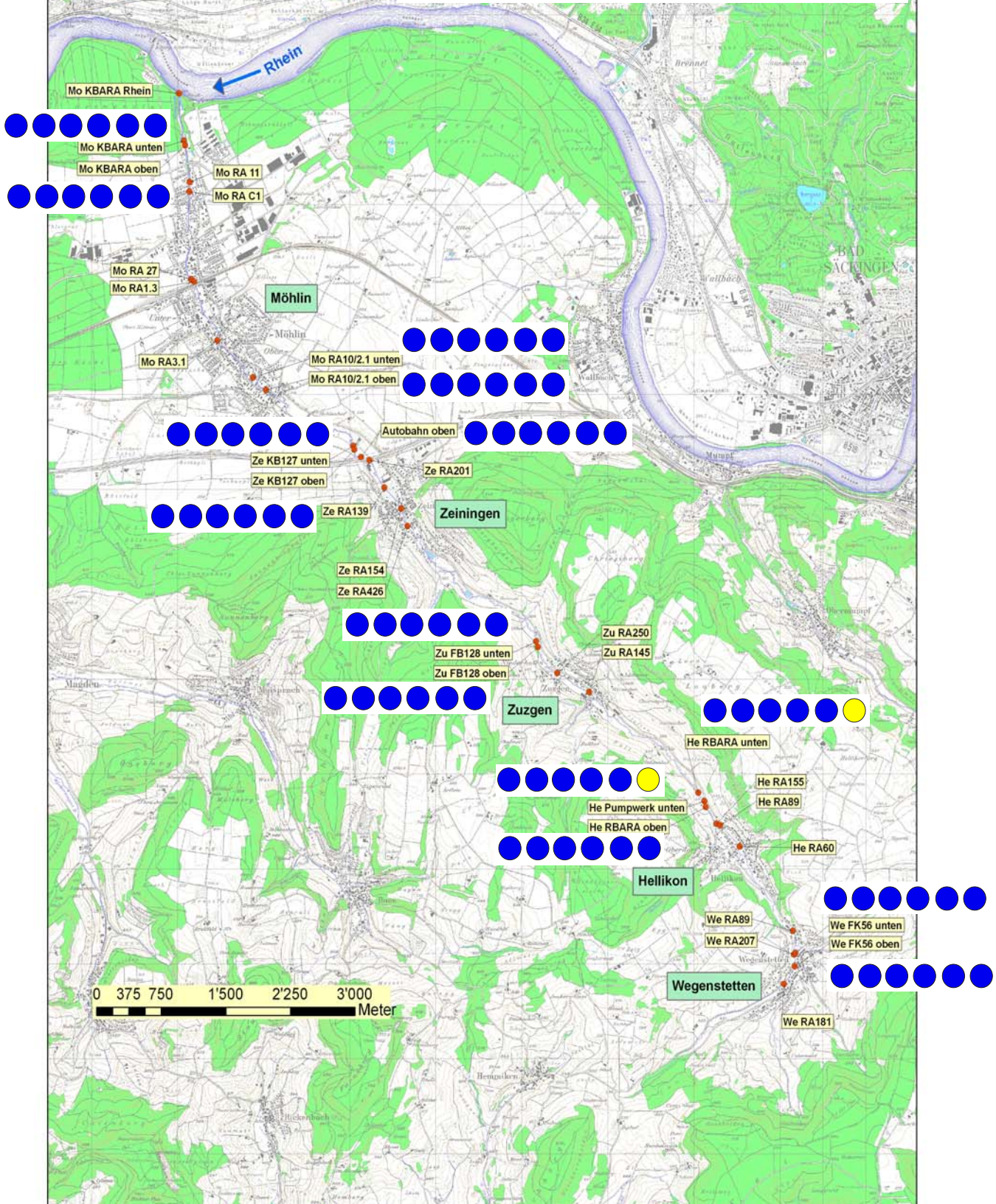


Abb. 5: Vorkommen von heterotrophem Bewuchs entlang des Möhlinbachs (massnahmenbezogene Erfolgskontrolle).
 Abfolge Kreise: 24./25. Mai'07, 18. Juli'07, 03. September'07, 14. Dezember'07, 31. März'08, 22. Mai'08.
 Weisse Kreise: keine Untersuchung.

Anforderungen an die Wasserqualität bzw. ökologische Ziele für Fließgewässer gemäss GSchV:

- Anforderungen GSchV erfüllt.
- Erfüllung der Anforderungen GSchV fraglich.
- Anforderungen GSchV nicht erfüllt.

