

Biologische Überwachung der Fliessgewässer im Einzugsgebiet des Zürich-Obersees 2012



Beurteilung des Gewässerzustandes anhand
des Makrozoobenthos und der Kieselalgen
gemäss Modul-Stufen-Konzept Stufe F



Bild: Jona, Grünau

Zuhanden:

Amt für Umwelt und Energie (AFU)
Lämmliisbrunnenstr. 54
9001 St. Gallen

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. ZUSAMMENFASSUNG	4
2. AUSGANGSLAGE	8
3. VORGEHENSWEISE	9
3.1 Untersuchungsstellen und -zeitpunkt	9
3.2 Probenahme- und Auswertungsmethoden	10
4. RESULTATE	12
4.1 Äusserer Aspekt und Ökomorphologie	12
4.2 Kieselalgen	15
4.3 Makrozoobenthos	19
4.4 Vergleich mit älteren Untersuchungen	25
5. LITERATURVERZEICHNIS	29
6. ANHANG	30
6.1 Beurteilungsblätter für alle Untersuchungsstellen	31
6.2 Methode und Rohdaten Kieselalgen	45
6.3 Methode und Rohdaten Makrozoobenthos	49
6.4 Methode und Rohdaten Ökomorphologie und Äusserer Aspekt	57

1. ZUSAMMENFASSUNG

Das Amt für Umwelt und Energie des Kantons St. Gallen beauftragte am 10.2.12 die Firma Limnex AG 13 Stellen in Fliessgewässern im Einzugsgebiet Zürich-Obersee biologisch zu untersuchen und gemäss den Anforderungen der Gewässerschutzverordnung (GSchV, Anhang 1 und 2) ökologisch zu beurteilen. Dabei wurden verschiedene Module des Modul-Stufen-Konzeptes (BUWAL, 1998a) angewendet.

Die Untersuchungen fanden am Ende der winterlichen Niederwasserperiode am 20. und 21. März 2012 statt. Im Vorfeld der Feldaufnahmen konnten keine erhöhten Abflüsse oder ausgeprägte Hochwasser beobachtet werden.

Die Resultate der Untersuchungen sind in Kapitel 4 detailliert dargestellt (die Rohdaten befinden sich im Anhang 6). Abbildung 1 gibt einen kartographischen Überblick über die ökologische Bewertung der Untersuchungsstellen bezüglich Kieselalgen, Makrozoobenthos und Äusserem Aspekt. Die Resultate und Beurteilungen können wie folgt zusammengefasst werden:

- Die Ökomorphologie wurde nur punktuell bei den Probenahmestellen aufgenommen. Von den 13 Untersuchungsstellen zeigten 6 eine wenig beeinträchtigte Morphologie. Weitere 6 Stellen waren stark beeinträchtigt und eine Stelle wurde als naturfremd beurteilt (Jona, Blaubrunnen OGW 015).
- Beim Äusseren Aspekt – er beschreibt die anthropogene Belastung eines Gewässers anhand verschiedener Indikatoren – wurden bei den meisten Kriterien keine Beeinträchtigungen festgestellt, womit die gesetzlichen Anforderungen gemäss GSchV weitgehend eingehalten werden können. Bei einzelnen Aspekten ist die Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen jedoch fraglich, da eine geringe bis mittlere Beeinträchtigung ermittelt wurde. Nicht erfüllt sind die Anforderungen an die GSchV aufgrund der Trübung und der Schlammabildung im Nebengraben des Kaltbrunner Riets (OGW 010) und des rechtsseitigen Hintergraben (OGW 007). Besonders viel Abfall wurde am Steinenbach (OGW 011, Ziegelhof) festgestellt.
- Der Algenbewuchs war an den meisten Stellen leicht erhöht. Eher geringen Algenbewuchs wiesen der Wagnerbach und der rechtsseitige Hintergraben Hänggelgiesen auf. Algenwucherungen, wie sie gemäss GSchV vermieden werden sollten, wurden keine beobachtet.
- Die Kieselalgen – beurteilt anhand des revidierten Diatomeen Index Schweiz (DI-CH) – zeigten für alle untersuchten Gewässer durchgehend unbelastete bis gering belastete Verhältnisse. Die gesetzlichen Anforderungen können damit eingehalten werden. Im schweizerischen Vergleich befinden sich die meisten der untersuchten Gewässer oberhalb des Mittelfeldes und gehören damit bezüglich Wasserqualität zu den guten bis sehr guten Fliessgewässern.
- Die ökologischen Ziele der GSchV, mit einer Vielfalt und Häufigkeit der Arten, die typisch ist für nicht oder nur schwach belastete Gewässer, können bezüglich Makrozoobenthos an den meisten Untersuchungsstellen im Einzugsgebiet Zürich-Obersee eingehalten werden. Deutlich nicht erreicht wird das Ziel im Nebengraben Kaltbrunn (OGW 010). Ebenfalls nicht erreicht werden die Ziele im Wagnerbach (OGW 070, 108, 109). Das Gewässer weist im Vergleich mit den anderen Untersuchungsstellen leichte Defizite in der Diversität auf. Gleichzeitig verfügt der Wagnerbach aber über sehr gute Biomassewerte und eine hohe Anzahl Individuen.

Der Vergleich der hier untersuchten 13 Probestellen im Einzugsgebiet Zürich Obersee mit denselben Stellen aus dem Jahr 2006 (Limbex, 2006) zeigte, dass sich die Situation des Äusseren Aspekts gegenüber 2006 leicht verbessert hat, auch wenn der Nebengraben Kaltbrunn (OGW 010) und der rechtseitige Hintergraben (OGW 007) immer noch hohe Belastungen im Bereich von Trübung und Schlamm aufweisen. Der rechtseitige Hintergraben wurde zudem morphologisch leicht aufgewertet.

Der IBCH, und somit die durch das Makrobenthos indizierte Wasserqualität, hat sich in der Jona (2 Stellen) gegenüber 2006 um eine Zustandsklasse verbessert, während er im Wagnerbach (2 Stellen) um eine Klasse abgenommen hat. Auch im Nebengraben Kaltbrunn ist der IBCH weiter gesunken. Diese Tendenzen zeichnen sich auch im Saprobitäts-Index ab.

Neu nachgewiesen im Untersuchungsgebiet ist die eingeschleppte Neuseeländische Zwergdeckelschnecke (*Potamopyrgus antipodarum*) im Wagnerbach.

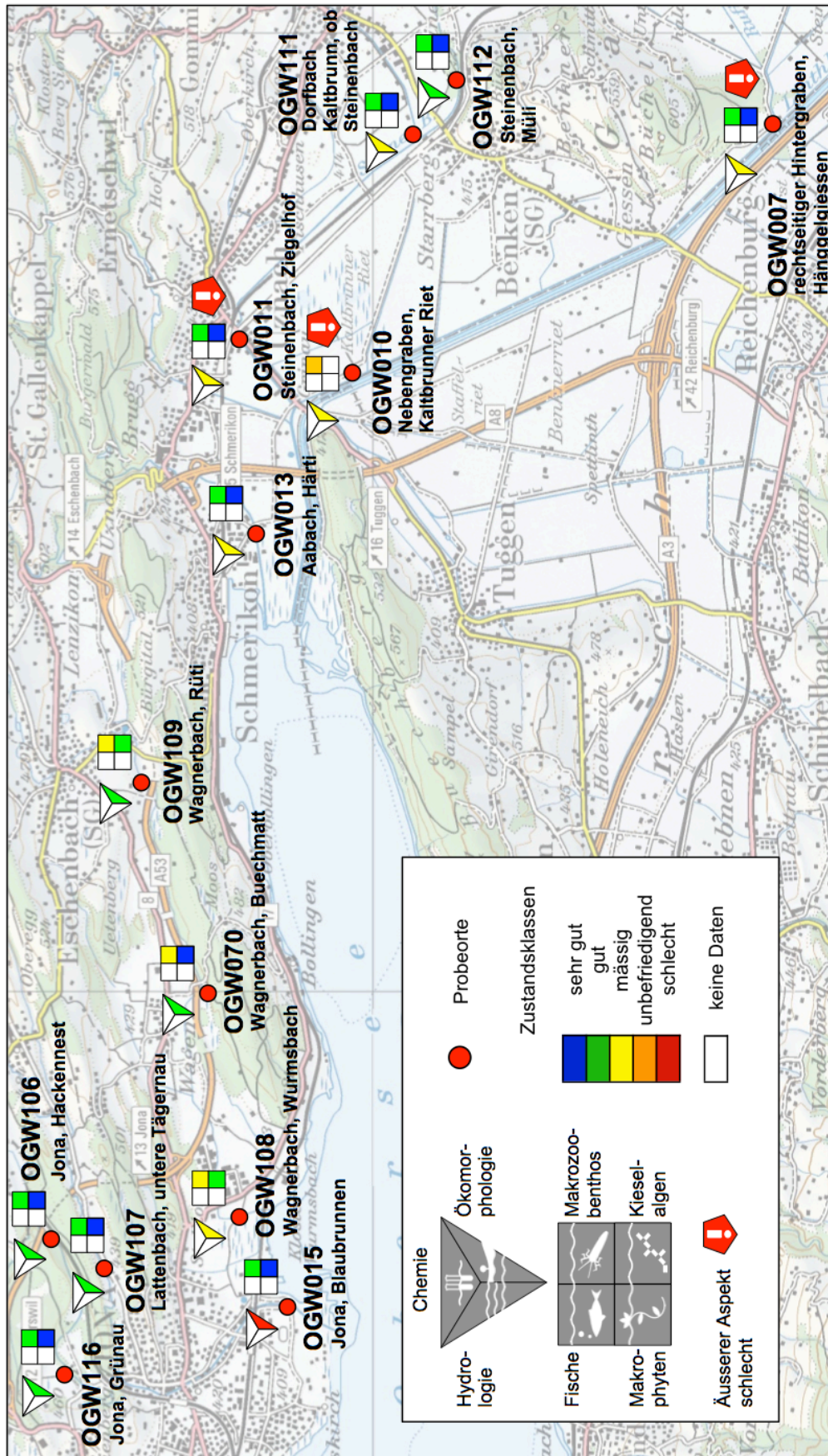


Abbildung 1: Karte des Untersuchungsgebiets in der Region Zürich-Obersee mit den 13 Untersuchungsstellen und Angaben zur ökologischen Qualität bezüglich Äusserem Aspekt, Ökomorphologie, Kieselalgen und Makrozoobenthos. Darstellung gemäss Synthese Entwurf zum Modulstufenkonzept (Baumann et al., 2010).

MSK Module			Öko-morphologie										Synthese für Spezialisten	
OGW Nr.	Gewässer	Standortbezeichnung, Gemeinde	Chemie	Hydrologie	Fische	MZB	Makrophyten	Kieselalgen	Äusserer Aspekt					
														
011	Steinenbach	Ziegelhof, Uznach	▽	▽	□	■	□	■						
112	Steinenbach	Müli, Benken	▽	▽	□	■	□	■						
010	Nebengraben	Kaltbrunner Riet, Uznach	▽	▽	□	■	□	□						
111	Dorfbach Kaltbrunn	ob. Steinenbach	▽	▽	□	■	□	■						
013	Aabach	Härti Pt. 412, Schmerikon	▽	▽	□	■	□	■						
007	rechts. Hintergraben	Hänggelgiessen, Benken	▽	▽	□	■	□	■						
015	Jona	Blaubrunnen, Rapperswil-Jona	▽	▽	□	■	□	■						
116	Jona	Grünau, Rapperswil-Jona	▽	▽	□	■	□	■						
106	Jona	Hackennest, Rapperswil-Jona	▽	▽	□	■	□	■						
107	Lattenbach	untere Tägernau, Rapperswil-Jona	▽	▽	□	■	□	■						
070	Wagnerbach	Buechmatt, Rapperswil-Jona	▽	▽	□	■	□	■						
108	Wagnerbach	Wurmsbach, Rapperswil-Jona	▽	▽	□	■	□	■						
109	Wagnerbach	Rüti, Eschenbach	▽	▽	□	■	□	■						



Veränderte Darstellung nach Baumann et al. 2010

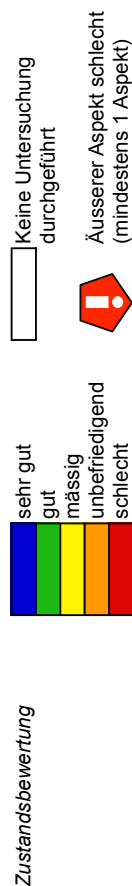


Tabelle 1: Resultate der Untersuchungen in der Region Zürich-Obersee mit den 13 Untersuchungsstellen und Angaben zur ökologischen Qualität bezüglich Äusserem Aspekt, Ökomorphologie, Kieselalgen und Makrozoobenthos. Darstellung gemäss Synthese Entwurf zum Modulstufenkonzept (Baumann et al., 2010).

2. AUSGANGSLAGE

Mit Brief vom 03.01.12 hat das Amt für Umwelt und Energie (AFU) St. Gallen eine einmalige biologische Untersuchung der Fliessgewässer im Einzugsgebiet des Zürich-Obersees zur Offertstellung ausgeschrieben. In der Folge erteilte das AFU am 10.2.12 der Firma Limnex AG den Auftrag, die Untersuchung dieser Fliessgewässer durchzuführen, und einen Hauptbericht und einen Kurzbericht darüber zu verfassen.

An insgesamt 13 Stellen verschiedener Fliessgewässer wurden am 20. und 21. März 2012 nach dem winterlichen Niederwasser und zu Beginn der Schneeschmelze der Äussere Aspekt und die benthische Besiedlung (Kieselalgen und Makrozoobenthos) aufgenommen. Explizit überprüft wurde, wie weit die untersuchten abiotischen und biotischen Indikatoren an den einzelnen Stellen den ökologischen Zielen für Gewässer bzw. den Anforderungen an die Wasserqualität gemäss Gewässerschutzverordnung entsprechen (Anhang 1 und 2 der GSchV vom 28. Oktober 1998). Ausserdem ging es um das Aufzeigen von Veränderungen bezüglich der Ergebnisse früherer biologischer Aufnahmen. Zusätzlich wurde eine Dokumentation der Einzelstellen erstellt, die neben den allgemeinen Angaben auch jene Untersuchungsergebnisse (Parameter) enthält, welche direkt zur Beurteilung der gesetzlichen Anforderungen dienen.

3. VORGEHENSWEISE

3.1 Untersuchungsstellen und -zeitpunkt

Die 13 Untersuchungsstellen in den Fliessgewässern des Kantons St. Gallen und im Einzugsgebiet des Zürich-Obersees wurden im Spätwinter vom 20.-21.3.12 untersucht. In Tabelle 2 sind die Stellen mit Untersuchungszeitpunkt, Koordinaten und Höhenlage aufgeführt. Die geographische Lage geht aus Abbildung 2 hervor. Bei den untersuchten Gewässern handelt es sich vorwiegend um kleinere und mittlere Fliessgewässer mit geringer Höhenlage zwischen 408 und 455 m.ü.M. Die Gewässer entwässern direkt oder indirekt in den Zürichsee.

In den Tagen vor den Probenahmen war es regnerisch, aber der Wasserstand war normal für diese Jahreszeit. Es trat noch kein Schmelzwasser auf und im Vorfeld der Untersuchungen gab es keine grösseren Hochwasser.

Tabelle 2: Untersuchungsstellen für die biologische Fliessgewässerüberwachung im Einzugsgebiet Zürich-Obersee mit Angaben zu den Koordinaten, Höhenlage, der Stellenbezeichnung und dem Untersuchungszeitpunkt.

Gewässer	Standortbezeichnung, Gemeinde	Koordinaten		Höhe über Meer [m]	OGW Nr.	Datum der Probenahme
		x	y			
Steinenbach	Ziegelhof, Uznach	716900	231430	410	011	21.03.12
Steinenbach	Müli, Benken	719490	229100	420	112	21.03.12
Nebengraben	Kaltbrunner Riet, Uznach	716420	230175	408	010	21.03.12
Dorfbach Kaltbrunn	ob. Steinenbach	719010	229560	415	111	21.03.12
Aabach	Härti Pt. 412, Schmerikon	714800	231200	412	013	21.03.12
rechts. Hintergraben	Hänggelgiessen, Benken	718995	225815	410	007	21.03.12
Jona	Blaubrunnen, Rapperswil-Jona	706700	230900	411	015	20.03.12
Jona	Grünau, Rapperswil-Jona	706025	233145	431	116	20.03.12
Jona	Hackennest, Rapperswil-Jona	707436	233383	440	106	20.03.12
Lattenbach	u. Tägernau, Rapperswil-Jona	707120	232790	435	107	20.03.12
Wagnerbach	Buechmatt, Rapperswil-Jona	710015	231784	430	070	20.03.12
Wagnerbach	Wurmsbach, Rapperswil-Jona	707642	231377	409	108	20.03.12
Wagnerbach	Rüti, Eschenbach (nach Brücke*)	711904	232298	455	109	20.03.12

* 2006 war der Standort vor der Brücke

3.2 Probenahme- und Auswertungsmethoden

Die Vorgehensweise bei der biologischen Beprobung richtet sich nach der Stufe F (flächendeckend) des Modul-Stufen-Konzeptes (MSK), einer speziell für schweizerische Verhältnisse entwickelten Methodik (BUWAL, 1998a). Für die vorliegende Untersuchung wurden die Module Äusserer Aspekt (Binderheim und Göggel, 2007), Ökomorphologie (BUWAL, 1998b), Kieselalgen (Hürlimann und Niederhauser, 2007) sowie Makrozoobenthos (Stucki, 2010) berücksichtigt.

Die Methodik bei der Erhebung der Kieselalgen, der Ökomorphologie und des Äusseren Aspekts ist gegenüber der Untersuchung im Jahr 2006 gleich geblieben (Limnex, 2006). Bei der Makrozoobenthos-Probenahme hat sich die Vorgehensweise mit der überarbeiteten Modulversion (Stucki, 2010) der Stufe F leicht verändert. Beim Modul Kieselalgen wurde die Einteilung des DI-CH in Zustandsklassen mit einer Zweiteichung durch Hürlimann und Niederhauser (2007) angepasst, und unterscheidet sich darum leicht vom Bewertungsschema der letzten Aufnahme im Jahr 2006. Die Ergebnisse werden mit denjenigen aus der Untersuchung 2006 verglichen (Limnex, 2006).

Eine detaillierte Beschreibung aller Methoden und Indices befindet sich im Anhang 6.2 - 6.4.

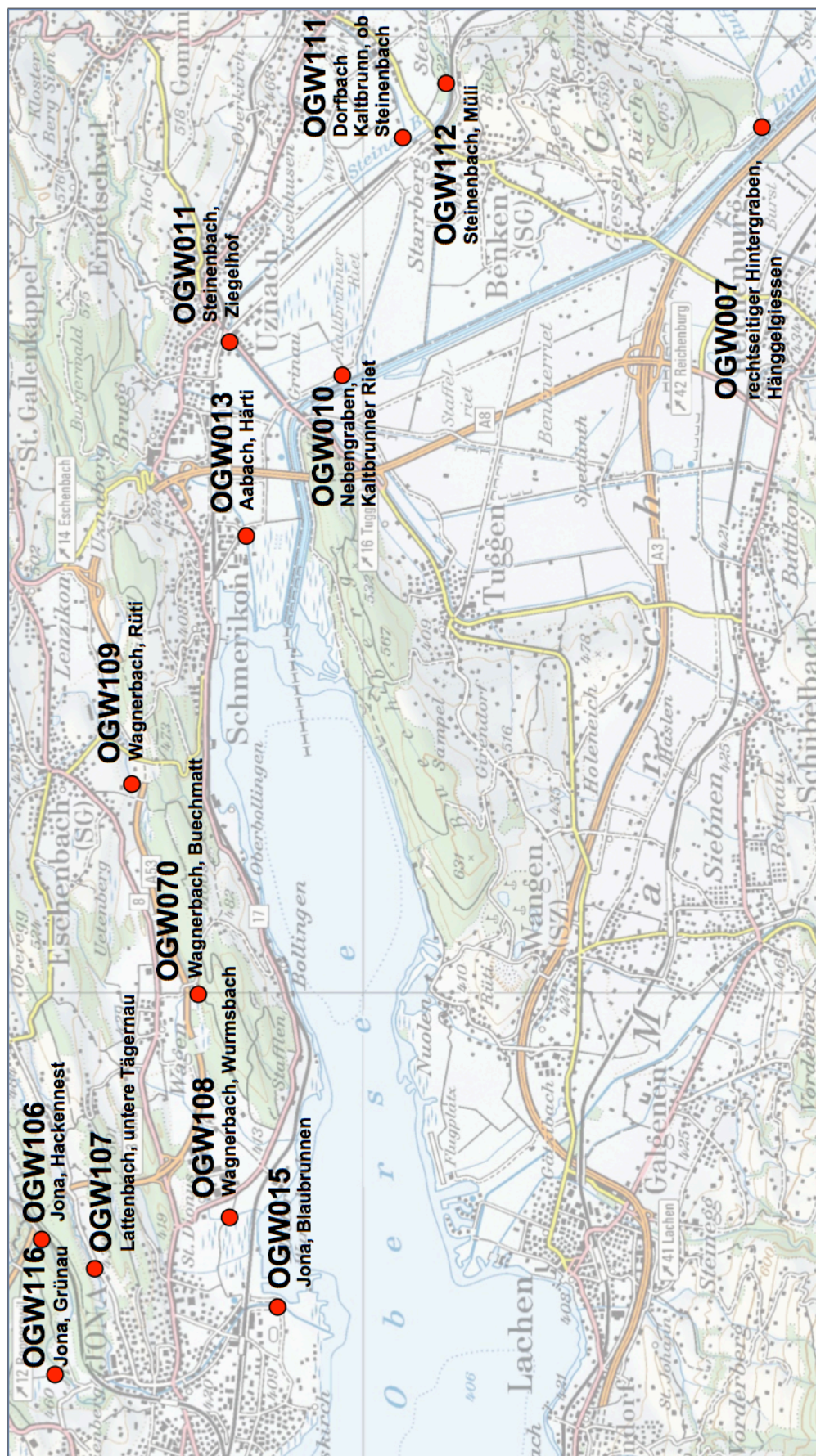


Abbildung 2: Karte des Untersuchungsgebiets in der Region Zürich-Obersee mit 13 Untersuchungsstellen. Detaillierte Angaben zu den Untersuchungsstellen sind in der Tabelle 2 zusammengestellt.

