

Hochwasserschutz

Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme
Wehr Biberist bis Aare

Erfolgskontrolle

Erhebung Ausgangszustand



28.08.2015

Änderungsnachweis

Version	Datum	Bezeichnung der Änderungen	Verteiler
1	28.08.15	1. Entwurf	AfU, TBF
2			
3			
4			

Genehmigt / geprüft

Adresse Auftraggeber

Amt für Umwelt des Kantons Solothurn
Werkhofstrasse 5
4509 Solothurn

Kontaktperson: Roger Dürrenmatt

Telefon: +41 (0)32 627 27 67
Fax: +41 (0)32 627 76 93
Mail: roger.duerrenmatt@bd.so.ch

Adresse Auftragnehmer

INGE M^E
c/o IC Infraconsult AG
Kasernenstrasse 27
3013 Bern

Kontaktperson: Nicole Schiltknecht

Telefon: +41 (0)31 359 24 22
Fax: -
Mail: nicole.schiltknecht@infraconsult.ch

Inhaltsverzeichnis

ZUSAMMENFASSUNG.....	7
EINLEITUNG.....	12
1.1 KONSEPT	12
1.2 BASISERHEBUNGEN.....	15
1.2.1 Numerisch hydraulische 2D-Modelle	16
1.2.2 Habitattypenkartierung.....	16
1.3 BEWERTUNG	16
2 ÜBERFLUTUNGSDYNAMIK	18
2.1 BESCHRIEB	18
2.2 METHODE ERHEBUNG UND AUSWERTUNG	18
2.2.1 Emmenschachen	19
2.2.2 Schwarzweg	20
2.2.3 Papierfabrik.....	22
2.3 RESULTATE.....	23
2.4 KURZDISKUSSION	24
3 GESCHIEBEHAUSHALT.....	25
3.1 BESCHRIEB	25
3.2 METHODE ERHEBUNG UND AUSWERTUNG	25
3.3 RESULTATE.....	25
3.4 KURZDISKUSSION	27
4 WASSERTEMPERATUR.....	29
4.1 BESCHRIEB	29
4.2 METHODE ERHEBUNG UND AUSWERTUNG	29
4.3 RESULTATE.....	30
4.4 KURZDISKUSSION	31
5 HYDROMORPHOLOGISCHER INDEX DER DIVERSITÄT (HMID).....	33
5.1 BESCHRIEB	33
5.2 METHODE ERHEBUNG UND AUSWERTUNG	35
5.2.1 Emmenschachen	36
5.2.2 Schwarzweg	38
5.2.3 Papierfabrik.....	41
5.3 RESULTATE.....	43

5.3.1 Emmenschachen	43
5.3.2 Schwarzweg	44
5.3.3 Papierfabrik.....	44
5.4 KURZDISKUSSION	44
6 SOHLENSTRUKTUR.....	46
6.1 BESCHRIEB	46
6.2 METHODE ERHEBUNG UND AUSWERTUNG	46
6.3 RESULTATE.....	48
6.3.1 Emmenschachen	48
6.3.2 Schwarzweg	51
6.3.3 Papierfabrik.....	54
6.4 KURZDISKUSSION	57
7 UFERSTRUKTUR	60
7.1 BESCHRIEB	60
7.2 METHODE ERHEBUNG UND AUSWERTUNG	60
7.3 RESULTATE.....	62
7.3.1 Emmenschachen	62
7.3.2 Schwarzweg	64
7.3.3 Papierfabrik.....	67
7.4 KURZDISKUSSION	71
8 LAICHHABITAT BACHFORELLE/ÄSCHE.....	73
8.1 BESCHRIEB	73
8.2 METHODE ERHEBUNG UND AUSWERTUNG	73
8.3 RESULTATE.....	74
8.3.1 Emmenschachen	74
8.3.2 Schwarzweg	76
8.3.3 Papierfabrik.....	78
8.4 KURZDISKUSSION	80
9 MOSAIK AUENFORMATIONEN	83
9.1 BESCHRIEB	83
9.2 METHODE ERHEBUNG UND AUSWERTUNG	83
9.3 RESULTATE.....	85
9.3.1 Emmenschachen	85
9.3.2 Schwarzweg	88
9.4 KURZDISKUSSION	92
10 LANDSCHAFTSSTRUKTURMASSE	93

10.1	BESCHRIEB	93
10.2	METHODE ERHEBUNG UND AUSWERTUNG	93
10.3	RESULTATE.....	97
10.3.1	Emmenschachen	97
10.3.2	Schwarzweg	100
10.4	KURZDISKUSSION	105
11	FOTOGRAFISCHE DOKUMENTATION	106
11.1	BESCHRIEB	106
11.2	METHODE ERHEBUNG UND AUSWERTUNG	106
11.3	RESULTATE.....	107
12	AUENTYPISCHE PFLANZENARTEN	111
12.1	BESCHRIEB	111
12.2	METHODE ERHEBUNG UND AUSWERTUNG	111
12.3	RESULTATE.....	112
12.3.1	Emmenspitz	112
12.3.2	Emmenschachen	113
12.3.3	Rüti.....	113
12.3.4	Schwarzweg	114
12.3.5	Papierfabrik.....	114
12.4	KURZDISKUSSION	114
13	BESTANDSERHEBUNG FISCHE	115
13.1	BESCHRIEB	115
13.2	METHODE ERHEBUNG UND AUSWERTUNG	115
13.3	RESULTATE.....	116
13.4	KURZDISKUSSION	116
14	VORKOMMEN AMPHIBIEN.....	117
14.1	BESCHRIEB	117
14.2	METHODE ERHEBUNG UND AUSWERTUNG	117
14.3	RESULTATE.....	118
14.4	KURZDISKUSSION	119
15	GESAMTDISKUSSION	121
	TABELLENVERZEICHNIS.....	124
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	127
	LITERATURVERZEICHNIS.....	132

Anhang

Anhang A	Bestimmungstabelle Mesohabitate
Anhang B	Daten Ist-Zustand Biberist, Auszug Befischungen
Anhang C	Laichhabitate Bachforelle/Äsche
Anhang D	Fotografische Dokumentation, Zwischenbericht
Anhang E	Amphibienerfassung

Zusammenfassung

Konzept

Durch das «Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekt Emme» werden Massnahmen in und an der Emme realisiert.

Das Erfolgskontrollenkonzept (Infraconsult, Impuls und Fischwerk, 2014) definiert, wie die Zielerfüllung der Entwicklungsziele auf Ebene Prozesse, Lebensräume und Arten dokumentiert werden. Die Erfolgskontrolle basiert auf einem «Vorher-nachher-Vergleich» durch 13 Indikatoren.

Entlang des Projektperimeters wurden 5 Untersuchungsgebiete von je ca. 300 m Länge ausgeschieden. Die Breite der Untersuchungsstrecken umfasst neben der Gerinnesohle das potenzielle Auengebiet.

Die Erfolgskontrolle umfasst die Erhebung der drei Zustände Ausgangszustand, Zustand nach Bauende sowie Projektzustand. Der vorliegende Bericht dokumentiert die Aufnahme des Ausgangszustands in den Jahren 2014/2015.

Überflutungs- dynamik

Der standardisierte Indikator der Überflutungsdynamik bei $130 \text{ m}^3/\text{s}$ ist für die Untersuchungsstrecken Schwarzweg und Papierfabrik sehr ähnlich (0.55 resp. 0.54), für die Strecke Emmenschachen ist er leicht höher (0.66). Der Grund für die verhältnismässig geringen Werte ist das kanalisierte Gerinne der Emme mit einem ausgeprägten Hauptgerinne und hoch liegenden Vorländern. Unter diesen Bedingungen ufer das Wasser erst bei sehr grossen Hochwassern ins Vorland aus und die Überflutungsflächen sind bei kleinen Hochwassern nicht viel grösser als bei Mittelwasser. Diese Verhältnisse sind auch anhand der geringen Zunahme der Wasserspiegelbreite von ca. 9 % zwischen einem mittleren Jahresabfluss und einem Abfluss von $130 \text{ m}^3/\text{s}$.

Geschiebe- haushalt

Die Transportkapazität der Emme ist wegen des eingengten Profils unnatürlich hoch. Die Geschiebezufuhr ist heute jedoch genügend gross, um eine weitere Eintiefung der Sohle zu verhindern. Ebenso ist die Durchgängigkeit des Geschiebes gewährleistet. In der Projektstrecke wird zwar viel Geschiebe transportiert, es handelt sich jedoch um einen mehr oder weniger gleichförmigen Geschiebestrom und nicht um Umlagerungsprozesse. Bei Hochwassern können allerdings ausgeprägte Erosions- und Auflandungsprozesse festgestellt werden. Aus den Resultaten wird eine standardisierte Geschiebehaushaltsbewertung von 0.6 generiert.

Wassertemperatur

An der Messstelle Derendingen gab es während der wärmsten Jahreszeit eine Datenlücke (Juni-August), weshalb dieser Jahresgang für die Bewertung nicht verwendet werden konnte.

Entlang der Untersuchungsstrecke steigt bei Niederwasser (Restwasser) trotz Exfiltration von Grundwasser die Wassertemperatur im Sommer an und kühlt im Winter ab. Die festgestellten Über- und Unterschreitungen des erwarteten Normalbereichs werden als eine Abweichung von den natürlichen Temperaturverhältnissen angesehen. Die vielen Abweichungen in Biberist führten zu einer Einstufung in die Klasse 3 („wesentlich verändert“). Die Stelle Luterbach wird in die Klasse 2 („wenig verändert“) eingestuft. Das Temperaturregime der Emme im Untersuchungsperimeter gilt demnach als „wesentlich verändert“.

Hydromorphologischer Index der Diversität

Der tiefste Hydromorphologische Index wird in der Untersuchungsstrecke Emmenschachen mit einem HMID von 3.4 erreicht. Der tiefe Wert widerspiegelt den optischen Eindruck dieser sehr monotonen, strukturlosen Sohle. Leicht besser schneiden die Strecken Papierfabrik mit 4.0 und Schwarzweg mit 4.6 ab. Der verhältnismässig hohe Indexwert der Untersuchungsstrecke Schwarzweg resultiert aus zwei ausgeprägten Kiesbänken. Insgesamt sind die HMID-Werte aber sehr tief und verdeutlichen die kanalisierten Verhältnisse in der Emme. Wie erwartet sinken die Werte des HMID bei steigendem Abfluss (die Werte beim einem Abfluss $6.2 \text{ m}^3/\text{s}$ sind rund ein Viertel tiefer als beim einem Abfluss $1.8 \text{ m}^3/\text{s}$).

Sohlenstruktur

Die untersuchten Strecken zeigen insgesamt eine grosse Vielfalt an Sohlenstrukturen, unterscheiden sich diesbezüglich aber deutlich voneinander. Die Untersuchungsstrecke Emmenschachen ist bei beiden untersuchten Abflüssen sehr monoton. Die Strecke Schwarzweg hingegen zeigt bei Mittelwasserabfluss eine gewisse Heterogenität. Die Strecke Papierfabrik schliesslich verliert ihre Vielfalt an Sohlenstrukturen bei einer Abflusszunahme um $5 \text{ m}^3/\text{s}$. Einige wenige Sohlentypen dominieren den Untersuchungsperimeter (Furten, Gleiten, Kiesbänke). Dies ist primär auf die Kanalisierung und die steilen, oft verbauten Ufer der Emme zurückzuführen. Es fehlt auch weitgehend das strömungsverändernde Totholz im Gerinne.

Die Anzahl Sohlenstrukturen pro Einheitslänge liegt bei maximal 12.4, sehr oft aber zwischen 1 und 4. Demnach wird dem Indikator «Sohlenstruktur» für die Strecken Schwarzweg und Papierfabrik der standardisierte Wert von 0.5, der Strecke Emmenschachen derjenige von 0.25 zugeordnet.

Uferstruktur

Alle sieben in den Steckbriefen (Woolsey, S. et al., 2005) aufgeführten Uferstrukturtypen kommen vor. Flachufer, Steilufer, Fels und Blockgefüge dominieren. 4 % bis 27 % der Uferlinie weisen eine raue Verbauung (lockerer Blocksatz) auf. Einzig in der Strecke Schwarzweg ist ein grösserer Abschnitt glatt verbaut (13 % der Uferlinie). Für alle Untersuchungsstrecken resultiert ein Wert zwischen 0.48 und 0.66 (Maximum = 1). Bei der Strecke Papierfabrik verbessert sich die Bewertung zwischen minimalem und mittlerem Restwasserabfluss deutlich. Dies ist auf das Auftreten zusätzlicher Strukturtypen (Steilufer und Sporn) zurückzuführen. Die Strecken Schwarzweg und Emmenschachen werden für die beiden untersuchten Abflüsse fast gleich bewertet. Der Grund liegt darin, dass sich die Uferlinie zwischen den beiden Abflüssen kaum verschiebt.

Laichhabitat Bachforelle/Äsche

Insbesondere in der Untersuchungsstrecke Emmenschachen finden Bachforellen und Äschen ausgedehnte, als Laichhabitat optimale bzw. geeignete Flächen. In den Strecken Emmenschachen und Schwarzweg nehmen die als Laichhabitat geeigneten Flächen mit höherem Abfluss zu, in der Strecke Papierfabrik hingegen ab.

Gemäss dem angewandten Bewertungsmassstab sind fast alle drei Untersuchungsstrecken für beide Abflüsse als Laichhabitat für die Bachforelle und die Äsche als optimal bzw. geeignet zu bewerten. Die Strecke Schwarzweg wird aber bei minimalem Restwasserabfluss für die Äsche nur als bedingt geeignet eingestuft.

Mosaik Auenformationen

Sowohl in der Untersuchungsstrecke Emmenschachen wie auch in der Strecke Schwarzweg dominiert der Habitattyp Hartholzaue. Weitere Habitattypen, die auf einen dynamischen Auen-Lebensraum hinweisen, sind nur rudimentär vorhanden. Die Anteile der Pionierformationen an der Gesamtfläche sind verschwindend klein. Die Resultate widerspiegeln ein typisches Bild für fehlende Dynamik in den Uferbereichen.

Landschafts- strukturmasse

Die Auswertungen für die beiden Untersuchungsstrecken Emmenschachen und Schwarzweg zeigen, dass der Lebensraum tendenziell homogen und strukturarm ist. Die Hartholzaue dominiert, entsprechend sind hochgewachsene Bestände mit relativ hohem Deckungsgrad vorherrschend. Die Vielfalt an verschiedenen Habitattypen ist gering. Die vier ermittelten Landschaftsstrukturmasse lassen sich erst auf Basis eines Vorher-nachher-Vergleichs standardisieren.

*Fotographische
Dokumentation*

In vier Untersuchungstrecken wurden an insgesamt 21 Fotostandorten Aufnahmen gemacht. Am 25.8.2014 wurde bei einem Restwasserabfluss von 2.3 m³/s fotografiert (71 Fotos). Diese Serie wurde am 27.11.2014 durch Aufnahmen an zusätzlichen 5 Fotostandorten ergänzt (41 Fotos). Die zweiten Aufnahmen erfolgten bei einem Abfluss von ca. 1.8 m³/s. Auf Grund bisher nicht eingetretener Hochwasserabflüssen wird die Dokumentation des Hochwasseraspektes voraussichtlich im Lauf des Sommerhalbjahres 2015 erfolgen.

*Auentypische
Pflanzenarten*

Erwartungsgemäss kommen typische Pionier- bzw. Ruderalpflanzen in den Untersuchungstrecken nur beschränkt und in sehr geringer Zahl oder überhaupt (noch) nicht vor. Diese Arten beanspruchen Habitate, die sich durch die Revitalisierung erst noch einstellen sollen. Im Vergleich mit späteren Erhebungen wird sich zeigen, ob die initiierten Prozesse Erosion, Umlagerung und Überschwemmung die Etablierung einer charakteristischen Pionier- und Ruderalflora ermöglichen werden.

*Bestandserhebung
Fische*

Es wurden 7 Arten gefangen, die – mit Ausnahme der Regenbogenforelle – standorttypisch sind. Es fehlen aber weitere typische Arten wie die Äsche und der Gründling. Beide Arten kommen oberhalb des Wehrs Biberist vor. Auffällig ist zudem der geringe Anteil der Bachforellen an der Gesamtfischdichte.

Strukturierte Abschnitte wie in Derendingen sind in der Restwasserstrecke selten. Es dominieren monotone Abschnitte wie diejenige bei Luterbach. Sie zeichnen sich durch eine geringe Artenzahl, eine geringe Fischdichte und eine sehr kleine Biomasse aus.

*Vorkommen
Amphibien*

Trotz strukturreichem Landlebensraum ist der Altlauf auffallend schlecht durch Amphibien besiedelt. Der grosse Prädationsdruck wird sicher ein Hauptgrund für die extrem tiefe Amphibiendichte sein. Weitere Gründe können die starke Beschattung oder die Isolation des Vorkommens sein.

Das Bächlein führt nur sehr wenig Wasser und entwässert in die Emme. Es ist dadurch für Fische besiedelbar. Die Gründe, weshalb ausser einem Grasfrosch-Laichfund keine Amphibiennachweise gelangen, sind nicht bekannt.

Der Kleinweiher ist mit 5 nachgewiesenen Arten für Amphibien zu diesem Zeitpunkt wohl der geeignetste Lebensraum. Der starke Fischdruck

verhindert wohl aber auch hier eine hohe Individuendichten im ansonsten für Amphibien attraktiven Gewässer.

Gesamtbewertung

Gesamthaft betrachtet lassen die Ergebnisse aus der Ausgangserhebung den Schluss zu, dass es sich bei der Emme zwischen dem Wehr Biberist und der Mündung in der Aare um ein weder besonders stark noch besonders schwach beeinträchtigtes Gewässer handelt. Insbesondere bei den terrestrischen Lebensräumen bestehen aber erhebliche Defizite. Für alle untersuchten Indikatoren besteht das Potential, durch die Realisation entsprechender Massnahmen höhere Bewertungen zu erzielen.

Einleitung

1.1 Konzept

*Hochwasserschutz
- und
Revitalisierungs-
projekt Emme*

Im Rahmen des «Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekt Emme» werden vielfältige Massnahmen in und an der Emme realisiert werden. Neben den Aspekten des Hochwasserschutzes und der Erholungsnutzung soll auch eine Revitalisierung und damit eine ökologische Aufwertung des Gewässerraums erfolgen.

Das Erfolgskontrollenkonzept (Infraconsult, Impuls und Fischwerk, 2014) definiert, wie die Zielerfüllung der im Leitbild (Hunziker, R., Dönni, W., Kaufmann, G., 2012) festgelegten Entwicklungsziele dokumentiert werden. Die Veränderungen auf den Ebenen Prozesse, Lebensräume und Arten werden basierend auf einem «Vorher-nachher-Vergleich» mittels 13 Indikatoren gemessen.

Indikatoren

Folgenden Indikatoren werden erhoben:

- Überflutungsdynamik
- Geschiebehaushalt
- Wassertemperatur
- Hydromorphologischer Index der Diversität (HMID)
- Sohlenstruktur
- Uferstruktur
- Laichhabitat Bachforelle/Äsche
- Mosaik Auenformationen
- Landschaftsstrukturmasse
- Fotografische Dokumentation
- Auentypische Pflanzenarten
- Bestandserhebung Fische
- Vorkommen Amphibien

*Untersuchungs-
strecken*

Innerhalb des Projektperimeters wurden 5 Untersuchungsgebiete ausgeschieden (siehe Abbildung 1). In jedem Untersuchungsgebiet wurde eine ca. 300 m lange Untersuchungsstrecke festgelegt. Die Breite der Untersuchungsstrecken umfasst neben der Gerinnesohle das potenzielle Auengebiet (nach Projektrealisierung im Mittel jährlich mindestens einmal überflutet). Zwei der drei im Rahmen der Bestandserhebung Amphibien (siehe Kapitel 14) untersuchten Gewässer liegen ausserhalb dieses Perimeters. Beide Gewässer sowie der angrenzende Landlebensraum werden aber durch das Projekt tangiert. Daher wurden die Amphibienbestände auch an diesen Standorten erhoben.



LEGENDE

- Untersuchungsgewässer Amphibien
- Untersuchungsstrecke

Abbildung 1 Lage der Untersuchungsstrecken für die Ausgangserhebung

*Aufnahme-
Intervalle*

Die bauliche Umsetzung der Massnahmen wird sich über mehrere Jahre erstrecken (2016 bis voraussichtlich 2022). Zudem muss den revitalisierten Flussabschnitten Zeit für die Entwicklung der Strukturen eingeräumt werden. Die Erfolgskontrolle umfasst daher die Erhebung von 3 Zeit-Zuständen:

- **Ausgangszustand** (vorliegender Bericht; 2014/2015):
Dokumentation des Zustandes vor dem Beginn der Bauarbeiten, der ca. 2016 erfolgen soll.
- **1. Aufnahme des Projektzustandes** (Wirkungskontrolle/Validierung)¹:
Nach Abschluss der Bauarbeiten, innerhalb einer Periode von 5 Jahren und nach den ersten geschlebewirksamen Hochwassern, wird anlässlich einer Begehung entschieden, wann die 1. Aufnahme des Projektzustandes erfolgen soll.
- **2. Aufnahme des Projektzustandes** (Wirkungskontrolle/Validierung):
10 Jahre nach der 1. Aufnahme des Projektzustandes.

*Anzahl
Erhebungen*

Tabelle 1 zeigt die verwendeten Indikatoren, in Beziehung gesetzt mit den Untersuchungsstrecken und Erhebungszeitpunkten. Eine Aufnahme entspricht der Untersuchung auf einer bestimmten Untersuchungsstrecke zu einem bestimmten Zeitpunkt. Die Anzahl Erhebungen pro Indikator ergeben sich somit aus der Anzahl der Untersuchungsstrecken und der Anzahl untersuchter Zustände (Jahreszeit oder Abfluss).

¹ Ausnahmen: Der Indikator Auentypische Pflanzenarten wird nicht unmittelbar nach Abschluss der Bauarbeiten erhoben, da die Entwicklung der Vegetation Zeit braucht.

Hierarchiestufe	Indikator (Steckbriefnummer gemäss Handbuch EAWAG)	Untersuchungsgebiet					Erhebungszeitpunkt						
		Emmengilz	Emmenschachen	Rüti	Schwarzweg	Papierfabrik	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Nieder-/Restwasser	Mittelwasser	Hochwasser
Prozesse	Überflutungsdynamik (13)		•		•	•							•
	Geschiebe (12)	•	•	•	•	•					•	•	•
	Wassertemperatur (-)		•		•	•	ganzjährig						
Lebensräume	Hydromorpholog. Index der Diversität (-)		•		•	•					•	•	
	Sohlenstruktur (33/36)		•		•	•					•	•	
	Uferstruktur (43/45)		•		•	•					•	•	
	Laichhabitat Bachforelle/Äsche (-)		•		•	•					•	•	
	Mosaik Auenformationen (49)		•		•	•		•					
	Landschaftsstrukturmasse (19)		•		•	•		•					
	Fotografische Dokumentation	•	•		•	•		•	•		•		•
Arten	Auentypische Pflanzenarten (47)	•	•	•	•	•		•					
	Bestandserhebungen Fische (-)		•	•					•			•	
	Vorkommen Amphibien (-)	•	•				•						

Tabelle 1 Die Tabelle zeigt für die Ausgangserhebung in welchen Untersuchungsstrecken, welche Indikatoren zu welchen Erhebungszeitpunkten erhoben wurden

1.2 Basiserhebungen

Einige Indikatoren basieren auf der gleichen Datenbasis wie andere Indikatoren. Die erforderlichen Daten können in diesen Fällen in nur einer Feldkartierung erhoben werden. Daraus ergeben sich die in Tabelle 2 aufgezeigten Synergien.

Datenbasis	Indikator	Bemerkungen
Hochauflösendes hydraulisches 2D-Modell	Überflutungsdynamik (13)	Unterschiedliche Auswertung derselben Datenbasis
	Hydromorpholog. Index der Diversität (-)	
	Laichhabitat Bachforelle/Äsche (-)	Zusätzlich Substratkartierung
Habitattypen-kartierung	Sohlenstruktur (33)	Gleichzeitige Feldkartierung
	Landschaftsstrukturmasse (19)	Unterschiedliche Genauigkeiten (Indikatoren 19 und 49). Nur 1 Aufnahme Projektzustand (Indikator 49).
	Mosaik Auenformationen (49)	

Tabelle 2 Die Tabelle zeigt, auf welche gemeinsame Datenbasis sich die Auswertungen gewisser Indikatoren stützen

1.2.1 Numerisch hydraulische 2D-Modelle

Numerische Simulationen haben den entscheidenden Vorteil, dass verschiedene Indikatoren ohne aufwändige Feldarbeiten für verschiedene Abflussmengen erfasst werden können (Requena, P., von Pfuhlstein, M., 2011).

Beim Einsatz eines 2D-Strömungsmodells wird die Untersuchungsstrecke zuerst detailliert vermessen. Basierend auf der aufgenommenen Gerinnegeometrie wird anschliessend ein Geländemodell erstellt, welches seinerseits die Basis für das hydraulische 2D-Strömungsmodell bildet. Mit dem Modell können dann für unterschiedliche Abflüsse die mittleren Fliessgeschwindigkeiten (tiefengemittelt) und die Wassertiefen berechnet werden.

1.2.2 Habitattypenkartierung

Im Feld werden die aquatischen Habitate (Mesohabitate) und die terrestrischen Habitate (Auenformationen) kartiert.

Mesohabitate sind Flächen, die bezüglich Wassertiefe, Fliessgeschwindigkeit und Substratzusammensetzung in sich einheitlich sind (z. B. Schnelle, Riffel, Flachwasser, Kolk usw.). Die minimale Ausdehnung eines Mesohabitats beträgt in der grössten linearen Dimension (Länge, Breite, Diagonale) mindestens die mittlere Wasserspiegelbreite. Die Bestimmung erfolgt nach einem Vorschlag der American Fisheries Society (Arend K. K., 1999). In Anhang A befindet sich die entsprechende Bestimmungstabelle.

Die Kartierung der Auenformationen umfasst den Habitattyp, den Grad der Bodenbedeckung und die Höhe der Vegetation. Gegenüber den im Steckbrief aufgelisteten Habitattypen wird eine je nach Indikator verfeinerte Einteilung angewandt, die auf die lokalen Gegebenheiten und die definierten Entwicklungsziele abgestimmt ist.

1.3 Bewertung

Der vorliegende Bericht rapportiert die Ergebnisse aus der Erhebung des Ausgangszustands. Je nach Indikator war es methodisch auch ohne Vorher-nachher-Vergleich möglich, eine Standardisierung der Ergebnisse, respektive eine Bewertung vorzunehmen. Daher liegen für gewisse Indikatoren Bewertungen vor, für andere jedoch nicht. Die Ausweisung einer alle Indikatoren umfassenden Gesamtbewertung für den Ausgangszustand ist aber nicht möglich.

*Erhebung
Ausgangszustand*

*Bewertung 1.
Projektzustand*

Nach der 1. Projektzustandserhebung erfolgt eine erste Bewertung gemäss dem Handbuch der EAWAG (Woolsey, S. et al., 2005). Die Indikatorwerte werden dann standardisiert (Werte zwischen 0 und 1), um sie vergleichen zu können. Für Indikatoren, die nicht im Handbuch enthalten sind, wird ein Standardisierungsverfahren entwickelt. Die Veränderungen gegenüber dem Ausgangszustand werden mit Hilfe einer Vergleichsmatrix ermittelt. Abschliessend wird der Grad der Zielerreichung beurteilt.

*Weiteres
Vorgehen*

Nach der 1. und 2. Aufnahme des Projektzustandes wird überprüft, ob die Revitalisierungsmassnahmen die gewünschte physikalische Wirkung auf Ebene der Prozesse und Lebensräume sowie die postulierten Reaktionen auf Ebene der Arten erzielen.

Nach der 2. Aufnahme des Projektzustandes erfolgt eine Gesamtschau zum Erfolg der umgesetzten Massnahmen. Falls der Erfolg sich nicht im gewünschten Masse einstellt, müssen die Ursachen gefunden werden. Erst dann können adäquate „Verbesserungs“-Massnahmen diskutiert werden. Ob und welche Massnahmen das sein könnten, lässt sich zum heutigen Zeitpunkt nicht sagen.

2 Überflutungsdynamik

2.1 Beschrieb

Handbuch
EAWAG

Steckbriefnr. 13

Überflutungsdynamik: Dauer, Häufigkeit und Ausmass von Überflutungen

Definition

Die bei einem mittleren Jahreshochwasser (ca. Q1) überflutete potenzielle Auenfläche

Begründung

Die Überflutungsdynamik widerspiegelt die Verfügbarkeit von Uferhabitaten und damit von Hochwasserrefugien, insbesondere für Fische und Arthropoden. Sie ist zudem ein Mass zur Beurteilung der lateralen Vernetzung zwischen Fluss und Umland. Heute werden bei Q1 nur kleine Flächen überflutet.

Literatur

(Woolsey, S. et al., 2005)

2.2 Methode Erhebung und Auswertung

Zu erhebende
Daten

Benetzte Breite und potenzielle Auenfläche in der Untersuchungsstrecke bei einem Abfluss von 130 m³/s. Der Abfluss basiert auf den Pegelmessungen der Messstation Wiler. Es handelt sich dabei um denjenigen Abfluss, welcher in der Periode von 1922 bis 2013 im Mittel an 24 Stunden im Jahr überschritten wurde (Q1).

Vorgehen

Berechnung der benetzten Breite mit Hilfe eines 2D-Modells.

Erhebungen für
den
Ausgangszustand

Untersuchungsstrecken	Erhebungszustand						
	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Niedrigwasser	Mittelwasser	Hochwasser
Emmenschachen							•
Schwarzweg							•
Papierfabrik							•

Auswertung

Berechnung des Anteils der mittleren benetzten Breite bei einem Abfluss Q1 an der gesamten potenziellen Auenfläche. Standardisierung auf Werte zwischen 0 und 1. Als potenzielle Überflutungsfläche wird eine Gewässerraumbreite von 100 Meter angenommen. Diese Breite ist etwas

grösser als der minimale Gewässerraum gemäss Wasserbaugesetz von 90 m und entspricht einem erhöhten Gewässerraum (vgl. Fachgutachten Gewässerraum (Infraconsult, Hunziker, Zarn & Partner, Fischwerk, 2015)). Der Wert 1 der Standardisierung ist dann erreicht, wenn die gesamte potenzielle Auenfläche jährlich überflutet wird.

2.2.1 Emmenschachen

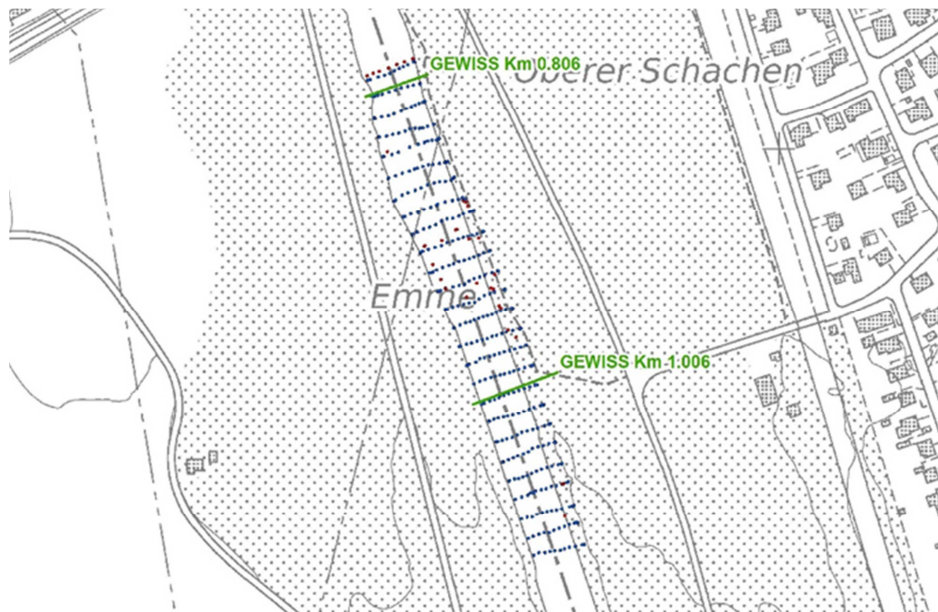


Abbildung 2 Untersuchungsstrecke Emmenschachen: Vermessungen
(blaue Punkte = Querprofile, rote Punkte = lokale Strukturen)

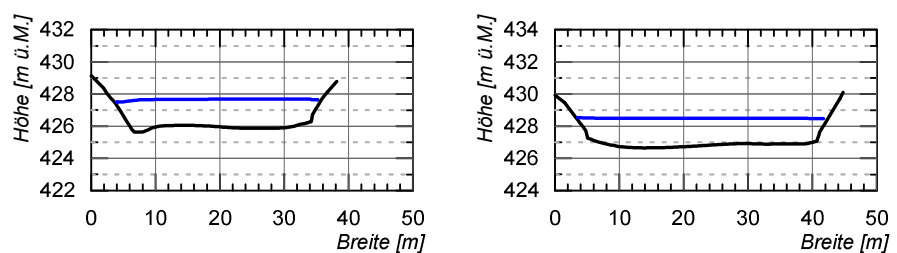


Abbildung 3 Untersuchungsstrecke Emmenschachen: Querprofile mit
Sohle und Wasserspiegel bei einem Abfluss von $130 \text{ m}^3/\text{s}$
(Q1)
Links GEWISS-Km 0.806, rechts GEWISS-Km 1.006

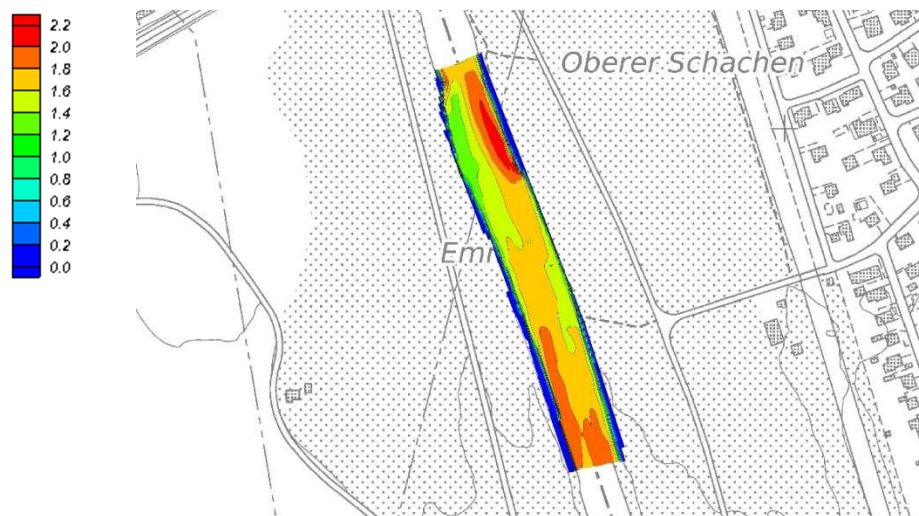


Abbildung 4 Untersuchungsstrecke Emmenschachen: Fliesstiefe (m) bei einem Abfluss von $130 \text{ m}^3/\text{s}$ (Q_1)

2.2.2 Schwarzweg



Abbildung 5 Untersuchungsstrecke Schwarzweg: Vermessungen (blaue Punkte = Querprofile, rote Punkte = lokale Strukturen)

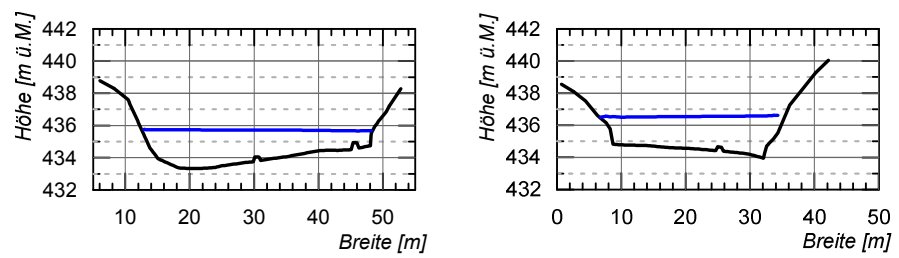


Abbildung 6 Untersuchungsstrecke Schwarzweg: Querprofile mit Sohle und Wasserspiegel bei einem Abfluss von $130 \text{ m}^3/\text{s}$ (Q1)
Links GEWISS-Km 2.996, rechts GEWISS-Km 3.196

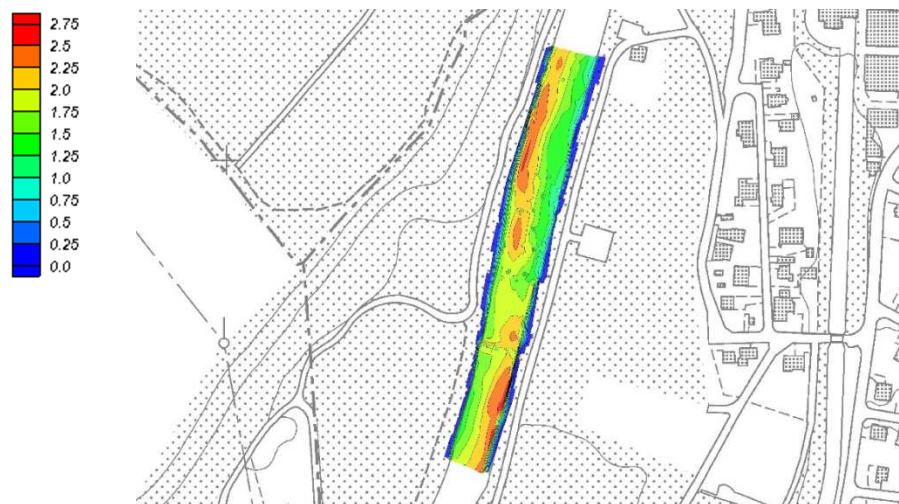


Abbildung 7 Untersuchungsstrecke Schwarzweg: Fliesstiefe (m) bei einem Abfluss von $130 \text{ m}^3/\text{s}$ (Q1)

2.2.3 Papierfabrik

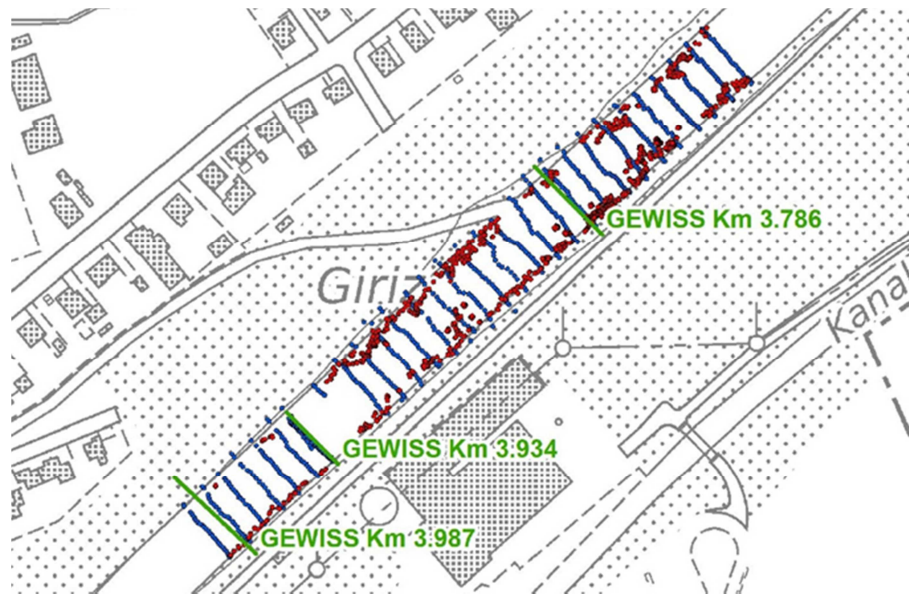


Abbildung 8 Untersuchungsstrecke Papierfabrik: Vermessungen
(blaue Punkte = Querprofile, rote Punkte = lokale Strukturen)
Die Rampe wurde nicht vermessen

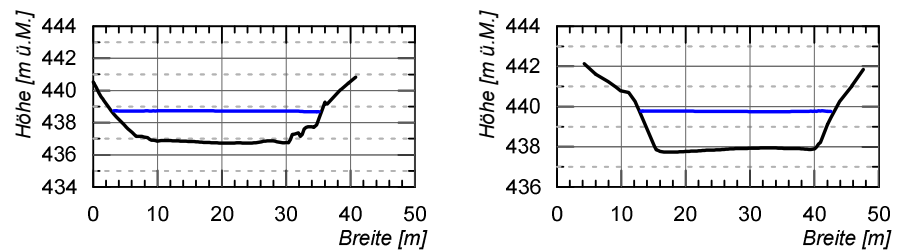


Abbildung 9 Untersuchungsstrecke Papierfabrik: Querprofile mit Sohle und
Wasserspiegel bei einem Abfluss von $130 \text{ m}^3/\text{s}$ (Q1)
Links GEWISS-Km 3.786, rechts GEWISS-Km 3.987

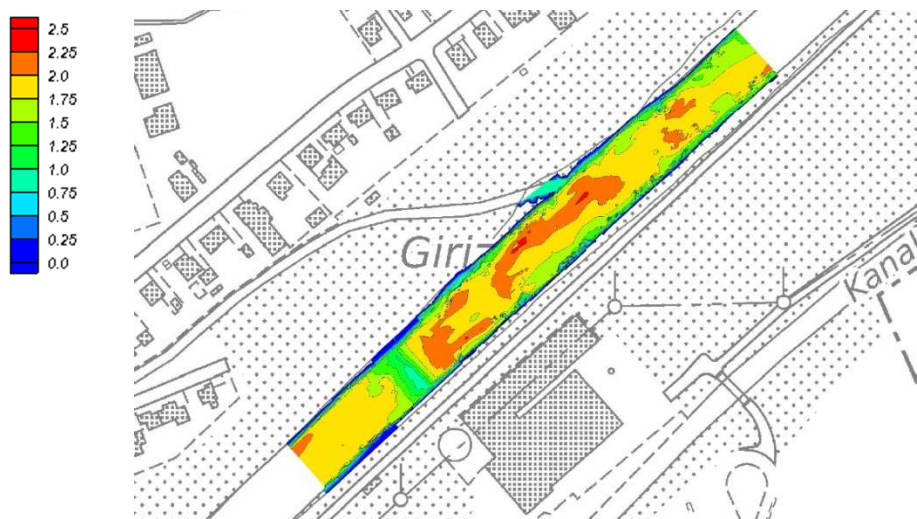


Abbildung 10 Untersuchungsstrecke Papierfabrik: Fliesstiefe (m) bei einem Abfluss von $130 \text{ m}^3/\text{s}$ (Q_1)

2.3 Resultate

Die Tabelle 3 führt die benetzte Breite für die untersuchten Strecken bei einem Abfluss Q_1 ($130 \text{ m}^3/\text{s}$) sowie die daraus resultierenden standardisierten Werte auf.

Untersuchungsstrecke	Benetzte Breite [m]	Standardisierter Wert
Emmenschachen	41	0.65
Schwarzweg	35	0.55
Papierfabrik	32	0.54

Tabelle 3 Standardisierte Werte für den Indikator Überflutungsdynamik bei Q_1 ($130 \text{ m}^3/\text{s}$)

Die Tabelle 4 zeigt die benetzten Breiten für 3 Restwasserabflüsse, den mittleren Jahresabfluss Q_m sowie den Abfluss Q_1 .

Untersuchungsstrecke		Benetzte Breite [m]				
	Abfluss [m³/s]	1.8	2.3	6.3	21.8	130
Emmenschachen	31	31	35	38	41	
Schwarzweg	18	19	23	30	33	
Papierfabrik	24	24	26	29	32	

Tabelle 4 Benetzte Breite für verschiedene Abflüsse
(1.8 m^3/s , 2.3 m^3/s und 6.3 m^3/s sind Restwassermengen;
21.8 m^3/s entsprechen dem Q_m im Jahr 2013 und 130 m^3/s
dem Q1 der Station Emme Wiler)

2.4 Kurzdiskussion

Der standardisierte Wert für die Überflutungsdynamik bei einem Abfluss Q1 ist für die Untersuchungsstrecken Schwarzweg und Papierfabrik sehr ähnlich (0.55 resp. 0.54, vgl. Tabelle 3), in der Strecke Emmenschachen ist er leicht höher (0.65).

Der Grund für die verhältnismässig geringen Werte ist das kanalisierte Gerinne der Emme mit einem ausgeprägten Hauptgerinne und hoch liegenden Vorländern. Unter diesen Bedingungen ufer das Wasser erst bei sehr grossen Hochwassern ins Vorland aus und die Überflutungsflächen sind bei kleinen Hochwassern nicht viel grösser als bei Mittelwasser. Diese Verhältnisse sind auch anhand der geringen Zunahme der Wasserspiegelbreite von ca. 9 % zwischen Q_m und Q1 erkennbar (vgl. Tabelle 4). Bei natürlichen Gerinnen würde das Wasser wesentlich früher ausufern und die Überflutungsflächen wären auch bei kleinen Hochwassern grösser.

3 Geschiebehaushalt

3.1 Beschrieb

*Handbuch
EAWAG
Definition*

Steckbriefnr. 12, Geschiebe: Geschiebehaushalt

Qualitative Beschreibung des Geschiebehaushaltes

Begründung

Sedimentation, Umlagerung und Erosion von Geschiebe (Korngrösse > 1 cm) sind die treibenden Kräfte eines Fliessgewässers. Sie sind für die Entstehung einer Vielzahl von Lebensräumen verantwortlich.

Der heutige Geschiebetrieb bewirkt eine lockere Sohle mit kleinem Korndurchmesser und ist dadurch ein ideales Laichhabitat für Fischarten wie die Bachforelle und die Äsche.

Literatur

(Woolsey, S. et al., 2005)

3.2 Methode Erhebung und Auswertung

*Zu erhebende
Daten
Vorgehen*

Auswertung der BAFU-Querprofile (Neuvermessung alle 10 Jahre)

Beurteilung, ob ein Erosions- oder Auflandungszustand vorhanden ist. Bisherige Aufnahmen von BAFU-Querprofilen sind aus den Jahren 1928, 1970, 1979, 1984, 1992, 2004, 2006 und 2013 vorhanden.

3.3 Resultate

Geschichte

Im Rahmen der Korrektur gegen Ende des 19. Jahrhunderts wurde die Emme begradigt und ihr Gerinne eingeeignet. Dies führte zu einer Zunahme der Transportkapazität und als Folge davon zu einer Eintiefung der Sohle. Zahlreiche Kiesentnahmen entlang des Flusslaufs verschärften die Situation. Zwar waren die Erosionen anfänglich erwünscht, um die Hochwassersicherheit zu erhöhen, schon bald nach der Korrektur zeigten sich jedoch die Nachteile in Form von unterspülten Brückenwiderlagern und Uferverbauungen. Mit dem Bau von Schwellen wurde versucht, der Eintiefungstendenz entgegenzuwirken. Unterdessen ist der Lauf der Emme mit ca. 80 Schwellen (Eggiwil bis Aare) massiv verbaut.

In der Studie Emme 2050 (VAW & GIUB, 1987) wurde die Erosionsproblematik untersucht. Die im Jahr 1987 abgeschlossene Studie zeigte, dass die Erosionsprozesse zwar am Abklingen sind, dass aber auch in Zukunft mit weiteren Erosionen zu rechnen ist. Aufgrund dieser Prognose wurde die Kiesentnahmestelle Utzenstorf, das letzte Kieswerk an der Emme, 1994 stillgelegt.

*Heutiger
Geschiebe-
haushalt*

In der Periode von 1928 bis 1940 befand sich die Emme im Solothurner Abschnitt noch in einem Auflandungszustand. Grund für die Auflandungen im Unterlauf war der grosse Geschiebeeintrag wegen starker Erosionen im Oberlauf. Erst nachdem der Oberlauf durch den Bau von Schwellen immer mehr stabilisiert wurde und der Geschiebeeintrag nachliess, begann sich die Emme auch im Unterlauf einzutiefen. Im Solothurner Abschnitt war dies ab 1940 der Fall. Anschliessend erodierte die Emme anhaltend bis in die 80er Jahre und grub ihr Bett immer tiefer ein. Durch den Bau von Schwellen und Rampen wurde versucht, die Sohle zu stabilisieren resp. eine Auflandung auszulösen. Dies gelang jedoch erst nach 1980.

In der Periode von 1982 bis 2004 befand sich die Emme im Abschnitt Emmenmatt (Kanton Bern) bis Utzenstorf in einem Erosionszustand, im Solothurner Abschnitt wurden hingegen Auflandungen festgestellt (Abbildung 11).

Die berechnete mittlere jährliche Geschiebefracht beträgt an der Mündung in die Aare rund 12'800 m³/Jahr. Diese Menge passt gut mit der im Kiessammler Emmenspitz festgelegten Entnahmemenge von rund 13'100 m³/Jahr zusammen. Die grossen Hochwasser in den Jahren 2005 und 2007 bewirkten eine markante Zunahme des Geschiebetriebes. So wurde im Zeitraum von 2005 bis Ende 2007 im Durchschnitt mehr als die doppelte Menge (ca. 30'000 m³/Jahr) aus dem Kiessammler Emmenspitz entnommen.

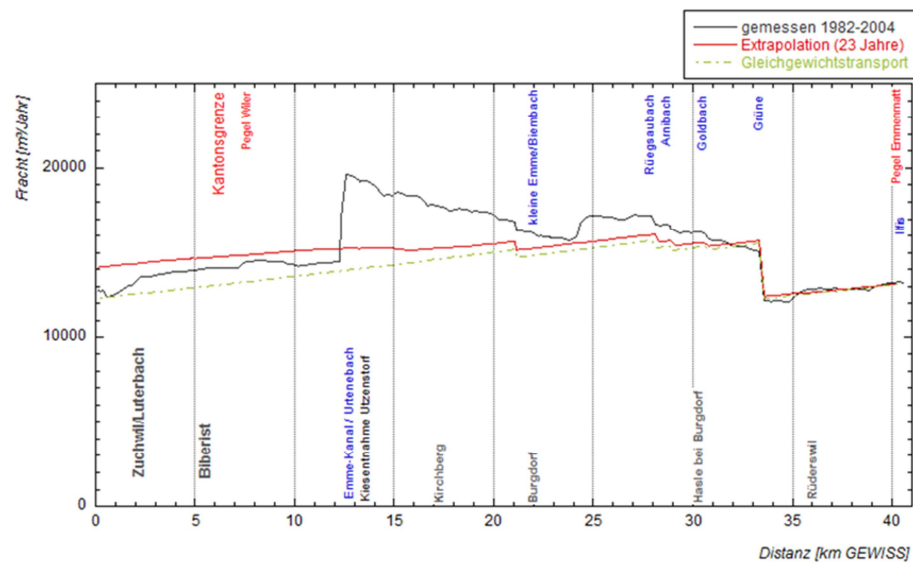


Abbildung 11 Mittlere jährliche Geschiebefrachten² in der Periode 1982-2004 und in Zukunft (Extrapolation) bei gleich bleibender Geschiebezufuhr

Bewertung
Geschiebe-
aufkommen

Wegen der Einengung der Emme einerseits und der Sohlenstabilisierungsmassnahmen im Einzugsgebiet und in der Emme andererseits ist der Geschiebehauhalt anthropogen beeinflusst. Die Geschiebezufuhr in die Projektstrecke ist jedoch genügend gross, um den ökologischen Anforderungen zu genügen. Das Geschiebeaufkommen im IST-Zustand wird darum wie im unbeeinflussten Zustand mit einem A_{EZG} -Wert³ von 0.5 bewertet.

3.4 Kurzdiskussion

Geschiebe-
haushalt

Die Transportkapazität der Emme ist wegen des eingengten Profils unnatürlich hoch. Die Geschiebezufuhr ist heute jedoch genügend gross, um eine weitere Eintiefung der Sohle zu verhindern.

² Das Transportdiagramm stellt den Verlauf der Geschiebeführung entlang einer betrachteten Strecke dar. Eine leicht fallende Kurve entspricht einem Geschiebegleichgewicht unter Berücksichtigung des Geschiebeabriebs. Ein sprunghafter Anstieg deutet auf den Geschiebeeintrag eines Zubringers hin, ein sprunghafter Abfall auf eine Geschiebeentnahme. Eine Sohlenerosion wird durch einen mehr oder weniger starken Anstieg der Kurve beschrieben, während ein Abfall auf eine Auflandung hindeutet.

³ A_{EZG} -Wert = Standardisierter Wert zur Bewertung des Geschiebeaufkommens

**Geschiebe-
durchgängigkeit**

Im Projektabschnitt ist die Durchgängigkeit des Geschiebes gewährleistet. Lokal und temporär sind oberhalb des Wehres Biberist geringe Ablagerungen zu erwarten, welche bei Hochwasser aber wieder abgespült werden.

