

# Biomonitoring "*Grabebach*" 2009-2019

## Gemeinde Münsingen



---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Projekt-Vorgeschichte</b> .....	<b>1</b>
1.1.	Der <i>Grabebach</i> .....	1
1.2.	Neuer Wasserbauplan mit Hochwasserschutz .....	1
1.3.	Offenlegung <i>Grabebach</i> .....	2
<b>2.</b>	<b>Biomonitoring <i>Grabebach</i></b> .....	<b>3</b>
2.1.	Projektidee/Zielsetzungen .....	3
2.2.	Untersuchungsparameter .....	3
2.3.	Untersuchungsmethoden .....	4
2.4.	Ergebnisse .....	6
2.4.1.	Vegetation im Uferbereich .....	6
2.4.2.	Laufkäfer .....	8
2.4.3.	Tagfalter .....	9
2.4.4.	Amphibien/Reptilien .....	10
2.4.5.	Vögel .....	11
2.4.6.	Chemo-physikalische Gewässeranalyse .....	12
2.4.7.	Wirbellose Gewässerorganismen (Makrozoobenthos) .....	14
2.4.8.	Fische .....	15
2.4.9.	Fotodokumentation .....	17
<b>3.</b>	<b>Fazit</b> .....	<b>19</b>

# 1. Projekt-Vorgeschichte

## 1.1. Der Grabebach

Der *Grabebach* weist ein Einzugsgebiet von rund 5.9 km<sup>2</sup> auf, welches sich über die heutigen Gemeinden Münsingen, Häutligen und Konolfingen erstreckt. Es ist ein typischer Mittellandbach der vor allem durch landwirtschaftlich genutzte Gebiete und Siedlungen geprägt wird.

Noch bis ins Jahr 1908 floss er als eigentlicher Dorfbach durch Münsingen, ehe er um 1910 endgültig vom Dorfbild verschwand, da er ab Ende des *Mülital* unterirdisch in die *Giesse* abgeleitet worden ist (Abb. 1).



Abb. 1: Kartenausschnitt von 2006. Ab Ende des *Mülital*s bis zum Einlauf in die *Giesse* ist der *Grabebach* unterirdisch eingedolt (rot punktierte Linie).

## 1.2. Neuer Wasserbauplan mit Hochwasserschutz

Gemäss einer Hochwasserberechnung der ETH aus dem Jahre 1990 muss alle 100 Jahre mit einem Abfluss von rund 20 m<sup>3</sup>/s aus dem Einzugsgebiet des *Grabebach* gerechnet werden. Diese Wassermenge ist zu gross, um zusammen mit dem Geschiebe durch das bestehende Gerinne abgeleitet zu werden. Sporadische Überflutungen seien daher vorprogrammiert. Ein solches Ereignis trat tatsächlich im Mai 1968 ein, als sich ein heftiges Gewitter über dem Geländekessel von Tägertschi und Häutligen entlud und Schäden in Millionenhöhe verursachte (Abb. 2 und 3). Durch Bodenverdichtung, Bodenversiegelung, Aus- und Neubauten würde diese Situation in Zukunft noch zusätzlich verschärft, wie das Gutachten anführte.

Ein überarbeiteter Wasserbauplan der damaligen Gemeinden Münsingen und Tägertschi sah in der Folge verschiedene Massnahmen vor, um solchen Hochwassergefahren entgegenwirken zu können.



Abb. 2: Der *Grabebach* überflutet am 28. Mai 1968 den Dorfplatz von Münsingen.



Abb. 3: Ein Berg von Schutt und Trümmern auf dem Traubenplatz.

Die beiden wichtigsten Massnahmen des überarbeiteten Wasserbauplanes sahen folgendes vor:

- Ein **Hochwasserrückhaltebecken** oberhalb der *Öli* auf dem damaligen Gemeindegebiet von Tägertschi
- **Offenlegung des *Grabebachs*** von der Schlossmatte bis in die *Giesse* unterhalb der ARA Walki, auf dem Gemeindegebiet von Münsingen

Die Arbeiten zur Erstellung des Hochwasserrückhaltebeckens und der Offenlegung des *Grabebachs* wurden schliesslich im Herbst 2008 aufgenommen und konnten 2009 abgeschlossen werden.

### 1.3. Offenlegung *Grabebach*

Durch die Offenlegung des neuen Abschnittes, Schlossmatt bis zur Einmündung in die *Giesse* unterhalb der Walki, sollten die *Innere-* und *Äussere Giesse* von den Hochwassern des *Grabebachs* entlastet und somit die Überflutungsgefahr im unteren Dorfteil wesentlich entschärft werden. Mit der Offenlegung sollte gleichzeitig eine ökologische Aufwertung des Aaretals erreicht werden. Der alte Dorfbachkanal (ab Schulhaus Schlossmatt) sollte in Zukunft nur noch der Ableitung des Oberflächenwassers dienen (Abb. 4).

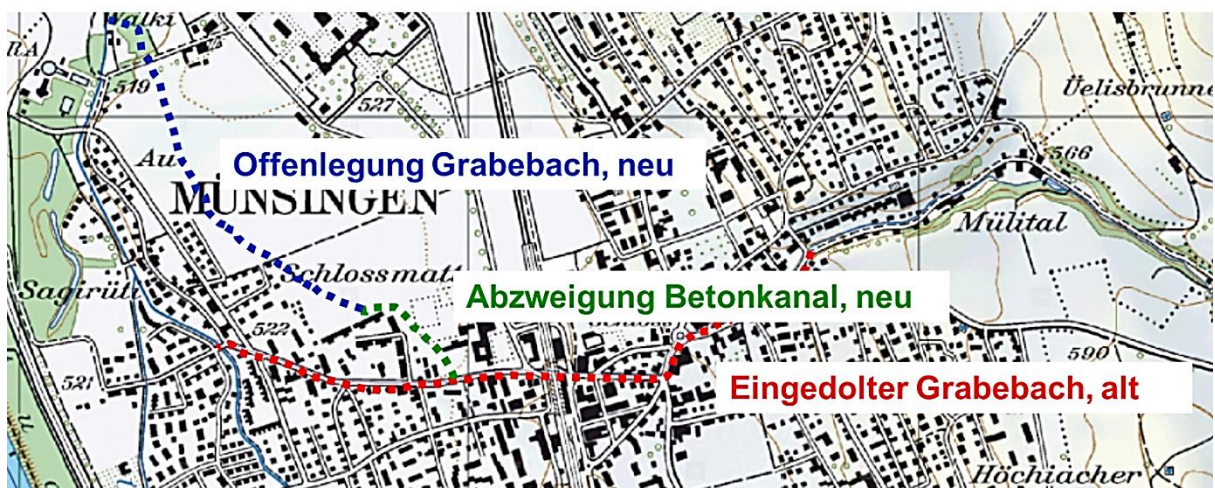


Abb. 4: Kartenausschnitt von 2006. Offenlegung *Grabebach* neu (blau punktiert). Abzweigung eines Betonkanals vom ursprünglichen Dorfbachstollen in die Offenlegung (grün punktiert). Alter Dorfbachkanal, dient nur noch zur Ableitung des Oberflächenwassers (rot punktiert).

Im Sommer 2009 konnte der inzwischen offengelegte *Grabebach* eröffnet werden. Auf einer Strecke von rund 760 m führt er seither offen durch landwirtschaftlich genutztes Ackerland (Abb. 5, 6 und 7) und einen kleinen anschliessenden Waldabschnitt von 170 m Länge, wo er schliesslich in die *Giesse* einmündet.



Abb. 5: Luftbild Abschnitt Schlossmatt-Walki vor der Offenlegung, 2008 (Quelle: Google Earth).

