



Makrophyten Untersuchungen 2019

Fachbericht Februar 2021

Autoren

Daniel Küry, Dr. phil. Life Science AG

Pascal Mulattieri, Biol'Eau Sàrl

Mitarbeit im Feld

Alain Demierre, GREN Biologie appliquée Sàrl, Genève

Michael Ryf, UNA AG, Bern

Alberto Conelli, Oikos Consulenza e ingegneria ambientale Sagl, Bellinzona

Barbara Känel, AWEL Kanton Zürich

Mitarbeit bei Auswertung und Bericht

Dominik Richter, Pascal Schweizer, Life Science AG

Begleitung

Marie-Sophie Renevier, BAFU Abteilung Wasser

Basel / Bernex 2021

Makrophyten Untersuchungen 2019

Fachbericht Februar 2021



Inhalt

Zusammenfassung	5
1 Ausgangslage, Auftrag, Ziel	6
2 Untersuchungsgebiet und Vorgehen	7
2.1 Untersuchte Strecken	7
2.2 Vorgehen und Methoden	8
3 Resultate	15
3.1 Fluss-Vegetationstypen und Ökologischer Zustand Makrophyten.....	15
3.2 Vergleich mit den Ergebnisse 2012 und 2015	25
3.3 Rote Liste-Arten, National prioritäre Arten, Neophyten.....	27
3.4 Häufigkeit, Stetigkeit und Verbreitung der vorkommenden Taxa.....	28
4 Qualitätssicherung	32
5 Diskussion Methode und Ergebnisse.....	34
5.1 Methodendiskussion	34
5.2 Diskussion der Ergebnisse	35
6 Literatur	36
Anhang	38
Anhang A Liste der Probenahmestellen und Begehungstermine	38
Anhang B Ausdruck der Maske zur Erfassung der Standortparameter und der Makrophyten-Taxa im Feld	40
Anhang C Vergleich der Makrophyten-Bewertungen der Jahre 2012-2015-2019	42
Anhang D: Taxaliste und Fundhäufigkeiten.....	46
Anhang E Charakterisierung der Standorte	48

Zusammenfassung

Im Rahmen des langfristigen Monitoringprogramms NAWA Trend wurden zwischen Juni und September 2019 die Makrophyten an insgesamt 66 Stellen schweizerischer Fliessgewässer erhoben und mit der neu entwickelten Methode des Modulstufenkonzepts bewertet. Die Methode kombiniert eine Typisierung mit einer typspezifischen Bewertung des ökologischen Zustands der Stelle.

Die Untersuchung diente auch als Test eines elektronischen Erfassungsdokument, welches die Rohdaten erzeugt, die anschliessend mit dem elektronischen Auswertungstool EcoVal weiterbearbeitet werden. Um Unterschiede zu vermeiden, die aufgrund der Aufteilung der Arbeiten auf sechs Personen auftreten können, wurden in allen Projektphasen Qualitätssicherungen durchgeführt: Die wichtigsten waren ein Workshop zur Planung und Durchführung der Erhebungen mit einer gemeinsamen Feldbegehung und ein Workshop zur Plausibilisierung der Typisierung.

Von den 66 untersuchten Stellen konnten 38 bewertet werden, während sich weitere 15 Stellen als vegetationsarm erwiesen und 13 Stellen aufgrund der Limitierung der Methode nicht typisiert und bewertet werden konnten. Mit 17 Stellen waren die Moosbäche der häufigste Fluss-Vegetationstyp, gefolgt von den Submersenbächen (9 Stellen), den Helophyten-Moos-Übergangsbächen (7 Stellen), den Helophytenbächen (4 Stellen) und den Submersen-Helophyten-Übergangsbächen (1 Stelle).

An einem Drittel der Stellen entsprach der Zustand den Zielen der Gewässerschutzgesetzgebung (11 % sehr gut, 21 % gut). Mit 55 % lag mehr als die Hälfte der Stellen in der Zustandsklasse mässig, während 13 % als unbefriedigend eingestuft wurden.

Der Parameter «guter Zustand Makrophyten» zeigte einen statistisch signifikanten Zusammenhang mit der Ökomorphologie, während die Flächennutzung im Einzugsgebiet (Wald, Siedlung, Landwirtschaft) den Zustand nicht zu beeinflussen schien. Der Zustand von Stellen mit starker Kolmation wurde auf der Basis der Makrophyten deutlich schlechter bewertet als jener mit leichter/mittlerer oder fehlender Kolmation.

Die Moosbäche wurden mit den oberen Parametern der Zielhierarchie am besten bewertet, gefolgt von den Submersenbächen. Beim Teilparameter «Hohe Qualität Arten» erwies sich der Zustand der Moosbäche gar als signifikant besser verglichen mit den anderen Fluss-Vegetationstypen.

Verglichen mit den Kampagnen 2012 und 2015 nahm der Anteil der sehr gut und gut bewerteten Stellen von 43 % auf 32 % ab, während der Anteil der Stellen mit mässigem Zustand von 32 % auf 55 % anstieg.

Insgesamt kamen an der untersuchten Stelle drei gefährdete Gefässpflanzen und vier gefährdete Moosarten vor.

Der Trend der Zunahme mässiger Stellen sollte als Anlass genommen werden, die Ursache für diese Entwicklung vertieft abzuklären.

1 Ausgangslage, Auftrag, Ziel

Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) führt seit 2011 die Kampagne Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA) durch (BAFU 2013). Neben den von den Kantonen durchgeführten chemisch-physikalischen Untersuchungen umfasst NAWA auch biologische Erhebungen, die seit 2011 entweder von den Kantonen selber durchgeführt bzw. mandatiert oder vom Bund in Auftrag gegeben werden. Im Rahmen dieses Monitorings werden jeweils in der gesamten Schweiz koordinierte Untersuchungen der Fische, des Makrozoobenthos, der Diatomeen und der Makrophyten durchgeführt. Erste Resultate von NAWA hat das BAFU im Zustandsbericht der Schweizer Fliessgewässer publiziert (BAFU 2016). Der Anlass und die Ziele der Kampagne wurden folgendermassen umschrieben (BAFU 2018):

«Das Gewässerschutzgesetz (GSchG) verpflichtet den Bund und die Kantone in Art. 50, die Auswirkungen von Gewässerschutzmassnahmen zu prüfen und die Öffentlichkeit über den Zustand der Gewässer zu informieren. Art. 57 verpflichtet den Bund, Erhebungen von gesamtschweizerischem Interesse, u.a. über die Wasserqualität der oberirdischen Gewässer durchzuführen. Der Vollzug der, für den Gewässerschutz erforderlichen, Erhebungen wird gemäss Art. 58 den Kantonen übertragen, die die Ergebnisse den Bundesstellen mitzuteilen haben.

Die Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA) soll die folgenden Ziele erreichen:

- *Basis für den mittel- und langfristigen Überblick über den Zustand der Oberflächengewässer der Schweiz und dessen Entwicklung*
- *Einfache, einheitliche und über die ganze Schweiz vergleichbare Übersicht über den Zustand der Oberflächengewässer*
- *Bereitstellen von Grundlagen für die Früherkennung problematischer Entwicklungen und zur Steuerung der nationalen Gewässerschutzpolitik*
- *Bereitstellen eines einheitlichen Datenpools für vertiefte Analysen*
- *Erfolgskontrolle von heutigen und zukünftigen Massnahmen im Gewässerschutz und anderen Politikbereichen.»*

Im Rahmen der Weiterführung von NAWA wurden die biologischen Erhebungen im Jahr 2019 durchgeführt. Die Erhebungen umfassen die Bioindikatoren Fische, Makrozoobenthos und Diatomeen, Makrophyten.

Makrophyten¹ sind Teil des Ökosystems Fliessgewässer und werden als Indikatoren für den Gewässerzustand herangezogen. Mit den Ergebnissen dieser Studie über die Makrophyten soll ein Vergleich des Zustands der Gewässerstrecken in den Jahren 2012, 2015 und 2019 durchgeführt werden. Gleichzeitig bietet die NAWA-Untersuchung auch die Möglichkeit, die neu entwickelte Methode von Känel et al. (2018) sowohl bezüglich der Durchführung als auch bezüglich der Plausibilität der gewonnenen Resultate zu beurteilen.

¹ Makrophyten umfassen Gefässpflanzen, Moose und Armlauchteralgen.

2 Untersuchungsgebiet und Vorgehen

2.1 Untersuchte Strecken

Das Konzept von NAWA (Messstellen, Messparameter, etc.) wurde von einer Arbeitsgruppe aus Vertretern von Bund und Kantonen erarbeitet (BAFU, 2013).

Auf der Basis der vorhandenen chemischen Messstellen wurden gemeinsam von Bund und Kantonen 66 Stellen ausgewählt. Das vom BAFU beauftragte Team untersuchte die Makrophyten an 56 Gewässerstellen. An drei resp. sieben weiteren Stellen sammelten die vom Kanton Neuchâtel beauftragte Firma Biol'Eau Sàrl und das Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) des Kantons Zürich die Daten (Tab. 1).

Tab. 1: Aufteilung der im Rahmen der NAWA-Makrophytenerhebungen untersuchten 66 Stellen auf die ausführenden Firmen

Kanton	Mandatgeber	Ausführende	Anzahl Stellen
AG	BAFU	UNA AG	5
AG	BAFU	Life Science AG	2
BE	BAFU	GREN	8
BE	BAFU	Biol'Eau	1
BL	BAFU	Life Science AG	1
FR	BAFU	GREN	3
GR	BAFU	Life Science AG	1
JU	BAFU	Biol'Eau	6
LU	BAFU	UNA AG	2
NE	Kanton Neuchâtel	Biol'Eau	3
NW	BAFU	UNA AG	1
SG	BAFU	Life Science AG	4
SH	BAFU	Life Science AG	2
SO	BAFU	GREN	1
TG	BAFU	Life Science AG	5
TI	BAFU	OIKOS	3
VD	BAFU	Biol'Eau	6
VD	BAFU	GREN	2
VS	BAFU	Biol'Eau	1
ZG	BAFU	UNA AG	2
ZH	Kanton Zürich	AWEL, Kanton Zürich	7

Die untersuchten Stellen befanden sich hauptsächlich im Mittelland, einige auch in den Voralpen und in tieferen Lagen der Zentralalpen (Abb. 1, Anhang A).

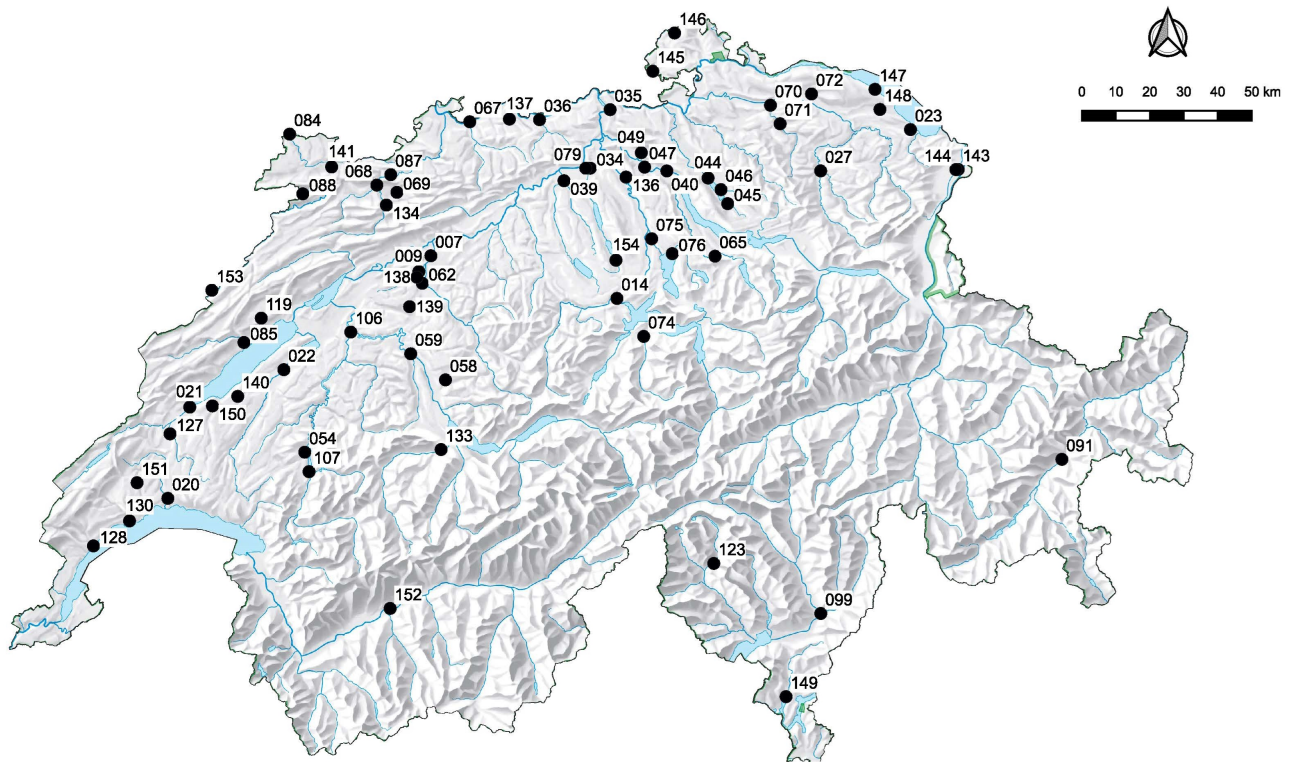


Abb. 1: Lage der 66 im Rahmen des Projekts NAWA-Trend Makrophyten untersuchten Stellen.

2.2

Vorgehen und Methoden

Die Durchführung der Untersuchungen erfolgte bezüglich des Ablaufs nach dem Pflichtenheft der NAWA-Untersuchungen 2019–2021 (BAFU 2018). Die Feldarbeiten und die Auswertungen wurden strikte nach der Methode Makrophyten innerhalb des Modulstufenkonzepts (von Känel et al. 2018) durchgeführt.

Im Vorfeld der Feldbegehungen wurden die Strecken den einzelnen ausführenden Firmen so zugeteilt, dass die aufzuwendenden Fahrtzeiten möglichst kurz waren. Alle Feldmitarbeiter erhielten den Kartenausschnitt ihrer Messstellen mit den Angaben zur Abflussmenge und zum Gefälle, die beide im Feld zu überprüfen waren, sowie praktischen Informationen wie Sicherheitshinweise, Zugang zur Stelle und Parkiermöglichkeiten.

Zu den Vorarbeiten gehörte auch die Mitwirkung an der Entwicklung und Optimierung eines [Excel-Files](#) («Erfassungstool»), das von Stefan Rey zur Erleichterung der Dateneingabe entwickelt wurde und jetzt zum elektronischen Material gehört, das auf der Website des Modulstufenkonzepts bereitgestellt wird.

Bei 19 Stellen waren **vorgängige Abklärungen** notwendig. Auf Schwall-Sunk-Strecken musste mit den Kraftwerkbetreibern der optimale Begehungstermin festgelegt

werden und für besonders tiefe Stellen mussten aus Sicherheitsgründen Zweierteams gebildet werden.

Um mögliche Beeinträchtigungen bei den Sommer-Erhebungen des **Makrozoobenthos** zu vermeiden, wurden die Untersuchungstermine an 12 Stellen mit dem zuständigen Team abgestimmt. Die Koordinaten der Probestellen kleinerer Fliessgewässer, an denen 2015 keine Untersuchung stattfand, wurden mit dem Team Makrozoobenthos (MZB) nochmals abgeglichen. Damit soll gewährleistet werden, dass nach Möglichkeit die gleichen Strecken untersucht werden.

Mit allen Feldmitarbeitenden sowie dem BAFU und dem Kanton Zürich wurde am 20. Mai 2019 ein **Qualitätssicherungsworkshop** durchgeführt, bei dem in Theorie und Praxis die Einzelheiten des Vorgehens im Feld und der Methoden erläutert und diskutiert wurden. In mehreren Fällen wurde bei unvorhergesehenen Ereignissen (z. B. Baustellen, Verschieben von Probestellen) die von den beiden Projektleitern angebotene «Hotline» in Anspruch genommen. So konnten rasch und unkompliziert Lösungen besprochen und die Feldarbeit in kurzer Zeit wieder fortgesetzt werden.

Weitere Massnahmen zur Qualitätssicherung war die Nachbestimmung kritischer Exemplare von Gefässpflanzen und der Characeen. Diese Exemplare sowie alle gesammelten Moosproben wurden den zuständigen Herbarien in Genf und Zürich übergeben.

Feldarbeiten und Auswertung der Daten

Die neue Methode des Modulstufenkonzepts für Makrophyten von Känel et al. (2018) kam zum ersten Mal im Rahmen einer NAWA Kampagne zum Einsatz. Die einzelnen Schritte der Feldarbeiten und der Auswertung werden deshalb summarisch vorgestellt (Abb. 2).

Die Erhebungen der Makrophyten im Feld erfolgten zwischen Juni und September 2019. Die Feldprotokolle mit den Angaben der Standortverhältnissen (Ökomorphologie, hydrographischen Eigenschaften, Substratzusammensetzung, Fliessgeschwindigkeit, Umgebungssituation usw.) wurden ausgefüllt und zur visuellen Dokumentation des Zustands wurden alle Strecke von oben und unten fotografisch erfasst.