4. RESULTATE

4.1 Äusserer Aspekt und Ökomorphologie

Die Beurteilung des Äusseren Aspektes erfolgte an allen Untersuchungsstellen gemäss der Methodik zur Untersuchung des „Äusseren Aspektes“ des Modul-Stufen-Konzeptes (Binderheim und Göggel, 2007). Die Resultate sind in Tabelle 3 zusammengefasst (für weitere Parameter während der Probenahme siehe Anhang 6.4). Der Äussere Aspekt wird anhand von drei (auf Wunsch des AfU in diesem Bericht: vier) Zustandsklassen beurteilt. Die Einhaltung der Anforderungen an die Wasserqualität gemäss der Gewässerschutzverordnung (GSchV, Anhang 2) ist dabei wie folgt definiert:

Klasse 1	keine Beeinträchtigung (blau), Anforderungen gem. GSchV erfüllt
Klasse 2	leichte/mittlere Beeinträchtigung (gelb), Anforderungen gem. GSchV fraglich
Klasse 3	starke Beeinträchtigung (rot), Anforderungen gem. GSchV nicht erfüllt

Bei den Einzelaspekten ergibt sich zusammenfassend folgendes Bild:

- Heterotropher Bewuchs, Abwassergeruch oder Eisensulfidflecken – ein Mass für die Sauerstoffverhältnisse im Gewässerboden - konnte an keiner der 13 Untersuchungsstellen beobachtet werden, womit diesbezüglich die Anforderungen an die Wasserqualität (GSchV, Anhang 2) eingehalten werden.
- Die meisten Untersuchungsstellen hatten keinen oder nur ganz wenig Schlamm. Ein mittleres Vorkommen war im Dorfbach Kaltbrunn und im Wagnerbach Wurmsbach festzustellen. Die Erfüllung der Anforderung gemäss GschV ist hier fraglich. Nicht erfüllt sind sie im Nebengraben des Kaltbrunner Riets, wo viel Schlamm beobachtet wurde. Er war allerdings nicht anoxisch.
- Auch im Nebengraben des Kaltbrunner Riets wurden unnatürliche Schaumbildungen sowie leichte Verfärbungen festgestellt. Der Verdacht besteht, dass sie von Gülleeintrag herrühren. Wenig unnatürliche Schaumbildung wiesen ausserdem die Stellen Steinenbach Ziegelhof, Jona Hackennest, und Wagnerbach Rüti auf.
- An zwei Untersuchungsstellen trat beträchtliche Trübung auf, was die Probenahme am rechtseitigen Hintergraben Hänggelgiessen und am Nebengraben beim Kaltbrunner Riet zusätzlich zur kaum watbaren Siltsohle erschwerte. Beim Hintergraben kann die Trübung teilweise auf die oberhalb der Probestelle durchgeführten Baggerarbeiten zurückgeführt werden (anthropogene Ursache). Die Anforderungen gemäss GSchV sind zum Zeitpunkt der Probenahme nicht erfüllt. Eine leichte Trübung konnte auch im Steinenbach bei Müli Benken erfasst werden.
- Kolmation, vor allem die äussere, war an beiden Stellen des Steinenbachs (wegen Auswaschwasser Absetzbecken Kieswerk?), des Wagnerbachs und des Dorfbachs Kaltbrunn auffallend. Im Wagnerbach war zudem auch die innere Kolmation recht ausgeprägt, was an den festgebackenen Steinen zu bemerken war. Im Aabach, der Jona Blaubrunnen und Hackennest sowie Lattenbach wurde nur wenig Kolmation verzeichnet.
- Feststoffe und Siedlungsabfälle, meistens Plastik, kamen vereinzelt an allen Stellen der Jona und des Lattenbachs vor. Sehr viele Abfälle wurden im Steinenbach Ziegelhof festgestellt. Das hat vielleicht mit der leichten Zugänglichkeit (Brücke Nähe Bahnhof) und der Kiesbank am Gleithang zu tun, die zum Picknick einlädt - die Hinterlassenschaften deuten darauf hin.

Tabelle 3: Beurteilung des Äusseren Aspekts und der Ökomorphologie bei den 13 Untersuchungsstellen im Einzugsgebiet Zürich-Obersee vom März 2012. Die Beurteilungsstufen folgen den entsprechenden MSK Modulen (Binderheim und Göggel, 2007, BUWAL 1998b) und der 6-stufigen Skala von Thomas und Schanz (1976) für den Pflanzenbewuchs.

Gewässer, Standortbezeichnung und Gemeinde	Steinenbach Ziegelhof, Uznach	Steinenbach Müli, Benken	Nebengraben Kaltbrunner Riet, Uznach	Dorfbach Kaltbrunn ob. Steinenbach	Aabach Härti Pt. 412, Schmerikon	rechts. Hintergraben Hänggelgessen, Benken	Jona Blaubrunnen, Rapperswil-Jona	Jona Grünau, Rapperswil- Jona	Jona Hackennest, Rapperswil-Jona	Lattenbach untere Tägernau, Rapperswil-Jona	Wagnerbach Buechmatt, Rapperswil-Jona	Wagnerbach Wurmsbach, Rapperswil-Jona	Wagnerbach Rüti, Eschenbach
OGW	011	112	010	111	013	007	015	116	106	107	070	108	109
Datum Probenahme	21.03.12						20.03.2012						
Äusserer Aspekt													
Schlamm	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Trübung	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Verfärbung	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
unatürlicher Schaum	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Geruch	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Eisensulfid	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Kolmation	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Feststoffe und Abfälle	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Heterotropher Bewuchs (makroskopisch sichtbar)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Pflanzlicher Bewuchs (nach Thomas und Schanz)													
Algen (Stufe)	3	4	-	4	3	1	4	4	4	3	3	2	1
Moose (Stufe)	2	2	-	2	2	1	2	1	2	2	2	3	3
Ökomorphologie													
Zustandsklasse	9	4	9	9	9	8	10	3	4	5	4	6	3

Legende

Beurteilung Äusserer Aspekt

blau	keine Beeinträchtigung
grün	leichte / wenig Beeinträchtigung
gelb	mittlere Beeinträchtigung
rot	starke / viel Beeinträchtigung

Beurteilung Ökomorphologie

blau	0-1 natürlich / naturnach
grün	2-5 wenig beeinträchtigt
gelb	6-9 stark beeinträchtigt
rot	10-12 naturfremd / künstlich

Der Algenbewuchs war an den meisten Stellen mit Stufe 3 oder 4 gering bis mittel (Tab. 3). Besonders in der Jona waren fädige Grünalgen gut vertreten. Unnatürliche Algenwucherungen konnten nirgends beobachtet werden.

Der Moosbewuchs war bis an zwei Untersuchungsstellen am Wagnerbach durchgehend gering, respektive gar nicht vorhanden. Eine Rote Liste Art wurde mit *Amblystegium fluviatile* in der Jona bei Blaubrunnen festgestellt (Schnyder et al. 2004). Bis auf *Calliergonella cuspidata* vom Wagnerbach Buechmatt waren alle gefunden Arten typische Wassermoose.

Makrophyten wurden beim Wagnerbach (Wurmsbach und Buechmatt: *Nasurtium* sp.) und beim Nebengraben Kaltbrunner Riet (*Hydrophyllum* sp., *Elodea* sp., *Myriophyllum* sp.) mit mittlerem Vorkommen festgestellt.

Die Ökomorphologie wurde nur punktuell bei den Untersuchungsstellen erhoben und kann sich damit von kantonalen, durchgehend erfassten Ökomorphologie-Aufnahmen unterscheiden. Die Resultate

der zusammenfassenden Klassifizierung gemäss der Methodik in BUWAL (1998b) sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Die Untersuchungsstelle Jona Blaubrunnen (OGW 015) zeigt mit 100 % gradliniger Verbauung des Böschungsfuss, gewässerfremden und zu geringem Uferbereich einen naturfernen Zustand. Von den restlichen 12 Stellen sind 6 stark und 6 leicht beeinträchtigt, was vor allem auf den kanalisierten Gewässerverlauf, die Uferverbauungen und die ungenügenden Uferbreiten zurückzuführen ist. Beim Wagnerbach Wurmsbach (OGW 108) wurden Uferunterspülungen festgestellt. Das könnte in Zukunft zu einem Uferabruch führen.

Die detaillierten Angaben zur Ökomorphologie und Zusammensetzung des Sohlenmaterials sind im Anhang 6.4 zusammengestellt.

Bei den im Feld erfassten Begleitparametern zeigten sich keine auffälligen Befunde.

Fazit

Bei den meisten Kriterien des Äusseren Aspektes wurden keine Beeinträchtigungen festgestellt, womit die gesetzlichen Anforderungen gemäss GSchV weitgehend eingehalten werden können. Bei einzelnen Aspekten ist die Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen jedoch fraglich, da eine geringe bis mittlere Beeinträchtigung ermittelt wurde (vgl. Tabelle 3: grün und gelb). Nicht erfüllt sind die Anforderungen an die GSchV aufgrund der Trübung und der Schlamm Bildung im Nebengraben des Kaltbrunner Riets und im rechtsseitigen Hintergraben Hänggelgiesen (Trübung, Tabelle 3: rot). Zusammen mit der leichten Verfärbung und dem unnatürlichen Schaum scheint der Nebengraben erheblich beeinträchtigt. Ein Grund dafür könnten landwirtschaftliche Einträge sein. Auf die Abfallsituation am Steinenbach Ziegelhof wurde schon hingewiesen. Ökomorphologisch befindet sich nur die Untersuchungsstelle Jona Blaubrunnen (OGW 015) in einem sehr naturfernen Zustand. Die übrigen Stellen sind wenig bis stark beeinträchtigt.

4.2 Kieselalgen

Die Kieselalgen wurden gemäss der im Anhang 6.2 beschriebenen Methodik beprobt und ausgewertet. Die Bestimmung der Kieselalgenarten und die nachfolgenden Auswertungen wurden vom Büro Aqua Plus in Zug durchgeführt. Die Beurteilung der Stellen basiert dabei auf verschiedenen Indikatorwerten, darunter den eigens für die Schweiz entwickelten Kieselalgenindex DI-CH (Hürlimann und Niederhauser, 2007, revidierte Version).

In Tabelle 4 sind einige dieser Kennwerte des Kieselalgenbewuchses zusammengestellt. Die Untersuchungsstelle Nebengraben Kaltbrunner Riet wurde wegen fehlendem Hartsubstrat nicht beprobt (vgl. Tab. A6 Sohlenmaterial). Die vollständigen Rohdaten der Kieselalgen befinden sich im Anhang 6.2.

Tabelle 4: Kennwerte des Kieselalgenbewuchses an 12 Untersuchungsstellen im Einzugsgebiet Zürich-Obersee im März 2012. Der Nebengraben beim Kaltbrunner Riet konnte nicht auf Kieselalgen untersucht werden.

OGW Nr.	Gewässer	Standortbezeichnung, Gemeinde	Taxazahl	Diversität	Summe sauerstoffbeeinflusster Arten [%]
011	Steinenbach	Ziegelhof, Uznach	27	2.89	7.2
112	Steinenbach	Müli, Benken	23	3.19	28.4
111	Dorfbach Kaltbrunn	ob. Steinenbach	22	3.08	5.0
013	Aabach	Härti Pt. 412, Schmerikon	18	2.26	3.0
007	rechts. Hintergraben	Hänggelgiessen, Benken	27	2.46	3.4
015	Jona	Blaubrunnen, Rapperswil-Jona	23	3.43	18.6
116	Jona	Grünau, Rapperswil-Jona	27	3.59	17.0
106	Jona	Hackennest, Rapperswil-Jona	23	3.24	16.0
107	Lattenbach	untere Tägernau, Rapperswil-Jona	24	2.91	25.6
070	Wagnerbach	Buechmatt, Rapperswil-Jona	24	3.35	21.6
108	Wagnerbach	Wurmsbach, Rapperswil-Jona	29	3.19	21.4
109	Wagnerbach	Rüti, Eschenbach	30	3.42	19.0

Die Taxazahlen der 12 untersuchten Stellen variierten zwischen 18 (Aabach) und 30 (Wagnerbach Rüti). Der Mittelwert für die verfügbaren schweizerischen Vergleichsgewässer liegt bei 25, wobei die meisten Werte zwischen 20 und 30 liegen. Tiefere Taxazahlen als erwartet hatte somit einzig die Untersuchungsstelle am Aabach.

Die Diversität erreichte an 8 Stellen hohe Werte zwischen 3.0 und 3.6, was eine natürliche Vielfalt und Zusammensetzung der Biozönose anzeigt. An 3 weiteren Stellen war eine mittlere Vielfalt auszumachen (2.46 – 2.91) und entsprechend der niedrigen Taxazahl hatte der Aabach die geringste Diversität (2.26).

Die Summe sauerstoffbeeinflusster Arten erreichte bei keiner Stelle Werte von 50 % oder mehr, weshalb keine „zu gute“ Indizierung der Wasserqualität zu erwarten ist (Tab. 4; vergleiche Anhang 6.2).

Die Berechnung des Kieselalgenindex DI-CH ergab für 10 von 12 untersuchten Gewässerstellen Werte zwischen 2.1 und 3.4 (Abb. 3), was sehr guten Verhältnissen bezüglich Wasserqualität entspricht. Zwei Stellen am Wagnerbach zeigten gute DI-CH Werte. Entsprechend dominieren an allen untersuchten Stellen die sensiblen und hypersensiblen Arten mit prozentualen Anteil zwischen 71 % und 98 %. Der Anteil von resistenten Kieselalgenarten war in der Jona Grünau am grössten (6.8 %).

Der gesamtschweizerische Vergleich (Abb. 4) – dieser enthält die Kieselalgendaten von rund 3'635 Referenzwerten aus Gewässern vergleichbarer Höhenlage (400 bis 800 m.ü.M.) – zeigt, dass die meisten der untersuchten Gewässer oberhalb des Mittelfeldes zu finden sind und damit bezüglich

Wasserqualität zu den guten bis sehr guten Fliessgewässern gezählt werden können.

Der Neophyt *Didymosphenia geminata* wurde im Steinenbach Ziegelhof gefunden, allerdings in sehr geringer Dichte. Bei den Probenahmen 2006 wurde diese Art ausschliesslich und zum ersten Mal für dieses Gebiet im Linthkanal (Uznach-Grinau) entdeckt. Der Linthkanal wurde 2012 nicht beprobt.

Fazit

Gemäss Hürlimann und Niederhauser 2007) können bei allen 12 Untersuchungsstellen die ökologischen Ziele der GSchV (Anhang 1) hinsichtlich Kieselalgen erfüllt werden, da keine relevante Belastung festgestellt wurde. Dies weist darauf hin, dass bei diesen Gewässerstellen auch die in der GSchV (Anhang 2) formulierten Anforderungen an die Wasserqualität in Fliessgewässern erfüllt sind.

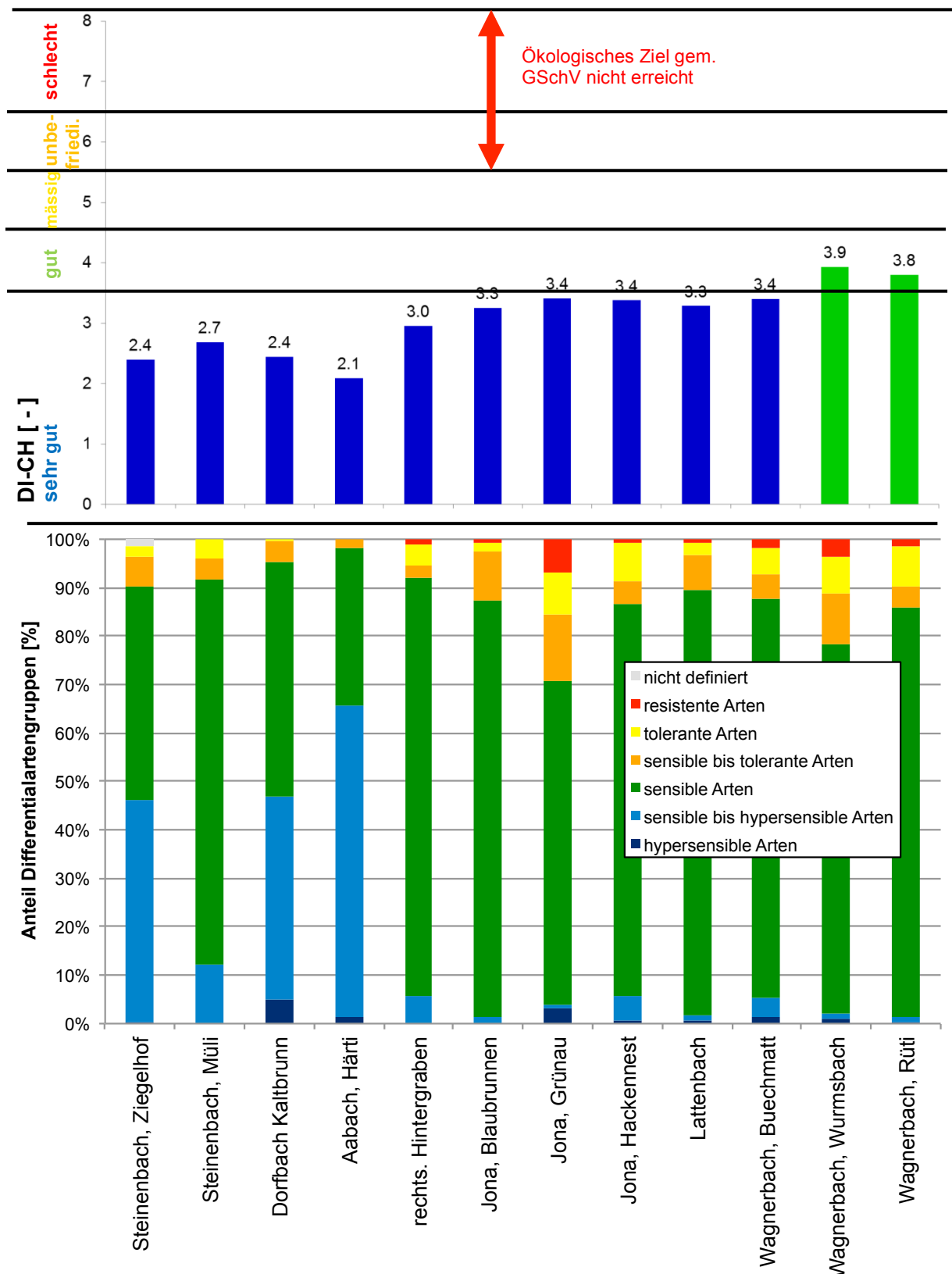


Abbildung 3: Beurteilung der Wasserqualität an 12 Stellen verschiedener Fließgewässer im Einzugsgebiet Zürich-Obersee anhand des schweizerischen Kieselalgenindex DI-CH (oberer Teil der Abbildung) sowie Resultate der Differentialartenanalyse nach Lange-Bertalot (1978; unterer Teil der Abbildung).

DI-CH Schweiz zwischen 400 und 800 m ü. M.

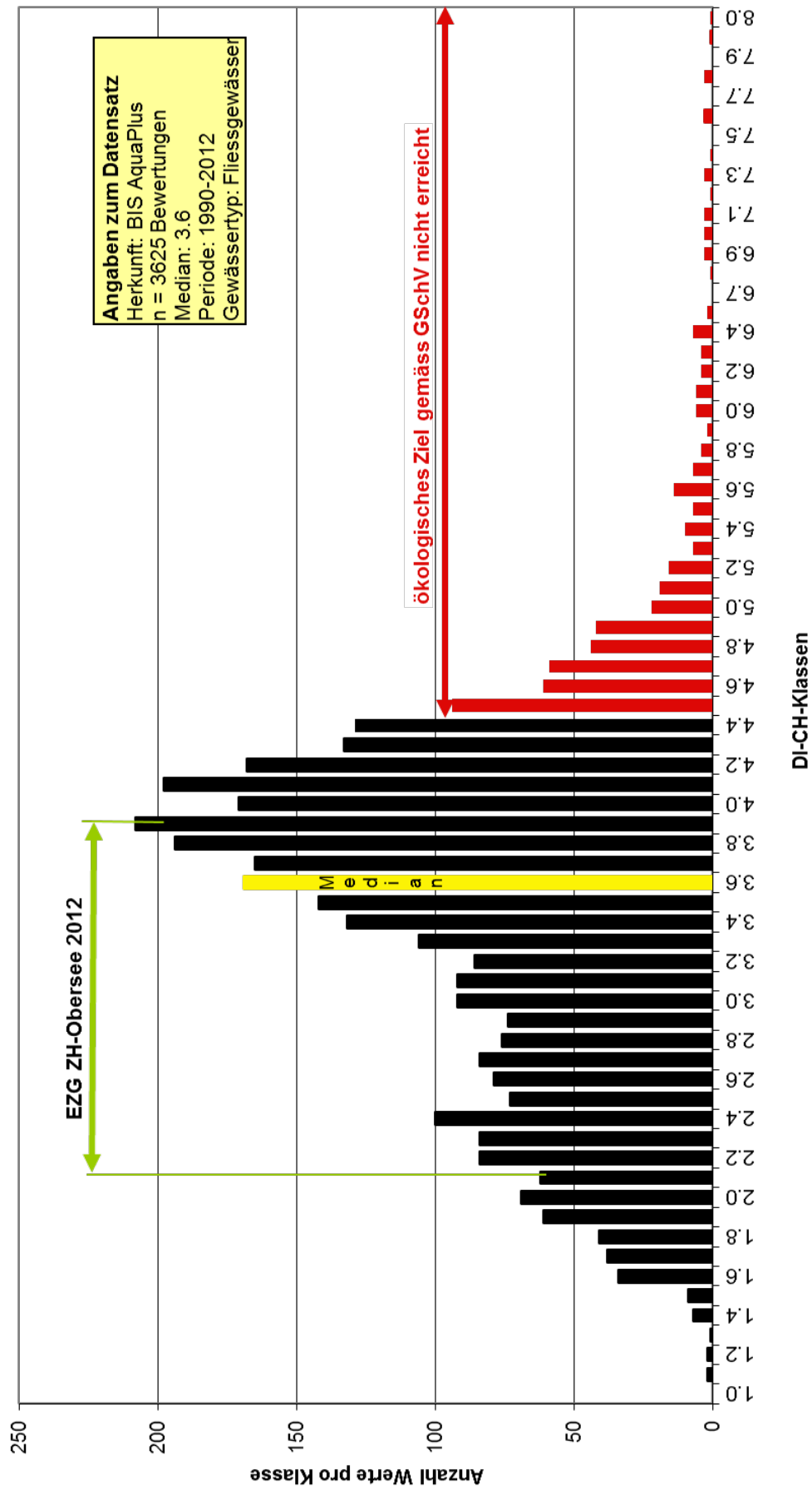


Abbildung 4: Vergleich des Kieselalgen-Index DI-CH der 12 Untersuchungsstellen im Einzugsgebiet Zürich-Obersee vom März 2012 mit Daten für Fließgewässer der entsprechenden Höhenlage aus der Datenbank von Aqua Plus.

4.3 Makrozoobenthos

Die Untersuchung des Makrozoobenthos in den 13 Fliessgewässern im Einzugsgebiet Zürich-Obersee erfolgte gemäss der im Anhang 6.3 beschriebenen Methodik. Die vollständigen Rohdaten sind ebenfalls im Anhang 6.3 zusammengestellt. Eine Übersicht der bewerteten Indices zeigt Tabelle 5.

Tabelle 5: Zusammenstellung und Bewertung folgender Indices: Makroindex, IBCH, Saprobitäts-Index, Diversitäts-Index.

OGW Nr.	Gewässer	Standortbezeichnung, Gemeinde	Makro-Index	IBCH	Sapro. - Index	Diver. - Index
011	Steinenbach	Ziegelhof, Uznach	2	15	1.63	2.84
112	Steinenbach	Müli, Benken	1	14	1.73	2.99
010	Nebengraben	Kaltbrunner Riet, Uznach	7	5	2.79	3.11
111	Dorfbach Kaltbrunn	ob. Steinenbach	1	15	1.73	2.74
013	Aabach	Härti Pt. 412, Schmerikon	1	15	1.66	1.64
007	rechts. Hintergraben	Hänggelgiessen, Benken	3	14	1.79	3.06
015	Jona	Blaubrunnen, Rapperswil-Jona	2	14	1.74	1.01
116	Jona	Grünau, Rapperswil-Jona	2	14	1.70	1.55
106	Jona	Hackennest, Rapperswil-Jona	1	14	1.85	1.69
107	Lattenbach	untere Tägernau, Rapperswil-Jona	2	15	1.65	3.66
070	Wagnerbach	Buechmatt, Rapperswil-Jona	3	10	2.00	3.04
108	Wagnerbach	Wurmsbach, Rapperswil-Jona	3	9	1.99	2.83
109	Wagnerbach	Rüti, Eschenbach	3	9	1.95	3.34

Legende:

Zustand	Makro-Index	IBCH	Saprobien-Index	Diversitäts-Index
 sehr gut	1–2	17–20	1.00 – 1.79	> 3
 gut	3	13–16	1.80 – 2.29	2–3
 mässig	4	9–12	2.30 – 3.69	1–2
 unbefriedigend	5–6	5–8	2.70 – 3.49	
 schlecht	7–8	0–4	3.50 – 4.00	< 2

Die Zusammensetzung und Häufigkeit des Makrozoobenthos (Abbildung 5) auf taxonomischem Niveau der Grossgruppen zeigt grosse Unterschiede zwischen den Strecken. Die Individuendichte reicht von rund 1'000 Ind./m² (Nebengraben Kaltbrunner Riet und rechtseitiger Hintergraben Hänggelgiessen) bis um 12'000 Ind./m² (Aabach und Wagnerbach Wurmsbach).

Die meisten Strecken wurden von Zuckmücken dominiert. Alle Proben an der Jona und diejenige am Aabach weisen so hohe Anteile an Zuckmücken auf, dass man die Biozönose als unausgeglichene betrachten muss (vgl. Eveness Anhang 6.3). Der Wagnerbach fällt durch grosse Anteile an verschiedenen Käfertaxa und die (bis auf eine Art) fehlenden Steinfliegentaxa auf. Relativ hohe Anteile nehmen die Flohkrebse im Nebengraben Kaltbrunn und im rechtsseitigen Hintergraben Hänggelgiessen ein.

