

Fließgewässerüberwachung OGT 2022

Urnäsch/Sitter und Necker/Thur



Kurzbericht

Dokument Nr. 2210-B-01
Datum Entwurf: 2.8..2022
Datum Endfassung:

Impressum

Auftraggeber: Vera Leib · Lukas Taxböck · Amt für Wasser und Energie,
St.Gallen
Lämmli brunnenstrasse 54 · CH-9001 St.Gallen

Auftragnehmer: AquaPlus AG
Gotthardstrasse 30 · CH-6300 Zug

Bearbeitung: Caroline Baumgartner · Isabella Hegglin · Yvonne Bernauer ·
Barbara Imhof

Titelfoto: Necker, OGT003, am 3.3.2022

Inhaltsverzeichnis

	Seite	
.	Zusammenfassung	1
1	Ausgangslage und Auftrag	4
2	Grundlagen und Methoden	4
3	Stellen	10
4	Ergebnisse und Diskussion	14
4.1	Äusserer Aspekt	14
4.2	Pflanzlicher Bewuchs	21
4.3	Kieselalgen	25
4.4	Wasserwirbellose	34
5	Literaturverzeichnis	45

Anhang

Anhang A:	Stellendokumentation	47
-----------	----------------------	----

Elektronische Übergabe von Daten

- Äusserer Aspekt, pflanzlicher Bewuchs (Excel),
- Kieselalgenzähllisten und Auswertungen (Excel),
- Wasserwirbellose und Auswertungen (Excel),
- Files für CSCF: Kopfdaten, IBCH-Raster, IBCH-Laborblatt (Excel),
- Stellendokumentation (pdf-Format).

Zusammenfassung

Äusserer Aspekt

An allen Untersuchungsstellen in der Sitter, der Urnäsch, der Thur und dem Necker war die fließende Welle bis auf wenige Ausnahmen unbeeinträchtigt. Einzig die Sitter bei Gmünden ob Rotbach sowie die Thur bei Henau und Niederbüren wiesen wenig stabilen Schauf auf. Die Gewässersohle war im Necker, in der Sitter und in der Urnäsch an verschiedenen Stellen durch leichte Verschlämmungen und Kolmation beeinträchtigt. Verpackungsabfälle wurden in der Sitter und der Thur an verschiedenen Stellen festgestellt. Total wurden an 11 von 17 Stellen eine leichte bis mittlere Beeinträchtigung des Äusseren Aspektes festgestellt. An diesen Stellen war die Erfüllung der Anforderungen an die Wasserqualität gemäss GSchV Anhang 2 fraglich.

Pflanzlicher Bewuchs

Der Pflanzliche Bewuchs war in den untersuchten Fließgewässern durch krustige und fädige Algen sowie Moose geprägt. Die Bewuchsdichten waren grundsätzlich eher gering. Makrophyten kamen, bis auf eine Ausnahme, keine vor. Beachtenswert ist das Vorkommen der invasiven fädigen Kieselalge *Didymosphenia geminata* an den Stellen OGT015 und OGT149. Die Gewässersohle war an keiner Untersuchungsstelle durch Wucherungen beeinträchtigt, die Anforderungen an die Wasserqualität bezüglich des Pflanzlichen Bewuchses wurden gemäss GSchV Anhang 2 überall erfüllt.

Kieselalgen

Die Lebensgemeinschaften der Kieselalgen erfüllten im Frühjahr 2022 an allen untersuchten Messstellen des Einzugsgebietes Sitter/Urnäsch und Thur/Necker bezüglich der DI-CH-Werte die ökologischen Ziele gemäss GSchV Anhang 1.

Im Fließverlauf der Sitter stieg der DI-CH leicht an. Auffällig ist der unterhalb der ARA St. Gallen-Au erhöhte Anteil an Abwasserarten, welche eine Belastung im Gewässer indizieren. Eine deutlich veränderte Lebensgemeinschaft der Kieselalgen zeigte sich an der Stelle OGT009 bei Rothen, wo der Anteil an Sauberwasserarten im Vergleich zu den anderen untersuchten Messstellen deutlich tiefer lag. Auch an der Messstelle unterhalb der Einmündung der Urnäsch in die Sitter machte sich eine leichte Verschlechterung des DI-CH bemerkbar.

Die DI-CH Werte an den Messstellen im Necker waren im Vergleich mit jenen der Thur zwar etwas höher, blieben jedoch immer noch im Bereich 'sehr gut'. Die Lebensgemeinschaft der Kieselalgen an den Messstellen im Necker waren stärker von Arten geprägt, welche eine organische Belastung im Gewässer tolerieren als die Lebensgemeinschaften an den Messstellen der Thur. Im Fließverlauf der Thur schwankte der DI-CH zwar nur leicht, stieg aber ab der Einmündung des Neckers an. Eine Änderung der Lebensgemeinschaft zeigte sich dann unterhalb der ARA Lütisburg, wo ein geringerer Anteil an Sauberwasserarten vorkam.

An allen vier untersuchten Fließgewässern wurden zwei gebietsfremde Kieselalgen nachgewiesen, deren Häufigkeitsanteil teilweise so gross war, dass die Ge-

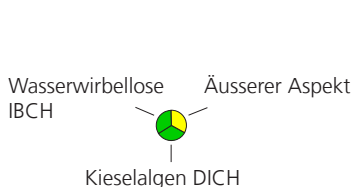
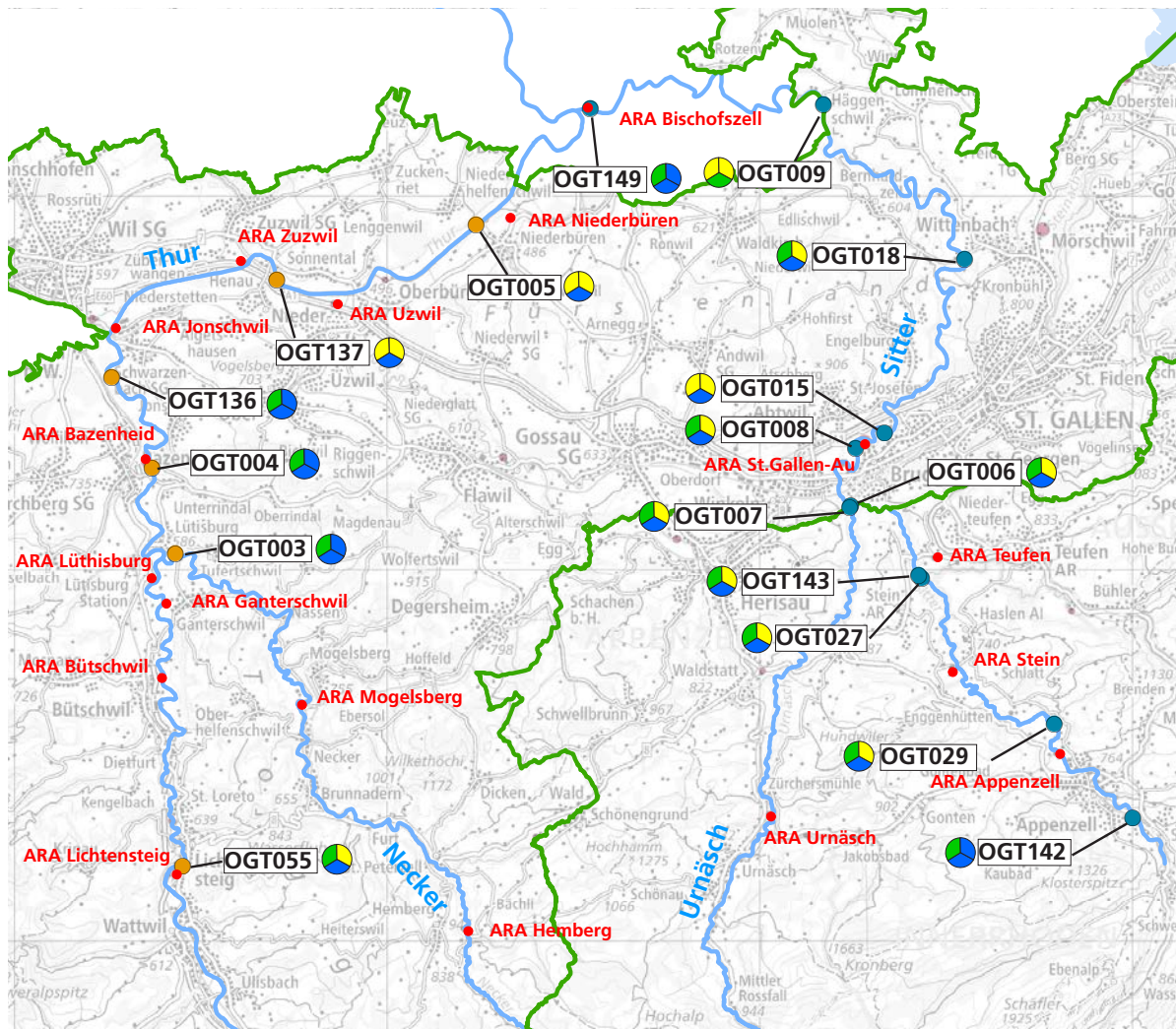
wässer dem von der Gewässerschutzverordnung geforderten Anspruch einer 'naturnahen' und 'standortgerechten' Artenzusammensetzung nur zum Teil entsprechen.

Wasserwirbellose

Die Lebensgemeinschaft der Wasserwirbellosen veränderte sich im Fließverlauf der Sitter. So wurden die Anteile der als empfindlich geltenden Eintags- und Steinfliegen flussabwärts kleiner, dafür stiegen die Anteile der Zweiflügler und Wenigborster. Bezüglich der Individuendichten der Wasserwirbellosen konnte im Fließverlauf kein Trend festgestellt werden. Die Taxazahlen und Indiceswerte (IBCH, Diversität, SPEAR-Index) zeigten hingegen tendenziell eine Abnahme in Fließrichtung bzw. etwas schlechtere Werte an den Stellen im Unterlauf der Sitter. Die Stelle OGT015 (Sitter Rechensteg) wies bezüglich Taxazahlen, IBCH-Werten und Diversität die schlechtesten Werte auf, was vermutlich mit der geringen Fließgeschwindigkeit, der eingeschränkten Habitatvielfalt und der Lage unterhalb der ARA St.Gallen-Au zurückzuführen ist. Auch an vielen anderen Stellen kamen zwar empfindlichere Wasserwirbellose vor, der Zustand der Habitate bzw. die Habitatvielfalt wirkte hier jedoch etwas limitierend, so dass dennoch tiefere IBCH-Werte resultierten.

Die Auswertung der Wasserwirbellosen nach Habitat- und Strömungspräferenzen zeigen im Unterlauf eine Veränderung zu Präferenzen für Feinsediment und Sand sowie weg von strömungsliebenden Organismen.

Die Wasserwirbellosen an den Untersuchungsstellen der Thur und des Neckers waren durch Eintags- und Steinfliegen sowie Zweiflügler (inkl. Zuckmücken) geprägt. Im Fließverlauf des Thur-Necker Einzugsgebietes nahmen die Taxazahlen und die Diversität ab, bei ungefähr gleichbleibenden Individuendichten. Der IBCH indizierte einen guten bis mässigen Gewässerzustand, welcher tendenziell im Fließverlauf abnahm. Auch in Thur und Necker kamen zwar gegenüber Verschmutzungen empfindliche Taxa (wie z.B. Steinfliegen) vor, im Unterlauf schien jedoch die Habitatvielfalt für die Wasserwirbellosen limitierend zu sein. Der SPEAR-Index wies an allen Stellen auf eine sehr geringe bis geringe Belastung des Wassers mit Pestiziden hin. Die Auswertung der Habitat- und Strömungspräferenzen zeigte eine Dominanz von Stein- und Pflanzenbewohnern, sowie strömungsliebende Organismen.



Äusserer Aspekt
Anforderungen und die Wasserqualität

- erfüllt
- Erfüllung fraglich
- nicht erfüllt

Wasserwirbellose (IBCH) und Kieselalgen (DICH)
Gewässerökologischer Zustand

- sehr gut
- gut
- mässig
- unbefriedigend
- schlecht

Abb. 1.1: Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse in Sitter, Urnäsch, Thur und Necker. Orange Punkte: Einzugsgebiet Necker/Thur. Blaue Punkte: Einzugsgebiet Urnäsch/Sitter. Rot hinterlegte Punkte: Lage der ARAs. Rote Punkte: ARAs mit Vorfluter Necker, Thur, Urnäsch, Sitter. Grüne Linie: Kantonsgrenzen.

1 Ausgangslage und Auftrag

Die Fliessgewässerüberwachung Routine OGT 2022 hat zum Ziel, den biologischen Zustand der 17 zu untersuchenden Flussabschnitte in den Einzugsgebieten Sitter/Urnäsch und Thur/Necker zu ermitteln und die Einhaltung der ökologischen Ziele für Gewässer und der Anforderungen an die Wasserqualität gemäss Anhang 1 und Anhang 2 der GSchV zu überprüfen. Weiter soll durch den Vergleich mit früheren Untersuchungsergebnissen Veränderungen im Gewässer festgestellt werden.

Die 17 Stellen wurden im März 2022 gewässerökologisch untersucht: Der Äusserer Aspekt und der Pflanzliche Bewuchs wurden vor Ort aufgenommen. Weiter wurden Proben der Kieselalgen und der Wasserwirbellosen entnommen und im Labor ausgewertet.

Im vorliegenden Bericht werden die Resultate dieser Untersuchungen dargestellt und diskutiert. Im Anhang sind die Stellendokumentationen der einzelnen Untersuchungsstellen aufgeführt. Alle Daten werden dem Auftraggeber elektronisch übergeben.

2 Grundlagen und Methoden

2.1 Äusserer Aspekt

Zur Beschreibung des makroskopischen Gewässereindrucks wurden die folgenden, in Abb. 2.1 dargestellten Parameter gemäss einer vierstufigen Skala (kein; wenig/gering/leicht/vereinzelt; mittel; viel/stark/häufig) beurteilt (angelehnt an Chaix et al. 1995): Trübung und Verfärbung des Wassers, Geruch, Schaum, Abfälle aus der Siedlungsentwässerung, Detritus/Schlamm (organisch), Fundhäufigkeit von Eisensulfid-Flecken auf der Unterseite von Steinen, Anwesenheit makroskopisch sichtbarer Kolonien von Bakterien, Protozoen und Pilzen (heterotropher Bewuchs) und Kolmation. Die Bewertung des Äusseren Aspektes erfolgt gemäss Modul Äusserer Aspekt (BAFU 2007a) mit 3 Zustandsklassen.

Tab. 2.1: Äusserer Aspekt und die Einteilung in 3 Zustandsklassen. Modul-Stufe Äusserer Aspekt, BAFU 2007a

Trübung	Beurteilung der Ursache pro Parameter: natürlich anthropogen unbekannt	keine	geringe	mittlere	starke
Verfärbung		keine	leichte	mittlere	starke
Geruch (Abwasser , Gülle)		kein	gering	mittel	stark
Schaum (stabil)		kein	wenig	mittel	viele
Verschlämmung		keine	leichte	mittlere	starke
Makroskopisch sichtbare Pilze, Bakterien oder Protozoen		keine	vereinzelt	wenig (von 10 Steinen 1-5 mit Kolonien)	häufig (von 10 Steinen >5 mit Kolonien)
Eisensulfid-Flecken (Fundhäufigkeit)		0 %	1-10%	10-25%	>25%
Kolmation		keine	leicht	mittel	stark
Abfälle		keine	wenige	mittel	viele
Feststoffe aus Siedlungsentwässerung (WC-Papier etc.)		keine	wenige	mittel	viele

Legende

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

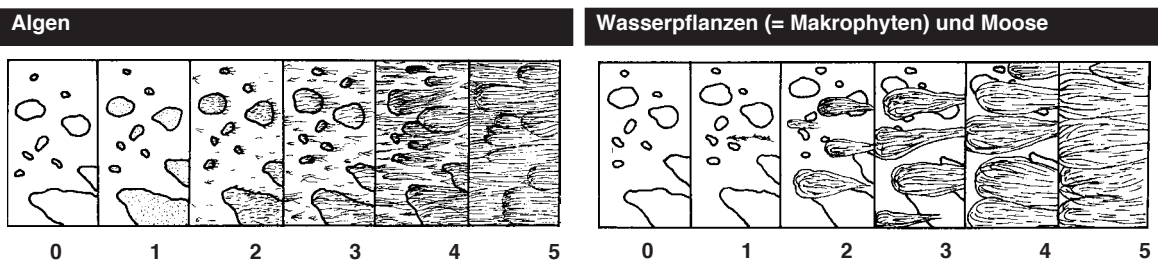
2.2 Pflanzlicher Bewuchs (Algen, Moose, Makrophyten)

Makroskopische Beurteilung im Feld

- Bewuchsdichte-Schätzung gemäss der sechsstufigen Bildskala von Thomas & Schanz (1976, Änderung: Stufen 0 - 5 anstatt 1 - 6). Diese Dichte-Schätzung wurde aufgrund des allgemeinen Eindruckes unabhängig von der Korngrößenverteilung vorgenommen.
- Unterscheidung zwischen fädigen, haut- und krustenbildenden Algen und Schätzung ihrer Deckung bezüglich der gesamten Gewässersohle in Prozent sowie Schätzung ihrer Deckung auf den einzelnen Substratklassen (Korngrößenstufen 1 bis 6) in Prozent der entsprechenden Teilflächen.
- Unterscheidung von im Feld leicht erkennbaren Arten (z. B. *Cladophora* sp., *Hydrurus foetidus*) oder Artgruppen (z. B. Kieselalgen oder Grünalgen) und Schätzung ihrer Deckung bezüglich der gesamten Gewässersohle sowie Schätzung ihrer Deckung auf den einzelnen Substratklassen (Korngrößenstufen 1 bis 6) in Prozent der entsprechenden Teilflächen.
- Schätzung der Deckung für Moose und Wasserpflanzen entsprechend dem Vorgehen bei den Algen.