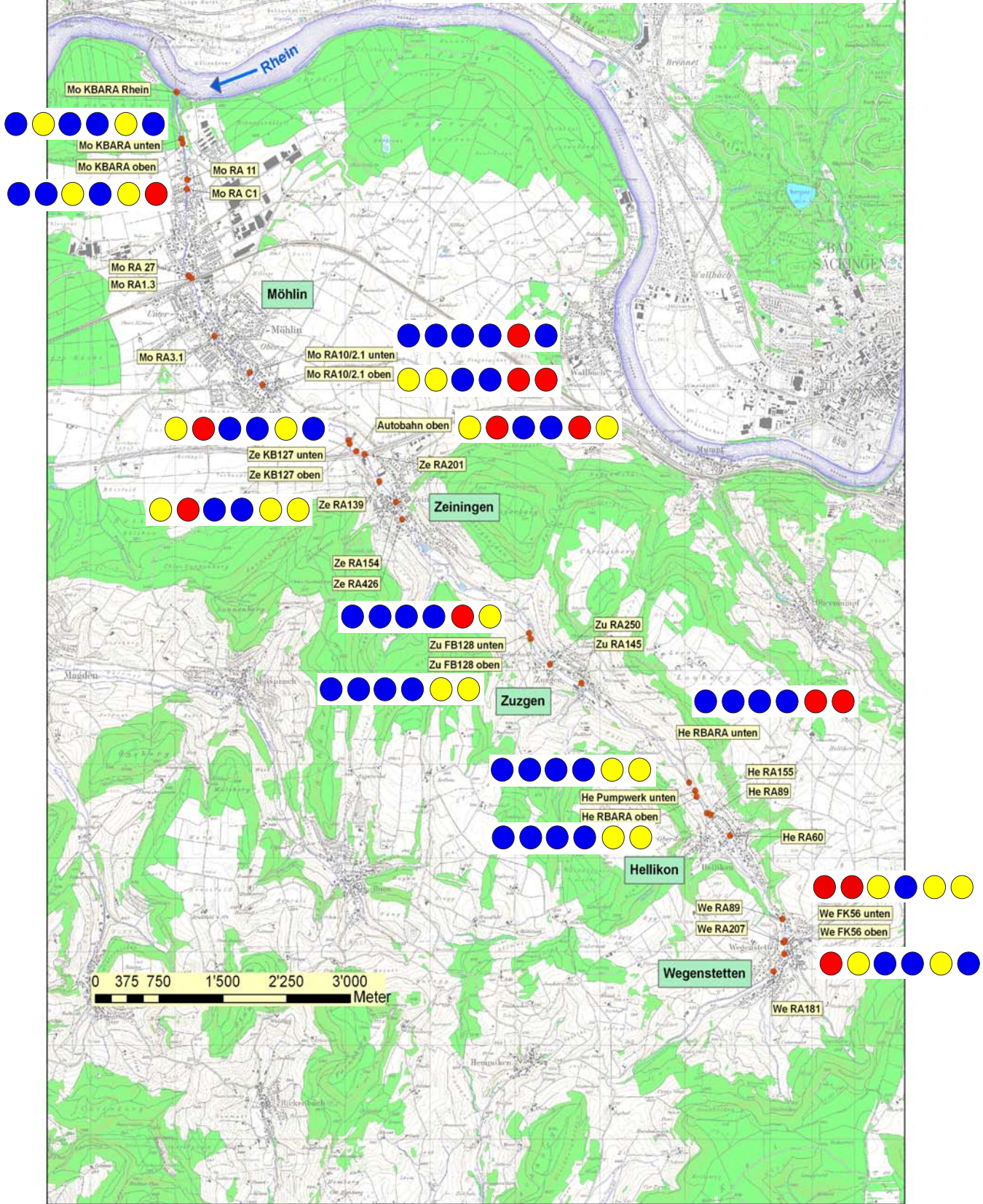


Abb. 6: Fadenalgenbewuchs entlang des Möhlinbachs (massnahmenbezogene Erfolgskontrolle).
 Abfolge Kreise: 24./25. Mai'07, 18. Juli'07, 03. September'07, 14. Dezember'07, 31. März'08, 22. Mai'08.
 Weisse Kreise: keine Untersuchung.

Anforderungen an die Wasserqualität bzw. ökologische Ziele für Fließgewässer gemäss GSchV:

- Anforderungen GSchV erfüllt.
- Erfüllung der Anforderungen GSchV fraglich.
- Anforderungen GSchV nicht erfüllt.