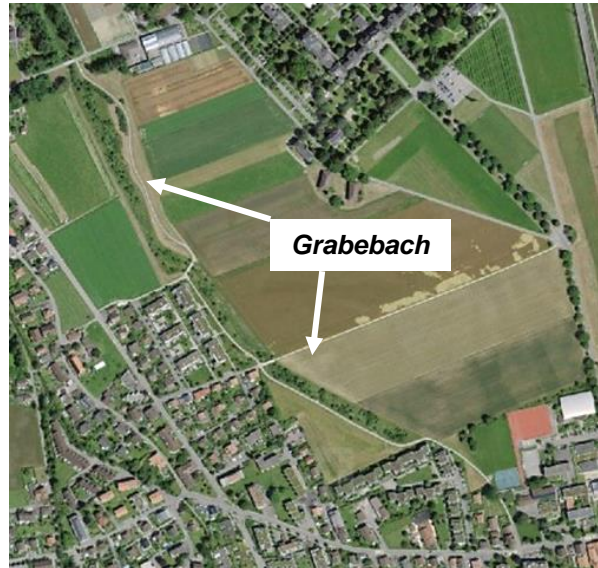


Abb. 6: Abschnitt Schlossmatt-Walki nach der Offenlegung, 2018 (Quelle: Google Earth).

Einige Eckdaten zum offengelegten Abschnitt:

- Gesamtlänge: 930 m
- Breite: 30
- Gefälle: 3.5 m auf 930 m = 3.7 ‰
- Projektwassermenge: 14 m<sup>3</sup>/s
- Einlauf in die Giesse: 930 m nach Austritt aus dem Betonkanal

Abb. 7: Der offengelegte *Grabebach* im Sommer 2009. Im Hintergrund der Austritt aus dem neuen Betonkanal.



## 2. Biomonitoring *Grabebach*

Der Gemeinderat von Münsingen genehmigte 2009 die Teilfinanzierung eines 10-jährigen Biomonitorings *Grabebach*. Die Restfinanzierung erfolgte über den Renaturierungsfonds des Kantons Bern. Damit eröffnete sich die einmalige Gelegenheit zur Beobachtung der morphologischen, botanischen und faunistischen Veränderungen eines grosszügig angelegten Revitalisierungsprojektes über einen längeren Zeitraum hinweg, und dies bereits ab Beginn der Inbetriebnahme.

### 2.1. Projektidee/Zielsetzungen

Ein ausgearbeitetes Monitoring-Konzept sah folgende Grobziele für den offengelegten Abschnitt des *Grabebachs* zwischen Schlossmatt-Walki vor:

- Dokumentation der Bachentwicklung und der Sukzession im angrenzenden Lebensraum über einen Zeitraum von 10 Jahren
- Überprüfung der vorgenommenen Massnahmen bezüglich Förderung einer vielfältigen und standortgerechten Flora und Fauna
- Erkenntnisgewinn für künftige Revitalisierungsprojekte an vergleichbaren Standorten
- Frühzeitige Erkennung und Korrektur von Fehlentwicklungen, z.B. das Aufkommen von Neophyten

### 2.2. Untersuchungsparameter

Das Monitoring-Konzept sah verschiedene Untersuchungsparameter vor, welche in unterschiedlichen Zeitabständen zur Anwendung kamen (Tab. 1). Das Monitoring startete im Sommer 2009, kurz nach Eröffnung des *Grabebachs* und endete im Spätherbst 2019.

	Untersuchungsparameter	Untersuchungszweck	Untersuchungsjahr
<b>Morphologisch-botanisch-faunistische Aspekte</b>			
1	<b>Morphologie der Gewässerstruktur und Lebensräume</b>	Fotodokumentation der morphologischen Veränderungen	2009-2019, alle Jahre
2	<b>Vegetation im Uferbereich</b>	Entwicklung der Flora	2009-2019, alle Jahre
3	<b>Laufkäfer</b>	Laufkäfer als Bioindikatoren für die Habitatveränderung	2009/10/11/14 und 2019
4	<b>Tagfalter</b>	Bioindikatoren Vegetation	2009/10/11/14 und 2019
5	<b>Amphibien/Reptilien</b>	Entwicklung der Artenvielfalt	2009/10/11/14 und 2019
6	<b>Vögel</b>	Entwicklung der Artenvielfalt	2009/10/11/14 und 2019
<b>Gewässerökologie</b>			
7	<b>Gewässermorphologie</b>	Kartierung gemäss Modulstufenkonzept, Stufe F	2010/14 und 2019
8	<b>Chemo-physikalische Gewässeranalyse</b>	Nährstoffeintrag, Temperaturverlauf	2010/11/14 und 2019
9	<b>Aquatische Wirbellose</b>	Entwicklung der Artenvielfalt	2010/11/12/14 und 2019
10	<b>Fische</b>	Bestandesentwicklung	2010/14 und 2019

Tab. 1: Untersuchungsparameter mit dem entsprechenden Zeitplan.

## 2.3. Untersuchungsmethoden

Bei einzelnen Untersuchungsparametern ist der offengelegte Teil des *Grabebachs* in die drei Abschnitte *Aue*, *Acker* und *Siedlung* unterteilt worden, wobei zusätzlich noch zwischen Ost- und Westseite unterschieden worden ist (Abb. 8).

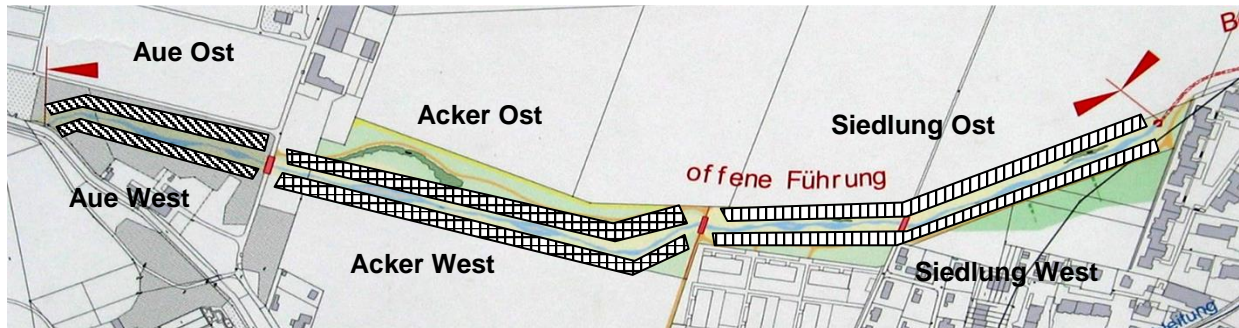


Abb. 8: Unterteilung der Untersuchungsabschnitte entlang des *Grabebachs*.

▨ Abschnitt Aue; ▨▨▨▨ Abschnitt Landwirtschaft; ▨▨▨▨▨▨ Abschnitt Siedlungsgebiet

Die genaue Beschreibung der angewandten Untersuchungsmethoden ist den detaillierten Syntheseberichten der einzelnen Untersuchungsjahre zu entnehmen (siehe Anmerkung S. 18). Die Methoden sind hier kurz zusammengefasst (Tab. 2):

