



Aurelia Kuster, Lukas Guyer, Daniel Andersen,  
Samira Amos, Fabian Bättig (Hrsg.)

# **Nachhaltiges Fließgewässer- management im Einzugsgebiet der Birs und des Birsigs**

Falldossier zur Lehrveranstaltung Umweltproblemlösen 2018/2019

# Abkürzungen

ARA	Abwasserreinigungsanlage
ARP	Amt für Raumplanung, Kanton Basel-Landschaft
AUE	Amt für Umwelt und Energie, Kanton Basel-Landschaft
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BFF	Biodiversitätsförderfläche
BGF	Bundesgesetz über die Fischerei
BL	Basel-Landschaft
BLW	Bundesamt für Landwirtschaft
BV	Bundesverfassung
BVBB	Bauernverband beider Basel
EnG	Energiegesetz
EZG	Einzugsgebiet
GSchG	Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer
GSchV	Gewässerschutzverordnung
HEV	Hauseigentümerverband
KEV	Kostendeckende Einspeisevergütung
KFVBB	Kantonaler Fischereiverband beider Basel
kGSchG	kantonales Gewässerschutzgesetz
KWKW	Kleinwasserkraftwerke
MRWM	Mindestrestwassermenge
NGH	Natur- und Heimatschutzgesetz
NGO	Non-governmental Organization
NHV	Nachhaltigkeitsverordnung
Wika	Wirtschaftskammer Baselland
WKW	Wasserkraftwerke
USG	Umweltschutzgesetz

# Inhalt

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis .....	2
Vorwort .....	3
1 Einleitung .....	4
2 Abflussregime .....	5
3 Wasserver- und -entsorgung .....	17
4 Wasserqualität .....	26
5 Gewässerraum .....	39
6 Tiere und Pflanzen .....	48
7 Wasserkraft .....	58
8 Rechtliche Grundlagen .....	66
9 Stakeholder .....	68
10 Referenzen .....	71
Anhang .....	88

# Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

## Abbildungen

Abbildung 1	Karte des EZG der Birs (hell) und des Birsigs (dunkel) .....	6
Abbildung 2	Geologische Platten der EZG .....	7
Abbildung 3	Die vier Wasserhaushaltsgrössen Niederschlag (N), Abfluss (Q), Verdunstung (V) und Speicheränderung (S) .....	9
Abbildung 4	Unterschiedliche jährliche Niederschlagsmengen im Zeitraum 1984–2013 für die beiden EZG Birsig und Birs .....	10
Abbildung 5	Niederschlagsmenge in den beiden EZG Birsig (links) und Birs (rechts) im Zeitraum von 1984–2013 .....	10
Abbildung 6	Grundwasserpegelschwankungen im EZG Birs-Münchenstein .....	11
Abbildung 7	Jahresabflusssummen zwischen 1984–2013 .....	11
Abbildung 8	Die Abflussregimes der verschiedenen Messstationen .....	12
Abbildung 9	Darstellung des neuen Regimetyps pluvial de transition .....	13
Abbildung 10	Der Wasserkreislauf .....	18
Abbildung 11	Grundwasserfassung .....	19
Abbildung 12	Quellfassung .....	19
Abbildung 13	Aufbau einer ARA .....	21
Abbildung 14	Das Einzugsgebiet der Birs und des Birsigs in der Region Basel, eingefärbt nach Landnutzung inklusive Standorte der ARA .....	27
Abbildung 15	Entwicklung der DOC-Belastung der Birs .....	28
Abbildung 16	Entwicklung der Ammonium-Belastung der Birs .....	29
Abbildung 17	Entwicklung der Nitrit-Belastung der Birs .....	29
Abbildung 18	Entwicklung der Nitrat-Belastung der Birs .....	29
Abbildung 19	Entwicklung der Phosphor-Belastung der Birs .....	30
Abbildung 20	Karte eines Ausschnitts des Einzugsgebiets von Birs und Birsig mit Fokus auf den Kanton BL .....	32
Abbildung 21	Grafische Darstellung der Eintragspfade aus den in den Abbildungen 15 bis 19 abgebildeten Quellen von Verunreinigungen .....	33
Abbildung 22	Wirkungsgefüge zu den prognostizierten Auswirkungen des Klimawandels .....	36
Abbildung 23	Bildliche Darstellung des Gewässerraums .....	40
Abbildung 24	Prozess der Gewässerraumausscheidung .....	42
Abbildung 25	Positiver Effekt der Aue im Hochwasserfall .....	43
Abbildung 26	Fischpopulation ober- und unterhalb von Zwingen .....	50
Abbildung 27	Die gemittelten Temperaturen der Birs in Münchenstein während der wärmsten Monate von 1997 bis 2018 .....	53
Abbildung 28	Ausleitkraftwerk .....	59
Abbildung 29	Durchlaufkraftwerk .....	59

## Tabellen

Tabelle 1	Gesetzliche Mindestrestwassermengen (MRWM) gemäss GSchG .....	8
Tabelle 2	Wasserbilanz der beiden EZG der Birs und des Birsigs im Vergleich (1984–2013) .....	9
Tabelle 3	Daten des Niedrigwasserregimes von Birs und Birsig .....	12
Tabelle 4	Chemischer Zustand der Birsig anhand der vom AUE und NAWA gemessenen Messwerte .....	30
Tabelle 5	Übersichtstabelle der Schadstoffe .....	31
Tabelle 6	Gewässerraumbreite nach GSchV .....	40
Tabelle 7	Klimagefährdete Pflanzen in Birsig und Birs .....	54
Tabelle 8	Übersicht über die relevanten Stakeholder .....	68

# Vorwort

«Umweltproblemlösen» ist eine Vorlesung im ersten Jahr Bachelor Umweltwissenschaften an der ETH Zürich unter Leitung von Christian Pohl und Mitarbeit von Marlene Mader, Lisette Senn, BinBin Pearce und Urs Brändle. Das Ziel der Vorlesung ist es ein Thema ganzheitlich zu analysieren (1. Semester) und die identifizierten (Umwelt-)Probleme mit geeigneten Massnahmen anschliessend zu lösen (2. Semester). Das Thema der diesjährigen Fallstudie ist «Nachhaltiges Fließgewässermanagement im Einzugsgebiet der Birs (inklusive Birsig)». Die Erstsemestrigen führten im Herbstsemester 2018 sechs Teilanalysen zu diesem Thema durch. Das sind namentlich Abflussregime, Wasserver- und -entsorgung, Wasserqualität, Gewässerraum, Tiere und Pflanzen und Wasserkraft.

Das vorliegende Falldossier ist eine Zusammenfassung dieser Teilanalysen. Es soll vor allem als Grundlage für die Prüfung der Vorlesung dienen. Das Falldossier wurde von den Tutorierenden Aurelia Kuster, Daniel Andersen, Fabian Bättig, Lukas Guyer und Samira Amos auf Grundlage der Berichte aller Teilanalysegruppen zusammengestellt. Die Autoren/innen der Teilanalysen sind im Anhang aufgelistet.

Da sich die rechtlichen Aspekte der verschiedenen Teilanalysen häufig überschneiden, haben wir uns entschieden, diese im Kapitel «Rechtliche Grundlagen» zusammenzufassen. Die wichtigsten Beziehungen zwischen Stakeholdern werden pro Teilanalyse erläutert, im Kapitel «Stakeholder» werden zudem alle relevanten Stakeholder in einer Tabelle beschrieben.

Die Tutorierenden wünschen euch eine hoffentlich spannende Lektüre.

# 1 Einleitung

Die beiden Flüsse Birs und Birsig sind zwei wichtige Gewässeradern in der Jura-region der Schweiz. Sie bieten die Lebensgrundlage für eine Vielzahl von Tier- und Pflanzenarten, die dort vorkommen. Die vorhandenen Ökosysteme sind in den letzten Jahrzehnten durch den erhöhten Siedlungsdruck und die intensive Landwirtschaft aber zunehmend unter Druck geraten. Die Flüsse wurden grösstenteils begradigt, um mehr Platz für Äcker und Siedlungen zu schaffen. Pestizid- und Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft und Verunreinigungen aus dem Siedlungsabwasser haben der Gewässerqualität zugesetzt.

Heute hat die Gesellschaft den Wert von intakten Fließgewässern erkannt. Verschiedene Stakeholdergruppen haben unterschiedliche Ansprüche an die Nutzung, so sind die Flüsse für Wasserkraftbetreiber hauptsächlich eine Ressource, um Energie zu gewinnen, für Anwohner/innen steht die Erholung im Zentrum, Tie-

re und Pflanzen brauchen einen möglichst naturnahen Lebensraum um gedeihen zu können. Die verschiedenen Ansprüche an die Nutzung bringen ein erhebliches Konfliktpotenzial mit sich, denn sie sind zum Teil nur schwierig miteinander vereinbar.

Mit dem Klimawandel wird sich das Abflussregime der Flüsse verändern. Es werden trockenere Sommer und extreme Niederschlagsereignisse erwartet. Das Gut Wasser könnte also knapper werden, die Gefahr von Hochwasser zunehmen. Um den verschiedenen Bedürfnissen der Stakeholder unter diesen neuen Rahmenbedingungen auch in Zukunft gerecht zu werden, braucht es ein nachhaltiges Fließgewässermanagement. Um ein solches zu entwickeln, ist es zuerst notwendig ein breites Verständnis darüber zu haben, wie das Gesamtsystem «Fließgewässer» funktioniert und welche Rolle verschiedene Stakeholder darin einnehmen. Die durchgeführten Teilanalysen sollen dieses Systemwissen bereitstellen.



## 2 Abflussregime

Die Birs und der Birsig führen über das Jahr unterschiedlich viel Wasser. Das ist vor allem durch das wechselnde Klima begründet, das die Wasserbilanzen je nach Jahreszeit unterschiedlich beeinflusst. Im Sommer verdunstet mehr Wasser, während den Wintermonaten fällt mehr Niederschlag. Eine ganz wesentliche Rolle im Fallgebiet spielt darüber hinaus die vorherrschende Geologie. Der Abfluss, den wir als Wasser im Flussbett betrachten können, wird durch all diese Faktoren bestimmt. Er lässt sich anhand von definierten Kenngrößen örtlich und über die Zeit vergleichen, woraus interessante Schlussfolgerungen gezogen werden können, z.B. wie der Klimawandel die Wasserverfügbarkeit in der Region verändern wird. In diesem Kapitel leiten folgende Fragen:

- Wie sieht das Abflussregime im Einzugsgebiet der Birs und des Birsig im Jahresverlauf aus? Wie vergleichen sich die Wasserbilanzen der beiden Einzugsgebiete (Mittelwasser, Q347)? Wie wird der Wasserhaushalt im Einzugsgebiet des Birsig resp. der Birs konkret durch den Mensch beeinflusst?
- Wie wird sich das Abflussregime und die Wasserbilanz durch den Klimawandel verändern?
- Welche Stakeholder beeinflussen das Abflussregime?
- Wo entstehen Kosten und Gewinne und wie hoch sind die?

### Recherchemethoden

Die Gruppen wurden mit einem Vortrag von Dr. Simon Scherrer in das Thema «Abflussregime» eingeführt. Allen Gruppen wurden Ausgangsquellen mit Fachliteratur bereitgestellt, z.B. Golder (1995). Viele wichtige Daten und Berichte konnten zudem der Website des BAFU entnommen werden. Am 17.11.2018 fand eine Exkursion ins Birstal statt, um das Gebiet zu erkunden, sich mit Experten/innen auszutauschen und Fragen zu klären.

Es wurde eine Stakeholderanalyse durchgeführt. Die Informationen über ihre Interes-

sen wurden den Webseiten der Stakeholder entnommen, anschliessend wurden die Stakeholder «nach eigenem Ermessen» in eine Macht-Interesse-Matrix eingeteilt.

### Methodenkritik

Die Gruppen erhoben keine Primärdaten und mussten sich bei ihrer Recherche dementsprechend auf die vorhandenen Quellen verlassen. Die Datenlage war teilweise ungenügend. So wurde beispielsweise die Evapotranspiration für die Birs und dem Birsig nicht berechnet, weshalb Gruppe 1 exemplarisch die Daten des Einzugsgebiets (EZG) der Ergolz verwendeten.

## 2.1 Einleitung

## 2.2 Vorgehensweise

## 2.3 Resultate

### 2.3.1 Einzugsgebiet

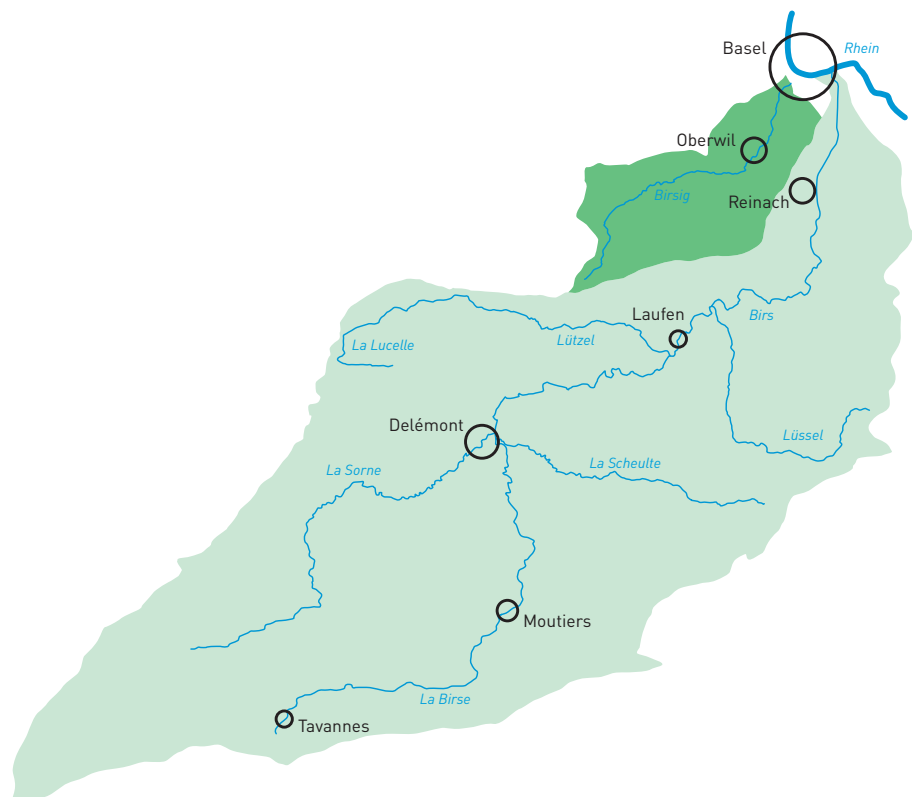
Die Abbildung 1 zeigt die beiden Einzugsgebiete (EZG) der untersuchten Flüsse. Das EZG der Birs (hellgrün) liegt zu einem kleinen Teil in Frankreich, in der Schweiz erstreckt es sich über die Kantone Bern, Basel-Landschaft (BL), Basel-Stadt, Solothurn und Jura. Insgesamt ist die Birs 73 km lang und die Grösse des EZG beträgt ca. 887 km<sup>2</sup> (Scherrer, 2018). Sie entspringt in einer Quelle bei Tavannes auf etwa 760 m.ü.M. und sinkt bis zur Mündung in den Rhein auf 240 m.ü.M. ab.

Im Vergleich dazu ist der Birsig (dunkelgrün) knapp 21 km lang und sein EZG mit 75

km<sup>2</sup> nur etwa ein Zehntel so gross. Es erstreckt sich über Frankreich, Baselland und Deutschland (Scherrer, 2018). Der Birsig hat zwei Quellbäche. Einer entspringt im französischen Elsass, oberhalb von Wolschwiller auf etwa 470 m.ü.M. und der andere befindet sich in der Schweiz in der Gemeinde Burg auf 650 m.ü.M.

### 2.3.2 Geologie

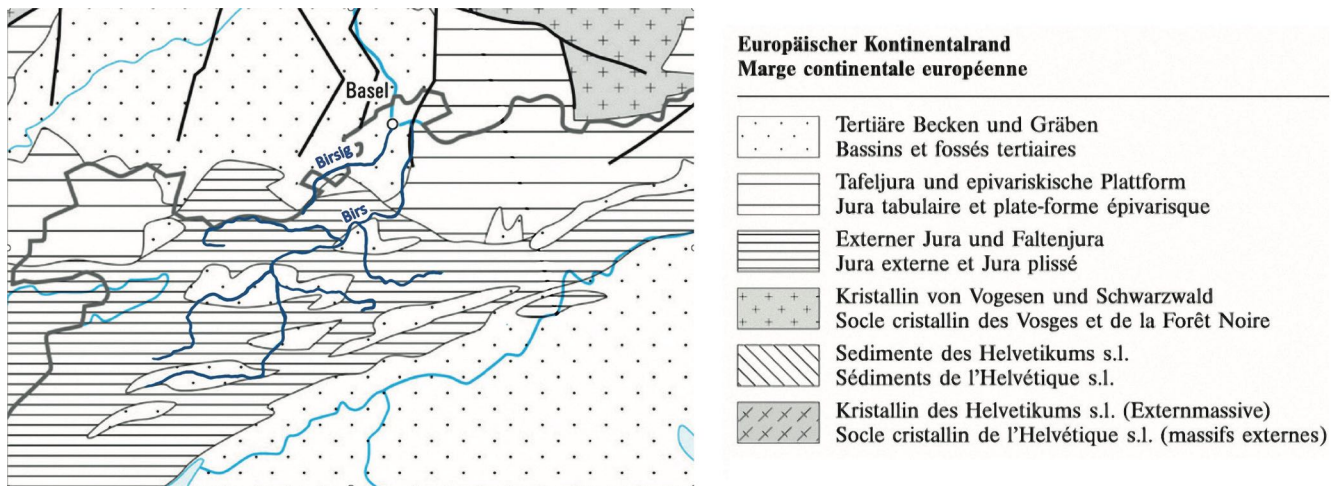
Die Abbildung 2 zeigt, dass sich die beiden EZG hauptsächlich über zwei verschiedene tektonische Ebenen ausdehnen. Das EZG des Birsigs ist geprägt durch das tertiäre Becken des Oberrheingrabens. Dies ist eine Sedimentwanne, die durch Kalksandsteine



**Abbildung 1**

Karte des EZG der Birs (hell) und des Birsigs (dunkel) (basierend auf Scherrer, 2018, S. 15).





**Abbildung 2**

Geologische Platten der EZG (Pfiffner et al., 2010, S. 1).

und Lehm aufgefüllt wurde und somit eine eher undurchlässige Bodenschicht bildet (Röhr, 2018). Im Vergleich dazu erstreckt sich das EZG der Birs mehrheitlich über den Faltenjura. Der Faltenjura kam durch die Abtragung des darüber liegenden tertiären Beckens zum Vorschein. Der Faltenjura besteht aus verkarstfähigem Kalkstein und hat somit eine hohe Versickerungsrate im EZG der Birs zur Folge (AUE BL, 2018).

### 2.3.3 Gesetzliche Grundlagen

Die für das Abflussregime massgebenden gesetzlichen Grundlagen sind vorwiegend im Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (GSchG) festgelegt. Die Umsetzung dieser Gesetze regelt die Gewässerschutzverordnung (GSchV). Auf Kantonsebene werden Details dieser Umsetzung sowie die Zusammenarbeit mit den Gemeinden geregelt.

### Sicherung der Restwassermengen

Für die Wasserentnahme aus einem Fließgewässer mit ständiger Wasserführung wird eine Bewilligung benötigt (Art. 29 lit. b GSchG). Grundsätzlich gilt, dass dem Fließgewässer insgesamt höchstens 20% des Niedrigwasserabflusses (Q347) und nicht mehr als 1000 l/s entnommen werden dürfen, auch müssen die Mindestrestwassermengen (MRWM)<sup>1</sup> eingehalten werden (Art. 30 lit. a und b GSchG). Die MRWM in der Tabelle 1 werden anhand der lokalen Abflussmenge Q347 festgelegt.

<sup>1</sup> «Die Mindestrestwassermenge [...] ist die Menge des Restwassers, die im Bereich einer Ausleitung, Stauanlage oder Entnahme mindestens im Gewässer verbleiben muss.» (Wikipedia, 2018)

**Tabelle 1**

Mindestrestwassermengen (MRWM) gemäss GSchG.

bis 60 l/s Abflussmenge Q347	50 l/s
und für je weitere 10 l/s Abflussmenge Q347	8 l/s
für 160 l/s Abflussmenge Q347	130 l/s
und für je weitere 10 l/s Abflussmenge Q347	4.4 l/s mehr,
für 500 l/s Abflussmenge Q347	280 l/s
und für je weitere 100 l/s Abflussmenge Q347	31 l/s mehr,
für 2500 l/s Abflussmenge Q347	900 l/s
und für je weitere 100 l/s Abflussmenge Q347	21.3 l/s mehr,
für 1000 l/s Abflussmenge Q347	2500 l/s
und für je weitere 1 000 l/s Abflussmenge Q347	150 l/s mehr,
ab 60 000 l/s Abflussmenge Q347	10 000 l/s

Um einem Gewässer Wasser zu entnehmen, muss ein Bericht über die möglichen Auswirkungen bei verschiedenen grosser Wasserentnahmen bei den Behörden eingereicht werden (Art. 33 GSchG). Die MRWM müssen erhöht werden, wenn gewisse Anforderungen nicht durch andere Massnahmen erfüllt werden können. Zu diesen Anforderungen gehören vor allem ökologische Anliegen wie die Einhaltung der vorgeschriebenen Wasserqualität, die Erhaltung seltener Lebensräume und die für die Fischwanderung erforderliche Wassertiefe. Zudem muss sichergestellt werden, dass das Grundwasservorkommen weiterhin für die Trinkwasserversorgung genutzt werden kann (Art. 31 lit. a-d GSchG).

Für den Schutz der Gewässer unterhalb der Wasserentnahme bestimmt die Behörde im Einzelfall die Dotierwassermenge<sup>2</sup> und andere notwendige Massnah-

men. Die Dotierwassermenge kann dabei zeitlich variieren, darf die MRWM jedoch nicht unterschreiten. Wasserentnehmer müssen die Einhaltung der Dotierwassermenge durch Messungen oder bei nicht zumutbarem Aufwand durch Berechnung der Wasserbilanz nachweisen (Art. 36 Abs. 1 GSchG).

### ***Vollzug und Koordination***

Der Art. 45 des GSchG besagt, dass der Vollzug dieses Gesetzes den Kantonen obliegt. Auf unsere Teilanalyse bezogen ist der Kanton BL dafür zuständig, dass die gesetzlich gegebenen Restwassermengen an der Birs und dem Birsig eingehalten werden. Der Vollzug wird vom Bund beaufsichtigt. Zudem regelt dieser die Koordination unter den Bundesstellen, der Gewässerschutzmassnahmen der Kantone und zwischen den Bundesstellen und Kantonen (Art. 46 GSchG).

<sup>2</sup> «Die Dotierwassermenge bezeichnet die Wassermenge, die zur Sicherstellung einer bestimmten Restwassermenge bei der Wasserentnahme im Gewässer belassen wird.» (Bau-/Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern, 2019)

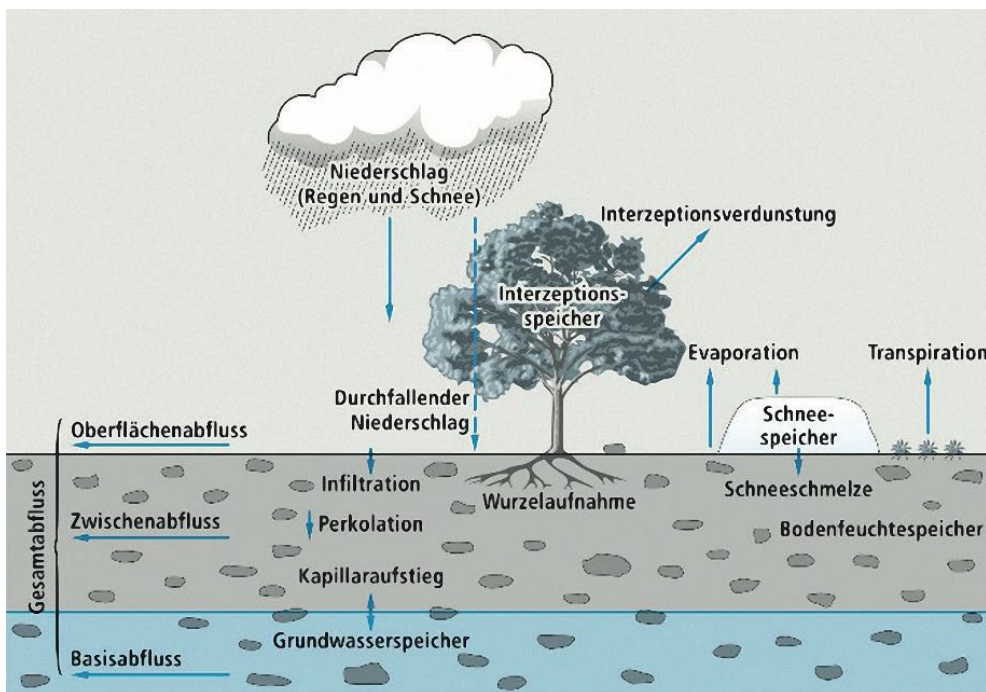
### 2.3.4 Wasserbilanz

Die Wasserbilanz stellt einen Zusammenhang zwischen dem Niederschlag (N), der Evapotranspiration (V), der Speicheränderung ( $\Delta S$ ) und dem Abfluss (Q) dar. Die vier Größen sind in der Abbildung 3 grafisch dargestellt.

Zur Berechnung der Wasserbilanz benötigt man folgende Formel:

$$N = Q + V \pm \Delta S \text{ (BAFU, 2018c)}$$

Die Wasserbilanz der Birs und der Birsig ist in Tabelle 2 dargestellt. Die einzelnen Wasserhaushaltsgrößen werden im Folgenden genauer beschrieben.



**Abbildung 3**

Die vier Wasserhaushaltsgrößen Niederschlag (N), Abfluss (Q), Verdunstung (V) und Speicheränderung (S) (BAFU, 2018c).

**Tabelle 2**

Wasserbilanz der beiden EZG der Birs und des Birsigs im Vergleich (1984–2013).

	N	Q	V (Min–Max)	$\Delta S$
Birs	1 191*	549 mm	476–608 mm	0
Birsig	1 084*	361 mm	476–608 mm	0

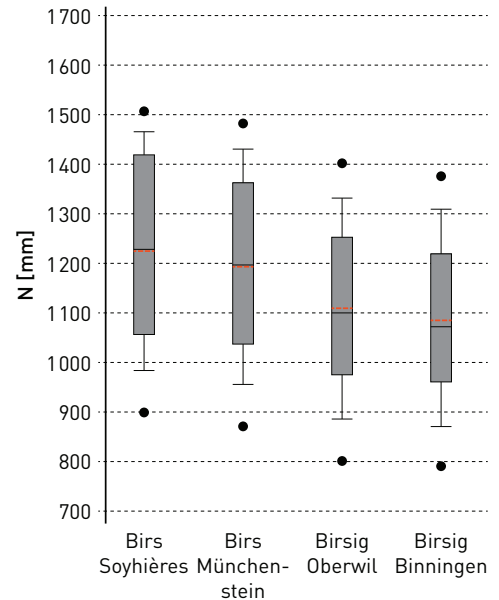
### Niederschlag

Die Abbildung 4 zeigt wichtige Gemeinsamkeiten der beiden EZG. So weisen beide EZG starke Schwankungen in der Niederschlagsmenge über die Jahre auf. Die Spannweite zwischen extrem trockenen und extrem nassen Jahren ist hoch (siehe schwarze Punkte).

In der Abbildung 5 wird der Unterschied der beiden EZG dargestellt. Sie unterscheiden sich in der mittleren Niederschlagsmenge pro Jahr (arithmetisches Mittel und Median). Die Niederschläge, welche im EZG der Birs fallen, sind im Mittel deutlich höher als jene im EZG des Birsig. Es wird ersichtlich, dass die Schwankungen in den Niederschlagsmengen in den EZG parallel verlaufen. Der Grund dafür könnte sein, dass die EZG geografisch nahe beieinander liegen. Scherrer (2016) betont, dass die zeitliche Variabilität bei dem Vergleich der EZG wichtiger wäre als die räumliche Variabilität.

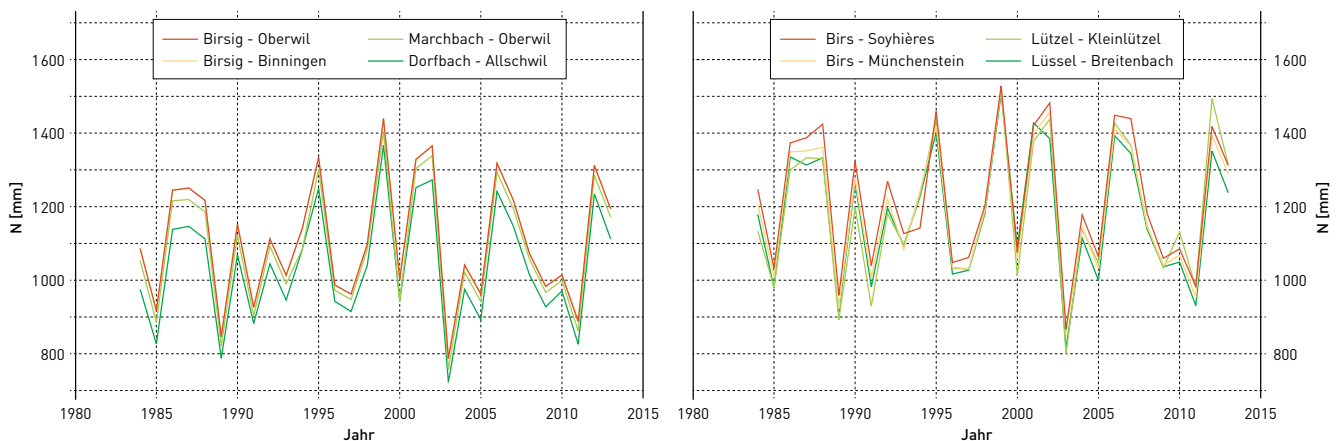
### Evapotranspiration

Scherrer und Kienzler (2016) haben mithilfe einem Wasserhaushaltsmodell die Evapotranspiration für das EZG der Ergolz-Liestal berechnet. Die erhobenen



**Abbildung 4**

Unterschiedliche jährliche Niederschlagsmengen im Zeitraum 1984–2013 für die beiden EZG Birsig und Birs. Die Box entspricht dem Bereich, in dem die mittleren 50% der Daten liegen, sie wird also durch das obere Quartil (=0.75-Quantil) und das untere Quartil (=0.25-Quantil) begrenzt. Die Antennen («Whiskers») begrenzen den Bereich zwischen dem 0.9-Quantil und dem 0.1-Quantil, die Punkte zeigen das 0.95- bzw. das 0.05-Quantil. Der Median ist als schwarze Linie, das arithmetische Mittel als rot-gestrichelte Linie dargestellt. 1 mm = 1 l/m<sup>2</sup> [Scherrer & Kienzler, 2016, S. 11]



**Abbildung 5**

Niederschlagsmenge in den beiden EZG Birsig (links) und Birs (rechts) im Zeitraum von 1984–2013 (Anhang 1a Scherrer & Kienzler, 2016b).

Werte liegen im Bereich von 478 mm/a und 607 mm/a (Millimeter pro Jahr). Sie übernehmen diese Werte für das EZG des Birsigs und der Birs.

Der Kanton BL liegt in einem Gebiet mit relativ hoher Verdunstung. Die schweizerischen Mittelwerte von 484 mm sind im Vergleich einiges tiefer (Scherrer & Kienzler, 2016).

### Speicher und Speicheränderung

Der Speicher tritt einerseits als Grundwasser und andererseits als Schnee im Winter auf (Naturforschende Gesellschaft Basel, 1948–1949). Im Jahresverlauf wird Wasser je nach Bilanz in den Grundwasserspeicher eingetragen bzw. daraus entnommen.

Die Eintragsperiode beginnt im September mit der Vegetationsruhe und wird durch den Schneefall zusätzlich verstärkt. Im Frühjahr nehmen die Speicher aufgrund der einsetzenden Vegetationsperiode wieder ab. Im Sommer kommt es trotz starker Niederschläge durch die hohe Verdunstung zu einem Speicherrückgang (Naturforschende Gesellschaft Basel, 1948–1949).

Trockenjahre wie 2003 und 2011 führen zu einer signifikanten Grundwasserspiegelsenkung (siehe Abbildung 6). Im Vergleich zur vorhandenen Aquifermächtigkeit ist die Abnahme aber eher gering.

### Mittlerer Abfluss und Q347

Der Abfluss ist Teil der Wasserbilanz. Er sollte gleich dem Niederschlag abzüglich der Evapotranspiration und der Versickerung sein. Die Zuleitung und Entnahme von Oberflächenwasser und Grundwasser durch den Menschen kann diese Bilanz aber verändern.

Die mittlere Abflussjahressumme der Birs beträgt zwischen 585 und 549 und die des Birsigs zwischen 361 und 387 mm pro Jahr und pro m<sup>2</sup> des EZG (je nach Messstandort). Die Daten beziehen sich auf den Zeitraum von 1984 (bzw. 86/87) bis 2013 (Scherrer & Kienzler, 2016). In Abbildung 7 sind die mittleren Jahresabflusssummen der einzelnen Jahre von 1984 (bzw. 1986) bis 2013 dargestellt.

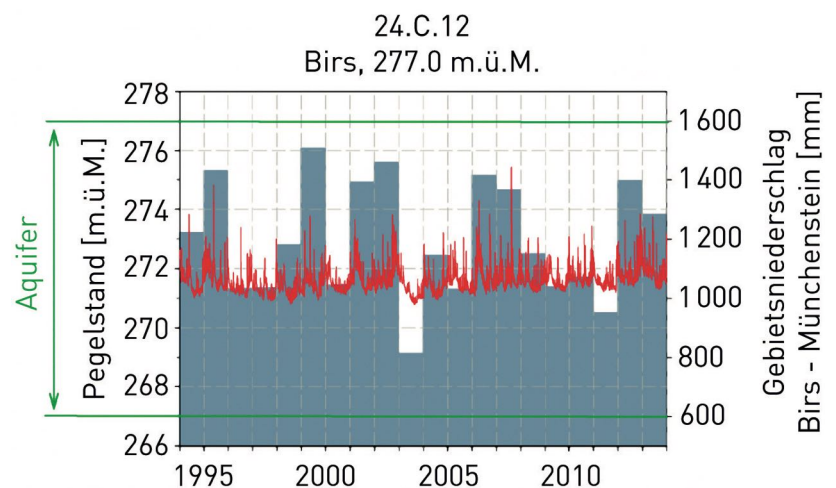


Abbildung 6

Grundwasserpegelschwankungen im EZG Birs-Münchenstein (Anhang 8a Scherrer & Kienzler, 2016b).

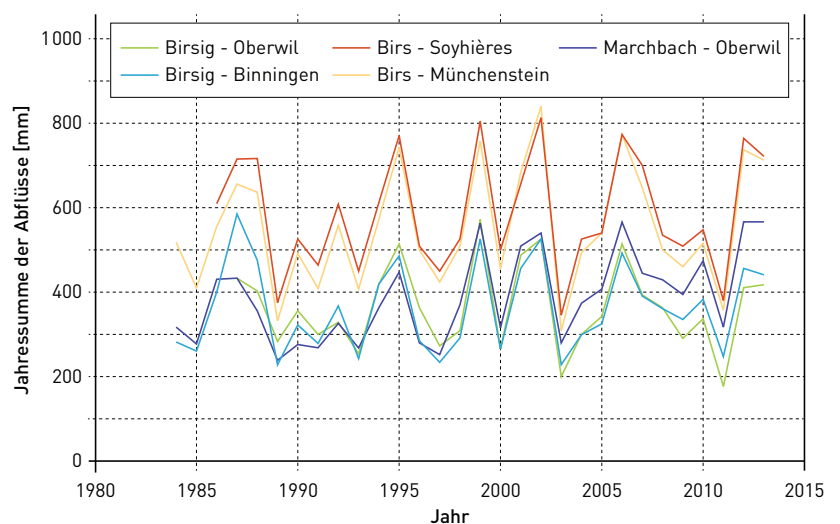


Abbildung 7

Jahresabflusssummen zwischen 1984–2013 (basierend auf Scherrer & Kienzler, 2016a).

Der Q347 ist der Abfluss, der an durchschnittlich 95% der Tage im Jahr überschritten wird (Scherrer & Kienzler, 2016). Er ist eine wichtige Kenngrösse des Niedrigwasserregimes, weil er bestimmt, wie viel Wasser einem Fluss entnommen werden darf. In der Tabelle 3 sind der Q347 für die betrachteten Fließgewässer sowie weitere wichtige Grössen des Niedrigwasserregimes aufgeführt.

### Abflussregimety und Klimawandel

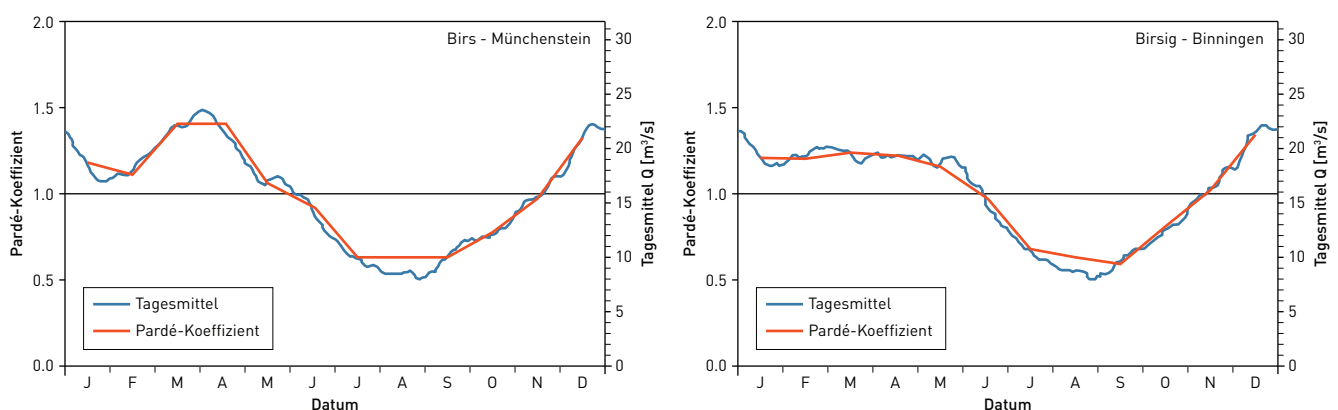
Das Abflussregime zeigt die jahreszeitlichen Veränderungen eines Gewässers auf. Die Veränderung der Abflussmenge über ein Jahr anhand des Tagesmittels ergeben die Kurven in Abbildung 8.

In der Schweiz werden 16 verschiedene Abflussregimety nach der Klassifizierung von Pardé (1933) unterschieden. Die

**Tabelle 3**

Daten des Niedrigwasserregimes von Birs und Birsig (basierend auf Scherrer & Kienzler, 2016a).