Die höchsten Biomassen (Nassgewicht in g/m²) werden im Wagnerbach und an der Strecke Jona Hackennest beobachtet (ca. 20 – 40 g/m²; Abbildung 6). Leicht unter den Erwartungswerten von etwa 10 – 15 g/m² liegen die Strecken Steinenbach Müli, Dorfbach Kaltbrunn und die beiden unteren Strecken an der Jona (Abbildung 7). Der Nebengraben weist wenig Biomasse auf, was eventuell auf

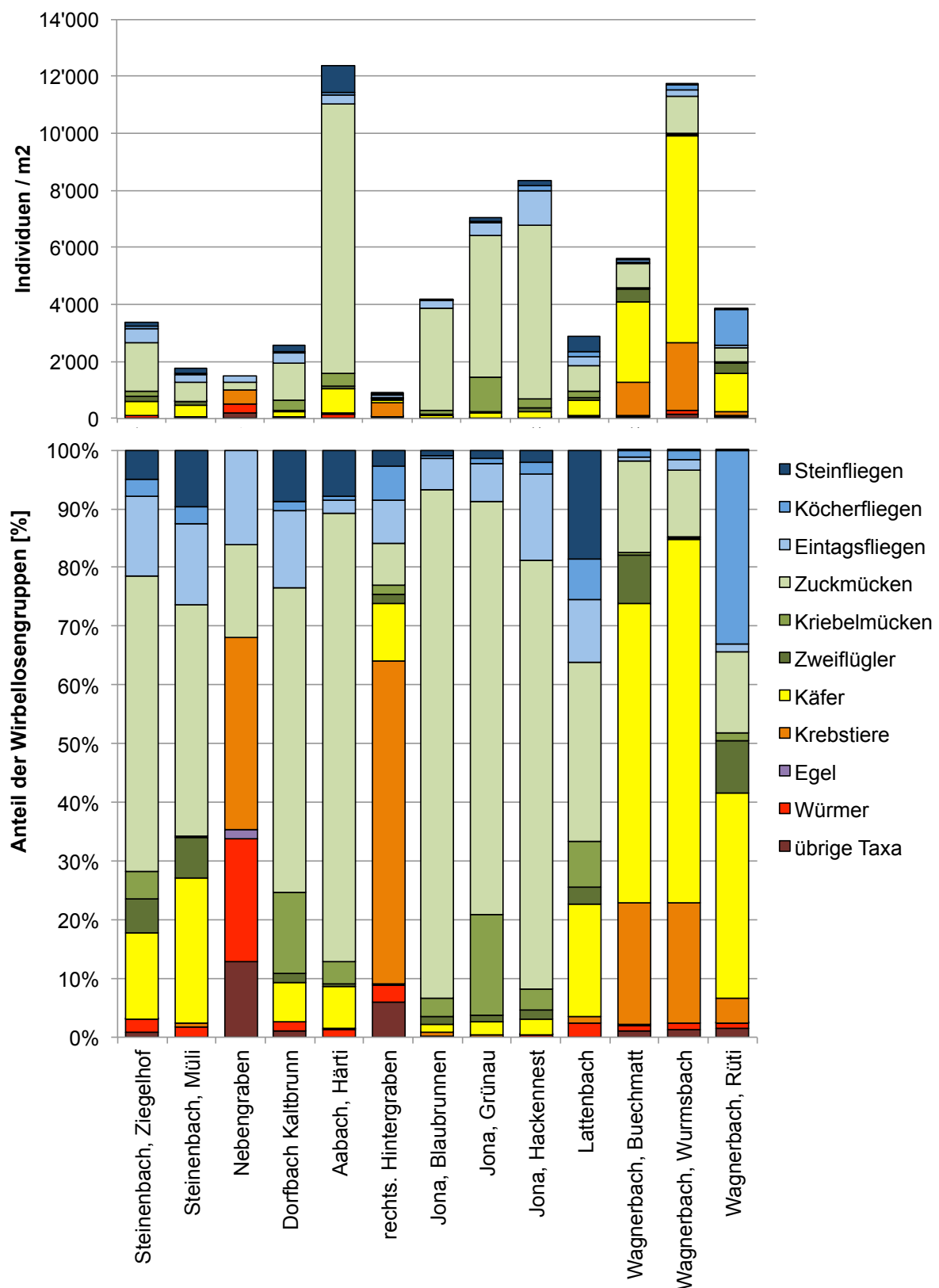


Abbildung 5: Zusammensetzung und Häufigkeit (Abundanz) des Makrozoobenthos der 13 Untersuchungsstellen im Gebiet Zürich-Obersee im März 2012. Dargestellt sind die wichtigsten systematischen Gruppen in absoluter (oben) und relativer Häufigkeit (unten).

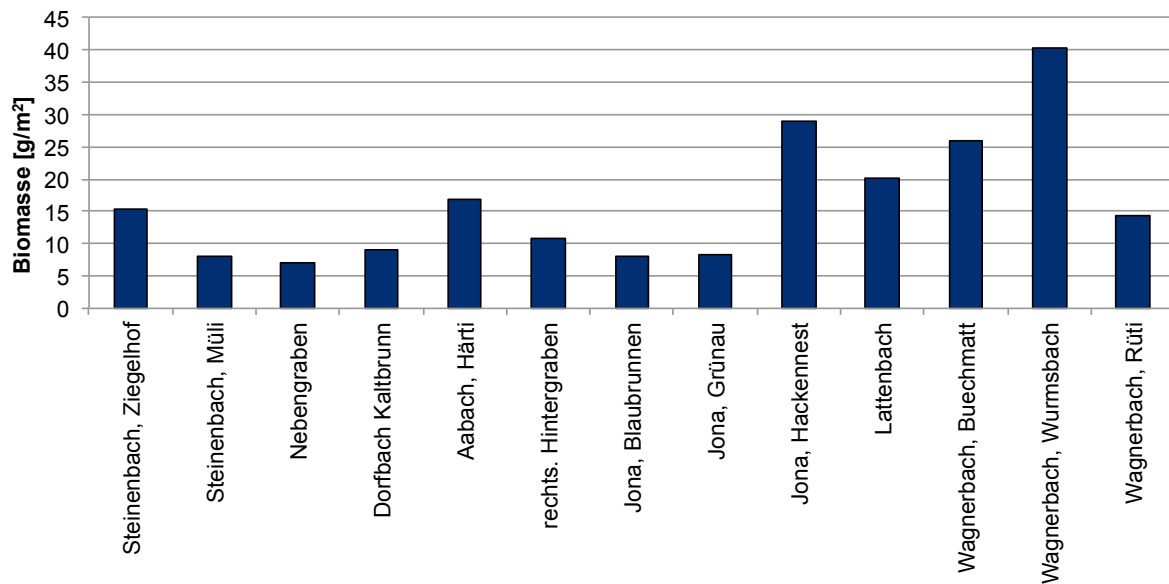


Abbildung 6: Biomasse (Nassgewicht g/m²) des Makrozoobenthos an 13 Untersuchungsstellen im Gebiet des Zürich-Obersee im März 2012.

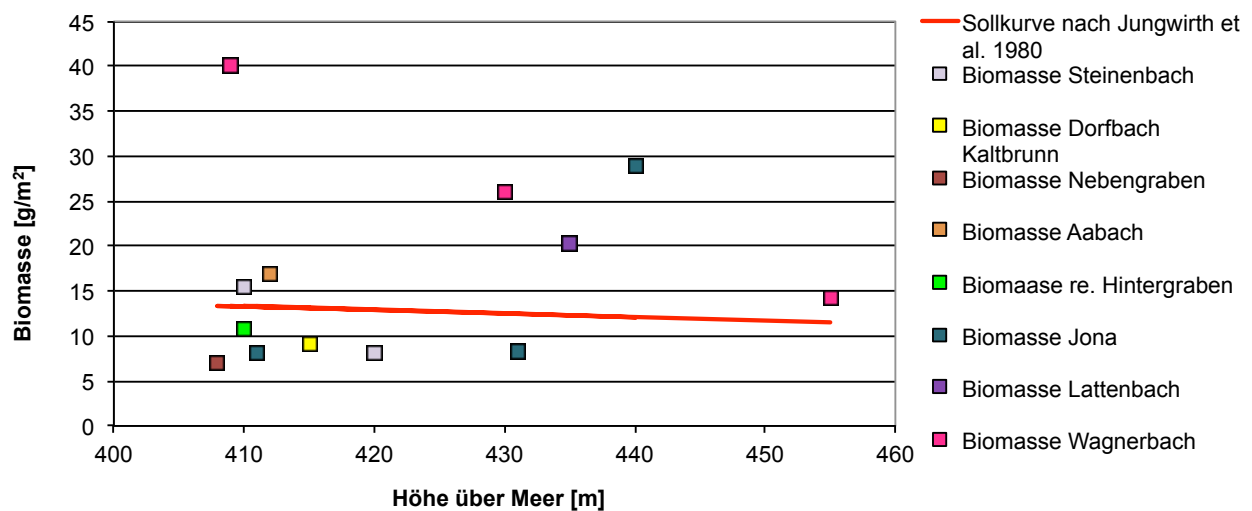


Abbildung 7: Biomasse des Makrozoobenthos an den 13 Untersuchungsstellen im Gebiet Zürich-Obersee im März 2012. Die rote Linie bezeichnet die erwartete Sollbiomasse entsprechend der Höhenstufe (Dückelmann 2001, Jungwirth et al. 1981).

die erschwerte Probenahme zurückzuführen ist. Alle anderen Untersuchungsstrecken weisen gute bis sehr gute Biomassewerte auf.

Die Artenvielfalt wird hier mit verschiedenen Indices dargestellt. Am meisten Taxa (Bestimmungstiefe siehe Rohdaten im Anhang; Abbildung 8) weist der rechtseitige Hintergraben auf (36 Taxa). Er hat viele Arten, die langsamere Strömung bevorzugen. Die meisten Stellen zeigen eine hohe Anzahl Taxa (25 – 36). Eine mittlere Anzahl Taxa hat der Wagnerbach und Jona Grünau (20 – 23 Taxa). Mit nur 16 Taxa hat der Nebengraben die geringste Vielfalt, wobei die eingeschränkte Probenahme an dieser Untersuchungsstelle das Ergebnis wohl etwas verfälscht.

Im Gegensatz zu der Anzahl Taxa zeigt der Diversitätsindex beim Nebengraben Kaltbrunn eine gute Vielfalt an (Werte > 3). Ebenfalls gute Werte erreichen der Lattenbach (Höchstwert 3.66) und die beiden Stellen Buechmatt und Rüti am Wagnerbach sowie der rechtseitige Hintergraben. Die

niedrigsten Diversitätswerte zeigen die drei Stellen an der Jona (1.01 – 1.69). Das hat vor allem mit der bereits erwähnten Unausgewogenheit der Individuenzahl innerhalb der Lebensgemeinschaft zu tun (hoher Anteil Zuckmücken). Die übrigen Strecken liegen bei 2.74 – 2.99, was einer mässigen bis guten Diversität gleich kommt.

Der IBCH erreicht bei allen Stellen ausser dem Wagnerbach und dem Nebengraben Kaltbrunn gute Zustandswerte (IBCH 14 – 15), die gut abgestützt sind (Vorkommen mehrerer Arten mit hohem Indikatorwert). Der Nebengraben fällt erneut ab mit einem IBCH von 5 und einer unbefriedigenden Zustandsklassenbewertung, während der Wagnerbach mit IBCH Werten von 9 und 10 sich im mässigen Bereich befindet (Abbildung 8).

Der Makroindex (MI) zeigt für den Nebengraben (MI = 7) einen schlechten, für den Wagnerbach und den rechtseitigen Hintergraben (je MI = 3) einen guten Zustand an. Alle anderen Strecken haben einen MI von 2 oder gar 1, was sehr guten Verhältnissen entspricht.

Die unterschiedliche Zustandsbewertung von Makroindex und IBCH rührt daher, dass der Makroindex sich stärker an einzelnen Arten orientiert und das Verhältnis von Insekten zu Nicht-Insekten berücksichtigt, während der IBCH nur auf Familienniveau agiert und bestimmte Familien stärker gewichtet. Oft schneidet der Makroindex eine Zustandsklasse besser ab als der IBCH, wenn mehrere Arten Stein- und köchertragende Köcherfliegenlarven in der Probe sind. Das ist auch der Fall bei den Untersuchungsstellen im Einzugsgebiet Zürich Obersee. Einzig der rechtseitige Hintergraben (OGW 007) erhielt bei beiden Indices dieselbe Einstufung. Die hohe Anzahl Familien (25) glich das Fehlen von sehr empfindlichen Steinfliegenfamilien aus. Die Unterschiede zum Diversitäts-Index können verschiedene Gründe haben. Grundsätzlich gilt, je mehr Taxa und je homogener deren Anteile an Individuen in der Gesamtprobe sind, desto grösser kann der Diversitäts-Index werden. Vergleicht man den Nebengraben (OGW 010) mit 16 Taxa gegenüber dem Hintergraben (OGW 007) mit 36 Taxa, erstaunt zunächst, dass beide Untersuchungsstellen einen ähnlich hohen Diversitätsindex aufweisen (3.06 und 3.11; Tab. 5). Betrachtet man dann aber die relative Häufigkeit der verschiedenen Wirbellosen Gruppen (nicht einzelne Taxa) in Abbildung 5 wird klar, dass die Wirbellosen im Nebengraben gleichmässiger über alle Individuen verteilt sind (hohe Evenness). Die Krebstiere dominieren den Hintergraben viel mehr als im Nebengraben, was sich im Hintergraben dämpfend auf den Diversitäts-Index auswirkt.

Der Saprobien-Index nach Zelinka und Marvan (1961) bescheinigt 8 von 13 Untersuchungsstrecken eine sehr gute Wassergüte. Der Wagnerbach, der Lattenbach und die Jona bei Hackennest zeigen leicht erhöhte Saprobien-Werte, was auf leicht organisch verschmutztes Wasser hinweist. Stark verschmutzt ist der Nebengraben Kaltbrunn. Die Einstufung der Klassen ist gegenüber dem IBCH meist eine Klasse besser, jedoch bewegen sich die sehr gut klassierten Saprobien-Werte im Übergangsbereich zur nächstunteren Klasse „gut“. IBCH und Saprobien-Index stimmen von daher grösstenteils überein (Tab. 5).

Eine naturnahe Zusammensetzung der Ernährungstypen mit einer Dominanz der Weider und Zerkleinerer besteht an den meisten Untersuchungsstrecken. Hier liegen die Werte des RETI-Indexes über 0.5 (Daten siehe Anhang 6.3). Einzig in der Jona und im Nebengraben dominieren die Filtrierer und Sammler, was zu tieferen RETI-Werten von 0.34 (Nebengraben) und bis zu 0.28 führt (Jona Grünau). In der Jona hat es nebst den dominierenden Zuckmücken auch einen hohen Anteil der filtrierenden Kriebelmücken. Im Nebengraben hat es hingegen viele filtrierende Muscheln und Detritus sammelnde Würmer, die den RETI-Wert herabsetzen.

Der Längenzonations-Index (LZI), der sich aus den Eigenschaften von auf die Art bestimmten Wirbellosen ergibt, stimmt mit den abiotischen Gegebenheiten weitgehend überein. So wird der Nebengraben Kaltbrunn als beinahe potamales Gewässer ausgewiesen, während alle anderen Gewässer entweder der unteren Forellenregion (Metarhithral) oder der Äschenregion (Hyporhithral; Jona Buechmatt und Wurmsbach) zugeordnet werden.

In der Roten Liste (Duelli 1994; Lubini et al. 2012) sind die beiden Steinfliegen *Perla marginata* (OGW 112, Steinbach Müli; OGW 111, Dorfbach Kaltbrunn) und *Dinocras megacephala* (OGW 013, Aabach) aufgeführt. Unter den Köcherfliegen befindet sich mindestens eine bedrohte Art: *Hydropsyche fulvipes* (OGW 109, Wagnerbach Rüti). Bei zwei weiteren Köcherfliegenarten kann im Larvenstadium nicht unterschieden werden, ob es sich um die gefährdete oder nicht gefährdete Art handelt (*Agapetus nimbulum/fuscipes* bei OGW 007, rechts. Hintergraben, und *Rhyacophila tristis/aquatana* bei OGW 112, 013, 107, 070, 109). Dazu wären Adultfänge nötig. Bei den Käfern steht *Orectochilus villosus* (OGW 112, 111, 107) auf der Roten Liste und bei den Netzflüglern *Sialis nigripes* (OGW 007). Bis auf *Perla marginata* sind alle genannten Arten auch auf der Liste der Prioritären Arten der Schweiz erwähnt (BAFU, 2011).

Neozoen: Weiter gibt es die Neuseeländische Zwergdeckelschnecke *Potamopyrgus antipodarum* (OGW 109) zu nennen. Sie ist eine in die Schweiz eingeschleppte Art (Wittenberg, 2006) und wurde zwar nur im Wagnerbach bei Rüti lebend gefunden, aber war an den anderen beiden Untersuchungsstrecken desselben Gewässers als Leerschale präsent. Nur als Leerschale vorhanden war *Haitia acuta*¹ (ehemals *Physella acuta*), die spitze Blasenschnecke, und weitere diverse Mollusken (nicht aufgeführt in der Taxaliste). Sowohl *P. antipodarum* als auch *H. acuta* werden in der Roten Liste der Weichtiere (Rüetschi et al. 2012) im Zusammenhang mit der Klimaerwärmung erwähnt. Beide sind resistent gegen höhere Wassertemperaturen und Eutrophierung. Durch ihre Ausbreitung und teilweises Massenvorkommen können sie einheimische Arten konkurrenzieren und verdrängen.

Fazit

Die ökologischen Ziele der GSchV (Anhang 1), mit einer Vielfalt und Häufigkeit der Arten, die typisch ist für nicht oder nur schwach belastete Gewässer, können bezüglich Makrozoobenthos an den meisten Untersuchungsstellen im Einzugsgebiet Zürich-Obersee eingehalten werden. Nicht erreicht werden die Ziele im Wagnerbach. Mengenmässig zwar sehr gut, zeigt dieses Gewässer verglichen mit den anderen Untersuchungsstellen leichte Defizite in der Diversität. Deutlich nicht erreicht sind die Ziele der GSchV im Nebengraben Kaltbrunn.

¹ Aus Rüetschi et al. 2012: „*Haitia acuta* (Draparnaud, 1805), die Spitze Blasenschnecke, und *H. heterostrophia* (Say, 1817), die Amerikanische Blasenschnecke, wurden [...] synonymisiert. Ob der Ursprung der Art nearktisch oder palaearktisch ist, bleibt umstritten. Seit Beginn des 19. Jh. wird eine mediterrane Verbreitung beobachtet. Im Tessin ist sie nachgewiesen. Der Erstfund für die Schweiz stammt von 1848 in der Orbe“.

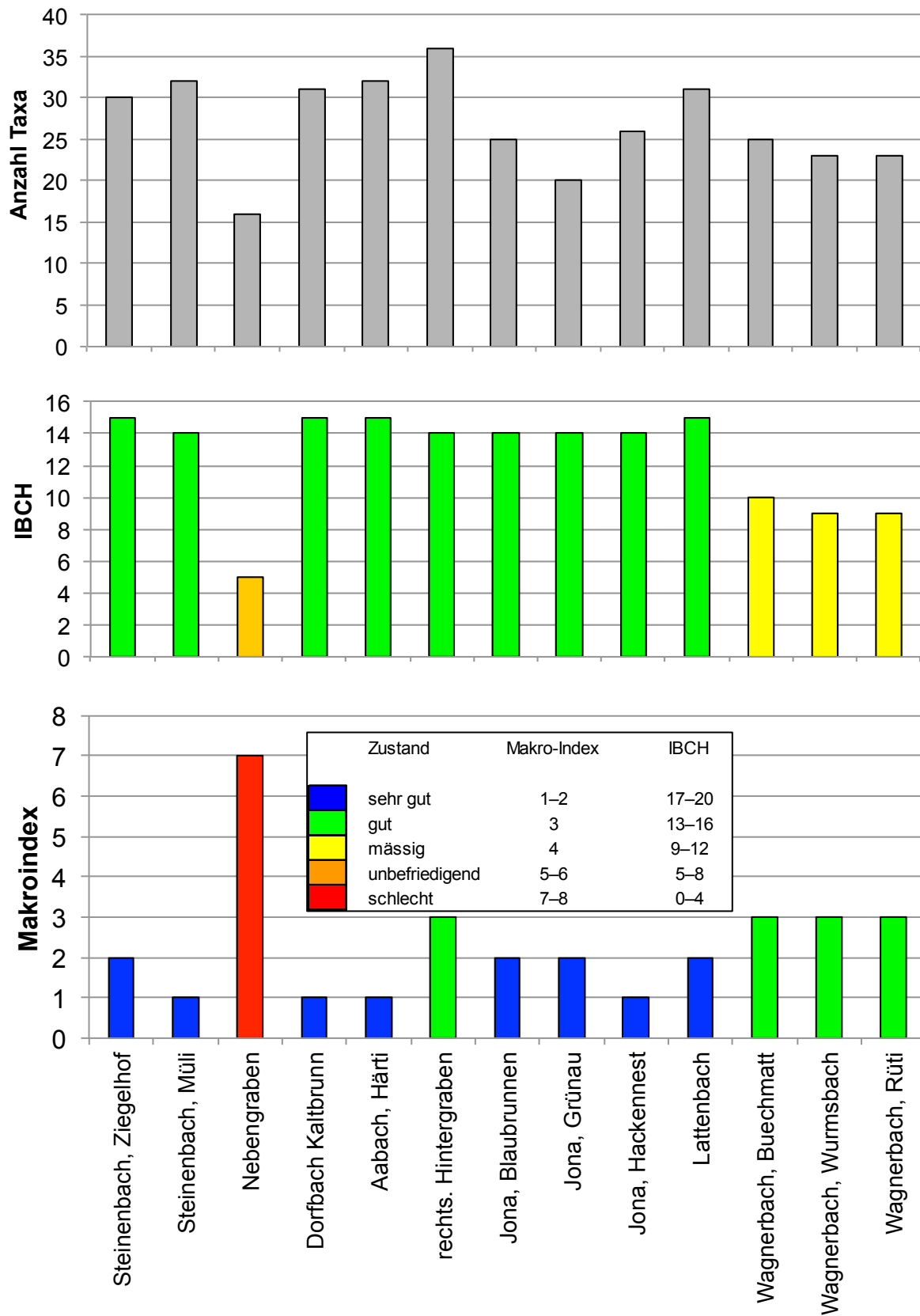


Abbildung 8: Artenvielfalt des Makrozoobenthos an 13 Untersuchungsstellen im Gebiet des Zürich-Obersee im März 2012, ausgedrückt in der Anzahl Taxa (oben), dem IBCH (mitte) und dem Makroindex (unten).

4.4 Vergleich mit älteren Untersuchungen

Das Einzugsgebiet Zürich-Obersee wurde schon mehrmals beprobt. Bei der Untersuchung 2006 wurde bereits Bezug zu noch älteren Daten genommen (siehe Ambio 1986a,b).

Gegenüber 2006 wurden 2012 vier Stellen weniger untersucht (Goldingerbach OGW 110, Ernetschwilerbach OGW 023, Rotlengraben OGW 043 und Linthkanal OGW 012). Ausserdem wurde beim Wagnerbach die Stelle OGW109 ca. 150 m flussabwärts versetzt.

Massnahmen, die in der Zwischenzeit ergriffen wurden, sind folgende (Angaben Kanton):

- Ausserbetriebnahme der ARA Schänis: 14.07.2005
- ARA Schmerikon: befindet sich von 2011 bis 2013 im Ausbau. Bei Trockenwetteranfall wird normal gereinigt. Während des Ausbaus ist mit einer verminderten Leistung zu rechnen.
- ARA Bilten: Nachklärbecken befinden sich momentan in der Sanierung.

Die genannten Massnahmen haben keinen Einfluss auf die Untersuchungen vom März 2012. Einige der ARA Einleitstellen führen zwar in Untersuchungsgewässer (z. B. ARA Schmerikon in Nebengraben vom Kaltbrunner Riet OGW 010), die Probestellen befinden sich jedoch vor den Einleitungen.

