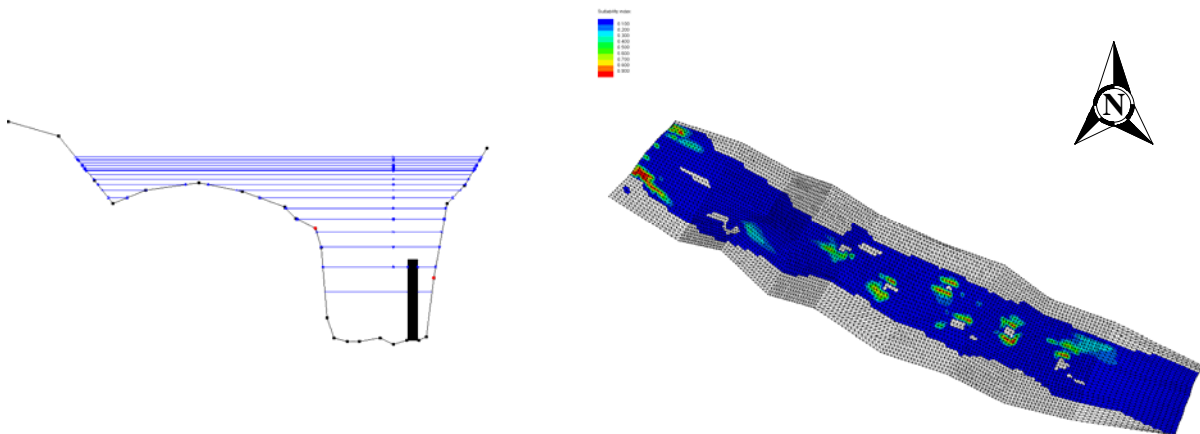


Umsetzung der Leitbildbezogenen Strukturierung der Gr. Mühl als Anpassungsmaßnahme an den Klimawandel



Auftragnehmer / Projektleitung

Dipl.-Ing. Dr. Christoph Hauer
Hauptstraße 16
4160 Aigen

Auftraggeber

Fischereirevier Rohrbach
Am Teich 1
4150 Rohrbach

Inhaltsverzeichnis

1. Pre-Monitoring Fische	2
2. Umsetzung der Maßnahmen	4

Abbildungen Titelblatt

oben links: Projektstrecke 1 (flussauf fotografiert)

oben rechts: Adulte Äschen am Laichplatz Schlägl im Jahre 2008

unten links: Lammelenrechnung in der Projektstrecke 1 (eindimensional) mit Strukturelementen

unten rechts: Ergebnisse der Habitatsimulation nach dem Einbringen von Strukturen und Berücksichtigung eigendynamischer Entwicklung (Sedimenttransportanalyse)

1. Pre-Monitoring Fische

Gemäß dem Bescheid Wa10-153-4-2010-Ba der Wasserrechtlichen Verhandlung vom 19.04.2011 wurde vor Umsetzung der Restrukturierungsmaßnahmen an der Gr. Mühl eine fischökologische Bestandsaufnahme (Ist-Zustand) durchgeführt. Diese erfolgte in semi-quantitativer Form (Abb. 1a), wobei ein Fokus auf den Nachweis des Vorkommens bzw. Fehlens der Fischart Äsche war. In den Abbildungen 2 - 4 sind die Ergebnisse der Bestandsaufnahme in den jeweiligen Untersuchungsstrecken dargestellt. Bis auf die Strecke 3 (Haslach), mit einer sehr großen Anzahl von 1+ Äschen, wurde die Leitfischart des Klimawandelanpassungs-Projektes kaum nachgewiesen (jeweils 1 Fang pro Strecke). Die Befischungen in den jeweiligen Pilotstrecken wurden am 28.08.2011, gemäß Bescheid zwei Tagen vor dem Einbringen der Granitblöcke in das Fließgewässer durchgeführt.



Abbildung 1. (a) Semi-quantitative Elektrofischung (Strecke Bruckmühle), (b) Bachforelle (3+) im Untersuchungsgebiet Bruckhäuser.

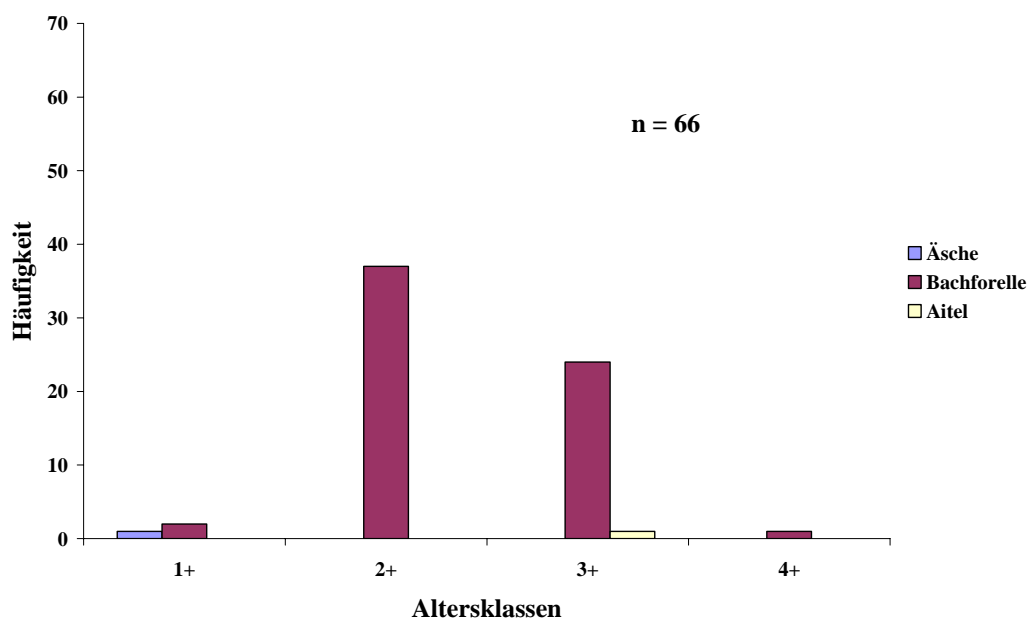


Abbildung 2. Ergebnisse der semi-quantitativen E-Befischung der Untersuchungsstrecke Bruckhäuser (Fangerfolg: 40 %).

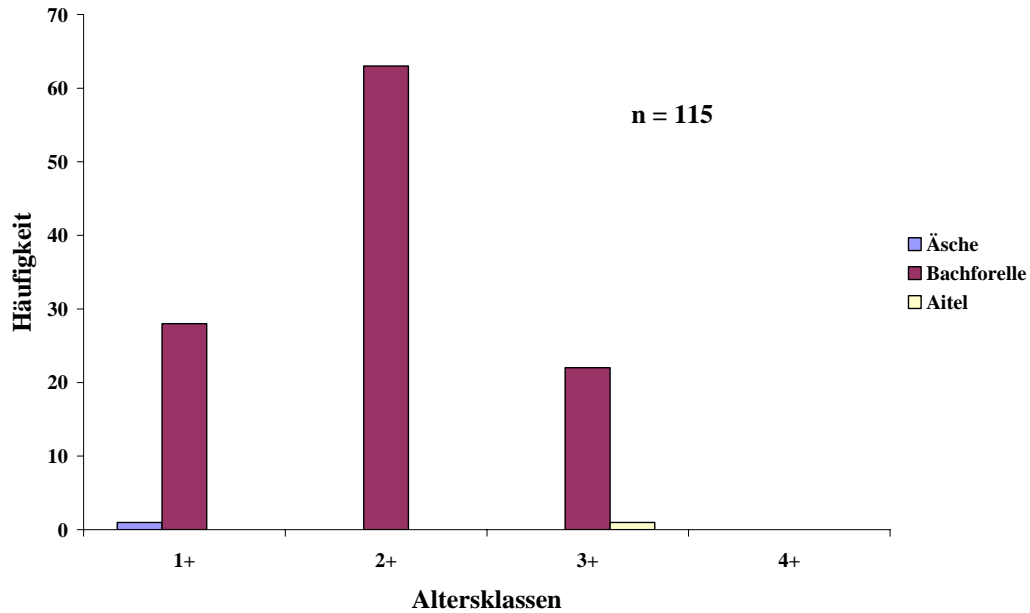


Abbildung 3. Ergebnisse der semi-quantitativen E-Befischung der Untersuchungsstrecke Bruckmühle (Fangerfolg: 30 %).

