

## Untersuchung des Drälikerbachs in Hünenberg im Jahr 2021

- **Teil A: Chemische und biologische Untersuchungen**
- **Teil B: Ursachenanalyse bei Überschreitung der Anforderungen**



### Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Zusammenfassung	2
2. Einleitung und Zielsetzungen	2
<b>Teil A Chemische und biologische Untersuchungen</b>	
3. Untersuchungsprogramm	5
3.1 Nährstoffparameter	6
3.2 Organische Spurenstoffe	8
3.3 Biologische Untersuchung	8
4. Resultate	
4.1 Nährstoffparameter	9
4.2 Organische Spurenstoffe	12
4.3 Biologische Untersuchung	14
<b>Teil B Ursachenanalyse bei Überschreitung der Anforderungen</b>	
5. Emissionsquellen	15
5.1 Analyse Einzugsgebiet	15
5.2 Methodisches Vorgehen bei der Ermittlung der Emissionsquellen	15
5.2.1 Siedlungsraum	16
5.2.2 Landwirtschaftsgebiet	16
5.3 Erkenntnisse aus den Messwerten und den eingesetzten Wirkstoffen	16
5.4 Verhindern von zukünftigen Einträgen	17
5.5 Schlussfolgerungen	18
<b>Anhang</b>	
I. Jahresblatt 2021 Niederschlag in Cham	
II. Messdaten Nährstoffe	
III. Messdaten organische Spurenstoffe	

## 1. Zusammenfassung

Die im Drälikerbach vom 19. Januar bis zum 7. Dezember 2021 mit 24 Stichproben untersuchten **Nährstoffgehalte zeigten eine Belastung mit Nitrat und den Phosphor-Parametern** (Gewässerzustand mässig). Dieser Befund widerspiegelt die intensive landwirtschaftliche Nutzung im Einzugsgebiet. Die Belastung des Bachs mit Ammonium und Nitrit war mit Ausnahme der Wasserprobe vom 29. April 2021 gering (Zustand gut bis sehr gut).

Der Drälikerbach wurde über den Zeitraum vom 1. März bis zum 19. Oktober 2021 mit 14d-Sammelproben bezüglich der **Belastung mit organischen Spurenstoffen** untersucht. Von den im Analyseprogramm enthaltenen 138 Stoffen wurden 64 im Bach nachgewiesen. Überschreitungen von numerischen Grenzwerten traten praktisch ausschliesslich bei den Insektiziden und Herbiziden auf. Auffallen ist die andauernd sehr hohe Belastung mit dem Insektizid Cypermethrin in der Zeit von 20. April bis 15. Juni 2021 sowie die häufigen Überschreitungen mit den Herbiziden Mecoprop, Metazachlor und Nicosulfuron. Bei den Insektiziden und Herbiziden traten für die Bachlebewesen chronisch toxische und akut toxische Belastungen auf.

Die im Frühling und Herbst im Drälikerbach durchgeführte **biologische Untersuchung zeigte deutliche Defizite**. Die ökologischen Ziele in der Gewässerschutzverordnung bezüglich der wasserwirbellosen Tiere (Makrozoobenthos) waren nicht eingehalten. Es ist davon auszugehen, dass eine Schädigung der aquatischen Fauna durch die Insektizid-Belastungen vorlag.

Ergänzend zu den Messungen im Bach wurde das Einzugsgebiet bezüglich der Anwendung von Pestiziden und Bioziden analysiert. Ziel dieser ergänzenden Untersuchung war es, die **Quellen der Belastungen zu finden und im Idealfall zu eliminieren**. Es zeigte sich schnell, dass die Grösse und Vielseitigkeit des Einzugsgebietes (Landwirtschaft, Siedlung, Wald und Verkehr) eine genaue Zuweisung einer Belastungsquelle schwierig machen. Die Landwirte im Einzugsgebiet stellten ihre Feldkalender mit den spezifischen Einsätzen von Pflanzenschutzmitteln parzellenscharf zur Verfügung. Auch wurde ein Gespräch mit dem Werkdienst der Gemeinde Hünenberg geführt. Aus dieser Analyse zeigte sich die Tendenz, dass eine höhere Betroffenheit der Parzellen in unmittelbarer Bachnähe vorhanden ist. Aus diesem Grund stehen die Abdrift sowie die Abschwemmung als Eintragspfad in diesen Fällen im Fokus.

Ergänzend zu den Untersuchungen fand im November 2021 eine **Veranstaltung mit den Landwirtinnen und Landwirten** des Einzugsgebiets statt. Dabei wurde eine offene Diskussion über die Messwerte und Erkenntnisse der Messkampagne geführt. Ebenfalls konnte an der Veranstaltung auf die Möglichkeiten der Risikovermeidung im Sinne einer Sensibilisierung hingewiesen werden.

## 2. Einleitung und Zielsetzungen

Der Gewässerschutz zielt auf den Erhalt und die Wiederherstellung naturnaher und gering belasteter Fliessgewässer, Seen und Grundwasservorkommen. Zur Prüfung des Gewässerzustands verpflichtet das Gewässerschutzgesetz<sup>1</sup> die Kantone zur periodischen Untersuchung der Gewässer. Nur so kann festgestellt werden, inwieweit die in der Gewässerschutzverordnung<sup>2</sup> und den Richtlinien des Bundes enthaltenen Anforderungen erfüllt sind. Ein wichtiges Kriterium für den Gewässerzustand ist die Wasserqualität. Sie muss so beschaffen sein, dass Stoffe, die durch menschliche Tätigkeit in die Gewässer gelangen, die Fortpflanzung, Entwicklung und Gesundheit empfindlicher Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen nicht beeinträchtigen<sup>3</sup>. Sind Beeinträchtigung vorhanden, so müssen die Behörden Massnahmen zur Behebung oder zumindest zur Verminderung der Gewässerbelastung veranlassen<sup>4</sup>.

Aus der Siedlungsentwässerung, über Kläranlagen und durch Abschwemmungen aus dem Landwirtschaftsgebiet gelangen in ihrer Wirkung verschiedenartige Stoffe die Gewässer. Während Nährstoffverbindungen wie Phosphat oder Nitrat das biologische Wachstum in den Gewässern ankurbeln, beeinträchtigen Rückstände und Abschwemmungen von Arzneimitteln, Bioziden, Pflanzenschutzmitteln und anderen organischen Stoffen bereits in sehr kleinen Konzentrationen die Wasserlebewesen. Besonders kleine und mittelgrosse Fliessgewässer sind von den negativen Auswirkungen dieser Spurenstoffe oder Mikroverunreinigungen betroffen.

Das Oekotoxzentrum für die Schweiz hat seit dem Jahr 2010 ökotoxikologisch basierte Anforderungswerte zur Überwachung der chemischen Wasserqualität hergeleitet, die sogenannten Umweltqualitätskriterien (UQK). Diese sind substanzspezifische Konzentrationen einzelner Chemikalien im Gewässer, unterhalb derer keine schädlichen Wirkungen auf Wasserlebewesen erwartet werden. Generell gilt: je toxischer ein Stoff ist, desto weniger davon kann man in einem Gewässer tolerieren. Dafür werden jeweils zwei Werte bestimmt. Die Einhaltung des **akuten Umweltqualitätskriteriums** (kurz **AQK**) soll den Schutz der Wasserlebewesen vor Kurzzeitbelastungen gewährleisten. Solche treten beispielsweise nach Regenereignissen auf, die ausgebrachte Pflanzenschutzmittel in Gewässer spülen. Die Einhaltung des **chronischen Umweltqualitätskriteriums** (kurz **CQK**) soll Schutz vor längerfristiger Exposition bieten, die z.B. aus kontinuierlichem Eintrag von Schadstoffen über kommunale Abwässer resultieren kann. Basierend auf den AQK und CQK hat der Bundesrat am 1. April 2020 für 22 organische Stoffe (3 Arzneimittel, 19 Pestizide) ökotoxikologisch begründete numerische Anforderungen in die Gewässerschutzverordnung aufgenommen.

Das Bundesamt für Umwelt hat im Rahmen der 'Nationalen Beobachtung Oberflächengewässerqualität NAWA' an kleinen und mittelgrossen Fliessgewässern schweizweit fixe Messstellen zur Dauerüberwachung aufgebaut. Bei diesen werden je nach Fragestellung die Gewässerbelastung mit Nährstoffen und/oder Mikroverunreinigungen sowie biologische Messgrössen untersucht.

---

<sup>1</sup> Art. 50 und 58 Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (GSchG; SR 814.20) vom 24.01.1991

<sup>2</sup> Anhang 1 und 2 Gewässerschutzverordnung (GSchV; SR 814.201) vom 28.10.1998

<sup>3</sup> Anhang 2 Ziff. 11 Abs. 1Bst. f. GSchV

<sup>4</sup> Art. 47 GSchV

Auch das Amt für Umwelt des Kantons Zug untersucht seit dem Jahr 2021 jedes Jahr ein kleines bis mittelgrosses Fliessgewässer, bei dem eine Belastung mit organischen Spurenstoffen / Mikroverunreinigungen bekannt ist oder vermutet wird, mit einer kontinuierlichen Probenahme zeitdeckend über die gesamte Vegetationsperiode (Frühling bis Herbst). Zur Anwendung kommen dabei automatische Wasserprobennehmer. Alle 14 Tage werden Sammelproben an spezialisierte Labors zur Untersuchung bezüglich der Belastung mit organischen Spurenstoffen eingesandt.