Vergleicht man den heutigen Zustand der Untersuchungsstellen mit den Untersuchungen von 2006 (Limnex 2006), ergibt sich folgendes Bild:

Äusserer Aspekt

Beim Äusseren Aspekt ist eine Verbesserung hinsichtlich der 2006 noch an einigen Stellen festgestellten Eisensulfid-Flecken eingetreten: 2012 wurde an keiner Stelle Eisensulfid-Flecken gefunden. Auch wenn der Nebengraben und der Hintergraben immer noch hohe Belastungen im Bereich von Trübung und Schlamm aufweisen, hat sich die Situation des Äusseren Aspekts gegenüber 2006 leicht verbessert. An den meisten Stellen war das Algenwachstum Ende März 2012 ausgeprägter als Anfang März 2006. Ansonsten ist der Äussere Aspekt ziemlich ähnlich, wie bei der vorangehenden Probenahme im Jahr 2006.

Ökomorphologie

Bei den Feldaufnahmen wurde festgestellt, dass der rechtseitige Hintergraben (OGW 007) morphologisch leicht aufgewertet wurde (vom geradem Kanal zu leicht mäandrierend innerhalb der Hochwasserdämme, Ufersteine als Fischunterstände). Der ökomorphologische Zustand ist 2012 zwar um einen Punkt besser als 2006, aber verbleibt innerhalb der Zustandsklasse „mässig“. An wenigen weiteren Stellen unterscheidet sich die Punktebewertung leicht gegenüber 2006, doch wird dieselbe Zustandsklasse beibehalten (OGW 013, OGW 116, OGW 108, OGW 109). Die Schneedecke 2006 verhinderte teilweise die Sicht auf Böschungs- und Uferbereich, was mit ein Grund sein kann für die unterschiedliche Einschätzung der Ökomorphologie.

Kieselalgen

Die Anzahl Taxa über alle Probestellen streute 2012 weniger (18 – 30) als im 2006 (15 – 36), doch im Mittel wiesen sie in beiden Jahren knapp 25 Taxa auf. Von den 12 Kieselalgenproben hatten 2012 3 gleich viel, 5 mehr und 4 weniger Taxa als 2012. Die Diversitätswerte lagen bei der vorliegenden

Untersuchung enger beieinander (2.26 – 3.59) als 2006 (1.57 – 4.05). Werte unter 2.2 und über 3.6 wurden nicht mehr festgestellt.

Der DI-CH hat sich im Wagnerbach (alle Stellen), im Steinenbach (beide Stellen), im Lattenbach und im Dorfbach Kaltbrunn leicht erhöht (= tendenzielle Verschlechterung der Wasserqualität). Die Zustandsklassen grün und blau bleiben aber jeweils unverändert, also im guten bis sehr gutem Bereich, wie bereits bei den Aufnahmen 2006. Verbessert hat sich der DI-CH im Aabach, in der Jona (alle Stellen) und im Hintergraben. In der Jona hat ein Klassenwechsel von grün (gut) zu blau (sehr gut) stattgefunden (Abb. 9).

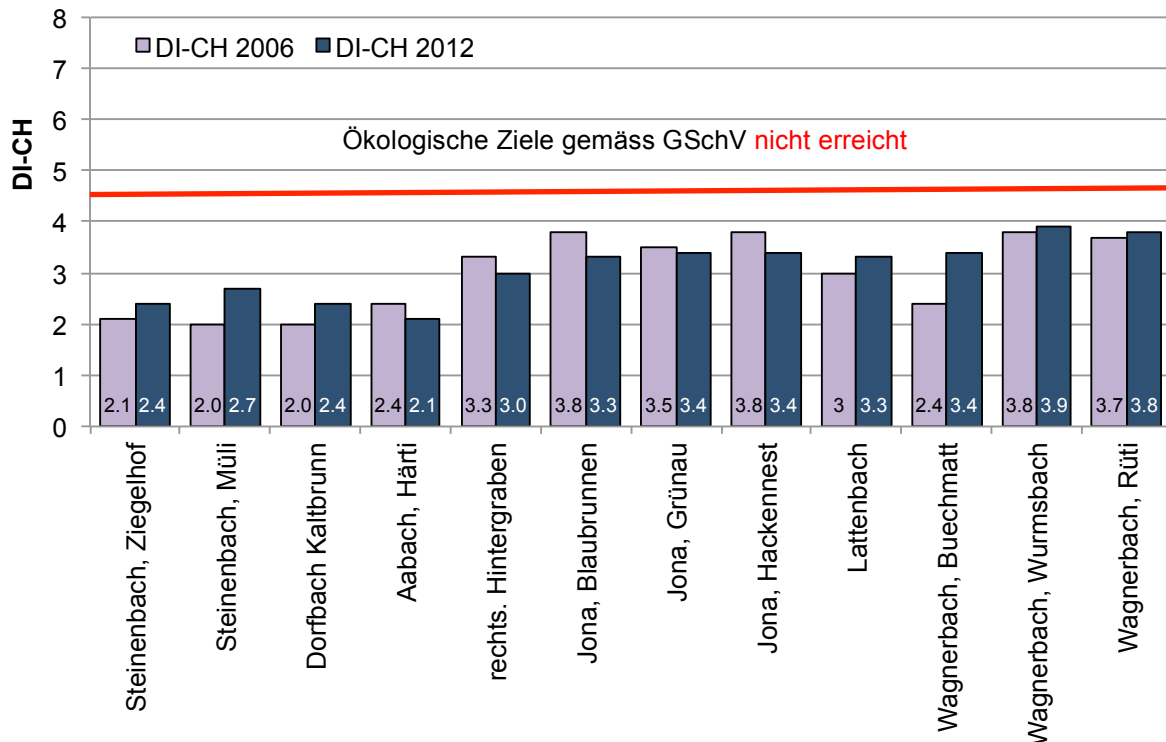


Abbildung 9: Vergleich des DI-CH aus den Kieselalgenproben von 2006 und 2012 im Einzugsgebiet Zürich Obersee. Oberhalb der roten Linie sind die gewässerökologischen Ziele nach GSchV Anhang 1 nicht erfüllt (Bewertung DI-CH gemäss Modul Kieselalgen Stufe F; Hürlimann und Niederhauser, 2007).

Makrozoobenthos

Die Individuendichte war 2012 allgemein geringer als im 2006. Nebst der natürlichen Variabilität kann hier als Grund die leicht veränderte Probenahmetechnik (Stucki 2010) angeführt werden. Dasselbe gilt für die Biomasse.

Ein direkter Vergleich der Taxazahlen und des Diversitätsindex zwischen den Jahren 2006 und 2012 hinkt ein wenig, da die Bestimmungstiefen bei einigen Tiergruppen von einander abweichen. Trotzdem lässt sich sagen, dass im Wagnerbach (Rüti und Wurmsbach), Steinenbach Ziegelhof und in der Jona Grünau die Vielfalt im 2012 merkbar kleiner war (11 – 12 Taxa weniger). Umgekehrt wiesen der rechtseitige Hintergraben (von 17 auf 36) und der Lattenbach (von 22 auf 31) sehr viel mehr unterschiedliche Taxa auf. Vor allem der Hintergraben bot offenbar diversen Insektengruppen und Mollusken mehr Lebensraum als 2006.

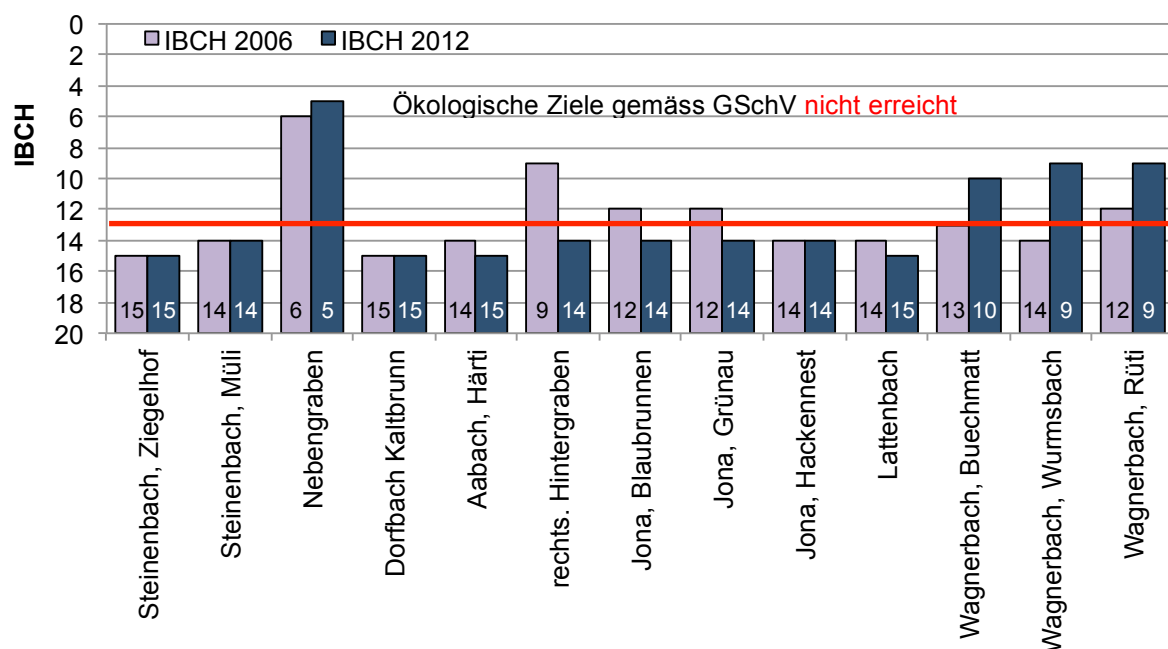


Abbildung 10: Vergleich des IBCH aus dem Jahr 2006 und 2012. Die rote Linie bezeichnet das ökologische Ziel gemäss GSchV Anhang 1 (Bewertung IBCH gemäss Modul Makrozoobenthos Stufe F; Stucki 2010).

Der Makroindex blieb an 7 Stellen unverändert, an 5 Stellen nahm er um 1-2 Werte zu. Verschlechtert hat sich der Makroindex im Nebengraben Kaltbrunn (OGW 010). Diese Entwicklung zeigt der IBCH noch deutlicher (Abb. 10). Der IBCH, und somit die durch das Makrozoobenthos indizierte Gewässerqualität, hat sich in der Jona (2 Stellen) gegenüber 2006 um eine Zustandsklasse verbessert, während er im Wagnerbach (2 Stellen) um eine Klasse abgenommen hat. Auch im Nebengraben Kaltbrunn ist der IBCH weiter gesunken. Diese Tendenzen zeichnen sich auch im Saprobitäts-Index ab.

Die eingeschleppte Neuseeländische Zwergdeckelschnecke (*Potamopyrgus antipodarum*), die bei der vorliegenden Untersuchung im Wagnerbach gefunden wurde, war 2006 noch nicht auf der Taxaliste vermerkt. Diese Schnecke ist ein Ubiquist und toleriert auch beeinträchtigte Wassergüte. Sie breitet sich schon seit einigen Jahren in der Schweiz aus (Wittenberg 2006).

Vergleich mit Untersuchungen vor 2006

Für einige Gewässer im Einzugsgebiet des Zürich-Obersees gibt es auch Untersuchungsergebnisse vor 2006. Ein Vergleich mit diesen Daten zeigt folgendes Bild:

In der Jona (Jona Blaubrunnen und Jona-Grünau) kann anhand der Untersuchungen von 2003–2012 (Aqua Plus, 2003) eine kontinuierliche Verbesserung des ökologischen Zustandes bis heute festgestellt werden. Bei Blaubrunnen sank der DICH-Wert in dieser Periode von 4.2 zuerst auf 3.8 und liegt heute bei 3.3. Auch bei Grünau verbesserte sich der Wert von 3.7 über 3.5 bis zum heutigen Wert von 3.4. Beim Makroindex schwankte der Wert 2003 und 2006 im Bereich von 2 bis 3 und liegt heute an beiden Stellen beim sehr guten Wert von 2. Beim IBCH stiegen die Werte an beiden Stellen von 12 (2006) auf 14 (2012), was einer Verbesserung des Zustandes von „gut“ auf „sehr gut“ bedeutet. Die in den früheren Untersuchungen jeweils festgestellte leichte Schaumbildung konnte in der Jona Grünau 2012 nicht mehr beobachtet werden. Auch in der Jona bei Hackennest ist der

ökologische Zustand seit 2006 gut bis sehr gut. Der DICH und der Makroindex haben sich seit 2006 nochmals verbessert (DICH 3.8 resp. 3.4; MI 3 resp. 1), während der IBCH mit jeweils 14 Einheiten gleich geblieben ist.

Der Lattenbach (untere Tägernau, Rapperwil-Jona) wurde bereits 1985 als weitgehend unbelastet bezeichnet (Ambio, 1986b). Dieser gute bis sehr gute ökologische Zustand konnte in den Untersuchungen von 2006 und 2012 bestätigt werden, auch wenn der DICH leicht von 3.0 auf 3.3 (2012) angestiegen ist, was aber immer noch einem sehr guten Zustand entspricht.

Die Untersuchungen im Steinenbach (Benken-Müli und Uznach-Ziegelhof) zeigten bereits 1985 (Ambio, 1986a) insgesamt eine schwache Belastung des Gewässers, auch wenn eine bescheidene Zunahme dieser Belastung durch die ARA Rieden festgestellt wurde. Der gute (IBCH) bis sehr gute ökologische Zustand (DICH, Makroindex) konnte sowohl 2006 wie 2012 bestätigt werden. Der Äussere Aspekt wurde beim Steinenbach Ziegelhof im Jahr 2012 durch die vielen Abfälle (Naherholungsgebiet) als schlecht eingestuft.

Der rechtsseitige Hintergraben (Benken-Hänggelgiessen) wurde 1989 erstmals biologisch untersucht (AJF, 1990). Der begradigte Entwässerungskanal wies vor 23 Jahren eine Kieselsohle auf mit einigen Schlammablagerungen. Im Jahr 2006 war die Schlammabildung stark, während sie 2012 nur noch wenig ausgeprägt war. Auch die 2006 festgestellten Eisensulfidflecken wurden in diesem Jahr nicht mehr gefunden. Die starke Trübung des Wassers blieb aber auch 2012 erhalten. Der ökologische Zustand hatte sich zwischen 1989 und 2006 noch deutlich verschlechtert. Seit 2006 ist aber v.a. bezüglich Makrozoobenthos wieder eine Verbesserung eingetreten: der Makroindex sank von 5 auf 3 und der IBCH stieg von 9 auf 14 Punkte. Die Wasserqualität (DICH) zeigte in beiden Untersuchungsjahren einen „sehr guten Zustand“ auf und verbesserte sich 2012 ebenfalls leicht von 3.3 auf 3.0. In dieses Bild passt auch, dass 2006 keine Steinfliegen im Hintergraben gefunden wurden, 1989 und 2012 jedoch schon. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei den Eintagsfliegen, bei welchen in den drei Untersuchungsjahren die Taxazahl zuerst von 4 auf 1 Taxa zurückging, um dann 2012 wieder auf 3 Taxa zuzunehmen. Eine Ursache für diese Befunde könnte die Aufhebung der ARA Schänis sein, welche zwar schon am 14.7.2005 ausser Betrieb genommen wurde, die ökologischen Verbesserungen aber ev. erst nach der Untersuchung von 2006 eingetreten sind.

Die Untersuchungen im Wagnerbach bei Buechmatt und Eschenbach aus dem Jahr 1985 (Ambio, 1986a) zeigten einen starken Einfluss der damaligen Kläranlage Eschenbach. Das Gewässer war unterhalb der Einleitungsstelle stark belastet. Ab 1999 wurde das gereinigte Abwasser nicht mehr in den Wagnerbach, sondern direkt in den Zürich-Obersee eingeleitet. Das hatte deutliche Verbesserungen im Gewässerzustand von 2006 zur Folge, auch wenn noch geringe Belastungen durch Eisensulfid-Flecken sowie leichte Schaum- und Schlammabildung beobachtet wurden. Durch die Untersuchungen von 2012 (2006 und 2012 zusätzliche Untersuchungsstelle bei Wurmsbach) wurde wieder eine Verschlechterung des Gewässerzustandes festgestellt. Die Wasserqualität anhand des DICH verschlechterte sich zwar an allen drei Untersuchungsstellen im Jahr 2012 leicht, erreichte aber immer noch mindestens einen „guten“ Qualitätswert. Der Makroindex zeigte zwischen 2006 und 2012 keine Veränderungen. Der IBCH hingegen sank von Werten zwischen 12 und 15 (2006) auf Werte von 9-10 (2012), was nur noch einem „mässigen“ Zustand entspricht; die ökologischen Ziele der GSchV können beim IBCH bei allen drei Untersuchungsstellen heute nicht mehr erreicht werden.

5. LITERATURVERZEICHNIS

- AJF (1990): Landschaftsentwicklungskonzept Linthebene: Testgebiet Schänis. Biologische Untersuchung der Fliessgewässer. Untersuchungen des Amtes für Jagd- und Fischerei des Kantons St. Gallen.
- Ambio (1986a): Biologische Untersuchung des Steinenbachs. Untersuchungen im Auftrag des Amtes für Umweltschutz des Kantons St. Gallen.
- Ambio (1986b): Biologische Untersuchung des Eschen- und Lattenbaches. Untersuchungen im Auftrag des Amtes für Umweltschutz des Kantons St. Gallen.
- Binderheim E., Göggel W. (2007): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Äusserer Aspekt. Schriftenreihe Umwelt Vollzug Nr. 0701. Bundesamt für Umwelt, Bern: 43 S.
- BAFU (2011): Liste der National Prioritären Arten. Arten mit nationaler Priorität für die Erhaltung und Förderung, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1103: 132 S.
- Baumann Peter, Langhans Simone D. (2010): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Synthese der Beurteilungen auf Stufe F (flächendeckend). ENTWURF Umwelt-Vollzug Bundesamt für Umwelt, Bern: 47 S.
- BUWAL (2002): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer: Kieselalgen – Stufe F (flächendeckend). Entwurf, herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 111 S.
- BUWAL (1998a): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer: Modul-Stufen-Konzept. Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 26, herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 41 S.
- BUWAL (1998b): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer: Ökomorphologie – Stufe F (flächendeckend). Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 27, herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 49 S.
- BUWAL (2005): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Makrozoobenthos – Stufe F. Entwurf, herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern: 49 S.
- Dükelmann, H. (2001): Seehöhen-Biomassen-Beziehung des Makrozoobenthos in österreichischen Fliessgewässern. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien: 81 S. + Anhang.
- Duelli P. (1994): Rote Listen der gefährdeten Tierarten der Schweiz. Herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern: 97 S.
- Hürlimann J., Niederhauser P. (2007). Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer: Kieselalgen Stufe F (flächendeckend). Umwelt-Vollzug Nr. 0740. Bundesamt für Umwelt, Bern, 130 S.
- Jungwirth M., Moog O., Winkler H. (1980): Vergleichende Fischbestandsaufnahmen an elf niederösterreichischen Fliessgewässerstrecken. Jubiläumsschrift der Österreichischen Fischereigesellschaft, Wien, 81–104.
- Lange-Bertalot H. (1978): Diatomeen-Differentialarten anstelle von Leitformen: ein geeigneteres Kriterium der Gewässerbelastung. Arch. Hydrobiol., Suppl. 51: 393–427.
- Limnex (2005): Biologische Überwachung der Sitter im März 2005. Bericht im Auftrag von Sitterkommission und Entsorgungsamt St. Gallen, 34 S. + Anhang.
- Limnex (2006): Biologische Überwachung der Fliessgewässer im Einzugsgebiet des Zürich-Obersees. Bericht im Auftrag des Amtes für Umweltschutz des Kantons St. Gallen, 28 S. + Anhang.
- Lubini V., Knispel S., Sartori M., Vicentini H., Wagner A. (2012): Rote Listen Eintagsfliegen,

- Steinfliegen, Köcherfliegen. Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern, und Schweizer Zentrum für die Kartographie der Fauna, Neuenburg. Umwelt-Vollzug Nr. 1212: 111 S.
- Moog O., Schmidt-Kloiber A., Vogl R., Koller-Kreimel V. (2010): ECOPROF – Version 3.2. Software zur Bewertung des ökologischen Zustandes von Fliessgewässern nach WRRL.
- Perret P. (1977): Zustand der Schweizerischen Fliessgewässer in den Jahren 1974/1975 (Projekt MAPOS). Eidgenössisches Amt für Umweltschutz und EAWAG, Bern. 276 S.
- Rüetschi J., Stucki P., Müller P., Vicentini H., Claude F. (2012): Rote Liste Weichtiere (Schnecken und Muscheln). Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern, und Schweizer Zentrum für die Kartographie der Fauna, Neuenburg. Umwelt-Vollzug Nr. 1216: 148 S.
- Schager E., A. Peter A. (2004): Fische Stufe F. Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 44. BUWAL: 63 S.
- Schälchli, U. (2002): Innere Kolmation. Methoden zur Erkennung und Bewertung. Bericht im Auftrag von Fischnetz c/o EAWAG, Dübendorf: 22 S.
- Schweder, H. (1992): Neue Indizes für die Bewertung des ökologischen Zustands von Fließgewässern, abgeleitet aus der Makroinvertebraten-Ernährungstypologie. In: LACOMBE, F. (Hrsg.): Ökologische Bewertung von Fließgewässern. Limnologie aktuell, Bd. 3; Gustav Fischer Verlag; Stuttgart.
- Schynder, N., Bergamini, A., Hofmann, H., Müller, N., Schubiger-Bossard, C. und Urmi, E. (2004): Rote Liste der gefährdeten Moose der Schweiz. Hrsg. BUWAL, FUB & NISM. BUWAL-Reihe: Vollzug Umwelt. 99 S.
- Stucki P. 2010. Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Makrozoobenthos Stufe F. Umwelt-Vollzug Nr. 1026. Bundesamt für Umwelt, Bern. 61 S.
- Thomas, E.A. & Schanz, F. (1976): Beziehungen zwischen Wasserchemismus und Primärproduktion in Fliessgewässern, ein limnologisches Problem. Vierteljahresschr. Naturf. Ges. Zürich 121: 309-317.
- Wilhm, J.L., Dorris, D.C. (1968): Biological parameters of water quality. Bioscience 18: 477 - 481.
- Wittenberg R. (Hrsg.) (2006): Gebietsfremde Arten in der Schweiz. Eine Übersicht über gebietsfremde Arten und ihre Bedrohung für die biologische Vielfalt und die Wirtschaft in der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 0629: 154 S.
- Zelinka, M. & Marvan, P. (1961): Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fliessender Gewässer. Arch. Hydrobiol. 57: 389-407.