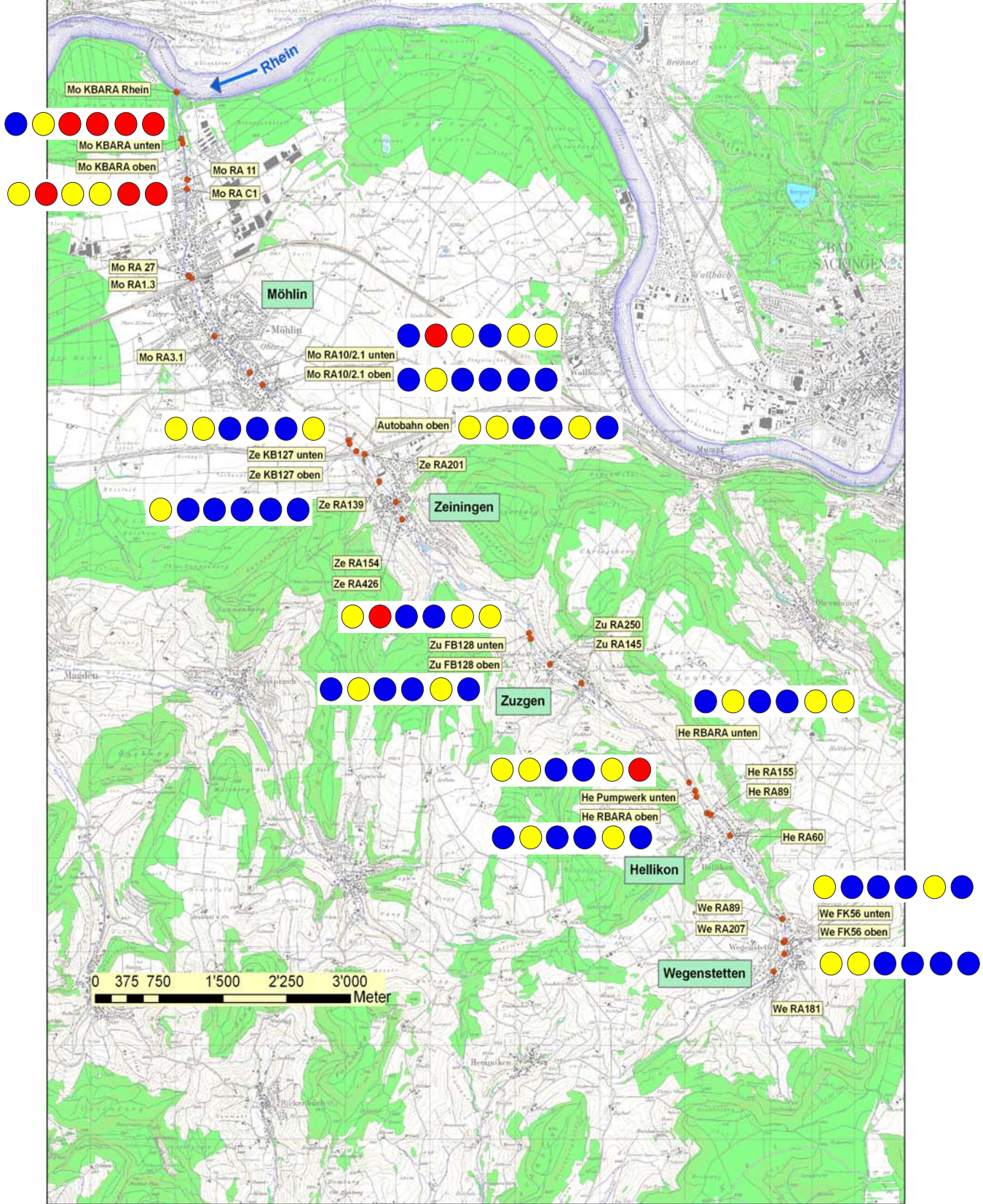


Abb. 7: Gesamtbewertung des äusseren Aspekts entlang des Möhlinbachs (massnahmenbezogene Erfolgskontrolle).

Abfolge Kreise: 24./25. Mai'07, 18. Juli'07, 03. September'07, 14. Dezember'07, 31. März'08, 22. Mai'08.

4.2.2 Kieselalgen

Die Artenlisten sowie die relativen Häufigkeiten der einzelnen Taxa an den Untersuchungsstellen befinden sich in den Stellendokumentationen im Anhang.

Die Untersuchungsergebnisse sind in den Abbildungen 8 (DI-CH) und 9 (Gewässergüte) dargestellt. Insgesamt wurde an 14 Stellen eine Kieselalgenanalyse durchgeführt.

Gemäss *DI-CH* (Hürlimann & Niederhauser 2006) indizierten die Kieselalgengemeinschaften an den untersuchten Stellen einen sehr guten bis guten Zustand (Abb. 8).

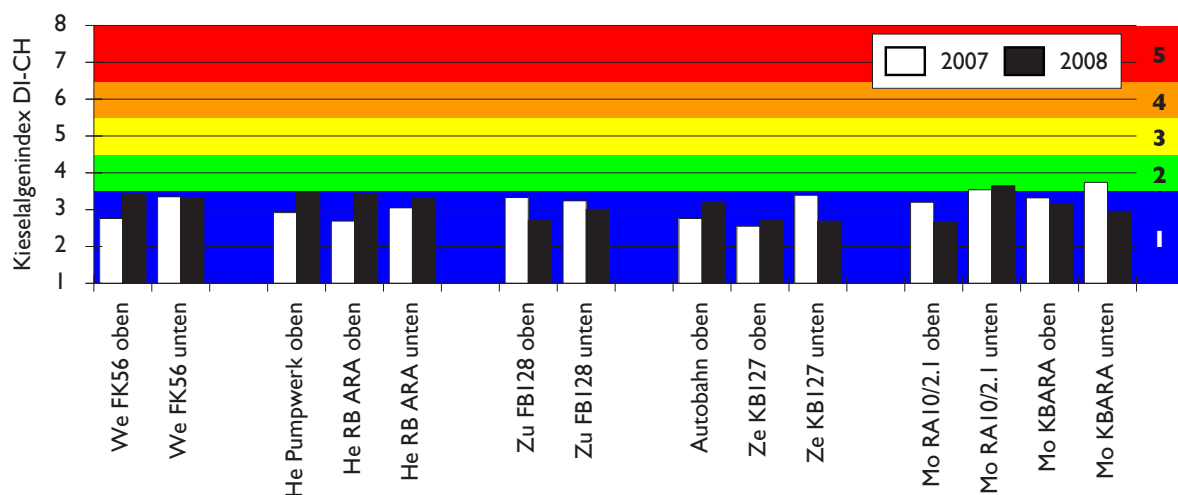


Abb. 8: Einteilung in Zustandklassen aufgrund des Kieselalgenindex DI-CH für die Untersuchungsstellen 2007 und 2008 (massnahmenbezogene Erfolgskontrolle).

Zustandsklassen 1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = mässig, 4 = unbefriedigend, 5 = schlecht.

We = Wegenstetten, He = Hellikon, Zu = Zuzgen, Ze = Zeiningen, Mo = Möhlin.

ARA = Abwasserreinigungsanlage, RB = Regenbecken, FK = Fangkanal, FB = Fangbecken, KB = Klärbecken, RA = Regenauslass.

Die *Gewässergüte* gemäss Lange-Bertalot (1978) lag an allen Stellen im β -mesosaprobe Bereich (Abb. 9). Bei den Stellen Zu FB 128 unten (Juli'07) und He RB ARA unten (Juli'07) ist jedoch eine Tendenz zur nächst schlechteren Stufe II-III (β -mesosaprobe bis α -mesosaprobe Gewässergütestufe) ersichtlich. Dies ist auf einen höheren Anteil (>50%) sauerstofftoleranter und -resistenter Arten zurückzuführen.

Gemäss *Kieselalgendifferentialarten-Analyse* nahm die Gruppe der gegenüber organischen Belastungen sensiblen Arten an allen Untersuchungsstellen den grössten Anteil ein (Abb. 9). Die gegenüber organischen Belastungen sensible bis tolerante Arten erreichten an den Stellen Zu FB 128 unten (2007) und He RB ARA unten (2007) höhere Anteile (Abb. 9).