Das **Pilotprojekt am Drälikerbach** zur kontinuierlichen Messung von Mikroverunreinigungen erstreckte sich über den Zeitraum von März bis Oktober 2021. Die Nährstoffbelastung des Bachs wurde von Januar bis Dezember 2021 erfasst. Die Messstelle befand sich beim Ischlag-Wald. Das in Abbildung 1 dargestellte Einzugsgebiet (EZG) des Drälikerbachs ist aus den Daten zum hydrologischen Einzugsgebiet des Bundesamts für Umwelt (BAFU) abgeleitet; aufgrund der Lage der Messstelle rund 450 m vor der Einmündung des Bachs in den Reusskanal erfolgte eine geringfügige Anpassung des EZG.

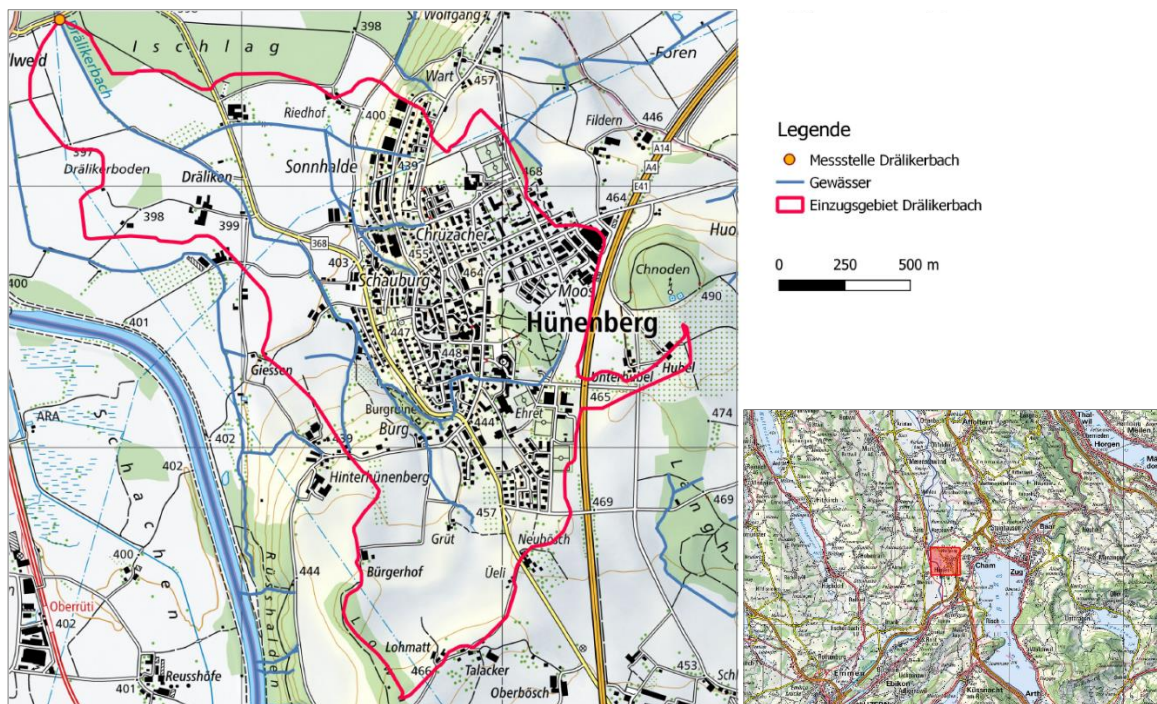


Abbildung 1 Links: Detailkarte mit Standort des automatischen Wasserprobennehmers am Drälikerbach (= oranger Punkt) und mit der Probenahme untersuchtes Einzugsgebiet des Drälikerbachs (rote Linie). Rechts: Übersichtskarte mit Lage der Detailkarte (Swisstopo 2021, BAFU 2021, Kanton Zug 2021)

Die Untersuchung der chemischen Wasserqualität und des biologischen Zustands des Drälikerbachs (Bericht Teil A) sowie die zeitnahe Abklärung der Herkunft von festgestellten Gewässerbelastungen (Bericht Teil B) dienen folgenden **Zielen**:

- Erfassung und Dokumentation des Gewässerzustands gemäss Art. 50 GSchG (Publikation des Berichts auf der Webseite des Amts für Umwelt);
- Beratung der Landwirtschaftsbetriebe und der Öffentlichkeit im Umgang mit Stoffen, welche die Gewässer belasten können (Art. 51 GSchG);
- Planung und Vollzug von Massnahmen zur Verhinderung bzw. Minimierung von Gewässerverschmutzungen (Art. 47 GSchV).



## Teil A Chemische und biologische Untersuchungen

### 3 Untersuchungsprogramm

#### Organische Spurenstoffe (Tabelle 1)

Bei der Messstelle im Gebiet Zollweid / Ischlag (Koordinaten 2'673'302 / 1'226'640) wurde dem Drälikerbach zwischen 1. März und 19. Oktober 2021 mittels eines automatischen Wasserprobennehmers (HACH Bühler 2000) stündlich ein Wasservolumen von ca. 25 ml entnommen und im gekühlten Sammelbehälter aufgefangen. Alle 14 Tage erfolgte der Versand der Sammelproben (= 14d-Sammelproben) in die Laboratorien zur Untersuchung bezüglich der Belastung des Bachwassers mit organischen Spurenstoffen (a-Proben: Untersuchung im Labor des Amts für Umwelt und Energie Kanton Basel-Stadt gemäss dem erweiterten NAWA-Programm, b-Proben: Untersuchung im Labor des AWEL Kanton Zürich bezüglich der Belastung mit Pyrethroid- und Organophosphat-Insektizide). Gemäss Vereinbarung mit den beiden Laboratorien teilten diese innert Wochenfrist nach Probeneingang per E-Mail mit, ob in den Sammelproben auffällig hohe Messwerte vorlagen.

#### Nährstoffparameter (Tabelle 1)

Bei der Messstelle entnahmen Mitarbeiter des Amts für Umwelt vom 19. Januar bis zum 7. Dezember 2021 (alle ca. 14 Tage) stichprobenmässig eine separate Wasserprobe zur Untersuchung der Nährstoffbelastung und führten direkte Messungen im Bach (Temperatur, Leitfähigkeit, pH) aus. Die Wasserproben wurden im Labor des Amts für Verbraucherschutz Kanton Zug bezüglich der Belastung mit Ammonium, Nitrit, Nitrat, Orthophosphat, Gesamtphosphor nach Filtration, Gesamtphosphor, gelöster org. Kohlenstoff sowie Chlorid analysiert.

Organische Spurenstoffe (Sammelproben)	Nährstoffparameter (Stichproben)	Biologische Untersuchung (Felduntersuchungen)	
[Anh. 2 GSchV]	[Anh. 1 und 2 GSchV]	[Anh. 1 und 2 GSchV]	
01.03.2021 - 09.03.2021 a	19.01.2021	Erhebung am 08.03.2021: - Äusserer Aspekt - Pflanzlicher Bewuchs - Kieselalgen - Wasserwirbellose Tiere	
09.03.2021 - 23.03.2021 a	03.02.2021		
23.03.2021 - 06.04.2021 ab	16.02.2021		
06.04.2021 - 20.04.2021 ab	02.03.2021		
20.04.2021 - 04.05.2021 ab	17.03.2021		
04.05.2021 - 18.05.2021 ab	30.03.2021		
18.05.2021 - 01.06.2021 ab	13.04.2021		
01.06.2021 - 15.06.2021 ab	29.04.2021		Erhebung am 08.09.2021: - Äusserer Aspekt - Pflanzlicher Bewuchs - Kieselalgen
15.06.2021 - 29.06.2021 ab	11.05.2021		
29.06.2021 - 13.07.2021 ab	26.05.2021		
13.07.2021 - 27.07.2021 ab	08.06.2021		
27.07.2021 - 10.08.2021 ab	22.06.2021		
10.08.2021 - 24.08.2021 a	06.07.2021		
24.08.2021 - 07.09.2021 a	22.07.2021		
07.09.2021 - 21.09.2021 a	05.08.2021		
21.09.2021 - 05.10.2021 a	17.08.2021		
05.10.2021 - 19.10.2021 a	01.09.2021		
	15.09.2021		
	28.09.2021		
a: Messprogramm AUE BS	14.10.2021		
b: Messprogramm AWEL ZH	27.10.2021		
	11.11.2021		
	23.11.2021		
	07.12.2021		

Tabelle 1 Übersicht über die Termine der im Drälikerbach im Jahr 2021 durchgeführten chemischen und biologischen Untersuchungen.