**Geschiebe-
umlagerung**

In der Projektstrecke wird zwar viel Geschiebe transportiert, es handelt sich jedoch um einen mehr oder weniger gleichförmigen Geschiebestrom und nicht um Umlagerungsprozesse. Bei Hochwassern können allerdings ausgeprägte Erosions- und Auflandungsprozesse festgestellt werden. Dies zeigen sowohl die nach den Hochwassern 2005 und 2007 ausgeführten Sohlenaufnahmen (2006 und 2013) als auch die Resultate der numerischen Simulationen.

**Seitenerosions-
prozesse**

Nach den Hochwassern 2005 und 2007 wurden lokal ausgeprägte Seitenerosionsprozesse beobachtet. Bisher wurden diese Anrisse mehrheitlich wieder verbaut. Nach Realisierung des Projektes können Seitenerosionsprozesse vor allem im Emmenschachen akzeptiert werden.

**Bewertung
Projektstrecke**

Die Projektstrecke wird wie folgt bewertet:

Beschreibung	2015	
	$A_{\text{Projektstrecke}}^4$	Begründung (aus Steckbrief)
Durchgängigkeit	0.1	gewährleistet
Seitenerosionsprozesse	0.0	keine möglich oder nur sehr lokal
Geschiebeumlagerungen/ Ablagerungen	0.0	keine vorhanden
Tendenz zur Sohlenerosion.	0.0	periodische Erosionen- und Auflandungen vorhanden
Geschiebedefizit im Unterwasser	0.0	Kein Defizit
Summe $A_{\text{Projektstrecke}}$	0.1	

Tabelle 5 Bewertungsklassen der Projektstrecke

**Bewertung
Geschiebe-
haushalt**

Insgesamt wird die Geschiebehaushaltsbewertung aus der Summe der Bewertungen des Geschiebeaufkommens und der Projektstrecke berechnet. Für das Jahr 2015 beträgt der standardisierte Wert für den Geschiebehaushalt folglich 0.6.

⁴ $A_{\text{Projektstrecke}}$ -Wert = Standardisierter Wert zur Bewertung der Projektstrecke

4 Wassertemperatur

4.1 Beschrieb

*Handbuch
EAWAG
Definition*

Nicht enthalten

Räumliche und zeitliche Entwicklung der Wassertemperatur entlang der Restwasserstrecke

Begründung

Die Wassertemperatur beeinflusst die Zusammensetzung und Verteilung der aquatischen Organismen. Zudem bestimmt sie die Intensität der ökologischen Prozesse.

Flussrevitalisierungen werden prinzipiell eine «kühlende» Wirkung zugeschrieben (höhere Beschattung, verstärkter Austausch mit dem Grundwasser, bessere Vernetzung mit den Auengewässern). Das Angebot und die Erreichbarkeit von thermischen Refugien für Fische und andere Organismen verbessern sich. Dem steht aber ein erhöhter Anteil an nackten Kiesflächen entgegen. Sie erwärmen sich im Sommer stark und «produzieren» daher bei Regen warmes Wasser.

Die Wassertemperatur kann in der Emme bei Restwasserbedingungen für Fische kritische Bereiche erreichen. Auf der gesamten Flussstrecke oberhalb der Felsrippe bei Derendingen exfiltrieren ca. 500 l/s Grundwasser in die Emme. Flussabwärts findet eine Infiltration von etwa 90 l/s statt.

Literatur

(Dübendorfer, C. et al., 2011) (Guthruf, J., 2002)

4.2 Methode Erhebung und Auswertung

*Zu erhebende
Daten*

Zeitreihen der Wassertemperatur an 3 Stellen entlang der Restwasserstrecke

Vorgehen

Ganzjährige Messung der Wassertemperatur mit einer zeitlichen Auflösung von 10 Minuten. Betreuung und Auslesung der Logger durch die Hydrometrie des Amtes für Umweltschutz SO:

- Standort Biberist: Eisenbahnbrücke unterhalb Wehr Biberist (linksufrig, ca. 609 679/225 802)
- Standort Derendingen: oberhalb Felsrippe bei Derendingen (rechtsufrig oberhalb Schwelle, ca. 610 703/226 887 aufwärts)
- Standort Luterbach: oberhalb der SBB-Brücke (rechtsufrig oberhalb Schwelle, ca. 610 279/229 049)

*Erhebungen für
den
Ausgangszustand*

Untersuchungsstrecken	Erhebungszustand						
	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Niederwasser	Mittelwasser	Hochwasser
Standort Biberist	•	•	•	•			
Standort Derendingen (Schwarzweg)	•	•	•	•			
Standort Luterbach (Emmenschachen)	•	•	•	•			

Auswertung

Mit Hilfe des Berechnungstools (EXCEL-Tabellen) des Moduls Temperatur des Modulstufenkonzeptes (Dübendorfer, C. et al., 2011):

1. Normalbereich: Bewertung der Natürlichkeit der Temperaturverhältnisse (Tagesmitteltemperatur) anhand der Abweichungen von einer Sollkurve (Gewässertyp «Hyporhithral»)
2. Temperaturschwellenwerte: Vergleich der Tagesextremwerte mit spezifischen Schwellenwerten der Leitfischart für das Hyporhithral (Äsche)

4.3 Resultate

Für die Messstellen Biberist und Luterbach stand je ein lückenloser Jahresgang zur Verfügung (vgl. Jahr 2014; Abbildung 12). Bei der Stelle Derendingen gab es hingegen eine Datenlücke (19.6. - 2.9.2014) infolge von Vandalismus.

Die Daten von Biberist zeigten 6 Unterschreitungen und 43 Überschreitungen des Normalbereichs. In Luterbach waren es ebenfalls 6 Unterschreitungen aber lediglich 28 Überschreitungen. Die unvollständige Messreihe von Derendingen zeigte 2 Unterschreitungen und 26 Überschreitungen. Die Abweichungen von der Sollkurve waren somit in Biberist (und vermutlich auch in Derendingen) deutlich ausgeprägter als in Luterbach.

Betrachtet man die Temperaturschwellenwerte dreht sich das Bild um. In Biberist lagen lediglich je zwei Tagesextremwerte in einem sensiblen Zeitfenster über bzw. unter den verwendeten Schadensschwellentemperaturen für die Äsche. In Luterbach war dies 13 x bzw. 3 x der Fall. Zudem lagen 5 Tagesmaximalwerte über dem als Letaltemperatur geltenden Wert von 16 °C während der sensiblen Phase im April (Schlupfzeit der Larven).

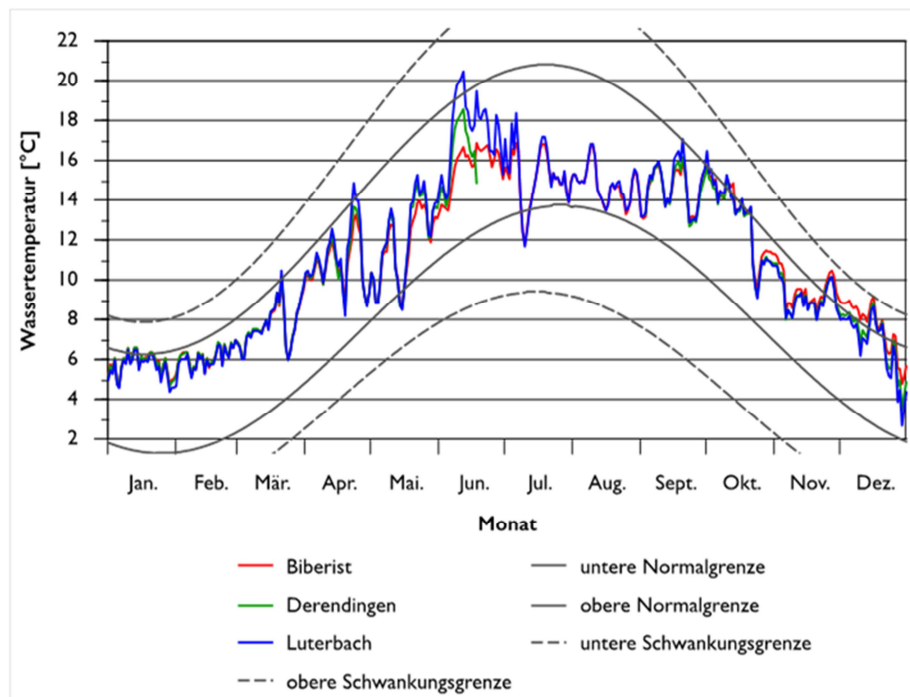


Abbildung 12 Wassertemperaturen (Tagesmittelwerte) an den drei Messstellen im Jahr 2014

4.4 Kurzdiskussion

Für die Messstelle Derendingen gab es während der wärmsten Jahreszeit eine Datenlücke (Juni-August), weshalb dieser Jahresgang für die Bewertung nicht verwendet werden konnte.

Entlang der Untersuchungsstrecke ist bei Niederwasser (Restwasser) prinzipiell mit einer Erhöhung der Wassertemperatur im Sommer und einer Absenkung im Winter zu rechnen. Die Messwerte bestätigen diese Annahme. Die Exfiltration von Grundwasser oberhalb der Felsrippe bei Derendingen (Stellen Biberist und Derendingen) vermag offenbar den Anstieg der Wassertemperatur im Sommer (vgl. Juni in Abbildung 12) und die Abkühlung im Winter (vgl. November-Dezember) nicht zu verhindern.

Die festgestellten Über- und Unterschreitungen des erwarteten Normalbereichs werden als eine Abweichung von den natürlichen Temperaturverhältnissen angesehen. Insbesondere die Überschreitungen gelten bei häufigem Auftreten als ökologisch relevant.

Die vielen Abweichungen in Biberist führen in der fünfstufigen Klassierung zu einer Einstufung in die Klasse 3 („wesentlich verändert“). Die Stelle Luterbach wird in die Klasse 2 („wenig verändert“) eingestuft (vgl. Tabelle 6).

Anhand der Über- und Unterschreitungen der Temperaturschwellenwerte wird ein Korrekturfaktor für die Grundbewertung berechnet. Da Überschreitungen in Luterbach häufig waren, wird diese Stelle schliesslich wie die Stelle Biberist in die Zustandsklasse 3 eingestuft.

Messstelle	Grundbewertung	Korrekturfaktor	Zustandsklasse
Biberist	3	+0	3
Derendingen	Keine Bewertung infolge Datenlücke		
Luterbach	2	+1	3

Tabelle 6 Bewertung der Natürlichkeit der Wassertemperatur für das Jahr 2014 anhand des Jahresgangs der Tagesmittelwerte gemäss MSK Temperatur (Dübendorfer, C. et al., 2011)

Das Temperaturregime der Emme im Untersuchungsperimeter gilt demnach als „wesentlich verändert“. Diese Aussage ist aber gemäss dem Modul Temperatur des Modulstufenkonzeptes (Dübendorfer, C. et al., 2011) als „provisorisch“ zu werten, da eine Zeitreihe von mindestens 5 Jahren für verlässliche Aussagen verlangt wird.

Das Jahr 2014 war zwar über die gesamte Schweiz betrachtet das wärmste seit Messbeginn (MeteoSchweiz, 2015). Der Sommer brachte aber lediglich eine kurze Hitzewelle im Juni. Die Hochsommermonate Juli und August waren hingegen zu kühl und ausgesprochen nass. Insofern kann der Jahresgang 2014 vermutlich als überdurchschnittlich kühl eingestuft werden.

5 Hydromorphologischer Index der Diversität (HMID)

5.1 Beschrieb

Handbuch
EAWAG
Definition

Im Handbuch nicht enthalten

Vielfältigkeit der hydraulischen Variablen Fliessgeschwindigkeit und Wassertiefe, welche die aquatischen Habitate kennzeichnen.

Begründung

Unterschiedliche Fliessgeschwindigkeiten und Wassertiefen charakterisieren aufgrund der Wechselwirkungen mit anderen hydraulischen und geomorphologischen Grössen die Strukturvielfalt eines Fliessgewässers.

Heute variieren die Fliessgeschwindigkeiten und die Wassertiefen der Emme wegen des kanalisierten Flusslaufs und der ebenen Flusssohle nur wenig. Eine hohe Variabilität dieser Parameter gehört zu den wichtigsten gewässerökologischen Entwicklungszielen.

HMID

Der hydromorphologische Index der Diversität (HMID) widerspiegelt die Vielfalt der Lebensräume mithilfe von zwei hydraulischen Variablen:

- Fliessgeschwindigkeit v
- Fliesstiefe t

und zwei statistischen Kerngrössen:

- Standardabweichung σ
- Mittelwert μ

Das Verhältnis zwischen diesen beiden statistischen Werten ist aussagekräftig, um die Variabilität der hydraulischen Variablen zu bestimmen.

Der *Variationskoeffizient* C_V wird definiert als:

$$C_V = \frac{\sigma}{\mu}$$

und die Teilvielfältigkeit $V(i)$ als:

$$V(i) = (1 + C_{v,i})^2 = \left(1 + \frac{\sigma_i}{\mu_i}\right)^2$$

Der HMID wird für einen Abschnitt aus dem Produkt der Teilvielfältigkeitsindizes, der Fließgeschwindigkeit v und der Fliesstiefe t berechnet:

$$HMID_{\text{Untersuchungsstrecke}} = \prod_i V(i) = V(v) \cdot V(t) = \left(1 + \frac{\sigma_v}{\mu_v}\right)^2 \cdot \left(1 + \frac{\sigma_t}{\mu_t}\right)^2$$

In (Gostner W, Schleiss A, 2011) wird empfohlen, den HMID auf den mittleren Jahresabfluss Q_m zu beziehen.

Literatur

(Gostner, W., Schleiss, A., 2011)

HMID

Beispielwerte

Der HMID eines völlig regelmässigen Kanals mit ebener Sohle beträgt 1, da beide Variablen, die Fliesstiefe und die Fließgeschwindigkeit, nicht variieren ($\sigma = 0$). Je grösser die Variabilität, desto grösser der HMID. Für natürliche Gewässer wird ein Wert um die 10 erwartet. In (Gostner, W., Schleiss, A., 2011) sind die folgenden Beispiele dargestellt:



Abbildung 13 Aufnahmen von verschiedenen Untersuchungsabschnitten in (Gostner, W., Schleiss, A., 2011) mit HMID-Werten (blau):
Bünz (oben): (1) durch Jahrhunderthochwasser 1999 geformtes pendelndes System, (2) naturbelassen pendelnd, (3) kanalisiert, (4) revitalisiert.
Venoge (Mitte): (1) naturbelassen geradlinig, (2) kanalisiert, (3) kanalisiert, (4) naturbelassen mäandrierend.
Sense (unten): (1) naturbelassen verzweigt, (2) naturbelassen pendelnd in einer Schlucht, (3) naturbelassen verzweigt, geringfügig verbaut, (4) rechtsufrig verbaut, linksufrig naturbelassen, (5) kanalisiert.

5.2 Methode Erhebung und Auswertung

*Zu erhebende
Daten*

Ermittlung der Fliessgeschwindigkeiten und Wassertiefen bei verschiedenen Restwasserabflüssen (Restwasser Winter $1.8 \text{ m}^3/\text{s}$, Restwasser Sommer $2.3 \text{ m}^3/\text{s}$ und mittlerer Jahresabfluss⁵ $6.2 \text{ m}^3/\text{s}$) mit Hilfe eines zweidimensionalen Strömungsmodells⁶.

*Erhebungen für
den
Ausgangszustand*

Untersuchungsstrecken	Erhebungszustand						
	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Niederwasser	Mittelwasser	Hochwasser
Emmenschachen					•	•	
Schwarzweg					•	•	
Papierfabrik					•	•	

Vorgehen

Die drei Untersuchungsstrecken wurden auf einer Länge von je ca. 300 m terrestrisches vermessen. Dabei wurden sowohl Querprofile als auch detailliert Sohlenstrukturen aufgenommen. Anschliessend wurde auf Basis der Vermessungen ein 2D-Strömungsmodell erstellt und der HMID für verschiedene Abflüsse berechnet.

⁵ Mittlerer Jahresabfluss der Messstation Wiler ($19.2 \text{ m}^3/\text{s}$) minus Ausbauwassermenge Kraftwerk Biberist ($13 \text{ m}^3/\text{s}$)

⁶ Die alte Restwassermenge betrug zwischen 0.6 bis $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Die Dotiermengen wurden 2013 erhöht und betragen jetzt $1.8 \text{ m}^3/\text{s}$ von September bis April und $2.3 \text{ m}^3/\text{s}$ von Mai bis August.

5.2.1 Emmenschachen

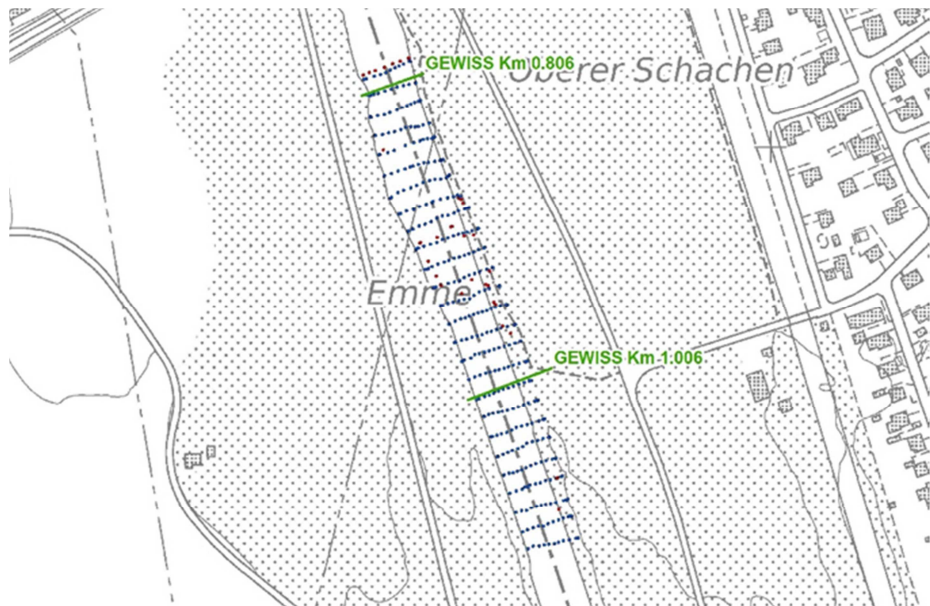


Abbildung 14 Untersuchungsstrecke Emmenschachen: Vermessungen
(blaue Punkte = Querprofile, rote Punkte = lokale Strukturen)



Abbildung 15 Fotos der Untersuchungsstrecke Emmenschachen
Links: gegen die Fliessrichtung, Rechts: in Fliessrichtung

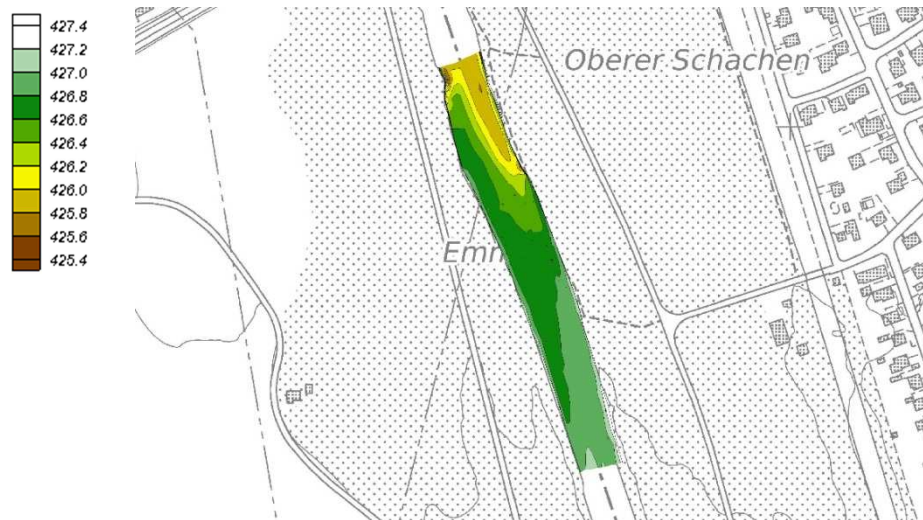


Abbildung 16 Untersuchungsstrecke Emmenschachen: Sohlhöhen (m.ü.M.)

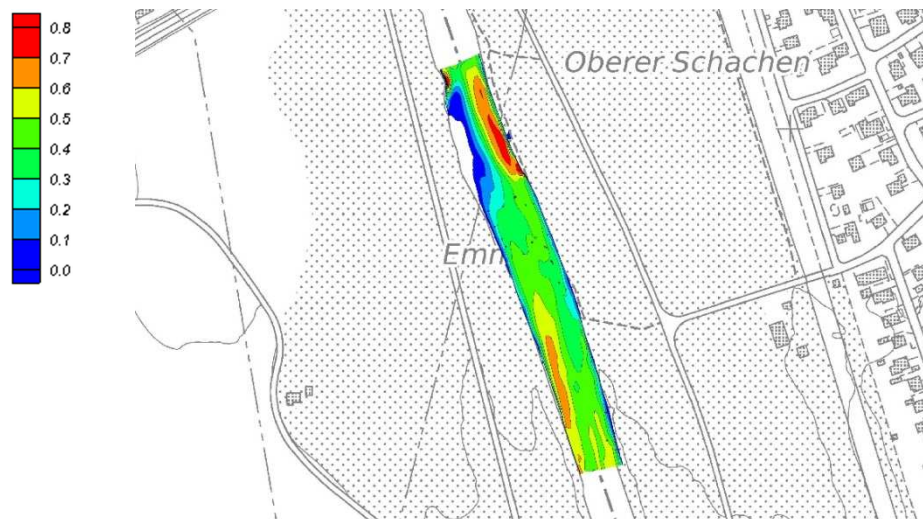


Abbildung 17 Untersuchungsstrecke Emmenschachen: Fliesstiefe (m) bei einem Abfluss von 6.2 m³/s

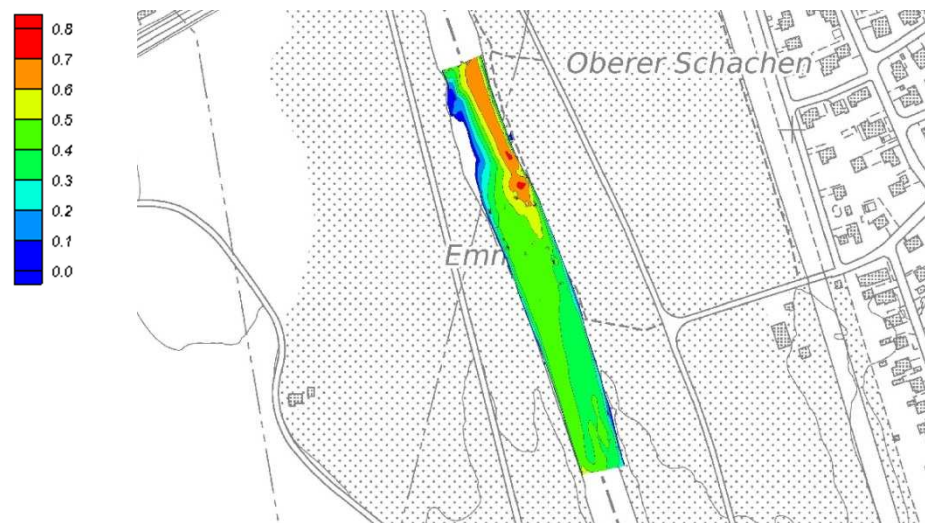


Abbildung 18 Untersuchungsstrecke Emmenschachen:
Fließgeschwindigkeit (m/s) bei einem Abfluss von $6.2 \text{ m}^3/\text{s}$

5.2.2 Schwarzweg



Abbildung 19 Untersuchungsstrecke Schwarzweg: Vermessungen
(blaue Punkte = Querprofile, rote Punkte = lokale Strukturen)



Abbildung 20 Fotos der Untersuchungsstrecke Schwarzweg
Links: Blick in Fliessrichtung auf die Schwelle,
Rechts: im Hintergrund die Schwelle, Blick gegen die
Fliessrichtung

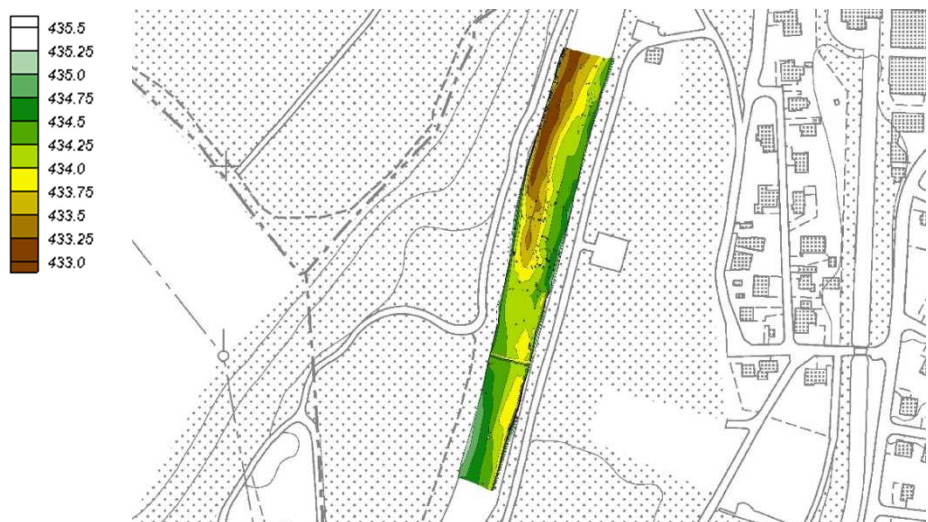


Abbildung 21 Untersuchungsstrecke Schwarzweg: Sohlhöhen (m.ü.M.)

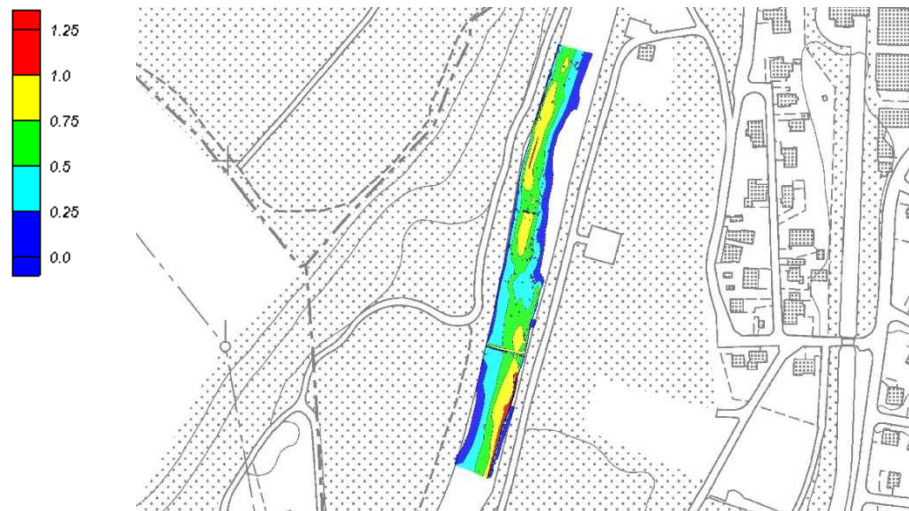


Abbildung 22 Untersuchungsstrecke Schwarzweg: Fliesstiefe (m) bei einem Abfluss von 6.2 m³/s

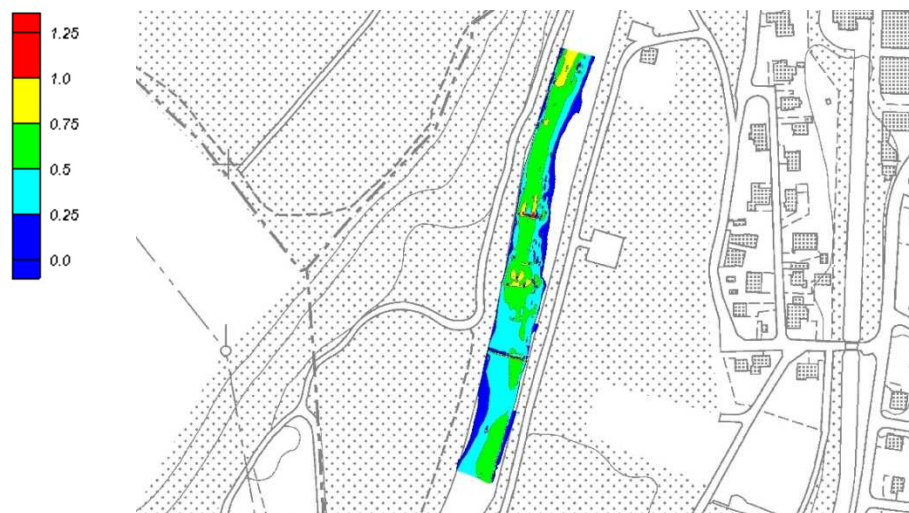


Abbildung 23 Untersuchungsstrecke Schwarzweg: Fließgeschwindigkeit (m/s) bei einem Abfluss von 6.2 m³/s

5.2.3 Papierfabrik

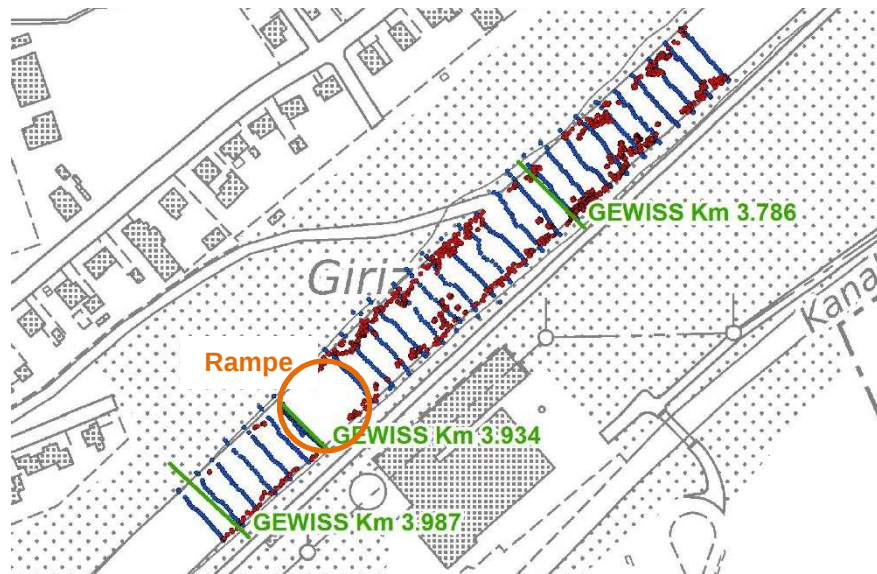


Abbildung 24 Untersuchungsstrecke Papierfabrik: Vermessung
(blaue Punkte = Querprofile, rote Punkte = lokale Strukturen)
Die Rampe wurde nicht vermessen



Abbildung 25 Fotos der Untersuchungsstrecke Papierfabrik
Links: oberhalb der Rampe, Blick gegen die Fliessrichtung
Rechts: unterhalb der Rampe, Blick in Fliessrichtung

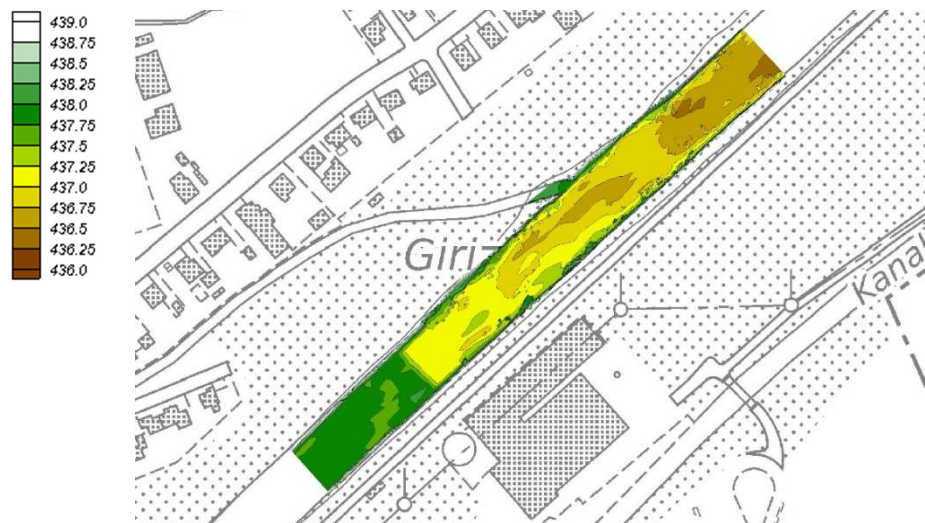


Abbildung 26 Untersuchungsstrecke Papierfabrik: Sohlhöhe (m.ü.M.)

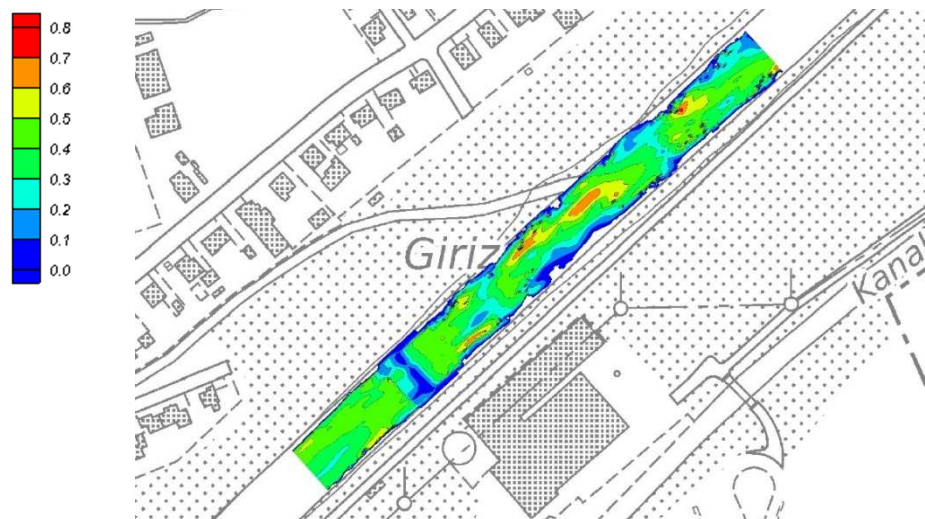


Abbildung 27 Untersuchungsstrecke Papierfabrik: Fliesstiefe (m) bei einem Abfluss von 6.2 m³/s

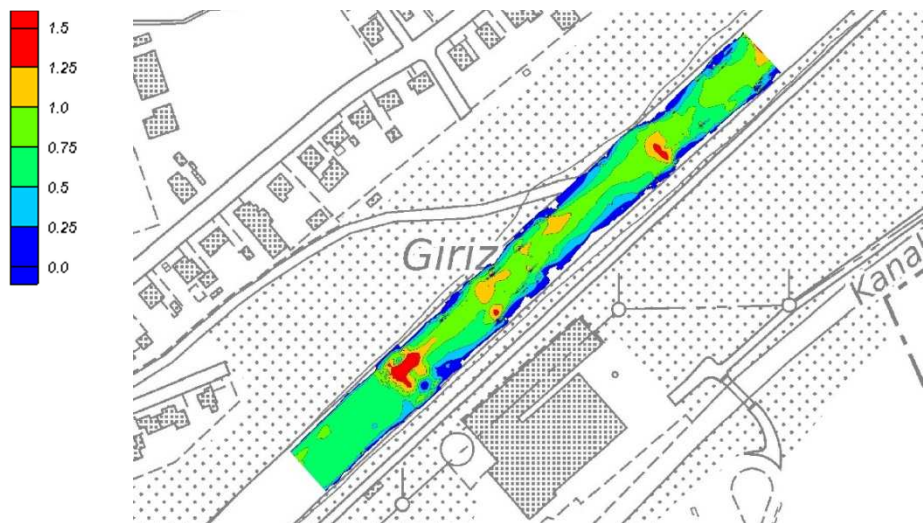


Abbildung 28 Untersuchungsstrecke Papierfabrik: Fließgeschwindigkeit (m/s) bei einem Abfluss von $6.2 \text{ m}^3/\text{s}$

Auswertung

Die Auswertung der hydraulischen Berechnungen erfolgt über die ganze Fläche der Untersuchungsstrecke durch die Berechnung des Mittelwerts und der Standardabweichung über alle Fließgeschwindigkeiten resp. Wassertiefen. Der HMID wird gemäss der Formel des Abschnittes 5.1 berechnet.

5.3 Resultate

5.3.1 Emmenschachen

Die Tabelle 7 zeigt die HMID-Werte der Untersuchungsstrecke Emmenschachen für zwei Restwasserabflüsse und den mittleren Jahresabfluss.

	$1.8 \text{ m}^3/\text{s}$	$2.3 \text{ m}^3/\text{s}$	$6.2 \text{ m}^3/\text{s}$
Ganzer Abschnitt	4.2	4.0	3.4
Oberer Abschnitt	3.1	2.9	2.3
Unterer Abschnitt	5.8	5.6	5.0

Tabelle 7 HMID-Werte der Untersuchungsstrecke Emmenschachen für zwei Restwasserabflüsse und den mittleren Jahresabfluss

5.3.2 Schwarzweg

Die Tabelle 8 zeigt die HMID-Werte der Untersuchungsstrecke Schwarzweg für zwei Restwasserabflüsse und den mittleren Jahresabfluss.

	1.8 m ³ /s	2.3 m ³ /s	6.2 m ³ /s
Ganzer Abschnitt	6.5	6.0	4.6
Abschnitt oberhalb Schwelle	6.8	6.5	4.7
Abschnitt unterhalb Schwelle	5.5	5.2	4.4

Tabelle 8 HMID-Werte für die Untersuchungsstrecke Schwarzweg für zwei Restwasserabflüsse und den mittleren Jahresabfluss

5.3.3 Papierfabrik

Die Tabelle 9 zeigt die HMID-Werte der Untersuchungsstrecke Papierfabrik für zwei Restwasserabflüsse und den mittleren Jahresabfluss.

	1.8 m ³ /s	2.3 m ³ /s	6.2 m ³ /s
Ganzer Abschnitt (inkl. Rampe)	5.5	5.1	4.0
Abschnitt oberhalb Rampe	3.2	2.9	2.3
Abschnitt unterhalb Rampe	5.5	5.1	4.0

Tabelle 9 HMID-Werte für die Untersuchungsstrecke Papierweg für zwei Restwasserabflüsse und den mittleren Jahresabfluss

5.4 Kurzdiskussion

Emmenschachen

Die Untersuchungsstrecke Emmenschachen weist auf den ersten 200 m ein sehr monotones Gerinne auf. Die Sohle ist quasi eben und im Gerinne befinden sich fast keine grossen Steine oder andere Elementen (z. B. Wurzelbäume), welche die regelmässige Strömung stören. Bereits bei kleinen Abflüssen ist die ganze Sohle benetzt. Der HMID erreicht mit 2.3 einen sehr tiefen Wert. Auf den letzten 100 m ändern sich die morphologischen Verhältnisse dank einer leichten Gerinneverbreiterung und die Variabilität der Strömung nimmt deutlich zu. Auf der linken Seite befindet sich eine grosse Kiesbank und der Abfluss konzentriert sich entlang der rechten Böschung. Am Ende der Strecke befindet sich eine Schwelle. Der

HMID für diesen Teilabschnitt beträgt 5.0. Der HMID-Wert für die ganze Strecke beträgt 3.4.⁷

Schwarzweg

Die Untersuchungsstrecke Schwarzweg befindet sich am Ende einer Linkskurve. Im oberen Teil der Untersuchungsstrecke stützt wiederum eine kleine Schwelle die Sohle. Flussaufwärts dieser Schwelle verläuft der Talweg rechtsufrig entlang einer Mauer, am linken Ufer hat sich eine kleine Kiesbank gebildet. Flussabwärts der Schwelle befindet sich auf der rechten Seite eine ausgeprägte Kiesbank, sodass der Talweg die Flussseite wechselt. Insgesamt sind die morphologischen Strukturen aber gering. Oberhalb der Schwelle ist der HMID mit 4.7 etwas höher als unterhalb der Schwelle, wo er 4.4 beträgt. Über die ganze Strecke gemittelt wird ein Wert von 4.6 erreicht.

Papierfabrik

In der Untersuchungsstrecke Papierfabrik verursacht die bestehende Rampe eine grosse Variabilität der Strömung. Die Abschnitte oberhalb und unterhalb der Rampe weisen hingegen mehr oder weniger monotone Fließstrukturen auf. Der Zustand des Uferschutzes hat ebenfalls einen Einfluss auf die HMID-Werte. Flussaufwärts der Rampe befindet er sich in einem guten Zustand, flussabwärts der Rampe wurden jedoch viele Uferschutzblöcke weggespült. Diese bilden nun in der Sohle neue Strukturen. Die unterschiedlichen Verhältnisse spiegeln sich auch in den Werten des HMID wider. Flussaufwärts der Rampe beträgt der Index für den mittleren Jahresabfluss 2.3, flussabwärts der Rampe 4.0. Der HMID-Wert für die ganze Strecke beträgt 4.0.

Zusammenfassung

Die drei Untersuchungsstrecken weisen in sich kein einheitliches Bild auf. Der tiefste Index wird in der Untersuchungsstrecke Emmenschachen mit einem HMID von 3.4 erreicht. Der tiefe Wert widerspiegelt den optischen Eindruck dieser sehr monotonen, strukturlosen Sohle. Leicht besser schneiden die Strecken Papierfabrik mit 4.0 und Schwarzweg mit 4.6 ab. Der verhältnismässig hohe Indexwert der Strecke Schwarzweg resultiert aus zwei ausgeprägten Kiesbänken. Insgesamt sind die HMID-Werte aber sehr tief und verdeutlichen die kanalisierten Verhältnisse in der Emme.

Wie erwartet sinken die Werte des HMID bei steigendem Abfluss (der Wert bei einem Abfluss von 6.2 m³/s ist rund ein Viertel tiefer als bei einem Abfluss von 1.8 m³/s).

⁷ Die Untersuchungsstrecke befindet sich im oberen Teil des Abschnittes Emmenschachen, wo quasi keine Strukturen vorhanden sind. Der untere Teil weist dank Uferanrissen eine ausgeprägte Morphologie auf.

6 Sohlenstruktur

6.1 Beschrieb

*Handbuch
EAWAG*

Steckbriefnr. 33, Sohle: Dynamik der Sohlenstruktur

Steckbriefnr. 36, Sohle: Sohlenstruktur

Definition

Quantitative Verteilung der Mesohabitate. Mesohabitate sind Flächen, die bezüglich Wassertiefe, Fliessgeschwindigkeit und Substratzusammensetzung in sich einheitlich sind (z. B. Schnelle, Furt, Flachwasser, Kolk usw.).

Begründung

Ein naturnahes Fliessgewässer besteht aufgrund unterschiedlicher hydraulischer Bedingungen aus verschiedenen Sohlenformen und somit auch aus verschiedenen Habitatstrukturen. Die Vielfalt, die Grösse, die Form und die räumliche Verteilung dieser Habitate bestimmen massgeblich die Artenzusammensetzung und Häufigkeit der aquatischen Flora und Fauna. Die Ausbildung dieser Sohlenstrukturen ist eines der wichtigsten gewässerökologischen Entwicklungsziele.

Literatur

(Woolsey, S. et al., 2005)

6.2 Methode Erhebung und Auswertung

*Zu erhebende
Daten
Vorgehen*

Lage und Fläche der einzelnen Mesohabitate

Im Gegensatz zu den im Steckbrief aufgeführten Sohlenstrukturen werden die räumlich feiner aufgelösten Mesohabitate kartiert (siehe Anhang A). Die minimale Ausdehnung einer als Mesohabitat zu kartierenden Fläche beträgt in der grössten linearen Dimension (Länge, Breite, Diagonale) etwa die mittlere Wasserspiegelbreite. Entlang der Ufer sind die kartierten Flächen aber oft kleiner, um der kleinräumigen Uferstruktur gerecht zu werden. Die verwendete Typologie der Mesohabitate erfolgte in Anlehnung an einen Vorschlag der American Fisheries Society (Arend K. K., 1999).

Die Kartierung erfolgte weitgehend im Feld. Die Bedingungen waren an allen Erhebungsdaten optimal (klares Wasser, kein oder nur sehr wenig Wind). Zur Verortung der Mesohabitatflächen wurde ein submetergenaues GPS verwendet. Die Erfassungsgenauigkeit betrug je nach Standort 50-90 cm. Sie wurde durch die Mittelwertbildung von jeweils 3 Messwerten zusätzlich erhöht.

Die Feldkartierung wurde mit den Ergebnissen der 2D-Simulationen verifiziert bzw. für nicht watbare Bereiche ergänzt. Hierfür wurden den im Feld unterschiedenen Mesohabitaten die berechneten

Fließgeschwindigkeiten und Wassertiefen zugewiesen (Abbildung 29). Im Sinne einer Hilfestellung liess sich auf diese Weise die Verteilung der Mesohabitate rechnerisch grob herleiten.

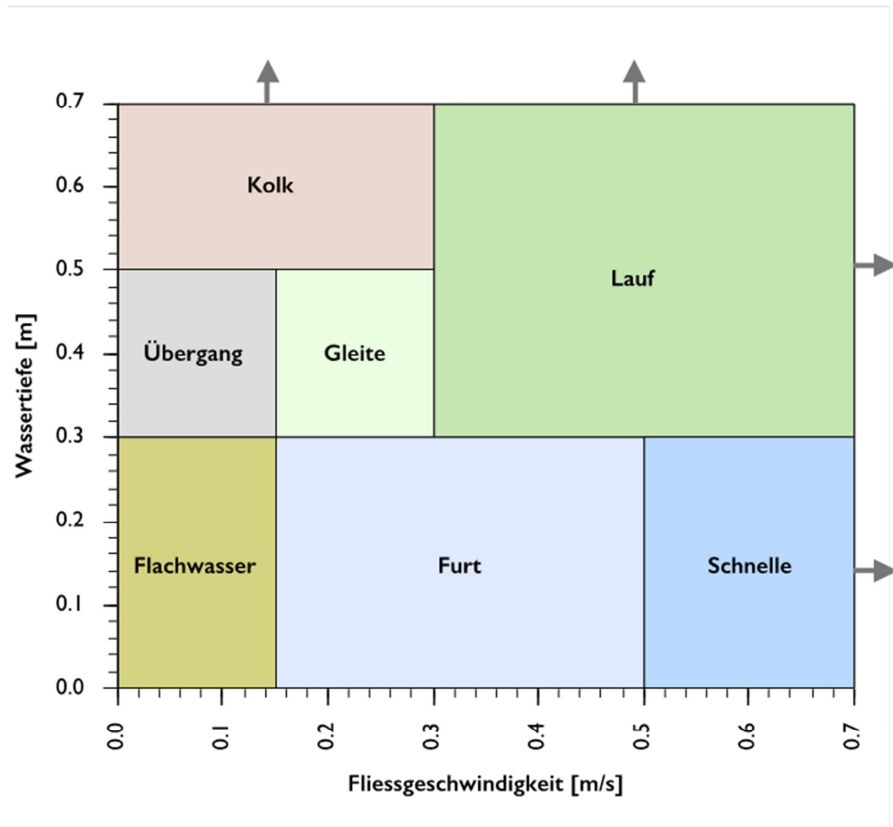


Abbildung 29 Den Mesohabitaten zugewiesene Schwellenwerte (verändert nach (Wyrick, J. R., Senter, A. E., Pasternack, G. B., 2014))

Erhebungen

Zur Berechnung der mittleren Gerinnesohlenbreite wurden auf der Basis der kartierten Flächen je nach Untersuchungsstrecke 12 oder 13 Querprofile im GIS vermessen.

Emmenschachen

4.12.2014 bei minimalem Restwasserabfluss von 1.8 m³/s

6.3.2015 bei einem mittleren Restwasserabfluss von 8.7 m³/s

Koordinaten unten: 610 338 / 226 4399 oben: 610 1077 / 226 223

Länge: 316 m

Schwarzweg

4.12.2014 bei minimalem Restwasserabfluss von 1.8 m³/s

6.3.2015 bei einem mittleren Restwasserabfluss von 8.5 m³/s

Koordinaten unten: 610 737 / 227 077 oben: 610 665 / 226 793

Länge: 293 m

Papierfabrik

19.6.2014 bei minimalem Restwasserabfluss von 1.8 m³/s

6.3.2015 bei einem mittleren Restwasserabfluss von 6.9 m³/s

Koordinaten unten: 610 263 / 229 049 oben: 610 367 / 228 751

Länge: 326 m

Erhebungen für den Ausgangszustand

Untersuchungsstrecken	Erhebungszustand						
	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Niederwasser	Mittelwasser	Hochwasser
Emmenschachen					•	•	
Schwarzweg					•	•	
Papierfabrik					•	•	

Auswertung

Steckbriefnr. 36: Anzahl Strukturen pro Einheitslänge. Standardisierung auf Werte zwischen 0 und 1. Details vgl. (Woolsey, S. et al., 2005).

Steckbriefnr. 33: Hierfür wird die Verteilung der Mesohabitate zweier zeitlich versetzter Aufnahmen des Projektzustandes miteinander verglichen. Eine Beurteilung dieses Indikators ist deshalb erst möglich, wenn die zweite Aufnahme des Projektzustandes vorliegt.

6.3 Resultate

6.3.1 Emmenschachen

Insgesamt konnten 8 unterschiedliche Mesohabitate festgestellt werden, die sich auf 7 Sohlenstrukturen verteilen (vgl. Tabelle 10). 2 der gemäss Steckbrief zu unterscheidenden 9 Typen von Sohlenstrukturen fehlen (Stufe und Becken). Die einzelnen Typen kommen nur in geringen Häufigkeiten vor (vgl. Abbildung 31).

Der Vielfalt an Strukturtypen steht ein einseitiges Verhältnis der Flächenanteile gegenüber. Der Typ Furt dominiert die Untersuchungsstrecke mit einem Flächenanteil von 86 %.

Das quantitative Vorkommen und die räumliche Verteilung der Mesohabitate unterscheiden sich zwischen den beiden untersuchten Abflüssen nur wenig (vgl. Abbildung 30). Bei einem Abfluss von 1.8 m³/s ist bereits der grösste Teil des kanalisierten Gerinnes benetzt. Trockene Kiesbänke nehmen

lediglich 10 % der Fläche ein. Eine Erhöhung des Abflusses auf 8.7 m³/s führt wegen der steilen Uferböschungen kaum zu einer Zunahme der benetzten Breite. Folglich entstehen auch keine neuen Mesohabitate. Vielmehr verschwinden die peripher gelegenen Mesohabitate wie z. B. die Flachwasserzonen.