Fazit: Die Kieselalgenlebensgemeinschaft am Möhlinbach indizierte gemäss **DI-CH** einen guten bis sehr guten Zustand und erfüllt somit die Anforderungen an die Gewässerschutzverordnung. Trotzdem lassen sich anhand der Kieselalgen bei verschiedenen Einleitstellen Belastungen erkennen. Nach Erstellung der geplanten Regenwasserbehandlungsanlagen ist daher eine erneute Untersuchung zur Erfolgskontrolle sinnvoll.

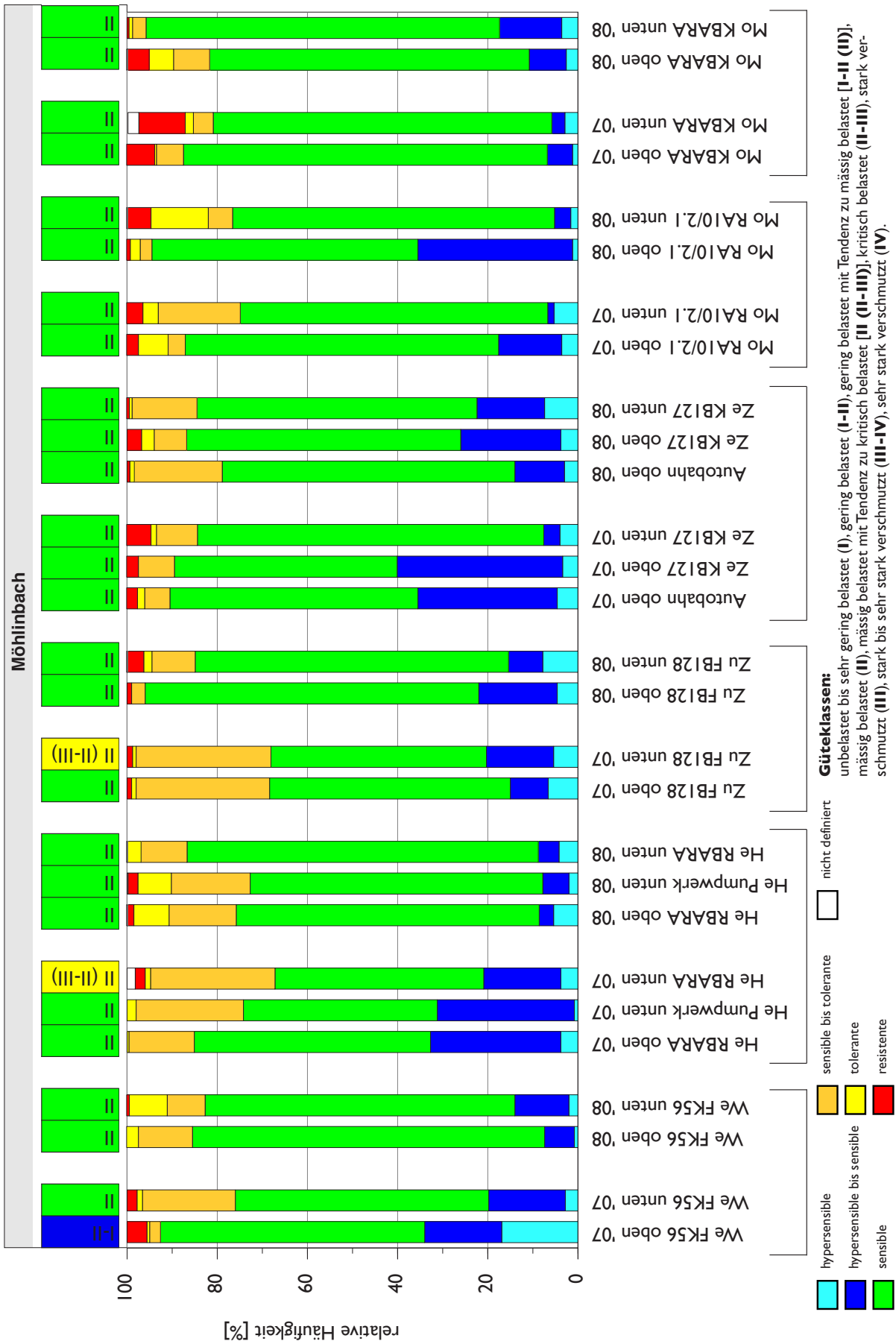


Abb. 9: Relative Häufigkeiten der sechs Kieselalgen-Differentialartengruppen und damit indizierte Güteklasse an den Untersuchungsstellen im Möhlinbach am 18.07.2007 und 31.03.2008 (massnahmenbezogene Erfolgskontrolle).

5. Zeitliche Entwicklung der Gewässerqualität im Möhlinbach an ausgewählten Stellen

5.1 ARA Hellikon - Vergleich der Untersuchungen 1997, 2007/08

Im Jahre 1997 erfolgte eine Untersuchung der Gewässerqualität des Möhlinbachs im Bereich der ARA Hellikon (Ambio 1997). Neben dem äusseren Aspekt wurden Kieselalgen [Saprobie nach Lange-Bertalot (1978, 1979a, b), Lange-Bertalot & Bonik (1976)] und pflanzlicher Bewuchs ober- und unterhalb der ARA Hellikon untersucht. Im folgenden werden die Untersuchungen vor (1997) und nach (2007/08) der Aufhebung der ARA Hellikon gegenübergestellt. Der Umbau der stillgelegten ARA zum Regenbecken stand anlässlich der Untersuchungen 2007/08 noch aus, und das Pumpwerk entlastete jeweils bereits bei geringen Niederschlägen.

Äusserer Aspekt und Fadenalgenbewuchs

Bei allen Parametern des äusseren Aspekts ist eine Verschlechterung von 1997 bis 2007/08 sichtbar (Tab. 7). Während 1997 im Bereich ARA Hellikon ausschliesslich heterotropher Bewuchs auf eine Belastung hinwies, nahm bis zu den Untersuchungen 2007/08 die Anzahl belastungsanzeigender Parameter deutlich zu (Tab. 7).