Algen, Moose und Makrophyten wurden im Feld so weit wie möglich bestimmt. Bei Unklarheiten wurden Proben zur Bestimmung mit ins Labor genommen. Es erfolgte gemäss Modul-Stufe F Äusserer Aspekt (BAFU 2007a) aber keine detaillierte Bewertung des Pflanzlichen Bewuchses.

Tab. 2.2: Bewuchsdichtestufen zur Einschätzung des pflanzlichen Bewuchses, abgeändert nach Thomas & Schanz (1976).



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

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

2.3 Kieselalgen

Die Beurteilung der Kieselalgenlebensgemeinschaft ermöglicht es den Zustand der Fließgewässer bezüglich der Nährstoffbelastung zu beurteilen und dient der Überprüfung der ökologischen Ziele der Gewässerschutzverordnung Anhang 1 (GSchV, 1998). Die Auswertung basiert auf der relativen Häufigkeiten indikativer Kieselalgentaxa.

Probenahme

Die Probenahme der Kieselalgen erfolgte gemäss dem Modul-Stufen-Konzept Kieselalgen (BAFU, 2007b). Dabei wurde pro Untersuchungsstelle von 5 Steinen eine gleich grosse Aufwuchsfläche mittels Abkratzutensilien gemäss Douglas (1958) abgekratzt. Die Proben wurden im Anschluss mit Formaldehyd (37 %) auf eine Endkonzentration von rund 2 bis 4 % fixiert.

Laborarbeit

Die Kieselalgen-Proben wurden im Labor mittels Heissoxidationsmethode (Salz- und Schwefelsäure sowie anschliessende Endoxidation mit Kaliumnitrat) präpariert (Straub 1981; BAFU, 2007b). Anschliessend erfolgte die Einbettung der gereinigten Schalen in Kunstharz (Naphrax). Für die Zählung der 500 Schalen (jede Kieselalgenart besteht aus zwei Schalenhälften, Summe der gezählten Schalen = 100 %) wurde ein Mikroskop mit 1'000facher Vergrösserung (Ölimmersion, Phasenkontrast, Interferenz-Beleuchtung) verwendet. Die Teratologien wurden für jede Art erfasst, indem nach Typen unterschieden wurde. Die Bestimmung erfolgte nach Hofmann et al. (2013), Krammer & Lange-Bertalot (1986 -1991; 2007) und Lange-Bertalot & Metzeltin (1996) sowie bei Bedarf mit weiterer Spezialliteratur. Die Nomenklatur richtet sich weitgehend nach Hofmann et al. (2013) sowie der firmeneigenen Synonymliste.

Auswertung

Mit den Kieselalgenuntersuchungen wird der biologische Zustand der Fließgewässer der Schweiz anhand des Kieselalgen-Indexes DI-CH (Diatomeen Index Schweiz) charakterisiert. Die Zustandsbeschreibungen haben einen bekannten Bezug zu chemischen Parametern, die anthropogene Stoffbelastungen anzeigen, und sind somit ein wichtiger Aspekt im Hinblick auf die Überprüfung der ökologischen Zielsetzung gemäss Anhang 1 der Gewässerschutzverordnung (GSchV, 1998). Der DI-CH reicht von 1 (nährstoffarmes Wasser) bis 8 (nährstoffreiches und organisch belastetes Wasser) und wird in 5 Klassen eingeteilt: «sehr gut», «gut», «mässig», «unbefriedigend», «schlecht». Die Auswertungen beruhen alle auf den relativen Häufigkeiten, welche an jeder Stelle für jede gefundene Kieselalgenart aufgrund der Zählung eruiert wurden. Im Weiteren werden taxa- und indexspezifische Auswertungen durchgeführt und die Standortgerechtigkeit der Lebensgemeinschaften eingeschätzt, wie dies die ökologischen Ziele der Gewässerschutzverordnung (GSchV) in Anhang 1 fordern. Wir benutzen dazu den DI-CH-Wert, die Taxazahl, die Evenness, der Anteil an Arten mit D-Werten ≥ 5.5 und < 2.5 sowie den maximalen Anteil des häufigsten Taxon pro Probe (= Dominanz). Damit werden art- und indexspezifische Kennwerte beigezogen, so dass die Struktur der Lebensgemeinschaft wie auch indikative Gruppen (DI-CH, D-Gruppen) in die Beurteilung einfließen (Tab. 2.3). Die angewandte Methode ist noch in Entwicklung. Nichtsdestotrotz zeigt sich, dass der Anspruch auf eine standortgerechte Lebensgemeinschaft deutlich höher ist, wie das blosses Erfüllen der biologisch indizierten Wasserqualität (DI-CH-Wert).

Tab. 2.3: Kennwerte zur Beurteilung der Standortgerechtigkeit der Kieselalgenlebensgemeinschaft.

Kennwerte zur Beurteilung der Standortgerechtigkeit	Mittelland ¹	Alpiner Raum ²
Kennwert erreicht wenn:		
Ökologie		
DI-CH	< 4.5	≤ 2.0
D-Wert ≥ 5.5 ³	$< 15\%$	$< 10\%$
D-Wert < 2.5 ³	$> 10\%$	$> 20\%$
Struktur Lebensgemeinschaft		
Evenness	> 0.4	< 0.4
Taxazahl	> 18	> 18
Dominanz ⁴	$< 50\%$	$< 50\%$
Gebietsfremde Arten		
Summe rH	$< 2\%$	$< 2\%$

¹ Biogeografische Regionen: Mittelland und Jura.

² Biogeografische Regionen: Alpennord- und Alpensüdflanke sowie östliche und westliche Zentralalpen.

³ Summe relative Anteile rH der Taxa mit D-Werten ≥ 5.5 respektive < 2.5 .

⁴ Bei einer Dominanz einer Art $> 50\%$ spielt der D-Wert des Taxons eine zusätzliche Rolle.

2.4 Wasserwirbellose

Probenahme

Die Probenahme wurde gemäss BAFU Modul Makrozoobenthos Stufe F (BAFU 2019) durchgeführt. Es wurden 8 Kickproben (Maschenweite des Netzes 500 µm, beprobte Fläche pro Kickprobe 25 cm x 25 cm) gemäss IBCH-Raster entnommen und zu einer Probe gepoolt (= Rohprobe 3).

In der Stellendokumentationen im Anhang finden sich die für die Untersuchungsstellen relevanten Angaben zur Choriotop-Zusammensetzung sowie zur Probenahme.

Laborarbeit

Aus den gepoolten Proben wurden alle makroskopisch gut sichtbaren Individuen entfernt, soweit wie möglich bestimmt und gezählt. Vom restlichen Probenmaterial wurde eine Teilprobe (Subsample) erstellt. Die Grösse der Teilprobe war dabei abhängig vom Zustand der Probe (viel organisches Material, viele Tiere,...) es wurde jedoch von mindestens 1/10 der Probe alle Tiere unter dem Binokular aussortiert. Anschliessend wurde die Restliche Probe auf weitere Taxa durchgeschaut. Alle gefundenen Tiere wurden ausgezählt, so tief wie möglich bestimmt und auf die gesamte Probe hochgerechnet.

Auswertung

- Berechnung der **Gesamtindividuedichte** (Ind/0.1m², siehe Tab. 2.4), der **relativen Häufigkeiten** (%) der einzelnen Wasserwirbellosengruppen, die **Diversität** (Shannon, 1949) sowie die **funktionellen Gruppen** (Moog, 1995).
- Berechnung des **IBCH 2019**. Die IBCH-Werte wurden nach Modulstufenkonzept Makrozoobenthos - Stufe F (BAFU 2019) berechnet. Dazu ermittelt man die taxonomische Diversität (totale Anzahl der gefundenen Taxa) jeder Probe, aus der sich, mit dem Korrekturwert für den IBCH-Q-Regimetyyp verrechnet, die Diversitätsklasse (DK 1-14) ergibt. Weiter wird die Indikatorgruppe (IG 1-9) ermittelt, wobei hier nur bestimmte, in der Probe vorhandene Indikator taxa berücksichtigt werden. Aus diesen beiden Werten ergibt sich der IBCH. Sowohl DK, IG und IBCH wird ein Wert zwischen 0 und 1 zugewiesen (Tab. 2.4).
- Berechnung des **IBCH 2010** zum Vergleich mit den Daten früherer Untersuchungen. Die IBCH-Werte wurden nach Modulstufenkonzept Makrozoobenthos - Stufe F (BAFU 2010) berechnet. Dazu war die taxonomische Diversität (totale Anzahl der gefundenen Taxa) jeder Probe zu bestimmen, aus der sich die Diversitätsklasse (DK 1-14) ergibt. Ebenfalls wurde die Indikatorgruppe (IG 1-9) ermittelt, wobei hier nur bestimmte, in der Probe vorhandene Indikator taxa berücksichtigt werden. Aus diesen beiden Werten ergibt sich der IBCH (Tab. 2.4).
- Berechnung des **SPEAR-Index**. Der SPEAR-Index ist eine einfache Berechnungsmethode zum Screening von mit Schadstoffen belasteten Probestellen. Er kann basierend auf bestehenden biologischen Routinemonitoringdaten

des Makrozoobenthos errechnet werden. In den SPEAR-Index fließen sowohl biologische (z.B. Generationszeit, aquatische Lebensweise aller Entwicklungsstadien und Vorhandensein während Hauptapplikationszeit), ökologische (z.B. Migrationsfähigkeit, Rekolonisierungspotential) als auch ökotoxikologische Daten (relative Toxizität gegenüber *Daphnia* spp.) ein. Dazu wurden viele Makrozoobenthosarten hinsichtlich dieser Kriterien bewertet und entweder als «at risk» (1) oder «not at risk» (0) eingestuft. Der SPEAR-Index wird im IBCH_2019 Labor-Protokollblatt automatisch auf Familienniveau berechnet (Tab. 2.4).

Tab. 2.4: Stufen der Dichteschätzung der Wasserwirbellosen.

Stufe	Dichtebezeichnung	Anzahl Ind./0.1m ²
1	äusserst gering	1-5
2	sehr gering	6-25
3	gering	26-100
4	mittel	101-500
5	mittel - gross	501-2500
6	gross	2501-5000
7	sehr gross	>5000

Tab. 2.4: Klassifizierung der verschiedenen Indices: IBCH 2019 und SPEAR 2019 (BAFU, 2019), IBCH 2010 (BAFU 2010) .

Biologischer Gewässerzustand	IBCH_2019, DK, IG	IBCH_2010	SPEAR_2019	Zielvorgabe GSchV
sehr gut	≥ 0.8	17 - 20	≥0.44	erreicht
gut	0.6 - < 0.8	13 - 16	0.33 - <0.44	
mässig	0.4 - < 0.6	9 - 12	0.22 - <0.33	nicht erreicht
unbefriedigend	0.2 - < 0.4	5 - 8	0.11 - <0.22	
schlecht	< 0.2	1 - 4	≤0.11	

3 Stellen

Die 17 Untersuchungsstellen befanden sich im Einzugsgebiet Sitter/Urnäsch und Thur/Necker. Im Folgenden werden die Stellen genauer beschrieben. In Tab. 3.1 sind die Untersuchungsstellen aufgelistet. In den Abbildungen 3.1 und 3.2 sind Fotos der Untersuchungsstellen zusammengestellt. Abbildung 3.3 zeigt die genaue Lage der Untersuchungsstellen.

Tab. 3.1: Untersuchungsstellen in Urnäsch, Sitter, Necker und Thur am 3.3.2022, 15.3.2022 und 21.3.2022

Gewässer	Stelle	Koordinaten	Meeres- höhe [m ü. M.]	Ortsbezeichnung	Datum / Zeit	Leit- fähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	Temperatur [°C]
Sitter	OGT142	750019 / 243310	790	Steinegg	21.3.2022 / 9:45	279	4.6
Sitter	OGT029	747910 / 245850	745	Lank	21.3.2022 / 10:30	338	4.7
Sitter	OGT027	744350 / 249745	640	Gmünden ob Rotbach	21.3.2022 / 11:45	360	4.8
Sitter	OGT143	744270 / 249820	635	Gmünden nach Rotbach	21.3.2022 / 12:30	429	4.6
Sitter	OGT006	742440 / 251703	588	ob Urnäsch	21.3.2022 / 14:15	373	6.2
Sitter	OGT008	742577 / 253234	576	Bruggen Au	21.3.2022 / 15:45	338	7.6
Sitter	OGT015	743350 / 253650	573	Rechensteg	15.3.2022 / 15:45	478	6.4
Sitter	OGT018	745500 / 258330	535	Leebrugg	15.3.2022 / 14:30	453	6.1
Sitter	OGT009	741720 / 262476	506	Rothen	15.3.2022 / 13:30	461	6.3
Sitter	OGT149	735450 / 262350	470	Bischofszell	15.3.2022 / 12.05	471	6.4
Urnäsch	OGT007	742425 / 251650	588	Stein ob Sitter Kubel	21.3.2022 / 14:45	414	6.5
Thur	OGT055	724500 / 242020	610	Wattwil Flooz	3.3.2022 / 16:00	369	6.9
Thur	OGT004	723675 / 252718	543	Lüthisburg Mülau	15.3.2022 / 9:00	349	6.2
Thur	OGT136	722600 / 255600	525	Jonschwil Tüfenau	3.3.2022 / 14:00	424	5.3
Thur	OGT137	727100 / 257750	498	Uzwil Henau	15.3.2022 / 10:50	407	7
Thur	OGT005	732380 / 259250	475	Niederbüren Golfplatz	15.3.2022 / 11:30	423	6.8
Necker	OGT003	724320 / 250420	560	Lüthisburg Letzi	3.3.2022 / 12:45	419	5.1



Sitter, OGT142, Steinegg, 21.3.2022



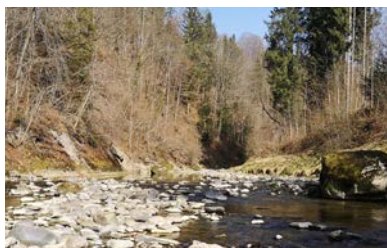
Sitter, OGT029, Lank, 21.3.2022



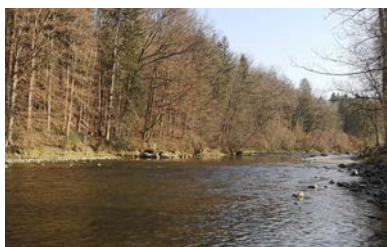
Sitter, OGT027, Gmünden ob Rotbach, 21.3.2022



Sitter, OGT143, Gmünden nach Rotbach, 21.3.2022



Sitter, OGT006, ob Urnäsch, 21.3.2022



Sitter, OGT008, Bruggen Au, 21.3.2022



Abb. 3.1: Fotodokumentation der Untersuchungsstellen in Sitter und Urnäsch im März 2022. Die Fotos vom 15.3.2022 weisen aufgrund von Saharastaub einen leichten Gelbstich auf.



Sitter, OGT015, Rechensteg, 15.3.2022



Sitter, OGT018, Leebrugg, 15.3.2022



Sitter, OGT009, Rothen, 15.3.2022



Sitter, OGT149, Bischofszell, 15.3.2022



Urnäsch, OGT007, Stein ob Sitter Kubel, 21.3.2022



Abb. 3.1: Fortsetzung



Thur, OGT055, Wattwil Flooz, 3.3.2022



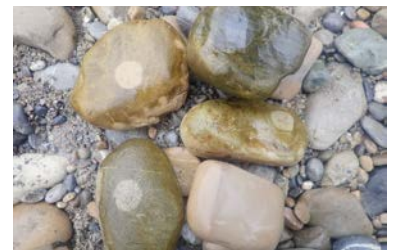
Thur, OGT004, Lüthisburg Müllau, 15.3.2022



Thur, OGT136, Jonschwil Tüfenau, 3.3.2022



Thur, OGT137, Uzwil Henau, 15.3.2022



Thur, OGT005, Niederbüren Golfplatz, 15.3.2022



Necker, OGT003, Lüthisburg Letzi, 3.3.2022



Abb. 3.2: Fotodokumentation der Untersuchungsstellen in Thur und Necker im März 2022. Die Fotos vom 15.3.2022 weisen aufgrund von Saharastaub einen leichten Gelbstich auf.