Mesohabitat (Arend K. K., 1999)	Sohlenstruktur (Woolsey, S. et al., 2005)	Abfluss 1.8 m ³ /s				Abfluss 8.7 m ³ /s			
		Anzahl	Anzahl pro EL	Fläche [m ²]	Fläche [%]	Anzahl	Anzahl pro EL	Fläche [m ²]	Fläche [%]
Stufe	Stufe	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0
Schussrinne	Schnelle	1	1.0	144	2	0	0.0	0	0
Schnelle	Schnelle	2	1.9	402	5	1	1.0	317	4
Lauf	Schnelle	2	1.9	159	2	3	2.9	878	10
Furt	Furt	3	2.9	1'565	19	1	1.0	5'888	67
Gleite	Rinne	4	3.8	2'666	32	2	1.9	1'574	18
Felsgleite	Rinne	1	1.0	860	10	0	0.0	0	0
Staukolk	Rinne	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0
Flachwasser	Flachwasser	8	7.7	718	9	1	1.0	22	0.3
Tümpel	Flachwasser	1	1.0	37	0.4	0	0.0	0	0
Hinterwasser	Hinterwasser	1	1.0	19	0.2	1	1.0	60	0.7
Stufenkolk	Becken	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0
Lateralkolk	Kolk	3	2.9	358	4	1	1.0	27	0.3
Kiesbank	Bank	13	12.4	1'383	17	0	0.0	0	0
Summe		10	12.9	10'815	100	6	7.7	10'853	100

Tabelle 10 Mesohabitate bzw. Sohlenstrukturen in der Untersuchungstrecke Emmenschachen

Mittlere Gerinnesohlenbreite: 34 m
Länge Untersuchungsstrecke: 316 m
Einheitslänge EL (12x mittlere Sohlenbreite): 408 m



Abbildung 30 Verteilung der Mesohabitate in der Untersuchungsstrecke Emmeschachen am 4.12.2014 (Abfluss $1.8 \text{ m}^3/\text{s}$) und am 6.3.2015 (Abfluss $8.7 \text{ m}^3/\text{s}$). Orthofoto vom Frühling 2011

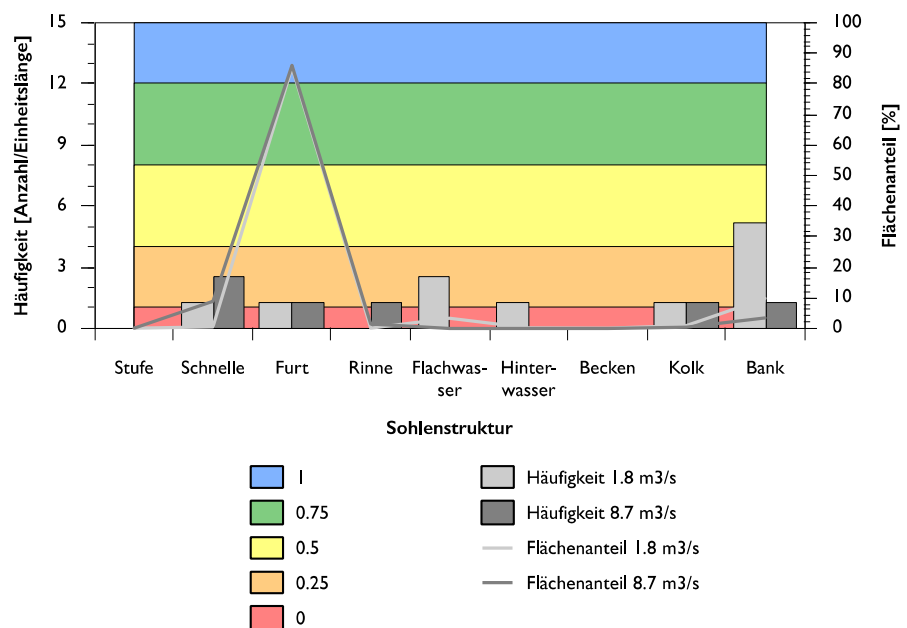


Abbildung 31 Häufigkeit der Sohlenstrukturen in der Untersuchungsstrecke Emmenschachen und Zuordnung der standardisierten Werte (0 = naturfern, 1 = naturnah, Details vgl. Tabelle 13)

6.3.2 Schwarzweg

Es konnten 11 unterschiedliche Mesohabitate festgestellt werden. Sie entsprechen 7 der gemäss Steckbrief zu unterscheidenden 9 Typen von Sohlenstrukturen (vgl. Tabelle 11). 2 Strukturtypen fehlen (Stufe und Becken). Die einzelnen Typen kommen meist nur in geringer Anzahl vor. Lediglich die Typen Lauf und Flachwasser sind häufig (vgl. Abbildung 33). Laufstrukturen dominieren denn auch die Untersuchungsstrecke mit einem Flächenanteil von fast 30 %. Grosse Flächen nehmen auch die Furten und die Kiesbänke ein.

Im Längsprofil zeigt die Emme eine Schnellen-Lauf-Sequenz (Abbildung 32). Aufgrund der Gerinneform und dem relativ hohen Gefälle wäre eher eine Schnellen- bzw. Furt-Kolk-Sequenz zu erwarten. Der anstehende Fels verhindert möglicherweise die Ausbildung typischer Kolke. Im Querprofil wird die zu erwartende typische Abfolge von Mesohabitaten (Kiesbank (trocken)-Flachwasser-Furt-Lauf-Furt-Flachwasser-Kiesbank) durch die Uferverbauungen entlang des Mesohabitates Lauf unterbrochen (Kiesbank (trocken)-Flachwasser-Furt-Lauf-Uferverbauung).

Das quantitative Vorkommen und die räumliche Verteilung der Mesohabitate unterscheidet sich zwischen den beiden untersuchten Abflüssen nur wenig (Abbildung 32). Bei einem Abfluss von 1.8 m³/s ist bereits der grösste Teil

des kanalisierten Gerinnes benetzt. Trockene Kiesbänke nehmen zwar 26 % der Fläche ein, bei einer Erhöhung des Abflusses auf 8.5 m³/s werden sie aber nur zu einem geringen Teil überflutet. Zudem führt die Abflusszunahme auch wegen der steilen Uferböschungen nicht zu einer deutlichen Zunahme der benetzten Breite. Folglich entstehen auch kaum neue Mesohabitate.

Mesohabitat (Arend K. K., 1999)	Sohlenstruktur (Woolsey, S. et al., 2005)	Abfluss 1.8 m ³ /s				Abfluss 8.5 m ³ /s			
		Anzahl	Anzahl pro EL	Fläche [m ²]	Fläche [%]	Anzahl	Anzahl pro EL	Fläche [m ²]	Fläche [%]
Stufe	Stufe	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0
Schussrinne	Schnelle	0	0.0	0	0	1	1.1	22	0.3
Schnelle	Schnelle	3	3.3	547	7	3	3.3	562	7
Lauf	Schnelle	8	8.8	2'300	29	4	4.4	3'684	47
Furt	Furt	4	4.4	1'597	20	4	4.4	1'823	23
Gleite	Rinne	2	2.2	584	7	0	0.0	0	0
Felsgleite	Rinne	1	1.1	144	2	0	0.0	0	0
Staukolk	Rinne	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0
Flachwasser	Flachwasser	6	6.6	608	8	6	6.6	316	4
Tümpel	Flachwasser	3	3.3	78	1	4	4.4	67	1
Hinterwasser	Hinterwasser	1	1.1	38	0.5	1	1.1	51	0.6
Stufenkolk	Becken	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0
Lateralkolk	Kolk	1	1.1	21	0.3	0	0.0	0	0
Kiesbank	Bank	2	2.2	2'085	26	2	2.2	1'393	18
Summe		31	34.3	8'002	100	25	27.6	7'918	100

Tabelle 11 Mesohabitate bzw. Sohlenstrukturen in der Untersuchungsstrecke Schwarzwerg

Mittlere Gerinnesohlenbreite: 27 m

Länge Untersuchungsabschnitt: 293 m

Einheitslänge EL (12x mittlere Sohlenbreite): 324 m

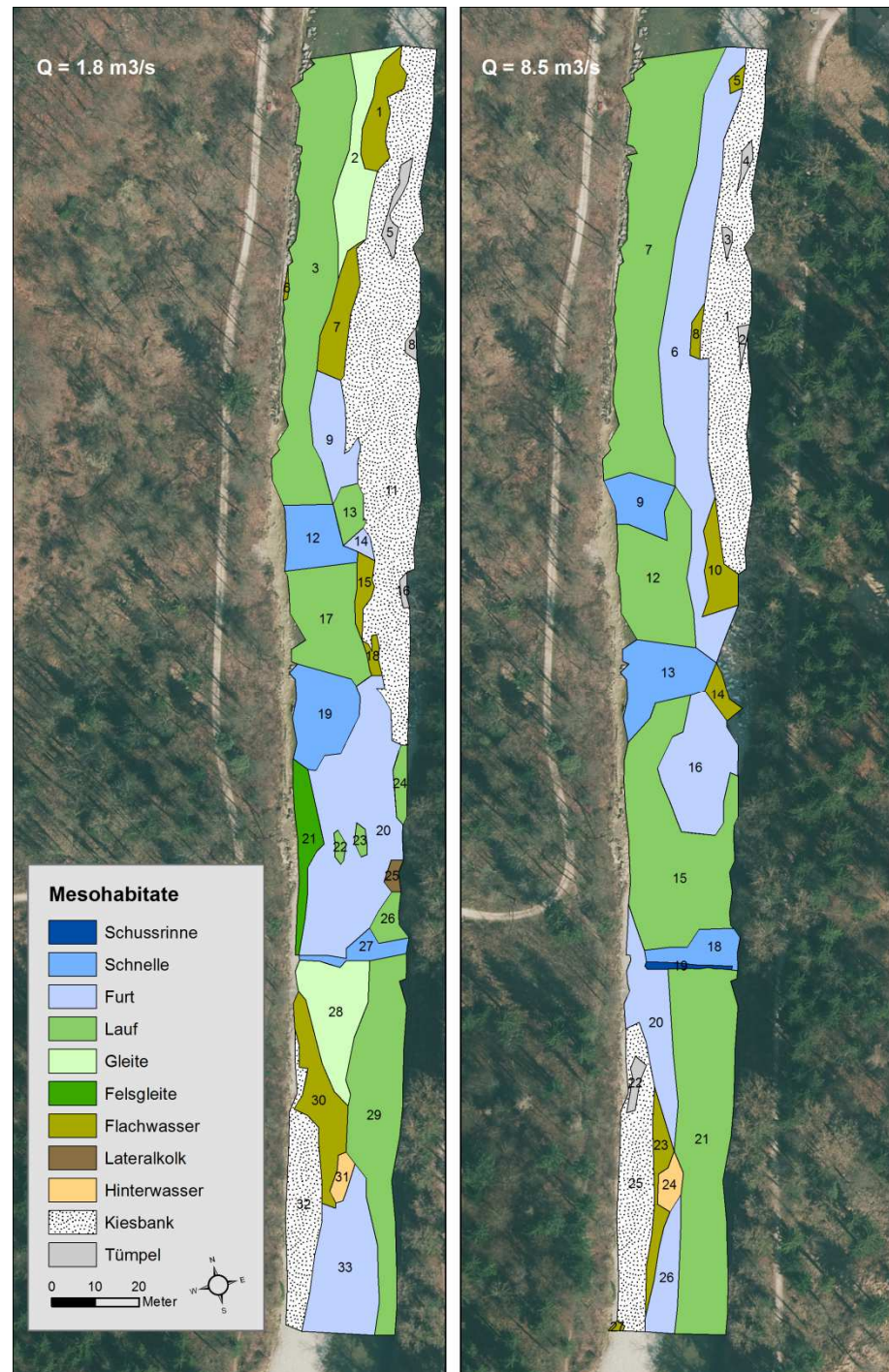


Abbildung 32 Verteilung der Mesohabitate in der Untersuchungsstrecke Schwarzweg am 4.12.2014 (Abfluss $1.8 \text{ m}^3/\text{s}$) und am 6.3.2015 (Abfluss $8.5 \text{ m}^3/\text{s}$). Orthofoto vom Frühling 2011

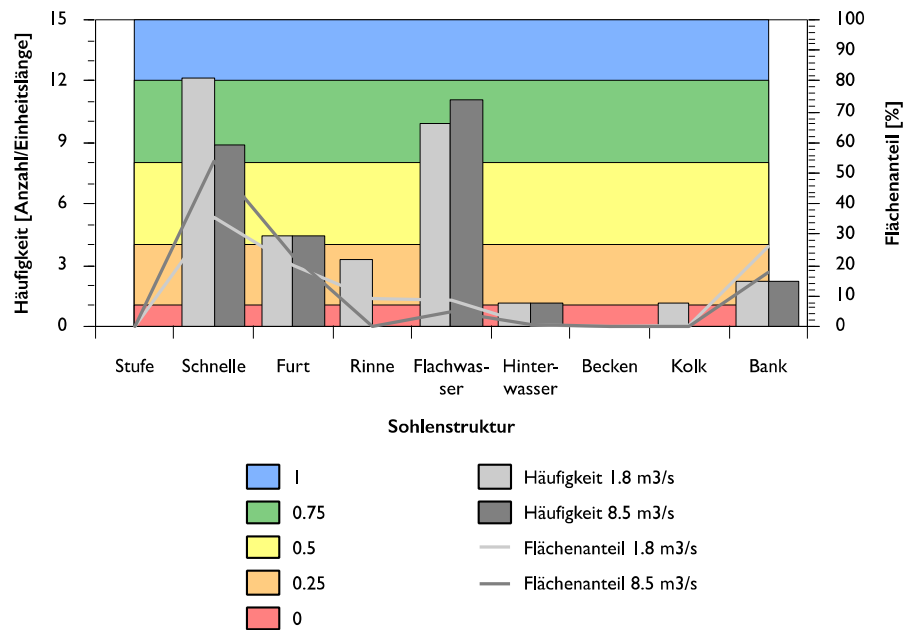


Abbildung 33 Häufigkeit der Sohlenstrukturen in der Untersuchungsstrecke Schwarzweg und Zuordnung der standardisierten Werte (0 = naturfern, 1 = naturnah, Details vgl. Tabelle 13)

6.3.3 Papierfabrik

Es wurden 10 unterschiedliche Mesohabitate festgestellt. Sie entsprechen 7 der gemäss Steckbrief zu unterscheidenden 9 Typen von Sohlenstrukturen (vgl. Tabelle 12). Auch in dieser Strecke fehlen die beiden Typen Stufe und Becken. Die einzelnen Typen kommen meist nur in geringer Anzahl vor. Flachwasser und Kiesbänke sind aber häufig (vgl. Abbildung 35).

Die Emme zeigt im Längsprofil Ansätze einer Schnellen-Lauf-Sequenz (vgl. Abbildung 34). Sie entspricht der typischen Mesohabitatverteilung in Fliessgewässerabschnitten mit geringem Gefälle. Der anstehende Fels verhindert möglicherweise eine Schnellen- bzw. Furt-Kolk-Sequenz, die eigentlich eher dem natürlichen Gefälle entsprechen würde. Die zu erwartende typische Abfolge von Mesohabitaten im Querprofil (Kiesbank (trocken)-Flachwasser-Furt-Lauf-Furt-Flachwasser-Kiesbank) zeigt sich ebenfalls nur ansatzweise, was primär auf die Kanalisierung zurückzuführen ist.

Das quantitative Vorkommen und die räumliche Verteilung der Mesohabitate unterscheidet sich zwischen den beiden untersuchten Abflüssen beträchtlich (Abbildung 34). Bei einem Abfluss von $1.8 \text{ m}^3/\text{s}$ dominieren die Mesohabitate Gleite und Furt sowie die Kiesbänke. Zudem kommen einige peripher gelegene Mesohabitate, insbesondere Flachwasser und Lateralkolke, vor.

Eine Erhöhung des Abflusses auf 6.9 m³/s führt zu einer deutlichen Monotonisierung. Wegen der steilen Uferböschungen der kanalisierten Emme entstehen im Querprofil keine zusätzlichen Mesohabitate. Vielmehr reduziert sich deren Gesamtzahl auf einen Viertel, vor allem wegen dem Verlust an peripheren Mesohabitaten.

Mesohabitat (Arend K. K., 1999)	Sohlenstruktur (Woolsey, S. et al., 2005)	Abfluss 1.8 m ³ /s				Abfluss 6.9 m ³ /s			
		Anzahl	Anzahl pro EL	Fläche [m ²]	Fläche [%]	Anzahl	Anzahl pro EL	Fläche [m ²]	Fläche [%]
Stufe	Stufe	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0
Schussrinne	Schnelle	1	1.0	144	2	0	0.0	0	0
Schnelle	Schnelle	2	1.9	402	5	1	1.0	317	4
Lauf	Schnelle	2	1.9	159	2	3	2.9	878	10
Furt	Furt	3	2.9	1'565	19	1	1.0	5'888	67
Gleite	Rinne	4	3.8	2'666	32	2	1.9	1'574	18
Felsgleite	Rinne	1	1.0	860	10	0	0.0	0	0
Staukolk	Rinne	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0
Flachwasser	Flachwasser	9	8.6	755	9	1	1.0	22	0
Hinterwasser	Hinterwasser	1	1.0	19	0.2	1	1.0	60	1
Stufenkolk	Becken	0	0.0	0	0	0	0.0	0	0
Lateralkolk	Kolk	3	2.9	358	4	1	1.0	27	0
Kiesbank	Bank	13	12.4	1'383	17	0	0.0	0	0
Summe		39	37.3	8'311	100	10	9.6	8'766	100

Tabelle 12 Mesohabitate bzw. Sohlenstrukturen in der Untersuchungstrecke Papierfabrik

Mittlere Gerinnesohlenbreite: 26 m

Länge Untersuchungsabschnitt: 326 m

Einheitslänge EL (12x mittlere Sohlenbreite): 312 m

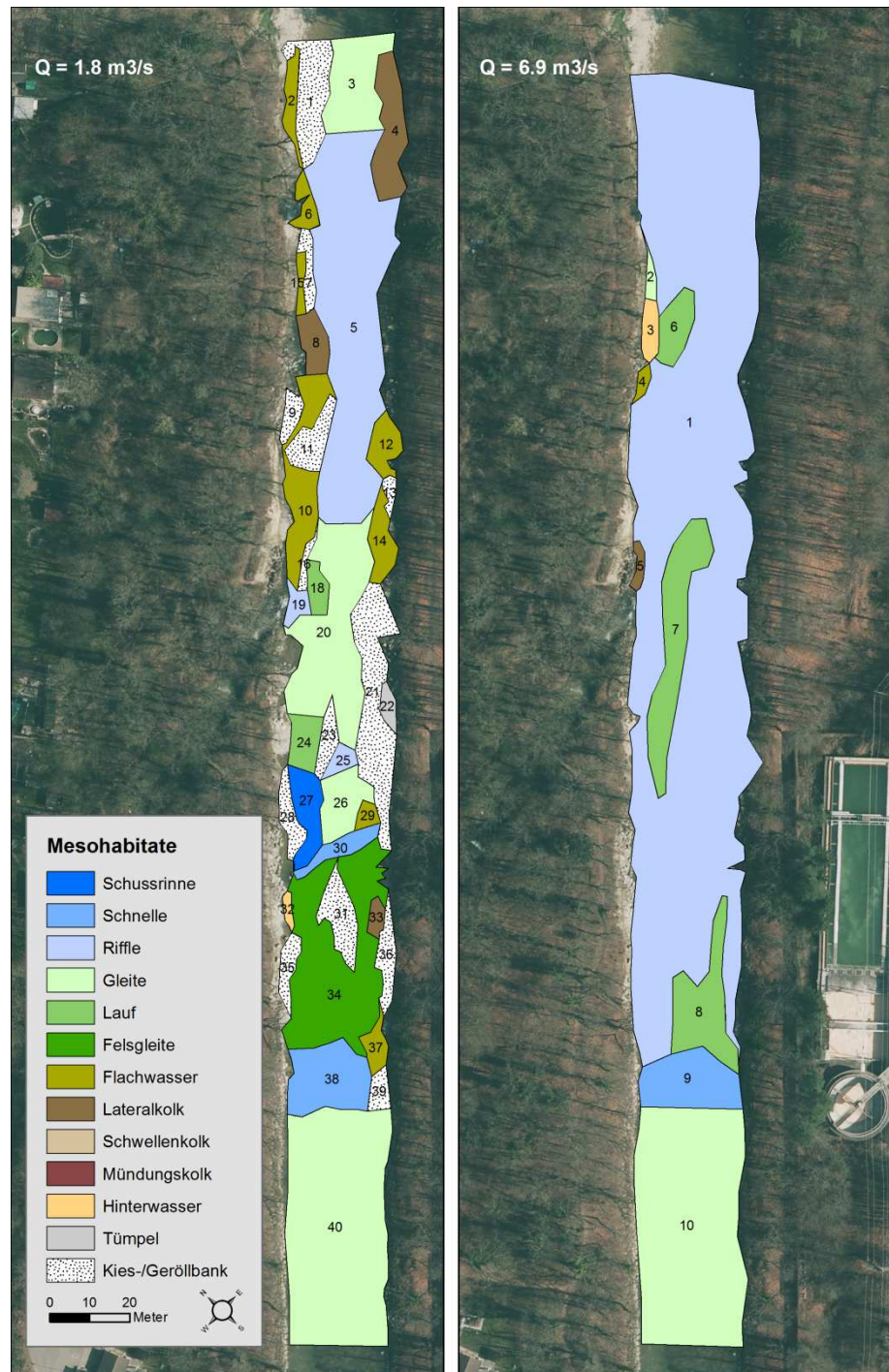


Abbildung 34 Verteilung der Mesohabitate in der Untersuchungsstrecke Papierfabrik am 19.6.2014 (Abfluss 1.8 m³/s) und am 6.3.2015 (Abfluss 6.9 m³/s). Orthofoto vom Frühling 2011

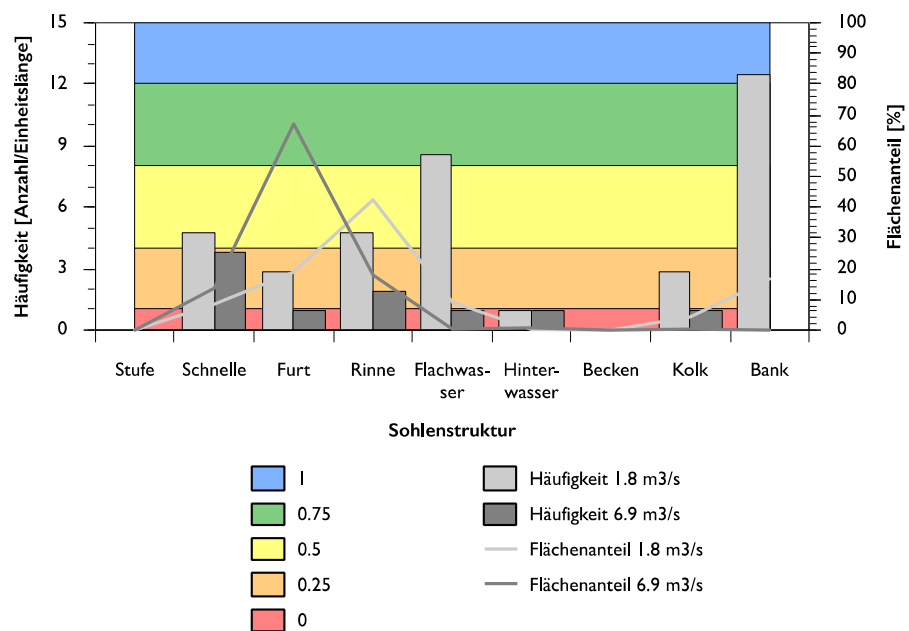


Abbildung 35 Häufigkeit der Sohlenstrukturen in der Untersuchungsstrecke Papierfabrik und Zuordnung der standardisierten Werte (0 = naturfern, 1 = naturnah, Details vgl. Tabelle 13)

6.4 Kurzdiskussion

Die untersuchten Strecken zeigen insgesamt eine grosse Vielfalt an Sohlenstrukturen, unterscheiden sich diesbezüglich aber deutlich untereinander. Die Strecke Emmenschachen ist bei beiden untersuchten Abflüssen sehr monoton. Die Strecke Schwarzweg hingegen zeigt auch bei Mittelwasserabfluss eine gewisse Heterogenität. Die Strecke Papierfabrik schliesslich verliert ihre Vielfalt an Sohlenstrukturen bei einer Abflusszunahme um 5 m³/s.

Einige wenige Typen dominieren (Furten, Gleiten, Kiesbänke). Dies ist primär auf die Kanalisierung und die steilen, oft verbauten Ufer der Emme zurückzuführen. Eine Ausuferung und damit die Bildung unterschiedlicher peripher gelegener Mesohabitate – insbesondere bei höheren Abflüssen – kann sich deshalb nicht überall ausbilden. Es fehlt aber auch weitgehend das Totholz im Gerinne. Totholz verändert lokal das Strömungsmuster und induziert damit die Bildung unterschiedlicher Mesohabitate (Lateralkolk, Lauf, Hinterwasser usw.).

Der Mangel an Strukturen manifestiert sich auch im Fischbestand. Die Biomasse ist in strukturarmen Abschnitten wie im Emmenschachen sehr tief (vgl. Anhang B). Die Felsrippe oberhalb Derendingen führt zu einer deutlich vielfältigeren Sohlenstruktur. Entsprechend grösser ist auch die Fischbiomasse.

Mesohabitate bilden unterschiedliche Lebensräume für die Fische. Furten sind die typischen Laichhabitate der Kieslaicher. Sie sind in ausreichendem Masse vorhanden und weisen auch ein geeignetes Laichsubstrat auf (vgl. Kapitel 8). Trotzdem fehlen die typischen Kieslaicher weitgehend. Dies dürfte auf die zu hohen Wassertemperaturen im Sommer (vor allem für die Äsche), aber auch auf den Mangel an Kolken und Unterständen (z. B. für die Bachforelle) zurückzuführen sein.

Die Flachwasserzonen sind ausgezeichnete Habitate für Jungfische. Sie verschwinden in den Strecken Papierfabrik und Emmenschachen bereits bei einem mittleren Abfluss weitgehend und dürften bei Hochwasser völlig fehlen. Der hohe Flächenanteil seichter Mesohabitate (Furten, Gleiten, Flachwasser) liefert ideale Lebensräume für Kleinfischarten. Schmerle, Elritzen und Groppe sind denn auch die häufigsten Fischarten.

Die Anzahl Sohlenstrukturen pro Einheitslänge liegt bei maximal 12.4, sehr oft aber zwischen 1 und 4. In den Strecken Schwarzweg und Papierfabrik sind aber verschieden Strukturen vorhanden. Demnach wird dem Indikator «Sohlenstruktur» für diese beiden Strecken der standardisierte Wert von 0.5, der Strecke Emmenschachen derjenige von 0.25 zugeordnet (vgl. Tabelle 13).

Bewertungsklasse		Standardisierter Wert	Emmenschachen	Schwarzweg	Papierfabrik
Beschreibung	Anzahl Strukturen pro Typ und Einheitslänge				
ebene Sohle ohne nennenswerte Strukturen	0 - 1	0			
vereinzelte, räumlich getrennte Strukturen vorhanden	1 - 4	0.25	X		
verschiedene Strukturen vorhanden	4 - 8	0.5		X	X
typische Strukturen einer Furt-Kolk-Sequenz vorhanden (Schnelle, Furt, Rinne, Becken)	8 - 12	0.75			
typische Strukturen einer Lauf-Hinterlauf- oder einer Stufen-Becken-Sequenz vorhanden (Stufe, Schnelle, Furt, Lauf, Becken)	> 12	1			

Tabelle 13 Bewertungsklassen und Zuordnung der standardisierten Werte nach (Woolsey, S. et al., 2005) für die untersuchten Strecken

7 Uferstruktur

7.1 Beschrieb

*Handbuch
EAWAG*

Steckbriefnr. 43, Ufer: Dynamik der Uferstruktur

Definition

Steckbriefnr. 45, Ufer: Uferstruktur

Begründung

Verteilung der Uferstrukturen und Verschiebung der Uferlinie

Die Uferlinie bildet die Schnittstelle zwischen dem aquatischen und dem terrestrischen Raum. Als Grenzbiotop bietet ein natürliches Ufer vielen spezialisierten Arten einen Lebensraum. Die Veränderung der Uferstruktur charakterisiert die Morphodynamik des Gewässers.

Literatur

(Woolsey, S. et al., 2005)

7.2 Methode Erhebung und Auswertung

*Zu erhebende
Daten*

Art, Länge und Lage der Uferstrukturtypen sowie Anteil der Längsverbauung bei minimalem und mittlerem Restwasserabfluss.

Vorgehen

Die Uferlinie wurde im Feld mit einem submetergenauen GPS vermessen. Die Erfassungsgenauigkeit betrug je nach Standort 60-90 cm. Sie wurde durch die Mittelwertbildung von jeweils 3 Messwerten zusätzlich erhöht. Gleichzeitig erfolgte die Kartierung der Strukturelemente.

Erhebung

Emmenschachen

25.11.2014 bei minimalem Restwasserabfluss von 1.8 m³/s (RW)

6.3.2015 bei einem mittleren Restwasserabfluss von 8.7 m³/s (MW)

Koordinaten (Länge 318 m):

unten links:	610 249 / 229 045	unten rechts:	610 276 / 229 056
oben links:	610 352 / 228 743	oben rechts:	610 382 / 228 754

Schwarzweg

25.11.2014 bei minimalem Restwasserabfluss von 1.8 m³/s (RW)

6.3.2015 bei einem mittleren Restwasserabfluss von 8.5 m³/s (MW)

Koordinaten (Länge 297 m):

unten links:	610 724 / 227 082	unten rechts:	610 747 / 227 078
oben links:	610 658 / 226 794	oben rechts:	610 678 / 226 791

Papierfabrik

19.6.2014 bei minimalem Restwasserabfluss von 1.8 m³/s

6.3.2015 bei einem mittleren Restwasserabfluss von 6.9 m³/s (MW)

Koordinaten (Länge 317 m):

unten links: 610 338 / 226 443
226 426

unten rechts: 610 347 /

oben links: 610 098 / 226 233
226 214

oben rechts: 610 114 /

*Erhebungen für
den
Ausgangszustand*

Untersuchungsstrecken	Erhebungszustand						
	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Niederwasser	Mittelwasser	Hochwasser
Emmenschachen					•	•	
Schwarzweg					•	•	
Papierfabrik					•	•	

Auswertung

Steckbriefnr. 45: Anzahl Strukturelemente pro Einheitslänge, Länge des verbauten Ufers

Für die Bewertung der Uferstruktur werden zwei Parameter berechnet: „Längsverbauung“ (A_{Verb}) und „Strukturelemente“ (A_{Struktur}). Der Parameter Längsverbauung wird basierend auf der Länge des Ufers sowie der Länge von glatter und rauer Längsverbauung berechnet:

$$A_{Verb} = 1/2 * (1 - (L_{Längsverbau\ glatt} + 0.5 * L_{Längsverbau\ rau}) / L_{Ufer})$$

Für A_{Verb} resultieren standardisierte Werte zwischen 0 (beidseitig glatt verbaut) und 0.5 (ohne Längsverbau).

Der Parameter Strukturelemente wird basierend auf der Anzahl vorkommender Strukturtypen pro Einheitslänge (n) festgelegt. Die Einheitslänge wird als 12-fache Gewässerbreite definiert. Die Werte n werden wie folgt standardisiert:

n	Standardisierter Wert
$n \leq 1$	A _{Struktur} = 0
$1 < n < 5$	A _{Struktur} = 0.125 * n - 0.125
$5 \geq n$	A _{Struktur} = 0.5

Die Parameter A_{Verb} und $A_{Struktur}$ werden zusammengezählt. Dabei resultiert ein standardisierter Endwert zwischen 0 und 1. Details vgl. (Woolsey, S. et al., 2005).

Steckbriefnr. 43: Hierfür werden die Verteilung der Strukturtypen und die Verschiebung der Uferlinie zweier zeitlich versetzter Aufnahmen des Projektzustandes miteinander verglichen. Eine Beurteilung dieses Indikators ist deshalb erst möglich, wenn die zweite Aufnahme des Projektzustandes vorliegt.

7.3 Resultate

7.3.1 Emmenschachen

Uferverbauung

Die Uferböschung ist am unteren Ende der Untersuchungsstrecke beidseitig vollständig mit Blockwurf verbaut.

Strukturelemente

Die vorkommenden Strukturtypen sind Flachufer, Steilufer, Bucht und Wurzelwerk (vgl. Tabelle 14 und Tabelle 15). Flachufer sind beim Mittelwasserabfluss deutlich weniger häufig. Steilufer hingegen nehmen zu. Dies ist auf die Verschiebung der Uferlinie an den Böschungsfuss des kanalisierten Gerinnes zurückzuführen.

Strukturtyp	linkes Ufer		rechtes Ufer		beide Ufer	
	[m]	[%]	[m]	[%]	[m]	[%]
Flachufer	245	61	122	38	367	51
Steilufer	120	30	174	54	294	41
Fels	0	0	0	0	0	0
Sporn	0	0	0	0	0	0
Bucht	18	4	0	0	18	2
Wurzelwerk	0	0	8	2	8	1
Blockgefüge	0	0	0	0	0	0
Längsverbauung rau	20	5	18	6	38	5
Längsverbauung glatt	0	0	0	0	0	0
Summe	403	100	322	100	725	100

Tabelle 14 Uferstrukturtypen in der Untersuchungsstrecke Emmenschachen bei minimalem Restwasser am 25.11.2014.

Strukturtyp	linkes Ufer		rechtes Ufer		beide Ufer	
	[m]	[%]	[m]	[%]	[m]	[%]
Flachufer	93	26	0	0	93	14
Steilufer	201	57	301	94	502	74
Fels	0	0	0	0	0	0
Sporn	0	0	0	0	0	0
Bucht	18	5	0	0	18	3
Wurzelwerk	23	7	0	0	23	3
Blockgefüge	0	0	0	0	0	0
Längsverbauung rau	20	6	18	6	38	6
Längsverbauung glatt	0	0	0	0	0	0
Summe	355	100	319	100	674	100

Tabelle 15 Uferstrukturtypen in der Untersuchungsstrecke
Emmensachen bei mittlerem Restwasser am 6.3.2015.

Uferlinie

Die Uferlinie liegt bei beiden untersuchten Abflüssen sehr nahe oder direkt am Böschungsfuss (Abbildung 36). Grössere Verschiebungen ergeben sich lediglich bei der linksufrigen Kiesbank am unteren Streckenende.

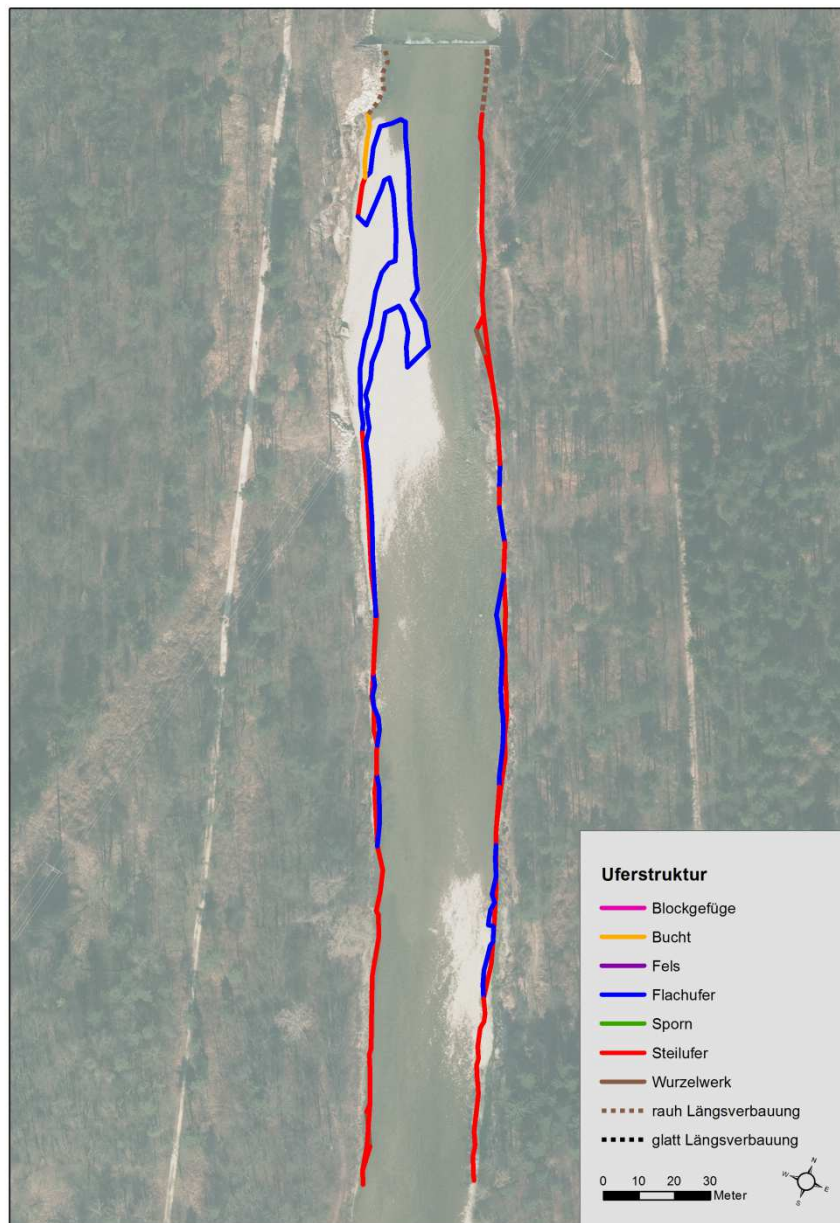


Abbildung 36 Verteilung der Uferstrukturtypen in der Untersuchungsstrecke Emmenschachen
Lage der Uferlinie am 25.11.2014 bei minimalem (innere Linien) und am 6.3.2015 bei mittlerem Restwasserabfluss (äussere Linien)

7.3.2 Schwarzweg

Uferverbauung

Im obersten Abschnitt ist die rechte Uferböschung beinahe vollständig mit einer glatten Ufermauer verbaut. Entlang der linken Uferböschung gibt es einen kurzen Abschnitt mit Blockwurf.

Strukturelemente

Die vorkommenden Strukturtypen sind Flachufer, Fels und Blockgefüge (vgl. Tabelle 16 und Tabelle 17). Flachufer sind bei einem Mittelwasserabfluss weniger häufig. Blockgefüge hingegen nehmen zu. Dies ist auf die Verschiebung der Uferlinie in Richtung des Böschungsfusses zurückzuführen, dem viel Blockgefüge (zerfallener Blocksatz) vorgelagert ist.

Strukturtyp	linkes Ufer		rechtes Ufer		beide Ufer	
	[m]	[%]	[m]	[%]	[m]	[%]
Flachufer	74	23	190	57	265	40
Steilufer	0	0	0	0	0	0
Fels	144	45	52	16	196	30
Sporn	0	0	0	0	0	0
Bucht	0	0	0	0	0	0
Wurzelwerk	0	0	0	0	0	0
Blockgefüge	76	24	7	2	84	13
Längsverbauung rau	27	8	0	0	27	4
Längsverbauung glatt	0	0	85	25	85	13
Summe	321	100	334	100	655	100

Tabelle 16 Uferstrukturtypen in der Untersuchungsstrecke Schwarzweg bei minimalem Restwasser am 25.11.2014

Strukturtyp	linkes Ufer		rechtes Ufer		beide Ufer	
	[m]	[%]	[m]	[%]	[m]	[%]
Flachufer	78	24	104	34	182	29
Steilufer	0	0	0	0	0	0
Fels	144	45	52	17	196	31
Sporn	0	0	0	0	0	0
Bucht	0	0	0	0	0	0
Wurzelwerk	0	0	0	0	0	0
Blockgefüge	71	22	67	22	138	22
Längsverbauung rau	27	8	0	0	27	4
Längsverbauung glatt	0	0	84	27	84	13
Summe	319	100	307	100	627	100

Tabelle 17 Uferstrukturtypen in der Untersuchungsstrecke Schwarzweg bei mittlerem Restwasser am 6.3.2015

Uferlinie

Die Uferlinie liegt teilweise bei beiden untersuchten Abflüssen sehr nahe oder direkt am Böschungsfuss (vgl. Abbildung 37). Grössere Verschiebungen ergeben sich im Bereich der Kiesbänke.

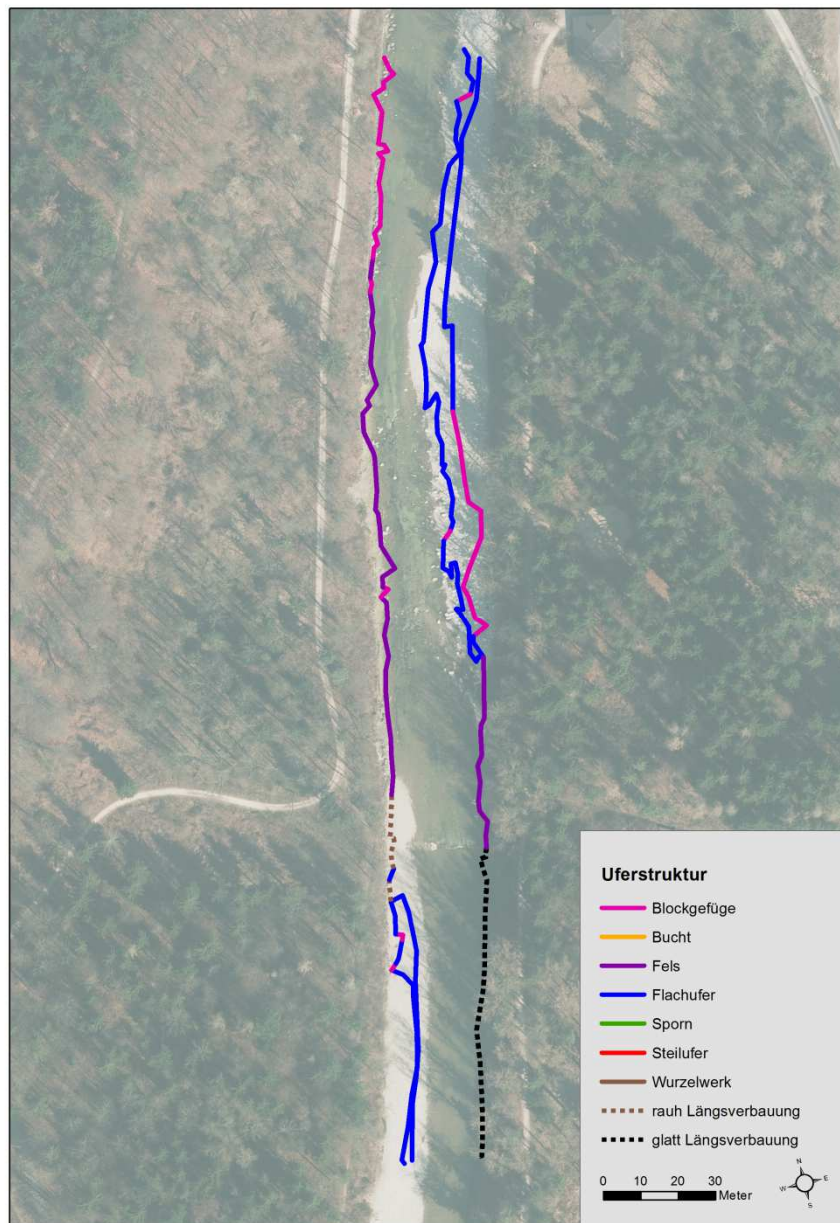


Abbildung 37 Verteilung der Uferstrukturtypen in der Untersuchungsstrecke Schwarzweg
Lage der Uferlinie am 25.11.2014 bei minimalem (innere Linien) und am 6.3.2015 bei mittlerem Restwasserabfluss (äussere Linien)

7.3.3 Papierfabrik

Uferverbauung

Im obersten Abschnitt ist die Uferböschung beidseitig beinahe vollständig mit Blockwurf verbaut.

Strukturelemente

Die vorkommenden Strukturtypen sind Flachufer, Fels und Blockgefüge. Bei Mittelwasserabfluss kommen zusätzlich die Typen Steilufer und Sporn dazu (vgl. Tabelle 18 und Tabelle 19). Der Anteil der Flachufer geht bei einer Abflusserhöhung zugunsten von Blockgefüge und Längsverbauung deutlich zurück. Dies ist auf die Verschiebung der Uferlinie in Richtung des Böschungsfusses zurückzuführen.

Blocksteine aus der zerfallenden Uferböschung sind teilweise so angeordnet, dass sich bei Mittelwasserabfluss ruhige Strömungsverhältnisse (Hinterwasser) bilden. Diese wurden dann als Sporn kartiert. Bei Niedrigwasser hingegen sind diese Strukturen für das Strömungsbild nicht relevant und werden deshalb nicht als Sporn sondern als Blockgefüge erfasst.

Strukturtyp	linkes Ufer		rechtes Ufer		beide Ufer	
	[m]	[%]	[m]	[%]	[m]	[%]
Flachufer	84	22	88	24	172	23
Steilufer	0	0	0	0	0	0
Fels	161	43	159	44	320	43
Sporn	0	0	0	0	0	0
Bucht	0	0	0	0	0	0
Wurzelwerk	0	0	0	0	0	0
Blockgefüge	62	17	45	12	108	15
Längsverbauung rau	64	17	71	19	135	18
Längsverbauung glatt	4	1	0	0	4	1
Summe	376	100	363	100	739	100

Tabelle 18 Uferstrukturtypen in der Untersuchungsstrecke Papierfabrik bei minimalem Restwasser am 19.6.2014

Strukturtyp	linkes Ufer		rechtes Ufer		beide Ufer	
	[m]	[%]	[m]	[%]	[m]	[%]
Flachufer	9	3	9	3	17	3
Steilufer	10	3	0	0	10	1
Fels	104	33	141	41	244	37
Sporn	14	4	17	5	31	5
Bucht	0	0	0	0	0	0
Wurzelwerk	0	0	0	0	0	0
Blockgefüge	72	23	104	30	176	27
Längsverbauung rau	110	35	71	21	181	27
Längsverbauung glatt	0	0	0	0	0	0
Summe	318	100	340	100	658	100

Tabelle 19 Uferstrukturtypen in der Untersuchungsstrecke Papierfabrik bei mittlerem Restwasser am 6.3.2015

Uferlinie

Die Uferlinie liegt teilweise bei beiden untersuchten Abflüssen sehr nahe oder direkt am Böschungsfuss (vgl. Abbildung 38). Grössere Verschiebungen ergeben sich vor allem im Bereich der Kiesbänke.

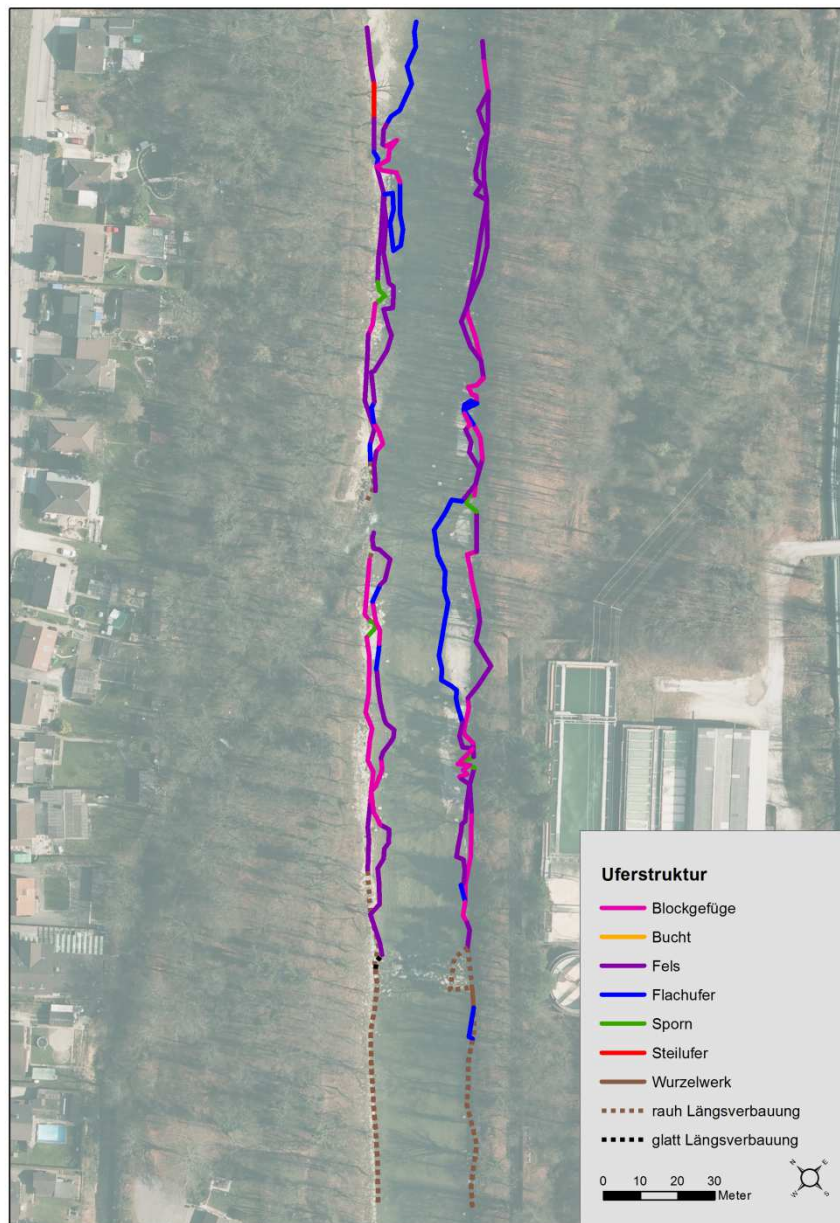


Abbildung 38 Verteilung der Uferstrukturtypen in der Untersuchungsstrecke Papierfabrik
Lage der Uferlinie am 19.6.2014 bei minimalem (innere Linien) und am 6.3.2015 bei mittlerem Restwasserabfluss (äussere Linien)

7.4 Kurzdiskussion

Strukturelemente

Sämtliche der in den Steckbriefen (Woolsey, S. et al., 2005) aufgeführten 7 unterschiedenen Uferstrukturtypen kommen vor. Flachufer, Steilufer, Fels und Blockgefüge dominieren. 4 % bis 27 % der Uferlinie weisen eine raue Verbauung (lockerer Blocksatz) auf. Einzig in der Strecke Schwarzweg ist eine grössere Strecke glatt verbaut (13 % der Uferlinie).

Lebensräume

Die Uferzonen sind wichtige Fischlebensräume. Flachufer bieten Habitat für Jungfische, aber auch für die Adultstadien der Kleinfischarten (z. B. Schmerle, Elritze). Bei minimalem Restwasserabfluss sind Flachufer ausreichend vorhanden. Bei Mittelwasserabfluss hingegen verschiebt sich die Uferlinie verstärkt an den Böschungsfuss, so dass diese Habitate zu einem grossen Teil verschwinden.

Bei Hochwasser finden die Fische natürlicherweise in strömungsberuhigten Zonen (Wurzelwerk, Sporn, Bucht) Schutz vor dem Verdriften. Solche Strukturen kommen nur in geringem Ausmass vor und dürften bei Hochwasser aufgrund der Kanalisierung der Emme kaum mehr von Bedeutung sein. Im Bereich des zerfallenden Blocksatzes bilden sich vermutlich lediglich kleinflächige Rückzugshabitate.

Bewertung

Für alle Untersuchungsstrecken resultiert ein Wert zwischen 0.48 und 0.66 (Maximum = 1; vgl. Tabelle 20). In der Strecke Papierfabrik verbessert sich die Bewertung zwischen minimalem und mittlerem Restwasserabfluss deutlich. Dies ist auf das Auftreten zusätzlicher Strukturtypen (Steilufer und Sporn) zurückzuführen, obwohl diese quantitativ keine Rolle spielen.

Die Strecken Schwarzweg und Emmenschachen werden für die beiden untersuchten Abflüsse fast gleich bewertet. Der Grund liegt darin, dass sich die Uferlinie zwischen den beiden Abflüssen über weite Strecken kaum verschiebt. Grössere Verschiebungen gibt es nur im Bereich der Kiesbänke, aber ohne dass die Uferlinie bei Mittelwasser den Böschungsfuss und damit andere Strukturtypen erreichen würde.

Bewertungsparameter	Papierfabrik		Schwarzweg		Emmen- schachen	
	RW	MW	RW	MW	RW	MW
Länge Längsverbau rau	135	181	27	27	38	38
Länge Längsverbau glatt	4	0	85	84	0	0
Länge Ufer	739	658	655	627	725	674
Mittlere Gerinnesohlenbreite [m]	26		27		34	
Einheitslänge [m]	306		324		407	
Anzahl Strukturtypen (ohne Längsverbau)	3	5	3	3	4	4
Anzahl Strukturtypen/Einheitslänge	1.2	2.3	1.5	1.6	2.2	2.4
A_{Verb} (Parameter Längsverbau)	0.45	0.43	0.43	0.42	0.49	0.48
$A_{Struktur}$ (Parameter Strukturtypen)	0.03	0.17	0.06	0.07	0.15	0.18
A ($A_{Verb} + A_{Struktur}$)	0.48	0.60	0.49	0.49	0.64	0.66

Tabelle 20 Standartisierte Bewertung der Untersuchungsstrecken
A = Standardisierter Wert
RW = minimalere Restwasserabfluss
MW = mittlerer Restwasserabfluss

Kritik

Der Indikator stützt auf die Anzahl Strukturtypen ab, die auf lediglich sieben Typen begrenzt ist. Die Wahrscheinlichkeit ist gross, dass sich die Anzahl zwischen dem Ausgangs- und dem Projektzustand nicht wesentlich ändert. Es wäre daher vermutlich sinnvoll, wenn die Anzahl Strukturen sowie der Längenanteil der Strukturtypen an der Uferlinie Eingang in die Bewertung finden würden.

8 Laichhabitat Bachforelle/Äsche

8.1 Beschreibung

Handbuch
EAWAG
Definition

Nicht enthalten

Begründung

Potenzielles Angebot an Laichhabitat für die Bachforelle und die Äsche

Bachforellen und Äschen sind Kieslaicher mit hohen Ansprüchen an die Qualität der Laichplätze. Die wichtigsten Parameter sind das Laichsubstrat, die Fliessgeschwindigkeit, die Wassertiefe und das Deckungsangebot in der Nähe. Die natürliche Reproduktion der beiden Arten ist gemäss Leitbild ein wichtiges biologisches Entwicklungsziel.

Literatur

(Jorde, K., Schneider, M., 2010)

8.2 Methode Erhebung und Auswertung

Zu erhebende
Daten

Dominierende Korngrössen und Anteil Feinmaterial (Sand/Silt), Fliessgeschwindigkeiten und Wassertiefen bei minimalem Restwasser ($1.8 \text{ m}^3/\text{s}$) und bei Mittelwasser ($6.2 \text{ m}^3/\text{s}$) sowie das Deckungsangebot bei minimalem Restwasserabfluss.