		Birs - Soyhières	Birs - Münchenstein	Birsig - Oberwil	Marbach - Oberwil	Birsig - Binningen
Q347 (Per. 1984–2013)	l/s	2596	4373	84	119	209
Restwasser (nach GSchG)	l/s	920	1300	70	100	150
Dotierwassermenge (kantonal)	l/s			90	90	160
Mittlere Jahressumme der Abflüsse	Mio m <sup>3</sup>	344.8	499.3	14.5	10.4	26.8
Abflusssumme nach Abzug Restwasser	Mio m <sup>3</sup>	315.8	458.4	11.6	7.6	21.8



**Abbildung 8**

Die Abflussregimes der verschiedenen Messstationen. Auf der linken Achse wird der Pardé-Koeffizient dargestellt, welcher das Verhältnis zwischen dem monatlichen und dem jährlichen Abfluss wiedergibt (Scherrer, 2016). Auf der rechten Achse ist das Tagesmittel aufgetragen. (Scherrer, 2016, Anhang 3).



Regimes der Birs und des Birsig weisen ein Maximum zwischen Dezember und April und ein Minimum zwischen August und September auf. Solche Typen werden als «pluvial jurassien» oder eingeschränkt «nivo-pluvial jurassien» bezeichnet (Scherrer, 2016).

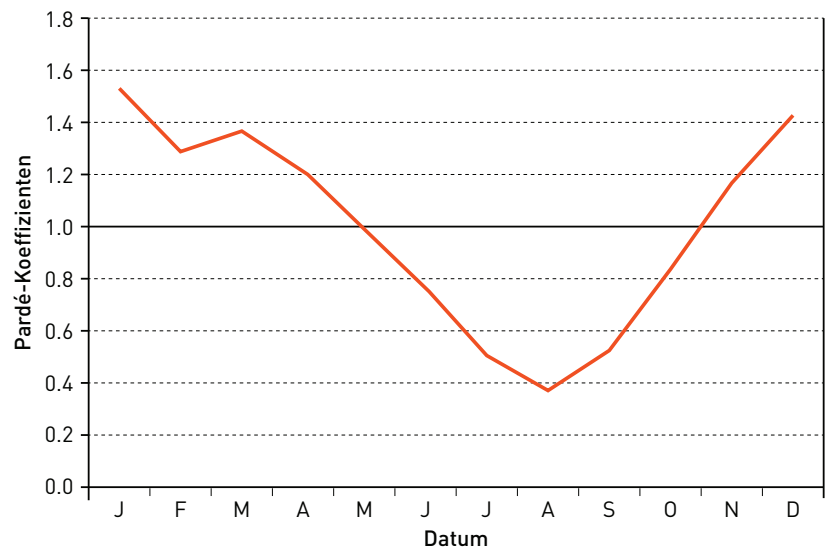
Durch den Klimawandel ist zu erwarten, dass sich für die Region des EZG Birs und Birsig der Abflussregimetyp von einem pluvial jurassien und nivo-pluvial jurassien zu einem pluvial de transition verschieben wird. Pluvial de transition ist ein neuer Abflussregimetyp, der heute in der Schweiz noch nicht vorhanden ist. Dieser Regimetyp hat zwei Maxima im Dezember und März und ein Minimum im August (Abbildung 9). Dies wird zur Folge haben, dass das mittlere Hochwasser im Winter zunimmt und im Spätsommer weniger Wasser abfließt.

### 2.3.5 Einfluss des Menschen

Der Mensch kann den Wasserhaushalt grundsätzlich auf zwei Arten beeinflussen. Er kann durch Zuleitung oder Entnahmen von Wasser den Abfluss direkt verändern. Oder aber er verändert den Abfluss indirekt, in dem er den Gewässerraum umgestaltet, z.B. durch Wasserkraftwerke (WKW) und Wasserbau.

#### *Zuleitung und Entnahme*

Abwasserreinigungsanlagen (ARAs) lassen kontinuierlich Wasser in die Flüsse und vergrößern somit den natürlichen Abfluss. Was die Entnahme von Wasser angeht, so wird Trinkwasser in der Region hauptsächlich durch Grundwasserpumpen entnommen, was zu einem Rückgang der Grundwasserspeicher führt.



**Abbildung 9**

Darstellung des neuen Regimetyps pluvial de transition (BAFU, 2012, S. 50).

### *Wasserkraftwerke und Wasserbau*

Während die Birsig über keine Wasserkraftwerke verfügt, liegen an der Birs elf Laufwasser-kraftwerke, acht davon im Kanton BL (Bundesamt für Energie, 2018). Wasserkraftwerke haben einen direkten Einfluss auf das Abflussregime. Schwankungen in der Wasserkraftnutzung führen zu Pegelschwankungen, Änderungen der Fließgeschwindigkeit und der Flussbreite. Durch Stauungen ist die Restwassermenge unterhalb des Kraftwerks oft geringer (vgl. SWV, 2018).

Hochwasserschutz kann durch verschiedene wasserbauliche Massnahmen sichergestellt werden: Kanalisierung, Eindolung, Staudämme, Umleitung, Begradigung wie auch Verbreiterung. Die Birs (vgl. Golder, 2004) wie auch der Birsig (altbasel.ch, 2018; Wehrli & Friedl, 2018) wurden in verschiedenen Abschnitten kanalisiert.



Einerseits können die Sohle herabgesetzt und die seitlichen Schutzdämme erhöht werden. Andererseits kann das Flussbett verbreitert werden. Dies geschieht häufig im Rahmen einer Revitalisierung (Wehrli & Friedl, 2018). Die zwei angesprochenen Arten des heute angewendeten Hochwasserschutzes haben unterschiedliche Auswirkungen auf den Wasserhaushalt. Bei einer Vertiefung der Sohle und Beibehaltung der seitlichen Schutzdämme bleibt das Flussbett verengt. Durch die geringere Fläche kann weniger Flusswasser ins Grundwasser infiltrieren. Die Renaturierung erhöht die Infiltration und verkleinert die Fließgeschwindigkeit wie auch den Pegelstand. Durch eine höhere Infiltration verkleinert sich wiederum der Oberflächenabfluss.

Falls Verbauung oder Hochwasserschutzmassnahmen erfolgen, müssen diese seit 2011 nach dem neuen GschG Art. 37 im Sinne der Revitalisierung durchgeführt werden. Dies bedeutet, dass der Verlauf des Gewässers so weit wie möglich nicht verändert wird oder sogar der natürliche Zustand wiederhergestellt werden soll. Zusätzlich darf die natürliche Versickerung des Wassers nicht beeinträchtigt werden.

### 2.3.6 Stakeholderanalyse

Die hydrologische Abteilung des BAFU sorgt mit rund 300 Messstationen in der ganzen Schweiz (an der Birs befinden sich deren drei, am Birsig keine) für die hydrologische Datenbeschaffung (BAFU, 2018a). Mittels dieser Datenreihen erarbeitet das BAFU Richtlinien und Empfehlungen zur Bestimmung des Q347. Das BAFU gibt

jährlich 40 Mio. CHF für Revitalisierungen aus, was dem KfVBL zu Gute kommt (Fierz et al., 2011). Ausserdem übernimmt das BAFU die Sanierungskosten der WKW der ALPIQ um «ökologische Beeinträchtigungen zu beseitigen» (BAFU, 2018b).

Das AUE erteilt Konzessionen für die Wasserkraftnutzung und beaufsichtigt die Wasserkraftwerke und die wasserentnehmenden Unternehmen, wie z.B. die Ricola AG (BL, 2018). Pro Natura Basel besitzt das Verbandsbeschwerderecht und kann damit gegen bestimmte Projekte Einsprache erheben. Der KfVBL fordert von der ALPIQ, dass die Tätigkeiten ihrer WKW die Fische nicht beeinträchtigen (Nittnaus, 2014).

### 2.3.7 Kosten und Gewinne

Nachfolgend werden die wichtigsten Kosten und Gewinne der relevanten Stakeholder erläutert. Für den Menschen entstehen Kosten vor allem bei extremen Abflussmengen, also bei Hoch- und Niedrigwasser.

#### *Hochwasser*

In dicht besiedelten Gebieten, wie beispielsweise Laufen, führen hauptsächlich Überflutungen zu hohen Kosten. Das Jahrhunderthochwasser im August 2007 in Laufen verursachte eine Schadenssumme von 60 Mio. CHF und zusätzlichen Behebungskosten von weiteren 57 Mio. CHF. Die berechneten Gesamtkosten für die danach ausgearbeiteten Hochwasserschutzmassnahmen belaufen sich auf 36.9 Mio. CHF (vgl. Tiefbauamt Basel-Landschaft, 2017).

### **Wasserkraft**

An der Birs gibt es acht private Kleinwasserkraftwerke, welche beim minimalen bzw. maximalen Strompreis von 2018 einen Gesamtgewinn von mindestens 5.13 Mio. CHF pro Jahr und höchstens 10.26 Mio. CHF pro Jahr erzielen. Bei Niedrigwasser können sie weniger Elektrizität produzieren oder müssen den Betrieb vorübergehend ganz einstellen müssen (Kanton Basel-Landschaft, 2012). In trockenen

Sommermonaten entgehen Kraftwerken schweizweit etwa 20–30 Prozent ihres langjährigen Durchschnittumsatzes (Heiniger, 2016).

### **Landschaft**

Die landschaftliche Attraktivität des Flusstraumes wird von den Einwohner/innen der Gemeinden an der Birs und dem Birsig aktiv genutzt. Der Fluss wertet den Wohnraum somit deutlich auf.

Der Mensch beeinflusst das natürliche Abflussregime in vielerlei Weise. Gleichzeitig nutzt er die Birs zur Stromproduktion und ist für die Trinkwasserversorgung auf die Versickerung von Flusswasser angewiesen. Mit dem Klimawandel wird sich der Regimetyp verändern, der Mensch muss die Nutzung den neuen Gegebenheiten anpassen.

Regenwasser aufzunehmen als das beim EZG des Birsig der Fall ist. Auch wenn die Birs momentan als robust angesehen wird, kann davon ausgegangen werden, dass der Grundwasserkörper des Birstals aufgrund der Karst-Grundwasserleiter in Zukunft sehr empfindlich auf Trockenzeiten und erhöhte Niederschlagsmengen reagieren wird.

## **2.4 Diskussion**

### **2.4.1 Zusätzlicher anthropogener Abfluss**

Die Gemeinden aus dem Birsig-Gebiet im Kanton BL beziehen ihr Trinkwasser aus dem EZG der Birs. Das Abwasser wird jedoch der Birsig zugeführt. Dieser zusätzliche Abfluss ist vor allem während Trockenperioden wichtig. Im Vergleich zu den Durchschnittswerten des Abflusses ist der Einfluss aber vernachlässigbar klein.

### **2.4.2 Robustheit des Grundwasserspeichers**

Die Geologie des EZGs der Birs erlaubt es dem Grundwasserspeicher schneller

### **2.4.3 Klimawandel und Folgen für die Wasserkraft**

Mit dem Klimawandel wird sich der Regimetyp verändern. Im Winter stärker auftretende Hochwasserperioden werden entsprechende Hochwasserschutzmassnahmen erfordern. Das veränderte Regime führt dazu, dass die WKW in Zukunft weniger Wasser zur Verfügung haben. Wenn der Q347 sinkt, müssten auch die gesetzlich festgelegten Entnahmemengen angepasst werden. Folglich werden einige WKW daher in sehr trockenen Monaten keinen Strom mehr produzieren können und dadurch Verluste erleiden.

## 2.5 Schlussfolgerung

Das Abflussregime betrifft viele relevante Stakeholder des Fliessgewässermanagements. Die Kraftwerke sind beispielsweise abhängig davon, dass immer ausreichend Wasser vorhanden ist, um einen möglichst grossen Gewinn zu generieren. Im Kontext der Energiestrategie 2050 wird die Wasserkraft in Zukunft einen grossen Teil der Stromnachfrage in der Schweiz abdecken müssen. Für die Lebewesen des Fliessgewässers muss genügend Wasser sowie ein funktionierender Geschiebetransport vorhanden sein. Für die Anwohner/innen ist es in erster Linie wichtig vor den Naturgefahren geschützt zu sein. Es muss darum vermehrt in den Hochwasserschutz investiert werden, um die anfallenden Schäden gering zu halten.

Um künftig ein nachhaltiges Fliessgewässermanagement zu erhalten, müssen die Bedürfnisse der Wirtschaft, der Natur und der Anwohner/innen in Einklang gebracht werden. Die Revitalisierung bietet hier eine sehr umfassende Art dies anzugehen. Denn sie verbindet Hochwasserschutz und die Förderung der Biodiversität.

Aufgrund der sich zukünftig ändernden Abflussmengen und des neuen Abflussregimetyps werden auch gesetzliche Anpassungen von Nöten sein. Ein nachhaltiges Fliessgewässermanagement braucht ein funktionierendes legales System von Konzessionen und Gesetzen, um die menschlichen Eingriffe zu regeln.

## 3 Wasserver- und -entsorgung

Für ein nachhaltiges Fließgewässermanagement sind die Wasserver- und -entsorgung zentrale Bestandteile. Nur mit einer effizienten und gut vernetzten Wasserversorgung ist es möglich, ausreichend Trinkwasser auch in trockenen Zeiten der Bevölkerung zur Verfügung zu stellen und die Grundwasservorkommen langfristig zu schonen. Da das Grundwasser und das Fließgewässer miteinander in Austausch stehen, hat die Qualität der Grundwasservorkommen einen unmittelbaren Einfluss auf das Fließgewässer. Weiter hat auch die Wasserentsorgung grosse Auswirkungen auf das Fließgewässer, da nur eine funktionierende Wasserentsorgung mit ausreichend Kapazitäten verhindern kann, dass Verunreinigungen aus urbanen Gebieten in die Flüsse gelangen.

Durch zukünftige Veränderungen wie dem Klimawandel und einer stärkeren Belastung durch Mikroverunreinigungen

Um in die Fallthematik einzusteigen, wurde eine Stakeholderanalyse durchgeführt. Aus dieser gingen die wichtigsten Stakeholder, ihr Interesse an der Thematik und die Art und Möglichkeit der gegenseitigen Beeinflussung hervor. Die Stakeholderanalyse sowie die Beantwortung der Fragestellung basierten auf Recherchearbeiten. Für diese wurden wissenschaftliche Suchportale wie Google Scholar oder die ETH Bibliothek verwendet, wobei jedoch der grösste Teil der Informationen auf den Webseiten der involvierten Stake-

kommen auf die Wasserver- und -entsorgung grosse Herausforderungen zu. Diese Teilanalyse konzentriert sich besonders auf die Organisationsstruktur und die Vor- und Nachteile des Systems, die entstehenden Kosten und Gewinne sowie die Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserver- und -entsorgung.

In diesem Kapitel leiten folgende Fragen:

- Wie ist die Wasserver- und -entsorgung an der Birs und am Birsig organisiert?
- Was sind die Vor- und Nachteile des heutigen Systems?
- Welches sind die Auswirkungen auf den natürlichen Wasserhaushalt und wie wird sich die Situation mit dem Klimawandel verändern?
- Welche Stakeholder beeinflussen die Wasserver- und -entsorgung?
- Wo entstehen Kosten und Gewinne und wie hoch sind die (inkl. Gebühren)?

holder gefunden wurde, da das Fallthema sehr spezifisch und lokal ist. Als Ergänzung zu der Internetrecherche wurden zum Teil Experten/innen-Interviews mit den Direktbetroffenen durchgeführt. Bei Informationen, welche direkt von den Stakeholdern kommen, ist die Objektivität und Wissenschaftlichkeit jedoch nicht immer zwingend gegeben, weshalb die Herkunft der Aussage mit der Position oder dem Beruf des Stakeholders klar angegeben wird.

### 3.1 Einleitung

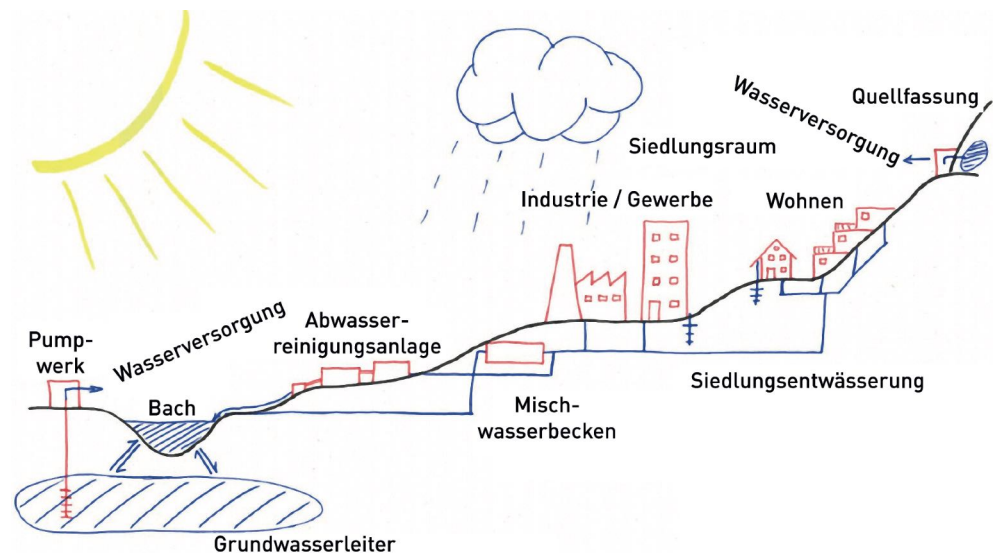
### 3.2 Vorgehensweise

### 3.3 Resultate

#### 3.3.1 Wasserver- und -entsorgung im Wasserkreislauf

Die Wasserver- und -entsorgung basieren auf dem natürlichen Wasserkreislauf (Abbildung. 10). Niederschlag fällt auf Gewässer oder Boden und infiltriert von dort ins Grundwasser. Aus dem Grundwasser wird Wasser gewonnen und in die Siedlung verteilt. Jeder Haushalt benötigt im Schnitt in der Schweiz 162 Liter täglich. Aus dem

Haushalt gelangt das Wasser über das Mischwasserbecken in die Abwasserreinigungsanlage (ARA), in welcher das Wasser aufbereitet und dann in das Gewässer eingeleitet wird. Aus dem Gewässer verdunstet das Wasser, kondensiert in der Atmosphäre und wird zu Niederschlag. Dadurch ist der Kreislauf wieder geschlossen (vgl. Maurer, 2012).



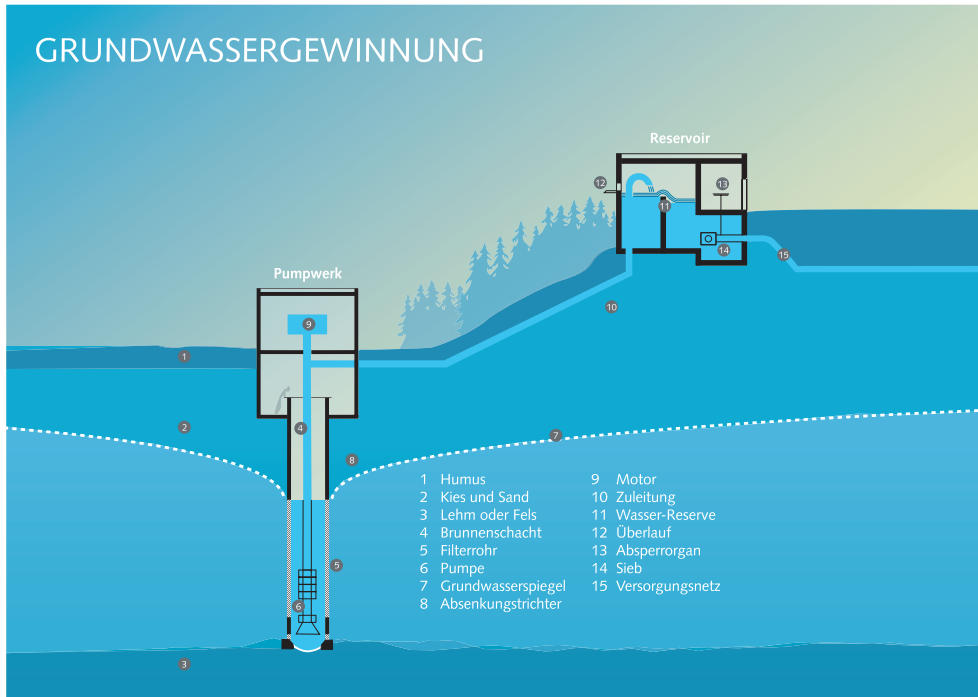
**Abbildung 10**

Der Wasserkreislauf (Auckenthaler, 2018).

#### 3.3.2 Wasserversorgung an der Birs inkl. Birsig

Das Trinkwasser im untersuchten Gebiet wird aus dem Grundwasser gewonnen. Dabei gibt es zwei verschiedene Gewinnungsmöglichkeiten. Bei der Grundwassergewinnung wird mit einem Grundwasserpumpwerk das Grundwasser aus der Tiefe hochgepumpt (siehe Abbildung 11). Dies erfordert durch das Hochpumpen des Grundwassers Energie und führt, zumindest lokal, zu einer Absenkung des Grundwasserspiegels. Das gewonnene Wasser

wird in ein höher gelegenes Reservoir gepumpt, wodurch der nötige Druck in den Wasserleitungen zustande kommt. Ausserdem werden dadurch die Pumpwerke von den täglichen Bedarfsschwankungen entkoppelt (Haag & Pfändler, 2013; SVGW, 2015a). Im Gegensatz dazu benötigen die Quellfassungen keine Energie für das Hochpumpen, weil Quellwasser, das auf natürliche Weise aus dem Boden austritt, gesammelt wird (siehe Abbildung 12). Die Fassung erfolgt durch eine Sickersröhre, anschliessend müssen die noch im Grund-



**Abbildung 11**  
Grundwasserfassung (SVGW, 2015a).



**Abbildung 12**  
Quellfassung (SVGW, 2015b).

wasser mitgeführten Sandpartikel und andere Feinstoffe herausgesiebt werden. Schlussendlich gelangt das Wasser auch hier in ein Reservoir (SVGW, 2015b).

Im unteren Flussverlauf der Birs und des Birsigs sind fast ausschliesslich Grundwasserpumpwerke installiert, am oberen Flussverlauf der Birs machen Quelfassungen doch ein Drittel der gesamten Wassergewinnung aus (Statistisches Amt Basel-Landschaft, 2018a; Statistisches Amt Basel-Landschaft, 2018b).

Damit das Grundwasser immer in ausreichender Menge vorhanden ist, werden im Einzugsgebiet der Birs und des Birsigs verschiedene Massnahmen umgesetzt. Eine Massnahme ist die Revitalisierung des Flussbetts. Dadurch kann das Flusswasser durch die nun wieder naturnahen Gewässersohlen und Ufer schneller in das Grundwasser infiltrieren und somit bildet sich mehr Grundwasser aus dem Flusswasser (Auckenthaler & von Gunten, 2016; Holinger AG, 2013). Eine weitere Möglichkeit ist die künstliche Grundwasseranreicherung. Bei dieser wird aufbereitetes Flusswasser über Sickergräben oder -brunnen in den Boden gespeist und erhöht dort die Menge an Grundwasser (Auckenthaler & von Gunten, 2016). Zusätzlich vergibt der Kanton Konzessionen, in welchen die Menge des Grundwassers zur Entnahme festgelegt ist, um die Grundwasservorkommen langfristig zu sichern (AUE, 2018). Falls mit diesen Massnahmen dennoch lokal nicht genügend Grundwasser für die Deckung des Wasserverbrauchs vorhanden sein sollte, kann dies theoretisch durch eine gute Vernetzung zwischen den einzelnen Gemeinden ausgeglichen werden. Im untersuchten Gebiet, besonders im oberen Flussabschnitt

der Birs, ist diese Vernetzung nicht ausreichend und müsste durch den Bau mehrerer neuer Versorgungsleitungen zwischen den Gemeinden verbessert werden (Sutter Ingenieur- und Planungsbüro, 2011).

Neben der Quantität des Grundwassers ist auch die Qualität des Grundwassers für die Trinkwasserversorgung wichtig. Um eine möglichst gute Qualität des Grundwassers zu haben, scheidet der Kanton verschiedene Schutzzonen um die Grundwasser- und Quelfassungen aus, in welchen grundwassergefährdende Aktivitäten, wie beispielsweise das Ausbringen von Pestiziden, verboten oder stark eingeschränkt sind (BUWAL, 2004). Die Qualität des gewonnenen Grundwassers ist trotz dieser Schutzzonen örtlich und zeitlich variierend, da sie von verschiedenen Faktoren wie z.B. der Flussinfiltration, der Geologie und der Niederschlagsmenge beeinflusst wird. Beispielsweise kann durch die Revitalisierung von Flüssen und der folglich schnelleren Infiltration ins Grundwasser, besonders bei Hochwasser, noch verschmutztes Grundwasser zur Gewinnungsstation gelangen (Auckenthaler & von Gunten, 2016; Holinger AG, 2013). Aus diesem Grund haben die Anlagen unterschiedliche Ausstattungen: ohne Aufbereitung, einfache Aufbereitung (UV-Strahlung, Chlor oder Ozon) oder mehrstufige Aufbereitung (mehrstufige Filtration, biologische Aktivkohlefilter und UV-Desinfektion) (Hammes, 2016).

### 3.3.3 Wasserentsorgung an der Birs inkl. Birsig

Bei der Wasserentsorgung, auch Siedlungsentwässerung genannt, werden drei Arten von Abwasser unterschieden: Schmutzwasser, Regenwasser und Fremdwasser. Unter Schmutzwasser

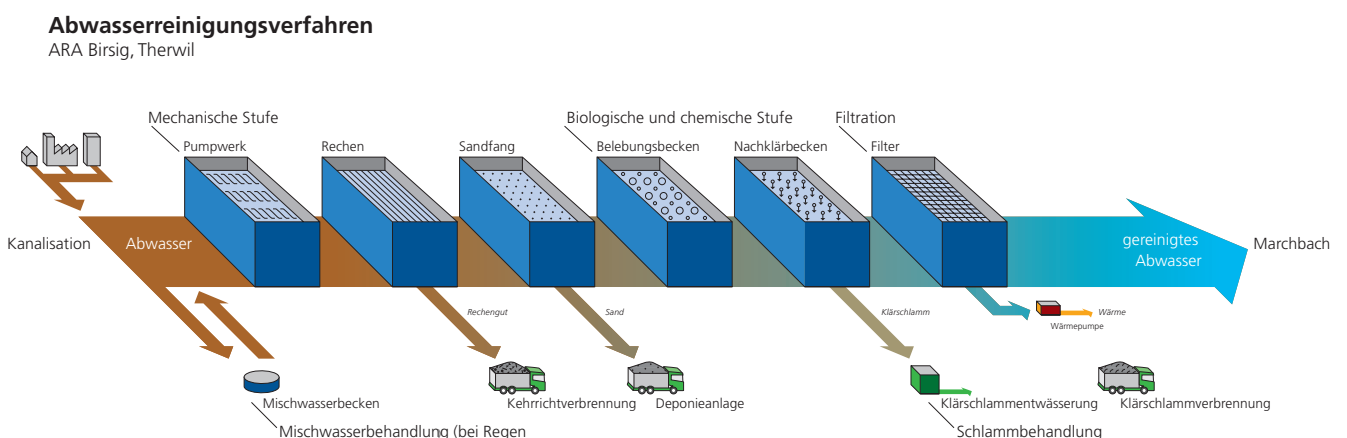


versteht man Abwasser, das stark verschmutzt ist und nicht ohne Behandlung sicher in Oberflächengewässer geleitet werden kann. Regenwasser ist Niederschlagswasser, das in der Kanalisation abfließt. Es kann verschmutzt sein, wenn es beispielsweise von einer Strasse in die Kanalisation gelangt ist. Unter Fremdwasser versteht man Wasser, das ungewollt in das Entwässerungssystem gelangt und deshalb nicht bis kaum verschmutzt ist. Fremdwasser kann beispielsweise Kühlwasser oder Brunnenwasser sein (vgl. Benthaus, 2018).

Aufgrund dieser verschiedenen Abwasserarten entwickelten sich zwei verschiedene Entwässerungssysteme. Einerseits gibt es das Mischsystem, bei welchem Schmutz- und Regenwasser gemeinsam abgeführt, in den Mischwasserbecken gesammelt und dann in der ARA gereinigt werden. Das Fremdwasser wird nicht in die Mischwasserbecken geführt, sondern direkt in die Gewässer. Bei Starkniederschlägen kann es sein, dass durch das vie-

le Regenwasser die Mischwasserbecken nicht alles Wasser zurückhalten können, dann wird das Mischwasser ungereinigt in ein Oberflächengewässer gelassen. Andererseits existiert das Trennsystem, bei welchem das Fremd- und das Regenwasser vom Schmutzwasser getrennt gesammelt und ohne Reinigung in Gewässer eingeleitet wird. Da in der ARA nur das unverdünnte Schmutzwasser gereinigt werden muss, ist die Reinigungsleistung nicht durch Niederschläge beeinträchtigt. Jedoch kann es sein, dass bei diesem Trennsystem verschmutztes Regenwasser unbehandelt in ein Gewässer gelangt (vgl. Benthaus, 2018; Maurer, 2012). Im Gebiet der Fallstudie ist, gemäss Benthaus (2018), das Mischsystem das gebräuchlichere Entwässerungssystem.

Je nach Abwassersystem wird Schmutz- und Regenwasser oder nur das Schmutzwasser in der ARA gereinigt. Die Reinigung geschieht in drei verschiedenen Stufen (siehe Abbildung 13). In der ersten, der physischen Stufe, werden Grobstoffe,



**Abbildung 13**  
Aufbau einer ARA (AIB, 2018, S. 3).

Öl, Sand, Schlamm und andere Feststoffe rausgefiltert. Die Filterung geschieht entweder durch einen Rechen oder durch die Sedimentation der Feststoffe. Die zweite, biologische Stufe baut weitere, verunreinigende Stoffe wie Stickstoff ab, indem für diese Prozesse erforderliche Mikroorganismen durch gezielte Bedingungen wie zum Beispiel das Belüften der Becken gefördert werden, wodurch der sogenannte Belebtschlamm entsteht. Gleichzeitig mit der biologischen Stufe erfolgt die chemische Stufe, bei der Eisen- oder Aluminiumsalze dem Abwasser beigefügt werden, was zur Phosphatfällung führt. Die geformten Metall-Phosphat-Flocken werden gemeinsam mit dem Belebtschlamm im Nachklärbecken durch Sedimentation aus dem Abwasser entfernt (vgl. AWEL, 2004).

In Planung steht noch eine vierte Reinigungsstufe, bei welcher Mikroverunreinigungen aus dem Wasser entfernt werden. Möglich ist das einerseits durch Ozonierung, wobei Ozon diese Schadstoffe oxidiert und sie dadurch zu sogenannten Metaboliten verändert. Die Auswirkungen auf die Umwelt durch Metaboliten sind jedoch noch weitgehend unbekannt (AWEL, 2014). Andererseits können mit Aktivkohle die Schadstoffe absorbiert werden, wobei die Aktivkohle dann noch zusätzlich herausgefiltert werden muss und, wegen der Schadstoffkontamination, speziell entsorgt werden muss. Beim Einsatz der Aktivkohle ist eine gute Absorption von Mikroplastik zu erwarten (Bertling, 2018; Kappeler et al., 2014). Die Bau- und Umweltschutzdirektion des Kantons Basel-Stadt (2018) sagt, dass bis im Jahr 2035 zwei der drei ARAs im untersuchten Gebiet mit dieser vierten Reinigungsstufe ausgerüstet sein sollen.

### 3.3.4 Organisationsform der Wasserver- und -entsorgung

Bei der Wasserversorgung sind die Kompetenzen wie folgt geregelt: Der Kanton ist für die langfristige Sicherung der Grundwasserreserven und für die Bereitstellung von genügend sauberem Trinkwasser im Rahmen der technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten zuständig. Er kann die Aufgabe der Wasserversorgung an die Gemeinden, Zweckverbände, öffentlich-rechtliche Genossenschaften oder Aktiengesellschaften delegieren. Im Einzugsgebiet der Birs inklusiv Birsig kommen alle vier Organisationsformen vor. Die grösste Akzeptanz von allen involvierten Stakeholdern hat der Zweckverband, jedoch ist die häufigste Form im zu untersuchenden Gebiet der sogenannte Regiebetrieb, bei der jede einzelne Gemeinde die Wasserversorgung selbstständig sicherstellt (Auckenthaler & von Gunten, 2016). Nach Auckenthaler und von Gunten (2016) bringt der Regiebetrieb als heutige Organisationsform die Nachteile mit sich, dass die Gemeinden aufgrund fehlender Vernetzung kaum voneinander profitieren können und dass durch das grosse Mitspracherecht der Stimmberechtigten besonders beim Wasserpreis die Professionalität fehlt.

Bei der Siedlungsentwässerung sind die Gemeinden für die Kanalisation in ihrem Gebiet zuständig und müssen das verschmutzte Wasser bis zur ARA transportieren. Zudem müssen sie dafür sorgen, dass unverschmutztes Wasser versickern oder speziell abgeleitet werden kann. Betrieben werden die ARAs in unserem Fallgebiet entweder von einem aus verschiedenen Gemeinden bestehenden Zweckverband oder, was am häufigsten ist, vom Amt für Industrielle Betriebe des

Kantons. Vorteil dieser Betriebsform ist, dass der Kanton als Betreiber mit den Gemeinden zusammenarbeitet und sich so alle Beteiligten gut einbringen können. Ausserdem können Synergien gut genutzt und dadurch Kosten tief gehalten werden (vgl. kGSchG; Maurer, 2012).

### 3.3.5 Ökonomische Aspekte Wasserver- und -entsorgung

Für das Verständnis des ökonomischen Aspekts der Wasserver- und -entsorgung sind einige Grundsätze zu verstehen. Generell ist diese nicht gewinnorientiert zu betreiben, die Einnahmen sollen also nur die Ausgaben decken. Zusätzlich ist im kantonalen Gewässerschutzgesetz (kGSchG) vorgeschrieben, dass die Kosten nach dem Verursacherprinzip verrechnet werden sollen, also wer mehr Wasser bezieht oder verschmutzt, muss mehr zahlen. Gleichzeitig gilt auch das Solidaritätsprinzip, durch welches jede/r Einwohner/in die gleiche Grundgebühr zahlen muss, unabhängig davon, wie weit die Kanalisation von ihrem/seinem Haushalt bis in die ARA geht. Charakteristisch für die Wasserver- und -entsorgung ist auch, dass etwa 70 bis 80 % der Kosten für den Werterhalt der Infrastruktur anfallen (Ben-thaus, 2018).

Der Preis für die Wasserversorgung setzt sich aus einer jährlichen Grundgebühr und dem Wasserzins pro bezogenem  $m^3$  Wasser zusammen. Die Grundgebühr wiederum ist unterteilt in die Gebäudegebühr, welche 0.15 % der Gebäudeversicherungssumme entspricht, und der Leistungsgebühr, welche von der Durchflussrate abhängt (FKD, 2018). Im Mittel kostet ein  $m^3$  Wasser so etwa fünf Rappen

(IWB, 2018). Jedoch ist der Wasserpreis kommunal geregelt und deshalb von Gemeinde zu Gemeinde sehr verschieden (Kanton Basel-Landschaft, 2018).

Die Gebühren für die Wasserentsorgung setzen sich aus einer jährlichen Grundgebühr, der mengenabhängigen Schmutzwassergebühr und der mengenabhängigen Regenwassergebühr zusammen. Die Schmutzwassergebühr macht dabei etwa 60 % bis 80 % und die Regenwassergebühr 10 % bis 30 % der gesamten Gebühr aus. Die Schmutzwassergebühr berechnet sich aus der bezogenen Menge an Frischwasser und ist etwa 2.15 CHF pro  $m^3$  (FKD, 2018). Die Regenwassergebühr wird aus der Grösse der versiegelten Fläche ermittelt. Einige Gemeinden verzichten auch auf die Grund- oder die Regenwassergebühr (vgl. kGSchG). Gemäss Auckenthaler (2018) könnte dieser Preis in den nächsten Jahren auf bis zu CHF 8.— ansteigen, weil die Kanalisation im Fallgebiet sanierungsbedürftig ist, was grosse Investitionen erfordert.

Zusätzlich zur Kanalisationssanierung fällt in den nächsten Jahren die Aufrüstung der ARAs mit einer vierten Reinigungsstufe an. Die Kosten dafür werden mit Gebühren separat finanziert. Die ARAs müssen jedes Jahr eine Abgabe von CHF 9.— pro angeschlossenen/r Anwohner/in an den Bund in einen Fond zahlen, welcher die Kosten der Sanierung zu 75 % übernimmt. Eine ARA bekommt das Geld aus dem Fond nur, wenn sie bis spätestens 2035 mit der Sanierung beginnt. Hat eine ARA eine vierte Stufe fertig eingebaut, muss sie die jährliche Abgabe nicht mehr bezahlen (vgl. kGSchG).

### 3.3.6 Klimawandel

Durch den Klimawandel werden, laut dem National Centre for Climate Services NCCS (2018), höhere Temperaturen und eine veränderte jahreszeitliche Verteilung des Niederschlags zu erwarten sein. Das heisst, dass im Winter mit einer leichten Zunahme der Niederschläge zu rechnen ist, während die Sommer trockener werden. Obwohl der Niederschlag also gesamthaft nicht abnimmt, werden die Böden vermutlich trockener, weil durch die höheren Temperaturen mehr verdunstet. Dies ist für das zu untersuchende Gebiet ein Problem, da durch den karsthaltigen Untergrund das Wasser, speziell bei trockenen Böden, sehr schnell abläuft und so die Grundwasservorkommen weniger stark anreichert. Dazu ist jedoch anzumerken, dass entgegen diesen Erwartungen im Hitzesommer 2018 die Grundwas-

terspiegel im untersuchten Einzugsgebiet gemäss Herrn Imhof, Brunnenmeister der Wasserversorgung Zwingen, jedoch nur unmerklich gesunken sind, verglichen mit anderen Kantonen.

Zudem ist durch den Klimawandel vermehrt mit Extremereignissen wie Starkniederschlägen zu rechnen (National Centre for Climate Services NCCS, 2018). Diese stellen eine Gefahr für die Wasser- und -entsorgung dar, weil sie beispielsweise Felder abschwemmen oder Mischwasserbecken zum Überlaufen bringen, wodurch sich die Wasserqualität stark verschlechtert (Auckenthaler & von Gunten, 2016). Eine weitere Gefahr ist, dass die aus den Starkniederschlägen resultierenden Hochwasser die ufernahen Wassergewinnungsanlagen überfluten und diese dann abgestellt werden müssen.

## 3.4 Diskussion

### 3.4.1 Herausforderung Klimawandel

Im Einzugsgebiet der Birs und des Birsigs stehen verschiedene Herausforderungen an. Einer der grössten Herausforderungen ist sicherlich der Klimawandel, welcher mit Trockenperioden v.a. im Sommer und Starkniederschlägen das System an seine Grenzen bringt. Ein Lösungsansatz gegen diese Probleme ist gemäss Auckenthaler & von Gunten (2016) die Revitalisierung der Flüsse, welche als Massnahme gegen beide Effekte des Klimawandels wirkt. Denn durch eine Revitalisierung kann das Flusswasser schneller ins Grundwasser infiltrieren, wodurch die Grundwasservorkommen nachhaltig gespeist werden. Zusätzlich haben revitalisierte Flüsse bei Hochwasser eine erhöhte Resilienz, da sie den Abfluss verzö-

gern. Gegen die Folgen des Klimawandels gibt es auch technische Möglichkeiten wie beispielsweise das Benutzen von Regenwasser für die WC-Spülung (AWEL, 2018). Denn da die Toilettenspülungen immerhin einen Drittel der täglich benötigten 140 Liter pro Haushalt ausmachen, könnte mit dieser relativ einfachen Massnahme doch schon eine grosse Menge Trinkwasser gespart und die Grundwasservorkommen geschont werden (Benthaus, 2018). Eine weitere technische Möglichkeit ist das Trennen von Schmutz- und Regenwasser im Trennsystem. Denn dadurch würde verhindert werden, dass bei Starkniederschlägen die Mischwasserbecken überlaufen und dass dadurch ungereinigtes Schmutzwasser in die natürlichen Gewässer gelangt.