Im zweiten Teil des Feldprotokolls wurden die Makrophytentaxa mit ihrer Deckung notiert. Von schwierig zu bestimmenden Taxa wurden Exemplare zur Nachbestimmung mitgenommen oder es erfolgte eine fotografische Dokumentation. Für die untersuchte Strecke wurde die Gesamtdeckung der Moose geschätzt und von allen unterscheidbaren Taxa eine Probe zur späteren Bestimmung gesammelt.

Die Rohdaten wurden in das von Stefan Rey entwickelte Excel-File, das sogenannten Erfassungstool, eingegeben. Die Felder für die Dateneingabe sind gleich angeordnet wie auf dem Feldprotokoll (Anhang B), sodass möglichst wenige Übertragungsfehler auftreten sollten. Die eingegebenen Daten wurden in die beiden Tabellen mit Standortdaten und Artdaten umgewandelt, mit welchen anschliessend die Auswertung mit dem elektronischen Auswertungstool «EcoVal» auf der Basis von Michel et al. (2019) erfolgte.

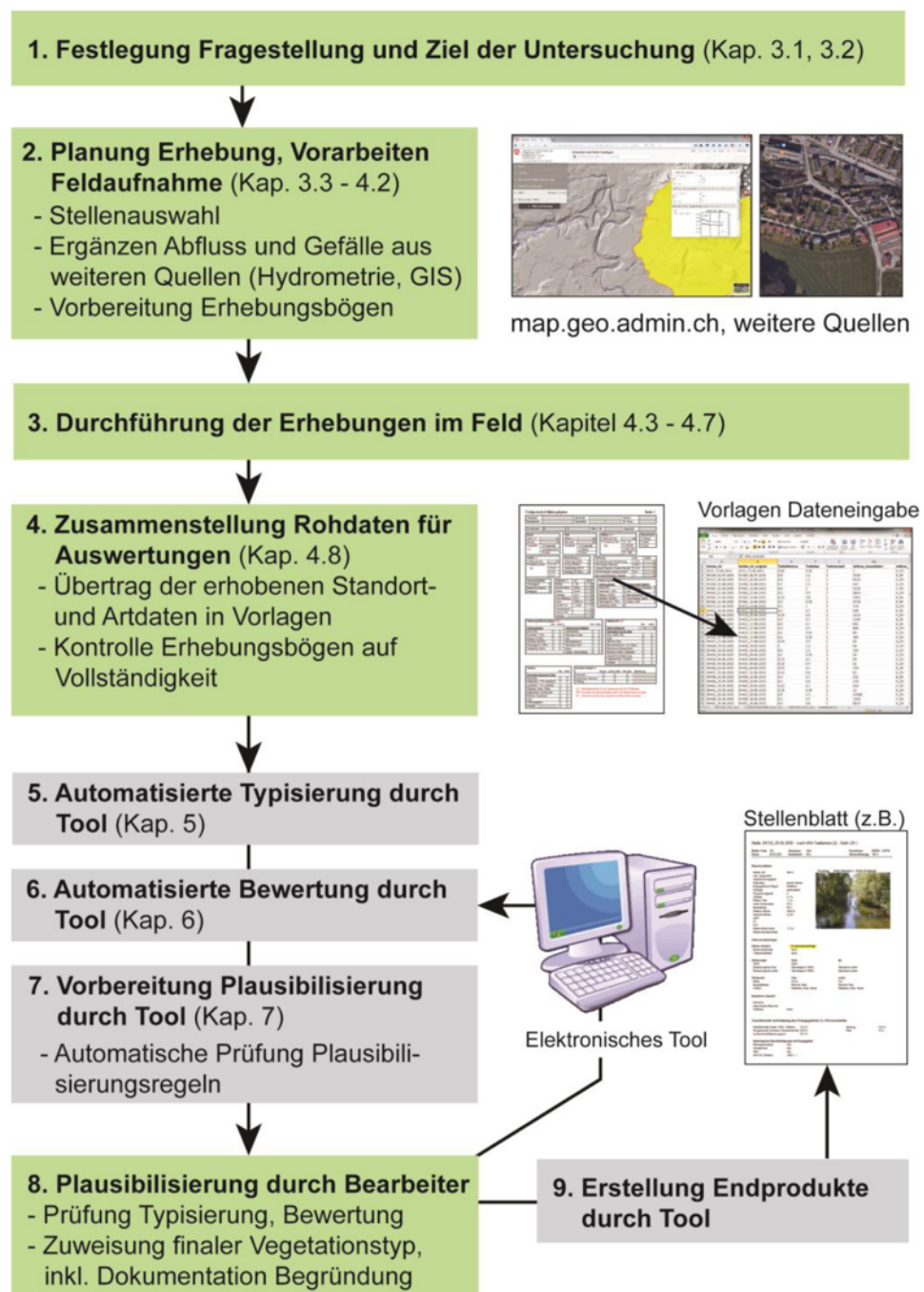


Abb. 2: Übersicht zum Ablauf der Makrophyten Untersuchungen. Arbeitsschritte in den grau hinterlegten Rechtecken erfolgen durch das Auswertungstool «EcoVal» (aus Känel et al. 2018).

Bei der Auswertung erfolgt einerseits eine Typisierung («Vegetations-Flusstypen») der untersuchten Stellen auf der Basis der Standortparameter Beschattung, Substrat, Gefälle und Tiefe (Abb. 3). Andererseits wird aufgrund der Zusammensetzung der Makrophytentaxa ermittelt, ob die Vegetation an der Stelle typengerecht ausgebildet ist.

Beschattung	Beschattung < 50%			Beschattung ≥ 50%		
Substrat	Feinsubstrat (Korngrösse < 6.3 cm) in Abhängigkeit von Abfluss dominant			Grobsubstrat (Korngrösse > 6.3 cm) in Abhängigkeit von Abfluss dominant		Feinsubstrat
Gefälle	< 0.5 % wenig steil	mittel steil tief	≥ 0.5 - < 2 % mittel steil	0 - < 2 % wenig bis mittel steil	0 - X % wenig steil bis steil	0 - X % wenig steil bis steil
Tiefe	≥ 0.31 m tief	wenig steil wenig tief	< 0.31 m wenig tief	0 - X m wenig tief bis tief	0 - X m wenig tief bis tief	0 - X m wenig tief bis tief
Abfluss / Substrat 200 l/s < 40 % Grobsubstrat	KS	KS-KH	KH	KH-KM	KM	VA
≥ 200 - < 1000 l/s < 50 % Grobsubstrat	MS	MS-MH	MH	MH-MM	MM	VA
≥ 1000 - < 2000 l/s < 50 % Grobsubstrat	GS	VA	VA	VA	GM	VA
≥ 2000 - < 10'000 l/s < 60 % Grobsubstrat	SGS	VA	VA	VA	SGM	VA
	Kerntypen Submersen-Typen	Übergangs-Typen Submersen-Helophyten-Typen	Kerntypen Helophyten-Typen	Übergangs-Typen Helophyten-Moos-Typen	Kerntypen Moos-Typen	vegetationsarme Typen (VA)

Abb. 3: Schema zur Typisierung der Fliessgewässerstrecken bei Untersuchung mit der Methode Modulstufenkonzept Makrophyten (aus Känel et al. 2018). S: Submersenbach, H: Helophytenbach, M: Moosbach. VA: vegetationsarmer Bach. K: kleiner..., M: mittlerer..., G: grosser..., SG: Sehr grosser....

Die Einstufung der Bewertung aufgrund der typengerechten Vegetation orientiert sich an einem Referenzzustand für die verschiedenen Vegetations-Flusstypen, der auf der Basis von Expertenkenntnissen und statistischen Methoden ermittelt wurde. Die Bewertung des ökologischen Zustands erfolgt mit Hilfe einer Zielhierarchie, bei der alle verschiedenen Parameter der Pflanzengemeinschaft (Deckung, Zusammensetzung usw.) und der vorkommenden Arten (Rote-Liste-Einstufung, Einstufung als prioritäre Art usw.) berücksichtigt werden.

Das Produkt der Auswertung mit dem elektronischen Auswertungstool sind Stellenblätter, auf denen die wichtigsten Standortdaten und Artdaten sowie die Typisierung und die Zustandsbewertung für jede Strecke zusammengestellt sind (Abb. 4, Anhang E). Dadurch wird die Typzuteilung und Einstufung jeder untersuchten Strecke transparent und nachvollziehbar.

Modul Makrophyten – Charakterisierung Standort

Stellen-Code: 23	Kanton: SG	Koordinaten: 2750755 / 1262628
Gewaesser: Steinach	Stelle: Vor M.ndung, Mattenhof	
Datum: 16.08.19	BearbeiterIn: Daniel K.ry	Abschnittslaenge: 120 m

Standortdaten

Abfluss: 755 l/s	Typ Schema: MH-MM (orig.)
Quelle Abfluss: HO0701	Typ Bewert.: MH-MM (orig.)
Gefaele: 1.3 %	
Quelle Gefaele: map.geo.admin.ch	
Mitt. Tiefe m.Abfl.: 0.50 m	
Steinanteil: 70 %	
Beschattung: 0 %	
Hoehe ue.M.: 405 m	
Sohlenbreite: 5 m	
Benetzte Breite: 5 m	
Flussordnung: 4	
Regimetyyp: pluvial sup.rieur	
Biogeo. Region: Mittelland	
Geologie: karbonatisch	



Bilddatei: CH_023_SG_20190816_MAK_UP

Ergaenzende Standortdaten

Abfluss naechste hydrometrische Station	Wassertiefe
Mittelwert: 755 l/s	Mittel Tag: 0.40 m
Tageswert: 122 l/s	Maximum Tag: 0.80 m
Substratstabilitaet: begrenzt beweglich	Stroemung: 0.4 m/s

Oekomorphologie

Oekomorph. Zustand: III stark beeintraehtigt	
Breitenvariabilitaet: eingeschraenkt	
Tiefenvariabilitaet: eingeschraenkt	
Verbauung	Grad
Sohle	keine
Boeschung, links	vollstaendig (100%)
Boeschung, rechts	vollstaendig (100%)
Uferbereich	Links
Breite	5 m
Beschaffenheit	Baeume/Straeucher und Wiese
Umland	Anderes

Aeusserer Aspekt

Kolmation: keine	
Truebung: keine	
Art	
andere	
andere	
Rechts	
5 m	
Baeume/Straeucher und Wiese	
Anderes	

Flaechenanteile Landnutzungen im Einzugsgebiet

Landwirtschaft	50 %
Siedlungsgebiet	40 %
Wald	10 %

Abb. 4: Erste Seite eines Stellenblatts einer der im Rahmen des NAWA-Projekts untersuchten Gewaesserstrecken.

Plausibilisierung

Da sich im Verlauf der Entwicklung der Methode herausgestellt hatte, dass aufgrund der erhobenen Daten keine eindeutige Zuteilung zu einem der Fluss-Vegetationstypen möglich ist, gehört die Plausibilisierung nach der ersten Auswertung durch das Tool zu einem notwendigen Schritt bei der Auswertung der Daten. Das Auswertungstool schlägt dabei jeweils Fälle vor, in denen die Typisierung und Bewertung nicht mit den Erwartungen übereinstimmen und deshalb ein Wechsel in einen anderen Fluss-Vegetationstyp zu prüfen ist.

Die Plausibilisierung der mit dem Auswertungstool erhaltenen Ergebnisse wurde deshalb als weiteres Element der Qualitätssicherung anlässlich eines gemeinsamen Workshops durch die jeweiligen Bearbeiter durchgeführt. Bei der Plausibilisierung erwies es sich unter anderem als essenziell, dass die korrekten Abflusswerte (langjährige Mittelwerte) eingesetzt werden. Mit den im Rahmen des Workshops ermittelten Anpassungen wurden die definitive Typisierung und die Bewertung ermittelt. Diese konnte im Anschluss mit jenen Werten verglichen werden, die auf der Basis der in den Jahren 2011 und 2015 erhaltenen Felddaten im Rahmen der Methodenentwicklung errechnet wurden.

Bewertung

Die Gesamtbewertung jeder Stelle setzt sich gemäss der Zielhierarchie aus den Parametern Typgerechte Gemeinschaft und Hohe Qualität Arten (Bonus-Additiv) zusammen (Abb. 5). Die Typgerechte Gemeinschaft wiederum wird ermittelt als Additiv-Minimum-Aggregation der drei Parameter Typgerechte Diversität (Gewichtung $g=4$) Typgerechte Zusammensetzung ($g=2$) und Typgerechte Deckung ($g=1$). Um die Bewertung besser zu verstehen wurden deshalb auch diese Bewertungsparameter separat betrachtet und diskutiert.

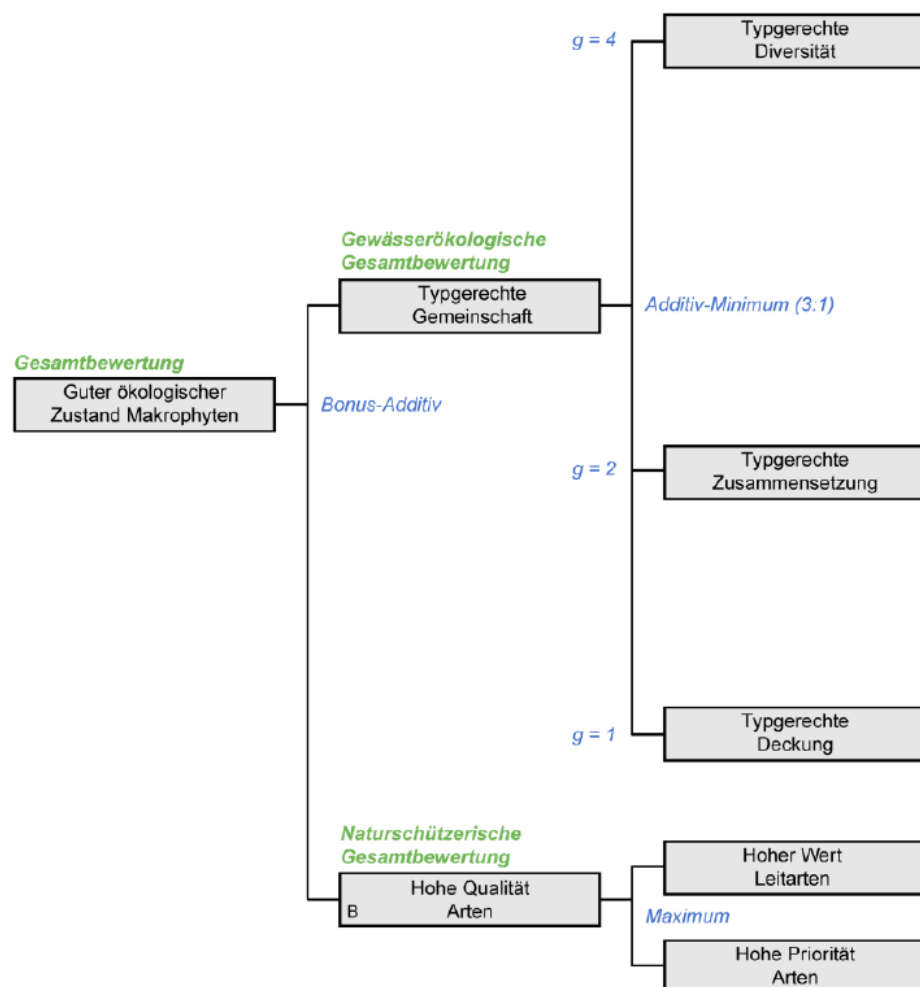







Abb. 5: Zielhierarchie für die Bewertung der Vegetations-Flusstypen mit Makrophyten (aus Känel et al. 2018).

Die Bewertung der Stellen erfolgt in allen Teilparametern der Zielhierarchie in fünf Zustandsklassen wie im Modulstufenkonzept üblich (Tab. 2).

Tab. 2: Einteilung der numerischen Zustandsbewertung in Qualitätsklassen der Zielerreichung und Farbenschema zur Darstellung der Zustandsklassen (Känel et al. 2018).

Wert	Klasse	Zielerreichungsgrad bzw. Bewertung	Farbe	RGB-Werte
0.8 bis 1	1	sehr gut		blau (0,0,255)
0.6 bis < 0.8	2	gut		grün (0,255,0)
0.4 bis < 0.6	3	mässig		gelb (255,255,0)
0.2 bis < 0.4	4	unbefriedigend		orange (255,192,0)
0.0 bis < 0.2	5	schlecht		rot (255,0,0)

Als Ergänzung der Bewertungen mit der Methode Makrophyten (Modulstufenkonzept) wurden die Bestände der Gefässpflanzen, Armleuchteralgen und Moose auch bezüglich des Vorkommens von Arten der Roten Liste (Bornand et al. 2016, Schnyder et al. 2004) und der Liste der Prioritären Arten und Lebensräume (BAFU 2019) ausgewertet. Zudem wurden auch Neophytenfunde diskutiert (InfoFlora 2014).