Vorgehen

Die quantitative Einschätzung des potenziellen Angebotes an Laichhabitaten erfolgte über die Habitatparameter Fliessgeschwindigkeit, Wassertiefe und Substrat. Anhand eines hydraulischen 2D-Modells wurden die Wassertiefen und Fliessgeschwindigkeiten für die beiden zu untersuchenden Abflüsse berechnet. Das Substrat (dominierende Korngrösse) wurde im Feld kartiert.

Zusätzlich wurde der Anteil Feinmaterial sowie das Deckungsangebot im Feld erfasst. Beide Parameter flossen aber nur als qualitative Ergänzung in die Beurteilung mit ein. Details zur Methodik finden sich in Anhang C.

Erhebung

Emmenschachen

25.11.2014 bei minimalem Restwasserabfluss von $1.8 \text{ m}^3/\text{s}$

Koordinaten (Länge 306 m):

Unten links:	610 250 / 229 041	unten rechts:	610 278 / 229 052
oben links:	610 348 / 228 754	oben rechts:	610 381 / 228 760

Schwarzweg

25.11.2014 bei minimalem Restwasserabfluss von $1.8 \text{ m}^3/\text{s}$

Koordinaten (Länge 298 m):

Unten links:	610 721 / 227 082	unten rechts:	610 753 / 227 073
oben links:	610 647 / 226 795	oben rechts:	610 677 / 226 785

Papierfabrik

17.4.2014 bei minimalem Restwasserabfluss von 1.8 m³/s

Koordinaten (Länge 59 + 210 m):

Unten links: 610 315 / 226 438 unten rechts: 610 336 / 226 415

oben links: 610 096 / 226 236 oben rechts: 610 114 / 226 214

Erhebungen für
den
Ausgangszustand

Untersuchungsstrecken	Erhebungszustand						
	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Niedrigwasser	Mittelwasser	Hochwasser
Emmenschachen					•	•	
Schwarzweg					•	•	
Papierfabrik					•	•	

Auswertung

Berechnung der potenziellen Fläche an Laichhabitat für den minimalen und den mittleren Restwasserabfluss.

8.3 Resultate

Weiterführende Informationen finden sich in Anhang C.

8.3.1 Emmenschachen

Bachforelle

Das Sohlensubstrat der Untersuchungsstrecke ist primär grobkiesig und somit als Laichsubstrat für die Bachforelle geeignet (vgl. Abbildung 39). Zudem gibt es bei beiden Abflüssen ausreichend Flächen mit geeigneten oder optimalen Fliessgeschwindigkeiten und Wassertiefen.

Überlagert man die Flächen mit den Einzeleignungen für das Substrat, die Fliessgeschwindigkeiten und die Wassertiefen erhält man die Gesamteignung. Potenziell optimales oder geeignetes Laichhabitat kommt beim minimalen Restwasserabfluss auf 70 %, beim mittleren Restwasserabfluss auf 82 % der Gerinnesohlenfläche vor.

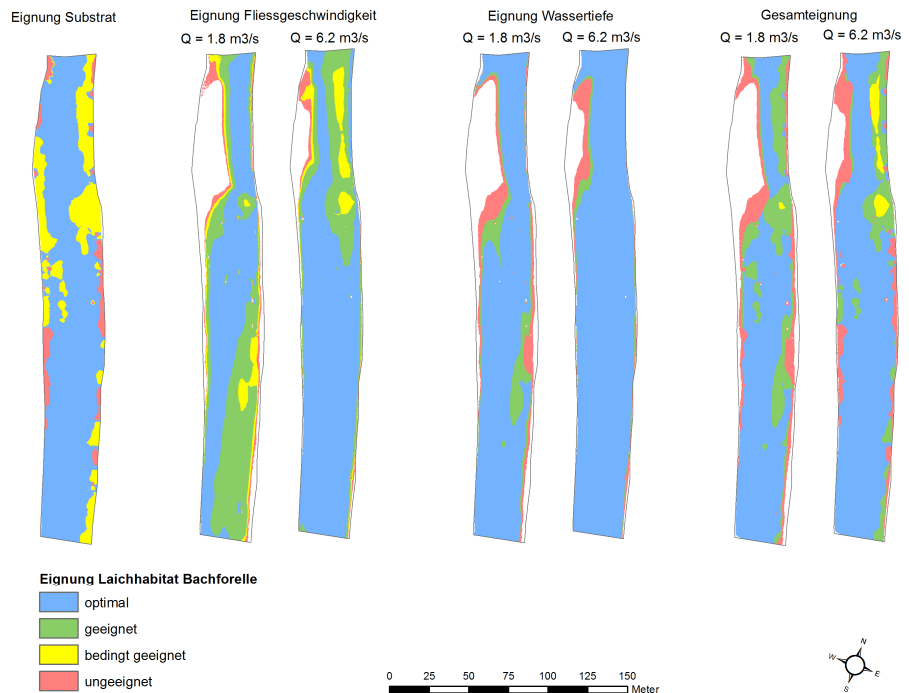


Abbildung 39 Eignung des Substrates, der Fliessgeschwindigkeit, der Wassertiefe sowie die Gesamteignung in der Untersuchungsstrecke Emmenschachen für die Bachforelle

Äsche

Das Sohlensubstrat ist auf weiten Flächen als Laichsubstrat für die Äsche geeignet (vgl. Abbildung 40). Zudem gibt es bei beiden Abflüssen ausreichend Flächen mit geeigneten oder optimalen Fliessgeschwindigkeiten und Wassertiefen. Die optimalen Flächen beider Parameter sind aber beim Mittelwasserabfluss deutlich grösser.

Folglich ist auch die Gesamteignung als Laichhabitat beim Mittelwasserabfluss deutlich besser als beim minimalen Restwasserabfluss. Optimale bzw. geeignete Flächen nehmen 45 % bzw. knapp 67 % der Gerinnesohlenfläche ein.

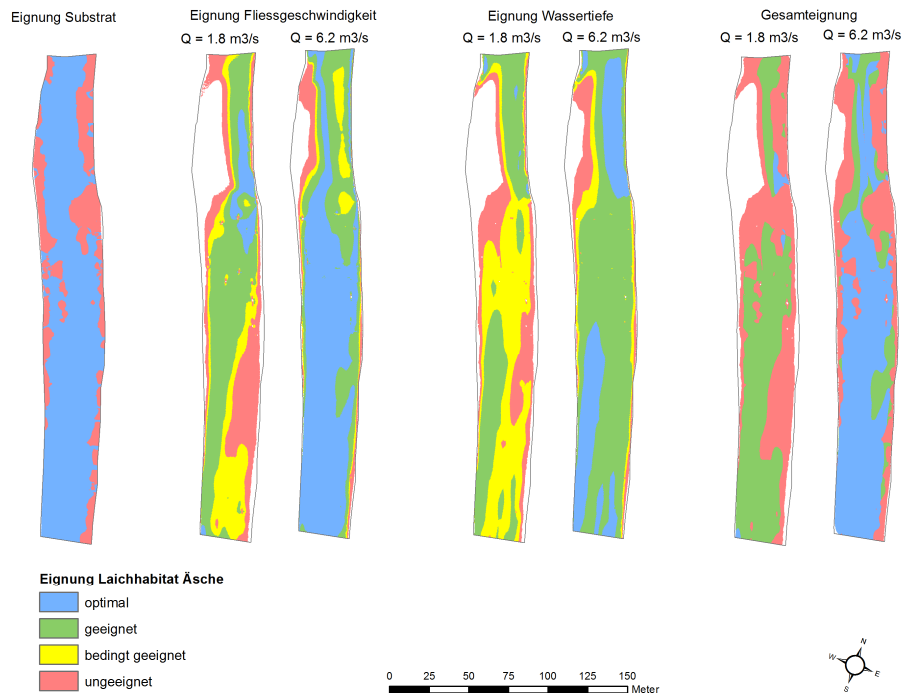


Abbildung 40 Eignung des Substrates, der Fliessgeschwindigkeit, der Wassertiefe sowie die Gesamteignung in der Untersuchungsstrecke Emmenschachen für die Äsche

8.3.2 Schwarzweg

Bachforelle

Die Gerinnesohle besteht zu einem grossen Teil aus anstehendem Fels. Grössere Flächen mit Laichsubstrat kommen aber vor (vgl. Abbildung 41). Zudem sind bei beiden Abflüssen genügend Flächen mit ausreichenden Wassertiefen und Fliessgeschwindigkeit vorhanden. Hinsichtlich der Gesamteignung nimmt die Fläche an optimalem bzw. geeignetem Laichhabitat zwischen den beiden untersuchten Abflüssen von gut 15 % auf knapp 25 % der Gerinnesohlenfläche zu.

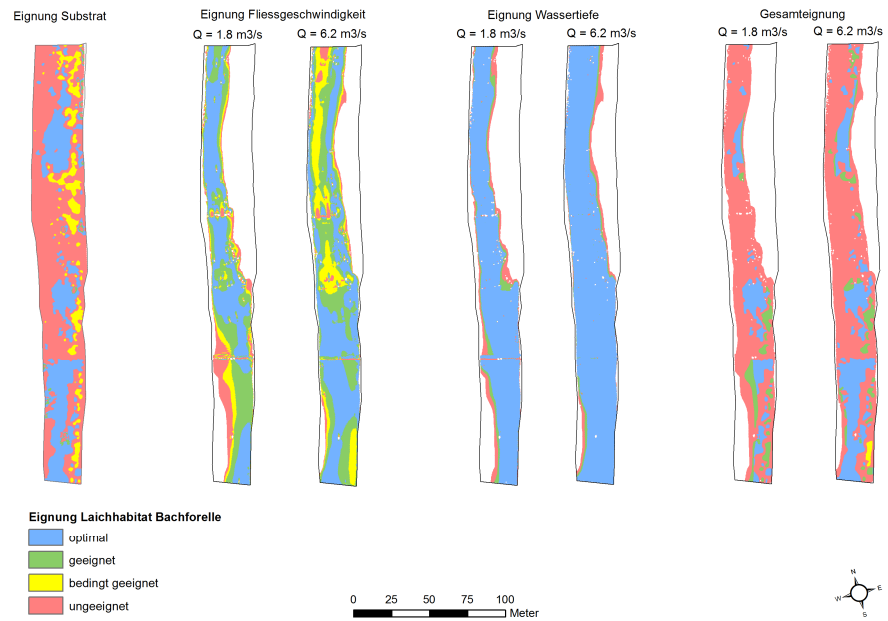


Abbildung 41 Eignung des Substrates, der Fliessgeschwindigkeit, der Wassertiefe sowie die Gesamteignung in der Untersuchungsstrecke Schwarzweg für die Bachforelle

Äsche

Für die Äsche präsentierte sich die Situation vergleichbar zur Bachforelle (vgl. Abbildung 42). Hinsichtlich der Gesamteignung verdoppelt sich die Fläche an optimalem bzw. geeignetem Laichhabitat von knapp 10 % auf gut 20 %.

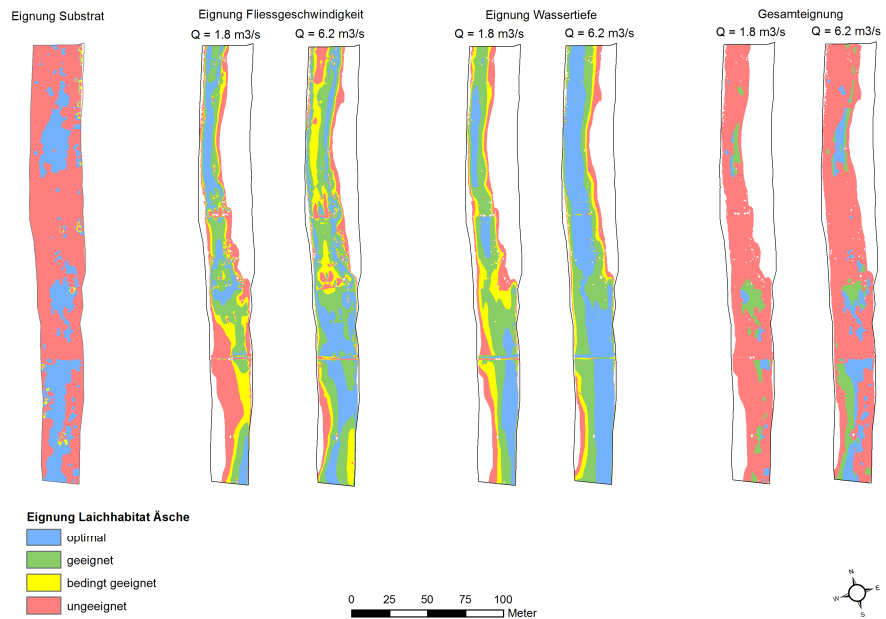


Abbildung 42 Eignung des Substrates, der Fliessgeschwindigkeit, der Wassertiefe sowie die Gesamteignung in der Untersuchungsstrecke Schwarzweg für die Äsche

8.3.3 Papierfabrik

Bachforelle

Das vorherrschende Substrat ist anstehender Fels, der aber teilweise mit ausgedehnten, als Laichhabitat optimalen Grobkiesflächen überlagert ist (vgl. Abbildung 43).

Flächen mit ausreichenden Fliessgeschwindigkeiten und Wassertiefen sind beim minimalen Restwasserabfluss genügend vorhanden. Bei einer Erhöhung auf den Mittelwasserabfluss nimmt die Fläche mit optimalen Wassertiefen jedoch deutlich zu. Hinsichtlich der Fliessgeschwindigkeiten verschlechtert sich die Situation aber massiv. Dies dürfte auf die Enge des kanalisierten Gerinnes zurückzuführen sein.

Aufgrund der zu hohen Fliessgeschwindigkeit bei einem Abfluss von 6.2 m³/s ist auch die Gesamteignung bei diesem Abfluss geringer als bei minimalem Restwasser. Dies betrifft insbesondere den Bereich unterhalb der Blockrampe.

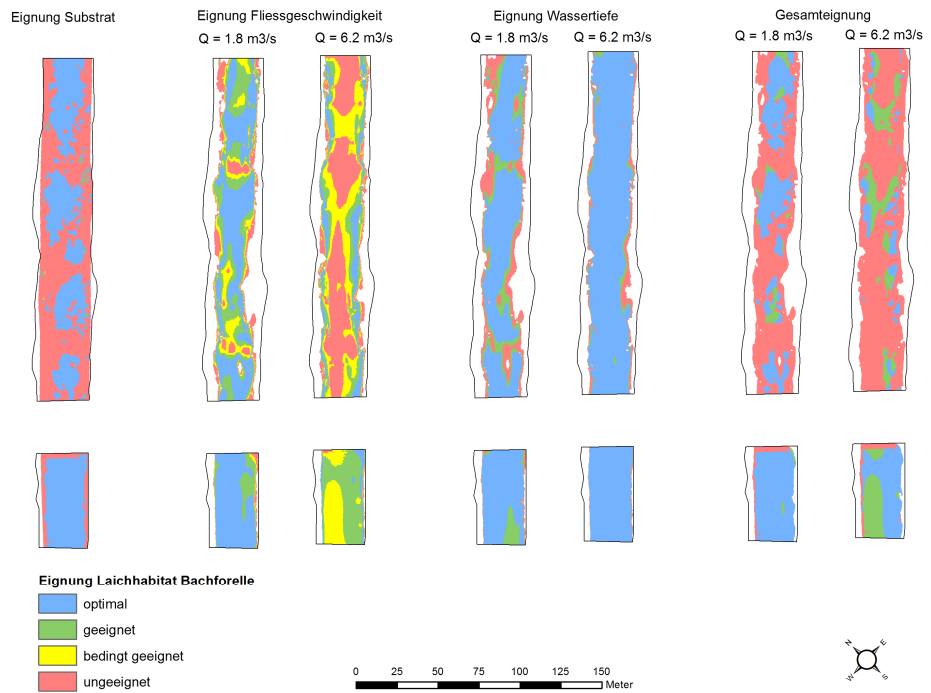


Abbildung 43 Eignung des Substrates, der Fliessgeschwindigkeit, der Wassertiefe sowie die Gesamteignung in der Untersuchungsstrecke Papierfabrik für die Bachforelle. Die Lücke entspricht dem Bereich der Blockrampe. Sie konnte nicht ausreichend genau modelliert werden.

Äsche

Bei der Äsche zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei der Bachforelle (vgl. Abbildung 44). Allerdings bevorzugt diese Art etwas grössere Wassertiefen. Dieser Habitatparameter zeigt deshalb eine deutlich geringere Eignung, was sich schliesslich auch auf die Gesamteignung auswirkt.

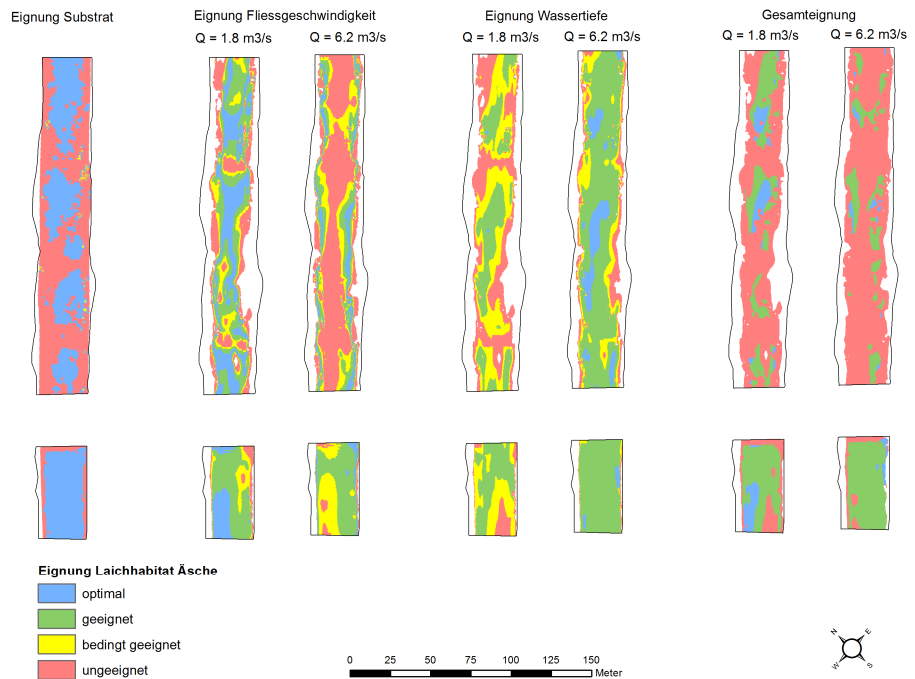


Abbildung 44 Eignung des Substrates, der Fliessgeschwindigkeit, der Wassertiefe sowie die Gesamteignung in der Untersuchungsstrecke Papierfabrik für die Äsche. Die Lücke entspricht dem Bereich der Blockrampe. Sie konnte nicht ausreichend genau modelliert werden.

8.4 Kurzdiskussion

Gesamteignung

Insbesondere in der Untersuchungsstrecke Emmenschachen finden Bachforellen und Äschen ausgedehnte als Laichhabitat optimale bzw. geeignete Flächen (vgl. Abbildung 45). In den Strecken Emmenschachen und Schwarzweg nimmt die Fläche an Laichhabitat mit höherem Abfluss zu, in der Strecke Papierfabrik hingegen ab.

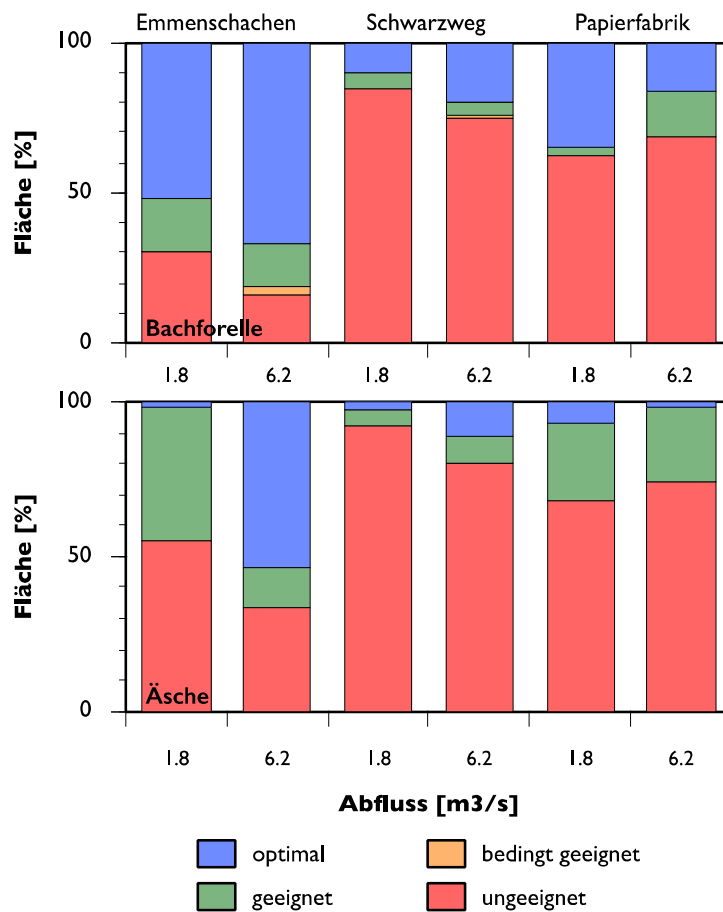


Abbildung 45 Abflussabhängige Veränderung der als potenzielles Laichhabitat für die Bachforelle und die Äsche unterschiedlich geeigneten Flächen der drei Untersuchungsstrecken. Dargestellt ist die Gesamteignung als Prozentsatz der gesamten modellierten Fläche (entspricht weitgehend der gesamten Gerinnesohlenfläche, inkl. der trockenen Kiesbänke; Emmenschachen: 11 078 m²; Papierfabrik: 8 046 m²; Schwarzweg: 8 815 m²).

Gewichtete nutzbare Fläche (WUA)

In der Habitatmodellierung ist es üblich, nicht die nutzbaren Flächen der einzelnen Eignungsklassen zu vergleichen, sondern die über die Eignungen gewichtete Fläche (weighted usable area = WUA). Damit ist es möglich, das gesamte Angebot an potenzieller Habitatfläche mit einem Wert wiederzugeben und später einen direkten Vergleich zum Projektzustand herzustellen (vgl. Tabelle 21).

Da geeignete habitatspezifische Bewertungsmassstäbe fehlen, wurde die WUA (bezogen auf die modellierte Gerinnefläche) vereinfacht nach folgender Einteilung klassiert:

- | | |
|--------------------|---------------------------|
| >20 % = optimal | 5-10 % = bedingt geeignet |
| 10-20 % = geeignet | <5 % = ungeeignet |

Dieser Bewertungsmaassstab wurde nach den Angaben in (Toepfer, C. S., Fisher, W. L., Warde W. D., 2000) entwickelt. Er ist als Orientierungshilfe anzusehen. Richtwerte sind uns nicht bekannt.

Demnach sind fast alle drei Untersuchungsstrecken für beide Abflüssen als Laichhabitat für die Bachforelle und die Äsche als optimal bzw. geeignet zu bewerten. Die Strecke Schwarzweg wird aber bei minimalem Restwasserabfluss für die Äsche nur als bedingt geeignet eingestuft.

Art	Abfluss [m ³ /s]	WUA [%]		
		Emmenschache n	Schwarzweg	Papierfabrik
Bachforelle	1.8	63	13	37
	6.2	76	23	25
Äsche	1.8	28	5	22
	6.2	61	16	16

Tabelle 21 Abflussspezifische Bewertung des Habitatangebotes in den Untersuchungsstrecken hinsichtlich der Ansprüche der Bachforelle und der Äsche

Kiesschicht

In den Strecken Schwarzweg und Papierfabrik herrscht eine felsige Flusssohle vor, die auf grossen Flächen mit einer als Laichsubstrat geeigneten Grobkiesschicht überdeckt ist. Bachforelle und Äsche benötigen für die Eiablage eine mindestens etwa 10 cm dicke Kiessohle (Riedl, C., Peter, A., 2013) (Schneider & Korte, 2005). Die Mächtigkeit der Kiesablagerungen wurde nicht beurteilt, dürfte aber diesen Grenzwert meistens überschreiten.

Deckungsangebot

In den Untersuchungsstrecken Emmenschachen und Schwarzweg gibt es ein nur sehr kleines Angebot an Deckungsstrukturen, in der Untersuchungsstrecke Papierfabrik fehlen sie vollständig (siehe Anhang C). Bachforellen und Äschen brauchen Deckungsstrukturen als Unterstände in der Nähe der Laichhabitate. Das weitgehend fehlende Deckungsangebot relativiert deshalb die ansonsten gute Eignung als Laichhabitat.

Sand

Der Anteil an Sand und Silt sollte auf den Laichhabitatflächen nicht mehr als etwa 10 % betragen. Problematisch könnte dies lediglich in der Strecke Schwarzweg oberhalb der Schwelle sein. Die dortige Grobkiesfläche war zum Zeitpunkt der Substratkartierung mit Sand durchsetzt. Die ausgewiesene Eignung dieser Fläche als Laichhabitat für Bachforellen und Äschen dürfte sich deshalb reduzieren (Anhang C).

9 Mosaik Auenformationen

9.1 Beschrieb

*Handbuch
EAWAG
Definition*

Steckbriefnr. 49, Vegetation: zeitliches Mosaik

Begründung

Vorkommen und räumliche Verteilung der terrestrischen Auenformationen

Ein Mosaik aus Auenformationen widerspiegelt die Dynamik bzw. die Stabilität sowie die Vernetzung der Lebensräume. Das heutige Angebot an unterschiedlichen terrestrischen Habitaten ist weitgehend unbekannt. Deren vielfältige Ausbildung (vor allem Weich- und Hartholzaue sowie Pionierformationen) und natürliche Entwicklung ist eines der wichtigsten gewässerökologischen Entwicklungsziele.

Literatur

(Woolsey, S. et al., 2005)

9.2 Methode Erhebung und Auswertung

*Zu erhebende
Daten*

Fläche und Lage der einzelnen terrestrischen Auenformationen in den potenziellen Auenflächen.

Perimeter

Die Perimeter beider Untersuchungsstrecken umgrenzen den Bereich der potentiellen Auenflächen, welche ihrerseits als Überflutungsflächen innerhalb der Interventionslinien liegen.

Für die Untersuchungsstrecke Emmenschachen misst die Perimeterfläche 9.12 ha auf einer Gesamtlänge von rund 600 m; die Perimeterfläche für die Strecke Schwarzweg beträgt 4.77 ha, die Gesamtlänge misst rund 440 m.

Vorgehen

Anhand des Infrarotluftbildes der betreffenden Untersuchungsfläche wurde im ArcGIS eine Luftbildausscheidung in Anlehnung an den Schlüssel von Thielen (Thielen, R., Perrottet, N., Cosandey, A. C., Roulier, C., 2002) der verschiedenen Habitattypen gemacht. Diese wurde anschliessend während der Vegetationsperiode (27.08., resp. 03.09.2014) im Feld verifiziert.

*Definition
Auenformationen*

Als Auenformationen wurden die folgenden Habitattypen (Haupttypen) unterschieden (Thielen, et al., 2003) (Delarze & Gonseth, 2008):

- Wasser
- Kies- / Sandbank
- Kies- / Sandbank mit Pioniervegetation
- Weichholzaue
- Hartholzaue
- übrige Wälder
- übrige Habitattypen
- Feuchtgebiete
- Trockenstandorte

*Definition
Pionierformationen*

Als Pionierformationen gelten die neu besiedelten Flächen innerhalb des Untersuchungsperimeters. Diese Auenformationen stellen frühe Sukzessionsstadien einer typischen Aue dar. Folgende Habitattypen werden als Pionierformationen bezeichnet:

- Kies- / Sandbank mit Pioniervegetation
- Weichholzaue

*Erhebungen für
den
Ausgangszustand*

Untersuchungsstrecken	Erhebungszustand						
	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Niederwasser	Mittelwasser	Hochwasser
Emmenschachen		•					
Schwarzweg		•					

Auswertung

Im Unterschied zum Kapitel 10, in dem weitere Typen von aquatischen und terrestrischen Habitaten unterschieden werden, beziehen sich sämtliche Berechnungen in diesem Kapitel auf die entsprechenden Flächenanteile der oben beschriebenen Haupttypen.

Die Kartierungen der Habitattypen wurden als Karten dargestellt.

Die Vielfalt der Auenformationen wurde anhand des Shannon Index, bzw. der Shannon Evenness berechnet. Anhand der Flächenanteile, welche die einzelnen Auenformationen an der Gesamtfläche einnehmen, wird der sogenannte Shannon-Index berechnet. Der Wert des Shannon-Index ist umso höher, je mehr verschiedene Auenformationen anzutreffen sind und je

ähnlicher deren relative Häufigkeiten sind. Dominieren eine oder zwei Auenformationen aufgrund eines hohen Flächenanteils, wird dies anhand der Shannon Evenness erkennbar. Die Shannon Evenness wird in Werten zwischen 0 und 1 angegeben. Ein tiefer Evenness-Wert steht für eine starke Dominanz - bei einem Evenness-Wert nahe 1 liegt kaum Dominanz einer Auenformation vor.

Die Flächenanteile der Pionierformationen wurden in Prozent der Gesamtfläche angegeben.

Die Resultate der Berechnung des Shannon Index sowie dem Anteil an Pionierformationen wurden auf Werte zwischen 0 und 1 standardisiert. Details zur Standardisierung sind dem Handbuch EAWAG (Woolsey, S. et al., 2005) zu entnehmen. Je näher der standardisierte Wert für den Shannon-Index beim 1-Richtwert liegt, desto vielfältiger sind die vorkommenden Auenformationen. Der standardisierte Wert für die Pionierformationen hängt davon ab, wie hoch der prozentuale Flächenanteil an Pioniervegetation an der Gesamtfläche ist. Mit einem Anteil von 50 bis 60 % wird das Maximum des standardisierten Wertes 1 erreicht. Je näher der standardisierte Wert beim 1-Richtwert liegt, desto ausgeglichener ist das Vorkommen von Pionierformationen.

9.3 Resultate

9.3.1 Emmenschachen

*Vielfalt der
Auenformationen*

Die berechneten Werte zur Vielfalt der verschiedenen Auenformationen sind in Tabelle 22 dargestellt. Der standardisierte Wert für den Anteil der Auenformationen beträgt 0.24.

Jahr	Shannon-Index	Shannon Evenness	standardisierter Wert Shannon-Index
2014	0.72	0.52	0.24

Tabelle 22 Shannon Index und Shannon Evenness für die Untersuchungsstrecke Emmenschachen

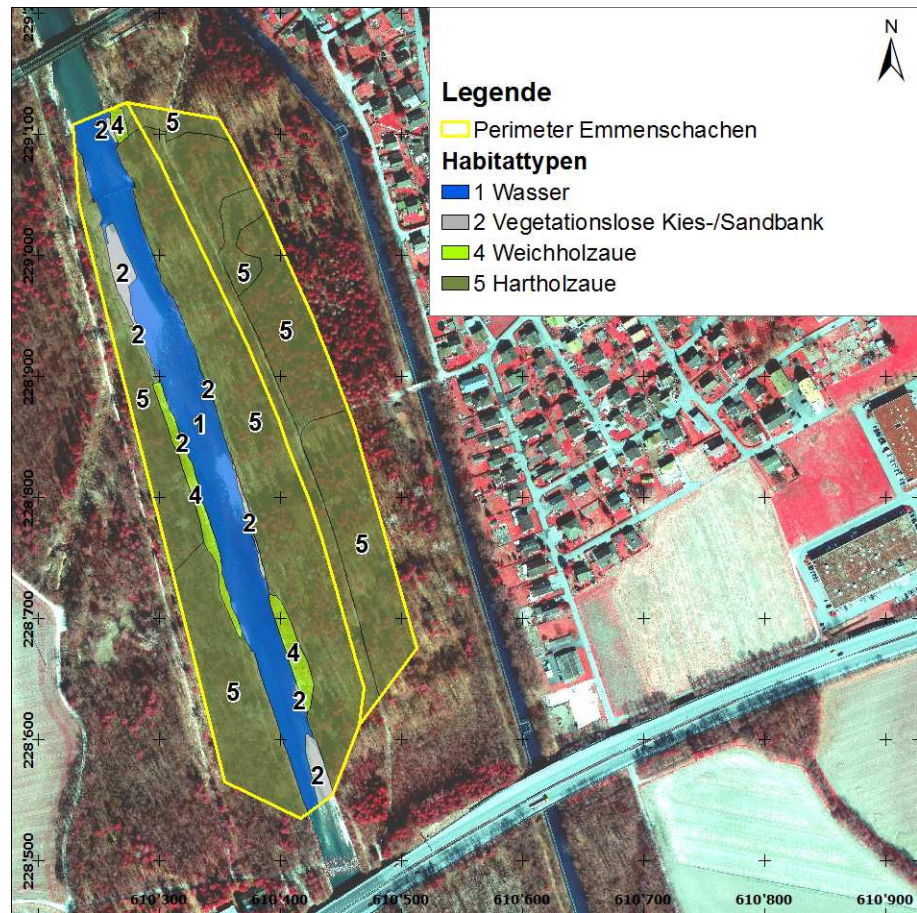


Abbildung 46 Die terrestrischen Habitattypen (Auenformationen) für die Untersuchungsstrecke Emmenschachen

*Anteile der
Auenformationen*

Die Tabelle 23 zeigt den Anteil der verschiedenen Auenformationen an der Gesamtfläche der Untersuchungsstrecke.

Haupttyp	Fläche [a]	Anteil an Gesamtfläche [%]	Anzahl
Wasser	170.1	18.7	1
Kies- / Sandbank	20.8	2.3	8
Kies- / Sandbank mit Pioniervegetation	0	0	0
Weichholzaue	29.7	3.3	3
Hartholzaue	691.4	75.8	7
übrige Wälder	0	0	0
übrige Habitattypen	0	0	0
Feuchtgebiete	0	0	0
Trockenstandorte	0	0	0
Total	912.0	100.1	19

Tabelle 23 Aueninformationen in der Untersuchungsstrecke Emmenschachen. Anteile der verschiedenen Haupttypen an der Gesamtfläche. Mit 'Anzahl' sind die Anzahl der einzelnen Teilflächen pro Haupttyp innerhalb des Perimeters gemeint.

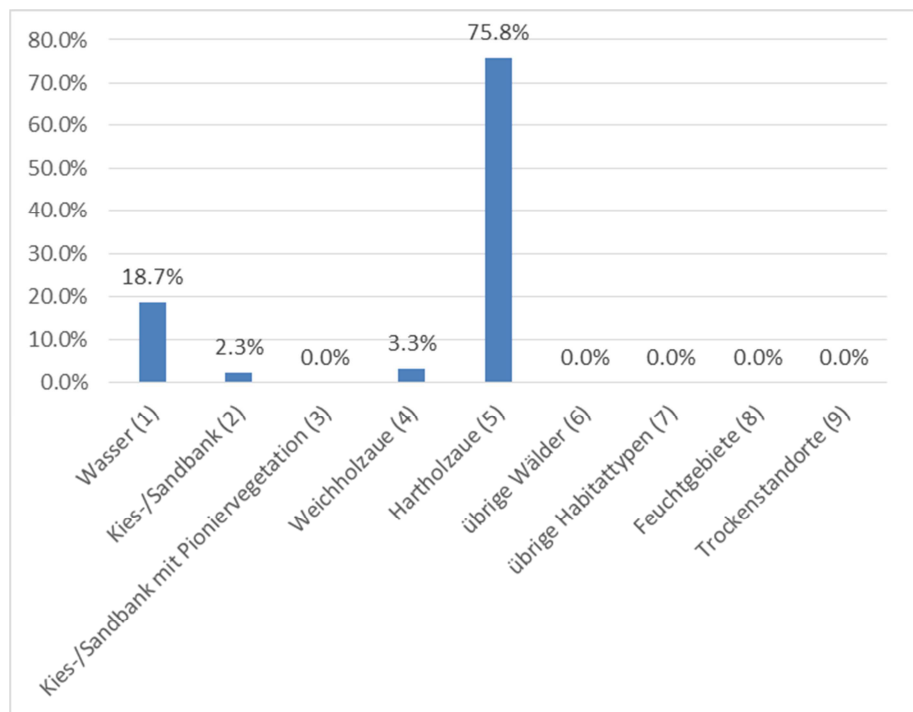


Abbildung 47 Aueninformationen in der Untersuchungsstrecke Emmenschachen; Anteil der Haupttypen an der Gesamtfläche

*Anteil an
Pionierformationen*

In der Untersuchungsstrecke Emmenschachen kommt nur die Pionierformation „Weichholzaue“ vor. Wie Tabelle 24 zeigt, ergibt der prozentuale Anteil dieser Formation den standardisierten Wert 0.0.

Jahr	Anteil der Pionierformationen [%]	standardisierter Wert
2014	3.26	0.0

Tabelle 24 Anteil der Pionierformationen an der Gesamtfläche für die Untersuchungsstrecke Emmenschachen

9.3.2 Schwarzweg

*Vielfalt der
Auenformationen*

Die berechneten Werte zur Vielfalt der verschiedenen Auenformationen für die Untersuchungsstrecke Schwarzweg sind in Tabelle 25 dargestellt. Der standardisierte Wert für den Shannon-Index beträgt: 0.56.

Jahr	Shannon-Index	Shannon Evenness	standardisierter Wert Shannon-Index
2014	1.0	0.63	0.56

Tabelle 25: Shannon Index und Shannon Evenness für die Untersuchungsstrecke Schwarzweg

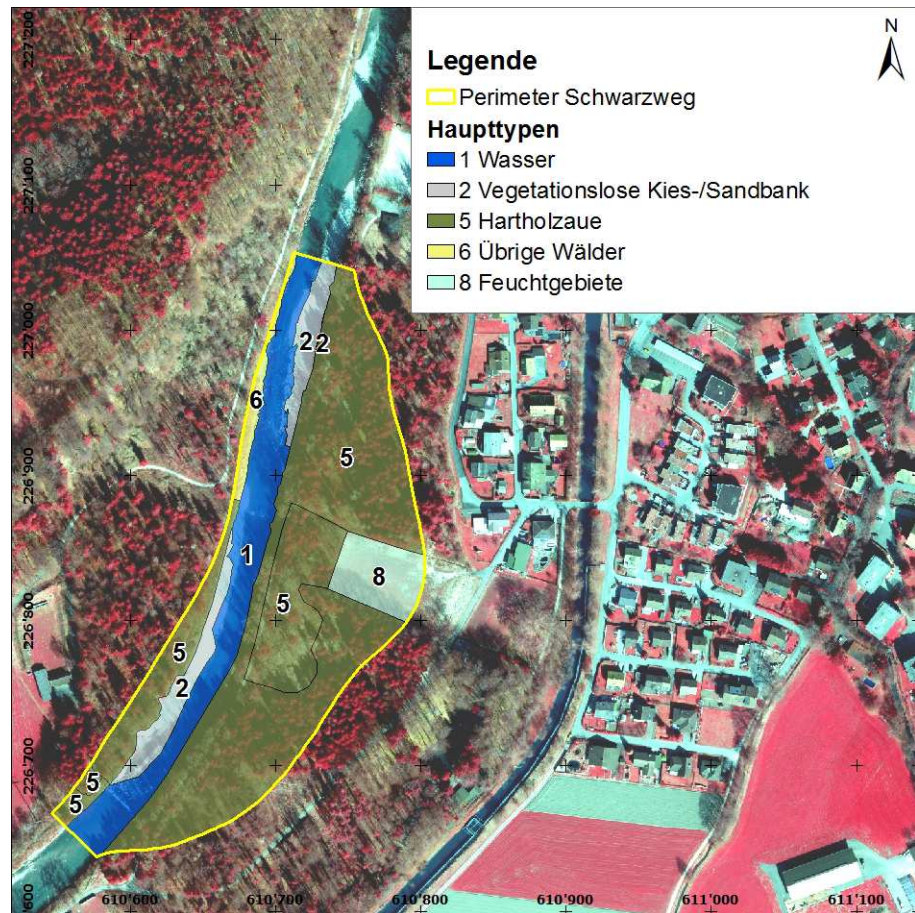


Abbildung 48 Die terrestrischen Habitattypen (Auenformationen) für die Untersuchungsstrecke Schwarzweg

Anteile der
Auenformationen

Die Tabelle 26 zeigt den Anteil der verschiedenen Auenformationen an der Gesamtfläche der Untersuchungsstrecke.

Haupttyp	Fläche [a]	Anteil an Gesamtfläche [%]	Anzahl
Wasser	85.3	17.9	1
Kies- / Sandbank	35.5	7.4	2
Kies- / Sandbank mit Pioniervegetation	0	0	0
Weichholzaue	0	0	0
Hartholzaue	320.5	67.2	6
übrige Wälder	9.1	1.9	1
übrige Habitattypen	0	0	0
Feuchtgebiete	26.9	5.6	1
Trockenstandorte	0	0	0
Total	477.3	100.0	11

Tabelle 26 Auenformationen in der Untersuchungsstrecke Schwarzweg. Anteile der verschiedenen Haupttypen an der Gesamtfläche. Mit 'Anzahl' sind die Anzahl der einzelnen Teilflächen pro Haupttyp innerhalb des Perimeters gemeint.

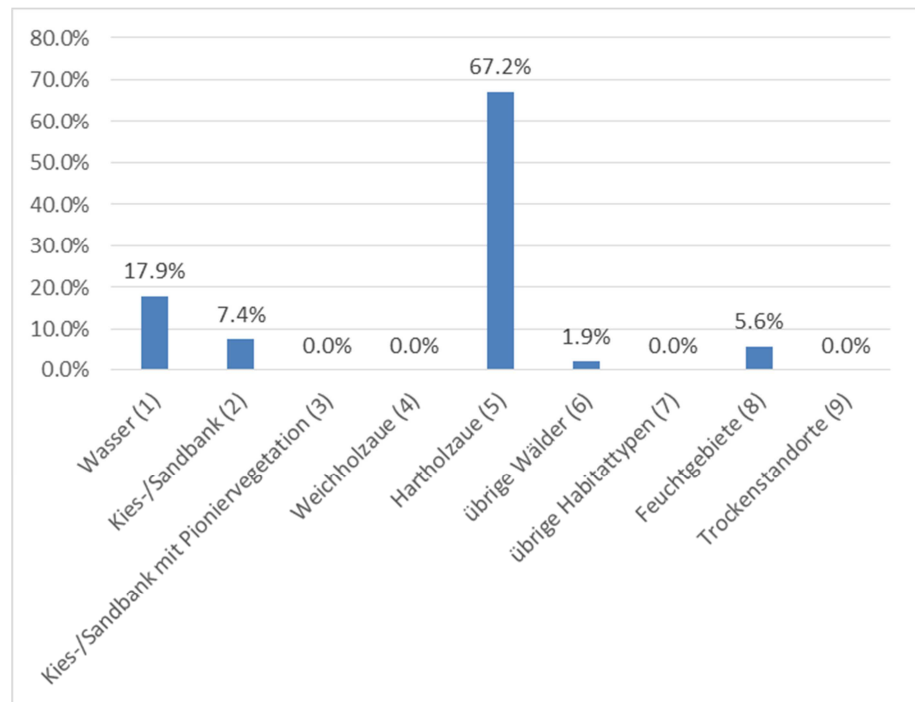


Abbildung 49 Auenformationen in der Untersuchungsstrecke Schwarzweg;
Anteil der Haupttypen an der Gesamtfläche

*Anteil an
Pionierformationen*

In der Untersuchungsstrecke Schwarzweg sind keine Pionierformationen vorhanden.

9.4 Kurzdiskussion

Der Indikator „Zeitliches Mosaik“ beschreibt das Vorkommen verschiedener terrestrischer Auenformationen und gibt einen Hinweis zu Strukturvielfalt und Sukzession innerhalb der Untersuchungsstrecke. Die Tabelle 27 gibt eine Übersicht zu den berechneten Werten und den abgeleiteten standardisierten Werten.

Untersuchungs- strecke	Shannon- Index	Evenness	standardisierte Werte	
			Shannon- Index	Pionierformation
Emmenschachen	0.72	0.52	0.24	0.0
Schwarzweg	1.0	0.72	0.56	-

Tabelle 27: Standardisierte Werte für die Untersuchungsstrecken Emmenschachen und Schwarzweg

In beiden untersuchten Strecken dominiert der Habitattyp Hartholzaue. Weitere Habitattypen, welche auf einen vielfältigen und dynamischen Auen-Lebensraum hinweisen, sind nur rudimentär vorhanden. Die fehlende Heterogenität wird vor allem aus den Kartenprodukten ersichtlich. Wie weit dies durch die ermittelten Werte für den Shannon-Index, bzw. der Shannon Evenness unterstützt wird, lässt sich erst im Vergleichen mit künftigen Folgeaufnahmen sagen.

Die Ausgangserhebungen zeigen deutlich die verschwindend kleinen oder ganz ausbleibenden Anteile an Pionierformationen. Dies ist ein typisches Bild für einen Uferbereich mit fehlender Dynamik und einer daher ausbleibenden Sukzession.

10 Landschaftsstrukturmasse

10.1 Beschrieb

*Handbuch
EAWAG
Definition*

Steckbriefnr. 19, Landschaft: Landschaftsstrukturmasse

Vielfalt und räumliche Anordnung der terrestrischen und aquatischen Habitattypen

Begründung

Eine naturnahe Flusslandschaft besteht aufgrund unterschiedlicher Umweltbedingungen aus verschiedenen Habitaten. Die Vielfalt, die Grösse, die Form und die räumliche Verteilung dieser Habitats bestimmen massgeblich die Artenzusammensetzung, die Häufigkeit sowie die Vernetzung der Flora und Fauna.

Heute ist das Angebot an unterschiedlichen Habitaten vermutlich eher klein. Die Ausbildung vielfältiger Strukturen ist eines der wichtigsten gewässerökologischen Entwicklungsziele.

Literatur

(Woolsey, S. et al., 2005)

10.2 Methode Erhebung und Auswertung

*Zu erhebende
Daten*

Lage und Fläche der einzelnen Habitattypen im Flussgerinne und in den potenziellen Auenflächen.

Perimeter

Die Perimeter beider Untersuchungsstrecken umgrenzen den Bereich der potentiellen Auenflächen, welche ihrerseits als Überflutungsflächen innerhalb der Interventionslinien liegen.

Für die Untersuchungsstrecke Emmenschachen misst die Perimeterfläche 8.4 ha auf einer Gesamtlänge von rund 600 m; die Perimeterfläche für die Strecke Schwarzweg beträgt 4.5 ha, die Gesamtlänge misst rund 440 m.

Vorgehen

Der Indikator basiert auf den terrestrischen und den aquatischen Habitattypenkartierungen.

*Terrestrische
Habitattypen*

Die Erfassung der terrestrischen Habitattypen erfolgte im Rahmen der Datenerfassung für den Indikator „Mosaik der Auenformationen“ (vgl. Kapitel 9). Zusätzlich wurden ergänzende Subtypen nach (Thielen, et al., 2003) und (Delarze & Gonseth, 2008) definiert.

Der Deckungsgrad wurde in einem ersten Schritt im ArcGIS anhand des Infrarotluftbildes bestimmt und anschliessend während der Vegetationsperiode (27.08., resp. 03.09.2014) im Feld verifiziert.

Die Vegetationshöhe wurde im Feld (27.08., resp. 03.09.2014) erhoben.

In Anlehnung an Woolsey (Woolsey, S. et al., 2005) wurden die einzelnen Abstufungen für Deckungsgrad und Vegetationshöhe definiert.

Zusammen mit den bestehenden Habitattypen stellen diese die Elemente für einen dreistelligen Habitatcode (x/y/z) dar (vgl. Tabelle 28):

Code	Habitattyp (x)	Deckungsgrad [%] (y)	Vegetationshöhe [m] (z)
0		0	0
1		10-40	<0.5
2	Kies- / Sandbank	40-80	0.5-1
3	Kies- / Sandbank mit Pioniervegetation	80-100	1-2
4	Weichholzaue		2-5
5	Hartholzaue		5-10
6	übrige Wälder		
7	übrige Habitattypen		
8	Feuchtgebiete		
9	Trockenstandorte		

Tabelle 28 Abstufungen für terrestrische Habitattypen, Deckungsgrad und Vegetationshöhe
Lesebeispiel: Ein Feuchtgebiet mit einem Deckungsgrad von 80-100 % und einer Vegetationshöhe von 0.5-1 m erhält den Habitatcode 832.

Aquatische Mesohabitate

Die Habitattypen der aquatischen Lebensräume sind in Tabelle 29 aufgeführt. Wie in Kapitel 6 beschrieben, wurden sie als Mesohabitate kartiert.

Code	Habitattyp (x)
1	Furt
2	Schnelle
6	Gleite
7	Lauf
9	Flachwasser
11	Lateralkolk
12	Hinterwasser
16	Staukolk
18	Kiesbank
20	Felsgleite

Tabelle 29 Codierung der aquatischen Mesohabitate

Erhebungen für den Ausgangszustand

Untersuchungsstrecken	Erhebungszustand						
	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Niederwasser	Mittelwasser	Hochwasser
Emmenschachen		•					
Schwarzweg		•					

Auswertung

Im GIS wurden die Abstufungen Habitattyp, Deckungsgrad und Vegetationshöhe als Kartenprodukte dargestellt.

Zudem wurden für die codierten Flächen (Definition siehe oben, aquatisch und terrestrisch) unter Anwendung einer spezifischen Berechnungs-Software die Werte der Landschaftsstrukturmasse gemäss Woolsey (Woolsey, S. et al., 2005) ermittelt.

Um die Übersicht über die zahlreichen Werte zu vereinfachen, beschränken wir uns bei der Darstellung der Ergebnisse auf je ein Landschaftsstrukturmass zu Fläche (MPS), Form (MSI), Distanz (MNN) und Eingebundenheit (Mean Proximity MPI) (vgl. Tabelle 30).

Landschaftsstrukturmass	Beschreibung	Berechnungssoftware
MSI	Mean Shape Index: Komplexität einer Fläche im Vergleich zu einer Standardform [-]	PatchAnalyst
MPS	Mean Patch Size: Mittlere Flächengrösse pro Gesamtcode [ha]	PatchAnalyst
MNN	Mittlere Distanz zur nächstgelegenen Fläche desselben Habitattyps	V-Late
MPI	Mittlerer Proximity-Index, Verhältnis aus der Flächengrösse einer Einzelfläche und der Distanz zur nächstgelegenen Fläche desselben Typs innerhalb eines Radius von 50 m (Implementierung nach fragstats)	V-Late

Tabelle 30 Definition der Landschaftsstrukturmasse, die für die Untersuchungsstrecken Emmenschachen und Schwarzweg zu Anwendung kommen.

Die aufgeführten Landschaftsstrukturmasse wurden unter Einbezug sämtlicher vorkommender codierter Flächen (landscape level) sowohl für die ganze Untersuchungsstrecke, wie auch für die einzelnen codierte Flächen (class level) berechnet.

Wenn nur eine Fläche pro Habitattyp vorkommt, beträgt die mittlere Distanz zur nächstgelegenen Fläche desselben Habitattyps (MNN) Null. Befinden sich die Flächen desselben Typs weiter als 50 m auseinander, liegen sie ausserhalb des Radius zur Berechnung des Mittleren Proximity-Index (MPI), was ebenfalls einen Null-Wert generiert. Für den MNN-Wert auf Ebene Untersuchungsstrecke (landscape level) wurden die MNN-Werte der codierten Flächen gemittelt.

10.3 Resultate

10.3.1 Emmenschachen

Kartendarstellungen n Emmenschachen

Die folgenden Kartenprodukte stellen die terrestrischen Habitattypen, bzw. Subtypen sowie Deckungsgrad und Vegetationshöhe dar (Abbildung 50 bis Abbildung 52). Die Kartendarstellungen der aquatischen Mesohabitate finden sich in Kapitel 6.3.

