Limnologie
Gewässerökologie
Hydrometrie

Limnex AG
Neumarktplatz 18
5200 Brugg
Tel: 044 313 13 00
info@limnex.ch
www.limnex.ch

Biologische Überwachung der Fliessgewässer in den Einzugsgebieten Saar und Werdenberger Binnenkanal (Rheintal/Bodensee) im Jahr 2014

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

Bild: Mühlbach, Wartau

Zuhanden:

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

Brugg, 10. Juli 2014 / 2411

Inhaltsverzeichnis Seite

1. ZUSAMMENFASSUNG 4

2. AUSGANGSLAGE 8

3. VORGEHENSWEISE 9

3.1 Untersuchungsstellen und -zeitpunkt 9
3.2 Probenahme- und Auswertungsmethoden 11

4. RESULTATE 12

4.1 Äusserer Aspekt 12
4.1.1 Einzelaspekte 12
4.1.2 Vergleich und Bewertung Äusserer Aspekt nach Gewässerstelle 14

4.2 Pflanzenbewuchs 17
4.2.1 Algenwachstum 17
4.2.2 Moos 17
4.2.3 Makrophyten 17

4.3 Ökomorphologie 18
4.3.1 Ökomorphologie nach MSK Stufe F 18
4.3.2 Sohlenmaterial 18

4.4 Begleitparameter 20
4.4.1 Leitfähigkeit 20
4.4.2 Momentantemperatur 20

4.5 Makrozoobenthos 21
4.5.1 Quantitative Zusammensetzung: Häufigkeit, Dichte, Biomasse 21
4.5.2 Artenvielfalt 22

4.6 Vergleich mit älteren Makrozoobenthos Untersuchungen 29
4.6.1 Vergleich der Häufigkeitsklassen 29
4.6.2 Vergleich Anzahl Taxa 30
4.6.3 Rote Liste und Neozoen 30
4.6.4 Vergleich Makroindex 31
4.6.5 Vergleich IBCH und Erfüllung Anforderung an GSchV 32
4.6.6 Auswirkungen von getroffenen Massnahmen 34

5. LITERATURVERZEICHNIS 36

ANHANG 38

A1 Beurteilungsblätter für alle Untersuchungsstellen 39
A2 Methoden und Rohdaten Makrozoobenthos 48
A3 Methoden und Rohdaten Ökomorphologie und Äusserer Aspekt 56

1. ZUSAMMENFASSUNG

Das Amt für Umwelt und Energie des Kantons St. Gallen beauftragte am 20.2.14 die Firma Limnex AG 9 Stellen in Fliessgewässern in den Einzugsgebieten der Saar und des Werdenberger Binnenkanals biologisch zu untersuchen und gemäss den Anforderungen der Gewässerschutzverordnung (GSchV, Anhang 1 und 2) ökologisch zu beurteilen. Es handelt sich dabei um eine Stelle in der Saar (OGB 108), zwei Stellen im Vilters-Wangser Kanal (OGB 186, 105), eine Stelle im Mühlbach (OGB 189), vier Stellen im Werdenberger Binnenkanal (OGB 100, 190, 191, 096) und eine Stelle in der Simmi (OGB 193). Für die Untersuchungen wurden verschiedene Module des Modul-Stufen-Konzeptes (BUWAL, 1998a) angewendet.

Die Untersuchungen fanden am Ende der winterlichen Niederwasserperiode am 5. und 6. März 2014 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 A1-A3). Abbildung 1 gibt einen kartographischen Überblick über die ökologische Bewertung der Untersuchungsstellen bezüglich Makrozoobenthos, Äusserem Aspekt und Ökomorphologie.

Die Resultate und Beurteilungen können wie folgt zusammengefasst werden:

- Die **Ökomorphologie** wurde nur punktuell bei den Probenahmestellen aufgenommen. Von den 9 Untersuchungsstellen zeigte nur der Mühlbach (OGB 189) eine wenig beeinträchtigte Morphologie. Die übrigen 8 Stellen waren stark beeinträchtigt, wegen der Kanalisierung und des ungenügenden Uferraums.

- Beim **Äusseren Aspekt** 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 oder nicht erfüllt, da eine mittlere bis starke Beeinträchtigung beobachtet wurde:

    - Rächenschür, Saar (OGB 108): starkes Abfallaufkommen. Anforderung nicht erfüllt.

    - Vild, Vilters-Wangser Kanal (OGB 186): starkes Abfallaufkommen. Anforderung nicht erfüllt.

    - Howand, Vilters-Wangers Kanal (OGB 105): mittlere Kolmation. Erfüllung der Anforderung fraglich.

    - Burgerau, Werdenberger Binnenkanal (OGB 100): mittlerer Schlamm, unnatürlicher Schaum, Kolmation und starkes Abfallaufkommen. Anforderung nicht erfüllt.

    - Schluch bei Zoll, Werdenberger Binnenkanal (OGB 096): starke Kolmation (starke Abpflästerung und erhebliche äussere Kolmation. Anforderungen nicht erfüllt.

    - Frol nach ARA Gams, Simmi (OGB 193): mittlerer unnatürlicher Schaum und Eisensulfid-Flecken, sowie starkes Abfallaufkommen. Anforderungen nicht erfüllt.

- Der **Pflanzenbewuchs** war nur an den Stellen im Vilters-Wangers Kanal (OGB 186, 105,) und in der Simmi (OGB 193) durch fädige Grünalgen erhöht. Die Erfüllung der Anforderungen ist hier fraglich, weil Algenwucherungen zwar vorhanden waren, aber keine offensichtlichen negativen Effekte auf das Makrozoobenthos beobachtet wurden. Moose und Makrophyten kamen fast an allen Stellen vereinzelt bis moderat vor.

- 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 Stellen vollständig eingehalten werden. Nur teilweise erreicht wurden die Ziele an den Stellen im Vilters-Wangser Kanal bei Vild (OGB 186) und im Werdenberger Binnenkanal beim

Zoll (OGB 096). Es bestehen Defizite in der Artenzusammensetzung und deren Häufigkeit. Es sind auch die gleichen Stellen, an denen die tiefsten SPEARpesticide-Index Werte gemessen wurden. Eine negative Beeinflussung des Makrozoobenthos durch Pestizide ist daher sehr wahrscheinlich.

Der **Vergleich** der 2014 untersuchten 9 Probestellen in den Einzugsgebieten der Saar und des Werdenberger Binnenkanals mit denselben Stellen aus dem Jahr 2008 (AquaPlus 2009) zeigte, dass sich die Situation des Äusseren Aspekts und des Makrozoobenthos leicht verändert hat: (Tab.1)

- Allgemein verbessert gegenüber der letzten Untersuchung 2008 haben sich die Aspekte „unnatürliche Verschlammung“ und „heterotropher Bewuchs“. Letzterer wurde an keiner der Untersuchungsstellen mehr beobachtet.
- Massiv zugenommen hat die Verschmutzung durch Abfälle im Gewässer. Vier der neun Stellen (OGB 108, 186, 100, 193) wiesen besonders viele gewässerfremde Gegenstände auf.
- Eisensulfid-Flecken wurde an mehr Stellen als 2008 festgestellt, jedoch in sehr geringem Ausmass.
- Insgesamt hat sich der **Zustand der Wirbellosen** im Einzugsgebiet der Saar und des WBK von 2008 auf 2014 verbessert. Es wurde an den meisten Stellen eine Zunahme der empfindlichen Insektentaxa festgestellt. Die Gesamttaxazahl stieg entweder leicht an oder blieb auf bestehendem Niveau, was zu einer leichten Umstrukturierung der Biozönosen führte. Alle Stellen bis auf Vild am VWK (OGB 186) hatten höhere IBCH-Werte als 2008.
- Da Untersuchungen im Zeitraum von 2000-2005 teilweise ebenfalls höhere Makroindex-Werte und mehr Taxa aufwiesen, könnte die beobachtete allgemeine Verbesserung 2014 lediglich die Erholung nach dem Hochwasser, das den Probenahmen 2008 vorausgegangen ist, widerspiegeln.
- Die Individuendichten haben sich von 2008 zu 2014 nicht massgeblich verändert.
- Von den **getroffenen Massnahmen** konnte keine direkt mit den Veränderungen im Gewässer in Verbindung gebracht werden. Eine Verbesserung des Saprobien-Index und des IBCH hat sich sowohl oberhalb wie auch unterhalb der gereinigten Abwässer aus der ARA Sennwald gezeigt. Eine eindeutige Wirkung auf das Makrozoobenthos durch die Erweiterung der ARA Sennwald konnte im WBK (OBG 191, 096) nicht nachgewiesen werden. Die Auswirkungen der Renaturierungen am Mühlbach und im WBK im Gebiet Schluch konnten mit den vorliegenden Daten nicht beurteilt werden.

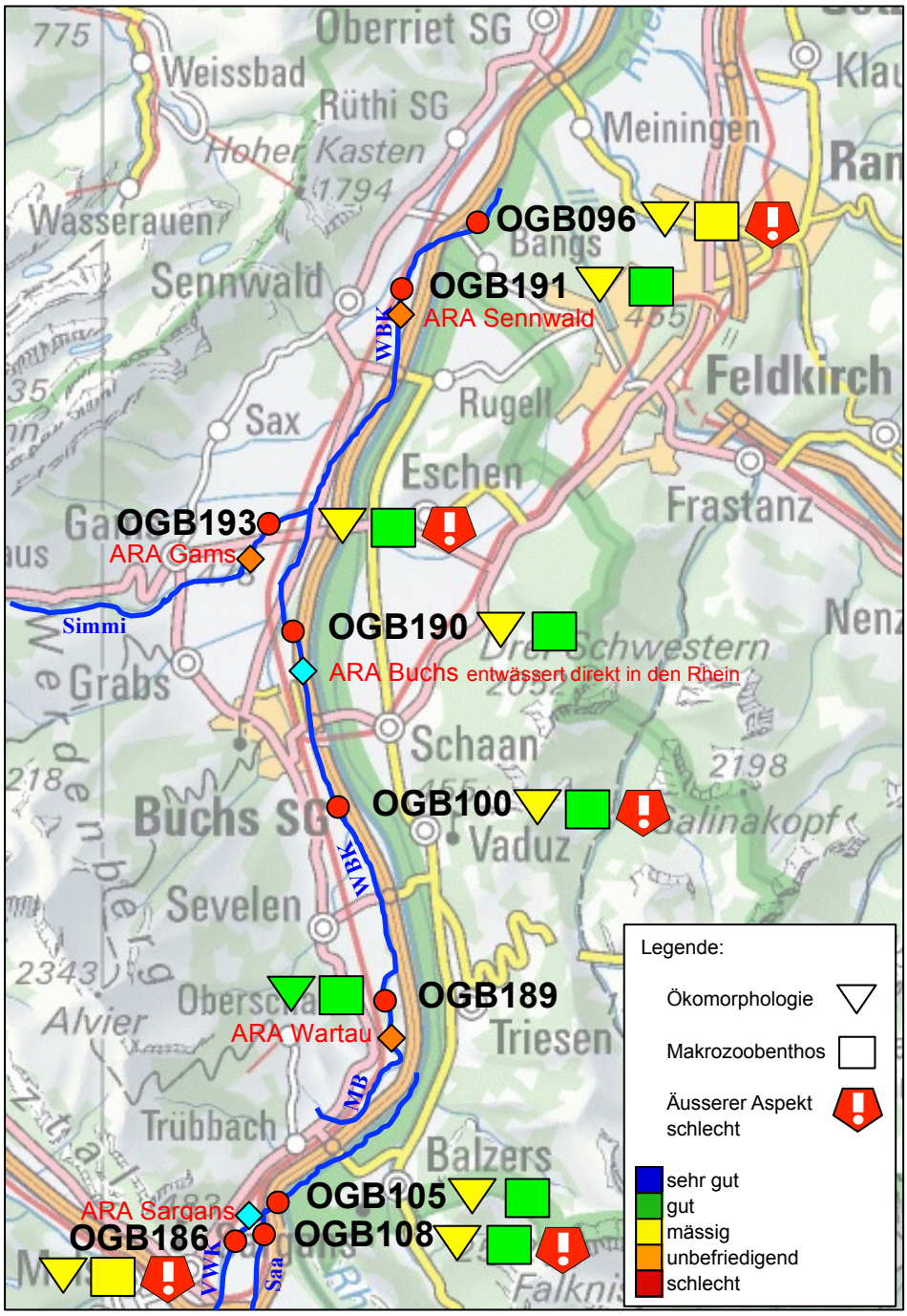


Abbildung 1: *Untersuchungsgebiet der Fliessgewässer im St. Galler Rheintal (9 Untersuchungsstellen, rote Punkte) sowie Lage der Kläranlagen (Karte aus www.map.geo.admin in Anlehnung an AquaPlus 2009).*

◆ Anlage < 10'000 Einwohnergleichwerte,

◆ Anlage mit 10'000 bis 49'000 Einwohnergleichwerte.

Stellenbezeichnungen:

Saar:		**OGB108**	Sargans, Rächenschür		
VKW:	Vilters-Wangser Kanal	**OGB186**	Sargans, Vild	**OGB105**	Sargans, Howand
MB:	Mühlbach	**OGB189**	Wartau, Cholau		
WBK:	Werdenberger Binnenkanal	**OGB100**	Buchs, Burgerau	**OGB190**	Buchs, Fenchrüteli
		OGB191	Sennwald, Au	**OGB096**	Altstätten, Schluch
Si:	Simmi	**OGB193**	Gams, Frol nach ARA		

Tabelle 1: *Zusammenfassende Darstellung der gewässerökologischen Untersuchungen der Jahre 2008 und 2014. Anhand der Farben kann die Einhaltung der ökologischen Ziele der GSchV überprüft werden. Ein Vorbehalt ist bei den drei oberen Stellen des Werdenberger Binnenkanals anzubringen (OGB 100, 190, 191): Nach der Methode MSK für das Makrozoobenthos erfüllen alle drei Stellen die Anforderungen der GSchV. Der Gesamteindruck der Wirbellosen zeigt zumindest für die Stelle Burgerau einen mässigen Zustand an. Die Kieselalgen wurden 2014 nicht aufgenommen. Die nach unten zeigenden Pfeile beim IBCH bedeuten, dass der Gesamteindruck des Makrozoobenthos schlechter ist, als die Bewertung durch den IBCH.*

Gewässer	Stellenbezeichnung	OGB	Untersuchungen 2014				Untersuchungen 2008				Bemerkung zum Äusseren Aspekt 2014
			Äusserer Aspekt	Pflanzlicher Bewuchs	Kieselalgen	Makrozoo-benthos	Äusserer Aspekt	Pflanzlicher Bewuchs	Kieselalgen	Makrozoo-benthos	
Saar	Sargans, Rächenschür	108	4	1		15	3	1	1.8	12	wenig Eisensulfid-Flecken, leichte Kolmation, viele Abfälle
Vilters-Wangser Kanal	Sargans, Vild	186	4	3		12	3	1	2.2	13	viele Abfälle, leichte Kolmation
Vilters-Wangser Kanal	Sargans, Howand	105	3	3		15	3	1	2.1	11	wenig Eisensulfid-Flecken, mittlere Kolmation, vereinzelt Abfälle
Mühlbach	Wartau, Cholau nach ARA Wartau	189	2	1		14	3	1	2.0	12	wenig Schlamm, unnatürlicher Schaum und Eisensulfid-Flecken, leichte Kolmation
Werdenberger Binnenkanal	Buchs, Burgerau	100	4	2		13 ↓	3	1	3.5	12	mittlerer Schlamm, unnatürlicher Schaum, Kolmation, viele Abfälle
Werdenberger Binnenkanal	Buchs, Fenchrüteli	190	2	1		16 ↓	3	1	3.1	14	wenig Eisensulfid-Flecken, leichte Kolmation, vereinzelte Abfälle
Werdenberger Binnenkanal	Sennwald, Au	191	2	1		14 ↓	3	1	2.6	13	leichte Kolmation
Werdenberger Binnenkanal	Altstätten, Schluch beim Zoll	096	4	1		12	3	1	2.4	11	wenig Eisensulfid-Flecken, starke Kolmation, vereinzelte Abfälle
Simmi	Gams, Frol nach ARA	193	4	3		13	4	1	3.3	11	wenig Schlamm, mittlerer unnat. Schaum und FeS-Flecken, l. Kolmation, viel Abfälle

Legende	Bewertungen				Zustand	Erfüllungsgrad Gewässerschutzverordnung GSchV
	ÄA	PB	KA	MZB		
ÄA = Äusserer Aspekt (4 Zustandsklassen)	1	1	1-3.5	17-20	sehr gut	Ökologische Ziele gemäss GSchV eingehalten
PB = Pflanzlicher Bewuchs (Algendichte gem. Thomas & Schanz)	2	2	3.5-4.5	13-16	gut	Ökologische Ziele gemäss GSchV eingehalten
KA = Kieselalgen (gem DI-CH)	3	3-4	4.5-5.5	9-12	mässig	Ökologische Ziele gemäss GSchV knapp nicht eingehalten resp. Situation fraglich
MZB = Makrozoobenthos (gem. IBCH)		5	5.5-6.5	5-8	unbefriedigend	Ökologische Ziele gemäss GSchV deutlich nicht eingehalten
	4	6	6.5-8	0-4	schlecht	Ökologische Ziele gemäss GSchV sehr deutlich nicht eingehalten

2. AUSGANGSLAGE

Mit Brief vom 09.01.14 hat das Amt für Umwelt und Energie (AFU) St. Gallen eine einmalige biologische Untersuchung der Fliessgewässer in den Einzugsgebieten der Saar und des Werdenberger Binnenkanals zur Offertstellung ausgeschrieben. In der Folge erteilte das AFU am 20.02.14 der Firma Limnex AG den Auftrag, die Untersuchung dieser Fliessgewässer durchzuführen und einen Bericht darüber zu verfassen.

An insgesamt 9 Stellen verschiedener Fliessgewässer wurden am 5. und 6. März 2014 nach dem winterlichen Niederwasser und zu Beginn der Schneeschmelze der Äussere Aspekt, die benthische Besiedlung (Pflanzlicher Bewuchs und Makrozoobenthos) und die Ökomorphologie aufgenommen. Die Kieselalgen wurden auf Wunsch des AFU bei dieser Probekampagne nicht untersucht.

Der Kanton wünschte folgende Angaben zum Makrozoobenthos:

- IBCH
- Makroindex
- MZB-Diversität
- Saprobien-Index (Güteklasse)
- MZB Individuendichte
- Nassgewicht
- MZB Taxazahl
- SPEAR-Index

Zusätzlich wurde die Längenzonation (LZI) und der regionale Ernährungsindex (RETI) berechnet. 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).

Des weiteren ging es um das Aufzeigen von Veränderungen bezüglich der Ergebnisse früherer biologischer Aufnahmen (AquaPlus 2009). Es wurde eine Dokumentation der Einzelstellen verfasst, die neben den allgemeinen Angaben auch jene Untersuchungsresultate (Parameter) enthält, welche direkt zur Beurteilung der gesetzlichen Anforderungen dienen (Anhang A1).

3. VORGEHENSWEISE

3.1 Untersuchungsstellen und -zeitpunkt

Die 9 Untersuchungsstellen in den Fliessgewässern des Kantons St. Gallen und im Einzugsgebiet der Saar und des Werdenberger Binnenkanals wurden im Spätwinter am 5. und 6. März 2014 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 mittlere Fliessgewässer in geringer Höhenlage zwischen 430 und 480 m über Meer. Die Gewässer entwässern indirekt in den Bodensee.