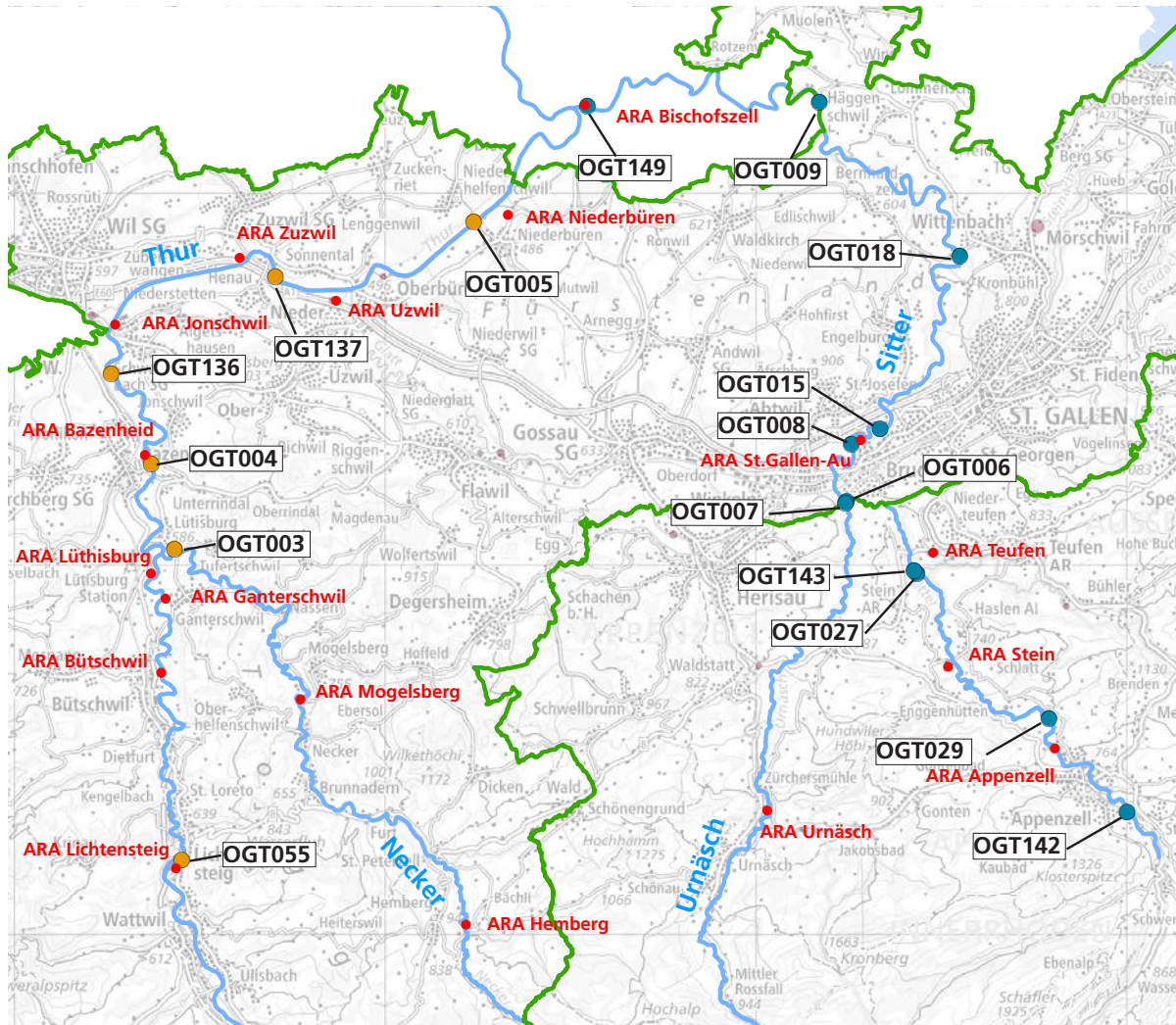


Abb. 3.3: Lage der Untersuchungsstellen in Sitter, Urnäsch, Thur und Necker. Orange Punkte: Einzugsgebiet Necker/Thur. Blaue Punkte: Einzugsgebiet Urnäsch/Sitter. Rot hinterlegte Punkte: Lage der ARAs. Rote Punkte: ARAs mit Vorfluter Necker, Thur, Urnäsch, Sitter. Grüne Linie: Kantonsgrenzen.

4 Ergebnisse und Diskussion

Im vorliegenden Kapitel werden die Resultate zusammengefasst und diskutiert. Die Darstellung der Resultate erfolgt jeweils in Fließrichtung der Gewässer. Für eine detaillierte Übersicht der Untersuchungsergebnisse sei auf den Anhang A verwiesen.

4.1 Äusserer Aspekt

4.1.1 Sitter/Urnäsch - Aktuelle Untersuchung

Eine Zusammenstellung der Beeinträchtigungen des Äusseren Aspektes der aktuellen Untersuchung befindet sich in Tab. 4.1.

In der **Sitter** war die fließende Welle nur an der Stelle OGT027 durch das Vorkommen von stabilem Schaum beeinträchtigt. Die Gewässersohle wies an wenigen Stellen (OGT006, OGT008) eine leichte bis mittlere Kolmation auf. An der Stelle OGT015 war die Gewässersohle wenig verschlammt. An dieser Stelle fließt die Sitter sehr langsam, was Ablagerungen begünstigt. An verschiedene Stellen (OGT029, OGT143, OGT015 und OGT009) wurden Abfälle festgestellt (Verpackungen, Plastik). In der **Urnäsch** war die Gewässersohle leicht kolmatiert und es kam wenig stabiler Schaum vor. Sowohl in der Sitter wie auch in der Urnäsch waren die Untersuchungsstellen bezüglich der restlichen Parameter des Äusseren Aspektes nicht beeinträchtigt.

An den Stellen OGT142, OGT018 und OGT149 wurden die Anforderungen an die Wasserqualität gemäss GSchV Anhang 1 erfüllt. An den restlichen Stellen war die Erfüllung der Anforderungen fraglich.

Tab. 4.1:
Parameter des Äusseren Aspektes an den Probenahmestellen in Sitter und Urnäsch im März 2022.

Parameter											
Stelle	Datum	Trübung	Verfärbung	Geruch	Schaum	Verschlämmung	Eisensulfid	Kolmation	Abfälle	Abfälle Siedlungsentwässerung	Heterotropher Bewuchs
Sitter OGT142	21.3.2022	keine	keine	kein	kein	keine	0%	keine	keine	keine	kein
Sitter OGT029	21.3.2022	keine	keine	kein	kein	keine	0%	keine	wenige	keine	kein
Sitter OGT027	21.3.2022	keine	keine	kein	mittel	keine	0%	keine	keine	keine	kein
Sitter OGT143	21.3.2022	keine	keine	kein	kein	keine	0%	keine	wenige	keine	kein
Sitter OGT006	21.3.2022	keine	keine	kein	kein	keine	0%	mittel	keine	keine	kein
Sitter OGT008	21.3.2022	keine	keine	kein	kein	keine	0%	leicht	keine	keine	kein
Sitter OGT015	15.3.2022	keine	keine	kein	kein	wenig	0%	keine	wenige	keine	kein
Sitter OGT018	15.3.2022	keine	keine	kein	kein	keine	0%	keine	keine	keine	kein
Sitter OGT009	15.3.2022	keine	keine	kein	kein	keine	0%	keine	wenige	keine	kein
Sitter OGT149	15.3.2022	keine	keine	kein	kein	keine	0%	mittel*	keine	keine	kein
Urnäsch OGT007	21.3.2022	keine	keine	kein	wenig	keine	0%	leicht	keine	keine	kein

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

4.1.2 Sitter/Urnäsch - Vergleich mit früheren Untersuchungen

Tabelle 4.2 vergleicht die Daten des aktuellen Untersuchungsjahres mit den Daten früherer Untersuchungen. In der **Sitter** wurde an der Stelle OGT142 (Sitter Steinegg) die Anforderungen an die Wasserqualität gemäss GSchV Anhang 2 in vielen Untersuchungsjahren erfüllt. Einzig 2013 wurde stabiler Schaum, 2016 Kolmation und Abfälle, festgestellt. An den weiter flussabwärts liegenden Stellen der Sitter (OGT029, OGT027, OGT143, OGT006, OGT008, OGT015, OGT018, OGT009 und OGT149) wurden im Jahr 2000 Eisensulfidflecken unter den Steinen festgestellt. In den folgenden Untersuchungsjahren wurden diese nicht mehr gefunden, dafür vermehrt eine Verschlämmung und Kolmation der Gewässersohle, sowie Verpackungsabfälle. Die Stellen OGT018 und OGT149 wiesen gegenüber früheren Untersuchungsjahren eine Verbesserung auf. In der **Urnäsch** wurden ebenfalls im Jahr 2000 Eisensulfidflecken gefunden, in den folgenden Untersuchungsjahren war das Gewässer durch Abfälle, Kolmation und Verschlämmung beeinträchtigt.

Tab. 4.2: Vergleich der Resultate des Äusseren Aspekts an den Untersuchungsstellen im Einzugsgebiet Urnäsch und Sitter im Jahr 2022 sowie früheren Untersuchungsjahren.

Blau: Anforderungen GSchV erfüllt; gelb: Erfüllung der Anforderungen GSchV fraglich; rot: Anforderungen GSchV nicht erfüllt.

*: Unklar ob Verpackungsabfälle oder Abfälle aus der Siedlungsentwässerung

** : Verfärbung und Kolmation natürlichen Ursprungs

Gewässer	Untersuchungsstelle		Fließende Welle				Gewässersohle					
	aktuelle Untersuchung	frühere Untersuchungen	Trübung	Verfärbung	Schaum	Geruch	Schlamm	Eisensulfid	Kolmation	Abfälle	Abfälle Siedlungsentwässerung	Heterotropher Bewuchs
Sitter	OGT142	2022										
		2016										
		2015										
		2014										
		2013										
		2012										
		2011										
		2005										
		2000										
	OGT029	2022										
		2016										
		2005										
		2000										
	OGT027	2022										
		2016										
		2005										
		2000										
	OGT143	2022										
		2016										
		2005										
		2000										
	OGT006	2022										
		2016										
		2005										
		2000										
	OGT008	2022										
		2016										
		2005										
	2000											
OGT015	2022											
	2016											
	2005											
	2000											
OGT018	2022		**									
	2016											
	2015											
	2012											
	2005											
	2000											
OGT009	2022											
	2016											
	2005											
	2000											

Tab. 4.2: Fortsetzung

Gewässer	Untersuchungsstelle		Fließende Welle				Gewässersohle					
	aktuelle Untersuchung	frühere Untersuchungen	Trübung	Verfärbung	Schaum	Geruch	Schlamm	Eisensulfid	Kolmation	Abfälle	Abfälle Siedlungs- entwässerung	Heterotropher Bewuchs
	OGT149	2022							**			
		2016										
		2005										
		2000										
Urnäsch	OGT007	2022										
		2016										
		2005							*	*		
		2000										

4.1.3 Thur/Necker - Aktuelle Untersuchung

Eine Zusammenstellung der Beeinträchtigungen des Äusseren Aspektes der aktuellen Untersuchung befindet sich in Tab. 4.3.

In der Thur war die Gewässersohle an allen Stellen unbeeinträchtigt. An den Stellen OGT055 und OGT137 wurden Verpackungsabfälle gefunden, ebenfalls an der Stelle OGT137 sowie an der Stelle OGT005 wurde wenig stabiler Schaum festgestellt. An diesen Stellen war darum die Erfüllung der Anforderungen an die Wasserqualität gemäss GSchV Anhang 2 fraglich. Die Stellen OGT004 und OGT136 sowie die Untersuchungsstelle im Necker waren bezüglich des Äusseren Aspektes nicht beeinträchtigt.

Tab. 4.3: Parameter des Äusseren Aspektes an den Probenahmestellen in Thur und Necker im März 2022. *natürliche Kolmation: anstehender Fels, Nagelfluh

Parameter											
Stelle	Datum	Trübung	Verfärbung	Geruch	Schaum	Verschlämmung	Eisensulfid	Kolmation	Abfälle	Abfälle Siedlungsentwässerung	Heterotropher Bewuchs
Thur OGT055	3.3.2022	keine	keine	kein	kein	keine	0%	keine	wenige	keine	kein
Thur OGT004	15.3.2022	keine	keine	kein	kein	keine	0%	stark *	keine	keine	kein
Thur OGT136	3.3.2022	keine	keine	kein	kein	keine	0%	keine	keine	keine	kein
Thur OGT137	15.3.2022	keine	keine	kein	wenig	keine	0%	keine	wenige	wenige	kein
Thur OGT005	15.3.2022	keine	keine	kein	wenig	keine	0%	keine	keine	keine	kein
Necker OGT003	3.3.2022	keine	keine	kein	kein	keine	0%	keine	keine	keine	kein

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

4.1.4 Thur/Necker - Vergleich mit früheren Untersuchungen

Tabelle 4.4 vergleicht die Daten des aktuellen Untersuchungsjahres mit den Daten früherer Untersuchungen.

An den meisten Untersuchungsstellen in Thur und Necker wurde in vielen der früheren Untersuchungsjahren stabiler Schaum festgestellt. Die Gewässersohle hingegen war nur vereinzelt beeinträchtigt. Die Stellen im Oberlauf der Thur (OGT055, OGT004, OGT136) sowie die Stelle im Necker wiesen 2022 eine Verbesserung gegenüber früheren Untersuchungsjahren auf.

Tab. 4.4: Vergleich der Resultate des Äusseren Aspekts an den Untersuchungsstellen im Einzugsgebiet Neckar und Thur im Jahr 2022 sowie früheren Untersuchungsjahren.

Blau: Anforderungen GSchV erfüllt; gelb: Erfüllung der Anfrpderungen GSchV fraglich; rot: Anforderungen

Gewässer	Untersuchungsstelle		Fließende Welle				Gewässersohle					
	aktuelle Untersuchung	frühere Untersuchungen	Trübung	Verfärbung	Schaum	Geruch	Schlamm	Eisensulfid	Kolmation	Abfälle	Abfälle Siedlungs-entwässerung	Heterotropher Bewuchs
Thur	OGT055	2022										
		2016										
		2010										
		2004										
	OGT004	2022							**			
		2016										
	OGT136	2022										
		2016										
		2011										
	Herbst	2010										
	Frühling	2010										
		2005										
	Herbst	2004										
	Frühling	2004										
		2003										
	OGT137	2022										
		2016										
		2010										
		2004										
	OGT005	2022										
		2016										
		2015										
		2012										
		2011										
	Herbst	2010										
	Frühling	2010										
		2005										
	Herbst	2004										
Frühling	2004											
	2003											
Necker	OGT003	2022										
		2016										
		2015										
		2014										
		2013										
		2012										
		2011										
	Herbst	2010										
	Frühling	2010										
		2005										
	Herbst	2004										
	Frühling	2004										
		2003										

4.2 Pflanzlicher Bewuchs

4.2.1 Sitter/Urnäsch - Aktuelle Untersuchung

Abb. 4.1 zeigt die Bewuchsdichte von Algen, Moosen und Makrophyten an den Untersuchungsstellen in der Sitter und der Urnäsch. An allen Stellen wurden krustige (und teilweise fädige) Kieselalgen festgestellt. Besonders erwähnenswert ist das Vorkommen sichtbarer Ansammlungen der invasiven Art *Didymosphenia geminata* an den Stellen OGT015 und OGT149. Sie kann Massenvorkommen bilden und sollte darum weiter beobachtet werden. An vielen Stellen kam die fädige Goldalge *Hydrurus foetidus* vor. Ihr Vorkommen in hohen Dichten ist im Winter und Frühling aber normal. Die Gelbgrünalge *Vaucheria*, welche in höheren Dichten als Zeiger für eine Nährstoffbelastung gilt, kam ab der Stelle OGT006 und auch im Necker vor, jedoch in unproblematischen Dichten. Ebenfalls in kleinen Dichten wurde die (auch nährstoffzeigende) Grünalge *Cladophora* an viele Stellen gesehen. Weiter kamen andere Grünalgen (fädig, krustig und häutige) an den meisten Stellen vor. Erwähnenswert ist noch das Vorkommen der Rotalge *Bangia atropurpurea* an den Stellen OGT009 und OGT149. Ihr bevorzugter Lebensraum liegt im Wellenschlagbereich und in der Sprizwasserzone. Moose kamen an 7 der 11 Stellen vor, Makrophyten wurden nur an einer Stelle (OGT015) festgestellt, dies vermutlich aufgrund der langsamen Fließgeschwindigkeit und dem sandigen Substrat.

An allen Stellen war die Bewuchsdichte kleiner als 4, d.h. es wurde an keiner Stelle Wucherungen aufgrund einer Nährstoffbelastung festgestellt, die Anforderungen an die Wasserqualität wurden überall erfüllt.