6. ANHANG

- 6.1 Beurteilungsblätter für alle Untersuchungsstellen**
- 6.2 Methoden und Rohdaten Kieselalgen**
- 6.3 Methoden und Rohdaten Makrozoobenthos**
- 6.4 Methoden und Rohdaten Ökomorphologie und Äusserer Aspekt**

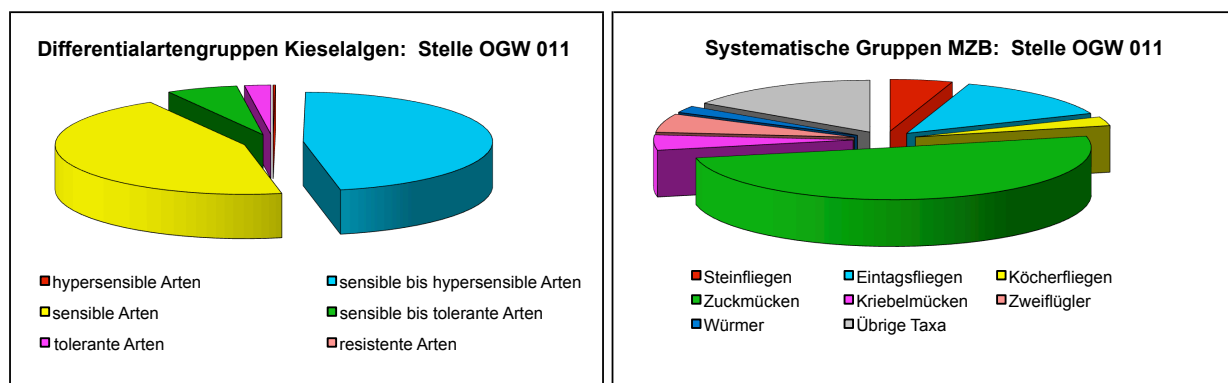
6.1 Beurteilungsblätter für alle Untersuchungsstellen

Steinenbach		Uznach Ziegelhof	21.03.12		OGW		
Probenahmestelle 410 m.ü.M. 716 900 / 231 430		Witterung: schön, < 2 Tage Regen Abflussverhältnisse: Normal für Jahreszeit		011			
		Wasserqualität Messungen: Temperatur 4 °C Leitfähigkeit (25°C) 318 µS/cm					
		Äusserer Aspekt					
		Sinnenprüfung:					
		Trübung				keine	keine
		Verfärbung				keine	keine
		Geruch				kein	kein
		unatürlicher Schaum				kein	wenig
		Gewässersohle:					
		Schlamm				kein	wenig
		Eisensulfid-Flecken (FeS)				keine	wenig
		Innere Kolmation Schälchli				keine	schwache
		Innere Kolmation				keine	mittlere
		Heterotropher Bewuchs				kein	wenig
		Feststoffe und Abfälle				keine	wenig

Ökomorphologie										Breitenvariabilität, Böschungsfuss, Sohle, Ufer		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
naturnah		Wenig beeinträchtigt		Stark beeinträchtigt		Naturfremd						

Phyto- und Makrozoobenthos												Biotische Indices	
Kieselalgenindex DI-CH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Saprobitätsindex Makrozoobenthos	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Makroindex Makrozoobenthos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
IBCH Makrozoobenthos	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	

Phyto- und Makrozoobenthos												Quantität und Qualität der Biozönose	
Bewuchsdichte Algen	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6							
Bewuchsdichte Moose	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6							
Taxazahl (MZB)	42						8						
Diversität Kieselalgen	>4						<2						
Diversität MZB (n. Wilhm&Dorris)	≥4						3						



Zusammenfassende Beurteilung nach den einzelnen Indikatoren	
Äusserer Aspekt: mittlere Belastung	Makrozoobenthos: keine bis geringe Belastung
Pflanzlicher Bewuchs: keine Belastung	Kieselalgen: Sehr gut

Steinenbach		Benken Müli	21.03.12		OGW
Probenahmestelle		420 m.ü.M.	719 490 / 229 100		
					112
Wasserqualität Messungen:					
Temperatur		Leitfähigkeit (25°C)			
7.1 °C		283 µS/cm			
Äusserer Aspekt					
Sinnenprüfung:					
Trübung	keine	leichte	mittlere	starke	
Verfärbung	keine	leichte	mittlere	starke	
Geruch	kein	leicht	mittel	stark	
unatürlicher Schaum	kein	wenig	mittel	viel	
Gewässersohle:					
Schlamm	kein	wenig	mittel	viel	
Eisensulfid-Flecken (FeS)	keine	wenig	mittel	viel	
Innere Kolmation Schälchli					
Innere Kolmation	keine	schwache	mittlere	starke	
Heterotropher Bewuchs	kein	wenig	mittel	viel	
Feststoffe und Abfälle	keine	wenig	mittel	viel	

Ökomorphologie Breitenvariabilität, Böschungsfuss, Sohle, Ufer

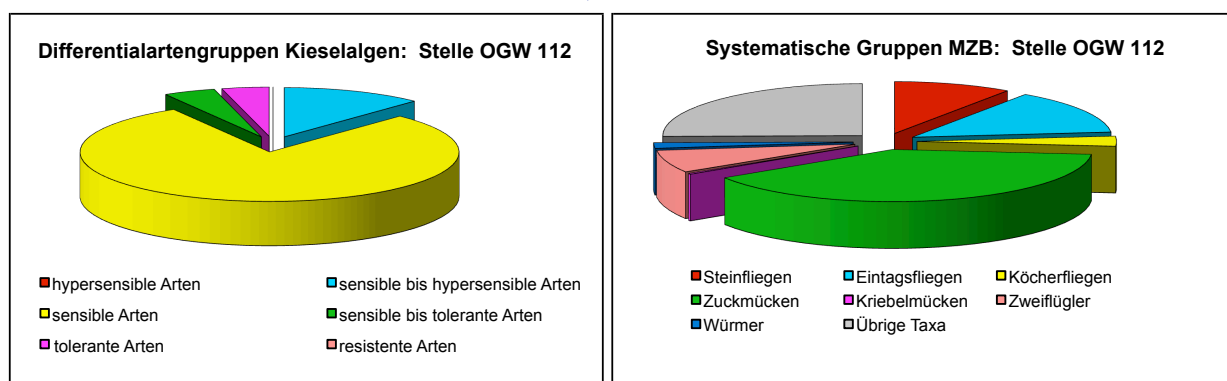
0	naturnah	1	2	Wenig beeinträchtigt	5	6	Stark beeinträchtigt	9	10	Naturfremd	12
---	----------	---	---	----------------------	---	---	----------------------	---	----	------------	----

Phyto- und Makrozoobenthos Biotische Indices

Kieselalgenindex DI-CH	1	Sehr gut	3.5	Gut	4.5	Mässig	5.5	Unbef.	6.5	Schlecht	8				
Saprobitätsindex Makrozoobenthos	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV								
Makroindex Makrozoobenthos	1	Sehr gut	2	3	Gut	4	Mässig	5	Unbefriedigend	6	7	Schlecht	8		
IBCH Makrozoobenthos	20	Sehr gut	17	16	Gut	13	12	Mässig	9	8	Unbefriedigend	5	4	Schlecht	0

Phyto- und Makrozoobenthos Quantität und Qualität der Biozönose

Bewuchsdichte Algen	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6
Bewuchsdichte Moose	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6
Taxazahl (MZB)	42					8
Diversität Kieselalgen	>4					<2
Diversität MZB (n. Wilhm&Dorris)	≥4	3	2	1		0



Zusammenfassende Beurteilung nach den einzelnen Indikatoren	
Äusserer Aspekt: geringe bis mittlere Belastung	Makrozoobenthos: keine bis geringe Belastung
Pflanzlicher Bewuchs: geringe Belastung	Kieselalgen: Sehr gut

Nebengraben		Uznach Kaltbrunner Riet	21.03.12		OGW
Probenahmestelle		408 m.ü.M. 716 420 / 230 175	Witterung: schön, < 2 Tage Regen Abflussverhältnisse: Normal für Jahreszeit		
			Wasserqualität Messungen:		010
			Temperatur 9.7 °C	Leitfähigkeit (25°C) 468 µS/cm	
Äusserer Aspekt					
Sinnenprüfung:					
Trübung		keine	leichte	mittlere	starke
Verfärbung		keine	leichte	mittlere	starke
Geruch		kein	leicht	mittel	stark
unatürlicher Schaum		kein	wenig	mittel	viel
Gewässersohle:					
Schlamm		kein	wenig	mittel	viel
Eisensulfid-Flecken (FeS)		keine	wenig	mittel	viel
Innere Kolmation Schälchli					
Innere Kolmation		keine	schwache	mittlere	starke
Heterotropher Bewuchs		kein	wenig	mittel	viel
Feststoffe und Abfälle		keine	wenig	mittel	viel

Ökomorphologie Breitenvariabilität, Böschungsfuss, Sohle, Ufer

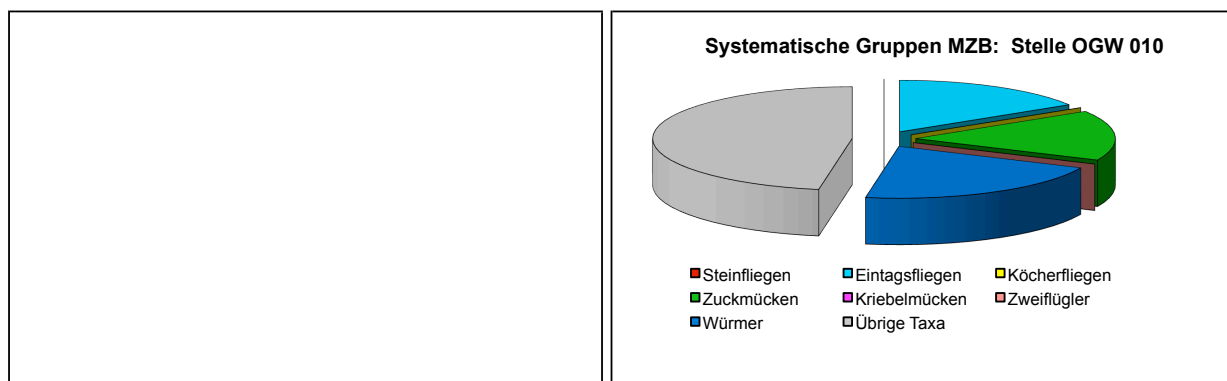
0	naturnah	1	2	Wenig beeinträchtigt	5	6	Stark beeinträchtigt	9	10	Naturfremd	12
---	----------	---	---	----------------------	---	---	----------------------	---	----	------------	----

Phyto- und Makrozoobenthos Biotische Indices

Kieselalgenindex DI-CH	1	Sehr gut	3.5	Gut	4.5	Mässig	5.5	Unbef.	6.5	Schlecht	8				
Saprobitätsindex Makrozoobenthos	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV								
Makroindex Makrozoobenthos	1	Sehr gut	2	3	Gut	4	Mässig	5	Unbefriedigend	6	7	Schlecht	8		
IBCH Makrozoobenthos	20	Sehr gut	17	16	Gut	13	12	Mässig	9	8	Unbefriedigend	5	4	Schlecht	0

Phyto- und Makrozoobenthos Quantität und Qualität der Biozönose

Bewuchsdichte Algen	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6
Bewuchsdichte Moose	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6
Taxazahl (MZB)	42					8
Diversität Kieselalgen	>4					<2
Diversität MZB (n. Wilhm&Dorris)	≥4	3	2	1		0



Zusammenfassende Beurteilung nach den einzelnen Indikatoren

Äusserer Aspekt: starke Belastung	Makrozoobenthos: starke bis sehr starke Belastung (Teilproben)
Pflanzlicher Bewuchs: keine Probenahme	Kieselalgen: keine Probenahme

Dorfbach Kaltbrunn		Kaltbrunn ob Steinenbach		21.03.12		OGW	
Probenahmestelle		415 m.ü.M. 719 010 / 229 560		Witterung: schön, < 2 Tage Regen Abflussverhältnisse: Normal für Jahreszeit			
				Wasserqualität Messungen:		111	
				Temperatur 9 °C Leitfähigkeit (25°C) 294 µS/cm			
Äusserer Aspekt							
Sinnenprüfung:				keine	leichte	mittlere	starke
Trübung				keine	leichte	mittlere	starke
Verfärbung				kein	leicht	mittel	stark
Geruch				kein	wenig	mittel	viel
unatürlicher Schaum				kein	wenig	mittel	viel
Gewässersohle:							
Schlamm				kein	wenig	mittel	viel
Eisensulfid-Flecken (FeS)				keine	wenig	mittel	viel
Innere Kolmation Schälchli							
Innere Kolmation				keine	schwache	mittlere	starke
Heterotropher Bewuchs				kein	wenig	mittel	viel
Feststoffe und Abfälle				keine	wenig	mittel	viel

Ökomorphologie Breitenvariabilität, Böschungsfuss, Sohle, Ufer

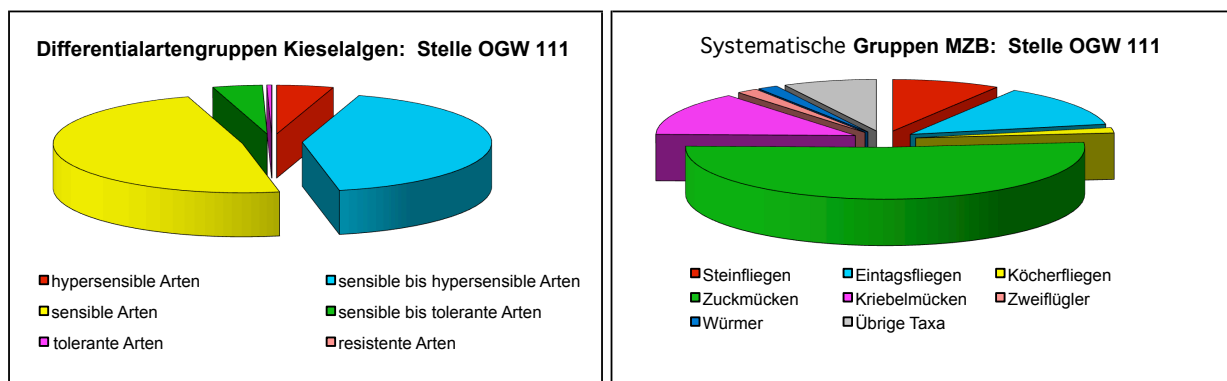
0	naturnah	1	2	Wenig beeinträchtigt	5	6	Stark beeinträchtigt	9	10	Naturfremd	12
---	----------	---	---	----------------------	---	---	----------------------	---	----	------------	----

Phyto- und Makrozoobenthos Biotische Indices

Kieselalgenindex DI-CH	1	Sehr gut	3.5	Gut	4.5	Mässig	5.5	Unbef.	6.5	Schlecht	8				
Saprobitätsindex Makrozoobenthos	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV								
Makroindex Makrozoobenthos	1	Sehr gut	2	3	Gut	4	Mässig	5	Unbefriedigend	6	7	Schlecht	8		
IBCH Makrozoobenthos	20	Sehr gut	17	16	Gut	13	12	Mässig	9	8	Unbefriedigend	5	4	Schlecht	0

Phyto- und Makrozoobenthos Quantität und Qualität der Biozönose

Bewuchsdichte Algen	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6
Bewuchsdichte Moose	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6
Taxazahl (MZB)	42					8
Diversität Kieselalgen	>4					<2
Diversität MZB (n. Wilhm&Dorris)	≥4	3	2	1	0	



Zusammenfassende Beurteilung nach den einzelnen Indikatoren

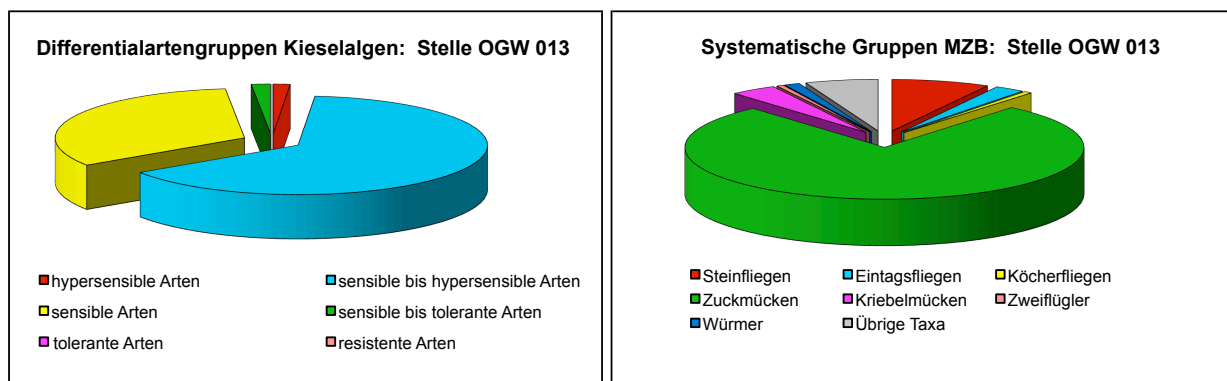
Äusserer Aspekt: geringe bis mittlere Belastung	Makrozoobenthos: keine bis geringe Belastung
Pflanzlicher Bewuchs: geringe Belastung	Kieselalgen: Sehr gut

Aabach		Schmerikon- Härti Pkt. 412	21.03.12		OGW	
Probenahmestelle		412 m.ü.M.	714 800 / 231 200			
			Witterung: schön, < 2 Tage Regen Abflussverhältnisse: Normal für Jahreszeit		013	
			Wasserqualität Messungen:			
			Temperatur 5.1 °C	Leitfähigkeit (25°C) 350 µS/cm		
			Äusserer Aspekt			
Sinnenprüfung:			keine	leichte	mittlere	starke
Trübung			keine	leichte	mittlere	starke
Verfärbung			kein	leicht	mittel	stark
Geruch			kein	wenig	mittel	viel
unnatürlicher Schaum			kein	wenig	mittel	viel
Gewässersohle:			kein	wenig	mittel	viel
Schlamm			keine	wenig	mittel	viel
Eisensulfid-Flecken (FeS)			keine	wenig	mittel	viel
Innere Kolmation Schälchli			keine	schwache	mittlere	starke
Innere Kolmation			keine	schwache	mittlere	starke
Heterotropher Bewuchs			kein	wenig	mittel	viel
Feststoffe und Abfälle			keine	wenig	mittel	viel

Ökomorphologie										Breitenvariabilität, Böschungsfuss, Sohle, Ufer	
0	naturnah	1	2	Wenig beeinträchtigt	5	6	Stark beeinträchtigt	9	10	Naturfremd	12

Phyto- und Makrozoobenthos										Biotische Indices					
Kieselalgenindex DI-CH	1	Sehr gut	3.5	Gut	4.5	Mässig	5.5	Unbef.	6.5	Schlecht	8				
Saprobitätsindex Makrozoobenthos	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV								
Makroindex Makrozoobenthos	1	Sehr gut	2	3	Gut	4	Mässig	5	Unbefriedigend	6	7	Schlecht	8		
IBCH Makrozoobenthos	20	Sehr gut	17	16	Gut	13	12	Mässig	9	8	Unbefriedigend	5	4	Schlecht	0

Phyto- und Makrozoobenthos						Quantität und Qualität der Biozönose
Bewuchsdichte Algen	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6
Bewuchsdichte Moose	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6
Taxazahl (MZB)	42					8
Diversität Kieselalgen	>4					<2
Diversität MZB (n. Wilhm&Dorris)	≥4	3	2	1	0	



Zusammenfassende Beurteilung nach den einzelnen Indikatoren	
Äusserer Aspekt: keine bis geringe Belastung	Makrozoobenthos: keine bis geringe Belastung
Pflanzlicher Bewuchs: geringe Belastung	Kieselalgen: Sehr gut

Hintergraben		Benken Hänggelgiessen		21.03.12		OGW	
Probenahmestelle		410 m.ü.M. 718 995 / 225 815		Witterung: schön, < 2 Tage Regen Abflussverhältnisse: Normal für Jahreszeit			
				Wasserqualität Messungen:		007	
				Temperatur 12 °C Leitfähigkeit (25°C) 421 µS/cm			
Äusserer Aspekt							
Sinnenprüfung:				keine	leichte	mittlere	starke
Trübung				keine	leichte	mittlere	starke
Verfärbung				kein	leicht	mittel	stark
Geruch				kein	wenig	mittel	viel
unatürlicher Schaum				kein	wenig	mittel	viel
Gewässersohle:				kein	wenig	mittel	viel
Schlamm				keine	wenig	mittel	viel
Eisensulfid-Flecken (FeS)							
Innere Kolmation Schälchli							
Innere Kolmation				keine	schwache	mittlere	starke
Heterotropher Bewuchs				kein	wenig	mittel	viel
Feststoffe und Abfälle				keine	wenig	mittel	viel

Ökomorphologie Breitenvariabilität, Böschungsfuss, Sohle, Ufer

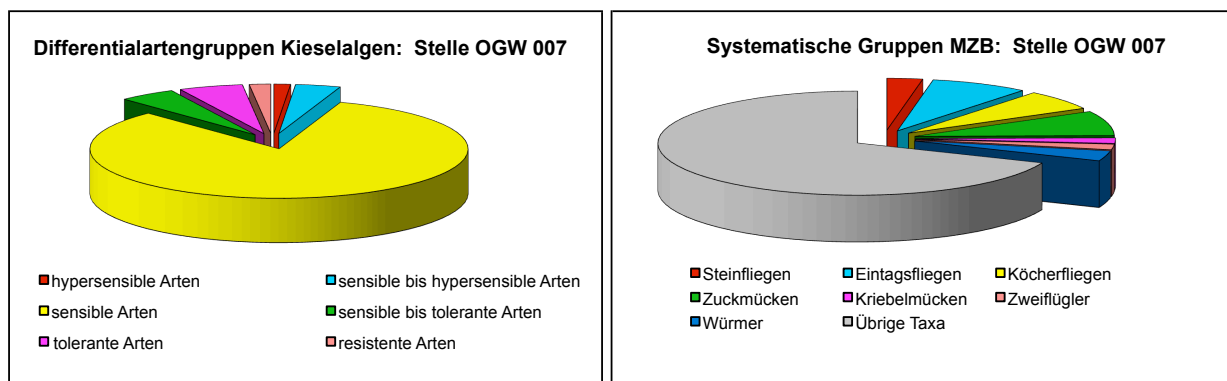
0	naturnah	1	2	Wenig beeinträchtigt	5	6	Stark beeinträchtigt	9	10	Naturfremd	12
---	----------	---	---	----------------------	---	---	----------------------	---	----	------------	----

Phyto- und Makrozoobenthos Biotische Indices

Kieselalgenindex DI-CH	1	Sehr gut		3.5	Gut	4.5	Mässig	5.5	Unbef.	6.5	Schlecht	8			
Saprobitätsindex Makrozoobenthos	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV								
Makroindex Makrozoobenthos	1	Sehr gut	2	3	Gut	4	Mässig	5	Unbefriedigend	6	7	Schlecht	8		
IBCH Makrozoobenthos	20	Sehr gut	17	16	Gut	13	12	Mässig	9	8	Unbefriedigend	5	4	Schlecht	0

Phyto- und Makrozoobenthos Quantität und Qualität der Biozönose

Bewuchsdichte Algen	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6
Bewuchsdichte Moose	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6
Taxazahl (MZB)	42					8
Diversität Kieselalgen	>4					<2
Diversität MZB (n. Wilhm&Dorris)	≥4	3	2	1	0	



Zusammenfassende Beurteilung nach den einzelnen Indikatoren

Äusserer Aspekt: geringe bis starke Belastung	Makrozoobenthos: geringe Belastung
Pflanzlicher Bewuchs: keine Belastung	Kieselalgen: Sehr gut

Jona		Jona Blaubrunnen Pkt. 411		20.03.12		OGW	
Probenahmestelle		411 m.ü.M. 706 700 / 230 900		Witterung: schön, < 2 Tage Regen Abflussverhältnisse: Normal für Jahreszeit			
				Wasserqualität Messungen:		015	
				Temperatur 5.8 °C	Leitfähigkeit (25°C) 441 µS/cm		
Äusserer Aspekt							
Sinnenprüfung:				keine	leichte	mittlere	starke
Trübung				keine	leichte	mittlere	starke
Verfärbung				kein	leicht	mittel	stark
Geruch				kein	wenig	mittel	viel
unatürlicher Schaum				kein	wenig	mittel	viel
Gewässersohle:				kein	wenig	mittel	viel
Schlamm				keine	wenig	mittel	viel
Eisensulfid-Flecken (FeS)				keine	schwache	mittlere	starke
Innere Kolmation Schälchli				keine	schwache	mittlere	starke
Innere Kolmation				keine	wenig	mittel	viel
Heterotropher Bewuchs				kein	wenig	mittel	viel
Feststoffe und Abfälle				keine	wenig	mittel	viel

Ökomorphologie Breitenvariabilität, Böschungsfuss, Sohle, Ufer

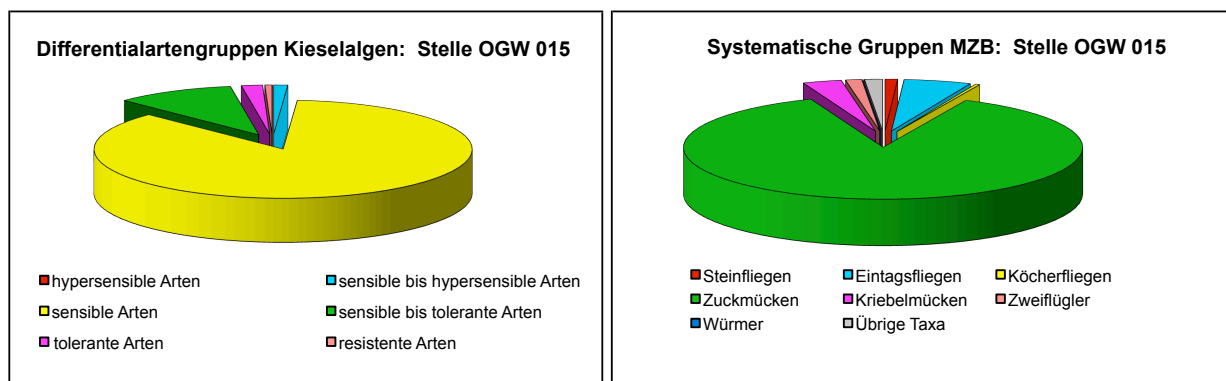
0	naturnah	1	2	Wenig beeinträchtigt	5	6	Stark beeinträchtigt	9	10	Naturfremd	12
---	----------	---	---	----------------------	---	---	----------------------	---	----	------------	----