### 3.4.2 Herausforderung fehlende Vernetzung

Eine weitere Herausforderung ist die starke Regionalisierung und die fehlende Vernetzung zwischen den Gemeinden. Denn durch die Regionalisierung und die starke Teilung der Aufgaben ist es sehr schwierig, den Gesamtüberblick zu behalten. Gemäss Furler (2018), Verwaltungsrat der regionalen Wasserversorgung Birstal-Thierstein AG, wusste beim letzten Unwetter, als die Birs über die Ufer getreten ist, keiner der Stakeholder, wie am sinnvollsten zu reagieren ist. Ziel einer besseren Vernetzung sollte auch sein, dass die Gemeinden im Sommer ihren mittleren Bedarf decken können und bei Engpässen auf die Ressourcen grösserer Wasserversorgungen zurückgreifen können (Hudec, 2018). Die Vernetzung muss also sowohl durch Verbindungsleitungen als auch innerhalb der Organisationsstruktur verbessert werden.

Obwohl klimatische bedingte Veränderungen und Extremereignisse wie der Hitzesommer 2018 für die Wasserver- und -entsorgung eine Belastung darstellen, ist in unserem Fallgebiet davon auszugehen, dass die Wasservorkommen auch in den nächsten Jahren ausreichen, um die Bevölkerung mit ausreichend und qualitativ hochwertigem Trinkwasser zu versorgen. Entscheidend ist, dass das vorhandene Wasser zwischen den Gemeinden durch eine gute Vernetzung verteilt werden kann und dass bestehende Wasservorkommen vor Verunreinigungen und Übernutzungen geschützt werden.

Gerade beim Schutz der Grundwasservorkommen oder auch bei der Festlegung der Wasserpreise können Interessenkon-

### 3.4.3 Kosten für die Sanierung

Auch die Ausgaben und Gewinne können in den nächsten Jahren zu einem Problem werden. Denn um die Kosten für die anstehenden Sanierungen zu decken, kann es sein, dass die Preise in den nächsten Jahren bis um das Vierfache ansteigen (Auckenthaler, 2018). Dies ist darauf zurückzuführen, dass im Kanton Basel-Land die wertvolle Infrastruktur jährlich an Wert verliert, was eigentlich durch Abschreibungen in der Buchhaltung ausgeglichen werden sollte. Wenn jedoch, wie im Moment, der Wertverlust grösser als die Abschreibungen sind, kommt es zu einem sogenannten Wertverzehr, wodurch eigentlich dringend nötige Ersatzinvestitionen aufgeschoben werden (BUD, 2012).

flikte entstehen, obwohl alle Stakeholder auf eine funktionierende Wasserver- und -entsorgung angewiesen sind.

Einzelne Projekte wie Revitalisierungen von Flussabschnitten oder das geplante Einbauen einer vierten Reinigungsstufe zeigt die Bereitschaft der Involvierten, das System auch für zukünftige Herausforderungen zu rüsten. Es ist jedoch unklar, wie schwierig solche Herausforderungen wie z.B. der Klimawandel oder die Mikroverunreinigung zu lösen sein werden und wie fest die heutige, dezentrale Struktur eine rasche Anpassung bremst. Erfolgsversprechend für die Zukunft ist, dass alle involvierten Stakeholder eine nachhaltige Wasserver- und -entsorgung an der Birs und dem Birsig benötigen.

## 3.5 Schlussfolgerung

## 4 Wasserqualität

### 4.1 Einleitung

Wasser bildet die Lebensgrundlage auf unserer Erde. Dessen Qualität sichert das Wohlergehen aller Lebewesen. Wenn die optimale Wasserqualität nicht mehr gewährleistet ist, kann das Wasser nicht mehr die benötigten Funktionen wie zum Beispiel die Bewässerung der Landwirtschaft, den Erhalt der einheimischen Biodiversität, die Trinkwasserversorgung oder Naherholungsfunktion erfüllen.

Die anthropogenen Einflüsse und die Landnutzung um das Gewässer beeinflussen die Wasserqualität massgeblich. Folglich ist die Frage nach den Qualitätskriterien und auch nach erhaltenden sowie verbessernden Massnahmen entscheidend.

Durch dieses Kapitel leiten folgende Fragestellungen:

- Wie ist die aktuelle mikrobiologische, chemische und physikalische Wasserqualität der Fließgewässer Birs und Birsig?
- Wie wird sie sich mit dem Klimawandel verändern?
- Welche Rolle spielen Mikroverunreinigungen in der Birs?
- Welches sind dazu die massgebenden gesetzlichen Grundlagen?
- Welche Stakeholder beeinflussen die Wasserqualität?
- Wo entstehen Kosten und Gewinne und wie hoch sind sie?

### 4.2 Vorgehensweise

Die Teilanalysegruppen haben sich mit einer Literaturrecherche befasst, wobei wissenschaftliche Datenbanken wie NEBIS, Web of Science, LexisNexis oder Google Scholar verwendet wurden. Dabei dienten die von den Experten/innen zur Verfügung gestellten Quellen als Grundlage. Einige Informationen generierten sie durch per-

sönliche Befragungen in Form von E-Mails oder Interviews, andere durch die Websites oder Vorträge der Stakeholder. Um die Einflüsse und Beziehungen der Stakeholder untereinander aufzuzeigen, bedienten sich die Gruppen der Methode der Stakeholderanalyse.

### 4.3 Resultate

#### 4.3.1 Einzugsgebiet der Birs und des Birsigs

Die Birs und der Birsig werden von Quell-, Regen- und Grundwasser gespeist und münden bei Basel in den Rhein. Das Flusswasser verdunstet, versickert und wird vom Menschen genutzt. Schweizweit wird etwa 25% des entnommenen Wassers in Haushalten verbraucht, 20% in der Landwirtschaft und 55% in Gewerbe und Industrie. Nach der Nutzung gilt es als Abwasser und wird über die Kanalisation in die Mischbecken und weiter in die Kläranlagen transportiert. Danach

wird das aufbereitete Wasser wieder in Oberflächengewässer geleitet. Im Einzugsgebiet der Birs gibt es drei grosse und rund 10 kleine Abwasserreinigungsanlagen (ARA) (vgl. Gewässerschutzfachstellen der Kantone BE, 2008). Das Einzugsgebiet der Birs und des Birsig ist kantonsübergreifend und gestaltet sich wie folgt (siehe auch Abbildung 14):

- 50% Wald
- 42% Landwirtschaft
- 8% Siedlungsfläche (davon die Hälfte im Ballungszentrum von Basel) (vgl. Chaix & Hintermann, 2002).



### 4.3.2 Wasserqualität der Birs und des Birsigs

#### *Physikalische Wasserqualität*

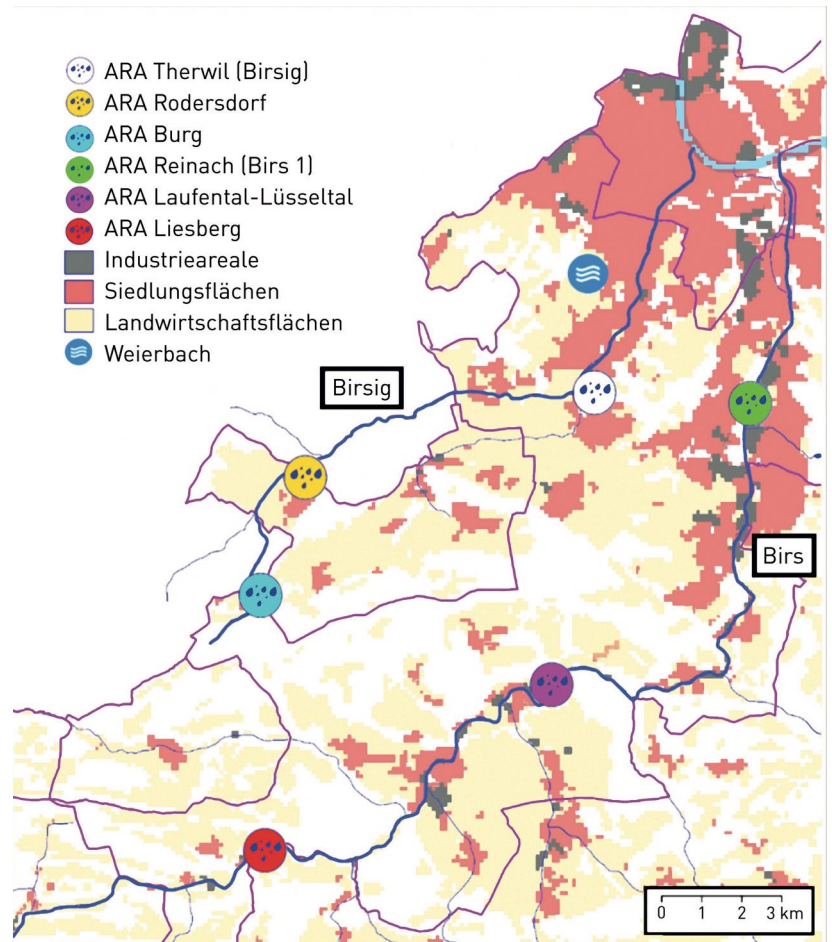
Die physikalische Wasserqualität ist von der geomorphologischen Zusammensetzung des Einzugsgebietes, der Witterung, sowie von anthropogenen Einflüssen abhängig. Die beiden wichtigsten Parameter der physikalischen Wasserqualität der Birs und des Birsigs sind die Abflussmenge und die Wassertemperatur.

#### Abflussmenge

Die Abflussmenge eines Gewässers ist langfristig von dessen Einzugsgebiet sowie kurz- und mittelfristig von der Witterung beeinflusst. Aus diesem Grund kann der Abfluss starken jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen.

Bei der Abflussmenge spielt die Verdünnung eine grosse Rolle. Wenn ein Fluss viel Wasser führt, ist die Schadstoffbelastung kleiner und es braucht grössere Einträge, damit kritische Werte erreicht werden. Bei kleineren Flüssen und Bächen mit einem geringen Abfluss sind die Grenzwerte schnell überschritten (BAFU, 2018e). Jedoch werden die Grenzwerte zum Teil auch bei hohem Wasserstand überschritten. Bei starkem Regen kommen einige Kläranlagen durch die grosse Wassermenge an ihre Kapazitätsgrenzen und leiten das Regenwasser via Überlauf ungeklärt ins Gewässer. Zusätzlich führt starker Regen dazu, dass mehr Stoffe aus der Landwirtschaft ausgeschwemmt werden.

Die Monatsmittelwerte der Birs schwanken zwischen 3.15 m<sup>3</sup>/s (Oktober) und 22.7 m<sup>3</sup>/s (Dezember). Im Januar, sowie zwischen Juni und Oktober war das Monatsmittel maximal halb so gross wie im Rest des Jahres.



**Abbildung 14**

Das Einzugsgebiet der Birs und des Birsigs in der Region Basel, eingefärbt nach Landnutzung inklusive Standorte der ARA (Abbildung der Gruppe 3, Wasserqualität. Daten vom Geoportal des Bundes (2015).

Der Birsig führt ganzjährig weniger Wasser als die Birs. Die Monatsmittelwerte sind im Dezember am höchsten (1.11 m<sup>3</sup>/s) und im August am tiefsten (0.461 m<sup>3</sup>/s) (BAFU, 2018d).

#### Temperatur

Die Temperatur in einem Gewässer ist zum einen abhängig von natürlichen Gegebenheiten wie der Morphologie, dem Grundwasserzufluss, den meteorologischen Verhältnissen und der Uferbeschattung. Zum anderen wird sie von mensche-



machten Veränderungen wie Siedlungen, Wasserkraftwerken und anderen industriellen Veränderungen in Gewässernähe beeinflusst. Die Wassertemperatur ist insofern wichtig, da chemische und biologische Prozesse daran gekoppelt sind und einen Einfluss auf die Flora und Fauna hat (Jakob, 2010). Die Stoffwechselprozesse vieler Organismen werden bei steigenden Umgebungstemperaturen angeregt. Dies führt zu einem erhöhten Sauerstoffbedarf. Gleichzeitig nimmt bei steigenden Temperaturen die Löslichkeit von Gasen im Wasser ab. Die Imbalance zwischen erhöhtem Bedarf und kleinerem Angebot führt bei vielen Wasserorganismen zu Stress (vgl. Adrian et al., 2010; Amt für Umwelt und Energie, 2018a).

Im Jahr 2017 überschreitet die Wassertemperatur der Birs an 24 Tagen die 20°C Grenze, der Birsig an 31 Tagen. Dies ist insofern kritisch zu betrachten, da die in der Birs und dem Birsig heimischen Fische (insbesondere die Äsche und Bachforelle) ab einer Wassertemperatur von 20°C akut bedroht sind (AUE, 2018a).

### *Chemische Wasserqualität*

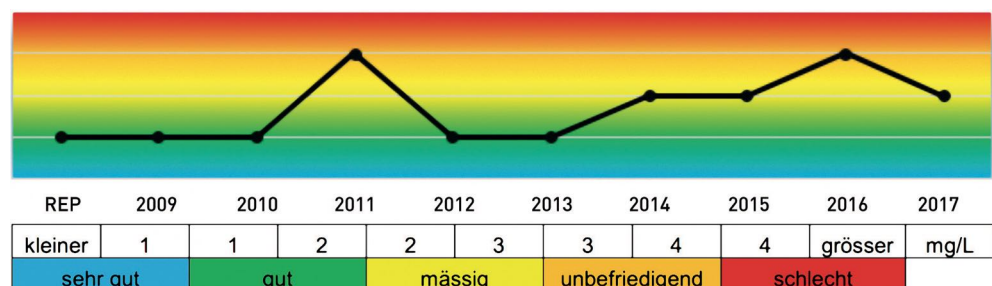
#### Dissolved Organic Carbon (DOC)

Der DOC fasst alle gelösten Kohlenstoffverbindungen zusammen. Er ist ei-

nerseits natürlich vorhanden (entsteht durch den Abbau organischen Stoffen) und stammt andererseits aus anthropogenen Quellen (Landwirtschaft und Abwassereinleitungen). DOC-Werte, die höher sind als 1 mg/L, können als Indikator für menschliche Belastung betrachtet werden (Liechti, 2010). Die Konzentration an DOC stieg 2011 und 2016 bis zu «unbefriedigend» an und lässt auf eine schlechte Abbauleistung einer einleitenden ARA schliessen (Abbildung 15).

#### Ammonium

Ammonium wandelt sich bei erhöhten pH-Werten und erhöhten Temperaturen in das fischtoxische Ammoniak um. Viele Fischsterben im Sommer gehen auf starke Sommergewitter zurück, bei denen einige Kläranlagen durch die grosse Wassermenge an Kapazitätsgrenzen kommen und das Regenwasser via Überlauf ungeklärt in Gewässer geleitet wird. Der Abbau von Ammonium über Nitrit zu Nitrat verbraucht im Gewässer ausserdem viel Sauerstoff. Ammonium sollte aus diesen Gründen zum grössten Teil in den ARA abgebaut werden (Amt für Umwelt und Energie, 2015). In der Birs befindet sich die Ammoniumkonzentration seit 2013 im Bereich «sehr gut» (Abbildung 16).



**Abbildung 15**

Entwicklung der DOC-Belastung der Birs, Abbildung der Gruppe 2, Wasserqualität, basierend auf (Amiet & Huser, 2018; Gewässerschutzfachstellen der Kantone BE, 2008).

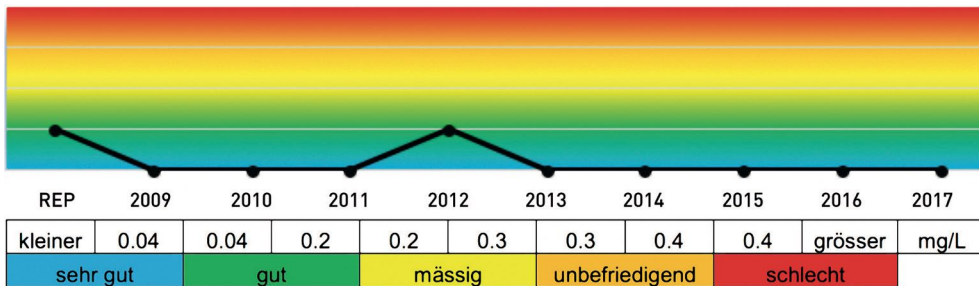


Abbildung 16

Entwicklung der Ammonium-Belastung der Birs, Abbildung der Gruppe 2, Wasserqualität, basierend auf (Amiet & Huser, 2018; Gewässerschutzfachstellen der Kantone BE, 2008).

#### Nitrit

Nitrit entsteht beim Abbau von Ammonium zu Nitrat. Ist diese Umwandlung in der ARA unvollständig abgeschlossen, kann es zu erhöhten Werten im Gewässer kommen. Nitrit ist ein starkes Fischgift

und Vorläufersubstanz von krebserzeugenden Substanzen (Basel-Stadt, 2015). Die Nitritkonzentration befindet sich seit 2013 im Bereich «sehr gut» (Abbildung 17).

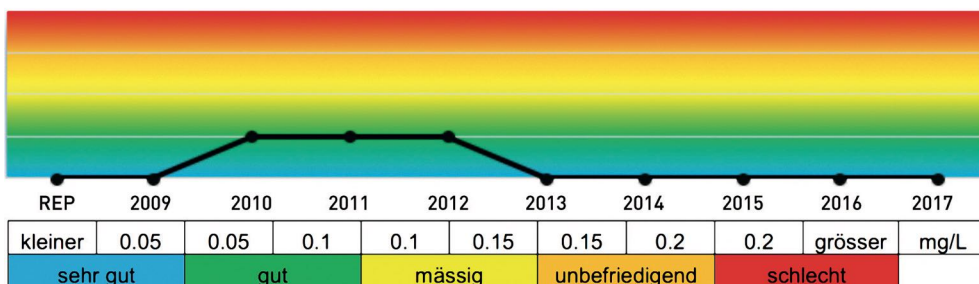


Abbildung 17

Entwicklung der Nitrit-Belastung der Birs, Abbildung der Gruppe 2, Wasserqualität, basierend auf (Amiet & Huser, 2018; Gewässerschutzfachstellen der Kantone BE, 2008).

#### Nitrat

Liegt ein erhöhter Nitratgehalt (> 1mg N/L) vor, kann man von einer anthropogenen Quelle ausgehen. Nitrat gelangt hauptsächlich durch die ARA oder durch

Abschwemmungen von landwirtschaftlich genutzten Böden in die Birs (Basel-Stadt, 2015). Die Nitratkonzentration befindet sich seit 2009 im Bereich «gut» (Abbildung 18).

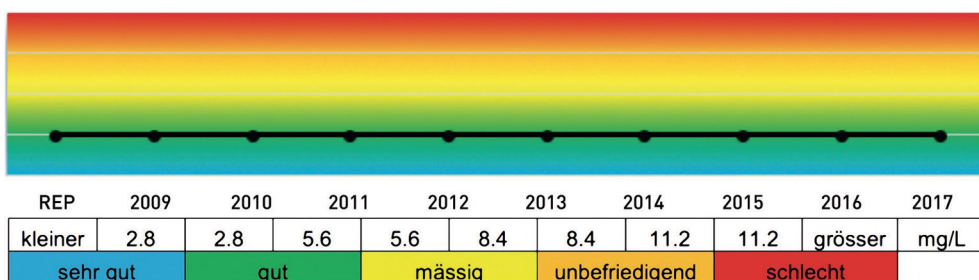


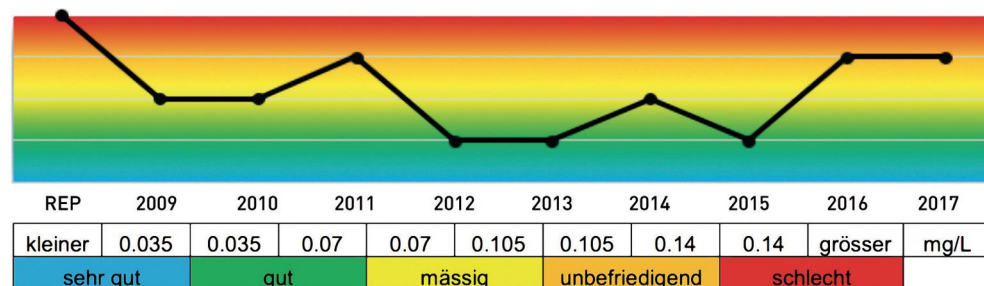
Abbildung 18

Entwicklung der Nitrat-Belastung der Birs, Abbildung der Gruppe 2, Wasserqualität, basierend auf (Amiet & Huser, 2018; Gewässerschutzfachstellen der Kantone BE, 2008).

### Phosphor

Phosphor ist limitierend für das Wachstum von Algen und Wasserpflanzen. Normalerweise ist Phosphor nur in kleinen Mengen in Gewässern vorhanden. Aus diesem Grund ist die anthropogene Zufuhr

von Phosphor für das Pflanzenwachstum entscheidend (Basel-Stadt, 2015). Der Phosphorwert in der Birs schwankt stark, 2017 wurde die Konzentration als «unbefriedigend» eingestuft (Abbildung 19).



**Abbildung 19**

Entwicklung der Phosphor-Belastung der Birs, Abbildung der Gruppe 2, Wasserqualität, basierend auf (Amiet & Huser, 2018; Gewässerschutzfachstellen der Kantone BE, 2008).

### Nährstoffe im Birsig

In Tabelle 4 ist eine Momentaufnahme der Nährstoffe des Birsigs im Jahre 2004 ersichtlich. Dabei wurde zwischen 6 Standorten unterschieden. Die Phosphor-Werte befinden sich, ausser ober-

halb der ARA Burg, im schlechten Bereich. Am besten sehen die Werte oberhalb der ARA Burg aus, am schlechtesten unterhalb der ARA Rodersdorf. Allerdings sind diese Werte mit Vorsicht zu geniessen, da die Erhebung vor 15 Jahren stattfand.

**Tabelle 4**

Chemischer Zustand der Birsig anhand der vom AUE und NAWA gemessenen Messwerte. Auf Basis des 80%-Perzentilwertes (Amiet & Huser, 2004, pp. 14–26). Klassierung gemäss Amiet & Huser, 2018 (ersichtlich in der Legende der vorherigen Abbildungen).

	DOC (mg/L)	Ammonium (mg/L)	Nitrit (mg/L)	Nitrat (mg/L)	Phosphor (mg/L)
Birsig, Oberhalb ARA Burg	1.6	0.010	<0.002	1.3	0.047
Birsig, Unterhalb ARA Burg	2.0	0.052	0.02	5.8	0.440
Birsig, Oberhalb ARA Rodersdorf	1.8	0.046	0.038	3.5	0.170
Birsig, Unterhalb ARA Rodersdorf	3.0	1.100	0.200	6.0	0.810
Birsig, Biel-Benken	3.2	0.170	0.063	3.4	0.460
Birsig, Oberhalb Oberwil	3.0	0.120	0.044	3.4	0.420

### Schwermetalle

Obwohl gewisse Metalle für das Überleben der aquatischen Lebensgemeinschaft notwendig sind, wirken sie bei hohen Konzentrationen toxisch. Da Metalle in der Nahrungskette angereichert werden, führen sie vor allem an deren Ende zu Schäden. Anthropogene Eintragsquellen von Schwermetallen sind Industrie, Land-

wirtschaft und Siedlungsentwässerung. In der Landwirtschaft wird vor allem Kupfer als Pflanzenschutzmittel und Fungizid benutzt. In Siedlungen können neben der ARA auch Rohre und Strassen Quellen für Schwermetalle in Flüssen sein. In Tabelle 5 ist die Gewässerqualität in Bezug auf Schwermetallverunreinigung angegeben.

**Tabelle 5**

Übersichtstabelle der Schadstoffe, Tabelle der Gruppe 3, Wasserqualität, basierend auf (Basel-Stadt, 2015; Gewässerschutzfachstellen der Kantone BE, 2008; Huser, 2015), Klassifizierung gemäss der Gesetzwerte (Amt für Umwelt und Energie, 2015).

Wert / Messung	REP	2008	2010	2012	2014	2015
Blei	sehr gut	gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut	gut
Cadmium	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut	gut
Chrom	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
Kupfer	unbefriedigend	mässig	mässig	mässig	gut	gut
Nickel	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
Quecksilber	gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut	gut
Zink	schlecht	gut	sehr gut	gut	sehr gut	sehr gut

■ schlecht   
 ■ unbefriedigend   
 ■ mässig   
 ■ gut   
 ■ sehr gut

### Mikrobiologische Wasserqualität

Die mikrobiologische Wasserqualität ist für den Menschen vorrangig in Bezug auf das Baden wichtig. Sie wird durch Bakterien, Keime und Pilze gemessen. Aufgrund der Resultate werden die Gewässer in Qualitätsklassen von A–D eingeteilt. Im Juli 2018, einem überdurchschnittlich trockenen Monat, wurde die Qualitätsklasse der Birs je nach Untersuchungsort zwischen B–C eingestuft. In einem Gewässer der Stufe B kann man bedenkenlos baden. Bei Stufe C wird vom Tauchen abgeraten. Der Birsig fiel in die Klasse D und war so-

mit im Sommer 2018 zum Baden als ungeeignet befunden worden (ALV BL, 2018; Schaffner, Studer, & Ramseier, 2013).

### Mikroverunreinigungen

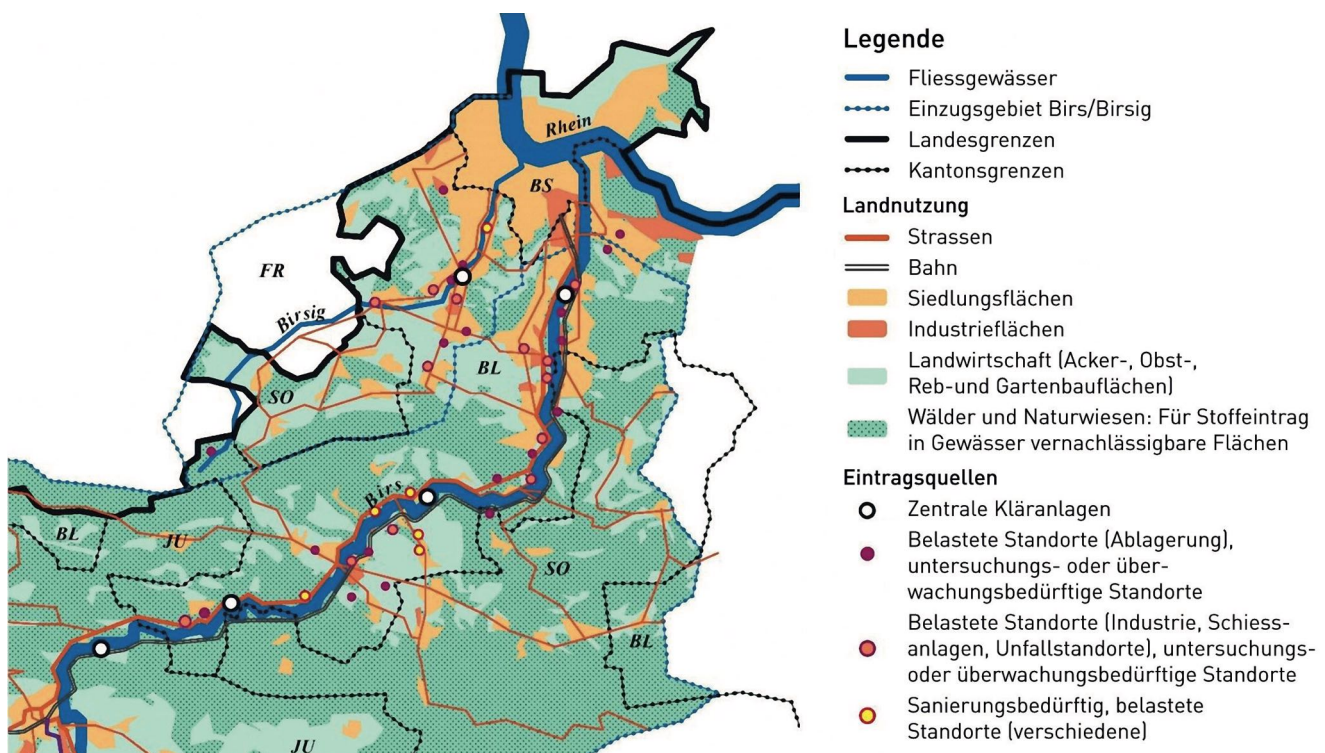
Mikroverunreinigungen sind synthetische Stoffe, die durch anthropogene Aktivitäten in die Gewässer gelangen und dort nur in geringen Konzentrationen (ng/l–µg/l) auftreten (Huser, 2015). Sie unterscheiden sich von anderen belastenden Stoffen durch ihre bereits in kleinen Konzentrationen hohe Schädlichkeit. Stammen sie aus Punktquellen, handelt es sich

meistens um Rückstände von Arzneimitteln, die von den heutigen ARA kaum entfernt werden können. Aus diffusen Quellen stammen Rückstände von Pestiziden (Insektizide, Herbizide und Fungizide), welche aus der Landwirtschaft sowie aus Siedlungsgebieten stammen (vgl. Wittmer, 2018b).

Die längerfristigen Auswirkungen von Mikroverunreinigungen sind noch nicht abschliessend geklärt, jedoch hält das BAFU folgendes fest:

«Für die menschliche Gesundheit sind die in Oberflächengewässern nachgewiesenen Konzentrationen nach heutigen Erkenntnissen unbedenklich. Jedoch geben diverse Studien klare Hinweise darauf, dass die Pestizidbelastung ein wichtiger Einflussfaktor für die verbreitet festgestellten Defizite der Artenvielfalt in den Gewässern ist (BAFU, 2018b).»

Der Bericht «Mikroverunreinigungen in Baselbieter Oberflächenfliessgewässern» identifiziert die ARA als wichtige Punktquellen, da die Mikroverunreinigungsbelastung flussabwärts und mit jeder Kläranlage zunimmt (AUE, 2012). An diesen Stellen sind die Grenzwerte deutlich überschritten. Ein Beispiel wäre das entzündungshemmende Schmerzmittel Diclofenac. Unterhalb der ARA Birsfelden übersteigt es den durch das Ökotoxizentrum festgelegten Grenzwert um den Faktor 200. Ein weiteres Beispiel ist das Herbizid Diuron. Es wird vorwiegend in der Landwirtschaft und zum Schutz von Fassaden und Holz eingesetzt. Es ist gesundheitsschädigend, potenziell kanzerogen, hoch giftig für Wasserorganismen und kann die Photosynthese von Pflanzen hemmen. Auch diese Konzentration übersteigt den Grenzwert (vgl. BAFU, 2018b).



**Abbildung 20**

Karte eines Ausschnitts des Einzugsgebiets von Birs und Birsig mit Fokus auf den Kanton BL. (Amt für Geoinformation BL, 2018; swisstopo, 2018a, Gruppe 1).



### 4.3.3 Eintragspfade

Eintragspfade von Schadstoffen in die Gewässer werden in diffuse Quellen und Punktquellen unterteilt. Stoffeinträge aus Punktquellen sind messtechnisch direkt erfassbar und können eindeutig einem Einleiter zugeordnet werden. Bei diffusen Quellen ist die Zuordnung der Verschmutzungsquelle nicht möglich (Wittmer et al., 2014).

Abbildung 20 zeigt eine Karte, die das Einzugsgebiet der Birs und des Birsigs in die verschiedenen Eintragsquellen unterteilt, die von Braun et al. (2015) identifiziert wurden. Abbildung 21 stellt diese Quellen ihrem entsprechenden Eintragspfad gegenüber.

### Punktquellen

#### ARA

Siedlungen und Industriegebäude leiten ihr Abwasser in die ARA. Dort wird das Wasser gereinigt und wieder in die Gewässer zurückgeführt. Dieser Eintrag ins Fließgewässer stellt die Punktquelle dar. Mikroverunreinigungen durch Arzneimittel werden schlecht aus dem Wasser gefiltert und gelangen deshalb in die Umwelt (BAFU, 2011).

Im Falle von starken Niederschlägen wird die Auffangkapazität der ARA überstiegen und es kommt zur Mischwasserentlastung, wobei ungeklärtes Abwasser in ein Oberflächengewässer einfließt. Trennsysteme leiten Regenwasser getrennt ab und direkt in die Gewässer ein (Braun et al., 2015).

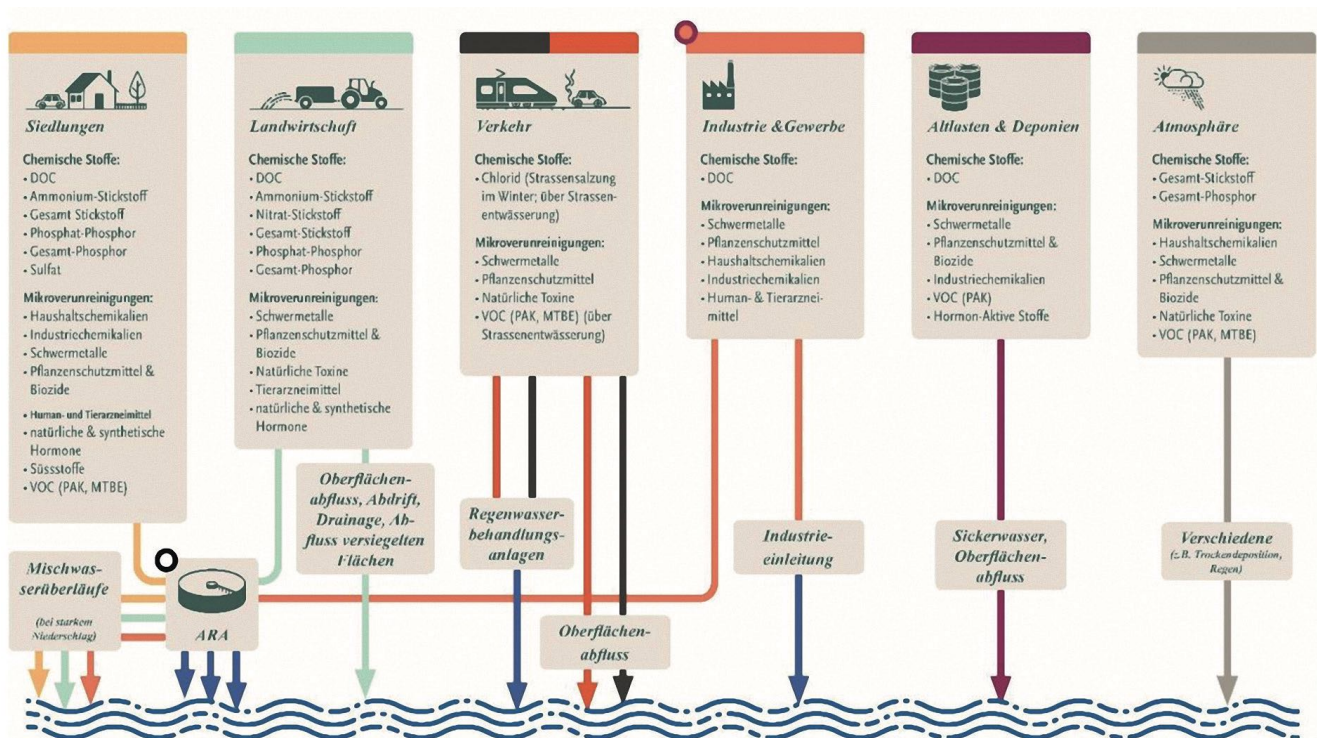


Abbildung 21

Grafische Darstellung der Eintragspfade aus den in den Abbildungen 15 bis 19 abgebildeten Quellen von Verunreinigungen. Bei den blau gefärbten Pfeilen durchläuft das Abwasser eine oder mehrere Reinigungsstufen bevor es in die Fließgewässer kommt. Bei den anders gefärbten Pfeilen gelangt das Abwasser ungereinigt oder kaum behandelt in die Gewässer (Gruppe 1, Wasserqualität)

### ***Diffuse Quellen***

#### **Landwirtschaft**

Der Stoffeintrag aus der Landwirtschaft erfolgt primär über diffuse Quellen. Bei Regenereignissen gelangen Mikroverunreinigungen und chemische Schadstoffe, welche als Dünger, Jauche oder Pflanzenschutzmittel auf den Felder eingesetzt wurden, in die Oberflächengewässer. Es ist somit von einer breiten und schwierig zuzuordnenden Belastung auszugehen (Braun et al., 2015; Strahm et al., 2013; Wittmer et al., 2014).

#### **Siedlungen und Industrie**

Das Regenwasser wird gesammelt und direkt in ein Gewässer abgeleitet. Das Abwasser von Siedlungen wird in die ARA geleitet. Dabei werden vor allem Haushaltschemikalien oder Bau-Chemikalien in die Gewässer eingetragen. Bei starken Niederschlägen sind die Kanalisationen und die ARA überlastet und das Wasser der Systeme wird in Regenüberlaufbecken vorübergehend gespeichert. Sind diese auch gefüllt, wird das überschüssige Wasser direkt in die Oberflächengewässer geleitet. Dies sind ca. 3,5% des Abwassers aus den Haushalten, die ungereinigt in ein Gewässer fliessen (BAFU, 2015).

#### **Verkehr**

Kohlenwasserstoffe aus Abgasen, Mikroplastik durch Abrieb der Reifen, Metalle durch Abnutzung, sowie Herbizide und NaCl durch Instandhaltung der Strassen werden in die Gewässer eingetragen (Wilson, 1999). Beim Schienenverkehr trägt das auf die Gleise fallende Regenwasser bei der anschliessenden Versickerung vor allem Schwermetalle, unterschiedliche

Öle wie zum Beispiel Teeröl und Herbizide, welches auf der Gleisanlage eingesetzt wird, ein (BAFU, 2015).

### **4.3.4 Stakeholder**

#### ***Bundesamt für Umwelt (BAFU) – Sektion Wasserqualität***

Die Sektion Wasserqualität des BAFUs der Abteilung Wasser beschäftigt sich mit Verunreinigungen aus verschiedenen Quellen, sowie dem allgemeinen Gewässerschutz. Sie stellt Anforderungen an die Wasserqualität und entwickelt Methoden zur Untersuchung, Beobachtung und Analyse von Gewässern (vgl. BAFU 2018a).

#### ***Bauernverband beider Basel (BvbB)***

Der BvbB vertritt die politischen Interessen der Bauern und betreibt Öffentlichkeitsarbeit für die regionale Landwirtschaft (Bauernverband beider Basel 2018). Ein Beispiel für die Aktivität des BvbBs war das Ressourcenprojekt Ammoniak im Jahr 2017, welches das Ziel hatte, die landwirtschaftlichen Ammoniakemissionen um 7-8% zu senken (Landwirtschaftliches Zentrum Ebenrain 2012).