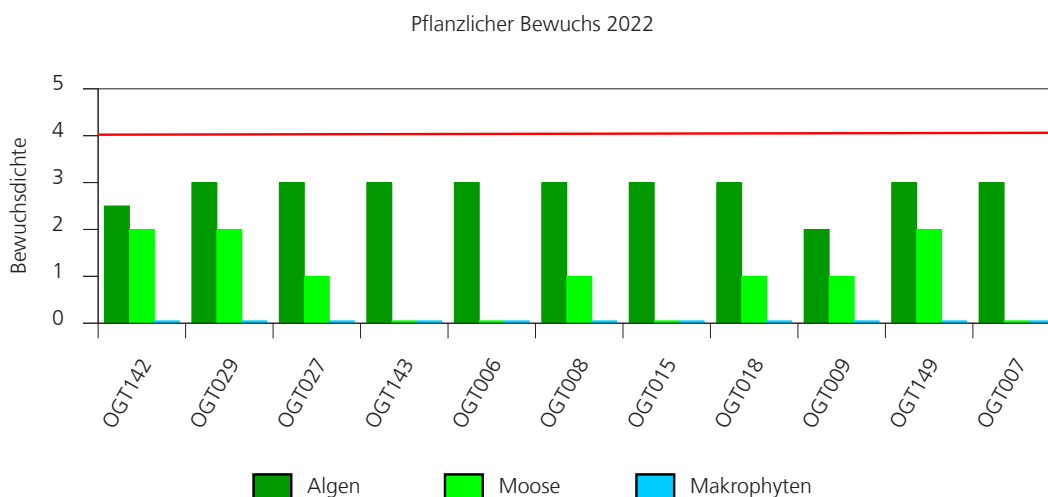


Abb. 4.1: Bewuchsdichte von Algen, Moosen und Makrophyten

an den Untersuchungsstellen in Sitter und Urnäsch im Jahr 2022.

Algen: 0 = kein Bewuchs; 1 = Krustenalgen, deutliche Überzüge ohne Zotten; 2 = Ansätze von Fäden und Zotten; 3 = gut ausgebildete Fäden und Zotten; 4 = Gewässersohle zum grössten Teil mit Algen bedeckt, alle Steine überzogen; 5 = ganzer Gewässergrund mit Algen bedeckt, Konturen der Steine nicht mehr sichtbar.

4.2.2 Sitter/Urnäsch - Vergleich mit früheren Untersuchungen

Abb. 4.2 zeigt die Algenbewuchsdichte an den Untersuchungsstellen in Sitter und Urnäsch ab dem Jahr 2000. In keinem der Untersuchungsjahre und an keiner Stelle wurden kritische Bewuchsdichten erreicht, die Anforderungen an die Wasserqualität wurden bezüglich des Pflanzlichen Bewuchses erfüllt. Die v.a. im Untersuchungsjahr 2016 an vielen Stellen höhere Bewuchsdichte kam aufgrund des Vorkommens der Goldalge *Hydrurus foetidus* zustande, welche natürlicherweise im Winter und Frühjahr in hohen Dichten vorkommen kann.

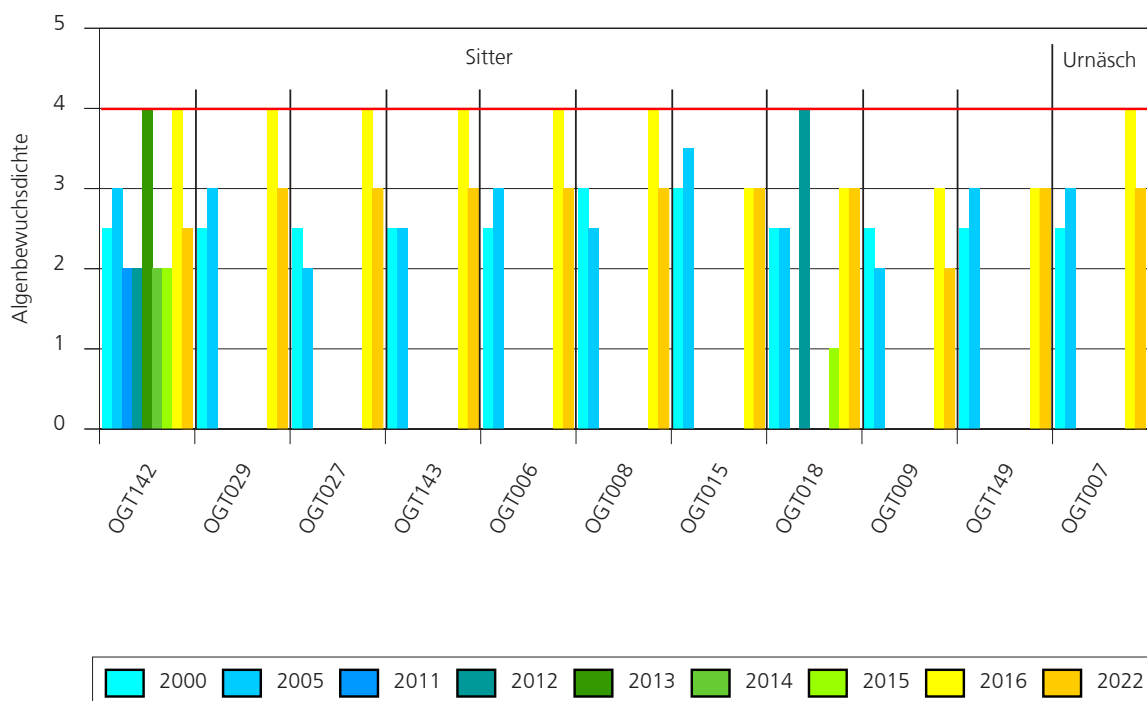


Abb. 4.2: Vergleich der Bewuchsdichte von Algen, Moosen und Makrophyten mit früheren Untersuchungen aus den Jahren 2016, 2015, 2014, 2013, 2012, 2011, 2005 und 2000 an den Untersuchungsstellen in Sitter und Urnäsch.
Algen: 0 = kein Bewuchs; 1 = Krustenalgen, deutliche Überzüge ohne Zotten; 2 = Ansätze von Fäden und Zotten; 3 = gut ausgebildete Fäden und Zotten; 4 = Gewässersohle zum grössten Teil mit Algen bedeckt, alle Steine überzogen; 5 = ganzer Gewässergrund mit Algen bedeckt, Konturen der Steine nicht mehr sichtbar.
Moose/Makrophyten: 0 = frei von Bewuchs; 1-10% der Gewässersohle bedeckt; 2 = 11-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75%; 5 = 76-100%.

4.2.3 Thur/Necker - Aktuelle Untersuchungen

Abb. 4.3 zeigt die Bewuchsdichte von Algen, Moosen und Makrophyten an den Untersuchungsstellen im Necker und in der Thur im aktuellen Untersuchungsjahr 2022. Wie auch in der Sitter und der Urnäsch kamen in Thur und Necker an allen Stellen Krustige Kieselalgen vor. Bezüglich fädiger Algen (Grünalge *Cladophora*, Gelbgrünalge *Vaucheria*, Goldalge *Hydrurus foetidus*) war die Dichte an fast allen Stellen eher gering, einzig an der Stelle OGT136 war die Dichte etwas höher. Kritische Werte wurden aber nirgends erreicht. An allen Stellen ausser in der Thur an der Stelle OGT 005, kam Moos vor. Makrophyten wurden an keine Stelle festgestellt.

An allen Stellen war die Bewuchsdichte kleiner als 4, d.h. es wurde an keiner Stelle Wucherungen aufgrund einer Nährstoffbelastung festgestellt, die Anforderungen an die Wasserqualität wurden überall erfüllt.

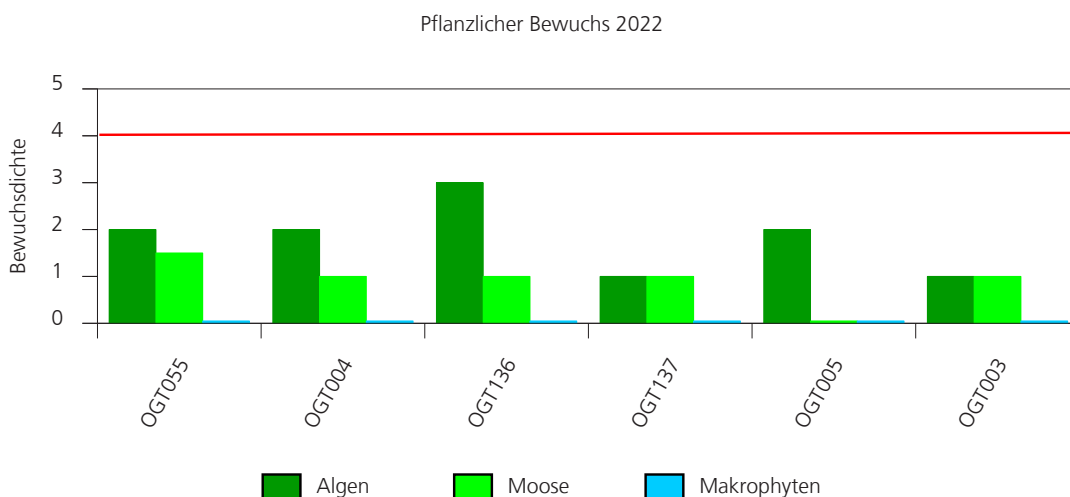


Abb. 4.3: Bewuchsdichte von Algen, Moosen und Makrophyten

an den Untersuchungsstellen in Thur und Necker im Jahr 2022.

Algen: 0 = kein Bewuchs; 1 = Krustenalgen, deutliche Überzüge ohne Zotten; 2 = Ansätze von Fäden und Zotten; 3 = gut ausgebildete Fäden und Zotten; 4 = Gewässersohle zum grössten Teil mit Algen bedeckt, alle Steine überzogen; 5 = ganzer Gewässergrund mit Algen bedeckt, Konturen der Steine nicht mehr sichtbar.

Moose/Makrophyten: 0 = frei von Bewuchs; 1-10% der Gewässersohle bedeckt; 2 = 11-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75%; 5 = 76-100%.

Rote Linie: Werte >4 werden als Wucherungen bezeichnet

4.2.4 Thur/Necker - Vergleich mit früheren Untersuchungen

Abb. 4.4 zeigt die Algenbewuchsdichte an den Untersuchungsstellen in Thur und Necker ab 2003. In der Thur und im Necker wurden über die gesamte Untersuchungsperiode keine Wucherungen festgestellt, die Anforderungen an die Wasserqualität wurden überall in allen Untersuchungsjahren erfüllt. Die höhere Bewuchsdichte an den Untersuchungsstellen ist, wie auch in der Sitter, auf das Vorkommen von *Hydrurus foetidus* zurückzuführen.

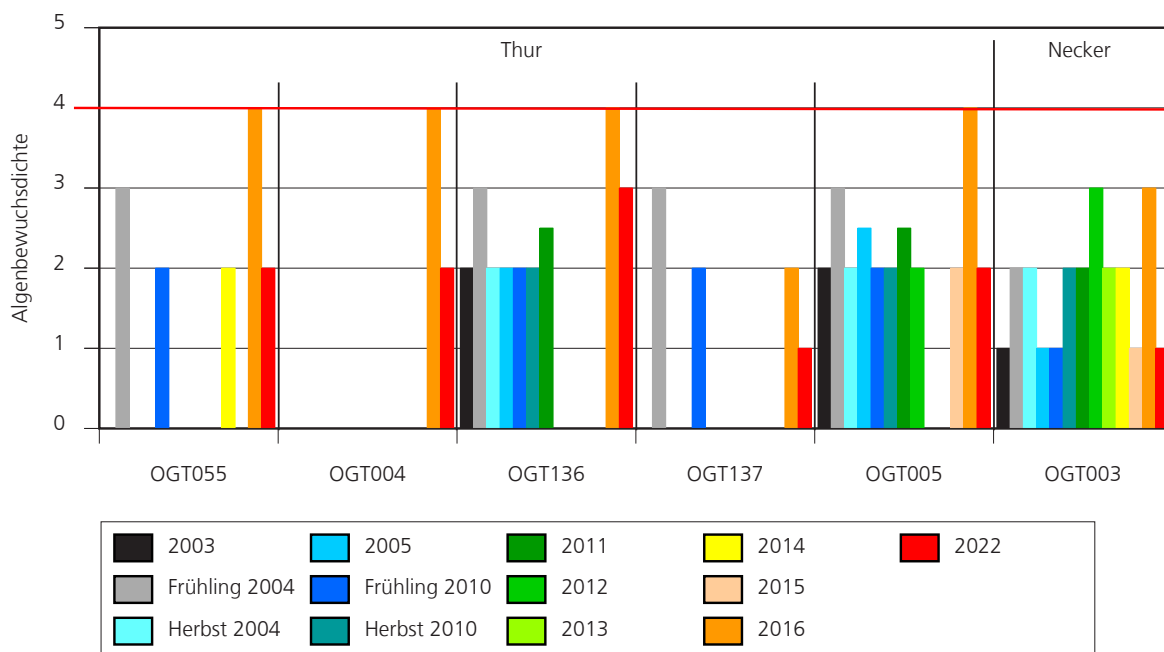


Abb. 4.4: Vergleich der Bewuchsdichte von Algen, Moosen und Makrophyten mit früheren Untersuchungen

aus den Jahren 2016, 2015, 2014, 2013, 2012, 2011, 2010, 2005, 2004 und 2003 an den Untersuchungsstellen in Thur und Necker.

Algen: 0 = kein Bewuchs; 1 = Krustenalgen, deutliche Überzüge ohne Zotten; 2 = Ansätze von Fäden und Zotten; 3 = gut ausgebildete Fäden und Zotten; 4 = Gewässersohle zum grössten Teil mit Algen bedeckt, alle Steine überzogen; 5 = ganzer Gewässergrund mit Algen bedeckt, Konturen der Steine nicht mehr sichtbar.

Rote Linie: Werte >4 werden als Wucherungen bezeichnet

4.3 Kieselalgen

4.3.1 Sitter/Urnäsch - aktuelle Untersuchung

Artenvielfalt

Im Rahmen der Zählungen wurden an den elf Untersuchungsstellen des Einzugsgebietes Sitter & Urnäsch insgesamt 77 verschiedene Kieselalgentaxa gefunden. Dabei variierte die Taxazahl pro Stellen zwischen 17 und 43. Im Schnitt werden in Schweizer Fließgewässern auf dem Standardsubstrat Stein pro Stelle zwischen 20 und 30 Taxa gefunden, wobei der Median 25 Taxa beträgt. 5 von 11 untersuchten Proben lagen in diesem Bereich, wiesen also typische Artenzahlen auf.

Neophyten

Da es auch bei Algen biogeographische Verbreitungsmuster gibt, dürfen einzelne Kieselalgentaxa als gebietsfremd betrachtet werden. Ein für die Schweiz als gebietsfremd eingestuftes Taxon ist *Achnanthydium delmontii*, welches 2012 aus französischen Fließgewässern als neues Taxon beschrieben wurde. Als weiteres gebietsfremdes Taxon wurde *Didymosphenia geminata* nachgewiesen. Beide Arten kommen sowohl in der Sitter, als auch in der Urnäsch vor und erreichen dabei eine maximale relative Häufigkeit von 54.0 % (Sitter) und 3.6 % (Urnäsch) (Tab. 4.5).

Lebensgemeinschaft

Mit mehr als 10 % rH traten an den elf Stellen des Einzugsgebietes Sitter & Urnäsch folgende neun Hauptarten auf (Reihenfolge nach maximaler rH): *Achnanthydium pyrenaicum*, *Achnanthydium delmontii* (gebietsfremde Art), *Gomphonema olivaceum* var. *olivaceum*, *Gomphonema tergestinum*, *Amphora pediculus*, *Gomphonema pumilum*, *Nitzschia dissipata*, *Achnanthydium minutissimum* var. *minutissimum* und *Gomphonema pumiloide*-Kleinformen. Diese Arten treten in vielen Fließgewässern der Schweiz auf. Abgesehen von den Arten *A. pyrenaicum*, *G. pumilum* und *G. pumiloide*-Kleinformen besiedeln sie oft Gewässer mit mässig bis schwach erkennbarer organischer Belastung. Arten, welche eine organische Belastung des Gewässers indizieren, kamen mit relativen Häufigkeiten zwischen 0.2 % (OGT007-Urnäsch) und 54.0 % (OGT009-Sitter) vor.

Beurteilung der biologisch indizierten Wasserqualität

D-Gruppen

Die D-Gruppen illustrieren den Anteil der Zustandsklassen innerhalb einer Stelle. Es dominierten bei allen untersuchten Stellen des Einzugsgebietes Sitter/Urnäsch die D-Gruppen der Zustandsklassen 'sehr gut' (D-Wert: < 3.5) und 'gut' (D-Wert \geq 3.5 bis < 4.5). Auffällig war die Veränderung der relativen Häufigkeiten abwassertoleranter Taxa im Bereich der ARA St. Gallen-Au. Während oberhalb der ARA bis zur Messstelle OGT008 die relativen Anteile der Taxa mit einem D-Wert \geq 4.5 bei maximal 8.4 % lag, stieg der Anteil der Abwasserarten unterhalb der ARA (bis OGT149) auf Werte zwischen 11.0 % bis 35.6 %. Bedingt wurde dies durch das

vermehrte Aufkommen nährstofftoleranter Arten, wie *Fragilaria vaucheriae*, *Fistulifera saprophila* und *Eolimna subminuscula*. An der Stelle OGT149, kurz vor der Einmündung in die Thur, sank der relative Anteil Abwasserarten zwar auf 5.8 %, der Anteil Sauberwasserarten (D-Wert ≤ 2.5) blieb jedoch, wie bei den anderen drei Stellen unterhalb der ARA St. Gallen-Au mit einem maximalen Wert von 33.8 % vergleichsweise niedrig. An der Messstelle der Urnäsch sowie der Sitter oberhalb der genannten ARA lagen die relativen Anteile der Sauberwasserarten mit Werten zwischen 73.8 % und 92.4 % deutlich höher (Abb. 4.5).