Phyto- und Makrozoobenthos Biotische Indices

Kieselalgenindex DI-CH	1	Sehr gut	3.5	Gut	4.5	Mässig	5.5	Unbef.	6.5	Schlecht	8				
Saprobitätsindex Makrozoobenthos	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV								
Makroindex Makrozoobenthos	1	Sehr gut	2	3	Gut	4	Mässig	5	Unbefriedigend	6	7	Schlecht	8		
IBCH Makrozoobenthos	20	Sehr gut	17	16	Gut	13	12	Mässig	9	8	Unbefriedigend	5	4	Schlecht	0

Phyto- und Makrozoobenthos Quantität und Qualität der Biozönose

Bewuchsdichte Algen	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6
Bewuchsdichte Moose	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6
Taxazahl (MZB)	42					8
Diversität Kieselalgen	>4					<2
Diversität MZB (n. Wilhm&Dorris)	≥4	3	2	1		0



Zusammenfassende Beurteilung nach den einzelnen Indikatoren

Äusserer Aspekt: keine bis geringe Belastung	Makrozoobenthos: geringe bis mittlere Belastung
Pflanzlicher Bewuchs: geringe Belastung	Kieselalgen: Sehr gut

Jona		Jona Grünenau Pkt. 431	20.03.12		OGW
Probenahmestelle		431 m.ü.M.	706 025 / 233 145		
			Witterung: schön, < 2 Tage Regen		116
			Abflussverhältnisse: Normal für Jahreszeit		
			Wasserqualität Messungen:		
			Temperatur 7 °C	Leitfähigkeit (25°C) 454 µS/cm	
Äusserer Aspekt					
Sinnenprüfung:					
Trübung	keine	keine	keine	keine	keine
Verfärbung	keine	keine	keine	keine	keine
Geruch	kein	leicht	mittel	stark	stark
unatürlicher Schaum	kein	wenig	mittel	viel	viel
Gewässersohle:					
Schlamm	kein	wenig	mittel	viel	viel
Eisensulfid-Flecken (FeS)	keine	wenig	mittel	viel	viel
Innere Kolmation Schälchli					
Innere Kolmation	keine	schwache	mittlere	starke	starke
Heterotropher Bewuchs	kein	wenig	mittel	viel	viel
Feststoffe und Abfälle	keine	wenig	mittel	viel	viel

Ökomorphologie Breitenvariabilität, Böschungsfuss, Sohle, Ufer

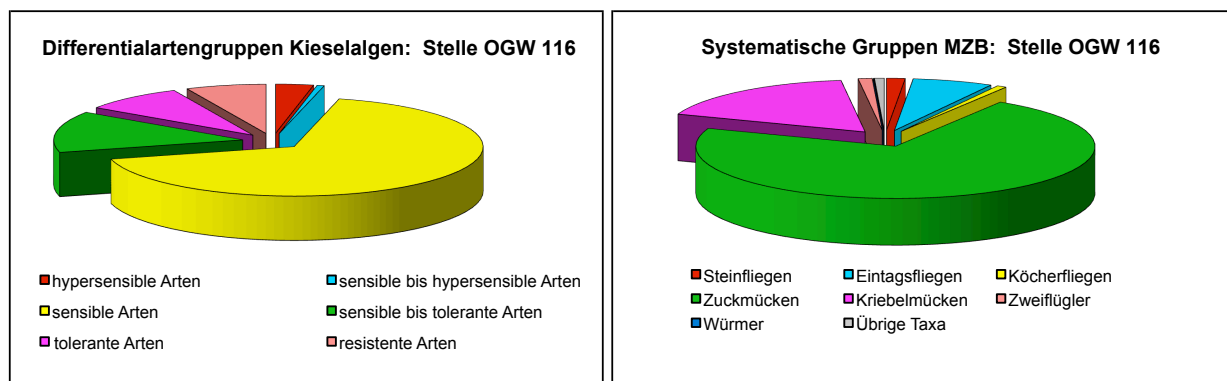
0	naturnah	1	2	Wenig beeinträchtigt	5	6	Stark beeinträchtigt	9	10	Naturfremd	12
---	----------	---	---	----------------------	---	---	----------------------	---	----	------------	----

Phyto- und Makrozoobenthos Biotische Indices

Kieselalgenindex DI-CH	1	Sehr gut	3.5	Gut	4.5	Mässig	5.5	Unbef.	6.5	Schlecht	8
Saprobitätsindex Makrozoobenthos	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV				
Makroindex Makrozoobenthos	1	Sehr gut	2	Gut	3	Mässig	4	Unbefriedigend	5	Schlecht	8
IBCH Makrozoobenthos	20	Sehr gut	17	Gut	13	Mässig	9	Unbefriedigend	5	Schlecht	0

Phyto- und Makrozoobenthos Quantität und Qualität der Biozönose

Bewuchsdichte Algen	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6
Bewuchsdichte Moose	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6
Taxazahl (MZB)	42					8
Diversität Kieselalgen	>4					<2
Diversität MZB (n. Wilhm&Dorris)	≥4	3	2	1	0	



Zusammenfassende Beurteilung nach den einzelnen Indikatoren	
Äusserer Aspekt: geringe Belastung	Makrozoobenthos: keine bis geringe Belastung
Pflanzlicher Bewuchs: geringe Belastung	Kieselalgen: Sehr gut

Jona		Jona Hackennest	20.03.12		OGW
Probenahmestelle		440 m.ü.M. 707 436 / 233 383	Witterung: schön, < 2 Tage Regen Abflussverhältnisse: Normal für Jahreszeit		
			Wasserqualität Messungen:		106
			Temperatur	Leitfähigkeit (25°C)	
			7.1 °C	457 µS/cm	
			Äusserer Aspekt		
Sinnenprüfung:					
Trübung	keine	leichte	mittlere	starke	
Verfärbung	keine	leichte	mittlere	starke	
Geruch	kein	leicht	mittel	stark	
unnatürlicher Schaum	kein	wenig	mittel	viel	
Gewässersohle:					
Schlamm	kein	wenig	mittel	viel	
Eisensulfid-Flecken (FeS)	keine	wenig	mittel	viel	
Innere Kolmation Schälchli					
Innere Kolmation	keine	schwache	mittlere	starke	
Heterotropher Bewuchs	kein	wenig	mittel	viel	
Feststoffe und Abfälle	keine	wenig	mittel	viel	

Ökomorphologie Breitenvariabilität, Böschungsfuss, Sohle, Ufer

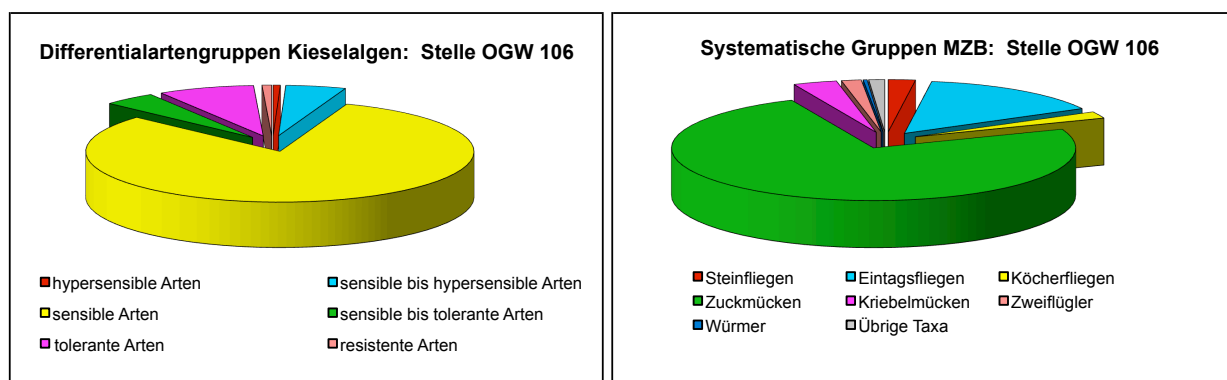
0	naturnah	1	2	Wenig beeinträchtigt	5	6	Stark beeinträchtigt	9	10	Naturfremd	12
---	----------	---	---	----------------------	---	---	----------------------	---	----	------------	----

Phyto- und Makrozoobenthos Biotische Indices

Kieselalgenindex DI-CH	1	Sehr gut	3.5	Gut	4.5	Mässig	5.5	Unbef.	6.5	Schlecht	8				
Saprobitätsindex Makrozoobenthos	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV								
Makroindex Makrozoobenthos	1	Sehr gut	2	3	Gut	4	Mässig	5	Unbefriedigend	6	7	Schlecht	8		
IBCH Makrozoobenthos	20	Sehr gut	17	16	Gut	13	12	Mässig	9	8	Unbefriedigend	5	4	Schlecht	0

Phyto- und Makrozoobenthos Quantität und Qualität der Biozönose

Bewuchsdichte Algen	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6
Bewuchsdichte Moose	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6
Taxazahl (MZB)	42					8
Diversität Kieselalgen	>4					<2
Diversität MZB (n. Wilhm&Dorris)	≥4	3	2	1	0	



Zusammenfassende Beurteilung nach den einzelnen Indikatoren	
Äusserer Aspekt: geringe Belastung	Makrozoobenthos: keine bis mittlere Belastung
Pflanzlicher Bewuchs: geringe Belastung	Kieselalgen: Sehr gut

Lattenbach		Jona untere Tägernau	20.03.12		OGW
Probenahmestelle		435 m.ü.M. 707 120 / 232 790	Witterung: schön, < 2 Tage Regen Abflussverhältnisse: Normal für Jahreszeit		
	Wasserqualität Messungen:		107		
	Temperatur	Leitfähigkeit (25°C)			
	8.3 °C	414 µS/cm			
	Äusserer Aspekt				
	Sinnenprüfung:				
Trübung	keine	leichte	mittlere	starke	
Verfärbung	keine	leichte	mittlere	starke	
Geruch	kein	leicht	mittel	stark	
unatürlicher Schaum	kein	wenig	mittel	viel	
Gewässersohle:					
Schlamm	kein	wenig	mittel	viel	
Eisensulfid-Flecken (FeS)	keine	wenig	mittel	viel	
Innere Kolmation Schälchli					
Innere Kolmation	keine	schwache	mittlere	starke	
Heterotropher Bewuchs	kein	wenig	mittel	viel	
Feststoffe und Abfälle	keine	wenig	mittel	viel	

Ökomorphologie Breitenvariabilität, Böschungsfuss, Sohle, Ufer

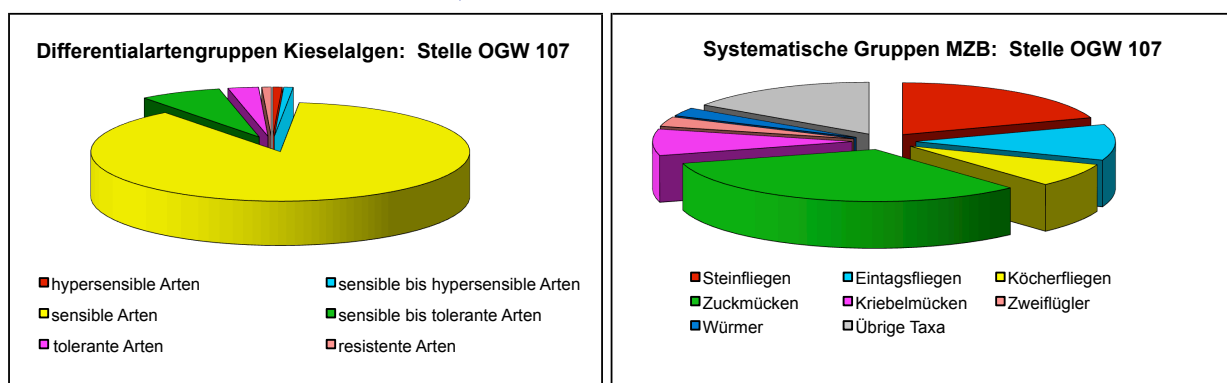
0	naturnah	1	2	Wenig beeinträchtigt	5	6	Stark beeinträchtigt	9	10	Naturfremd	12
---	----------	---	---	----------------------	---	---	----------------------	---	----	------------	----

Phyto- und Makrozoobenthos Biotische Indices

Kieselalgenindex DI-CH	1	Sehr gut	3.5	Gut	4.5	Mässig	5.5	Unbef.	6.5	Schlecht	8				
Saprobitätsindex Makrozoobenthos	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV								
Makroindex Makrozoobenthos	1	Sehr gut	2	3	Gut	4	Mässig	5	Unbefriedigend	6	7	Schlecht	8		
IBCH Makrozoobenthos	20	Sehr gut	17	16	Gut	13	12	Mässig	9	8	Unbefriedigend	5	4	Schlecht	0

Phyto- und Makrozoobenthos Quantität und Qualität der Biozönose

Bewuchsdichte Algen	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6
Bewuchsdichte Moose	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6
Taxazahl (MZB)	42					8
Diversität Kieselalgen	>4					<2
Diversität MZB (n. Wilhm&Dorris)	≥4	3	2	1	0	



Zusammenfassende Beurteilung nach den einzelnen Indikatoren	
Äusserer Aspekt: geringe Belastung	Makrozoobenthos: keine bis geringe Belastung
Pflanzlicher Bewuchs: keine Belastung	Kieselalgen: Sehr gut

Wagnerbach		Jona Buechmatt	20.03.12		OGW
Probenahmestelle		430 m.ü.M.	710 015 / 231 784		
					Witterung: schön, < 2 Tage Regen
					Abflussverhältnisse: Normal für Jahreszeit
Wasserqualität Messungen:					070
Temperatur		Leitfähigkeit (25°C)			
9.8 °C		413 µS/cm			
Äusserer Aspekt					
Sinnenprüfung:					
Trübung		keine	leichte	mittlere	starke
Verfärbung		keine	leichte	mittlere	starke
Geruch		kein	leicht	mittel	stark
unatürlicher Schaum		kein	wenig	mittel	viel
Gewässersohle:					
Schlamm		kein	wenig	mittel	viel
Eisensulfid-Flecken (FeS)		keine	wenig	mittel	viel
Innere Kolmation Schälchli					
Innere Kolmation		keine	schwache	mittlere	starke
Heterotropher Bewuchs		kein	wenig	mittel	viel
Feststoffe und Abfälle		keine	wenig	mittel	viel

Ökomorphologie Breitenvariabilität, Böschungsfuss, Sohle, Ufer

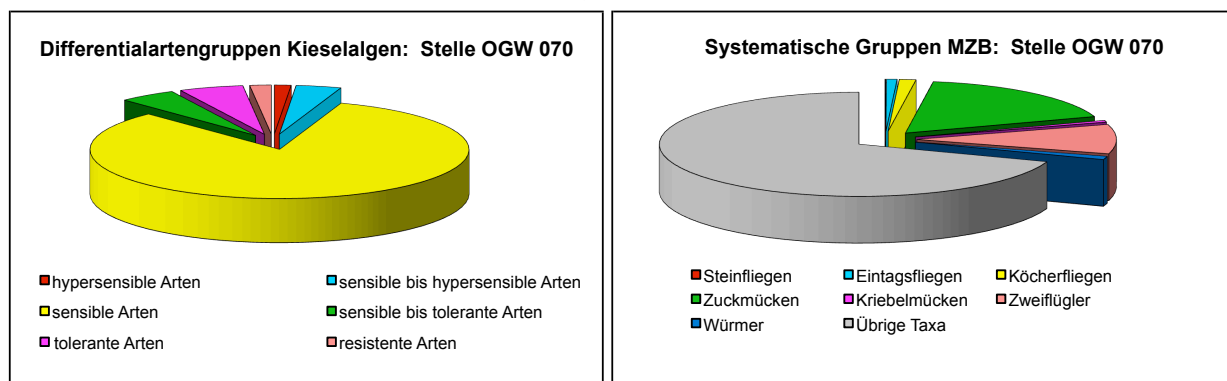
0	naturnah	1	2	Wenig beeinträchtigt	5	6	Stark beeinträchtigt	9	10	Naturfremd	12
---	----------	---	---	----------------------	---	---	----------------------	---	----	------------	----

Phyto- und Makrozoobenthos Biotische Indices

Kieselalgenindex DI-CH	1	Sehr gut	3.5	Gut	4.5	Mässig	5.5	Unbef.	6.5	Schlecht	8				
Saprobitätsindex Makrozoobenthos	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV								
Makroindex Makrozoobenthos	1	Sehr gut	2	3	Gut	4	Mässig	5	Unbefriedigend	6	7	Schlecht	8		
IBCH Makrozoobenthos	20	Sehr gut	17	16	Gut	13	12	Mässig	9	8	Unbefriedigend	5	4	Schlecht	0

Phyto- und Makrozoobenthos Quantität und Qualität der Biozönose

Bewuchsdichte Algen	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6
Bewuchsdichte Moose	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6
Taxazahl (MZB)	42					8
Diversität Kieselalgen	>4					<2
Diversität MZB (n. Wilhm&Dorris)	≥4					0



Zusammenfassende Beurteilung nach den einzelnen Indikatoren

Äusserer Aspekt: geringe Belastung	Makrozoobenthos: geringe bis mittlere Belastung
Pflanzlicher Bewuchs: keine Belastung	Kieselalgen: Sehr gut

Wagnerbach		Jona Wurmsbach	20.03.12		OGW
Probenahmestelle		409 m.ü.M.	707 642 / 231 377		
					108
Witterung: schön, < 2 Tage Regen Abflussverhältnisse: Normal für Jahreszeit					
Wasserqualität Messungen:					
Temperatur		Leitfähigkeit (25°C)			
10.9 °C		548 µS/cm			
Äusserer Aspekt					
Sinnenprüfung:					
Trübung	keine	leichte	mittlere	starke	
Verfärbung	keine	leichte	mittlere	starke	
Geruch	kein	leicht	mittel	stark	
unatürlicher Schaum	kein	wenig	mittel	viel	
Gewässersohle:					
Schlamm	kein	wenig	mittel	viel	
Eisensulfid-Flecken (FeS)	keine	wenig	mittel	viel	
Innere Kolmation Schälchli					
Innere Kolmation	keine	schwache	mittlere	starke	
Heterotropher Bewuchs	kein	wenig	mittel	viel	
Feststoffe und Abfälle	keine	wenig	mittel	viel	

Ökomorphologie Breitenvariabilität, Böschungsfuss, Sohle, Ufer

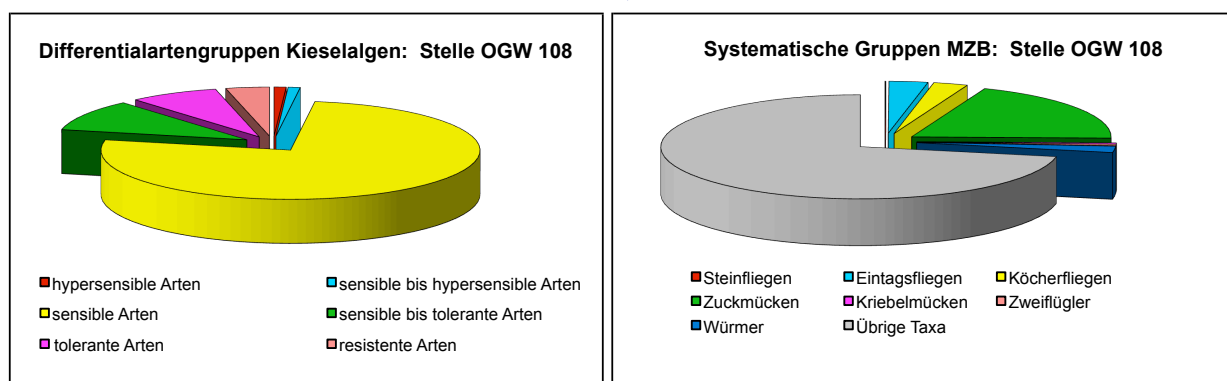
0	naturnah	1	2	Wenig beeinträchtigt	5	6	Stark beeinträchtigt	9	10	Naturfremd	12
---	----------	---	---	----------------------	---	---	----------------------	---	----	------------	----

Phyto- und Makrozoobenthos Biotische Indices

Kieselalgenindex DI-CH	1	Sehr gut	3.5	Gut	4.5	Mässig	5.5	Unbef.	6.5	Schlecht	8				
Saprobitätsindex Makrozoobenthos	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV								
Makroindex Makrozoobenthos	1	Sehr gut	2	3	Gut	4	Mässig	5	Unbefriedigend	6	7	Schlecht	8		
IBCH Makrozoobenthos	20	Sehr gut	17	16	Gut	13	12	Mässig	9	8	Unbefriedigend	5	4	Schlecht	0

Phyto- und Makrozoobenthos Quantität und Qualität der Biozönose

Bewuchsdichte Algen	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6
Bewuchsdichte Moose	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6
Taxazahl (MZB)	42					8
Diversität Kieselalgen	>4					<2
Diversität MZB (n. Wilhm&Dorris)	≥4	3	2	1	0	



Zusammenfassende Beurteilung nach den einzelnen Indikatoren

Äusserer Aspekt: geringe bis mittlere Belastung	Makrozoobenthos: geringe bis mittlere Belastung
Pflanzlicher Bewuchs: keine Belastung	Kieselalgen: Gut

Wagnerbach		Eschenbach Rüti	20.03.12		OGW
Probenahmestelle	455 m.ü.M.	711 904 / 232 298	Witterung: schön, < 2 Tage Regen Abflussverhältnisse: Normal für Jahreszeit		
	Wasserqualität Messungen:		109		
	Temperatur 10.1 °C	Leitfähigkeit (25°C) 446 µS/cm			
	Äusserer Aspekt				
	Sinnenprüfung:				
	Trübung	keine	keine	keine	keine
Verfärbung	keine	keine	keine	keine	keine
Geruch	kein	kein	kein	kein	kein
unatürlicher Schaum	kein	wenig	mittel	mittel	viel
Gewässersohle:					
Schlamm	kein	wenig	mittel	viel	viel
Eisensulfid-Flecken (FeS)	keine	wenig	mittel	viel	viel
Innere Kolmation Schälchli	keine	schwache	mittlere	starke	starke
Innere Kolmation	keine	schwache	mittlere	starke	starke
Heterotropher Bewuchs	kein	wenig	mittel	viel	viel
Feststoffe und Abfälle	keine	wenig	mittel	viel	viel

Ökomorphologie		Breitenvariabilität, Böschungsfuss, Sohle, Ufer	
-----------------------	--	---	--

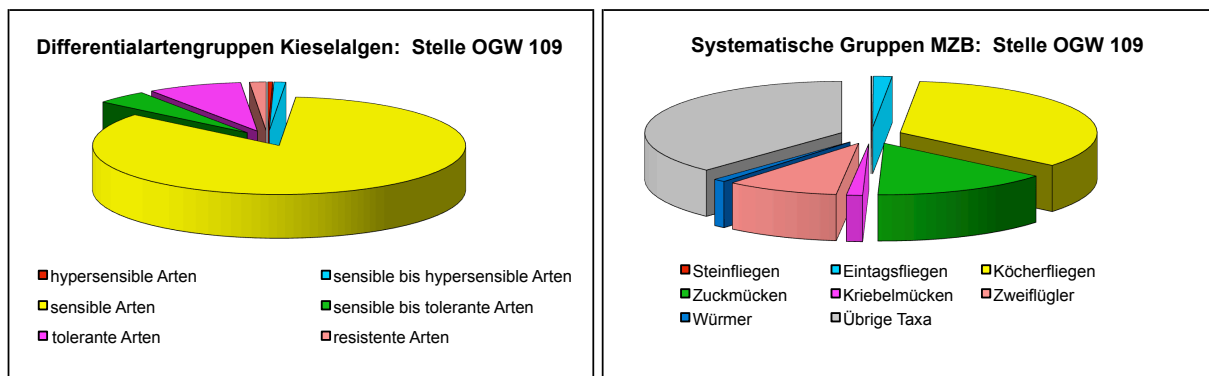
0	naturnah	1	2	Wenig beeinträchtigt	5	6	Stark beeinträchtigt	9	10	Naturfremd	12
---	----------	---	---	----------------------	---	---	----------------------	---	----	------------	----

Phyto- und Makrozoobenthos		Biotische Indices	
-----------------------------------	--	-------------------	--

Kieselalgenindex DI-CH	1	Sehr gut	3.5	Gut	4.5	Mässig	5.5	Unbef.	6.5	Schlecht	8				
Saprobitätsindex Makrozoobenthos	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV								
Makroindex Makrozoobenthos	1	Sehr gut	2	3	Gut	4	Mässig	5	Unbefriedigend	6	7	Schlecht	8		
IBCH Makrozoobenthos	20	Sehr gut	17	16	Gut	13	12	Mässig	9	8	Unbefriedigend	5	4	Schlecht	0

Phyto- und Makrozoobenthos		Quantität und Qualität der Biozönose	
-----------------------------------	--	--------------------------------------	--

Bewuchsdichte Algen	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6
Bewuchsdichte Moose	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6
Taxazahl (MZB)	42					8
Diversität Kieselalgen	>4					<2
Diversität MZB (n. Wilhm&Dorris)	≥4	3	2	1	0	



Zusammenfassende Beurteilung nach den einzelnen Indikatoren	
Äusserer Aspekt: geringe Belastung	Makrozoobenthos: mittlere Belastung
Pflanzlicher Bewuchs: keine Belastung	Kieselalgen: Gut

6.2 Methoden und Rohdaten Kieselalgen

Die Kieselalgen wurden bei jeder Untersuchungsstelle durch Abschaben einer definierten Fläche auf drei bis fünf über das Bachbett verteilten Steinen gewonnen. Die vereinigte Probe wurde mit Formol fixiert und gemäss MSK im Labor weiterverarbeitet. Die Aufbereitung der Proben und Bestimmung der Arten erfolgte durch den Spezialisten Joachim Hürlimann (Aqua Plus, Zug) im Unterauftrag. Neben der Taxazahl und dem Diversitätsindex wurde der DI-CH (Diatomeen Index Schweiz) bestimmt, welcher die Güte eines Fliessgewässers indiziert. Anhand des DI-CH wurde darauf jedes Gewässer in eine der fünf Zustandsklassen eingeteilt (1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = mässig, 4 = unbefriedigend, 5 = schlecht). Die Klasseneinteilung des DI-CH wurde in der definitiven Version des MSK Moduls Kieselalgen gegenüber dem Entwurf angepasst (Zweiteichung; BUWAL 2002; Hürlimann und Niederhauser, 2007). Daher ist es möglich, dass Untersuchungsstellen mit derselben Punktzahl in den beiden Untersuchungsjahren 2006 und 2012 verschiedenen Qualitätsklassen zugeordnet wurden (Tab. A1).