Im Jahr 1997 war kein Einfluss der ARA Hellikon auf den Möhlinbach ersichtlich. Das Vorkommen von heterotrophem Bewuchs wurde auf die allgemeine Belastung des Möhlinbachs mit anorganischen und organischen Stoffen erklärt (Ambio 1997). Diese allgemeine Belastung des Möhlinbachs erklärt auch die 2007 vorgefundene Verschlammung und die Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung. Einzig das Vorkommen von Eisensulfid unterhalb der Einleitung lässt noch auf einen negativen Einfluss durch die ARA Hellikon schliessen (Tab. 7).

Bei der Untersuchung 2008 zeigte sich hinsichtlich aller Parameter (Ausnahme Eisensulfid) eine deutliche Verschlechterung unterhalb der ehemaligen Einleitung ARA Hellikon verglichen mit der Stelle oberhalb (Tab. 7). Dies hängt mit den erheblichen Entlastungen beim Pumpwerk zusammen.

Tab. 7: Vergleich des äusseren Aspektes der Untersuchungen 1997 (1. Juli'97) mit 2007/2008 (18. Juli'07 & 22. Mai'08) am Möhlinbach im Bereich der ARA Hellikon (jeweils Stellen ober-/ unterhalb Einleitung).

		Ver- schlammung	Eisensulfid	Feststoffe Siedlungsent- wässerung	heterotropher Bewuchs	Fadenalgen- bewuchs
1997	oben	keine	keine	keine	mittel	kein
	unten	keine	keine	keine	wenig	kein
2007	oben	wenig/mittel	keine	vereinzelt	keine	kein
	unten	keine	wenig/mittel	vereinzelt	keine	kein
2008	oben	keine	keine	keine	keine	10-50%
	unten	wenig/mittel	keine	vereinzelt	wenig/mittel	> 50%

Kieselalgen

Die Bewertung der organischen Belastung mit Hilfe der Kieselalgenzusammensetzung zeigte 1997 einen deutlich negativen Einfluss der ARA Hellikon auf den Möhlinbach (Abb. 10). Im weiteren zeitlichen Verlauf bis 2007 verringerte sich die organische Belastung im Möhlinbach generell. An beiden Stellen nahmen die hypersensiblen, die hypersensiblen bis sensiblen und sensiblen Arten zu, während die sensiblen bis toleranten, die toleranten und resistenten Arten abnahmen (Abb. 10). Während der Untersuchung 2008 konnte an beiden Stellen wieder eine leichte Verschlechterung festgestellt werden (Abb. 10). Diese machte sich durch die Zunahme von toleranten und sensiblen Arten und durch die Abnahme von hypersensiblen bis sensiblen Arten bemerkbar.

2007 wurde die Stelle unterhalb der Einleitung als gering schlechter eingestuft, 2008 als gering besser (Abb. 10). Neben der Einleitungen durch das Pumpwerk wird der Möhlinbach daher durch weitere negative Einflüsse (z.B andere Einleitungen, landwirtschaftliche Einflüsse, etc.) beeinträchtigt.

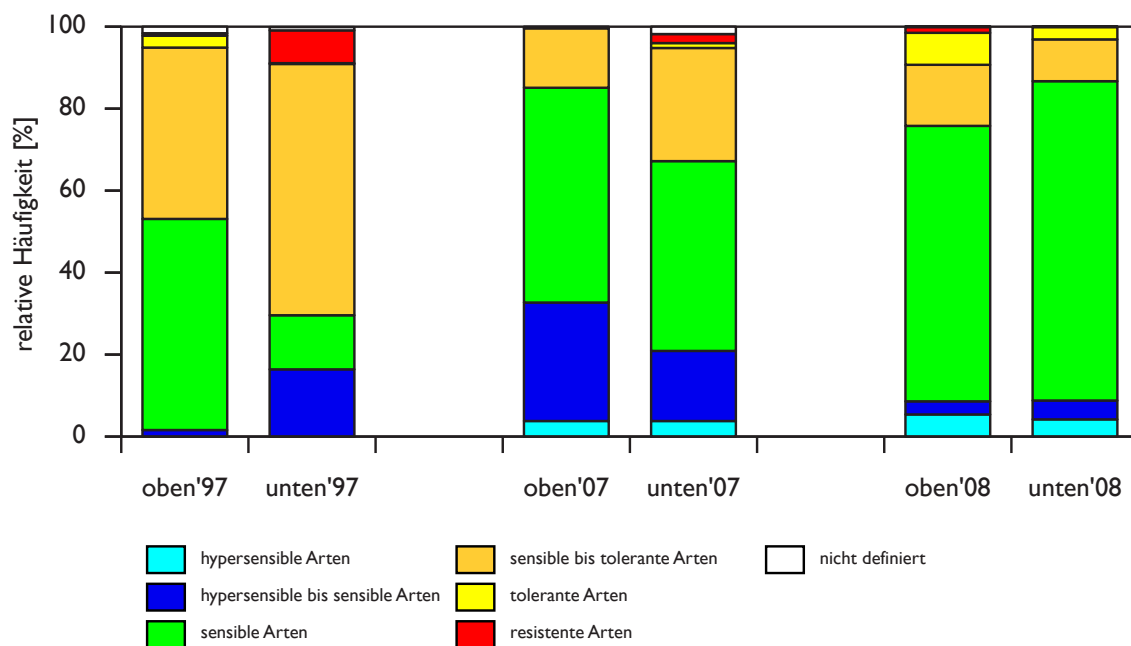


Abb. 10: Relative Häufigkeiten der sechs Kieselalgen-Differentialartengruppen an den Untersuchungsstellen He RB ARA oben und unten im Möhlinbach in den Jahren 1997, 2007, 2008.