DI-CH-Wert

Die biologisch indizierte Wasserqualität, ausgedrückt als DI-CH-Wert gemäss BAFU Modul Kieselalgen (BAFU 2007), lag bei der Messstelle der Urnäsch bei 2.01 ('sehr gut'). Im Fließverlauf der zehn Stellen der Sitter war ein Anstieg des DI-CH von 2.09 ('sehr gut') an der obersten Stelle bei Appenzell auf 2.65 ('sehr gut') an der untersten Stelle, kurz vor der Einmündung in die Thur bei Bischofszell zu verzeichnen. Bis auf eine Ausnahme indizierten die Kieselalgen den Zustand an den zehn Stellen der Sitter somit als 'sehr gut'. Einzige Ausnahme bildete die Stelle OGT009 bei Rothen, wo der DI-CH bei 3.93 ('gut') lag. Eine deutliche Veränderung im DI-CH bildete sich um die ARA St. Gallen-Au ab. So lag dieser oberhalb, an der Stelle OGT008 noch bei 2.51 und stieg an der unterhalb gelegenen Stelle OGT015 auf 3.31 an. Auffällig war auch der deutlich erhöhte DI-CH Wert an der Stelle OGT009 bei Rothen (Abb. 4.5).

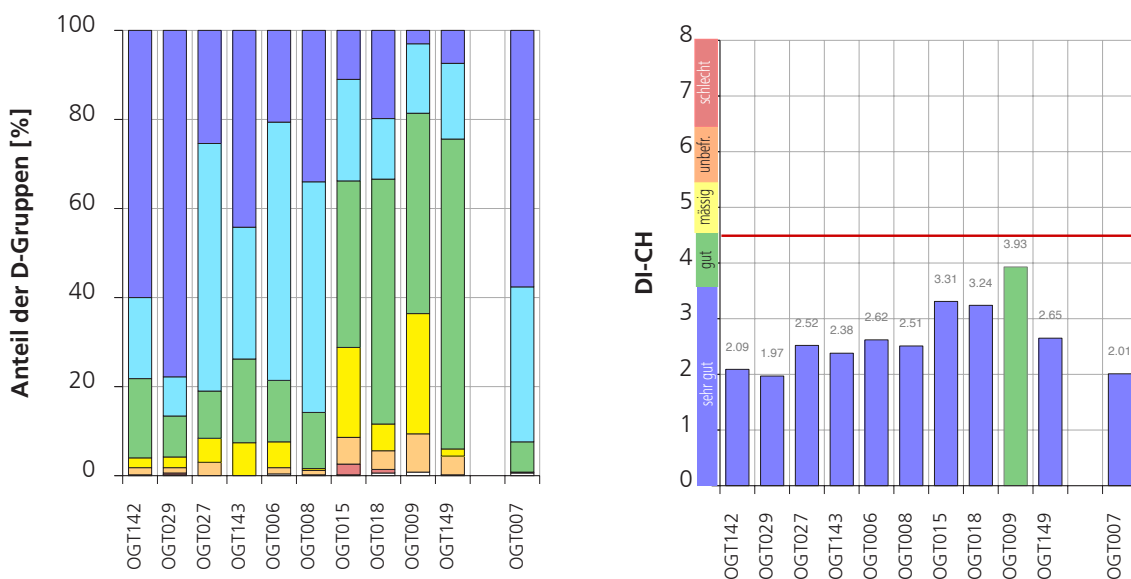


Abb. 4.5: Kennwerte zu den Kieselalgen-Lebensgemeinschaften der untersuchten Stellen der Sitter und Urnäsch am 15.03.2022 und 21.03.2022. Dargestellt sind links die D-Gruppen (Summe aller Taxa mit D-Werten derselben Zustandsklasse; D-Werte gemäss BAFU Modul Kieselalgen (BAFU 2007b)) und rechts die DI-CH-Werte gemäss BAFU Modul Kieselalgen, Stufe F, Zweiteichung mit 5 Zustandsklassen. Ab einem DI-CH von 4.5, werden die Anforderungen der GSchV, Anhang 1 nicht mehr erfüllt (rote Linie).

Standortgerechtigkeit

Hinsichtlich der Auswertung der Standortgerechtigkeit zeigte sich, dass bei fünf von zehn Messstellen der Sitter die Anforderungen an die GSchV nicht erfüllt sind. Bei den restlichen fünf Stellen, sowie der Stelle an der Urnäsch wird die Standortgerechtigkeit als 'unklar' definiert. Ursächlich ist der über alle Stellen hinweg erhöhte Anteil an Neobiota, welcher hauptsächlich durch das Taxon *Achnanthydium delmontii* bedingt ist. Einzig an den Messstellen OGT009 und OGT149 waren weiterhin die Struktur der Lebensgemeinschaft atypisch, was sich in dem sehr geringen Anteil an Sauberwasserarten abbildete (Tab. 4.9).

Tab. 4.9: Taxazahl, %-Anteil Neophyten und Standortgerechtigkeit an den Untersuchungsstellen der Sitter und der Urnäsch am 15.03.2022 und 21.03.2022.

Gewässer	Kanton	Stelle	Ortsbezeichnung	Datum	Taxazahl	%-Anteil Neophyten	Erfüllung Standortgerechtigkeit
Sitter	AI	OGT142	Steinegg	21.03.22	37	5.6	UNKLAR
Sitter	AI	OGT029	Lank	21.03.22	23	5.8	UNKLAR
Sitter	AI	OGT027	Gmünden ob Rotbach	21.03.22	36	3.2	UNKLAR
Sitter	AR	OGT143	Gmünden nach Rotbach	21.03.22	24	11.8	NEIN
Sitter	SG	OGT006	ob Urnäsch	21.03.22	29	4.4	UNKLAR
Sitter	SG	OGT008	Bruggen Au	21.03.22	17	10.8	NEIN
Sitter	SG	OGT015	Rechensteg	15.03.22	37	5.8	UNKLAR
Sitter	SG	OGT018	Leebrugg	15.03.22	43	35.4	NEIN
Sitter	SG	OGT009	Rothen	15.03.22	33	18.4	NEIN
Sitter	SG	OGT149	Bischofszell	15.03.22	29	17.0	NEIN
Urnäsch	AR	OGT007	Stein ob. Sitter Kubel	21.03.22	20	3.6	UNKLAR

Fazit

Unter Berücksichtigung des DI-CH-Wertes sind die numerischen Anforderungen gemäss GSchV Anhang 2 an allen Messstellen der Sitter und der Urnäsch erfüllt. Die Auswertung der Standortgerechtigkeit zeigte jedoch, dass ein guter Zustand gemäss DI-CH nicht bedeutet, dass die Lebensgemeinschaft standortgerecht ist. Mit Hinblick auf die biologischen Aspekte, ob die vorgefundene Lebensgemeinschaft den Erwartungen einer Referenzvorstellung entspricht, erfüllten die Hälfte der untersuchten Stellen nicht die Anforderungen respektive ist die Erfüllung fraglich.

4.3.2 Sitter/Urnäsch - Vergleich mit früheren Untersuchungen (DI-CH)

Ab dem Jahr 2000 wurden die beiden Fließgewässer Sitter und Urnäsch regelmässig untersucht. Alle Stellen der aktuell vorliegenden Untersuchung wurden bereits in den Jahren 2000 und 2005 beprobt. Für vereinzelte Stellen gibt es auch für den Zeitraum zwischen 2005 und 2022 weitere Untersuchungsdaten. So wurden die Stellen OGT008 und OGT015 viermal, die Stelle OGT018 sechsmal und die Stelle OGT142 insgesamt neunmal untersucht. Abbildung 4.6 illustriert den

Kieselalgenindex DI-CH gemäss BAFU Modul Kieselalgen (Stufe F) in den vorliegenden Untersuchungsjahren je Messstelle.

In der Sitter gab es bei zwei von elf untersuchten Messstellen sehr ähnliche DI-CH Werte im Vergleich zur jeweils letzten Untersuchung, bei acht von elf untersuchten Messstellen gab es eine deutliche Verbesserung. Nur an einer Messstelle, OGT018 (Leebrugg) gab es im Vergleich zur letzten Untersuchung im Jahr 2019 eine Veränderung der Kieselalgen-Lebensgemeinschaft, welche sich in einer Verschlechterung des DI-CH Wertes abbildete.

Im Fließverlauf der Sitter nahm der DI-CH in allen Untersuchungsjahren tendenziell zu bzw. der ökologische Zustand verschlechterte sich. In allen vier Untersuchungskampagnen, wo die Messstelle knapp oberhalb und unterhalb der ARA St. Gallen-Au untersucht wurden, machte sich eine Verschlechterung des DI-CH Wertes flussabwärts deutlich bemerkbar. Die Belastung des Gewässers durch die Einleitung gereinigter Abwässer wurde durch die Kieselalgenlebensgemeinschaft abgebildet. Die Anforderungen an die GSchV wurden bei diesen Stellen jedoch stets erfüllt. Bei den untersuchten Stellen der Sitter erfüllten nur im Jahr 2000 die beiden Stellen OGT006 (oberhalb Einmündung Urnäsch) und OGT018 (Leebrugg) mit einem DI-CH von 4.53 bzw. 4.83 nicht die ökologischen Anforderungen an die GSchV Anhang 1. Bei allen weiteren Untersuchungen indizieren die Kieselalgen den gewässerökologischen Zustand 'gut' oder sogar 'sehr gut'.

Der DI-CH der Urnäsch bewegte sich immer im Bereich 'sehr gut'. Der aktuelle DI-CH-Wert von 2.01 ist der tiefste Wert seit Untersuchungsbeginn.

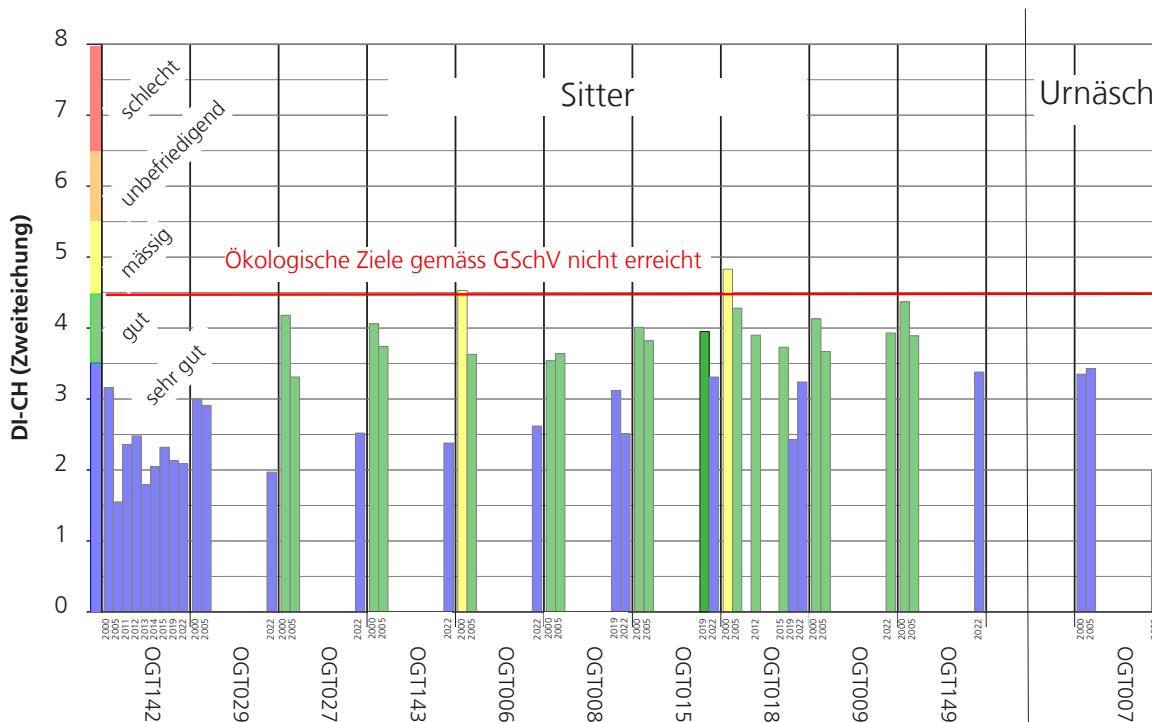


Abb. 4.6: Vergleich des BAFU-Kieselalgenindex DI-CH in der Sitter und Urnäsch mit früheren Untersuchungen

aus den Jahren 2000, 2005, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2019 und 2022.

Die Farben 'blau', 'grün', 'gelb', 'orange' und 'rot' zeigen die fünf Zustandsklassen gemäss dem Modul-Stufen-Konzept.

Rote Linie: Ökologische Ziele gemäss GSchV Anhang 1 (Bewertung gemäss BAFU Modul Kieselalgen, Stufe F, gemäss BAFU 2007). Die DI-CH-Werte der früheren Untersuchungen wurden für diese Arbeit neu berechnet

4.3.3 Thur/Necker - aktuelle Untersuchung

Artenvielfalt

Im Rahmen der Zählungen wurden an den sechs Untersuchungsstellen des Einzugsgebietes Thur & Necker insgesamt 65 verschiedene Kieselalgentaxa gefunden. Pro Stelle variierte die Taxazahl zwischen 20 und 35 und liegt damit im Bereich typischer Artenzahlen in schweizer Fließgewässern.

Neophyten

Das bei uns gebietsfremde Taxon *Didymosphenia geminata* wurde an allen fünf untersuchten Stellen der Thur in sehr geringen Dichten nachgewiesen. An der Messstelle des Neckers kam diese Art nicht vor. Eine weitere gebietsfremde Art, *Achnantheidium delmontii*, konnte hingegen bei allen sechs untersuchten Messstellen nachgewiesen werden. Die relative Häufigkeit nahm dabei Werte zwischen 6.8 % (OGT004-Thur) und 21.6 % (OGT136-Thur) ein (Tab. 4.10).

Lebensgemeinschaft

Mit mehr als 10 % rH traten an den elf Stellen des Einzugsgebietes Thur und Necker folgende neun Hauptarten auf (Reihenfolge nach maximaler rH): *Achnanthydium pyrenaicum*, *Achnanthydium minutissimum* var. *minutissimum*, *Achnanthydium delmontii* (gebietsfremde Art), *Gomphonema olivaceum* var. *olivaceum* und *Amphora pediculus*. Diese Arten treten in vielen Fließgewässern der Schweiz auf. Dabei gilt *A. pyrenaicum* als typische Art nährstoffarmer Gewässer, während die anderen vier Hauptarten oft Gewässer mit mässig bis schwach erkennbarer organischer Belastung besiedeln. Arten, welche eine organische Belastung des Gewässers indizieren (D-Wert ≥ 4.5), kamen mit relativen Häufigkeiten zwischen 4.8 % (OGT055-Thur) und 25.8 % (OGT003-Necker) vor.

Beurteilung der biologisch indizierten Wasserqualität

D-Gruppen

Über alle untersuchten Stellen der Thur und des Neckers hinweg dominierten die D-Gruppen der Zustandsklassen 'sehr gut' (D-Wert: < 3.5) und 'gut' (D-Wert ≥ 3.5 bis < 4.5). Am Anteil der Sauberwasserarten (D-Wert ≤ 2.5) machten sich im Fließverlauf der Thur nur leichte Veränderungen bemerkbar. So machten diese nur an der Stelle OGT136, unterhalb der ARA Allmend bei Bazenheid, mit 47.4 % weniger als die Hälfte der Individuen aus. Bei den anderen untersuchten Stelle, inklusive jener am Necker, lag der relative Häufigkeitsanteil über 50.0 %. Der relative Anteil an Arten, welche einen mässig bis schlechten Zustand des Gewässers indizieren (D-Wert ≥ 4.5), lag im Necker deutlich höher, als an den Messstellen der Thur. An der Messstelle des Neckers lag der relative Häufigkeitsanteil dieser Individuen bei 25.8 %, während an der Thur die Werte zwischen 4.8 % und 9.4 % schwankten. Der maximale Wert wurde an der Stelle OGT004, unterhalb der Einmündung des Neckers in die Thur nachgewiesen.

DI-CH-Wert

Die biologisch indizierte Wasserqualität, ausgedrückt als DI-CH-Wert gemäss BAFU Modul Kieselalgen (BAFU 2007), lag bei allen sechs untersuchten Messstellen des Einzugsgebietes Thur/Necker im Bereich 'sehr gut'. Im Fließverlauf der fünf Stellen der Thur zeichnete sich ein Anstieg des DI-CH von 1.97 ('sehr gut') an der obersten Stelle bei Lichtensteig auf ein Maximum von 2.82 ('sehr gut') an der Stelle OGT137 bei Henau ab. Zur letzten untersuchten Stelle der Thur, bei Niederbüren, kurz oberhalb der Einmündung der Sitter, sinkt der DI-CH auf einen Wert von 2.28 ('sehr gut') ab. Der DI-CH des Neckers ist mit einem Wert von 3.15 höher, als jener der fünf untersuchten Stellen der Thur, liegt aber auch im Bereich 'sehr gut' und erfüllt somit die Anforderungen an die GSchV.