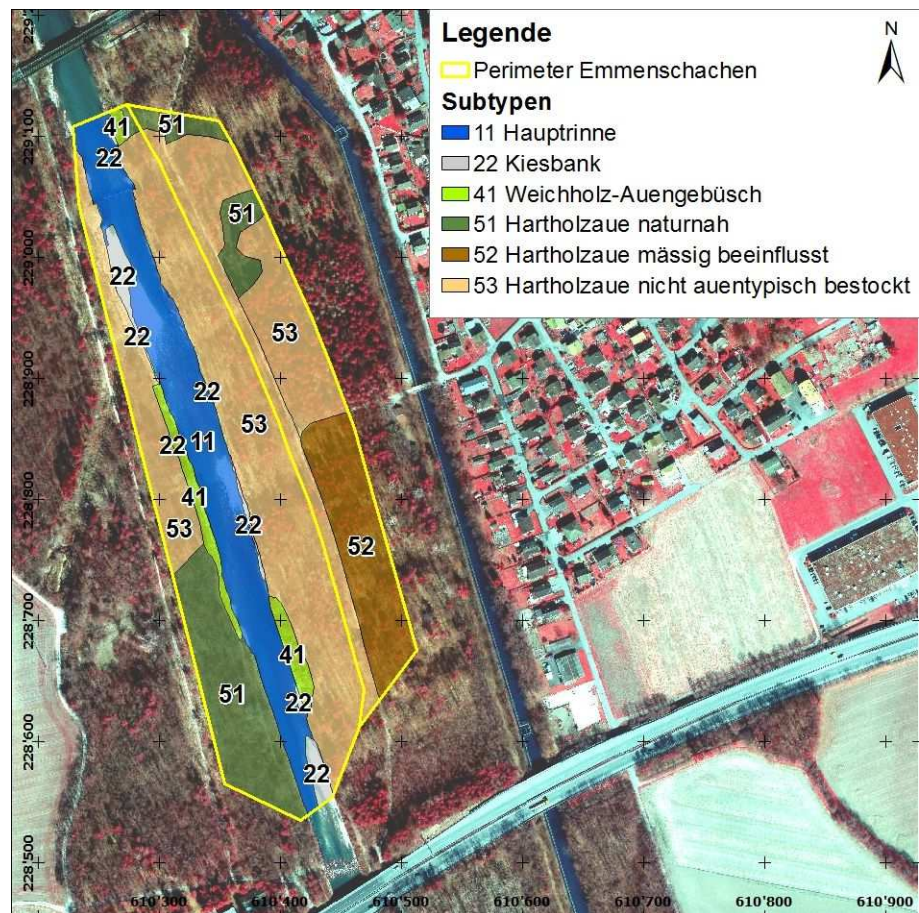


Abbildung 50 Subtypen der terrestrischen Habitate für die Untersuchungsstrecke Emmenschachen

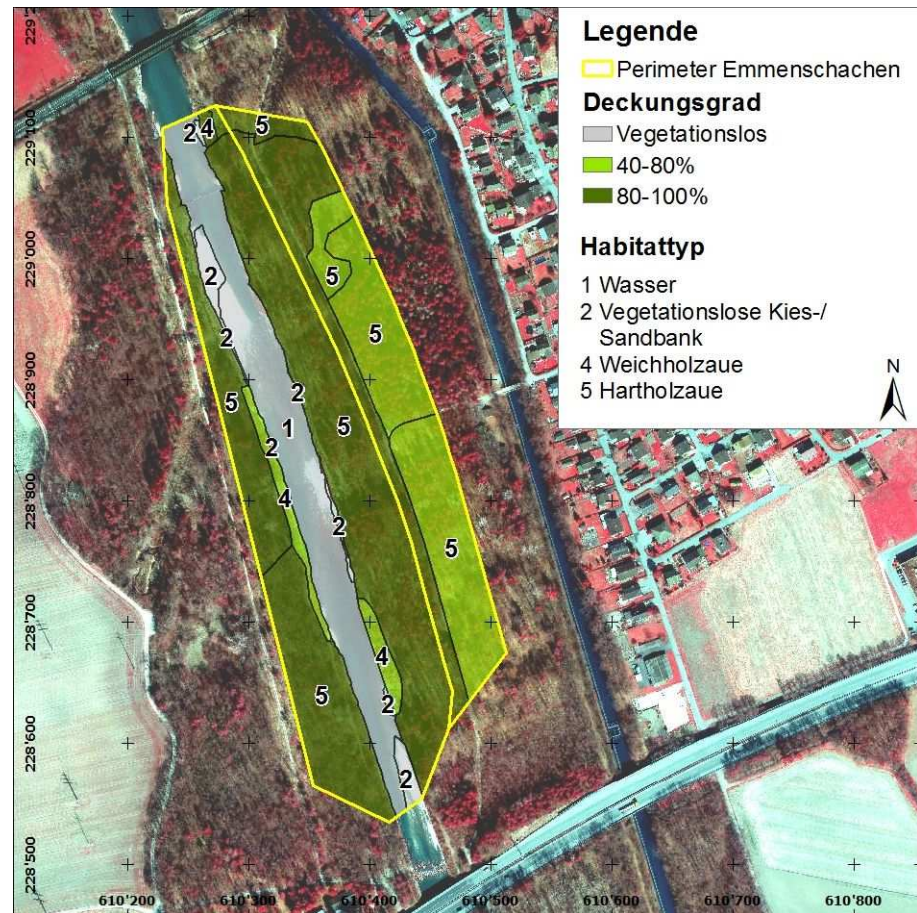


Abbildung 51 Deckungsgrad der unterschiedlichen terrestrischen Habitate für die Untersuchungsstrecke Emmenschachen

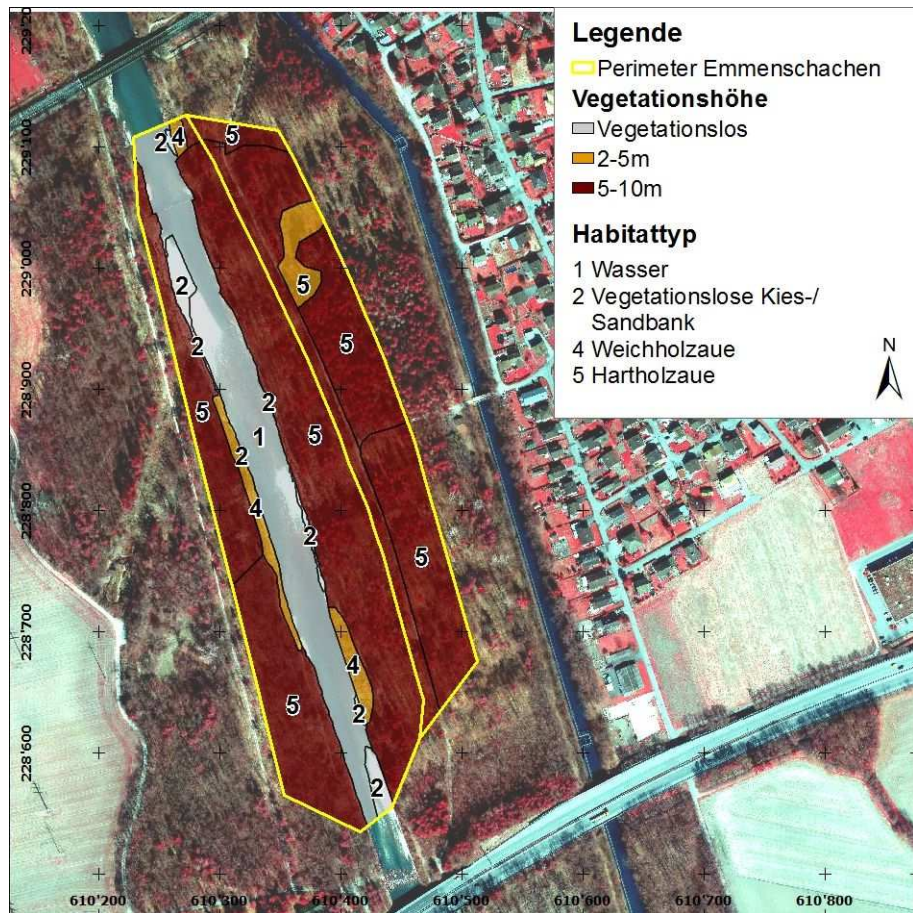


Abbildung 52 Vegetationshöhe der unterschiedlichen terrestrischen Habitate für die Untersuchungsstrecke Emmenschachen

Landschaftsstrukturmasse Emmenschachen

Die Landschaftsstrukturmasse wurden sowohl auf Ebene der Untersuchungsstrecke (landscape level, siehe Tabelle 31) wie auch auf Ebene der codierten Flächen (class level, siehe Tabelle 32) berechnet.

MPS [ha]	MSI [-]	MNN [m]	Mean Proximity
0.38	3.22	16.05	4.32

Tabelle 31 Landschaftsstrukturmasse auf Ebene der Untersuchungsstrecke

Habitat-code	Anzahl Einzel-flächen	MSI [-]	MPS [ha]	MNN [m]	Mean Proximity
aquatische Habitattypen					
Furt	1	2.12	0.93	0.00	0
Lauf	1	1.58	0.01	0.00	0
Flach-wasser	2	1.92	0.02	36.71	0.13
Lateral-kolk	1	1.74	0.01	0.00	0
Hinter-wasser	1	1.12	0.00	0.00	0
Kiesbank	4	2.98	0.03	43.61	0.31
terrestrische Habitattypen					
Kiesbank 200	5	6.78	0.02	59.06	0.53
Weicholz-aue 424	2	2.54	0.13	29.20	1.56
Weicholz-aue 434	1	1.28	0.03	0.00	0
Hartholz-aue 524	1	1.53	0.19	0.00	0
Hartholz-aue 525	1	1.97	1.63	0.00	0
Hartholz-aue 535	2	2.34	2.54	24.07	43.91

Tabelle 32 Landschaftsstrukturmasse auf Ebene Habitattyp für die Untersuchungstrecke Emmenschachen

10.3.2 Schwarzweg

Kartendarstellungen
n
Schwarzweg

Die folgenden Kartenprodukte stellen die terrestrischen Habitattypen, bzw. Subtypen sowie Deckungsgrad und Vegetationshöhe dar (Abbildung 53 bis Abbildung 55). Die Kartendarstellungen der aquatischen Habitattypen finden sich in Kapitel 6.3.

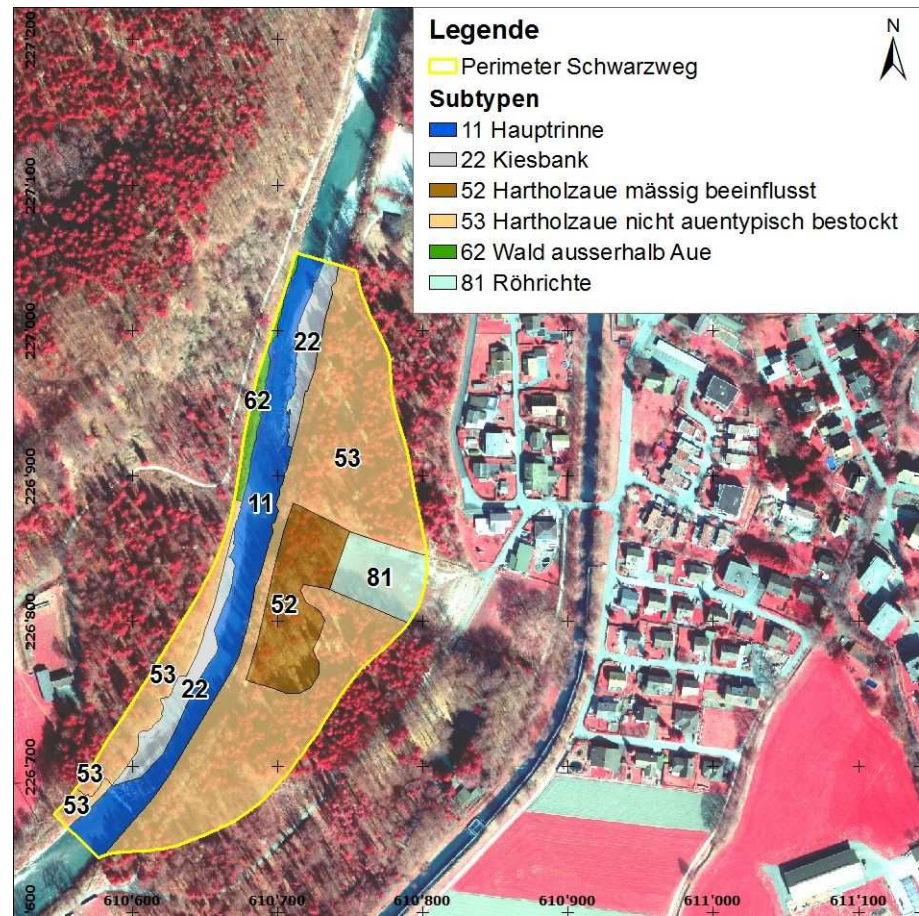


Abbildung 53 Subtypen der terrestrischen Habitate für die Untersuchungsstrecke Schwarzweg

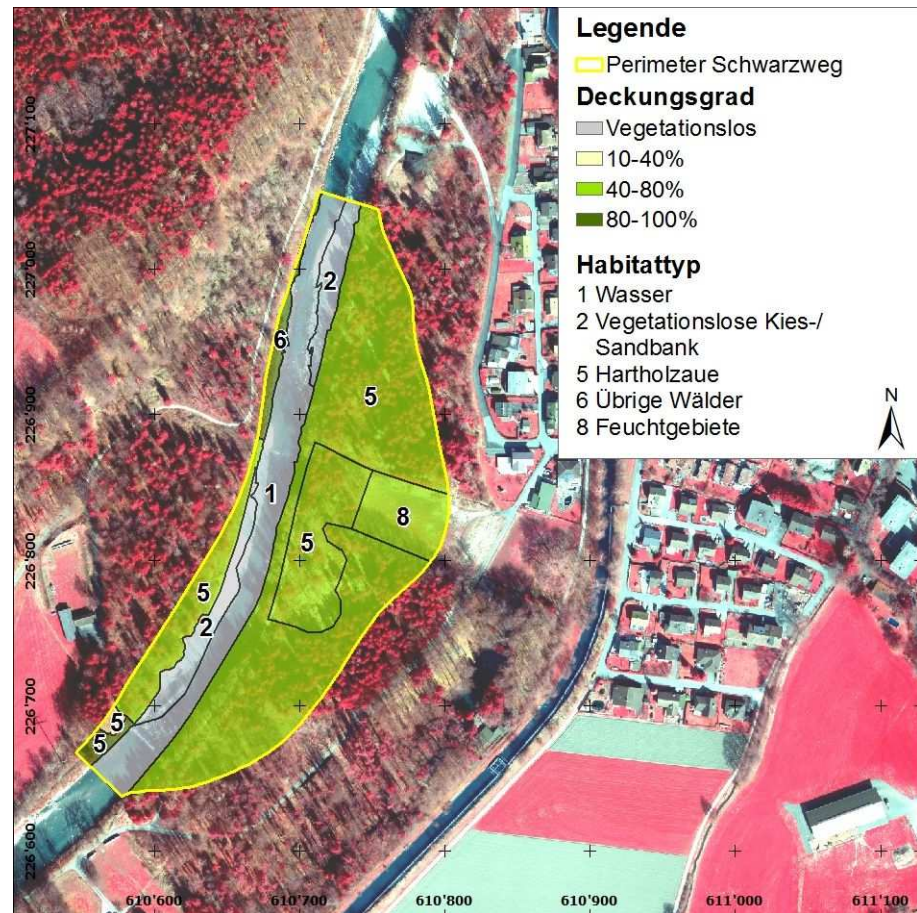


Abbildung 54 Deckungsgrad der unterschiedlichen terrestrischen Habitate für die Untersuchungsstrecke Schwarzweg

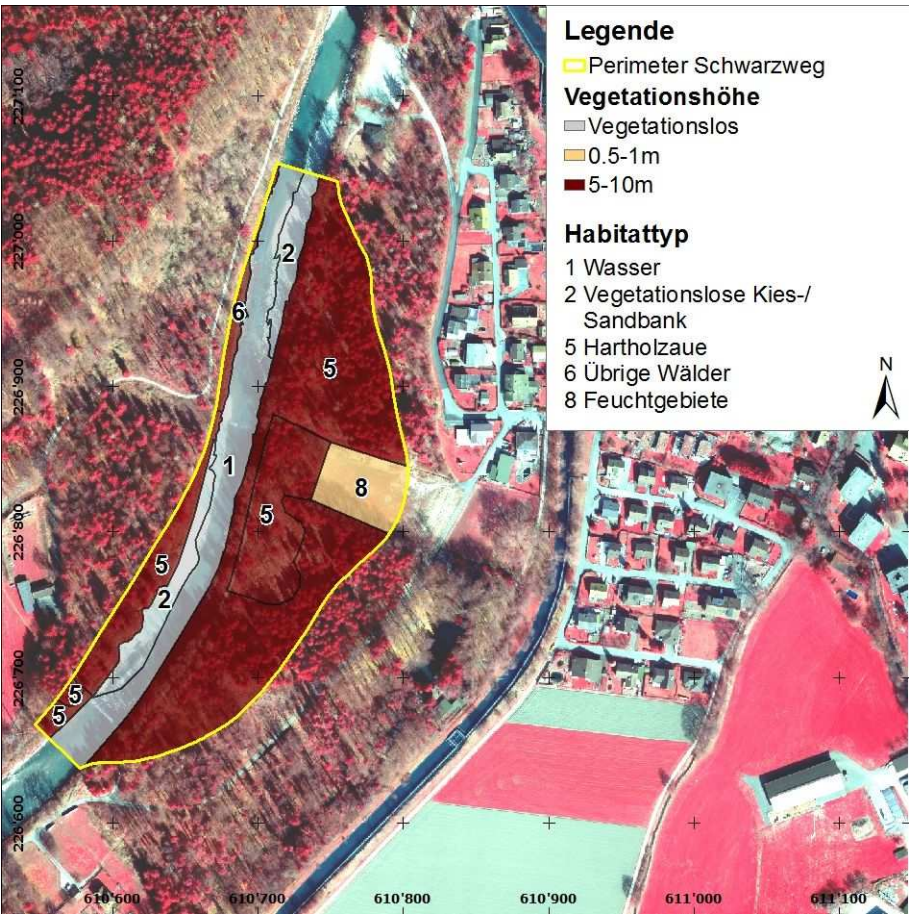


Abbildung 55 Vegetationshöhe der unterschiedlichen terrestrischen Habitate für die Untersuchungsstrecke Schwarzweg

Landschaftsstrukturmasse Schwarzweg

Die Landschaftsstrukturmasse wurden sowohl auf der Ebene der ganzen Untersuchungsstrecke (landscape level, siehe Tabelle 33) wie auch auf Ebene der codierten Flächen (class level, siehe Tabelle 34) berechnet.

MPS [ha]	MSI [-]	MNN [m]	Mean_Proximity
0.12	2.05	25.7	7.43

Tabelle 33 Landschaftsstrukturmasse auf Ebene der Untersuchungsstrecke

Habitat-code	Anzahl Einzel-flächen	MSI [-]	MPS [ha]	MNN [m]	Mean Proximity
aquatische Habitattypen					
Furt	4	1.51	0.04	22.65	1.42
Schnelle	3	1.44	0.02	26.95	0.42
Gleite	2	1.79	0.03	156.09	0
Lauf	7	1.58	0.03	3.80	23.88
Flach-wasser	8	1.88	0.01	14.84	5.32
Lateral-kolk	1	1.28	0.00	0.00	0
Hinter-wasser	1	1.27	0.00	0.00	0
Kiesbank	2	2.53	0.10	69.37	0
Felsgleite	1	2.22	0.01	0.00	0
terrestrische Habitattypen					
Kiesbank 200	2	7.15	0.08	68.69	0
Hartholz-aue 515	1	1.23	0.02	0.00	0
Hartholz-aue 525	2	2.09	1.57	23.19	29.19
Hartholz-aue 535	1	1.52	0.05	0.00	0
Übriger Wald 635	1	3.45	0.09	0.00	0
Feucht-gebiet 822	1	1.12	0.27	0.00	0

Tabelle 34 Landschaftstrukturmasse auf Ebene Habitattyp für die Untersuchungsstrecke Schwarzweg

10.4 Kurzdiskussion

Kartendarstellungen

Die Auswertungen für die Ausgangserhebung der beiden Untersuchungsstrecken Emmenschachen und Schwarzweg zeigen einen eher homogenen, strukturarmen Lebensraum. Bei den terrestrischen Habitaten dominiert die Hartholzaue, entsprechend sind hohe Bestände mit relativ hohem Deckungsgrad vorherrschend. Auch die feinere Aufteilung in Subtypen zeigt deutlich, wie vorherrschend die Hartholzaue ist. Allgemein ist die Vielfalt an verschiedenen Habitattypen gering, was auf eine eher bescheidene Artenvielfalt von Flora und Fauna schliessen lässt.

Landschaftsstrukturmasse

Die vier beschriebenen Indices (vgl. Tabelle 35) lassen für die Ausgangserhebung noch keine aussagekräftige Interpretation zu. Erst im Vergleich mit den Folgeaufnahmen werden konkrete Aussagen zur Habitatvielfalt und der räumlichen Anordnung der Habitattypen möglich.

Untersuchungsstrecke	Fläche	Form	Distanz	Eingebundenheit
	MPS [ha]	MSI [-]	MNN [m]	Mean Proximity
Emmenschachen	0.38	3.22	16.05	4.32
Schwarzweg	0.12	2.05	25.7	7.43

Tabelle 35 Landschaftsstrukturmasse für die beiden Untersuchungsstrecken Emmenschachen und Schwarzweg (landscape level)

Die ermittelten Werte unterstützen das Bild der Karten. Dies wird beispielsweise bei der mittleren Distanz zur nächstgelegenen Fläche desselben Habitattyps (MNN) erkennbar: kommt nur eine Fläche vor, hat dies einen Null-Wert zur Folge. Befinden sich die Flächen desselben Typs weiter als 50 m auseinander, liegen sie ausserhalb des Aktionsradius zur Berechnung des Mittleren Proximity-Index (MPI), was ebenfalls einen Null-Wert generiert.

11 Fotografische Dokumentation

11.1 Beschreibung

Handbuch
EAWAG
Definition

Nicht enthalten

Begründung

Geografisch eindeutig definierte fotografische Aufnahmen der Strukturen

Die Untersuchungsstrecken werden im Laufe der Zeit eine unterschiedliche Entwicklung erfahren. Die Erhebung der anderen Indikatoren wird eher wissenschaftlich geprägte Ergebnisse liefern. Sie sind daher weniger geeignet, den ökologischen Erfolg einer breiten Öffentlichkeit aufzuzeigen. Die fotografische Dokumentation wird die strukturelle Entwicklung aus Sicht des Betrachters festhalten.

11.2 Methode Erhebung und Auswertung

Zu erhebende
Daten
Vorgehen

Fotos der Untersuchungsstrecken während der Vegetationsperiode

Es wurden Fotostandorte ausgewählt, die sowohl im Ausgangszustand als auch in den Projektzuständen eine gute Sicht in die Untersuchungsstrecke garantieren (Details vgl. Anhang D).

Erhebungen für
den
Ausgangszustand

Untersuchungsstrecken	Erhebungszustand						
	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Niederwasser	Mittelwasser	Hochwasser
Emmenspitz	•	•			•		•
Emmenschachen	•	•			•		•
Schwarzweg	•	•			•		•
Papierfabrik	•	•			•		•
zusätzliche Standorte	•		•		•		•

Auswertung

Zusammenstellung der Fotos in einer Dokumentation

11.3 Resultate

Erhebung

In alle vier Untersuchungsstrecken wurden an 21 Fotostandorten Aufnahmen gemacht (siehe Abbildung 56, Abbildung 57, Abbildung 59 und Abbildung 61). Am 25.8.2014 wurde bei einem Restwasserabfluss von 2.3 m³/s fotografiert (71 Fotos). Diese Serie wurde am 27.11.2014 durch Aufnahmen an zusätzlichen 5 Fotostandorten ergänzt (41 Fotos) (siehe Abbildung 58, Abbildung 60 und Abbildung 62). Diese Aufnahmen erfolgten bei einem Abfluss von ca. 1.8 m³/s.

Die Aufnahmen zur Dokumentation des Hochwasseraspektes erfolgten am 5.5.2015 bei einem Abfluss zwischen 63 m³/s und 43 m³/s (150 Fotos).

Dokumentation

Eine ausführliche fotografische Dokumentation ist in Anhang D aufgeführt. Der gesamte Foto-Satz inklusive Bildspezifikation befindet sich auf der Daten-CD.

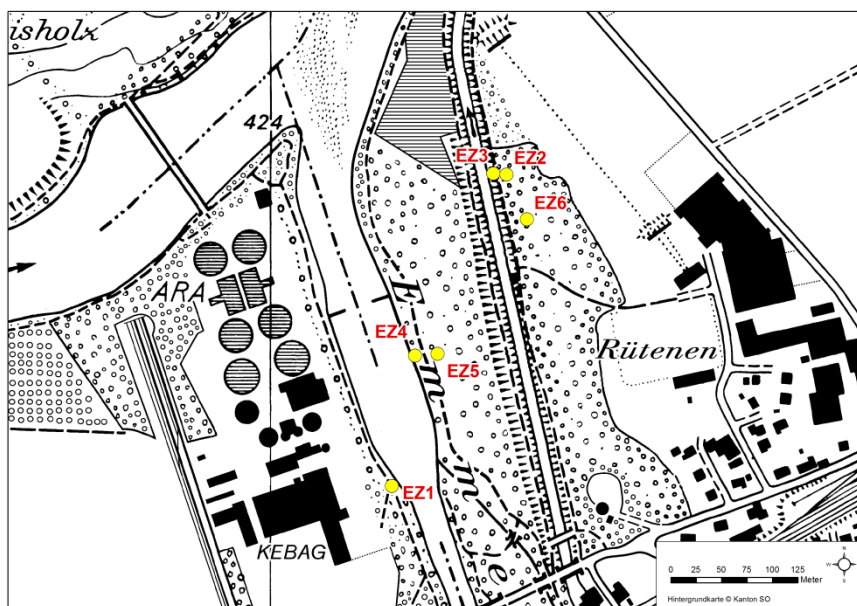


Abbildung 56 Fotostandorte in der Untersuchungsstrecke Emmenspitze (EZ)

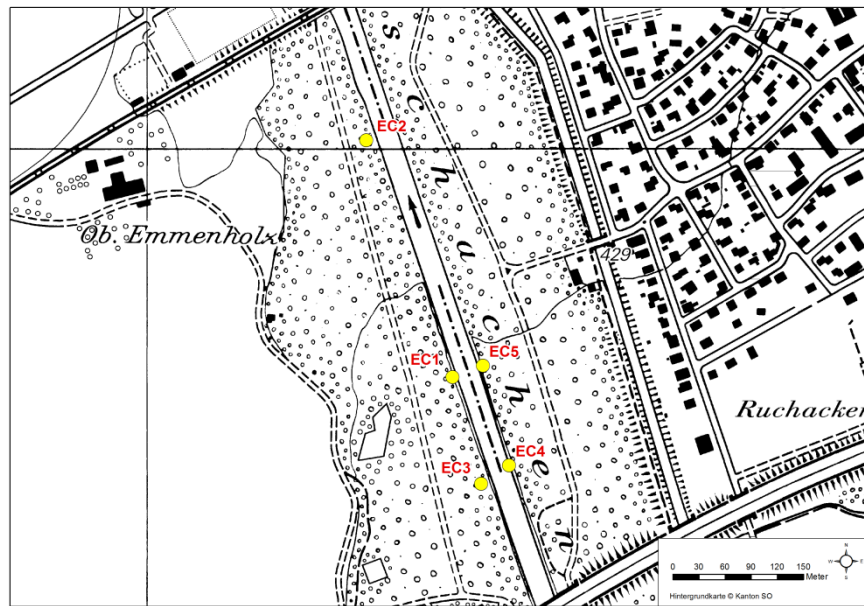


Abbildung 57 Fotostandorte in der Untersuchungsstrecke Emmenschachen (EC)

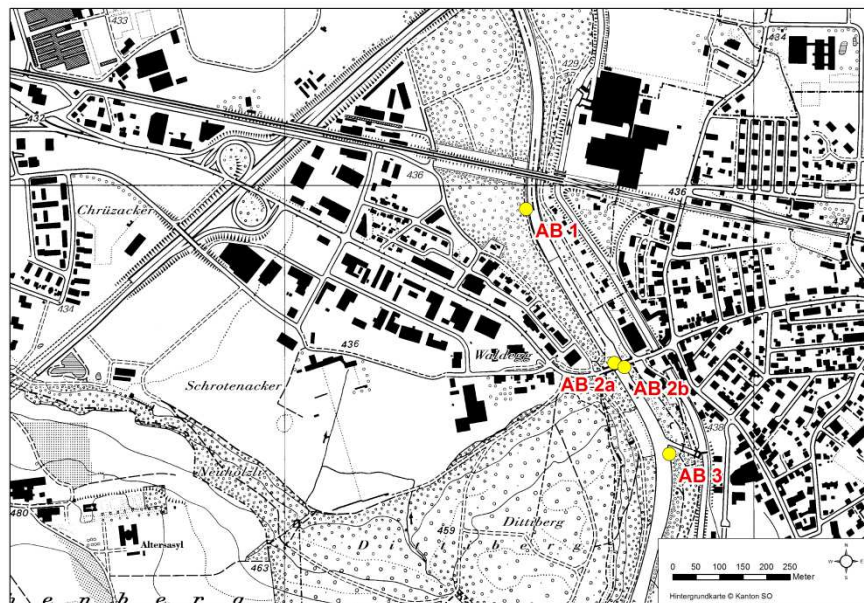


Abbildung 58 Zusätzliche Fotostandorte bei der Autobahnbrücke (AB)

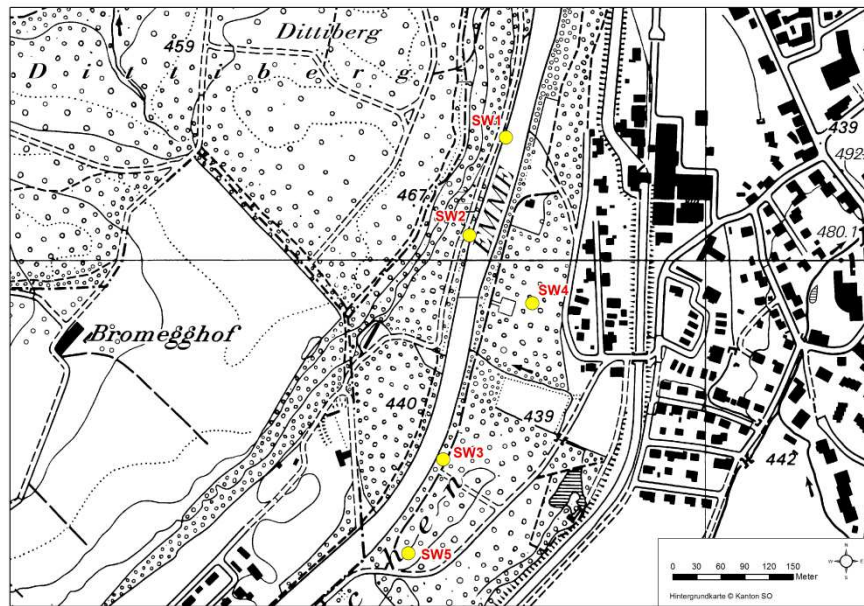


Abbildung 59 Fotostandorte in der Untersuchungsstrecke Schwarzweg (SW)

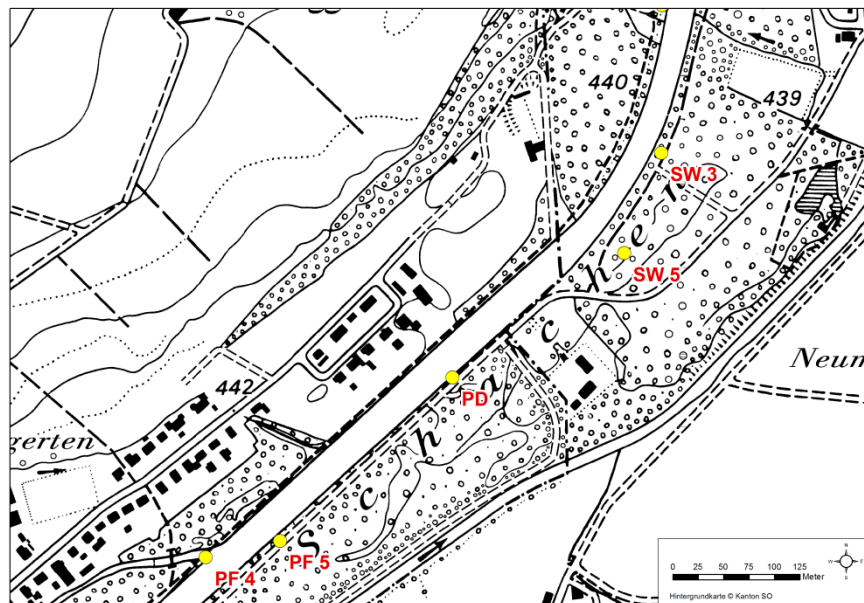


Abbildung 60 Zusätzlicher Fotostandort beim Pockenhaus Derendingen (PD)

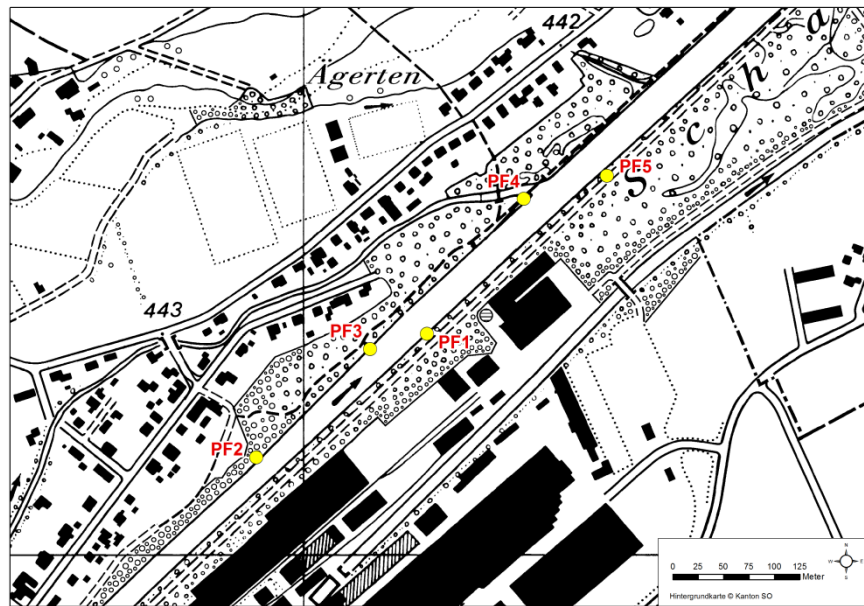


Abbildung 61 Fotostandorte in der Untersuchungsstrecke Papierfabrik (PF)

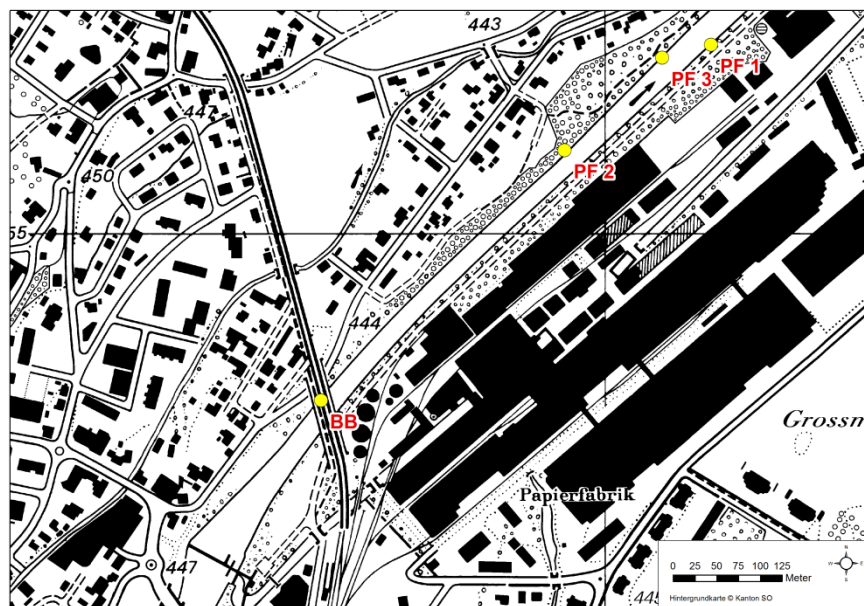


Abbildung 62 Zusätzlicher Fotostandort bei der Bahnbrücke (BB)

12 Auentypische Pflanzenarten

12.1 Beschreibung

Handbuch
EAWAG
Definition
Literatur

Steckbriefnr. 47, Vegetation: auentypische Pflanzenarten

Vorkommen, Häufigkeit und Deckungsgrad ausgewählter Zielarten

(Woolsey, S. et al., 2005)

12.2 Methode Erhebung und Auswertung

Zu erhebende
Daten

Anzahl Individuen bzw. deren besiedelte Fläche in den potenziellen Auenflächen. Als Zielarten wurden folgende auentypischen Pflanzenarten festgelegt:

- Silber-Weide (*Salix alba*)
- Lavendel-Weide (*Salix elaeagnos*)
- Rosmarin-Weidenröschen (*Epilobium dodonaei*)
- Sanddorn (*Hippophaë rhamnoides*)

Vorgehen

Die Erhebungen erfolgten in einer Feldkartierung (Begehung vom 03.09.2014).

Es wurden sämtliche Individuen der Zielarten aufgenommen. Zwei Altersstadien wurden unterschieden (Jungbäume/Sträucher und Bäume (> 5 m)).

Erhebungen für
den
Ausgangszustand

Untersuchungsstrecken	Erhebungszustand						
	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Niederwasser	Mittelwasser	Hochwasser
Emmenspitz		•					
Emmenschachen		•					
Rüti		•					
Schwarzweg		•					
Papierfabrik		•					

Auswertung

Da im Rahmen der Ausgangserhebung nur eine von vier Arten vorgefunden wurde, ist eine Standardisierung, welche der lokalen Häufigkeit Rechnung trägt, nicht aussagekräftig. Auf eine Auswertung gemäss (Woolsey, S. et al., 2005). wurde daher für die Ausgangserhebung verzichtet.

Die Anzahl Individuen pro Zielart wurde tabellarisch aufgelistet.

12.3 Resultate

In allen Untersuchungsstrecken kommt von den vier Zielarten lediglich die Silber-Weide *Salix alba* vor.

12.3.1 Emmenspitz

auentypische Pflanzenarten	Anzahl Individuen	
	Bäume	Sträucher/Jungbäume
<i>Salix alba</i>	0	5
<i>Salix elaeagnos</i>	0	0
<i>Epilobium dodonaei</i>	0	0
<i>Hippophaë rhamnoides</i>	0	0

Tabelle 36 Auentypische Pflanzenarten für die Untersuchungsstrecke Emmenspitz

12.3.2 Emmenschachen

auentypische Pflanzenarten	Anzahl Individuen	
	Bäume	Sträucher/Jungbäume
<i>Salix alba</i>	12	29
<i>Salix elaeagnos</i>	0	0
<i>Epilobium dodonaei</i>	0	0
<i>Hippophaë rhamnoides</i>	0	0

Tabelle 37 Auentypische Pflanzenarten für die Untersuchungsstrecke Emmenschachen

12.3.3 Rüti

auentypische Pflanzenarten	Anzahl Individuen	
	Bäume	Sträucher/Jungbäume
<i>Salix alba</i>	0	2
<i>Salix elaeagnos</i>	0	0
<i>Epilobium dodonaei</i>	0	0
<i>Hippophaë rhamnoides</i>	0	0

Tabelle 38 Auentypische Pflanzenarten für die Untersuchungsstrecke Rüti

12.3.4 Schwarzweg

auentypische Pflanzenarten	Anzahl Individuen	
	Bäume	Sträucher/Jungbäume
<i>Salix alba</i>	1	8
<i>Salix elaeagnos</i>	0	0
<i>Epilobium dodonaei</i>	0	0
<i>Hippophaë rhamnoides</i>	0	0

Tabelle 39 Auentypische Pflanzenarten für die Untersuchungsstrecke Schwarzweg

12.3.5 Papierfabrik

auentypische Pflanzenarten	Anzahl Individuen	
	Bäume	Sträucher/Jungbäume
<i>Salix alba</i>	0	2
<i>Salix elaeagnos</i>	0	0
<i>Epilobium dodonaei</i>	0	0
<i>Hippophaë rhamnoides</i>	0	0

Tabelle 40 Auentypische Pflanzenarten für die Untersuchungsstrecke Papierfabrik

12.4 Kurzdiskussion

Erwartungsgemäss kommen die typischen Pionier- bzw. Ruderalpflanzen in den untersuchten Strecken nur beschränkt und in sehr geringer Zahl oder überhaupt (noch) nicht vor. Sie beanspruchen Habitate, welche sich durch die Revitalisierung erst noch einstellen sollten. Als einzige der ausgewählten auentypischen Pflanzenarten konnte die Silber-Weide *Salix alba* kartiert werden.

Im Vergleich mit späteren Erhebungen wird sich zeigen, wie weit die zu erwartenden Prozesse Erosion, Umlagerung und Überschwemmung eine charakteristische Pionier- und Ruderalflora fördern können.

13 Bestandserhebung Fische

13.1 Beschrieb

Handbuch
EAWAG
Definition

Nicht enthalten

Begründung

Quantitative Erhebung des Fischbestandes

Die Förderung aquatischer Strukturen ist gemäss Leitbild eines der wichtigsten Entwicklungsziele. Davon sollen in erster Linie die Fische profitieren.

Bemerkung

Die Erhebungen fanden 2010 statt. Die Ergebnisse wurden in einem separaten Bericht aufbereitet (siehe Anhang B).

13.2 Methode Erhebung und Auswertung

Zu erhebende
Daten
Vorgehen

Art, Anzahl, Gewicht und Länge der gefangenen Fische

Der Untersuchungsperimeter umfasste zwei Strecken. Die Strecke Derendingen liegt oberhalb der Emmebrücke bei Derendingen. Die Strecke Luterbach liegt oberhalb der Autobahnbrücke zwischen Derendingen und Luterbach. Die Strecken wurden in zwei Durchgängen elektrisch befischt – mit einer Absperrung am oberen Ende der Befischungsstrecke.

Erhebungen für
den
Ausgangszustand

Untersuchungsstrecken	Erhebungszustand						
	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Niedrigwasser	Mittelwasser	Hochwasser
Emmenschachen			•			•	
Rüti			•			•	

Auswertung

Artenzusammensetzung, Längen-Häufigkeitsverteilung, Dichte und Biomasse. Vergleich der Projektzustände mit dem Ausgangszustand.

13.3 Resultate

Es wurden 7 Arten gefangen, die – mit Ausnahme der Regenbogenforelle – standorttypisch sind. Es fehlen aber weitere typische Arten wie die Äsche und der Gründling. Beide Arten kommen oberhalb des Wehrs Biberist vor. Auffällig ist zudem der geringe Anteil der Bachforellen an der Gesamtdichte.

Die Artenzahl und die Fischdichte, insbesondere aber die Biomasse waren in der strukturierten Strecke bei Derendingen deutlich grösser als in der monotonen Strecke bei Luterbach.

Details finden sich in Anhang B.

13.4 Kurzdiskussion

Die gesamte Restwasserstrecke zeichnet sich primär durch monotone Abschnitte aus, wie sie durch die Untersuchungsstrecke bei Luterbach repräsentiert werden. Strukturierte Abschnitte wie bei Derendingen sind selten. Die mittlere Dichte bzw. Biomasse über die gesamte Restwasserstrecke dürfte deshalb auf einem vergleichbar tiefen Niveau liegen, wie in der Untersuchungsstrecke bei Luterbach.

14 Vorkommen Amphibien

14.1 Beschrieb

Handbuch
EAWAG
Definition

Nicht enthalten

Vorkommen und Häufigkeit verschiedener Amphibienarten

Begründung

Die Förderung aquatischer Strukturen ist gemäss Leitbild eines der wichtigsten Entwicklungsziele. Davon sollen auch die Pionierarten unter den Amphibien profitieren.

Im Jahr 2012 erfolgte eine Bestandserhebung im Emmenspitz und im Emmenschachen. Die folgenden Ausführungen fassen die wichtigsten Erkenntnisse aus dieser Bestandserhebung zusammen (ganzer Bericht siehe Anhang E).

14.2 Methode Erhebung und Auswertung

Zu erhebende
Daten

Abundanz der verschiedenen Amphibienarten, gesondert nach Adultiere, Larven und Laich (Laichballen und Laichschnüre).

Zwei Tagbegehungen (14.03 und 27.03.2012) zur visuellen Erfassung von potentiellen Amphibiengewässern sowie Erfassung von Grasfrosch- und Erdkrötenlaich. Zwei Nachtbegehungen (05.04 und 17.06.2012) zur visuellen und akustischen Erfassung von Amphibien.

Während drei Nächten (13.04. bis 20.04.2012) wurden Molchfallen in den Gewässern platziert. Die gefangenen Tiere wurden jeden Morgen registriert und anschliessend wieder freigelassen.

Grünfrösche (*Pelophylax sp.*) können aus Distanz nur bestimmt werden, wenn sie deutlich rufen. Daher war es nicht immer auszumachen, ob es sich bei den Grünfröschen vor Ort um Seefrösche (*Pelophylax ridibundus*) oder andere Grünfroscharten (*Pelophylax sp.*) handelte. Nicht sicher bestimmbare Grünfrösche wurden daher der Kategorie „Grünfrosch unbestimmt (*Pelophylax sp.*)“ zugeordnet.

Untersuchungs-
strecken

Es wurden drei Gewässer mit Amphibienpotential untersucht: ein grossflächiger Altlauf, ein nur wenig Wasser führender Bach und ein Kleinweiher (vgl. Abbildung 1).

Zwei der drei Gewässer (Bach und Kleinweiher) liegen ausserhalb der Untersuchungstrecken für die Erfolgskontrolle. Die Amphibien in diesen Gewässern wurden dennoch untersucht, da sich die betroffenen Lebensräume durch projektierte Massnahmen verändern werden.

Erhebungen für
den
Ausgangszustand

Untersuchungsgewässer Amphibien	Erhebungszustand						
	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Niederwasser	Mittelwasser	Hochwasser
Altlauf	•						
Bach	•						
Kleinweiher	•						

Auswertung

Vergleich der Projektzustände mit dem Ausgangszustand

14.3 Resultate

Im Gebiet wurden 5 Amphibienarten nachgewiesen (siehe Tabelle 41 und Abbildung 63).

Untersuchungsgewässer	Abundanz Amphibienarten					
	Fadenmolch <i>Lissotriton helveticus</i>	Bergmolch <i>Ichthyosaura alpestris</i>	Erdkröte <i>Bufo bufo</i>	Grasfrosch <i>Rana temporaria</i>	Seefrosch <i>Pelophylax ridibundus</i>	Grünfrosch unbestimmt <i>Pelophylax sp.</i>
Altlauf			2 Ad 1 L	1 Ad 50 Lv 110 L	2 Ad	6 Ad
Bach				1 L		
Kleinweiher	24 Ad	3 Ad	1 Ad 50 Lv	3 Ad 60 Lv 7 L		2 Ad

Tabelle 41 Abundanz der Amphibien nach Gewässer. Aufgeführt ist jeweils die grösste Anzahl auf einer Begehung festgestellter Adulttiere (Ad), Larven (Lv) und Laich (L). Verändert nach Anhang E.

Der Grasfrosch hat sich in allen drei untersuchten Gewässern fortgepflanzt, jedoch nur im Altlauf mit über 100 Laichballen in grösserer Zahl.

Einen sicheren Nachweis des nicht einheimischen Seefroschs wurde im Altlauf gemacht. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass es sich bei den weiteren Grünfröschen im Altarm und im Kleinweiher um Seefrösche handelt.

Einzelne Erdkröten haben sich in den Gewässern Altlauf und Kleinweiher fortgepflanzt.

Molche konnten nur im Kleinweiher nachgewiesen werden. Der autotypische Fadenmolch (Rote Liste: Verletzlich) in deutlich höherer Dichte als der Bergmolch.

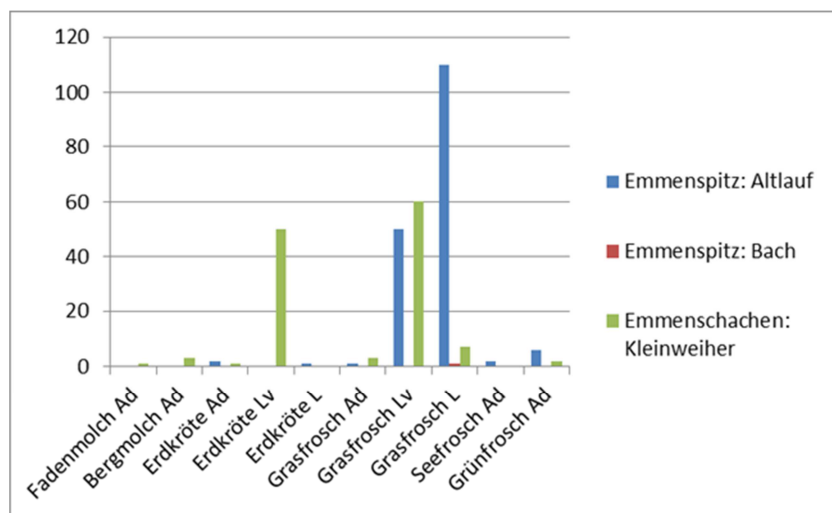


Abbildung 63 Abundanz Amphibien, Adulttiere (Ad), Larven (Lv) und Laich (L). Verändert nach Anhang E.

14.4 Kurzdiskussion

Datenlage

Die Gewässer waren zum Teil schlecht zugänglich und stark bewachsene Ufer erschwerten die Aufnahme. Daher ist nicht auszuschliessen, dass Einzeltiere oder Molche im Altarm übersehen wurden. Dass eine zusätzlich vorkommende Art übersehen worden wäre, ist aber unwahrscheinlich.

Alle drei untersuchten Gewässer wiesen Fischbesatz auf. Das Vorkommen von Fischen in Laichgewässern kann den Fortpflanzungserfolg von Amphibien beträchtlich reduzieren.

Altlauf

Trotz strukturreichem Landlebensraum ist der Altarm auffallend schlecht durch Amphibien besiedelt. Der grosse Prädationsdruck wird sicher ein Hauptgrund für die extrem tiefe Amphibiendichte sein. Weitere Gründe könnten die starke Beschattung oder die Isolation des Vorkommens sein.

Bach

Das Bächlein führt nur sehr wenig Wasser und entwässert in die Emme. Es ist dadurch für Fische besiedelbar. Die Gründe, weshalb ausser einem Grasfrosch-Laichfund keine Amphibiennachweise gelangen, sind nicht bekannt.

Kleinweiher

Der Kleinweiher ist mit 5 nachgewiesenen Arten für Amphibien zu diesem Zeitpunkt der geeignetste Lebensraum. Der starke Fischdruck verhindert wohl aber auch hier hohe Individuendichten im ansonsten für Amphibien attraktiven Gewässer.

*Empfehlung und
Ausblick*

Innerhalb des Untersuchungsperimeters sind entsprechende amphibienrelevante Massnahmen vorgesehen, insbesondere die Schaffung von Stillgewässern (Massnahmen M33, M35). Weitere Stillgewässer sind im Bereich Schwarzweg (M13) geplant. Die gemäss Erfolgskontrollenkonzept vorgesehenen Projektzustandserhebungen werden Hinweise liefern, wie weit diese Massnahmen die Amphibien fördern und deren Lebensraum aufwerten. Dazu wäre es sinnvoll, den Untersuchungsperimeter auf besagten Bereich Schwarzweg zu erweitern.

15 Gesamtdiskussion

Vergleichbarkeit

Um die Ergebnisse der erhobenen Indikatoren für eine Untersuchungsstrecke vergleichbar zu machen, müssen sie auf einen Wert zwischen 0 und 1 standardisiert werden.

Keine Gesamtbewertung

Für folgende Indikatoren lassen sich nur auf Basis eines Vorher-nachher-Vergleichs standardisierte Werte, respektive Bewertungen generieren. Daher erscheinen die Ergebnisse aus der Ausgangserhebung dieser Indikatoren nicht in der numerischen Gesamtbewertung.

- Wassertemperatur
- Landschaftsstrukturmasse
- Fotografische Dokumentation
- Auentypische Pflanzenarten
- Bestandserhebung Fische
- Vorkommen Amphibien

Gesamtbewertung

Abbildung 64 zeigt die standardisierten Ergebnisse aus der Ausgangserhebung für die Untersuchungsstrecken Emmenschachen, Schwarzweg und Papierfabrik. Es werden nur jene Untersuchungsstrecken abgebildet, für die standardisierte Bewertungen vorliegen.