In den Tagen vor den Probenahmen war es leicht 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 in den Einzugsgebieten Saar und Werdenberger Binnenkanal mit Angaben zu Koordinaten, Höhenlage, Stellenbezeichnung und Untersuchungszeitpunkt.*

Gewässer	Standortbezeichnung	Koordinaten		Höhe über Meer [m]	OGB Nr.	Datum der Probe-nahme
		x	y			
Saar	Sargans, Rächenschür	753789	214034	480	108	06.03.14
Vilters-Wangser Kanal	Sargans, Vild	753380	213850	480	186	06.03.14
Vilters-Wangser Kanal	Sargans, Howand	754178	214678	475	105	06.03.14
Mühlbach	Wartau, Cholau nach ARA Wartau	756972	218855	465	189	06.03.14
Werdenberger Binnenkanal	Buchs, Burgerau	755675	224502	451	100	05.03.14
Werdenberger Binnenkanal	Buchs, Fenchrüteli	754685	228231	440	190	05.03.14
Werdenberger Binnenkanal	Sennwald, Au	757459	237000	430	191	05.03.14
Werdenberger Binnenkanal	Altstätten, Schluch beim Zoll	758580	238160	430	096	05.03.14
Simmi	Gams, Frol nach ARA	754177	230923	440	193	05.03.14

Eine Charakterisierung der Gewässerläufe findet sich im Untersuchungsbericht von AquaPlus (2009, Kap. 2.1). Einige Probestellen liegen direkt unterhalb von Abwasserreinigungsanalgen (OGB 105, OGB 189, OGB 191 und OGB 193). 2013 haben diese Anlagen die Anforderungen an den Nährstoffgehalt im eingeleiteten Wasser erfüllt (www.umwelt.sg.ch). Bis auf den Mühlbach sind alle Gewässer kanalartig verbaut und begradigt.

Von den Veränderungen an den Gewässern, die seit der letzten Untersuchung im Jahr 2008 durchgeführt wurden, könnten folgende Projekte einen Effekt auf das Makrozoobenthos an den Probestellen 2014 gehabt haben (www.alpenrhein.net., www.umwelt.sg.ch):

- Revitalisierungen:
  - WBK, Renaturierung Schluch: Betrifft die Stelle OGB 096
  - Renaturierung Mühlbach/Tankgraben, Wartau: Betrifft die Stelle OGB 189
  - Renaturierung Giessen, Wartau: Betrifft die Stelle OGB 189
- ARA:
  - Eine Erweiterung der Anlage hat bei der ARA Sennwald von 2009-2012 stattgefunden: Betrifft die Stelle OGB 191

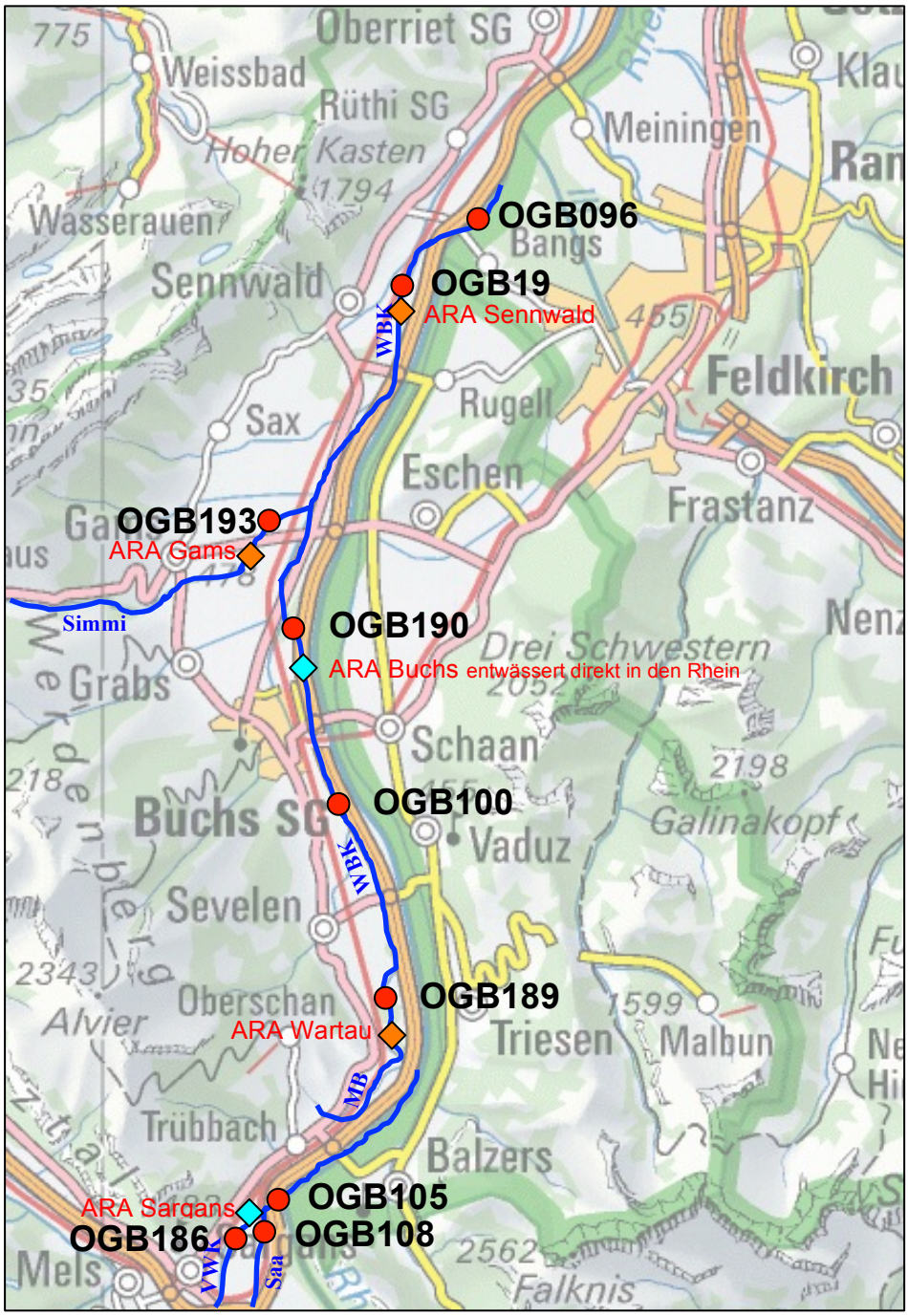


Abbildung 2. *Untersuchungsgebiet der Fliessgewässer im St. Galler Rheintal (9 Untersuchungsstellen, rote Punkte) sowie Lage der Kläranlagen (Karte aus www.map.geo.admin in Anlehnung an AquaPlus 2009).*

◆ *Anlage < 10'000 Einwohnergleichwerte,*

◆ *Anlage mit 10'000 bis 49'000 Einwohnergleichwerte.*

Stellenbezeichnungen:

Saar:		**OGB108**	Sargans, Rächenschür		
VKW:	Vilters-Wangser Kanal	**OGB186**	Sargans, Vild	**OGB105**	Sargans, Howand
MB:	Mühlbach	**OGB189**	Wartau, Cholau		
WBK:	Werdenberger Binnenkanal	**OGB100**	Buchs, Burgerau	**OGB190**	Buchs, Fenchrüteli
		OGB191	Sennwald, Au	**OGB096**	Altstätten, Schluch
Si:	Simmi	**OGB193**	Gams, Frol nach ARA		

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), sowie Makrozoobenthos (Stucki 2010) berücksichtigt.

Die Methodik bei der Erhebung der Ökomorphologie und des Äusseren Aspekts ist gegenüber der Untersuchung im Jahr 2009 gleich geblieben (AquaPlus 2009). Limnex hat für die Abschätzung der Pflanzenbewuchsdichte die 6-stufige Skala von Thomas und Schanz (1976) verwendet. Die Bezeichnung ist bei AquaPlus (2009) jeweils um eine Stufe verschoben (Thomas und Schanz: 1, 2, 3 ,4, 5, 6 = AquaPlus: 0, 1 ,2 ,3 ,4, 5).

Bei der Makrozoobenthosprobenahme hat sich die Vorgehensweise mit der überarbeiteten Modulversion (Stucki 2010) der Stufe F leicht verändert, doch es sind keine wesentlichen Effekte auf die Resultate zu erwarten. Die Ergebnisse werden mit denjenigen aus der Untersuchung 2008 verglichen (AquaPlus 2009).

Eine detaillierte Beschreibung aller Methoden und Indices befindet sich im Anhang A2 und A3.

4. RESULTATE

4.1 Äusserer Aspekt

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 (detaillierte Resultate mit Angaben zu den chemisch/physikalischen Verhältnissen während der Probenahme siehe Anhang A3). Der Äussere Aspekt wird anhand von drei (hier 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

4.1.1 Einzelaspekte

Bei den Einzelaspekten ergibt sich zusammenfassend folgendes Bild:

4.1.1.1 Schlamm

Wenig Schlamm hat sich in der Simmi (OGB 193) und im Mühlbach (OGB 189) gebildet. Im WBK bei Burgerau (OGB 100) war die Schlammschicht im Randbereich deutlich ausgeprägt. Ein Teil dieser Schicht war natürlichen Ursprungs (totes Pflanzenmaterial). Inwiefern diese Schichten künstlich durch Abschwemmungen, Strassenentwässerung und ähnliches begünstigt wurden, ist nicht klar. Anoxische Stellen sind nicht aufgefallen. Die Erfüllung der Anforderung gemäss GSchV ist bei Burgerau fraglich.

4.1.1.2 Trübung

Trübungen wurden an keiner der 9 Untersuchungsstellen festgestellt.

4.1.1.3 Verfärbung

Verfärbungen wurden an keiner der 9 Untersuchungsstellen festgestellt.

4.1.1.4 Unnatürlicher Schaum

Unnatürlicher Schaum entwickelte sich an der Simmi (OGB 193), am Mühlbach (OGB 189) und bei Burgerau am WBK (OGB 100). Am Mühlbach beschränkte sich der Schaum vor allem auf wenige lokale Schaumbildungen, während sich an den beiden anderen Stellen der Schaum in kleinen Schaumkrönchen über die gesamte Wasseroberfläche verteilte und sich am Uferrand ansammelte (vgl. Abb. 3). Die Ursache könnten landwirtschaftliche Einträge oder Rückständen im gereinigten ARA-Abwasser sein. Die Erfüllung der Anforderungen an die Wasserqualität (GSchV, Anhang 2) ist bei Burgerau und an der Simmi deshalb fraglich.

4.1.1.5 Geruch

Abwassergeruch wurde an keiner der 9 Untersuchungsstellen festgestellt.

4.1.1.6 Eisensulfid-Flecken

Eisensulfid-Flecken – ein Mass für die Sauerstoffverhältnisse im Gewässerboden – wurden sehr vereinzelt an Steinen in der Saar (OGB 108), im VWK bei Howand (OGB 105), im Mühlbach (OGB 189), im WBK bei Fenchrüteli (OGB 190) und beim Zoll (OGB 096) sowie in der Simmi (OGB 193) beobachtet. Einzig an der Simmi war das Ausmass an Eisensulfidflecken im Verhältnis zu den übrigen Stellen umfangreicher. Die Erfüllung der Anforderungen an die Wasserqualität (GSchV, Anhang 2) ist

an der Simmi diesbezüglich daher fraglich. Im WBK bei Au, Sennwald (OGB 191) konnten aufgrund der zu grossen Wassertiefe keine Steine geborgen und beurteilt werden.

4.1.1.7 Kolmation

Keine oder höchstens leichte Kolmation (Abpflästerung der Sohle) wurde an den meisten Untersuchungsstellen festgestellt. Von mittlerer Ausprägung war die Kolmation im VWK bei Howand (OGB 105) und im WBK bei Burgerau (OBG 100). Beim Zoll (OGB 096) war die Gewässersohle deutlich abgepflästert. Als mögliche Ursache könnte fehlendes Geschiebe in Frage kommen. Die Revitalisierungsarbeiten beim Zoll (WBK, Revitalisierung Schluch) könnten zusätzlich die Kolmation durch Sedimentaufwirbelungen während der Bauarbeiten begünstigt haben.

Feinablagerungen auf Steinen und Pflanzen im Uferbereich (äussere Kolmation) wurden zum Teil erheblich an beiden Stellen im VWK (OGB 186, 105), in der Simmi (OGB 193) und im WBK bei Au, Sennwald (OGB 191) sowie beim Zoll (OGB 096) beobachtet. Möglicherweise gehen diese Ablagerungen auf Hochwasserereignisse zurück. Die Beurteilung der Kolmation in der trockenen Uferzone (Methode nach Schälchli 2002) war nur im WBK bei Burgerau und beim Zoll möglich und zeigte eine mittlere bis starke innere Kolmation.

4.1.1.8 Feststoffe und Abfälle

Feststoffe und Siedlungsabfälle kamen viele bis sehr viele in der Saar (OGB 108), im VWK bei Vild (OGB 186), im WBK bei Burgerau (OGB 100) und an der Simmi (OGB 193) vor. Es handelte sich meistens um Plastik, Getränkeflaschen und -dosen, Verpackungsmaterialien und verschiedenste Metallteile. Besonders bei Burgerau war die unmittelbare Nähe eines Picknick-Platzes bemerkbar. An den übrigen Stellen waren vereinzelte Abfallstücke oder gar keine Abfälle feststellbar.[1]

4.1.1.9 Heterotropher Bewuchs

Heterotropher Bewuchs wurde an keiner der 9 Untersuchungsstellen festgestellt.

Abbildung 3: *Unnatürliche Schaumentwicklung: Links, Mühlbach (OGB 189); Rechts, Simmi OGB (193).*

[1] Beachte: Es wurden alle gewässerfremden Gegenstände als „Abfall“ bezeichnet und nicht nur Objekte, die mit der Siedlungsentwässerung (z. B. WC-Papier) in Verbindung gebracht werden.

4.1.2 Vergleich und Bewertung Äusserer Aspekt nach Gewässerstelle

4.1.2.1 Saar

Saar, Rächenschür-Sargans (OGB 108)

- In der vorliegenden Untersuchung sind auf wenigen Steinen vereinzelt Eisensulfid-Flecken entdeckt worden. Die Sohle war leicht kolmatiert. In erheblichem Ausmass haben die vielen Abfälle den Äusseren Aspekt geprägt. Die schweren Metallteile und die grosse Plastikplane dürften schon einige Zeit am Probeort gelegen haben. Die kleinen Plastikstücke und Getränkedosen könnten auch von weiter flussaufwärts angespült worden sein.

- **Die Anforderungen an die Wasserqualität gemäss GSchV (Anhang 2) wurde an der Stelle Saar, Rächenschür-Sargans (OGB 108) wegen den Eisensulfid-Flecken und der Kolmation knapp nicht eingehalten, aufgrund der Abfälle <u>deutlich nicht eingehalten</u>.**

- Im Vergleich zu 2008 hat sich die Kolmation nicht wesentlich verändert. Damals wurde leichter Schaum festgestellt, dieses Jahr hingegen vereinzelt Eisensulfid-Flecken. Abfälle im Flussbett hatte es möglicherweise auch 2008. AquaPlus hat sich sehr wahrscheinlich auf die Feststellung typischer Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung (ARA-Überlauf) beschränkt, während Limnex jegliche anthropogene Gegenstände, die nicht in ein Gewässer gehören, anspricht.

4.1.2.2 Vilterser-Wangser-Kanal

Vilterser-Wangerser-Kanal, Vild-Sargans (OGB 186)

- Bei Vild wurden viele Abfälle, leichte Kolmation der Sohle und merkliche Feinablagerungen entlang der Randbereiche verzeichnet. Der Schwall-Sunk-Betrieb und Ausschwemmungen von landwirtschaftlichen Flächen und Strassen könnten als Ursache für die Kolmation in Frage kommen.

- **An der Stelle Vild-Sargans (OGB 186) wurden die Anforderungen wegen leichter Kolmation (inklusive äusserer Kolmation, „Schlamm“) knapp, wegen den vielen Abfällen <u>nicht eingehalten</u>.**

- 2008 wurde eine mittlere unnatürliche Verschlammung beobachtet, die 2014 nicht mehr im selben Ausmass wahrgenommen wurde. Hingegen fielen 2014 Feinablagerungen besonders auf.

Vilterser-Wangser-Kanal, Howand-Sargans (OGB 105)

- Unterhalb des Saarzuflusses bei Howand war die Sohle stärker kolmatiert als oberhalb. Die äussere Kolmation war vor allem im Randbereich ausgeprägt. Möglicherweise gibt es einen Zusammenhang mit dem Schwall-Sunk-Betrieb, denn die ersten 20-30 cm des Böschungsfusses im trockenliegenden Bereich waren von derselben hellen Schicht an Feinsedimenten überzogen wie die überströmten Bereiche. Feinablagerungen dieser Art könnten auch von Baustellen im Gewässer herrühren.

- Bei Howand zeigten sich (wie in der Saar) lokal vereinzelte Eisensulfid-Flecken, jedoch nicht bei Vild. Vereinzelt waren Abfälle sichtbar. Ein kausaler Zusammenhang der Eisensulfid-Flecken mit der ARA Sargans bei Howand („Saarableitungskanal“) könnte bestehen, jedoch zeigt die Saar (oberhalb der ARA-Einleitung) dieselben Flecken. Wahrscheinlicher ist eine Beeinflussung durch die Landwirtschaft und/oder durch die Strassen- und Siedlungsentwässerung.

- **Die Anforderungen an die Wasserqualität gemäss GSchV (Anhang 2) wurden im VWK an der Stelle Howand-Sargans (OGB 105) wegen der Eisensulfid-Flecken, den vereinzelten Abfällen und der mittleren Kolmation (inklusive äussere Kolmation) <u>knapp nicht eingehalten</u>.**

- 2008 wurde gegenüber 2014 keine Kolmation, dafür unnatürlicher Schlamm und wenig Schaum bei Howand festgestellt. Der Schlamm war 2008 deutlich ausgeprägter als 2014. Hinsichtlich Schaum und Schlamm ist also eine Verbesserung eingetreten. Die verstärkte

Kolmation 2014 kann einerseits auf die Feinablagerungen[2], andererseits auf das Ausbleiben eines grösseren Hochwassers zurückzuführen sein, welches die Sohle umgelagert und gelockert hätte.

4.1.2.3 Mühlbach

Mühlbach, Cholau nach ARA Wartau (OGB 189)

- Im Mühlbach wurde 2014 die Stelle nach der ARA Wartau beurteilt. Sie zeigte wenig unnatürlichen Schlamm und Schaum (vgl. Abb. 3), wenig Eisensulfid-Flecken und leichte Kolmation. Grund dafür könnte die ARA Wartau sein. Einträge aus der Landwirtschaft sind auch denkbar, da die Ackerfelder linksseitig bis an das Naturschutzgebiet reichen.

- **Die Anforderungen an die Wasserqualität gemäss GSchV (Anhang 2) wurde an der Stelle Mühlbach, Cholau nach ARA Wartau (OGB 189) wegen dem Schlamm, dem Schaum, den Eisensulfid-Flecken und der Kolmation knapp nicht eingehalten.**

- Der Schaum, die Eisensulfid-Flecken und die Kolmation wurden bereits 2008 bemängelt. 2008 wurde ausserdem vereinzelt heterotropher Bewuchs festgestellt. Dieser konnte 2014 nicht mehr beobachtet werden, dafür gab es rechtsufrig wenig unnatürliche Schlammablagerungen.

4.1.2.4 Werdenberger Binnenkanal

Werdenberger Binnenkanal, Burgerau-Buchs (OGB 100)

- An der Stelle Burgerau fielen eine mittlere Schlamm- und Schaumentwicklung auf. Die Sohle zeigte eine mittlere Kolmation. Auch die trockenliegende Sohle im Uferbereich verfügte kaum über Porenraum (Methode Schälchli 2002). Die Art der zahlreichen Abfälle verwiesen auf den nahe gelegenen Picknick-Platz.

- **Die Anforderungen an die Wasserqualität gemäss GSchV (Anhang 2) wurden im WBK an der Stelle Burgerau-Buchs (OGB 100), wegen Verschlammung, Schaumentwicklung, Kolmation, und vielen Abfällen nicht eingehalten.**

- Bis auf die Abfälle wurden alle genannten Aspekte auch 2008 vermerkt, allerdings in weniger prägnanter Ausprägung. Die von AquaPlus (2009) vermuteten Ursachen dürften auch 2014 für die beobachteten Veränderungen verantwortlich sein: Landwirtschaft, Vorbelastung durch den Mühlbach (ARA Wartau) und Überleitung via Schweti-Giesen (ARA Sargans).