3 Resultate

3.1 Fluss-Vegetationstypen und Ökologischer Zustand Makrophyten

Von den 66 im Jahr 2019 im Rahmen des NAWA-Programms Makrophyten untersuchten Stellen konnten 38 Stellen bewertet werden. Die übrigen 28 Stellen wurden nicht klassifiziert resp. bewertet, weil sie entweder zu den grossen Flüssen (A, Abfluss > 10'000 l/s) zählen oder als vegetationsarme Bäche (VA) einzustufen sind.

Am häufigsten waren mit 17 Stellen (45 %) die Moosbäche, gefolgt von den Submersenbächen mit 9 (23 %) und den Helophytenbächen mit 4 Stellen (10 %). Als Submersen-Helophyten Übergangsbächen wurde 1 Stelle (3 %), zu den Helophyten-Moos Übergangsbächen 7 Stellen (19 %) eingestuft (Tab. 3).

Tab. 3: Zuordnung der untersuchten Strecken zu den Fluss-Vegetationstyp. S; Submersenbach, H: Helophytenbach, M: Moosbach, K: kleiner..., M: mittlerer..., G: grosser..., SG: sehr grosser..., VA: vegetationsarmer Bach, A: grosser Fluss

Fluss-Vegetationstyp	Anzahl Stellen
KS, MS, GS, SGS	9
KS-KH, MS-MH	1
KH, MH	4
KH-KM, MH-MM	7
KM, MM, GM, SGM	17
VA	15
A	13

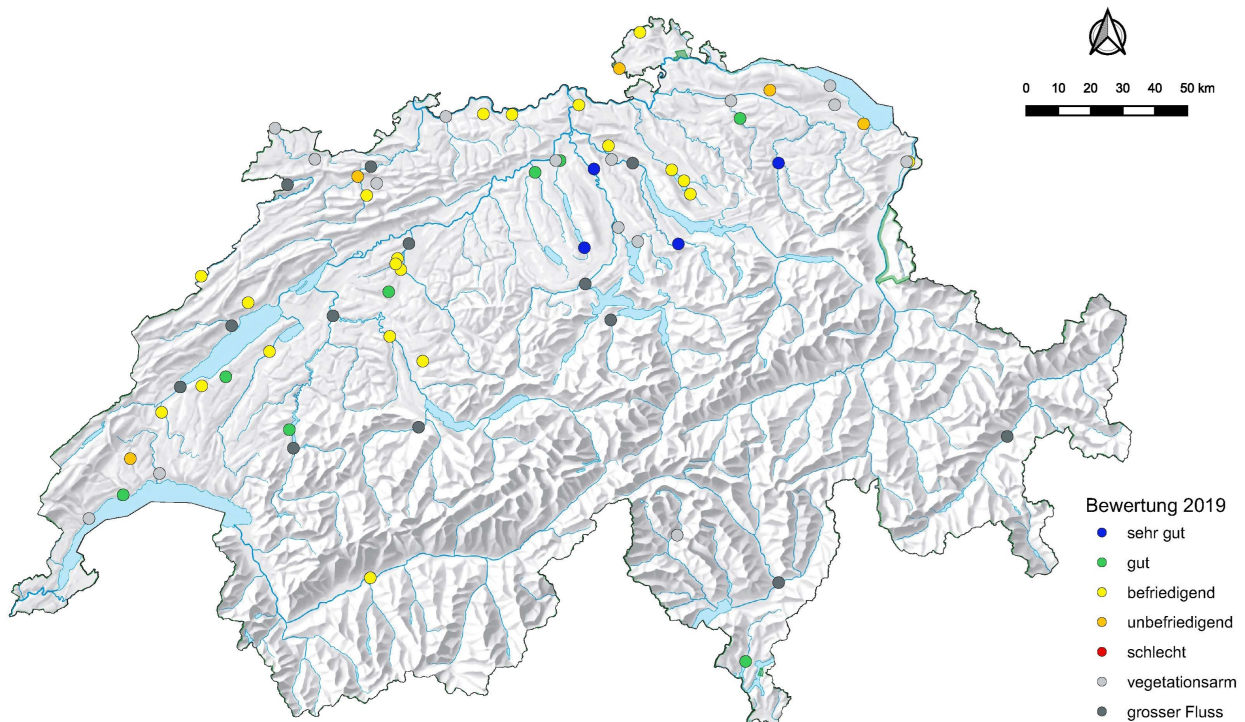


Abb. 6: Bewertung der Gewässerstellen, die mit der Methode Makrophyten untersucht wurden.

Bezüglich ihres ökologischen Zustands wurden 4 Stellen als sehr gut (11 %) und 8 Stellen als gut eingestuft (21 %). Der Zustandsklasse mässig wurden 21 Stellen (55 %) zugeordnet, während 5 Stellen (13 %) in die Klasse unbefriedigend fielen (Tab. 4, Abb. 6). Da für die grosse Flüsse (A) keine ausreichende Stichprobenanzahl vorlag, konnte im Verlauf der Entwicklung der Methode keine Zuordnung zu den Zustandsklassen vorgenommen werden. Für die vegetationsarmen Bäche ist aufgrund der zu geringen Dichte von Pflanzen ebenfalls keine statistisch abgesicherte Bewertung auf der Basis der Makrophyten möglich.

Tab. 4 Vegetations-Flusstyp, und Ökologischer Zustand der untersuchten Stellen 2019. S: Submersenbach, H: Helophytenbach, M: Moosbach, K: kleiner..., M: mittlerer..., G: grosser..., SG: sehr grosser..., VA: vegetationsarmer Bach, A: grosser Fluss; Klassen Zustandsbewertung: Blau: sehr gut, grün: gut, gelb: mässig, orange: unbefriedigend, rot: schlecht.

ID	Gewässer	Fluss-Vegetations- typ 2019	Guter ökologi- scher Zustand
CH_007_BE	Emme	A	
CH_009_SO	Limpach	MS	0.43
CH_014_LU	Reuss	A	
CH_020_VD	Venoge	VA	
CH_021_VD	Thièle	A	
CH_022_VD	Broye	SGS	0.56
CH_023_SG	Steinach	MH-MM	0.24
CH_027_SG	Necker	SGM	0.93
CH_034_AG	Bünz	MH-MM	0.67
CH_035_AG	Surb	MM	0.51
CH_036_AG	Sissle	GM	0.50

ID	Gewässer	Fluss-Vegetations- typ 2019	Guter ökologi- scher Zustand
CH_039_AG	Suhre	SGM	0.73
CH_040_ZH	Limmat	A	
CH_044_ZH	Glatt	SGS	0.59
CH_045_ZH	Aabach	GS	0.42
CH_046_ZH	Aa	GM	0.59
CH_047_ZH	Reppisch	VA	
CH_049_ZH	Furtbach	MS	0.49
CH_054_FR	Sionge	GM	0.69
CH_058_BE	Chise	MM	0.44
CH_059_BE	Gürbe	SGS	0.51
CH_062_BE	Urtenen	MS-MH	0.43
CH_065_ZH	Sihl	SGM	0.95
CH_067_BL	Ergolz	VA	
CH_068_JU	Sorne	SGS	0.38
CH_069_JU	Scheulte	VA	
CH_070_TG	Murg	VA	
CH_071_TG	Lauche	MH-MM	0.65
CH_072_TG	Chemmenenbach	MH	0.34
CH_074_NW	Engelbergeraa	A	
CH_075_ZG	Lorze	VA	
CH_076_ZG	Lorze	VA	
CH_079_AG	Aabach	VA	
CH_084_JU	Allaine	VA	
CH_085_NE	Areuse	A	
CH_087_JU	Birs	A	
CH_088_JU	Doubs	A	
CH_091_GR	Inn	A	
CH_099_TI	Moesa	A	
CH_106_BE	Saane	A	
CH_107_FR	Sarine	A	
CH_119_NE	Seyon	MM	0.50
CH_123_TI	Maggia	VA	
CH_127_VD	Talent	GS	0.52
CH_128_VD	Promenthouse	VA	
CH_130_VD	Aubonne	SGM	0.78
CH_133_BE	Simme	A	
CH_134_BE	La Birse	SGM	0.56
CH_136_AG	Küntenenbach	KM	0.92
CH_137_AG	Möhlinbach	MH-MM	0.43
CH_138_BE	Chrümlisbach	KH	0.45
CH_139_BE	Ballmoosbach	KH	0.74
CH_140_FR	Balnoz	KM	0.74
CH_141_JU	Everatte	VA	
CH_143_SG	Zafenbach	KH-KM	0.46
CH_144_SG	Mittlerer Seegraben	VA	
CH_145_SH	Landgrabe	MH	0.32

ID	Gewässer	Fluss-Vegetations- typ 2019	Guter ökologi- scher Zustand
CH_146_SH	Beggingerbach	KM	0.54
CH_147_TG	Eschlisbach	VA	
CH_148_TG	Salsacher Aa	VA	
CH_149_TI	Vedeggio	SGM	0.78
CH_150_VD	Ruisseau Gi	KH-KM	0.45
CH_151_VD	Le Combagnou	KM	0.32
CH_152_VS	Canal d'Uvrier	KS	0.59
CH_153_NE	Doubs	SGM	0.54
CH_154_LU	Ron	MH-MM	0.80

Ökologischer Zustand unterschiedlicher Fluss-Vegetationstypen

Die Stellen verschiedener Fluss-Vegetationstypen unterschieden sich aufgrund des grossen Schwankungsbereichs nicht signifikant voneinander (Abb. 7). Die Submersenbäche lagen mit einer Ausnahme im Bereich eines mässigen Zustands. Die Streuung bei den Helophytenbächen reichte von unbefriedigend bis zu gutem Zustand. Mittelwert und Median lagen jedoch in den Zustandsklassen unbefriedigend resp. mässig.

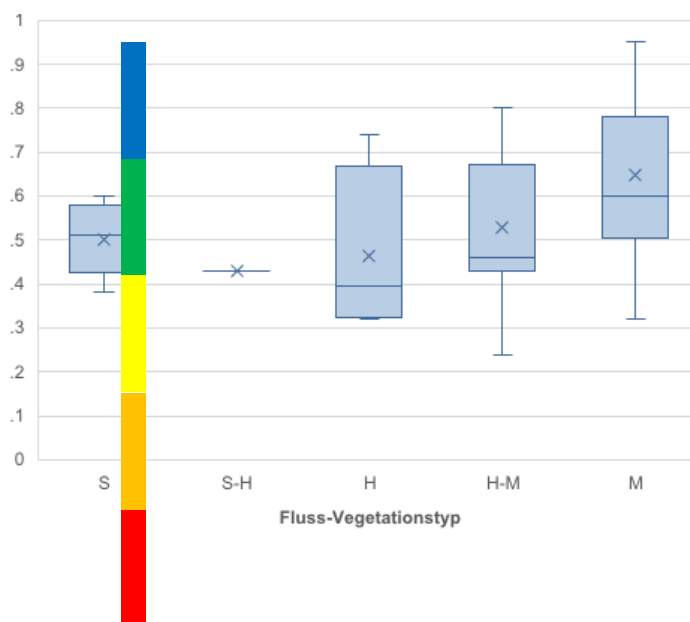


Abb. 7: Ökologischer Zustand der untersuchten Stellen in Abhängigkeit der Fluss-Vegetationstypen. S: Submersenbach, S-H: Submersen-Helophyten Übergangsbach, H: Helophytenbach, H-M: Helophyten-Moos Übergangsbach, M: Moosbach, Klassen Zustandsbewertung: 0.00–0.19: schlecht, 0.20–0.39: unbefriedigend, 0.40–0.59: mässig, 0.60–0.79: gut, 0.80–1.00: sehr gut.

Die Übergangstypen Helophyten-Moosbach lagen bei grosser Streuung mehrheitlich in den Klassen mässig und gut. Median und Mittelwert lagen jedoch im Bereich eines mässigen Zustands. Die Moosbäche, deren Bewertung auf anderen Kriterien basiert als bei den anderen Fluss-Vegetationstypen, erreichten teilweise einen sehr guten Zu-

stand, wobei Mittelwert und Median im Bereich eines guten Zustands lagen. Sie waren damit der am besten bewertete Fluss-Vegetationstyp.

Abhängigkeit des Ökologischen Zustands von Ökomorphologie, Landnutzung und Äusserem Aspekts

Der Ökologische Zustand der 38 bewerteten Stellen zeigte eine signifikant positive Korrelation mit der Ökomorphologie (Abb. 8). Die Ökomorphologie in den sehr grossen Gewässern (A) und den vegetationsarmen Gewässerstrecken (VA) variierte zwischen 0,15 (naturfremd, künstlich) und 0,83 (natürlich, naturnah).

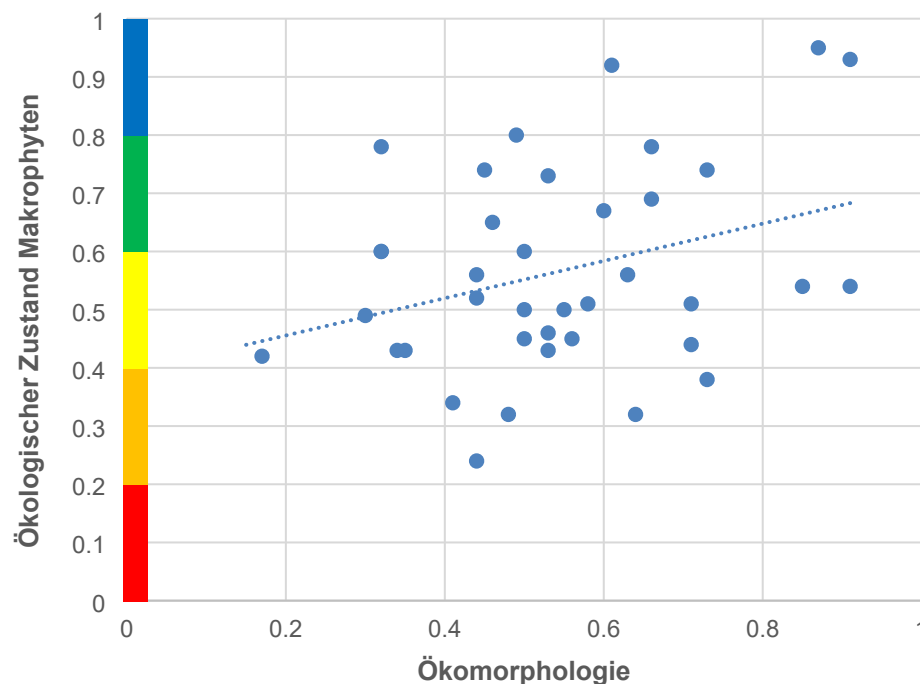


Abb. 8: Zusammenhang zwischen Ökomorphologie und gutem ökologischen Zustand an den bewerteten Stellen (N=38). Die Korrelation ist statistisch signifikant ($p=0,0489$). Klassen Zustandsbewertung: 0.00–0.19: schlecht, 0.20–0.39: unbefriedigend, 0.40–0.59: mässig, 0.60–0.79: gut, 0.80–1.00: sehr gut.

Auf die Parameter der Landnutzung reagiert der ökologische Zustand weniger markant: Mit zunehmendem Anteil landwirtschaftlicher Nutzung im Einzugsgebiet nimmt der ökologische Zustand ab. Mit steigendem Anteil der Siedlungs- und Waldflächen ist jeweils eine leichte Zunahme von ähnlicher Grössenordnung festzustellen (Tab. 5). Alle diese Zusammenhänge erwiesen sich als nicht signifikant.

Bei den übrigen Teilparametern war keine Beziehung mit der Landnutzung im Einzugsgebiet erkennbar. Eine Ausnahme bildet einzig der relativ enge positive Zusammenhang zwischen dem Anteil Wald im Einzugsgebiet und dem Parameter hohe Qualität Arten (Tab. 5).

Tab. 5: Statistischer Zusammenhang zwischen dem guten ökologischen Zustand und den Parametern Ökomorphologie sowie Anteil der verschiedenen Landnutzungstypen Landwirtschaft, Siedlung und Wald. Signifikanzniveau: *: signifikant ($p \leq 0.05$), °: enge Beziehung ($0.05 < p < 0.10$)

Regression: Bestimmtheitsmass (R^2)				
Zustandsparameter	Ökomorph.	Landw.	Siedlung	Wald
guter ökologischer Zustand (N=38)	0.1035	0.0445	0.0112	0.0112
Typgerechte Diversität (N=38)	0.0145	0.0692	0.0264	0.0100
Typgerechte Gemeinschaft (N=38)	0.0269	0.0107	0.0320	0.0051
Hohe Qualität Arten (N=66)	0.0198	0.0083	0.0281	0.0443
Typgerechte Deckung Makrophyten (N=16)	0.0219	0.0408	0.0027	0.0280

Korrelation Signifikanzniveau (p)				
Zustandsparameter	Ökomorph.	Landw.	Siedlung	Wald
guter ökologischer Zustand (N=38)	0.0489*	0.2038	0.5279	0.5277
Typgerechte Diversität (N=38)	0.4711	0.1105	0.3295	0.5494
Typgerechte Gemeinschaft (N=38)	0.3252	0.5364	0.2825	0.6698
Hohe Qualität Arten (N=66)	0.2602	0.4658	0.1785	0.0899°
Typgerechte Deckung Makrophyten (N=16)	0.5221	0.3801	0.8243	0.4686

Einfluss des Äusseren Aspekts

Der Zusammenhang der beiden untersuchten Parameter Kolmation und Trübung des Äusseren Aspekts zeigten einen leicht unterschiedlichen Trend. Bei leichter bis mittlerer Kolmation war der ökologische Zustand leicht höher als auf Strecken mit keiner Kolmation (Abb. 9). Deutlich geringer war hingegen der ökologische Zustand bei starker Kolmation. Bei fehlender Trübung zeigten Strecken einen besseren ökologischen Zustand als bei leichter bis mittlerer Trübung. Die drei Strecken mit starker Trübung wurden nicht bewertet.