#### ***ARA Birs- und Birsigtal***

Im Birs- und Birsigtal gibt es zwei grosse ARAs (Therwil und Birsfelden). Ausserdem gibt es in BL 22 weitere kleinere ARAs (Bono 2018). Die ARA hat Interesse daran Wasser möglichst zu reinigen (Kanton Baselland 2018a).

#### ***Fischereiverband Basel-Landschaft***

Der kantonale Fischereiverband BL möchte den Tieren ihren natürlichen Lebensraum lassen und somit die naturnahen Fließgewässer erhalten und



schützen (Kantonaler Fischereiverband Baselland 2018).

#### **Amt für Umweltschutz und Energie**

Das AUE sucht im Nutzungskonflikt der Oberflächenfließgewässer die Balance zwischen angemessener Nutzung und ausreichendem Schutz. Es ist zuständig für die Messungen an den Flüssen und die anschliessende Auswertung. Ohne Bewilligung des Amtes darf kein Wasser in Gewässer oder Versickerungsanlagen geleitet werden und diese wird nur erteilt, wenn die Anforderungen der Gewässerschutzgesetzgebung eingehalten werden (vgl. Kanton Baselland 2018b).

#### **4.3.5 Einfluss Klimawandel**

Das Jahresmittel der Temperatur in der Schweiz hat zwischen 1912 und 2011 um mehr als 1,5°C zugenommen. Die Erwärmung hat sich in den letzten 30 Jahren beschleunigt und erreicht Werte von bis zu 0,5°C pro Jahrzehnt. Diese Tendenz ist vom Emissionsverlauf der Treibhausgase abhängig und wird sich in Zukunft fortsetzen. Die stärksten Änderungen werden in der Schweiz im Sommer erwartet: Im Vergleich zu den letzten 30 Jahren wird bis zum Ende des Jahrhunderts ein Temperaturanstieg von 4°C und eine Niederschlagsabnahme um bis zu 20% erwartet. Hitzewellen im Sommer und Starkniederschläge im Winter werden häufiger auftreten und länger dauern (BAFU, 2012; National Centre for Climate Services, 2018). Für den Zeithorizont 2085 kann an der Birs eine Temperaturzunahme von 1.6–4.5°C im Sommer und von 0.6–1.6°C in den Wintermonaten erwartet werden (Auckenthaler et al., 2017).

Seit 1977 wurde an der Birs eine Erhöhung von der Wassertemperatur um ca. 0.6°C beobachtet. Es wurde auch eine Zunahme der Anzahl Stunden mit Wassertemperaturen zwischen 21 und 24°C festgestellt. Im Kanton Basel wurde eine Niederschlagszunahme von rund 10% im Winter gemessen, die zu höheren Durchflussmengen führt. Gewässer mit kleinen Einzugsgebieten, wie die Birs und Birsig, sind aufgrund von starken Niederschlägen von Hochwasser gefährdet (vgl. AUE, 2011).

#### **4.3.6 Kosten und Gewinne**

Die Nettojahreskosten der Behandlung des kommunalen Abwassers in BL beliefen sich im Jahr 2016 auf fast 27 Mio. CHF. Dies beinhaltet auch die Schmutzstofffrachtgebühr, welche den Industrie- und Gewerbebetrieben berechnet wird, da diese durch das Einleiten von sehr stark verschmutztem Abwasser einen Mehraufwand verursachen (Bau- und Umweltschutzdirektion, 2017).

Dank neuen technologischen Möglichkeiten sollen die grossen ARA der Schweiz ausgebaut und verbessert werden, so dass auch Spurenstoffe gereinigt werden. Die Kosten für diese Arbeiten betragen total rund 1,2 Mrd. CHF (Meuli, 2018). Eine hohe Wasserqualität kann negative Folgen verringern, was gesundheitliche Folgekosten senken kann. Durch eine geringere Wasserqualität werden die Freizeitmöglichkeiten eingeschränkt und es muss mit einem Biodiversitätsverlust gerechnet werden (OECD, 2008).

## 4.4 Diskussion

### 4.4.1 Aktuelle Wasserqualität Birs und Birsig

Die Nährstoffbelastung in der Birs ist zufriedenstellend. Eine Ausnahme bilden DOC und Phosphor. Erhöhte DOC Werte findet man in der Birs vor allem zwischen der ARA Zwingen und der Mündung in den Rhein. Die Ursache kann auf eine schlechte Abbauleistung der ARA Zwingen zurückgeführt werden. Durch den Ausbau von Kläranlagen ist eine verbesserte Wasserqualität zu erwarten. Der Phosphor Wert ist grossen Schwankungen unterlegen. Diese Schwankungen können starken Regenereignissen zugeschrieben werden, welche zu Überläufen und direkten Einleitungen von ungereinigtem Abwasser in die Fließgewässer führen. Da solche Regenereignisse jedoch aufgrund des Klimawandels vermehrt auftreten werden, besteht hier ein starker Handlungsbedarf.

Der Bau von neuen Mischwasserbecken ist eine mögliche Lösung für dieses Problem. Bei der ARA Zwingen sind solche Projekte bereits in Planung und zum Teil schon bewilligt.

Mikroverunreinigungen, zum Beispiel durch Arzneimittel oder Pestizide, kommen in der Birs in zu hohen Konzentrationen vor. Ein Beispiel ist das Schmerzmittel Diclofenac. Nach Ausfluss aus der ARA Birsfelden übersteigt es im Wasser den Grenzwert des Ökotoxizitäts um die 200-fache Menge. Im Zuge des demographischen Wandels ist damit zu rechnen, dass die zunehmend älter werdende Bevölkerung auch mehr Medikamente benötigt. Somit wird sich das Problem der Belastung durch Mikroverunreinigungen in Zukunft verschärfen. Die Beseitigung von Mikroverunreinigungen ist eines der Hauptziele im Bereich der Abwasserreinigung.

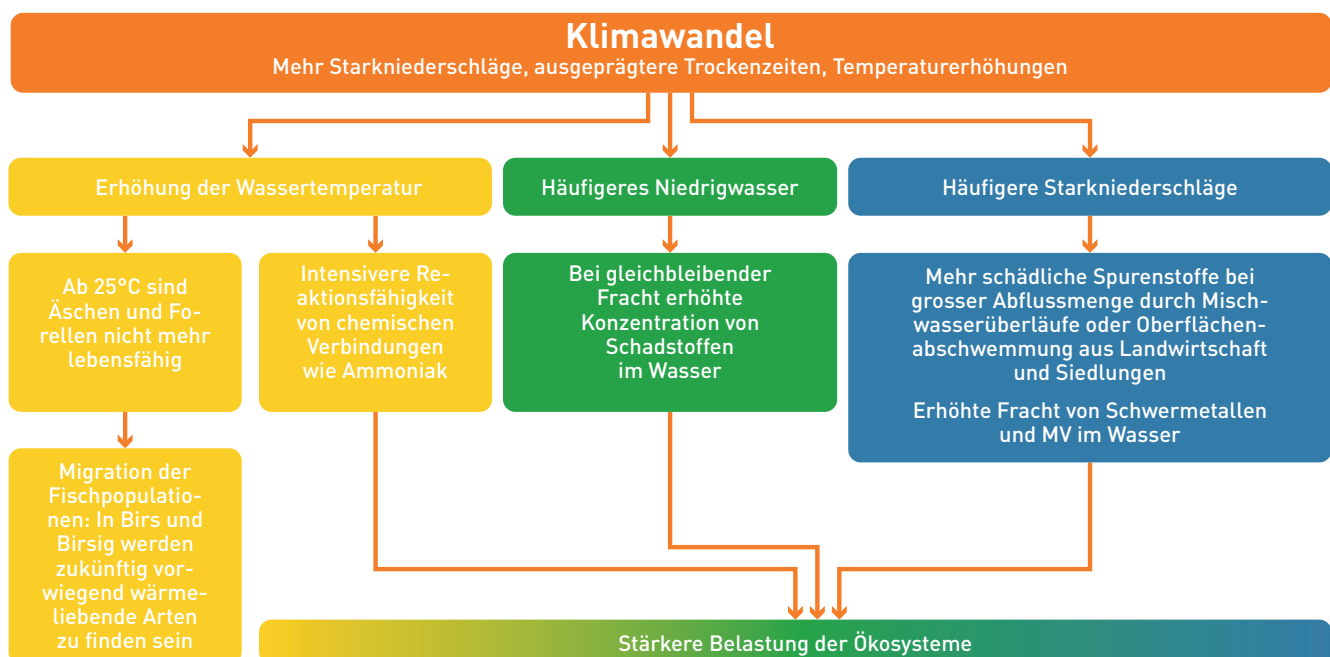


Abbildung 22

Wirkungsgefüge zu den prognostizierten Auswirkungen des Klimawandels. Gruppe 1, Wasserqualität.

Beim Birsig sehen die Werte im Durchschnitt schlechter aus als bei der Birs. Auffällig bei den Messstandorten vor und nach einer ARA ist, dass sich alle gemessenen Parameter der chemischen Wasserqualität durch das von der ARA eingeleitete gereinigte Abwasser verschlechtern. Grund dafür ist sehr wahrscheinlich die nicht genügende Reinigungseffizienz der ARA. Auch bei der mikrobiologischen Wasserqualität sieht es nicht besser aus. Bei einem einzigen Messstandort am Birsig Binningen wurden bei sechs Messungen Werte der Klasse D gemessen und bei den restlichen zwei die Klasse C. Die Wassertemperatur ist im Vergleich zur Birs um zirka 2–3°C wärmer und der kritische Wert von 20°C wurde im Jahr 2017 31-mal überschritten.

Die Landnutzung des Einzugsgebiets der Birs ist vergleichbar mit deren des Birsig. Somit sollten bei der chemischen Wasserqualität ähnliche Werte erwartet werden. Dies stimmt jedoch nicht mit den gefundenen Resultaten überein. Den Hauptfaktor für diesen Unterschied sehen wir in der rund 10-mal höheren Abflussmenge der Birs im Vergleich zum Birsig. Durch eine grosse Wassermenge im Fluss werden die Schmutzstoffe und Mikroorganismen, welche in den Fluss gelangen, stärker verdünnt und haben daher eine kleinere Auswirkung. Auch braucht es bei einem Fluss mit einer höheren Abflussmenge eine höhere zugeführte Energiemenge, um ihn zu erwärmen. Wir nehmen daher an, dass kleine Flüsse anfälliger auf Klimaschwankungen sein werden.

#### 4.4.2 Wasserqualität im Klimawandel

In Abbildung 22 sind die Auswirkungen des Klimawandels auf Fließgewässer erläutert.

Eine höhere Wassertemperatur kann für Wasserorganismen schädlich sein. Zum Beispiel liegt der optimale Temperaturbereich für Forellen und Äschen zwischen 5° und 19°C, Wassertemperaturen über 24°C sind letal für Forellen. Bei höheren Wassertemperaturen wird ein Ausbruch von Fischkrankheiten begünstigt (Auckenthaler et al., 2017).

Erhöhte Wassertemperaturen führen auch zu einer sommerlichen Abnahme der Abflussmenge, bedingt durch verringerte Niederschläge und erhöhte Verdunstung. Gerade bei Niedrigwasser wird mehr Wasser für die Landwirtschaft verwendet werden, da dann der Wasserbedarf am höchsten ist. Somit wird die Abflussmenge zusätzlich verringert und dabei steigt die Konzentration aller Stoffe an, während der Eintrag gleich bleibt.

Starkregenereignisse können zu Auswaschung von Pestiziden und anderen Stoffen aus landwirtschaftlichen Flächen führen. Als Folge steigt die Konzentration von Pestiziden im Fluss (National Centre for Climate Services, 2018; Scherrer et al., 2016; Wittmer, 2018a).

Wärmere Temperaturen senken den Sättigungspunkt von Sauerstoff im Gewässer, während der Bedarf der Organismen steigt. Andererseits wird mehr Sauerstoff durch erhöhte Photosyntheseaktivität produziert und die Mikroorganismen in der ARA sind aktiver und reinigen das Abwasser effektiver.

Es zeigt sich also, dass nur einzelne Effekte ermittelt werden können, jedoch nicht eine abschliessende Aussage darüber gemacht werden kann, welche überwiegen und wie sich die Wasserqualität hierdurch im Allgemeinen verändert.

#### 4.4.3 Kosten und Gewinne

Wie in den Resultaten ersichtlich, fallen beim Aufrechterhalten und Verbessern der Wasserqualität hohe Kosten an.

Auch wenn keine monetären Gewinne erwirtschaftet werden, entstehen Nutzen in verschiedenen Bereichen. Durch Massnahmen zur Wasserqualitätssicherung profitiert einerseits die Bevölkerung, zum Beispiel mit der Erschaffung neuer Bademöglichkeiten oder Hochwasserschutz. Andererseits kann die ökologische Funktion der Gewässer aufrechterhalten werden. Deswegen lohnt sich eine Investition im Bereich der Wasserqualität.

## 4.5 Schlussfolgerung

Gemäss den Resultaten dieser Arbeit kann die momentane Wasserqualität der Birs als genügend beschrieben werden. Durch die Auseinandersetzung mit möglichen Folgen des Klimawandels ist allerdings die Frage relevant, welches Ausmass die zusätzliche Belastung der Birs und des Birsigs, vor allem bezüglich des Temperaturanstieges, annehmen wird und wie schnell die Folgen für die Gewässerorganismen und den Menschen spürbar werden.

Eine zunehmende Herausforderung stellen die Verschmutzungen durch Mikroverunreinigungen, wie Medikamente oder Pestizide, dar. Bislang kann die ARA diese nicht hinreichend aus dem Abwasser entfernen. Im Sinne einer Front-of-pipe Massnahme sollte diese Problematik durch eine vermehrte Medienpräsenz in das Bewusstsein der Bevölkerung gerückt

werden, da Arzneimittel wie Diclofenac in erster Linie aus Siedlungsabwässern stammen. Um die Konzentrationen von Mikroverunreinigungen in den Fließgewässern deutlich zu reduzieren, stellt ein Ausbau von ARA mit Verfahren wie Ozonierung oder Pulveraktivkohle eine notwendige jedoch kostenintensive End-of-pipe Massnahme dar. Offen bleibt auch, ob es weitere problematische Verunreinigungen gibt, die bis jetzt gänzlich unbekannt sind. Zudem besteht die Gefahr, dass Verunreinigungen und deren Wirkung, wie zum Beispiel das Mikroplastik, unterschätzt werden könnten.

Um die Biodiversität und einen gesunden Fluss für die zukünftigen Generationen zu bewahren, spielt die Wasserqualität im Ökosystem Fluss eine bedeutende Rolle.

## 5 Gewässerraum

Die Schweizer Fließgewässer sind vielerorts stark beeinträchtigt. In der Vergangenheit wurden sie stark verbaut, begradigt und eingedämmt, um mehr Platz für Äcker und Siedlungen zu schaffen und Hochwasser vorzubeugen. Heute hat man erkannt, dass ein solcher Eingriff in die natürlichen Funktionen der Gewässer sowohl für den Umwelt- als auch für den Hochwasserschutz verheerend ist. Dank dem 2011 revidierten Gewässerschutzgesetz (GschG) sind die Kantone nun zu einer Ausscheidung des Gewässerraums verpflichtet. Ziel ist es, den Gewässern einen Teil des Raums zurückzugeben, der ihnen im Laufe der Zeit genommen wurde. So wird die langfristige, nachhaltige Nutzung der Gewässer ermöglicht und der Hochwasserschutz verbessert (vgl. BAFU, 2018b). Der steigende Siedlungsdruck und die intensive Landwirtschaft erschweren allerdings dieses Vorhaben (BAFU, 2017).

Die Teilanalysegruppen haben eine Literaturrecherche durchgeführt, welche sich hauptsächlich auf Quellen aus dem Internet und der zur Verfügung gestellten Primärliteratur stützt.

### 5.3.1 Definition und Nutzungen des Gewässerraums

#### *Definition*

Der Gewässerraum bezeichnet den Landschaftsbereich, welcher die Gerinnesohle, den Uferbereich und gegebenenfalls auch weitere Bereiche, die in einer direkten Beziehung zum Gewässer stehen, beinhaltet (Abteilung Kantonsplanung, 2016). Er ist durch eine standortty-

Der Kanton Basel-Landschaft (BL) ist momentan im Planungsprozess und muss sich mit den Konflikten, die dabei aufkommen, auseinandersetzen. An diesem Beispiel werden folgende Fragen erörtert:

- Was ist ein Gewässerraum und wie wird dieser ausgeschieden? Warum verlangt der Bund, dass ein Gewässerraum ausgeschieden wird? Welche Nutzungen sind im Gewässerraum zugelassen, welche nicht und was sind die Gründe dafür?
- Welches sind die massgebenden gesetzlichen Grundlagen für die Bestimmung der Gewässerräume? (in Kapitel Recht)
- Wo entstehen Kosten und Nutzen durch die Ausscheidung der Gewässerräume?
- Welche Stakeholder nehmen Einfluss auf die Ausscheidung eines Gewässerraums, bzw. sind von der Ausscheidung eines Gewässerraums betroffen?

Für die Stakeholderanalysen waren die Homepages der Stakeholder oder Zeitungsartikel hilfreich. Ergänzt wurde das Wissen durch Experten/innen-Befragungen an der Exkursion oder via E-Mail respektive durch persönliche Gespräche.

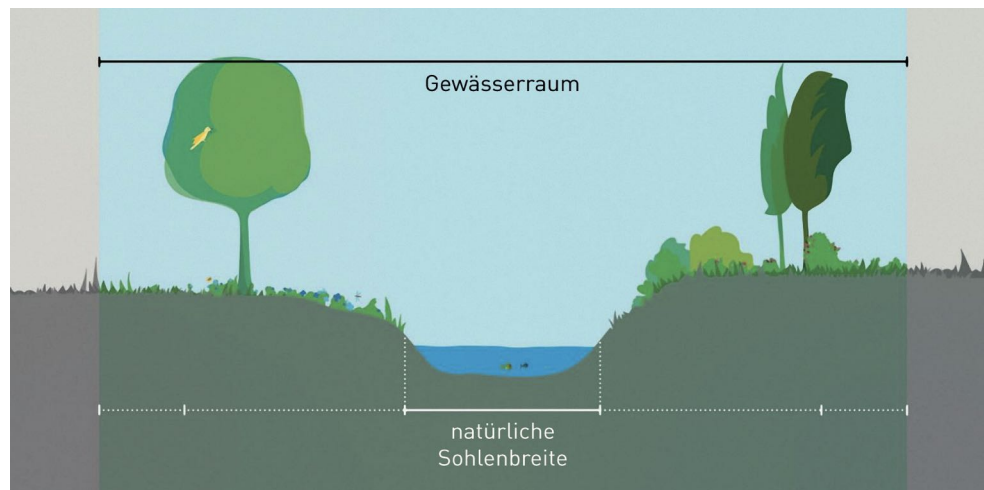
pische Fauna und Flora charakterisiert und erfüllt zahlreiche Funktionen (Eawag, 2013). Deshalb soll der Gewässerraum durch bauliche und landwirtschaftliche Einschränkungen geschützt werden und naturnah erhalten bleiben (ARP, 2016, 2018a).

Abbildung 23 stellt den Gewässerraum dar.

## 5.1 Einführung

## 5.2 Vorgehensweise

## 5.3 Resultate



**Abbildung 23**

Bildliche Darstellung des Gewässerraums (Glatt, 2018).

Die vorgegebene Breite des Gewässerraums variiert (GschV). In Tabelle 6 sind die mindestens vorgesehenen Gewässerraumbreiten für Fließgewässer aufgeführt.

Die Breite des Gewässerraums kann erhöht werden, wenn dies für den Hochwasserschutz, für die Revitalisierung, für den Landschaftsschutz oder die Gewässernutzung nötig ist. Unter gewissen Umständen (beispielsweise im Wald, bei eingedellten, künstlichen oder sehr kleinen Gewässern) kann auch auf die Festlegung eines Gewässerraums verzichtet werden (vgl. GschV).

### **Nutzungen**

Die Nutzung des Gewässerraums wird durch die Gewässerschutzverordnung (GschV) geregelt. Dadurch wird sichergestellt, dass dieser seine natürlichen Funktionen erfüllen kann und es zu keiner Verunreinigung des Gewässers kommt (ARE et al., 2001). Gemäss den Bestimmungen dürfen in einem Gewässerraum nur standortgebundene und im öffentlichen Interesse liegende Anlagen gebaut werden (z.B. Fuss- und Wanderwege, Flusskraftwerke, Brücken). Schutzbauten gegen Naturkatastrophen nehmen eine Sonderstellung ein. Bestimmte Anlagen können nach einer Interessensabwägung bewilligt werden

**Tabelle 6**

Gewässerraumbreite nach GSchV.

Schutzgebiet Gerinnesohle < 1 m	Gewässerraumbreite: 11 m
Schutzgebiet Gerinnesohle 1–5 m	Gewässerraumbreite: 6 x Gerinnesohlebreite + 5 m
Schutzgebiet Gerinnesohle > 5 m	Gewässerraumbreite: Gerinnesohlebreite + 30 m
Übrige Gebiete Gerinnesohle < 2 m	Gewässerraumbreite: 11 m
Übrige Gebiete Gerinnesohle 2–15 m	Gewässerraumbreite: 2.5 x Gerinnesohlebreite + 7 m

(vgl. ARE & BAFU, 2013; ARE et al., 2001). Bestehende Anlagen sind hingegen geschützt und dürfen weiterhin benutzt werden (GschV).

In der Landwirtschaft dürfen in einem Gewässerraum keine Dünger- und Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden sowie kein Bodenbruch stattfinden. Die natürliche Ufervegetation darf zudem nicht beeinträchtigt werden und soll wo möglich wiederhergestellt werden. Der Gewässerraum kann daher nur extensiv als Biodiversitätsförderfläche (BFF) bewirtschaftet werden. Beispiele für BFF sind Uferwiesen, extensiv genutzten Wiesen, Weiden und Streueflächen. Zentral für die extensive Landnutzung sind unter anderem die geringere Nähr- und Schadstoffeinträge, die erhöhte Biodiversität und sauberes Trinkwasser (vgl. ARE et al., 2001; BUD & LZE, 2017).

Anzumerken ist, dass bereits heute der Einsatz von Dünger- und Pflanzenschutzmitteln in einer Pufferzone von drei bis sechs Meter praktisch untersagt ist. Somit verändert sich die Lage für die Bauern/Bäuerinnen durch die Gewässerraumauscheidung bei kleinen Gewässern kaum. Anfallende Ertragseinbussen für die Landwirte/Innen werden zudem im Falle einer Ausscheidung entschädigt (vgl. BUD & LZE, 2017).

Für eingedolte Gewässer in der Bauzone gelten keinerlei Einschränkungen, insofern keine Neueindolungen stattfinden (BUD, 2011b).

### 5.3.2 Ausscheidung des Gewässerraums

Die gesetzliche Ausscheidung des Gewässerraums ergab sich als Reaktion auf die eidgenössische Volksinitiative «Lebendiges Wasser» und wurde 2011 in Kraft gesetzt. Gemäss GschG ist es nun die Aufgabe der Kantone bei fließenden Gewässern einen Gewässerraum bis 2018 auszuscheiden. Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) und die übrigen betroffenen Bundesstellen wirken beim Vollzug mit. Werden die Gewässerräume nicht bis zur gesetzten Frist ausgeschieden, gelten die Übergangsbestimmungen des Bundesgesetzes. Diese legen den Gewässerraum pauschal fest, weshalb die Gewässerräume in der Regel grösser ausfallen (vgl. Bafu, 2011; GschG).

Der Kanton BL hat beschlossen, die innerhalb der Bauzonen bereits bestehende Uferschutzzone als Gewässerraum zu erklären. Dadurch sollte Arbeit gespart werden und die bereits bestehenden Uferschutzvorschriften erhalten bleiben (RBG; Regierungsrat BL, 2018). Diese generelle Ausscheidung wurde allerdings vom Kantonsgericht BL als rechtswidrig erklärt (da nicht parzellenscharf, nicht grundeigentümerverschuldet und keine Anhörung der Betroffenen). Es muss jede Situation spezifisch betrachtet werden und der Gewässerraum soll sinnvoll ausgeschieden werden (Kanton BL, 2017). Daraufhin wurden die Gemeinden von BL Ende 2018 beauftragt, den Gewässerraum innerhalb der Bauzonen selber im Rahmen der Nutzungsplanung festzulegen (Landrat BL, 2018a). Ausserhalb der Bauzonen hat das kantonale Amt für Raumplanung (ARP) die Planungshoheit (BUD, 2018).



In Abbildung 24 ist der Ausscheidungsprozess schematisch dargestellt. Darin ist ersichtlich, dass der Prozess eine Interessenabwägung und ein Mitwirkungsverfahren beinhaltet. Damit sollen die verschiedenen Interessen der Betroffenen

in die Planung mit eingebunden und allfällige Beschwerden frühzeitig abgefangen werden (Amt für Raumplanung BL, 2016). Zusätzlich werden die Nutzungspläne der Gemeinden vom ARP geprüft und vom Regierungsrat abgesegnet.

## Der Ausscheidungsprozess Vom Gesetz zum Gewässerraum



**Abbildung 24**

Prozess der Gewässerraumausscheidung (Grafik Samira Amos)

Statistisch gesehen sind im Kanton BL bisher 0% des Gewässerraums tatsächlich ausgeschieden, obwohl die Frist bereits abgelaufen ist. Des Weiteren läuft eine Motion im Regierungsrat BL, gemäss der bei kleinen und eingedolten Gewässern in landwirtschaftlichen Zonen auf eine Ausscheidung verzichtet werden soll. Dies, obwohl ein solches Vorgehen wegen dem generellen Verzicht bundesrechtswidrig sein könnte (vgl. Landrat BL, 2018b; Regierungsrat BL, 2018). Voraussichtlich werden in fünf bis zehn Jahren 95% des Gewässerraums ausgeschieden sein (vgl. Chavanne, 2018a).

### 5.3.3 Kosten- und Nutzenanalyse

Nachfolgend werden die wichtigsten Kosten und Nutzen erläutert.

#### Kosten

##### Natur- und Tierschutz

Der Gewässerraum nimmt eine wichtige ökologische Funktion ein. Beispielsweise wird die Biodiversität durch ein natürliches und breites Ufer direkt geschützt (Naturaqua PBK, 2003). Erst ein intaktes Geschiebemanagement - und die damit verbundenen unterschiedlich starken

Strömungen und Strukturen (z.B. Kiesbänke, Schwemmholz, Sedimente) - ermöglicht eine genügend hohe Diversität an Lebensräumen (Eawag, 2013). Zusätzlich kann durch eine intakte Ufervegetation der Boden stabilisiert und das Wasser an warmen Tagen gekühlt werden, was für viele Arten überlebenswichtig ist (BAFU, 2017b). Ausserdem sind die Gewässer im dicht kultivierten Mittelland oft die einzige Vernetzungsmöglichkeit für Arten (Eawag & WSL, 2013).

#### Hochwasserschutz

Ein genügend breiter Gewässerraum reduziert die Fließgeschwindigkeit des Flusses und sorgt für eine ausreichende Abflusskapazität, was dem Hochwasserschutz zu Gute kommt (Di Giulio et al., 2017). Die schützende Wirkung eines breiten Gewässerraums bei Hochwasser ist in Abbildung 25 dargestellt.

Zusätzlich können Schäden durch Extremereignisse vermieden werden, da sich das Wasser im Gewässerraum ausbreiten kann und nicht direkt bis zur gebauten Infrastruktur dringt (Mobilier Lab für Naturrisiken, 2018).

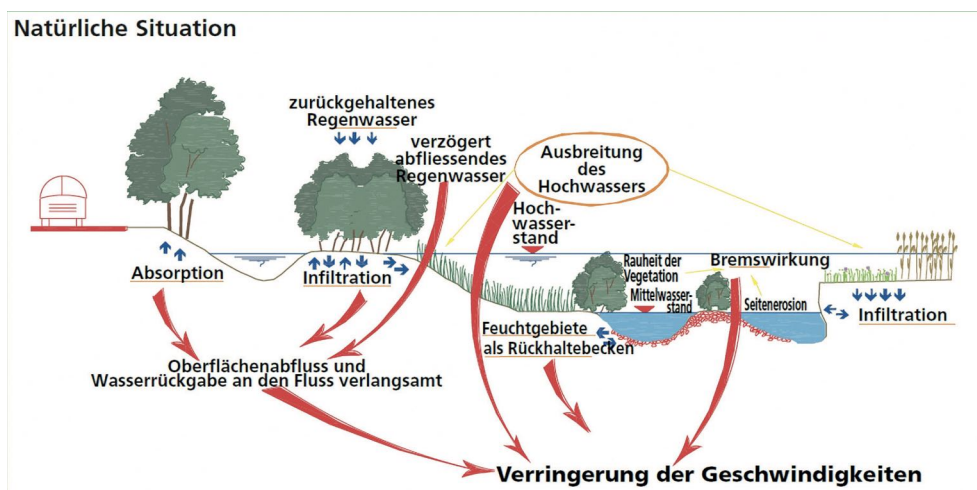


Abbildung 25

Positiver Effekt der Aue im Hochwasserfall (Frossard, 1998, S. 14).

### **Wasserqualität**

Der Gewässerraum dient als Pufferzone und verringert so den Schadstoffeintrag in den Fluss (z.B. von Pestiziden und Düngern aus landwirtschaftlichen Gebieten). Auen dienen beispielsweise als Schadstofffilter, da sie Nitrat und Phosphat speichern. Die flussnahen Wiesen und Auenwälder werden somit in der Pufferzone mit Nährstoffen versorgt und das Wasser wird sauber gehalten. Da die Fliessgewässer in ständigem Austausch mit dem Grundwasser sind, profitiert schlussendlich auch die Qualität des Trinkwassers (vgl. Schäfer, 2015).

### **Naherholungsraum**

Ein natürlicher Gewässerraum ist ästhetisch ansprechend, bietet Raum für verschiedene Aktivitäten (z.B. Schwimmen, Wandern, Fischen) und steigert so die Attraktivität einer Region (BAFU, 2017b).

### **Nutzen**

#### **Vollzugskosten bei Kanton und Gemeinden**

Die Kantone tragen grundsätzlich die Kosten der Ausscheidungsprozesse. Bei den Gemeinden treten Vollzugskosten oft in Form von Drittaufträgen (beispielsweise an Raumplanungsbüros) auf, da das nötige Know-how für die Ausscheidung fehlt. Zusätzlich braucht es finanzielle Mittel, um die neu auferlegten Gesetze zu kontrollieren und bei Verstössen einzuschreiten (vgl. Chavanne, 2018b).

#### **Entschädigung der Landwirtschaft**

Das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) entschädigt mit spezifischen Direktzahlungen BFF, zu welchen auch der lediglich extensiv bewirtschaftete Gewässerraum gezählt wird (BLW, 2018). Dadurch werden die Ertragseinbussen für den/die Landwirt/in, die sich vor allem

durch den Verlust der vorherig landwirtschaftlich intensiv genutzten Fläche ergeben, kompensiert (Haas, 2018b).

#### **Wertverminderung von Grundstücken**

Die Gewässerraumausscheidung betrifft direkt die Eigentümer/innen von an Wasser angrenzendes Land. Die entsprechende Fläche verliert an Wert, da man in deren Nutzung eingeschränkt wird. Man spricht hier von einer materiellen Enteignung. Falls ein bebaubares Grundstück grösstenteils oder ganz im Gewässerraum zu liegen kommt und dadurch nicht mehr bebaubar ist, hat der/die Eigentümer/in Anspruch auf eine Entschädigung durch den Kanton (vgl. Fritzsche, 2014; Baudirektion Kanton Zürich, 2018b).

#### **Zeitliche Verzögerung bei Neubauten und Planungsunsicherheit**

Durch die bis zur definitiven Ausscheidung geltenden Übergangsbestimmungen wird die Bewilligung von Neubauten nahe von Gewässerräumen verzögert. Bauvorhaben können momentan nicht oder nur mit Regelung der Übergangsbedingungen bewilligt werden. Dies führt zu erhöhten Planungskosten und Rechtsunsicherheit (vgl. Chavanne, 2018a).

Zusätzlich entstehen verschiedene indirekte Kosten und Nutzen, beispielsweise durch die effektive Durchführung von Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekten.

### **5.3.4 Stakeholder**

Die wichtigsten Stakeholder werden im Folgenden erläutert.

Das **Amt für Raumplanung (ARP)** ist zuständig für die kommunale und regionale Raumplanung im Kanton (Kanton BL, 2018b). Es scheidet in einem zeitaufwändigen Prozess den Gewässerraum aus (re-

spektive revidiert die Ausscheidungen der Gemeinden) und passt dementsprechend die kantonale Richt- und Nutzungsplanung an (BAFU, 2018a; BUD, 2018; GSchV).

Aus Sicht der Raumplaner/innen bringt der neue Gewässerraum gegenüber den bereits bestehenden Schutzzonen nur wenig Nutzen, was den Aufwand für die Ausscheidung unverhältnismässig erscheinen lässt. Trotz Handlungsspielraum hat das ARP nur wenig Freiheiten bei der Ausscheidung. Aufgrund der einschränkenden Übergangsbestimmungen lastet ein gewisser Druck auf dem ARP, den Gewässerraum so schnell wie möglich auszuscheiden (vgl. Chavanne, 2018a, 2018b).

**Pro Natura BL** hat sich die Erhaltung und Förderung der Artenvielfalt sowie eine nachhaltige Nutzung der Landschaft zum Ziel gesetzt. Am Gewässerraum interessiert Pro Natura deren positive Auswirkungen auf das Ökosystem «Fließgewässer», namentlich seinen wertvollen Lebensraum und seine Vernetzungsfunktion (vgl. Pro Natura BL, 2012).

Als schweizweit tätige Umweltschutzorganisation kann Pro Natura Schweiz eine Kontrollfunktion bei neu geplanten Projekten einnehmen. Geht Pro Natura davon aus, dass ein Projekt nicht umweltverträglich ist, kann die Umweltschutzorganisation dank dem Verbandsbeschwerderecht das Projekt auf seine Rechtmässigkeit prüfen lassen und eine Einsprache formulieren (beispielsweise, wenn ein Bauprojekt zu nahe an einen Fluss grenzt). Pro Natura ist ausserdem Mitglied in der externen Begleitgruppe zur Ausarbeitung der Nutzungspläne (vgl. Pro Natura, 2018; VBO; ARP, 2017a).

Der **Bauernverband beider Basel (BVBB)** ist der Dachverband der Basler Bauern/Bäuerinnen und der landwirtschaftlichen Organisationen. Er vertritt die Interessen seiner Mitglieder in den Schweizer Landwirtschaftsorganisationen sowie gegenüber den Behörden (BVBB, 2015).

Die Landwirte/innen sind mit dem Vorgehen der Verwaltung bei der Gewässerraumausscheidung unzufrieden. Konkret kritisiert der BVBB an der Gewässerraumausscheidung die ungenügende Entschädigung der Ackerflächen, die Ausscheidung von Gewässerraum für eingedolte Gewässer sowie bei kleinen und diffusen Bachläufen, die extensive Bewirtschaftung von landwirtschaftlich wertvollem Boden und die uneinheitliche Umsetzung in den verschiedenen Regionen des Kantons (Brodbeck, 2017).

Der BVBB ist in der externen Begleitgruppe zur Ausarbeitung der Nutzungspläne (Amt für Raumplanung BL, 2016). Dort konnte er sich allerdings zu wenig durchsetzen. Daher ist er nun der Meinung, dass im Kanton BL der gesetzliche Spielraum nicht ausgenutzt wird und zu Ungunsten der Landwirtschaft entschieden wird (Brodbeck, 2016).

Der **Hauseigentümerverband (HEV)** vertritt die Haus-, Wohnungs- und Grundeigentümer/innen in Baselland. Er positioniert sich klar gegen Gesetze, welche die Freiheit des/der Eigentümers/in unnötig einschränken (HEV Kanton BL, 2017, 2018a).

Der HEV BL fordert, dass eine Frist gesetzt wird, bis zu welcher der Gewäs-

serraum ausgeschieden sein muss. Dies deshalb, weil die bestehenden Übergangsbestimmungen und die Unsicherheit darüber bis wann diese gelten, die Planung von Bauprojekten erschweren. Ausserdem fordert der HEV, dass der Gewässerraum in allen Gemeinden nach denselben Massstäben ausgeschieden wird, wobei man sich am besten an die bundesrechtlichen Mindestvorgaben halten sollte (vgl. Regierungsrat BL, 2018).

## 5.4 Diskussion

Die wichtigsten Erkenntnisse aus den Teilanalysen sind:

### 5.4.1 Zusammensetzung der Legislative und Exekutive

Die politische Zusammensetzung des Parlaments und des Regierungsrats eines Kantons spielt eine wichtige Rolle bei der Ausscheidung des Gewässerraums. Tatsächlich variiert der Anteil der Parteien, welche sich für den Umweltschutz einsetzen, von Kanton zu Kanton stark, was sich in der Umweltpolitik widerspiegelt. Das zeigt ein Vergleich der Kantone BL, Genf und Aargau. Beim Kanton BL ist lediglich einer von fünf Sitzen durch eine grüne Partei besetzt (vgl. Gurzeler & Maurer, 2016; Kanton Aargau, 2018a, 2018b; Kanton BL, 2018a, 2018c; Kanton Genf, 2018a, 2018b).

Die mangelhafte Ausscheidung des Kantons könnte neben den Machtverhältnissen in der Politik daran liegen, dass der Kanton BL aufgrund seiner wenigen Wasserläufe kaum Erfahrungen im Bereich des Gewässerschutzes aufweist und die Ausscheidung durch Rechtsstreitigkeiten wie die «Motion Strub» verzögert wird (ARP, 2017b).

Die **Wirtschaftskammer Baselland (Wika)** ist der Dachverband der Basler Klein- und Mittelunternehmen und vertritt diese wirtschaftspolitisch (Wika BL, 2018b). Auch der Wika fordert eine rasche Ausscheidung des Gewässerraums und eine Erhaltung der Bauzonen (Wika BL, 2018a; Wika BL, 2018d). Mit 8% aller Beschäftigten im Kanton macht die Baubranche einen beachtlichen Anteil der basellandschaftlichen Wirtschaft aus (Statistisches Amt BL, 2015).

### 5.4.2 Einfluss der Stakeholder

Die Stakeholder können Einfluss auf die Gewässerraumausscheidung nehmen. Einerseits können sie in einer externen Begleitgruppe bei der Gewässerraumausscheidung mitwirken und ihre Anliegen einbringen (ARP, 2017a). Andererseits können sie über die öffentliche Meinungsbildung und politisches Lobbying Druck ausüben. Mit einem Blick auf die Parteiverteilung im Landrat zeichnet sich ab, dass die wirtschaftlichen Interessen wahrscheinlich stärker als die Umwelthanliegen gewichtet werden: Gemeinsam besetzen die SVP, die FDP und die CVP über die Hälfte der Sitze (Kanton BL, 2018d). Somit werden in der Gesetzgebung zwar alle Stakeholder berücksichtigt, insgesamt scheinen die gegenüber dem Gewässerraum kritisch eingestellten Vertreter/innen allerdings in BL tendenziell über mehr Einfluss zu verfügen, was zu Verzögerung in der Ausscheidung führt. Insbesondere der HEV hat gute Voraussetzungen seine Anliegen durchzubringen. Da er eine Mehrheit der Bevölkerung vertritt, weisen seine Forderungen ein nicht zu unterschätzendes politisches Gewicht auf (Statistisches Amt BL, 2013).