Werdenberger Binnenkanal, Fenchrüteli-Buchs (OGB 190)

- Bei Fenchrüteli wurden nur vereinzelte Eisensulfid-Flecken und Abfälle ausgemacht. Die Kolmation war ebenfalls gering. Einträge aus der Landwirtschaft sind am ehesten für die Flecken verantwortlich.

- **Die Anforderungen an die Wasserqualität gemäss GSchV (Anhang 2) wurden im WBK an der Stelle Fenchrüteli-Buchs (OGB 190), wegen den leichten Eisensulfid-Flecken, der leichten Kolmation und den vereinzelten Abfällen knapp nicht eingehalten.**

- Die leichte Kolmation blieb gegenüber 2008 bestehen, aber 2014 wurde keine Verschlammung mehr festgestellt.

Werdenberger Binnenkanal, Au-Sennwald (OGB 191)

- An der Stelle Au bei Sennwald wurde leichte Kolmation festgestellt. Insbesondere die äussere Kolmation im Uferbereich war ein auffälliger Aspekt. Das dürfte aber kaum mit der ARA Sennwald zu tun haben. Eisensulfid-Flecken an Steinen konnten wegen der grossen Wassertiefe nicht überprüft werden.

---

[2] Diese Feinablagerungen könnte man im überströmten Bereich auch als unnatürlichen Schlamm interpretieren - allerdings mit geringem organischem Anteil. AquaPlus hat 2008 eventuell diese Feinablagerungen als „Schlamm“ angesprochen, was 2014 zur Interpretation „Schlammrückgang“ geführt hat.

- **Die Anforderungen an die Wasserqualität gemäss GSchV (Anhang 2) wurden im WBK an der Stelle Au-Sennwald (OGB 191), wegen der leichten Kolmation knapp nicht eingehalten.**

- Die leichte Kolmation blieb gegenüber 2008 bestehen, aber 2014 wurde keine Verschlammung mehr festgestellt.

Werdenberger Binnenkanal, Schluch beim Zoll-Altstätten (OGB 096)

- Beim Zoll fanden sich wenige Eisensulfid-Flecken auf Steinen, vereinzelte Abfälle und starke Kolmation, inklusive Feinablagerungen (äussere Kolmation). Nebst der Landwirtschaft kommt die Nähe zu Strassen (Autobahn) und zur Deponie als weitere mögliche Ursache hinzu. Die Arbeiten zur Revitalisierung Schluch könnten die Kolmation auch begünstigt haben.

- **Die Anforderungen an die Wasserqualität gemäss GSchV (Anhang 2) wurden im WBK an der Stelle Schluch beim Zoll-Altstätten (OGB 096) wegen den leichten Eisensulfid-Flecken und den vereinzelten Abfällen knapp nicht, wegen der starken Kolmation nicht eingehalten.**

- 2008 war eine mittlere Verschlammung und mittlere Kolmation festgestellt worden. Falls die Verschlammung mit den Feinablagerungen gleichzusetzten ist, hat sich seither nicht viel an der Situation verändert, andernfalls hatte es 2014 weniger Schlamm. Neu sind die Eisensulfid-Flecken.

4.1.2.5 Simmi

Simmi, Frol nach ARA-Gams (OGB 193)

- Der Äussere Aspekt an der Simmi war mehrfach beeinträchtigt: Wenig unnatürlicher Schlamm und leichte Kolmation mit Feinablagerungen, mittlerer unnatürlicher Schaum und Eisensulfid-Flecken sowie viele Abfälle. Mögliche Ursachen sind die ARA Gams, landwirtschaftliche Ausschwemmungen und ein verminderter Geschiebetrieb (Rückhalt bei Gams). Nebst dem üblichen Plastik und den Getränkedosen wiesen einige Abfälle auf Freizeitnutzung entlang des Gewässers hin (Kinder- und Hundespielzeug).

- **Die Anforderungen an die Wasserqualität gemäss GSchV (Anhang 2) wurden in der Simmi an der Stelle Frol nach ARA-Gams (OGB 193), wegen unnatürlichem Schlamm, Kolmation, unnatürlichem Schaum, und Eisensulfid-Flecken knapp nicht, wegen den vielen Abfällen nicht eingehalten.**

- 2008 wurden ausser den Abfällen dieselben Aspekte beanstandet. Nicht mehr beobachtet wurde heterotropher Bewuchs.

4.2 Pflanzenbewuchs

4.2.1 Algenwachstum

Der Algenbewuchs bestand an allen Stellen hauptsächlich aus Kieselalgen und fädigen Grünalgen (*Cladophora* sp., *Vaucheria* sp.). Einzig bei der Burgerau im WBK (OGB 100) wurden auch Rotalgen (*Hildebrandia rivularis*) beobachtet. An den beiden Untersuchungsstellen im VWK (OGB 186, OGB 105) und in der Simmi (OGB 193) waren die fädigen Grünalgen sehr dominant und überwucherten nebst dem steinigen Substrat teilweise auch Makrophyten (vgl. Abb. 4). Dennoch scheint sich die Masse der fädigen Grünalgen nicht nachteilig auf das Makrozoobenthos ausgewirkt zu haben.

Die gereinigten Abwässer aus der ARA Sargans und der ARA Gams können eine wachstumsfördernde Wirkung auf die Algen gehabt haben. Allerdings ist die Deckung oberhalb der Einleitung ARA Sargans bei Vild ebenso gross. Landwirtschaftliche Einträge waren hier wohl massgebend.

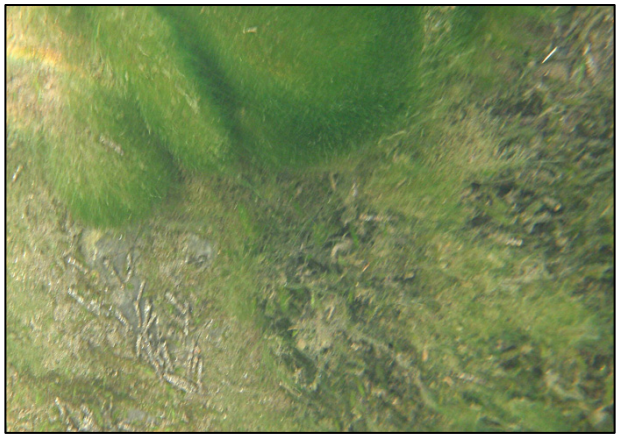


Abbildung 4: *Starke Entwicklung von fädigen Grünalgen und zahlreiche Köcherfliegen bei Howand (OGB 105).*

4.2.2 Moos

Der Moosbewuchs war an den meisten Stellen spärlich bis moderat ausgeprägt. Eine grössere Deckung nahmen die Moose an den Stellen Mühlbach (OGB 189) und Fenchrüteli (OGB 190) ein. Von den insgesamt 9 nachgewiesenen Moosarten ist keine gefährdet (vgl. Anhang A3).

Vier dieser 9 Arten konnten in den untersuchten Gewässern bereits 2008 nachgewiesen werden. Die Vielfalt der Moose hat 2014 gegenüber 2008 zugenommen.

4.2.3 Makrophyten

Makrophyten waren im WBK und in der Simmi keine oder nur wenige vertreten. Die eingeschleppte kanadische Wasserpest (*Elodea canadensis*) kam nur bei Au, Sennwald (OGB 191) vor, der haarblätterige flutende Hahnenfuss (*Rancuculus trichophyllus*) ausschliesslich bei Howand im VWK. Die Saar, der VWK und der Mühlbach waren artenreicher als der WBK und die Simmi: Sie wiesen zwischen 2 bis 4 Arten auf (vgl. Anhang A3). Im VWK bei Vild (OGB 186) besiedelten viele Kriebelmückenlarven die untergetauchten Pflanzen, während bei Howand (OGB 105) vor allem Schnecken auf der Oberfläche der Makrophyten gefunden wurden.

Gegenüber 2008 wurden einige Arten nicht mehr festgestellt und andere Arten kamen neu dazu.

Die Anforderungen an die Wasserqualität gemäss GSchV (Anhang 2) hinsichtlich Pflanzenbewuchs wurde aufgrund des starken Algenwachstums an der Simmi (OGB 193) und am VWK (OGB 186, OGB 105) <u>knapp nicht eingehalten</u>. An allen anderen untersuchten Stellen werden die Anforderungen <u>eingehalten</u>.

4.3 Ökomorphologie

4.3.1 Ökomorphologie nach MSK Stufe F

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. Nur die Untersuchungsstelle Mühlbach (OGB 189) zeigte einen wenig beeinträchtigen ökomorphologischen Zustand. Alle übrigen sind stark beeinträchtigt. Dies vor allem wegen des verbauten und begradigten Böschungsfusses. Zusätzlich ist die Anbindung an das Umland (Uferbreite) oft nicht gewässergerecht und beschränkt sich auf wenige Meter bis an landwirtschaftlich genutztes Land oder Strassen.

Seit der letzten Untersuchung 2008 ist nur eine Revitalisierung im Untersuchungsgebiet bekannt: Revitalisierung Schluch bei der Stelle Zoll (OGB 096; www.alpenrhein.net). Wobei nicht klar ist, was und wo genau revitalisiert wurde. Bewertet wurde diese Stelle 2014 mit 7 Punkten, während die nächstgelegene Stelle Au, Sennwald (OGB 191), 9 Punkte erhielt. Es könnte innerhalb der Klasse „stark beeinträchtigt“ eine Verbesserung eingetreten sein. Allerdings lässt sich mit der aktuellen Datengrundlage nicht sagen, worin diese bestehen könnte.

4.3.2 Sohlenmaterial

In der Saar (OGB 108) und im WBK (OGB 190, 191, 096) dominierten grössere mineralische Sedimente und Kies die Sohle (Mikro- und Mesolithal). Eine Ausnahme war die Stelle Burgerau (OGB 100), an der feine Sedimente („organischer Schlamm“, Sand und Schluff) zusammen mit den fädigen Grünalgen mehr als die Hälfte der Sohle ausmachten. Nebst der Hauptfraktion Kies stellten im Mühlbach (OGB 189) die Moose ein wichtiges Substrat dar.

Im VWK (OGB 186, 105) bildeten die seitlichen Blockverbauungen ungefähr ein Fünftel der besiedelbaren Oberfläche. Durch die starke äussere Kolmation war Sand und Schluff ebenfalls häufig. Die seitlichen Blockverbauungen wurden im VWK bei Howand (=OGB 105) von sehr vielen Köcherfliegen besiedelt, während bei Vild (OGB 186) auf denselben Flächen nur fädige Grünalgen anzutreffen waren.

Die detaillierten Angaben zur Ökomorphologie und der Zusammensetzung des Sohlenmaterials sind im Anhang A3 zusammengestellt.

Tabelle 3: *Beurteilung des Äusseren Aspekts und der Ökomorphologie bei den 9 Untersuchungsstellen in den Einzugsgebieten von Saar und Werdenberger Binnenkanal im März 2014. Die Beurteilungsstufen folgen den entsprechenden MSK Modulen (Binderheim und Göggel 2007; BUWAL 1998b) mit Unterscheidung der Stufe „wenig/mittel“ in zwei separaten Stufen und der 6-stufigen Skala von Thomas und Schanz (1976) für den Pflanzenbewuchs.*

Gewässer	**Saar**	**Vilters-Wangser-Kanal**		**Mühlbach**	**Werdenberger Binnenkanal**				**Simmi**
Standort	**Rächen-schür, Sargans**	**Vild, Sargans**	**Howand, Sargans**	**Cholau nach ARA Wartau**	**Burgerau, Buchs**	**Fench-rüteli, Buchs**	**Au, Sennwald**	**Schluch beim Zoll, Altstätten**	**Frol nach ARA, Gams**
	OGB108	**OGB186**	**OGB105**	**OGB189**	**OGB100**	**OGB190**	**OGB191**	**OGB096**	**OGB193**
Datum	06.03.14	06.03.14	06.03.14	06.03.14	05.03.14	05.03.14	05.03.14	05.03.14	05.03.14
Äusserer Aspekt									
Schlamm									
Trübung									
Verfärbung									
unnatürlicher Schaum									
Geruch									
Eisensulfid-Flecken							-		
Kolmation									
Feststoffe und Abfälle									
Heterotropher Bewuchs (makroskopisch sichtbar)									
Pflanzlicher Bewuchs (nach Thomas und Schanz)									
Algen (Stufe)	3	5	5	4	3	2	2	3	5
Moose (Stufe)	3	2	2	4	1	5	3	2	2
Makrophyten (Stufe)	2	3	4	2	2	1	2	1	2
Ökomorphologie									
Zustandsklasse	9	9	9	4	6	8	9	7	9

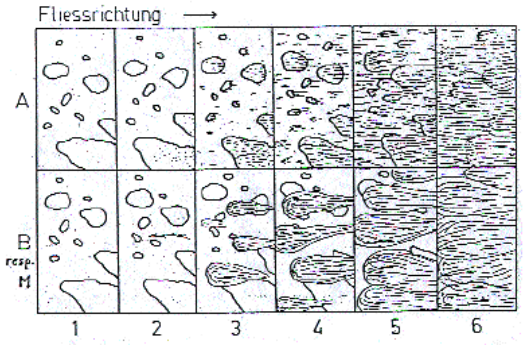
Legende

Beurteilung Äusserer Aspekt

- keine Beeinträchtigung
- leichte / wenig Beeinträchtigung
- mittlere Beeinträchtigung
- starke / viel Beeinträchtigung

Beurteilung Ökomorphologie

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



A = Algen; B = Blütenpflanzen resp. Moose (M)
Stufe 1: kein Bewuchs
Stufe 2: Krustenalgen
Stufe 3: Ansätze von fädigen Algen/einige Polster bzw. Büschel von Moosen
Stufe 4: gut ausgebildete Zotten
Stufe 5: Gewässersohle zum grössten Teil mit Algen/Moosen bedeckt
Stufe 6: ganzer Bachgrund mit Algen/Moosen bedeckt, Konturen der Steine nicht mehr sichtbar

4.4 Begleitparameter

4.4.1 Leitfähigkeit

Bei den im Feld erfassten Begleitparametern zeigte sich eine Tendenz zu höheren Leitfähigkeiten an Stellen nach einer ARA-Einleitung (413 – 458 µS/cm), was aber nicht unbedingt einen ursächlichen Zusammenhang haben muss. Denn eine Ausnahme dazu bildet die Saar (oberhalb der ARA-Einleitung) mit einer noch höheren Leitfähigkeit (503 µS/cm) und die Simmi, die trotz ARA-Einleitung eine tiefe Leitfähigkeit aufwies (173 µS/cm). Bis auf diese beiden letzten Werte, sind die übrigen Messungen in der Spannbreite derjenigen von 2008.

4.4.2 Momentantemperatur

An der Simmi (OGB 193) war unter dem Vorbehalt der unterschiedlichen Tageszeiten bei der Messung die Momentantemperatur deutlich geringer (4.2 °C) als an den übrigen Orten (6.9 – 10.3 °C), Das ist möglicherweise auf das höher gelegene Herkunftsgebiet der Simmi zurückzuführen. Diese Erfahrung deckt sich mit den Messungen von AquaPlus. Es wurden keine Temperaturunterschiede innerhalb der einzelnen Flussquerschnitte festgestellt.

Fazit Äusserer Aspekt, Pflanzenbewuchs und Ökomorphologie

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[3] und gelb).

Nicht erfüllt sind die Anforderungen an die GSchV aufgrund der Abfälle in der Saar (OGB 108), im VWK bei Vild (OGB 186), im WBK bei Burgerau (OGB 100) und in der Simmi (OGB 193; Tabelle 3: rot). Insbesondere bei Burgerau und an der Simmi ist der Gesamteindruck des Äusseren Aspekts fraglich, weil 3-4 der 9 Aspekte mittel bis stark betroffen sind.

Allgemein verbessert gegenüber der letzten Untersuchung 2008 haben sich die Aspekte „unnatürliche Verschlammung“ und „heterotropher Bewuchs“.

Starker Algenbewuchs durch fädige Grünalgen an der Simmi (OGB 193) und am VWK (OGB 186, OGB 105) lassen die Erfüllung der GSchV hinsichtlich **Pflanzenbewuchs** als fraglich erscheinen.

Ökomorphologisch befindet sich nur die Stelle am Mühlbach (OGB 189) in einem wenig beeinträchtigten Zustand. Die übrigen Untersuchungsstellen sind morphologisch stark beeinträchtigt.

Die **Begleitparameter** Leitfähigkeit und Wassertemperatur waren unauffällig.

[3] Für den Kanton SG wurden vier Zustandsstufen statt drei unterschieden. Die Farbe Grün zeigt normalerweise auf einen guten Zustand hin, der die gesetzlichen Anforderungen erfüllen würde. Im Modul „Äusserer Aspekt“ wird jedoch eine geringe Beeinträchtigung bereits mit der Farbe Gelb gekennzeichnet (Erfüllung der Anforderungen der GSchV fraglich).

4.5 Makrozoobenthos

Die Untersuchung des Makrozoobenthos in den Fliessgewässern der Einzugsgebiete Saar und Werdenberger Binnenkanal erfolgte gemäss der im Anhang A2 beschriebenen Methodik. Die vollständigen Rohdaten sind ebenfalls im Anhang A2 zusammengestellt. Eine Übersicht der bewerteten Indices zeigt Tabelle 4.

Tabelle 4: *Zusammenstellung und Bewertung folgender Indices: Makroindex, IBCH, Saprobien-Index, Diversitäts-Index, SPEARpesticide-Index. Die Pfeile beim IBCH markieren eine mögliche tiefere Einschätzungen des IBCHs aufgrund von methodischen Besonderheiten (Erklärung im Text).*

OGB Nr.	Gewässer	Standortbezeichnung	Makro-Index	IBCH	Sapro. -Index	Diver. -Index	Spear-Index
108	Saar	Sargans, Rächenschür	2	15	1.76	4.0	55.6
186	Vilters-Wangser Kanal	Sargans, Vild	3	12	1.79	3.6	23.5
105	Vilters-Wangser Kanal	Sargans, Howand	2	15	1.78	4.0	41.6
189	Mühlbach	Wartau, Cholau nach ARA Wartau	2	14	1.64	4.0	47.9
100	Werdenberger Binnenkanal	Buchs, Burgerau	3	13 ↓	1.47	2.8	40.7
190	Werdenberger Binnenkanal	Buchs, Fenchrüteli	3	16 ↓	1.60	1.7	43.6
191	Werdenberger Binnenkanal	Sennwald, Au	3	14 ↓	1.59	3.2	37.4
096	Werdenberger Binnenkanal	Altstätten, Schluch beim Zoll	3	12	1.56	3.3	29.3
193	Simmi	Gams, Frol nach ARA	3	13	2.05	3.8	31.6

Legende:

Zustand	Makro-Index	IBCH	Saprobien-Index	Diversiäts-Index	SPEAR-pesticide-Index
sehr gut	1 – 2	17 – 20	1.00 – 1.79	> 3	> 44
gut	3	13 – 16	1.80 – 2.29	2 – 3	33 – 44
mässig	4	9 – 12	2.30 – 3.69	1 – 2	22 – 33
unbefriedigend	5 – 6	5 – 8	2.70 – 3.49		11 – 22
schlecht	7 – 8	0 – 4	3.50 – 4.00	< 1	< 11

4.5.1 Quantitative Zusammensetzung: Häufigkeit, Dichte, Biomasse

4.5.1.1 Zusammensetzung der Wirbellosen Grossgruppen

Abbildung 5 weist anhand der Wirbellosen Grossgruppen drei verschiede Gewässerräume aus:

Gewässerraum 1:

- Der WBK (OGB 100, 190, 191, 096) unterscheidet sich von den übrigen Gewässern vor allem da durch, dass (fast) keine Steinfliegen vorhanden sind, dafür aber ein grosser Anteil an Bachflohkrebsen (*Gammarus fossarum*; ca. 35-80 %). Der Individuenanteil an empfindlichen EPT-Taxa (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) lag im WBK zwischen 10-25 %, während dieser Anteil an den übrigen Gewässerstellen 33-50 % betrug (Ausnahme: Stelle Vild, vgl. nachfolgend).