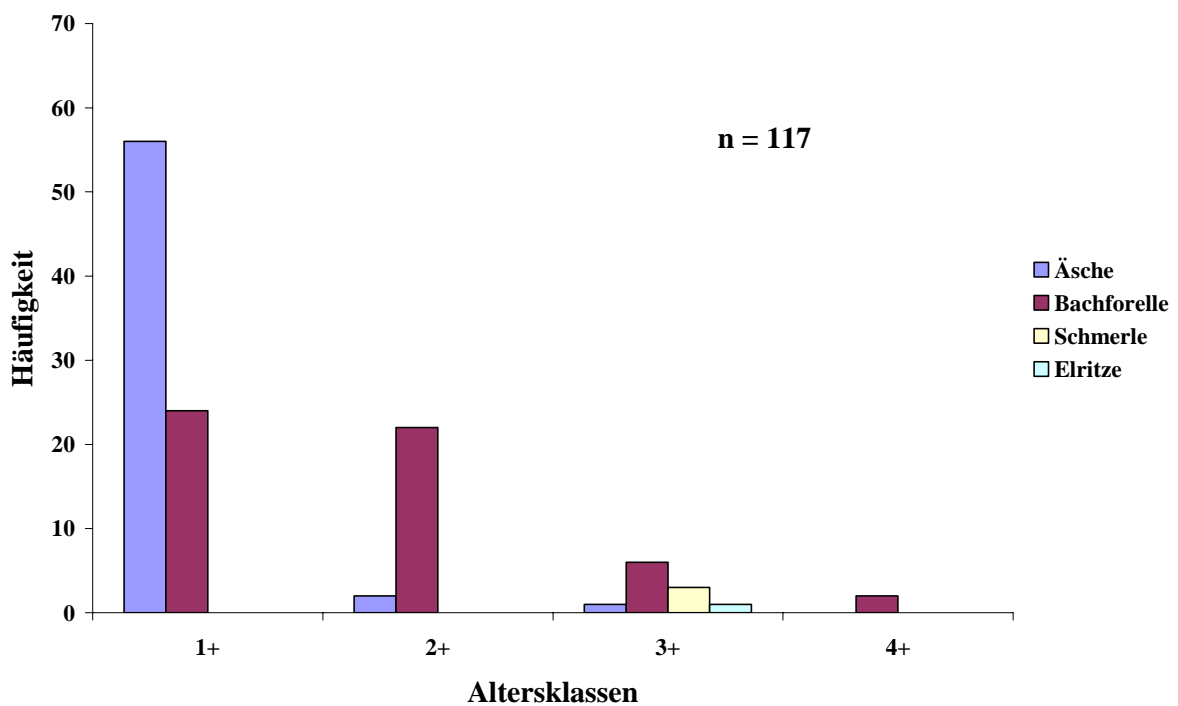


Abbildung 4. Ergebnisse der semi-quantitativen E-Befischung der Untersuchungsstrecke Haslach (Fangerfolg: 20 %).

2. Umsetzung der Maßnahmen

Als Voraussetzung für den Erfolg des Projektes (Erhöhung der Habitatverfügbarkeit) wurde in den technischen Unterlagen eine partielle Entfernung der Deckschicht im Bereich der Strukturelemente vorgesehen. Grund dafür ist dass durch eigendynamische Entwicklungen die bereits positiven Auswirkungen auf die Habitatverfügbarkeit durch das Anheben des Wasserspiegels (erhöhte Rauigkeit durch Strukturierungen) verstärkt werden, hervorgerufen durch die sich entwickelnden (lateralen) Auskolkungen auf Grund der erhöhten Schleppkräfte im Nahbereich der eingebrachten Blöcke (Voraussetzung: Abfluss > HQ₅). Um diesen gewünschten Effekt der Auskolkung zu erreichen wurde es jedoch als Notwendigkeit angesehen, vor dem Einbringen der Strukturen die Deckschicht (Korngrößen $d_m > 6.3$ cm) abzuheben bzw. mechanisch lokal aufzureißen, damit der gewünschten Erosionsprozess eingeleitet wird. Dies setzt ein mechanisches Einbringen der Blöcke auf eine Tiefe von 10 – 15 cm in die Gewässersohle voraus (Abbildung 5).

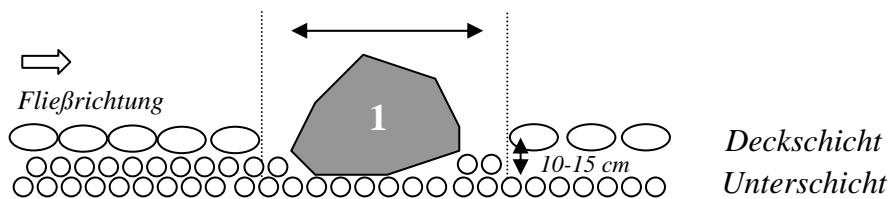


Abbildung 5. Schematische Darstellung des Einbringens der Strukturelemente auf die Gewässersohle der Gr. Mühl.

In den Abbildungen 6 – 13 sind einzelne Schritte der Projektumsetzung dargestellt. Alle Arbeiten wurden am 31.08.2011 im Zeitraum von 7:00 – 17:00 durchgeführt, unter der Verwendung eines 4-achsigen Spezialtransporters, eines Tiefladers und eines 24-Tonnen Baggers.



Abbildung 6. Granitblöcke die für die Umsetzung der Restrukturierung an der Gr. Mühl verwendet wurden (kostenlos zur Verfügung gestellt vom Stift Schlägl).



Abbildung 7. Verladung der Granitblöcke mittels 24-Tonnen Bagger auf einen 4-achsigen Spezialtransporter.



Abbildung 8. Abladen der transportierten Blöcke ($n = 6$) an der Versuchstrecke 3 im Bereich von Haslach. Um den Flurschaden gering zu halten wurden vor der Maßnahmenumsetzung Teile des Grünlandes gemäht.



Abbildung 9. Abnahme der Deckschicht in der Pilotstrecke 1 (Bruckhäuser).



Abbildung 10. Zustand nach Fertigstellung der Restrukturierung mit bereits deutlichem Einfluss auf die Fließgewässerhydraulik bei Mittelwasser (Zunahme der Strömungsvariabilität im Vergleich zu Abbildung 9).



Abbildung 11. Positionierung eines Granitblocks in der Untersuchungsstrecke 1 (Bruckhäuser).

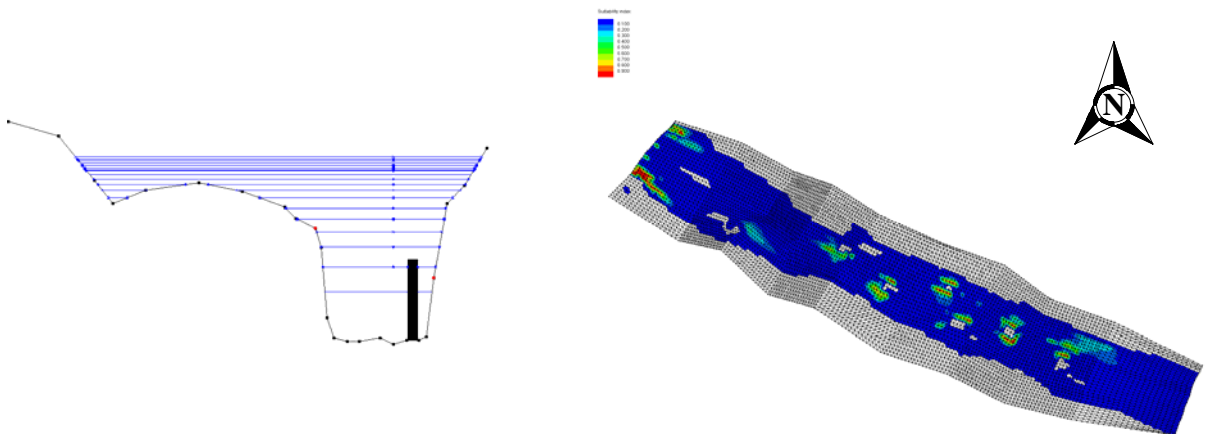


Abbildung 12. Positionierung eines Granitblocks in der Untersuchungsstrecke 2 (Bruckmühle).