### 5.4.3 Verzögerung durch Interessenabwägung

Die grösste Herausforderung bei der Ausscheidung des Gewässerraums im Kanton BL stellt die Interessenabwägung zwischen den verschiedenen Stakeholdern dar. Die wichtigsten Gegenspieler der Ausscheidung des Gewässerraums sind die betroffenen Bauern/Bäuerinnen und ihr Vertreter, der BVBB. Sie haben zu mehreren Punkten Einsprache erhoben und haben vor, einige Rechtsfälle bis zum Bundesgericht weiterzuziehen (Brodbeck, 2017). Dadurch wird die Ausscheidung verzögert.

Wir denken, dass die Einsprachen Folge einer zu oberflächlichen Interessensabwägung sind. Es scheinen unserer Ansicht nach darüber hinaus Unklarheiten bei den

Die Ausscheidung des Gewässerraums und die damit verbundenen Restriktionen in der Nutzung sind essenziell für ein nachhaltiges Fließgewässermanagement im Einzugsgebiet der Birs. Die Literaturrecherche hat gezeigt, dass der unterschiedliche Gewässerraum der Bevölkerung, der Tier- und Pflanzenwelt und dem Landschaftsbild zu Gute kommt.

Diese langfristigen und der Allgemeinheit zu Gute kommenden Nutzen stehen kurzfristigen und auf wenige Stakeholder konzentrierte Kosten gegenüber. Trotz frühzeitiger Kommunikation und Interessenabwägung ist es unwahrscheinlich, dass alle Stakeholder zufriedengestellt werden können. Die grösste Herausforderung bei der Gewässerraumausscheidung im Kanton BL ist somit, einen Kompromiss

Landwirten/innen bezüglich der tatsächlich entstehenden Aufwands- und Ertragskosten zu bestehen.

### 5.4.4 Konzentrierte Kosten

Von den positiven Ökosystemdienstleistungen des Gewässerraums profitieren letztendlich alle, auch wenn einzelne Stakeholder diesen langfristigen Nutzen nicht wahrnehmen wollen.

Den positiven Aspekten stehen jedoch die Kosten gegenüber, welche vor allem einige wenige Stakeholder zu tragen haben. Es sind dies die Grundstückseigentümer/innen, die Bau- und die Landwirtschaft. Sie zeigen sich daher auch speziell skeptisch zur Gewässerraumplanung. Als Fazit kommt der Nutzen der Gewässerräume allen zugute, die Kosten fallen aber spezifisch an. Dies macht eine Umsetzung schwierig.

zwischen Naturschutz und Nutzung der Gewässer zu finden, der für alle Interessensparteien tragbar ist. Um diesen Prozess möglichst effizient voranzutreiben, sind mindestens kurzfristig mehr finanzielle und personelle Mittel beim Kanton erforderlich. Ansonsten dürfte die tatsächliche Gewässerraumausscheidung im Kanton BL mutmasslich minimal ausfallen.

Nach der Ausscheidung wird die Instandhaltung des Gewässerraums zentral werden. Hauptsächlich geht es darum, den Hochwasserschutz und Revitalisierungsmassnahmen praktisch umzusetzen und die Einhaltung der im Gewässerraum geltenden Nutzungseinschränkungen zu garantieren.

## 5.5 Schlussfolgerung

## 6 Tiere und Pflanzen

### 6.1 Einleitung

Ein Fluss bietet Raum für viele verschiedene Ökosysteme. Diese Ökosysteme sind stets durch menschliche und nichtmenschliche Einflüsse bedroht, zum Beispiel durch Siedlungsbau, Wasserknappheit, Landwirtschaft, Überschwemmungen oder Mikroverunreinigungen. Bei der Beurteilung des Zustandes von Fließgewässern spielen Tiere und Pflanzen eine massgebende Rolle – sie tragen nicht nur zu reibungslosen Abläufen bei, sondern sind als primäre Nutzer des betrachteten Lebensraums unmittelbar betroffen von externen Einflüssen. Die Reaktionen dieser Organismen auf Veränderungen helfen uns, Gewässerökosysteme besser zu verstehen (Hershkovitz et al., 2015).

In der Teilanalyse «Tiere und Pflanzen» haben sich die Studierenden mit folgenden Fragestellungen einen Einblick in die Welt von Flora und Fauna in den Flüssen Birs und Birsig erarbeitet:

- Welche Tiere und Pflanzen sind typisch für die Fließgewässer im Birstal und den Birsig? Gibt es Leitarten? Welchen Einfluss haben Neobiota? Welche Tiere (Makrozoobenthosarten) sind oder werden durch den Klimawandel bedroht?
- Welche Stakeholder beeinflussen die Tiere und Pflanzen der Fließgewässer?
- Welches sind dazu die massgebenden gesetzlichen Grundlagen? (diese Frage wird einem separaten Teil des Falldossiers behandelt)
- Wo entstehen Kosten und Gewinne und wie hoch sind die?

Die Kosten und Gewinne wurden dabei oft vor allem qualitativ ausgedrückt, da es äusserst schwierig ist, Gewinne für ein Ökosystem monetär auszudrücken.

### 6.2 Vorgehensweise

Für die Recherche setzten die Studierenden vor allem auf wissenschaftliche Datenbanken wie LexisNexis, Nebis, Google Scholar oder Web of Science. Ausgehend von den gestellten Ausgangsquellen wurden die beteiligten Stakeholder identifiziert und in der Macht-Interesse Matrix platziert. Viele Informationen konnten von der Website des BAFUs sowie

über das GeoView BL gewonnen werden. Die Studierenden haben die Recherche dabei meist auf die Gruppenmitglieder aufgeteilt, so dass zu jedem Gebiet ein/e Experte/in vorhanden war. Die dadurch entstehende Schwierigkeit war, die so gewonnenen Informationen sinnvoll miteinander zu verknüpfen.

### 6.3 Resultate

#### 6.3.1 Stakeholder und deren Interessenskonflikte

In der Teilanalyse Tiere und Pflanzen mussten viele Stakeholder berücksichtigt werden, weil alle Handlungen am und im

Gewässer ihre Auswirkungen auf das darin enthaltene Leben haben. Die wohl wichtigsten Stakeholder im Bereich Tiere und Pflanzen lassen sich in zwei grosse Gruppen unterteilen: Zum einen die Staats-



ebene, also das Bundesamt für Umwelt (BAFU), Kanton und Gemeinden, die alle die Öffentlichkeit vertreten. Die Funktion des Kantons als Stakeholder wurde auf verschiedene Ämter aufgeteilt, die für die Fragestellung eine Rolle spielen. Zu berücksichtigen sind das Amt für Umwelt und Energie (AUE), das Amt für Wald bei der Basel, das Amt für Raumplanung und das Amt für Veterinär-, Jagd- und Fischereiwesen.

Zum anderen lassen sich die Stakeholder in Vereine oder private Interessengruppen einteilen – zum Beispiel der WWF Basel, der die Staatsebenen mit Petitionen, Einsprachen oder Initiativen unter Druck setzen kann. Weitere Vereine oder Interessensgruppen sind der kantonale Fischereiverband Basel-Landschaft (KFVBB), der ein starkes Interesse an nachhaltigem Gewässermanagement hat, die einzelnen Industriefirmen entlang der Flüsse und, als ein Vertreter der Abwasserreinigung, die ARA Birs. Hier gilt es anzumerken, dass die ARA privat oder von den Gemeinden geführt werden können. Zu erwähnen sind auch die Kleinwasserkraftwerke an der Birs, wie zum Beispiel das Kleinwasserkraftwerk Zwingen.

So verschieden die Stakeholder sind, so unterschiedlich sind auch ihre Interessen. Dies kann zu Interessenskonflikten führen. So will zum Beispiel das Projekt Lachs 2020 eine verbesserte Fischgängigkeit, um den Lachs wieder anzusiedeln, gleichzeitig bedeuten Fischtreppe für Wasserkraftwerke einen erheblichen Mehraufwand (mehr dazu bei Kosten und Gewinne).

### 5.3.2 Fauna

#### *Makrozoobenthos*

Die Lebensgrundlage der meisten einheimischen Fischarten sind die Makrozoobenthos. Das sind wirbellose Kleinlebewesen, welche die Gewässersohle besiedeln (Stucki & Bundesamt für Umwelt, 2010). Bei einer biologischen Untersuchung an der Birs 2011 (Küry et al., 2012) wurden insgesamt sieben Abschnitte der Birs bewertet. Dabei wurden 93 Taxa festgestellt, welche aus folgenden Gruppen stammen: Schnecken, Muscheln, Wenigborster, Egel, Krebse, Milben, Eintagsfliegen, Steinfliegen, Libellen, Käfer, Köcherfliegen und Zweiflügler. Die höchste Diversität innerhalb der Gruppen stellt hierbei die Gruppe der Köcherfliegenlarven. Um den Zustand eines Gewässers mithilfe des Makrozoobenthos berechnen zu können, wird der Indice Biologique Suisse (IBCH) verwendet (Stucki & Bundesamt für Umwelt, 2010). Mit dieser Methode wurde klar, dass alle Abschnitte der Birs als für Makrozoobenthos gut eingestuft werden können.

An der Birs kommen die Insektenklassen, vor allem die Stein-, Köcher- und Eintagsfliegen (EPT-Arten), häufiger vor als am Birsig (Küry et al., 2012). Am Birsig konnten keine Steinfliegenlarven gefunden werden (Küry et al., 2015).

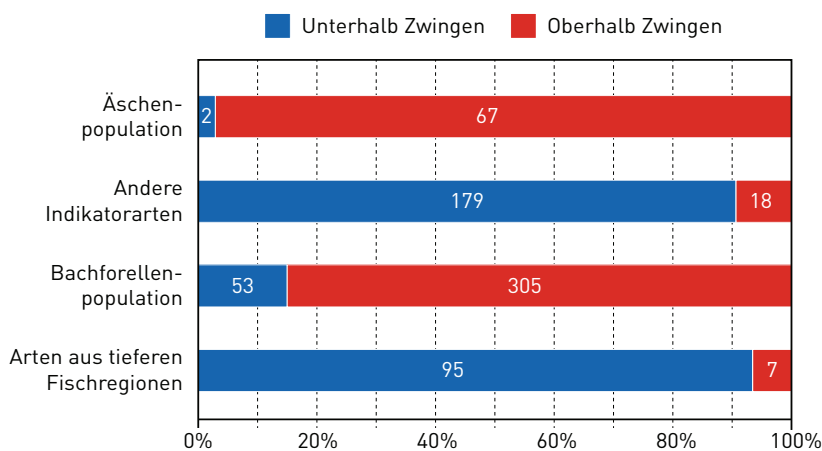
#### *Fische*

Fließgewässer werden aufgrund von Gefälle und Sohlenbreite in sogenannte Fischregionen unterteilt und nach der Leitfischart benannt (Schager et al., 2014). Die untersuchten Flussregionen werden in die Äschenregion eingeteilt. Neben der Leitfischart gibt es Indikatorarten, welche

ebenfalls auf den Gewässerzustand hinweisen – hier sind dies Strömer, Schneri und Alet (Amiet, 2015a). 2015 hat Amiet insgesamt 950 Meter der Birs auf Fischbestand geprüft. Äschen hat er dabei nur sehr vereinzelt gefunden. In Abbildung 26 sind die Fischpopulationen ober- und unterhalb von Zwingen dargestellt – man sieht die von Amiet gefundenen starken Differenzen zwischen den zwei Beständen.

Das Diagramm zeigt an, wieviel Prozente der untersuchten Population unter- beziehungsweise oberhalb Zwingen gefunden wurden. Oberhalb von Zwingen gibt es demnach vor allem Äschen und Bachforellen. Unterhalb von Zwingen kommt die Leitart Äsche aber kaum mehr vor. Die Angaben in den Balken geben an, wieviel Individuen insgesamt gefunden wurden (basierend auf Amiet, 2015a).

Die Fischfauna eines Fließgewässers wird anhand von vier Hilfsgrößen beurteilt: Altersstruktur, Artenspektrum, Fischdichte und Anomalien. Mit Hilfe von



**Abbildung 26**

Fischpopulation ober- und unterhalb von Zwingen (basierend auf Amiet, 2015a).

Indikatoren innerhalb dieser vier Hilfsgrößen hat Thomas Amiet die Fischfauna der Birs als "mässig" eingestuft. Die Fischfauna des Birsigs wurde nach der gleichen Methode als "unbefriedigend" eingestuft – besonders die Indikatorarten sind massiv untervertreten (Amiet, 2015a).

### Vögel

An der Birs kommen vier fischfressende Vogelarten häufig vor: der Graureiher, der Kormoran, der Gänsesäger und der Eisvogel (Schweizerische Vogelwarte, 2018d). Eisvögel ernähren sich nur von Fisch und sind an der Birs sehr selten, weil die Aussichtspunkte, die sie benötigen um ihre Beute im Fluss zu erspähen, sehr leicht zerstört werden können (Natur- und Vogelschutzverein Münchenstein, 2018). Der Graureiher war zwischenzeitlich fast ausgestorben, momentan steigt die Populationsgrösse aber wieder (Küry et al., 2011). Natürlich gibt es auch noch weitere Vogelarten an der Birs, diese beeinflussen das Ökosystem aber weniger und werden deshalb in dieser Fallstudie nicht erwähnt (Schweizerische Vogelwarte, 2018e).

### Andere Tierarten

Der bis vor zirka 60 Jahren als ausgestorben betrachtete Biber hat sich in der Schweiz wieder angesiedelt. Mit dem Projekt «Hallo Biber» von Pro Natura wurde eine Wiederansiedlung des Bibers ermöglicht. Unter anderem dank diesem Projekt sind seit 2010 auch im Birstal wieder Biber anzutreffen (Pro Natura, 2018a). Der Lebensraum eines Bibers wird von ihm aktiv mitgestaltet, zum Beispiel durch gefälltte Bäume und Dämme. Das fördert die Vielfalt verschiedener Strukturen, was die Biodiversität positiv beeinflusst (Bundesamt für Umwelt, 2016).

Ein weiteres Tier, welches man in der Region antreffen kann, ist die Ringelnatter – eine ungiftige, harmlose Schlange, welche vor allem in feuchten Gebieten zu finden ist (Küry et al., 2011).

Der Dohlenkrebs, eine ursprünglich einheimische Krebsart, gilt in der Birs und auch in anderen Gewässern im Kanton Basel-Stadt als ausgestorben (Amt für Umwelt und Energie, 2018).

### **Neozoen**

Invasive Neozoen sind gebietsfremde Tierarten, die sich invasiv ausbreiten (Bundesamt für Umwelt, 2018c). Damit ihnen das gelingt, muss im Lebensraum eine passende ökologische Nische frei sein (Baumgartner, 2006). Die Bestände der gebietsfremden Arten bestehen über mehrere Jahre in einer geringen Dichte. Auf einmal vermehren sie sich sehr schnell, was dann zu einem Rückgang der einheimischen Arten führt (Küry, 2015).

Signalkrebse sind als Gewässerneozoen bekannt (Küry, 2018). Sie stammen ursprünglich aus Nordamerika und tragen eine Pilzinfektion in sich, die sogenannte Krebspest, die einheimische Dohlenkrebse, Steinkrebse und Edelkrebse tötet (Kanton Basel-Landschaft, 2018; Koordinationsstelle Flusskrebse Schweiz, 2017). Um sie auszurotten, werden mit Hilfe von Reusen (eine stationäre Vorrichtung zum Fang von Wassertieren) seit 2006 Signalkrebse in der Birs gefangen. Die Zahl an Signalkrebsen konnte markant gesenkt werden (Kanton Basel-Landschaft, 2018).

Auch aus Nordamerika stammende Strudelwürmer wurden im Birsig gefunden – sie konnten sich über den Rhein immer mehr ausbreiten und gelangten so bis zum Birsig.

Der oben im Text erwähnte Kormoran ist eine invasive Vogelart, welche lange Zeit nur als Zugvogel in der Schweiz war – nun ist er immer öfters auch ganzjährig zu finden. Als Fischfresser beeinträchtigt er vor allem die bereits vom Aussterben bedrohte Äsche (Campana, 2018a).

Die im Rhein sehr ausgeprägten Schwarzmeergrundeln wurde bisher noch nicht in Birs und Birsig gefunden. Daraus lässt sich schliessen, dass die Grundeln nicht, wie oft behauptet, über die Fischtreppen von Wasserkraftwerken hochwandern (Mertens, 2018b).

### **5.3.3 Flora**

Die Birs ist mehrheitlich anthropogen gestaltet, weshalb sich die Flora in vielen Gebieten nicht natürlich ausbreitet. Um die Flora zu fördern werden naturnahe Gebiete als Naturschutzgebiete ausgeschieden und viele naturfremde Teile durch Revitalisierungspläne wieder in eine natürlichere Form gebracht.

Besonders vielfältig sind die Naturschutzgebiete entlang der Birs. Allein in der Reinacher Heide ist die Hälfte aller in Basel vorkommenden Pflanzenarten vertreten. Die Pflanzenarten, die an der Birs vorkommen, verteilen sich vor allem auf drei Vegetationstypen: Schotterflächen,

Magerwiesen und Auenwälder (Naturschutz-Dienst, 2018). Die Schotterflächen, auch als Sander bekannt, sind Gebiete, welche grundsätzlich aus Sand und Kies bestehen. Es handelt sich dabei um einen geschichteten und sortierten Boden (Freie Universität Berlin, 2018). Magerwiesen sind als besonders trockene und nährstoffarme Gebiete charakterisiert. Ihre Vegetation gleicht somit einer mediterranen Landschaft. Über 50 verschiedene Pflanzenarten können im Sommer auf einem Quadratmeter vorkommen (Naturnetz, 2011). Auf der erwähnten Reinacher Heide gibt es auch verschiedene gefährdete Pflanzenarten, zum Beispiel der Feld-Mannstreu (*Eryngium campestre*) oder die Spitzorchis (*Anacamptis pyramidalis*) (Info Flora, 2018b).

### **Neophyten**

Gebietsfremde Pflanzen werden Neophyten genannt (Fischer, 2009). Einige Neophyten sind invasiv, das bedeutet, dass sie einheimische Arten verdrängen. Wichtige invasive Neophyten im Gebiet der Birs und dem Birsig sind gemäss Küry (2018) die folgenden:

- Japanischer Staudenknöterich
- Drüsiges Springkraut
- Aufrechte Ambrosie.

Insbesondere der japanische Staudenknöterich erweist sich als problematisch, weil er sich über die Wurzeln fortpflanzt und somit mechanisch ausgerissen werden muss (Fischer, 2009). Die Aufrechte Ambrosie produziert jedes Jahr zwischen 3'000 und 60'000 Samen pro Individuum und ist somit nur sehr schwer einzudämmen (Info Flora, 2012a).

### **5.3.4 Ökomorphologie und Revitalisierung**

Ökomorphologie beschreibt die Gestaltung eines Gewässers bezüglich ihrer Qualität als Lebensraum für eine vielfältige Fauna. Da die verschiedenen Lebewesen eines Gewässers verschiedene Lebensräume benötigen, ist es wichtig eine vielseitige und abwechslungsreiche Umgebung zu schaffen. Dazu gehören Aspekte wie kiesige Abschnitte, schnell und langsam fließende Bereiche, sowie ein intakter Uferbereich. Die Ufervegetation sollte standortgerecht und durch Pflanzen wie Weiden beschattet sein. Der Verlauf eines Gewässers wird dann in eine der vier Kategorien eingeteilt: Natürlich oder naturnah, wenig beeinträchtigt, stark beeinträchtigt, künstlich oder naturfremd (Amt für Umwelt und Energie BS Abteilung Gewässerschutz, 2005).

Durch den Urbanisierungsdrang im letzten Jahrhundert wurde die Birs immer mehr begradigt, verbaut und eingeengt, so kann sie heute nur an wenigen Orten ungehindert fließen (Amt für Umwelt und Energie BS, Abteilung Gewässerschutz, 2005). Der Birsig ist an vielen Abschnitten eingedolt und dementsprechend in einem schlechten ökomorphologischen Zustand – an anderen Orten kann er derweil naturnah verlaufen (GeoView BL, 2015).

Aufgrund des Gewässerschutzgesetzes (GSchG) sind alle Kantone verpflichtet einen Revitalisierungsplan zu erstellen. An der Birs werden verschiedene Projekte umgesetzt, unter anderem BirsVital (Manser, 2014). Dabei wurden und werden beispielsweise Uferausbuchtungen geschaffen, alte Betonverbauungen entfernt oder der Flussverlauf geschwungener gestaltet (Mišun, 2007; Wüest, 2006).

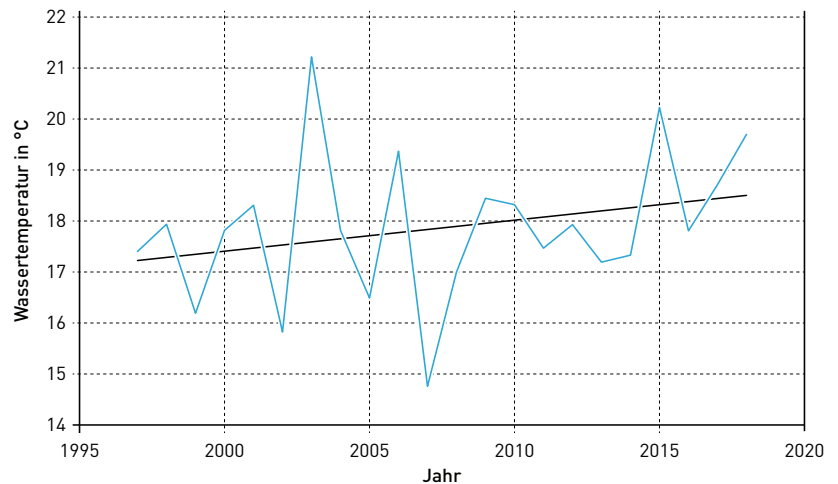
### 5.3.5 Klimawandel

Aufgrund der Temperaturverläufe der letzten 50 Jahre (Abbildung 27) ist erkennbar, dass sich die Birs erwärmt hat. Ob das jedoch aufgrund des Klimawandels ist, ist nicht eindeutig nachweisbar (vgl. Jakob et al., 2010). Es können auch andere natürliche oder anthropogene Einflüsse zu dieser Erwärmung beigetragen haben, wie zum Beispiel die Einleitung von Kühl- und Abwasser. Jedoch ist der Einfluss des Klimawandels nicht zu unterschätzen. Für den Birsig liegen keine Untersuchungen und Temperaturmessungen vor, es ist aber anzunehmen, dass er sich ähnlich wie die Birs erwärmen wird.

Für den Zeitraum bis 2085 wird eine Temperaturzunahme der Birs im Sommer zwischen 0.9 °C und 5.8°C erwartet. Für den Winter gelten ähnliche Szenarien: Zunahme zwischen 0.2 °C und 2.2 °C (vgl. Scherrer AG, 2016).

Wie sich der Klimawandel auf das Leben in der Birs und im Birsig auswirkt, wird im Folgenden dargestellt.

- Makrozoobenthos: Makrozoobenthos sind teilweise kaltstenotherme Arten. Sie werden mit steigenden Temperaturen in Quellregionen abwandern oder aussterben. Gleichzeitig ist es möglich, dass wärmetolerantere Arten einwandern oder die Gemeinschaft mehr dominieren werden (Küry, 2016).
- Fische: Fische sind wechselwarme Tiere. Das heisst, ihre Körpertemperatur ist abhängig von der Wassertemperatur (vgl. Beitinger et al., 2000). Bei drastischen Temperaturerhöhungen folgt ein Zusam-



**Abbildung 27**

Die gemittelten Temperaturen der Birs in Münchenstein während der wärmsten Monate von 1997 bis 2018.

menbruch des Nervensystems. Wo genau die tödliche Temperatur liegt, unterscheidet sich dabei von Fischart zu Fischart (Küttel et al., 2002).

- Vögel: Für drei Viertel der weltweiten Vogelarten hat der Klimawandel negative Folgen (Schweizer Vogelschutz SVS/BirdLife Schweiz, 2009). Viele Vogelarten sind nicht fähig, sich an einen neuen Lebensraum anzupassen. Ihre potentiellen Habitate sind schon vom Menschen besetzt (S. V. S. Schweizer Vogelschutz SVS/BirdLife Schweiz, 2008). Da Populationen seltener Vogelarten schon instabil sind, haben Klimaänderungen auf diese besonders grosse Auswirkungen.
- Pflanzen: Absolute Aussagen zur Anfälligkeit auf wärmere Temperaturen sind bei Pflanzen kaum möglich, weil (noch) kein Klimaverletzlichkeitsindex existiert. Tabelle 7 gibt allerdings Auskunft über die aktuelle Gefährdungssituation in Birsig und in der Birs.

**Tabelle 7**

Klimagefährdete Pflanzen im Birsig und in der Birs (basierend auf Infoflora, 2018).

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Gefährdungsniveau	Nationaler Status	Standort
<i>Ranunculus fluitans</i> Lam.	Flutender Wasserhahnenfuss	Potenziell	Keine	Unter Wasser
<i>Sparganium emersum</i> Rehmman	Einfacher Igekolben	Verletzlich	Mässige nationale Priorität	Unter Wasser
<i>Oenanthe aquatica</i> (L.) Poir.	Wasser-Rebendolde	Stark gefährdet	Mittlere nationale Priorität	Unter Wasser
<i>Rumex aquaticus</i> L.	Waser-Ampfer	Stark gefährdet	Mittlere nationale Priorität	Am Ufer
<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds.	Riesen-Ampfer	Verletzlich	Mässige nationale Priorität	Am Ufer

### 5.3.6 Kosten und Gewinne

Grundsätzlich gilt für im System der Birs oder des Birsigs entstehende Kosten das Verursacherprinzip, das im Umweltschutzgesetz festgelegt ist: «Wer Massnahmen nach diesem Gesetz verursacht, trägt die Kosten dafür» (Art. 2 USG).

Verschiedene Stakeholder investieren Geld in das Ökosystem Birs/Birsig. Besonders die Staatsebenen (Bund, Kanton, Gemeinden) sind häufig durch Gesetze verpflichtet, Kosten zu übernehmen; zum Beispiel der Bund durch die Nachhaltigkeitsverordnung (NHV) Art. 1: «Der Bund gewährt im Rahmen der verfügbaren Mittel Finanzhilfen für Massnahmen zur Erhaltung und Pflege naturnaher Kulturlandschaften». Ferner beteiligen sich Stiftungen und NGOs (u.a. Fonds Landschaft Schweiz, Stiftung Landschaftsschutz, Ernst Göhner Stiftung, Pro Natura, WWF) finanziell am Naturschutz. Wenn Institutionen, die bauliche Vorrichtungen im oder am Fluss haben (ARAs, Trinkwasseraufbe-

reitungsanlagen, Kleinwasserkraftwerke, Industrie, Landwirtschaft), Investitionen tätigen, tun sie dies mit positiven oder negativen Folgen für die Ökosysteme an Birs und Birsig. So sind zusätzliche Reinigungs- und Desinfektionsstufen in ARAs ein Beitrag zur besseren Wasserqualität. Andererseits bedeutet ein neues Wasserkraftwerk eine Verschlechterung der Fischgängigkeit, des Geschiebehauhalts oder des Pegelstandes.

Monetär messbare Gewinne können Wasserkraftwerke und unter Umständen die Industrie oder der «sanfte» Tourismus verzeichnen. Kosten können zum Beispiel beim Bau von Fischtreppe für die Wasserkraftwerke entstehen. Diese Beträge können in den zweistelligen Millionenbereich hineingehen (Moll, 2018). Auch Revitalisierungskosten, die aufgrund von Landnutzungskonflikten entstehen, sind monetär messbar.

Meist sind aber gerade bei Revitalisierungsmassnahmen Kosten und Gewinne nur schwer monetär anzugeben, denn von einem funktionierenden Ökosystem rund um einen Fluss profitieren die Tiere und Pflanzen, aber auch die Menschen in

der Region. Dieser Profit ist nicht in Geld messbar. So können die Gewässer als Erholungsraum genutzt werden, gleichzeitig sind sie in Extremsituationen wie Hochwasser oder Trockenheit widerstandsfähiger.

### 6.4.1 Stakeholder

Die Stakeholder können in verschiedene Interessensgruppen unterteilt werden, von denen keine grundsätzlich gegen eine Verbesserung des Lebensraums für Tiere und Pflanzen in und an der Birs und dem Birsig ist. Doch für die meisten Projekte werden viel Geld und Platz gebraucht, was kaum jemand zur Verfügung stellt, wenn daraus nicht ein direkter Nutz für sich selbst entsteht. Zudem wird die Natur meist so gestaltet, dass sie für die Bevölkerung passt, deshalb steht die Natur bei wichtigen Entscheidungen oft nicht im Vordergrund.

### 6.4.2 Klimawandel

Der Klimawandel hat einen negativen Einfluss auf die Wasserqualität. Bei Niedrigwasser wird die Schadstoffkonzentration zunehmen, was verschiedenen Tieren und Pflanzen zusetzen kann.

Die Leitart Äsche fühlt sich nur in spezifischen Wassertemperaturen wohl und reagiert deshalb stark auf Klimaveränderungen. Der Rückgang der Äschen kann nach Meinung der Studierenden gut mit dem Klimawandel begründet werden. Dabei spielt nicht nur die erhöhte Wassertemperatur eine Rolle. Es wird vermutet, dass der Kormoran nur dank des Klimawandels in der Region überwintern kann und dadurch mehr Fische frisst.

### 6.4.3 Ökomorphologie

Die begradigten Flussabschnitte von Birs und Birsig erhöhen die Fließgeschwindigkeit, welche so das Geschiebe mehr bewegt als natürlicherweise. Das führt zum Verlust von Laichplätzen für Fische (vgl. Wehrli, 2018). Zudem werden das Makrozoobenthos und die Pflanzen in ihrem Lebensraum eingeschränkt. Dadurch und durch invasive Arten gibt es weniger ökologische Nischen und der Druck auf die einheimischen Arten erhöht sich. Für die Landwirtschaft stellt diese Begradigung jedoch einen Vorteil dar, da so mehr Landfläche zur Verfügung steht. Dies ist auch für die Gemeinden positiv. Denn mehr Landfläche bedeutet mehr Baufläche.

Auch für die Flora sind der oft schlechte Zustand der Ökomorphologie und die geringe Uferbreite ein grosses Problem (Info Flora, 2018c). Revitalisierungsprojekte diesbezüglich werden und sind bereits umgesetzt worden. Im regionalen Entwässerungsplan sind Investitionen von 100 Millionen CHF bis ins Jahr 2050 vorgesehen (REP Birs, 2006).

### 6.4.4 Flora und Fauna

Der Birsig wird bezüglich der gesamten Lebensraumqualität niedriger eingestuft als die Birs. Das kann daran liegen, dass die Birs ein grösserer Fluss ist, aber auch die Gewässermorphologie wird aus-

## 6.4 Diskussion



schlaggebend sein, denn die Birs ist naturnaher gestaltet als der Birsig. Es können auch Störungen vorliegen, welche die empfindlichen Makrozoobenthosarten besonders betreffen, wie zum Beispiel ein leicht veränderter Sauerstoff- oder Nährstoffgehaltswert. Dies wirkt sich auch auf die Fischfauna und somit den Fischereiertrag aus, weil diese Kleintiere Teil ihrer Nahrung sind (BAFU, 2018a).

Den negativen Effekten kann durch Revitalisierungen entgegengewirkt werden. Sie sind sehr wertvoll für den Gewässer- raum und die dort lebenden Arten. Der Einfluss des Klimawandels bezüglich stei-

gender Temperaturen wird abgeschwächt. Ausserdem bieten naturnah gestaltete Flüsse auch Erholungsbereiche und einen gewissen Hochwasserschutz, wenn die natürlichen Rückhalteräume wie Auen und Nebenflüsse wieder vorhanden sind.

In der Birs und im Birsig kommen nur sehr wenige invasive Arten vor. Mit den steigenden Wassertemperaturen könnten jedoch neue Arten aus Gegenden mit einem wärmeren Klima einwandern. Einheimische Arten hätten dann nicht nur mit den wärmeren Temperaturen zu kämpfen, sondern würden zusätzlich stärker konkurrenziert.

## 6.5 Schlussfolgerung

Über die gesamte Arbeit wurde festgestellt, dass der Zustand der Ökosysteme beider Flüsse für viele Tiere und Pflanzen nicht gut genug ist. Der Klimawandel und die Urbanisierung haben die ursprüngliche Beschaffenheit dieser Lebensräume langfristig verändert. Neben menschlichen Eingriffen in die Natur, verändern auch Neobiota das Erscheinungsbild der Birs und des Birsigs. Invasive Neozoen können Frassdruck auf einheimische Arten ausüben oder Krankheiten einschleppen. Invasive Neophyten prägen die Uferlandschaften und können einheimische Pflanzen verdrängen. In Folge des Klimawandels werden Lebensräume verschiedener Arten zerstört.

Das Bauen oder Ausbauen von Fischtreppen scheitert im vorliegenden Fall oft daran, dass es ein sehr kostenaufwändiges Vorhaben ist. Dies steht in Konflikt mit der Wirtschaftlichkeit der Kraftwerke (vgl. Strohmaier, 2018). Es müssen somit finanzielle Anreize geschaffen werden, damit

es für Kraftwerksbetreibenden attraktiver wird, solche Massnahmen umzusetzen. Trotzdem sollte künftig das ökologische dem wirtschaftlichen Handeln vorgezogen werden, damit den nachfolgenden Generationen eine lebenswerte Zukunft geboten werden kann und die Massnahmen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung umgesetzt werden.

Zu den nachhaltigen Massnahmen gehören auch die Revitalisierungen: Am Beispiel des Projekts «BirsVital» gingen offensichtliche Verbesserungen für alle hervor (vgl. Breitenstein & Kirchhofer, 2011). Sowohl die Wasserqualität als auch der Zustand von Tieren und Pflanzen und ihrer Lebensräumen hat sich verbessert (vgl. Amiet, 2015b). Dadurch konnte die Biodiversität vergrössert werden, wodurch sich ein stabileres und flexibleres Ökosystem entwickeln kann. Als Folge davon wirkt sich der Klimawandel weniger dramatisch auf diese Ökosysteme aus. Durch den breiteren Gewässerraum ist der Hoch-

wasserschutz besser gewährleistet und die Auswaschung von Schadstoffen wie zum Beispiel Dünger und Pflanzenschutzmittel wird verringert. Zudem entstand ein qualitativ hochwertiges Erholungsgebiet.

Einen weiteren Bereich stellen die Kläranlagen dar. Es gibt Stoffe, vor allem Mikroverunreinigungen (z.B. EDTA), welche von der ARA noch nicht aus dem Abwasser entfernt werden können. Das liegt daran, dass die Technologie dazu fehlt (vgl. Bono, 2018). Hinzu kommt, dass die Auswirkungen dieser Stoffe noch weitgehend unklar sind. Es muss also in die Forschung und Entwicklung investiert werden, um diese Situation zu ändern (vgl. Küry et al., 2015). Aufgrund des bevorstehenden Bevölkerungswachstums muss zudem die Kapazität der einzelnen Kläranlagen angepasst werden können (vgl. Bono, 2018).

Die gesetzlichen Grundlagen für die Umsetzung dieser Massnahmen (Revitalisierung, Fischtreppe und Entfernung von Mikroverunreinigungen) sind grösstenteils vorhanden. Das Problem ist, dass die Gesetze oft nicht ausreichend umgesetzt werden (vgl. Campana, 2018b; Mertens, 2018a). Gründe hierfür sind Interessenkonflikte mit mächtigen Stakeholdern, wie Landwirtschaftsvertretenden und Kraftwerkbetreibenden, welche verlieren würden, wenn solche Massnahmen getroffen werden. Zu hoffen bleibt, dass beteiligte Parteien weiterhin Zeit und Mühe investieren um die ökologische Situation rund um Birs und Birsig zu verbessern und diesen wertvollen Lebensraum zu erhalten.

# 7 Wasserkraft

## 7.1 Einleitung

Wasserkraft stellt die wichtigste Stromquelle der Schweiz dar. Sie deckt 57% des Schweizer Strombedarfs ab und macht somit den grössten Teil der erneuerbaren Energien aus. Gleichzeitig bietet sie die Möglichkeit zur lokalen Stromproduktion und ist nahezu frei von klimaschädlichen Treibhausgasen. Momentan bestehen in der Schweiz 650 Kraftwerke mit einer Leistung von mindestens 300 kW. Rund ein Zehntel des Stroms aus Wasserkraft stammt aus Kleinwasserkraftwerken (KWKW) (Maximalleistung 300 kW–10 MW). Mit der Energiestrategie 2050 soll die Wasserkraft weiter ausgebaut und bestehende Anlagen erneuert werden (BFE, 2018c; SWI, 2018; VSE, 2018). In dieser Arbeit wird die Thematik der Wasserkraft am Beispiel der Birs im Kanton Basel-Landschaft untersucht. Um genauer auf die einzelnen Kraftwerke eingehen zu

können, beschränkt sich die Arbeit auf die acht Wasserkraftwerke (WKW) im Kanton Basel-Land und verzichtet auf den Einbezug des Birsigs, weil es dort keine Kleinwasserkraftwerke gibt (Kohler, 2018).

Dieses Kapitel leiten folgende Fragestellungen:

- Wie sieht die Wasserkraftnutzung an der Birs heute aus und welche Technologien werden eingesetzt?
- o Welche Auswirkungen hat diese Nutzung auf die Birs?
- o Wie wird sich die Nutzung durch den Klimawandel verändern?
- Welches sind dazu die massgebenden gesetzlichen Grundlagen?
- Welche Stakeholder beeinflussen die Wasserkraftnutzung an der Birs?
- Wo entstehen Kosten und Gewinne und wie hoch sind die?

## 7.2 Vorgehensweise

Die Recherche stellt den Kern der Arbeit dar. Die Gruppen bedienen sich der ETH-Library, Google und Google Scholar. Die dadurch gefundenen Informationen stammen aus Richtlinien, Reports, Statistiken, Strategien und Merkblättern, die meist von den Stakeholdern im Internet publiziert wurden. Zusätzlich bot der Kon-

takt per Mail oder Telefon zu einigen Stakeholdern Informationen. Weiter konnte das aufgebaute Wissen bei einer Exkursion an die Birs ergänzt werden. Um die Einflüsse und Beziehungen der Stakeholder herauszufinden, bedienen sich die Gruppen der Stakeholderanalyse.

## 7.3 Resultate

### 7.3.1 Technologien Wasserkraft

Es gibt eine grosse Breite von Wasserkraftanlagen, welche anhand der Bewirtschaftung des Speichers in drei Kategorien eingeteilt werden können: Laufwasser-, Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke (Giesecke et al., 2014). Entlang der Birs befinden sich acht Laufwasserkraftwerke, weshalb in diesem Kapitel nur auf diese Form der Wasserkraft eingegangen wird (Flussbau AG, 2014).