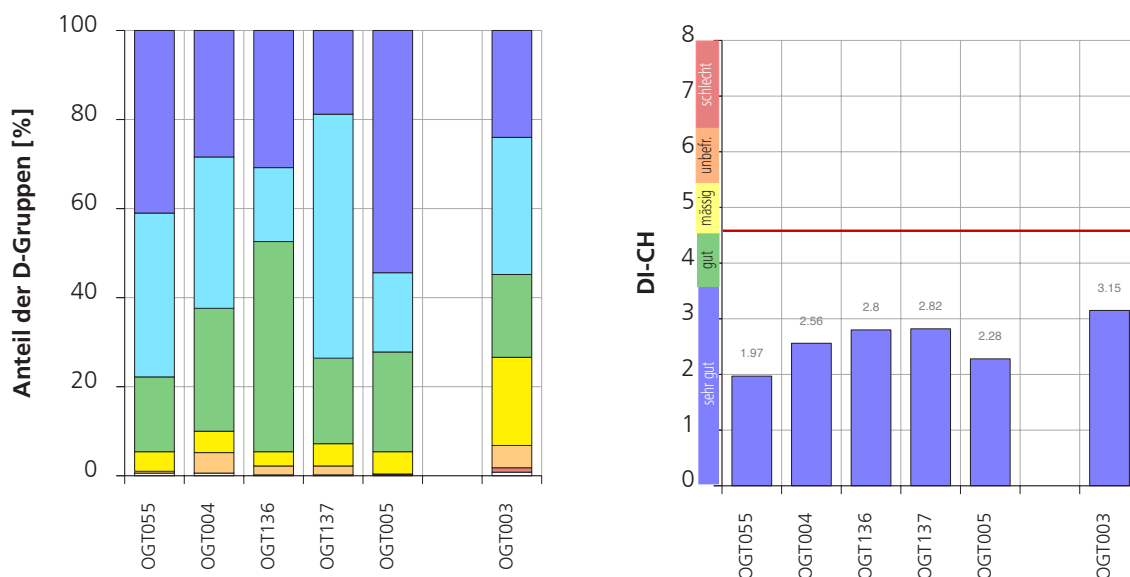


Abb. 4.7: Kennwerte zu den Kieselalgen-Lebensgemeinschaften der untersuchten Stellen der Thur und des Neckers am 03.03.2022 und 15.03.2022. Dargestellt sind links die D-Gruppen (Summe aller Taxa mit D-Werten derselben Zustandsklasse; D-Werte gemäss BAFU Modul Kieselalgen (BAFU 2007b)) und rechts die DI-CH-Werte gemäss BAFU Modul Kieselalgen, Stufe F, Zweiteichung mit 5 Zustandsklassen. Ab einem DI-CH von 4.5, werden die Anforderungen der GSchV, Anhang 1 nicht mehr erfüllt (rote Linie).

Standortgerechtigkeit

Hinsichtlich der Auswertung der Standortgerechtigkeit zeigte sich, dass bei drei von fünf Messstellen der Thur die Anforderungen an die GSchV nicht erfüllt sind. Bei den restlichen zwei Stellen, sowie der Stelle am Necker wird die Standortgerechtigkeit als 'unklar' definiert. Ursächlich ist der über alle Stellen hinweg erhöhte Anteil an Neobiota, hauptsächlich *Achnanthydium delmontii* (Tab. 4.10).

Tab. 4.10: Taxazahl, %-Anteil Neophyten und Standortgerechtigkeit an den Untersuchungsstellen der Thur und des Neckers am 03.03.2022 und 15.03.2022.

Gewässer	Kanton	Stelle	Ortsbezeichnung	Datum	Taxazahl	%-Anteil Neophyten	Erfüllung Standortgerechtigkeit
Thur	SG	OGT055	Wattwil - Flooz	03.03.2022	31	10.0	NEIN
Thur	SG	OGT004	Lüttisburg - Mülau	15.03.2022	35	7.0	UNKLAR
Thur	SG	OGT136	Jonschwil - Tüfenau	03.03.2022	29	21.8	NEIN
Thur	SG	OGT137	Uzwil - Henau	15.03.2022	31	8.4	UNKLAR
Thur	SG	OGT005	Niederbüren - Golfplatz	15.03.2022	20	20.4	NEIN
Necker	SG	OGT003	Lütisburg - Letzi	03.03.2022	33	7.8	UNKLAR

Fazit

Aufgrund dem zum Teil hohen Anteil an gebietsfremden Arten handelt es sich bei den untersuchten Messstellen des Einzugsgebietes Thur/Necker mehrheitlich um nicht standorttypische Lebensgemeinschaften. Damit wird das ökologische Ziel gemäss Gewässerschutzverordnung (GSchV) Anhang 1, Ziffer 1, Absatz 1a nicht erfüllt. Das heisst die vorhandenen Arten entsprechen nur zum Teil der geforderten 'naturnahen' und 'standortgerechten' Zusammensetzung einer Lebensgemeinschaft.

4.3.4 Vergleich mit früheren Untersuchungen (Niveau DI-CH)

Ab dem Jahr 1991 wurden die beiden Fliessgewässer Thur und Necker regelmässig untersucht (Abb. 4.8). Dabei liegen für fünf der sechs untersuchten Stellen Vergleichsdaten vor. Einzig die Stelle OGT004 bei Lüttisburg wurde im Jahr 2022 erstmals beprobt. Über alle Stellen hinweg nahm in der Thur in der Zeitspanne zwischen 1991 bis 2022 der DI-CH Werte zwischen 1.97 (OGT055, 2022, 'sehr gut') und 5.43 (OGT005, 2004, 'mässig') ein. Der Mittelwert der Thur über alle Stellen und Probenahmejahre liegt bei 3.11 ('sehr gut'). Die Stelle am Necker wurde seit 2003 regelmässig untersucht, wobei der DI-CH zwischen 2.23 ('sehr gut') und 4.11 ('gut') schwankte. Mit einem Mittelwert von 3.10 erreicht der DI-CH einen vergleichbaren Wert im Necker, wie in der Thur. Beim Vergleich des DI-CH der aktuellen Untersuchung mit jenem der vorläufigen Untersuchung zeigt sich bei allen Stellen nur eine geringe Veränderung. Am deutlichsten fiel diese an der Stelle OGT005 aus, wo es eine Verbesserung des DI-CH von 2019 zu 2022 um den Wert 1.18 gab. Die zwei Monitoring-Bäche erfüllten bis auf eine Ausnahme zu jedem Zeitpunkt das ökologische Ziel gemäss Gewässerschutzverordnung (GSchV) Anhang 1, Ziffer 1, Absatz 1b. Das heisst, die vorhandenen Arten indizieren einen nicht oder nur schwach belasteten Bach.

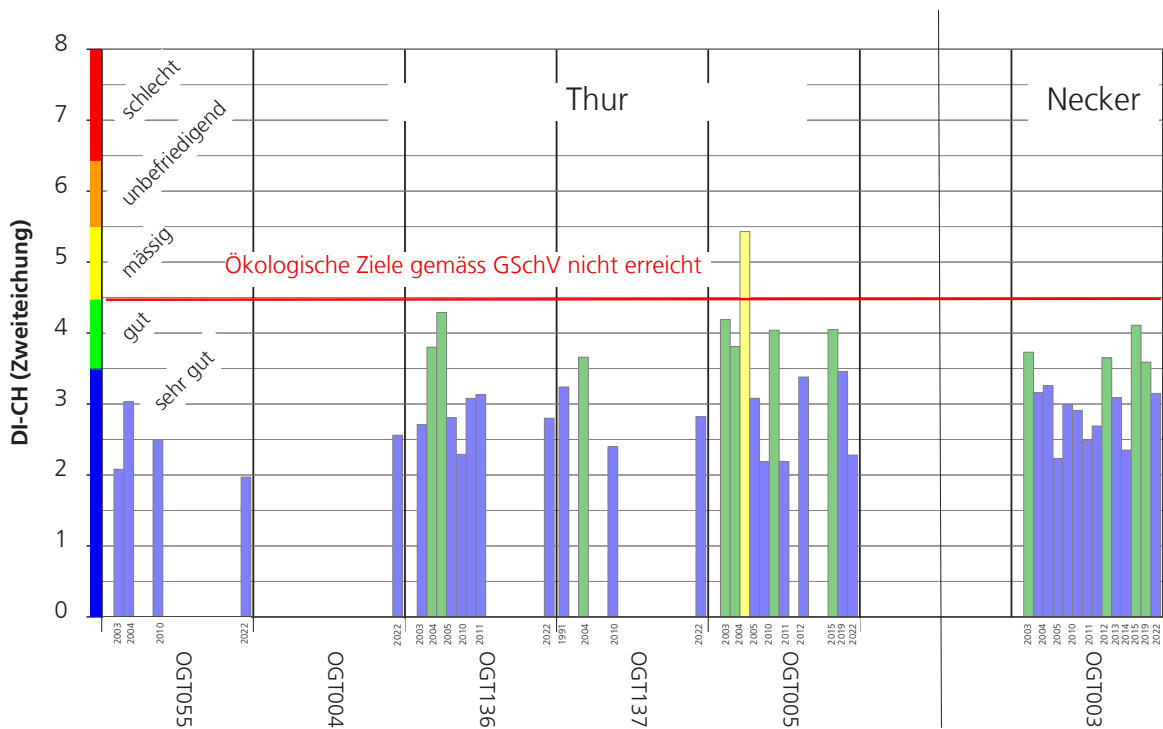


Abb. 4.8: Vergleich des BAFU-Kieselalgenindex DI-CH in der Thur und Necker mit früheren Untersuchungen

aus den Jahren 2000, 2003, 2004, 2005, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2019 und 2022.

Die Farben 'blau', 'grün', 'gelb', 'orange' und 'rot' zeigen die fünf Zustandsklassen gemäss dem Modul-Stufen-Konzept.

Rote Linie: Ökologische Ziele gemäss GSchV Anhang 1 (Bewertung gemäss BAFU Modul Kieselalgen, Stufe F, gemäss BAFU 2007). Die DI-CH-Werte der früheren Untersuchungen wurden

4.4 Wasserwirbellose

4.4.1 Sitter/Urnäsch - Aktuelle Untersuchung

Tab. 4.5 zeigt die Individuendichten, Taxazahlen und Indiceswerte, Abb. 4.9 die Dichten und relativen Häufigkeiten der Wasserwirbellosen an den Untersuchungsstellen in der Sitter und Urnäsch im aktuellen Untersuchungsjahr 2022.

Die **Individuendichte** in der Sitter und Urnäsch betrug zwischen 105 und 2112 Ind./0.1m². Eine Zu- oder Abnahme bezüglich der Dichten konnte im Fließverlauf nicht beobachtet werden, allerdings befanden sich die Stellen mit höheren Dichten (OGT029 und OGT143) im Oberlauf der Sitter. An der Stelle OGT015 wurde die mit Abstand tiefste **Taxazahl** (15 Taxa, in 9 Familien) gefunden. An den restlichen Stellen bewegte sich die Taxazahl zwischen 22 und 37 Taxa. Die höchste Taxazahl (37) wurde an der obersten Stelle in der Sitter (OGT142) gezählt. Ein ähnliches Bild zeigt auch die **EPT Taxazahl** (Eintags-, Stein- und Köcherfliegen): An der Stelle OGT015 wurden die tiefsten Werte gefunden (7 Taxa, 5 Familien); die restlichen Stellen wiesen zwischen 13 und 22 EPT Taxa aus 8 - 12 Familien auf, was erfahrungsgemäss relativ gute Werte sind. Die **Diversität** (Log Basis 2) nahm im Fließverlauf bis zur Stelle OGT006 tendenziell ab. Im Unterlauf wurde an der Stelle OGT015 der tiefste Diversitätswerte festgestellt. Die restlichen Stellen im Unterlauf zeigten keinen Trend an. Der **IBCH 2019** wird aus der Diversitätsklasse (DK) sowie der Indikatorgruppe (IG) berechnet. Dabei korreliert die Diversitätsklasse relativ gut mit der Habitatvielfalt. Sie lag an den meisten Stellen der Sitter und Urnäsch im Bereich "mässig", an der Stelle OGT015 sogar im Bereich "unbefriedigend". Letzteres deckt sich mit der Substratvielfalt an der Stelle OGT015: diese bestand hauptsächlich aus Sand und Feinkies. Die Stellen Sitter Steinegg sowie Sitter Leebrugg wiesen bezüglich DK einen guten Wert auf. Die Indikatorgruppe (IG) bezeichnet die Empfindlichkeit der vorkommenden Taxa und korreliert im Allgemeinen gut mit der chemischen Wasserqualität. Die Indikatorgruppe wies an fast allen Stellen einen "sehr guten" Wert auf. Nur an der Stelle OGT009 war die Indikatorgruppe "gut". Die IBCH 2019 - Werte zeigten an den meisten Stellen der Sitter und in der Urnäsch einen "guten" biologischen Zustand an. Die Wasserqualität der Sitter schien somit mehrheitlich gut zu sein, die Habitatvielfalt jedoch wirkte limiterend. An den Stellen OGT015 sowie OGT009 war der Gewässerzustand bezüglich des IBCH 2019 "mässig". Der **SPEAR-Index 2019** zeigte in der Sitter und auch der Urnäsch bis zur Stelle OGT015 einen sehr gute Wasserqualität bezüglich einer Pestizidbelastung auf. Ab der Stelle OGT018 nahm der SPEAR-Index ab und wies dann an der Stelle OGT009 nur ein "mässigen" Wert auf. An der Stelle OGT149 war der Wert dann wieder etwas besser.

Die **Lebensgemeinschaft der Wasserwirbellosen** war in der Sitter und der Urnäsch durch Eintagsfliegen, Steinfliegen und Zweiflügler (inkl. Zuckmücken) dominiert. Dabei veränderte sich im Fließverlauf die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft. Während im Oberlauf der Anteil an empfindlichen Eintags-, Stein- und Köcherfliegen relativ hoch war (>50%) nahm der Anteil an den unteren Stellen ab (ab OGT015). Dafür stieg der Anteil an Zuckmückenlarven (vor allem an den Stellen OGT015 und OGT009) sowie von Wenigborstern, welche auch mit belastetem Wasser und weniger Habitatvielfalt gut zurecht kommen. Bezüglich **Eintagsfliegen** kamen hauptsächlich Vertreter der Familie Baetidae vor, gefolgt

von Vertretern der Familie Heptageniidae. Erwähnenswert ist das Vorkommen der Art *Baetis vardarensis* an der Stelle OGT149, welche zwar in tieferen Lagen dominant sein kann aber eine sehr enge ökologische Nische bewohnt. Sie gilt darum gemäss der Roten Liste als potentiell gefährdet (Lubini et al., 2009). Der Anteil an Eintagsfliegen nahm im Fliessverlauf ab: Während in der Sitter bis zur Stelle OGT008 der Anteil an Eintagsfliegen 35 bis 60% ausmachte, sank er weiter flussabwärts auf 5 - 30%. Der Necker wies einen Anteil von ca. 20% Eintagsfliegen auf. Der Anteil an **Steinfliegen** machten in der Sitter an der obersten Stelle mehr als 30% aus, und sank dann kontinuierlich bis knapp über 1% an der untersten Sitterstelle. Dabei waren die Steinfliegen mit 5-8 Taxa aus 3 - 6 Familien vertreten. Ausnahmen waren die Stellen OGT015 und OGT009 mit nur 2 Taxa aus 2 Familien. Als einziges Taxon kam an allen Stellen die Gattung *Leuctra* vor. Steinfliegen sind die empfindlichsten Tiere der Gruppe der EPT Taxa, und reagieren auf Belastungen der Wasserqualität, Temperatur und des Lebensraums. Sie sind im Allgemeinen auf sauberes, sauerstoffreiches, kaltes Wasser angewiesen und leben bevorzugt im Porenraum der Gewässersohle. **Köcherfliegen** waren von der Gruppe der EPT Taxa mit der geringsten Häufigkeit vertreten (maximal 5%), was erfahrungsgemäss für steinige Voralpenbäche normal ist. Im Fliessverlauf nahm die Taxazahl der Köcherfliegen zu (negativer Ausreisser: OGT015). Erwähnenswert ist die Art *Drusus monticola* an der Stelle OGT142, welche gemäss der **Roten Liste** (Lubini et al 2009) als aufgrund ihres gefährdeten Lebensraumes (Quell- und Gebirgsbäche) als potentiell gefährdet gilt. **Zweiflügler** waren in der Sitter und der Urnäsch gut vertreten. Während im Oberlauf bis zur Stelle OGT008 die Kriebelmücken den grössten Anteil ausmachten, waren es im Unterlauf vor allem Vertreter der Zuckmücken. **Wenigborster** kamen an fast allen Stellen in der Sitter und der Urnäsch vor, machten jedoch vor allem an den Stellen OGT015 und OGT009 einen Anteil von 20 bzw. knapp 30% aus. Wenigborster gehören zu den wenig empfindlichen Organismen, sie kommen auch in belasteten Gewässern vor.