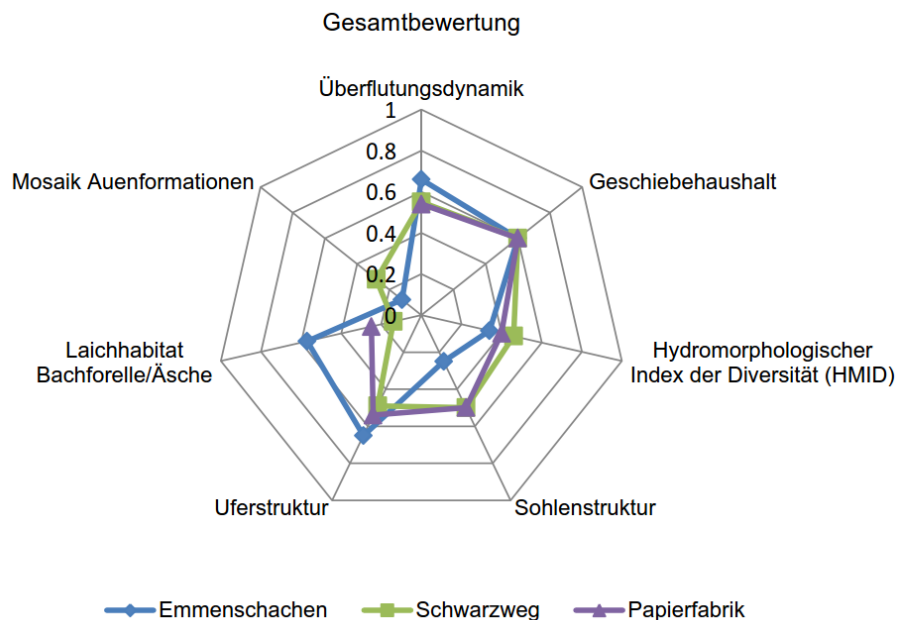


Abbildung 64 Gesamtbewertung für die Untersuchungsstrecken Emmenschachen, Schwarzweg und Papierfabrik

<i>Emmenschachen</i>	Die Bewertung für die Untersuchungsstrecke Emmenschachen liegt im Durchschnitt bei 0.46. Wobei vier Indikatoren über 0.5, und drei unter 0.5 liegen.
<i>Schwarzweg</i>	Die Bewertung für die Untersuchungsstrecke Schwarzweg liegt im Durchschnitt bei 0.43. Wobei zwei Indikatoren über 0.5, vier unter 0.5 und einer bei genau 0.5 liegen.
<i>Papierfabrik</i>	Die Bewertung für die Untersuchungsstrecke Papierfabrik liegt im Durchschnitt bei 0.47. Wobei drei Indikatoren über 0.5, zwei unter 0.5 und einer bei genau 0.5 liegen.
<i>Synthese</i>	Gesamthaft betrachtet lassen die Ergebnisse aus der Ausgangserhebung den Schluss zu, dass es sich bei der Emme zwischen dem Wehr Biberist und der Mündung in der Aare um ein weder besonders stark noch besonders schwach beeinträchtigtes Gewässer handelt. Insbesondere bei den terrestrischen Lebensräumen bestehen aber erhebliche Defizite. Für alle untersuchten Indikatoren besteht das Potential, durch die Realisation entsprechender Massnahmen im Rahmen des Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojektes Emme, Wehr Biberist bis Aare, höhere Bewertungen zu erzielen.

Bern, 28.08.2015

IC Infraconsult AG
Fischwerk
Hunziker Zarn und Partner AG
Impuls AG

Nicole Schiltknecht
Werner Dönni
Roni Hunziker
Myrta Montani
Simona Stoll
Andrea Stocker
Lena Spallinger
Vincent Haebler
Matthias Pfäffli
Niklaus Reusser
Nadine Trierweiler

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Die Tabelle zeigt für die Ausgangserhebung in welchen Untersuchungsstrecken, welche Indikatoren zu welchen Erhebungszeitpunkten erhoben wurden	15
Tabelle 2	Die Tabelle zeigt, auf welche gemeinsame Datenbasis sich die Auswertungen gewisser Indikatoren stützen.....	15
Tabelle 3	Standardisierte Werte für den Indikator Überflutungsdynamik bei Q1 (130 m ³ /s)	23
Tabelle 4	Benetzte Breite für verschiedene Abflüsse (1.8 m ³ /s, 2.3 m ³ /s und 6.3 m ³ /s sind Restwassermengen; 21.8 m ³ /s entsprechen dem Q _m im Jahr 2013 und 130 m ³ /s dem Q1 der Station Emme Wiler)	24
Tabelle 5:	Bewertungsklassen der Projektstrecke	28
Tabelle 6	Bewertung der Natürlichkeit der Wassertemperatur für das Jahr 2014 anhand des Jahresgangs der Tagesmittelwerte gemäss MSK Temperatur (Dübendorfer, C. et al., 2011)	32
Tabelle 7	HMID-Werte der Untersuchungsstrecke Emmenschachen für zwei Restwasserabflüsse und den mittleren Jahresabfluss.....	43
Tabelle 8	HMID-Werte für die Untersuchungsstrecke Schwarzweg für zwei Restwasserabflüsse und den mittleren Jahresabfluss.....	44
Tabelle 9	HMID-Werte für die Untersuchungsstrecke Papierweg für zwei Restwasserabflüsse und den mittleren Jahresabfluss	44
Tabelle 10	Mesohabitate bzw. Sohlenstrukturen in der Untersuchungsstrecke Emmenschachen.....	49
Tabelle 11	Mesohabitate bzw. Sohlenstrukturen in der Untersuchungsstrecke Schwarzweg	52
Tabelle 12	Mesohabitate bzw. Sohlenstrukturen in der Untersuchungsstrecke Papierfabrik	55
Tabelle 13	Bewertungsklassen und Zuordnung der standardisierten Werte nach (Woolsey, S. et al., 2005) für die untersuchten Strecken	59
Tabelle 14	Uferstrukturtypen in der Untersuchungsstrecke Emmenschachen bei minimalem Restwasser am 25.11.2014.	62
Tabelle 15	Uferstrukturtypen in der Untersuchungsstrecke Emmenschachen bei mittlerem Restwasser am 6.3.2015.	63
Tabelle 16	Uferstrukturtypen in der Untersuchungsstrecke Schwarzweg bei minimalem Restwasser am 25.11.2014	65

Tabelle 17	Uferstrukturtypen in der Untersuchungsstrecke Schwarzweg bei mittlerem Restwasser am 6.3.2015	66
Tabelle 18	Uferstrukturtypen in der Untersuchungsstrecke Papierfabrik bei minimalem Restwasser am 19.6.2014	68
Tabelle 19	Uferstrukturtypen in der Untersuchungsstrecke Papierfabrik bei mittlerem Restwasser am 6.3.2015	69
Tabelle 20	Standardisierte Bewertung der Untersuchungsstrecken A = Standardisierter Wert RW = minimalere Restwasserabfluss MW = mittlerer Restwasserabfluss	72
Tabelle 21	Abflussspezifische Bewertung des Habitatangebotes in den Untersuchungsstrecken hinsichtlich der Ansprüche der Bachforelle und der Äsche	82
Tabelle 22	Shannon Index und Shannon Evenness für die Untersuchungsstrecke Emmenschachen.....	85
Tabelle 23	Auenformationen in der Untersuchungsstrecke Emmenschachen. Anteile der verschiedenen Haupttypen an der Gesamtfläche. Mit 'Anzahl' sind die Anzahl der einzelnen Teilflächen pro Haupttyp innerhalb des Perimeters gemeint.	87
Tabelle 24	Anteil der Pionierformationen an der Gesamtfläche für die Untersuchungsstrecke Emmenschachen.....	88
Tabelle 25:	Shannon Index und Shannon Evenness für die Untersuchungsstrecke Schwarzweg	88
Tabelle 26	Auenformationen in der Untersuchungsstrecke Schwarzweg. Anteile der verschiedenen Haupttypen an der Gesamtfläche. Mit 'Anzahl' sind die Anzahl der einzelnen Teilflächen pro Haupttyp innerhalb des Perimeters gemeint.	90
Tabelle 27:	Standardisierte Werte für die Untersuchungsstrecken Emmenschachen und Schwarzweg	92
Tabelle 28	Abstufungen für terrestrische Habitattypen, Deckungsgrad und Vegetationshöhe Lesebeispiel: Ein Feuchtgebiet mit einem Deckungsgrad von 80-100 % und einer Vegetationshöhe von 0.5-1 m erhält den Habitatcode 832.	94
Tabelle 29	Codierung der aquatischen Mesohabitate	95
Tabelle 30	Definition der Landschaftsstrukturmasse, die für die Untersuchungsstrecken Emmenschachen und Schwarzweg zu Anwendung kommen.	96

Tabelle 31	Landschaftsstrukturmasse auf Ebene der Untersuchungsstrecke.....	99
Tabelle 32	Landschaftsstrukturmasse auf Ebene Habitattyp für die Untersuchungsstrecke Emmenschachen.....	100
Tabelle 33	Landschaftsstrukturmasse auf Ebene der Untersuchungsstrecke.....	103
Tabelle 34	Landschaftsstrukturmasse auf Ebene Habitattyp für die Untersuchungsstrecke Schwarzweg	104
Tabelle 35	Landschaftsstrukturmasse für die beiden Untersuchungsstrecken Emmenschachen und Schwarzweg (landscape level)	105
Tabelle 36	Auentypische Pflanzenarten für die Untersuchungsstrecke Emmenspitz	112
Tabelle 37	Auentypische Pflanzenarten für die Untersuchungsstrecke Emmenschachen.....	113
Tabelle 38	Auentypische Pflanzenarten für die Untersuchungsstrecke Rüti	113
Tabelle 39	Auentypische Pflanzenarten für die Untersuchungsstrecke Schwarzweg	114
Tabelle 40	Auentypische Pflanzenarten für die Untersuchungsstrecke Papierfabrik	114
Tabelle 41	Abundanz der Amphibien nach Gewässer. Aufgeführt ist jeweils die grösste Anzahl auf einer Begehung festgestellter Adulttiere (Ad), Larven (Lv) und Laich (L).Verändert nach Anhang E.....	118

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Lage der Untersuchungsstrecken für die Ausgangserhebung	13
Abbildung 2	Untersuchungsstrecke Emmenschachen: Vermessungen (blaue Punkte = Querprofile, rote Punkte = lokale Strukturen)	19
Abbildung 3	Untersuchungsstrecke Emmenschachen: Querprofile mit Sohle und Wasserspiegel bei einem Abfluss von 130 m ³ /s (Q1) Links GEWISS-Km 0.806, rechts GEWISS-Km 1.006	19
Abbildung 4	Untersuchungsstrecke Emmenschachen: Fliesstiefe (m) bei einem Abfluss von 130 m ³ /s (Q1).....	20
Abbildung 5	Untersuchungsstrecke Schwarzweg: Vermessungen (blaue Punkte = Querprofile, rote Punkte = lokale Strukturen)	20
Abbildung 6	Untersuchungsstrecke Schwarzweg: Querprofile mit Sohle und Wasserspiegel bei einem Abfluss von 130 m ³ /s (Q1) Links GEWISS-Km 2.996, rechts GEWISS-Km 3.196	21
Abbildung 7	Untersuchungsstrecke Schwarzweg: Fliesstiefe (m) bei einem Abfluss von 130 m ³ /s (Q1).....	21
Abbildung 8	Untersuchungsstrecke Papierfabrik: Vermessungen (blaue Punkte = Querprofile, rote Punkte = lokale Strukturen) Die Rampe wurde nicht vermessen	22
Abbildung 9	Untersuchungsstrecke Papierfabrik: Querprofile mit Sohle und Wasserspiegel bei einem Abfluss von 130 m ³ /s (Q1) Links GEWISS-Km 3.786, rechts GEWISS-Km 3.987.....	22
Abbildung 10	Untersuchungsstrecke Papierfabrik: Fliesstiefe (m) bei einem Abfluss von 130 m ³ /s (Q1).....	23
Abbildung 11	Mittlere jährliche Geschiebefrachten in der Periode 1982-2004 und in Zukunft (Extrapolation) bei gleich bleibender Geschiebezufuhr ..	27
Abbildung 12	Wassertemperaturen (Tagesmittelwerte) an den drei Messstellen im Jahr 2014.....	31
Abbildung 13	Aufnahmen von verschiedenen Untersuchungsabschnitten in (Gostner, W., Schleiss, A., 2011) mit HMID-Werten (blau): Bünz (oben): (1) durch Jahrhunderthochwasser 1999 geformtes pendelndes System, (2) naturbelassen pendelnd, (3) kanalisiert, (4) revitalisiert. Venoge (Mitte): (1) naturbelassen geradlinig, (2) kanalisiert, (3) kanalisiert, (4) naturbelassen mäandrierend. Sense (unten): (1) naturbelassen verzweigt, (2)	

naturbelassen in einer Schlucht pendelnd, (3) naturbelassen verzweigt, geringfügig verbaut, (4) rechtsufrig verbaut, linksufrig naturbelassen, (5) kanalisiert. 34

Abbildung 14 Untersuchungsstrecke Emmenschachen: Vermessungen (blaue Punkte = Querprofile, rote Punkte = lokale Strukturen) 36

Abbildung 15 Fotos der Untersuchungsstrecke Emmenschachen Links: gegen die Fliessrichtung, Rechts: in Fliessrichtung..... 36

Abbildung 16 Untersuchungsstrecke Emmenschachen: Sohlhöhen (m.ü.M.) 37

Abbildung 17 Untersuchungsstrecke Emmenschachen: Fliesstiefe (m) bei einem Abfluss von $6.2 \text{ m}^3/\text{s}$ 37

Abbildung 18 Untersuchungsstrecke Emmenschachen: Fließgeschwindigkeit (m/s) bei einem Abfluss von $6.2 \text{ m}^3/\text{s}$ 38

Abbildung 19 Untersuchungsstrecke Schwarzweg: Vermessungen (blaue Punkte = Querprofile, rote Punkte = lokale Strukturen) 38

Abbildung 20 Fotos der Untersuchungsstrecke Schwarzweg Links: Blick in Fliessrichtung auf die Schwelle, Rechts: im Hintergrund die Schwelle, Blick gegen die Fliessrichtung 39

Abbildung 21 Untersuchungsstrecke Schwarzweg: Sohlhöhen (m.ü.M.) 39

Abbildung 22 Untersuchungsstrecke Schwarzweg: Fliesstiefe (m) bei einem Abfluss von $6.2 \text{ m}^3/\text{s}$ 40

Abbildung 23 Untersuchungsstrecke Schwarzweg: Fließgeschwindigkeit (m/s) bei einem Abfluss von $6.2 \text{ m}^3/\text{s}$ 40

Abbildung 24 Untersuchungsstrecke Papierfabrik: Vermessung (blaue Punkte = Querprofile, rote Punkte = lokale Strukturen) Die Rampe wurde nicht vermessen 41

Abbildung 25 Fotos der Untersuchungsstrecke Papierfabrik Links: oberhalb der Rampe, Blick gegen die Fliessrichtung Rechts: unterhalb der Rampe, Blick in Fliessrichtung 41

Abbildung 26 Untersuchungsstrecke Papierfabrik: Sohlhöhe (m.ü.M.) ... 42

Abbildung 27 Untersuchungsstrecke Papierfabrik: Fliesstiefe (m) bei einem Abfluss von $6.2 \text{ m}^3/\text{s}$ 42

Abbildung 28 Untersuchungsstrecke Papierfabrik: Fließgeschwindigkeit (m/s) bei einem Abfluss von $6.2 \text{ m}^3/\text{s}$ 43

Abbildung 29 Den Mesohabitaten zugewiesene Schwellenwerte (verändert nach (Wyrick, J. R., Senter, A. E., Pasternack, G. B., 2014)) 47

Abbildung 30	Verteilung der Mesohabitate in der Untersuchungsstrecke Emmenschachen am 4.12.2014 (Abfluss 1.8 m ³ /s) und am 6.3.2015 (Abfluss 8.7 m ³ /s). Orthofoto vom Frühling 2011	50
Abbildung 31	Häufigkeit der Sohlenstrukturen in der Untersuchungsstrecke Emmenschachen und Zuordnung der standardisierten Werte (0 = naturfern, 1 = naturnah, Details vgl. Tabelle 13)	51
Abbildung 32	Verteilung der Mesohabitate in der Untersuchungsstrecke Schwarzweg am 4.12.2014 (Abfluss 1.8 m ³ /s) und am 6.3.2015 (Abfluss 8.5 m ³ /s). Orthofoto vom Frühling 2011	53
Abbildung 33	Häufigkeit der Sohlenstrukturen in der Untersuchungsstrecke Schwarzweg und Zuordnung der standardisierten Werte (0 = naturfern, 1 = naturnah, Details vgl. Tabelle 13)	54
Abbildung 34	Verteilung der Mesohabitate in der Untersuchungsstrecke Papierfabrik am 19.6.2014 (Abfluss 1.8 m ³ /s) und am 6.3.2015 (Abfluss 6.9 m ³ /s). Orthofoto vom Frühling 2011	56
Abbildung 35	Häufigkeit der Sohlenstrukturen in der Untersuchungsstrecke Papierfabrik und Zuordnung der standardisierten Werte (0 = naturfern, 1 = naturnah, Details vgl. Tabelle 13)	57
Abbildung 36	Verteilung der Uferstrukturtypen in der Untersuchungsstrecke Emmenschachen Lage der Uferlinie am 25.11.2014 bei minimalem (innere Linien) und am 6.3.2015 bei mittlerem Restwasserabfluss (äussere Linien)	64
Abbildung 37	Verteilung der Uferstrukturtypen in der Untersuchungsstrecke Schwarzweg Lage der Uferlinie am 25.11.2014 bei minimalem (innere Linien) und am 6.3.2015 bei mittlerem Restwasserabfluss (äussere Linien)	67
Abbildung 38	Verteilung der Uferstrukturtypen in der Untersuchungsstrecke Papierfabrik Lage der Uferlinie am 19.6.2014 bei minimalem (innere Linien) und am 6.3.2015 bei mittlerem Restwasserabfluss (äussere Linien)	70
Abbildung 39	Eignung des Substrates, der Fliessgeschwindigkeit, der Wassertiefe sowie die Gesamteignung in der Untersuchungsstrecke Emmenschachen für die Bachforelle	75
Abbildung 40	Eignung des Substrates, der Fliessgeschwindigkeit, der Wassertiefe sowie die Gesamteignung in der Untersuchungsstrecke Emmenschachen für die Äsche	76

Abbildung 41	Eignung des Substrates, der Fliessgeschwindigkeit, der Wassertiefe sowie die Gesamteignung in der Untersuchungsstrecke Schwarzweg für die Bachforelle	77
Abbildung 42	Eignung des Substrates, der Fliessgeschwindigkeit, der Wassertiefe sowie die Gesamteignung in der Untersuchungsstrecke Schwarzweg für die Äsche	78
Abbildung 43	Eignung des Substrates, der Fliessgeschwindigkeit, der Wassertiefe sowie die Gesamteignung in der Untersuchungsstrecke Papierfabrik für die Bachforelle. Die Lücke entspricht dem Bereich der Blockrampe. Sie konnte nicht ausreichend genau modelliert werden.	79
Abbildung 44	Eignung des Substrates, der Fliessgeschwindigkeit, der Wassertiefe sowie die Gesamteignung in der Untersuchungsstrecke Papierfabrik für die Äsche. Die Lücke entspricht dem Bereich der Blockrampe. Sie konnte nicht ausreichend genau modelliert werden.	80
Abbildung 45	Abflussabhängige Veränderung der als potenzielles Laichhabitat für die Bachforelle und die Äsche unterschiedlich geeigneten Flächen der drei Untersuchungsstrecken. Dargestellt ist die Gesamteignung als Prozentsatz der gesamten modellierten Fläche (entspricht weitgehend der gesamten Gerinnesohlenfläche, inkl. der trockenen Kiesbänke; Emmenschachen: 11 078 m ² ; Papierfabrik: 8 046 m ² ; Schwarzweg: 8 815 m ²).	81
Abbildung 46	Die terrestrischen Habitattypen (Auenformationen) für die Untersuchungsstrecke Emmenschachen.....	86
Abbildung 47	Auenformationen in der Untersuchungsstrecke Emmenschachen; Anteil der Haupttypen an der Gesamtfläche	87
Abbildung 48	Die terrestrischen Habitattypen (Auenformationen) für die Untersuchungsstrecke Schwarzweg	89
Abbildung 49	Auenformationen in der Untersuchungsstrecke Schwarzweg; Anteil der Haupttypen an der Gesamtfläche.....	91
Abbildung 50	Subtypen der terrestrischen Habitate für die Untersuchungsstrecke Emmenschachen.....	97
Abbildung 51	Deckungsgrad der unterschiedlichen terrestrischen Habitate für die Untersuchungsstrecke Emmenschachen	98
Abbildung 52	Vegetationshöhe der unterschiedlichen terrestrischen Habitate für die Untersuchungsstrecke Emmenschachen	99
Abbildung 53	Subtypen der terrestrischen Habitate für die Untersuchungsstrecke Schwarzweg	101

Abbildung 54	Deckungsgrad der unterschiedlichen terrestrischen Habitate für die Untersuchungsstrecke Schwarzweg.....	102
Abbildung 55	Vegetationshöhe der unterschiedlichen terrestrischen Habitate für die Untersuchungsstrecke Schwarzweg.....	103
Abbildung 56	Fotostandorte in der Untersuchungsstrecke Emmenspitz (EZ)	107
Abbildung 57	Fotostandorte in der Untersuchungsstrecke Emmenschachen (EC)	108
Abbildung 58	Zusätzliche Fotostandorte bei der Autobahnbrücke (AB)	108
Abbildung 59	Fotostandorte in der Untersuchungsstrecke Schwarzweg (SW)	109
Abbildung 60	Zusätzlicher Fotostandort beim Pockenhaus Derendingen (PD)	109
Abbildung 61	Fotostandorte in der Untersuchungsstrecke Papierfabrik (PF)	110
Abbildung 62	Zusätzlicher Fotostandort bei der Bahnbrücke (BB)	110
Abbildung 63	Abundanz Amphibien, Adulttiere (Ad), Larven (Lv) und Laich (L).Verändert nach Anhang E.....	119
Abbildung 64	Gesamtbewertung für die Untersuchungsstrecken Emmenschachen, Schwarzweg und Papierfabrik.....	121

Literaturverzeichnis

- [1] Arend, K. K. (1999). Macrohabitat identification. In: Bain, M. B., Stevenson, N. J. Aquatic Habitat Assessment – Common Methods. *American Fisheries Society*.
- [2] Baumann, P, Kirchhofer A, Schälchli U. (2012). *Sanierung Schwall/Sunk – Strategische Planung. Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer*. BAFU, Umwelt-Vollzug 1203.
- [3] Binderheim, E., Göggel, W. (2007). *Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer: Äusserer Aspekt*. BAFU Umwelt-Vollzug 0701.
- [4] Brown, S. K., Buja, K. R., Jury, S. H., Monaco, M. E., Banner, A. (2000). Habitat suitability index models for eight fish and invertebrate species in Casco and Sheepscot Bays, Maine. *North American Journal of Fisheries Management* 20; 408-435.
- [5] Delarze, R., & Gonseth, Y. (2008). *Lebensräume der Schweiz*. Ott Verlag.
- [6] Dübendorfer, C., Moser, D., Kempter, T., Egloff, L., Müller, V., Wanner, P., Kirchhofer, A., Baumann, P. (2011). *Expertenbericht zu einem Modul Temperatur im Rahmen des Modul-Stufen-Konzepts*. BAFU.
- [7] Frey, M., Schmid, M., Wüest, A. (2003). *Einfluss von Aufweitungen auf das Temperaturregime der Thur*. EAWAG.
- [8] Geist, D. R., Murray, C. J., Hanrahan, T. P., Xie, Y. (2008). A model of the effects of flow fluctuations on fall Chinook salmon spawning habitat availability in the Columbia River. *North American Journal of Fisheries Management*, 28(6), S. 1894-1910.
- [9] Gostner, W., Schleiss, A. (2011). Der hydromorphologische Index der Diversität. *Wasser Energie Luft* 103.
- [10] Guthruf J. (2002). *Emme unterhalb Biberist – Untersuchung der Restwasserproblematik. Fischereibiologisches Gutachten*. Amt für Umwelt des Kantons Solothurn.
- [11] Hunziker, R., Dönni, W., Kaufmann, G. (2012). *Leitbild Emme. Von der Kantonsgrenze Bern-Solothurn bis zur Mündung in die Aare*. Amt für Umwelt des Kantons Solothurn.

- [12] Infraconsult, Impuls und Fischwerk. (2014). *Konzept Erfolgskontrolle. Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme, Wehr Biberist bis Aare*. Amt für Umwelt des Kantons Solothurn.
- [13] Infraconsult, Hunziker, Zarn & Partner und Fischwerk. (2015). *Fachgutachten Gewässerraum. Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme, Wehr Biberist bis Aare*. Amt für Umwelt des Kantons Solothurn.
- [14] Jorde, K., Schneider, M. (2010). Kapitel 5 - Habitatsimulationsmodelle und Funktionsweisen. In Bauhaus-Universität Weimar (Hrsg.), *Durchgängigkeit und Habitatmodellierung von Fliessgewässern. Wiederherstellen der Durchgängigkeit, Funktionskontrolle von Wanderhilfen, Habitate und ihre Beschreibung, Weiterbildendes Studium „Wasser und Umwelt“* (1. Ausg., S. 159-168). Verlag der Bauhaus-Universität Weimar.
- [15] MeteoSchweiz. (2015). «2014 – Tag für Tag. Temperatur Niederschlag Sonnenscheindauer». Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz.
- [16] Requena, P., von Pfuhlstein, M. (2011). Erfolgskontrolle der morphologischen Entwicklungen bei Flussaufweitungen – Erfahrungen aus der Praxis. «Wasser Energie Luft» (103. Jg. 2011, Heft 2), S. 128-132.
- [17] Riedl, C., Peter, A. (Juli 2013). Timing of brown trout spawning in Alpine rivers with special consideration of egg burial depth. *Ecology of Freshwater Fish* (22), S. 384-397.
- [18] Schneider, J., & Korte, E. (2005). *Strukturelle Verbesserungen von Fliessgewässern für Fische, Gemeinnützige Fortbildungsgesellschaft für Wasserwirtschaft und Landschaftsentwicklung mbH*. (GfG, Hrsg.) Mainz.
- [19] Stucki P. (2010). *Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer: Makrozoobenthos Stufe F (flächendeckend)*. BAFU Umwelt-Vollzug 1026.
- [20] Thielen, R., Perrottet, N., Cosandey, A. C., Roulier, C. (2002). *Cartographie des zones alluviales. Clés de photo-interprétation. Services conseil Zones alluviales*. Yverdon-les-Bains.

- [21] Thielen, R., Roulier, C. (2003) *Cartographie des zones alluviales. Directives de terrain. Services conseil Zones alluviales*. Yverdon-les-Bains
- [22] Toepfer, C. S., Fisher, W. L., Warde W. D. (2000). A multistage approach to estimate fish abundance in streams using geographic information systems. *North American Journal of Fisheries Management* (20), S. 634-645.
- [23] Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie ETH Zürich (VAW) und das Geographische Institut der Universität Bern (GIUB). (1987). *Emme 2050. Studie über die Entwicklung des Klimas, der Bodenbedeckung, der Besiedlung, der Wasserwirtschaft und des Geschiebeaufkommens im Emmental, sowie über die Sohlenentwicklung und den Geschiebehaushalt in der Emme und mögliche zukünftige Verbauungskonzepte*. Baudirektion des Kantons Bern (Tiefbauamt, OIK IV) und des Baudepartements des Kantons Solothurn (Amt für Wasserwirtschaft), 4 Bände (unveröffentl.).
- [24] Woolsey, S.; Weber, Ch.; Gonser, T.; Hoehn, E.; Hostmann, M.; Junker, B.; Roulier, Ch.; Schweizer, St.; Tiegs, S.; Tockner, K.; Peter, A. (2005). *Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fliessgewässerrevitalisierungen*. EAWAG.
- [25] Wyrick, J. R., Senter, A. E., Pasternack, G. B. (2014). Revealing the natural complexity of fluvial morphology through 2D hydrodynamic delineation of river landforms. *Geomorphology* (210), S. 14-22.

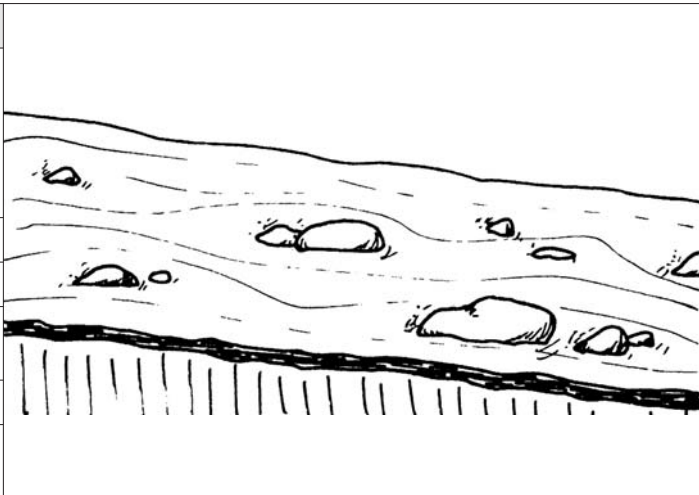
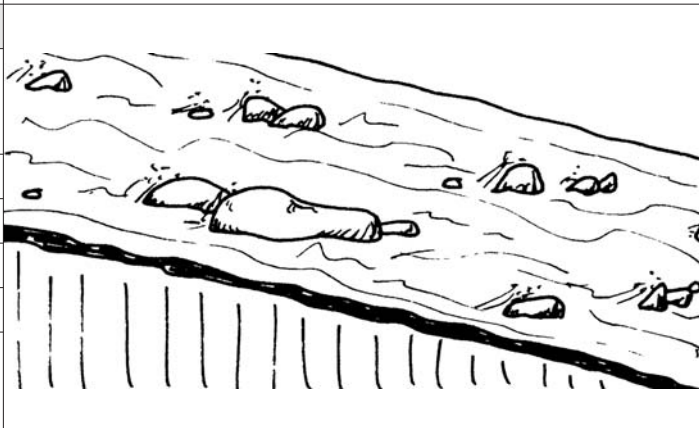
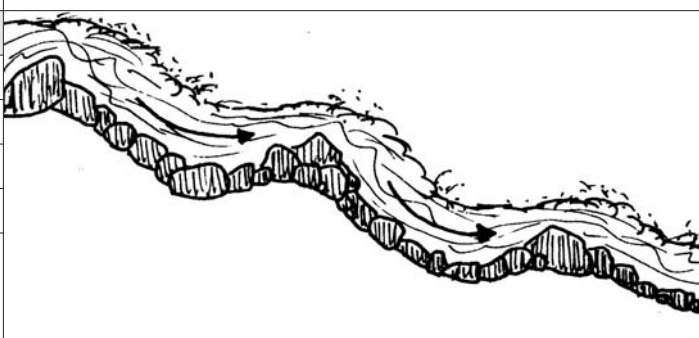
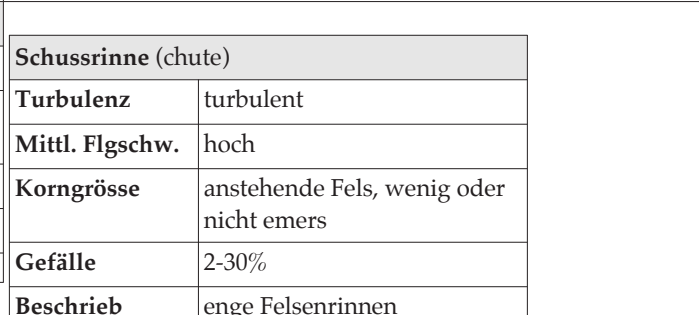
Anhang A

Bestimmungstabelle Mesohabitate

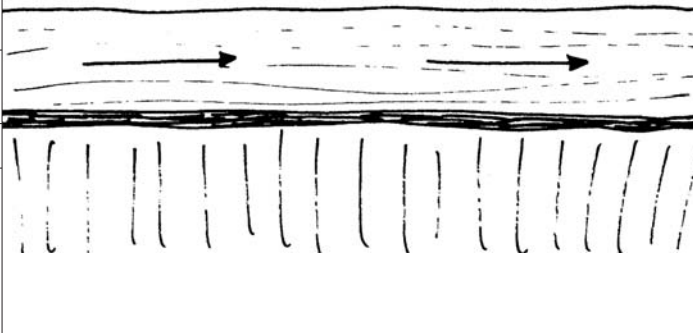
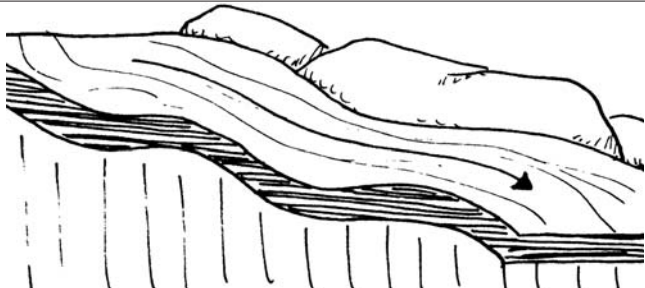
Bestimmungstabelle Mesohabitate

Schnell fliessende Mesohabitate

Turbulent: weisses (schäumendes) Wasser

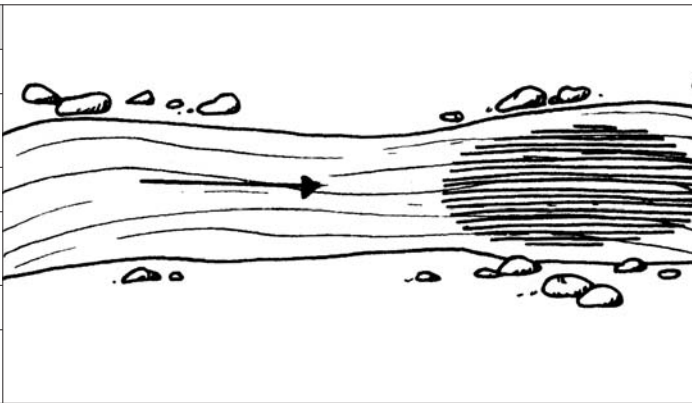
Furt (riffle)															
Turbulenz	mittel; kein/ wenig Weisswasser, hoch bei verengtem Querschnitt; Wellen, die die Wasseroberfläche nicht brechen														
Mittl. Flgschw.	mittel; 0.2-0.5 m/s														
Tiefe	<0.5 m														
Korngrösse	0.2-25 cm; grössere Steine submers oder teilweise emers														
Gefälle	1-4%														
Beschrieb	gerades oder konvexes Längenprofil														
Schnelle (rapid)															
Turbulenz	beträchtlich; Weisswasser; Wellen brechen Wasseroberfläche														
Mittl. Flgschw.	hoch; >0.5 m/s														
Tiefe	<0.5 m														
Korngrösse	>6 cm; grössere Steine emers														
Gefälle	4-7%														
Beschrieb	oft Stufen und kleine Kolke hinter grösseren Steinen; planares Längenprofil														
Kaskade (cascade)															
Turbulenz	hoch; v. a. Weisswasser														
Mittl. Flgschw.	hoch; >0.5 m/s														
Korngrösse	>25 cm oder anstehender Fels														
Gefälle	>7%														
Beschrieb	Serie kleinerer Abstürze/Stufen und Kolke; gestuftes Längenprofil														
Stufe (fall)															
Turbulenz	hoch; Weisswasser	<table><tr><th colspan="2">Schussrinne (chute)</th></tr><tr><td>Turbulenz</td><td>turbulent</td></tr><tr><td>Mittl. Flgschw.</td><td>hoch</td></tr><tr><td>Korngrösse</td><td>anstehende Fels, wenig oder nicht emers</td></tr><tr><td>Gefälle</td><td>2-30%</td></tr><tr><td>Beschrieb</td><td>enge Felsenrinnen</td></tr></table>		Schussrinne (chute)		Turbulenz	turbulent	Mittl. Flgschw.	hoch	Korngrösse	anstehende Fels, wenig oder nicht emers	Gefälle	2-30%	Beschrieb	enge Felsenrinnen
Schussrinne (chute)															
Turbulenz	turbulent														
Mittl. Flgschw.	hoch														
Korngrösse	anstehende Fels, wenig oder nicht emers														
Gefälle	2-30%														
Beschrieb	enge Felsenrinnen														
Mittl. Flgschw.	freifallend über vertikale Kante														
Korngrösse	-														
Gefälle	≤100%														
Beschrieb	Wasserfall														

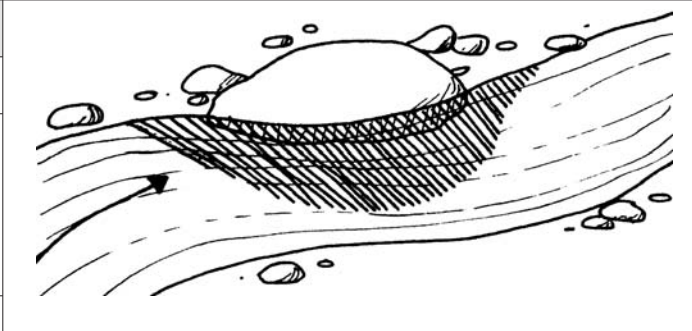
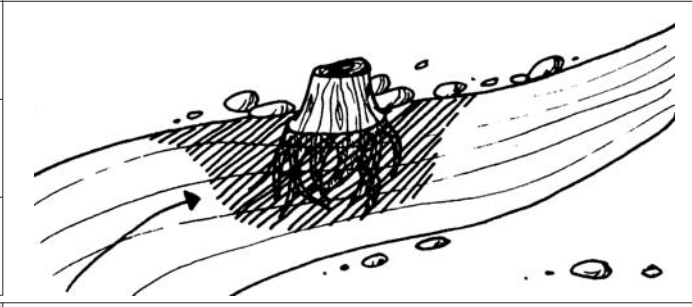
Nicht turbulent: kein weisses (schäumendes) Wasser

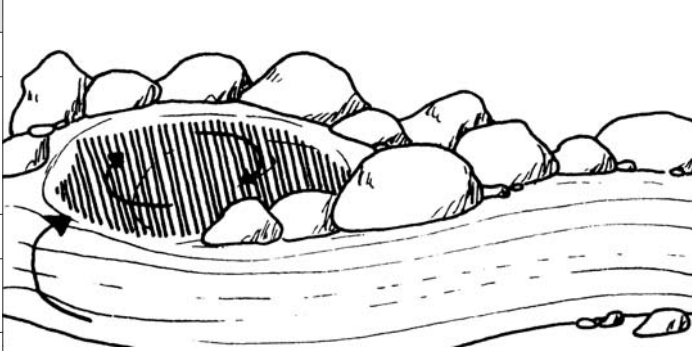
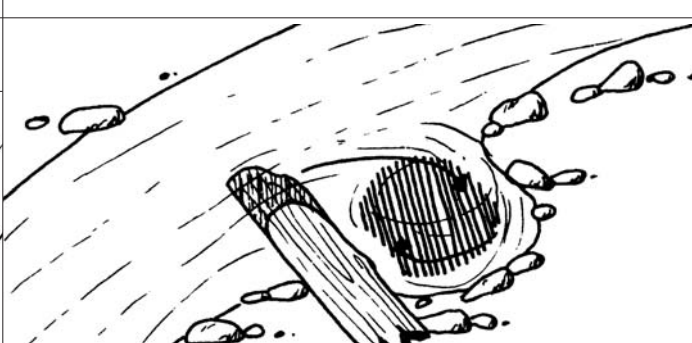
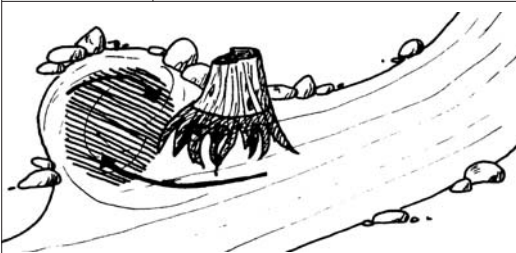
Gleite (glide)			
Turbulenz	keine		
Mittl. Flgschw.	<0.5 m/s; gleichförmig		
Tiefe	relativ seicht (0.1-0.3 m bzw. $\leq 0.05 \cdot \text{mittlere Breite}$)		
Korngrösse	<6 cm; grössere Steine submers oder teilweise emers		
Gefälle	<1%		
Beschrieb	breites Gewässerbett ohne Talweg; gewöhnlich den Übergang zwischen Kolk und Riffle bildend; keine grösseren Fliesshindernisse		
Lauf (run)		schneller Lauf (fast run)	
Turbulenz	gering	gering-mittel	
Mittl. Flgschw.	relativ hoch	hoch	
Tiefe	tiefer als Furt und Gleite (>0.5 m)	relativ tief	Beschrieb v. a. bei höheren Abflüssen, nimmt einen Gross- teil der Gerinnebreite ein
Korngrösse	variabel; >1.5 cm	variabel	
Gefälle	>4 %	variabel	
Beschrieb	kommt über eindeutigem Talweg vor; uniformes Gewässerbett; keine grösseren Fliesshindernisse		
Felsgleite (bedrock sheet)			
Turbulenz	keine		
Mittl. Flgschw.	gleichförmig		
Tiefe	seicht		
Korngrösse	glatter, anstehender Fels		
Gefälle	variabel		
Flachwasser (edgewater)			
Turbulenz	keine		
Mittl. Flgschw.	gering bis stehend		
Tiefe	<0.2 m		
Korngrösse	>6 cm		
Gefälle	gering		
Beschrieb	gewöhnlich in Begleitung von Furten; entlang des Ufers oder einer Kiesbank		

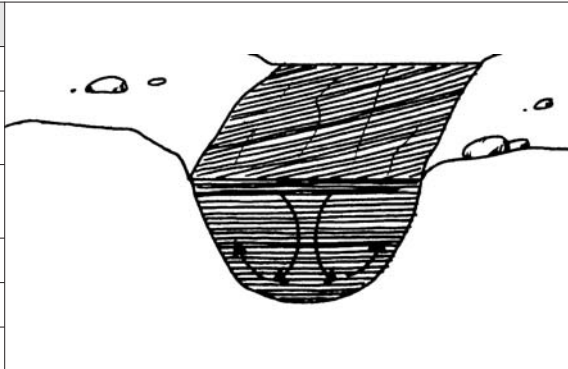
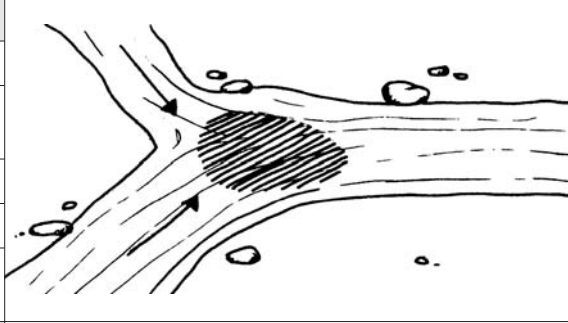
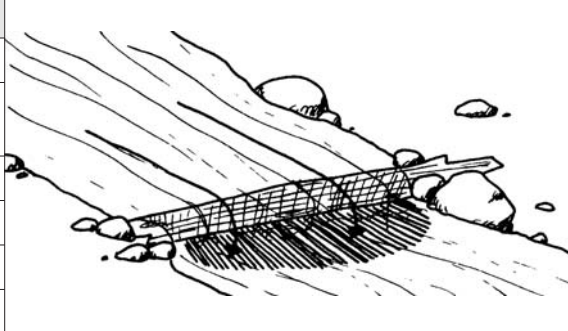
Langsam fliessende Mesohabitate

Erosionskolke (Tiefe >0.50 m bei Gerinnesohlenbreite ≤5 m, >1.00 m bei Gerinnesohlenbreite >5 m)

Zentralkolk (mid-channel pool)		
Lage	Hauptströmung	
Auslöser	Verengung des Gewässerquerschnitts	
Korngrösse	sehr variabel	
Längsschnitt	tiefster Punkt in der Mitte oder oben	
Querschnitt	tiefster Punkt in der Mitte	
Beschrieb	der Kolk nimmt >60% der Wasserspiegelbreite ein	

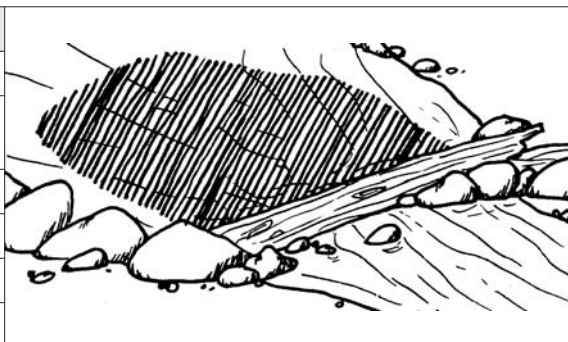
Lateralkolk (lateral pool)		
Lage	ufernah	
Auslöser	teilweise Blockierung des Gewässerbetts (Steine, Fels, Baumstamm, Wurzelstock) engt den Querschnitt von einer Seite her ein	
Korngrösse	variabel	
Längsschnitt	tiefster Punkt in der Mitte oder oben	
Querschnitt	tiefster Punkt entlang des Hindernisses	
Beschrieb	der Kolk nimmt i. a. <60% der Wasserspiegelbreite ein	

Hinterwasser (backwater eddy)		
Lage	ufernah	
Auslöser	Erosionswirbel unterhalb eines Hindernisses (Steine, Baumstamm, Wurzelstock) am Gewässerrand	
Korngrösse	<25 cm, Sand	
Längsschnitt	tiefster Punkt in der Mitte oder oben	
Querschnitt	tiefster Punkt in der Mitte	
Beschrieb	tief, bei Niederwasser nicht durchströmt	
		

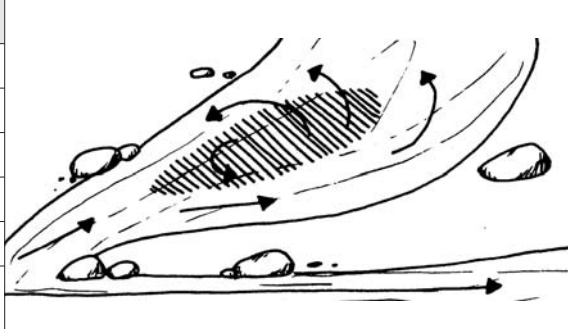
Rinne (trench pool)		
Lage	Hauptströmung	
Auslöser	starke Verengung des Querschnitts in begrad. Abschnitt	
Korngrösse	sehr grobkörnig, Wände oft anstehender Fels	
Längsschnitt	uniform, lang und eng	
Querschnitt	uniform, U-förmig	
Beschrieb	rasch und gleichförmig fliessend, tief	
Mündungskolk (confluence pool)		
Lage	Hauptströmung	
Auslöser	Zusammentreffen zweier o. mehrerer Gewässerrinnen	
Längsschnitt	tiefster Punkt in der Mitte	
Querschnitt	tiefster Punkt in der Mitte	
Beschrieb	höhere Strömung/Turbulenz als die meisten and. Pooltypen	
Stufenkolk/Becken (plunge pool)		
Lage	Hauptströmung	
Auslöser	vertikaler Fall des Wassers über ein die ± ganze Breite umfassendes Hindernis	
Korngrösse	sehr verschieden	
Längsschnitt	tiefster Punkt in der Mitte	
Querschnitt	tiefster Punkt in der Mitte	
Beschrieb	oft gross und tief, >1 m	
Tümpel		
Lage	meist ufernah, isoliert vom Hauptstrom	
Korngrösse	sehr verschieden	
Beschrieb	kolk- oder flachwasserartig	

Staukolke (entstanden durch Aufstau)

Staukolk (dammed pool)	
Lage	Hauptströmung
Auslöser	Aufstauung unterhalb eines ±die ganze Breite umfass. Hind. (Baumst., Erdbeben, Wehr)
Korngrösse	<1 cm, Sand
Längsschnitt	tiefster Punkt oben
Querschnitt	tiefster Punkt variabel
Beschrieb	temporär



Nebengerinnenkolk (secondary channel pool)	
Lage	ufernah
Auslöser	Geschiebeablagerung
Korngrösse	<1.5 cm, Sand, Silt
Längsschnitt	tiefster Punkt unten
Querschnitt	tiefster Punkt in der Mitte
Beschrieb	ausserh. des Hauptgerinnes, evtl. isoliert u. austrocknend



Anhang B

Erfolgskontrolle Emme, Daten Ist-Zustand Biberist Auszug Befischungen Fischwerk 2011



Untersuchungsstrecke bei Biberist

Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekt Emme

Erfolgskontrolle: Daten Ist-Zustand Biberist

Indikatoren Uferstruktur, Sohlenstruktur, Breitenvariabilität, Fischunterstände, Fischbestand, Äusserer Aspekt, Makrozoobenthos

21. Oktober 2011

F I S C H W E R K

WERNER DÖNNI

FISCHBIOLOGIE • GEWÄSSERÖKOLOGIE • GEOINFORMATIK

HIMMELRICHSTRASSE 8, 6010 KRIENS

T 041 310 10 43

WERNER.DOENNI@FISCHWERK.CH

WWW.FISCHWERK.CH

Auszug Befischungen

Impressum

Auftraggeber Amt für Umwelt Kanton Solothurn
Greibenhof, Werkhofstrasse 5
4509 Solothurn

Kontaktperson
Roger Dürrenmatt
T 032 627 27 67
roger.duerrenmatt@bd.so.ch

Auftragnehmer Fischwerk
Himmelrichstrasse 8
6010 Kriens

Kontaktperson
Werner Dönni
T 041 310 10 43
werner.doenni@fischwerk.ch

Auftragserteilung 13. September 2010

Mitarbeit Aquatica GmbH
Joachim Guthruf
Hängertstrasse 13 G
3114 Wichtrach

5 Fische: Quantitative Bestandenserhebung

5.1 Methodik

Der Untersuchungsperimeter umfasste 2 Strecken. Die Strecke «Derendingen lag oberhalb der Emmebrücke bei Derendingen und die Strecke Luterbach oberhalb der Autobahnbrücke zwischen Derendingen und Luterbach (Anhang). Die Strecke «Derendingen» war die selben wie bei der Bestandenserhebung von 1999/2000 (Guthruf 2002). Die Strecke Luterbach wurde damals nicht befischt.

Das Vorgehen bei der quantitativen Befischung war weitgehend gleich wie 1999/2000 (Guthruf 2002, Tab. 5). Die Bestandenserhebungen wurden von der Firma Aquatica (J. Guthruf) organisiert und durchgeführt. Zudem stellte sie die Resultate zusammen.

Tab. 5 Kennwerte zu den Befischungen.

Abfluss: Strecken Derendingen und Luterbach Berechnung über gemessene Fließgeschwindigkeiten.

Parameter	Untersuchungsstrecken	
	Derendingen	Luterbach
Datum	23.10.2010	27.11.2010
Methode	quantitative ganze Fläche 2 Durchgänge 2 Anoden Absperrenetz oben	quantitative ganze Fläche 2 Durchgänge 2 Anoden Absperrenetz oben
Streckenlänge [m]	200	200
Mittlere Streckenbreite [m]	18.3	21.3
Benetzte Fläche [ha]	0.36	0.43
Wetter	regnerisch	Schneefall
Abfluss [m ³ /s]	1.0	1.0
Wassertemperatur [°C]	keine Messung	keine Messung
Spezifische Leitfähigkeit [µS/cm]	keine Messung	keine Messung

5.2 Ergebnisse

Im Wesentlichen werden die Ergebnisse der Befischungen von 1999/2000 bestätigt (Guthruf 2002):

- Relativ geringe Artenzahl (Tab. 6).
- Geringer Anteil an Salmoniden (Bachforelle) an der Gesamtdichte (Tab. 7).
- Grosse Biomasse in der Strecke Derendingen.
- Es wurden insgesamt mehr Jungfische als Adulte gefangen (Abb. 3). Das ist zwar typisch für einen natürlichen Bestandaufbau. Die sehr geringe Anzahl an adulten Bachforellen kann aber auch auf einen Mangel an Kolken, Hinterwasser usw. zurückzuführen sein, die die bevorzugten Habitate der adulten Bachforellen sind.

Tab. 6 Artenzusammensetzung 1999/2000 und 2010 in den beiden Untersuchungsstrecken der Emme.

Art	Derendingen		Luterbach
	1999/2000	2010	2010
Alet	•	•	
Bachforelle	•	•	•
Barbe		•	•
Elritze	•	•	•
Groppe	•	•	•
Regenbogenforelle	•	•	
Schmerle	•	•	•
Dreistachliger Stichling	•		
Artenzahl	7	7	5

Tab. 7 Dichte und Biomasse der einzelnen Fischarten in den beiden Untersuchungsstrecken der Emme im Herbst 2010. Die Werte beziehen sich jeweils auf 200 m Flusslänge.