Abbildung 13. Partielle Entfernung der Deckschicht und Positionierung eines Granitblocks in der Untersuchungsstrecke 3 (Haslach).

Monitoring der Leitbildbezogenen Strukturierung der Gr. Mühl als Anpassungsmaßnahme an den Klimawandel



Auftragnehmer / Projektleitung

Dipl.-Ing. Dr. Christoph Hauer
Hauptstraße 16
4160 Aigen

Auftraggeber

Fischereirevier Rohrbach
Am Teich 1
4150 Rohrbach

Inhaltsverzeichnis

1. Post-Monitoring Fische	2
2. Hydromorphologisches Monitoring Maßnahmen	4
3. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	11

Abbildungen Titelblatt

oben links: Projektstrecke 1 (flussauf fotografiert)

oben rechts: Adulte Äschen am Laichplatz Schlägl im Jahre 2008

unten links: Lammelenrechnung in der Projektstrecke 1 (eindimensional) mit Strukturelementen

unten rechts: Ergebnisse der Habitatsimulation nach dem Einbringen von Strukturen und Berücksichtigung eigendynamischer Entwicklung (Sedimenttransportanalyse)

1. Post-Monitoring Fische

Gemäß dem Bescheid Wa10-153-4-2010-Ba der Wasserrechtlichen Verhandlung vom 19.04.2011 wurde auch nach Umsetzung der Restrukturierungsmaßnahmen an der Gr. Mühl eine fischökologische Bestandsaufnahme im August 2012 (22.8.2012 und 24.8.2012) bei Niederwasserabfluss durchgeführt (Post Monitoring). Diese erfolgte gleich dem Pre-Monitoring in semi-quantitativer Form (Abb. 1a), wobei ein Fokus auf den Nachweis des Vorkommens bzw. Fehlens der Fischart Äsche war. In den Abbildungen 2 - 4 sind die Ergebnisse der Bestandsaufnahme in den jeweiligen Untersuchungsstrecken dargestellt. In allen drei Befischungsabschnitten konnten Äschen in den 2+ Altersstadien (sub-adult) nachgewiesen werden. Im Pre-Monitoring 2011 wurde diese Altersklasse ausschließlich im Untersuchungsabschnitt Teufelmühle dokumentiert (Strecke 1 und Strecke 2 jeweils nur eine 1+ Äsche). Quantitativ konnte für *Thymallus thymallus* jedoch keine bedeutenden Zuwächse im Bestand nachgewiesen werden. Im Gegenteil, in der Strecke 3 (Teufelmühle) zeigten die Befischungsergebnisse für die 0+ Äschen eine Reduktion von 56 Individuen auf 3 Individuen. Hingegen nahmen in allen Untersuchungsstrecken die Anzahl der nachgewiesenen Fischarten zu (in allen Strecken +1). Besonders erfreulich war die Dokumentation von sub-adulten Aalrutten in der Strecke 1 (Abb. 1b), welche unmittelbar im Bereich der neu eingebrachten Blöcken gefangen wurden (Unterstände unter den Blöcken).



Abbildung 1. (a) Semi-quantitative Elektrofischerei (Strecke Bruckmühle), (b) Aalrutte (*Lota lota*) im Untersuchungsgebiet Bruckhäuser.

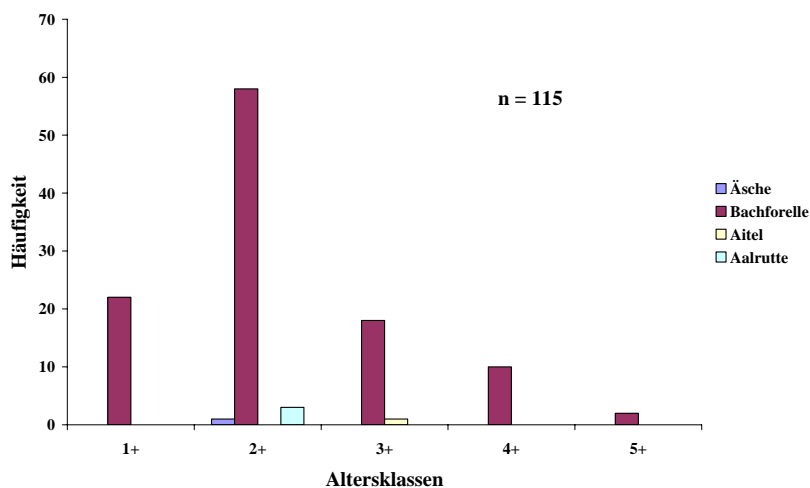


Abbildung 2. Ergebnisse der semi-quantitativen E-Befischung der Untersuchungsstrecke Bruckhäuser (Fangerfolg: 40 %).

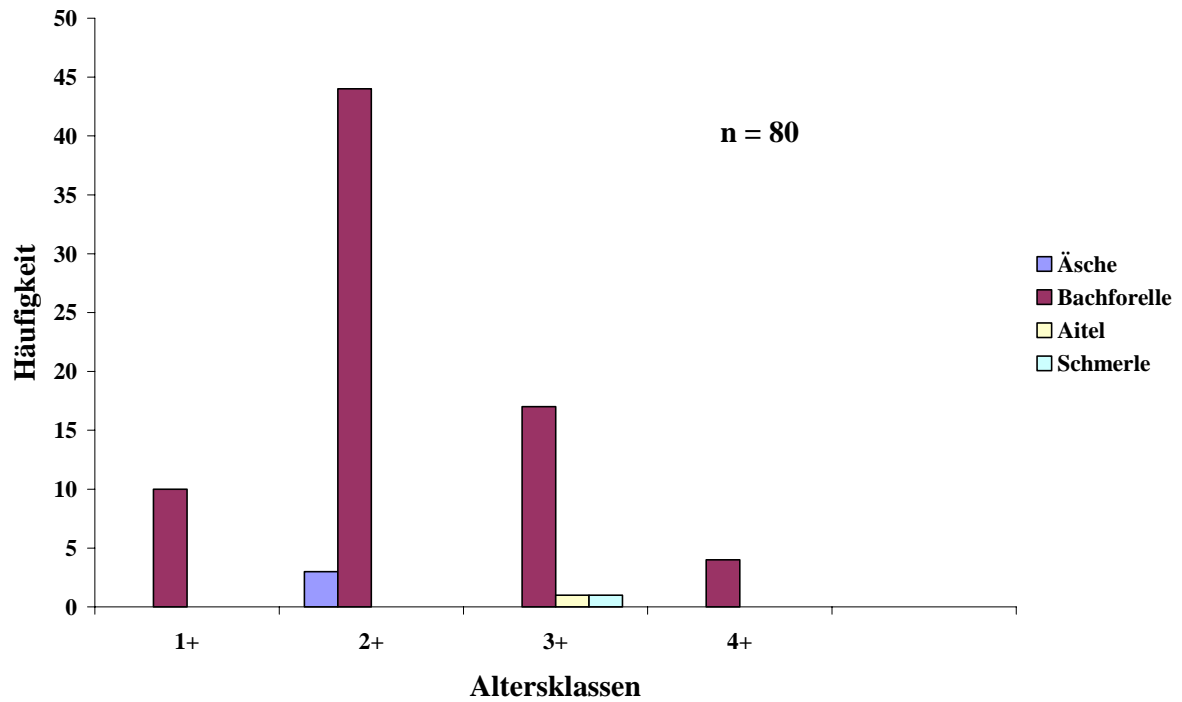


Abbildung 3. Ergebnisse der semi-quantitativen E-Befischung der Untersuchungsstrecke Bruckmühle (Fangerfolg: 30 %).