5.2 ARA Möhlin - Orientierungsuntersuchungen 2006-2008

Im Zeitraum von 2006 bis 2008 wurden an der Stelle Mo RB ARA unten (unterhalb Kläranlage) Orientierungsuntersuchungen durch das Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Abteilung Umwelt, Kanton Aargau durchgeführt. Neben dem äusseren Aspekt wurden Kieselalgen [Saprobie nach Lange-Bertalot (1978, 1979a, b), Lange-Bertalot & Bonik (1976)] und pflanzlicher Bewuchs unterhalb der ARA Möhlin untersucht. Im folgenden werden die Untersuchungen 2006 und 2007/08 gegenübergestellt.

Äusserer Aspekt und Fadenalgenbewuchs

Von 2006 bis 2007 nahmen Verschlämmung, Eisensulfid, Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung sowie heterotropher Bewuchs ab (Tab. 8). Bei der Untersuchung 2008 wurde jedoch wieder eine massive Verschlechterung der Parameter "Verschlämmung" und "Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung" nachgewiesen (Tab. 8). Diese Verschlechterung stand in Zusammenhang mit dem Bau des Regenbeckens.

Tab. 8: Vergleich des äusseren Aspektes der Untersuchungen 2006 mit 2007/2008 am Möhlinbach unterhalb der ARA Möhlin.

		Verschlämmung	Eisensulfid	Feststoffe Siedlungsentwässerung	heterotropher Bewuchs	Fadenalgenbewuchs
2006	22. Jun 06	wenig/mittel	wenig/mittel	viele	vereinzelt	kein
2007	24. Mai 07	keine	kein	kein	kein	kein
2008	22. Mai 08	wenig/mittel	kein	viele	kein	kein

Kieselalgen

Die Bewertung der organischen Belastung mit Hilfe der Kieselalgenzusammensetzung zeigte von 2006 bis 2007 eine deutliche Verschlechterung des Möhlinbachs an der Stelle Mo RB ARA unten (Abb. 11). Im weiteren zeitlichen Verlauf bis 2007 verbesserte sich die organische Belastung dann deutlich (auch im Vergleich zu 2006); die hypersensiblen bis sensiblen Arten nahmen zu, während die toleranten und resistenten Arten abnahmen (Abb. 11). Ähnlich verhielt es sich mit der allgemeinen Belastung, ausgedrückt durch die DI-CH-Werte 3.4 (Juni'06), 3.74 (Juli'07) und 2.93 (März'08).

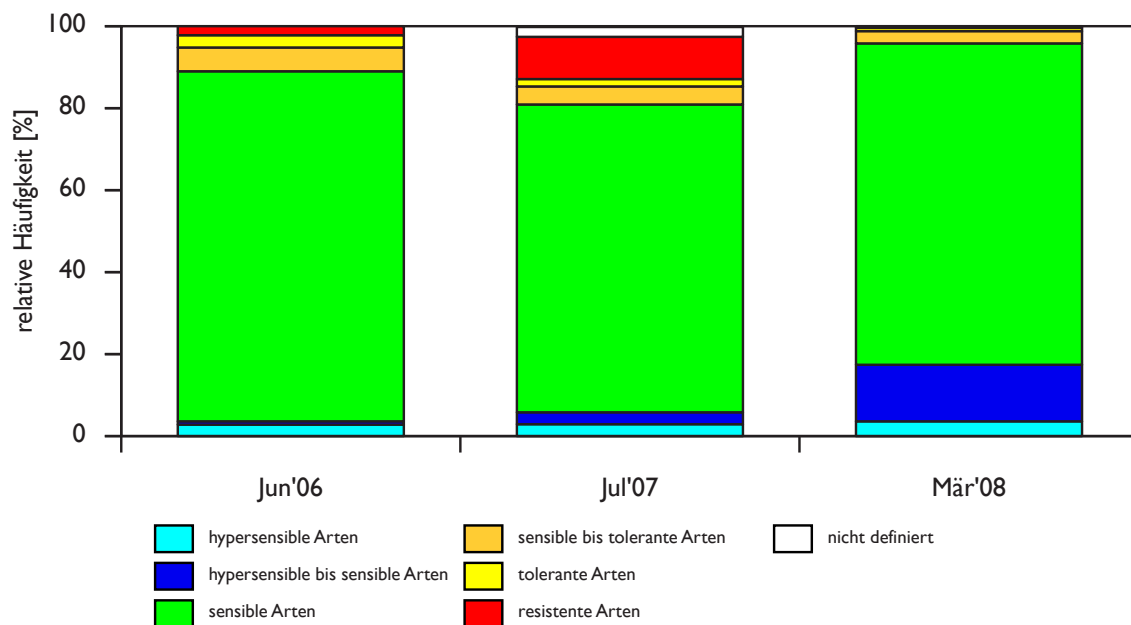


Abb. 11: Relative Häufigkeiten der sechs Kieselalgen-Differentialartengruppen an der Untersuchungsstellen Mo KB ARA unten im Möhlinbach in den Jahren 2006, 2007, 2008.

5.3 Autobahn oben - Monitoring 1997-2008

Seit 1997 (1999, 2002, 2004, 2006-2008) erfolgt ein Monitoring-Programm zur Untersuchung der Gewässerqualität des Möhlinbachs im Bereich der Einleitung Autobahn oben. Neben dem äusseren Aspekt wurden Kieselalgen [Saprobie nach Lange-Bertalot (1978, 1979a, b), Lange-Bertalot & Bonik (1976)] und pflanzlicher Bewuchs an der Stelle Autobahn oben untersucht. Im Folgenden werden die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungen gegenübergestellt.