Art	Derendingen				Luterbach			
	Dichte		Biomasse		Dichte		Biomasse	
	pro 200 m	[Ind.]	[%]	[g]	[%]	[Ind.]	[%]	[g]
Alet	19	2	9'957	49	0	0	0	0
Bachforelle	46	4	5'223	26	7	1	64	2
Barbe	5	0	144	1	1	0	1	0
Elritze	503	41	1'704	8	355	41	849	32
Groppe	240	20	1'226	6	88	10	345	13
Regenbogenforelle	1	0	422	2	0	0	0	0
Schmerle	402	33	1'603	8	407	47	1'416	53
Summe	1'216	100	20'279	100	858	100	2'675	100

Strukturierte Abschnitte wie bei Derendingen sind in der Restwasserstrecke selten. Es dominieren monotone Strecken wie diejenige bei Luterbach. Sie zeichnet sich durch eine geringe Artenzahl, eine geringe Fischdichte und eine sehr kleine Biomasse aus. Die mittlere Dichte bzw. Biomasse der gesamten Restwasserstrecke läge somit zwischen den Ergebnissen von Derendingen und Luterbach, aber wohl deutlich näher bei denjenigen von Luterbach.

8 Zitierte Literatur

Guthruf, J. (2002) Emme-Restwasserstudie, Fachbereich Fischökologie. Amt für Umwelt des Kantons Solothurn, 67 S.

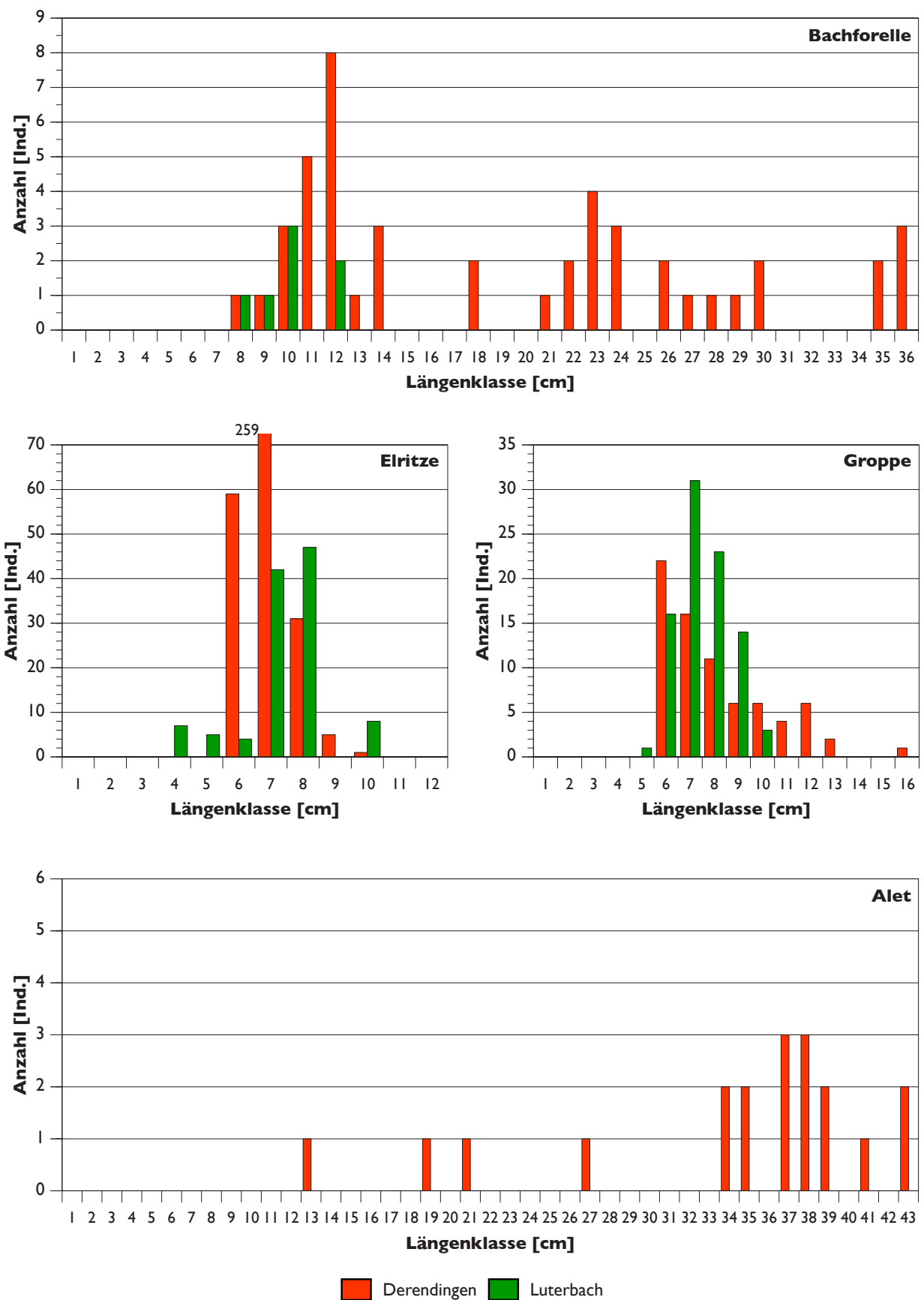


Abb. 3 Längen-Häufigkeitsverteilung häufiger Fischarten in den beiden Untersuchungsstrecken der Emme im Herbst 2010. In der x-Achse ist die obere Klassengrenze der Totallänge angegeben.

Anhang Befischungsstrecken

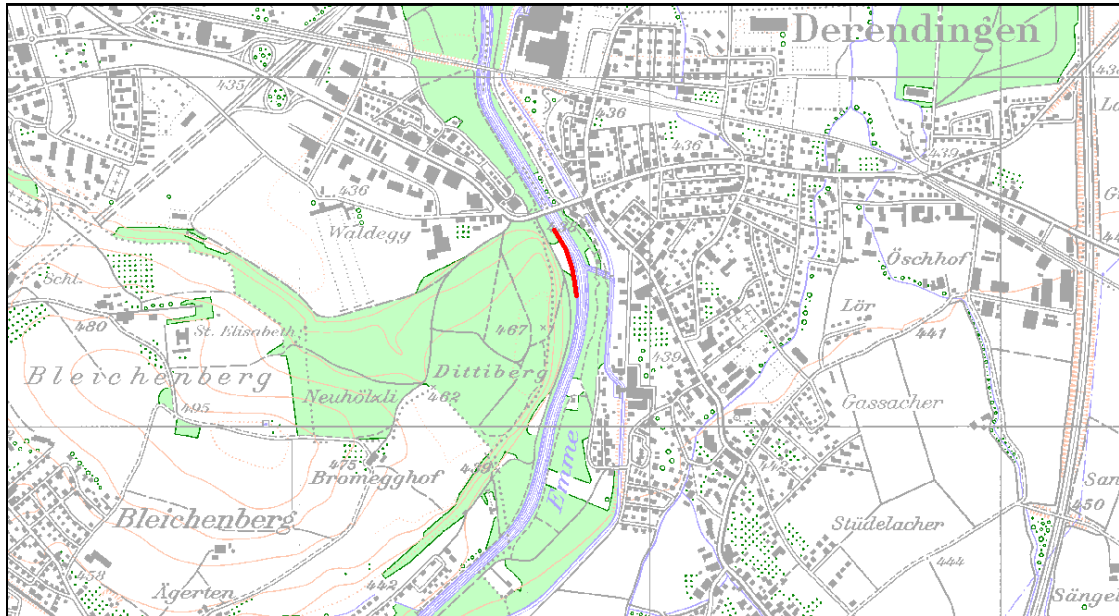
Strecke Derendingen

Abfischungsart: quantitativ, 2 Durchgänge, 2 Anoden, 1 Absperrenetz oben

Länge: 200 m

oberes Ende: 610'811 / 227'374

unteres Ende: 610'735 / 227'567



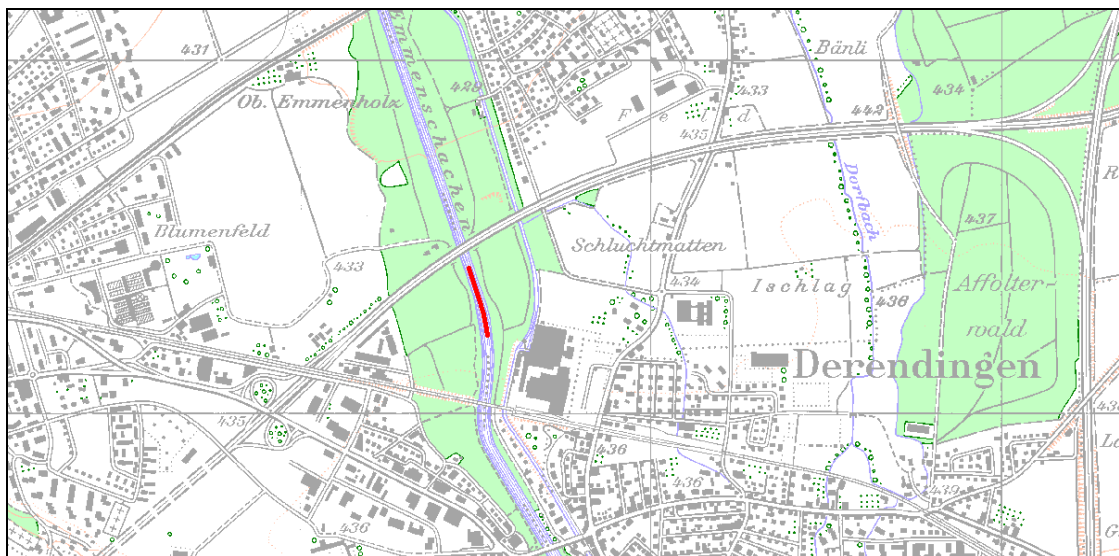
Strecke Luterbach

Abfischungsart: quantitativ, 2 Durchgänge, 2 Anoden, 1 Absperrenetz oben

Länge: 200 m

oberes Ende: 610'533 / 228'220

unteres Ende: 610'480 / 228'413



Anhang Rohdaten der Befischungen

Derendingen – 1. Durchgang

Nr.	Art	TL [mm]	Gewicht [g]	Bemerkungen	Nr.	Art	TL [mm]	Gewicht [g]	Bemerkungen
1	Bachforelle	255	152		69	Groppe	57	1	
2	Bachforelle	293	251		70	Groppe	67	3	
3	Alet	429	944		71	Elritze	65	2	
4	Elritze	72	3		72	Schmerle	90	4	
5	Elritze	72	3		73	Schmerle	86	4	
6	Elritze	69	2		74	Schmerle	87	3	
7	Alet	263	217		75	Schmerle	78	3	
8	Bachforelle	213	91		76	Groppe	90	7	
9	Elritze	72	3		77	Groppe	116	16	
10	Elritze	75	3		78	Schmerle	80	3	
11	Elritze	68	2		79	Schmerle	87	4	
12	Elritze	70	2		80	Elritze	70	2	
13	Elritze	66	2	evtl. tot	81	Bachforelle	351	385	
14	Elritze	75	4		82	Bachforelle	350	440	
15	Elritze	68	3		83	Bachforelle	223	106	
16	Elritze	73	4		84	Bachforelle	289	249	
17	Elritze	70	3		85	Bachforelle	358	531	
18	Elritze	72	3		86	Alet	126	20	
19	Elritze	70	2		87	Bachforelle	117	16	
20	Elritze	95	6		88	Elritze	96	7	
21	Elritze	69	2		89	Elritze	68	2	
22	Elritze	75	4		90	Schmerle	86	4	
23	Bachforelle	111	14		91	Elritze	92	8	
24	Elritze	71	3		92	Groppe	119	21	
25	Elritze	74	4		93	Elritze	71	3	
26	Elritze	71	3		94	Elritze	71	3	
27	Elritze	69	3		95	Elritze	66	3	
28	Bachforelle	358	487		96	Groppe	58	2	
29	Elritze	72	3		97	Elritze	72	3	
30	Elritze	80	4		98	Elritze	71	3	
31	Schmerle	90	4		99	Elritze	70	1	
32	Bachforelle	214	94		100	Elritze	72	3	
33	Elritze	71	2		101	Elritze	71	3	
34	Groppe	73	4		102	Elritze	57	1	
35	Elritze	75	3		103	Schmerle	86	2	
36	Alet	348	502		104	Groppe	95	9	
37	Alet	404	790		105	Elritze	72	3	
38	Groppe	57	1		106	Elritze	76	3	
39	Groppe	69	3		107	Elritze	73	3	
40	Elritze	67	2		108	Elritze	66	2	
41	Schmerle	82	3		109	Schmerle	51	<1	
42	Schmerle	79	3		110	Schmerle	80	2	
43	Schmerle	80	3		111	Schmerle	80	2	
44	Schmerle	81	2		112	Elritze	69	2	
45	Schmerle	90	3		113	Elritze	72	3	
46	Schmerle	82	3		114	Elritze	75	3	
47	Schmerle	78	2		115	Elritze	67	2	
48	Schmerle	86	3		116	Elritze	75	3	
49	Schmerle	83	3		117	Elritze	66	2	
50	Elritze	70	2		118	Schmerle	84	3	
51	Elritze	71	2		119	Elritze	60	1	
52	Schmerle	105	8		120	Elritze	99	9	
53	Schmerle	90	4		121	Elritze	63	1	
54	Schmerle	80	2		122	Elritze	69	2	
55	Elritze	71	2		123	Elritze	72	3	
56	Schmerle	93	4		124	Schmerle	72	2	
57	Schmerle	68	1		125	Bachforelle	350	419	
58	Schmerle	78	2		126	Alet	338	443	
59	Elritze	67	1		127	Elritze	97	9	
60	Elritze	71	2		128	Elritze	67	2	
61	Schmerle	80	3		129	Elritze	80	4	
62	Schmerle	89	4		130	Elritze	69	2	
63	Schmerle	87	4		131	Elritze	75	3	
64	Elritze	65	2		132	Schmerle	86	3	
65	Groppe	68	3		133	Schmerle	67	1	
66	Elritze	72	3		134	Alet	364	585	
67	Schmerle	85	3		135	Alet	341	437	
68	Schmerle	92	5		136	Alet	390	677	

Nr.	Art	TL [mm]	Gewicht [g]	Bemerkungen	Nr.	Art	TL [mm]	Gewicht [g]	Bemerkungen
137	Alet	380	654	Schwanzfl. verkrüppelt	211	Elritze	95	7	
138	Alet	368	586		212	Regenbogen	369	422	
139	Alet	361	508		213	Alet	202	92	
140	Schmerle	76	2		214	Bachforelle	229	98	
141	Schmerle	84	4		215	Bachforelle	101	11	
142	Schmerle	83	4		216	Bachforelle	96	9	
143	Schmerle	85	3		217	Schmerle	108	10	
144	Elritze	67	2		218	Schmerle	80	2	
145	Elritze	68	2		219	Elritze	35	<1	
146	Groppe	52	1		220	Schmerle	82	3	
147	Schmerle	70	2		221	Schmerle	80	3	
148	Elritze	70	2		222	Schmerle	78	3	
149	Elritze	62	1		223	Schmerle	87	4	
150	Elritze	76	3		224	Schmerle	80	3	
151	Elritze	66	2		225	Groppe	72	3	
152	Elritze	79	3	Schwanzfl. verkrüppelt	226	Elritze	36	21	
153	Elritze	71	2		227	Schmerle	87	4	
154	Bachforelle	291	197		228	Groppe	71	3	
155	Bachforelle	238	126		229	Elritze	65	2	
156	Bachforelle	180	59		230	Schmerle	85	4	
157	Bachforelle	112	12		231	Schmerle	82	4	
158	Elritze	67	3		232	Schmerle	79	3	
159	Groppe	66	2		233	Schmerle	65	2	
160	Groppe	121	18		234	Bachforelle	103	12	
161	Groppe	59	2		235	Groppe	122	23	
162	Elritze	63	1		236	Groppe	112	18	
163	Schmerle	74	2		237	Bachforelle	117	16	
164	Alet	428	930		238	Groppe	112	15	
165	Elritze	71	2		239	Groppe	81	7	tot
166	Elritze	65	1		240	Groppe	109	12	
167	Elritze	72	3		241	Groppe	97	9	
168	Elritze	70	2		242	Groppe	67	2	tot
169	Elritze	67	2		243	Groppe	58	1	
170	Elritze	76	3		244	Bachforelle	108	12	
171	Groppe	64	1		245	Groppe	91	8	
172	Groppe	60	1		246	Groppe	101	11	
173	Schmerle	80	3		247	Groppe	60	2	
174	Schmerle	97	6		248	Groppe	60	2	
175	Elritze	75	3		249	Groppe	60	2	
176	Groppe	94	9		250	Schmerle	74	2	
177	Elritze	65	2		251	Schmerle	85	3	
178	Elritze	77	3		252	Schmerle	80	3	
179	Elritze	65	2		253	Schmerle	96	3	
180	Elritze	75	3		254	Schmerle	75	2	
181	Elritze	75	3		255	Schmerle	79	3	
182	Schmerle	82	3		256	Schmerle	78	2	
183	Schmerle	98	4		257	Schmerle	80	3	
184	Schmerle	90	4		258	Schmerle	81	3	
185	Schmerle	88	5		259	Schmerle	89	3	
186	Groppe	110	15	Schwanzfl. verkrüppelt	260	Schmerle	88	3	
187	Groppe	58	1		261	Groppe	67	2	
188	Groppe	52	1		262	Groppe	57	2	
189	Groppe	67	3		263	Groppe	55	1	
190	Schmerle	78	3		264	Schmerle	88	3	tot
191	Groppe	103	16		265	Schmerle	51	1	
192	Groppe	93	9		266	Elritze	38	<1	
193	Groppe	80	7		267	Bachforelle	137	27	
194	Groppe	75	5		268	Bachforelle	118	16	
195	Groppe	70	4		269	Elritze	45	21	
196	Groppe	66	3		270	Schmerle	79	3	
197	Groppe	69	3		271	Groppe	71	3	
198	Groppe	53	1		272	Elritze	32	21	
199	Groppe	68	2		273	Elritze	38	<1	
200	Schmerle	78	3		274	Schmerle	88	4	
201	Elritze	53	1		275	Schmerle	81	3	
202	Bachforelle	103	10		276	Groppe	57	1	
203	Bachforelle	267	186		277	Elritze	53	1	
204	Bachforelle	276	235		278	Elritze	42	<1	
205	Groppe		91		279	Elritze	41	<1	
206	Elritze	99	7		280	Elritze	42	<1	
207	Elritze	72	2		281	Groppe	111	16	
208	Elritze	61	1		282	Groppe	112	16	
209	Alet	373	575		283	Groppe	57	1	
210	Alet	390	872		284	Groppe	63	2	

Nr.	Art	TL [mm]	Gewicht [g]	Bemerkungen	Nr.	Art	TL [mm]	Gewicht [g]	Bemerkungen
285	Groppe	67	3		342	Elritze	220	778	Sammelprobe
286	Groppe	75	4		343	Groppe	54	207	Sammelprobe
287	Groppe	57	1		344	Schmerle	187	801	Sammelprobe
288	Schmerle	76	2						
289	Groppe	80	3						
290	Groppe	91	4						
291	Groppe	88	4						
292	Groppe	80	3						
293	Groppe	71	2						
294	Groppe	81	4						
295	Groppe	84	3						
296	Groppe	82	3						
297	Groppe	70	2						
298	Barbe	42	<1						
299	Barbe	41	<1						
300	Groppe	73	4						
301	Groppe	152	1						
302	Groppe	57	2						
303	Groppe	60	2						
304	Groppe	59	2						
305	Groppe	67	2						
306	Elritze	69	2						
307	Elritze	31							
308	Elritze	70	2						
309	Elritze	73	3						
310	Schmerle	45	<1						
311	Bachforelle	128	21						
312	Bachforelle	118	15						
313	Bachforelle	100	10						
314	Bachforelle	113	13						
315	Bachforelle	114	14						
316	Bachforelle	134	21						
317	Alet	182	62						
318	Schmerle	45	<1						
319	Elritze	41	1						
320	Elritze	31	<1						
321	Elritze	75	3						
322	Bachforelle	139	27						
323	Schmerle	68	2						

Derendingen – 2. Durchgang

Nr.	Art	TL [mm]	Gewicht [g]	Bemerkungen	Nr.	Art	TL [mm]	Gewicht [g]	Bemerkungen
324	Barbe	198	74		345	Elritze	170	576	Sammelprobe
325	Bachforelle	238	133		346	Groppe	112	541	Sammelprobe
326	Bachforelle	221	98		347	Schmerle	133	552	Sammelprobe
327	Alet	376	630						
328	Elritze	94	7						
329	Groppe	57	2						
330	Bachforelle	236	124						
331	Bachforelle	179	53						
332	Bachforelle	255	166						
333	Bachforelle	225	139						
334	Barbe	195	70						
335	Barbe	45	<1						
336	Bachforelle	110	14	evtl. tot					
337	Bachforelle	205	92						
338	Alet	331	433						
339	Bachforelle	98	10						
340	Bachforelle	89	6						
341	Bachforelle	78	6						

Luterbach – 1. Durchgang

Nr.	Art	TL [mm]	Gewicht [g]	Bemerkungen	Nr.	Art	TL [mm]	Gewicht [g]	Bemerkungen
1	Schmerle	83	4		69	Elritze	66	3	
2	Bachforelle	113	13		70	Schmerle	88	6	
3	Schmerle	77	3		71	Elritze	64	3	
4	Schmerle	70	2		72	Elritze	62	2	
5	Schmerle	74	4		73	Schmerle	78	3	
6	Schmerle	77	4		74	Groppe	68	4	
7	Schmerle	78	4		75	Elritze	62	2	
8	Groppe	68	3		76	Schmerle	67	2	
9	Schmerle	78	4		77	Schmerle	69	3	
10	Schmerle	68	2		78	Schmerle	62	2	
11	Schmerle	88	4		79	Elritze	68	3	
12	Schmerle	72	3		80	Groppe	48	1	
13	Schmerle	75	2		81	Schmerle	72	3	
14	Schmerle	84	2		82	Elritze	65	3	
15	Schmerle	76	2		83	Elritze	62	3	
16	Elritze	65	3		84	Elritze	62	2	
17	Schmerle	83	5		85	Schmerle	80	4	
18	Schmerle	81	4		86	Schmerle	89	4	
19	Schmerle	82	5		87	Groppe	70	4	
20	Schmerle	81	4		88	Schmerle	78	3	
21	Schmerle	74	3		89	Schmerle	70	2	
22	Schmerle	83	4		90	Schmerle	80	4	
23	Groppe	63	3		91	Groppe	58	2	
24	Schmerle	70	3		92	Elritze	60	1	
25	Groppe	88	6		93	Schmerle	82	4	
26	Elritze	60	2		94	Schmerle	82	4	
27	Schmerle	72	3		95	Elritze	56	1	
28	Schmerle	73	4		96	Elritze	95	6	
29	Schmerle	82	5		97	Groppe	91	8	
30	Bachforelle	78	5		98	Schmerle	78	3	
31	Elritze	69	3		99	Elritze	68	3	
32	Elritze	65	2		100	Schmerle	68	2	
33	Elritze	75	2		101	Schmerle	76	4	
34	Groppe	62	3		102	Schmerle	70	3	
35	Groppe	54	1		103	Schmerle	70	3	
36	Elritze	70	3		104	Schmerle	79	3	
37	Schmerle	72	2		105	Schmerle	83	4	
38	Schmerle	72	2		106	Schmerle	85	4	
39	Groppe	61	2		107	Elritze	71	2	
40	Schmerle	72	3		108	Schmerle	77	4	
41	Schmerle	80	3		109	Schmerle	85	5	
42	Groppe	88	6		110	Schmerle	82	4	
43	Groppe	71	3		111	Elritze	70	2	
44	Elritze	68	3		112	Elritze	58	1	
45	Schmerle	75	3		113	Elritze	61	1	
46	Schmerle	78	4		114	Schmerle	77	3	
47	Schmerle	90	5		115	Schmerle	84	4	
48	Elritze	65	2		116	Schmerle	77	3	
49	Elritze	65	2		117	Elritze	67	2	
50	Schmerle	78	4		118	Elritze	65	3	
51	Elritze	67	3		119	Elritze	65	2	
52	Groppe	62	3		120	Elritze	67	2	
53	Schmerle	85	3		121	Elritze	69	3	
54	Schmerle	75	2		122	Schmerle	62	3	
55	Schmerle	70	3		123	Groppe	85	7	
56	Schmerle	78	3		124	Elritze	58	1	
57	Schmerle	82	4		125	Elritze	65	2	
58	Elritze	67	2		126	Elritze	74	3	
59	Schmerle	68	2		127	Schmerle	78	3	
60	Schmerle	88	4		128	Elritze	66	3	
61	Schmerle	75	3		129	Schmerle	80	3	
62	Schmerle	77	3		130	Schmerle	70	3	
63	Schmerle	68	2		131	Elritze	65	2	
64	Schmerle	95	5		132	Schmerle	72	2	
65	Groppe	75	4		133	Elritze	73	3	
66	Schmerle	85	4		134	Schmerle	80	3	
67	Elritze	72	4		135	Schmerle	75	3	
68	Schmerle	92	6		136	Schmerle	82	4	

Nr.	Art	TL [mm]	Gewicht [g]	Bemerkungen	Nr.	Art	TL [mm]	Gewicht [g]	Bemerkungen
137	Elritze	60	2		211	Schmerle	87	5	
138	Elritze	70	2		212	Schmerle	88	4	
139	Elritze	75	3		213	Schmerle	75	3	
140	Elritze	65	2		214	Schmerle	76	2	
141	Elritze	70	2		215	Schmerle	80	3	
142	Elritze	65	2		216	Schmerle	85	5	
143	Elritze	67	3		217	Elritze	60	1	
144	Elritze	68	3		218	Schmerle	77	2	
145	Elritze	61	2		219	Schmerle	82	2	
146	Elritze	68	3		220	Schmerle	90	5	
147	Elritze	66	2		221	Elritze	70	2	
148	Elritze	67	2		222	Schmerle	70	2	
149	Elritze	52	1		223	Elritze	66	2	
150	Barbe	40	1		224	Elritze	62	2	
151	Schmerle	81	3		225	Elritze	65	3	
152	Schmerle	78	3		226	Schmerle	70	3	
153	Schmerle	71	2		227	Schmerle	78	5	
154	Schmerle	82	3		228	Schmerle	72	3	
155	Schmerle	73	2		229	Bachforelle	115	15	
156	Schmerle	72	2		230	Elritze	58	2	
157	Schmerle	80	3		231	Elritze	61	3	
158	Groppe	80	4		232	Schmerle	85	4	
159	Schmerle	87	4		233	Elritze	70	3	
160	Schmerle	78	3		234	Elritze	69	2	
161	Schmerle	62	1		235	Elritze	62	1	
162	Elritze	70	2		236	Schmerle	75	3	
163	Elritze	65	2		237	Schmerle	76	3	
164	Schmerle	83	4		238	Elritze	69	2	
165	Elritze	60	1		239	Elritze	69	2	
166	Schmerle	85	5		240	Elritze	62	1	
167	Elritze	65	3		241	Schmerle	72	2	
168	Elritze	65	2		242	Groppe	80	6	
169	Elritze	67	2		243	Schmerle	70	2	
170	Elritze	65	2		244	Schmerle	78	3	
171	Elritze	60	1		245	Schmerle	80	3	
172	Schmerle	88	4		246	Schmerle	82	4	
173	Elritze	67	2		247	Schmerle	82	4	
174	Elritze	66	2		248	Schmerle	80	4	
175	Schmerle	82	4		249	Groppe	75	5	
176	Groppe	68	3		250	Schmerle	77	6	
177	Elritze	62	2		251	Elritze	70	3	
178	Elritze	55	1		252	Elritze	70	3	
179	Groppe	62	2		253	Elritze	55	2	
180	Elritze	55	2		254	Elritze	68	3	
181	Elritze	58	2		255	Schmerle	86	5	
182	Groppe	71	4		256	Elritze	69	3	
183	Schmerle	60	2	ohne Schwanzflosse	257	Schmerle	77	4	
184	Elritze	65	3		258	Elritze	68	4	
185	Elritze	58	1		259	Elritze	65	3	
186	Schmerle	78	3		260	Elritze	78	3	
187	Schmerle	82	3		261	Elritze	88	3	
188	Schmerle	62	1		262	Schmerle	75	2	
189	Groppe	69	3		263	Schmerle	82	2	
190	Schmerle	78	3		264	Elritze	65	3	
191	Schmerle	81	4		265	Elritze	60	2	
192	Schmerle	70	3		266	Elritze	88		
193	Schmerle	72	2		267	Elritze	68		
194	Elritze	61	2		268	Elritze	68		
195	Elritze	71	3		269	Elritze	70		
196	Elritze	68	2		270	Elritze	63		
197	Elritze	65	1		271	Elritze	65		
198	Schmerle	68	2		272	Elritze	68		
199	Schmerle	70	2		273	Elritze	62		
200	Elritze	78	3		274	Bachforelle	100	8	
201	Elritze	67	2		275	Schmerle	65		
202	Elritze	70	2		276	Schmerle	65		
203	Elritze	65	2		277	Schmerle	80		
204	Groppe	87	7		278	Schmerle	76		
205	Elritze	68	2		279	Schmerle	72		
206	Elritze	60	1		280	Schmerle	80		
207	Schmerle	72	2		281	Schmerle	65		
208	Schmerle	72	3		282	Schmerle	71		
209	Schmerle	75	2		283	Schmerle	64		
210	Schmerle	86	4		284	Schmerle	82		

Nr.	Art	TL [mm]	Gewicht [g]	Bemerkungen	Nr.	Art	TL [mm]	Gewicht [g]	Bemerkungen
285	Schmerle	82			359	Elritze	70		
286	Schmerle	83			360	Elritze	65		
287	Schmerle	72			361	Elritze	62		
288	Schmerle	80			362	Elritze	60		
289	Schmerle	78			363	Elritze	68		
290	Schmerle	72			364	Elritze	60		
291	Schmerle	96			365	Elritze	62		
292	Schmerle	85			366	Elritze	52		
293	Schmerle	82			367	Elritze	71		
294	Schmerle	72			368	Elritze	62		
295	Schmerle	85			369	Elritze	67		
296	Schmerle	76			370	Elritze	70		
297	Schmerle	72			371	Elritze	62		
298	Schmerle	75			372	Elritze	65		
299	Schmerle	66			373	Elritze	70		
300	Schmerle	82			374	Elritze	60		
301	Schmerle	75			375	Elritze	65		
302	Schmerle	89			376	Elritze	65		
303	Schmerle	75			377	Elritze	52		
304	Schmerle	87			378	Elritze	62		
305	Schmerle	69			379	Elritze	65		
306	Schmerle	72			380	Elritze	68		
307	Schmerle	71			381	Elritze	69		
308	Schmerle	72			382	Elritze	58		
309	Schmerle	80			383	Elritze	69		
310	Schmerle	75			384	Elritze	63		
311	Schmerle	75			385	Elritze	61		
312	Schmerle	95			386	Elritze	68		
313	Schmerle	85			387	Elritze	65		
314	Schmerle	72			388	Elritze	63		
315	Schmerle	82			389	Schmerle	76		
316	Schmerle	85			390	Schmerle	78		
317	Schmerle	72			391	Schmerle	84		
318	Schmerle	80			392	Schmerle	88		
319	Schmerle	72			393	Schmerle	78		
320	Schmerle	82			394	Schmerle	73		
321	Schmerle	75			395	Schmerle	82		
322	Schmerle	73			396	Schmerle	82		
323	Schmerle	79			397	Schmerle	78		
324	Schmerle	66			398	Schmerle	80		
325	Bachforelle	99	9		399	Schmerle	71		
326	Elritze	65			400	Schmerle	82		
327	Elritze	68			401	Schmerle	84		
328	Elritze	75			402	Schmerle	80		
329	Elritze	70			403	Schmerle	70		
330	Elritze	73			404	Schmerle	71		
331	Elritze	55			405	Schmerle	75		
332	Elritze	65			406	Schmerle	72		
333	Elritze	63			407	Schmerle	82		
334	Elritze	66			408	Schmerle	77		
335	Elritze	82			409	Schmerle	78		
336	Elritze	65			410	Schmerle	72		
337	Elritze	62			411	Schmerle	61		
338	Elritze	62			412	Schmerle	80		
339	Elritze	63			413	Schmerle	65		
340	Elritze	61			414	Schmerle	69		
341	Elritze	60			415	Schmerle	76		
342	Elritze	71			416	Schmerle	68		
343	Elritze	63			417	Groppe	52		
344	Elritze	65			418	Groppe	53		
345	Elritze	71			419	Groppe	85		
346	Elritze	60			420	Groppe	86		
347	Elritze	60			421	Groppe	83		
348	Elritze	59			422	Groppe	60		
349	Elritze	65			423	Groppe	69		
350	Elritze	62			424	Groppe	52		
351	Elritze	71			425	Groppe	76		
352	Elritze	63			426	Groppe	68		
353	Elritze	65			427	Groppe	64		
354	Elritze	65			428	Groppe	66		
355	Elritze	58			429	Groppe	80		
356	Elritze	70			430	Groppe	75		
357	Elritze	72			431	Groppe	78		
358	Elritze	58			432	Groppe	74		

Nr.	Art	TL [mm]	Gewicht [g]	Bemerkungen	Nr.	Art	TL [mm]	Gewicht [g]	Bemerkungen
433	Groppe	58	6		507	Elritze	55		
434	Groppe	66			508	Elritze	57		
435	Groppe	60			509	Elritze	68		
436	Groppe	63			510	Elritze	66		
437	Groppe	53			511	Elritze	68		
438	Groppe	78			512	Elritze	63		
439	Groppe	61			513	Elritze	65		
440	Groppe	58			514	Elritze	72		
441	Groppe	62			515	Elritze	70		
442	Bachforelle	84			516	Elritze	68		
443	Schmerle	81			517	Elritze	60		
444	Schmerle	74			518	Elritze	61		
445	Schmerle	82			519	Elritze	65		
446	Schmerle	85			520	Elritze	65		
447	Schmerle	56			521	Elritze	65		
448	Schmerle	62			522	Elritze	63		
449	Schmerle	77			523	Elritze	63		
450	Schmerle	85			524	Elritze	64		
451	Schmerle	78			525	Elritze	65		
452	Schmerle	80			526	Elritze	67		
453	Schmerle	65			527	Elritze	65		
454	Schmerle	64			528	Elritze	62		
455	Schmerle	78			529	Elritze	72		
456	Schmerle	70			530	Elritze	58		
457	Schmerle	72			531	Schmerle	70	3	
458	Schmerle	53							
459	Schmerle	68							
460	Schmerle	82							
461	Schmerle	81							
462	Schmerle	77							
463	Schmerle	81							
464	Schmerle	84							
465	Schmerle	89							
466	Schmerle	75							
467	Schmerle	80							
468	Schmerle	80							
469	Schmerle	92							
470	Schmerle	75							
471	Schmerle	67							
472	Schmerle	82							
473	Schmerle	64							
474	Schmerle	77							
475	Schmerle	70							
476	Schmerle	85							
477	Schmerle	72							
478	Schmerle	82							
479	Schmerle	75							
480	Schmerle	67							
481	Groppe	68							
482	Groppe	63							
483	Elritze	65							
484	Elritze	63							
485	Elritze	72							
486	Elritze	72							
487	Elritze	68							
488	Elritze	74							
489	Elritze	66							
490	Elritze	68							
491	Elritze	60							
492	Elritze	61							
493	Elritze	63							
494	Elritze	66							
495	Elritze	67							
496	Elritze	66							
497	Elritze	63							
498	Elritze	65							
499	Elritze	59							
500	Elritze	54							
501	Elritze	60							
502	Elritze	67							
503	Elritze	63							
504	Elritze	67							
505	Elritze	58							
506	Elritze	63							

Luterbach – 2. Durchgang

Nr.	Art	TL [mm]	Gewicht [g]	Bemerkungen	Nr.	Art	TL [mm]	Gewicht [g]	Bemerkungen
532	Elritze	71			603	Schmerle	76		
533	Elritze	66			604	Schmerle	79		
534	Elritze	65			605	Schmerle	72		
535	Elritze	71			606	Schmerle	78		
536	Elritze	67			607	Schmerle	73		
537	Elritze	66			608	Schmerle	82		
538	Elritze	58			609	Schmerle	85		
539	Elritze	67			610	Schmerle	89		
540	Elritze	67			611	Schmerle	74		
541	Elritze	63			612	Schmerle	92		
542	Elritze	68			613	Schmerle	86		
543	Elritze	65			614	Schmerle	79		
544	Elritze	65			615	Schmerle	87		
545	Elritze	60			616	Schmerle	81		
546	Elritze	60			617	Schmerle	67		
547	Elritze	68			618	Schmerle	82		
548	Elritze	64			619	Schmerle	71		
549	Elritze	70			620	Schmerle	85		
550	Elritze	67			621	Schmerle	85		
551	Elritze	65			622	Schmerle	78		
552	Elritze	61			623	Schmerle	83		
553	Elritze	62			624	Schmerle	74		
554	Elritze	67			625	Schmerle	68		
555	Elritze	66			626	Schmerle	78		
556	Elritze	64			627	Schmerle	75		
557	Elritze	62			628	Schmerle	81		
558	Elritze	65			629	Schmerle	78		
559	Elritze	61			630	Schmerle	65		
560	Elritze	62			631	Schmerle	80		
561	Elritze	67			632	Schmerle	85		
562	Elritze	65			633	Schmerle	78		
563	Elritze	62			634	Schmerle	89		
564	Elritze	65			635	Schmerle	82		
565	Elritze	61			636	Schmerle	77		
566	Elritze	62			637	Schmerle	78		
567	Elritze	68			638	Schmerle	78		
568	Elritze	62			639	Schmerle	82		
569	Elritze	73			640	Schmerle	81		
570	Elritze	60			641	Schmerle	81		
571	Elritze	69			642	Schmerle	87		
572	Elritze	63			643	Schmerle	82		
573	Elritze	70			644	Groppe	73		
574	Elritze	68			645	Groppe	75		
575	Elritze	68			646	Groppe	90		
576	Elritze	59			647	Groppe	75		
577	Elritze	61			648	Groppe	69		
578	Elritze	62			649	Groppe	69		
579	Elritze	74			650	Groppe	61		
580	Elritze	61			651	Groppe	57		
581	Elritze	70			652	Groppe	59		
582	Elritze	55			653	Groppe	75		
583	Elritze	70			654	Groppe	66		
584	Elritze	57			655	Groppe	65		
585	Elritze	69			656	Groppe	65		
586	Bachforelle	96	8		657	Groppe	63		
587	Schmerle	70			658	Elritze	58		
588	Schmerle	78			659	Elritze	63		
589	Schmerle	94			660	Elritze	63		
590	Schmerle	89			661	Elritze	69		
591	Schmerle	78			662	Elritze	67		
592	Schmerle	88			663	Elritze	62		
593	Schmerle	79			664	Elritze	56		
594	Schmerle	85			665	Elritze	88		
595	Schmerle	78			666	Elritze	79		
596	Schmerle	79			667	Elritze	68		
597	Schmerle	85			668	Elritze	77		
598	Schmerle	83			669	Schmerle	82		
599	Schmerle	82			670	Schmerle	80		
600	Schmerle	78			671	Schmerle	69		
601	Schmerle	76			672	Schmerle	84		
602	Schmerle	69			673	Schmerle	87		

Nr.	Art	TL [mm]	Gewicht [g]	Bemerkungen	Nr.	Art	TL [mm]	Gewicht [g]	Bemerkungen
674	Schmerle	79			748	Schmerle	70		
675	Schmerle	81			749	Schmerle	70		
676	Schmerle	92			750	Schmerle	80		
677	Schmerle	85			751	Groppe	71		
678	Schmerle	86			752	Groppe	92		
679	Schmerle	81			753	Groppe	77		
680	Schmerle	79			754	Groppe	53		
681	Schmerle	79			755	Groppe	69		
682	Schmerle	83			756	Groppe	82		
683	Schmerle	86			757	Groppe	88		
684	Schmerle	91			758	Groppe	54		
685	Schmerle	82			759	Elritze	65		
686	Schmerle	77			760	Elritze	58		
687	Schmerle	70			761	Elritze	67		
688	Schmerle	88			762	Elritze	63		
689	Schmerle	76			763	Elritze	68		
690	Schmerle	75			764	Elritze	63		
691	Schmerle	86			765	Elritze	52		
692	Schmerle	72			766	Elritze	67		
693	Schmerle	75			767	Elritze	62		
694	Schmerle	80			768	Elritze	63		
695	Schmerle	70			769	Elritze	65		
696	Schmerle	66			770	Elritze	65		
697	Schmerle	78			771	Elritze	64		
698	Groppe	90			772	Elritze	70		
699	Groppe	92			773	Elritze	65		
700	Groppe	88			774	Elritze	68		
701	Groppe	75			775	Elritze	65		
702	Groppe	53			776	Elritze	62		
703	Groppe	72			777	Elritze	64		
704	Groppe	82			778	Elritze	72		
705	Groppe	86			779	Elritze	67		
706	Groppe	73			780	Elritze	70		
707	Groppe	62			781	Elritze	67		
708	Groppe	75			782	Elritze	65		
709	Elritze	65			783	Elritze	61		
710	Elritze	67			784	Elritze	68		
711	Elritze	67			785	Elritze	61		
712	Elritze	71			786	Elritze	68		
713	Elritze	85			787	Elritze	58		
714	Elritze	62			788	Elritze	63		
715	Elritze	62			789	Elritze	60		
716	Elritze	60			790	Elritze	65		
717	Elritze	67			791	Elritze	68		
718	Elritze	66			792	Elritze	68		
719	Elritze	62			793	Elritze	65		
720	Elritze	65			794	Elritze	66		
721	Elritze	63			795	Elritze	68		
722	Elritze	62			796	Elritze	56		
723	Elritze	68			797	Elritze	73		
724	Elritze	63			798	Elritze	64		
725	Elritze	55			799	Elritze	63		
726	Schmerle	82			800	Elritze	62		
727	Schmerle	75			801	Elritze	71		
728	Schmerle	76			802	Elritze	60		
729	Schmerle	81			803	Elritze	63		
730	Schmerle	72			804	Elritze	65		
731	Schmerle	85			805	Elritze	65		
732	Schmerle	85			806	Elritze	68		
733	Schmerle	72			807	Elritze	60		
734	Schmerle	79			808	Elritze	58		
735	Schmerle	81			809	Elritze	66		
736	Schmerle	68			810	Elritze	67		
737	Schmerle	70			811	Schmerle	81		
738	Schmerle	94			812	Schmerle	68		
739	Schmerle	70			813	Schmerle	94		
740	Schmerle	81			814	Schmerle	58		
741	Schmerle	83			815	Schmerle	80		
742	Schmerle	70			816	Schmerle	82		
743	Schmerle	72			817	Schmerle	83		
744	Schmerle	68			818	Schmerle	78		
745	Schmerle	70			819	Schmerle	88		
746	Schmerle	85			820	Schmerle	70		
747	Schmerle	78			821	Schmerle	83		

Nr.	Art	TL [mm]	Gewicht [g]	Bemerkungen	Nr.	Art	TL [mm]	Gewicht [g]	Bemerkungen
822	Schmerle	75			841	Schmerle	69		
823	Schmerle	77			842	Schmerle	76		
824	Schmerle	67			843	Schmerle	63		
825	Schmerle	71			844	Schmerle	83		
826	Schmerle	73			845	Schmerle	72		
827	Schmerle	82			846	Schmerle	71		
828	Schmerle	73			847	Schmerle	79		
829	Schmerle	81			848	Schmerle	77		
830	Schmerle	78			849	Schmerle	60		
831	Schmerle	72			850	Schmerle	72		
832	Schmerle	71			851	Groppe	61		
833	Schmerle	75			852	Groppe	79		
834	Schmerle	73			853	Groppe	69		
835	Schmerle	70			854	Groppe	57		
836	Schmerle	71			855	Schmerle	75		
837	Schmerle	62			856	Schmerle	75		
838	Schmerle	67			857	Schmerle	85		
839	Schmerle	60			858	Schmerle	75		
840	Schmerle	65							

Anhang C

Laichhabitat Bachforelle/Äsche

Erhebungsmethodik

Vorgehen

Das dominierende Substrat wurde an mehreren Hundert Messpunkten⁸ (Emmenschachen: 344; Schwarzweg: 1051; Papierfabrik: 2393) für eine Fläche mit einem Radius von ca. 0.5 m um den Messpunkt, erfasst. Die Klassifizierung der Substrate erfolgte nach (Stucki P, 2010). Die Berechnung der Wassertiefen und Fliessgeschwindigkeiten erfolgte durch die Firma Hunziker, Zarn & Partner (siehe Kapitel 5). In der Untersuchungsstrecke Papierfabrik wurde ein 32 m langer Teilbereich wegen zu geringer Triangulationspunkte-Dichte (2D-Modellierung) von der Auswertung ausgeschlossen.

Bewertung

Die Bewertung der artspezifischen Habitateignung erfolgte mittels eines zweidimensionalen PHABSIM-Modellansatzes⁹. Er basiert auf einer Verknüpfung von hydraulischen und biologischen Parametern. Mit Hilfe des 2D-Modells wurden die tiefengemittelten Fliessgeschwindigkeiten¹⁰ und Wassertiefen für Abflüsse von 1.8 m³/s und 6.2 m³/s berechnet. Die Interpolation der Eignung der an den einzelnen Messpunkten dominierenden Substrate erfolgte mit Hilfe eines Raster-GIS¹¹. Die Ergebnisse für die drei Parameter wurden in ein Raster mit einer Zellgrösse von 0.3 x 0.3 m überführt.

Die Verknüpfung mit den biologischen Parametern erfolgte über so genannte Eignungskurven («suitability curves»). Sie beschreiben mit Hilfe eines Eignungsindex (Werte von 0 = ungeeignet bis 1 = optimal), wie gut die Ansprüche bezüglich eines einzelnen Habitatparameters erfüllt sind. Anstelle von Eignungskurven wurde mit 4 Eignungsklassen gearbeitet (Tabelle 1).

Die Eignungsklassen für das Laichhabitat wurden aus in der Literatur angegebenen Eignungskurven abgeleitet. Auf diese Weise konnten die Ausdehnung und Lage der potenziell geeigneten Flächen bezüglich Fliessgeschwindigkeit, Tiefe und Substrat berechnet werden.

⁸ Die Einmessung erfolgte mit einem GPS mit einer Genauigkeit von um 70 cm.

⁹ PHABSIM bedeutet «physical habitat simulation». Es ist Teil der «Instream flow increment method» (IFIM), die in den 1980er und 1990er Jahren in den USA entwickelt wurde. Die Methodik hat sich seither auch in Europa etabliert. Sie basierte ursprünglich auf einer eindimensionalen Modellierung der Wassertiefen und Fliessgeschwindigkeiten. Inzwischen wurde sie mit einem deutlich aussagekräftigeren zweidimensionalen Ansatz erweitert.

¹⁰ Mittlere Fliessgeschwindigkeit in der Wassersäule.

¹¹ Interpolationsmethode: IDW (inverse distance weighted) mit variablem Suchradius unter Verwendung von 3 Messpunkten (Geist, D. R., Murray, C. J., Hanrahan, T. P., Xie, Y., 2008)

Eignungsklasse	Umschreibung	Eignungsindex
0	ungeeignet	0.0-0.1
0.2	bedingt geeignet	0.1-0.3
0.6	geeignet	0.3-0.8
1	optimal	0.8-1

Tabelle 1 Definition der verwendeten Eignungsklassen (abgeändert nach (Brown S. K., Buja K. R., Jury S. H., Monaco M. E., Banner A., 2000))

Herleitung der Eignungsklassen

Nach einer begrenzten Recherche wurden aus der Literatur Eignungskurven entnommen, in die vier Eignungsklassen (Tabelle 1) übertragen und für die Laichhabitate zusammengestellt. Auf der Basis dieser Kurvenauswahl und eigenen Kenntnissen wurden die zu verwendenden Eignungsklassen definiert (Tabelle 2).

Art	Parameter	Eignungsklasse			
	Umschreibung	0 (ungeeignet)	0.2 (bed. geeignet)	0.6 (geeignet)	1 (optimal)
Bachforelle	Fließgeschwindigkeit [m/s]	<0.10 >0.80	0.10-0.15 0.65-0.8	0.15-0.25 0.5-0.65	0.25-0.5
	Wassertiefe [m]	<0.10 –	– –	0.1-0.15 –	>0.15
	Substrat	Pelal, Psammal	Mesolithal	Akal	Mikrolithal
Äsche	Fließgeschwindigkeit [m/s]	<0.20 >0.75	0.20-0.25 0.65-0.75	0.25-0.35 0.5-0.65	0.35-0.5
	Wassertiefe [m]	<0.15 –	0.15-0.25 –	0.25-0.5 –	>0.50
	Substrat	Pelal, Psammal, Mesolithal, Makrolithal, Megalithal	Akal	–	Mikrolithal

Tabelle 2 Für die Modellierung des Habitatangebotes für die Bachforelle und Äsche verwendete Eignungsklassen

Berechnung der Potenzialflächen

Aus den Eignungsklassen der 3 Parameter (Einzeleignungen) erfolgte für jede Rasterzelle durch Aggregation die Bewertung der Gesamteignung. Aufgrund der Empfehlungen in (Jorde, K., Schneider, M., 2010) wurde als Aggregationsmethode das geometrische Mittel gewählt. Dadurch ist gewährleistet, dass die Gesamteignung 0 ergibt, wenn ein einzelner Habitatparameter ungeeignet (= 0) ist. Da die Wassertiefe von

untergeordneter Bedeutung ist, wurde sie lediglich mit einem Drittel gewichtet.

Eine adulte Bachforelle benötigt zum Laichen, aber auch ausserhalb der Laichzeit, eine minimale Habitatfläche. Diese ist umso kleiner, je grösser ihre Qualität ist (Tabelle 3). Sämtliche Teilflächen einer Eignungsklasse, die kleiner als die minimale Habitatfläche waren, wurden deshalb nicht weiter berücksichtigt. Sie erhielten die Eignungsklasse 0. Da uns für die Äsche keine entsprechenden Daten zur Verfügung standen, wurden diejenigen für die Bachforelle verwendet.

Das potenzielle Habitatangebot wurde als integraler Wert berechnet, der sowohl die nutzbare Fläche als auch ihre Eignung als Lebensraum berücksichtigt. Hierfür wurden die Rasterflächen einer Eignungsklasse aufsummiert, die Flächensummen nach ihrer Eignung gewichtet (d.h. mit ihrem Eignungswert 1, 0.6, 0.2 oder 0 multipliziert) und zur so genannten „weighted usable area“ (WUA) addiert. Sind alle Einzelflächen optimal geeignet (Eignungsklasse 1) entspricht die WUA der gesamten Gerinnefläche¹².

Eignungsklasse	Laichhabitat
0	–
0.2	9 m ²
0.6	5 m ²
1	2 m ²

Tabelle 3 Definition der minimal notwendigen Fläche für eine Bachforelle (Baumann P, Kirchhofer A, Schälchli U, 2012)

¹² Das Modell, als vereinfachtes Abbild der realen Natur, geht davon aus, dass die Einzelparameter gleich wichtig und unabhängig sind. Es gibt aber eine grosse Abhängigkeit zwischen Tiefe und Fliessgeschwindigkeit und die Fliessgeschwindigkeit bestimmt das Substrat (Korngrösse). Die Habitatwahl der Fische ist unzweifelhaft ein multivariater Prozess. Sie basiert also auf mehreren interagierenden Habitatvariablen. Das verwendete Modell kann diese Komplexität nicht berücksichtigen.

Anforderungen an das Laichhabitat

Laichhabitat

Bachforellen und Äschen legen ihre Eier in Laichgruben im Kiesbett. Gute Laichplätze zeichnen sich in erster Linie durch ein geeignetes Substrat der Gewässersohle aus. Der Anteil an Sand und Silt sollte nicht mehr als 10 % betragen. Zudem darf die Kolmation nicht zu stark sein.

Ausreichend hohe Fliessgeschwindigkeiten gewährleisten, dass der Kies des Laichplatzes von Feinstoffen befreit ist. Ist der Feinstoffanteil im Kies zu hoch, nimmt die Durchlässigkeit des Kiesel ab und die Versorgung der Eier mit Sauerstoff ist nicht mehr gesichert. Bezüglich der Wassertiefe sind Bachforellen und Äschen flexibler als bei den anderen beiden Habitatparametern. Zudem benötigen beide Arten genügend Deckung als Sicht- und Strömungsschutz während der Ruhephasen zwischen den Laichakten.

Optimale Laichhabitate liegen in den Übergängen zwischen einem Kolk (Deckung/Strömungsschutz) und einem Riffle oder einer Schnelle. Generell werden seicht überströmte Kiesbänke als Laichplätze bevorzugt.

Sohlensubstrat

Emmenschachen

Das Gerinne wurde von ausgedehnten Grobkiesflächen (Mikrolithal) dominiert (Abbildung 1).