### Biologische Parameter (Tabelle 1)

Im Auftrag des Amtes für Umwelt untersuchten MitarbeiterInnen der AquaPlus AG am 8. März und am 8. September 2021 den Drälikerbach bezüglich folgender biologischer Kriterien:

**Äusserer Aspekt** (Trübung, Geruch, Schaum, Verschlammung und Kolmation der Sohle, heterotropher Bewuchs, Vorkommen von Eisensulfid, Abfälle), **Bewuchs** (Algen, Moose und Wasserpflanzen), **Kieselalgen (Diatomeen)** und **Wasserwirbellose Tiere (Makrozoobenthos)**.

### Niederschlagsverhältnisse (Abbildung 2)

Das Jahr 2021 wies ausgesprochen nasse Sommermonate und einen überdurchschnittlich hohen Jahresniederschlag auf. Der Gesamtniederschlag bei der Messstation in Cham betrug im Jahr 2021 1'211.6 mm. Die durchschnittliche Summe in den Jahren 2010-2021 (nur vollständige Jahre) beträgt 1'016 mm. Das Jahresblatt 2021 der Niederschläge in Cham ist im Anhang 1 dargestellt.

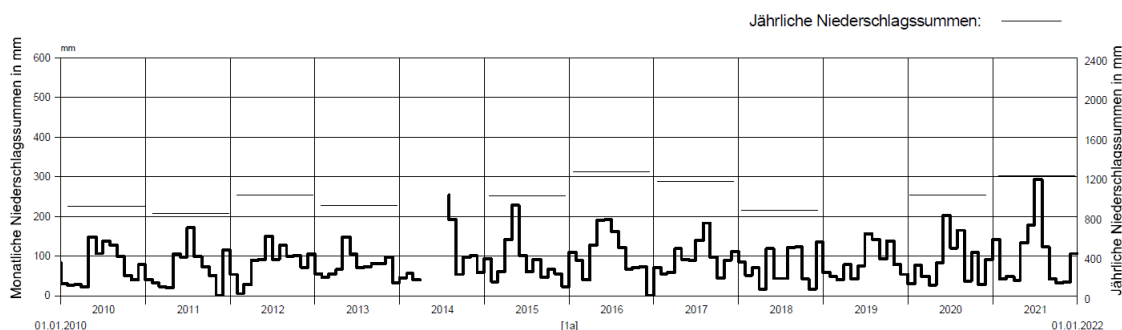


Abbildung 2 Monats- und Jahressummen der Niederschläge der Messstation von Meteo Schweiz in Cham in den Jahren 2010 bis 2021.

### 3.1 Nährstoffparameter

Die Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV; SR 814.201) definiert im Anhang 1 und 2 qualitative wie auch numerische Anforderungen für die Qualität der Gewässer. Für die Nährstoffbelastung der Fließgewässer hat das Bundesamt für Umwelt (BAFU) in einer Vollzugshilfe<sup>5</sup> für einige in der GSchV enthaltenen qualitativen Anforderungen numerische Zielvorgaben definiert, deren Einhaltung als Empfehlung zu betrachten ist (Tabelle 2).

Stoff	$PO_4\text{-P}$	$P_{\text{filt}}$	$P_{\text{total}}$	$NO_3\text{-N}$	$NO_2\text{-N}^*$	$NH_4\text{-N}^*$
Anforderungen und Zielvorgaben für den Nährstoffgehalt in Fließgewässern (in [mg/l])	0.04	0.05	0.07	5.6	0.02 0.05 0.10	0.2 0.4

Tabelle 2 Schrift recte: numerische Anforderungen der Gewässerschutzverordnung; Schrift kursiv: Zielvorgaben des BAFU (\*bei  $NO_2\text{-N}$ : chloridabhängig, bei  $NH_4\text{-N}$ : temperaturabhängig).

Phosphor ist derjenige Nährstoff, der für das pflanzliche Wachstum in den Gewässern verantwortlich ist. 'Orthophosphat' ( $PO_4\text{-P}$ ) ist der biologisch am Schnellsten verwertbare Anteil aller Phosphoranteile in Gewässern, 'Gesamtposphor filtrierte' ( $P_{\text{filt}}$ ) ist der biologisch verfügbare Anteil des Gesamtposphors ( $P_{\text{total}}$ ). Kommunales Abwasser und landwirtschaftliche Dünger enthalten Phosphor. In gedüngten wie auch ungedüngten Böden ist Phosphor gelöst

<sup>5</sup> Liechti Paul 2010: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe. Umwelt-Vollzug Nr. 1005. Bundesamt für Umwelt, Bern

sowie an Bodenpartikel gebunden vorhanden. Phosphor gelangt vor allem bei starken Niederschlägen in die Gewässer (Regenentlastung der Abwasserleitungen, Abschwemmung aus Böden).

Gelöste Stickstoffverbindungen kommen als Ammonium ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ), Nitrit ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ) und Nitrat ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) vor. Ammonium ist in kommunalem und landwirtschaftlichem Abwasser und in Düngern enthalten. Unter Sauerstoffeinwirkung wird Ammonium zu Nitrit und Nitrat umgewandelt. Ammonium ist in Abhängigkeit der Wassertemperatur und der Höhe des pH-Werts schädlich für Wasserlebewesen. Die GSchV gibt deshalb für Ammonium zwei verschiedene numerische Anforderungen an (0.2 mg N/l für Temperaturen  $> 10^\circ\text{C}$  und 0.4 mg N/l für Temperaturen  $< 10^\circ\text{C}$ ). Nitrit ist giftig für Wasserlebewesen (insbesondere Fische); je geringer der Chlorid-Gehalt des Wassers ist, umso höher ist die Giftigkeit von Nitrit.

#### Beurteilungsmethodik

Die Bewertung der Messresultate erfolgt anhand eines Vergleichs der erhobenen Messwerte mit den numerischen Anforderungen und Zielvorgaben (Tabelle 2), im folgenden Qualitätsziele genannt. Die Qualitätsziele gelten unter Vorbehalt besonderer natürlicher Verhältnisse wie Wasserzufluss aus Mooregebieten, seltenen Hochwasserspitzen oder seltenen Niedrigwasserereignissen (GSchV Anh. 2 Ziff. 12 Abs. 5). Um dieser Einschränkung Rechnung zu tragen, wird nicht der Maximalwert aller erhobenen Messwerte, sondern das 90. Perzentil der Messwerte - als Schätzwert (S) bezeichnet - mit der Anforderung / Zielvorgabe (Z) verglichen. Das 90. Perzentil der Messwerte ist die statistisch errechnete Stoffkonzentration, bei welcher 90 Prozent aller Messwerte unterhalb dieser Konzentration liegen. Die Darstellung mit Boxplots visualisiert die statistische Verteilung der Messwerte.

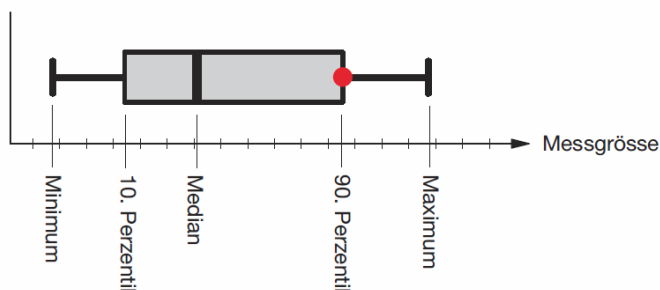


Abbildung 3 Darstellung der Verteilung der Messwerte mit Boxplots. Der Schätzwert S ist als 90. Perzentil aller Messwerte im Untersuchungszeitraum definiert. Dieser wird gemäss der in Tabelle 3 beschriebenen Bewertung mit den Anforderungen (GSchV) bzw. Zielvorgaben des BAFU verglichen.

Die Einteilung der Wasserqualität in die fünf Klassen 'sehr gut', 'gut', 'mässig', 'unbefriedigend' und 'schlecht' geschieht nach den in Tabelle 3 beschriebenen Formeln. Die beiden oberen Klassen 'sehr gut' (blau) und 'gut' (grün) erfüllen die Qualitätsziele, die drei tieferen Klassen erfüllen sie nicht.






Beurteilung	Bedingung/Beschreibung		Einhaltung Zielvorgabe
 sehr gut	Der Schätzwert <sup>4</sup> (S) ist kleiner als die halbe Zielvorgabe (Z) <sup>5</sup>	$S < \frac{1}{2} Z$	Zielvorgabe eingehalten
 gut	der Schätzwert (S) ist kleiner als die Zielvorgabe (Z)	$\frac{1}{2} Z \leq S < Z$	
 mässig	der Schätzwert (S) ist kleiner als die eineinhalbfache Zielvorgabe (Z)	$Z \leq S < 1,5 * Z$	Zielvorgabe überschritten (nicht eingehalten)
 unbefriedigend	der Schätzwert (S) ist kleiner als die doppelte Zielvorgabe (Z)	$1,5 * Z \leq S < 2 * Z$	
 schlecht	der Schätzwert (S) ist gleich wie oder grösser als die doppelte Zielvorgabe (Z)	$S \geq 2 * Z$	

Tabelle 3 Klassierung der Wasserqualität aufgrund des Vergleichs des statistischen Schätzwerts (90. Perzentil der Messwerte) mit der Zielvorgabe.