Gewässerraum 2:

- In der Simmi (OGB 193) hingegen wurden gar keine Flohkrebse nachgewiesen dafür waren die Anteile an Würmern und Käfern höher als in den übrigen beprobten Gewässerabschnitten.

Gewässerraum 3:

- In der Verteilung der Grossgruppen waren sich auch die Saar (OGB 108), der VWK (OGB 186, 105) und der Mühlbach (OGB 189) untereinander ähnlich. Sie teilten mehr als die Hälfte der jeweils gefundenen Taxa miteinander. Interessant ist, dass die Stelle Howand im VWK (OGB 105) beinahe 80 % der in der Saar belegten Taxa aufwies. Unmittelbar oberhalb bei Vild im VWK (OGB 186) waren es nur etwa 50 % gemeinsame Taxa. Die Saar scheint also den VWK nach dem Zusammenfluss mehr faunistisch zu beeinflussen als der Kanalteil oberhalb oder gar die Einleitung der gereinigten Abwässer der ARA Sargans.

- Die Stelle Vild im VWK (OGB 186) wies nur einen Individuenanteil von 12 % an EPT-Taxa auf. Dafür machten die Zuckmücken an dieser Stelle über die Hälfte aller Individuen aus, was auf eine Störung hindeutet. Während der Probenahme war durch Schwall-Sunk-Betrieb die Wasserwechselzone samt Moos um ca. 20 cm trockengefallen. Tägliche, künstliche Abflussänderungen sind ein Stressfaktor für die Gewässerorganismen und könnten zusammen mit anderen Faktoren (z. B. Pestizide) zur veränderten Benthosstruktur im VWK bei Vild geführt haben. Der Zufluss aus der Saar dürfte die Schwallwirkung aus dem VWK dämpfen.

4.5.1.2 Individuendichte

Die Individuendichte wurde an den meisten Stellen auf rund 2500 und 5500 Ind./m^2 geschätzt, was im Normalbereich für Gewässer dieser Art liegt. Eine leicht niedrige Dichte hatte die Simmi (rund 1500 Ind/m^2; OGB 193), eine leicht erhöhte der VWK bei Vild (8000 Ind./m^2; OGB 186). Sehr viele Individuen (20000 Ind./m^2) fanden sich bei Fenchrüteli im WBK (OGB 190), wobei sich die Dichte der restlichen Taxa ohne die massenhaft vorkommenden Flohkrebse etwa um 4000 Ind./m^2 bewegen würde (Abb. 5).

4.5.1.3 Biomasse

Die Biomassen der Wirbellosen (Nassgewicht in g/m^2) übertrafen an den meisten Stellen den Erwartungswert von 10 – 15 g/m^2 (nach Dückelmann 2001). Einzig die Probe an der Simmi erreichte nur knapp über 60 % der Sollbiomasse, was sich mit der leicht niedrigen Individuenzahl deckt. Allgemein wurde das Gewicht der Proben massgeblich durch die Flohkrebse bestimmt. Die Verlässlichkeit der Methode (Beurteilung der Biomasse nach Dückelmann 2001 und Jungwirth et al. 1981) ist in tiefen Lagen deshalb nicht gegeben. So korrelieren die beobachteten Biomassen inklusive Flohkrebse deutlich weniger oft mit den höhenabhängigen Erwartungswerten, als dies in den Alpen der Fall ist (Erfahrung Limnex aus anderen Projekten). Aus fischereilicher Sicht, ist das Futterangebot mittel bis reichlich (Abb. 6 und 7).

4.5.2 Artenvielfalt

Die Artenvielfalt wird hier mit verschiedenen Indices dargestellt. Sie sollen Hinweise auf die Natürlichkeit der Biozönose und die Gewässergüte geben.

4.5.2.1 Anzahl Taxa

Alle Stellen wiesen bei dieser einmaligen Probenahme im März 2014 mit 30 bis 45 Taxa eine gute bis sehr gute Artenvielfalt auf (Bestimmungstiefe siehe Rohdaten im Anhang A2; Abb. 8). In der Simmi wurden zwar die selben Wirbellosengruppen gefunden wie in den übrigen Gewässerabschnitten, doch innerhalb dieser Gruppen fanden sich höchstens ein Drittel an identischen Taxa wie sie in der Saar, im VWK, im Mühlbach oder im WBK festgestellt wurden. Beispielsweise kamen in der Simmi hauptsächlich köcherlose, filtrierende (*Hydropsyche*) und räuberische (*Rhyacophila*) Köcherfliegen vor, während die köchertragenden Gattungen in den übrigen Gewässern viel diverser und zahlreicher vorhanden waren.

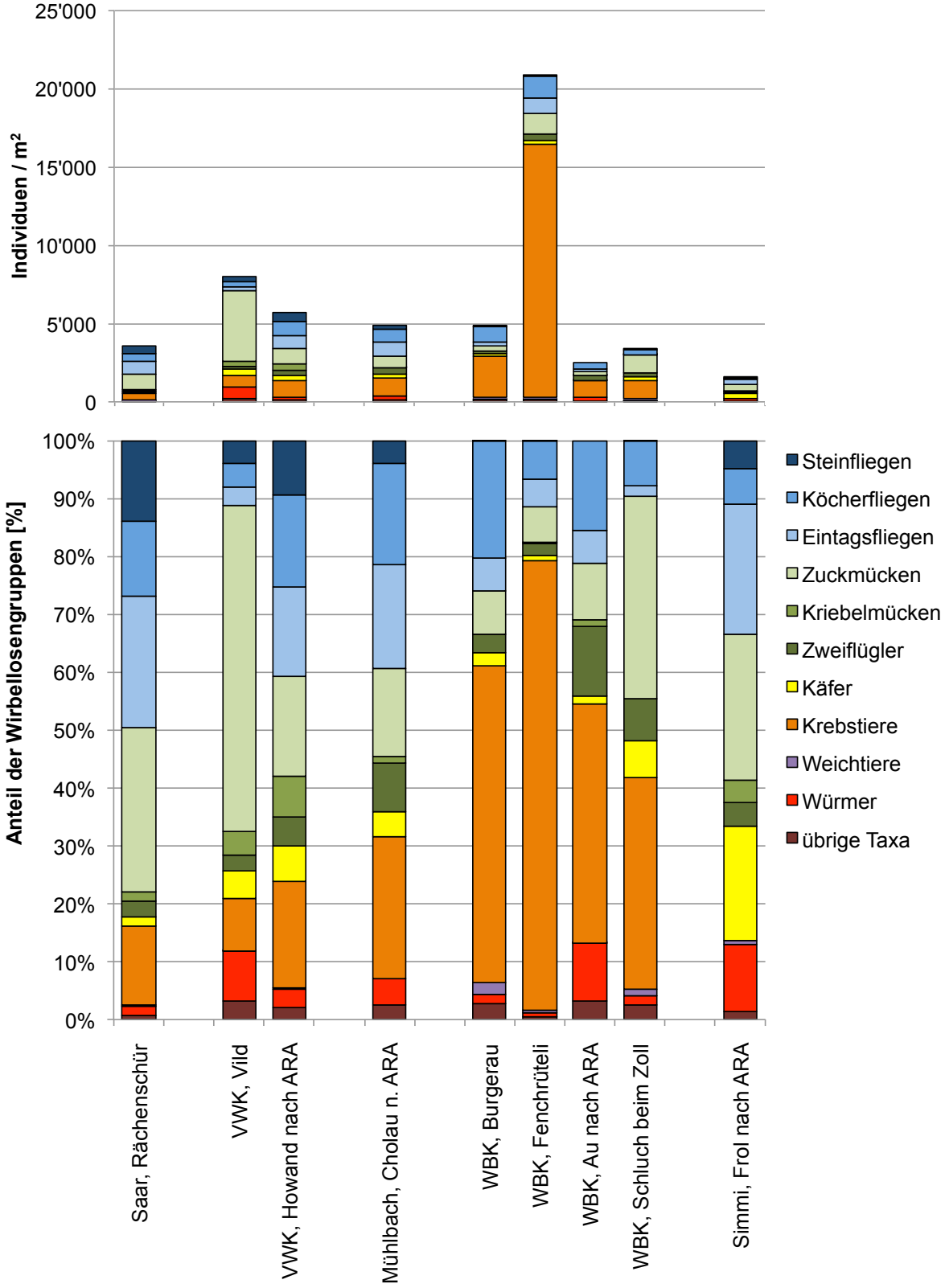


Abbildung 5: *Zusammensetzung und Häufigkeit (Abundanz) des Makrozoobenthos der 9 Untersuchungsstellen in den Einzugsgebieten der Saar und des Werdenberger Binnenkanals im März 2014. Dargestellt sind die wichtigsten systematischen Gruppen in absoluter (oben) und relativer Häufigkeit (unten).*

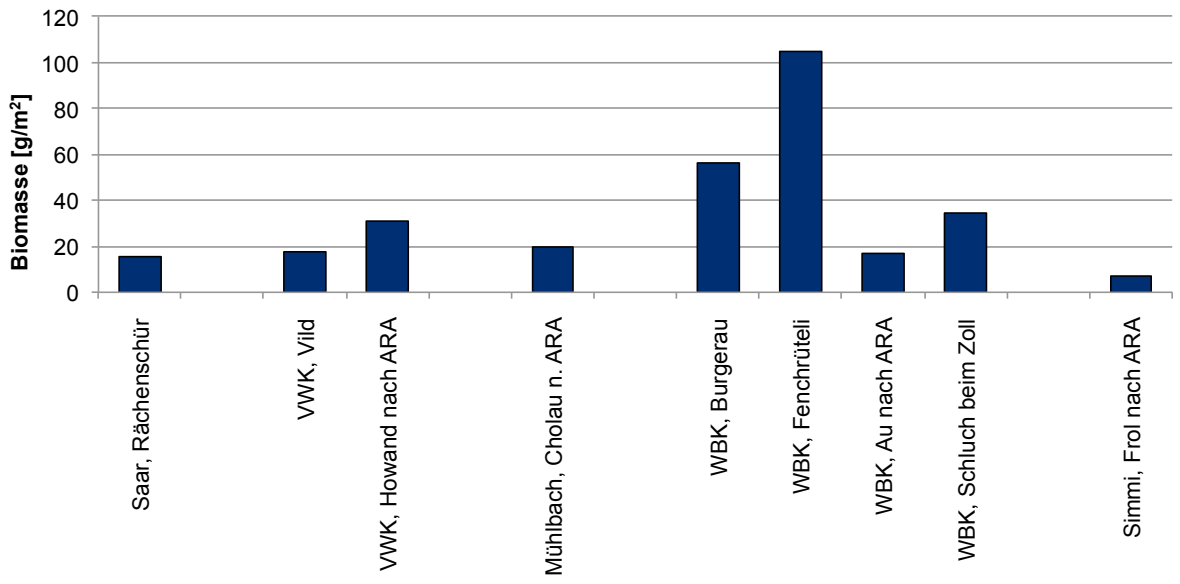


Abbildung 6: *Biomasse (Nassgewicht g/m²) des Makrozoobenthos an 9 Untersuchungsstellen in den Einzugsgebieten der Saar und des Werdenberger Binnenkanals im März 2014.*

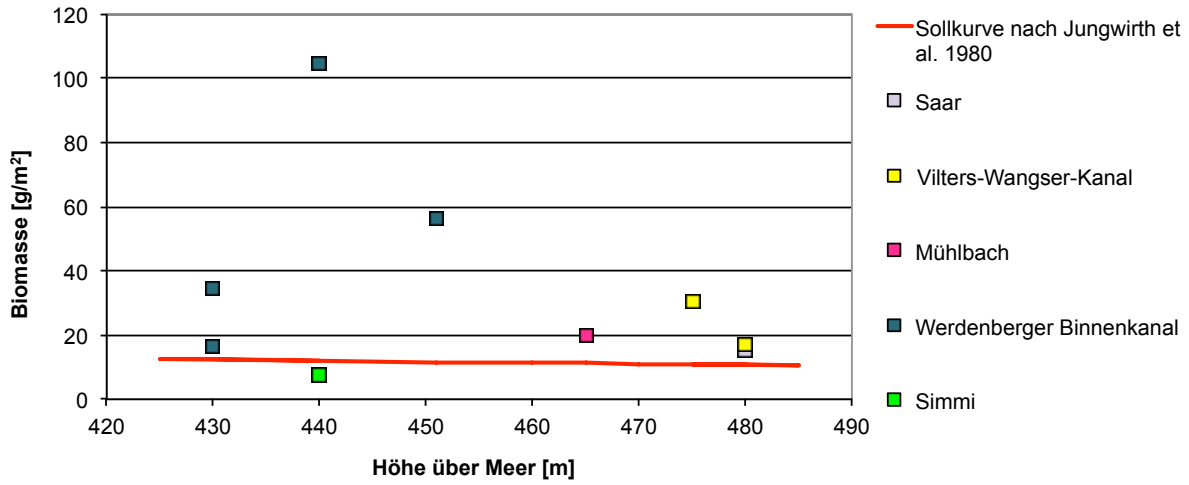


Abbildung 7: *Biomasse des Makrozoobenthos in Abhängigkeit der Höhenlage an den 9 Untersuchungsstellen in den Einzugsgebieten der Saar und des Werdenberger Binnenkanals im März 2014. Die rote Line bezeichnet die erwartete Sollbiomasse entsprechend der Höhenlage (Dückelmann 2001, Jungwirth et al. 1981).*

4.5.2.2 Diversitätsindex

Der Diversitätsindex (nach Wilhm und Dorris 1968) zeigte in der Saar (OGB 108), im VKW (OGB 186, 105) und beim Mühlbach (OGB 189) sehr hohe Indexwerte. Einzig die zahlreichen Zuckmücken senkten den Indexwert. Aus dem gleichen Grund (Massenvorkommen eines einzigen Taxons: Flohkrebse) betrug der Indexwert bei Fenchrüteli (OGB 190) trotz hoher Taxa Zahlen nur gerade 1.7. Im restlichen WBK (OGB 100, 191, 096) und in der Simmi (OGB 193) wies der Index auf gute bis sehr gute Diversität hin (Tab. 4).

4.5.2.3 IBCH

Die meisten Untersuchungsstellen erreichten die Qualitätsklasse „gut“. Der IBCH indizierte im VWK bei Vild und im WBK beim Zoll (OGB 186, 096) jedoch einen mässigen Gewässerzustand (Abb. 8). An

diesen beiden Stellen kamen viel weniger EPT-Familien vor (7-8) als an den restlichen Orten (10-16). Zwar war die Käferfauna diverser als an den anderen Orten, doch nehmen die Käferfamilien nicht so einen hohen Stellenwert als Indikatorarten ein wie die EPT-Familien. Allgemein fehlt es dort, wo die Anzahl EPT-Familien kleiner ausgefallen ist, an Stein- und Eintagsfliegenfamilien. Die meisten gefundenen EPT-Familien gehörten zu den Köcherfliegen.

Aufgrund von methodischen Artefakten[4] und dem Gesamtbild der Proben ist der IBCH im WBK an den oberen drei Stellen zu optimistisch beurteilt (OGB 100, 190, 191; Pfeile markieren Tendenz in Tabelle 4). In einem gesunden Gewässer sollten Steinfliegen vorhanden sein. Diese sind aber im WBK kaum vorhanden. Derselbe Unterschied kommt im Makroindex zum Ausdruck (Klasse 3 nicht 2), doch auch dieser Index bewertet die Vielfalt im WBK mit „gut".

An der Simmi wurden zwei weitere Schneckenfamilien mit Leerschalen nachgewiesen. Wären sie lebend gewesen, wäre der IBCH an der Simmi um einen Punkt höher ausgefallen (14 statt 13).

4.5.2.4 Makroindex

Der Makroindex (MI) zeigte für den WBK (OGB 100, 190, 191, 096), die Simmi (OGB 193) und die Stelle Vild im VWK (OGB 186) einen guten Zustand an. Die Saar (OGB 108), die Stelle Howand im VWK (OGB 105) und der Mühlbach (OGB 189) wurden mit „sehr gut" bewertet (Abb. 8).

Die bessere Zustandsbewertung des Makroindexes gegenüber dem IBCH rührt daher, dass der Makroindex sich stärker an einzelnen Arten (vor allem an Steinfliegen) orientiert und das Verhältnis von Insekten zu Nicht-Insekten berücksichtigt, während der IBCH auf Familienniveau agiert und bestimmte Familien stärker gewichtet. Oft schneidet der Makroindex (wie teilweise in der vorliegenden Untersuchung) eine Zustandsklasse besser ab als der IBCH, wenn mehrere Arten Steinfliegen- und köchertragende Köcherfliegenlarven in der Probe sind.

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. Im Gegensatz zum IBCH oder MI berücksichtigt der Diversitätsindex nur Zahlenverhältnisse und keine gewichteten Identitäten (d.h. beim Diversitäts-Index wird eine Steinfliege gleich gewichtet wie ein Wurm), was zur Differenz in der Klassierung führen kann.

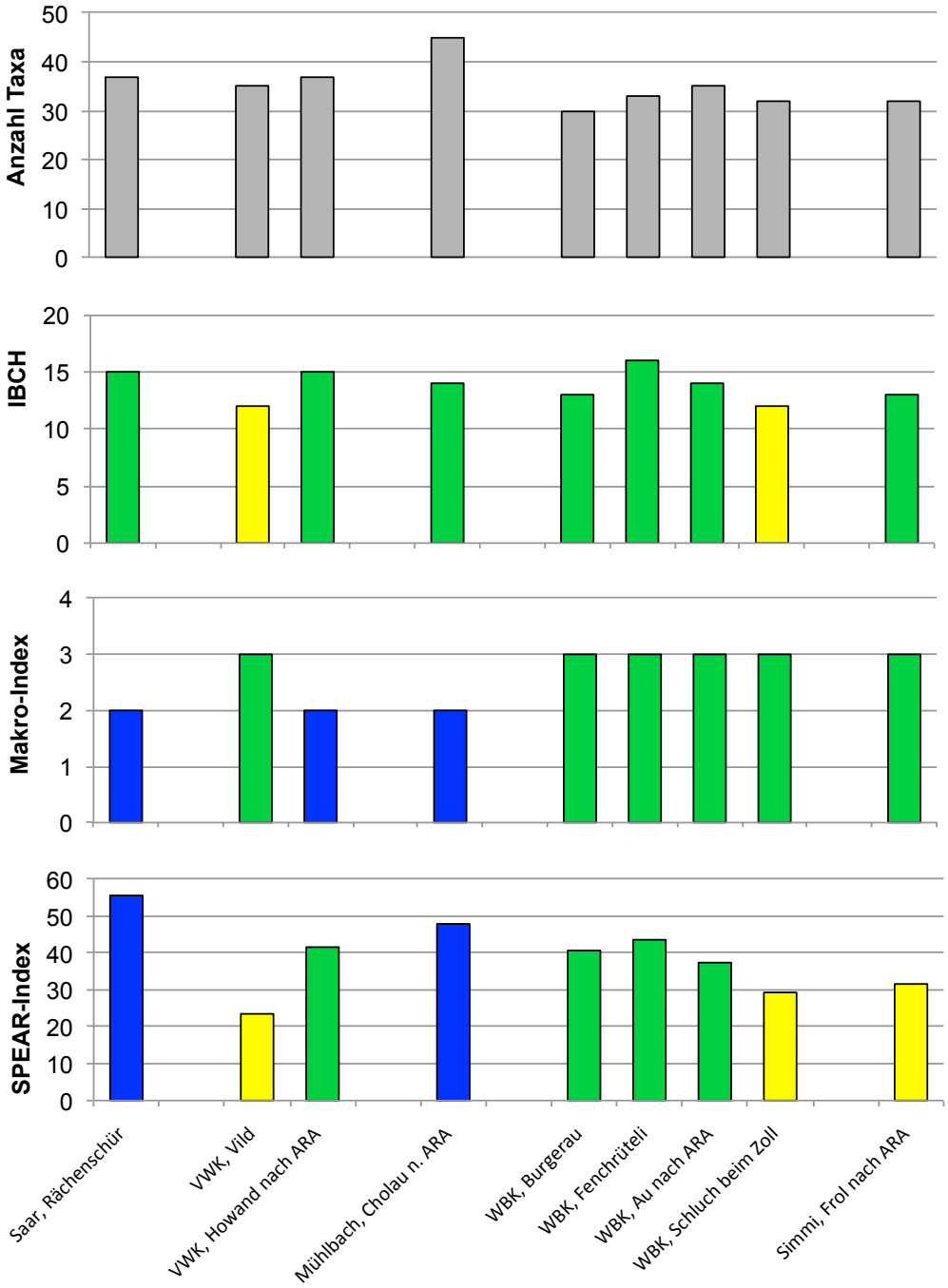
4.5.2.5 SPEAR-Index

Der SPEARpesticide-Index, der den Einfluss von Pestiziden anzeigt, war für die Saar (OGB 108) und den Mühlbach (OGB 189) ausgezeichnet. Nur mässig war er bei Vild am VWK, beim Zoll am WBK und an der Simmi (OGB 186, 096, 193). Dieses Ergebnis korrespondiert mit den mässigen IBCH Werten, resp. MI 3, und den vergleichsweise zu den anderen Stellen wenigen EPT-Familien (Tab. 4, Abb. 8).