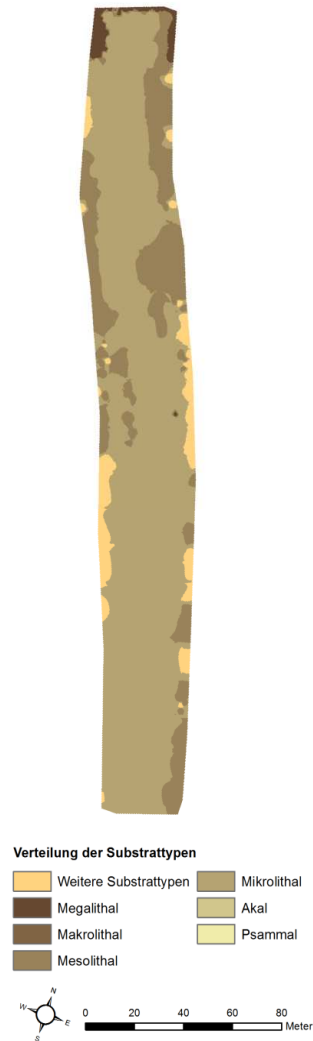


Abbildung 1 Verteilung der Substrattypen in der Untersuchungsstrecke Emmenschachen am 25.11.2014.

Schwarzweg

Unterhalb der Schwelle dominierte Fels (Megalithal; Abbildung 2). Dazwischen sowie oberhalb der Schwelle kamen grosse Grobkiesflächen (Mikrolithal) vor.



Abbildung 2 Verteilung der Substrattypen in der Untersuchungsstrecke Schwarzweg am 25.11.2014.

Papierfabrik

Unterhalb der Schwelle bestand das Gerinne aus Fels (Megalithal), welcher stellenweise von Grobkiesflächen (Mikrolithal) überdeckt war (Abbildung 3). Oberhalb der Schwelle dominierte Grobkies.



Abbildung 3 Verteilung der Substrattypen in der Untersuchungsstrecke Papierfabrik am 17.4.2014.

Deckung und Sandanteil

Emmenschachen

Es kamen nur kleinere Deckungsstrukturen vor (unterspülte Ufer, Wurzelwerk, Totholz), die eine Gesamtfläche von lediglich gut 40 m² einnahmen (Abbildung 4). Das potenzielle Laichsubstrat war nicht mit Sand durchsetzt.

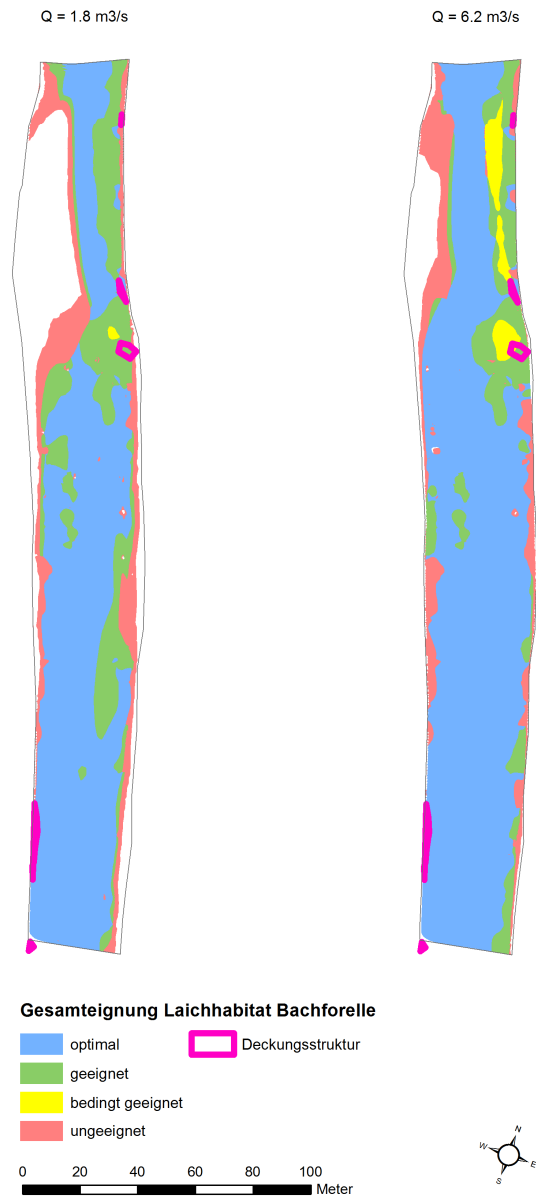


Abbildung 4 Gesamteignung der Untersuchungsstrecke Emmenschachen als Laichhabitat für die Bachforelle. Lage der vorhandenen Deckungsstrukturen

Schwarzweg

Es kamen nur kleinere Deckungsstrukturen vor (unterspülte Ufer, Totholz), die eine Gesamtfläche von lediglich gut 10 m² einnahmen (Abbildung 5 und 6). Das potenzielle Laichsubstrat war im obersten Viertel der Untersuchungsstrecke teilweise mit Sand durchsetzt.

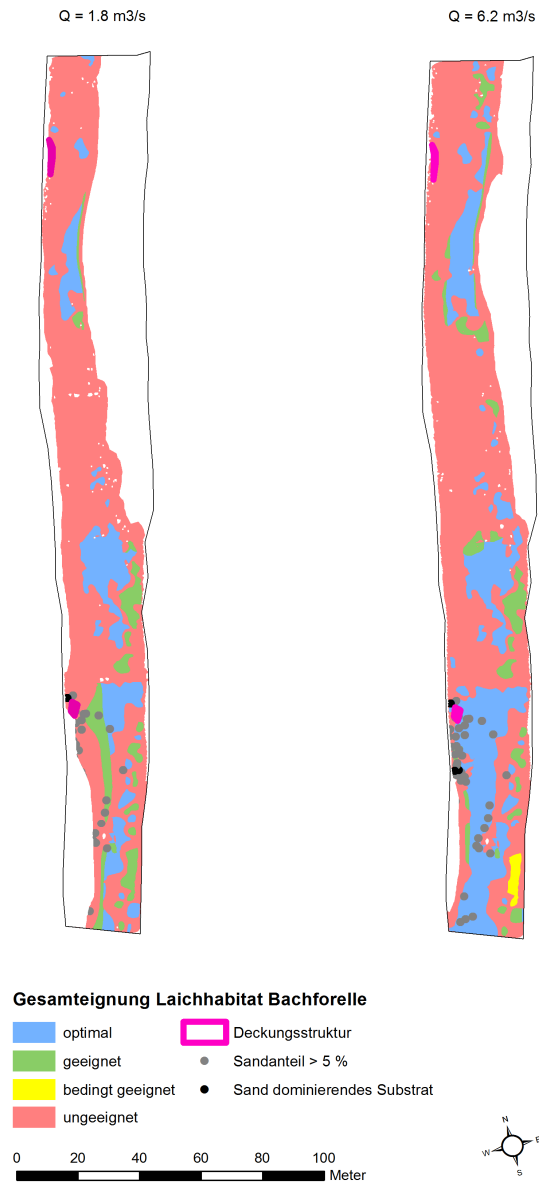


Abbildung 5 Gesamteignung der Untersuchungsstrecke Schwarzweg als Laichhabitat für die Bachforelle. Lage der vorhandenen Deckungsstrukturen. Darstellung der erfassten Substratpunkte mit Sandanteil >5 % respektive mit dominierendem Substrattyp Sand im mit Wasser bedeckten Gerinnebereich.



Abbildung 6 Gesamteignung der Untersuchungsstrecke Schwarzweg als Laichhabitat für die Äsche. Lage der vorhandenen Deckungsstrukturen. Darstellung der erfassten Substratpunkte mit Sandanteil >5 % respektive mit dominierendem Substrattyp Sand im mit Wasser bedeckten Gerinnebereich.

Papierfabrik

Es kamen keine Deckungsstrukturen vor. Das potenzielle Laichsubstrat war nicht mit Sand durchsetzt.

Eignung als Laichhabitat

Emmenschachen							
Art	Parameter	Abfluss [m³/s]	Eignung [% Fläche Gerinnesohle]				Gesamt- fläche [m²]
			optimal	geeignet	bed. geeig.	ungeeignet	
Bachforelle	Substrat	–	73.5	0.0	19.3	7.3	11 781.4
	Fliessgeschwindigkeit	1.8	39.7	30.8	5.9	5.3	11 186.0
		6.2	67.4	18.2	5.8	3.0	11 186.0
	Wassertiefe	1.8	62.6	9.5	0.0	9.9	11 186.0
		6.2	85.4	3.1	0.0	6.0	11 186.0
	Gesamteignung	1.8	51.8	18.1	0.1	30.0	11 078.5
		6.2	67.1	14.4	2.8	15.7	11 078.5
Äsche	Substrat	–	73.5	0.0	0.0	26.5	11 781.4
	Fliessgeschwindigkeit	1.8	5.7	35.1	18.0	22.9	11 186.0
		6.2	55.4	25.1	6.7	7.3	11 186.0
	Wassertiefe	1.8	0.5	26.8	35.3	19.4	11 186.0
		6.2	23.3	54.8	7.3	9.1	11 186.0
	Gesamteignung	1.8	1.4	43.5	0.0	55.1	11 078.3
		6.2	53.1	13.5	0.0	33.4	11 078.3

Tabelle 4 Eignung der Untersuchungsstrecke Emmenschachen als Laichhabitat für Bachforelle und Äsche. Die Fläche für die Substratmodellierung deckte sich nicht ganz vollständig mit derjenigen für die Modellierung von Fliessgeschwindigkeit, Wassertiefe und Gesamteignung.

Schwarzweg							
Art	Parameter	Abfluss [m³/s]	Eignung [% Fläche Gerinnesohle]				Gesamt- fläche [m²]
			optimal	geeignet	bed. geeig.	ungeeignet	
Bachforelle	Substrat	–	26.4	0.9	9.2	63.5	9 876.5
	Fließgeschwindigkeit	1.8	25.4	19.7	5.9	10.0	8 861.5
		6.2	31.5	26.0	13.7	5.5	8 861.5
	Wassertiefe	1.8	48.1	4.7	0.0	8.4	8 861.5
		6.2	68.0	2.8	0.0	5.9	8 861.5
	Gesamteignung	1.8	9.9	5.2	0.0	84.9	8 814.5
		6.2	19.7	5.1	0.6	74.6	8 814.5
Äsche	Substrat	–	26.4	0.0	0.9	72.7	9 876.5
	Fließgeschwindigkeit	1.8	11.4	17.9	9.6	22.2	8 861.5
		6.2	21.9	29.1	12.9	12.8	8 861.5
	Wassertiefe	1.8	13.0	23.7	11.4	13.1	8 861.5
		6.2	38.3	23.3	6.5	8.7	8 861.5
	Gesamteignung	1.8	2.0	5.7	0.0	92.3	8 814.7
		6.2	11.4	8.1	0.0	80.5	8 814.5

Tabelle 5 Eignung der Untersuchungsstrecke Schwarzweg als Laichhabitat für Bachforelle und Äsche. Die Fläche für die Substratmodellierung deckte sich nicht ganz vollständig mit derjenigen für die Modellierung von Fließgeschwindigkeit, Wassertiefe und Gesamteignung.

Papierfabrik							
Art	Parameter	Abfluss [m³/s]	Eignung [% Fläche Gerinnesohle]				Gesamt- fläche [m²]
			optimal	geeignet	bed. geeig.	ungeeignet	
Bachforelle	Substrat	–	47.4	0.4	0.0	52.2	10 185.8
	Fließgeschwindigkeit	1.8	36.4	18.1	7.0	9.2	8 795.2
		6.2	9.2	19.8	21.4	28.6	8 795.2
	Wassertiefe	1.8	47.7	10.5	0.0	12.9	8 795.2
		6.2	70.4	2.9	0.0	5.8	8 795.2
	Gesamteignung	1.8	35.1	2.8	0.0	62.1	8 046.5
		6.2	16.1	15.5	0.0	68.4	8 046.3
Äsche	Substrat	–	47.4	0.0	0.4	52.2	10 185.8
	Fließgeschwindigkeit	1.8	19.2	27.3	8.7	15.6	8 795.2
		6.2	6.3	20.1	15.3	37.3	8 795.2
	Wassertiefe	1.8	0.1	22.9	24.6	23.4	8 795.2
		6.2	7.4	53.6	9.4	8.7	8 795.2
	Gesamteignung	1.8	6.8	24.7	0.0	68.5	8 046.3
		6.2	1.9	24.2	0.0	74.0	8 046.4

Tabelle 6 Eignung der Untersuchungsstrecke Papierfabrik als Laichhabitat für Bachforelle und Äsche. Die Fläche für die Substratmodellierung deckte sich nicht ganz vollständig mit derjenigen für die Modellierung von Fließgeschwindigkeit, Wassertiefe und Gesamteignung.

Anhang D

Fotografische Dokumentation Fischwerk, 2015



Emmensachen Fotostandort EC1, 25.8.2014

Erfolgskontrolle Erhebung Ausgangszustand

Fotografische Dokumentation

9. Juni 2015

F I S C H W E R K

WERNER DÖNNI

FISCHBIOLOGIE • GEWÄSSERÖKOLOGIE • GEOINFORMATIK

NEUSTADTSTRASSE 7, 6003 LUZERN

T 041 210 20 15

INFO@FISCHWERK.CH

WWW.FISCHWERK.CH

1 Problemstellung und Auftrag

Mit dem Indikator 'Fotografische Dokumentation' soll die optische Entwicklung der Untersuchungsstrecken festgehalten werden. Für die Untersuchungsstrecken Emmenspitz (Auengebiet), Emmenschachen (Aufweitung), Schwarzweg (Überflutungsfläche) und Papierfabrik (km 3.9-4.5) sollen je 4 Fotostandorte ausgewählt werden, an denen Fotos bei Restwasserabfluss (Zielabfluss $1 \text{ m}^3/\text{s}$) und bei Hochwasser (Zielabfluss $\geq 57 \text{ m}^3/\text{s}$) gemacht werden. Durch zusätzliche Fotostandorte zwischen den Untersuchungsstrecken soll die gesamte Strecke zwischen Biberist und der Mündung in die Aare fotografisch abgedeckt werden.

2 Fotostandorte

Die Auswahl der Fotostandorte ist der kritische Punkte im gesamten Vorgehen. Es besteht ein gewisses Risiko, dass die ausgewählten Standorte im Projektzustand nicht mehr zugänglich sind. Es wurden deshalb 5–6 Fotostandorte pro Untersuchungsstrecke ausgewählt, statt nur deren 4. Diese wurden mit 5 zusätzlichen Fotostandorten zwischen den Untersuchungsstrecken ergänzt.

Für jedes Untersuchungsgebiet wurden Fotostandorte ausgewählt, die eine möglichst freie Sicht in die Untersuchungsstrecke erlauben. Es wurde auf ein grosses Blickfeld geachtet, das im Idealfall markante Strukturen enthielt, die durch das Projekt nicht verändert werden. Die Projektveränderungen sollen vom Fotostandort aus sichtbar sein, der Standort selber soll jedoch möglichst wenig Veränderung durch das Projekt erfahren, insbesondere im Bezug auf die Bodenhöhe (-> gleiche Fotoposition Ausgangs- und Projektzustand).

3 Vorgehen

Die Fotostandorte wurden mit einem GPS mit Submetergenauigkeit eingemessen. Dazu wurde eine Markierung angebracht (Abb. 1) und der Standort verbal beschrieben. Das Stativ wurde mittels eines Kompasses nach Norden ausgerichtet und mit der Wasserwaage ausbalanciert. Die Richtung der Fotos wurde festgehalten (Elevation, Deklination, Neigung). Pro Fotostandort wurden in verschiedene Richtungen fotografiert (Serien). Sämtliche Aufnahmen wurden mit der Programmautomatik und einer Brennweite von 18 mm gemacht. Die Ausgabegrösse der JPEG-Dateien betrug 2976×1984 Pixel (5.9 Megapixel), die Auflösung 350×350 ppi (Pixel/Zoll).

Die Restwasserabfluss-Fotos wurden am 25.8.2014 bei bewölktem Himmel und einem Abfluss von ca. $2 \text{ m}^3/\text{s}$ aufgenommen. Die Aufnahmen wurden am 27.11.2014 bei bewölktem Himmel und einem Abfluss von ca. $1 \text{ m}^3/\text{s}$ durch Fotografien an den zusätzlichen Fotostandorten ergänzt. Die Aufnahmen bei Hochwasser fanden am 5.5.2015 bei bewölktem Himmel und einem Abfluss von zwischen $63 \text{ m}^3/\text{s}$ (Morgen) und $43 \text{ m}^3/\text{s}$ (Abend) statt. Ein Standort war bei Hochwasser nicht zugänglich. Bei Standorten im Wald (geplanter Altarm / geplantes Initialgerinne / geplante Überflutungsfläche) konnte im Ausgangszustand keine Veränderung zwischen Hochwasser- und Restwasserzustand festgestellt werden. Daher wurde im Ausgangszustand auf eine Hochwasser-Aufnahme dieser Standorte verzichtet.

Die Bilddateien wurden nach folgendem System benannt:

Untersuchungsstrecke/Nummer Fotostandort_Abfluss_Datum_Serie

Bsp.: SW2_NW_20140825_C = Schwarzweg, 2. Fotostandort bei Niedrigwasser am 25.8.2014, Serie C.

Abkürzungen der Untersuchungsstrecken: EZ = Emmenspitz, EC = Emmenschachen, SW = Schwarzweg, PF = Papierfabrik.

Abkürzungen der zusätzlichen Fotostandorte: BB = Bahnbrücke, PD = Pockenhaus Derendingen, AB = Autobahnbrücke.



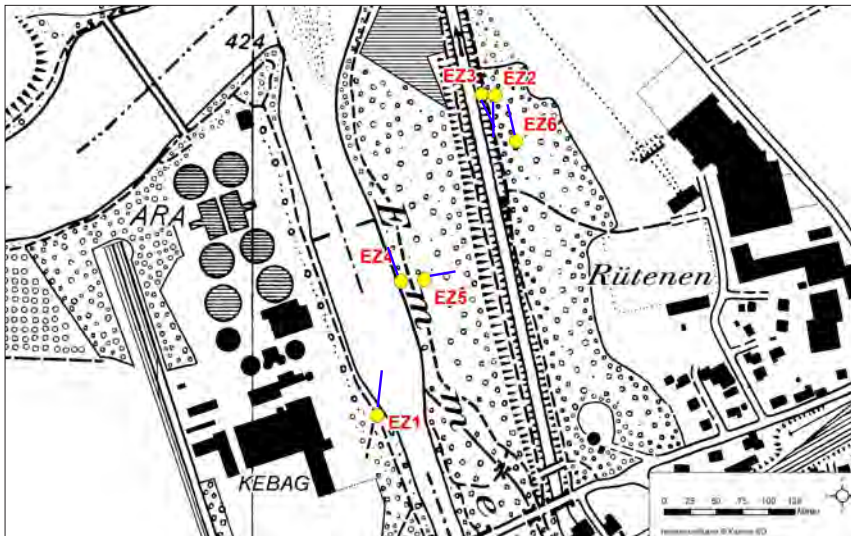
Abb. 1 Kamera auf Stativ am Ufer der Emme. Als Markierung wurde ein rotes Z auf der Ufermauer, einem Stein oder einem Baum, angebracht.

4 Dokumentation

Fotostandort gelber Kreis = Standort
 blau Linie = Blickrichtung
 rote Etikette = Standortbezeichnung (Abkürzung Untersuchungsstrecke/Nummer Fotostandorte)

4.1 Fotografische Dokumentation der Untersuchungsstrecken

Emmenspitz	Standorte der geplanten Initialgerinne (Fotostandorte 1; 4; 5), Standort des geplanten Altarmes (2; 3; 6).
Emmenschachen	Rechtes Ufer im Bereich der geplanten Aufweitung (1; 2; 3), Gerinne (4; 5).
Schwarzweg	Überflutungsfläche (1–5).
Papierfabrik	Gerinneverbreiterung (2; 3; 4; 5), Sohlenstrukturierung (1; 4).



Emmenspitz

Abb. 2 Lage der Fotostandorte im Untersuchungsgebiet Emmenspitz inklusive Blickrichtung.



Abb. 3 Fotostandort EZ1. Geplantes Initialgerinne. Links: 25.8.2014 / Rechts: 5.5.2015



Abb. 4 Fotostandort EZ4. Geplantes Initialgerinne. Links: 25.8.2014 / Rechts: 5.5.2015



Abb. 5 Fotostandort EZ5. Geplantes Initialgerinne. 25.8.2014. Keine Aufnahme bei Hochwasser da keine Veränderung zu Zustand bei Restwasserabfluss.



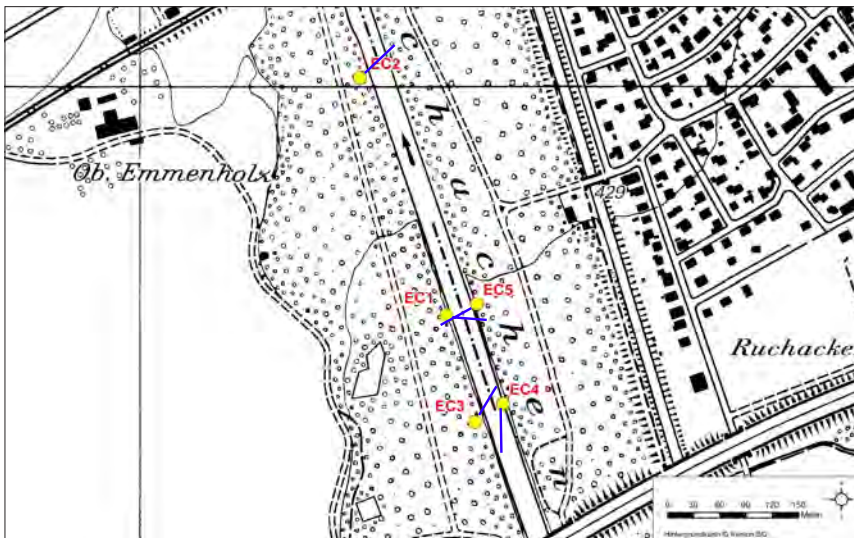
Abb. 6 Fotostandort EZ2. Geplanter Altarm. 25.8.2014. Keine Aufnahme bei Hochwasser da keine Veränderung zu Zustand bei Restwasserabfluss.



Abb. 7 Fotostandort EZ3. Geplanter Altarm. Links: 25.8.2014 / Rechts: 5.5.2015



Abb. 8 Fotostandort EZ6. Geplanter Altarm. 25.8.2014. Keine Aufnahme bei Hochwasser da keine Veränderung zu Zustand bei Restwasserabfluss.



Emmensachen

Abb. 9 Lage der Fotostandorte im Untersuchungsgebiet Emmenschachen inklusive Blickrichtung.



Abb. 10 Fotostandort EC1. Geplante Aufweitung. Links: 25.8.2014 / Rechts: 5.5.2015



Abb. 11 Fotostandort EC2. Geplante Aufweitung. Links: 25.8.2014 / Rechts: 5.5.2015





Abb. 12 Fotostandort EC3. Geplante Aufweitung. Links: 25.8.2014 / Rechts: 5.5.2015



Abb. 13 Fotostandort EC4. Gerinne. Links: 25.8.2014 / Rechts: 5.5.2015





Abb. 14 Fotostandort EC5. Gerinne. Links: 25.8.2014 / Rechts: 5.5.2015



Schwarzweg

Abb. 15 Lage der Fotostandorte im Untersuchungsgebiet Schwarzweg inklusive Blickrichtung.



Abb. 16 Fotostandort SW1. Geplante Überflutungsfläche. Links: 25.8.2014 / Rechts: 5.5.2015



Abb. 17 Fotostandort SW2. Geplante Überflutungsfläche. Links: 25.8.2014 / Rechts: 5.5.2015



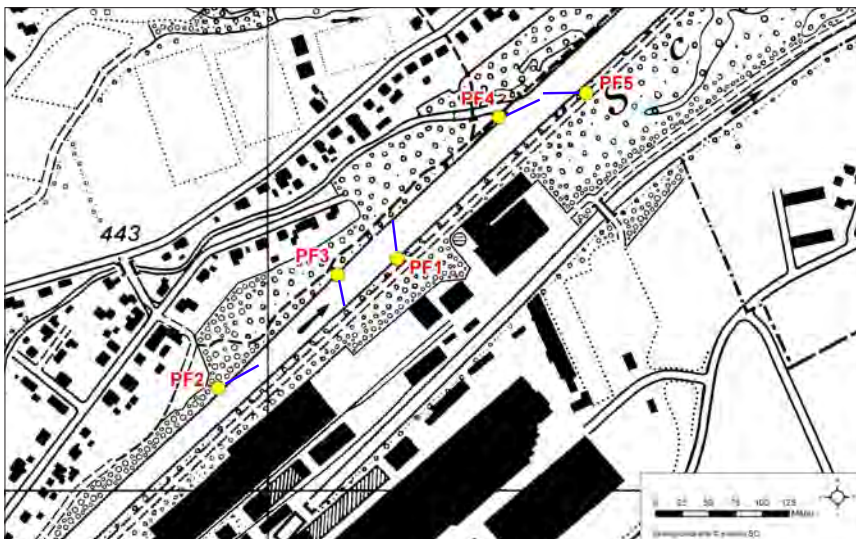
Abb. 18 Fotostandort SW3. Geplante Überflutungsfläche. Links: 25.8.2014 / Rechts: 5.5.2015



Abb. 19 Fotostandort SW4. Geplante Überflutungsfläche. 25.8.2014. Keine Aufnahme bei Hochwasser da keine Veränderung zu Zustand bei Restwasserabfluss.



Abb. 20 Fotostandort SW5. Geplante Überflutungsfläche. 25.8.2014. Keine Aufnahme bei Hochwasser da keine Veränderung zu Zustand bei Restwasserabfluss.



Papierfabrik

Abb. 21 Lage der Fotostandorte im Untersuchungsgebiet Papierfabrik inklusive Blickrichtung.



Abb. 22 Fotostandort PF1. Gerinne. Links: 25.8.2014 / Rechts: 5.5.2015



Abb. 23 Fotostandort PF2. Geplante Gerinneverbreiterung. Links: 25.8.2014 / Rechts: 5.5.2015





Abb. 24 Fotostandort PF3. Geplante Gerinneverbreiterung. Links: 25.8.2014 / Rechts: 5.5.2015



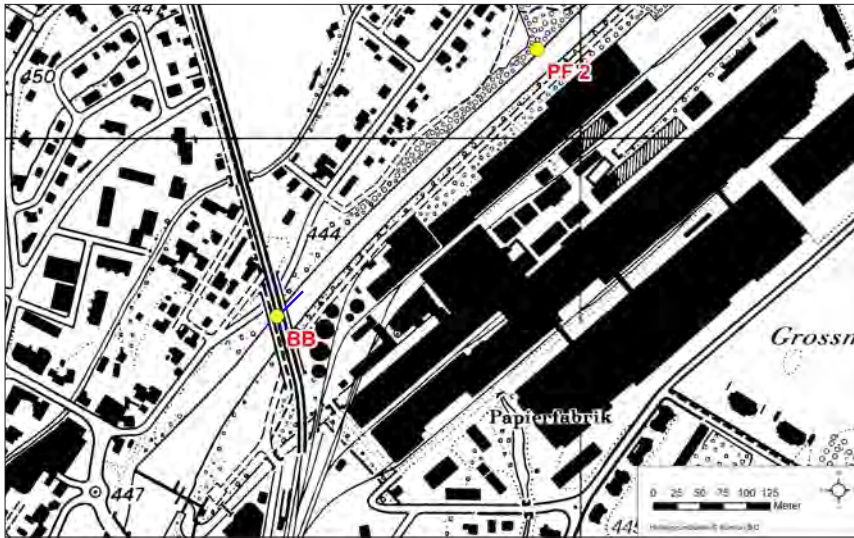
Abb. 25 Fotostandort PF4 bei der Dorfbachmündung. Geplante Gerinneverbreiterung. Links: 25.8.2014 / Rechts: 5.5.2015



Abb. 26 Fotostandort PF5. Geplante Gerinneverbreiterung. Links: 25.8.2014 / Rechts: 5.5.2015

4.2 Fotografische Dokumentation zwischen den Untersuchungsstrecken

Bahnbrücke	Bahn- und Fussgängerbrücke zwischen Wehr Biberist und der Untersuchungsstrecke Papierfabrik. Umbau der Schwelle unterhalb Bahnbrücke in Blockrampe geplant. Veränderungen an Sohle und Ufer oberhalb der Brücke vorgesehen.
Pockenhaus Derendingen	Zwischen Untersuchungsstrecken Papierfabrik und Schwarzweg. Gerinnerverbreiterung, Sohlenstrukturierung.
Autobahnbrücke	Längerer Abschnitt zwischen Untersuchungsstrecken Schwarzweg und Emmenschachen. Gerinnenaufweitung (Fotostandorte 1; 2; 3), Ergänzung Schwelle durch Blockrampe (2).

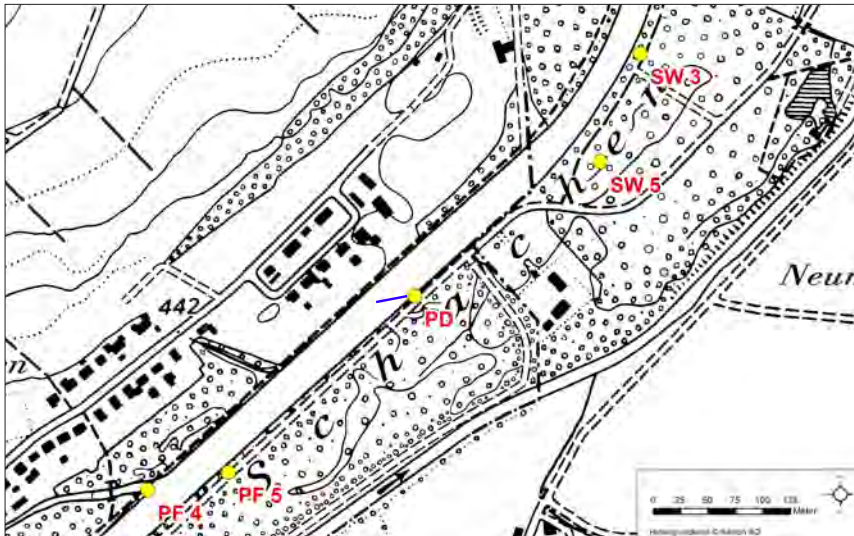


Bahnbrücke

Abb. 27 Lage der Fotostandorte im Untersuchungsgebiet Emmenspitz inklusive Blickrichtung.



Abb. 28 Fotostandort Bahnbrücke (BB) bei der geplanten Blockrampe. Links: 27.11.2014 / Rechts: 5.5.2015

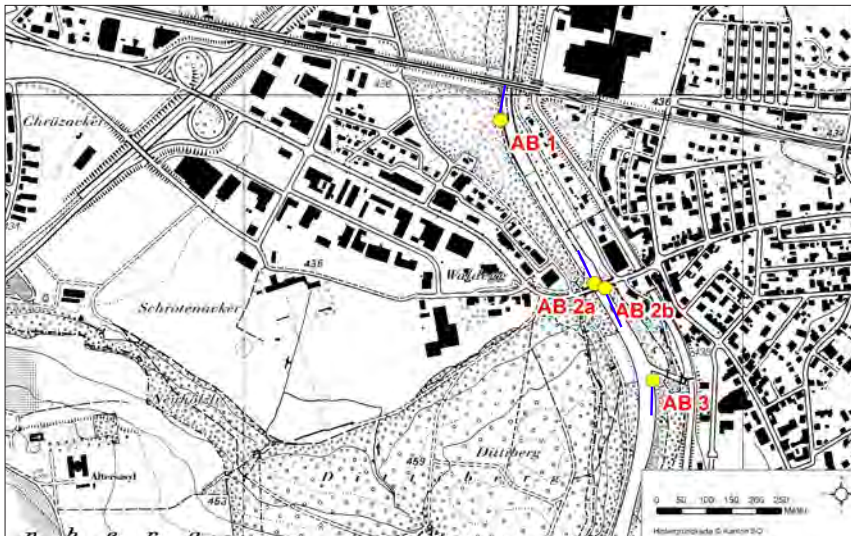


Pockenhaus Derendingen

Abb. 29 Lage der Fotostandorte im Untersuchungsgebiet Emmespitz inklusive Blickrichtung.



Abb. 30 Fotostandort Pockenhaus Derendingen (PD). Geplante Gerinneverbreiterung und Sohlenstrukturierung, 27.11.2014. Der Fotostandort war bei Hochwasser nicht zugänglich.



Autobahnbrücke

Abb. 31 Lage der Fotostandorte im Bereich der Autobahnbrücke inklusive Blickrichtung.



Abb. 32 Fotostandort AB1. Geplante Gerinneaufweitung. Links: 27.11.2014 / Rechts: 5.5.2015



Abb. 33 Fotostandort AB2a. Geplante Blockrampe. Links: 27.11.2014 / Rechts: 5.5.2015



Abb. 34 Fotostandort AB2b. Geplante Gerinnenaufweitung. Links: 27.11.2014 / Rechts: 5.5.2015



Abb. 35 Fotostandort AB3. Geplante Gerinneaufweitung. Links: 27.11.2014 / Rechts: 5.5.2015

Anhang E

Emmenschachen Luterbach – Amphibienerfassung 2012 Schlüchter und Lüscher, 2012

Emmenschachen Luterbach - Amphibienerfassung 2012



Beat Schlüchter & Beatrice Lüscher
beatschluechter@gmail.com, beatrice.luescher@karch.ch

unter Mithilfe von Peter Geissbühler

Auftraggeber: Amt für Raumplanung, Kanton Solothurn
Projektleiter: Jonas Lüthy

Ausgangslage

Daten zu Amphibienarten im Auengebiet Emmenschachen bei Luterbach (SO) waren bis anhin nicht vorhanden. Im Hinblick auf bevorstehende Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekte an der Emme ist es jedoch wichtig, wertvolle Lebensräume und die Vorkommen gefährdeter Arten wie Amphibien im Projektperimeter zu kennen.

Methode

Auf zwei Tagbegehungen (14. & 27. März) wurde das Gebiet nach potentiellen Amphibienlaichgewässern abgesucht. Hierbei wurden Grasfrosch- und Erdkrötenlaich erfasst.

Auf zwei Nachtbegehungen (5. April & 17. Juni) wurden die Gewässer auf der Suche nach weiteren Amphibienarten mit Hilfe einer Taschenlampe abgesucht, rufende Tiere wurden erfasst. Ergänzende Beobachtungen stammen von Peter Geissbühler (29. Mai).

Zudem waren während dreier Nächte (18. bis 20. April) Molchfallen in den Gewässern positioniert. Die gefangenen Tiere wurden jeden Morgen registriert und anschliessend wieder freigelassen.

Untersuchungsgebiet und Gewässer

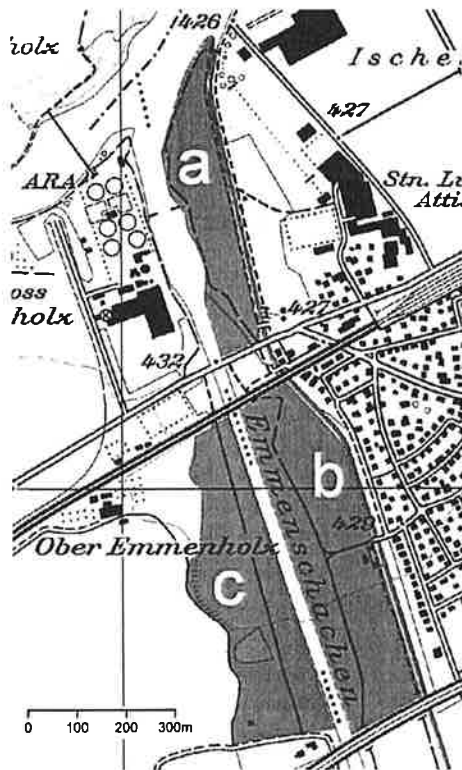


Abb.1: Übersichtskarte der Region. Der untersuchte Perimeter entspricht der rot markierten Fläche (Kompartimente a, b & c).

Im untersuchten Perimeter (Abb. 1) wurden 3 Gewässer mit Amphibienpotential gefunden.

Altlauf

Der grossflächige Altlauf (Kompartiment a, Abb. 2) weist eine maximale Wassertiefe von etwa 90cm auf. Da sich das Gewässer im Wald befindet, ist es stellenweise stark beschattet. Das breitere Nordende gegen die Aare hin weist einen sehr starken Schilfbewuchs auf. Es ist über einen kurzen Kanal an der Nordseite direkt mit der Aare verbunden und weist eine relativ hohe Fischdichte auf (Hecht, Rotfeder und Stichling haben wir nachgewiesen). Weiter haben wir in diesem Gewässer mehrmals Biber gesichtet – die gut erkennbaren Wechsel zwischen dem Kraftwerkskanal und dem Weiher lassen auf sehr häufigen Besuch des Weihers schliessen.

Bach

Das Bächlein (Kompartiment a, Abb. 2) dient als „Überlauf“ des Kraftwerks und führt nur sehr wenig Wasser. Es entwässert in die Emme und ist durch den direkten Kontakt mit dem Fluss auch durch Fische besiedelbar und für diese durchgängig. An einer Stelle ist das ansonsten schmale Gerinne stark verbreitet.

Kleinweiher

Der Kleinweiher (Kompartiment c, Abb. 2) wies während der Beobachtungszeit eine maximale Tiefe von 60cm auf. Am Nordende befindet sich ein Zuflussrohr, welches den Weiher wohl zeitweise mit Wasser versorgt. Zu einem sehr grossen Teil ist der Weiher von Seggen zugewachsen, so dass nur sehr wenig offene Wasserfläche vorhanden ist. Im Weiher befinden sich neben drei grossen Spiegelkarpfen auch Bartgrundeln in wahrscheinlich grosser Zahl.

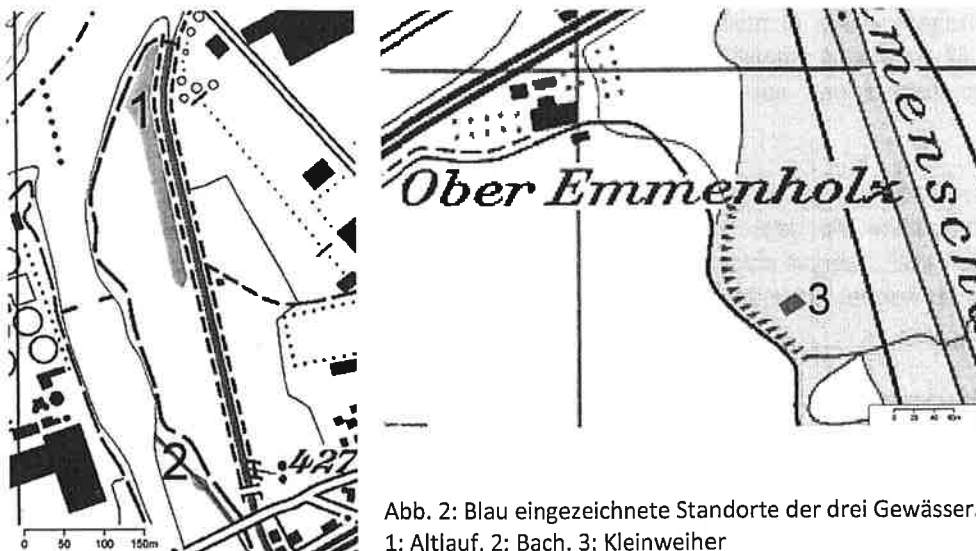


Abb. 2: Blau eingezeichnete Standorte der drei Gewässer.
1: Altlauf, 2: Bach, 3: Kleinweiher

Resultate Amphibienerfassung

Die Rohdaten aller Beobachtungen und Fallenfänge sind im Anhang aufgeführt. Die Anzahl beobachteter Individuen sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tab.1: Beobachtungen nach Gewässer. Aufgeführt ist jeweils die grösste Anzahl auf einer Begehung beobachteter bzw. in Fallen gefangener Adulttiere (Ad), Larven (LV), Laichballen (LB) und Laichschnüre (LS).

	Fadenmolch	Bergmolch	Erdkröte	Grasfrosch	Seefrosch	Grünfrosch unbestimmt
Altlauf			2Ad, 1LS	1Ad, 110LB, LV	2Ad	6Ad
Bach				1LB		
Kleinweiher	24Ad	3Ad	1Ad, 50LV	3Ad, 7LB, LV		2Ad

Wir haben im Gebiet 5 Arten nachgewiesen.

Der Grasfrosch hat sich in allen drei untersuchten Gewässern fortgepflanzt, jedoch nur im Altlauf mit über 100 Laichballen in grösserer Zahl.

Einen sicheren Nachweis des Neozoons Seefrosch mussten wir leider im Altlauf machen. Wir können nicht ausschliessen, dass es sich auch bei den weiteren Grünfröschen dort und im Kleinweiher um Seefrösche handelt.

Einzelne Erdkröten haben sich in den beiden Gewässern Altlauf und Kleinweiher fortgepflanzt.

Molche konnten wir leider nur im Kleinweiher nachweisen, den autotypischen, verletzlichen Fadenmolch in deutlich grösserer Dichte als den Bergmolch.

Fazit: der Kleinweiher ist mit den nachgewiesenen 5 Amphibienarten, darunter Fadenmolch und Erdkröte, für Amphibien wohl am wertvollsten. Im Altlauf haben wir drei Amphibienarten nachgewiesen, den Grasfrosch in relativ grosser Population. Bemerkenswert sind zwei Ringelnatterbeobachtungen an diesem Gewässer.

Diskussion Amphibienerfassung

Die Gewässer waren zum Teil schlecht zugänglich und stark bewachsene Ufer erschwerten die Aufnahmen. Einzeltiere haben wir sicherlich übersehen. Wir können auch nicht ausschliessen, dass wir einzelne Molche im Altlauf verpasst haben. Dass wir eine zusätzlich vorkommende Amphibienart übersehen haben ist zwar möglich, aber eher unwahrscheinlich: In dieser Region und im flachen Gelände wäre nur noch die Gelbbauchunke aus besiedelbarer Distanz bekannt – für diese Art fehlen im Emmeschachen momentan geeignete Lebensräume. Und von den beiden stark gefährdeten Molcharten fehlen Nachweise aus der Region.

Grünfrösche kann man aus Distanz nur bestimmen, wenn sie deutlich rufen. Die einzigen zwei Tiere, die wir bestimmen konnten waren Seefrösche. Wir wissen nicht, ob noch andere Grünfrösche vorkommen, oder ob es sich bei allen Tieren um den Seefrosch handelt. Wir hatten leider keine optimale Rufnacht bei den Erfassungen. Angaben von Anwohnern deuten darauf hin, dass an manchen Abenden grössere Rufchöre aktiv sind.

Auffallend ist, wie schlecht der **Altlauf** durch Amphibien besiedelt ist. Der umgebende Wald wäre als strukturreicher Landlebensraum sehr gut geeignet. Aufgrund der Gewässermorphologie und der in der Umgebung vorhandenen Amphibienvorkommen hätte der grosse Weiher durchaus Amphibienpotential. Der grosse Prädationsdruck (v.a. Fische, aber auch zahlreiche Raubinsekten) wird sicher ein Hauptgrund für die extrem geringen Amphibiendichten sein. Ein weiterer Grund

könnte auch die starke Beschattung sein. Wir können ebenfalls nicht ausschliessen, dass Isolation (Distanz, Hindernisse wie Strasse und Kanäle) ein Faktor ist.

Für Erdkröten wäre der Weiher trotz der Fische gut geeignet. Die geringen Zahlen 2012 könnten durch ein schlechtes Jahr mitbedingt sein – vielerorts wurden 2012 nur wenige Erdkröten beobachtet.

Einzig die Grasfroschpopulation - und eventuell die Grünfroschpopulation - sind nicht ganz klein. Diese beiden Arten werden die Hauptnahrung der Ringelnattern im Gebiet darstellen.

Potential und Zielarten

Das Potential des Emmenschachens ist gross – strukturreicher Auenwald und Ausgangspopulationen von fünf Amphibienarten in einem Kleinweiher sind vorhanden. Das grosse Defizit sind gut geeignete, fischfreie und mindestens teilweise besonnte Stehgewässer. Es wäre vielversprechend im gesamten Emmenschachen verschiedene Gewässer neu anzulegen. Die Gewässer sollten primär auf den autentypischen, verletzbaren Fadenmolch ausgerichtet werden.

Mögliche Aufwertungsmassnahmen

Neue Weiher

Aufgrund der natürlichen und vom Menschen verursachten Zerschneidung der Landschaft durch die stark befahrene Strasse und die Emme, sowie aufgrund relativ kurzer Wanderdistanzen der Molche wären neue Weiher beidseits der Emme und beidseits der Strasse wünschenswert. Wir schlagen vor, in den drei mit a, b und c bezeichneten Kompartimenten des Emmenschachens (Abb. 1) jeweils ein neues Gewässer (Zielart Fadenmolch) zu erstellen.

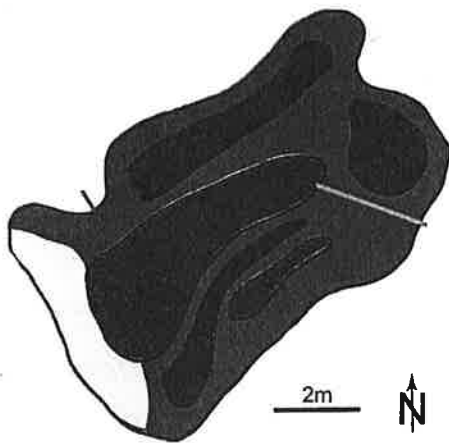
Die Kleinweiher sollten im Schwankungsbereich des Grundwassers erstellt werden und dürfen auch beim alljährlichen Frühlingshochwasserstand keine direkte Verbindung zu bestehenden Gewässern aufweisen. Die Aushubtiefe soll sicherstellen, dass die neu erstellten Gewässer im Winter austrocknen (beim Bau im Winter enthalten die Weiher kein Wasser). Dies ist notwendig, um den Raubdruck auf die Amphibien gering zu halten. Zudem sind Gewässer, welche für eine gewisse Zeit des Jahres trockenfallen für den nicht einheimischen Seefrosch weniger gut geeignet, was sich auch wieder positiv auf die einheimischen Arten auswirkt. Als weitere Massnahme, um nicht den invasiven Seefrosch stärker zu fördern als die einheimischen Arten, sollten die einzelnen Weiher nicht allzu gross gestaltet werden. Bei grösserem Platzangebot können mehrere Flachweiher von 40 bis höchstens 100 m² nebeneinander erstellt werden. Eine ausreichende Besonnung der Gewässer muss sichergestellt werden.

Die Standortwahl sollte sich nach den folgenden Kriterien richten:

- Berücksichtigung bestehender Vertiefungen im Gelände
- Sicherheit vor Hochwasser. Um eine Besiedlung durch Fische zu verhindern, sollten die Gewässer nicht im jährlichen Überflutungsbereich liegen.
- Bereitschaft der Waldbesitzer
- Eventuell Ausnützen bestehender Lichtungen / Waldränder.
- Grundwasserstand - zur Abklärung sind eventuell Probelöcher notwendig.

Unterhalt Kleinweiher

Der starke Fischdruck (Spiegelkarpfen und Bartgrundeln) verhindert grosse Individuendichten im ansonsten für Amphibien attraktiven Gewässer. Eine vollständige Trockenlegung des Gewässers im Herbst zur Entfernung der Fischbestände wäre sehr wünschenswert. Ist dies nicht möglich, sollte mittels kleineren Erdbewegungen zumindest der fischfreie Bereich besser vom Rest getrennt werden (türkisfarbene Linie in Abb. 3). Eine zusätzliche Vertiefung am Südeinde der Mulde würde ebenfalls einen wertvollen fischfreien Kleinweiher generieren (gelber Bereich in Abb. 3).



Die offene Wasserfläche ist durch den starken Seggenwuchs sehr klein. Aus Sicht der Amphibien wäre es zwingend notwendig, den Weiher im Herbst auszuräumen, und die Wasserfläche wieder zu vergrössern. Diese Massnahme ist nur sinnvoll, falls der Weiher fischfrei gemacht werden kann bzw. falls klare Abtrennungen möglich sind, die zu fischfreien Kompartimenten führen.

Abb. 3: Skizze Kleinweiher. Blau: offene Wasserflächen, Grün: dichter Seggenbestand, Braun: Erderhebungen über Wasserstand, Gelb: flacher, trockenengefallener Bereich, Rot: Einlauf, Türkis: Abtrennung fischfreier Bereich – Bereich mit Fischvorkommen.

Ausblick

Die stark gefährdete Gelbbauchunke, ursprünglich eine Art dynamischer Auen, könnte nach gezielten, kleinräumig radikalen Aufwertungen, und natürlich mit etwas Glück, ins Gebiet einwandern. Die Gelbbauchunke braucht ca. jedes zweite Jahr ein Set mehrerer neuer, gut besonnener Tümpel. Allenfalls könnte dieser Ansatz im Zusammenhang mit den Revitalisierungsmassnahmen weiterverfolgt werden.

Quellen

- Kartenmaterial: www.geo.admin.ch

Anhang

- Tabellen mit Rohdaten der Beobachtungen und Fallenfängen

Rohdaten Beobachtungen (ohne Fallenfänge)

		Altlauf Nordende	Bach	Kleinweiher
Amphibien	Fadenmolch			1Ad
	Bergmolch			
	Erdkröte	27.3. 1LS, 2Ad		5.4. 50 LV, 1Ad
	Grasfrosch	27.3. 110LB, 1Ad 5.4. 50LV, LB	27.3. 1 LB	14.3. 7LB, 3Ad 5.4. 60 LV
	Seefrosch	17.6. 2 Ad		
	Grünfrosch unbestimmt	27.3. 1Ad 29.5. 3 Ad * 17.6. 6Ad		18. 4. 1Ad 17.6. 2 Ad
Übrige	Ringelnatter	27.3. 1juv 18.4. 1 Ad		
	Fische	27.3. 1 Hecht tot (20cm), 1 Rotfeder		3 Spiegelkarpfen

Adulttiere (Ad), Larven (LV), Laichballen (LB), Laichschnur (LS)

*) Beobachtung P. Geissbühler

Rohdaten Fallenfänge Kleinweiher**17. bis 18. April**

		Falle 1	Falle 2	Falle 3	Falle 4
Amphibien	Fadenmolch		4Ad	3Ad	12Ad
	Bergmolch				
	Erdkröte				
	Grasfrosch	1juv		8 LV	
	Seefrosch				
	Grünfrosch unbestimmt				
Fische	Bartgrundel	1	1		

18. bis 19. April

		Falle 1	Falle 2	Falle 3	Falle 4
Amphibien	Fadenmolch	3Ad	6Ad	1Ad	11Ad
	Bergmolch				1Ad
	Erdkröte				
	Grasfrosch				3LV
	Seefrosch				
	Grünfrosch unbestimmt				
Fische	Bartgrundel	1	2	2	

19. bis 20. April

		Falle 1	Falle 2	Falle 3	Falle 4
Amphibien	Fadenmolch	1Ad	6Ad	7Ad	10Ad
	Bergmolch				3Ad
	Erdkröte				
	Grasfrosch	1LV			
	Seefrosch				
	Grünfrosch unbestimmt				
Fische	Bartgrundel				

Adulttiere (Ad), Larven (LV), Laichballen (LB), Laichschnur (LS)

Rohdaten Fallenfänge Altlaut

17. bis 18. April

	Falle 1	Falle 2	Falle 3	Falle 4	Falle 5	Falle 6	Falle 7	Falle 8
Fadenmolch								
Bergmolch								
Erdkröte					1 LV			
Grasfrosch	2 LV	1 LV						
Seefrosch								
Grümfrosch unbestimmt								
Übrige			4 Gelbrand/Gaukler	Stichling				
zahlreiche Rückenschwimmer in allen Fallen								

18. bis 19. April

	Falle 1	Falle 2	Falle 3	Falle 4	Falle 5	Falle 6	Falle 7	Falle 8
Fadenmolch								
Bergmolch								
Erdkröte								
Grasfrosch								
Seefrosch								
Grümfrosch unbestimmt								
Übrige			1 Gelbrand/Gaukler			Stichling, Weissfisch		5 Gelbrand/Gaukler
zahlreiche Rückenschwimmer in fast allen Fallen								

19. bis 20. April

	Falle 1	Falle 2	Falle 3	Falle 4	Falle 5	Falle 6	Falle 7	Falle 8
Fadenmolch								
Bergmolch								
Erdkröte								
Grasfrosch			5 LV					
Seefrosch								
Grümfrosch unbestimmt								
Übrige								
zahlreiche Rückenschwimmer in fast allen Fallen								

Adulttiere (Ad), Larven (LV), Laichballen (LB), Laichschnur (LS)