Weiter wurde für alle Untersuchungsstellen die Summe sauerstoffbeeinflusster Arten ermittelt; sie sagt aus, ob sich viele Arten mit ausgeprägter Vorliebe für O₂-reiches Wasser in der Probe befinden. Steigt deren Anteil über 50 %, so kann eine bestehende Nähr- oder Schadstoffbelastung des Wassers durch die gute Belüftung „wettgemacht“ werden, die Wasserqualität von Kieselalgen also zu gut indiziert sein.

Die Resultate aus den DI-CH-Berechnungen der untersuchten Fliessgewässer wurden zusätzlich im schweizerischen Vergleich positioniert. Als Vergleichsdatensatz dienten Kieselalgendaten der Firma Aqua Plus aus Fliessgewässern, die auch für die Entwicklung des DI-CH verwendet wurden (analog zu Limnex 2005, 2006). Für den Vergleich mit den Untersuchungsstellen wurden Angaben für Gewässer in den Höhenlagen zwischen 400 und 800 m ü. M. verwendet. Auf eine Einengung des Vergleichsdatensatzes auf die Höhenlagen der untersuchten Gewässer (400 – 450 m ü. M.) wurde verzichtet, da sonst der Vergleichsdatensatz deutlich kleiner ausgefallen wäre.

Gewässer , Standortbezeichnung und Gemeinde	Probenahmedatum											
	Zähllistennummer AquaPlus											
	Tabellenwerte in relativen Häufigkeiten (%)											
Achnanthes atomus sensu DICH HUSTEDT Achnanthes bioeletiana GRUNOW Achnanthes bioeletiana var. sublinearis sensu AquaPlus GRUNOW in Van Heurck Type de Synopsis 11 (siehe Achnanthesbuch Tafel 43, Fig.30, 31) Achnanthes laevis OESTRUP Achnanthes lanceolata ssp. dubia (GRUNOW) LANGE-BERTALOT Achnanthes lanceolata ssp. frequentissima var. frequentissima LANGE-BERTALOT Achnanthes minutissima KUETZING Achnanthes minutissima var. scotica (CARTER) LANGE-BERTALOT Achnanthidium piliferi LANGE-BERTALOT Amphora inariensis KRAMMER Amphora indistincta LEVKOV Amphora pediculus (KUETZING) GRUNOW Caloneis bacillum sensu DICH 2006 (GRUNOW) CLEVE Coconeis pediculus EHRENBORG Coconeis placentula var. euglypta (EHRENBURG) GRUNOW Cymbella affinis KUETZING sensu KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986) Cymbella compacta OESTRUP Cymbella microcephala (Artengruppe) GRUNOW Cymbella minuta (Artengruppe) HILSE Cymbella minuta f. semicircularis Cymbella silesiaca BLEISCH Cymbella sinuata GREGORY Denticula tenuis KUETZING Diatoma ehrenbergii KUETZING Diatoma montiformis KUETZING Diatoma problematica LANGE-BERTALOT Diatoma bory de saint-vincent Didymosphenia geminata (LYNGBYE) M.SCHMIDT Diploneis oblongella (NAEGELI) CLEVE-EULER Fragilaria capucina var. gracilis (OESTRUP) HUSTEDT Fragilaria capucina var. rumpens (KUETZING) LANGE-BERTALOT Fragilaria capucina var. vaucheriae (KUETZING) LANGE-BERTALOT	011	112	111	013	007	015	116	106	107	070	108	109
	Steinenbach Ziegelhof, Uznach	Benken	Dorfbach Kaltrunn ob. Steinenbach	Schmerikon Abach Härti Pt. 412,	rechts, Hintergraben Hänggelsessen, Benken	Jona Blaubrunnen, Jona	Jona Grünau, Rapperswil-Jona	Jona Hackenest, Rapperswil-Jona	Lattenbach untere Tägerau, Rapperswil-Jona	Buechmatt, Rapperswil-Jona	Wurnsbach, Rapperswil-Jona	Eschenbach Rüti, Eschenbach
	15557	15558	15559	15560	15561	15562	15563	15564	15565	15566	15567	15568
	21.03.2012											
	20.03.2012											
	0.8	6.0	4.2	61.6	5.4	1.6	0.6	5.0	0.8	3.8	0.4	0.6
	45.5	9.8	15.4			1.2						1.0
	1.4			11.6	63.4	29.4	39.0	41.6	46.8	39.6	50.8	42.8
	0.2				1.2		1.0			0.8		
		33.4	27.8		0.4							
	19.2				0.8							
				1.0	1.0							
			0.4									0.8
			0.6	1.6				0.2		1.4	2.2	2.2
	0.8		2.0		0.8	1.4	4.8	2.0	3.6	2.0	6.6	2.6
			1.8						0.6	0.8		1.2
											0.6	
											2.6	
			4.8									
		0.6	0.4									
	0.4	1.8	26.2	1.6	0.4							
		1.2	0.4	3.0	1.4	3.4	1.2	2.2	1.0			
	2.2	6.8	1.0	4.4	6.4	2.2	4.0	4.4	3.6			
		0.8					4.0		0.4			
		1.6		1.0		3.6			0.6		1.0	
		0.4										
	22.2			1.2								
	2.0			1.8	1.8			1.4		0.4		
1.2	0.8	2.2	0.6	4.6	3.4		2.0	1.4	2.8	2.0	1.8	
1.2	1.4		0.4	0.6						4.6	0.8	
0.2												
0.8	2.6			1.0	0.4	5.0	4.0		0.6	1.0	3.0	

Gewässer , Standortbezeichnung und Gemeinde														
Probenahmedatum														
Zähllistennummer AquaPlus	OGW	011	112	111	013	rechts, Hintergraben Hängiggleissen, Benken	Jona Blaubrunnen, Rapperswil-Jona	Jona Grünau, Rapperswil-Jona	Jona Hackenest, Rapperswil-Jona	Lattenbach untere Tägerau, Rapperswil-Jona	Buechmatt, Rapperswil-Jona	Wurnsbach, Rapperswil-Jona	Wagnerbach Rütli, Eschenbach	
21.03.2012														
20.03.2012														
		15557	15558	15559	15560	15561	15562	15563	15564	15565	15566	15567	15568	
Fragilaria ulna (NITZSCH) LANGE-BERTALOT Gomphonema cymbellinum REICHARDT & LANGE-BERTALOT Gomphonema micropus KUETZING Gomphonema minutum (C.AGARDH) C.AGARDH Gomphonema nicht tergestinum sensu DICH 2006 Arbeitsname E. Reichardt 2002 Gomphonema divaceum (HORNEWMANN) BREBISSON Gomphonema divaceum var. Fusspol vorgezogen Arbeitsname E. Reichardt 2002 Gomphonema parvulum var. parvulum f. saprophilum LANGE-BERTALOT & REICHARDT Gomphonema pumilioide-Kleinformen Arbeitsname E. Reichardt 2002 Gomphonema pumilium var. elegans REICHARDT & LANGE-BERTALOT Meridion circulare (GREVILLE) C.AGARDH Navicula atomus (KUETZING) GRUNOW Navicula atomus var. excelsa (KRASSKE) LANGE-BERTALOT Navicula cryptocephala var. cryptocephala KUETZING Navicula cryptotenella LANGE-BERTALOT Navicula gregaria DONKIN Navicula lanceolata (C.AGARDH) EHRENBERG Navicula menisculus var. grunowii LANGE-BERTALOT Navicula minuscula var. muralis (GRUNOW) LANGE-BERTALOT Navicula reichardiana LANGE-BERTALOT Navicula seminulum GRUNOW Navicula splendida VAN LANDINGHAM Navicula subhamulata GRUNOW Navicula tripunctata (O.F.MUELLER) BORY DE SAINT-VINCENT Nitzschia acicularioides HUSTEDT Nitzschia dissipata (KUETZING) GRUNOW Nitzschia fonticola GRUNOW Nitzschia heufferiana GRUNOW Nitzschia palea (KUETZING) W. SMITH Nitzschia paleacea GRUNOW Nitzschia pura HUSTEDT Nitzschia recta HANTZSCH Nitzschia siamoides (NITZSCH) W. SMITH						1.8 1.4		1.4	0.6	0.6		1.8	0.2 0.4 0.4	
				0.4		5.0	16.8 1.2 4.6		3.8	1.4	0.6 6.8	0.8 8.8	3.4 1.0	0.4 5.4
	1.4			2.2	1.6	1.4				0.6				
									1.4	0.6	0.4 0.4		2.0 1.0	2.4
						1.2	0.2 0.6 1.2		1.0	6.4 1.6 0.4	0.6	2.0 0.2	2.4	5.2 3.8
	3.4 1.0				0.4									
	0.4			0.6	0.4			0.2	0.6 2.6	1.6				1.0
	0.4				0.8	0.4	1.2	2.4	3.8	3.6	6.4	9.8	1.8	1.6 0.8
									0.2					2.0 5.6
			0.8	0.8		1.2			0.6	2.2		3.2	3.0	8.8
			9.2	1.4	5.8	2.6	0.6 3.6	10.6	4.0	7.8	6.4	4.2	1.6	
			0.8		1.4	1.0	0.8	10.8	6.0	9.6	13.6	1.4		
			0.6		0.4		0.4							
							1.0	0.6	3.6	0.8	0.8	1.8 0.6	1.6	0.6
			0.4	0.6	0.2									
		0.8		0.6		0.6 0.2	1.0	1.0	1.0	0.6	4.6	1.0	2.0	

Gewässer, Standortbezeichnung und Gemeinde												
OGW	011	112	111	013	007	015	116	106	107	070	108	109
Probenahmedatum	21.03.2012											
Zählstellennummer AquaPlus	20.03.2012											
Nitzschia sociabilis HUSTEDT	15557	15558	15559	15560	15561	15562	15563	15564	15565	15566	15567	15568
Nitzschia sublinearis HUSTEDT	1.2	1.8				0.6					0.6	0.4
Rhoicosphenia abbreviata (C.A.GARDH) LANGE-BERTALOT		0.8									0.6	1.4
Surirella angusta KUE TZING					1.4							
Surirella brevissonii var. kuetzingii KRAMMER & LANGE-BERTALOT						0.4	0.6	0.2	0.4	0.4	2.2	
	Steinenbach Ziegelhof, Uznach	Steinenbach Müli, Benken	Dorfbach Kaltbrunn ob. Steinenbach	Aabach Härti Pt. 412, Schmerikon	rechts. Hintergraben Hänggeliessen, Benken	Jona Blaubrunnen, Rapperswil-Jona	Jona Grünau, Rapperswil-Jona	Jona Hackennest, Rapperswil-Jona	Lattebach untere Tägerau, Rapperswil-Jona	Wagnerbach Buchsmatt, Rapperswil-Jona	Wagnerbach Wurmsbach, Rapperswil-Jona	Wagnerbach Rüti, Eschenbach

Auswertungen												
Anzahl gezählte Schalen	501	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Taxazahl	27	23	22	18	27	23	27	23	24	24	29	30
Diversität	2.89	3.19	3.08	2.26	2.46	3.43	3.59	3.24	2.91	3.35	3.19	3.42

BUWAL Modul Kieselalgen Stufe F (Zweiteichung)												
Di-CH (Zweiteichung)	2.4	2.7	2.4	2.1	3.0	3.3	3.4	3.4	3.3	3.4	3.9	3.8
Qualitätsstufe Kieselalgen (Legende siehe unten)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2

Klasse	Di-CH	Beurteilung
1	1.0 bis 3.49	sehr gut
2	3.5 bis 4.49	gut
3	4.5 bis 5.49	mässig
4	5.5 bis 6.49	unbefriedig.
5	6.5 bis 8.0	schlecht

Legende Qualitätsstufe
genäss BUWAL Kieselalgen Stufe F (Zweiteichung)

Differentialartengruppen mit Gewässergüte												
Gewässergüte	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
hypersensible Arten	0.2	0.0	4.8	1.4	0.0	0.0	3.2	0.6	0.8	1.4	1.0	0.4
sensible bis hypersensible Arten	45.9	12.0	41.6	63.2	5.8	1.2	0.6	5.0	0.8	3.8	1.0	1.0
sensible Arten	44.1	79.0	48.0	32.2	85.8	86.2	66.4	81.0	88.0	81.4	74.0	82.6
sensible bis tolerante Arten	6.0	4.4	4.2	1.6	2.6	10.2	13.4	4.4	7.0	4.8	10.0	4.4
tolerante Arten	2.2	4.0	0.4	0.0	4.2	1.8	8.6	8.0	2.6	5.4	7.4	8.0
resistente Arten	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.6	6.8	0.8	0.8	1.8	3.6	1.4
nicht definiert	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Sauerstoffbeeinflusste Taxa												
Summe sauerstoffbeeinflusster Arten	7.2	28.4	5.0	3.0	3.4	18.6	17.0	16.0	25.6	21.6	21.4	19.0

6.3 Methoden und Rohdaten Makrozoobenthos

Das Modul Makrozoobenthos Stufe F (Stucki, 2010) bezieht sich bei seiner Methodik auf 0.5 m² pro Stelle und berücksichtigt dabei die wichtigsten Choriotope (acht Teilproben plus 4 Zusatzproben wenn weitere Choriotope vorhanden sind). Gegenüber der vorangehenden Modul Makrozoobenthos Stufe F (BUWAL, 2005) ist die überarbeitete Methode von Stucki 2010 ebenfalls darauf bedacht, möglichst alle Teillebensräume zu erfassen. Sie gibt jedoch der proportionalen Beprobung der verschiedenen Substratflächen weniger Gewicht. Es sind wegen des leichten Methodenwechsels keine markanten Veränderungen bei den Resultaten zu erwarten.

Im Kiesbett wurde an jeder Untersuchungsstelle per Kicksampling (ca. 25 x 25 cm Bodenfläche, Maschenweite: 280 µm) Teilproben entnommen. Grössere Steine wurden vorsichtig vom Gewässerboden in ein Probenahmegefäss transferiert und alle Tiere abgespült und gesammelt. Seltene Teillebensräume (Choriotope wie Steinblöcke, Moospolster, Totholz usw.) wurden mittels Abbürsten oder Kicksampling (Maschenweite: 280 µm) beprobt. Alle Teilproben einer Untersuchungsstelle wurden zu einer Gesamtprobe vereinigt. Die Proben wurden im Feld mit Ethanol fixiert und zur Bestimmung ins Labor überführt.

Das Makrozoobenthos wurde nicht nur auf die für den IBCH nach MSK verlangte taxonomische Stufe bestimmt (Familienniveau oder höher), sondern möglichst bis auf die Art. Die Häufigkeit der Makroinvertebraten in den Proben wurde ausgezählt – in den meisten Fällen musste die Probe aufgeteilt werden (Splitting) – und nicht nur geschätzt, womit zusammen mit dem Flächenbezug eine Schätzung der Individuendichte erfolgen konnte. Zusätzlich wurden die Tiere gewogen, um die Biomasse bestimmen zu können. Ein Vergleich mit höhenabhängigen Erwartungswerten (Jungwirth et al. 1980, Dückelmann 2001) wurde durchgeführt. Die Benthos-Biomasse kann für die Abschätzung der fischereilichen Ertragsfähigkeit in weiterführenden Untersuchungen (Modul Fische Stufe F, Schager und Peter 2004) verwendet werden. Für die Indikation des Gewässerzustandes wurden neben der Individuendichte und der Biomasse folgende Kenngrössen bestimmt (Tab. A4):

- Taxazahl Grobes Mass für die Artenvielfalt.
- Makroindex Grad der Beeinträchtigung eines Gewässers, beurteilt anhand der Zusammensetzung des Makrozoobenthos auf Art-, Gattungs- oder Familienniveau (Perret, 1977). Der MI geht davon aus, dass ein durchschnittliches, unbelastetes Gewässer in der Schweiz mehrere Steinfliegen und köchertragende Köcherfliegenarten aufweist. Die Insektentaxa überwiegen die Nicht-Insektentaxa. Mit steigender Gewässerbelastung steigt der MI von 1 nach 8 an (Tab. A2)
- IBCH (IBGN) Grad der Beeinträchtigung eines Gewässers beurteilt anhand der Zusammensetzung des Makrozoobenthos auf Familienniveau. Der schweizerische IBCH entspricht zur Zeit noch dem französischen IBGN (Indice biologique global normalisé); Er soll in den kommenden Jahren den schweizerischen Verhältnissen angepasst werden. Genauer Methodenbeschrieb in Stucki 2010.
- Saprobien-Index Mass für die organische Belastung eines Gewässers.
- Diversitäts-Index Mass für die Artenvielfalt eines Gewässers.

- **Rhitron-Ernährungsindex (RETI)** Mass für die Gewässergüte, beurteilt anhand der Zusammensetzung der Ernährungstypen (Weider, Zerkleinerer, Detritusfresser, Filtrierer) im Längsverlauf eines Gewässers.
- **Längenzonierungs-Index (LZI)** Mass für die standortgerechte Zusammensetzung im Längsverlauf des Fliessgewässers gegenüber den abiotischen Bedingungen.

Die Berechnung der letzten vier Indices erfolgte mit dem Programm ECOPROF (Version 3.2.3, Moog et al., 2010; www.ecoprof.at). Die Auswertungsmethoden sind unten aufgeführt.

Für alle auf Artniveau bestimmten Arten wurde in den Roten Listen (Duelli, 1994; Lubini, 2012; Rüetschli et al., 2012) überprüft, ob sie als gefährdet eingestuft sind. Von den in Frage kommenden Invertebraten-Gruppen existieren „offizielle“ Rote Listen bisher für die Köcher- Stein- und Eintagsfliegen, Wasserkäfer, Netzflügler, Libellen und Weichtiere. Auch für die Schweiz prioritäre Arten und Neozoen wurden auf der Taxaliste gekennzeichnet (BAFU, 2011; Wittenberg, 2006).

Tabelle A2: Bestimmungsmatrix für den Makroindex nach Perret (1977). SE = Systematische Einheit.

Berechnungsmatrix für den Makroindex			SE Insecta/ SE Non-Insecta			
Nr.	Tiergruppen		<1	1-2	2-6	>6
1	SE Plecoptera	> 4	-	-	2	1
		3-4	-	3	2	2
2	SE Plecoptera und SE köchertragende Trichoptera	> 4	-	3	3	3
		≤ 4	5	4	3	3
3	SE Ephemeroptera ohne Baetidae	> 2	5	4	4	3
		≤ 2	6	5	5	-
4	<i>Gammarus</i> spp. und/oder <i>Hydropsyche</i> spp.		7	6	5	-
5	<i>Asellus</i> sp. u./o. Hirudinea u./o. Tubificidae		8	7	-	-

Auswertung mittels EcoProf

Die Taxalisten aller untersuchten Stellen wurden für weitere Auswertungen so aufbereitet, dass sie mit dem ökologischen Analyseprogramm EcoProf 3.2 ausgewertet werden konnten. Folgende Auswertungen und Indicesbestimmungen wurden durchgeführt:

- **Diversität** Die Formel für den (dimensionslosen) Diversitätsindex nach Wilhm & Dorris (1968) lautet wie folgt:

$$d = - \sum [n_i/n \cdot \log_2(n_i/n)]$$

wobei: d = berechneter Diversitätsindex

n_i = Organismenzahl der Art „i“

n = Organismen total aller Arten

Der so erhaltene Diversitätsindex ist ein Mass für die Artenvielfalt, bezogen auf die totale Organismenzahl einer Lebensgemeinschaft. Je grösser der Wert, desto grösser die Vielfalt. Werte über 3 bezeichnen meist eine gute bis sehr gute Vielfalt.

- **Saprobität** Der Saprobitäts-Index ist ein traditionelles Mass für die Beurteilung von Fließgewässern. Je nach organischer Belastung eines Gewässers bildet sich eine spezielle Population von Makroinvertebraten aus, für die ein entsprechender Index berechnet wird. Den einzelnen Invertebratenarten wird dabei zuerst ein artspezifischer Index sowie ein Indikationsgewicht zugeordnet und daraus der Saprobitäts-Index der beprobten Population bestimmt. Der Index kann Werte zwischen 1 (unbelastete Gewässer) und 4 (übermässig belastetes Gewässer) annehmen (Tab. A3).

Die Formel zur Bestimmung des Saprobitäts-Indexes nach Zelinka & Marvan (1961) lautet:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n (s_i \cdot A_i \cdot G_i)}{\sum_{i=1}^n (A_i \cdot G_i)}$$

wobei: S = Saprobitäts-Index der Zönose

A_i = Abundanz des i-ten Taxons

s_i = Saprobienwert des i-ten Taxons

G_i = Indikationsgewicht des i-ten Taxons

n = Anzahl der Taxa

Tabelle A3: Saprobitätsstufe und Saprobienindex (DIN, 1989).