Vor dem Zeitpunkt der Probenahme (März 2014) könnten lokal Pestizide eingesetzt worden sein. Der Eintrag durch die Landwirtschaft war an den drei letztgenannten Stellen besonders bemerkbar. Die Stelle Howand am VWK (OGB 105) wird von der Saar (OGB 108) her mit empfindlichen Taxa wiederbesiedelt und die Konzentration von Substanzen im VWK wird durch das Saarwasser verdünnt. Das dürfte der Grund für den guten Indexwert bei Howand sein. Der WBK – bis auf die Stelle beim Zoll - weist keine wesentliche Beeinträchtigung durch Pestizide auf, aber der Kanal scheint doch deutlich mehr von Pestiziden beeinflusst als etwa die Saar oder der Mühlbach.

Nebst dem SPEAR-Index für Pestizide gibt es auch einen SPEAR-Index für organische Stoffe wie Öle und Tenside (Beketov und Liess 2008). Dieser Index zeigte eine Belastung an der Simmi (-0.59; OGB 193), bei Vild am VWK (-0.54; OGB 186) und beim Zoll am WBK (-0.51; OGB 096). Das sind dieselben betroffenen Stellen wie beim SPEARpesticide Index. Das lässt darauf schliessen, dass es sich um organophosphathaltige Pestizide handeln könnte. Allerdings deckt sich diese Vermutung nicht ganz mit den Ergebnissen zum Algenwachstum: Von den genannten Stellen war nur an der Simmi und im VWK bei Vild starkes Algenwachstum (Deckungsgrad 5) zu beobachten.

[4] weniger als 3 Exemplare von Tieren mit hohem Indikatorwert; Präsenz oder Absenz einer Familie führt zu einem Wechsel der IBCH-Diversitätsklasse, wobei eine Familie mit einem Individuum repräsentiert sein kann.



Zustand	Makro-Index	IBCH	SPEAR-pesticide-Index
sehr gut	1 – 2	17 – 20	> 44
gut	3	13 – 16	33 – 44
mässig	4	9 – 12	22 – 33
unbefriedigend	5 – 6	5 – 8	11 – 22
schlecht	7 – 8	0 – 4	< 11

Abbildung 8: *Artenvielfalt des Makrozoobenthos an 9 Untersuchungsstellen in den Einzugsgebieten Saar und Werdenberger Binnenkanal im März 2014, ausgedrückt in der Anzahl Taxa, dem IBCH, dem Makroindex und dem SPEARpesticide-Index.*

Weiter hat der SPEARorganic-Index gezeigt, dass die oberen drei Stellen des WBK den Grenzwert von -0.4 ebenfalls knapp überschritten (- 0.41-0.43; OGB 100, 190, 191) und eine geringe Belastung durch organische Chemikalien gegeben ist. Da der SPEARorganic an der untersten Stelle beim Zoll (OGB 096) eine stärkere Belastung anzeigt als an den oberen drei Stellen im WBK, kann eine Beeinflussung seitens der nahe gelegenen Deponie (Register Nr. 3251A0622) nicht ausgeschlossen werden. Stoffe aus der Deponie wurden bereits im Grundwasser nachgewiesen und es gibt Überwachungsbedarf (Auskunft: Heinrich Adler, AFU). Ob das betroffene Grundwasser auch in den WBK infiltriert, ist nicht bekannt. Diesem Verdacht müsste mit vertieften Untersuchungen nachgegangen werden.

4.5.2.6 Saprobien-Index

Der Saprobien-Index nach Zelinka und Marvan (1961) bescheinigte allen Untersuchungsstellen eine gute (Simmi: beta-mesosaprob, mässig belastet) bis sehr gute (übrige Stellen: oligo-betamesoaprob, gering belastet) Wassergüte (Tab. 4). Die drei höchsten Werte wurde am VWK (1.79, OBG 186; 1.78, OGB 105;) und an der Simmi (2.05, OGB 193) berechnet. Das entspricht denjenigen Stellen, an denen auch das kräftigste Algenwachstum verzeichnet wurde. Eine höhere Nährstoffverfügbarkeit (Nitrat, Ammonium, Phosphor) durch landwirtschaftliche Einträge oder den Einfluss der ARA ist wahrscheinlich.

Die Stelle Vild am VWK (OGB 186) zeigte als einzige Stelle ein geringes Vorkommen an Schlammröhrenwürmer (Naididae und Tubificidae). Diese Tiere können bei sehr hohem Angebot an organischem Material und knapper Sauerstoffverfügbarkeit eine Massenentwicklung durchmachen. Da diese Stelle oberhalb der ARA-Einleitung liegt, ist ein Nährstoffeintrag seitens der ARA Sargans aber auszuschliessen. Der WBK zeigte anhand der Saprobien eine leicht geringere Nährstoffbelastung als die übrigen Stellen.

Betroffen von gereinigtem Abwasser der ARA sind die Stellen Howand am VWK (OGB 105), Cholau am Mühlbach (OGB 189), Au am WBK und Frol an der Simmi (OGB 193). Ein bemerkbarer Einfluss von gereinigtem Abwasser war höchstens bei der ARA Gams an der Simmi (andere Artenkomposition, höherer Saprobienindex) auszumachen. Die mögliche Belastung ist aber gering und liegt im gesetzlich erlaubten Rahmen. Wahrscheinlicher ist, dass landwirtschaftliche Nährstoffeinträge die Ergebnisse beeinflusst haben.

4.5.2.7 Rhithron-Ernährungstypen-Index (RETI)

Die meisten Stellen wiesen eine annährend naturnahe Zusammensetzung der Ernährungstypen auf (mit einer Dominanz der Weider und Zerkleinerer entsprechend der rhithralen Gewässer). Die Simmi (OGB 193) und die Stelle Vild am VWK (OGB 186) hatten leicht tiefere RETI-Werte, die aber immer noch einen riththralen Charakter anzeigten. Das ist damit zu begründen, dass die als Zerkleinerer geltenden Flohkrebse an diesen beiden Stellen unter- oder gar nicht vertreten waren (Anhang A2).

Allgemein waren die Biozönosen vielfältig in ihren Ernährungsstrukturen: Nebst den dominanten Zerkleinern, Weidegänger und Detritusfressern kamen auch Räuber, passive Filtrierer und an machen Orten auch Parasiten vor.

4.5.2.8 Längenzonations-Index (LZI)

Der Längenzonations-Index (LZI), der sich aus den Eigenschaften der vorhandenen Arten ergibt, wies alle Stellen der unteren Forellenregion zu (Metarhithral; Anhang 2). Aufgrund des Gefälles und der Breite des Gewässers würde man zumindest im WBK auch Äschen erwarten (Hyporhithral). Der begradigte Verlauf des Kanals könnte für die veränderten LZI-Werte eine Rolle spielen.

Die Biozönosen waren grösstenteils von einem rhithralen Charakter geprägt. Es fanden sich aber auch Tiere aus Quellnähe (Grundwasseraufstoss, Giessen) wie auch Tiere, die man an einem Seeufer oder sehr langsam fliessenden Gewässern erwarten würde.

4.5.2.9 Faunistische Besonderheiten

In der Roten Liste (Lubini et al. 2012, Duelli 1994; Anhang 2) wurden folgende Arten gefunden:

- die Eintagsfliege *Torleya major.* Sie ist in der Westschweiz seit Jahren rückläufig und gilt heute als verletzlich (VU). In der Ostschweiz scheint sie jedoch wieder in Ausbreitung. Gefunden wurde sie in der aktuellen Studie in der Saar und im VWK bei Howand sowie als Einzelfund im WBK beim Zoll.
- die Köcherfliege *Agapetus nimbulus*. Sie kommt in Quellen, Flüssen und Giessen (Altarme mit klarem Wasser) vor. Sie gilt als verletzlich (VU). Nachgewiesen wurde sie aktuell im Mühlbach und in den drei oberen Stellen des WBK.
- der Taumelkäfer *Orectochilus villosus*. Er bevorzugt normalerweise eher stärkere Strömung und verbirgt sich tagsüber unter Steinen. Er gilt als verletzlich (VU) und wurde nur in der Simmi nachgewiesen.

Die Köcherfliege und die Eintagsfliege sind auch auf der Liste der Prioritären Arten der Schweiz erwähnt (BAFU 2011). Sie haben mässige Priorität.

Im WBK bei der Burgerau wurde eine eingeschleppte Art (Neozoon) entdeckt: *Potamopyrgus antipodarum*. Diese Neuseeländische Zwergdeckelschnecke breitet sich seit mehreren Jahrzehnten in der Schweiz aus und hat viele Tieflandgebiete bereits erobert.

Eine weitere Besonderheit betrifft die parasitierende Larve der Schlupfwespe *Agriotypus armatus*. Sie wurde in mehreren Larven von *Silo nigricornis* (Köcherfliege) im WBK beim Zoll gefunden.

Fazit Makrozoobenthos

Die ökologischen Ziele der GSchV (Anhang 1), mit einer Vielfalt und Häufigkeit der Arten, die typisch ist für nicht oder nur schwach belastete Gewässer, wurden bezüglich Makrozoobenthos an der Saar OGB 108), am VWK bei Howand (OGB 105), am Mühlbach (OGB 189), am WBK bei den Stellen Burgerau, Fenchrüteli und Au (OGB 100, 190, 191) sowie Simmi (OGB 193) erfüllt. Das Fehlen von Steinfliegen am WBK stellt dennoch ein Defizit dar.

Nur teilweise erreicht wurden die Ziele an den Stellen Vild am VWK (OGB 186) und beim Zoll am WBK (OGB 096). Die durch den IBCH indizierte Wasserqualität ist an diesen beiden Stellen nur mässig und der SPEARpesticide Index zeigt auf Pestizideinwirkung hin. Zumindest bei Vild manifestiert sich das in einer Veränderung der Menge und der Artenzusammensetzung des Makrozoobenthos. Ein Einfluss durch Schwall-Sunk wird hier ebenfalls nicht ausgeschlossen.

Veränderungen der natürlichen Biozönose werden vor allem mit der degradierten Ökomorphologie (Kanalisierung, verbauter Böschungsfuss, zu schmale und gewässerfremde Uferbereiche), und eher mit landwirtschaftlichen Einträgen begründet als mit dem Einleiten von gereinigten Abwässern.

4.6 Vergleich mit älteren Makrozoobenthos Untersuchungen

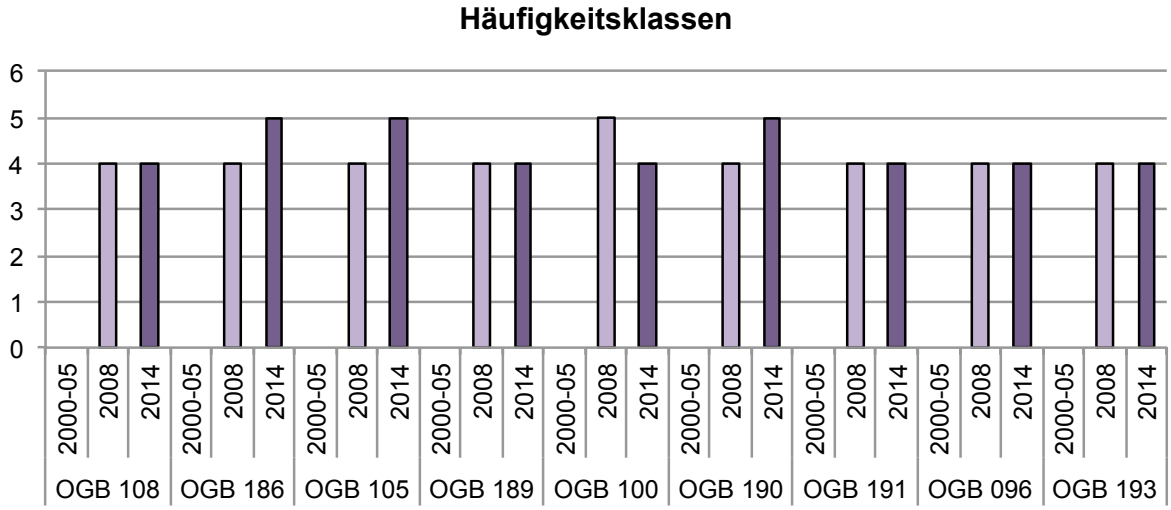
Das Einzugsgebiet der Saar und des Werdenberger Binnenkanals wurden das letzte Mal am 3. und 19. April 2008 von der Firma AquaPlus (AquaPlus, 2009) untersucht. Dabei wurden die 9 Probestellen der aktuellen Studie und zusätzlich 5 weitere Stellen untersucht. Es wurde auch Bezug genommen zu älteren Daten aus den Jahren 2004/2005 und 2000/2002.

Hier in diesem Bericht werden die aktuellen Ergebnisse in erster Linie mit denjenigen aus dem Jahr 2008 verglichen. Wo möglich, wird mit noch älteren Daten verglichen (Anzahl Taxa, Rote Liste Arten, Makroindex und IBCH; vgl. S. 7, 48, 53 und Taxalisten im Anhang von AquaPlus 2009).

4.6.1 Vergleich der Häufigkeitsklassen

Zum Vergleich der Häufigkeitsklassen wurde die geschätzte Individuendichte der aktuellen Untersuchung (Limnex) auf die Häufigkeitsklassen der Untersuchung im Jahr 2008 umgerechnet (AquaPlus 2009). Abbildung 9 zeigt, dass sich die groben Grössenordnung der Individuenzahlen nicht massgeblich verändert haben:

- Die Klasse 4 (101-500 Ind./0.1 m^2) wurde in der Saar (OGB 108), im Mühlbach (OGB 189), in der Simmi (OGB 193) und an den zwei unteren Stellen im WBK (OGB 191, 096) beibehalten.
- Leicht abgenommen von Klasse 5 auf 4 hat die Häufigkeit der Individuen bei Buchs Burgerau im WBK (OGB 100). Fast verschwunden sind die Steinfliegen, gar nicht mehr nachgewiesen wurden die Schlammröhrenwürmer (Tubificidae und Naididae). Einen starken Rückgang verzeichneten die Zuckmückenlarven (von Klasse 4 auf 3).
- Umgekehrt zugenommen von Klasse 4 auf 5 (501-2500 Ind./m^2) hat die Häufigkeit der Individuen an beiden Stellen im VWK (OGB 105, 186) und bei Buchs Fenchrüteli (OGB 190). Bei Vild im VWK haben insbesondere die Zuckmücken und die Schlammröhrenwürmer zugenommen. Bei Howand im VWK wurden keine Regenwürmer (Lumbriciden) mehr gefunden, dafür aber mehr Flohkrebse und Köcherfliegen als 2008.



Stellenbezeichnungen:

Saar:		**OGB108**	Sargans, Rächenschür		
VKW:	Vilters-Wangser Kanal	**OGB186**	Sargans, Vild	**OGB105**	Sargans, Howand
MB:	Mühlbach	**OGB189**	Wartau, Cholau		
WBK:	Werdenberger Binnenkanal	**OGB100**	Buchs, Burgerau	**OGB190**	Buchs, Fenchrüteli
		OGB191	Sennwald, Au	**OGB096**	Altstätten, Schluch
Si:	Simmi	**OGB193**	Gams, Frol nach ARA		

Abbildung 9: *Vergleich der Häufigkeitsklassen in den Jahren 2008 und 2014.*

4.6.2 Vergleich Anzahl Taxa

Der Anzahl Taxa von 2014 können einerseits die Zahlen von 2008 und andererseits die Maximalwerte noch früherer Untersuchungen gegenüber gestellt werden (Jahre 2000, 2002 durch Ambio, 2005 durch AquaPlus; In AquaPlus 2009; Abb. 10). Unterschiedliche Bestimmungsstufen können zu kleinen Abweichungen (1-3 Taxa) in der Gesamtzahl führen. Limnex hat nur die Tiergruppen berücksichtigt, welche Teile des IBCH Bewertungssystems sind. Springschwänze wurden zum Beispiel nicht gezählt.

- Für die Saar (OGB 108) und die Stelle Howand im VWK (OGB 105) sowie den Mühlbach (OGB 189) ist eine Zunahme der Taxazahlen zu verzeichnen. Für den Zuwachs verantwortlich sind vor allem die EPT: Sowohl in der Saar, im VWK bei Howand als auch im Mühlbach haben die Eintagsfliegen-, Steinfliegen- und Köcherfliegentaxa gegenüber 2008 zugenommen. Des Weiteren wurden 3-6 Zweiflüglerarten mehr festgestellt.

- Auch bei Vild im VWK (OGB 186) wurden mehr Taxa beobachtet als 2008, jedoch wurde das Spektrum von 2000-2005 nicht erreicht. Gegenüber 2008 haben Köcherfliegen und Käferarten zugenommen. Schlammröhrenwürmer und zwei Unterordnungen der Zuckmücken wurden neu beobachtet. Sie gehen oft mit einer Störung oder Verschmutzungszunahme einher. Dazu würde auch der Rückgang der Eintagsfliegenarten passen. Von vier Arten wurde nur noch *Baetis rhodani* nachgewiesen. Der IBCH und der SPEAR-Index entsprechen dieser Entwicklung.

- Im WBK hat sich die Anzahl Taxa nicht merklich verändert. Eine leichte Zunahme gab es nur bei Au, Sennwald (OGB 191). Beim Zoll (OGB 096) nahm die Taxazahl zwar gegenüber 2008 auch leicht zu, erreichte aber nicht die Vielfalt der Untersuchungsperiode 2000-2005.

    - Obwohl bei Burgerau (OGB 100) die Taxazahl konstant scheint, haben Veränderungen stattgefunden: Die Köcherfliegenarten nahmen ab, im Gegenzug wurden u.a. 2 Egelarten und 4 Zweiflüglertaxa mehr verzeichnet.

    - Bei Fenchrüteli (OGB 190) sind die Taxazahlen in etwa gleich geblieben. Einige Würmer sind 2014 nicht mehr gefunden worden, dafür neue Zweiflüglertaxa.

    - In der Au bei Sennwald (OBG 191) fanden ähnliche Veränderungen wie bei Burgerau statt: Egel und mehrere Zweiflüglertaxa wurden nachgewiesen.

    - Beim Zoll (OGB 096) liegt die Zunahme gegenüber 2008 vor allem in den Käfer-, Egel-, Wurm- und Molluskenarten begründet.

- In der Simmi (OGB 193) nahm die Taxazahl gegenüber 2008 leicht zu, erreichte aber nicht die Vielfalt der Untersuchungsperiode 2000-2005. Die Schlammröhrenwürmer sind nicht mehr nachgewiesen worden. Zugenommen haben vornehmlich die Köcher- und Eintagsfliegen, die Zweiflügler, Käfer und Mollusken.

Es ist von 2008 zu 2014 an den meisten Stellen also eine deutliche Strukturänderung in der Zusammensetzung der Makrozoobenthos-Taxa eingetreten. Unklar ist, in wieweit sich die Taxaliste von 2000-2005 und 2014 ähnlich sind, da die Datenlisten von 2000-2005 (der Autorin) nicht vorliegen.