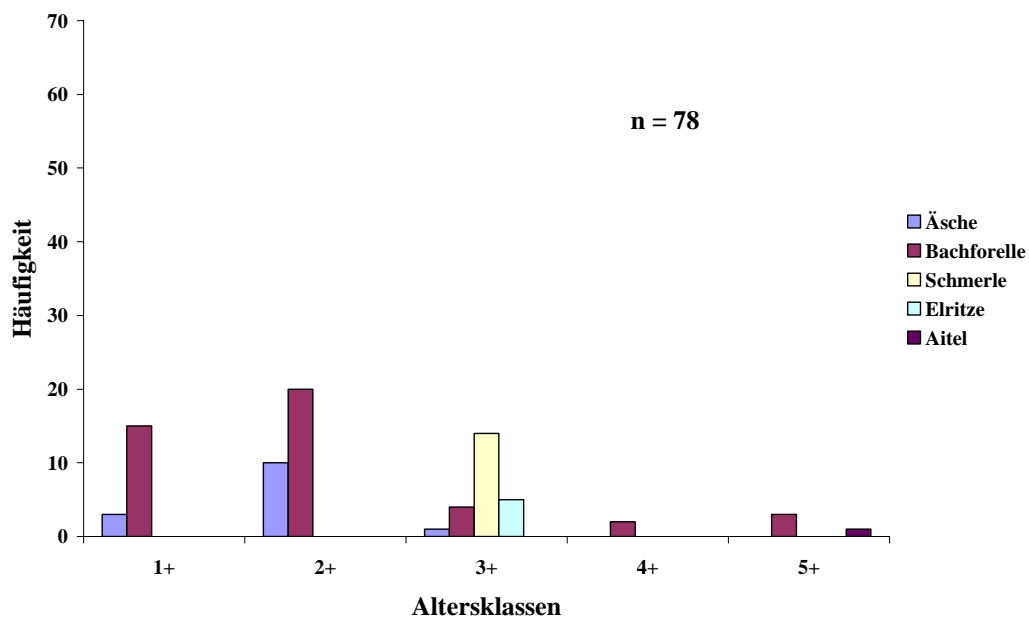


Abbildung 4. Ergebnisse der semi-quantitativen E-Befischung der Untersuchungsstrecke Haslach (Fangerfolg: 20 %).

In der Abbildung 5 wurde ein Vergleich der beiden Bestandsaufnahmen vor- und nach dem Umsetzen der Strukturierungsmaßnahmen durchgeführt.

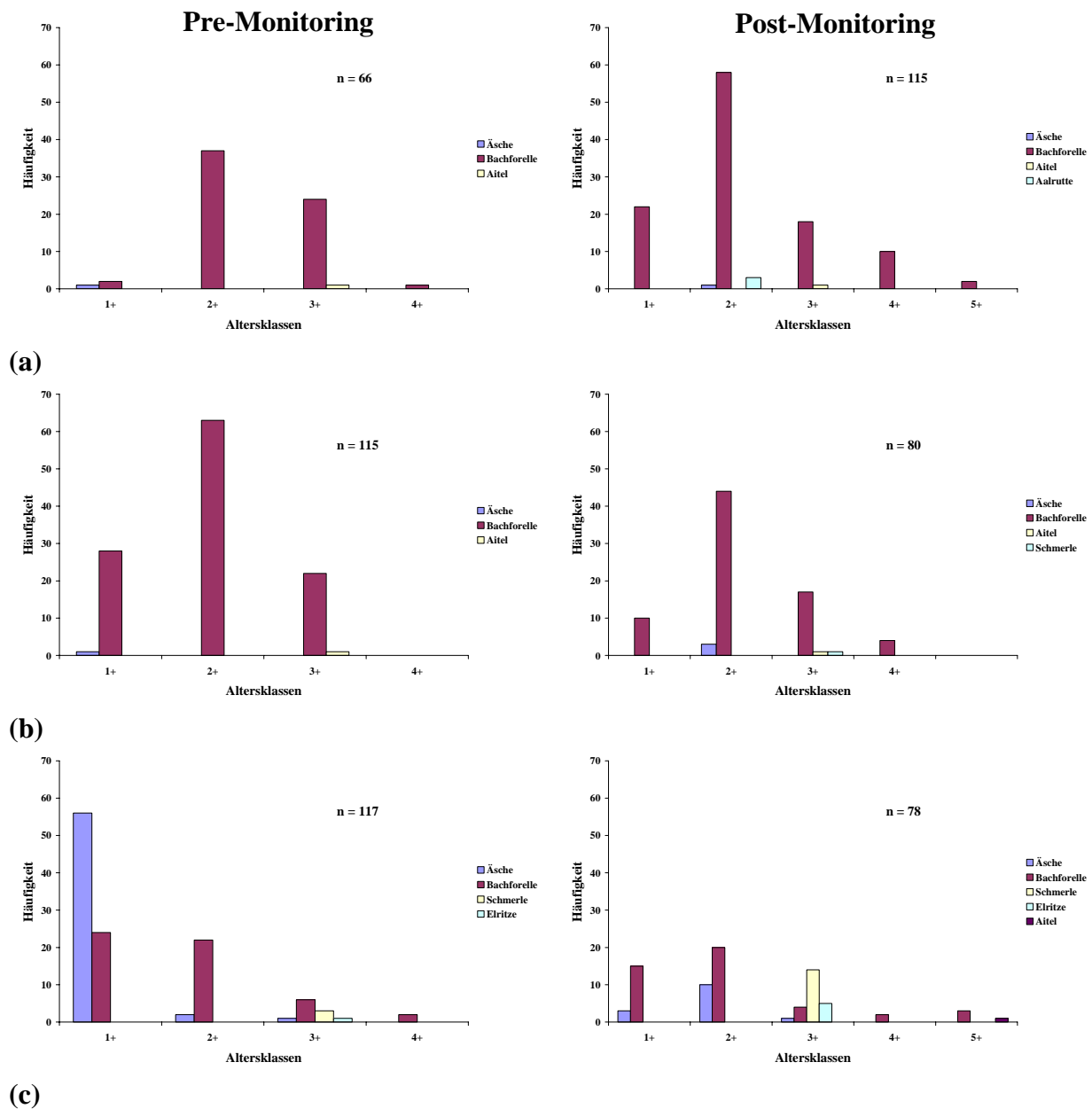


Abbildung 5. Längenfrequenzdiagramme der semi-quantitativen Bestandsaufnahme in den drei Untersuchungsstrecken an der Großen Mühl (a = Bruchhäuser, b = Bruckmühle, c = Teufelmühle); linke Spalte – Pre-Monitoring, rechte Spalte – Post-Monitoring.

Im Vergleich zeigen die Ergebnisse eindeutig, dass in allen Untersuchungsstrecken (n = 3) die max. Größe der Bachforellen zugenommen hat. Wurden bei den Pre-Monitoring Befischungen vor dem Umsetzen der Maßnahmen 4+ Bachforellen nur in den Strecken Bruckmühle und Teufelmühle nachgewiesen, konnte diese Altersklasse im Jahr 2012 bereits in allen Untersuchungsabschnitten durch mehrere Individuen belegt werden. Weiters wurden in der Strecke 1 (Bruckhäuser) und in der Strecke 3 (Teufelmühle) Bachforellen der Klasse 5+ dokumentiert. Im Allgemeinen wird eine Zunahme der Adultfischgröße durch Gewässerstrukturierung mit der Zunahme der Tiefenvariabilität (Zunahme der Maximaltiefen) in Verbindung gebracht (vgl. Jungwirth *et al.*, 1993), ähnlich wie sie durch das Einbringen der Granitblöcke in die Gr. Mühl erfolgte.

2. Hydromorphologisches Monitoring der Maßnahmen

Als Voraussetzung für den Erfolg des Projektes (Erhöhung der Habitatverfügbarkeit) wurde in den technischen Unterlagen der Planung eine partielle Entfernung der Deckschicht im Bereich der Strukturelemente vorgesehen. Grund dafür ist Möglichkeiten zur eigendynamischen Entwicklung zu schaffen, welche die bereits positiven Auswirkungen auf die Habitatverfügbarkeit durch das Anheben des Wasserspiegels (erhöhte Rauigkeit durch Strukturierungen) verstärken sollen, hervorgerufen durch die sich entwickelnden (lateralen) Auskolkungen auf Grund der erhöhten Schleppkräfte im Nahbereich der eingebrachten Blöcke (Voraussetzung: Abfluss > HQ_1). Um diesen gewünschten Effekt der Auskolkung zu erreichen wurde es als Notwendigkeit angesehen, vor dem Einbringen der Strukturen die Deckschicht (Korngrößen $d_m > 6.3$ cm) abzuheben bzw. mechanisch lokal aufzureißen, damit die gewünschten Erosionsprozesse eingeleitet werden. Dies setzt ein mechanisches Einbringen der Blöcke auf eine Tiefe von 10 – 15 cm in die Gewässersohle voraus (Abbildung 6).