Laufwasserkraftwerke werden in Flüssen und Kanälen mit geringem Gefälle verwendet. Sie bilden für das heranströmende Wasser eine Schwelle im Fluss und können dadurch die potenzielle Energie des Wassers zur Stromerzeugung nutzen. Da das Laufwasserkraftwerk die Energie des Fliessgewässers nutzt, produziert es immer ungefähr die gleiche Menge Strom. Laufwasserkraftwerke werden deshalb primär zur Deckung des Grundbedarfs

eingesetzt. Um sie zur Deckung der Spitzenlast einsetzen zu können, wird das Gewässer vor dem Wehr gestaut. Diese Nutzung wird als Schwallbetrieb bezeichnet (vgl. Schwab, 2009).

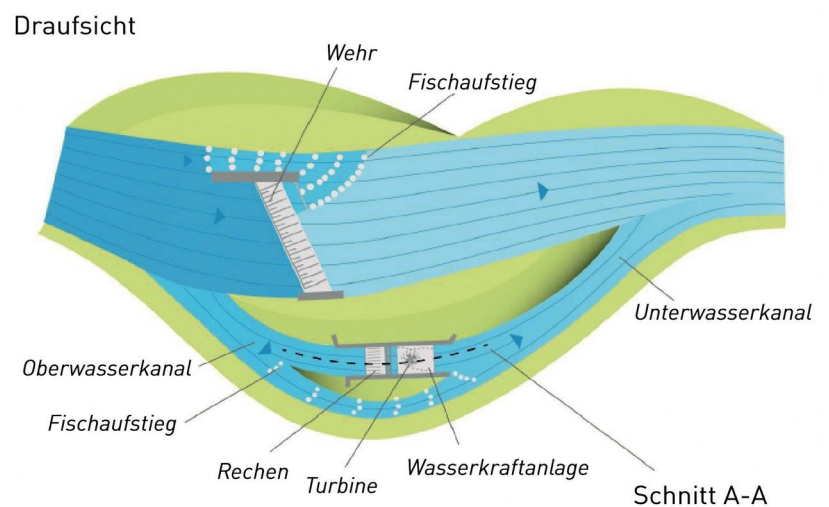
Bei den Laufkraftwerken wird weiter zwischen Ausleit- und Durchlaufkraftwerken unterschieden. Bei Ausleitkraftwerken (Abbildung 28) wird ein Teil des Wassers mittels eines Wehrs abgezweigt, zur Zentrale geleitet und wieder zurückgeführt. Die verbleibende Menge Wasser, die das Wehr passiert, heisst Restwasserstrecke. Das Restwasser wird auch für allfällige Fischtreppen verwendet. Bei Durchlaufkraftwerken (Abbildung 29) wird das Wasser unmittelbar nach der Zentrale wieder ins Fließgewässer geführt, wodurch keine Restwasserstrecke entsteht (Gross, 2017). Drei der acht Kraftwerke an der Birs sind Durchlaufkraftwerke, die restlichen fünf sind Ausleitkraftwerke (AUE, 2018).

In den acht Wasserkraftwerken an der Birs wird ausschliesslich die Kaplan-Turbine verwendet. Diese Turbine nutzt sowohl die kinetische als auch die potenzielle Energie des durchströmenden Wassers, wodurch sie bei geringer Fallhöhe und hoher Durchflussmenge oftmals die beste Lösung ist. Die Turbine wandelt die Leistung des Wassers in mechanische Energie um, welche schlussendlich von einem Generator zu Strom umgewandelt wird (Chapallaz, 1995; EnergieSchweiz, 2010; Gross, 2017; SolaratlasLeipzig, 2018). Dabei beträgt die produzierte elektrische Leistung der einzelnen Kraftwerke an der Birs zwischen 320 kW und 1.54 MW, wodurch alle Kraftwerke zu den sogenannten Kleinwasserkraftwerken gehören (BFE, 2004; Huser, 2014a; Hydro-Solar Water Engineering AG, 2018; VUE, 2018).

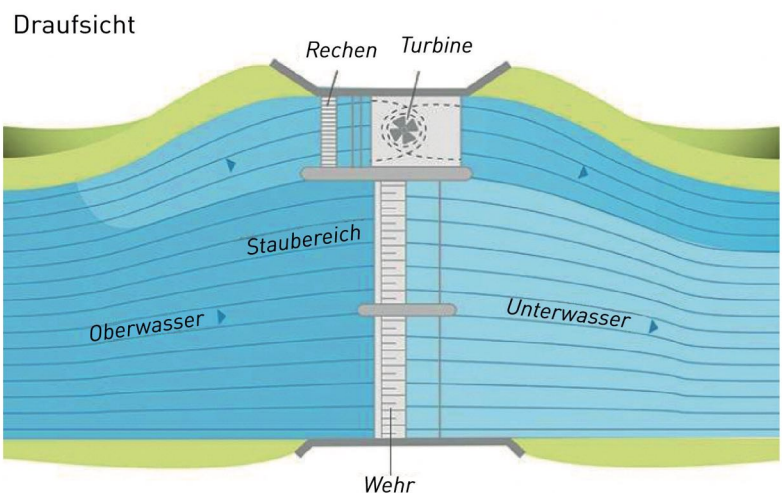
### 7.3.2 Ökonomische Situation

#### Ausgaben

Ein Teil der Ausgaben fällt für die Investitionskosten an. Diese Investitionskosten setzen sich aus den Planungs-, Bau- und Allgemerkosten zusammen (Bölly & Fei-



**Abbildung 28**  
Ausleitkraftwerk (Bayerische Landeskraftwerke GmbH, 2018).



**Abbildung 29**  
Durchlaufkraftwerk (Bayerische Landeskraftwerke GmbH, 2018).

bel, 2014). Die Planungskosten machen dabei ungefähr 8 bis 15 % der Investitionskosten aus. Unter die allgemeinen Kosten, welche etwa 20 bis 25 % ausmachen, fallen Kosten für beispielsweise Bauzinsen, Versicherungen oder ökologische Ausgleichsmassnahmen. Die Investitionskosten relativ zur Leistung des Kraftwerkes sind umso tiefer, je grösser ein Kraftwerk ist (vgl. Ribí et al., 2017).

Neben den einmaligen Investitionskosten gibt es die laufenden Kosten, welche etwa Betriebs- und Unterhaltskosten beinhalten. Daneben werden öffentliche Abgaben wie etwa Steuern, Wasserzinsen oder Gegenleistungen für die Wassernutzungen, wie etwa Stromlieferungen zum Vorzugspreis, fällig. Zu den jährlichen Kosten gehören auch die Amortisationskosten, mit welchen die Anlagen jährlich abgeschrieben werden. Die Abschreibungsdauer für bauliche Anlagen beträgt im Mittel 50 Jahre, die für elektronische Anlagen 25 Jahren. Wichtig ist dabei, dass die Abschreibungsdauer die Konzessionsdauer, also wie lange ein Kraftwerk die Konzession für die Wassernutzung hat, nicht überschreiten soll (vgl. Ribí et al., 2017).

### **Einnahmen**

Einnahmen können die Kraftwerke einerseits aus dem Verkauf des produzierten Stromes, andererseits durch die ökologische Qualität ihres Stromes generieren. Diese ökologische Qualität wird über sogenannte Herkunftsnachweise gehandelt, welche entweder gemeinsam mit dem produzierten Strom oder einzeln, beispielsweise auf Ökostrombörsen, verkauft werden können. Der Verkauf kann entweder auf dem freien Markt oder durch gesetzliche Einspeisevergütungen erfolgen. Eine weitere Verwendungsmöglichkeit des

produzierten Stroms ist, dass ein Teil zur Deckung des Eigenverbrauchs des Kraftwerks benutzt wird. Dies ist oft günstiger, als Strom über die Endlieferanten zu beziehen, weil ihr Preis oft zusätzliche Beiträge für etwa die Netzkosten beinhaltet (Ribí et al., 2017). Dieser Eigenverbrauch macht beispielsweise beim Kraftwerk Dornachbrugg 0.6 % des produzierten Stroms aus (Moll, 2018).

Eine erste Verkaufsmöglichkeit ist das Einspeisen des Stroms ins lokale Netz und dem betreffenden Netzbetreibenden zu verkaufen. Der Produzent kann dabei die Herkunftsnachweise für die 'ökologische Qualität' seines Stromes entweder direkt mit seinem produzierten Strom zu einem etwas höheren Preis verkaufen oder er verkauft den produzierten Strom zum gewöhnlichen Strompreis und die Herkunftsnachweise an einem separaten Ort, beispielsweise an einer Ökostrombörse. Da der Marktpreis seit etwa zehn Jahren sehr tief ist, deckt er die Produktionskosten kaum. Aus diesem Grund eignet sich dieses Modell für Kleinwasserkraftwerke wenig, solange der Marktpreis nicht bedeutend ansteigt (vgl. BFE, 2018a; Ribí et al., 2017).

Die zweite Möglichkeit ist der Verkauf über die sogenannte Gesetzliche Einspeisevergütung, welche die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien fördern will (Ribí et al., 2017). Dazu gibt es, je nach Leistung und Baujahr des Kraftwerks, unterschiedliche Vergütungsmodelle. Für Wasserkraftwerke, welche vor 2006 erbaut wurden und deren Leistung 1 MW nicht übersteigt, gibt es die Mehrkostenvergütung. Hierbei erhalten Produzenten für den eingespeisten Strom einen Jahresmittelpreis von 15 Rappen pro kWh. Für die Vermarktung der Herkunftsnachweise

sind die Kraftwerkbetreibenden selbst zuständig. Das Modell der Mehrkostenvergütung ist noch bis 2035 gültig (Leutwiler, 2012; Pronovo AG, 2018; Ribí et al., 2017). Aktuell profitieren vier der Wasserkraftwerke an der Birs von der Mehrkostenvergütung (Zurbuchen (EBM), 2018).

Wasserkraftwerke bis zu 10 MW Leistung werden durch die Kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) gefördert. Dabei wird nicht nur der Strom, sondern auch der Herkunftsnachweis vergolten. Die Höhe der Vergütung variiert zwischen 24.8 bis 38 Rappen pro kWh. Gemäss Ribí et al. (2017) ist die KEV mit ihren über die Jahre stabilen Beiträgen über dem Marktpreis das wirtschaftlich attraktivste Modell. Durch die daraus resultierende grosse Nachfrage gab es Wartelisten für die KEV. Zurzeit profitiert ein Kraftwerk an der Birs, Zwingen Obermatt, von der KEV. Dieser Vertrag läuft 2031 aus (BFE, 2018b). Das neue Energiegesetz des Bundes sieht vor, dass alle KEV-Bezieher zwischen 500 kW und 10 MW ihren Strom wieder selbst vermarkten müssen. Sie erhalten aber eine Einspeiseprämie für die ökologische Qualität ihres Stroms. Diese setzt sich aus der Differenz zwischen dem Referenz-Marktwert und dem KEV-Vergütungssatz zusammen, wodurch die Verluste durch das Wegfallen der KEV gedeckt sind (vgl. BFE, 2017; Ribí et al., 2017).

### 7.3.3 Auswirkungen auf die Birs

Die Auswirkungen eines Kraftwerkes auf das Fließgewässer sind sehr vielfältig und betreffen verschiedene Bereiche wie

- Schwall und Sunk
- Beeinträchtigung des Geschiebehaushalts
- Beeinträchtigung der Fischgängigkeit

- Restwasser
- Wasserqualität
- Hochwasserschutz
- Entfernung von Zivilisationsabfall
- Landschaft- und Naturschutz.

Im folgenden Kapitel liegt der Fokus auf den ersten drei Auswirkungen, da diese bei der Revidierung des Gewässerschutzgesetzes 2011 untersucht und mögliche Sanierungspläne dazu erstellt wurden (vgl. Kohli et al., 2018).

Unter Schwall und Sunk versteht man das gezielte Aufstauen und Turbinieren des Wassers durch ein Kraftwerk zu ganz bestimmten Zeiten. Dies resultiert typischerweise in einem schnellen Anstieg und Abfall des Wasserpegels, welcher im Gegensatz zu natürlichen Hochwassern regelmässiger und häufiger auftritt. Bam-matter et al. (2014, S. 6) sagen dazu: «Eine wesentliche Beeinträchtigung liegt (...) vor, wenn die Abflussmenge bei Schwall mindestens 1,5-mal grösser ist als bei Sunk (...)». Auswirkungen der Schwallphasen sind das Verdriften von Jungfischen und Kleinlebewesen sowie Ufer- und Tiefenerosion. In der Sunkphase können Uferzonen plötzlich kein Wasser mehr führen und Fische dadurch stranden. Diese Auswirkungen führen zu einem Verlust der Artenvielfalt (Kohli et al., 2018). In der Birs gibt es sporadisch signifikante Pegelschwankungen, welche aber nicht durch gezielte Turbinierung, sondern beispielsweise durch Notabstellungen oder Spülungen des Stauraums verursacht werden. Deshalb haben diese Pegelschwankungen auch keine tägliche Regelmässigkeit und die Kraftwerke an der Birs sind bezüglich Schwall und Sunk nicht sanierungspflichtig (Kirchhoefer et al., 2013).



Feststoffe wie Kies und Steine, auch Geschiebe genannt, werden durch den Abfluss über die Flusssohle transportiert. Dadurch werden Flusssohle und Uferzone laufend durch Erosion und Sedimentation verändert. Das Wehr eines Wasserkraftwerkes stellt für dieses Geschiebe eine im Normalfall unpassierbare Barriere dar. So fehlt dieses Geschiebe im Unterlauf des Kraftwerks, wodurch dort Uferstrukturen und Gewässersohlen zuerst ausgeräumt und dann die Hohlräume, aufgrund des fehlenden Geschiebes aus dem Oberlauf, mit Feinstoffen gefüllt werden. Dadurch verschwinden Lebensräume für Wirbellose und Laichsubstrate für Fische. Weiter kann die Erosion zu einer Sohleneintiefung und damit zur Absenkung des Grundwasserspiegels führen, wodurch Auen und Moore irreversibel beschädigt werden (Kohli et al., 2018). Eine grosse Auswirkung des Geschiebehaushalts liegt vor, wenn das Geschiebe den Stauraum des Kraftwerks beispielsweise durch Spülung nicht mindestens einmal jährlich passieren kann. An der Birs, welche aufgrund ihrer Topografie eher geschiebearm ist, sind das zwei Kraftwerke, welche diese jährliche Geschiebedurchgängigkeit nicht gewährleisten können. Das Kraftwerk Moos stellt eine wesentliche Beeinträchtigung des Geschiebehaushalts in der Birs dar und ist sanierungsbedürftig. Das sich direkt darunter befindende Kraftwerk Büttenen verursacht eine geringe bis mässige Beeinträchtigung und ist deshalb nicht sanierungsbedürftig. Zusammenfassend kann man sagen, dass die aktuelle Geschiebedurchgängigkeit der Kraftwerke an der Birs aber positiv ist (Auckenthaler, 2018; Flussbau AG, 2014; Kohli et al., 2018).

Kraftwerke können die Wandermöglichkeiten der Fische zu Laich- oder Nahrungsplätzen einschränken. Dadurch können der Erhalt und die Neubildung von Fischbeständen gefährdet werden oder es kommt, aufgrund des fehlenden Austauschs, zu einer genetischen Verarmung der Fischpopulation. Neben der eingeschränkten Längsvernetzung des Flusses haben Kraftwerke einen weiteren negativen Einfluss auf die Fische, indem viele Fische beim flussabwärts Schwimmen durch die Turbine getötet werden. Für weniger negativen Auswirkungen auf die Fischbestände sind also sowohl Fischtreppen für den Aufstieg als auch Fischschutz beim Abstieg notwendig (Hefti, 2012; Kohli et al., 2018). An der Birs, welche Lebensraum für 16, teilweise vom Aussterben bedrohte Arten ist, verfügt nur eines der acht Wasserkraftwerke über einen funktionsfähigen Aufstieg. So konnte beispielsweise eine genetische Verarmung der Äschenpopulation in der Birs nachgewiesen werden, welche aufgrund der fehlenden Längsvernetzung entstanden ist. Ebenfalls verfügt kein Kraftwerk über eine funktionierende Lösung für den Abstieg zum Schutze der Fische (Huser, 2014b).

### 7.3.4 Klimawandel

In den Sommermonaten rechnet man im Jura mit einem Rückgang der Niederschlagsmengen, im Winter wird ein leichter Anstieg erwartet. Ebenfalls wird die höhere Schneefallgrenze zu mehr Regen führen. Die jährliche Schneeschmelze wird früher im Jahr erwartet und niedriger ausfallen. Über das Jahr gesehen wird sich die Abflussmenge somit nur geringfügig ändern, deren Verteilung jedoch stark. Ebenso werden häufigere Extremereig-

nisse wie zum Beispiel Trockenheit oder Hochwasser erwartet (vgl. BAFU, 2012; Job et al., 2011; NCCS, 2018).

Aufgrund dieser Trockenereignisse und des reduzierten Niederschlags im Sommer wird die Mindestabflussmenge für den Betrieb des Kraftwerkes tendenziell häufiger unterschritten. Wenn dieser anlageabhängige Wert unterschritten wird, ist kein Betrieb des Wasserkraftwerks möglich. Um in Zukunft diese Ausfälle

Aktuell werden an der Birs im Kanton BL acht Laufkraftwerke mit Kaplan-Turbinen betrieben. Die problematischen Auswirkungen derer auf die Birs sind eher gering. Es gibt aber zwei Bereiche, in denen es Defizite gibt. Das sind die Fischgängigkeit und der Geschiebehalt (vgl. Baumgartner, 2017; vgl. Flussbau AG, 2014; vgl. Hefti, 2012; vgl. Huser, 2018). An der Birs sind die Fischauf- und abstiege nicht funktionstüchtig oder nur eingeschränkt nutzbar sind. Hier besteht noch viel Luft nach oben.

#### 7.4.1 Sanierungsmassnahmen

Um einige der negativen ökologischen Auswirkungen zu verringern, wurden bei der Gesetzesrevision des GSchG 2011 Sanierungsmassnahmen verordnet. An der Birs werden infolge alle KW wegen der Fischgängigkeit saniert. Aus ökologischer Sicht ist anzumerken, dass diese Sanierungen ein Fortschritt sind, die gesetzlichen Definitionen dieser Probleme aber auch Spielraum lassen. Es liegt somit an den Kraftwerksbetreibenden, die Sanierungen sinnvoll umzusetzen. Zum Beispiel beim Fischschutz zeigt der «Stand der Technik» aus Deutschland die Möglichkeit für strengere Schwellenwerte auf. Ob dies

zu kompensieren, müsste die Leistung der Kraftwerke durch mehr oder grössere Turbinen gesteigert werden. Dadurch könnten die erhöhten Abflussmengen im Winter besser genutzt werden und so die Ausfälle im Sommer kompensiert werden. Bis ins Jahr 2050 kann deshalb sogar mit einer Zunahme der von Flusskraftwerken produzierten Strommenge gerechnet werden (vgl. Job et al., 2011; Leutwiler, 2012; Moll, 2018).

auch an der Birs möglich ist, können wir nicht abschliessend beurteilen, da auch gewässerspezifische Faktoren Einfluss nehmen könnten (vgl. Flussbau AG, 2014; Huser 2014a; 2014b; Kirchhofer et al., 2013; VDFF, 2018).

#### 7.4.2 Einfluss des Klimawandels

Der Klimawandel wird in der Schweiz massgebende Auswirkungen auf den Abfluss und somit auf die KW haben. Für die KW an der Birs wird vor allem die veränderte saisonale Verteilung von Bedeutung sein. Ebenso werden häufiger Extremereignisse erwartet. Da die nutzbare Wassermenge von der Turbinenleistung bestimmt wird, könnten diese beiden Faktoren die Wasserkraftnutzung einschränken. Für die Kraftwerksbetreiber besteht nun die Herausforderung, durch technische Anpassungen die grössere Produktionslücke im Sommer durch Produktionssteigerung im Winter zu kompensieren. Ein Bsp. dafür ist die Überdimensionierung der Turbinen beim Neubau des KW Obermatt Zwingen. Die Folge daraus könnte sein, dass die Kleinwasserkraft an Bedeutung verlieren könnte, da sie per Definition mit niedrigen Leistungen arbeitet (vgl. BAFU, 2012; Job et al., 2011; NCCS, 2018).

## 7.4 Diskussion

### 7.4.3 Liberalisierung des Strommarkts

Eine grosse Frage ist, wie die Liberalisierung sich auf die Kleinwasserkraft auswirken wird. Heutzutage wird der Strompreis noch aus Fonds des Bundes und dem Bund angehörigsten Organisationen gestützt. Jedoch ist das Ziel der Energiestrategie 2050, dass die Stromproduzenten den Strom auf dem freien Markt verkaufen sollen, was zu mehr Konkurrenzdruck führt. Wahrscheinlich werden die grösseren Kraftwerke die Preise drücken können. Dies könnte eine Gefahr für die Existenz vieler Kleinwasserkraftwerke werden. Jedoch ist es auch möglich, dass die Kleinwasserkraftwerke von der Liberalisierung profitieren beziehungsweise nicht bedroht werden. Es besteht immer noch das Einspeisevergütungssystem, womit die Defizite der Direktvermarktung ausgeglichen werden sollten (vgl. Ribí et al., 2017).

### 7.4.4 Gesetzliche Grundlagen

Die massgebenden gesetzlichen Grundlagen basieren auf dem WRG und GSchG. Im WRG wird die Konzessionserteilung geregelt. Die Konzessionen werden für maximal 80 Jahre ausgestellt und verleihen das Recht auf Nutzung des Gewässers (Art. 43 & Art 58 WRG). Das GSchG gibt Richtlinien und Anforderungen wie die Sanierungen für den ökologischen Betrieb der KWK vor (Art.83 lit.a GSchG). Da neu entwickelte Richtlinien wie beispielsweise die Sanierungen den alten Konzessionen widersprechen, ist der Bund verpflichtet, die Konzessionäre dafür zu entschädigen (Art.44 WRG). Die Konzessionsdauer verhindert in solchen Fällen eine dynamische Weiterentwicklung. Beachtet man, dass der Klimawandel weiter fortschreitet und

die genauen Folgen unkalkulierbar sind, erscheint es wichtig, dass nicht nur die Gesetze, sondern auch die Konzessionen laufend, respektive öfter, angepasst werden.

### 7.4.5 Interessenskonflikte: Energie oder Ökologie

Die Wasserkraft an der Birs steht im Zentrum mehrerer Interessenskonflikte. Die einen loben die CO<sub>2</sub>-arme Energieproduktion, die anderen verweisen auf die unterbrochene Fischwanderung. Manche freuen sich über den regionalen Strom und wieder andere stören sich über den Eingriff ins natürliche Landschaftsbild.

Der Bund steht vor der Herausforderung, die involvierten Parteien zufrieden zu stellen. Durch die Energiestrategie ist er verpflichtet, erneuerbare Energien weiter zu fördern und muss gleichzeitig wirtschaftliche Aspekte wie den Strompreis im Auge behalten, um keine Einkommensklassen auszuschliessen. Der Bund, gefolgt vom Kanton BL, hat die grösste Machtposition gegenüber allen Stakeholdern. Da die staatlichen Organisationen als Kontroll- und Bindungsakteure gelten, ist es ihre Aufgabe, die Bedürfnisse der Wirtschaft (Kraftwerkbetreibende) ebenso miteinzubeziehen wie die gegensätzlichen Bedürfnisse anderer Stakeholder (zum Beispiel Energiekonzerne und Umweltorganisationen/Fischereiverband). Daher wird deren Interesse für das nachhaltige Fließgewässermanagement tiefer eingeschätzt als jenes anderer Hauptakteure. Hier spielt der KfVBL eine zentralere Rolle als der WWF Region Basel, da er sich im Gegensatz zum WWF Region Basel nur auf die Birs und den Birsig konzentriert (vgl. Huser, 2014a; Leutwiler, 2012; VUE, 2018b, 2018d).

Die drei Aspekte Ökologie, Wirtschaftlichkeit und Anpassungsfähigkeit sind massgebend dafür, dass die KWKW-Nutzung an der Birs nachhaltig bestehen kann. In Bezug auf nachhaltiges Fließgewässermanagement hat die Wasserkraftnutzung klar ökologisch negative Auswirkungen auf Lebensräume und Biodiversität. Gleichzeitig ist die Energiegewinnung aus erneuerbaren Quellen heute wichtiger denn je, der Beitrag der KWKW dazu gesamthaft aber relativ klein. Somit ist es wichtig, dass man die ökologischen Aufwertungen mit dem Gewinn an erneuerbarer Energie vergleicht und hinterfragt, ob sich diese an der Birs auch längerfristig in Balance halten.

Ein weiterer Punkt, der in der Thematik Kleinwasserkraft Raum für Spekulationen offenhält, ist der Klimawandel. Denn man kann zwar mit Sicherheit sagen, dass die Veränderung des Klimas einen erheblichen Einfluss auf die Abflussmengen der Birs haben wird. Da es aber in der jüngeren Geschichte keine von der Grössenordnung vergleichbare Veränderung des Klimas mit Auswirkungen auf Wasserkraftnutzung gibt, kann zum heutigen Zeitpunkt niemand genau sagen, wie man auf diese Veränderungen reagieren muss. Insbesondere die Kleinwasserkraftwerke – auch an der Birs – stehen dabei unter Druck, da die Frage im Raum steht, ob es für das ein oder andere Kraftwerk rentabel ist, auf diese Änderungen der Umstände zu reagieren oder es besser wäre, es abzuschalten (Appenzeller, 2018; Strohmaier, 2018).

## 7.5 Schlussfolgerung

## 8 Rechtliche Grundlagen

In diesem Kapitel wird ein Überblick über die wichtigsten Gesetze und Verordnungen auf nationaler und kantonaler Ebene gegeben, welche in allen Teilana-

lysen eine wichtige Rolle spielen. Je nach Kapitel wird noch vertieft auf die rechtliche Situation einzelner Teilanalysen eingegangen.

### 8.1 Bundesebene

Auf der Bundesebene wird die Kompetenzverteilung zwischen Bund, Kantonen und Gemeinden geregelt sowie Grundsätze zum Umgang mit Fließgewässern festgelegt.

#### 8.1.1 Bundesverfassung

In der Schweizerischen Bundesverfassung (BV) (SR 101) sind verschiedene Grundsätze festgehalten, nach welchen sich die Kantone zu richten haben. So ist das Nachhaltigkeitsprinzip in der BV in Artikel 73 festgelegt: Der Bund und die Kantone müssen ein ausgewogenes Verhältnis zwischen der Nutzung der Natur und ihrer Erneuerungsfähigkeit anstreben.

Auf der Bundesebene ist weiter die Kompetenzverteilung zwischen dem Bund, den Kantonen und allenfalls sogar den Gemeinden geregelt. Beispielsweise sind die Kantone gemäss der BV für eine ausreichende, breit gefächerte, sichere, wirtschaftliche und umweltverträgliche Energieversorgung zuständig, wobei der Bund die Grundsätze dazu festlegt (Art. 89). Die Kantone verfügen zudem über die kantonalen Wasservorkommen, wobei der Bund jedoch für eine haushälterische Nutzung des Wassers und dessen Schutz zu sorgen hat (Art. 76). Weiter muss der Bund Grundsätze zur Fischerei festlegen, welche die Artenvielfalt der Fische erhalten (Art. 73).

#### 8.1.2 Gewässerschutzgesetz

Einen wichtigen Einfluss auf das nachhaltige Fließgewässermanagement hat das Gewässerschutzgesetz (GSchG) (SR 814.20), dessen Zweck der Schutz der Gewässer vor nachteiligen Einwirkungen ist.

Das GSchG besagt, dass die Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen durch den Kanton erfolgt (Art. 20 und 21). Die Grundwasserschutzzone stellt sicher, dass die Grundwasserfassung vor schädlichen Infiltrationen geschützt ist. Ausserdem ist es möglich, in den Schutzzonen Grundwasseranreicherungsanlagen zu betreiben. Gemäss dem GSchG müssen die Kantone auch eine langfristige Sicherstellung der Grundwasservorkommen gewährleisten (Art. 29 ff.). Aufgrund dieser langfristigen Sicherstellung dürfen die Wasserver- und -entsorgung nicht gewinnorientiert betrieben werden und verunreinigende Stoffe dürfen nicht ins Gewässer eingeleitet werden.

Weiter regelt das GSchG die Ausscheidung des Gewässerraums (Art. 36a). Diese erfolgt wiederum durch den Kanton nach Anhörung der betroffenen Stakeholder. Die Ausscheidung hat so zu erfolgen, dass die natürlichen Gewässerfunktionen, die Gewässernutzung und der Hochwasserschutz gewährleistet sind. Das GSchG macht zudem Vorgaben zur Entnahme von Wasser und zur Sicherung von Mindestrestwassermengen (Art. 31). Zusätzlich beinhaltet es Vorschriften zu naturnahen baulichen Gestaltungen an Gewässern, zu Schwall und Sunk, der Spülung und Entleerung von Stauräumen der Wasserkraftwerke sowie ihre Pflicht zur Entsorgung des Schwemmguts (Art. 38 – Art. 41). Schliesslich schreibt das GSchG in mehreren Artikeln vor, dass Gewässer und Gewässerraum so gestaltet sein sollen, dass sie einer vielfältigen Tier- und Pflanzenwelt als Lebensraum dienen können.

### 8.1.3

#### Gewässerschutzverordnung

Die Gewässerschutzverordnung (GSchV) (SR 814.201) konkretisiert und präzisiert das GSchG. Einige für das Fallthema relevante Punkte sind die Bestimmungen zur Grösse des Gewässerraums, Richtwerte für gereinigtes Wasser und die Regelung der Zuständigkeit bei Verunreinigungen im Fließgewässer - wobei im Kanton Basel-Landschaft das Amt für Umwelt und Energie zuständig ist.

#### 8.1.4 Umweltschutzgesetz

Das Umweltschutzgesetz (USG) (SR 814.01) spielt beim Schutz und der Erhaltung der Fließgewässer eine wichtige Rolle, indem es Menschen, Tiere und Pflanzen sowie ihre Lebensräume vor schädlichen Einwirkungen schützen und ihre Biodiversität erhalten soll.

#### 8.1.5 Bundesgesetz über die Fischerei

Im Bundesgesetz über die Fischerei (BGF) (SR 923.00) wird geregelt, wie die

Auf kantonaler Ebene werden die Vorgaben des Bundes für die Umsetzung präziser ausformuliert und, im Rahmen der Bundesgesetze, weitere Regelungen und Vorschriften festgelegt. Dazu hat der Kanton BL diverse Gesetze und Verordnungen erlassen. Die wichtigsten für die Birs und den Birsig sind:

- Gesetz über den Gewässerschutz und die kantonale Gewässerschutzverordnung
- Fischereigesetz
- Umweltschutzgesetz

Auf der untersten Ebene werden Richt- und Nutzungspläne, Reglemente und Konzepte erstellt, welche die nationalen und

Bestände der einheimischen Fische, Krebse und Fischnährtiere zu bewahren und zu fördern sind. Das BGF beinhaltet die nachhaltige Nutzung und Entwicklung der Fließgewässer, unter anderem im Hinblick auf den Konflikt zwischen der Wasserkraftnutzung und der Fischerei.

#### 8.1.6 Natur- und Heimatschutzgesetz

Wichtig im Natur- und Heimatschutzgesetz (NGH) (SR 451) ist, dass dieses das Aussterben einheimischer Tier- und Pflanzenarten verhindern soll. Es beinhaltet Massnahmen zur Förderung der Biodiversität in aquatischen Ökosystemen wie Fließgewässern und zum Schutz vor landes- oder standortfremden Arten.

#### 8.1.7 Energiegesetz

Das Energiegesetz (EnG), welches erst Anfangs 2018 in Kraft getreten ist, legt wichtige Grundsätze für die Wasserkraft fest. Beispielsweise regelt es die finanzielle Förderung für Energie aus Wasserkraft.

- Gesetz über Natur- und Landschaftsschutz
- Verordnung über den Schutz einheimischer Pflanzen und Tierarten (Artenschutzverordnung)
- Wasserbaugesetz
- Gesetz über die Wasserversorgung der basellandschaftlichen Gemeinden.

Im Grundsatz und Zweck stimmen die kantonalen Gesetze und Verordnungen des Kantons BL mit den nationalen überein, sie enthalten aber mehr Details.

kantonalen Gesetze den lokalen Gegebenheiten entsprechend umzusetzen.

## 8.2 Kantonale Ebene

## 8.3 Kommunale Ebene



## 9 Stakeholder

Die folgende Tabelle enthält jeweils eine kurze Beschreibung von Stakeholdern, die in den einzelnen Teilanalysen relevant sind. Die Stakeholder sind nach verschiedenen Kategorien geordnet.

**Tabelle 8**

Übersicht über die relevanten Stakeholder.

Name	Beschreibung	Teilanalyse
<b>Öffentliche Verwaltungen</b>		
Bundesamt für Umwelt (BAFU)	Das BAFU kümmert sich um die nachhaltige Nutzung von natürlichen Ressourcen. Seine Aufgabe ist unter anderem Gesetze in Koordination mit regionalen Ämtern um- resp. durchzusetzen.  Das Bundesamt wird in 14 Abteilungen unterteilt, wobei sich die Abteilung «Wasser» mit dem Gewässerschutz beschäftigt. Diese erstellt beispielsweise Wegleitungen zur Gewässerraumauscheidung für die Kantone oder stellt Anforderungen an die Wasserqualität (vgl. BAFU, 2003; 2018a; 2018b).	Tiere und Pflanzen Wasserver- und -entsorgung Wasserqualität Wasserkraft Gewässerraum Abflussregime
Bundesamt für Energie (BFE)	Das BFE ist das Kompetenzzentrum für Fragen der Energieversorgung und -nutzung und somit zuständig für ausreichende, sichere, effiziente sowie nachhaltige Energie. Analog zum BAFU vollzieht es die Gesetze auf Bundesebene und arbeitet dabei mit den Kantonen zusammen. Es setzt sich für eine Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien und für eine Senkung der CO <sub>2</sub> -Emissionen ein (vgl. BFE, 2018a).	Wasserkraft
Bundesamt für Landwirtschaft (BLW)	Das BLW setzt sich für eine multifunktionale, nachhaltige Landwirtschaft ein, die sowohl die Bevölkerung versorgen als auch die natürlichen Lebensgrundlagen und Schweizer Kulturlandschaften erhalten kann. Insbesondere sollen Abschwemmungen respektive Auswaschung von Stoffen wie Nitrat oder Phosphor im Rahmen eines Gewässerschutzprogrammes vermindert werden (vgl. BLW, 2018).	Tiere und Pflanzen
Kanton Basel-Landschaft (BL)	Gemäss GschG ist es die Aufgabe der Kantone, bei fliessenden Gewässern in Zusammenarbeit mit den betroffenen Bundesstellen bis 2018 einen Gewässerraum auszuscheiden. Der Landrat BL hat diese Aufgabe allerdings den Gemeinden übertragen. Sie tragen dabei grundsätzlich die Kosten an den Ausscheidungsprozessen (vgl. Chavanne, 2018b).	Gewässerraum
Amt für Raumplanung BL (ARP)	Das ARP ist der Bau- und Umweltschutzdirektion (BUD) unterstellt und ist zuständig für die kommunale und regionale Raumplanung im Kanton BL (Kanton BL, 2018b). Aufgrund dessen scheidet es ausserhalb der Bauzonen den Gewässerraum aus respektive revidiert die Ausscheidungen der Gemeinden innerhalb der Bauzonen (BAFU, 2018a; BUD, 2018; GSchV).	Tiere und Pflanzen Gewässerraum
Amt für Umweltschutz und Energie BL (AUE)	Das AUE ist ebenfalls der BUD unterstellt und zuständig für die Energiegewinnung und den Gewässerschutz innerhalb des Kantons BL. Es kontrolliert ob die Gesetze im Rahmen des Fliessgewässermanagements eingehalten werden. Eine andere Aufgabe ist die Bewilligung von Einleitungen von verschmutztem Wasser aus industriellen Betrieben in die von den Haushalten benutzte Kanalisation (vgl. AUE, 2018a; Kanton Basel-Land, 2018).	Tiere und Pflanzen Wasserqualität Wasserver- und -entsorgung Wasserkraft Abflussregime
Amt für Industrielle Betriebe BL (AIB)	Das Amt betreibt die Abwasserreinigungsanlagen im Auftrag des Kantons (AIB, 2018b).	Wasserver- und -entsorgung

Name	Beschreibung	Teilanalyse
Amt für Wald beider Basel BL (AfW)	Das AfW ist zuständig für die wildlebenden Säugetier- und Vogelarten, Fische und Krebse. Es setzt sich für die Lebensräume von Tieren und für einheimische Arten ein (vgl. Amt für Wald beider Basel, 2018).	Tiere und Pflanzen
Tiefbauamt Kanton BL (TBA)	Das TBA hat zum Ziel, einen ungehinderten Wasserabfluss zu garantieren, bestehende Schutzbauten zu sichern und Lebensräume wiederherzustellen.  Es ist zuständig für die kantonale Planung und Projektierung diverser Bauprojekte. Beispielsweise hat das TBA an der Birs mehrere Projekte zum Hochwasserschutz, die zurzeit realisiert werden. Auch der Wasserbau ist Teil des Aufgabenbereiches des TBA, also die Planung, Realisierung und den Unterhalt der Gewässer. Das TBA stützt seine Strategie auf die gesetzlichen Grundlagen und ist ebenfalls verantwortlich für die Baubewilligungen der Wasserkraftwerke (vgl. Basel Landschaft, 2018).	Wasserkraft
Gemeinde Birsfelden	Die Gemeinde Birsfelden steht stellvertretend für die Gemeinden im Einzugsgebiet der Birs. Die Gemeinden sind zuständig für die Pflege von naturnahem Erholungsgebiet. Ausserdem müssen sie die Wasserver- und -entsorgung ihrer Einwohner/innen über Entwässerungspläne und einer zweckmässigen Kanalisation sicherstellen (vgl. GschV). Der Landrat BL hat des Weiteren beschlossen, dass die Gemeinden den Gewässerraum nun selber im Rahmen der Nutzungsplanung innerhalb der Bauzonen festzulegen haben (Landrat BL, 2018a).	Tiere und Pflanzen Wasserver- und -entsorgung Gewässerraum
<b>Forschungsinstitutionen</b>		
Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (Eawag)	Die Eawag ist ein Wasserforschungsinstitut mit dem Ziel, den nachhaltigen Umgang mit Wasser und Gewässer zu verbessern. Dazu berät sie Bund, Kantone und Verbände und stellt somit die Brücke zwischen Wissenschaft und Praxis dar (vgl. Eawag, 2018).	Wasserver- und -entsorgung Wasserkraft
<b>Interessensverbände</b>		
Bauernverband beider Basel (BVBB)	Der BVBB ist der Dachverband der Basler Bauern/Bäuerinnen und der landwirtschaftlichen Organisationen. Er vertritt die Interessen seiner Mitglieder in den Schweizer Landwirtschaftsorganisationen, sowie gegenüber den Behörden (BVBB, 2015). Grundsätzlich befürworten die Bauern/Bäuerinnen einen schonenden Ressourcenumgang und eine nachhaltige Nutzung der Wasservorkommen. Allerdings überwiegen ökonomische Interessen oftmals gegenüber den ökologischen. Zum Beispiel sind die Bauern/Bäuerinnen eher gegen Schutzzonen im Gewässerraum (BVBB, 2018).  Der BVBB ist Mitglied der externen Begleitgruppe zur Gewässerraumauscheidung, kann sich dort allerdings gemäss eigenen Angaben zu wenig durchsetzen (Amt für Raumplanung BL, 2016).	Tiere und Pflanzen Wasserqualität Wasserver- und -entsorgung Gewässerraum
Kantonaler Fischereiverband BL (KFVBL)	Der kantonale Fischereiverband BL möchte den Tieren ihren natürlichen Lebensraum lassen und somit die naturnahen Fließgewässer erhalten und schützen. Er verfolgt daher die Aufwertung des Lebensraumes «Fließgewässer» (vgl. Kantonaler Fischereiverband Baselland 2018).	Tiere und Pflanzen Wasserqualität Wasserkraft Abflussregime