4.6.3 Rote Liste und Neozoen

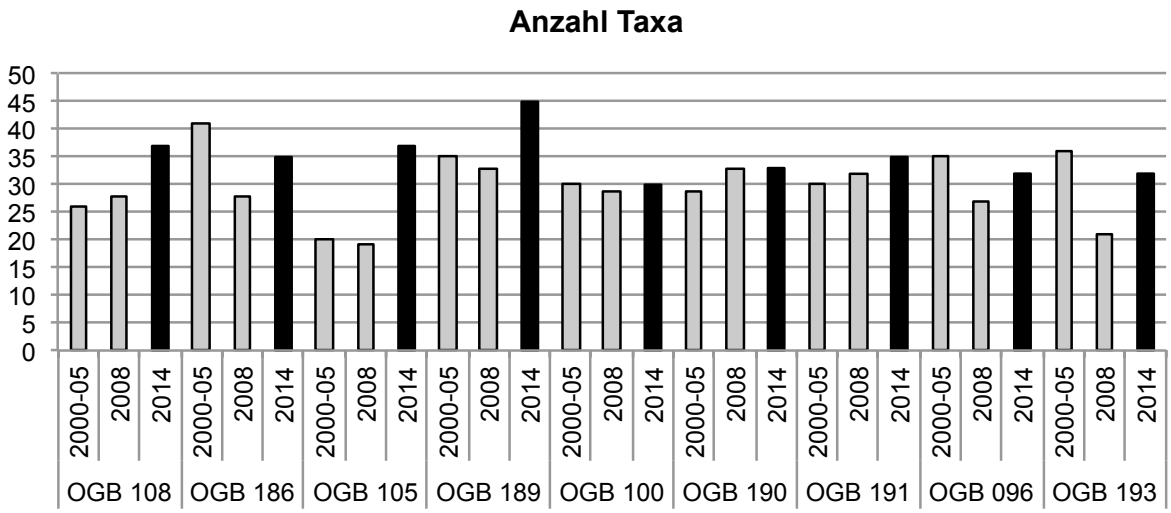
- Die Rote Liste Art *Agapetus nimbulus* (Köcherfliege), die 2014 im Mühlbach und im WBK vorkam, war sehr wahrscheinlich bereits 2008 in den Proben unter der Familie der Glossosomatidae enthalten.

- Eine weitere Rote Liste Art, *Torleya mayor* (Eintagsfliege), war 2008 noch nicht vermerkt in der Saar und bei Howand im VWK, im WBK beim Zoll hingegen schon. Vielleicht wurde sie bei Howand unter der Familie Ephemerellidae notiert.

- Der bedrohte Taumelkäfer *Orectochilus villosus* wurde nur 2014 in der Simmi beobachtet.

- Die Neuseeländische Zwergdeckelschnecke *Potamopyrgus antipodarum* (Neozoon) kam 2008 noch nicht vor im WBK. Es wurden nur wenige Exemplare gefunden. Von anderen Gewässern

ist bekannt, dass sie massenweise auftreten kann. Möglicherweise steht diese Schnecke erst am Anfang der Besiedlung des WBK.



Stellenbezeichnungen:

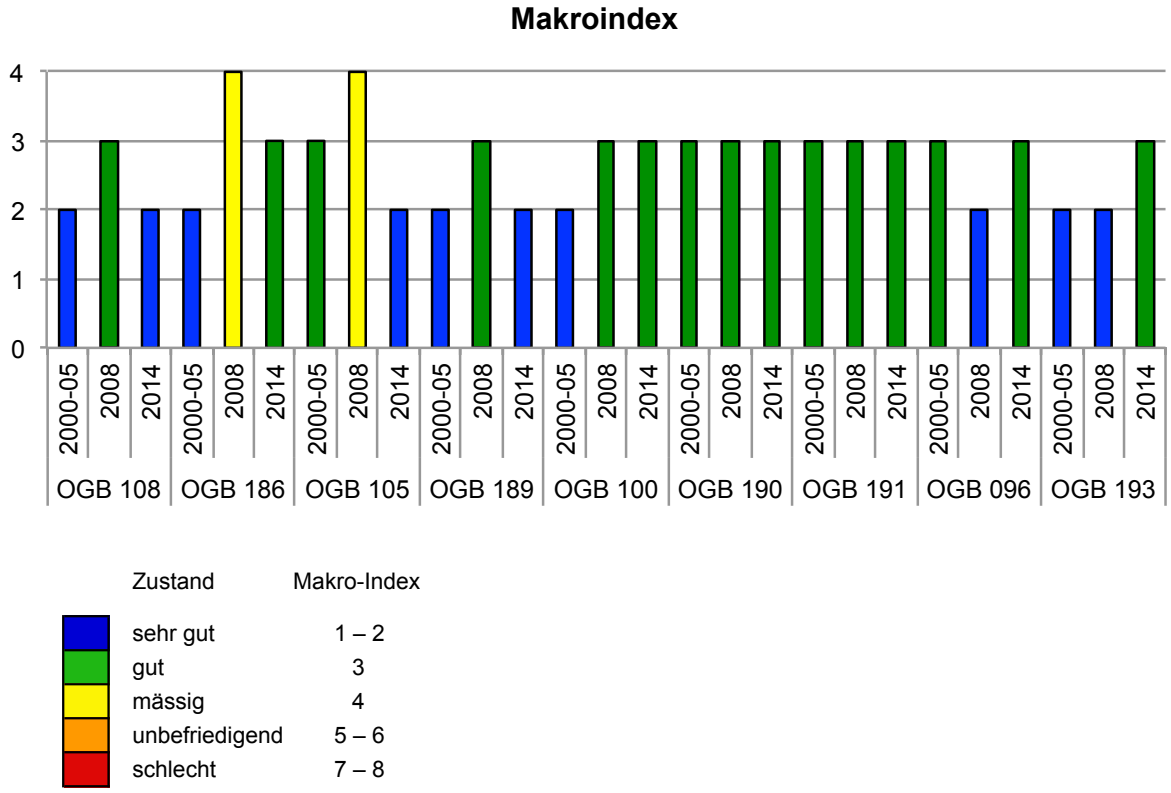
Saar:		**OGB108**	Sargans, Rächenschür		
VKW:	Vilters-Wangser Kanal	**OGB186**	Sargans, Vild	**OGB105**	Sargans, Howand
MB:	Mühlbach	**OGB189**	Wartau, Cholau		
WBK:	Werdenberger Binnenkanal	**OGB100**	Buchs, Burgerau	**OGB190**	Buchs, Fenchrüteli
		OGB191	Sennwald, Au	**OGB096**	Altstätten, Schluch
Si:	Simmi	**OGB193**	Gams, Frol nach ARA		

Abbildung 10: *Vergleich der Anzahl Taxa in den Jahren 2000-2005, 2008 und 2014.*

4.6.4 Vergleich Makroindex

Abbildung 11 stellt die Entwicklung des Makroindexes der Untersuchungsperiode 2000-2005, 2008 und 2014 dar.

- Der Makroindex hat sich im oberen Teil des Einzugsgebiets 2014 gegenüber 2008 verbessert (OGB 108, 105, 186, 189). Wie im Kapitel 4.6.2 aufgezeigt wird, liegt das an der Zunahme der empfindlichen Insektentaxa.
- Im WBK hat sich der Makroindex an den oberen drei Stellen (OGB 100, 190, 191) nicht verändert. Einzig beim Zoll hat sich der Makroindex um eine Klasse verschlechtert. Das dürfte daran liegen, dass die neu beobachteten Taxa vor allem weniger empfindliche Nicht-Insektenarten sind.
- In der Simmi hat sich der Markoindex ebenfalls um eine Klasse verschlechtert. Obwohl 2014 neu mehrere Arten von Köcherfliegen nachgewiesen worden sind, halfen sie nicht den Makroindex zu stützen. Es handelt sich bei den neuen Arten (bis auf eine) um köcherlose Köcherfliegenlarven (Hydropsychidae, Rhyacophilidae), die für den Makroindex nicht dieselbe Indikatorwirkung haben wie die köchertragenden. Beim IBCH hingegen sind die neuen Familien wichtig, um eine höhere Diversitätsklasse zu erreichen. Das erklärt das unterschiedliche Resultat (MI: schlechter, IBCH: besser) der beiden Indices.



Stellenbezeichnungen:

Saar:		**OGB108**	Sargans, Rächenschür		
VKW:	Vilters-Wangser Kanal	**OGB186**	Sargans, Vild	**OGB105**	Sargans, Howand
MB:	Mühlbach	**OGB189**	Wartau, Cholau		
WBK:	Werdenberger Binnenkanal	**OGB100**	Buchs, Burgerau	**OGB190**	Buchs, Fenchrüteli
		OGB191	Sennwald, Au	**OGB096**	Altstätten, Schluch
Si:	Simmi	**OGB193**	Gams, Frol nach ARA		

Abbildung 11: *Vergleich des Makroindex in den Jahren 2000-2005, 2008 und 2014.*

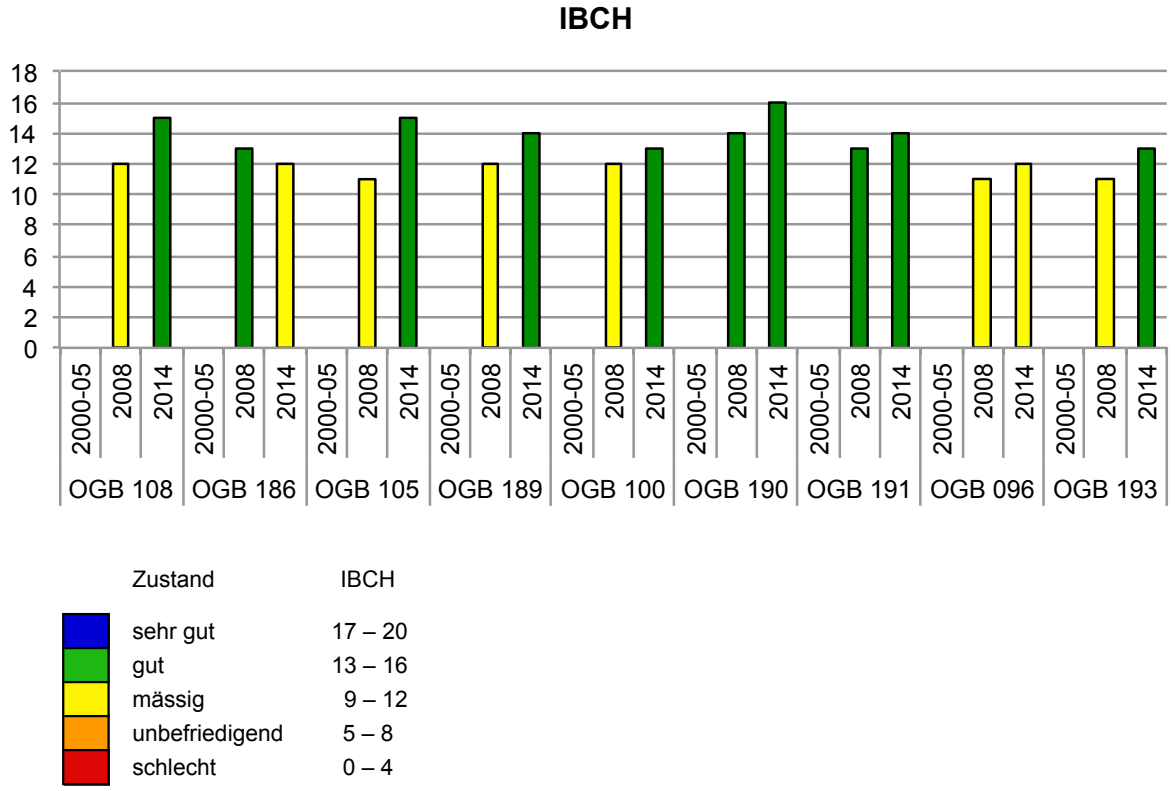
4.6.5 Vergleich IBCH und Erfüllung Anforderung an GSchV

Der IBCH hat sich 2014 gegenüber 2008 an allen Stellen ausser bei Vild im VWK (OGB 186) um 1-4 IBCH-Punkte verbessert (Abb. 12).

- Das führte für die Saar (OGB 108), für den VWK bei Howand (OGB 105), für den Mühlbach (OGB 189), für den WBK bei Burgerau (OGB 100) und die Simmi (OGB 193) zu einem Klassenwechsel der indizierten Gewässergüte von mässig zu gut. Nach der Methode IBCH erfüllen diese Stellen nun die Anforderungen an die GSchV (Abb. 13). Bei Burgerau sind allerdings Zweifel angebracht, ob die Klasse „gut“ wirklich zutrifft (vgl. Kapitel 4.5.2.3, methodische Artefakte).

- Obschon sich auch die drei unteren Stellen des WBK um 1-2 IBCH-Punkte verbessern konnten, verblieben sie in den bisherigen Klassen: „Gut“ bei Fenchrüteli und Au (OGB 190, 191), „mässig“ beim Zoll.

- Einzig bei Vild im VWK (OGB 186) hat der IBCH um 1 Punkt abgenommen und damit gleich den Klassenwechsel von gut zu mässig bewirkt. Grund ist die Abnahme der EPT-Familien. Der Makroindex hat sich jedoch eine Klasse verbessert. Hier spielten die Anzahl Taxa der köchertragenden Köcherfliegen die entscheidende Rolle. Beim IBCH wurden dieselben 6 Taxa nur als eine Familie zur Berechnung der Diversitätsklasse hinzugefügt. Die Anforderungen an die GSchV sind 2014 bei Vild also knapp nicht erfüllt (Abb. 13).



Stellenbezeichnungen:

Saar:		**OGB108**	Sargans, Rächenschür		
VKW:	Vilters-Wangser Kanal	**OGB186**	Sargans, Vild	**OGB105**	Sargans, Howand
MB:	Mühlbach	**OGB189**	Wartau, Cholau		
WBK:	Werdenberger Binnenkanal	**OGB100**	Buchs, Burgerau	**OGB190**	Buchs, Fenchrüteli
		OGB191	Sennwald, Au	**OGB096**	Altstätten, Schluch
Si:	Simmi	**OGB193**	Gams, Frol nach ARA		

Abbildung 12: *Vergleich des IBCH in den Jahren 2008 und 2014.*

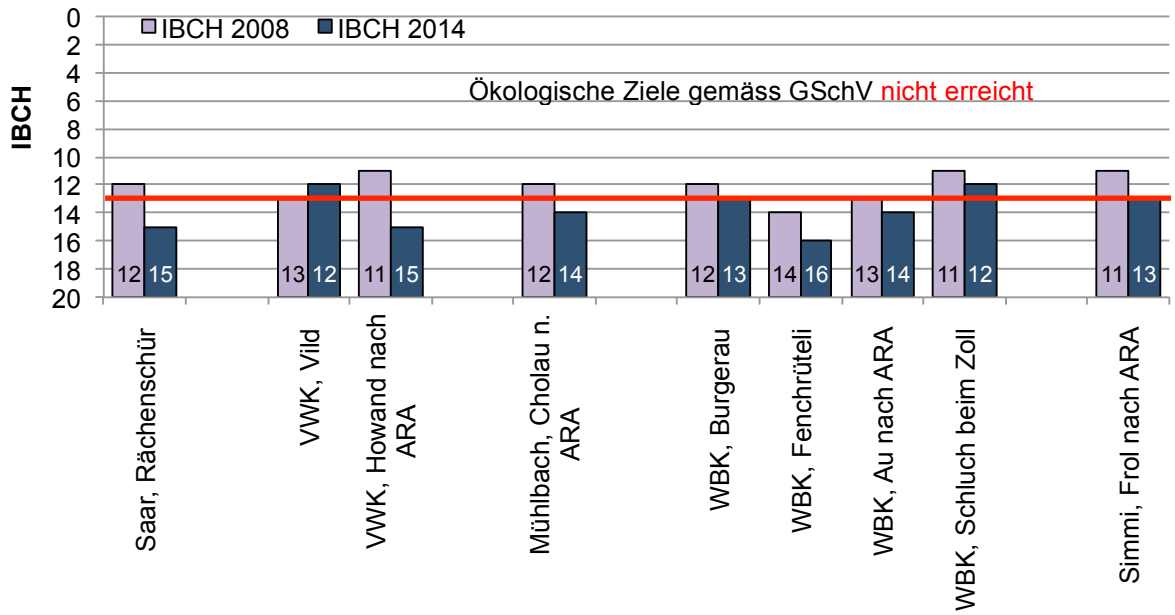


Abbildung 13: *Vergleich des IBCH für die Jahre 2008 und 2014. Die rote Linie bezeichnet das ökologische Ziel gemäss GSchV Anhang 1 (Bewertung IBCH gemäss Modul Makrozoobenthos Stufe F; Stucki 2010).*

4.6.6 Auswirkungen von getroffenen Massnahmen

Massnahmen, die in der Zwischenzeit ergriffen wurden oder Veränderungen, die seit der letzten Untersuchung 2008 statt gefunden haben, sind in Kapitel 3.1 bereits erwähnt und an verschiedensten Stellen im Bericht bereits in Zusammenhang zu den Ergebnissen gesetzt worden. Im Folgenden werden diese nochmals gebündelt aufgeführt.

4.6.6.1 Renaturierung Schluch

Die Renaturierung im WBK bei Schluch betrifft die Stelle beim Zoll (OGB 096) und hat mehr als 500 m oberhalb der Probenahmestelle stattgefunden (vgl. Orthofoto auf www.map.geo.admin.ch). Dank der veränderten Morphologie könnten sich vermehrt empfindliche Insektentaxa ansiedeln und durch Flug oder Abdrift auch die Probenahmestelle besiedeln. Allerdings zeigte sich dieses Szenario noch nicht. Im Gegenteil: Es wurden weniger EPT-Taxa festgestellt als bei der Untersuchung 2008. Die leichte Verbesserung des IBCH und des Saprobien-Indexes sind nicht der Erweiterung der ARA Sennwald (vgl. 4.6.6.4) zuzuschreiben, da bei den flussaufwärts liegenden Untersuchungsstellen ebenfalls bessere Werte gemessen wurden.

4.6.6.2 Renaturierung Mühlbach/Tankgraben

Die Renaturierung Mühlbach/Tankgraben, Wartau könnte die Stelle am Mühlbach nach der ARA Wartau (OGB 189) betreffen. Soweit aus der topografischen Karte ersichtlich, befinden sich der Tankgraben und der renaturierte Abschnitt vom Mühlbach mehr als 500 m flussabwärts von der Probenahmestelle. Eine direkte Auswirkung wird daher nicht erwartet. Das neu gestaltete Habitat vergrössert aber die geeigneten Lebensräume für typische Gewässerbewohner und stärkt somit durch Austausch und Verbreitung auch die Populationen naheliegender ähnlicher Habitate, wie sie die Probestelle am Mühlbach darstellt.

Ob der verbesserte IBCH damit in Zusammenhang steht oder nicht kann mit vorliegender Datengrundlage nicht beurteilt werden. Hierzu wäre die Artenliste der renaturierten Stellen nötig.

4.6.6.3 Renaturierung Giessen, Wartau

Die Renaturierung Giessen, Wartau könnte ebenfalls die Stelle am Mühlbach (OGB 189) betreffen. Die Giessen liegen oberhalb der Probenahmestelle Mühlbach. Der Lebensraum für typische Gewässerbewohner wurde erweitert, was den Austausch und die Verbreitung der Tiere an nahegelegene Stellen wie die Untersuchungsstelle am Mühlbach fördert (zum Beispiel durch Abdrift).

Ob der verbesserte IBCH damit in Zusammenhang steht oder nicht kann mit vorliegender Datengrundlage nicht beurteilt werden. Hierzu wäre die Artenliste der renaturierten Stellen nötig.

4.6.6.4 Erweiterung ARA Sennwald

Bei der ARA Sennwald hat von 2009-2012 eine Erweiterung der Anlage stattgefunden: Es betrifft die Stellen Au, Sennwald und Schluch beim Zoll (OGB 191, 096). Man geht davon aus, dass bei einer Erweiterung eine ARA die Reinigungskraft erhöht wird und somit weniger Nährstoffe in den Werdenberger Binnenkanal gelangen als vor dem Umbau.