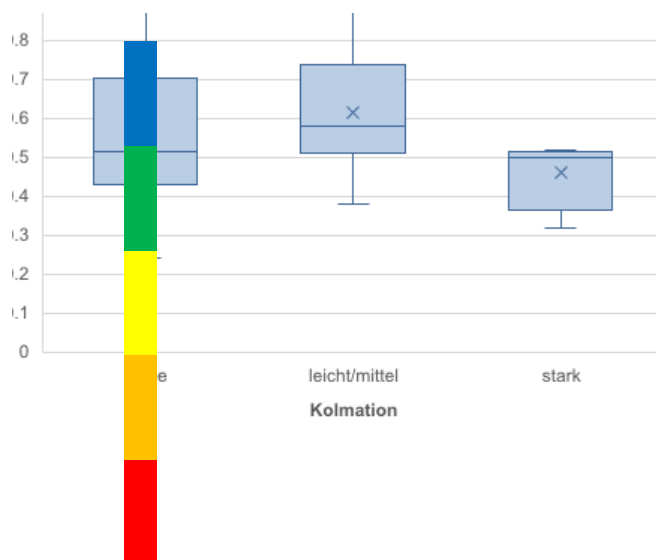


Abb. 9: Ökologischer Zustand der auf untersuchten Strecken in Abhängigkeit von der Kolmation (N=38). Klassen Zustandsbewertung: 0.00–0.19: schlecht, 0.20–0.39: unbefriedigend, 0.40–0.59: mässig, 0.60–0.79: gut, 0.80–1.00: sehr gut.

Typgerechte Gemeinschaft und Diversität, hohe Qualität Arten

Neben dem guten ökologischen Zustand sind in der Zielhierarchie die typgerechte Gemeinschaft (gewässerökologische Gesamtbewertung), die hohe Qualität Arten (naturschützerische Gesamtbewertung) und die typgerechte Diversität die wichtigsten Parameter für die Bewertung der Gewässerstrecken. Gut erkennbar wird die Bonus-Aggregation der beiden Parameter typgerechte Gemeinschaft (typ_Gem) und hohe Qualität Arten (ho_Q_Art) am Knoten zum Guten ökologischen Zustand: Hier verändert eine schlechtere Bewertung bei ho_Q_Art die der Bewertung nicht, welche durch die typ_Gem vorgegeben wird (Tab. 6). Ist die Bewertung der ho_Q_Art jedoch höhere als jene der typ_Gem, wird der Zustand durch die Aggregation verbessert.

Tab. 6: Ökologischer Zustand, typgerechte Diversität, typgerechte Gemeinschaft und hohe Qualität Arten in den bewerteten Untersuchungsstellen. Klassen Zustandsbewertung: **Blau:** sehr gut, **grün:** gut, **gelb:** mässig, **orange:** unbefriedigend, **rot:** schlecht.

ID	Gewässer	g_ökol_Zust	typ_Gem	ho_Q_Art	typ_Div
CH_007_BE	Emme			0.03	
CH_009_SO	Limpach	0.43	0.43	0.25	0.51
CH_014_LU	Reuss			0.59	
CH_020_VD	Venoge			0.29	
CH_021_VD	Thiële			0.45	
CH_022_VD	Broye	0.56	0.56	0.41	0.94
CH_023_SG	Steinach	0.24	0.24	0.17	0.30
CH_027_SG	Necker	0.93	0.93	0.69	0.97
CH_034_AG	Bünz	0.69	0.69	0.23	0.77
CH_035_AG	Surb	0.51	0.49	0.53	0.78
CH_036_AG	Sissle	0.50	0.47	0.53	0.70
CH_039_AG	Suhre	0.73	0.73	0.59	0.90
CH_040_ZH	Limmat			0.67	
CH_044_ZH	Glatt	0.59	0.59	0.38	0.71
CH_045_ZH	Aabach	0.42	0.42	0.40	0.53
CH_046_ZH	Aa	0.59	0.58	0.62	1.00
CH_047_ZH	Reppisch			0.36	
CH_049_ZH	Furtbach	0.49	0.49	0.32	0.74
CH_054_FR	Sionge	0.69	0.69	0.60	0.78
CH_058_BE	Chise	0.45	0.37	0.52	0.57
CH_059_BE	Gürbe	0.51	0.51	0.36	0.71
CH_062_BE	Urtenen	0.43	0.43	0.41	0.55
CH_065_ZH	Sihl	0.95	0.95	0.79	1.00
CH_067_BL	Ergolz			0.22	
CH_068_JU	Sorne	0.38	0.334	0.43	0.48
CH_069_JU	Scheulte			0.00	
CH_070_TG	Murg			0.21	
CH_071_TG	Lauche	0.65	0.65	0.37	0.85
CH_072_TG	Chemmenenbach	0.34	0.34	0.17	0.25
CH_074_NW	Engelbergeraa			0.28	
CH_075_ZG	Lorze			0.61	

ID	Gewässer	g_ökol_Zust	typ_Gem	ho_Q_Art	typ_Div
CH_076_ZG	Lorze			0.85	
CH_079_AG	Aabach			0.19	
CH_084_JU	Allaine			0.36	
CH_085_NE	Areuse			0.39	
CH_087_JU	Birs			0.21	
CH_088_JU	Doubs			0.24	
CH_091_GR	Inn			0.00	
CH_099_TI	Moesa			0.33	
CH_106_BE	Saane			0.45	
CH_107_FR	Sarine			0.85	
CH_119_NE	Seyon	0.50	0.48	0.52	0.35
CH_123_TI	Maggia			0.19	
CH_127_VD	Talent	0.52	0.52	0.30	0.57
CH_128_VD	Promenthouse			0.20	
CH_130_VD	Aubonne	0.78	0.71	0.85	0.70
CH_133_BE	Simme			0.17	
CH_134_BE	La Birse	0.56	0.25	0.86	0.43
CH_136_AG	Küntenenbach	0.93	0.93	0.53	0.90
CH_137_AG	Möhlinbach	0.43	0.43	0.19	0.54
CH_138_BE	Chrümlisbach	0.45	0.45	0.22	0.30
CH_139_BE	Ballmoosbach	0.74	0.74	0.26	0.65
CH_140_FR	Balnoz	0.74	0.74	0.52	0.65
CH_141_JU	Everatte			0.18	
CH_143_SG	Zafenbach	0.47	0.34	0.59	0.25
CH_144_SG	Mittlerer Seegraben			0.59	
CH_145_SH	Landgrabe	0.32	0.32	0.23	0.33
CH_146_SH	Beggingerbach	0.54	0.47	0.60	0.90
CH_147_TG	Eschlisbach			0.00	
CH_148_TG	Salsacher Aa			0.01	
CH_149_TI	Vedeggio	0.79	0.79	0.60	0.78
CH_150_VD	Ruisseau Gi	0.45	0.45	0.30	0.54
CH_151_VD	Le Combagnou	0.33	0.33	0.00	0.10
CH_152_VS	Canal d'Uvrier	0.60	0.60	0.25	0.71
CH_153_NE	Doubs	0.55	0.24	0.85	0.30
CH_154_LU	Ron	0.80	0.80	0.22	0.76

Beim Parameter Typgerechte Diversität (typ_Div) wird erkennbar, dass einzelne Strecken eine bessere Bewertung erreichen als bei Betrachtung der Gesamtbewertung oder der typ_Gem. Dies betrifft in besonders hohem Mass die Stellen CH_022_VD, CH_046_ZH, CH_071_TG und CH_146_SH, bei denen der Zustand der typ_Div um zwei Klassen besser bewertet wird (Tab. 6). Bei sechs Stellen unterschieden die die Gesamtbewertung und typ_Div. Umgekehrt war an vier Stellen die Bewertung mit dem Parameter typ_Div eine Kategorie schlechter als die Gesamtbewertung.

Typgerechte Gemeinschaft und Diversität, hohe Qualität Arten und typgerechte Deckung der Fluss-Vegetationstypen

Die typgerechte Gemeinschaft differenzierte als Parameter nur schwach zwischen den verschiedenen Fluss- Vegetationstypen: bei allen lag das Schwergewicht auf dem mässigen Zustand (Abb. 10). Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Fluss-Vegetationstypen waren bei der typgerechten Diversität markanter: Die Submersenbäche hatten ihr Schwergewicht hier im Bereich eines guten Zustands, während die Helophytenbäche zum unbefriedigenden Zustand tendierte (Abb. 11).

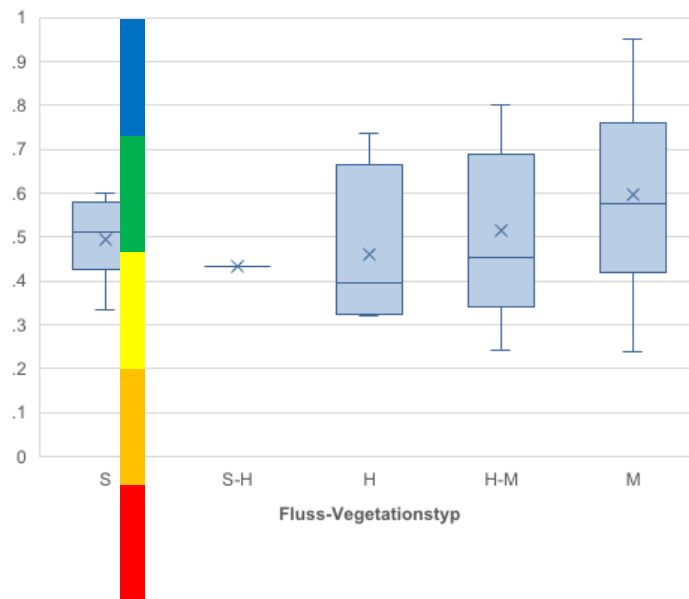


Abb. 10: Typgerechte Gemeinschaft der untersuchten Stellen in Abhängigkeit der Fluss-Vegetationstypen. S: Submersenbach, S-H: Submersen-Helophyten Übergangsbach, H: Helophytenbach, H-M: Helophyten-Moos Übergangsbach, M: Moosbach, Klassen Zustandsbewertung: 0.00–0.19: schlecht, 0.20–0.39: unbefriedigend, 0.40–0.59: mässig, 0.60–0.79: gut, 0.80–1.00: sehr gut.

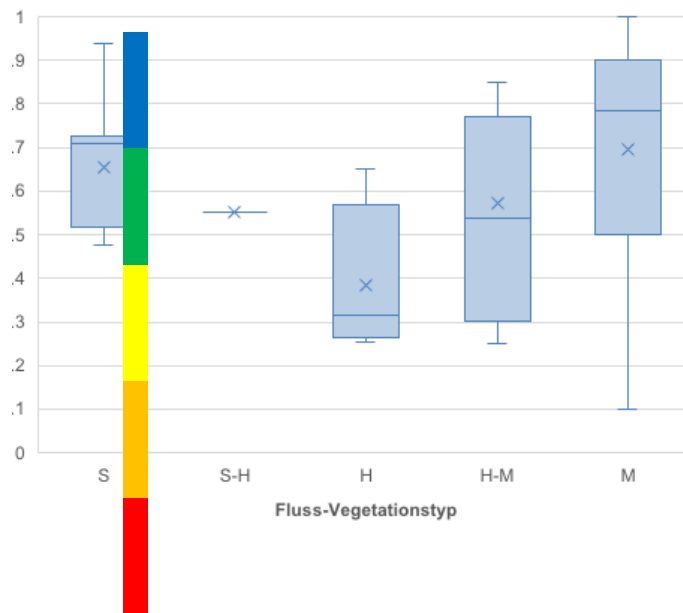


Abb. 11: Typgerechte Diversität der untersuchten Stellen in Abhängigkeit der Fluss-Vegetationstypen. S: Submersenbach, S-H: Submersen-Helophyten Übergangsbach, H: Helophytenbach, H-M: Helophyten-Moos Übergangsbach, M: Moosbach, Klassen Zustandsbewertung: 0.00–0.19: schlecht, 0.20–0.39: unbefriedigend, 0.40–0.59: mässig, 0.60–0.79: gut, 0.80–1.00: sehr gut.

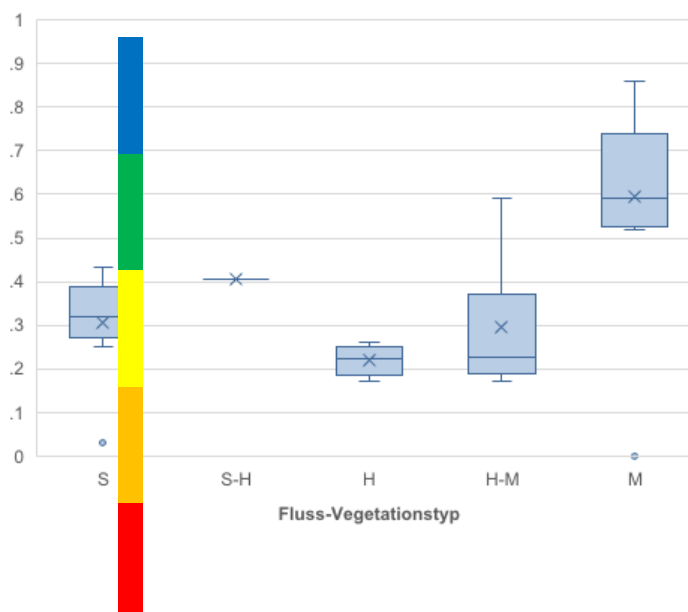


Abb. 12: Hohe Qualität Arten der untersuchten Stellen in Abhängigkeit der Fluss-Vegetationstypen. S: Submersenbach, S-H: Submersen-Helophyten Übergangsbach, H: Helophytenbach, H-M: Helophyten-Moos Übergangsbach, M: Moosbach, Klassen Zustandsbewertung: 0.00–0.19: schlecht, 0.20–0.39: unbefriedigend, 0.40–0.59: mässig, 0.60–0.79: gut, 0.80–1.00: sehr gut.

Die Unterschiede zwischen den Fluss-Vegetationstypen waren beim Parameter hohe Qualität Arten besonders hoch (Abb. 12). Während die Submersenbäche und Helophytenbäche mit ihren Übergangstypen im unbefriedigenden Bereich lagen, indizierten die Werte der Moosbäche einen massigen bis guten Zustand und hoben statistisch signifikant von den übrigen ab (Varianzanalyse $p=0.0007$).

Die typgerechte Deckung, bei welcher aus methodischen Gründen die Moosbäche nicht berücksichtigt werden, vermochte nur wenig zwischen den verschiedenen Fluss-Vegetationstypen zu differenzieren (Abb. 13). Submersenbäche lagen mehrheitlich in Bereichen mit unbefriedigendem und mässigem Zustand, während der Parameter bei den Helophyten und Helophyten-Moosbächen eher mässig bis gute oder gar sehr gute Zustände indizierten.

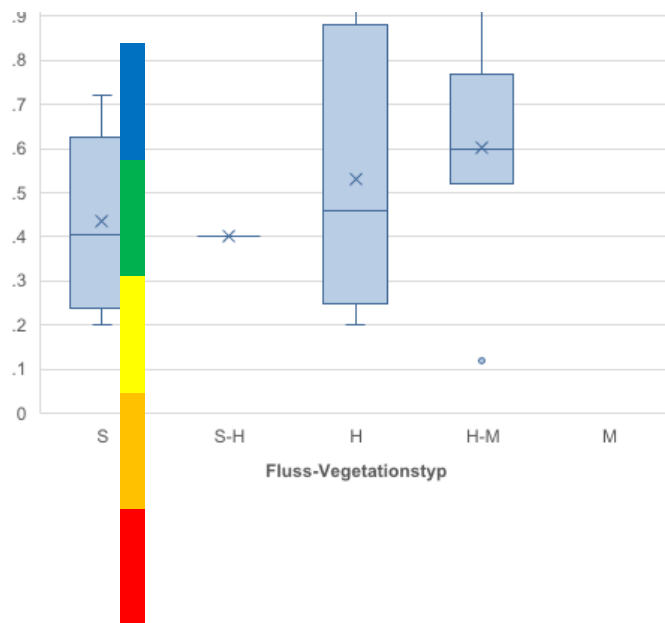


Abb. 13: Typgerechte Deckung an den untersuchten Stellen in Abhängigkeit der Fluss-Vegetationstypen. S: Submersenbach, S-H: Submersen-Helophyten Übergangsbach, H: Helophytenbach, H-M: Helophyten-Moos Übergangsbach, M: Moosbach, Klassen Zustandsbewertung: 0.00–0.19: schlecht, 0.20–0.39: unbefriedigend, 0.40–0.59: mässig, 0.60–0.79: gut, 0.80–1.00: sehr gut.