Äusserer Aspekt und Fadenalgenbewuchs

Mit Ausnahme des Bewuchs' der Fadenalgen kann keine eindeutige Aussage über eine grundsätzliche Verbesserung oder Verschlechterung des äusseren Aspekts getroffen werden. Verschlammung, Eisensulfid, Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung und heterotropher Bewuchs traten unregelmässig während des gesamten Monitorings auf. Die Fadenalgendichte nahm jedoch im Laufe der Zeit zu (Tab. 9). Generell deuten die Ergebnisse auf gestörte Verhältnisse im Möhlinbach hin. Das sporadische Auftreten der einzelnen Parameter des äusseren Aspekts indizieren Entlastungsereignisse als beeinträchtigenden Einfluss. Die Zunahme der Fadenalgendichte deutet hingegen auf eine landwirtschaftliche Belastung.

Tab. 9: Vergleich des äusseren Aspektes der Untersuchungen von 1997 bis 2008 am Möhlinbach an der Stelle Autobahn oben.

		Feststoffe Siedlungsentwässerung	Ver- schlammung	Eisensulfid	heterotropher Bewuchs	Fadenalgen- bewuchs
1997	Apr	-	wenig	kein	kein	<10%
	Jul	-	keine	kein	vereinzelt	<10%
1999	Apr	-	keine	kein	kein	<10%
	Jul	-	keine	kein	kein	<10%
2002	Aug	keine	keine	wenig/mittel	wenig	<10%
2004	Apr	vereinzelt	mittel	kein	kein	<10%
2006	Apr	vereinzelt	keine	kein	kein	<10%
2007	Mai	keine	keine	wenig/mittel	kein	10-50%
	Jul	keine	keine	wenig/mittel	kein	>50%
2008	Mai	keine	keine	kein	vereinzelt	10-50%

Kieselalgen

Hinsichtlich des *DI-CH* (Hürlimann & Niederhauser 2006) zeigte die zeitliche Entwicklung der Kieselalgen-Lebensgemeinschaft eine deutliche Verbesserung (Abb. 12). Von 1997 bis 2004 indizierten die Kieselalgengemeinschaften an der Stelle Autobahn oben einen guten bis mässigen Zustand, von 2006 bis 2008 einen sehr guten (Abb. 12).

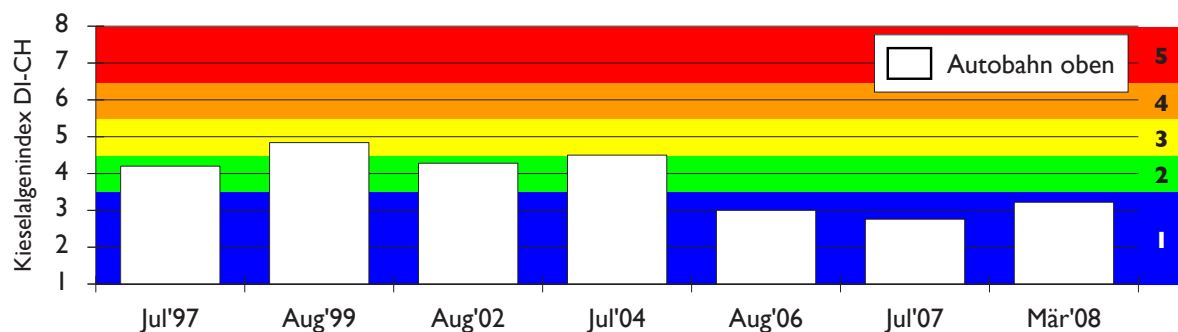


Abb. 12: Einteilung in Zustandklassen aufgrund des Kieselalgenindex DI-CH für die Untersuchungsstelle Autobahn oben von 1997 bis 2008.

Zustandsklassen 1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = mässig, 4 = unbefriedigend, 5 = schlecht.

Die *Gewässergüte* gemäss Lange-Bertalot (1978) lag von 1997 bis 2004 im β -mesosaprobe Bereich mit Tendenz zur nächst schlechteren Stufe II-III (β -mesosaprobe bis α -mesosaprobe Gewässergütestufe) (Abb. 13). Bis zum Jahr 2006 nahm diese dann deutlich auf die oligo- β -mesosaprobe Stufe mit Tendenz zur nächst schlechteren Stufe II (β -mesosaprobe). In den beiden folgenden Jahren 2007 und 2008 verschlechterte sich die Gewässergütestufe dann wieder gering (Stufe II, β -mesosaprobe) (Abb. 13).

Gemäss *Kieselalgendifferentialarten-Analyse* nahmen die Gruppen der gegenüber organischen Belastungen sensiblen Arten an allen Untersuchungsterminen den grössten Anteil ein (Abb. 13). In den Jahren 1997 bis 2004 war der Anteil an sensiblen bis toleranten und resistenten Arten deutlich höher als von 2006 bis 2008. Zudem nahmen hypersensible und hypersensible bis sensible Arten zu.