Ein Vergleich des Saprobien-Index und des IBCH von 2008 und 2014 zeigt, dass sich die Wasserqualität verbessert hat. Der Saprobien-Index ist an beiden Stellen von 1.8 auf 1.6 gefallen und somit änderte sich die Bewertung der Probenahmestelle von „gering bis mässig belastet“ zu noch „gering belastet“. Der IBCH verbesserte sich je um einen Punkt von 13 auf 14 (Au) und von 11 auf 12 (Zoll), wobei das Gesamtbild der aktuellen Probe bei Au eher 13 als 14 Punkten entspricht. Diese positiven Entwicklungen treffen aber auch auf die beiden oberen Stellen (OGB 100, 190) zu.

Einzig die 2014 gemessenen Biomassen sind nach der Einleitung ARA Sennwald um die Hälfte oder mehr kleiner als vor der Einleitung (vgl. Abb. 6 und 7). Mit einem geringeren Nährstoffangebot sinkt in der Regel auch die Produktivität der Nahrungskette, was ein Hinweis auf die Wirkung der Erweiterung der ARA sein könnte. Es fehlen jedoch Vergleichsdaten der Biomassen früherer Jahre und auch der Pflanzenbewuchs lieferte keine schlüssigen Indizien.

Die Wirkung der ARA Erweiterung auf die Gewässerqualität kann nicht hinreichend belegt werden.

Fazit: Vergleich aktuelle Untersuchung 2014 mit älteren Daten

Insgesamt hat sich der Zustand der Wirbellosen im Einzugsgebiet der Saar und des WBK von 2008 auf 2014 verbessert. Es wurde an den meisten Stellen eine Zunahme der empfindlichen Insektentaxa festgestellt. Die Gesamttaxazahl stieg entweder leicht an oder blieb auf bestehendem Niveau, was zu einer leichten Umstrukturierung der Biozönosen führte. Alle Stellen bis auf Vild am VWK (OGB 186) hatten höhere IBCH-Werte als 2008.

Da Untersuchungen im Zeitraum von 2000-2005 teilweise ebenfalls höhere Makroindex-Werte und mehr Taxa aufwiesen, könnte die beobachtete allgemeine Verbesserung 2014 lediglich die Erholung nach dem Hochwasser, das den Probenahmen 2008 2-3 Wochen vorausgegangen ist, widerspiegeln. Eine Benthosgemeinschaft braucht in der Regel mindestens 6 Wochen, um sich von einer grösseren Störung zu erholen.

Die Individuendichten haben sich von 2008 zu 2014 nicht massgeblich verändert.

Die Auswirkungen der getroffenen Massnahmen (Renaturierungen am Mühlbach und im WBK im Gebiet Schluch, Erweiterung der ARA Sennwald) konnten mit den vorliegenden Daten nicht beurteilt werden.

5. LITERATURVERZEICHNIS

AquaPlus (2009): Biologische Untersuchungen in den Einzugsgebieten Saar und Werdenberger Binnenkanal (SG). Untersuchungen im Auftrag des Amtes für Umweltschutz des Kantons St. Gallen.

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.

Beketov M.A., Liess M. (2008): An indicator for effects of organic toxicants on lotic invertebrate communities: independence of confounding environmental factors over an extensive river continuum. Environmental Pollution, 156(3): 980–987.

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.

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.

Dückelmann, 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.

Jungwirth M., Moog O., Winkler H. (1980): Vergleichende Fischbestandsaufnahmen an elf niederösterreichischen Fliessgewässerstrecken. Jubiläumsschrift der Österreichischen Fischereigesellschaft, Wien, 81–104.

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.

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.

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 Primärproduk-

tion 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.

Zelinka, M. & Marvan, P. (1961): Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fliessender Gewässer. Arch. Hydrobiol. 57: 389-407.

Webseiten im Internet:

www.alpenrhein.net; Revitalisierung am Alpenrhein (Stand Juni 2014)

www.ecoprof.at; Bewertung nach WRRL (Stand April 2014)

www.map.geo.admin.ch; Kartenansichten und Orthofotos (Stand Juni 2014)

www.psteinmann.net/bio_neozoen; Aquatische Neozoen (Stand Juni 2014)

www.systemecology.eu/spear/spear-calculator/ ;SPEAR Calculator (Stand April 2014)

www.umwelt.sg.ch; Angaben zu ARA (Stand Juni 2014)

ANHANG

A1 Beurteilungsblätter für alle Untersuchungsstellen

A2 Methoden und Rohdaten Makrozoobenthos

A3 Methoden und Rohdaten Ökomorphologie und Äusserer Aspekt

A1 Beurteilungsblätter für alle Untersuchungsstellen

Saar	Sargans Rächenschür

Probenahmestelle 480 m.ü.M. 753 789 / 214 034

06.03.14	OGB
Witterung: schön, < 2 Tage Regen Abflussverhältnisse: Normal für Jahreszeit	
Wasserqualität Messungen: Temperatur 10.3 °C Leitfähigkeit (25°C) 503 µS/cm	108

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

Makrozoobenthos

Biotische Indices

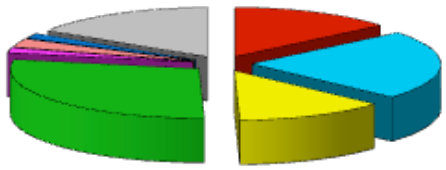
SPEARpesticide-Index	100	44	44	33	33	22	22	11	11	0
Saprobitätsindex	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV
Makroindex	1 Sehr gut 2	3 Gut	4 Mässig	5 Unbefriedigend 6	7 Schlecht 8
IBCH	20 Sehr gut 17	16 Gut 13	12 Mässig 9	8 Unbefriedigend 5	4 Schlecht 0

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)	45	35	25	15	5	
Diversität MZB (n. Wilhm&Dorris)	≥4	3	2	1	0	

Systematische Gruppen MZB: Stelle OGB 108



Steinfliegen, Eintagsfliegen, Köcherfliegen, Zuckmücken, Kriebelmücken, Zweiflügler, Würmer, Übrige Taxa

Zusammenfassende Beurteilung nach den einzelnen Indikatoren

Äusserer Aspekt: geringe Belastung, ausser viel Abfälle
Makrozoobenthos: keine bis geringe Belastung
Pflanzlicher Bewuchs: keine Belastung

Vilters-Wangser-Kanal | Sargans Vild

06.03.14

OGB 186

Probenahmestelle

480 m.ü.M. 753 380 / 213 850

Witterung: schön, < 2 Tage Regen
Abflussverhältnisse: Normal für Jahreszeit

Wasserqualität Messungen:

Temperatur	Leitfähigkeit (25°C)
7.6 °C	390 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

Makrozoobenthos

Biotische Indices

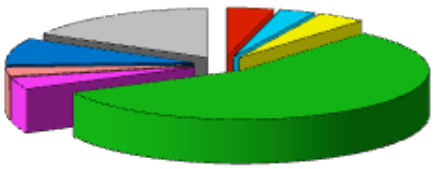
SPEARpesticide-Index	100 44	44 33	33 22	22 11	11 0	
Saprobitätsindex	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV
Makroindex	1 Sehr gut 2	3 Gut 4	Mässig 5	Unbefriedigend 6	7 Schlecht 8	
IBCH	20 Sehr gut 17	16 Gut 13	12 Mässig 9	8 Unbefriedigend 5	4 Schlecht 0	

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)	45	35	25	15	5	
Diversität MZB (n. Wilhm&Dorris)	≥4	3	2	1	0	

Systematische Gruppen MZB: Stelle OGB 186



Steinfliegen, Eintagsfliegen, Köcherfliegen, Zuckmücken, Kriebelmücken, Zweiflügler, Würmer, Übrige Taxa

Zusammenfassende Beurteilung nach den einzelnen Indikatoren

Äusserer Aspekt: geringe Belastung, ausser viel Abfälle
Makrozoobenthos: geringe bis mittlere Belastung
Pflanzlicher Bewuchs: geringe bis mittlere Belastung

Vilters-Wangser-Kanal | Sargans Howand

06.03.14

OGB 105

Probenahmestelle

475 m.ü.M. 754 178 / 214 678

Witterung: schön, < 2 Tage Regen
Abflussverhältnisse: Normal für Jahreszeit

Wasserqualität Messungen:

Temperatur	Leitfähigkeit (25°C)
9.3 °C	456 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

Makrozoobenthos

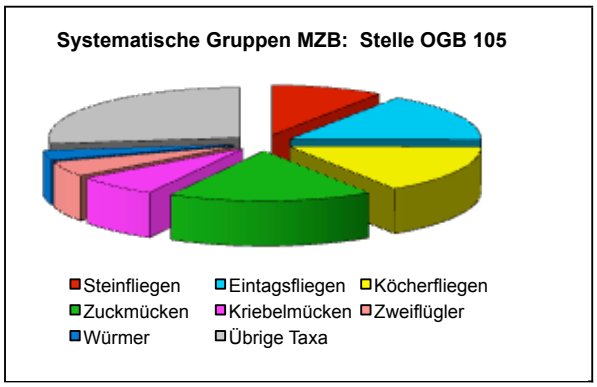
Biotische Indices

SPEARpesticide-Index	100 44	44 33	33 22	22 11	11 0	
Saprobitätsindex	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV
Makroindex	1 Sehr gut 2	3 Gut	4 Mässig	5 Unbefriedigend 6	7 Schlecht 8	
IBCH	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)	45	35	25	15	5	
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 bis mittlere Belastung

Mühlbach	Wartau Cholau nach ARA Wartau	06.03.14	OGB

Probenahmestelle 465 m.ü.M. 756 972 / 218 855

Witterung: schön, < 2 Tage Regen
Abflussverhältnisse: Normal für Jahreszeit

Wasserqualität Messungen:

Temperatur	Leitfähigkeit (25°C)
8.9 °C	458 µS/cm

189

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

Makrozoobenthos

Biotische Indices

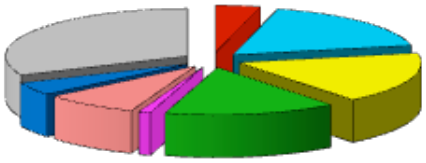
SPEARpesticide-Index	100	44	44 33	33 22	22 11	11 0	
Saprobitätsindex	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV
Makroindex	1 Sehr gut 2	3 Gut	4 Mässig	5 Unbefriedigend 6	7 Schlecht 8		
IBCH	20 Sehr gut 17	16 Gut 13	12 Mässig 9	8 Unbefriedigend 5	4 Schlecht 0		

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)	45	35	25	15	5	
Diversität MZB (n. Wilhm&Dorris)	≥4	3	2	1	0	

Systematische Gruppen MZB: Stelle OGB 189



Steinfliegen, Eintagsfliegen, Köcherfliegen, Zuckmücken, Kriebelmücken, Zweiflügler, Würmer, Übrige Taxa

Zusammenfassende Beurteilung nach den einzelnen Indikatoren

Äusserer Aspekt: geringe Belastung
Makrozoobenthos: keine bis geringe Belastung
Pflanzlicher Bewuchs: geringe Belastung

Werdenberger Binnenkanal	Buchs Burgerau	05.03.14	OGB

Probenahmestelle 451 m.ü.M. 755 675 / 224 502

Witterung: schön, < 2 Tage Regen
Abflussverhältnisse: Normal für Jahreszeit

Wasserqualität Messungen:

Temperatur	Leitfähigkeit (25°C)
6.9 °C	141 µS/cm

100

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

Makrozoobenthos

Biotische Indices

SPEARpesticide-Index	100 – 44	44 – 33	33 – 22	22 – 11	11 – 0		
Saprobitätsindex	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV
Makroindex	1 Sehr gut 2	3 Gut	4 Mässig	5 Unbefriedigend 6	7 Schlecht 8		
IBCH	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)	45	35	25	15	5	
Diversität MZB (n. Wilhm&Dorris)	≥4	3	2	1	0	

Systematische Gruppen MZB: Stelle OGB 100

Steinfliegen, Eintagsfliegen, Köcherfliegen, Zuckmücken, Kriebelmücken, Zweiflügler, Würmer, Übrige Taxa

Zusammenfassende Beurteilung nach den einzelnen Indikatoren

Äusserer Aspekt: mittlere Belastung, ausser viel Abfälle
Makrozoobenthos: keine bis geringe Belastung
Pflanzlicher Bewuchs: geringe Belastung

Werdenberger Binnenkanal	Buchs Fenchrüteli	05.03.14	OGB
Probenahmestelle 440 m.ü.M.	754 685 / 228 231	Witterung: schön, < 2 Tage Regen Abflussverhältnisse: Normal für Jahreszeit	190

Wasserqualität Messungen:

Temperatur	Leitfähigkeit (25°C)
7.4 °C	132 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

Makrozoobenthos

Biotische Indices

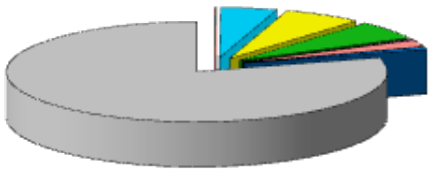
SPEARpesticide-Index	100 – 44	44 – 33	33 – 22	22 – 11	11 – 0		
Saprobitätsindex	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV
Makroindex	1 Sehr gut 2	3 Gut 4	4 Mässig 5	5 Unbefriedigend 6	7 Schlecht 8		
IBCH	20 Sehr gut 17	16 Gut 13	12 Mässig 9	8 Unbefriedigend 5	4 Schlecht 0		

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)	45	35	25	15	5	
Diversität MZB (n. Wilhm&Dorris)	≥4	3	2	1	0	

Systematische Gruppen MZB: Stelle OGB 190



Steinfliegen, Eintagsfliegen, Köcherfliegen, Zuckmücken, Kriebelmücken, Zweiflügler, Würmer, Übrige Taxa

Zusammenfassende Beurteilung nach den einzelnen Indikatoren

Äusserer Aspekt: geringe bis mittlere Belastung

Makrozoobenthos: geringe Belastung

Pflanzlicher Bewuchs: keine Belastung

Werdenberger Binnenkanal	Sennwald Au	05.03.14	OGB
Probenahmestelle 430 m.ü.M. 757 459 / 237 000		Witterung: schön, < 2 Tage Regen Abflussverhältnisse: Normal für Jahreszeit	
		Wasserqualität Messungen: Temperatur 8.2 °C Leitfähigkeit (25°C) 413 µS/cm	191

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

Makrozoobenthos

Biotische Indices

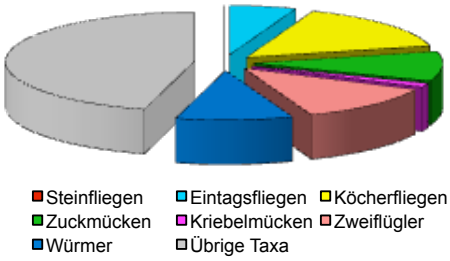
SPEARpesticide-Index	100 44	44 33	33 22	22 11	11 0		
Saprobitätsindex	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV
Makroindex	1 Sehr gut 2	3 Gut 4	Mässig 5	Unbefriedigend 6	7 Schlecht 8		
IBCH	20 Sehr gut 17	16 Gut 13	12 Mässig 9	8 Unbefriedigend 5	4 Schlecht 0		

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)	45	35	25	15	5	
Diversität MZB (n. Wilhm&Dorris)	≥4	3	2	1	0	

Systematische Gruppen MZB: Stelle OGB 191



Zusammenfassende Beurteilung nach den einzelnen Indikatoren

Äusserer Aspekt: keine bis geringe Belastung

Makrozoobenthos: geringe Belastung

Pflanzlicher Bewuchs: geringe Belastung

Werdenberger Binnenkanal	Altstätten Schluch beim Zoll	05.03.14	OGB
Probenahmestelle 430 m.ü.M.	758 580 / 238 160	Witterung: schön, < 2 Tage Regen Abflussverhältnisse: Normal für Jahreszeit	
		Wasserqualität Messungen: Temperatur 7.5 °C Leitfähigkeit (25°C) 164 µS/cm	096

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

Makrozoobenthos

Biotische Indices

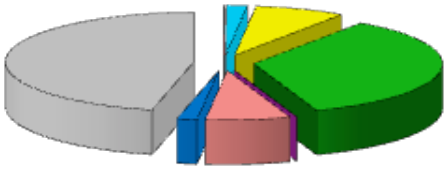
SPEARpesticide-Index	100 44	44 33	33 22	22 11	11 0		
Saprobitätsindex	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV
Makroindex	1 Sehr gut 2	3 Gut 4	Mässig 5	Unbefriedigend 6	7 Schlecht 8		
IBCH	20 Sehr gut 17	16 Gut 13	12 Mässig 9	8 Unbefriedigend 5	4 Schlecht 0		

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)	45	35	25	15	5	
Diversität MZB (n. Wilhm&Dorris)	≥4	3	2	1	0	

Systematische Gruppen MZB: Stelle OGB 096



Steinfliegen, Eintagsfliegen, Köcherfliegen, Zuckmücken, Kriebelmücken, Zweiflügler, Würmer, Übrige Taxa

Zusammenfassende Beurteilung nach den einzelnen Indikatoren

Äusserer Aspekt: geringe Belastung, ausser strake Kolmation
Makrozoobenthos: geringe bis mittlere Belastung
Pflanzlicher Bewuchs: geringe Belastung

Simmi	Gams Frol nach ARA

Probenahmestelle

440 m.ü.M. 754 177 / 230 923

05.03.14	OGB
Witterung: schön, < 2 Tage Regen Abflussverhältnisse: Normal für Jahreszeit	
Wasserqualität Messungen: Temperatur 4.2 °C Leitfähigkeit (25°C) 173 µS/cm	193

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

Makrozoobenthos

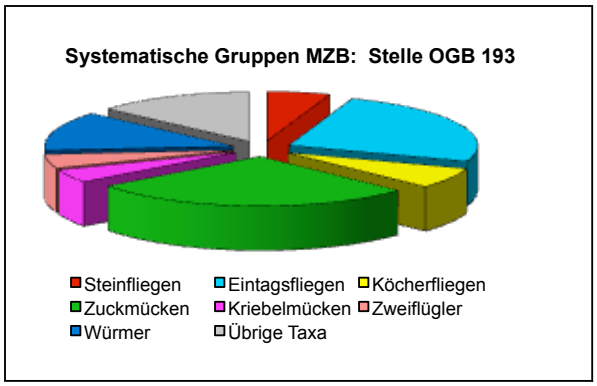
Biotische Indices

SPEARpesticide-Index	100 44	44 33	33 22	22 11	11 0		
Saprobitätsindex	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV
Makroindex	1 Sehr gut 2	3 Gut	4 Mässig	5 Unbefriedigend 6	7 Schlecht 8		
IBCH	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)	45	35	25	15	5	
Diversität MZB (n. Wilhm&Dorris)	≥4	3	2	1	0	



Zusammenfassende Beurteilung nach den einzelnen Indikatoren

Äusserer Aspekt: geringe bis starke Belastung

Makrozoobenthos: geringe bis mittlere Belastung

Pflanzlicher Bewuchs: geringe bis mittlere Belastung

A2 Methoden und Rohdaten Makrozoobenthos

Das Modul Makrozoobenthos Stufe F (Stucki 2010) bezieht sich bei seiner Methodik auf 0.5 m^2 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. A3):

- 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. A1)
- 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.
- SPEARpesticide — Mass für die Exposition und die insektizide Wirkung von Pestiziden in Fliessgewässern aufgrund der Merkmalsausprägungen des Makrozoobenthos. Index-Werte können Werte zwischen 1 und 100 einnehmen. Die Wasserqualität wird in fünf Klassen ausgedrückt (www.systemecology.eu/de/spear/).

- 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) 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 wurden auf der Taxaliste gekennzeichnet (BAFU 2011).

Tabelle A1: *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	*Gammarus* spp. und/oder *Hydropsyche* spp.		**7**	**6**	**5**	**-**
5	*Asellus* 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 Inidicesbestimmungen 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 = Organismentotal 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 Saprobien-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. A2).