Tab. 4.5: Gesamtindividuedichte, Taxazahl, Makroindex, IBCH und SPEAR-Index - Werte
 an den Untersuchungsstellen in Sitter und Urnäsch im Jahr 2022. Farbcode Indices siehe Tab. 2.4.
 DK: Diversitätsklasse
 IG: Indikatorgruppe
 IBCH_R: Robustheitstest, IBCH wird ohne die empfindlichste Indikatorgruppe gerechnet

Stelle	Datum	Individuedichte [Ind. / 0.1m ²]	Taxazahl / Taxazahl Familien	Taxazahl EPT / Taxazahl EPT Familien	Diversität	DK 2019	IG 2019	IBCH 2019 (IBCH_R)	IBCH 2010	SPEAR 2019
Sitter OGT142	21.03.22	694	37 / 19	22 / 11	3.62	0.6	1	0.75 (0.63)	14	49.74
Sitter OGT029	21.03.22	1151	24 / 13	15 / 8	3.1	0.43	1	0.64 (0.59)	13	51.07
Sitter OGT027	21.03.22	662	22 / 14	15 / 9	2.9	0.43	1	0.64 (0.59)	13	61.04
Sitter OGT143	21.03.22	2112	24 / 15	14 / 8	2.83	0.43	1	0.64 (0.58)	13	45.13
Sitter OGT006	21.03.22	751	24 / 15	14 / 9	2.85	0.43	1	0.64 (0.64)	13	46.53
Sitter OGT008	21.03.22	389	25 / 18	13 / 10	3.07	0.51	0.84	0.63 (0.58)	14	50.54
Sitter OGT015	15.03.22	105	15 / 9	7 / 5	2.1	0.26	1	0.54 (0.42)	12	55.9
Sitter OGT018	15.03.22	755	34 / 22	15 / 9	3.23	0.6	0.84	0.69 (0.63)	15	37.83
Sitter OGT009	15.03.22	431	27 / 18	13 / 10	2.47	0.51	0.7	0.58 (0.58)	12	32.31
Sitter OGT149	15.03.22	398	34 / 17	19 / 10	3.08	0.51	0.84	0.63 (0.58)	14	35.65
Urnäsch OGT007	21.03.22	695	28 / 18	17 / 12	2.52	0.51	1	0.7 / (0.7)	14	46.27

Zustandsklassen

sehr gut	gut	mässig	unbefriedigend	schlecht
----------	-----	--------	----------------	----------

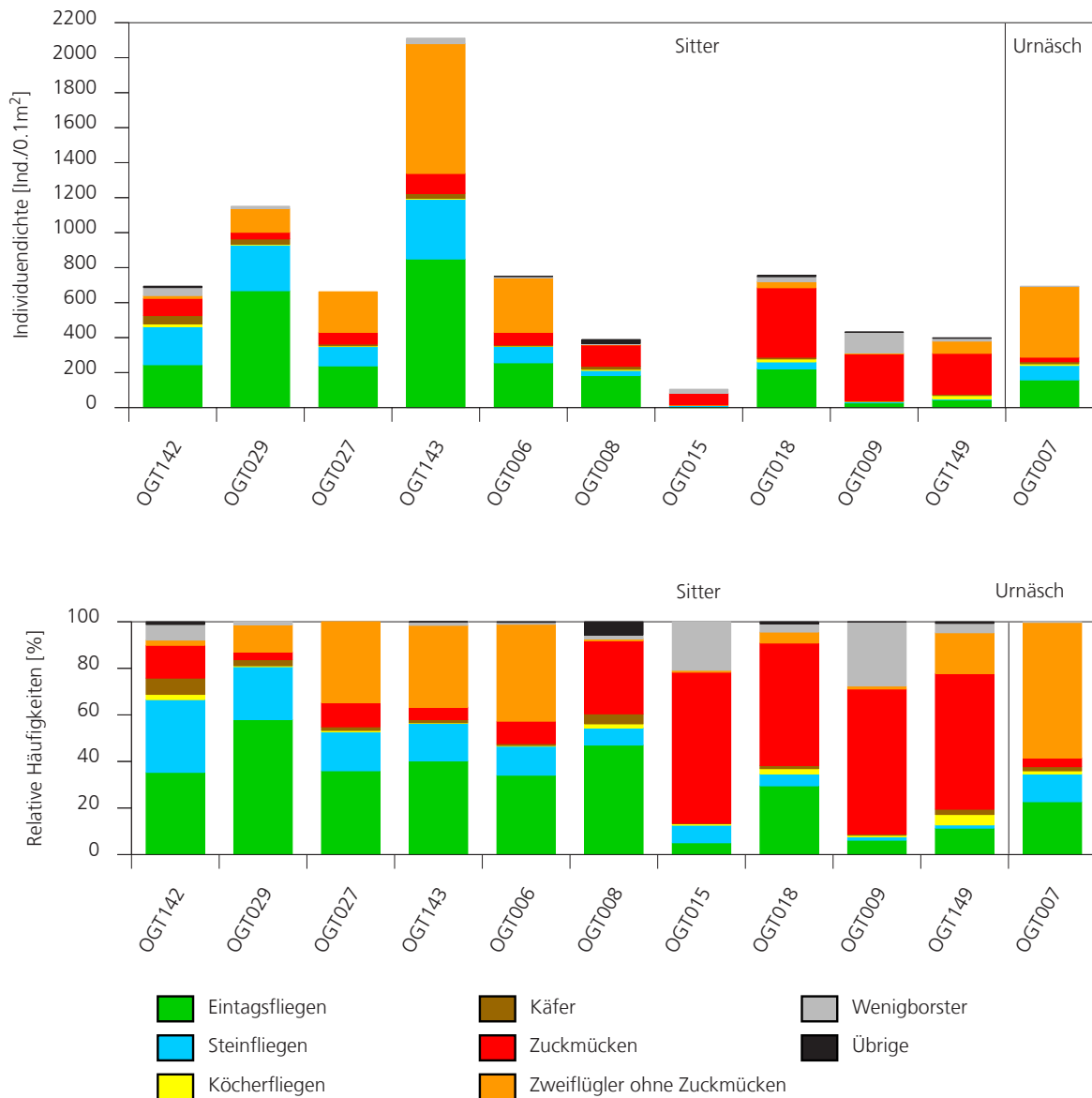


Abb. 4.9: Individuendichten (oben) und Relative Häufigkeiten (unten) der Wasserwirbellosengruppen an den Untersuchungsstellen in Sitter und Urnäsch im Jahr 2022. Übrige: Wanzen, Flohkrebse, Egel, Wassermilben, Muscheln, Plattwürmer

Bezüglich der **Habitatpräferenzen** waren im Oberlauf der Sitter wie auch in der Urnäsch die auf Steinen lebenden Organismen dominant (Lithal, siehe Abb. 4.10). Desweiteren kamen auch Bewohner von kiesigem und pflanzlichem Material vor (Akal und Phytal). Ab der Sitter bei Bruggen (OGT008) kamen auch Bewohner von Feinsedimenten und Schlamm sowie Sandbewohner (Pelal und Psammal) zu. An der Sitter bei Roten (OGT009) war der Anteil dieser am höchsten. Der Befund entspricht der Substratzusammensetzung (verhältnismässig viel Feinsediment) an den Untersuchungsstellen. An fast allen Stellen (vor allem im Oberlauf) waren **strömungsliebende** (rheophile und rheobionte) Organismen dominant. Auch

hier konnte im Unterlauf (ab OGT015) eine Veränderung der Zusammensetzung gesehen werden: Hier nahmen die bezüglich Strömung indifferenten oder unbestimmten Taxa zu und erreichten an der Stelle OGT009 eine relative Häufigkeit von weniger als 50%.

Fazit: Der durch die Wasserwirbellosenindices gezeigte gewässerökologische Zustand der Gewässer war im Oberlauf der Sitter sowie in der Urnäsch gut, die ökologischen Ziele gemäss GSchV Anhang 1 wurden erreicht. Im Unterlauf der Sitter war das Erreichen der Ziele an den Stellen OGT015 und OGT009 fraglich.

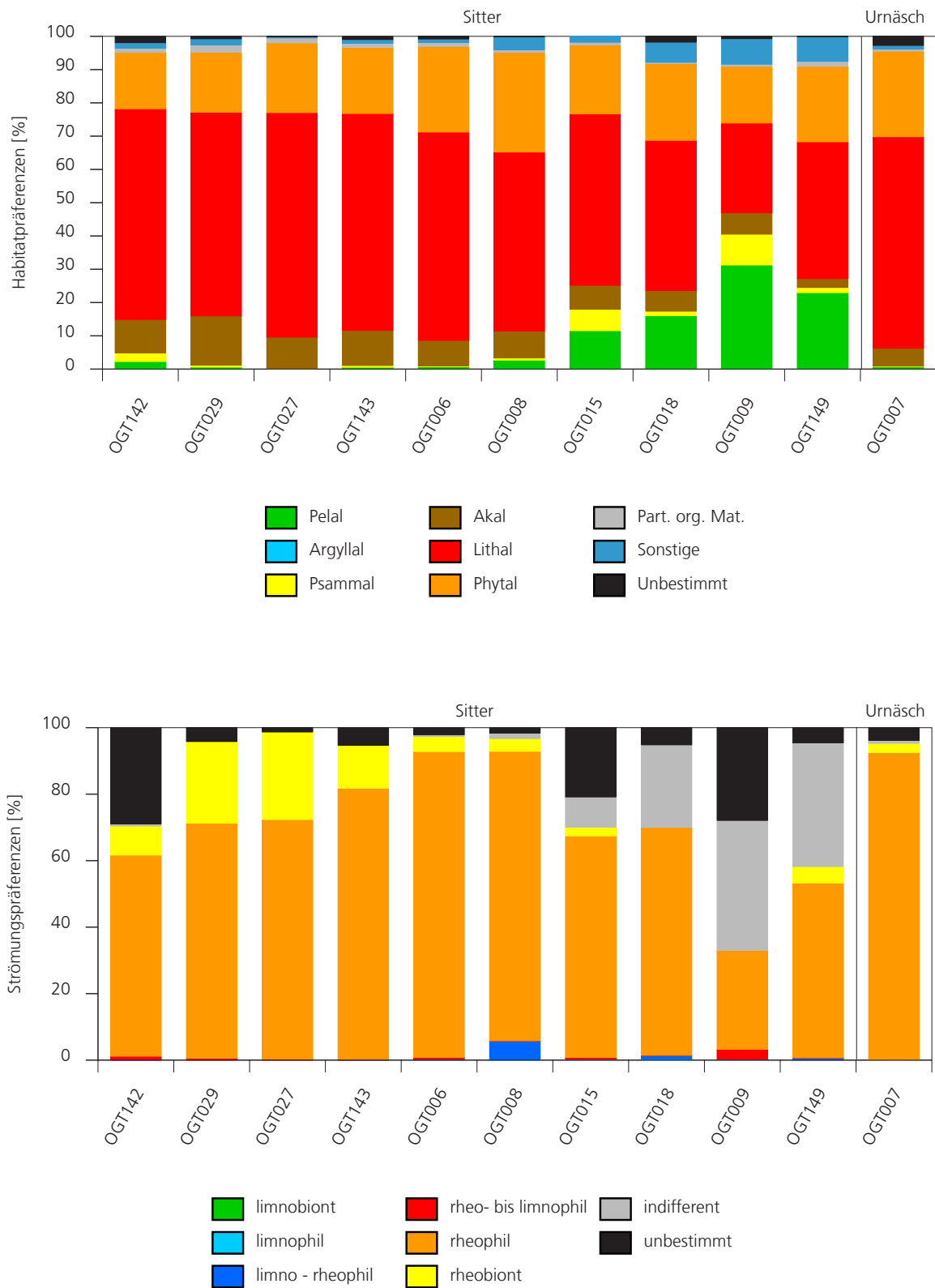


Abb. 4.10: Habitat- und Strömungspräferenzen an den Untersuchungsstellen in Sitter und Urnäsch im Jahr 2022.

4.4.2 Sitter/Urnäsch - Vergleich mit früheren Untersuchungen

Der Vergleich mit den Daten früherer Untersuchungen ist in Tab. 4.6 zusammengefasst. Verglichen werden die IBCH 2010 - Werte, da vor 2019 keine IBCH 2019 -Werte gerechnet wurden. Die Sitter bei Steinegg (OGT142, NAWA Stelle 115) wurde (inkl. 2022) 9 Mal untersucht. Gegenüber der Untersuchung im Jahr 2000 konnte in den folgenden Jahren eine Verbesserung festgestellt werden. An den Stellen OGT029, OGT027, OGT006 und OGT018 wurde ein bis mehrere Male ein schlechterer Gewässerzustand ausgewiesen als im aktuellen Untersuchungsjahr. 2022 lag der IBCH - Wert an den betreffenden Stellen wieder im Bereich "gut". Die Stellen OGT015 und OGT009 wiesen im Jahr 2022 gegenüber früheren Untersuchungen etwas schlechtere Werte auf. Auffällig ist, dass in den Untersuchungsjahren 2000 und 2005 die Stellen im Oberlauf der Sitter tendenziell schlechter waren als im Unterlauf. Sowohl 2016 wie auch 2022 waren die Stellen im Unterlauf tendenziell schlechter.

Tab. 4.6: Vergleich der IBCH-2010 Werte an den Untersuchungsstellen in Sitter und Urnäsch mit alten Daten aus den Jahren 2016, 2015, 2014, 2013, 2012, 2011, 2005 und 2000. Farbskala sie Tab. 2.4.

Jahr	2000	2005	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2022	
									IBCH 2010	IBCH 2019
Sitter OGT142	12	14	15	15	15	15	14	14	14	0.75
Sitter OGT029	13	12	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	14	13	0.64
Sitter OGT027	13	12	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	14	13	0.64
Sitter OGT143	14	13	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	14	13	0.64
Sitter OGT006	13	14	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	10	13	0.64
Sitter OGT008	13	13	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	14	14	0.63
Sitter OGT015	13	15	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	9	12	0.54
Sitter OGT018	14	13	k.A.	14	k.A.	k.A.	10	12	15	0.69
Sitter OGT009	14	14	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	14	12	0.58
Sitter OGT149	14	14	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	13	14	0.63
Urnäsch OGT007	13	15	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	14	14	0.7

4.4.3 Thur/Necker - Aktuelle Untersuchungen

Tab. 4.7 zeigt die Individuendichten, Taxazahlen und Indiceswerte, Abb. 4.11 die Dichten und relativen Häufigkeiten der Wasserwirbellosen an den Untersuchungsstellen in der Thur und im Necker im aktuellen Untersuchungsjahr 2022.

Die **Individuendichten** in der Thur und im Necker bewegten sich zwischen 340 und 553 Ind./0.1m². Somit waren die Dichten an allen Stellen relativ ähnlich. Die **Taxazahlen** waren im Oberlauf der Thur (OGT055, OGT004 und OGT136) mit zwischen 30 und 36 Taxa aus 17 bis 22 Familien höher als im Unterlauf (OGT137 und OGT005) und höher als im Necker. Hier wurden zwischen 21 und 24 Taxa aus 12 bis 14 Familien gezählt. Die **EPT Taxazahlen** (Eintags-, Stein- und Köcherfliegen) zeigen ein ähnliches Bild, wobei sie auch im Unterlauf der Thur und des Neckers noch verhältnismässig hoch waren. Auch die **Diversität** (Log Basis 2) zeigte höhere Werte an den obersten 3 Stellen der Thur, und eine deutlich tiefere Diversität an den untersten 2 Stellen sowie im Necker. Der **IBCH 2019** wird aus

der Diversitätsklass (DK) sowie der Indikatorgruppe (IG) berechnet. Dabei korreliert die Diversitätsklasse relativ gut mit der Habitatvielfalt. Die DK wies an den obersten Stellen auf eine "gute" Habitatvielfalt hin. Im weiteren Fließverlauf nahm die DK ab (bis hin zu "ungenügend"). Im Necker war die DK ebenfalls "mässig". Die Indikatorgruppe (IG) welche durch das Vorkommen von mehr oder weniger empfindlichen Taxa beeinflusst wird, korreliert im Allgemeinen gut mit der chemischen Wasserqualität. Die IG wies an allen Stellen in der Thur und im Necker sehr gute Werte auf. Die IBCH 2019 - Werte indizierten, ausser an den untersten Stellen (OGT137 und OGT005) für die Thur eine "gute" Wasserqualität. Die Habitatvielfalt schien an den unteren Untersuchungsstellen der Thur sowie im Necker limitierend zu sein. Der **SPEAR 2019** - Index war an der Stelle OGT004 (Thur Lütisburg) "gut", an den übrigen Thur-Stellen sowie im Necker zeigte der SPEAR-Index eine bezüglich Pestizidbelastung eine sehr gute Wasserqualität an.