Untersuchungsparameter	Untersuchungsmethode
<b>Morphologie der Gewässerstruktur und Lebensräume</b>	immer gleiche Bildausschnitte des <i>Grabebachs</i> werden in jedem Untersuchungsjahr fotografisch festgehalten und dokumentiert
<b>Vegetation im Uferbereich</b>	Transecte in den drei Abschnitten, beidseits des Baches, Bestimmung auf Artniveau
<b>Laufkäfer</b>	je 5 Barberfallen auf einer Fläche von 25m <sup>2</sup> pro Abschnitt, beidseits des Baches, 3x je 1 Woche Sammelzeit, Bestimmung auf Artniveau
<b>Tagfalter</b>	Transecte in den drei Abschnitten, beidseits des Baches, Bestimmung visuell auf Artniveau, ergänzt mit Kescherfängen, 3x Aufnahme
<b>Amphibien/Reptilien</b>	Transecte in den drei Abschnitten, beidseits des Baches, Bestimmung visuell auf Artniveau, ergänzt mit Handfängen, 3x Aufnahme
<b>Vögel</b>	Transecte in den drei Abschnitten, beidseits des Baches, Bestimmung visuell auf Artniveau, je 3x im Frühling und Sommer
<b>Gewässermorphologie</b>	Kartierung gemäss Modulstufenkonzept, Stufe F
<b>Chemo-physikalische Gewässeranalyse</b>	<b>Chemie:</b> je 1 Wasserprobe im August aus dem oberen (ca. 20m nach Austritt Betonkanal) und unteren Abschnitt (ca. 50m vor der Einmündung in die <i>Giesse</i> ) des <i>Grabebachs</i> . Analyse von Ammonium, Nitrat, Nitrit, Phosphat, pH-Wert, TOC <b>Temperatur:</b> Je 1 Temperaturlogger an denselben Stellen wie die Entnahme der Wasserproben. Messung über mehrere Wochen ab Juni
<b>Aquatische Wirbellose</b>	Je 1 Entnahme von Makrozoobenthosproben aus den Abschnitten Acker und Aue mit Polyesternetz, 1x Frühling und 1x Herbst, Bestimmung auf Artniveau
<b>Fische</b>	Abfischung durch Fischereinspektorat auf zwei Strecken, eine im Abschnitt Aue, die andere im Abschnitt Siedlung, quantitative und qualitative Bestimmung

Tab. 2: Angewandte Untersuchungsmethoden (nähere Details in den jeweiligen Syntheseberichten).

## 2.4. Ergebnisse

### 2.4.1. Vegetation im Uferbereich

Die renaturierten Flächen wurden initial mit einer Wildblumenwiesen-Mischung (Original CH-G und Original CH-G/Magerwiese) eingesät und mit Sträuchern einer Wildstrauchkultur einheimischer Provenienz bepflanzt. Zusammen mit dem spontanen Sameneintrag aus den benachbarten Ackerflächen, Waldrändern und Wegrandvegetation dominierte diese initiale Bepflanzung die Artenzusammensetzung in den ersten Monaten nach Bauabnahme (Abb. 9).



Abb. 9: Grabebach, Abschnitt Acker, Sommer 2009.

Die Vegetationsaufnahme erfolgte entlang von insgesamt 11 Transekten (Abb. 10), welche je zwei Mal (Juni und August) begangen worden sind. Die Erstaufnahme fand im Sommer 2009, also kurz nach der Eröffnung des Grabebachs statt.

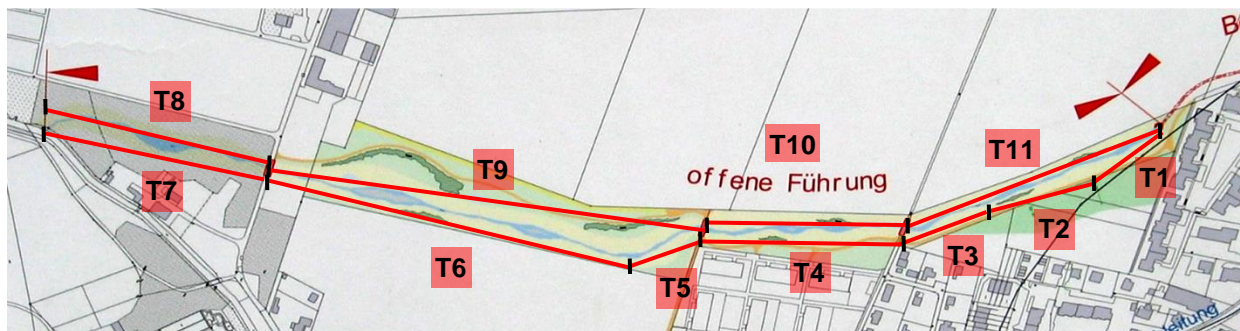


Abb. 10: Transekte T1-T11 der Vegetationsaufnahme.

Wie sich die Zahl der Pflanzenarten von 2009-2019 auf den einzelnen Transekten entwickelt hat, zeigt Abb. 11. Bei der Erstaufnahme des Sommers 2009 konnten insgesamt 203 Pflanzenarten bestätigt werden, im Sommer 2019 waren es 218 Arten. Im Vergleich zur Erstaufnahme konnten 2019 allerdings 50 Arten nicht mehr nachgewiesen werden. Demgegenüber wurden 57 Arten bestätigt, welche zu Beginn der Untersuchungsperiode noch nicht nachgewiesen werden konnten. Dieser Wandel ist der Veränderung der Lebensräume aufgrund der Sukzession geschuldet. Pionierartige Lebensräume weisen eine ganz andere Artenzusammensetzung auf, als mehr oder weniger ausgereifte Lebensräume, wie sie am Ende der Untersuchungsperiode anzutreffen waren.

Von der ursprünglich eingebrachten Wildblumenwiesen-Mischung konnten nach 10 Jahren noch insgesamt 42 Arten in relativ hoher Stetigkeit bestätigt werden. Die Behandlung von offenen Renaturierungsflächen mit standortgerechtem einheimischen Saatgut erwies sich somit als grosser Erfolg.



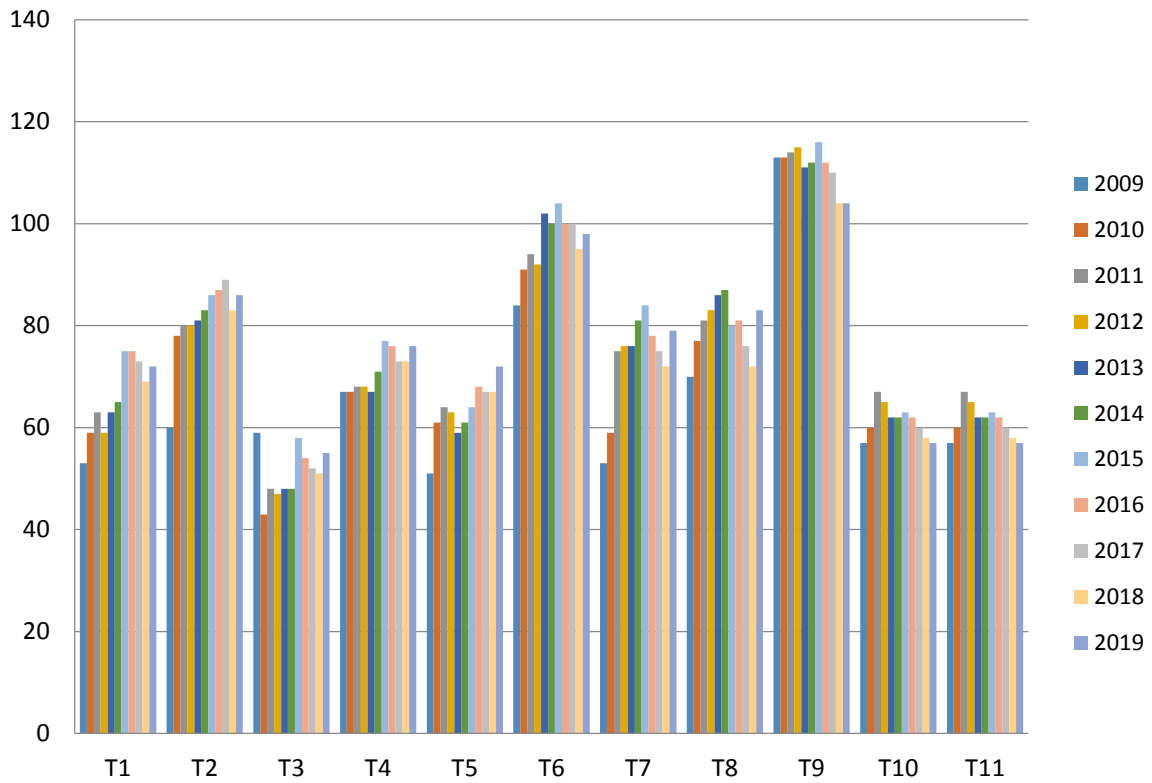


Abb. 11: Artenzahlen in den Transekten T1-T11. Vergleich 2009-2019.