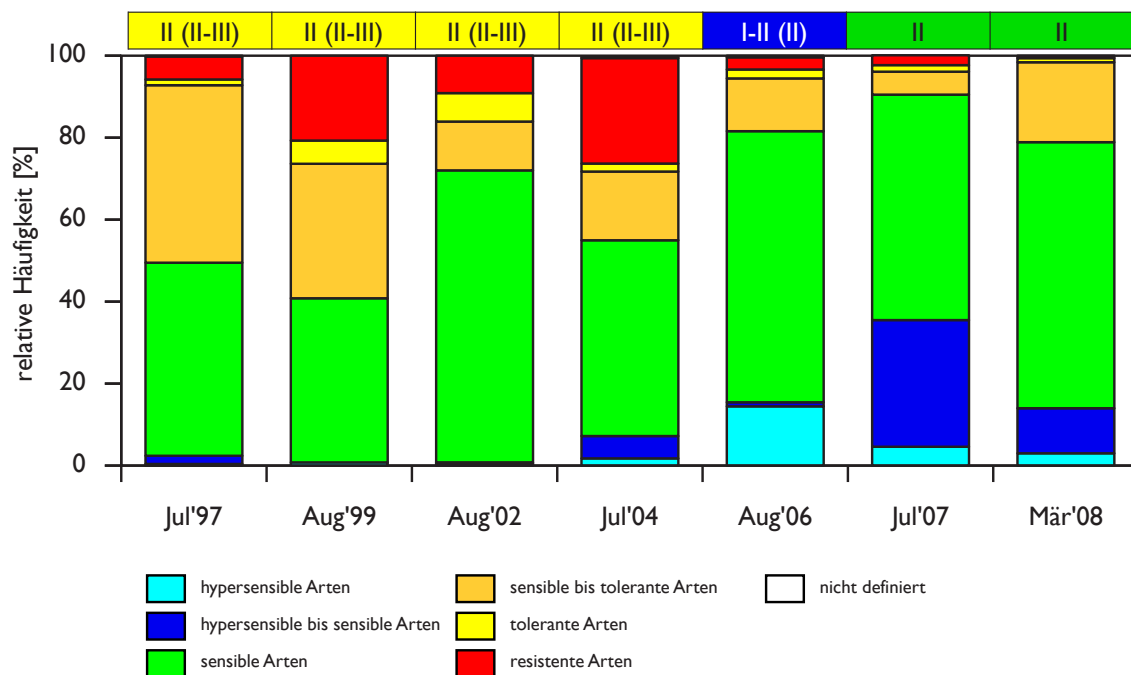


Abb. 13: Relative Häufigkeiten der sechs Kieselalgen-Differentialartengruppen und damit indizierte Güteklasse an der Untersuchungsstelle Autobahn oben im Möhlinbach in den Jahren 1997 bis 2008.

Güteklassen: unbelastet bis sehr gering belastet (**I**), gering belastet (**I-II**), gering belastet mit Tendenz zu mässig belastet [**I-II (II)**], mässig belastet (**II**), mässig belastet mit Tendenz zu kritisch belastet [**II (II-III)**], kritisch belastet (**II-III**), stark verschmutzt (**III**), stark bis sehr stark verschmutzt (**III-IV**), sehr stark verschmutzt (**IV**).

Fazit: Die durch die Kieselalgen indizierte markante Verbesserung der Wasserqualität im Möhlinbach zwischen 2004 und 2006 kann auf die Aufhebung der ARA Hellikon zurückgeführt werden.

6. Literatur

- AMBIO (1997): Gewässerqualität des Möhlinbaches im Bereich der ARA Hellikon: Überprüfung der Einleitungsbedingungen. Fachbericht. 21 Seiten.
- AQUAPLUS (2008): Erfolgskontrolle Siedlungsentwässerung Kanton Aargau. Konzept für die immissionsorientierte Erfolgskontrolle. Im Auftrag des Kanton Aargau, Departements Bau, Verkehr und Umwelt, Abteilung für Umwelt.
- BINDERHEIM, U. & GÖGGEL, W. (2007): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Äusserer Aspekt. Umwelt-Vollzug Nr. 0701. Bundesamt für Umwelt, Bern. 43 Seiten.
- DOUGLAS, B. (1958): The ecology of the attached diatoms and other algae in a small stony stream. *Journal of Ecology* 46: 295-322.
- HOFMANN, G. (1987): Diatomeengesellschaft saurer Gewässer des Odenwalds und ihre Veränderungen durch anthropogene Faktoren. Diplomarbeit im Fachbereich Biologie der Johann Wolfgang Goethe Universität Frankfurt am Main. 264 Seiten.
- HÜRLIMANN, J. & NIEDERHAUSER, P. (2006): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Kieselalgen Stufe F (flächendeckend). Umwelt-Vollzug Nr. 0740. Bundesamt für Umwelt, Bern. 130 Seiten.
- HUNZIKER (2007): Abwasserverband Möhlental. Netzoptimierung. Technischer Bericht. 22 Seiten.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. (1986): Bacillariophyceae. 1. Teil Naviculaceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer D. (eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/1. 876 Seiten.
- LANGE-BERTALOT, H. (1978): Diatomeen-Differentialarten anstelle von Leitformen: ein geeignetes Kriterium der Gewässerbelastung. *Archiv für Hydrobiologie, Supplementband* 51: 393-427.
- LANGE-BERTALOT, H. & BONIK, K. (1976): Massenentwicklung bisher seltener und unbekannter Diatomeen als Indikator starker Abwasserbelastung in Flüssen. *Archiv für Hydrobiologie, Supplementband* 49: 303-332.
- LANGE-BERTALOT, H. (1979a): Pollution tolerance of diatoms as a criterion for water quality estimation. *Nova Hedwigia, Beiheft* 64: 285-304.
- LANGE-BERTALOT, H. (1979b): Toleranzgrenzen und Populationsdynamik benthischer Diatomeen bei unterschiedlich starker Abwasserbelastung. *Archiv für Hydrobiologie, Supplementband* 56: 184-219.
- LAWA (1976): Die Gewässergütekarte der Bundesrepublik Deutschland. Zitiert in: Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen (1990), Gewässergütebericht '89. 108 Seiten.
- STRAUB, F. (1981): Utilisation des membranes filtrantes en teflon dans la préparation des Diatomées epilithiques. *Cryptogamie, Algologie* 2 (2): 153.
- VERBAND SCHWEIZER ABWASSER UND GEWÄSSERSCHUTZFACHLEUTE VSA (2008): Abwassereinleitungen in Gewässer bei Regenwetter (STORM). Richtlinie für die konzeptuelle Planung von Massnahmen. VSA-Verbandsbericht 577. 34 Seiten.