### 3.2 Organische Spurenstoffe

Die 14d-Sammelproben wurden in den Labors auf die Belastung mit Spurenstoffen gemäss der Stoffliste des erweiterten NAWA-Programms (Pflanzenschutzmittel, Biozide, Arzneimittel, Chemikalien) sowie besonders ökotoxischer Pyrethroid- und Organophosphat-Insektizide untersucht (insgesamt 138 Stoffe). In der Gewässerschutzverordnung sind für 3 Arzneimittel und 19 Pestizide (Biozide, Pflanzenschutzmittel) ökotoxikologisch begründete Grenzwerte bezüglich der CQK und / oder AQK festgelegt worden. Die auf den AQK basierenden Grenzwerte müssen jederzeit eingehalten, die auf CQK basierenden Grenzwerte müssen gemittelt über einen Zeitraum von 2 Wochen eingehalten sein. Für alle weiteren Pestizide, bei denen keine stoffspezifische ökotoxikologische Regelung vorliegt, gilt die numerische Anforderung von  $<0.1 \mu\text{g/l}$ . Für die übrigen organischen Mikroverunreinigungen in den Oberflächengewässern gibt es bis dato keine numerischen Anforderungen.

Gemäss den Erläuterungen des Bundesamts für Umwelt zur Handhabung der numerischen Anforderungen liegt ein grosses Ausmass von Verunreinigung vor, wenn die auf den AQK und CQK basierenden stoffspezifisch festgelegten Anforderungen überschritten sind. In diesem Fall müssen möglichst rasch alle erforderlichen (auch aufwändigen) Massnahmen zur Reduktion der Belastungen ergriffen werden. Ein kleineres Ausmass von Verunreinigung vor, wenn in Gewässern, die nicht der Trinkwassergewinnung dienen, der Einheitswert von  $0.1 \mu\text{g/l}$  für nicht stoffspezifisch geregelte Pestizide überschritten ist.

### 3.3 Biologische Untersuchung

Die biologischen Untersuchungen erfolgten gemäss den unten aufgeführten Modulen des Modul-Stufen-Konzept (MSK)<sup>6</sup> des Bundesamts für Umwelt und ergänzender Methoden:

- Modulstufenkonzept Äusserer Aspekt (BAFU, 2007a),
- Modulstufenkonzept Ökomorphologie (BUWAL, 1998),
- Modulstufenkonzept Kieselalgen (BAFU, 2007b), ergänzend wird der Anteil der Teratologien<sup>1</sup> gemäss AquaPlus & PhycoEco (2014) erhoben,
- Modulstufenkonzept Makrozoobenthos (BAFU, 2019), bei der Berechnung des IBCH-Wertes wird automatisch auch der SPEAR-Index (SPEAR\_2019) auf Familienniveau berechnet,

<sup>6</sup> <https://modul-stufen-konzept.ch/>



- Momentaufnahme der Wassertemperatur, der Leitfähigkeit, des Sauerstoffgehaltes und der Sauerstoffsättigung,
- Gerinnemorphologie (Schätzungen): mittlere benetzte Breite, mittlere Wassertiefe, mittlere Fließgeschwindigkeit, mittleres Gefälle des Bachlaufs im weiteren Bereich des untersuchten Abschnittes,
- Hydrologie: Wasserführung, Schätzung des Abflusses, Abflussregimetyp,
- Pflanzlicher Bewuchs (Algen, Moose und Wasserpflanzen) im benetzten Bereich: Aufnahme der makroskopisch erkennbaren dominierenden Arten, Bewuchsdichte.

## 4 Resultate

### 4.1 Nährstoffparameter

#### Ammonium-Belastung

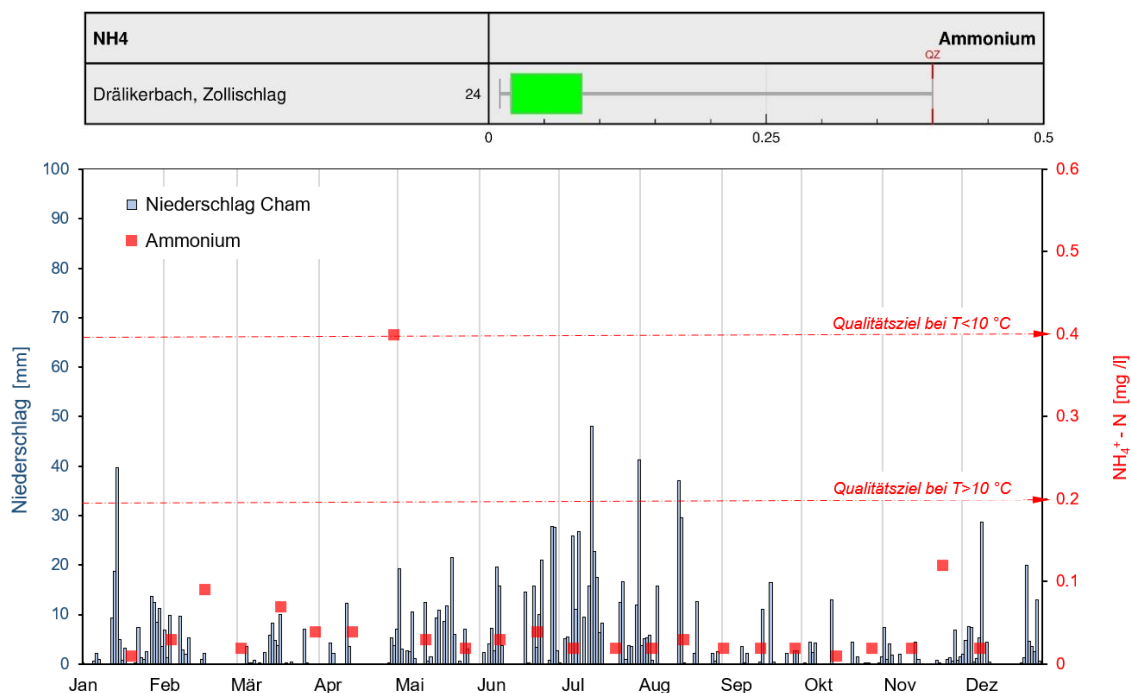


Abbildung 4 Oben: Boxplot mit der Verteilung der Ammonium-Werte und Bewertung (Farbcode) gemäss Tabelle 3. Unten: Verlauf der Ammonium-Belastung im Jahresverlauf und in Bezug zu den Niederschlägen.

Die Wasserqualität des Drälikerbachs bezüglich der Belastung mit Ammonium war bei den Stichprobenmessungen gut. Einzig am 29.04.2021 war ein deutlich erhöhter Wert im Bereich des Qualitätsziels zu verzeichnen.

### Nirit-Belastung

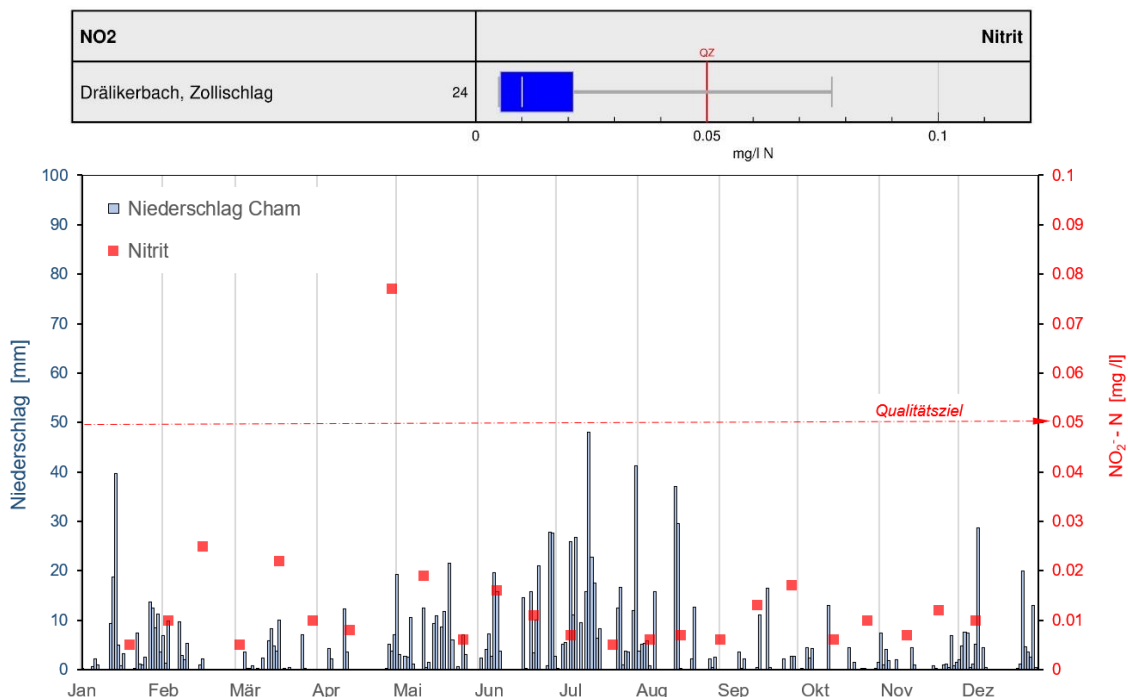


Abbildung 5 Oben: Boxplot mit der Verteilung der Nitrit-Werte und Bewertung (Farbcode) gemäss Tabelle 3. Unten: Verlauf der Nitrit-Belastung im Jahresverlauf und in Bezug zu den Niederschlägen.