## 2.4.2. Laufkäfer

Die Laufkäferfauna wurde mittels Bodenfallen an sieben verschiedenen Standorten untersucht. Laufkäfer reagieren empfindlich auf Habitatsveränderungen und eignen sich deshalb als hervorragende Zeugen der einsetzenden Sukzessionsvorgänge. In Abb. 12 kommt der Sukzessionsverlauf sehr deutlich zum Ausdruck: zu Beginn der Untersuchung (2009) war die Artenzahl an allen Standorten noch relativ gering, steigerte sich dann aber in den Jahren 2010 und 2011 auf einen Maximalwert, und fiel dann wieder ab auf ein tieferes Niveau.

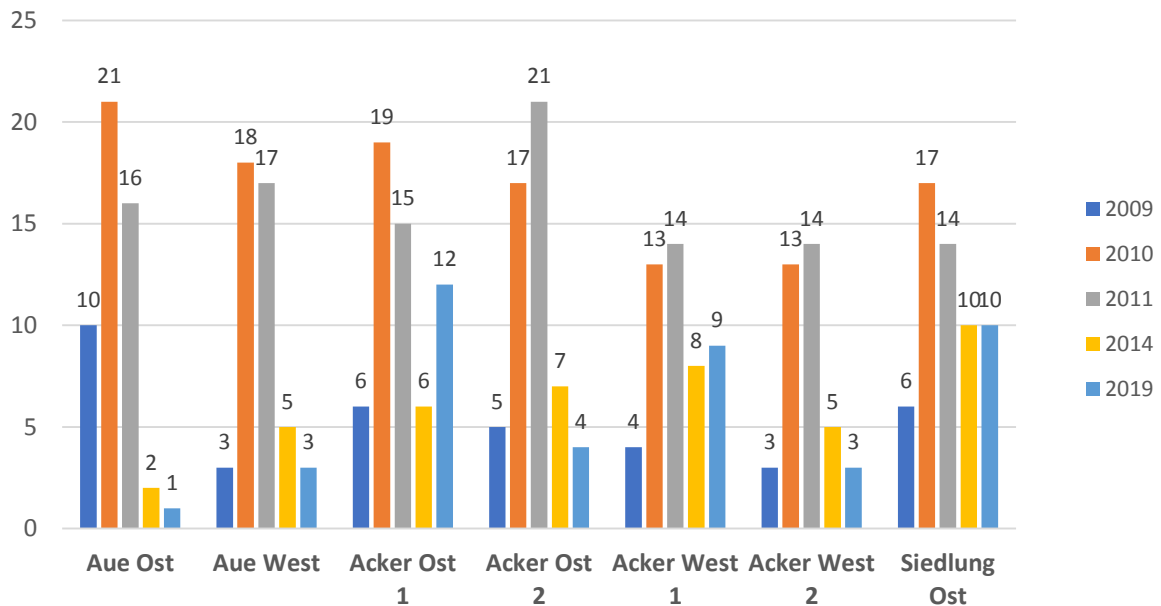


Abb. 12: Anzahl Laufkäferarten pro Standort. Vergleich 2009, 2010, 2011, 2014 und 2019.

Im Sommer 2019 konnten insgesamt 21 verschiedene Arten aus der Familie der Laufkäfer (*Carabidae*) gesammelt werden. Im Vergleich zur Erstaufnahme im Jahre 2009, konnten von den damals 24 Arten allerdings nur noch 5 Arten bestätigt werden, was ein Hinweis auf die Veränderung der Lebensräume ist.

Am deutlichsten traten die Veränderungen in den beiden Auenabschnitten hervor. In diesen Abschnitten sind seit 2009 keine Pflegemassnahmen mehr ergriffen worden. Die ursprünglich freien Kiesflächen der Böschungen sind komplett zugewachsen, so dass kaum mehr Licht auf den Boden fällt. Laufkäfer finden unter diesen Bedingungen keinen geeigneten Lebensraum mehr, was einen massiven Rückgang der Arten zur Folge hatte.

**Besondere Arten:** Insgesamt drei gefundene Laufkäferarten figurieren auf der Roten Liste, nämlich *Amara schimperi* und *Oodes helopioides*, welche als *gefährdet*, und *Zabrus tenebrioides* (Abb. 13), welcher sogar als *stark gefährdet* eingestuft wird.



Abb. 13: *Zabrus tenebrioides*. Grösse ca. 15 mm.

### 2.4.3. Tagfalter

Die Tagfalteraufnahme erfolgte beidseits des *Grabebachs*, jeweils drei Mal pro Untersuchungsperiode. Wie sich die Zahl der Tagfalterarten in den Abschnitten *Aue*, *Acker* und *Siedlung* von 2009 bis 2019 entwickelte, zeigt Abb. 14. Im Sommer 2019 konnten auf den drei Abschnitten insgesamt 29 Tagfalter bestätigt werden, das waren 18 Arten mehr als bei der Erstaufnahme 2009.

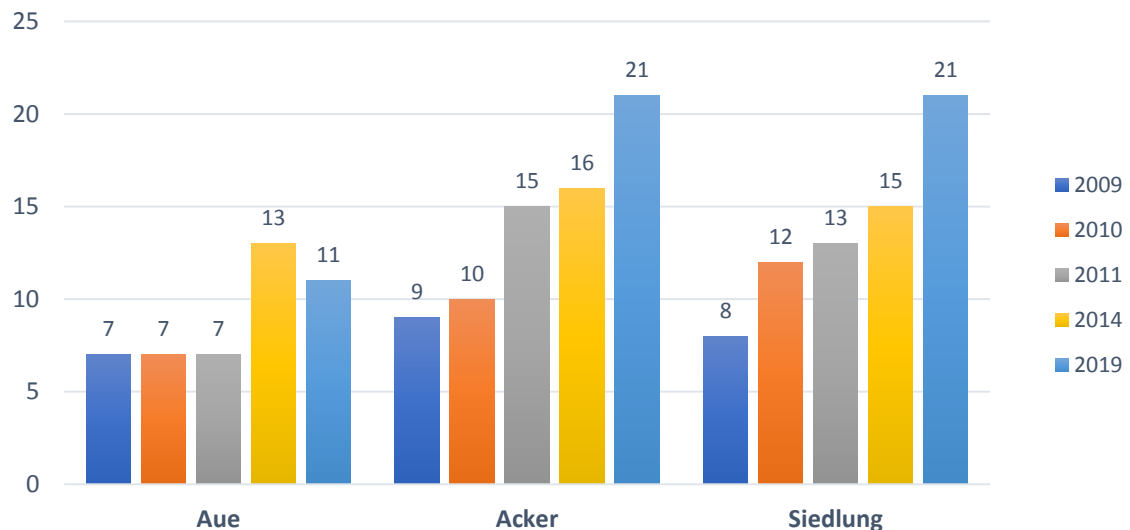


Abb. 14: Anzahl Tagfalterarten pro Standort. Vergleich 2009, 2010, 2011, 2014 und 2019.

In den Abschnitten *Acker* und *Siedlung* ist die Zahl der Tagfalterarten kontinuierlich angestiegen, was mit der Veränderung des Lebensraumes einher ging. Auf den ursprünglich freien Kiesflächen entwickelte sich ein mosaikartiger Lebensraum mit vielen Blütenpflanzen und somit reichhaltigem Angebot für Schmetterlinge (Abb. 15; vergleiche mit Abb. 9).