3.2

Vergleich mit den Ergebnisse 2012 und 2015

Ein Vergleich der Untersuchungen mit den Kampagnen 2012 (Roth 2013) und 2015 (Roth & Müller 2017) zeigte eine deutliche Abnahme der Stellen, welche die Anforderungen der Gewässerschutzverordnung erfüllen (Zustandsklassen gut und sehr gut) von 39 % auf 30 % (N=23; Abb. 14). Gleichzeitig ist auch eine Abnahme des Anteils der Stellen mit unbefriedigendem und schlechtem Zustand von 30 % auf 13 % erkennbar.

Die Stellen mit einem mässigen Zustand bezüglich der Makrophyten nahmen kontinuierlich zu und erreichten nach anfänglich 32% im Jahr 2015 einen Anteil von 55% im Jahr 2019.

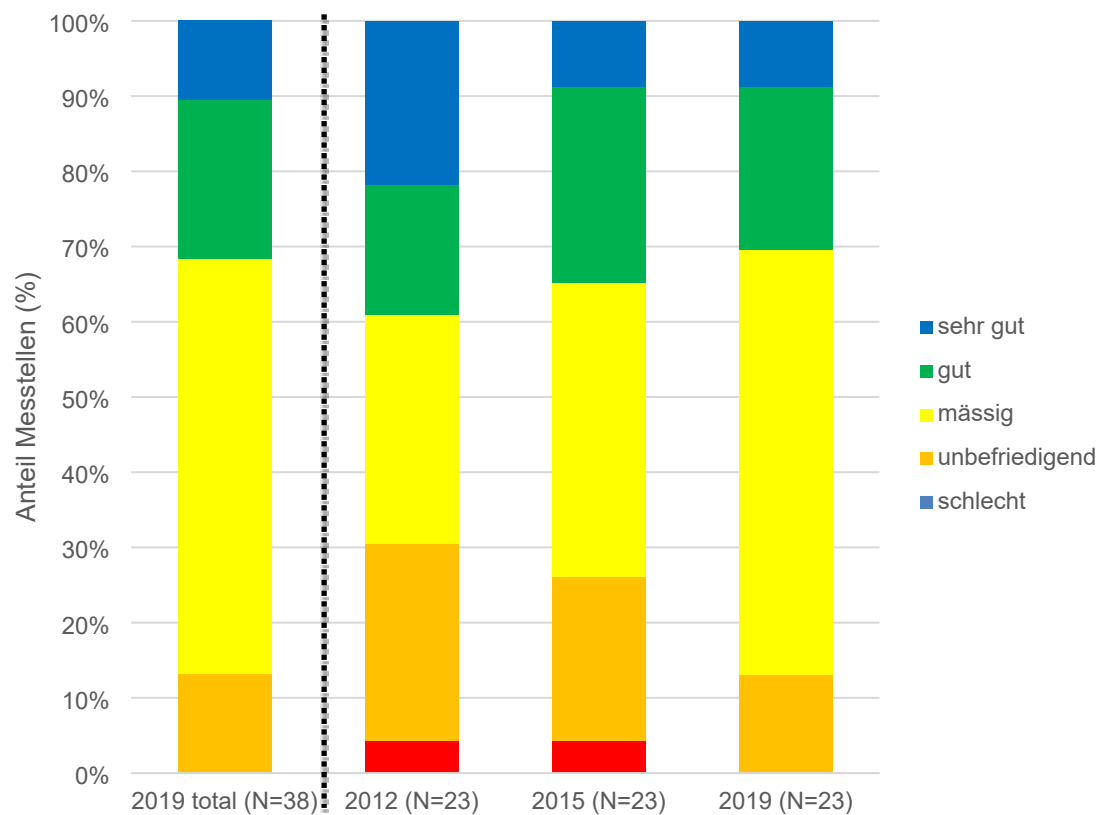


Abb. 14: Vergleich des Anteils der Stellen aus den fünf Zustandsklassen in den Jahren 2012, 2015 und 2019. Säule «2019 total»: alle untersuchten Stellen (N=38).

Der detaillierte Vergleich der Bewertung der einzelnen Stellen für die Jahre 2012–2019 ist in Anhang C zusammenstellt.

3.3 Rote Liste-Arten, National prioritäre Arten, Neophyten

Die sieben nachfolgend in Tab. 7 aufgelisteten Arten der Roten Liste der Gefässpflanzen der Schweiz (Bornand et al., 2016) und der Roten Liste der Moose der Schweiz (Schnyder et al., 2004) wurden nachgewiesen. Sechs dieser Arten sind ausserdem auch in der Liste der National Prioritären Arten und Lebensräume (Bundesamt für Umwelt, 2019) aufgeführt.

Der Fluss-Stumpfdeckel (*Hygroamblystegium fluviatile*) kommt wie schon im Jahr 2015 nur im Kanton Zürich vor. Ebenso wie im 2015 findet man das Sichelblättrige Gitterzahnmoos (*Cinclidotus aquaticus*) auch für das Untersuchungsjahr 2019 nur in der Romandie vor. Das Schlanke Spaltzahnmoos (*Fissidens rufulus*) und das Grosse Süssgras (*Glyceria maxima*), 2 im Jahr 2015 noch kartierte Taxa der Roten Liste, wurden im 2019 nicht mehr erhoben. Im Erhebungsjahr 2019 neu hinzugekommen sind fünf weitere in untenstehender Tabelle aufgeführte Taxa. Darunter finden sich auch zwei Gefässpflanzen. Das in der Schweiz seltene Flutende Laichkraut (*Potamogeton nodosus*) wurde in zwei Bächen im Kanton Sankt Gallen kartiert und für den schweizweit zerstreut vorkommenden Teichfaden (*Zannichellia palustris*) liegt ein Nachweis an einer Messstelle in der Reuss im Kanton Luzern vor.

Tab. 7: Liste der gefährdeten Gefässpflanzen und Moose

(verwendete Abkürzungen der Roten Liste: CR = vom Aussterben bedroht; EN = stark gefährdet; VU = verletzlich; NT = potentiell gefährdet; Kürzel der Prioritätsstufen: 1 = sehr hoch; 2 = hoch; 3 = mittel; 4 = mässig)

Taxon	Rote Liste-Status	Nationale Priorität	Vorkommen an Messstellen
<i>Bryum gemmiparum</i> De Not.	CR	2	CH_076_ZG (Lorze)
<i>Butomus umbellatus</i> L.	VU	4	CH_040_ZH (Limmat)
<i>Cinclidotus aquaticus</i> (Hedw.) Bruch & Schimp.	EN	2	CH_107_FR (Sarine) CH_130_VD (Aubonne) CH_153_NE (Doubs)
<i>Hygroamblystegium fluviatile</i> (Hedw.) Loeske	VU	4	CH_040_ZH (Limmat) CH_046_ZH (Aa) CH_065_ZH (Sihl)
<i>Hygrohypnum duriusculum</i> (De Not.) D.W.Jamieson	NT		CH_099_TI (Moesa)
<i>Potamogeton nodosus</i> Poir.	VU	4	CH_143_SG (Zapfenbach) CH_144_SG (Mittlerer Seegraben)
<i>Zannichellia palustris</i> L.	VU	4	CH_014_LU (Reuss)

Von den Neophyten der schwarzen Liste der Schweiz (InfoFlora 2014) wurden lediglich die beide Wasserpest-Arten *Elodea canadensis* und *E. nutallii* mit Vorkommen an einer resp. zwei Stellen gefunden.

3.4 Häufigkeit, Stetigkeit und Verbreitung der vorkommenden Taxa

Im Rahmen der Untersuchung 2019 wurden 41 unterscheidbare Gefässpflanzen-Taxa gefunden (Tab. 8). Das Rohr-Glanzgras (*Phalaris arundinacea*) mit 42 Fundstellen (64 %) und das Kriechende Straussgras (*Agrostis stolonifera*) mit 37 Fundstellen (56 %) waren damit die beiden häufigsten Gefässpflanzenarten. An 19 Messstellen (29 %) wurde ausserdem der Bachungen-Ehrenpreis (*Veronica beccabunga*) gefunden. Acht weitere Taxa wurden an 6 bis 14 Messstellen (9 bis 21 %) kartiert. 31 Gefässpflanzenarten (78 %) wurden an fünf Messstellen oder weniger (< 9 %) gesichtet.

Von den Moosen konnten 22 Arten nachgewiesen werden. Die beiden häufigsten Moosarten sind das Mäusedornmoos (*Rhynchostegium riparioides*) mit 40 Fundstellen (61 %) und das Gemeine Brunnenmoos (*Fontinalis antipyretica*) mit 35 Fundstellen (53 %). An 29 resp. 17 Messstellen (44 resp. 26 %) wurden ausserdem das Dickstielige Spaltzahnmoos (*Fissidens crassipes* subsp. *crassipes*) und das Zungenblättrige Gitterzahnmoos (*Cinclidotus riparius*) kartiert. Sechs Moosarten wurden an 6 bis 15 Messstellen (9 bis 22 %) erhoben. Weitere zwölf Moosarten (55 %) kamen jeweils an höchstens fünf Messstellen (< 9 %) vor.

Des Weiteren wurden an 44 Messstellen fädige Grünalgen kartiert. Die Gattung *Chara* ist das einzige gefundene Taxon innerhalb der Armleuchteralgen und wurde nur an der Messstelle CH_014_LU (Reuss) beim Ausfluss des Vierwaldstättersees gefunden.

Beim Vergleich der Häufigkeiten einzelner Taxa in den drei beprobten Jahren (siehe Tab. 1) fällt auf, dass *Agrostis stolonifera*, *Phalaris arundinacea*, *Rhynchostegium riparioides*, sowie *Fontinalis antipyretica* über die drei Erhebungsjahre hinweg konstant die beiden häufigsten Gefässpflanzen beziehungsweise Moose waren. Die Häufigkeit von *A. stolonifera* und *Ph. arundinacea* scheint über die Jahre auch stetig zuzunehmen. Im Vergleich zu den Vorjahren deutlich zugenommen hat die Häufigkeit der beiden Veronica-Arten, des Schilfs (*Phragmites australis*), des Ästigen Igelkolbens (*Sparganium erectum* s.l.) und des Mondbechermooses (*Lunularia cruciata* subsp. *cruciata*).

Deutliche Abnahmen der Häufigkeiten sind hingegen bei Flutendem oder Faltigem Süssgras (*Glyceria fluitans* oder *notata*), beim Gemeinem Brunnenmoos, beim Dickstieligem Spaltzahnmoos (*Fissidens crassipes* subsp. *crassipes*) und beim Bach-Kurzbüchsenmoos (*Brachythecium rivulare*) zu verzeichnen.

Tab. 8: Liste der häufigen, also an mindestens 5 Messstellen vorkommenden, Gefässpflanzen und Moose im Vergleich der 3 Untersuchungsjahre (2012: 84 beprobte Stellen; 2015: 81 beprobte Stellen; 2019: 66 beprobte Stellen). * Es besteht eine gewisse Restunsicherheit in der Vergleichbarkeit der Werte von 2019 mit denen von 2012 und 2015, da die operationelle Taxaliste im Jahr 2019 aktualisiert wurde.

Taxagruppe	Taxon_botanisch	Taxon_deutsch	Anzahl Messstellen		
			2012	2015	2019
Gefässpflanzen	<i>Phalaris arundinacea</i> L.	Rohr-Glanzgras	33	38	42
	<i>Agrostis stolonifera</i> L.	Kriechendes Straussgras	30	33	37
	<i>Veronica beccabunga</i> L.	Bachbungen-Ehrenpreis	11	10	19
	<i>Nasturtium</i> sp. oder <i>Cardamine amara</i> L.*	Brunnenkressen oder Bitteres Schaumkraut	15	12	14
	<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L. oder <i>catenata</i> Pennell*	Blauer Wasser-Ehrenpreis oder Rötlicher Wasser-Ehrenpreis	5	6	12
	<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P. Beauv.	Rasen-Schmieie	15	21	11
	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steud.	Schilfrohr	5	9	11
	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Ähriges Tausendblatt	9	8	9
	<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br. oder <i>G. notata</i> Chevall.	Flutendes oder Faltiges Süssgras	14	13	7
	<i>Carex</i> sp. 1/2/3	Seggen 1/2/3	3	5	7
	<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	Kammförmiges Laichkraut	6	5	6
	<i>Glyceria notata</i> Chevall.	Faltiges Süssgras	3	6	5
	<i>Sparganium erectum</i> L. s.l.	Ästiger Igelkolben	1	2	5
	<i>Equisetum palustre</i> L.	Sumpf-Schachtelhalm	2	8	2
	<i>Callitriche</i> sp.	Wassersterne	2	5	4
	<i>Scirpus sylvaticus</i> L.	Wald-Simse	3	5	0
	<i>Iris pseudacorus</i> L.	Gelbe Schwertlilie	5	2	3
Moose	<i>Rhynchosstegium riparioides</i> (Hedw.) Cardot	Mäusedornmoos	34	48	40
	<i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	Gemeines Brunnenmoos	51	49	35
	<i>Fissidens crassipes</i> Bruch & Schimp. subsp. <i>crassipes</i>	Dickstieliges Spaltzahnmoos	23	37	29
	<i>Cinclidotus riparius</i> (Brid.) Arn.	Zungenblättriges Gitterzahnmoos	31	28	17
	<i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.) Warnst. (= <i>Amblystegium riparium</i>)	Ufermoos	28	18	15
	<i>Cratoneuron filicinum</i> (Hedw.) Spruce	Farnähnliches Starknervmoos	18	17	10
	<i>Hygroamblystegium tenax</i> (Hedw.) Jenn. (= <i>Amblystegium tenax</i>)	Starrer Stumpfdeckel	4	8	7
	<i>Pellia endiviifolia</i> (Dicks.) Dumort. subsp. <i>endiviifolia</i>	Kelch-Beckenmoos	5	7	7
	<i>Marchantia polymorpha</i> L.	Gemeines Brunnenlebermoos	5	5	7
	<i>Lunularia cruciata</i> (L.) Lindb. subsp. <i>cruciata</i>	Mondbechermoos	1	4	6
	<i>Cinclidotus fontinaloides</i> (Hedw.) P.Beauv.	Grosses Gitterzahnmoos	5	15	5
	<i>Cinclidotus danubicus</i> Schiffn. & Baumgartner	Donau-Gitterzahnmoos	6	7	5
	<i>Hygrohypnum luridum</i> (Hedw.) Jenn.	Bräunliches Wasserschlafmoos	10	14	4
	<i>Hygroamblystegium fluviatile</i> (Hedw.) Loeske (= <i>Amblystegium fluviatile</i>)	Fluss-Stumpfdeckel	5	5	3
	<i>Brachythecium rivulare</i> Schimp.	Bach-Kurzbüchsenmoos	8	3	1

Tab. 9 gibt einen Überblick über das Vorkommen der häufigen Taxa im Jahr 2019. Deutlich sind wiederum die verbreitetsten Taxa fädige Grünalge, *Agrostis stolonifera*, *Phalaris arundinacea*, *Fontinalis antipyretica* und *Rhynchostegium riparioides* erkennbar

Tab. 9: Die häufigen Taxa (Nachweis an mindestens 5 Messstellen) und ihre Vorkommen an den 66 Messstellen (grün hinterlegte Felder).