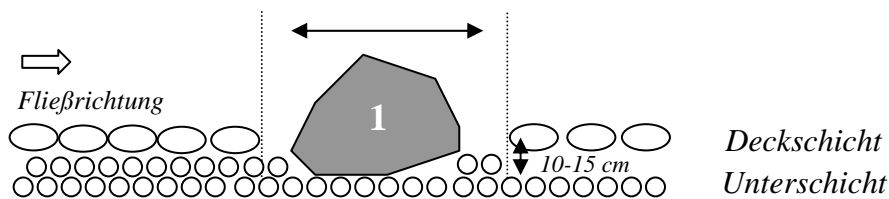


Abbildung 6. Schematische Darstellung des Einbringens der Strukturelemente auf die Gewässersohle der Gr. Mühl.

Die Umsetzung erfolgte nach den eingangs beschriebenen Kriterien in Bezug auf die Möglichkeiten der eigendynamischen Entwicklung von Fließgewässern (vgl. Bericht Pre-Monitoring), wobei für die volle Entwicklung der prognostizierten Sohlveränderungen die Hydrologie im Beobachtungszeitraum die maßgebliche dynamische Komponente bildet (Rahmenbedingung für die Substratzusammensetzung / - Heterogenität). In Abbildung 7 ist die Durchflussganglinie (aufgezeichnet am Pegel Furtmühle) über den Projektzeitraum dargestellt. Wie die Pegeldata zeigen, war der maximale Abfluss deutlich unter der Größenordnung eines einjährigen Hochwasserereignisses (HQ_1) gelegen.

$$HQ_1 = 47 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$$

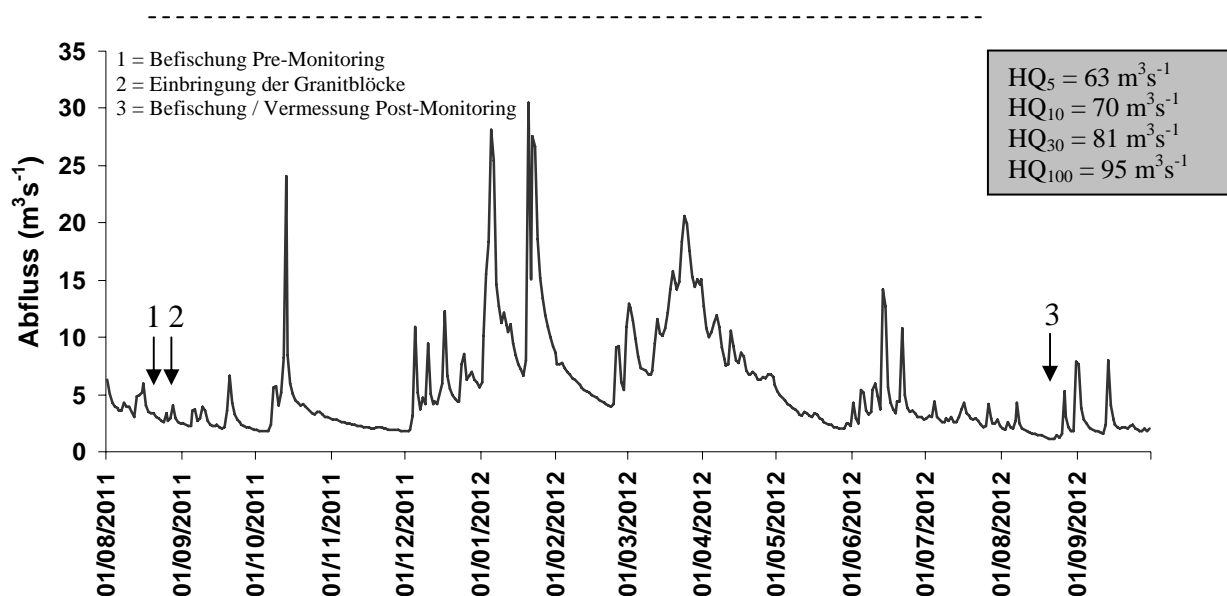


Abbildung 7. Abflussganglinie aufgezeichnet am Pegel Furtmühle im Zeitraum August 2011 – September 2012; das Einbringen der Steine bzw. der Zeitpunkt der Ausnahmen (morphologisch, Befischungen) sind in der Grafik eingezeichnet (schwarze Pfeile).

Neben den fischökologischen Aspekten galt es weiters, gemäß dem Bescheid Wa10-153-4-2010-Ba, die möglichen bzw. prognostizierten morphologische Entwicklungen der Maßnahmen (einbringen der Granitblöcke) zu dokumentieren. Dies erfolgte durch die terrestrische Vermessung (Leica TC805) von jeweils zwei repräsentativen Querschnitten in den jeweiligen Untersuchungsstrecken (n = 3). Die vermessenen Querschnitte wurden hinsichtlich ihrer flussmorphologischen Eigenschaften (max. Kolkentiefe, Querschnittsfläche der eingebrachten Blöcke und bordvolle Breite) ausgewertet und für weiterführende statistische Analysen aufbereitet. Die grafischen Auswertungen der Flussvermessung, durchgeführt im August 2012, sind in den Abbildungen 8 - 13 dargestellt.

Strecke 1/ Profil 1

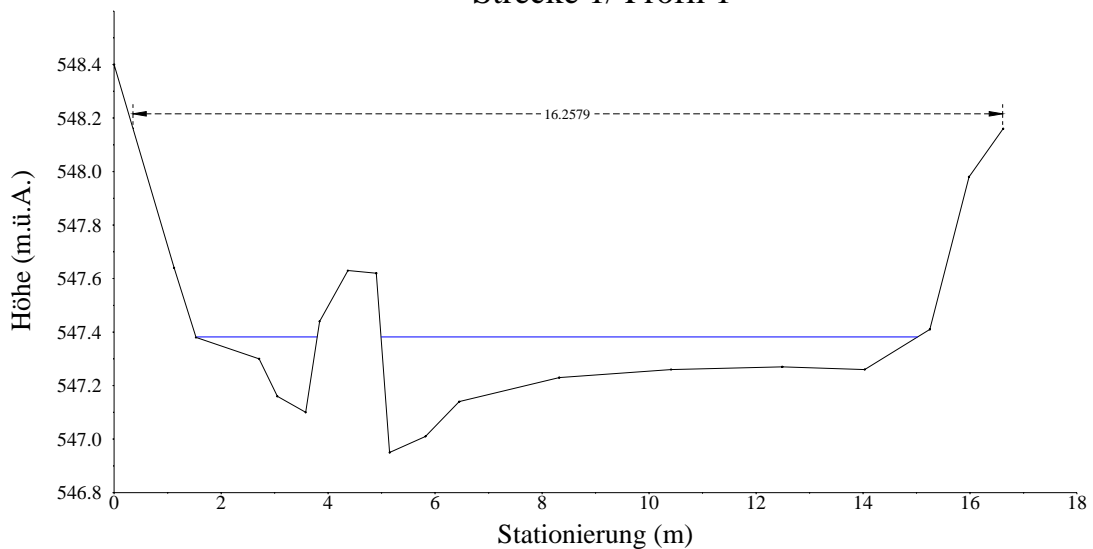


Abbildung 8. Repräsentativer Querschnitt der Restrukturierungsmaßnahmen im Untersuchungsabschnitt Bruckhäuser.