Die Wasserqualität des Drälikerbachs bezüglich der Belastung mit Nitrit war bei den Stichprobenmessungen mit Ausnahme des deutlich erhöhten Wertes von über 0.07 mg NO<sub>2</sub>-N/l sehr gut.

### Nitrat-Belastung

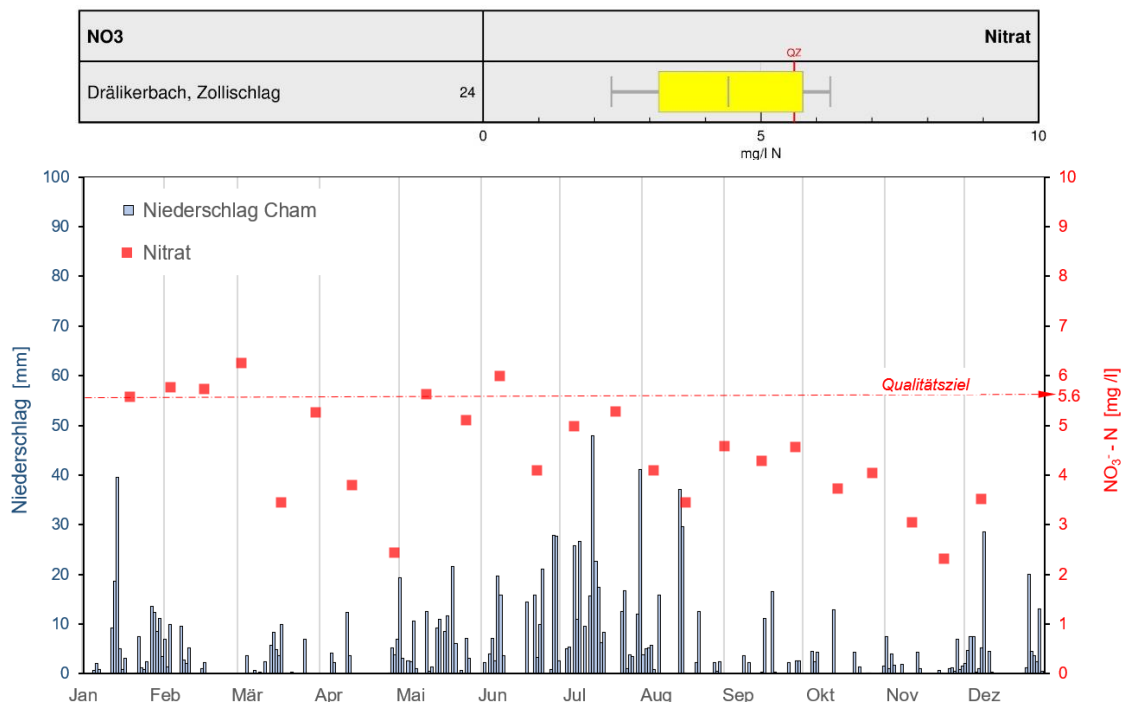


Abbildung 6 Oben: Boxplot mit der Verteilung der Nitrat-Werte und Bewertung (Farbcode) gemäss Tabelle 3. Unten: Verlauf der Nitrat-Belastung im Jahresverlauf und in Bezug zu den Niederschlägen.

Der Drälikerbach wies bei den Stichprobenmessungen eine deutliche Nitrat-Belastung mit mehreren Überschreitungen des Qualitätsziels auf (mässiger Gewässerzustand bezüglich der Nitrat-Belastung). Dies ist eine Folge der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung im Einzugsgebiet.

### Phosphor-Belastung

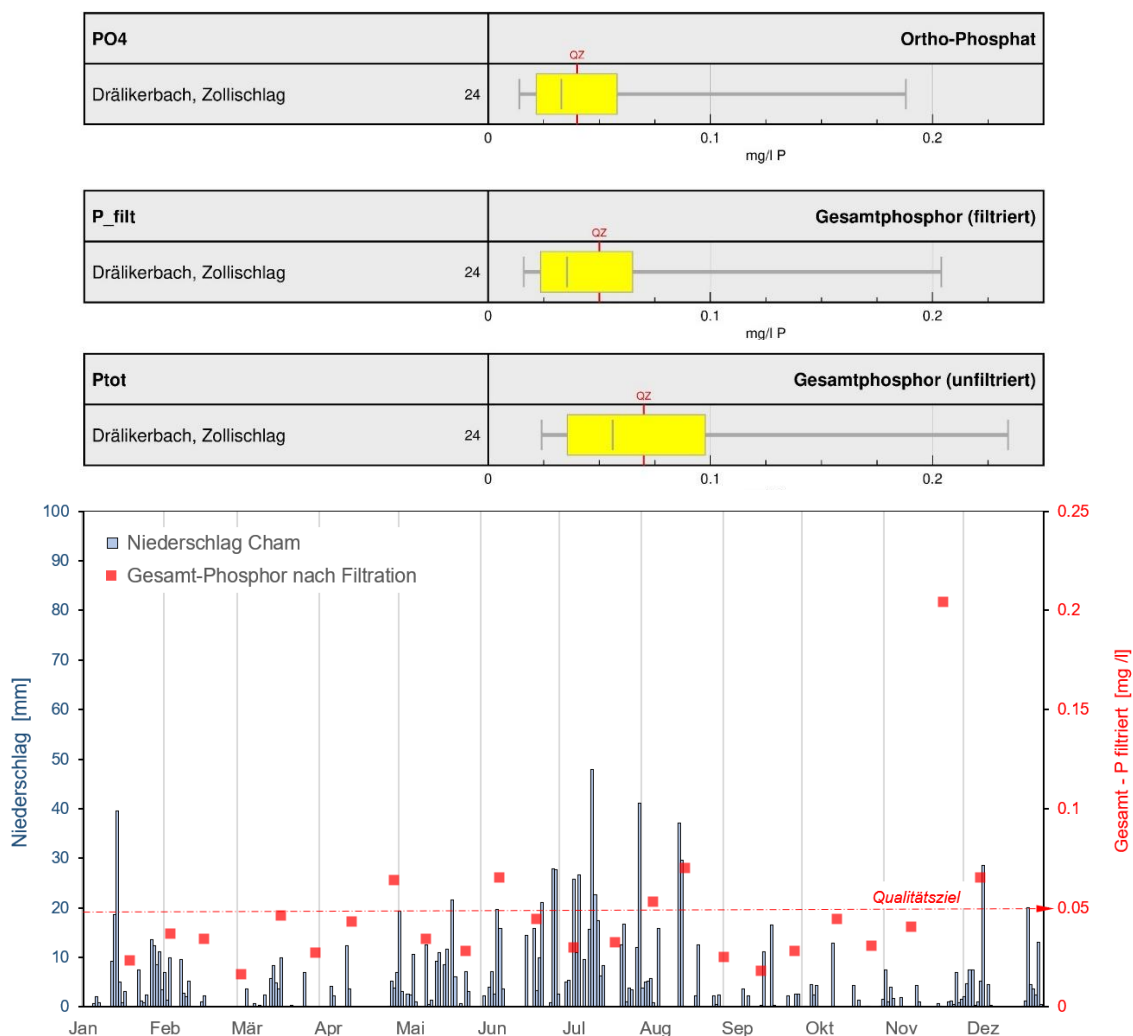


Abbildung 7 Oben: Boxplots mit der Verteilung der Phosphor-Werte und Bewertung (Farbcode) gemäss Tabelle 3. Unten: Verlauf der Belastung mit Gesamtphosphor im Jahresverlauf und in Bezug zu den Niederschlägen.

Der Drälikerbach wies bei den Stichprobenmessungen auch bei allen Phosphor-Parametern eine deutliche Belastung auf (mässiger Gewässerzustand bezüglich der Phosphor-Belastung). Dieser Befund korreliert mit den hohen Nitratgehalten und ist die Folge der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung im Einzugsgebiet.