		Häufige Taxa	Algen	Gefäßspflanzen										Moose												
			Fädige Grünalgen	<i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Deschampsia cespitosa</i>	<i>Glyceria fluitans</i>	<i>Glyceria notata</i>	<i>Myriophyllum spicatum</i> .	<i>Nasturtium</i> sp. oder <i>Cardamine amara</i>	<i>Phalaris arundinacea</i>	<i>Phragmites australis</i>	<i>Potamogeton pectinatus</i>	<i>Sparganium erectum</i> s.l.	<i>Veronica anagallis-aquatica</i> oder <i>catenata</i>	<i>Veronica beccabunga</i>	<i>Cinclidotus danubicus</i>	<i>Cinclidotus fontinaloides</i>	<i>Cinclidotus riparius</i>	<i>Cratoneuron filicinum</i>	<i>Fissidens crassipes</i> subsp. <i>crassipes</i>	<i>Fontinalis antipyretica</i>	<i>Hygroamblystegium tenax</i>	<i>Leptodictyum riparium</i>	<i>Lunularia cruciata</i> subsp. <i>cruciata</i>	<i>Marchantia polymorpha</i>	<i>Pellia endiviifolia</i> subsp. <i>endiviifolia</i>
ID																										
CH_007_SO	Emme		1						1	1				1												
CH_009_SO	Limpbach	1	1				1	1	1					1								1				
CH_014_LU	Reuss	1					1				1															
CH_020_VD	Venoge	1	1						1												1					
CH_021_VD	Thielle	1	1				1		1	1		1	1	1						1		1				
CH_022_VD	Broye	1	1				1		1	1	1		1				1		1							
CH_023_SG	Steinach	1	1						1											1						
CH_027_SG	Necker	1	1	1	1												1	1		1					1	1
CH_034_AG	Buenz	1	1					1	1					1					1	1	1		1	1		1
CH_035_AG	Surb	1	1						1					1					1	1				1	1	1
CH_036_AG	Sissle	1							1										1	1				1		1
CH_039_AG	Suhre	1	1						1					1			1		1			1	1			1
CH_040_ZH	Limmat	1							1								1		1							1
CH_044_ZH	Glatt	1					1		1										1	1		1				
CH_045_ZH	Aabach	1	1		1		1		1					1					1	1		1	1			1
CH_046_ZH	Aa	1		1		1			1				1			1			1	1		1	1			1
CH_047_ZH	Reppisch	1	1	1					1					1				1	1	1		1	1			
CH_049_ZH	Furtbach	1						1	1		1		1									1				
CH_054_FR	Sionge			1										1			1		1		1					1
CH_058_BE	Chise			1	1				1					1					1	1						1
CH_059_BE	Gürbe			1				1		1	1									1						1
CH_062_BE	Urtenen							1	1	1			1	1						1						
CH_065_ZH	Sihl	1														1	1	1	1	1	1				1	1
CH_067_BL	Ergolz	1	1					1	1									1		1	1				1	1
CH_068_JU	Sorne	1	1			1		1	1				1	1	1			1		1	1					1
CH_069_JU	Scheulte	1																		1						1
CH_070_TG	Murg	1	1	1						1								1		1	1				1	1
CH_071_TG	Lauche	1	1	1				1	1					1	1					1	1	1			1	1
CH_072_TG	Chemibach	1	1						1												1					
CH_074_NW	Engelberger Aa	1	1					1	1					1		1	1				1					
CH_075_ZG	Lorze								1	1	1									1						
CH_076_ZG	Lorze	1	1	1					1	1							1	1		1	1			1	1	1
CH_079_AG	Aabach	1	1						1					1						1	1					1
CH_084_JU	Allaine	1	1						1					1		1										
CH_085_NE	Areuse	1	1						1							1		1								1
CH_087_JU	Birse	1	1						1	1								1			1		1			

ID		Häufige Taxa	Algen	Gefäßspflanzen														Moose													
			Fädige Grünalgen	<i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Deschampsia cespitosa</i>	<i>Glyceria fluitans</i>	<i>Glyceria notata</i>	<i>Myriophyllum spicatum</i> .	<i>Nasturtium</i> sp. oder <i>Cardamine amara</i>	<i>Phalaris arundinacea</i>	<i>Phragmites australis</i>	<i>Potamogeton pectinatus</i>	<i>Sparganium erectum</i> s.l.	<i>Veronica anagallis-aquatica</i> oder <i>catenata</i>	<i>Veronica beccabunga</i>	<i>Cinclidotus danubicus</i>	<i>Cinclidotus fontinaloides</i>	<i>Cinclidotus riparius</i>	<i>Cratoneuron filicinum</i>	<i>Fissidens crassipes</i> subsp. <i>crassipes</i>	<i>Fontinalis antipyretica</i>	<i>Hygroamblystegium tenax</i>	<i>Leptodictyum riparium</i>	<i>Lunularia cruciata</i> subsp. <i>cruciata</i>	<i>Marchantia polymorpha</i>	<i>Pellia endiviifolia</i> subsp. <i>endiviifolia</i>	<i>Rhynchostegium riparioides</i>				
CH_088_JU	Doubs		1						1		1				1												1				
CH_091_GR	Inn			1																											
CH_099_TI	Moesa																		1		1						1				
CH_106_BE	Sarine		1					1	1	1			1	1			1				1										
CH_107_FR	Sarine		1														1				1						1				
CH_119_NE	Seyon		1																	1	1						1				
CH_123_TI	Maggia																1					1					1				
CH_127_VD	Talent		1	1			1	1		1	1																1				
CH_128_VD	Promenthouse																			1	1	1					1				
CH_130_VD	Aubonne		1															1			1						1				
CH_133_BE	Simme			1	1																						1				
CH_134_BE	Birse		1	1						1						1		1	1												
CH_136_AG	Küntenerbach			1					1							1				1	1				1		1				
CH_137_AG	Moehlinbach		1	1		1				1										1	1		1			1					
CH_138_BE	Chruemlisbach									1			1																		
CH_139_BE	Ballmoosbach									1			1																		
CH_140_FR	Bainoz																				1				1	1					
CH_141_JU	Erveratte		1																	1	1					1	1				
CH_143_SG	Zapfenbach								1	1													1								
CH_144_SG	Mittlerer Seegraben			1																			1								
CH_145_SH	Landgrabe		1	1						1										1							1				
CH_146_SH	Beggingerbach		1	1		1									1				1		1		1				1				
CH_147_TG	Eschlisbach																										1				
CH_148_TG	Salmsacher Aach			1	1										1					1							1				
CH_149_TI	Vedeggio		1			1			1												1	1	1				1				
CH_150_VD	Ruisseau Gi					1								1	1				1	1			1				1				
CH_151_VD	Le Combagnou																										1				
CH_152_VS	Canal d'Uvrier		1	1		1	1		1	1	1		1																		
CH_153_NE	Doubs		1			1				1						1															
CH_154_LU	Ron		1	1					1	1					1					1	1	1					1				
Anzahl Stellen je Taxon (66 insgesamt)			44	37	11	7	5	9	14	42	11	6	5	12	19	5	5	17	10	29	35	7	15	6	7	7	40				

4 Qualitätssicherung

Die Qualitätssicherung zog sich als Teil der Untersuchungen durch alle Phasen des Projekts hindurch (BAFU 2018). Dies begann bei den Vorbereitungen und wurde weitergeführt während den Felderhebungen und der Eingabe der Daten in die Erfassungsdatei. Den Abschluss bildete die Plausibilisierung, nach der die endgültige Bewertung der untersuchten Stellen vorliegt.

Bei den Projektvorbereitungen erfolgte die sorgfältige Dokumentation der Probestelle mit dem Bereitstellen des betreffenden Kartenausschnitts und dem Heraussuchen der Daten von Abfluss und Gefälle aus dem GIS resp. aus den Daten der Abflussmessstationen. Wo immer möglich wurden Mittelwerte langfristiger Reihen von Abfluss-Messdaten verwendet und in zweiter Priorität die GIS-Daten des BAFU, die auf Modellierungen beruhen und im Feld auf ihre Plausibilität überprüft wurden. Allen Feldmitarbeitern wurden die Daten zur Verfügung gestellt, mit der Aufforderung, diese im Rahmen der Feldarbeiten zu überprüfen.

QS-Workshop

Am 20. Mai 2019, unmittelbar vor Beginn des Untersuchungszeitfensters, wurde ein Plausibilisierungs-Workshop in Hochdorf (LU) durchgeführt. Dabei wurden die einzelnen Schritte der Untersuchungen und der Dateneingabe im Detail besprochen und diskutiert. Sehr hilfreich war auch die aktive Mitwirkung von Barbara Känel, die an der Entwicklung der Methode massgeblich beteiligt war und ihre langjährige Erfahrung der Makrophytenuntersuchungen im Kanton Zürich einbringen konnte. Nach einem Theorieteil am Vormittag wurden an einem nahegelegenen Fließgewässer auch die Details der Feldarbeiten besprochen und gleich praktisch umgesetzt.

Die Feldmitarbeiter, die Strecken im Schwall-Sunk-Bereich von Kraftwerken untersuchten, setzten sich im Vorfeld mit den Betreibern der Anlagen in Verbindung, um einen geeigneten Termin für die Begehung zu vereinbaren. Mitarbeiter, die besonders tiefe oder starkströmende Strecken zugeteilt erhielten, organisierten sich zur Sicherheit eine Begleitperson für die Durchführung der Untersuchungen.

Als Dienstleistung während der Feldarbeiten standen eine französischsprachige und eine deutschsprachige Telefonhotline zur Verfügung, mit der die beiden Projektleiter bei Fragen und Problemen weiterhalfen.

Erfassungstool und Auswertungstool

Im Vorfeld der Untersuchungen haben die beiden Projektleiter das neu programmierte Erfassungstool, in welches die Felddaten eingegeben wurden, sorgfältig getestet. Gleichwohl stellte sich erst nach der Dateneingabe heraus, dass einige Felder noch mit den fehlerhaften Formeln hinterlegt waren und deshalb die Codierungen in der Exportdatei falsch wiedergegeben wurden. Dank der Mithilfe von Christiane Ilg (VSA) und Stefan Rey konnten die Dateien jedoch korrigiert werden.

Im Erfassungstool wurden alle Daten nochmals auf ihre Korrektheit überprüft, bevor die Exporttabellen «Standortdaten» und «Arten» mit dem Programm EcoVal ausgewertet

wurden. Erst hier wurden Probleme bemerkt, die auf eine unkorrekte Dateneingabe zurückzuführen waren. So führten zum Beispiel Zeilenumbrüche in den Bemerkungsfeldern dazu, dass in den Exporttabellen eine neue Zeile begonnen wurde und diese Daten von EcoVal als Fehler erkannt wurden. Die Bereinigung dieser Fehler ermöglichte anschliessend den Ausdruck der Stellenblätter, die als die Grundlage für die Plausibilitätsprüfung waren.

Workshop Plausibilisierung

Am 25. Mai 2020 wurde der Workshop zur Plausibilisierung der Ergebnisse durchgeführt. Auch hier erwies sich die Teilnahme von Barbara Känel wieder als äusserst wertvoll. Die Zuordnung der Strecken zu den Fluss-Vegetationstypen wurde mit den Feldmitarbeitern direkt diskutiert. In einigen Fällen wurden die Einstufungen auf dieser Basis definitiv angepasst. Hier zeigte sich, dass noch Fehler bei der Zuordnung der Abflussmenge in den Daten vorhanden waren, die zu einem falschen Flussvegetationstyp führten. Diese Fehler wurden durch die sorgfältige Durchsicht aller Daten und unter Beteiligung der jeweiligen Feldmitarbeiter nach dem Workshop endgültig behoben.

5 Diskussion Methode und Ergebnisse

5.1 Methodendiskussion

Die Methode und insbesondere die elektronischen Hilfsmittel, die als Unterstützung entwickelt wurden, machen die Methode zu einem effektiven und aussagekräftigen Werkzeug zur Typisierung der Fliessgewässerstrecken und zur Bewertung des Zustands auf der Grundlage der vorkommenden Makrophyten. Weitere Vorteile gegenüber den anderen Methoden des Modulstufenkonzepts sind der relativ geringe Aufwand und das lange Zeitfenster für die Felderhebungen. Einschränkend wirkt sich die geringe Eignung der Methode für relativ schwach bis mittelstark strömende Fliessgewässer aus.

Aufgrund der dauerhaften Besiedlung durch die Pflanzen in den Fliessgewässern ist eine Untersuchung über ein relativ langes Zeitfenster möglich. Probleme entstehen jedoch nach geschiebeführenden Hochwässern, welche die Dichte der Makrophyten stark reduzieren können. Zu überdenken wäre deshalb, ob innerhalb des generellen Zeitfensters bevorzugte Termine für die Untersuchung von Fliessgewässern der unterschiedlichen Abflussregimetypen entwickelt und festgelegt werden sollen. Einschränkend können sich hier jedoch die Folgen des Klimawandels auswirken, der zu bedeutenden Veränderungen der Saisonalität der Niederschläge führen dürfte.

Aufgrund des besonderen hohen Anteils an Vegetationsarmen Bächen sowie Moosbächen in der Stichprobe von NAWA-Trend konnte jedoch nur ein verhältnismässig kleiner Anteil der Stellen bewertet werden. An vielen NAWA-Stellen können sich aufgrund der Neigung und der Beschattung nur wenige Gefässpflanzenarten entwickeln, sodass die Stichprobenanzahl geringer ausfällt als bei den anderen Modulen.

Eine weitere Einschränkung stellt also die fehlende Eignung zahlreicher Gewässer für eine Besiedlung durch Wasserpflanzen dar. Die Strecken in Überwachungsprogrammen wie NAWA wurden nach Kriterien ausgewählt, die sich in erster Linie an der Untersuchung chemischer Parameter und der Belastung mit häuslichem Abwasser orientieren. Diese Kriterien eignen sich zur Auswahl von Untersuchungsstrecken für die Methoden Makrozoobenthos, Diatomeen und Fische. Im Hinblick auf eine Untersuchungen mit Makrophyten eignen sich viele dieser Strecken aber nicht. Aufgrund der gesammelten Erfahrungen aus drei Untersuchungskampagnen ist jetzt eine Beurteilung der Eignung der aktuellen NAWA-Messstellen für die Untersuchung mit Makrophyten möglich. Basierend auf diesen Erfahrungen können die Anforderungen formuliert werden, die an eine Auswahl weiterer Untersuchungsstrecken als Ersatz für die vegetationsarmen Gewässer und die grossen Fliessgewässer zu stellen sind. Es wird deshalb empfohlen, die aufgrund der methodischen Vorgaben nicht geeigneten Gewässerstrecken für das NAWA-Makrophytenprogramm durch eine gleiche Anzahl optimaler Makrophyten-Stellen zu ersetzen.

Wir empfehlen, diese Aspekte bei der Stellenauswahl für den nächsten Durchgang von NAWA-Trend zusammen mit den Kantonen und den Anwendern der Methode zu diskutieren. Grundsätzlich bieten sich folgende Lösungen an:

Weitere Durchführung der Makrophytenuntersuchungen an den bisherigen NAWA-Trend-Stellen mit aktuell hohem Anteil Gefässpflanzen und jenen, an denen viele Gefässpflanzen zu erwarten sind.

Ergänzung der Makrophyten-Stellen der NAWA-Trend-Programms mit weiteren Stellen, die einerseits repräsentativ für den Gewässerzustand in einem grösseren Einzugsgebiet sind und einen Bestand an Gefässpflanzen aufweisen.

Die Auswahl von NAWA-Trend-Stellen, die aufgrund des Vorhandenseins geeigneter natürlicher Aufwuchssubstrate geeignete Fliessgewässer für Moose sind.

5.2

Diskussion der Ergebnisse

Mit knapp einem Drittel (32 %) hat nur ein geringer Anteil der 38 bewerteten Stellen die Anforderungen der Gewässerschutzverordnung erfüllt. Bei rund zwei Drittel der Stellen, welche die Anforderungen nicht erfüllten, dürften als Ursache in erster Linie die Ökomorphologie verantwortlich sein. Dass die Landnutzung im Einzugsgebiet jedoch ohne Einfluss blieb, dürfte auf eine hohe Wichtigkeit struktureller Parameter in den Gewässern zurückzuführen sein.

Die Ursache der durchwegs besseren Bewertung der Moosbachtypen im Vergleich mit den übrigen Vegetations-Flusstypen kann aus den Makrophytendaten alleine nicht eruiert werden. Da die Bewertung der Moosbäche einem anderen Bewertungsschema zugrunde liegt als jenem der übrigen Vegetations-Flusstypen, könnte dies grundsätzlich auch methodisch begründet werden.

Für den guten ökologischen Zustand und viele der im Rahmen der Zielhierarchie ermittelten Teilparameter zeigten auch die Submersenbachtypen einen leichten Trend zu einem besseren Zustand. Auch hier kann alleine aus den Daten des Moduls Makrophyten keine schlüssige Begründung abgeleitet werden.

Die Entwicklung der Bewertung der Stellen zeigt einen deutlichen Trend hin zu einem mässigen Zustand, was einerseits einer Verbesserung entspricht, weil die Stellen mit unbefriedigendem und schlechtem Zustand abgenommen haben, aber gleichzeitig wegen der Abnahme der Stellen mit gutem und sehr gutem Zustand einer Verschlechterung entspricht. Die Ursache kann im Moment nicht genauer eingegrenzt werden. Es wäre interessant und aufschlussreich, diese Trends im Rahmen vertiefter Ursachenabklärungen und in einer Zusammenschau der Ergebnisse der übrigen NAWA-Module zu untersuchen.