Strecke 1 / Profil 2

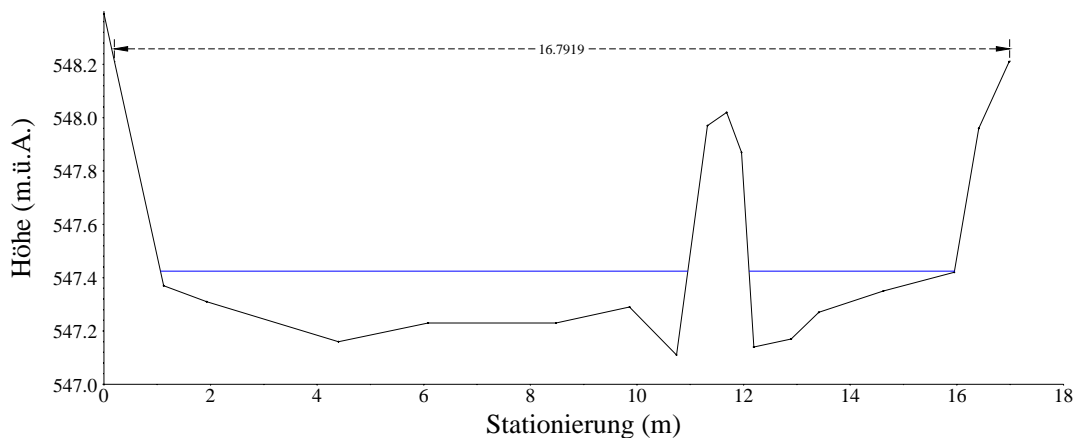


Abbildung 9. Repräsentativer Querschnitt der Restrukturierungsmaßnahmen im Untersuchungsabschnitt Bruckhäuser.

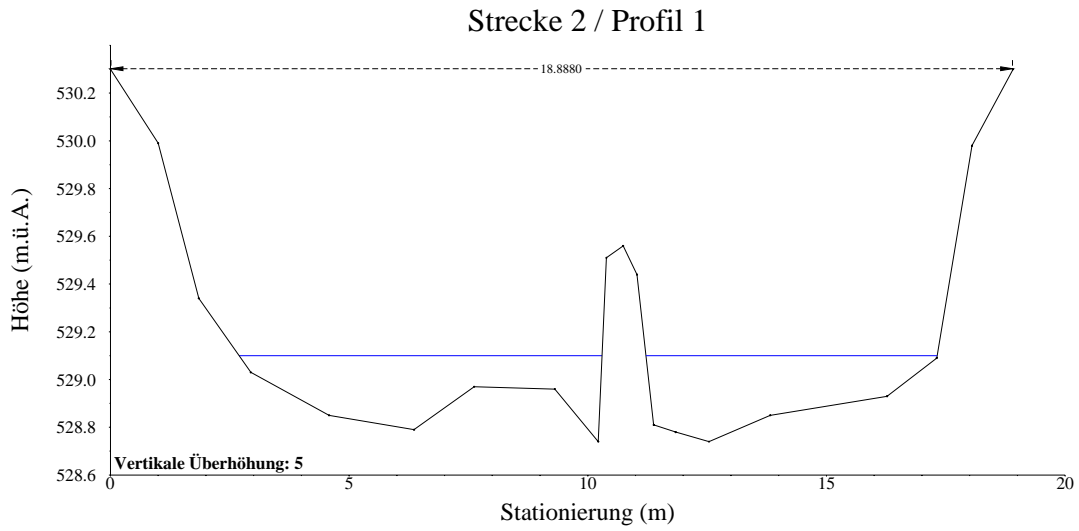


Abbildung 10. Repräsentativer Querschnitt der Restrukturierungsmaßnahmen im Untersuchungsabschnitt Bruckmühle.

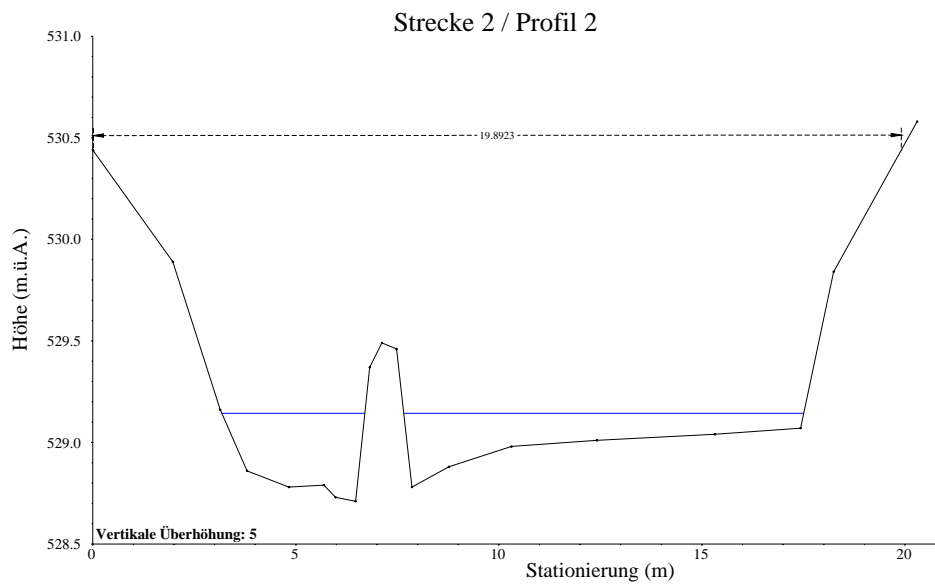


Abbildung 10. Repräsentativer Querschnitt der Restrukturierungsmaßnahmen im Untersuchungsabschnitt Bruckmühle.

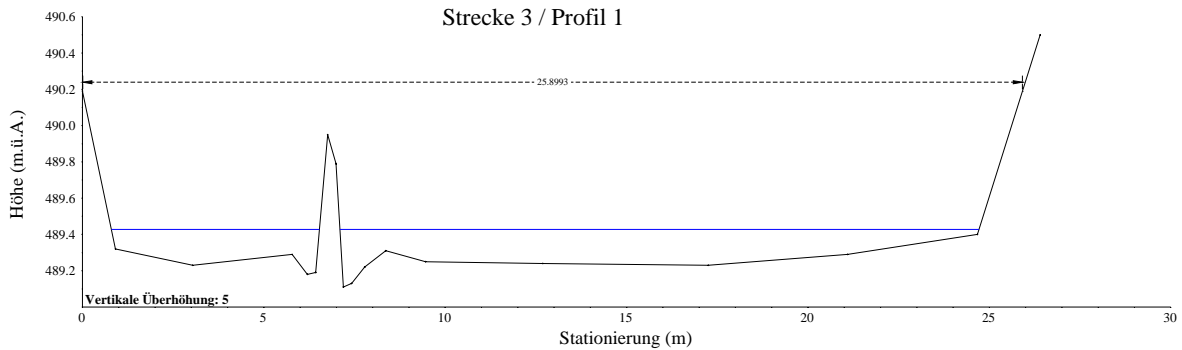


Abbildung 12. Repräsentativer Querschnitt der Restrukturierungsmaßnahmen im Untersuchungsabschnitt Teufelmühle.