Name	Beschreibung	Teilanalyse
Pro Natura	Pro Natura steht stellvertretend für die Naturschutzverbände und möchte Flora und Fauna schützen. Aus diesem Grund setzen sie sich unter anderem für breite, natürliche Gewässerräume und eine nachhaltige Nutzung der Ressource Wasser ein (vgl. Pro Natura BL, 2012). Zusammen mit dem WWF sieht sie sich als «Anwalt der Natur» und nimmt über das Verbandsbeschwerderecht Stellung zu einzelnen Gewässerbauvorhaben (WWF Region Basel, 2018; Pro Natura, 2018; VBO). Pro Natura ist ausserdem Mitglied in der externen Begleitgruppe zur Ausarbeitung der Gewässerräume (ARP, 2017a).	Tiere und Pflanzen Gewässerraum Wasserver- und -entsorgung Abflussregime Wasserkraft
Verein für umweltgerechte Energie (VUE)	Der VUE setzt sich aus verschiedenen Interessensgruppen wie zum Beispiel Umweltschutzvereine, Energieproduzenten und -händler, zusammen. Das Ziel ist erneuerbare und ökologische Energieerzeugung zu fördern. Dazu wurden Zertifizierungen entwickelt, mit denen die Kraftwerksbetreiber den Strom teurer verkaufen können. Eine Zertifizierung ist zum Beispiel «naturemade basic», welche die Einhaltung des GSchG garantiert (vgl. VUE, 2018a).	Wasserkraft
<b>Privatwirtschaftliche Akteure</b>		
Abwasserreinigungsanlage (ARA) Therwil	Die ARA Therwil steht stellvertretend für die ARAs im Birs- und Birsigtal. Die ARA hat ein grosses Interesse daran, möglichst effizient das Wasser zu reinigen (Kanton Baselland, 2018a).  Zuständig für die ARAs ist die BUD des Kantons BL (Kanton Baselland, 2018b).	Wasserqualität
Acino Pharma	Acino Pharma betreibt zwei Produktions- und zwei Verpackungsstandorte an der Birs (Acino Pharma, 2018). Er steht stellvertretend für die Industrieunternehmen. Durch die Produktion sowie die Verpackung von Produkten können Schadstoffe in das Gewässer gelangen (Bono, 2018).	Wasserqualität
Hauseigentümerverband (HEV)	Der HEV vertritt durch Lobbying die Haus-, Wohnungs- und Grundeigentümer/innen in Baselland. Er positioniert sich klar gegen Gesetze, welche die Freiheit des/der Eigentümers/in unnötig einschränken und stellt sich somit in einigen Fällen gegen die Ausscheidung des Gewässerraums (HEV Kanton BL, 2017, 2018a). Da er eine Mehrheit der Bevölkerung vertritt, weisen seine Forderungen ein nicht zu unterschätzendes politisches Gewicht auf (Statistisches Amt BL, 2013).	Gewässerraum
Wirtschaftskammer Baselland (Wika)	Die Wika ist der Dachverband der Basler Klein- und Mittelunternehmen und vertritt diese wirtschaftspolitisch, beispielsweise durch Lobbying (Wika BL, 2018b). Die Wika fordert eine rasche Ausscheidung des Gewässerraums und eine Erhaltung der Bauzonen (Wika BL, 2018a; Wika BL, 2018c). Mit 8 % aller Beschäftigten im Kanton macht die Baubranche einen beachtlichen Anteil der basellandschaftlichen Wirtschaft aus (Statistisches Amt BL, 2015).	Gewässerraum
ALPIQ Holding AG	Die ALPIQ Holding AG besitzt mehrere Kleinwasserkraftwerke an der Birs und ist somit auf möglichst ungehinderte Stromproduktion angewiesen (vgl. BOHA AG, 2018a; 2018b; 2018c).  Sie verfolgt als Kraftwerksbetreiberin das Ziel, durch eine effiziente und rationelle Nutzung der Wasserkraft möglichst hohe Gewinne für ihre Unternehmen zu erzielen (Alpiq, 2018; Knuchel & Rummer, 2017).	Wasserkraft Abflussregime

# 10 Referenzen

- altbasel.ch. (2018). Der Birsig im alten Basel. von Dossier auf altbasel.ch. Abgerufen von <https://altbasel.ch/dossier/birsig.html>
- AUE BL. (2018a). Geologie. Zugriff am 7. 11. Abgerufen von <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutz-direktion/umweltschutz-energie/wasser/grundwasser/geologie>
- BAFU. (2012). Auswirkungen der Klimaänderung auf Wasserressourcen und Gewässer. Synthesebericht zum Projekt «Klimaänderung und Hydrologie in der Schweiz» (CCHydro). Bern: BAFU. Abgerufen von: [https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/hydrologie/uw-umwelt-wissen/auswirkungen\\_derklimaänderungaufwasserressourcenundgewaesser.pdf.download.pdf/auswirkungen\\_derklimaänderungaufwasserressourcenundgewaesser.pdf](https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/hydrologie/uw-umwelt-wissen/auswirkungen_derklimaänderungaufwasserressourcenundgewaesser.pdf.download.pdf/auswirkungen_derklimaänderungaufwasserressourcenundgewaesser.pdf)
- BAFU. (2018a, 02.10.2015). Abteilung Hydrologie. Zugriff am 11.12. Letztes Update 02.10.2015. Abgerufen von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/amt/abteilungen-sektionen/abteilung-hydrologie.html>.
- BAFU. (2018c, 21.09.2018). Fischgängigkeit. Zugriff am 30.11.2018. Letztes Update 21.09.2018. Abgerufen von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/fachinformationen/massnahmen-zum-schutz-der-ge-waesser/renaturierung-der-ge-waesser/fischgaengigkeit.html>
- BAFU. (2018c, 12.09.2018). Wasserhaushalt Schweiz. Zugriff am 25.11. Letztes Update 12.09.2018. Abgerufen von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/fachinformationen/zustand-der-ge-waesser/wasserhaushalt-schweiz.html>.
- Bau-/Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern. (2019) Restwassermenge. Zugriff am 5.05.2019. Abgerufen von <https://www.bve.be.ch/bve/de/index/wasser/wasser/wassernutzung/restwassermenge.html>
- BL. (2018e). Wasser / Abwasser. Zugriff am 02.12. Abgerufen von <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutz-direktion/umweltschutz-energie/wasser>
- Bundesamt für Energie. (2018). Statistik der Wasserkraftanlagen der Schweiz. Statistik der Wasserkraftanlagen: Bundesamt für Energie. Abgerufen von: [http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de\\_496108515.zip](http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_496108515.zip)
- Fierz, J.-M., Peter, A., Staub, E., Seiler, R., Haertel-Borer, S., Wicky, J., . . . Thomas, G. (2011). Revitalisierung von Fließgewässern. Fische im Fokus. Abgerufen von: [http://www.fischereiberatung.ch/docs/inhalt/fiber\\_revitalisierung.pdf](http://www.fischereiberatung.ch/docs/inhalt/fiber_revitalisierung.pdf)
- Gesetz über den Gewässerschutz vom 5. Juni 2003 (kGsSchG, 782).
- Golder, E. (1995). Der Birsig und seine Nebengewässer. Basel: Bau-departement Basel-Stadt.
- Golder, E. (2004). Die Birs.
- Heiniger, B. (2016, 08.01.2016). Solothurner Kraftwerke produzieren wegen Trockenheit kaum Strom. az Solothurner Zeitung. Zugriff am 15.12.18. Abgerufen von <https://www.solothurnerzeitung.ch/solothurn/kanton-solothurn/solothurner-kraftwerke-produzieren-wegen-trockenheit-kaum-strom-129968958>
- Kanton Basel-Landschaft. (2012). Wasserstrategie Kanton Basel-Landschaft. Alberto Isenburg.
- Naturforschende Gesellschaft Basel. (1948-1949). Das Einzugsgebiet der Birs. Tätigkeitsbericht der Naturforschenden Gesellschaft Basel, 18.

## 10.1 Abflussregime

## 10.2 Wasserver- und -entsorgung

- Nittnaus, M. (2014, 02.05.2014). Jetzt müssen Richter über das EBL-Wasserkraftwerk entscheiden. Zugriff am 04.12.2018. Letztes Update 02.05.2014. Abgerufen von <https://www.baselandschaftliche-zeitung.ch/basel/baselbiet/jetzt-muessen-richter-ueber-das-eb1-wasserkraftwerk-entscheiden-127933837>.
- Pfiffner, A., Khüni, A., & Laurent, J. (2010). Hydrologischer Atlas Schweiz. 8.2 Geologische und hydrogeologische Profile
- Röhr, C. (2018, 4. 12. 17). Der Oberrheingraben. Letztes Update 4. 12. 17. Abgerufen von [www.oberrheingraben.de/](http://www.oberrheingraben.de/)
- Scherrer, S. (2016). Auswirkungen veränderter klimatischer Bedingungen auf Fließgewässer im Kanton BL: S. AG.
- Scherrer, S., & Kienzler, P. (2016a). Auswirkungen veränderter klimatischer Bedingungen auf Fließgewässer im Kanton Basel-Landschaft. Auftraggeber: Amt für Umweltschutz und Energie Kanton BL. Reinach
- Scherrer, S., & Kienzler, P. (2016b). Auswirkungen veränderter klimatischer Bedingungen auf Fließgewässer im Kanton Basel-Landschaft Anhang. Auftraggeber: Amt für Umweltschutz und Energie Kanton BL. Reinach
- Scherrer, S. (2018, 11. 10). Einführungsreferat [persönliche Mitteilung].
- SWV. (2018). Umweltauswirkungen Wasserkraft. Zugriff am 14. 12. Abgerufen von <https://www.swv.ch/fachinformationen/wasserkraft-schweiz/umweltauswirkungen/>
- Tiefbauamt Basel-Landschaft. (2017). Stadt Laufen Hochwasserschutz Birs Siedlung sichern, nachhaltig lernen (S. 2). Liestal: Tiefbauamt Basel-Landschaft.
- Wehrli, B., & Friedl, G. (2018). Wasser und Gesundheit. Vortragsfolien. Zürich.
- Wikipedia. (2018). Restwassermenge. Abgerufen von <https://de.wikipedia.org/wiki/Restwassermenge>
- AIB. (2018). ARA Birsig, Therwil. Abwasserreinigungsanlage. Abgerufen von: <https://www.baselland.ch/politikund-behörden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/industriellebetriebe/abwasseranlagen/anlagen-birs-und-birsigtal/downloads/ara-birsig-therwil.pdf>
- Auckenthaler, A. (2018, 11.10.). ETH UPL Fallstudie Einführung [persönliche Mitteilung].
- Auckenthaler, A., & von Gunten, U. (2016). Regionale Wasserversorgung Basel-Landschaft 21. Gesamtsynthese. Liestal,: A. f. U. u. E. Basel-Landschaft. Abgerufen von: <https://www.baselland.ch/politik-und-behörden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/umweltschutz-energie/wasser/grundwasser/publikationen/downloads/reg-wasserversorgung-gesamtsynthese-xb1gesamtynth.pdf>
- AUE. (2018). Wegleitung Grundwasserschutz BL. 30.
- AWEL. (2018a). Klimawandel im Kanton Zürich: Abwasser- und Abfallbewirtschaftung. Auswirkungen und Herausforderungen des Klimawandels. Zürich. Abgerufen von: [https://ma.zh.ch/content/dam/audirektion/awel/luft\\_asbest\\_elektrosmog/klima/themen/dokumente/TB\\_Abwasser.pdf](https://ma.zh.ch/content/dam/audirektion/awel/luft_asbest_elektrosmog/klima/themen/dokumente/TB_Abwasser.pdf)
- AWEL. (2004). Wie funktioniert eine ARA? Zugriff am 14.12.2018. Abgerufen von [https://awel.zh.ch/internet/audirektion/awel/de/wasser/gewaesserschutz/abwasserreinigung/\\_jcr\\_content/contentPar/download-list/downloaditems/585\\_1429263111688.spooler.download.1429263294608.pdf/Wie\\_funktioniert\\_eine\\_ARA.pdf](https://awel.zh.ch/internet/audirektion/awel/de/wasser/gewaesserschutz/abwasserreinigung/_jcr_content/contentPar/download-list/downloaditems/585_1429263111688.spooler.download.1429263294608.pdf/Wie_funktioniert_eine_ARA.pdf)

- Bau und Umweltschutzdirektion. (2018). Abwasserreinigungsanlagen müssen ausgebaut werden. Zugriff am 25.11. Abgerufen von <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/medienmitteilungen/abwasserreinigungsanlagen-muessen-ausgebaut-werden>
- Benthaus, A. (2018, 11.10). ETH UPL Fallstudie Einführung Wasserver- und -entsorgung [persönliche Mitteilung].
- Bertling, R. (2018). Vierte Reinigungsstufe: Stand und Ausblick. Zugriff am 14.12. Abgerufen von <https://www.initiative-mikroplastik.de/index.php/themen/4-reinigungsstufe>
- BUD. (2012). Wasserstrategie Kanton Basel-Landschaft. Grundlagendokument: Herausforderungen - Vision - langfristige Ziele. Basel: A. Isenburg. Abgerufen von: <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/umweltschutz-energie/wasser/downloads/mit-bud-2012-05-25-wasserstrategie.pdf>
- BUWAL. (2004). Wegleitung Grundwasserschutz. Bern: W. u. L. Bundesamt für Umwelt, BUWAL,. Abgerufen von: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/publikationen--studien/publikationen--/wasser/wegleitung--/grundwasserschutz.html>
- FKD. (2018, 26.02.2018). Wasser und Abwassergebühren der Gemeinden 2018. Zugriff am 24.11. Letztes Update 26.02.2018. Abgerufen von [http://www.statistik.bl.ch/web\\_portal/18\\_4](http://www.statistik.bl.ch/web_portal/18_4)
- Furler, G. (2018, 17.11.). Gespräch beim Steckbrief-Markt bei der Exkursion in Laufen [persönliche Mitteilung].
- Gesetz über den Gewässerschutz vom 5. Juni 2003 (kantonales Gewässerschutzgesetz, kGSchG, SGS 782).
- Gesetz über die Wasserversorgung der basellandschaftlichen Gemeinden vom 3. April 1967 (Wasserversorgungsgesetz, WVG, SGS 455).
- Haag, S., & Pfändler, S. (2013). Energiekonzept Wasserversorgung Basel. 7.
- Hammes, M. B. u. F. (2016). Trinkwasser aus Karstgebieten und mikrobiologische Trinkwassersicherheit. 180.
- Holinger AG. (2013). Regionale Wasserversorgungsplanung Kanton BL – Region 1 (Arlesheim). 71.
- Hudec, J. (2018, 7.8.2018). Trotz Trockenheit wäre es gar nicht nötig, Wasser zu sparen. NZZ. Abgerufen von <https://www.nzz.ch/zuerich/eigentlich-waere-es-gar-nicht-noetig-wasser-zu-sparen-ld.1409368>
- IWB. (2018, 1.3.). Tarife für IWB Trinkwasser und Abwasser in Basel. Zugriff am 25.11.2018. Letztes Update 1.3. Abgerufen von <https://www.iwb.ch/Fuer-Zuhause/Wasser/Wassertarife.html>
- Kanton Basel-Landschaft. (2018, 31. 08). Wasserstatistik 2017: Der Wasserbedarf im Kanton BL steigt wieder an. Medienmitteilungen. Abgerufen von: <https://www.baselland.ch/politik--und--behorden/direktionen/bau--und--umweltschutzdirektion/medienmitteilungen/wasserstatistik--/2017--/der--/wasserbedarf--/im--/kanton--/bl--/steigt--/wieder--/an>
- Kappeler, A., Durisch-Kaiser, D. E., Schielke, S., & Rensch, D. (2014). Elimination von Mikroverunreinigungen auf Abwasserreinigungsanlagen: AWEL.
- Maurer, M. (2012). Abwasserentsorgung 2025 in der Schweiz. Dübendorf: EAWAG.
- National Centre for Climate Services NCCS (Hrsg.). (2018). Klimaszenarien für die Schweiz. CH2018 -



## 10.3 Wasserqualität

- Statistisches Amt Basel-Landschaft. (2018a, 28. 08.). Grafiken Regionen. Zugriff am 25.10.2018. Letztes Update 28. 08. 2018. Abgerufen von <http://www.statistik.bl.ch/files/sites/highcharts/wasser/highmaps/logik/zahlenfenster.htm?region>
- Statistisches Amt Basel-Landschaft. (2018b, 28. 08.). Grafiken Wasserwerke. Zugriff am 29.10.2018. Letztes Update 28.08.2018. Abgerufen von [http://www.statistik.bl.ch/files/sites/highcharts/wasser/highmaps/logik/zahlenfenster.htm?punkt\\$](http://www.statistik.bl.ch/files/sites/highcharts/wasser/highmaps/logik/zahlenfenster.htm?punkt$)
- Adrian, J., Binderheim, E., Schädler, M., & Pfammatter, F. (2010). Temperaturen in Schweizer Fließgewässern. *Eawag(03/2010)*, 221-231.
- ALV BL. (2018). Badewasserqualität von Fließgewässern. Liestal: ALV BL. Abgerufen von: <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/volkswirtschafts-und-gesundheitsdirektion/lebensmittelsicherheit-und-veterinarwesen/Badewasser/flusswasserkontrolle-1/20180725%20Badewasserqualitaet%20von%20Fließgewaessern.pdf?searchterm=Badewasserqualität%20von%20Fließgewässern>
- Amiet, T., & Huser, M. (2018). Überblicksweise Überwachung der Baselbieter Oberflächengewässer. Untersuchungsergebnisse 2017. Liestal: A. f. U. u. E. (AUE). Abgerufen von: <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/umweltschutz-energie/wasser/oberflachengewasser/publikationen/gewasser>
- Amt für Geoinformation BL (Cartographer). (2018b). Kataster belasteter Standorte Baselland. Abgerufen von [https://geo-view.bl.ch/?map\\_x=2621744.3974429&map\\_y=1259205.5204744&map\\_zoom=4&tree\\_group\\_layers\\_Kataster%20belasteter%20Standorte=kbs\\_kataster\\_standorte&tree\\_groups=Kataster%20belasteter%20Standorte&baselayer\\_opacity=100&baselayer\\_ref=grundkarte\\_sw](https://geo-view.bl.ch/?map_x=2621744.3974429&map_y=1259205.5204744&map_zoom=4&tree_group_layers_Kataster%20belasteter%20Standorte=kbs_kataster_standorte&tree_groups=Kataster%20belasteter%20Standorte&baselayer_opacity=100&baselayer_ref=grundkarte_sw)
- Sutter Ingenieur- und Planungsbüro. (2011). Regionale Wasserversorgungsplanung Region Laufental – Thierstein – Technisches Leitbild. 58.
- SVGW, Z. (2015a). Grundwasser. Zugriff am 10.10.2018. Letztes Update 2015. Abgerufen von <http://trinkwasser.svgw.ch/index.php?id=839>
- SVGW, Z. (2015b, 2015). Quellwasser. Zugriff am 10.10.2018. Letztes Update 2015. Abgerufen von <http://trinkwasser.svgw.ch/index.php?id=838>
- Amt für Umwelt und Energie des Kantons Basel-Stadt, Departement für Wirtschaft des Kantons Basel-Stadt, & Soziales und Umwelt des Kantons Basel-Stadt. (2011). Bericht über die Folgen des Klimawandels im Kanton Basel-Stadt. Retrieved from Basel: <http://www.aue.bs.ch/>
- Amt für Umwelt und Energie. (2015). Qualität der Oberflächengewässer im Kanton Basel-Stadt. Untersuchungsjahre 1993 bis 2014. Basel: A. f. U. u. E. Basel-Stadt. Abgerufen von: [www.aue.bs.ch/dam/jcr:d48016af-eeeb-48e9-b22b-b33595b-3ce94/Qualit%C3%A4t%20der%20Oberfl%C3%A4chengew%C3%A4sser%20im%20Kanton%20Basel-Stadt.pdf](http://www.aue.bs.ch/dam/jcr:d48016af-eeeb-48e9-b22b-b33595b-3ce94/Qualit%C3%A4t%20der%20Oberfl%C3%A4chengew%C3%A4sser%20im%20Kanton%20Basel-Stadt.pdf)
- Amt für Umwelt und Energie. (2018a). Oberflächengewässer. Zugriff am 4.12. Abgerufen von <http://www.aue.bs.ch/wasser/oberflaechengewasser.html>
- Auckenthaler, A., Gysin, C., Zop, D., Kienzler, P., Scherrer, S., Naef, D., & Frauchiger, R. (2017). Auswirkungen des Klimawandels. *AQUA & GAS*, 6.
- AUE. (2012). Mikroverunreinigungen in Baselbieter Oberflächengewässer.
- AUE. (2018a). Wassertemperatur Oberflächengewässer - Anzahl Tage über 20°C. Retrieved 01.12.2018, from Amt für Umweltschutz und Energie Basel-Landschaft, <http://www.ub.basleratlas.ch/?format=chart&i=1609&k=bl>

- BAFU (2011). Mikroverunreinigungen-Beurteilungskonzept für organische Spurenstoffe.
- BAFU. (2012). Auswirkungen der Klimaänderung auf Wasserressourcen und Gewässer. Synthesebericht zum Projekt «Klimaänderung und Hydrologie in der Schweiz» (CCHydro). Retrieved from Bern: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/publikationen-studien/publikationen-wasser/auswirkungen-klimaaenderung-wasserressourcen-gewaesser.html>
- BAFU (2015). Mikroverunreinigungen in Fließgewässern aus diffusen Einträgen. 78.
- BAFU (2017). Überblicksweise Überwachung der Baselbieter Oberflächengewässer. Liestal, Amt für Umweltschutz und Energie: 38
- BAFU. (2018b, 06.03.2018). Diuron (C<sub>9</sub>H<sub>10</sub>Cl<sub>2</sub>N<sub>2</sub>O). Zugriff am 12.12. Letztes Update 06.03.2018. Abgerufen von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/chemikalien/schadstoffglossar/diuron.html>
- BAFU. (2018d, 08.12.). Station Birs - Münchenstein, Hofmatt 2106. Retrieved from <https://www.hydrodaten.admin.ch/de/2106.html>
- BAFU. (2018e). Wasserführung und Abflussregime der Fließgewässer. Retrieved from <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/fachinformationen/zustand-der-gewaesser/zustand-der-fließgewaesser/wasserfuehrung-und-abflussregime-der-fließgewaesser.html>
- Basel-Stadt, A. f. U. u. E. (2015). Qualität der Oberflächengewässer im Kanton Basel-Stadt. Untersuchungsjahre 1993 bis 2014. Basel: A. f. U. u. E. Basel-Stadt. Abgerufen von: [www.aue.bs.ch/dam/jcr:d48016af-eeeb-48e9-b22b-b33595b-3ce94/Qualit%C3%A4t%20der%20Oberfl%C3%A4chengew%C3%A4sser%20im%20Kanton%20Basel-Stadt.pdf](http://www.aue.bs.ch/dam/jcr:d48016af-eeeb-48e9-b22b-b33595b-3ce94/Qualit%C3%A4t%20der%20Oberfl%C3%A4chengew%C3%A4sser%20im%20Kanton%20Basel-Stadt.pdf)
- Braun, C., Gälli, R., Leu, C., Munz, N., Schindler Wildhaber, Y., Strahm, I., & Wittmer, I. (2015). Mikroverunreinigungen in Fließgewässern aus diffusen Einträgen. Situationsanalyse. Bern: BAFU. Abgerufen von: [www.bafu.admin.ch/uz-1514-d](http://www.bafu.admin.ch/uz-1514-d)
- Bau- und Umweltschutzdirektion, A. f. I. B. K. B.-L. (2017). Jahresbericht 2016. 4127 Birsfelden, Schweiz.
- Chaix, O., & Hintermann, U. (2002). Regionaler Entwässerungsplan Birs - Synthese der ersten Phase. Schlussbericht - September 2002. Bern: H. u. W. AG. Abgerufen von: [http://www.labirse.ch/d/publ/phase1\\_ist-zustandbericht.pdf](http://www.labirse.ch/d/publ/phase1_ist-zustandbericht.pdf)
- Geoportal des Bundes. (2015). Kartenplattform der Schweizerischen Eidgenossenschaft,. Retrieved from [www.map.geo.admin.ch](http://www.map.geo.admin.ch)
- Gewässerschutzfachstellen der Kantone BE, J., SO, BL und BS. (2008). La Birse. Koordinierte Untersuchung der Wasserqualität 2005/2006: J. Gewässerschutzfachstellen der Kantone BE, SO, BL und BS. Abgerufen von: [http://www.labirse.ch/d/publ/broschuere-wasserqualitaet\\_2005-06.pdf](http://www.labirse.ch/d/publ/broschuere-wasserqualitaet_2005-06.pdf)
- Huser, M. (2017). Mikroverunreinigungen in Baselbieter Oberflächengewässer. Untersuchung 2015. Liestal: AUE BL. Abgerufen von: <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/umweltschutz-energie/wasser/oberflachengewasser/publikationen/gewasser/downloads/bericht-mikroverunreinigungen-untersuchungskampagn.pdf>
- Jakob, A. (2010). Temperaturen in Schweizer Fließgewässern; Langzeitbeobachtung.
- Liechti, P. (2010). Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Retrieved from [https://www.modul-stufen-konzept.ch/download/ChemieD\\_Juni2010.pdf](https://www.modul-stufen-konzept.ch/download/ChemieD_Juni2010.pdf)

- Meuli, K. (2018, 26.08.2015). Antibiotika- und Heilmittelrückstände in der Umwelt: Die versteckte Seite des Medikamentenkonsums. Retrieved 26. November, from <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/gesundheit/gesundheit--dossiers/magazin-umwelt-gesundheit/antibiotika--und-heilmittelrueckstaende-in-der-umwelt--die-verst.html>
- NCCS (2018). CH2018 - Klimaszenarien für die Schweiz. Zürich, Schweiz, National Centre for Climate Services NCCS.
- OECD (2008). OECD-Umweltausblick bis 2030. Paris, OECD Publishing.
- Schaffner, M., Studer, P., & Ramseier, C. (2013). Beurteilung der Badegewässer. Empfehlungen zur Untersuchung und Beurteilung der Badewasserqualität von See- und Flussbädern. Bern: BAFU. Abgerufen von: [www.bafu.admin.ch/uv-1310-d](http://www.bafu.admin.ch/uv-1310-d)
- Scherrer AG (2016). Handlungsempfehlungen zur Nutzung von Fließgewässern unter veränderten klimatischen Bedingungen-Synthese.
- Amt für Raumplanung BL. (2016). Gemeinde Bretzwil – Kantonaler Nutzungsplan Gewässerraum. Abgerufen von: <https://www.baselland.ch/themen/p/politische-rechte/vernehmlassungen/archiv/vernehmlassung-2016-09-08/bretzwil-b.pdf>
- ARE, & BAFU. (2013). Gewässerraum im Siedlungsgebiet: BAFU. Abgerufen von: [https://extranet.kvu.ch/files/document-download/130207133549\\_MB\\_Gewaesserraum\\_im\\_Siedlungsgebiet\\_130118\\_d.pdf](https://extranet.kvu.ch/files/document-download/130207133549_MB_Gewaesserraum_im_Siedlungsgebiet_130118_d.pdf)
- ARE, BLW, BUWAL, & BWG. (2001). Hochwasserschutz an Fließgewässern.
- ARP. (2016). Gemeinde Bretzwil Kantonaler Nutzungsplan Gewässerraum. Planungsbericht. Liestal: BUD. Abgerufen von: <https://www.baselland.ch/politik-und-behörden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/raumplanung/kantonale-nutzungsplanung>
- Strahm, I., Munz, N., Leu, C., Wittmer, I., & Stamm, C. (2013). Landnutzung entlang des Gewässernetzes. *Aqua & Gas*(5), 36-44.
- swisstopo. (2018a). [map.geo.admin.ch](http://map.geo.admin.ch). Zugriff am 9.12. Abgerufen von <https://s.geo.admin.ch/7ec0017558>
- Wilson, P. J. (1999). Pollution from highway runoff: the Highways Agency approach.
- Wittmer, I., Stamm, C., Singer, H., & Junghans, M. (2014). Mikroverunreinigungen - Beurteilungskonzept für organische Spurenstoffe aus diffusen Einträgen. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Mikroverunreinigungen. Dübendorf: Eawag. Abgerufen von: [https://www.oekotoxzentrum.ch/media/2224/2014\\_wittmer\\_beurteilungskonzept\\_mvdi\\_ffus.pdf](https://www.oekotoxzentrum.ch/media/2224/2014_wittmer_beurteilungskonzept_mvdi_ffus.pdf)
- Wittmer, I. (2018a, 22.11.). [Emailverkehr mit Frau Irene Wittmer].
- Wittmer, I. (2018b, 11.10.). [Vortrag Wasserqualität].
- ARP. (2017a). Gemeinde Buckten Kantonaler Nutzungsplan Gewässerraum. Planungsbericht. Liestal: BUD. Abgerufen von: <https://www.baselland.ch/politik-und-behörden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/raumplanung/kantonale-nutzungsplanung>
- ARP. (2017b). Psychiatrische Klinik Hasenbühl - Liestal Kantonaler Nutzungsplan Gewässerraum. Planungsbericht. Liestal: BUD. Abgerufen von: <https://www.baselland.ch/politik-und-behörden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/raumplanung/kantonale-nutzungsplanung>
- ARP. (2018a). Gewässerraum. Zugriff am 16.11. Abgerufen von <https://www.baselland.ch/politik-und-behörden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/raumplanung/gewaesserraum>

## 10.4 Gewässerraum

- BAFU. (2017a). Erläuternder Bericht zur Änderung der Gewässerschutzverordnung. Verordnungspaket Umwelt Frühling 2017. Abgerufen von: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/recht/erlaeuternde-berichte.html>
- BAFU. (2017b). Warum brauchen die Gewässer Raum? Zugriff am 8.11.2018. Abgerufen von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/dossiers/warum-brauchen-die-gewaesser-raum.html>
- BAFU. (2018a, 21.09.2018). Sicherung des Gewässerraums. Zugriff am 29.11. Letztes Update 21.09.2018. Abgerufen von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/fachinformationen/massnahmen-zum-schutz-der-gewaesser/renaturierung-der-gewaesser/sicherung-des-gewaesserraums.html>
- BAFU. (2018b). Warum brauchen die Gewässer Raum? Zugriff am 05.12. Abgerufen von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/dossiers/warum-brauchen-die-gewaesser-raum.html>
- Baudirektion Kanton Zürich, A. (2018b). Gewässerraum. Zugriff am 28.11. Letztes Update 2018. Abgerufen von <https://awel.zh.ch/internet/baudirektion/awel/de/wasser/planungen/gewaesserraum/fragen-und-antworten--allgemein-/grundeigentuemmer.html>
- BLW. (2018). Direktzahlungen. Zugriff am 09.12. Abgerufen von <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/instrumente/direktzahlungen.html>
- Brodbeck, C. (2016). Spielraum Gesetzgebungsprozesse: Gewässerraum. *Nöis vo öis*, 51, 1.
- Brodbeck, C. (2017). Gewässerraum – Stand der Einsprache gegen den kantonalen Nutzungsplan. *Nöis vo öis*, 52, 7
- BUD. (2011b). Umsetzung GSchV: 1. Schritt Festlegung Gewässerraum.
- BUD. (2018). Wie wird der Gewässerraum verbindlich festgelegt? Zugriff am 04.11. Abgerufen von <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/raumplanung/gewaesserraum/wie-wird-der-gewaesserraum-rechtskraeftig-und-grundeigentuemmerverbindlich-festgelegt>
- BVBB - Statuten, (2015 04.12.2015).
- Chavanne, L. (2018a, 11.10.2018). Vortrag der Expertin der Teilanalyse Gewässerraumnutzung [persönliche Mitteilung].
- Chavanne, L. (2018a) Antworten per Mail.
- Chavanne, L. (2018b, 22.11.2018). Zwischenbericht mit der Expertin [persönliche Mitteilung].
- Eawag, & WSL. (2013). Faktenblatt Gewässerraum: EAWAG & WSL. Abgerufen von: <https://www.aquaviva.ch/gewaesserschutz/themen/gewaesserraum>
- Eawag. (2013). Faktenblatt Gewässerraum. In Eawag (Ed.)
- Fritzsche, C. (2014). Entschädigungspflicht aus materieller Enteignung infolge der Festsetzung von Gewässerräumen. *Umweltrecht in der Praxis*, 14(3).
- Frossard, P. L., B. (1998). Mehr Raum für unsere Fließgewässer – Ein Gewinn für Mensch und Natur. *Beiträge zum Naturschutz in der Schweiz*, 12(Nr. 19).
- Gewässerschutzgesetz vom 24. Januar 1991 (GSchG, 814.20).
- Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV, SR 814.201).
- Glatt, F. B. (2018).
- Gurzeler, B., & Maurer, H. (2016). *Staat und Wirtschaft - Grundlagen- und Strukturwissen*. Bern: hep Verlag,.
- HEV Kanton BL - Statuten, (2017).

- HEV Kanton BL. (2018a). Verband. Zugriff am 04.11. Abgerufen von <https://www.hev-bl.ch/verband/hev-kanton-baselland/>
- Kanton Aargau. (2018a). Gesamtregierungsrat. Zugriff am 18.12. Abgerufen von <https://www.ag.ch/de/rr/gesamtregierungsrat/regierungsrat.jsp>
- Kanton Aargau. (2018b). Sitzverteilung Grossrat. Zugriff am 02.12. Abgerufen von <https://www.ag.ch/grossrat/grweb/de/165/Sitzordnung>
- Kanton BL. (2017). Vorlage an den Landrat. Änderung des Raumplanungs- und Baugesetzes vom 8. Januar 1998 betreffend Ausscheidung des Gewässerraums aufgrund Kantonsgerichtsurteil. Kanton Basel-Landschaft: K. Basel-Landschaft. Abgerufen von: [https://baselland.talus.ch/de/politik/cdws/dok\\_geschaeft.php?did=37236c2cd13046ef-8be802920ee3903b-332&filename=Vorlage\\_des\\_Regierungsrates&v=6&r=PDF&typ=pdf](https://baselland.talus.ch/de/politik/cdws/dok_geschaeft.php?did=37236c2cd13046ef-8be802920ee3903b-332&filename=Vorlage_des_Regierungsrates&v=6&r=PDF&typ=pdf)
- Kanton BL. (2018a). Landratsmitglieder. Zugriff am 22.11. Abgerufen von <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/landrat-parlament/personelles/landratsmitglieder>
- Kanton BL. (2018b). Raumplanung. Zugriff am 29.11. Abgerufen von <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/raumplanung>
- Kanton BL. (2018c). Regierungsrat, Mitglieder und Wahlen. Zugriff am 02.12. Abgerufen von <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/regierungsrat/mitglieder-wahlen>
- Kanton BL. (2018d). Sitzordnung Landrat 2018/2019: Kanton BL.
- Kanton Genf. (2018a). Conseil d'Etat. Abgerufen von <https://www.ge.ch/organisation/conseil-etat-ce/legislature-2018-2023#antonio-hodgers>
- Kanton Genf. (2018b). Grand Conseil. Zugriff am 16.12. Abgerufen von <http://ge.ch/grandconseil/gc/deputes/partis/plr>
- Landrat BL, Abgerufen von <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/landrat-parlament/geschafte/geschafte-ab-juli-2015?i=https%3A//baselland.talus.ch/de/politik/cdws/geschaeft.php%3Fgid%3D-6be3e724a32e42e8a0bc073684a6ea1e>
- Landrat BL. (2018a). Beschluss des Landrates vom 8. November 2018 Nr. 2273. Liestal:
- Landrat BL. (2018b). Beschluss des Landrates vom 19.04.2018 Nr. 2018. Landrat BL., Verordnung über landwirtschaftliche Begriffe und die Anerkennung von Betriebsformen vom 7. Dezember 1998 (Landwirtschaftliche Begriffsverordnung, LBV, 910.19).
- Mobilier Lab für Naturrisiken. (2018). Schadenpotenzial Hochwasser. Zugriff am 25.11. Abgerufen von <https://schadenpotenzial.hochwasserrisiko.ch/de/map>
- Naturaqua PBK. (2003). Leitbild Fliessgewässer Schweiz - Für eine nachhaltige Gewässerpolitik. Bern: BUWAL & BWG. Abgerufen von: <https://www.are.admin.ch/are/de/home/medien-und-publikationen/publikationen/strategie-und-planung/leitbild-fliessgewasser-schweiz.html>
- Pro Natura Baselland - Statuten, (2012 25.08.2012).
- Pro Natura. (2018). Verbandsbeschwerderecht zum Schutz von Natur und Umwelt. Abgerufen von <https://www.pronatura.ch/de/verbandsbeschwerderecht>
- Raumplanungs- und Baugesetz vom 8. Januar 1998 (RBG).
- Regierungsrat BL. (2018). Vorlage an den Landrat - Änderung des Raumplanungs- und Baugesetz vom 8. Januar 1998 betreffend Ausscheidung des Gewässerraums aufgrund Kantonsgerichtsurteil.