6 Literatur

- BAFU (2013): NAWA – Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität. Konzept Fließgewässer. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1327, 72 Seiten sowie Anhang mit den Messstellenblättern.
- BAFU (2016): Zustand der Schweizer Fließgewässer. Ergebnisse der Nationalen Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA) 2011–2014. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1620: 87 Seiten.
- BAFU (2018): Pflichtenheft zum Projekt Biologische Erhebungen NAWA, Bundesamt für Umwelt. Unterlagen der Ausschreibung auf der Plattform SIMAP, 51 S.
- BAFU (2019): Liste der Nationalen Prioritären Arten und Lebensräume. In der Schweiz zu fördernde prioritäre Arten und Lebensräume. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1709: 99 S.
- Bornand C., Gygax A., Juillerat P., Jutzi M., Möhl A., Rometsch S., Sager L., Santiago H., Eggenberg S. (2016): Rote Liste Gefäßpflanzen. Gefährdete Arten der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern und Info Flora, Genf. Umwelt-Vollzug Nr. 1621: 178 S.
- BUWAL (1998): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer in der Schweiz. Ökomorphologie Stufe F (flächendeckend). Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 27. Bern. http://www.modul_stufen_konzept.ch/fg/module/oekomor_f/index.
- Hydrodaten (2016): <http://hydrodaten.admin.ch/de/tabelle-der-aktuellen-situation-der-abflusse-und-wasserstande.html>
- Infoflora (2014): Schwarze Liste und Watch-List (Stand August 2014), https://www.infoflora.ch/de/assets/content/documents/neophyten/neophyten_diverses/Schwarze%20Liste_Watch%20List_2014_v2020_05_18.pdf
- Känel B., Michel C., Reichert P. (2018): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Makrophyten - Stufe F (flächendeckend) und Stufe S (systembezogen). Entwurf. Bundesamt für Umwelt, Bern. 119 Seiten. https://modul-stufen-konzept.ch/wp-content/uploads/2020/12/Methodenhandbuch_MSK_Makrophyten_1_1_final.pdf
- Michel C., Reichert P. & Känel B. (2019): Anleitung für das elektronische Tool zur Auswertung der Daten des Moduls Makrophyten Stufe F (flächenbezogen) und S (systembezogen). Anhang «Elektronisches Tool» zur Methode, EAWAG Dübendorf, 20 S.
- Roth E. (2013): NAWA TREND Biologie 2011 – 2013, Teil Makrophyten. Expertenbericht im Auftrag des BAFU
- Roth E. & Müller N. (2017): NAWA TREND Biologie 2. Kampagne (2015), Fachbericht Makrophyten, Expertenbericht i Auftrag des BAFU

Schnyder, N., Bergamini, A., Hofmann, H., Müller, N., Schubiger-Bossard, C. & Urmi, E. (2004): Rote Liste der gefährdeten Moose der Schweiz. Hrsg. BUWAL, FUB & NISM. BUWAL-Reihe: Vollzug Umwelt. 99 S.

Anhang

Anhang A Liste der Probenahmestellen und Begehungstermine

AC: Alberto Conelli, AD: Alain Demierre, BK: Barbara Känel, DK: Daniel Küry, MR: Michael Ryf, PM: Pascal Mulattieri.

Kan- ton	ID	Gewässer	Koord X	Koord Y	Bearb	Jun	Jul	Aug	Sep
BE	7	Emme	2606497	1225485	AD			30.08.19	
SO	9	Limpach	2605960	1220819	AD			29.08.19	
LU	14	Reuss	2664302	1212925	MR		16.07.19		
VD	20	Venoge	2532019	1154067	PM		21.07.19		
VD	21	Thielle	2538470	1180925	PM			05.08.19	
VD	22	Broye	2566185	1191947	AD		21.07.19		
SG	23	Steinach	2750755	1262628	DK			16.08.19	
SG	27	Necker	2724306	1250477	DK			30.08.19	
AG	34	Bünz	2656431	1251255	MR			27.08.19	
AG	35	Surb	2662285	2268508	MR				11.09.19
AG	36	Sissle	2641506	1265543	DK			30.08.19	
AG	39	Suhre	2648700	1247570	MR				11.09.19
ZH	40	Limmat	2678995	1250451	BK		18.07.19		
ZH	44	Glatt	2691137	1248360	BK		16.07.19		
ZH	45	Aabach	2696918	1240818	BK		16.07.19		
ZH	46	Aa	2694942	1244954	BK		16.07.19		
ZH	47	Reppisch	2672447	1251570	BK		09.07.19		
ZH	49	Furtbach	2671475	1255831	BK	17.06.19			
FR	54	Sionge	2572350	1167640	AD			31.08.19	
BE	58	Chise	2613800	1188940	AD			30.08.19	
BE	59	Gürbe	2603555	1196625	AD			30.08.19	
BE	62	Urtenen	2606963	1217386	AD			29.08.19	
ZH	65	Sihl	2693193	1225357	BK	25.06.19			
BL	67	Ergolz	2620952	1264930	DK			30.08.19	
JU	68	Sorne	2593577	1246286	PM			15.08.19	
JU	69	Scheulte	2599485	1244150	PM			15.08.19	
TG	70	Murg	2709516	1269797	DK			30.08.19	
TG	71	Lauche	2712366	1264342	DK			30.08.19	
TG	72	Chemibach	2721604	1273121	DK			16.08.19	
NW	74	Engelberger Aa	2672180	1201740	MR		16.07.19		
ZG	75	Lorze	2674523	1230480	MR				17.09.19
ZG	76	Lorze	2650602	1226099	MR				17.09.19

Kan- ton	ID	Gewässer	Koord X	Koord Y	Bearb	Jun	Jul	Aug	Sep
AG	79	Aabach	2655109	1251262	MR			27.08.19	
JU	84	Allaine	2567900	1261300	PM			15.08.19	
NE	85	Areuse	2554430	1199950	PM		11.07.19		
JU	87	Birs	2597675	1249340	PM			15.08.19	
JU	88	Doubs	2571760	1243715	PM			15.08.19	
GR	91	Inn	2795339	1165552	DK		17.07.19		
TI	99	Moesa	2724346	1120161	AC				17.09.19
BE	106	Saane	2585905	1203017	AD		21.07.19		
FR	107	Sarine	2573606	1161929	AD		21.07.19		
NE	119	Seyon	2559534	1207117	PM		11.07.19		
TI	123	Maggia	2692818	1134910	AC				20.09.19
VD	127	Talent	2532670	1173070	PM		11.07.19		
VD	128	Pro- menthouse	2510106	1140064	PM	20.06.19			
VD	130	Aubonne	2520733	1147424	PM		21.07.19		
BE	133	Simme	2612505	1168441	AD			30.08.19	
BE	134	La Birse	2596389	1240411	PM			15.08.19	
AG	136	Küntener- bach	2666969	1248640	MR	24.06.19			
AG	137	Möhlinbach	2632625	1265715	DK			30.08.19	
BE	138	Chrümlis- bach	2605391	1219158	AD			29.08.19	
BE	139	Ballmoos- bach	2603217	1210481	AD			29.08.19	
FR	140	Bainoz	2552609	1184082	AD			29.08.19	
JU	141	Erveratte	2580263	1251633	PM			15.08.19	
SG	143	Zapfenbach	2764800	1250890	DK			16.08.19	
SG	144	Mittlerer Seegraben	2764112	1250857	DK			30.08.19	
SH	145	Landgrabe	2674870	1279823	DK			30.08.19	
SH	146	Begginger- bach	2681266	1291075	DK			30.08.19	
TG	147	Eschelisbach	2740300	1274478	DK			16.08.19	
TG	148	Salmsacher Aach	2741757	1268559	DK			16.08.19	
TI	149	Vedeggio	2714110	1095680	AC				03.09.19
VD	150	Ruisseau Gi	2545151	1181272	AD	20.06.19			
VD	151	Le Comba- gnou	2522957	1158668	PM	19.06.19			
VS	152	Canal D'Uvrier	2597501	1121662	PM			01.08.19	
NE	153	Doubs	2544983	1215320	PM		11.07.19		
LU	154	Ron	2664002	1224169	MR	24.06.19			

Anhang B Ausdruck der Maske zur Erfassung der Standortparameter und der Makrophyten-Taxa im Feld

Feldprotokoll Makrophyten

version 2020/01/18

Stellen Code:		Stelle:		Datum:	
Gewässer:		Kanton:		BearbeiterIn:	
Projekt:		Nr. Fotos:		Foto 1:	
Koordinaten X:		Koordinaten Y:		Höhe ü. M.:	
				Länge (m):	

Breite	
Sohle:	m
Benetzt:	m
Variabilität:	<input checked="" type="radio"/> nicht erfassbar <input type="radio"/> ausgeprägt <input type="radio"/> eingeschränkt <input type="radio"/> keine/sehr geringe

Gefälle	
Wert GIS:	%
Datenquelle GIS:	
Schätzung Feld:	%
Konsolidiert:	%
Konsolidiert (Quelle):	

Abfluss	
Wert Hydrometrie:	Mittelwert I/s Tageswert I/s
Nr. Station:	
Station Lage:	<input checked="" type="radio"/> unbekannt <input type="radio"/> im Abschnitt <input type="radio"/> in der Nähe - Vergleichsmessstelle
Wert GIS:	I/s
Datenquelle GIS:	
Schätzung Feld:	I/s
Konsolidiert:	I/s
Konsolidiert (Quelle):	

Tiefe	
Mittlere Tagestiefe:	m
Maximale Tagestiefe:	m
Tiefe b. mitt. W.-stand:	m
Variabilität:	<input checked="" type="radio"/> nicht erfassbar <input type="radio"/> ausgeprägt <input type="radio"/> eingeschränkt <input type="radio"/> keine/sehr geringe

Beschattung	
Schätzung Feld:	%

Strömung	m/s	Anteil
Schätzung Mittelwert Feld:		
Fast stehend o. Kehrströmung:	<0.03	%
Sehr langsam fließend:	0.03-0.1	%
Langsam fließ., fast glatt:	0.1-0.3	%
Schnell fließ., wenig turbulent:	0.3-1	%
Sehr schnell fließ., turbulent:	>1	%

Substratstabilität	
Substratstabilität:	<input checked="" type="radio"/> nicht erfassbar <input type="radio"/> unbeweglich <input type="radio"/> begrenzt bzw. <input type="radio"/> beweglich

Substrat	cm	Anteil
Blöcke	>40	%
Grosse Steine	20-40	%
Steine	6.3-20	%
Grobkies	2-6.3	%
Fein-/Mittelkies	0.2-2	%
Sand	0.063-0.2	%
Schluff/Ton	<0.063	%
Faul-Schlamm		%
Humus/Torf		%
künstl. Substrat		%

Verbauung Sohle		
Verbauungsgrad	<input checked="" type="radio"/> nicht erfassbar <input type="radio"/> nicht erfassbar <input type="radio"/> keine (0%) <input type="radio"/> vereinzelt/punktuell (< 10%) <input type="radio"/> mässig (10-30%) <input type="radio"/> grösser (30-60%) <input type="radio"/> überwiegend (>60%) <input type="radio"/> vollständig (100%)	Verbauungsart/Material <input type="radio"/> nicht erfassbar <input type="radio"/> Steinschüttung/Rauhbett <input type="radio"/> Holz <input type="radio"/> Betongittersteine <input type="radio"/> undurchlässig (Beton) <input type="radio"/> andere/dicht

Verbauung Böschungsfuss					
Verbauungsgrad	links	rechts	Verbauungsart/Material	links	rechts
nicht erfassbar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	nicht erfassbar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
keine (0%)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Lebendverbau	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
vereinzelt/punktuell (< 10%)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Naturstein locker	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
mässig (10-30%)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Holz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
grösser (30-60%)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Betongittersteine	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
überwiegend (> 60%)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Natursteine dicht	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
vollständig (100%)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Mauer	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			andere/undurchlässig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Uferbereich		links	rechts
Breite [m]:			
Dominanter Typ pro Seite			
nicht erfassbar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Röhricht/Ried	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Wald	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Bäume/Straucher und ext. Wiese	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
monotone Hochstaudenflur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
extensive Wiese ohne Bestockung (<25%)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Alleeähnliche Bestockung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
keine/künstlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Kies/Geröll/Fels	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Anderes			

Umland			
Dominante Nutzung pro Seite	links	rechts	
nicht erfassbar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Mischwald	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Nadelwald (> 75% Nadelholz)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Laubwald (> 75% Laubholz)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Fettwiese/Acker/Weide	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Magerwiese/Hochstauden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Röhricht/Riedwiesen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Auen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Siedungsgebiet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Anderes			

Äusserer Aspekt	
Kolimation:	<input checked="" type="radio"/> nicht erfassbar <input type="radio"/> keine <input type="radio"/> leicht/mittel <input type="radio"/> stark
Trübung:	<input checked="" type="radio"/> nicht erfassbar <input type="radio"/> keine <input type="radio"/> leicht/mittel <input type="radio"/> stark
Bemerkungen:	

Landnutzung im Einzugsgebiet	
Waldfläche:	%
Siedungsfläche:	%
Landwirtschaft:	%

Flussgewässertypisierung CH	
dom. Geologie des Abschnitts:	«nicht gewählt»
Biogeographische Region:	«nicht gewählt»

Flussordnung / Abflussregime	
Flussordnungszahl:	
Abflussregimtyp:	

Feldprotokoll Makrophyten

Stellen Code:		Stelle:		Datum:	
Gewässer:		Kanton:		BearbeiterIn:	
Projekt:		Nr. Fotos:		Foto 1:	
Koordinaten X:		Koordinaten Y:		Höhe ü. M.:	
				Länge (m):	

Absolute Gesamtdeckung und unbedecktes Substrat

Gesamtdeckung:	:	%	Anteil unbedecktes Substrat:	:	%
----------------	---	---	------------------------------	---	---

Absolute Deckung der einzelnen Taxa

[illegible]

Bemerkungen

Gewässer walbar:	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	
Von beiden Ufern kartiert:	<input type="radio"/> nicht anwendbar <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	Von Ufer kartiert: <input type="radio"/> nicht anwendbar <input type="radio"/> links <input type="radio"/> rechts
Gibt es Hinweise, dass Stelle vor kurzem entkrautet - Sohle:	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	- Böschung: <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
Terrestrische Neophyten im Uferbereich - links:	<input type="radio"/> nicht erfassbar <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein <input type="radio"/> vereinzelt <input type="radio"/> häufig <input type="radio"/> massenhaft	- rechts: <input type="radio"/> nicht erfassbar <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein <input type="radio"/> vereinzelt <input type="radio"/> häufig <input type="radio"/> massenhaft

:Kommentare

(Stau- oder Restwasserstrecke, nahe Seeausfluss, auffällige Einleitung, heterotropher Bewuchs, Verkräutung, Wetter, Zugänglichkeit der Stelle, besondere Arten,...)

Anhang C Vergleich der Makrophyten-Bewertungen der Jahre 2012-2015-2019

Klassen Zustandsbewertung: **Blau:** sehr gut, **grün:** gut, **gelb:** mässig, **orange:** unbefriedigend, **rot:** schlecht.

ID	Gewässer	Kt.		2012		2015		2019
CH_007_BE	Emme	BE	A		A		A	
CH_009_SO	Limpach	SO	MS	0.74	MS	0.63	MS	0.43
CH_014_LU	Reuss	LU	A		A		A	
CH_020_VD	Venoge	VD	MH-MM	0.71	MH-MM	0.77	VA	
CH_021_VD	Thièle	VD	A		A		A	
CH_022_VD	Broye	VD	SGS	0.55	SGS	0.57	SGS	0.56
CH_023_SG	Steinach	SG	MH-MM	0.27	MH-MM	0.27	MH-MM	0.24
CH_027_SG	Necker	SG	SGM	0.98	SGM	0.98	SGM	0.93
CH_034_AG	Bünz	AG	MH-MM	0.46	MH-MM	0.53	MH-MM	0.67
CH_035_AG	Surb	AG	MS	0.19	MH-MM	0.46	MM	0.51
CH_036_AG	Sissle	AG	GM	0.53	GM	0.59	GM	0.5
CH_039_AG	Suhre	AG	SGM	0.3	SGM	0.64	SGM	0.73
CH_040_ZH	Limmat	ZH	A		A		A	
CH_044_ZH	Glatt	ZH	SGS	0.31	SGS	0.29	SGS	0.6
CH_045_ZH	Aabach	ZH	MS	0.32	MS	0.38	GS	0.42
CH_046_ZH	Aa	ZH	VA		VA		GM	0.6
CH_047_ZH	Reppisch	ZH	VA		VA		VA	
CH_049_ZH	Furtbach	ZH	MS	0.53	MS	0.55	MS	0.49
CH_054_FR	Sionge	FR	GM	0.88	GM	0.8	GM	0.69
CH_058_BE	Chise	BE	MM	0.47	MM	0.45	MM	0.44
CH_059_BE	Gürbe	BE	SGS	0.61	SGS	0.51	SGS	0.51
CH_062_BE	Urtenen	BE	MS-MH	0.35	MS-MH	0.27	MS-MH	0.43
CH_065_ZH	Sihl	ZH	SGM	1	SGM	0.95	SGM	0.95
CH_067_BL	Ergolz	BL	VA		VA		VA	
CH_068_JU	Sorne	JU	SGM	0.91	SGM	0.74	SGS	0.38
CH_069_JU	Scheulte	JU	GM	0.75	GM	0.74	VA	
CH_070_TG	Murg	TG	VA		VA		VA	
CH_071_TG	Lauche	TG	MH-MM	0.8	MH-MM	0.6	MH-MM	0.65
CH_072_TG	Chemmenenbach	TG	MH	0.4	MH	0.4	MH	0.34
CH_074_NW	Engelbergeraa	NW	A		A		A	
CH_075_ZG	Lorze	ZG	SGS	0.55	SGS	0.43	VA	
CH_076_ZG	Lorze	ZG	VA		VA		VA	
CH_079_AG	Aabach	AG	VA		VA		VA	
CH_084_JU	Allaine	JU	MH-MM	0.53	MH-MM	0.63	VA	
CH_085_NE	Areuse	NE	A		A		A	