## 4.2 Organische Spurenstoffe

### Abwassertracer

Parameter	Anwendung	0.9.03	23.03.	06.04.	20.04.	04.05.	18.05.	01.06.	15.06.	29.06.	13.07.	27.07.	10.08.	24.08.	07.09.	21.09.	05.10.	19.10.	
Azithromycin	Antibiotikum																		
Sulfamethazin	Antibiotikum																		
Trimethoprim	Antibiotikum																		
Citalopram	Arzneistoff																		
Diclofenac	Arzneistoff																		
Lamotrigin	Arzneistoff																		
Metformin	Arzneistoff																		
Venlafaxin	Arzneistoff																		
Benzotriazol	Chemikalie																		
Summe 4-Methylbenzotriazol, 5-Methylbenzotriazol	Chemikalie																		
Triclosan	Desinfektionsmittel																		
Acesulfam	Süsstoff																		
Sucralose	Süsstoff																		

Keine Messung  
 Messwert unter Bestimmungsgrenze  
 Messwert über Bestimmungsgrenze  
 Erhöhter Messwert

Anforderungen GSchV nicht erfüllt  
 Messwert über Grenzwert 0,1 µg/l  
 Messwert chronisch toxisch  
 Messwert akut toxisch

Abbildung 8 In den Sammelproben von Anfang März bis Mitte Oktober gefundene Abwassertracer.

Im Untersuchungszeitraum wurden in den 14d-Sammelproben insgesamt 13 Abwassertracer und deren Abbauprodukte gefunden. Darunter sind die Antibiotika Sulfamethazin (in allen Wasserproben vorhanden), Trimethoprim und Azithromycin. Auffällig sind auch die andauernden Befunde von Benzotriazol und der Süsstoffe Acesulfam und Sucralose. Numerische Anforderungen der GSchV wurden nicht überschritten.

### Fungizide

Parameter	Anwendung	0.9.03	23.03.	06.04.	20.04.	04.05.	18.05.	01.06.	15.06.	29.06.	13.07.	27.07.	10.08.	24.08.	07.09.	21.09.	05.10.	19.10.	
Azoxystrobin	Fungizid																		
Boscalid	Fungizid																		
Carbendazim	Fungizid																		
Cyproconazol	Fungizid																		
Cyprodinil	Fungizid																		
Epoxyconazol	Fungizid																		
Fenpropimorph	Fungizid																		
Fludioxonil	Fungizid																		
Iprovalicarb	Fungizid																		
Metalaxyl	Fungizid																		
Pyrimethanil	Fungizid																		
Tebuconazol	Fungizid																		
Chlorthalonil-TP(R 417888)	Fungizid Abbauprodukt																		
Chlorthalonil-TP(SYN 507900)	Fungizid Abbauprodukt																		

Keine Messung  
 Messwert unter Bestimmungsgrenze  
 Messwert über Bestimmungsgrenze  
 Erhöhter Messwert

Anforderungen GSchV nicht erfüllt  
 Messwert über Grenzwert 0,1 µg/l  
 Messwert chronisch toxisch  
 Messwert akut toxisch

Abbildung 9 In den Sammelproben von Anfang März bis Mitte Oktober gefundene Fungizide.

Im Untersuchungszeitraum wurden in den 14d-Sammelproben insgesamt 14 Fungizide und deren Abbauprodukte gefunden. Auffällig sind die praktisch andauernden Befunde von Carbendazim, Cyprodinil, Tebuconazol sowie der Abbauprodukte von Chlorothalonil. Pyrimethanil überschreitet in der Sammelprobe vom 10.08. - 24.08.2021 mit dem Wert von 0,17 µg/l den allgemeinen Grenzwert (0,1 µg/l) der GSchV.

## Insektizide

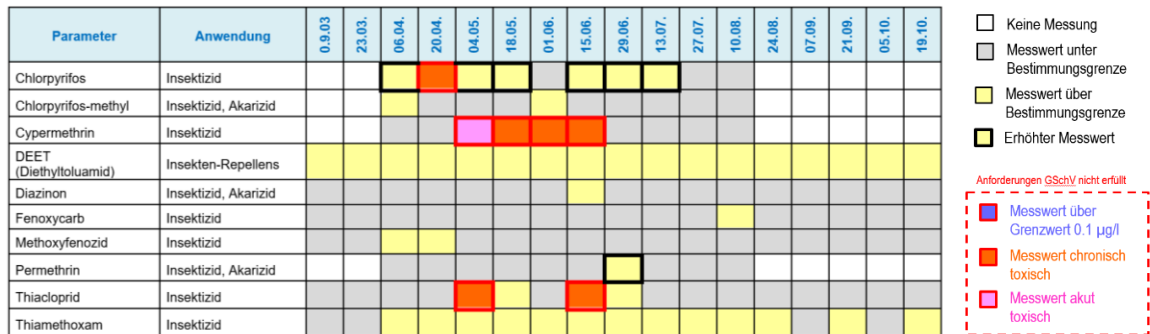


Abbildung 10 In den Sammelproben von Anfang März bis Mitte Oktober gefundene Insektizide.

Im Untersuchungszeitraum wurden in den 14d-Sammelproben insgesamt 10 auf Insekten wirkende Stoffe gefunden. DEET (Diethyltoluamid), ein Stoff der weit verbreitet zur Abwehr bzw. Vertreibung von Insekten eingesetzt wird, war in jeder Probe vorhanden. Bei Chlorpyrifos sowie viermal bei Cypermethrin und zweimal bei Thiacloprid wurden die stoffspezifischen Anforderungen der GSchV überschritten. Besonders auffällig ist die sehr hohe Konzentration von Cypermethrin in der Wasserprobe vom 20.04. - 04.05.2021; es handelt sich hier um die Überschreitung des akut toxischen Grenzwerts in einer 14d-Sammelprobe!

## Herbizide

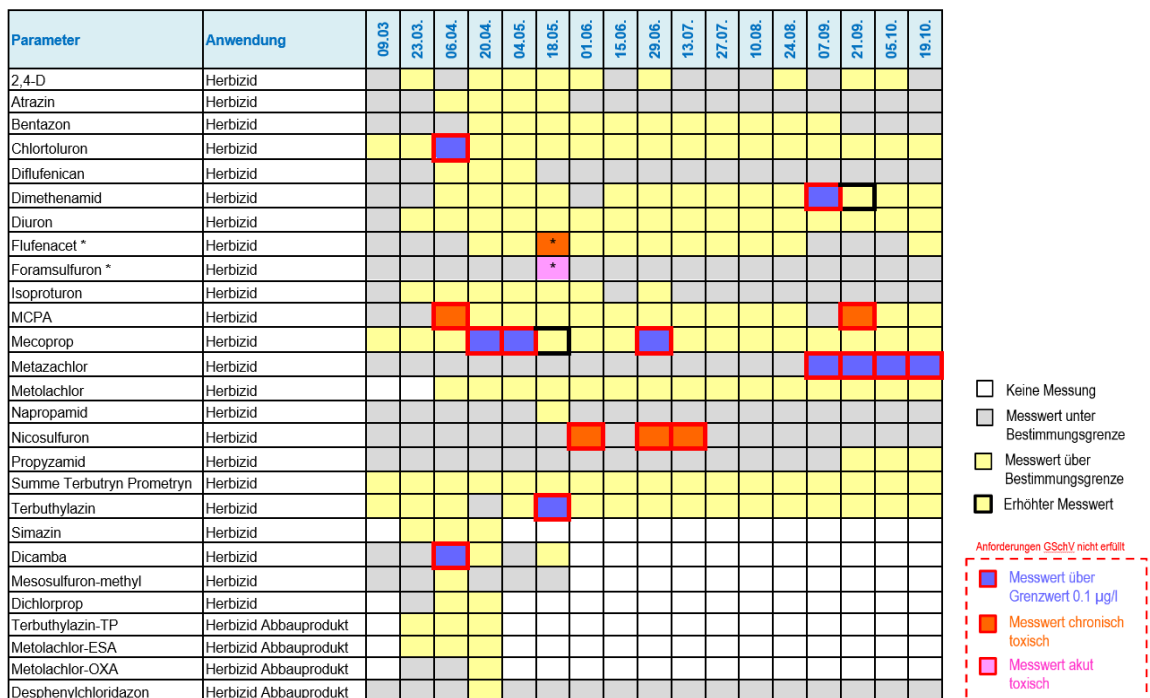


Abbildung 11 In den Sammelproben von Anfang März bis Mitte Oktober gefundene Herbizide.

Im Untersuchungszeitraum wurden in den 14d-Sammelproben insgesamt 27 Herbizide und deren Abbauprodukte gefunden. Chlorotoluron, Dimethenamid, Flufenacet, Foramsulfuron,



MCPA, Mecoprop, Nicosulfuron, Terbutylazin und Dicamba überschritten die stoffspezifischen ökotoxikologischen Anforderungen (AQC, CQK) bzw. den allgemeinen Grenzwert (0.1 µg/l) der GSchV. Für die mit \* bezeichneten Herbizide Flufenacetat und Foramsulfuron enthält die GSchV keine stoffspezifische numerische Anforderung.