Saprobitätsstufe	Saprobienindex	Belastungsstufe
I oligosaprob	1.00 – 1.49	unbelastet
I-II oligo- bis betamesosaprob	1.50 – 1.79	gering belastet
II beta-mesosaprob	1.80 – 2.29	mässig belastet
II-III beta- bis alphamesosaprob	2.30 – 2.69	deutlich verschmutzt
III alphamesosaprob	2.70 – 3.19	stark verschmutzt
III-IV alphameso- bis polysaprob	3.20 – 3.49	sehr stark verschmutzt
IV polysaprob	3.50 – 4.00	übermässig verschmutzt

- **Eveness** Normierte Kenngrösse für die Strukturiertheit bzw. Ausgewogenheit einer Lebensgemeinschaft resp. Massstab für die Stabilität der Lebensgemeinschaft. Eine homogene Artenverteilung gibt die grösste Eveness (0-1). Der Index berechnet sich aus der Diversität und der Taxazahl:

$$E = D / \ln T$$

wobei: E = Eveness

D = Diversität nach Shannon & Weaver

T = Taxazahl

• Zusammensetzung der Ernährungstypen

Die Analyse der Ernährungstypen liefert Hinweise auf Veränderungen der Gewässergüte. Der Rhitron-Ernährungs-Typen-Index (=RETI; Schweder, 1992) basiert auf der Zuordnung aller erfassten Makroinvertebraten zu bestimmten Ernährungstypen und der Berechnung des Anteils von Weidegängern resp. Zerkleinerern an allen Primärkonsumenten. Für die Berechnung des RETI werden folgende Ernährungstypen unterschieden:

- Weider (Wei): kratzen den Bewuchs an der Oberfläche von Steinen und Blättern ab,
- Zerkleinerer (Zkl): zerkauen und zerkleinern Gewebe von Gefässpflanzen und Fallaub,
- Detritusfresser (Det): unspezialisierte Tiere, die sedimentiertes organisches Material fressen,
- Filtrierer (Fil): fangen im Wasser suspendiertes, partikuläres organisches Material mit Körperteilen oder mit speziellen Netzen,
- Räuber (werden für die Berechnung des RETI nicht berücksichtigt): ernähren sich von tierischen Organismen.

Die Berechnung des RETI erfolgt nach folgender Formel:

$$RETI = \frac{\Sigma Wei + \Sigma Zkl}{\Sigma Wei + \Sigma Zkl + \Sigma Fil + \Sigma Det}$$

Bei der Berechnung des RETI wird davon ausgegangen, dass in kleineren, unbelasteten Fließgewässern unter den Primärkonsumenten die Weidegänger und Zerkleinerer dominieren. In diesem Fall sind die Werte für den RETI nahe bei eins. Die Werte nehmen im Verlauf eines Fließgewässers und mit zunehmender organischer Belastung ab und zeigen somit eine Veränderung im Nahrungsspektrum eines Fließgewässers an. Der RETI reagiert im allgemeinen viel sensibler auf Veränderungen im Nahrungsspektrum als z.B. der Saprobitäts-Index und kann somit in Gewässern mit geringen Unterschieden in der Saprobität als zusätzliches Mass zur Beurteilung der Gewässergüte herangezogen werden.

• Längenzonale Verteilung nach biozönotischen Regionen

Im Längsverlauf eines unbeeinflussten Gewässers lösen sich jeweils typische Zönosen ab. Auf dieser Tatsache beruht die Methode der längenzonalen Verteilung

nach biozönotischen Regionen. Folgende biozönotische Regionen werden unterschieden:

- Eu- und Hypokrenal (Abschnitte der Quellregion)
- Epi-, Meta- und Hyporhithal (Abschnitte der Salmonidenregion)
- Epi-, Meta- und Hypopotamal (Abschnitte der Barben-, Brachsen-, Flunderregion)
- Litoral (Uferregion)
- Profundal (Tiefenregion)

Der eukrenale Anteil einer Biozönose wird wie folgt berechnet (analog wird für alle anderen Anteile der Zönose verfahren):

$$R_{\text{euk}} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{euk}_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

wobei: R_{euk} = Eukrenaler Anteil an der Gesamtbiozönose

euk_i = Anteil der eukrenalen Valenz des i-ten Taxons

A_i = Abundanz des i-ten Taxons

n = Anzahl der Taxa

• *Longitudinal Zonation Index – LZI (Regionsindex)*

Der Index berechnet sich nach Zelinka & Marvan (1961) wie folgt:

$$\text{LZI} = \frac{\sum_{i=1}^n r_i \cdot A_i \cdot G_i}{\sum_{i=1}^n A_i \cdot G_i}$$

wobei: A_i = Abundanz des i-ten Taxons

r_i = Regionswert des i-ten Taxons

G_i = Indikationsgewicht des i-ten Taxons

n = Anzahl der Taxa

Angaben zum ecoprof-Programm und zu den Berechnungsgrundlagen für die Auswertungen stehen im Handbuch zum Programm oder auch im Internet unter www.ecoprof.at (Rubrik: Literaturliste/ Berechnungsgrundlagen) zur Verfügung.

Tab. A4: Rohdaten Makrozoobenthos

		Steinbach Ziegelhof, Uznach	Steinbach Müll, Benken	Nebengraben Katbrunner Riet, Uznach	Dorfbach Kalbrunn ob. Steinbach	Aabach Härti Pt. 412, Schmerikon	rechts. Hintergraben Hänggelglessen, Benken	Jona Blaubrunnen, Rapperswil-Jona	Jona Grünau, Rapperswil-Jona	Jona Hackennest, Rapperswil-Jona	Lattenbach untere Tägernau, Rapperswil-Jona	Wagnerbach Buechmatt, Rapperswil-Jona	Wagnerbach Wurnsbach, Rapperswil-Jona	Wagnerbach Rüti, Eschenbach
Untersuchungsstellen OGW		011	112	010	111	013	007	015	116	106	107	070	108	109
Datum der Probenahme		21.03.12						20.03.2012						
TAXA	cf.	Ind./m ²												
Steinfliegen (Plecoptera)														
Leuctra sp.		78	130		104	776	12	26	76	130	356			
Protonemura sp.					12	28				2	24			
Amphinemura sp.					12	52								
Nemoura mortoni			12											
Nemoura sp.		2			4		12	4	2	4	10			
Perla marginata ¹⁾			2		2									
Dinocras cephalotes					2									
Dinocras megacephala ^{1) 2)}						4								
Perlodes intricata		2												
Isoperla grammatica		80	22		10	48		4	2	8		2	4	2
Brachyptera risi		10	2		78	64		8	24	34	148			
Total Steinfliegen		172	168	0	224	972	24	42	104	178	538	2	4	2
Köcherfliegen (Trichoptera)														
Agapetus nimbulum ^{1) 2)} /fuscipes	cf.						12							
Glossosoma conformis							2							
Silo pallipes						8						2		10
Hydropsyche tenius														
Hydropsyche instabilis	cf.												56	
Hydropsyche siltalai		82			36	2	2	6		134		30	98	576
Hydropsyche fulvipes ^{1) 2)}													4	
Hydropsyche sp.														504
Limnephilidae; juvenil		6				24	24	2	26		126	24	26	
Allogamus auricollis			44				2				2			
Halesus radiatus							2		2					
Limnephilus lunatus													6	
Limnephilus sp.							4							
Potamophylax cingulatus											4			
Potamophylax sp.							2							
Odontocerum albicorne											6	4	2	
Polycentropus flavomaculatus							2				2			
Rhyacophila tristis/aquatanica ^{1) 2)}			2			10					56	2		104
Rhyacophila s. str. sp.		6	8		4	32		6	26	10	2	2	2	56
Sericostoma personatum					2						4	2		
Total Köcherfliegen		94	54	0	42	76	52	14	54	168	202	66	190	1'254
Eintagsfliegen (Ephemeroptera)														
Baetis rhodani		168	126		188	184	30	128	238	840	114	32	198	52
Baetis sp.; juvenil				242										
Baetis lutheri		24	52				6							
Ephemerella mucronata	cf.				14		30							2
Ephemerella danica					102	108								
Rhithrogena picteti	cf.	264	60					92	182	336	56	10	16	
Ecdyonurus picteti								6	6					
Ecdyonurus sp.		6	2		6					4	102			
Epeorus assimilis			2		4									
Epeorus sp.		2									2			
Habroleptoides confusa					20	4		26	50	30				2
Total Eintagsfliegen		464	242	242	334	296	66	226	452	1'230	304	42	214	56
Zweiflügler (Diptera): Übrige														
Atherix ibis		8	2											
Ibisia marginata			4			2					2			
Ceratopogonidae								24	72	72				
Empididae												2		
Chelifera sp.			12											
Clinocerinae	cf.	24			2		2							
Wiedemannia sp.										2				
Limoniidae/Pediciidae					2									
Molophilus sp.	cf.		12		2					24	50			
Antocha sp.		122	2		34					2		440	2	336
Dicranota sp.		30	68		6	50	2	2	6	26	24		4	
Eloeophila sp.		2	2			4							24	
Lispe sp.								2						
Psychodidae			12			0	24							
Tabanidae		2				6						4		
Tipulidae			4		2									
Tipula sp.		8	4			2				4	6			
Total weitere Zweiflügler		196	122	0	44	68	14	54	78	130	82	446	30	336

¹⁾ Rote Liste Art; ²⁾ Prioritäre Art; ³⁾ Neozoon

		Steinbach Ziegelhof, Uznach	Steinbach Müli, Benken	Nebengraben Kaltbrunner Riet, Uznach	Dorfbach Kaltbrunn ob. Steinbach	Aabach Härti Pt. 412, Schmerikon	rechts. Hintergraben Hänggeliessen Benken	Jona Blaubrunnen, Rapperswil- Jona	Jona Grünau, Rapperswil- Jona	Jona Hackennest, Rapperswil- Jona	Lattenbach untere Tägernau, Rapperswil- Jona	Wagnerbach Buechmatt, Rapperswil- Jona	Wagnerbach Wurmsbach, Rapperswil- Jona	Wagnerbach Rüti, Eschenbach
Untersuchungsstellen OGW		011	112	010	111	013	007	015	116	106	107	070	108	109
Datum der Probenahme		21.03.12						20.03.2012						
TAXA	cf.	Ind./m ²												
Zweiflügler (Diptera): Zuckmücken														
Chironomini				2										
Orthocladinae Larven		1'710	690	208	1'326	8'976	52	3'368	4'814	5'760	888	816	1'320	528
Orthocladinae Puppen						480		244	146	336		48		
Tanypodinae				24			12							
Total Zuckmücken		1'710	690	234	1'326	9'456	64	3'612	4'960	6'096	888	864	1'320	528
Zweiflügler (Diptera): Kriebelmücken														
Simuliidae					336									
Simulium sp.		160	2		14	168	14	130	1'208	240	224	26	24	48
Prosimulium sp.			2			288				48				
Total Kriebelmücken		160	4	0	350	456	14	130	1'208	288	224	26	24	48
Käfer (Coleoptera)														
Dytiscidae; adult						24		2	2					
Platamus sp.								2						
Hydrophilinae; adult							4						96	
Hydrophilinae; adult	cf.						2							
Elmidae		32									50	24		
Elmis sp.		102	40		86	168	16	2	26	100	76	482	720	342
Elmis sp.; adult														246
Limnius sp.		288	384		32	360		2			168	896	1'440	320
Limnius sp.; adult		74			28	120		24				240	96	256
Esolus sp.						168	24	30		132	106	240	1'296	50
Esolus sp.; adult							40		122		54	480		120
Riolus sp.			2			24							600	
Riolus sp.; adult													3'000	
Orectochilus villosus ^{1) 2)}			6		6						2			
Halipus sp.	cf.						2							
Hydraena sp.; adult					14						98	480		
Total Käfer		496	432	0	166	864	88	62	152	232	554	2'842	7'248	1334
Krebstiere (Crustacea)														
Gammarus fossarum			12			48	462							
Gammarus pulex				62				26	26		30	1'152	2'400	160
Gammarus sp.				430			32							
Asellus aquaticus														
Total Krebstiere		0	12	492	0	48	494	26	26	0	30	1'152	2'400	160
Weichtiere (Mollusca)														
Bithynia tentaculata							1							2
Gyraulus albus														
Potamopyrgus antipodarum ³⁾														2
Radix sp.		2			2		4			2				
Valvata piscinalis				32										
Pisidium sp.				126			38					28	24	2
Sphaerium corneum							2							
Total Weichtiere		2	0	158	2	0	45	0	0	2	0	28	24	6
Egel (Hirudinae)														
Erpobdella octaculata		2		14			2	4		2		12		2
Glossiphonia sp.				4										
Helobdella stagnalis				6										
Total Egel		2	0	24	0	0	2	4	0	2	0	12	0	2
Würmer (Oligochaeta)														
Oligochaeta				120		144								
Eiseniella tetraedra					42	8	4		2	26	72	50	130	36
Lumbricidae														
Haplotaxis gordioides		24												
Lumbriculidae		48		72										
Naididae			30											
Enchytraeidae				120			22							
Total Würmer		72	30	312	42	152	26	0	2	26	72	50	130	36
Übrige Taxa														
Sialis lutaria				10			2							
Sialis nigripes ^{1) 2)}	cf.						2							
Hydracarina		30		24	26		4	2				26	122	52
übrige Taxa		30	0	34	26	0	8	2	0	0	0	26	122	52
TOTAL Individuendichte Ind./m ²		3'398	1'752	1'496	2'556	12'196	832	4'138	6'914	8'220	2'734	4'908	6'810	3'644

¹⁾ Rote Liste Art; ²⁾ Prioritäre Art; ³⁾ Neozoon

Indices Makrozoobenthos													
	Steinenbach Ziegelhof, Uznach	Steinenbach Müli, Benken	Nebengraben Kaltbrunner Riet, Uznach	Dorfbach Kaltbrunn ob. Steinenbach	Aabach Härtl Pt. 412, Schmerikon	rechts. Hintergraben Hängelglessen, Benken	Jona Blaubrunnen, Rapperswil-Jona	Jona Grünau, Rapperswil- Jona	Jona Hackennest, Rapperswil-Jona	Lattenbach untere Tägernau, Rapperswil-Jona	Wagnerbach Buechmatt, Rapperswil-Jona	Wagnerbach Wurmsbach, Rapperswil-Jona	Wagnerbach Rüti, Eschenbach
Untersuchungsstellen OGW	011	112	010	111	013	007	015	116	106	107	070	108	109
TOTAL Individuendichte Ind./m ²	3'398	1'752	1'496	2'556	12'196	832	4'138	6'914	8'220	2'734	4'908	6'810	3'644
Biomasse Nassgewicht g/m ²	15.4	8.0	7.0	9.1	16.9	10.8	8.2	8.3	29.0	20.3	26.0	40.2	14.3
Anzahl Taxa	30	32	16	31	32	36	25	20	26	31	25	23	23
Diversität (Wilhm & Dorris) Evenness	2.84 0.58	2.99 0.60	3.11 0.78	2.74 0.55	1.64 0.33	3.06 0.60	1.01 0.22	1.55 0.36	1.69 0.36	3.66 0.74	3.04 0.65	2.83 0.63	3.34 0.74
IBCH Makroindex	15 2	14 1	5 7	15 1	15 1	14 3	14 2	14 2	14 1	15 2	10 3	9 3	9 3
Anzahl Taxa zur Indexberechnung Saprobienindex (Zelinka & Marvan)	8 1.63	12 1.73	4 2.79	11 1.73	10 1.66	14 1.79	7 1.74	9 1.70	7 1.85	12 1.65	9 2.00	8 1.99	10 1.95
Anzahl Taxa zur Indexberechnung Rhithron Ernährungstypen Index (RETI)	27 0.64	27 0.80	11 0.34	27 0.61	29 0.62	31 0.68	21 0.54	19 0.28	24 0.55	30 0.60	24 0.80	21 0.91	20 0.61
Anzahl Taxa zur Indexberechnung Längenzonierungsindex (LZI)	8 3.9	12 3.9	2 6.4	11 3.9	11 3.9	13 4.4	7 3.9	9 3.8	7 3.9	11 3.9	8 4.8	8 4.7	10 4.1

6.4 Methoden und Rohdaten Ökomorphologie und Äusserer Aspekt

Die Ökomorphologie ist im vorliegenden Projekt nicht über den ganzen Gewässerlauf, sondern jeweils nur in den kurzen beprobten Flussabschnitten aufgenommen worden. Deshalb kann unsere Beurteilung von bereits bestehenden ökomorphologischen Aufnahmen abweichen. Aufgenommen wurde die Breitenvariabilität, die Verbauung der Gewässersohle und des Böschungsfusses sowie die Natürlichkeit des Uferbereiches. Darüber hinaus wurde die Zusammensetzung des Sohlenmaterials mit Angaben zur Art und Häufigkeit der Teillebensräume (Choriotope) beurteilt (Tab. A5).

Routinemässig wurde bei allen Stellen der Äussere Aspekt beurteilt. Dieser umfasst eine Sinnenprüfung (Geruch, Trübung/Verfärbung, Schaum-/Schlammbildung), die Beurteilung des Ausmasses von Eisensulfidflecken und Algen-Wucherungen sowie die Grobbeurteilung der Kolmation. Die Methodik richtete sich dabei nach dem bereits erwähnten Modul-Stufen-Konzept. Mit dem Äusseren Aspekt können die Anforderungen an die Wasserqualität gemäss Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV) überprüft werden. Die Beurteilung erfolgte anhand einer vierstufigen Bewertungsskala (keine, leichte, mittlere und starke Beeinträchtigung). Die Methodik zum Äusseren Aspekt sieht nur drei Beurteilungsstufen vor, doch im Sinne der Vergleichbarkeit erfolgte die Beurteilung wie bei der letzten Untersuchung der Fliessgewässer im Einzugsgebiet des Zürich-Obersees (Limnex, 2006; Tab. A7).

Die Abschätzung der Kolmation erfolgte im benetzten Sohlenbereich gemäss der im Äusseren Aspekt beschriebenen Methodik.

Die Bewuchsdichte des Gewässerbodens bezüglich Aufwuchsalgen, Moosen und höheren Wasserpflanzen (Makrophyten) wurde nach Thomas und Schanz (1976) mit einer 6-stufigen Skala geschätzt. Die Beurteilungsskala sieht wie folgt aus (Abb. A1, Tab A7):

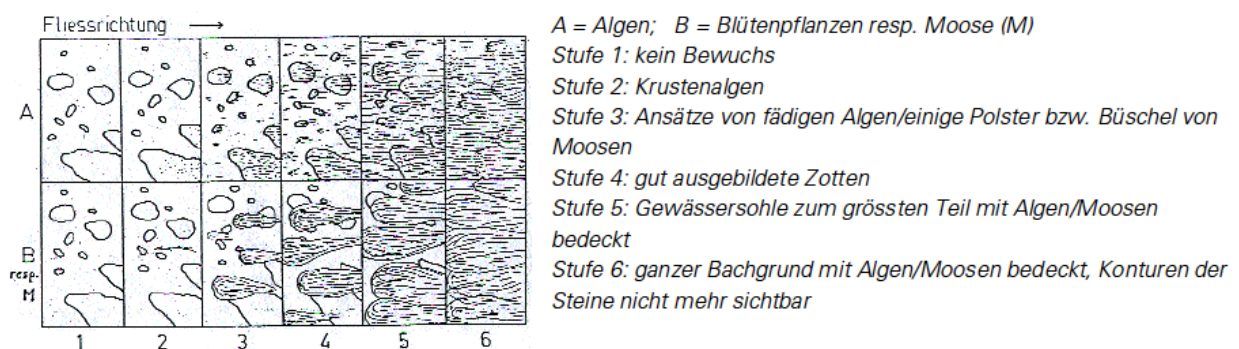


Abbildung A1: Bewuchsdichte von Algen und Moosen nach Thomas und Schanz (1976).

Tabelle A5: Rohdaten Ökomorphologie: Breitenvariabilität, Beschaffenheit Ufer, Beschaffenheit Böschungsfuss, Beschaffenheit . Nach BAFU Modul Ökomorphologie Stufe F (BUWAL, 1998b).

Gewässer, Standortbezeichnung und Gemeinde	21.03.12									
	011	112	010	111	013	rechts. Hängelgraben, Benken	015	116	106	107
Steinbach Ziegelhof, Uznach										
Steinbach Müli, Benken										
Nebengraben Riet, Uznach										
Dorfbach Kaltrunn ob. Steinenbach										
Aabach Härti Pt. 412, Schmerikon										
rechts. Hängelgraben, Benken										
Jona Blaubrunnen, Rapperswil-										
Jona Grünau, Rapperswil-										
Jona Hackenest, Rapperswil-										
Lattenbach untere, Tägerau, Rapperswil-										
Wagnerbach Buechmatt, Rapperswil-										
Wagnerbach Wurmbsch, Rapperswil-										
Jona Rüti, Eschenbach										
OGW	011	112	010	111	013	rechts. Hängelgraben, Benken	015	116	106	107
20.03.2012										
Ökomorphologie										
Breitenvariabilität Wasserspiegel	keine	eingeschr.	keine	eingeschr.	keine	eingeschr.	keine	ausgeprägt	eingeschr.	eingeschr.
Sohlenverbauung [%]	0	0	0	< 10	0	0	< 10	0	0	0
Böschungsfussverbauung [%] links	100	0	100	> 60	> 60	100	100	30-60	0	0
Böschungsfussverbauung [%] rechts	100	0	100	100	> 60	100	100	0	0	> 60
Uferbreite links	ungenü.	ungenü.	ungenü.	ungenü.	ungenü.	ungenü.	ungenü.	ungenü.	ungenü.	ungenü.
Uferbreite rechts	ungenü.	ungenü.	ungenü.	ungenü.	ungenü.	ungenü.	ungenü.	ungenü.	ungenü.	ungenü.
Beschaffenheit Uferbereich links	gew. fremd	gew. ger.	gew. fremd	gew. ger.	gew. fremd	gew. fremd	ungenü.	gew. ger.	gew. fremd	gew. ger.
Beschaffenheit Uferbereich rechts	gew. fremd	gew. ger.	gew. fremd	gew. fremd	gew. fremd	gew. fremd	künstlich	gew. ger.	gew. fremd	gew. ger.
Punktesumme (gerundet)	9	4	9	9	9	8	10	3	4	5
Bewertung Ökomorphologie (MSK F)										

Legende:



0-1 natürlich / naturnach
2-5 wenig beeinträchtigt
6-9 stark beeinträchtigt
10-12 naturfremd / künstlich

Tabelle A6: Art und Häufigkeit der Teillebensräume (Choriotope) nach BAFU Modul Makrozoobenthos Stufe F (Stucki, 2010).
OGW 010 war nur linksuferig beurteilbar.

Gewässer, Standortbezeichnung und Gemeinde	Steinenbach Ziegelhof, Uznach	Steinenbach Müll, Benken	Nebengraben Kaltbrunner Riet, Uznach	Dorfbach Kaltbrunn ob. Steinenbach	Aabach Härti Pt. 412, Schmerikon	rechts. Hänggraben, Benken	Jona Blaubrunnen, Rapperswil-Jona	Jona Grünau, Rapperswil-Jona	Jona Hackenest, Rapperswil-Jona	Lattenbach untere Tägerau, Rapperswil-Jona	Wagnerbach Buechmatt, Rapperswil-Jona	Wagnerbach Wurmsbach, Rapperswil-Jona	Wagnerbach Rüti, Eschenbach
	011	112	010	111	013	007	015	116	106	107	070	108	109
OGW													
Datum Probenahme	21.03.12												20.03.2012
Substrate und deren Deckung													
mobile Blöcke, > 250 mm	2	2		1	2		1	1	1	1	2	1	1
Moose (Bryophyten)	2	1		1	1		1	1		1	1	3	1
untergetauchte Samenpflanzen, (Hydrophyten)													
grobes organisches Material (Laub, Holz, Wurzeln)	1	1		1	1	1		1	1				1
grössere mineralische Sedimente (Steine, Kieselsteine), 250 mm > Ø > 25 mm	4	4		4	4	2	4	4	4	4	4	3	4
Kies, 25 mm > Ø > 2,5 mm	3	3		3	3	3	3	3	3	3	3	4	3
Amphibische Samenpflanzen, (Helophyten) feine Sedimente +/- organisch, "Schlamm" Ø < 0,1 mm, Randpfützen			2									1	
Sand und Schluff, Ø < 2,5 mm	1	3	4	2	2	4	1	2	2	1	2	2	1
Nat. und künst. Oberflächen, (Fels, Stein- platten, Boden, Wand) Block > Ø 250 mm	2			1	2		1	1				1	3
Algen oder (falls fehlend) Mergel und Ton	1	2		2	1		2	2	2	1	1	1	

Legende:

1	< 5 %	wenig
2	5-10 %	mittel
3	11-50 %	häufig
4	> 50 %	sehr häufig