ID	Gewässer	Kt.		2012		2015		2019
CH_087_JU	Birs	JU	A		A		A	
CH_088_JU	Doubs	JU	A		A		A	
CH_091_GR	Inn	GR	A				A	
CH_099_TI	Moesa	TI	A		A		A	
CH_106_BE	Saane	BE	A		A		A	
CH_107_FR	Sarine	FR	A		A		A	
CH_119_NE	Seyon	NE	MM	0.52	MM	0.18	MM	0.5
CH_123_TI	Maggia	TI	SGM	0.79	SGM	0.88	VA	
CH_127_VD	Talent	VD	GS	0.44	GS	0.44	GS	0.52
CH_128_VD	Promenthouse	VD	VA		VA		VA	
CH_130_VD	Aubonne	VD	SGM	0.81	SGM	0.74	SGM	0.78
CH_133_BE	Simme	BE	A		A		A	
CH_134_BE	La Birse	BE	SGM	0.71	SGM	0.78	SGM	0.56
CH_136_AG	Küntenenbach	AG					KM	0.92
CH_137_AG	Möhlinbach	AG					MH-MM	0.43
CH_138_BE	Chrümlisbach	BE					KH	0.45
CH_139_BE	Ballmoosbach	BE					KH	0.74
CH_140_FR	Balnoz	FR					KM	0.74
CH_141_JU	Everatte	JU					VA	
CH_143_SG	Zafenbach	SG					KH-KM	0.46
CH_144_SG	Mittlerer Seegraben	SG					VA	
CH_145_SH	Landgrabe	SH					MH	0.32
CH_146_SH	Beggingerbach	SH					KM	0.54
CH_147_TG	Eschlisbach	TG					VA	
CH_148_TG	Salmsacher Aach	TG					VA	
CH_149_TI	Vedeggio	TI					SGM	0.78
CH_150_VD	Ruisseau Gi	VD					KH-KM	0.45
CH_151_VD	Le Combagnou	VD					KM	0.32
CH_152_VS	Canal d'Uvrier	VS					KS	0.6
CH_153_NE	Doubs	NE					SGM	0.54
CH_154_LU	Ron	LU					MH-MM	0.8

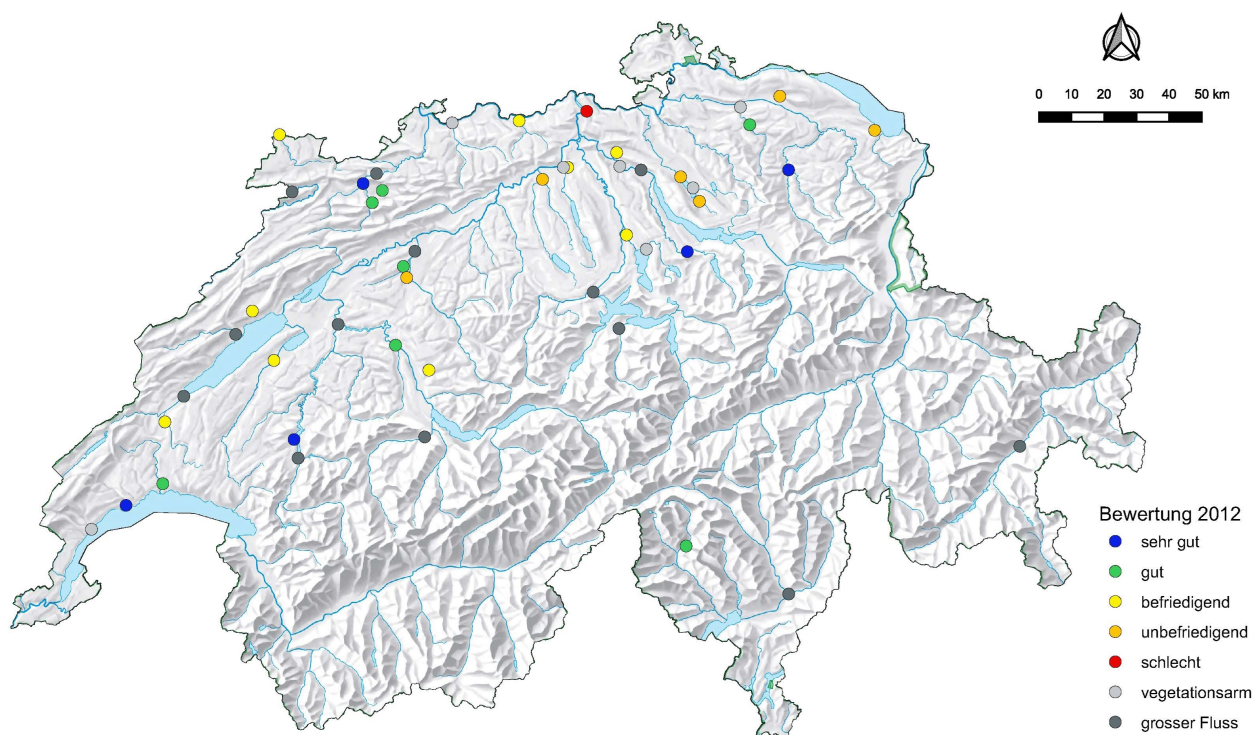


Abb. AC1: Bewertung der im Jahr 2012 untersuchten Strecken des Programms NAWA-Trend Makrophyten.

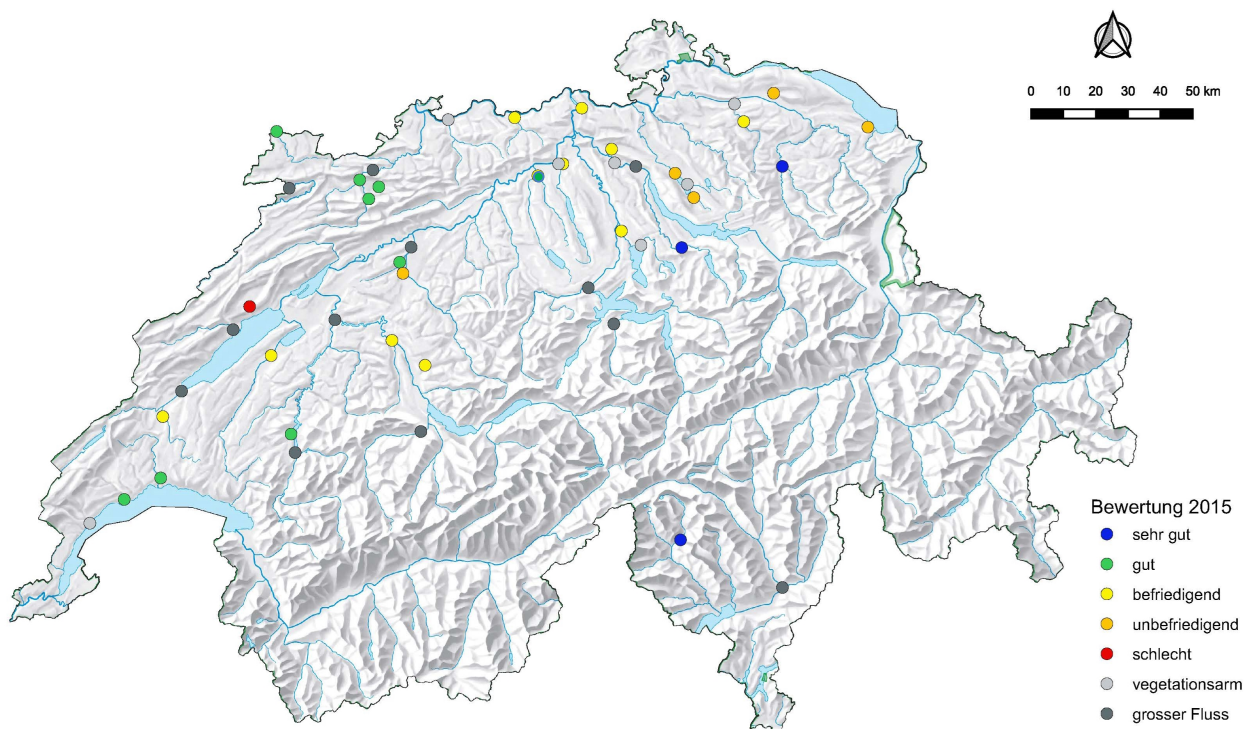


Abb. AC2: Bewertung der im Jahr 2015 untersuchten Strecken des Programms NAWA-Trend Makrophyten.

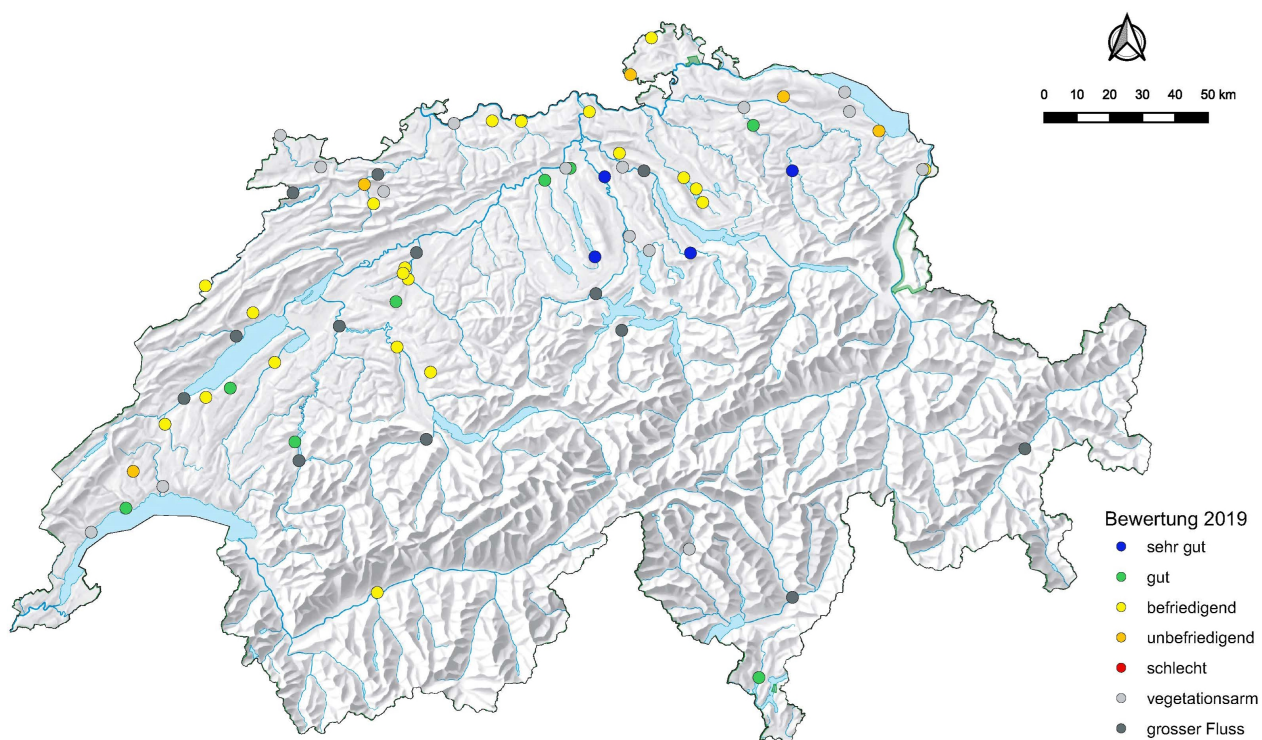


Abb. AC3: Bewertung der im Jahr 2019 untersuchten Strecken des Programms NAWA-Trend Makrophyten.

Anhang D: Taxaliste und Fundhäufigkeiten

Taxagruppe	Artname	Anzahl Stellen	RL-Status	Priorität	Neophyt
Algen	Fädige Grünalgen	44			
Armleuchteralgen	<i>Chara</i> sp.	1			
Gefässpflanzen	<i>Agrostis stolonifera</i> L.	37			
Gefässpflanzen	<i>Berula erecta</i> (Huds.) Coville (emers)	4			
Gefässpflanzen	<i>Butomus umbellatus</i> L.	1	VU	4	
Gefässpflanzen	<i>Callitriche</i> sp.	4			
Gefässpflanzen	<i>Carex acutiformis</i> Ehrh.	2			
Gefässpflanzen	<i>Carex elata</i> All.	1			
Gefässpflanzen	<i>Carex</i> sp. 1	3			
Gefässpflanzen	<i>Carex</i> sp. 2	4			
Gefässpflanzen	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	2			
Gefässpflanzen	<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P. Beauv.	11			
Gefässpflanzen	<i>Elodea canadensis</i> Michx.	1			N
Gefässpflanzen	<i>Elodea nuttallii</i> (Planch.) H. St. John	2			N
Gefässpflanzen	<i>Equisetum palustre</i> L.	2			
Gefässpflanzen	<i>Glyceria notata</i> Chevall.	5			
Gefässpflanzen	<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br. oder <i>notata</i> Chevall.	7			
Gefässpflanzen	<i>Groenlandia densa</i> (L.) Fourr.	1			
Gefässpflanzen	<i>Iris pseudacorus</i> L.	3			
Gefässpflanzen	<i>Juncus articulatus</i> L.	2			
Gefässpflanzen	<i>Lemna minor</i> L.	1			
Gefässpflanzen	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	9			
Gefässpflanzen	<i>Myriophyllum verticillatum</i> L.	1			
Gefässpflanzen	<i>Nasturtium officinale</i> R. Br.	3			
Gefässpflanzen	<i>Nasturtium</i> sp. oder <i>Cardamine amara</i> L.	14			
Gefässpflanzen	<i>Phalaris arundinacea</i> L.	42			
Gefässpflanzen	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steud.	11			
Gefässpflanzen	<i>Polygonum amphibium</i> L.	3			
Gefässpflanzen	<i>Potamogeton crispus</i> L.	4			
Gefässpflanzen	<i>Potamogeton lucens</i> L.	1			
Gefässpflanzen	<i>Potamogeton nodosus</i> Poir.	2	VU	4	
Gefässpflanzen	<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	6			
Gefässpflanzen	<i>Potamogeton</i> x <i>schreberi</i> G. Fisch. (= <i>P. natans</i> x <i>P. nodosus</i>)	1			
Gefässpflanzen	<i>Ranunculus fluitans</i> Lam.	2			
Gefässpflanzen	<i>Ranunculus</i> sp.	1			
Gefässpflanzen	<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla	3			
Gefässpflanzen	<i>Scrophularia umbrosa</i> Dumort.	4			
Gefässpflanzen	<i>Sparganium erectum</i> L. s.l.	5			
Gefässpflanzen	<i>Sparganium erectum</i> L. s.l. oder <i>emersum</i> Rehm.	4			
Gefässpflanzen	<i>Typha latifolia</i> L.	2			

Taxagruppe	Artname	Anzahl Stellen	RL-Status	Priorität	Neophyt
Gefässpflanzen	<i>Veronica beccabunga</i> L.	19			
Gefässpflanzen	<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L. oder <i>catenata</i> Pennell	12			
Gefässpflanzen	<i>Zannichellia palustris</i>	1	VU	4	
Moose	<i>Brachythecium rivulare</i> Schimp.	1			
Moose	<i>Bryum gemmiparum</i> De Not.	1	CR	2	
Moose	<i>Chiloscyphus polyanthos</i> agg.	1			
Moose	<i>Cinclidotus aquaticus</i> (Hedw.) Bruch & Schimp.	3	EN	2	
Moose	<i>Cinclidotus danubicus</i> Schiffn. & Baumgartner	5			
Moose	<i>Cinclidotus fontinaloides</i> (Hedw.) P.Beauv.	5			
Moose	<i>Cinclidotus riparius</i> (Brid.) Arn.	17			
Moose	<i>Cratoneuron filicinum</i> (Hedw.) Spruce	10			
Moose	<i>Fissidens crassipes</i> Bruch & Schimp. subsp. <i>crassipes</i>	29			
Moose	<i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	35			
Moose	<i>Hygroamblystegium fluviatile</i> (Hedw.) Loeske	3	VU	4	
Moose	<i>Hygroamblystegium tenax</i> (Hedw.) Jenn.	7			
Moose	<i>Hygrohypnum duriusculum</i> (De Not.) D.W.Jamieson	1	NT		
Moose	<i>Hygrohypnum luridum</i> (Hedw.) Jenn.	4			
Moose	<i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.) Warnst.	15			
Moose	<i>Lunularia cruciata</i> (L.) Lindb. subsp. <i>cruciata</i>	6			
Moose	<i>Marchantia polymorpha</i> L.	7			
Moose	<i>Palustriella falcata</i> (Brid.) Hedenaes	1			
Moose	<i>Pellia endiviifolia</i> (Dicks.) Dumort. subsp. <i>endiviifolia</i>	7			
Moose	<i>Philonotis calcarea</i> (Bruch & Schimp.) Schimp.	1			
Moose	<i>Philonotis capillaris</i> Lindb.	1			
Moose	<i>Rhynchostegium riparioides</i> (Hedw.) Cardot	40			

Anhang E Charakterisierung der Standorte