- Schäfer, A., & Kowatsch, A. (2015). Gewässer und Auen – Nutzen für die Gesellschaft. Bonn: Bundesamt für Naturschutz. Abgerufen von: [https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/wasser/Dokumente/BR-gepr-Gesell\\_Nutz\\_Gewaes\\_Auen\\_barrirefre.pdf](https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/wasser/Dokumente/BR-gepr-Gesell_Nutz_Gewaes_Auen_barrirefre.pdf)
- Statistisches Amt BL. (2013). Privathaushalte und Wohnverhältnisse. Statistik Baselland: Statistisches Amt BL. Abgerufen von: <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/finanz-und-kirchendirektion/statistisches-amt/publikationen/bevoelkerung#-publikationen-im-bereich-bevoelkerung>
- Statistisches Amt BL. (2015). Baselbieter Wirtschaft. Statistik Baselland: Statistisches Amt BL. Abgerufen von: <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/finanz-und-kirchendirektion/statistisches-amt/publikationen/archiv/statistik-baselland?searchterm=Baselland%20statistik>
- Amiet, T. (2015a). Übersicht über den Zustand der Fischfauna der Baselbieter Gewässer. 2002-2007 und 2013/2014. Liestal: A. f. r. U. u. Energie. Abgerufen von: [https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/volkswirtschafts-und-gesundheitsdirektion/medienmitteilungen/fischbestand-in-baselbieter-gewassern-luckenhaft/downloads/mit-vgd\\_2015-03-30\\_fischfauna.pdf](https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/volkswirtschafts-und-gesundheitsdirektion/medienmitteilungen/fischbestand-in-baselbieter-gewassern-luckenhaft/downloads/mit-vgd_2015-03-30_fischfauna.pdf)
- Amiet, T. (2015b). Übersicht über den Zustand der Fischfauna der Baselbieter Gewässer 2002-2007 und 2013/2014. Übersicht über die Fischfauna der Baselbieter Gewässer 2013/2014, AUE und VJFW BL.
- Amt für Umwelt und Energie BS Abteilung Gewässerschutz. (2005). Was ist Ökomorphologie?
- Verordnung über die Bezeichnung der im Bereich des Umweltschutzes sowie des Natur- und Heimatschutzes beschwerdeberechtigten Organisationen vom 27.06.1990 (VBO, SR 814.076).
- Wika BL. (2018a). Kantonaler Nutzungsplan Gewässerraum, Teilabschnitt Ergolz Gebiet «Wölfer» - Füllinsdorf - Verwaltungsinternes Mitberichtsverfahren. Abgerufen von: <https://www.kmu.org/de/node/1618>
- Wika BL. (2018b). Organisation. Zugriff am 22.11. Abgerufen von <https://www.kmu.org/de/wika/organisation>
- Wika BL. (2018d). Vernehmlassung zur Änderung des Raumplanungs- und Baugesetzes betreffend Ausscheidung des Gewässerraums aufgrund Kantonsgerichtsurteil.: Wika BL. Abgerufen von: <https://www.kmu.org/de/node/1586>
- Amt für Umwelt und Energie. (2018). Fisch- und Krebsfauna des Kantons Basel-Stadt (Nachweise 2002 - 2018). Basel-Stadt. Abgerufen von: [http://www.aue.bs.ch/dam/jcr:376297b7-58ae-4e22-8720-8667686a4617/Fisch\\_und\\_Krebsfauna\\_Kanton\\_BS\\_2002-2018.pdf](http://www.aue.bs.ch/dam/jcr:376297b7-58ae-4e22-8720-8667686a4617/Fisch_und_Krebsfauna_Kanton_BS_2002-2018.pdf)
- Baumgartner, H. (2006). Eroberer auf dem Sprung. Natürlich.
- Beitinger, T. L., Bennett, W. A., & McCauley, R. W. (2000). Temperature tolerance of North American freshwater fishes exposed to dynamic changes in temperature (Vol. Environmental Biology of Fishes).
- Bono, R. (2018, 17.11.). Exkursion nach Zwingen und Laufen [persönliche Mitteilung].
- Breitenstein, M., & Kirchofer, A. (2011, 01.07). Erfolgskontrolle BirsVital Untersuchung 2010. Fischfauna und Gewässermorphologie.

## 10.5 Tiere und Pflanzen



- Bundesamt für Umwelt. (2016). Konzept Biber Schweiz. Schweiz. Abgerufen von: Bundesamt für Umwelt. (2018a, 26.09.2018). Das BAFU in Kürze. Zugriff am 2.12. Letztes Update 26.09.2018. Abgerufen von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/amt/das-bafu-in-kuerze.html>
- Bundesamt für Umwelt. (2018c, 12.09.2016). Invasive gebietsfremde Arten. Zugriff am 25.11. Letztes Update 12.09.2016. Abgerufen von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/biodiversitaet/fachinformationen/ma-ssnahmen-zur-erhaltung-und-foerderung-der-biodiversitaet/erhaltung-und-foerderung-von-arten/invasive-gebietsfremde-arten.html>
- Bundesgesetz über den Umweltschutz vom 07.10.1983 (Umweltschutzgesetz, USG, SR 814.01). (BAFU, 2018a)
- Campana, U. (2018a, 17.11). Exkursion Zwingen [persönliche Mitteilung].
- Campana, U. (2018b, 17.11.). Exkursion nach Zwingen und Laufen [persönliche Mitteilung].
- Fischer, B. (2009). Invasive Pflanzen und Tiere. Lebensweise, Verbreitung und Problematik der wichtigsten vom Menschen eingeschleppten Pflanzen (Neophyten) und Tiere (Neozoen) in der Schweiz. Bern: Amt für Umweltkoordination und Energie des Kantons Bern. Abgerufen von: [http://www.neophyt.ch/pdf/Invasive\\_Pflanzen\\_und\\_Tiere.pdf](http://www.neophyt.ch/pdf/Invasive_Pflanzen_und_Tiere.pdf)
- Freie Universität Berlin. (2018). Sander. Zugriff am 07.12. Abgerufen von [http://www.geo.fuberlin.de/v/pg-net/geomorphologie/glazialmorphologie/Glazialer\\_Formenschatz/Sander/index.html](http://www.geo.fuberlin.de/v/pg-net/geomorphologie/glazialmorphologie/Glazialer_Formenschatz/Sander/index.html)
- GeoView BL. (2015). Karte Gewässerzustand. Abgerufen von [https://geoview.bl.ch/?map\\_x=2621744.3974429&map\\_y=1259205.5204744&map\\_zoom=5&tree\\_group\\_layers\\_Gew%C3%A4sser=gewzustand\\_gesamtbewertung&tree\\_groups=Gew%C3%A4sser%2CGrundwasser](https://geoview.bl.ch/?map_x=2621744.3974429&map_y=1259205.5204744&map_zoom=5&tree_group_layers_Gew%C3%A4sser=gewzustand_gesamtbewertung&tree_groups=Gew%C3%A4sser%2CGrundwasser)
- Hershkovitz, Y., Dahm, V., Lorenz, A. W., & Hering, D. (2015). A multi-trait approach for the identification and protection of European freshwater species that are potentially vulnerable to the impacts of climate change. *Ecological Indicators*, 50, 150-160.doi:10.1016/j.ecolind.2014.10.023
- Info Flora. (2012a). Aufrechte Ambrosie. *Ambrosia artemisiifolia* L. (Familie: Asteraceae, Korbblütler): I. Flora. Abgerufen von: [https://www.infoflora.ch/de/assets/content/documents/neophyten/inva\\_ambr\\_art\\_d.pdf](https://www.infoflora.ch/de/assets/content/documents/neophyten/inva_ambr_art_d.pdf)
- Info Flora. (2018b). Das nationale Daten- und Informationszentrum der Schweizer Flora. Zugriff am 15.12. Abgerufen von <https://www.infoflora.ch/de/>
- Info Flora. (2018c). Rote Liste. Zugriff am 23.11. Abgerufen von <https://www.infoflora.ch/de/flora/artenschutz/rote-liste.html>
- Infoflora. (2018). Flora - Vollständige Auflistung. Abgerufen von <https://www.infoflora.ch/de/lebensraeume/tyloch/liste.html>
- Jakob, A., Binderheim, E., Schädler, M., & Pfammatter, F. (2010). Temperaturen in Schweizer Fließgewässern. Aktuell Hauptartikel.
- Kanton Basel Landschaft. (2018, 19.06.2009). Baselland: Unerwünschter Signalkrebs wird abgefischt. Zugriff am 24.11. Letztes Update 19.06.2009.
- Knaus, P., Antoniazza, S., Wechsler, S., Guélat, J., Kéry, M., Strebel, N., & Sattler, T. (2018). Schweizer Brutvogelatlas 2013-2016.
- Koordinationsstelle Flusskrebse Schweiz. (2017). Unterstützung für unsere einheimischen Flusskrebse. Abgerufen von: [https://www.fischereiberatung.ch/newsletter/Newsletter\\_04\\_17/krebs\\_de\\_pdf](https://www.fischereiberatung.ch/newsletter/Newsletter_04_17/krebs_de_pdf)
- Küry, D., Ritter, M., & Imhof, P. (2011). Die Tierwelt der Region Basel. Basel: F. Reinhardt.

- Küry, D., Mertens, M., & Eisenring, C. (2012). Biologische Untersuchung Birs 2011. Januar 2012. Basel: L. Science. Abgerufen von: [https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/volkswirtschafts-und-gesundheitsdirektion/jagd-und-fischerei/fischereiwesen/fischfauna-untersuchungsberichte/downloads/birs\\_biol\\_2011.pdf](https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/volkswirtschafts-und-gesundheitsdirektion/jagd-und-fischerei/fischereiwesen/fischfauna-untersuchungsberichte/downloads/birs_biol_2011.pdf)
- Küry, D. (2015). Neozoen in Gewässer und ihr Management. Wildtiere Schweiz.
- Küry, D., Mertens, M., King, L., & Ritschl, A. (2015). Ökologischer Gewässerzustand im Birsig. Erfolgskontrolle der Sanierung von Mischwasserentlastung Ausgangszustand2015: A. f. I. B. Basel-Landschaft & A. f. U. u. Energie.
- Daniel Küry, V. L. u. P. S. (2016). Quellen Nachrichten. Newsletter Empfindlichkeit von Quell-Lebensgemeinschaften gegenüber Klimaveränderungen.
- Küry, D. (2018, 11.10.). Einführung Teilanalyse Tiere und Pflanzen [persönliche Mitteilung].
- Küttel, S., Peter, A., & Wüest, A. (2002, 01.03). Temperaturpräferenzen und -limiten von Fischarten Schweizerischer Fließgewässer. Rhône Revitalisierung.
- Manser, R. (2014). Revitalisierungsplanung Kanton Basel-Stadt.
- Mertens, M. (2018a, 17.11.). Exkursion nach Zwingen und Laufen [persönliche Mitteilung].
- Mertens, M. (2018b, 17.11.). Referat an der Exkursion zum Revitalisierten Auengebiet mit Jungfischen [persönliche Mitteilung].
- Mišun, J. (2007). Revitalisierung an der Birs, 1997 bis 2006.
- Moll, D. (2018, 17.11). Podiumsdiskussion an der Exkursion nach Zwingen [persönliche Mitteilung]
- Naturnetz. (2011). Magerwiesen. Zugriff am 06.12.2018. Abgerufen von <https://naturnetz.ch/de/angebot/unterhalt-pflege/magerwiesen/>
- Naturschutz-Dienst. (2018). Naturschutzgebiet Reinacher Heide. Zugriff am 21.11.2018. Abgerufen von <http://www.naturschutzdienst-bl.ch/index.php/gebiete/reinacher-heide/9-gebiete/14-reinacherheide-heid>
- Natur- und Vogelschutzverein Münchenstein. (2018). Schutz für den Eisvogel. Zugriff am 26.11. Abgerufen von <https://www.nvwm.ch/projekte/rubrik.php?WRID=65>
- Pro Natura. (2018a). Aktion «Hallo Biber!» 2000-2017. Zugriff am 21.11.2018. Abgerufen von <https://www.hallobiber.ch/ueber-hallo-biber>
- REP Birs. (2006). Massnahmenkatalog. Das wichtigste aus der Phase 3. Bern: REP Birs. Abgerufen von: [http://www.labirse.ch/d/projekt/main\\_projekt.html](http://www.labirse.ch/d/projekt/main_projekt.html)
- Schager, E., Peter, A., Büttiker, B., Polli, B., Riederer, R., Staub, E., & Schweiz Bundesamt für Umwelt Wald und Landschaft. (2004). Fische Stufe F (flächendeckend) Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Bern: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL.
- Scherrer AG, H. u. H. (2016, 01.11). Handlungsempfehlungen zur Nutzung von Fließgewässern unter veränderten klimatischen Bedingungen - Massnahmen in der Landwirtschaft, bei der Brauchwassernutzung und der Fischerei. Gesamtsynthese
- Schweizer Vogelschutz SVS/BirdLife Schweiz, S. V. S. (2008). Klimawandel beschert Europas Vögel eine ungewisse Zukunft. Abgerufen von <http://www.birdlife.ch/de/node/1492>
- Schweizer Vogelschutz SVS/BirdLife Schweiz. (2009). Neue Studie: Globale Klimaerwärmung bedroht Vögel Besondere Gefährdung im Alpenraum. Abgerufen von <http://www.birdlife.ch/de/node/1449>

## 10.6 Wasserkraft

- Schweizerische Vogelwarte. (2018d). Kormoran. Zugriff am 26.11. Abgerufen von <https://www.vogelwarte.ch/de/voegel/voegel-der-schweiz/kormoran>
- Schweizerische Vogelwarte. (2018e). Vögel der Schweiz. Zugriff am 30.11. Abgerufen von <https://www.vogelwarte.ch/de/voegel/voegel-der-schweiz/>
- Strohmaier, M. (2018). Exkursion nach Zwingen und Laufen.
- Appenzeller, A. (2018, 17.11.). Gespräch an Exkursion UPL [persönliche Mitteilung].
- AUE. (2018). Wasserkraftnutzung. Zugriff am 26. 11. Abgerufen von: <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-undumweltschutzdirektion/umweltschutzenergie/wasser/oberflaechengewasser/wasserkraftnutzung>
- Auckenthaler, A. (2018). Email [persönliche Mitteilung].
- BAFU. (2012). Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Ziele, Herausforderungen und Handlungsfelder. Bern: BAFU. Abgerufen von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/publikationenstudien/publikationen/anpassung-klimawandel-schweiz-2012.html>
- Baumgartner, M. (2017). Restwassersanierung nach Art. 80 ff. GSchG: Stand Ende 2016 und Entwicklung seit Ende 2014. Bern: BAFU. Abgerufen von: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/fachinformationen/massnahmen-zum-schutz-der-gewaesser/renaturierung-der-gewaesser/restwasser/restwassersanierung-nach-art--80-ff--gschg---alle-berichte.html>
- Bayerische Landeskraftwerke GmbH. (2018). Kraftwerkstypen. Zugriff am 13.12.2018. Abgerufen von <https://www.landeskraftwerke.bayern/kraftwerkstypen.htm>
- Bammatter, L., Baumgartner, M., Greuter, L., Haertel-Borer, S., Huber Gysi, M., Stucki, P., & Bundesamt für Umwelt. (2010). Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer Makrozoobenthos - Stufe F (flächendeckend). Bern: BAFU.
- Wehrli, B. (2018, 14.11). Vorlesung Umweltsystem II [persönliche Mitteilung].
- Wüest, S. (2006). Auswirkungen des BirsVital-Projekts auf die Wasserqualität der Birs. doi:10.5169/seals-676795
- Nitsche, M., & Thomas, G. (2014). Renaturierung der Schweizer Gewässer. Die Sanierungspläne der Kantone ab 2015. Ittigen: BAFU. Abgerufen von: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/suche.html#Die%20Sanierungspl%C3%A4ne%20der%20Kantone%20ab%202015>
- BFE. (2018a). Marktpreis gemäss Art. 3bbis, Abs. 2 und 3, EnV. Bern: BFE.
- BFE. (2018b). KEV – Wie weiter. Zugriff am 26. 11. Abgerufen von <https://swissmallhydro.ch/wp-content/uploads/2016/05/03-BFE-KEV-Wie-Weiter-Public.pdf>
- BFE. (2018c, 07. 08. 2018). Programm Kleinwasserkraftwerke. Zugriff am 18. 11. Letztes Update 07. 08. 2018. Abgerufen von <http://www.bfe.admin.ch/kleinwasserkraft/index.html?lang=de>
- BFE. (2017). Direktvermarktung. Faktenblatt: B. Bundesamt für Energie. Abgerufen von: [www.bfe.admin.ch/themen/00612/02073/index.html?lang=de&dossier\\_id=02090](http://www.bfe.admin.ch/themen/00612/02073/index.html?lang=de&dossier_id=02090)
- BFE. (2004). Positionspapier Energie aus Kleinwasserkraftwerken. Bern: BFE. Abgerufen von: [http://www.bfe.admin.ch/dokumentation/publikationen/index.html?start=0&lang=de&marker\\_suche=1&ps\\_text=positionspapier&ps\\_nr=&ps\\_date\\_day=Tag&ps\\_date\\_month29=Monat&ps\\_date\\_year=-Jahr&ps\\_autor=&ps\\_date2\\_day=Tag&ps\\_date2\\_month=Monat&ps\\_date2\\_year=-Jahr&ps\\_show\\_typ=no&ps\\_show\\_kat=no](http://www.bfe.admin.ch/dokumentation/publikationen/index.html?start=0&lang=de&marker_suche=1&ps_text=positionspapier&ps_nr=&ps_date_day=Tag&ps_date_month29=Monat&ps_date_year=-Jahr&ps_autor=&ps_date2_day=Tag&ps_date2_month=Monat&ps_date2_year=-Jahr&ps_show_typ=no&ps_show_kat=no)

- Bölli, M., & Feibel, H. (2014). Kostenstruktur von Kleinwasserkraftwerken auf Basis der vorhandenen Grobanalysen und Vorstudien. Bern: EnergieSchweiz. Abgerufen von: [http://www.bfe.admin.ch/themen/00490/00491/00493/index.html?lang=de&dossier\\_id=00747](http://www.bfe.admin.ch/themen/00490/00491/00493/index.html?lang=de&dossier_id=00747)
- Chapallaz, J.-M., & Eichenberger, P. (1993). Kleinstwasserkraftwerke. Impulsprogramm PACER. Bern: B. f. Konjunkturfagen. Abgerufen von: [http://www.bfe.admin.ch/dokumentation/publikationen/index.html?start=0&lang=de&marker\\_suche=1&ps\\_text=Kleinstwasserkraft&ps\\_nr=&ps\\_date\\_day=Tag&ps\\_date\\_month=Monat&ps\\_date\\_year=-Jahr&ps\\_autor=&ps\\_date2\\_day=Tag&ps\\_date2\\_month=Monat&ps\\_date2\\_year=-Jahr&ps\\_show\\_typ=no&ps\\_show\\_kat=no](http://www.bfe.admin.ch/dokumentation/publikationen/index.html?start=0&lang=de&marker_suche=1&ps_text=Kleinstwasserkraft&ps_nr=&ps_date_day=Tag&ps_date_month=Monat&ps_date_year=-Jahr&ps_autor=&ps_date2_day=Tag&ps_date2_month=Monat&ps_date2_year=-Jahr&ps_show_typ=no&ps_show_kat=no)
- Eawag. (2018, 2018). Auftrag und Strategie. Zugriff am 18.11.2018. Letztes Update 2018. Abgerufen von <https://www.eawag.ch/de/ueberuns/portraet/auftrag-und-strategie/>
- EnergieSchweiz. (2010). Kleinwasserkraft - Pressemappe. Programm Kleinwasserkraftwerke. St.Gallen: EnergieSchweiz. Abgerufen von: <https://swissmallhydro.ch/de/medienmitteilung/>
- Flussbau AG. (2014). Kanton Basel-Landschaft Sanierungsplanung Geschiebehauhalt. Strategische Planung Schlussbericht. Zürich: BUD. Abgerufen von: <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/umweltschutz-energie/wasser/oberflachengewasser/publikationen/gewasser#downloads>
- Giesecke, J., Heimerl, S., & Mosonyi, E. (2014). Wasserkraftanlagen : Planung, Bau und Betrieb (6., aktualisierte u. erw. Aufl. 2014 ed.): Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg.
- Gross, T. (2017). Kleinwasserkraft - Gesamtdokumentation Modul II. Bern. Abgerufen von: [http://www.bfe.admin.ch/kleinwasserkraft/index.html?start=0&lang=de&marker\\_suche=1&ps\\_text=Geben+Sie+hier+den+Titel+ein&ps\\_date\\_day=Tag&ps\\_date\\_month=Monat&ps\\_date\\_year=-Jahr&ps\\_date2\\_day=Tag&ps\\_date2\\_month=Monat&ps\\_date2\\_year=Jahr](http://www.bfe.admin.ch/kleinwasserkraft/index.html?start=0&lang=de&marker_suche=1&ps_text=Geben+Sie+hier+den+Titel+ein&ps_date_day=Tag&ps_date_month=Monat&ps_date_year=-Jahr&ps_date2_day=Tag&ps_date2_month=Monat&ps_date2_year=Jahr)
- Hefti, D. (2012). Wiederherstellung der Fischauf- und -abwanderung bei Wasserkraftwerken.
- Checkliste Best practice. Bern: BAFU. Abgerufen von: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/suche.html#Wiederherstellung%20der%20Fischauf-%20und%20abwanderung%20bei%20Wasserkraftwerken>
- Huser, M. (2018). Strategische Planung zur Wiederherstellung der Fischwanderung. Beschlossene Planung des Kantons Basel-Landschaft gemäss VBF Anhang 4 Art. 2. Anhang 2. Liestal: BUD. Abgerufen von: [https://www.baselland.ch/@@search?SearchableText=sanierungen+fischwanderung&facet=true&facet.field=portal\\_type&facet.field=site\\_area](https://www.baselland.ch/@@search?SearchableText=sanierungen+fischwanderung&facet=true&facet.field=portal_type&facet.field=site_area)
- Huser. (2014a). Kanton BL Sanierungsplanung Fischgängigkeit 2014. Beschlossene Planung des Kantons Basel-Landschaft gemäss VBGF Anhang 4 Art. 2. Liestal: A. f. U. u. E. AUE.
- Huser. (2014b). Strategische Planung zur Wiederherstellung der Fischwanderung. Beschlossene Planung des Kantons Basel-Landschaft gemäss VBGF Anhang 4 Art. 2. Liestal: A. f. U. u. E. AUE. Abgerufen von: [https://www.baselland.ch/@@search?SearchableText=Beschlossene+Planung+des+Kantons+Basel-Landschaft+gem%C3%A4ss+VBGF+Anhang+4+Art.+2+Anhang+2&facet=true&facet.field=portal\\_type&facet.field=site\\_area](https://www.baselland.ch/@@search?SearchableText=Beschlossene+Planung+des+Kantons+Basel-Landschaft+gem%C3%A4ss+VBGF+Anhang+4+Art.+2+Anhang+2&facet=true&facet.field=portal_type&facet.field=site_area)

- Hydro-Solar Water Engineering AG. (2018). KW Obermatt, Zwingen. Zugriff am 17.12. Abgerufen von <http://www.hydro-solar.ch/Hoch-Niederdruckkraftwerke-Referenzen/KW-Obermatt%252C-Zwingen.htm>
- Job, D., Angehrn, S., Helland, E., Rietmann, D., Schneider, R., Dupraz, C., . . . Zappa, M. (2011). Auswirkungen der Klimaänderung auf die Wasserkraftnutzung.
- Synthesebericht. Bern: S. u. CHy. Abgerufen von: <http://www.hydrologie.unibe.ch/projekte/Synthesebericht.pdf>
- Kirchhofer, A., Breitenstein, M., & Abegg, J. (2013). Sanierung Schwall-Sunk-Birs. Grundlagen für die Strategische Planung zur Sanierung Schwall-Sunk im Kanton
- Basel-Landschaft. Liestal: A. f. U. u. E. AUE. Abgerufen von: Konnte nicht durch Online-recherche gefunden werden und wurde auf Anfrage vom AUE per Mail gesendet.
- Kohler, F. (2018). Historisches Lexikon der Schweiz - Birs. Zugriff am 15.12. Abgerufen von <http://www.hls-dhs-dss.ch/textes/d/D8765.php>
- Kohli, A., Iten, R., Vettori, A., Sabathy, D., & Erdin, C. (2018). Kleinwasserkraft -Gesamtdokumentation Modul V. Umwelt- und Sozioökonomische Aspekte. Bern: EnergieSchweiz. Abgerufen von: <http://www.bfe.admin.ch/dokumentation/publikationen/index.html?lang=de>
- Leutwiler, H. (2012). Handbuch Kleinwasserkraftwerke 2012. Bundesamt für Energie BFE. Abgerufen von: <https://swissmallhydro.ch/de/infostellekleinwasserkraft/dokumentation-und-literatur/>
- Moll, D. (2018, 18.12.). E-Mail [persönliche Mitteilung].
- NCCS, N. C. f. C. S. (2018). CH2018 - Klimaszenarien für die Schweiz. Zürich: BAFU. Abgerufen von: <https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/klimawandel-undauswirkungen/schweizer-klimaszenarien.html>
- Pronovo AG. (2018). Fördermittel: Mehrkostenfinanzierung (MKF): Wird die MKF weitergeführt? Zugriff am 27.11. Abgerufen von <https://pronovo.ch/de/foerdermittel/mehrkostenfinanzierung-mkf/mkf-weiterfuehrung/>
- Ribi, F., Strupp, C., & Perch Nielsen, S. (2017). Kleinwasserkraft – Gesamtdokumentation Modul III. Wirtschaftliche Aspekte. Bern: EnergieSchweiz. Abgerufen von: [http://www.bfe.admin.ch/kleinwasserkraft/index.html?start=0&lang=de&marker\\_suche=1&ps\\_text=Geben+Sie+hier+den+Titel+ein&ps\\_date\\_day=Tag&ps\\_date\\_month=Monat&ps\\_date\\_year=Jahr&ps\\_date2\\_day=Tag&ps\\_date2\\_month=Monat&ps\\_date2\\_year=Jahr](http://www.bfe.admin.ch/kleinwasserkraft/index.html?start=0&lang=de&marker_suche=1&ps_text=Geben+Sie+hier+den+Titel+ein&ps_date_day=Tag&ps_date_month=Monat&ps_date_year=Jahr&ps_date2_day=Tag&ps_date2_month=Monat&ps_date2_year=Jahr)
- Schwab, A. J. (2009). Elektroenergiesysteme (Vol. 2). Berlin, Heidelberg: Springer.
- SolaratlasLeipzig. (2018). Wasserkraftwerke. Zugriff am 18.11. Abgerufen von [http://www.solaratlas.htwk-leipzig.de/solar\\_4\\_2.html](http://www.solaratlas.htwk-leipzig.de/solar_4_2.html)
- Strohmaier, M. (2018, 17.11.). Posten 6 bei Exkursion UPL [persönliche Mitteilung].
- SWI. (2018, 24. 03. 2003). Die Bedeutung der Wasserkraft im Laufe der Zeit. Zugriff am 5.12. Letztes Update 24. 03. 2003. Abgerufen von <https://www.swissinfo.ch/ger/bedeutung-der-wasserkraft-im-lauf-der-zeit/3178582>
- VDFF. (2018). Fachinformation. Stand des Wissens und der Technik bei Fischschutz- und Fischabstiegssystemen an Wasserkraftanlagen. Berlin: V. D. F. u. F. e.V. Abgerufen von: [https://forum-fischschutz.de/sites/default/files/VDFF\\_Fachinformation\\_2018\\_final.pdf7](https://forum-fischschutz.de/sites/default/files/VDFF_Fachinformation_2018_final.pdf7)

- VSE. (2018). Grosswasserkraft. Basiswissen-Dokument. Aarau: VSE. Abgerufen von: [https://www.google.ch/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwir8s6W8K7fAhVHRxUIHZOLAvYQF-jAAegQIARAC&url=https%3A%2F%2Fwww.strom.ch%2Ffileadmin%2Fuser\\_upload%2FDokumente\\_Bilder\\_neu%2F010\\_Downloads%2FBasiswissen-Dokumente%2F07\\_Grosswasserkraft.pdf&usg=AOvVaw3r6vYbIPHGv-KF714c72oc](https://www.google.ch/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwir8s6W8K7fAhVHRxUIHZOLAvYQF-jAAegQIARAC&url=https%3A%2F%2Fwww.strom.ch%2Ffileadmin%2Fuser_upload%2FDokumente_Bilder_neu%2F010_Downloads%2FBasiswissen-Dokumente%2F07_Grosswasserkraft.pdf&usg=AOvVaw3r6vYbIPHGv-KF714c72oc)
- VUE. (2018). Zertifizierte Wasserkraftwerke. Zugriff am 17.12. Abgerufen von <https://www.naturemade.ch/de/zertifizierte-wasserkraftwerke.html>.
- Zurbuchen (EBM), S. (2018, 21.12.). E-Mail [persönliche Mitteilung].
- Acino Pharma (2018). Our Business. from <https://acino.swiss/our-business>
- AIB. (2018b). Kläranlagen und Abfallentsorgung. Zugriff am 10.10.18. Abgerufen von <https://www.baselland.ch/politikund-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/industrielle-betriebe>
- Alpiq. (2018). Think energy. Think services. Zugriff am 15.12.18. Abgerufen von <https://www.alpiq.com/de/alpiq-gruppe/ueber-alpiq/>
- Amt für Raumplanung (2016). Gewässerraum. Zugriff am: 5.10.18. Abgerufen von <https://www.baselland.ch/politik-undbehorden/direktionen/bauundumweltschutzdirektion/raumplanung/gewaesserraum>
- Amt für Wald beider Basel (2018). Amt für Wald beider Basel. Zugriff am 30.03.19. Abgerufen von <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/volkswirtschafts-und-gesundheitsdirektion/amt-fur-wald>
- ARP. (2017a). Gemeinde Buckten Kantonaler Nutzungsplan Gewässerraum. Planungsbericht. Liestal: BUD. Abgerufen von: <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/raumplanung/kantonale-nutzungsplanung>
- AUE. (2018a). Einleitung von Industrie- und Gewerbeabwasser. Zugriff am 27.10. Abgerufen von <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-undumweltschutzdirektion/umweltschutz-energie/wasser/abwasser/industrie-gewerbe-block-3>
- BAFU. (2003). Leitbild Fließgewässer Schweiz für eine nachhaltige Gewässerpolitik. Bern: B. BAFU. Abgerufen von: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/publikationen-studien/publikationen-wasser/leitbild-fliessgewaesser-schweiz.html>
- BAFU. (2018a). Sicherung des Gewässerraums. Zugriff am 29.11. Letztes Update 21.09.2018. Abgerufen von: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/fachinformationen/massnahmen-zum-schutz-der-gewaesser/renaturierung-der-gewaesser/sicherung-des-gewaesserraums.html>
- BAFU. (2018b, 5.11.2018). Sektion Wasserqualität. Zugriff am 5.11. Abgerufen von: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/amt/abteilungen-sektionen/abteilung-wasser/sektion-wasserqualitaet.html>
- BAFU. (2018a, 21.09.2018). Sicherung des Gewässerraums. Zugriff am 29.11. Letztes Update 21.09.2018. Abgerufen von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/fachinformationen/massnahmen-zum-schutz-der-gewaesser/renaturierung-der-gewaesser/sicherung-des-gewaesserraums.html>

## 10.7 Stakeholder

- Basel Landschaft. (2018). Wasserbau. Zugriff am 21.11.2018. Abgerufen von <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutz-direktion/tiefbauamt/wasserbau>
- BFE. (2018a). Bundesamt für Energie. Zugriff am 20.11. Abgerufen von <http://www.bfe.admin.ch/org/index.html?lang=de>
- BLW. (2018). Gewässerschutzprogramm. Zugriff am 5.10. Abgerufen von: <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/instrumente/ressourcen--und-gewaesserschutzprogramm/gewaesserschutzprogramm.html>
- BOHA AG. (2018a). Wasserkraftwerk Moos. Zugriff am 17.12.2018. Abgerufen von <https://www.boha.ch/wkwmoos>
- BOHA AG. (2018b). Wasserkraftwerk Nenzlingen. Zugriff am 17.12.2018. Abgerufen von <https://www.boha.ch/wkwnenzlingen>
- BOHA AG. (2018c). Wasserkraftwerke Büttenen 1+2. Zugriff am 17.12.2018. Abgerufen von <https://www.boha.ch/wkwbuettenen>
- Bono, R. (2018). Referat an der Birs-Exkursion: Herausforderungen der Abwasserreinigung.
- BUD. (2018). Wie wird der Gewässerraum verbindlich festgelegt? Zugriff am 04.11. Abgerufen von <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/raumplanung/gwaesserraum/wie-wird-der-gwaesserraum-rechtskraeftig-und-grund-eigentuemerverbindlich-festgelegt>
- BVBB. (2018). Bauernverband beider Basel. Zugriff am 22.10. Abgerufen von <https://www.bvbb.ch/>.
- BVBB - Statuten, (2015 04.12.2015).
- Chavanne, L. (2018b, 22.11.2018). Zwischenbericht mit der Experten [persönliche Mitteilung].
- Eawag. (2018). Über uns. Zugriff am 12.10. Abgerufen von <https://www.eawag.ch/de/ueberuns/portraet/>
- Gewässerschutzgesetz vom 24. Januar 1991 (GSchG, 814.20).
- Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV, SR 814.201).
- Hardwasser AG. (2018). Hardwasser AG. Zugriff am 14.10. Abgerufen von <http://hardwasser.ch/content/uber-uns>.
- HEV Kanton BL. (2018a). Verband. Zugriff am 04.11. Abgerufen von <https://www.hev-bl.ch/verband/hev-kanton-baselland/>.
- Kantonaler Fischereiverband Baselland (2018). Willkommen KfVBL. Retrieved 21.10., from <https://kfvbl.ch/>
- Kanton BL. (2018b). Raumplanung. Zugriff am 29.11. Abgerufen von: <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/raumplanung>
- Kanton Basellandschaft. (2018). Abwasseranlagen Birs und Birsigtal. Zugriff am 20.10. Abgerufen von: <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/industrielle-betriebe/abwasseranlagen/anlagen-birs-und-birsigtal>
- KfVBL – Kantonaler Fischereiverband BL
- Knuchel, L., & Rummer, E. (2017). IWB Geschäftsbericht - Fokus 2017: IWB. Abgerufen von: <https://www.iwb.ch/Ueber-uns/Das-Unternehmen-IWB/Geschaeftsbericht.html>
- Landrat BL. (2018a). Beschluss des Landrates vom 8. November 2018 Nr. 2273. Liestal:
- Landrat BL. Abgerufen von <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/landrat-parlament/geschaeft/geschaeft-ab-juli-2015?i=https%3A//baselland.talus.ch/de/politik/cdws/geschaeft.php%3Fgid%3D-6be3e724a32e42e8a0bc073684a6ea1e>
- Pro Natura. (2018). Verbandsbeschwerderecht zum Schutz von Natur und Umwelt. Abgerufen von <https://www.pronatura.ch/de/verbandsbeschwerderecht>



- Pro Natura Baselland – Statuten (25.08.2012).
- Statistisches Amt BL. (2013). Privathaushalte und Wohnverhältnisse. Statistik Baselland: Statistisches Amt BL. Abgerufen von: <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/finanz-und-kirchendirektion/statistisches-amt/publikationen/bevoelkerung#publikationen-im-bereich-bevoelkerung>
- Statistisches Amt BL. (2015). Baselbieter Wirtschaft. Statistik Baselland: Statistisches Amt BL. Abgerufen von: <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/finanz-und-kirchendirektion/statistisches-amt/publikationen/archiv/statistik-baselland?searchterm=Baselland%20statistik>
- Verordnung über die Bezeichnung der im Bereich des Umweltschutzes sowie des Natur- und Heimatschutzes beschwerdeberechtigten Organisationen vom 27.06.1990 (VBO, SR 814.076).
- VUE. (2018). Hinter dem Gütesiegel naturemade steht der Verein für umweltgerechte Energie VUE. Zugriff am 18.11.2018. Abgerufen von <https://www.naturemade.ch/de/traegerverein.html>
- Wika BL. (2018a). Kantonaler Nutzungsplan Gewässerraum, Teilabschnitt Ergolz Gebiet «Wölfer» - Füllinsdorf - Verwaltungsinternes Mitberichtsverfahren. Abgerufen von: <https://www.kmu.org/de/node/1618>
- Wika BL. (2018b). Organisation. Zugriff am 22.11. Abgerufen von <https://www.kmu.org/de/wika/organisation>
- Wika BL. (2018c). Vernehmlassung zur Änderung des Raumplanungs- und Baugesetzes betreffend Ausscheidung des Gewässerraums aufgrund Kantonsgerichtsurteil.: Wika BL. Abgerufen von: <https://www.kmu.org/de/node/1586>
- WWF Region Basel. (2018). WWF-Schwerpunkt Gewässer. Zugriff am 08.12. Abgerufen von <https://www.wwf-bs.ch/unsere-themen/gewaesser/>

# Anhang

**Tabelle A1**

Gruppeneinteilungen der Teilanalysegruppen.

Abflussregime			
Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
Arthur Arlettaz, Frédéric Gerber, Salome Loepfe, Nathalie Nitsingam, Lea Schmutz, Jona Stutzer, Julia Timcke	Livia Baumann, Kay Frick, Catarina Gonçalves da Rocha, Nina Holenstein, Celine Leibundgut, Marc Utzinger, Nils Zehnder	Julia Dworzak, Ralph Holman, Fabrice Keller, Carole Sattler, Ana Sofia Schneider Bruch, Johanna Wierer	Damian Berwert, Jan Heuberger, Beatrix Junghardt, Andrea Mazza, Shalini Nimalamohan, Lisa Schwab
Gewässerraumnutzung			
Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
Paola Arizzi, Nives Bally, Michelle Gugger, Andrei Marti, Julia Rupprecht, Maria Schnyder, Patric Serna	Oliver Clemente, Samira Furrer, Kyra Marty, Marianne Ott, Max Rieder, Yue Yu	Martina Buck, Viola Dülly, Emma Heinzer, David Schweizer, Gina Vezzini, Elias Vogel	Angela Braun, Sophie Eisenring, Lina Hänni, Tobia Lezuo, Aurel Mäder, Stella Paukku
Tiere und Pflanzen			
Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
Jessica Carilli, Yara Emmenegger, Anna Feller, Bettina Hänni, Alexander Lüthi, Tobias Rieder, Jan Windmüller	Til Bobnar, Karim Clivaz, Mirjam Eberli, Lea Fabritius, Linda Schilliger, Aline Wüthrich	Jona Frigerio, Josephine Opprecht, Simona Rödlach, Silas Schweizer, Renée Wouters, Chiara Wülser	Tobia Berger, Carla Brunner, Kristóf Czirják, Ana Elisa Galery Käser, Annina Halbheer, Léa Keller
Wasserkraftnutzung			
Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
Lina Bitterlin, Vittorio Bizzozero, Sonja Burkart, Nina Conrad, Rona Schenk, Philip Urech, Johanna Wittholm	Tobias Borner, Mara Graf, Nadja Maier, Elias Meier, Josch Stricker, Cora Tampe, Viviane Tinner	Sarina Daniioth, Indrajith Kamalanathan, Saskia Lichtin, Queenie Lu, Judith Scherrer, Jonas Steiner	Marin Dora, Michela Ferrari, Isabel Müller, Christian Rolli, Adeline Schreiner, Lydia Seitz
Wasserqualität			
Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
Davide Calvarese, Katja Ewald, Nadine Graf, Clara Gund, Nadine Reinert, Reto Riggs, Laura Waldner	Laura Bönig, Noemi Furchner, Ben Kriesel, Marion Muff, Amélie Neidig, Luca Schneider, Melanie Stutz	Juliette Aymon, Leo Basig, Flavia Luz, Katja Sauter, Cleo Soldini, Philipp Tandler	Lara Beck, Lea Bieler, Veronica Buchmann, Thomas Mutsaers, Martin Riewer, Bettina Schwerzmann
Wasserver- und -entsorgung			
Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
Stella Braunschweig, Manon Davies, Tess Giacobbo, Livia Hess, Julia Simona, Dario van Oerle, Fabian von Mentlen	Rebekka Estermann, Aline Föcker, Dominik Hauser, Rachel Kunstmann, Matthias Müller, Thomas Schranz, Mai Tran	Rebecca Eckert, Camille Hablützel, Belinda Hotz, Jannis Portmann, Jonas Stadler, Annina Wiher	Dominik Bieri, Angie Celis, Sheila Hermann, Julia Murer, Emma Ossola, Yuri Schmid



Kontakt  
ETH Zürich  
USYS TdLab  
CHN K 78  
8092 Zürich

[www.tdlab.usys.ethz.ch](http://www.tdlab.usys.ethz.ch)

Layout: Sandro Bösch  
© ETH Zürich, 2019