### **4.3 Biologische Untersuchung<sup>7</sup>**

Der Drälikerbach wies hinsichtlich des Äusseren Aspektes im Frühling wie im Herbst 2021 bei diversen Parametern Beeinträchtigungen auf. Der Bach zeigte im Frühling wie im Herbst eine geringe Trübung und eine mittlere Verschlammung. Die schlammigen Ablagerungen wiesen zudem einen unnatürlichen Geruch auf. Das Vorhandensein von Eisensulfidflecken und Eisensulfid im Feinsediment in einer Dichte von > 25 % indizieren eine deutliche Belastung des Gewässers.

Der Drälikerbach erfüllte an der untersuchten Stelle basierend auf den Kieselalgen im Frühling die ökologischen Ziele gemäss GSchV Anhang 1, im Herbst 2021 aber nicht.

Die Lebensgemeinschaft des Makrozoobenthos wurde nur im Frühling untersucht. Die Taxazahl (Familienniveau und höher) war eher gering (15 Taxa), davon waren 9 Insektentaxa, und nur 3 davon gehörten zu den als empfindlich geltenden Eintags-, Stein- und Köcherfliegenlarven (EPT Taxa). Die als besonders empfindlich gegenüber Belastungen geltenden Steinfliegen fehlten komplett. Die ökologischen Ziele gemäss GSchV Anhang 1 waren im Drälikerbach bezüglich der Lebensgemeinschaft der Wasserwirbellosen nicht eingehalten.

---

<sup>7</sup> AquaPlus 20.1.2022: Biologische Untersuchung 2021 Drälikerbach – Rämselfach – Teuftännlibach im Auftrag des Amtes für Umwelt Kanton Zug. Kurzbericht mit Stellendokumentation, Zug.

## Teil B Ursachenanalyse bei Überschreitung der Anforderungen

### 5. Emissionsquellen

Das Pilotprojekt zur Messung der Mikroverunreinigungen (MV) in kleinen bis mittelgrossen Fliessgewässern im Kanton Zug hat den Anspruch, nicht nur ein Monitoring im eigentlichen Sinn zu betreiben, sondern auch den Belastungsquellen nachzugehen, diese zu finden und falls möglich zu eliminieren. Nachfolgend werden das Vorgehen und die Erkenntnisse aus der Messkampagne 2021 am Drälikerbach erläutert.

#### 5.1 Analyse Einzugsgebiet

Das vorliegende Messprogramm wurde im Jahr 2021 in einer Pilotphase erstmals durchgeführt. In diesem ersten Jahr der Untersuchung von MV in Fliessgewässern im Kanton Zug wurde ein Einzugsgebiet (EZG) gewählt, welches sowohl einen hohen Anteil Landwirtschafts- sowie Siedlungsflächen aufweist. Die Landwirtschaftsflächen setzen sich vorwiegend aus Ackerland sowie zu einem kleineren Anteil aus Weide- und Wiesland zusammen. Kleinere Flächen werden zudem für den Obst-, Reben- und Christbaumanbau genutzt (vgl. Abbildung 12). Aufgrund dieser diversen Nutzungen repräsentiert das EZG Drälikerbach ein intensiv landwirtschaftlich genutztes Gebiet mit möglichen Belastungen ebenfalls aus dem Siedlungsgebiet. Die Wahl des Standorts fiel bewusst auf einen Bach, in dem das Amt für Umwelt (AFU) damit rechnen konnte, dass aufgrund der relativ grossen Grösse des EZG von 2,7 km<sup>2</sup> und der vielseitigen Landnutzung MV gemessen werden können. Diese Vermutung bestätigte sich (vgl. Teil A; Kapitel 4). Die Grösse des EZG sowie dessen diverse Nutzungsformen brachten aber wiederum konkrete Herausforderungen in der Eruiierung der Herkunft der einzelnen Verunreinigungen mit sich (vgl. Kapitel 5.3).

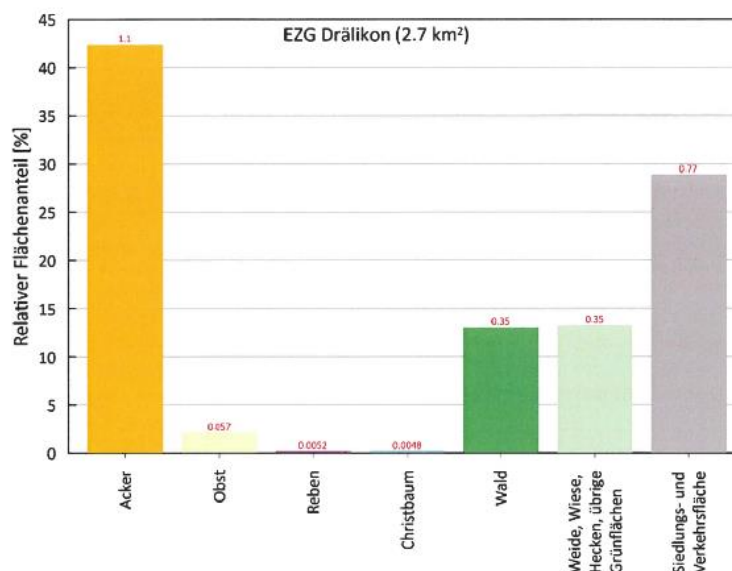


Abbildung 12 Relativer Flächenanteil in Prozent der diversen Landnutzungen im Einzugsgebiet des Drälikerbachs (AFU 2020).

Das gesamte in Abbildung 1 dargestellte EZG der Messtation liegt gänzlich in der Gemeinde Hünenberg. Geographisch ist das Einzugsgebiet zweigeteilt und durch eine Höhenstufe im Bereich der «Burgruine» getrennt. Während der höher gelegene Teil stark von der Siedlung

geprägt ist, ist der untere Teil, die flache Ebene bei Drälikon, stark landwirtschaftlich geprägt.

## **5.2 Methodisches Vorgehen bei der Ermittlung der Emissionsquellen**

Das Konzept für die Untersuchung von MV in kleineren Fliessgewässern im Kanton Zug sieht vor, dass die Emissionsquellen sowie die Emittenten möglichst genau und unmittelbar bestimmt werden. Um die Emissionsquellen der MV-Verunreinigungen im Drälikerbach ausfindig zu machen wurde eine Zusammenarbeit mit den verschiedenen Anspruchsgruppen, sowohl im Siedlungs-, wie auch im Landwirtschaftsraum angestrebt.

### **5.2.1 Siedlungsraum**

Der Siedlungsraum kann grob in privaten und öffentlichen Raum unterteilt werden. Für den öffentlichen Raum ist vorwiegend die Gemeinde Hünenberg verantwortlich. Die Gemeinde bestätigte, keine Pflanzenschutzmittel im öffentlichen Raum einzusetzen (mit Ausnahme des Rasensportplatzes). Komplizierter ist die Analyse des grossen Anteiles des privaten Raums. Was Private oder deren Gartenbauunternehmen in den Hausgärten, auf Dächern oder Balkonen einsetzen, lässt sich nicht kontrollieren.

Die Gesetzgebung übernimmt hier eine gewisse Verantwortung, indem restriktivere Zulassungsbedingungen für private Einsätze gelten. Die Einsätze im Rahmen des Erlaubten lassen sich kaum nachverfolgen. Aus diesem Grund konnte das AFU im Rahmen des Messprogramms 2021 keine parzellenscharfen Informationen über private Emittenten ermitteln.

Per 1. Januar 2023 wurde die Zulassung von PSM für die private Verwendung verschärft. Zudem wird im Rahmen des Aktionsplans PSM die Bewilligungspflicht für die PSM-Anwendung ebenfalls verschärft. Da die private Verwendung von Pestiziden kaum kontrollierbar ist, begrüsst das AFU die geplanten Verschärfungen.

### **5.2.2 Landwirtschaftsgebiet**

Im Pilotjahr der Messkampagne ist ein grosser Fokus auf das Landwirtschaftsgebiet gelegt worden. Verschiedene Wirkstoffe aus Pflanzenschutzmitteln sind im Drälikerbach nachgewiesen worden. In Zusammenarbeit zwischen dem AFU, dem Landwirtschaftsamt des Kantons Zug und dem Kantonalen Pflanzenschutzdienst des Kantons Zug wurden im Juli 2021 die Feldkalender mit den parzellenscharfen einzelnen Pflanzenschutzmitteleinsätze aller Landwirte im EZG einverlangt und analysiert. Einige mögliche Zusammenhänge von Anwendungen von Pflanzenschutzmittel und späteren Nachweisen im Gewässer konnten so ermittelt werden. Im Nachgang wurden die Erkenntnisse an einer Veranstaltung im November 2021 mit den Landwirtinnen und Landwirten im Einzugsgebiet diskutiert und die Bewirtschaftenden nochmals auf einige spezifische Punkte bei der Anwendung sensibilisiert (vgl. Kapitel 5.4).