Die **Lebensgemeinschaft der Wasserwirbellosen** war in der Thur und im Necker durch Eintagsfliegen, Steinfliegen und Zweiflügler (inkl. Zuckmücken) dominiert. Desweiteren wurden an den meisten Stellen Wenigborster, Käfer und Wassermilben festgestellt. Während an fast allen Thurstellen sowie im Necker der Anteil an Eintags-, Stein- und Köcherfliegen zwischen knapp 60% und 75% lag, war der Anteil dieser als besonders empfindlich geltenden Taxa an der Stelle OGT004 (Thur Lütisburg) mit 35% deutlich geringer. Grund dafür ist vermutlich die Zusammensetzung des Substrates: ein relativ grosser Teil der Sohle bestand aus Felsen, welche kein optimaler Lebensraum für Wasserwirbellose ist. Bezüglich der **Eintagsfliegen** machten Vertreter der Familie Baetidae den grössten Anteil aus und kamen an allen Stellen vor. Weiter wurden an allen Stellen Vertreter der Heptageniidae gefunden. Die **Steinfliegen** waren im Untersuchungsgebiet von Thur und Necker mit 6 von 7 Familien vertreten. Während an der obersten Stelle (OGT055) sowie an der Stelle OGT136 alle 6 Familien vorkamen, nahm an den restlichen Stellen sowie im Necker die Zahl ab. Die Anzahl der gefundenen Steinfliegentaxa nahm im Fließverlauf tendenziell ab. Im Necker waren Taxa- und Familienzahl am geringsten (4 Taxa aus 3 Familien). Erwähnenswert ist die Art *Perla marginata*. Sie wurde an der obersten Stelle in der Thur gefunden und ist gemäss der Roten Liste (Lubini et al. 2009) als kaltstenothermen Art potentiell gefährdet (NT). Sie sind auf kaltes Wasser (<10 °C) angewiesen, was mit den steigenden Temperaturen aufgrund des Klimawandels zunehmend problematisch ist. **Köcherfliegen** waren an allen Stellen anteilmässig nur mit sehr geringen Anteilen vertreten (<5%). An den Stellen OGT005 und OGT137 wurde jeweils nur 1 Taxon gefunden. Hingegen wurden in der Thur bei Lütisburg (OGT004) sowie im Necker je 5 Taxa festgestellt. Die Zweiflügler wurden an allen Stellen vor allem durch Kriebelmücken und Zuckmücken dominiert. Veränderungen im Fließverlauf konnten nicht festgestellt werden. Auffällig war das grössere Vorkommen von Zuckmücken an der Stelle OGT004 und von Kriebelmücken an den Stellen OGT126 und OGT003. Kriebelmücken sind Filtrierer, ein erhöhtes Vorkommen kann auf einen erhöhten Eintrag von Schwebestoffen (z.B. aus Landwirtschaft und Siedlungsentwässerung) hindeuten.

Tab. 4.7: Gesamtindividuedichte, Taxazahl, Makroindex, IBCH und SPEAR-Index - Werte an den Untersuchungsstellen in Thur und Necker im Jahr 2022. Farbcode Indices siehe Tab. 2.4.
 DK: Diversitätsklasse
 IG: Indikatorgruppe
 IBCH_R: Robustheitstest, IBCH wird ohne die empfindlichste Indikatorgruppe gerechnet

Stelle	Datum	Individuedichte [Ind./0.1m ²]	Taxazahl / Taxazahl Familien	Taxazahl EPT / Taxazahl EPT Familien	Diversität	DK 2019	IG 2019	IBCH 2019 (IBCH_R)	IBCH 2010	SPEAR 2019
Thur OGT055	03.03.2022	464	33 / 19	18 / 11	3.53	0.6	1	0.75 (0.7)	14	47.05
Thur OGT004	15.03.2022	415	36 / 22	20 / 12	3.32	0.6	1	0.75 (0.75)	15	39.15
Thur OGT136	03.03.2022	553	30 / 17	17 / 11	3.82	0.51	1	0.7 (0.7)	14	53.72
Thur OGT137	15.03.2022	380	23 / 13	15 / 8	2.5	0.34	1	0.59 (0.59)	13	60.1
Thur OGT005	15.03.2022	340	21 / 12	12 / 9	2.96	0.34	1	0.59 (0.53)	13	58.13
Necker OGT003	3.3.2022	375	24 / 14	14 / 9	2.79	0.43	1	0.64 (0.58)	13	47.66

Zustandsklassen

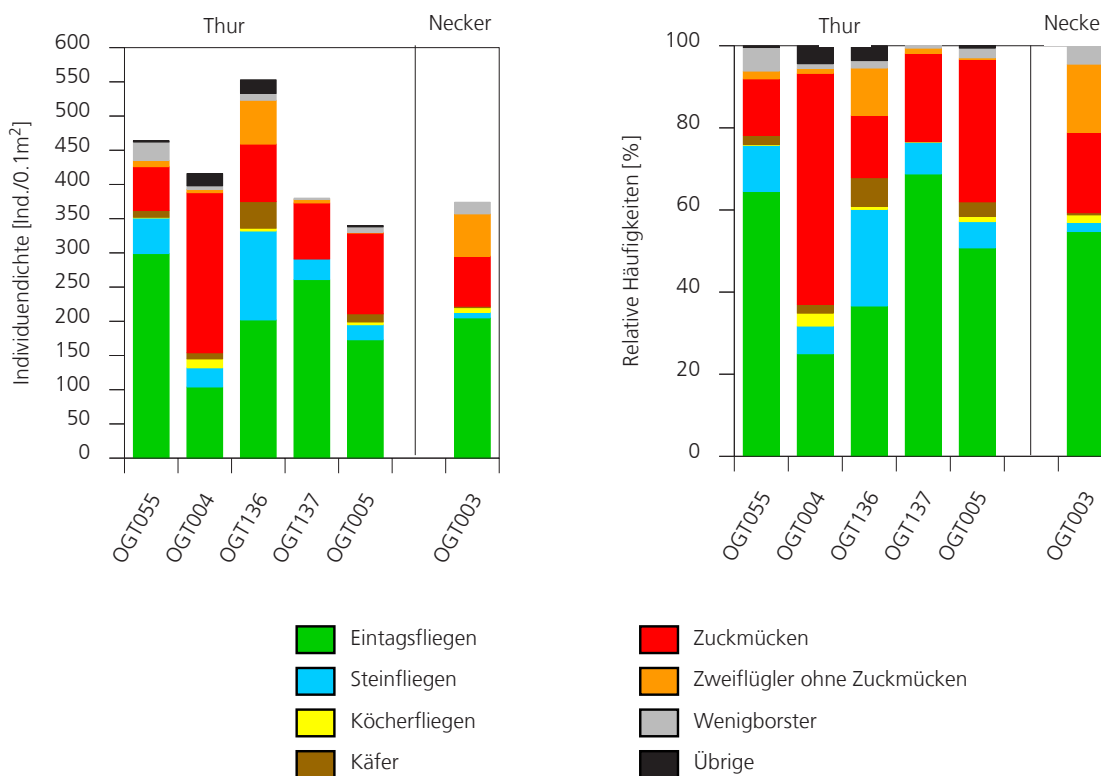
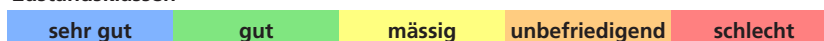


Abb. 4.11: Individuedichten (links) und Relative Häufigkeiten (rechts) der Wasserwirbelosengruppen an den Untersuchungsstellen in Thur und Necker im Jahr 2022. Übrige: Wanzen, Flohkrebse, Egel, Wassermilben, Muscheln, Plattwürmer

Bezüglich der **Habitatpräferenzen** lässt sich im Fließverlauf keine deutliche Veränderung feststellen (Abb. 4.12). An allen Stellen sind "Steinbewohner" (Akal und Lithal) sowie "Pflanzenbewohner" (Phytal) am häufigsten vertreten. An den Stellen OGT004 und OGT005 war der Anteil an Feinsediment liebenden Taxa etwas höher als an den anderen Stellen. Die **Strömungspräferenzen** zeigten an allen Stellen einen grosser Anteil an rheophilen und rheobionten Taxa. Auffällig war der hohe Anteil an rheobionten (an starke Strömung gebundene) Taxa an der Stelle OGT137. Dieser Umstand ist auf das häufige Vorkommen der Eintagsfliege *Rhithrogena semicolorata*-Gruppe, welche an dieser Stelle bestimmt wurde, zurückzuführen. An den anderen Stellen konnten die Larven aufgrund der geringen Grösse nur auf die Gattung *Rhithrogena* bestimmt werden, die als solche nur als rheophil gilt. Die limno-rheophilen und rheo-limnophilen Taxa, welche hauptsächlich an den obersten 3 Stellen vorkamen, sind auf das Vorkommen von Wassermilben zurückzuführen.

Der durch die Wasserwirbellosenindices gezeigte gewässerökologische Zustand der Gewässer war im Oberlauf der Thur sowie im Necker gut, die ökologischen Ziele gemäss GSchV Anhang 1 wurden erreicht. An den untersten zwei Stellen der Thur war das Erreichen teilweise fraglich.

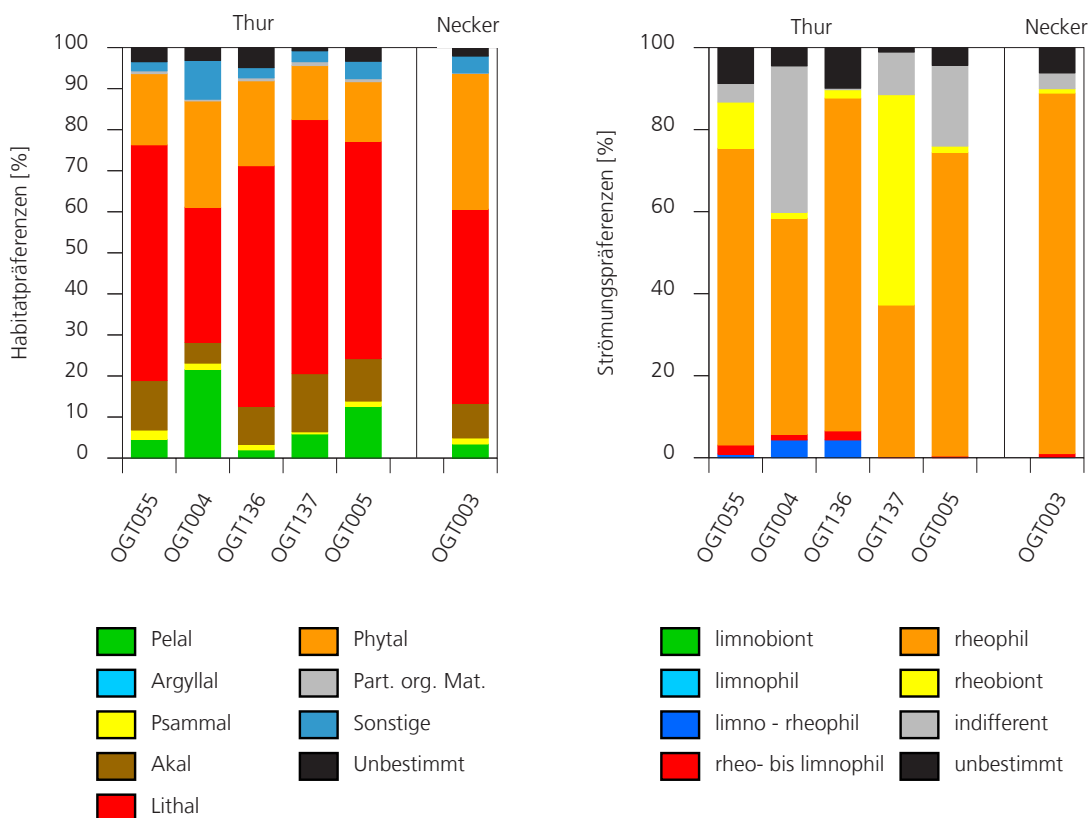


Abb. 4.12: Habitat- und Strömungspräferenzen an den Untersuchungsstellen in Sitter und Urnäsch im Jahr 2022.

4.4.4 Thur/Necker - Vergleich mit früheren Untersuchungen

Über die gesamte Untersuchungsperiode war der durch den IBCH 2010 indizierte gewässerökologische Zustand an praktisch allen Untersuchungsdaten "gut". Nur 2003 und 2004 wurden an den Stellen OGT 136, OGT137 und OGT003 (Necker) ein IBCH - Wert von 12 festgestellt und somit ein nur "mässiger" Zustand erreicht. Sowohl über die Zeit der Untersuchungen wie auch in Fließrichtung der Gewässer konnte kein Trend beobachtet werden.

Tab. 4.8: Vergleich der IBCH-2010 Werte an den Untersuchungsstellen in Thur und Necker mit alten Daten an den Jahren 2016, 2015, 2014, 2013, 2012, 2011, 2010, 2005, 2004 und 2003. Farbskala siehe Tab. 2.4.

Jahr	2003	2004		2005	2010		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2022	
		Frühling	Herbst		Frühling	Herbst							IBCH 2019	
OGT055	13	13	k.A.	k.A.	15	13	14	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	14	0.75	14
OGT004	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	13	0.75	15
OGT136	12	13	13	14	14	13	13	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	14	0.7	14
OGT137	k.A.	12	k.A.	k.A.	14	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	13	0.59	13
OGT005	13	13	14	13	15	k.A.	k.A.	16	15	k.A.	14	13	0.59	13
OGT003	k.A.	12	14	14	13	14	14	13	15	14	14	14	0.64	13

5 Literatur

- AquaPlus (2004): Biologische Untersuchung an der Thur und am Necker (SG). Untersuchungen vom 9./10. März 2004. Im Auftrag des Amtes für Umweltschutz (AFU des Kantons St.Gallen. 108 Seiten.
- AquaPlus (2010): Biologische Untersuchungen an Necker und Thur (SG). Im Auftrag vom Amt für Umwelt und Energie des Kantons St.Gallen.
- BAFU (2007a): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer: Äusserer Aspekt. Bundesamt für Umwelt, Bern, Umwelt-Vollzug Nr. 0701, 43 S.
- BAFU (2007b): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer: Kieselalgen Stufe F (flächendeckend). Bundesamt für Umwelt, Bern, Version vom 24. November 2006.
- BAFU (2010): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer: Makrozoobenthos Stufe F (flächendeckend). Bundesamt für Umwelt, Bern, Umwelt-Vollzug Nr. 1026, 61 S.
- BAFU (2019): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung von Fließgewässern (IBCH_2019). Markozooobenthos - Stufe F. 1.aktualisierte Ausgabe, November 2019; Erstausgabe 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1026:64 S.
- Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (1996): Ökologische Typisierung der aquatischen Makrofauna. Heft 4/96. München. 543 Seiten.
- BUWAL (1998): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Ökomorphologie Stufe F (flächendeckend). Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 27. Bern.
- Chaix, O., Ochsenbein, U., & Elber, F. (1995): Prioritäten für technisch-bauliche Gewässerschutzmassnahmen. Gas, Wasser, Abwasser 75 (9): 703-713.
- FRUTIGER, A., SIEBER, U (2005): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer, Makrozoobenthos - Stufe F, Entwurf, Stand März 2005, BUWAL (Hrsg.). 51 S.
- Gewässerschutzverordnung (GScV). Vom 28. Oktober 1998 (Stand am 1. Juli 2008), Gesetzes-Nr. 814.201.
- Hofmann, G., Lange-Bertalot, H., Werum, M. (2013): Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa. 2. korrigierte Auflage. Koeltz Scientific Books, Königstein.
- HÜTTE M. & NIEDERHAUSER P. (1998): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Ökomorphologie Stufe F (flächendeckend). Mitteilungen zum Gewässerschutz 27, BUWAL (Hrsg.). 49 Seiten.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1986): Bacillariophyceae. 1. Teil Naviculaceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer D. (eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/1, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 876 S.

- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1986-1991): Bacillariophyceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/1, 2/2, 2/3 und 2/4. - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Lange-Bertalot, H. & Metzeltin, D. (1996): Oligotrophie-Indikatoren. *Iconographia Diatomologica* Volume 2, Koeltz Scientific Books, Königstein, 390 S.
- Limnex (2000): Biologische Untersuchungen in der Sitter im Jahr 2000. Auswirkungen von Abwässern aus Kläranlagen und Deponien auf den Gewässerzustand. Im Auftrag der Sitterkommission und des Entsorgungsamtes der Stadt St.Gallen.
- Limnex (2005): Biologische Überwachung der Sitter im März 2005. Beurteilung des Gewässerzustandes und Vergleich mit den Aufnahmen vom Februar und April 2000. Im Auftrag der Sitterkommission und des Entsorgungsamtes der Stadt St.Gallen.
- Limnex (2016): Routineüberwachung Fließgewässer 2016: Einzugsgebiet Sitter und Urnäsch. Beurteilung des biologischen Gewässerzustandes. Im Auftrag der Sitterkommission.
- Lubini, V., Knispel, S., Sartori, M., Vicentini, H., Wagner, A. (2012): Rote Liste 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, 111S.
- Moog, O. (1995): Fauna aquatica austriaca - Katalog zur autökologischen Einstufung aquatischer Organismen Österreichs. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- NAWA Trend (2011 -13; 2014, 2015, 2018, 2019): Felddaten zu Äusserem Aspekt, Pflanzlichem Bewuchs, Kieselalgen, Wasserwirbellose.
- Shannon, C. & Weaver, W. (1949): The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press. Urbana.
- Straub, F. (1981): Utilisation des membranes filtrantes en teflon dans la préparation des Diatomées epilithiques. *Cryptogamie, Algologie* 2(2), 153.
- THOMAS E. A. & SCHANZ F. (1976): Beziehungen zwischen Wasserchemismus und Primärproduktion in Fließgewässern, ein limnologisches Problem. *Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich* 121. Seiten 309-317.

Anhang

A Stellendokumentation Gewässerökologische Aufnahmen