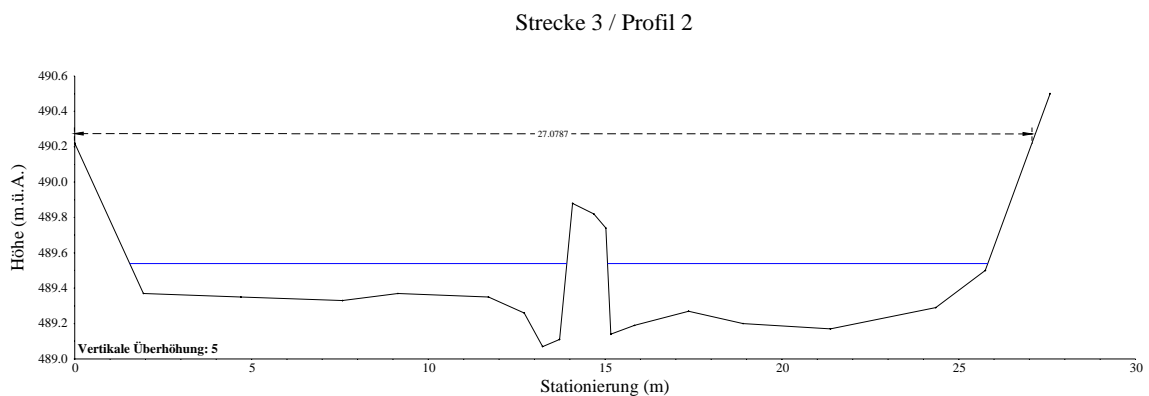
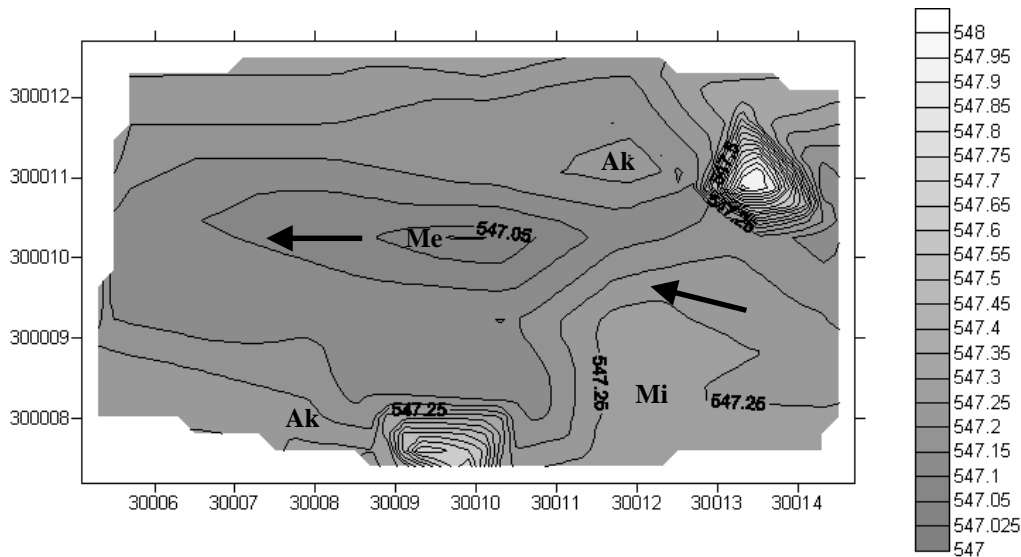
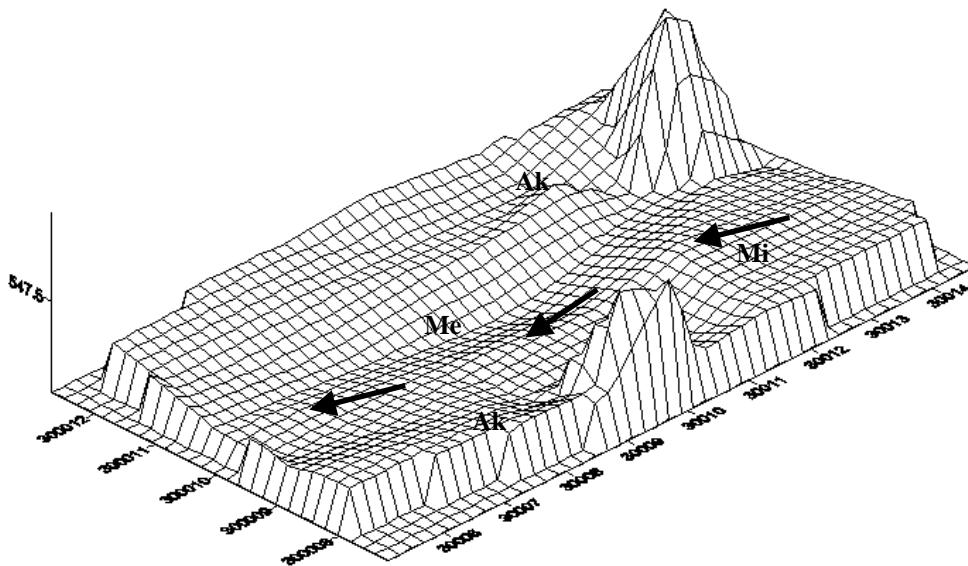


Abbildung 13. Repräsentativer Querschnitt der Restrukturierungsmaßnahmen im Untersuchungsabschnitt Teufelmühle.

Neben den tachymetrischen Aufnahmen des Gewässerquerschnitts wurden zusätzliche Verdichtungspunkte in einer der Detailstrecken (Bruckhäuser) terrestrisch erhoben, um eine dreidimensionale Darstellung der Morphologie bzw. auch die Verteilung der Substrate durch die strukturelle Wirkung der Maßnahmen in Bezug in Wechselwirkung mit den hydraulischen Veränderungen zu dokumentieren. Die Ergebnisse dieser detaillierten Aufnahme der Gewässertopographie sind in der Abbildung 14 dargestellt. Grund für die Auswahl dieses Detailabschnitts war die Anordnung der eingebrachten Granitblöcke, die nicht wie in den anderen Untersuchungsabschnitten der Gr. Mühl alternierend mit weiten Abständen zwischen den Strukturelementen, sondern in diesem Falle leicht versetzt nebeneinander in das aufgelockerte Flussbett (Abnahme der Deckschicht) eingebracht wurden.



(a)



(b)

Abbildung 14. Darstellung der Gewässersohle in einem Detailabschnitt der Strecke 1 (Bruckmühle) in Form von Isotachen (a) und einer dreidimensionalen Perspektive (b); schwarze Pfeile zeigen die Fließrichtung; A = Akal ($d_m = 2 \text{ mm} - 2 \text{ cm}$), Mi = Mikrolithal ($d_m = 2 \text{ cm} - 6.3 \text{ cm}$), Me = Mesolithal ($d_m = 6.3 \text{ cm} - 20 \text{ cm}$).

Die topographischen Aufnahmen in diesem Detailbereich zeigen deutlich die Ausprägung einer Tiefenrinne zwischen den beiden eingebrachten Strukturelementen, die durch die Kontraktion des Abflusses zwischen den Blöcken hydraulisch induziert wurde (Abb. 14 b). Diese Rinnenstruktur zeigt in ihrer longitudinalen Charakteristik einen deutlich größeren Ausdehnungsbereich mit nutzbaren subadulten und adulten Äschenhabitaten als sie für die Auskolkungen (seitlich links und rechts entlang der eingebrachten Grantiblöcke) dokumentiert wurden. In einem weiteren Schritt wurde versucht mögliche hydro-morphologische Zusammenhänge aufgrund der topographischen Details der Vermessungsquerschnitte abzuleiten (Abbildungen 15 – 17). Mittels linearer Regression zeigte sich jedoch, dass keine direkten Zusammenhänge ($R^2 < 0.25$) zwischen der maximalen Kolkentiefe und der Größe der eingebrachten Steine (auch nicht unter Berücksichtigung der bordvollen Breite) bestehen bzw. auch die Kolkiefen links und rechts neben den eingebrachten Strukturelementen keine statistisch signifikanten Gemeinsamkeiten aufweisen (Abbildung 17).

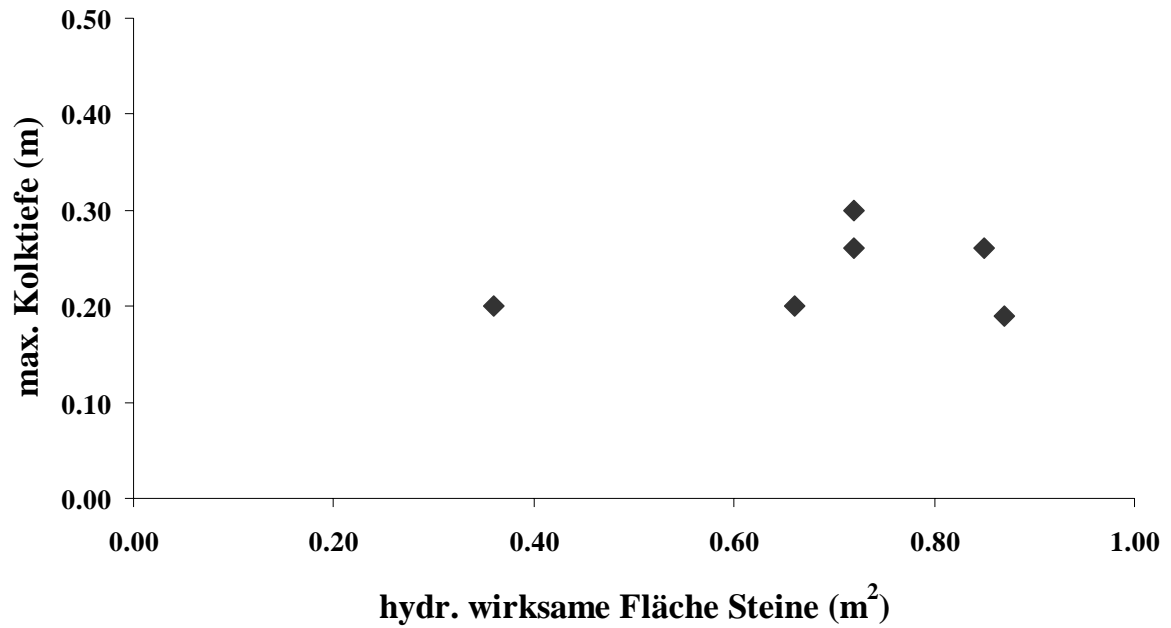


Abbildung 15. Gegenüberstellung der hydraulisch wirksamen Fläche der eingebrachten Granitblöcke mit den maximalen dokumentierten Kolkiefen im Gewässerquerschnitt.