Abb. 15: *Grabebach*, Abschnitt Acker, 2019.



Abb. 16: *Grabebach*, Abschnitt Aue, 2019.

Im Abschnitt *Aue* lag die Artenzahl deutlich tiefer als in den Abschnitten *Acker* und *Siedlung*. Im Sommer 2019 ist sie gegenüber der Aufnahme von 2014 sogar um 2 Arten zurückgegangen. Wie bereits bei den Laufkäfern erwähnt, sind die Böschungen im Abschnitt *Aue* infolge des Verzichts auf Pflegemaßnahmen kontinuierlich zugewachsen, mit nur wenigen Blütenpflanzen als Nahrungsangebot für Tagfalter (Abb. 16).

#### 2.4.4. Amphibien/Reptilien

Zur Ermittlung der vorhandenen Amphibien- und Reptilienarten sind die drei Abschnitte *Aue*, *Acker* und *Siedlung* drei Mal pro Untersuchungsjahr begangen worden. Bei der Erstaufnahme des Sommers 2009 konnten weder Amphibien- noch Reptilienarten auf den Abschnitten bestätigt werden. Im Verlaufe von 10 Jahren sind dann aber alle drei Abschnitte besiedelt worden, was wiederum zeigt, wie biologisch wertvoll dieser neu geschaffene Lebensraum ist (Tab. 3).

Einzig im Abschnitt *Aue* war von 2014 zu 2019 ein deutlicher Rückgang der Artenzahl zu verzeichnen, was wiederum mit der dortigen Verdichtung der Vegetation zu erklären ist.

Amphibienarten		Untersuchungsabschnitt														
		Aue					Acker					Siedlung				
Art (lateinisch)	Art (deutsch)	2009	2010	2011	2014	2019	2009	2010	2011	2014	2019	2009	2010	2011	2014	2019
<i>Triturus alpestris</i>	Bergmolch		x		x					x	x					
<i>Triturus helveticus</i>	Fadenmolch		x		x			x		x	x					
<i>Rana lessonae</i>	kleiner Wasserfrosch			x	x	x		x	x	x				x	x	x
<i>Rana temporaria</i>	Grasfrosch				x			x	x	x	x		x	x	x	x
<b>Reptilienarten</b>																
<i>Lacerta agilis</i>	Zauneidechse		x	x	x	x										
<i>Natrix natrix</i>	Ringelnatter				x					x	x			x		
<b>Gesamtartenzahl</b>		<b>0</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

Tab. 4: Beobachtete Amphibien/Reptilien entlang des *Grabebachs*. Vergleich zwischen 2009, 2010, 2011, 2014 und 2019.

Im Abschnitt *Acker* wirkten sich insbesondere die erstellten Kleinweiher sehr positiv auf die Entwicklung der Wasserfrösche und Bergmolche aus (Abb. 17 und 18). Mit dem Anstieg der Froschpopulation erhielt dann auch die Ringelnatter ein entsprechendes Nahrungsangebot, sodass sie sich in diesem Abschnitt etablieren konnte. Angelegte Steinhäufen, eine Trockenmauer und mehrere Wurzelstöcke bieten ihr zudem wertvolle Verstecke.



Abb. 17: Kleinweiher im Abschnitt *Acker*, 2009.



Abb. 18: Kleinweiher im Abschnitt *Acker*, 2019.

### 2.4.5. Vögel

Für die Aufnahme der Vogelfauna wurde der *Grabebach* ebenfalls in die drei Beobachtungsabschnitte *Siedlung*, *Acker* und *Aue* unterteilt, welche je drei Mal im Frühling und Sommer begangen worden sind. In den drei Abschnitten wurde zudem zwischen Beobachtungen im Wasser und im Uferbereich unterschieden. Eine komplette Liste der beobachteten Vogelarten in den Untersuchungsjahren 2009, 2010, 2011, 2014 und 2019 liegt in einer digitalen Version vor.

Wie sich die Zahl der beobachteten Vogelarten im Verlaufe der 10 Jahre in den drei Abschnitten veränderte, zeigt Abb. 18. Bei der Erstaufnahme 2009 konnten in den drei Abschnitten insgesamt 41 verschiedene Vogelarten beobachtet werden, im abschließenden Untersuchungsjahr 2019 waren es dann insgesamt 52 verschiedene Arten.

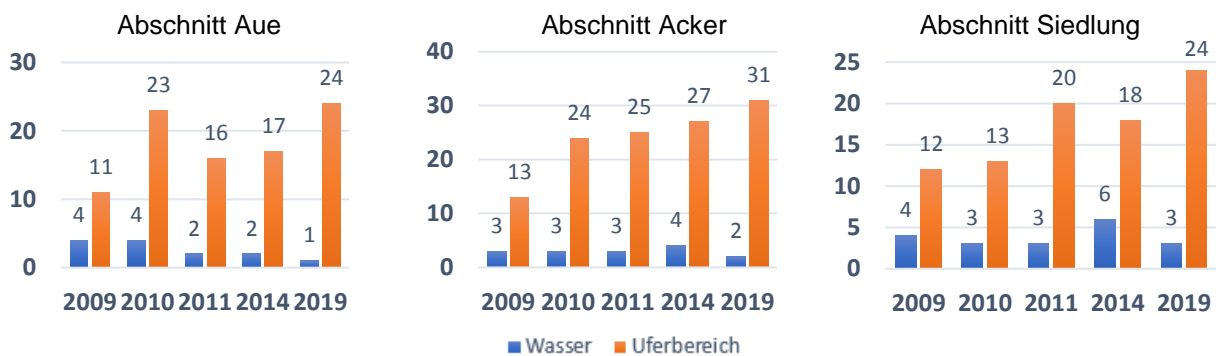


Abb. 18: Entwicklung der Zahl an beobachteten Vogelarten in den Untersuchungsabschnitten *Aue*, *Acker* und *Siedlung* im Wasser und im Uferbereich. Vergleich 2009, 2010, 2011, 2014 und 2019.

Vogelbeobachtungen sind Momentaufnahmen, welche von Tageszeit und Witterungsverhältnissen abhängig sind. Inwiefern nun die beobachteten Vogelarten in direktem Zusammenhang mit dem veränderten Lebensraum stehen, ist daher nur teilweise zu beantworten. Aus der Abb. 18 geht aber deutlich hervor, dass die Zahl der Vogelarten im Uferbereich kontinuierlich anstieg, während die Artenzahl im Wasser relativ konstant blieb, oder sogar leicht abnahm. Die Abnahme im Wasserbereich hing vermutlich mit der viel dichter gewordenen Vegetation zusammen, welche nebst *Wasserralle*, *Bekassine* und *Teichhuhn* kaum mehr Watvögel zuließ (Abb. 19 und 20). Diese Vogelarten wichen immer häufiger ins nahe gelegene *Hechtenloch* aus.



Abb. 19: Abschnitt *Siedlung*, 2009.



Abb. 20: Abschnitt *Siedlung*, 2019.

## 2.4.6. Chemo-physikalische Gewässeranalyse

Der ökomorphologische Zustand des *Grabebachs* darf auch nach 10 Jahren als «natürlich/naturnah» bis «wenig beeinträchtigt» eingestuft werden. Die Sohle ist auf der gesamten Länge unverbaut und mit Ausnahme von drei Brückenpassagen ebenso die Ufer. Das Gewässer ist durch eine hohe Breiten- und Tiefenvariabilität charakterisiert, die Uferbereiche sind in der Regel breit und teilweise bestockt. Mitentscheidend für Wasserlebewesen sind aber auch der chemische Zustand und die Temperaturverhältnisse eines Gewässers, zwei Parameter, die auch im *Grabebach* untersucht worden sind.