Tabelle A2: *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

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

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

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

• *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:

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

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 Hyporhitral (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):

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

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:

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

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. A3: *Rohdaten Makrozoobenthos (mit 2 multipliziert um Ind./m² zu erhalten) und berechnete Indices.*

Gewässer	Saar	Vilters-Wangser-Kanal		Mühlbach	Werdenberger Binnenkanal				Simmi
Ort	Rächen-schür, Sargans	Vild, Sargans	Howand, Sargans	Cholau nach ARA Wartau	Burgerau, Buchs	Fench-rüteli, Buchs	Au, Sennwald	Schluch beim Zoll, Altstätten	Frol nach ARA, Gams
Untersuchungsstellen OGW	OGB108	OGB186	OGB105	OGB189	OGB100	OGB190	OGB191	OGB096	OGB193
Datum der Probenahme	06.03.14				05.03.14				
	Ind./m2								
TAXA									
Steinfliegen (Plecoptera)									
Leuctra sp.	418	322	480	144	2				54
Protonemura sp.				24					
Amphinemura sp.									26
Nemoura sp.	28		28	24					
Dinocras cephalotes	54		32			16		2	
Isoperla rivulorum						4			
Total Steinfliegen	**500**	**322**	**540**	**192**	**2**	**20**		**2**	**80**
Köcherfliegen (Trichoptera)									
Agapetinae (juv.)		24							
Agapetus ochripes	228								
Agapetus nimbulus [VU; 4]				240	484	244	168		
Silo nigricornis	36	2		12	68	128	24	8	
Hydropsyche angustipennis									4
Hydropsyche cf. *instabilis*	26		70	438	164	532	2	30	4
Hydropsyche siltalai									42
Limnephilidae (juv.)	48	240	480		72				24
Anabolia cf. *nervosa*		2					2		
Allogamus auricollis			114					6	
Chaetopteryx villosa	8	2	4		24	4			
Chaetopterygini +Stenophylacini							50		
Halesus radiatus	8	28	138	2		120	12	10	
Limnephilus lunatus	6	2		2			4	24	
Melampophylax melampus	12		6	4	30	100		124	
Potamophylax cingulatus	6			2					
Potamophylax latipennis/luctuosus [EN;3	4			4					
Potamophylax sp.		4	18			44			
Odontocerum albicorne			26	4					
Polycentropus flavomaculatus				24		48		28	
Psychomyia pusilla					48		96		
Tinodes sp.	48			72					24
Rhyacophila tristis				2	2				
Rhyacophila s.str. sp.	26	26	36	44	28	60	2	26	2
Sericostoma personatum				4	52	108	24		
Total Köcherfliegen	**456**	**330**	**892**	**854**	**972**	**1388**	**384**	**256**	**100**
Eintagsfliegen (Ephemeroptera)									
Baetis alpinus									2
Baetis rhodani	456	248	764	744	164	156	138	50	262
Caenis sp.									50
Ephemerella mucronata	76		30	80			2		
Serratella ignita	114		2		6	752		6	
Torleya major [VU; 4]	72		24					2	
Ephemera danica	8		4	24					24
Ecdyonurus sp.	78		40	16	114	76			2
Rhithrogena semicolorata	2			2					
Rhithrogena sp.									28
Paraleptophlebia submarginata	4	2	24	2		4	2		
Total Eintagsfliegen	**810**	**250**	**888**	**868**	**284**	**988**	**142**	**58**	**368**
Zweiflügler (Diptera): Zuckmücken									
Chironominae								72	
Chironomini		144		360	264		72		
Orthocladiinae inkl. Diamesinae	288	2352	624	192	96	144	144	480	338
Tanypodinae	246	864	120	194		144	24	240	
Tanytarsini	480	1152	240			960		360	74
Total Zuckmücken	**1'014**	**4'512**	**984**	**746**	**360**	**1'248**	**240**	**1'152**	**412**
Zweiflügler (Diptera): Kriebelmücken									
Simulium sp.	56	312	398	50		48	30		62
Prosimulium sp.									2
Total Kriebelmücken	**56**	**312**	**398**	**50**		**48**	**30**		**64**

Legende [Rote Liste; Priorität]
Rote Liste: NT = potenziell gefährdet; VU = verletzlich; EN = stark gefährdert; CR = vom Ausstreben bedroht
Liste Prioritäre Arten der Schweiz: 4 = mässig; 3 = mittel; 2 = hoch; 1 = sehr hoch
Neozoen: NZ

Gewässer	Saar	Vilters-Wangser-Kanal		Mühlbach	Werdenberger Binnenkanal				Simmi
Ort	Rächen-schür, Sargans	Vild, Sargans	Howand, Sargans	Cholau nach ARA Wartau	Burgerau, Buchs	Fench-rüteli, Buchs	Au, Sennwald	Schluch beim Zoll, Altstätten	Frol nach ARA, Gams
Untersuchungsstellen OGW	OGB108	OGB186	OGB105	OGB189	OGB100	OGB190	OGB191	OGB096	OGB193
Datum der Probenahme	06.03.14				05.03.14				
	Ind./m2								
TAXA									
Zweiflügler (Diptera): Übrige									
Atherix ibis	2						2	4	4
Dasyheleinae			26						
Ceratopogoninae		24	24	48					
Clinocerinae				72		48	24		24
Limoniidae/Pedicidae				24					
Pedicia sp.				2					
Pilaria sp.				24					
Antocha sp.	48	178	122	78	122	192	50	156	
Dicranota sp.	48	8	98	76	30	192	222	78	12
Eloeophila sp.				82					
Tabanidae							2		24
Tipula sp.		16	8		2		2		2
Total weitere Zweiflügler	**98**	**226**	**278**	**406**	**154**	**432**	**302**	**238**	**66**
Käfer (Coleoptera)									
Hydroporinae (Adult)								28	
Oreodytes sanmarkii (Larve)		10							
Oulimnius tuberculatus (Adult)		24						24	
Oulimnius tuberculatus (Larve)		24							
Elmis sp. (Adult)	32	2	60	4		48	24	32	52
Elmis sp. (Larve)		72	120		24	96		48	52
Limnius sp. (Adult)		54	28		6	12		28	106
Limnius sp. (Larve)	24	196	146	208	80	52	8	52	106
Orectochilus villosus (Larve) [VU; -]									10
Total Käfer	**56**	**382**	**354**	**212**	**110**	**208**	**32**	**212**	**326**
Krebstiere (Crustacea)									
Gammarus fossarum	480	720	1044	1200	2640	16128	1024	1200	
Total Krebstiere	**480**	**720**	**1044**	**1200**	**2640**	**16128**	**1024**	**1200**	
Weichtiere (Mollusca)									
Ancylus fluviatilis	8		2		40	56		30	
Potamopyrgus antipodarum [NZ]					2	4			
Lymnaeidae					48				
Radix balthica	4	6	8			8	2	4	4
Haitia acuta									2
Pisidium sp.									2
Total Weichtiere	**12**	**6**	**10**		**90**	**68**	**2**	**34**	**8**
Egel (Hirudinae)									
Erpobdella cf. *octoculata*							2		
Glossiphonia sp.		2		4	2				
Piscicola geometra					26		2	28	
Total Egel		**2**		**4**	**28**		**4**	**28**	
Würmer (Oligochaeta)									
Enchytraeidae				36					
Haplotaxis gordioides		24							
Eiseniella tetraedra	58		4	8	80	88	4	6	
Lumbricidae						56		2	
Stylodrilus heringianus							4		28
Lumbriculidae		174	172	144			240	48	162
Naididae		336		24					
Stylaria lacustris		72							
Tubificidae		96							
Total Würmer	**58**	**702**	**176**	**212**	**80**	**144**	**248**	**56**	**190**
Übrige Taxa									
Hydracarina		244	26	48	28	96	48		
Agriotypus armatus (Hymentoptera)								6	
Sialis sp. (Megaloptera)		2							
Dugesia sp.							2		
Polycelis sp.	24		98	76	78				24
Nematoda Gen. sp.						8	24	48	
übrige Taxa	**24**	**246**	**124**	**124**	**106**	**104**	**74**	**54**	**24**
TOTAL Individuendichte Ind./m²	**3564**	**8010**	**5688**	**4868**	**4826**	**20776**	**2482**	**3290**	**1480**

Legende [Rote Liste; Priorität]
Rote Liste: NT = potenziell gefährdet; VU = verletzlich; EN = stark gefährdert; CR = vom Ausstreben bedroht
Liste Prioritäre Arten der Schweiz: 4 = mässig; 3 = mittel; 2 = hoch; 1 = sehr hoch
Neozoen: NZ

Indices Makrozoobenthos	Saar	Vilters-Wangser-Kanal		Mühlbach	Werdenberger Binnenkanal				Simmi
	Rächen-schür, Sargans	Vild, Sargans	Howand, Sargans	Cholau nach ARA Wartau	Burgerau, Buchs	Fench-rüteli, Buchs	Au, Sennwald	Schluch beim Zoll, Altstätten	Frol nach ARA, Gams
Untersuchungsstellen OGW	**OGB108**	**OGB186**	**OGB105**	**OGB189**	**OGB100**	**OGB190**	**OGB191**	**OGB096**	**OGB193**
Datum der Probenahme	06.03.14				05.03.14				
TOTAL Individuendichte Ind./m²	3'564	8'010	5'688	4'868	4'826	20'776	2'482	3'290	1'480
Biomasse Nassgewicht g/m²	15.2	17.3	30.8	20.1	56.3	104.6	16.7	34.2	7.4
Anzahl Taxa	37	35	37	45	30	33	35	32	32
Diversität (Wilhm & Dorris)	4.03	3.55	3.99	3.96	2.81	1.66	3.24	3.34	3.78
Evenness	0.77	0.69	0.77	0.72	0.57	0.33	0.63	0.67	0.76
IBCH	15	12	15	14	13	16	14	12	13
Makroindex	2	3	2	2	3	3	3	3	3
SPEARpesticide	55.6	23.5	41.6	47.9	40.7	43.6	37.4	29.3	31.6
Anzahl Taxa zur Indexberechnung	16	12	14	18	16	17	15	13	9
Saprobienindex (Zelinka & Marvan)	1.76	1.79	1.78	1.64	1.47	1.60	1.59	1.56	2.05
Anzahl Taxa zur Indexberechnung	34	29	33	38	27	29	31	25	29
Rhitron Ernährungstypen Index (RETI)	0.61	0.53	0.60	0.61	0.74	0.76	0.64	0.73	0.52
Anzahl Taxa zur Indexberechnung	17	11	15	15	13	16	13	14	8
Längenzonierungsindex (LZI)	4.2	4.3	4.1	4.1	4.2	4.2	4.3	4.2	4.3

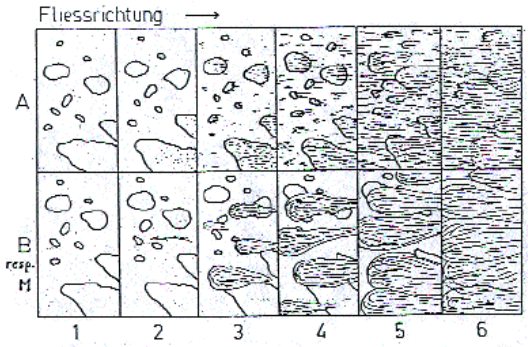
A3 Methoden und Rohdaten Ökomorphologie und Äusserer Aspekt

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. A4).

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 in den Einzugsgebieten der Saar und des Werdenberger Binnenkanals in vier Stufen (AquaPlus 2009; Tab. A6).

Die Abschätzung der Kolmation erfolgte im benetzten Sohlenbereich gemäss der im Äusseren Aspekt beschriebenen Methodik. Zusätzlich wurde die äussere Kolmation angesprochen (Feinablagerungen auf der Sohle).

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. A6):



A = Algen; B = Blütenpflanzen resp. Moose (M)
Stufe 1: kein Bewuchs
Stufe 2: Krustenalgen
Stufe 3: Ansätze von fädigen Algen/einige Polster bzw. Büschel von Moosen
Stufe 4: gut ausgebildete Zotten
Stufe 5: Gewässersohle zum grössten Teil mit Algen/Moosen bedeckt
Stufe 6: ganzer Bachgrund mit Algen/Moosen bedeckt, Konturen der Steine nicht mehr sichtbar

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

Tabelle A4: *Rohdaten Ökomorphologie: Breitenvariabilität, Beschaffenheit Ufer, Beschaffenheit Böschungsfuss, Beschaffenheit . Nach BAFU Modul Ökomorphologie Stufe F (BUWAL, 1998b).*

Gewässer	Saar	Vilters-Wangser-Kanal		Mühlbach	Werdenberger Binnenkanal				Simmi
Standort	**Rächen-schür, Sargans**	**Vild, Sargans**	**Howand, Sargans**	**Cholau nach ARA Wartau**	**Burgerau, Buchs**	**Fench-rüteli, Buchs**	**Au, Sennwald**	**Schluch beim Zoll, Altstätten**	**Frol nach ARA, Gams**
	OGB108	**OGB186**	**OGB105**	**OGB189**	**OGB100**	**OGB190**	**OGB191**	**OGB096**	**OGB193**
Datum	06.03.14	06.03.14	06.03.14	06.03.14	05.03.14	05.03.14	05.03.14	05.03.14	05.03.14

Ökomorphologie									
Breitenvariabilität Wasserspiegel	keine	keine	keine	keine	eingeschr.	keine	keine	keine	keine
Sohlenverbauung [%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Böschungsfussverbauung [%] links	100	100	100	0	100	100	100	30-60	100
Böschungsfussverbauung [%] rechts	100	100	100	0	Okt 30	100	100	30-60	100
Uferbreite links	ungenüg.	ungenüg.	ungenüg.	ungenüg.	ungenüg.	ungenüg.	ungenüg.	ungenüg.	ungenüg.
Uferbreite rechts	ungenüg.	ungenüg.	ungenüg.	genügend	ungenüg.	ungenüg.	ungenüg.	ungenüg.	ungenüg.
Beschaffenheit Uferbereich links	gew. fremd	gew. fremd	gew. fremd	gew. ger.	gew. ger.	gew. fremd	gew. fremd	gew. ger.	gew. fremd
Beschaffenheit Uferbereich rechts	gew. fremd	gew. fremd	gew. fremd	gew. ger.	gew. ger.	gew. ger.	gew. fremd	gew. ger.	gew. fremd
Punktesumme (gerundet)	9	9	9	4	6	8	9	7	9
Bewertung Ökomorphologie (MSK F)									

Legende:

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

Tabelle A5: *Art und Häufigkeit der Teillebensräume (Choriotope) nach BAFU Modul Makrozoobenthos Stufe F (Stucki, 2010).*

Gewässer	Saar	Vilters-Wangser-Kanal		Mühlbach	Werdenberger Binnenkanal				Simmi
Standort	**Rächen-schür, Sargans**	**Vild, Sargans**	**Howand, Sargans**	**Cholau nach ARA Wartau**	**Burgerau, Buchs**	**Fench-rüteli, Buchs**	**Au, Sennwald**	**Schluch beim Zoll, Altstätten**	**Frol nach ARA, Gams**
	OGB108	**OGB186**	**OGB105**	**OGB189**	**OGB100**	**OGB190**	**OGB191**	**OGB096**	**OGB193**
Datum	06.03.14	06.03.14	06.03.14	06.03.14	05.03.14	05.03.14	05.03.14	05.03.14	05.03.14

Substrate und deren Deckung									
mobile Blöcke, > 250 mm	15		5		3	5	10	15	
Moose (Bryophyten)	5	4		20			5	5	
untergetauchte Samenpflanzen, (Hydrophyten)	1	5	20	<1	2				
grobes organisches Material, (Laub, Holz, Wurzeln)	5	1	10	5	15	5	1		5
grössere mineralische Sedimente (Steine, Kieselsteine), 250 mm > Ø > 25 mm	35	5	10	10	25	70		60	20
Kies, 25 mm > Ø > 2,5 mm	20	15	10	40	10	20	70	15	15
Amphibische Samenpflanzen, (Helophyten)									
feine Sedimente +/- organisch, "Schlamm" Ø < 0.1 mm, Randpfützen		5		10	20				
Sand und Schluff, Ø < 2,5 mm	10	35	20	10	10		14	5	60
Natürliche und künst. Oberflächen, (Fels, Steinplatten, Boden, Wand) Block > Ø 250 mm	10	20	20						
Algen oder (falls fehlend) Mergel und Ton		10	5	4	15				

Legende:

	< 5 %	wenig
	5-10 %	mittel
	11-50 %	häufig
	> 50 %	sehr häufig

Tabelle A6: *Äusseren Aspekts nach dem BAFU Modul (Binderheim und Göggel, 2007) aber in vier anstatt nur drei Stufen, Pflanzlicher Bewuchs nach Thomas und Schanz (1976) und allgemeine chemische und physikalische Momentdaten von den 9 Untersuchungsstellen.*

Gewässer	Saar	Vilters-Wangser-Kana		Mühlbach	Werdenberger Binnenkanal				Simmi
Standort	Rächen-schür, Sargans	Vild, Sargans	Howand, Sargans	Cholau nach ARA Wartau	Burgerau, Buchs	Fench-rüteli, Buchs	Au, Sennwald	Schluch beim Zoll, Altstätten	Frol nach ARA, Gams
	OGB108	OGB186	OGB105	OGB189	OGB100	OGB190	OGB191	OGB096	OGB193
Datum	06.03.14	06.03.14	06.03.14	06.03.14	05.03.14	05.03.14	05.03.14	05.03.14	05.03.14
Äusserer Aspekt									
Schlamm	kein	kein	kein	wenig	mittel	kein	kein	kein	wenig
Trübung	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine
Verfärbung	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine
unnatürlicher Schaum	kein	kein	kein	wenig	mittel	kein	kein	kein	mittel
Geruch	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein
Eisensulfid-Flecken	wenig	kein	wenig	wenig	kein	wenig	-	wenig	mittel
Kolmation MSK (Stiefel, Steine ablösen)	leicht	leicht	mittel	leicht	mittel	leicht	leicht	stark	leicht
Feststoffe und Abfälle	viele	viele	vereinzelte	keine	viele	vereinzelte	keine	vereinzelte	viele
Heterotropher Bewuchs (makroskopisch sichtbar)	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein
Physikalische Eigenschaften									
Wassertemperatur [°C]	10.3	7.6	9.3	8.9	6.9	7.4	8.2	7.5	4.2
Max. Fliessgeschwindigkeit [m/s]	0.7	0.4	0.5	1.2	1.2	1.1	0.6	0.4	0.7
geschätzte mittlere V [m/s]	0.4	0.25	0.4	0.5	0.5	0.6	0.3	0.1	0.3
Leitfähigkeit [µS/cm]	503	390	456	458	141	132	413	164	173
Abfluss Schätzung [l/s]	650	750	1680	1'400	2'500	2'700	5'400	500?	360
Pflanzlicher Bewuchs (nach Thomas und Schanz)									
Algen	3	5	5	4	3	2	2	3	5
Algentypen	FGA, KA	FGA, KA	FGA, KA	FGA, KA	FGA, KA, RA	FGA,KA	FGA, KA	FGA, KA	FGA, KA
Moose	3	2	2	4	1	5	3	2	2
Makrophyten	2	3	4	2	2	1	2	1	2

Legende Pflanzenbewuchs KA = Kiese FGA = fädige Grünalge (Cladophora) GA = Grünalge RA = Rotalge

Moose									
Amblystegium riparium		x		x					
Amblystegium tenax	x								
Cinclidotus fontinaloides								x	
Fissidens antipyretica								x	
Fissidens crassipes									
Fontinalis antipyretica		x	x				x		
Jungermannia atrovirens	x								
Rhynchostegium riparioides	x					x		x	
Rhynchostegium riparium				x					
Makrophyten									
Ceratophyllum sp.	x	x	x	x					
Elodea canadensis							x		
Glyceria fluitans	x	x	x	x			x		
Nasturtium sp.			x	x	x				x
Potamogeton sp.		x		x					
Ranunculus fluitans			x						