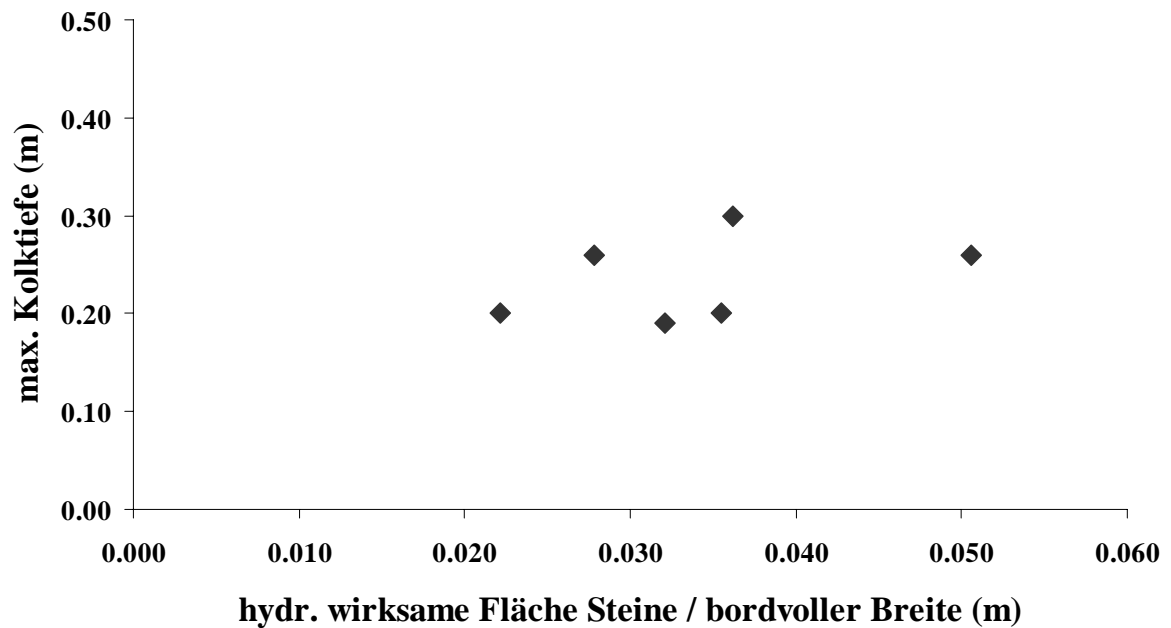


Abbildung 16. Gegenüberstellung der hydraulisch wirksamen Fläche der eingebrachten Granitblöcke in Bezug auf die bordvolle Breite des Gewässerabschnitts mit den maximalen dokumentierten Kolkiefen im Gewässerquerschnitt.

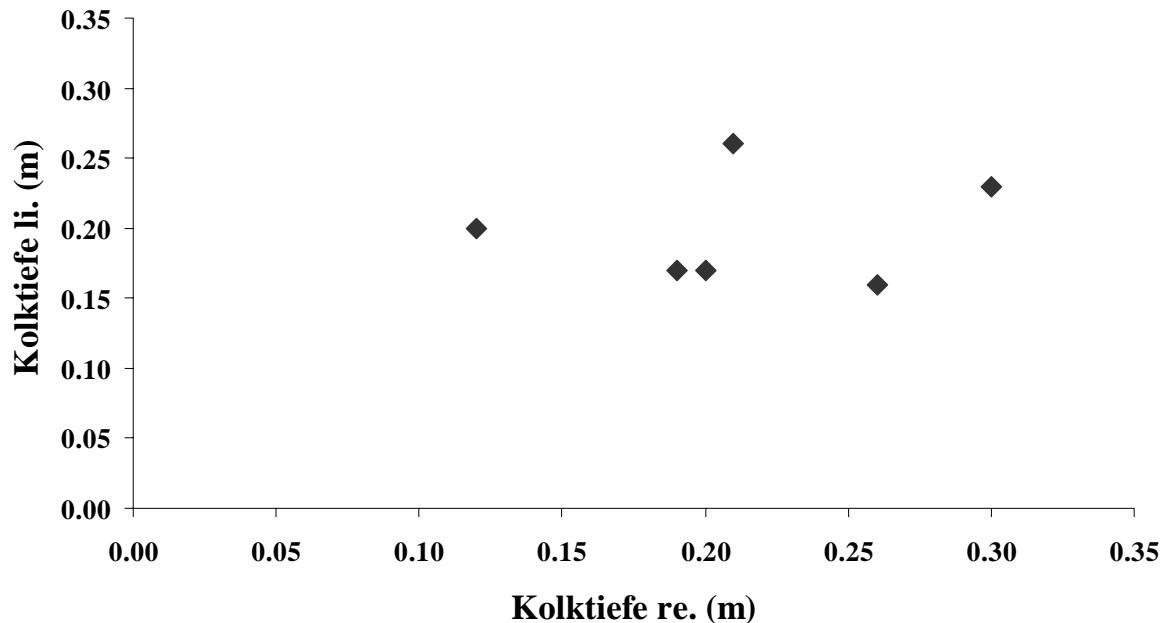


Abbildung 17. Vergleich der Kolkiefen links und rechts seitlich der eingebrachten Granitblöcke; alle drei Untersuchungsstrecken zusammengefasst.

3. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

In einer gesamtheitlichen und zusammenfassenden Betrachtung der Ergebnisse (morphologische und fischereiökologische Aspekte) des Post-Monitorings gilt es folgende Punkte festzuhalten:

- Im Nahbereich der Strukturelemente waren, vor allem auch durch das Entfernen der Deckschicht, die **anfänglichen Kolkiefen** über den Beobachtungszeitraum **stabil** bzw. wurden **eigendynamisch leicht vergrößert** und sind **nicht verlandet**.
- Weitere **Verbesserungen der Habitatstruktur** (Tiefenvariabilität) bzw. die **volle Wirksamkeit der Strukturelemente** in Bezug auf die morphologische Entwicklung sind aber erst nach dem Auftreten von **Hochwässern in der Größenordnung > HQ₁** zu erwarten (im Beobachtungszeitraum traten nur erhöhte Abflüsse deutlich unter dem HQ₁ auf).
- Die eingebrachten Strukturelemente trugen wesentlich zur **Heterogenisierung des Sohlsubstrats** im Untersuchungszeitraum 2011 – 2012 bei (z.B. Ablagerungen von Akal-Kornfraktionen in den Kehrströmungsbereichen hinter den Blöcken).
- Ein enger **Verband von Blöcken** erzielte auf Grund der hydraulischen Kontraktion eine **bessere Wirkung** hinsichtlich der **eigendynamischen Entwicklung von Rinner-Habitaten**.
- **Zunahme der Fischartenzahl** in allen drei Untersuchungsstrecken um jeweils eine Art (hervorzuheben ist der Nachweis von Aalrutten im Nahbereich der Strukturelemente).
- **Zunahme der maximalen Größe der Bachforellen** in allen drei Untersuchungsstrecken (vermutlich auf die erhöhte Tiefenvariabilität / erhöhte Maximaltiefen zurückzuführen).
- **Nachweis sub-adulter Äschen** in allen drei Untersuchungsstrecken, wobei **keine quantitative Zunahme** des Bestands zu verzeichnen war.

Literatur:

Jungwirth, M., Moog, O., Muhar, S. (1993): Effects of river bed restructuring on fish and benthos of a 4th-order stream, Melk, Austria. *Regulated Rivers, Research and Management* 8: 195-204.