## **5.3 Erkenntnisse aus den Messwerten und den eingesetzten Wirkstoffen**

Im Drälikerbach wurden Spurenstoffe festgestellt (vgl. Kapitel 4.2) wie die Chemikalie Methylbenzotriazol und die Herbizide MCPA und Dicamba welche auf eine Verunreinigung aus dem Siedlungsraum hindeuten. Die Chemikalie Methylbenzotriazol wird als Korrosion- und Frostschutzmittel divers, insbesondere aber im Strassenverkehr an Fahrzeugen eingesetzt. Die Bestimmung der Emissionsquellen der Herbizide im Siedlungsraum ist herausfordernd. MCPA und Dicamba sind übliche Mittel in Privatgärten. Verdeutlicht wird dies auch durch die

Tatsache, dass sie als Wirkstoffe in einem verbreitet eingesetzten Unkrautvertilger eines Schweizer Grossverteilers eingesetzt werden. Da bei diesen Wirkstoffen keine direkten Zusammenhänge mit Einsätzen auf den Landwirtschaftsparzellen im EZG festgestellt werden konnten, macht ein Eintrag in den Drälikerbach aus dem Siedlungsgebiet zusätzlich wahrscheinlich.

Die im Drälikerbach ebenfalls nachgewiesenen Wirkstoffe Nicosulfuron, Terbutylazine, Mecoprop und Thiachlopid stammen mit grosser Wahrscheinlichkeit aus dem landwirtschaftlichen Einsatz im EZG. Bei diesen Wirkstoffen konnte nach dem Einsatz oder nach mehreren Einsätzen (innerhalb von maximal vier Wochen) die Substanz im Drälikerbach in erhöhten Konzentrationen nachgewiesen werden. Aufgrund der Vielzahl an Betrieben im Einzugsgebiet und den saisonal- und kulturbedingten meist zeitgleichen Einsätzen der Wirkstoffe auf den verschiedenen Parzellen, kann die Verunreinigung kaum einer spezifischen Parzelle zugeordnet werden.

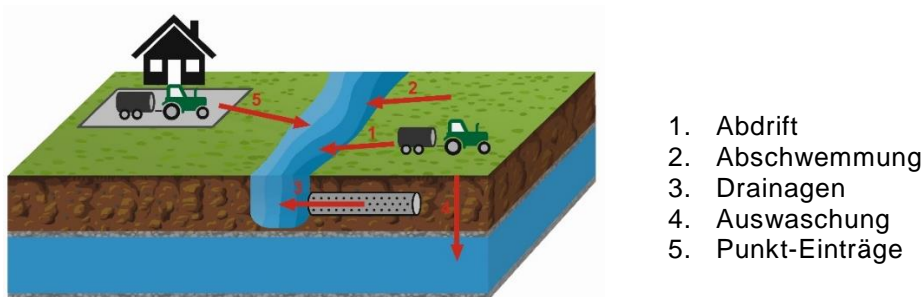
Als Folgerung der Erkenntnisse dieser Anwendungen kann festgehalten werden, dass eine Tendenz besteht, dass eine höhere Betroffenheit der Parzellen in unmittelbarer Bachnähe vorhanden ist. Aus diesem Grund stehen die Abdrift sowie die Abschwemmung (insbesondere bei Starkniederschlag) als Eintragspfad in diesen Fällen im Fokus.

Im Drälikerbach wurden mit Foramsulfuron, Permethrin, Chlorpyrifos und Cypermethrin auch Wirkstoffe nachgewiesen, welche auf keiner Parzelle im Einzugsgebiet ausgebracht wurde. Der Eintrag dieser Wirkstoffe konnte im Rahmen der Untersuchung nicht eindeutig bestimmt werden. Es lässt sich nur über mögliche Punkteinträge bei Anwendungen auf Parzellen anderer Felder, Drainagen, welche von Feldern ausserhalb des EZG in den Drälikerbach entwässern oder über private Anwendungen mutmassen. Der Wirkstoff Foramsulfuron ist in der privaten Anwendung nicht zugelassen und wurde gemäss Feldkalender im Einzugsgebiet nicht angewendet. Trotzdem wurde er in hohen Konzentrationen im Bach nachgewiesen. Eine Ursache konnte in diesem Fall nicht gefunden werden.

Die Anbausaison 2021 war überdurchschnittlich nass. Wie gross der Einfluss des Niederschlags auf die Verunreinigungen im Bach war, konnte aufgrund der 2-Wochen-Sammelproben und des fehlenden Vergleiches mit einer anderen, trockneren Vegetationsperiode, nicht eruiert werden.

#### **5.4 Verhindern von zukünftigen Einträgen**

Hauptziel des Pilotprojektes 2021 war neben dem Gewinn der Erkenntnisse über den Zustand des Drälikerbachs auch eine unmittelbare Erreichung einer Verbesserung der Situation. Aufgrund der erhaltenen parzellenscharfen Feldblätter mit Angaben zum Pflanzenschutzmitteleinsatz der Landwirtinnen und Landwirte ist davon auszugehen, dass die Ausbringung der Wirkstoffe innerhalb der gesetzlichen Leitplanken erfolgt ist. Trotzdem sind Überschreitungen der MV-Grenzwerte aus der Gewässerschutzverordnung (GSchV) im Bach feststellbar. Diese Überschreitungen gilt es in Zukunft zu verhindern. Aus diesem Grund wurde beim Austausch mit den Landwirtinnen und Landwirten im Rahmen der Veranstaltung im November 2021 spezifisch auf die möglichen Eintragspfade hingewiesen und auf wirksame zusätzliche Massnahmen verwiesen. Die Sensibilisierung soll das Bewusstsein im EZG stärken.



1. Abdrift
2. Abschwemmung
3. Drainagen
4. Auswaschung
5. Punkt-Einträge

Abbildung 13 Mögliche Eintragspfade von Pflanzenschutzmitteln in die Gewässer

Der Eintragspfad lässt sich in einer 14-Tages-Mischprobe nicht bestimmen. Trotzdem ist das Wissen und das sensible Handeln darüber wichtig. Die Abbildung 13 fasst die möglichen Eintragspfade zusammen. Gerade Punkt-Einträge können sehr schnell grosse Auswirkungen haben, wenn es sich um Kurzschlüsse, also direkte Einleitungen in den Bach, handelt. Diese Einträge lassen sich mit sensiblem, konsequentem Handeln verhindern.

## 5.5 Schlussfolgerungen

Die Untersuchung zeigt, dass sowohl von der Landwirtschaft wie auch aus dem Siedlungsgebiet relevante Mengen an MV in den Drälikerbach gelangen. Die Belastungen des Baches liegen bei einzelnen Wirkstoffen über den gesetzlich geforderten Grenzwerten. Vergleiche mit Untersuchungen von weiteren Bächen in den Kantonen St. Gallen<sup>8</sup> oder Schaffhausen<sup>9</sup> im Schweizer Mittelland verdeutlichen, dass die Werte in einem zu hohen, aber im Vergleich nicht aussergewöhnlichen Bereich liegen. Eine Verbesserung der Wasserqualität in Bezug auf MV ist trotzdem mit den in Kapitel 5.4 erwähnten Massnahmen anzustreben.

Im Rahmen des Pilotprojektes für die Messung von Mikroverunreinigungen (MV) im Drälikerbach konnten viele, wichtige Erkenntnisse gewonnen und Mechanismen erkannt werden. Es wurde aber auch offensichtlich, dass es kaum möglich ist, in einem Einzugsgebiet (EZG) dieser Grösse (2,7 km<sup>2</sup>) mit über 20 verschiedenen Landwirtschaftsbetrieben und einem grossen Siedlungsgebiet (Hünenberg Dorf) dem Anspruch der unmittelbaren Ermittlung der Ursache für die Verunreinigungen gerecht zu werden. Diese Erkenntnis ist wichtig für die zweite Überwachungsperiode im Jahr 2022. Der Fokus muss dafür auf eine einzige «Art» der Verunreinigungen gelegt werden, den Siedlungsraum oder den Landwirtschaftsraum. In der Periode 2022 will das Amt für Umwelt mehr Erkenntnisse über die Mechanismen der Verunreinigungen mit Pflanzenschutzmitteln aus der Landwirtschaft gewinnen. Es wird ein deutlich kleineres Einzugsgebiet untersucht werden. Damit kann das AFU den Austausch mit den Landwirtinnen und Landwirten intensivieren und hat damit zudem die Möglichkeit, in Einzelfällen auch eine beratende Funktion einzunehmen und somit die Probleme mit den Betroffenen unmittelbar und vor Ort zu lösen.

AFU Zug, 3. Februar 2023 / kell, eiul, voel

<sup>8</sup> Belastung von St. Galler Bächen mit Spurenstoffen, Messkampagne 2018. Amt für Wasser und Energie, Kanton St. Gallen.

<sup>9</sup> Zustand Oberflächengewässer im Kanton Schaffhausen. Mikroverunreinigungen (2018, 2019). Interkantonales Labor, Lebensmittelkontrolle Appenzell Ausserrhoden, Appenzell Innerrhoden, Schaffhausen, Umweltschutz Schaffhausen.