### Chemische Analyse

Kurz nach dem Austritt aus dem Betonkanal (oberer Teil) und kurz vor der Einmündung in die *Giesse* (unterer Teil) wurden im August 2010, 2011, 2014 und 2019 Wasserproben entnommen und chemisch analysiert. Die Ergebnisse dieser Analysen sind in Tab. 6 zusammengestellt.

	2010		2011		2014		2019	
	oben	unten	oben	unten	oben	unten	oben	unten
Nitrat [mg N/l]	6.12	5.35	4.81	4.00	4.61	4.63	4.06	2.48
Nitrit [mg N/l]	0.027	0.024	0.027	0.027	0.018	0.033	0.061	0.030
Ammonium [mg N/l]	0.031	0.031	0.054	0.039	0.016	0.031	0.078	0.078
Phosphor gelöst [mg P/l]	< 0.112	< 0.113	< 0.056	< 0.056	< 0.028	< 0.028	< 0.028	< 0.028
TOC	1.70	2.90	2.30	2.60	1.80	1.70	2.00	2.40

Tab. 6: Bewertung der gemessenen chemischen Parameter am oberen und unteren Ende des *Grabebaches*. Die Messgenauigkeit beim gelösten Phosphor reichte nicht aus für eine eindeutige Zuordnung in eine der 5 Klassen.

Bewertung BAFU (Liechti et al. 2010)	
<span style="color: blue;">■</span>	sehr gut
<span style="color: green;">■</span>	gut
<span style="color: yellow;">■</span>	mässig
<span style="color: orange;">■</span>	ungenügend
<span style="color: red;">■</span>	schlecht

Die analysierten chemischen Parameter charakterisieren den *Grabebach* als Gewässer, welches nicht erheblich durch Nährstoffe belastet ist. Lediglich beim Nitrit waren die Konzentrationen relativ hoch (Tab. 6): Mit Ausnahme von 2014 (obere Messtelle) wurden die Nitrit-Konzentrationen mehrheitlich als «mässig» bis «unbefriedigend», 2019 aufgrund des Gehaltes von 0.06 mg/l NO<sub>2</sub>-N sogar als «schlecht» bewertet.

Es gilt allerdings anzumerken, dass die Konzentrationen der untersuchten Parameter je nach Abfluss, Niederschlägen und saisonalen Aspekten (Düngezeiten) sehr stark schwanken können. Einzelne Stichproben, wie im vorliegenden Fall, können daher nur wenig über die Qualität des Wassers für Gewässerlebewesen aussagen. Zudem sind wichtige Stoffgruppen wie Pestizide oder Schwermetalle nicht bei den vorliegenden Analysen erfasst worden.

### Wassertemperatur

Die Wassertemperatur ist ein Faktor, welcher das Überleben der Gewässerlebewesen massgeblich bestimmt. Insbesondere die Fischfauna ist stark von der Wassertemperatur betroffen, wie zum Beispiel auch die *Bachforelle*, die zu den kaltstenothermen (kälteliebenden) Arten gezählt wird. Um den Temperaturverlauf im *Grabebach* aufzeigen zu können wurden in den Jahren 2010, 2011 und 2019 im oberen und unteren

Abschnitt Temperaturlogger eingesetzt. Exemplarische Ausschnitte aus einem gemessenen Temperaturverlauf von 2019 zeigen die Abbildungen 21 und 22.

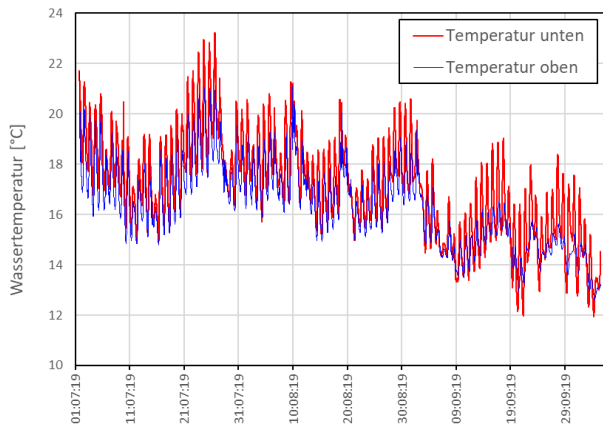


Abb. 21: Temperaturverlauf im *Grabebach* am oberen und am unteren Ende der Revitalisierung. Intervalle zwischen Einzelmessungen: 10 min. Messperiode: 01.07.2019 bis 05.10.2019.

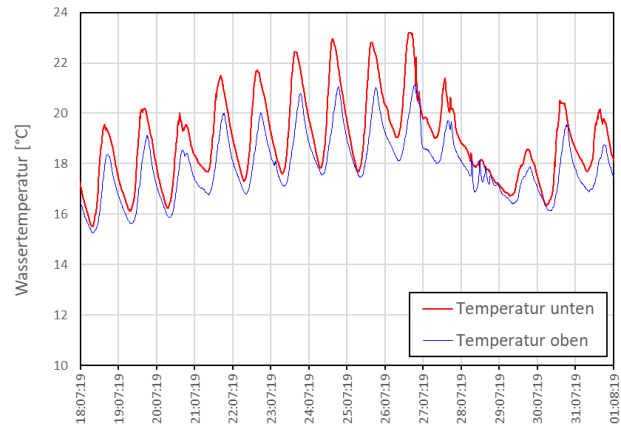


Abb. 22: Temperaturverlauf im *Grabebach* am oberen und am unteren Ende der Revitalisierung. Detail-Ausschnitt aus der Messperiode: 18.07.2019 bis 01.08.2019.

In den Jahren 2010 und 2011 erwärmte sich das Wasser innerhalb der (damals noch wenig bestockten) Strecke um bis zu 8.5°C bei den Tagesmaxima, und um bis zu 3.8°C bei den Tagesmitteln. Im unteren Teil der ausgedolten Strecke erreichte das Wasser sogar Spitzentemperaturen von 28.9°C, was für Bachforellen im letalen Bereich lag! Auch das maximale Tagesmittel lag mit 21.8°C deutlich über dem optimalen Temperaturbereich. Entsprechend waren Bachforellen in den Sommern 2010 und 2011 in hoher Dichte im obersten Bereich der Ausdolung zu beobachten.

Die Bestockung der Ufer entwickelte sich in der Folge sehr positiv, wodurch sich die Beschattung der Wasseroberfläche stark erhöhte. Der Einfluss der Bestockung zeigt ein Vergleich in den Monaten Juli-September, wo die Ausgangslage (gemessene Maximaltemperatur oben) in den drei Untersuchungsjahren nahezu identisch war (Tab. 7).

	Jul-Sep 2010	Jul-Sep 2011	Jul-Sep 2019
Maxima oben	21.70	21.63	21.68
Maxima unten	27.04	26.72	23.21
Differenz Maxima	5.34	5.09	1.53
max. Tagesmittel oben	18.22	17.84	19.32
max. Tagesmittel unten	20.93	20.19	20.91
Differenz max. Tagesmittel	2.71	2.35	1.60
max Tagesamplitude oben	5.83	9.16	4.74
max Tagesamplitude unten	10.72	14.77	6.21
Differenz Tagesamplitude	4.89	5.61	1.47

Tab. 7: Monatstemperaturen zwischen Juli-September der Jahre 2010, 2011 und 2019. Monatsmittel (Mittelwert), Standardabweichung (Stabw.), Monatsmaxima (Max.) und -minima (Min.).

Während in den Jahren 2010 und 2011 die Temperaturen am unteren Ende der Revitalisierung auf 26.7 und 27.0°C gestiegen waren, kletterten sie 2019 nur noch auf 23.2°C (Tab. 7), was nicht mehr im letalen Bereich für Bachforellen lag.

## 2.4.7. Wirbellose Gewässerorganismen (Makrozoobenthos)

Die Besiedlung des *Grabebachs* durch Wasserwirbellose erfolgte recht rasch, was Probenentnahmen aus den Abschnitten Siedlung (oben) und Aue (unten) bestätigten. Bereits im Frühling 2010 wurden an beiden Untersuchungsstellen 10 bzw. 9 Familien-Taxa gefunden (Anm. zu Taxa (*Plur.*) bzw. Taxon (*Sing.*): = systematisch unterscheidbare Gruppe von Organismen). Es handelte sich hauptsächlich um Arten, mit geringen Ansprüchen an die Wasserqualität. Die Zahl der Tiere war noch gering. In den folgenden Untersuchungsjahren stieg die Taxazahl etwas an (Abb. 23). Es wurden dann auch Libellenlarven und Wasserkäfer gefunden.

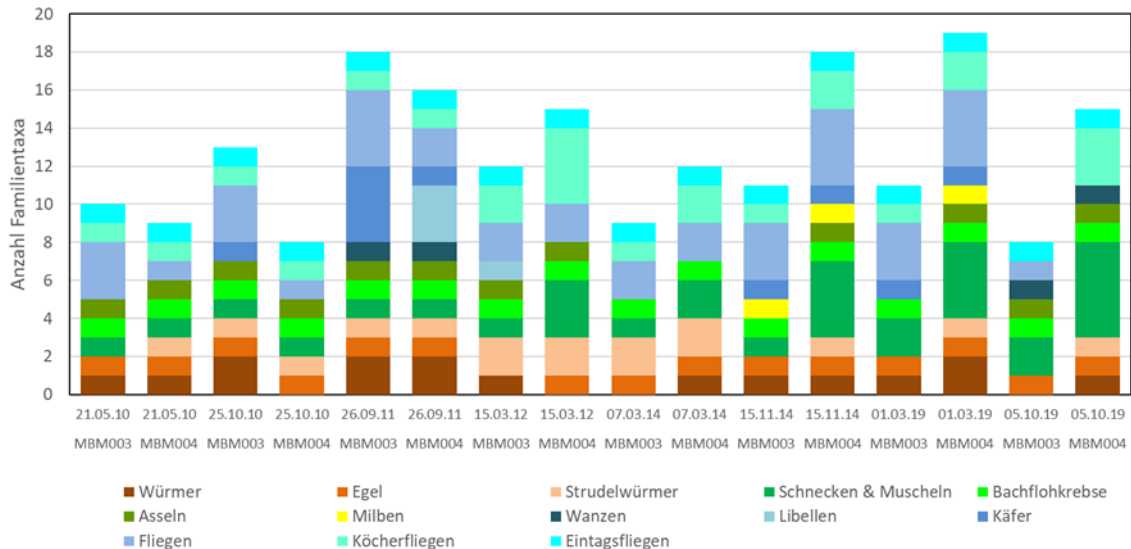


Abb. 23: Anzahl der pro Gruppe bestätigten Familien-Taxa an den beiden Probeentnahmestellen MBM003 (oben) und MBM004 (unten) in den Jahren 2010, 2011, 2012, 2014 und 2019.

Die positive Entwicklung wurde im Jahr 2014 etwas abgebremst (Abb. 23): Im März war die Taxazahl an der oberen Probestelle (MBM003) wieder so tief wie kurz nach der Revitalisierung. Libellen und Köcherfliegen, aber auch Käfer fehlten fast vollständig. Im Herbst war die Taxazahl dann wieder höher. Vermutlich war es vor der Frühlingsbeprobung 2014 zu einer Gewässerverschmutzung gekommen.

Doch auch im Bach selbst änderten die Bedingungen. An Stellen mit starkem Bewuchs durch Igelkolben (*Sparganium*) verschlammte die Sohle sehr stark, da die Pflanzen wie Filter für Feinpartikel wirken. An pflanzenfreien Stellen hingegen versinterte die Bachsohle immer stärker, so dass der Kieslückenraum für die Wasserwirbellosen kaum mehr verfügbar ist.

Seit Herbst 2018 hat sich durch den Bau eines massiven Biberdammes die Situation an der oberen Stelle grundlegend geändert. Der dadurch erfolgte Wechsel von «leicht fließend» zu «fast stehend» veränderte die Zusammensetzung der Wasserwirbellosen merklich. So tauchten nun auch der Wasserskorpion (*Nepa cinerea*) und die Spitze Blasen-schnecke (*Physa acuta*) auf, welche bevorzugt in eher warmen, stehenden und sehr langsam fließenden Gewässern leben. Die Spitze Blasen-schnecke gilt zudem als Zeigerart für stark verschmutzte Gewässer.

Insgesamt kann aber für den *Grabebach* eine positive Entwicklung festgestellt werden. Trotz vieler negativer Einflüsse hat sich die Anzahl der gefundenen Familientaxa im Verlaufe von 10 Jahren um rund 40% vergrößert.



### 2.4.8. Fische

In den Jahren 2010, 2014 und 2019 wurden in den Abschnitten *Aue* und *Siedlung* Bestandeskontrollen zur Fischfauna durchgeführt. Insgesamt konnten neun verschiedene Fischarten in den drei Untersuchungsjahren nachgewiesen werden (Tab. 8).

Anzahl Fische	Anzahl Fische [Stück]			Biomasse Fische [kg]		
	2010	2014	2019	2010	2014	2019
Bachforelle	734.3	557.4	16.1	21.17	47.82	0.46
Barbe		5.4			6.66	
Schneider		5.4			0.02	
Schmerle			10.7			0.08
Alet			10.7			0.13
Hecht		64.3			5.07	
Schleie	5.4			0.11		
Rotfeder			21.4			0.57
südliche Rotfeder			5.4			0.08
<b>Summe Fische</b>	<b>740</b>	<b>633</b>	<b>59</b>	<b>21.28</b>	<b>59.57</b>	<b>1.23</b>

Tab. 8: Anzahl Fische und Biomasse im ausgedolten Teil des *Grabebachs* in den Jahren 2010, 2014 und 2019. Hochrechnungen auf Grund einer Befischung von 200 m Bachlauf.

2010 dominierte in beiden Befischungsstrecken die *Bachforelle*, ihre Dichte war in beiden Strecken relativ hoch. Zwischen 2010 und 2014 nahm die Dichte in der oberen Strecke deutlich, in der unteren Strecke geringfügig ab. Die Bachforelle dominierte die Artengemeinschaft zwar immer noch, doch wich deren Dominanz der Zuwanderung von weiteren Fischarten wie *Hecht*, *Barbe* und *Schneider* (Abb. 24).

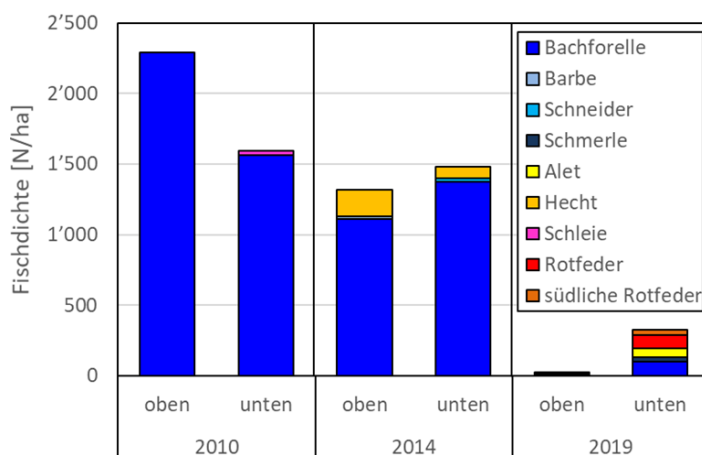


Abb. 24: Durch Befischung mit dem Elektrofangergerät (1 Durchgang) geschätzte Fischdichte in den Jahren 2010, 2014 und 2019 in der oberen und unteren Strecke.

Zwischen 2014 und 2019 erfolgte in beiden Strecken ein massiver Zusammenbruch des Fischbestandes: Während die Dichte in der unteren Strecke auf 20% des Wertes von 2014 einbrach, waren es in der oberen Strecke sogar bloss 2% der Dichte von 2014.

In der unteren Strecke war zudem eine massive Veränderung der Artenzusammensetzung feststellbar: Während im Jahr 2014 noch die strömungsliebenden Arten dominierten (in Blautönen dargestellt), war es im Jahr 2019 eine Mischung aus Stillwasserarten (in Rottönen), indifferenten (in Gelbtönen) und strömungsliebenden Arten (Abb. 24).

## Mögliche Ursachen für den Zusammenbruch des Fischbestandes

Der im Frühjahr noch relativ breite Bachlauf war im Sommer 2018 auf der ganzen Streckenlänge kaum noch sichtbar (Abb. 25). Strecken mit tieferem Wasser, welche für die Fische noch als Lebensraum geeignet wären, waren so dicht mit Wasserpflanzen bewachsen, dass kaum noch offene Wasserflächen für die Ernährung der Fische übrig waren. Dazu kommt möglicherweise eine erhöhte Wassertemperatur. Das Jahr 2018 ist für Fische als Katastrophenjahr einzustufen.



Abb. 25: Luftbilder (Google Earth) vom Grabebach im Bereich der obersten Brücke aus dem Hitzejahr 2018.

Es ist davon auszugehen, dass der geringe Abfluss und die wuchernden Wasserpflanzen die obere und untere Befischungstrecke gleichermassen beeinflussten. Während im unteren Teil nach der «Normalisierung» der Abflussverhältnisse eine Wiederbesiedlung einsetzte, war dies in der oberen Strecke nur noch beschränkt möglich, da ab Frühjahr 2019 dort Biberdämme gebaut worden sind (Abb. 26, 27). Diese hatten zur Folge, dass sich der ursprüngliche Bachlauf in eine Abfolge von Stauen verwandelte, in denen Fließwasserarten wie Bachforelle, Barbe und Schneider keine geeigneten Habitate mehr fanden. Durch diese beiden aufeinanderfolgenden Ereignisse (Trockenheit und Biberbauten) lässt sich die geringe momentane Dichte und Biomasse des Fischbestandes erklären. Wie stark der Einfluss der Wassertemperatur im Hitzesommer 2018 war, ist nachträglich nicht mehr zu beantworten. Auch chemische Einflüsse sind im intensiv genutzten Landwirtschaftsgebiet und im urbanen Raum nicht zu unterschätzen, wie die Häufigkeit von Gewässerverschmutzungen zeigt. Gerade in Zeiten mit geringem Abfluss ist das Verdünnungsverhältnis schlecht und geringe Schadstoffmengen können sich sehr negativ auswirken.

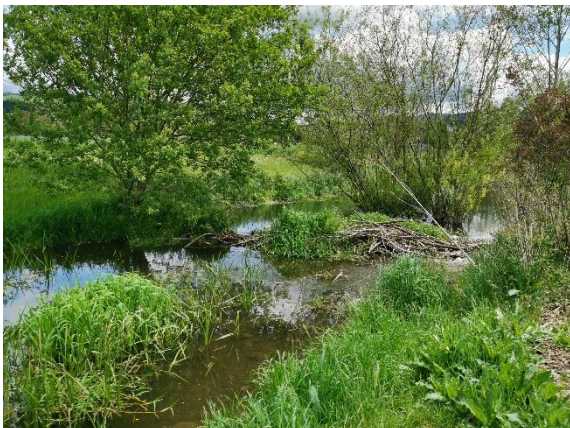


Abb. 26: Erster Biberdamm, ca. 100 m nach Austritt aus dem Betonkanal.



Abb. 27: Zweiter Biberdamm, ca. 150 m nach Austritt aus dem Betonkanal.

### 2.4.9. Fotodokumentation

Von insgesamt 63 Standorten sind in den Jahren 2009-2019 die immer gleichen Bildausschnitte photographisch festgehalten worden, um damit die Veränderungen der Lebensräume zu dokumentieren. Eine kleine Auswahl von Standorten aus den Jahren 2009, 2014 und 2019 zeigen die folgenden Bilder:

**2009**



**2014**



**2019**



Abschnitt *Aue*: Blickrichtung Süden



Abschnitt *Aue*: Blickrichtung Norden



Abschnitt *Acker*: Blickrichtung Süden



Abschnitt *Acker*: Blickrichtung Norden

**2009**



**2014**



**2019**



Kleinweiher im Abschnitt *Acker*. Blickrichtung Norden



Abschnitt *Acker*. Blickrichtung Norden



Abschnitt *Siedlung*: Blickrichtung Süden



Abschnitt *Siedlung*: Blickrichtung Norden

### 3. Fazit

Durch die Ausdolung und Umleitung des *Grabebachs* ist das Gebiet *Hölzliacker* ökologisch enorm aufgewertet worden. Im Zusammenhang mit den neu angelegten Spazierwegen entwickelte es sich zudem zu einem beliebten Naherholungsraum. Dank den sorgfältig durchgeführten Pflegemassnahmen wie beispielsweise das abschnittsweise Mähen, der Rückschnitt der Gehölze und das Anlegen von Ast- und Steinhauften, dient dieser Abschnitt des *Grabebachs* sogar als Vorzeigeprojekt für andere Gemeinden und auch für den Kanton.

Im Verlaufe der letzten 10 Jahre entwickelte sich auf den anfangs noch kahlen Kiesböschungen eine abwechslungsreiche, mosaikartige Vegetationsdecke, und der Bachlauf wird von schattenspendenden Gehölzen gesäumt. Der Bach selbst ist von verschiedenen Fischarten besiedelt worden und auch der Biber hat seit 2019 seinen festen Platz eingenommen. Solche Besiedlungsentwicklungen (= Sukzessionen) eines Lebensraumes gehören mitunter zu den spannendsten Aspekten der Biologie. Das Monitoring konnte anhand von ausgewählten Parametern die Sukzession der letzten 10 Jahre aufzeigen und erlaubt nun dadurch auch Prognosen für die weitere Entwicklung.

#### Ausblick

Die Sukzession entlang des *Grabebachs* ist noch nicht am Endzustand, also einer stabilen Lebensgemeinschaft angekommen. Bei gleichbleibenden fachgerechten Pflegemassnahmen werden sich die Veränderungen allerdings nicht mehr in gleichem Masse wie in den vergangenen 10 Jahren einstellen. Dass vermeintlich stabile Lebensgemeinschaften einer stetigen Dynamik unterworfen sind, zeigt die Besiedlung des *Grabebachs* durch den Biber. Es ist davon auszugehen, dass sich die Artenzusammensetzung im und an den Ufern des *Grabebachs* durch dessen Einfluss weiter verändern wird.

Mit dem abgeschlossenen Monitoring 2009-2019 sind nun Grundlagen für die Beobachtung der weiteren Entwicklung am *Grabebach* geschaffen worden. Da es keine vergleichbaren Untersuchungen an einem Fliessgewässer gibt, sind diese Grundlagen äusserst wertvoll. Aus diesem Grund ist eine Fortsetzung des Monitorings absolut wünschens- und empfehlenswert.

#### Detailberichte

Detaillierte Berichte und Tabellen zur Untersuchungsperiode 2009-2019 liegen vor und können beim Büro BiolEx angefordert werden. Die hier vorgelegten Ergebnisse geben nur einzelne Auszüge aus diesen Berichten wieder.

Trimstein, im April 2020

BiolEx, Heinz Malli

