

Strukturmassnahmen in einem kanalisiertem Fließgewässer (Aabach, Schmerikon)

Martin Schibli
Mattia Petar

Zusammenfassung

Im kanalisiertem Unterlauf des Aabachs in Schmerikon wurde im Rahmen von Reprofilierungsarbeiten eine ökologische Aufwertung durch Strukturmassnahmen umgesetzt. Ziel war die Verbesserung der morphodynamischen Bedingungen unter gleichzeitiger Wahrung des Hochwasserschutzes. Mit Hilfe eines hydraulischen 2d-Modells wurden verschiedene Geometrien von Totholzbuhnen analysiert und hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Wasserspiegellagen und Sohlenmorphologie bewertet. Strukturen mit Höhen von 0,25 bis maximal 0,50 m erwiesen sich als wirksam, ohne die Hochwassersicherheit wesentlich zu beeinträchtigen. Die nachfolgenden Monitoring-Ergebnisse zeigten bereits 1,5 Jahre nach Umsetzung eine erhöhte Strömungs-, Tiefen- und Breitenvariabilität sowie einen signifikanten Anstieg der Fischdichte und Artenvielfalt, insbesondere das Wiederauftreten der anspruchsvollen Äsche. Es bildeten sich typische Kolk- und Anlandungsstrukturen, die eine naturnahe Sohlendynamik fördern. Das umgesetzte Projekt unterstreicht die Wirksamkeit kleinerer, naturnaher Struktureinbauten in kanalisiertem Gewässern mit aktivem Geschiebetrieb. Für die Zukunft wird für den entsprechenden Abschnitt empfohlen, die Bestockung gezielt und zurückhaltend einzusetzen sowie weitere Wirkungsbeobachtungen durchzuführen, um die Massnahmen hinsichtlich ökologischer Funktionalität und Nachhaltigkeit zu optimieren.

Keywords

Bemessung Strukturmassnahmen, Totholzeinbauten, Sohlenentwicklung, Ufergehölz

Mesures structurelles dans un cours d'eau canalisé (Aabach, Schmerikon)

Résumé

Dans le cours inférieur canalisé de l'Aabach à Schmerikon, une revalorisation écologique a été mise en œuvre par des mesures structurelles dans le cadre de travaux de reprofilage. L'objectif était d'améliorer les conditions morphodynamiques tout en préservant la protection contre les crues. À l'aide d'un modèle hydraulique 2D, différentes géométries d'épis en bois mort ont été analysées et évaluées en fonction de leurs effets sur le niveau de l'eau et la morphologie du lit. Les structures d'une hauteur comprise entre 0,25 et 0,50 m au maximum se sont avérées efficaces sans compromettre de manière significative la sécurité contre les crues. Les résultats de la surveillance ont montré, à peine un an et demi après la mise en œuvre, une augmentation de la variabilité du courant, de la profondeur et de la largeur, ainsi qu'une augmentation significative de la densité et de la diversité des espèces de poissons,

en particulier le retour de l'ombre commun, une espèce exigeante. Des structures typiques de cavités et de dépôts se sont formées, favorisant une dynamique naturelle du lit. Le projet mis en œuvre souligne l'efficacité des petites structures naturelles dans les cours d'eau canalisés avec un transport actif de sédiments. Pour l'avenir, il est recommandé de recourir de manière ciblée et modérée au reboisement et de poursuivre l'observation des effets pour le tronçon concerné afin d'optimiser les mesures en termes de fonctionnalité écologique et de durabilité.

Mots-clés

Dimensionnement des mesures structurelles, aménagements avec du bois mort, évolution du lit, végétation riveraine.

Misure di strutturazione in un corso d'acqua canalizzato (Aabach a Schmerikon)

Riassunto

Nel corso inferiore canalizzato dell'Aabach a Schmerikon, nell'ambito dei lavori di rivitalizzazione, è stata attuata una valorizzazione ecologica attraverso misure di strutturazione. L'obiettivo era quello di migliorare le condizioni morfodinamiche, garantendo al contempo la protezione contro le piene. Con l'ausilio di un modello idraulico 2D sono state analizzate e valutate diverse geometrie di pennelli in legno morto così come il loro impatto sul livello dell'acqua e sulla morfologia dell'alveo. Le strutture con altezze comprese tra 0,25 e 0,50 m si sono dimostrate efficaci senza compromettere in modo significativo la sicurezza contro le piene.

I risultati del monitoraggio successivo hanno mostrato, già dopo un anno e mezzo dalla realizzazione, una maggiore variabilità della corrente, della profondità e della larghezza, nonché un aumento significativo della densità ittica e della biodiversità, in particolare la ricomparsa dell'esigente temolo. Si sono formate tipiche strutture erosive e di deposito che favoriscono una dinamica dell'alveo più naturale. Il progetto realizzato sottolinea l'efficacia di piccole misure di strutturazione prossime allo stato naturale in corsi d'acqua canalizzati con trasporto attivo di sedimenti. Per il futuro si raccomanda, per il tratto in questione, di procedere a un ripopolamento mirato e moderato e di effettuare ulteriori osservazioni dell'efficacia, al fine di ottimizzare le misure in termini di funzionalità ecologica e sostenibilità.

Parole chiave

Dimensionamento delle misure di strutturazione, Inserimento di legno morto, Sviluppo dell'alveo, Vegetazione riparia

Einleitung

Der unterste Abschnitt des Aabachs in Schmerikon verläuft in einem kanalisiertem Trapezprofil. Das Profil ist streng geometrisch. Die Bachsohle weist eine sehr eingeschränkte Breiten- und Tiefenvariabilität auf. Die Vorländer sind mit einer artenreichen Wiesenvegetation und lückigen Weidengebüschgruppen bewachsen. Nach Hochwasserereignissen lagert sich Sand auf den Vorländern ab. Über die Jahre verkleinert sich das Abflussprofil und vermindert dadurch die Hochwassersicherheit im angrenzenden Siedlungsgebiet. Deswegen werden die Vorländer des Aabachs ca. alle zehn Jahre reprofiliert.

Im Jahre 2019 zeichnete sich wiederum ein Vorlandabtrag ab. Der Eingriff an den Ufern und im Sohlenbereich führt jeweils zu einer temporären Beeinträchtigung des terrestrischen und des ufernahen aquatischen Lebensraums (Ablagerungen, Beschattung, Deckung). Die Fischereiverbände bekundeten wegen des durch die Kanalisierung ohnehin beeinträchtigten Fischlebensraums und den noch bevorstehenden Eingriff in die Ufervegetation dringenden Handlungsbedarf und legten dem Aabachperimeter und Vertretern der kantonalen Fachstellen des Amtes für Wasser und Energie AWE und des Amtes für Natur, Jagd und Fischerei ANJF ein Ideenkatalog vor, nach welchem die Bachsohle im Zuge der Reprofilierung mit Strukturmassnahmen fischökologisch aufgewertet werden könnte.

Bis zu diesem Zeitpunkt wurde dem Hochwasserschutz oberste Priorität zugemessen und Massnahmen, welche den Hochwasserschutz beeinträchtigen, wurden grundsätzlich kritisch betrachtet. So wurde nur eine geringe Bestockung gemäss dem alten Unterhaltsplan zugelassen und mit Ausnahme von wenigen Blocksteinsporen entlang der Uferlinie auf Struktureinbauten verzichtet.

Die für den Bachunterhalt zuständige Perimeterkommission Aabach entschied sich daraufhin, die Wirkung von Strukturmassnahmen mit einem numerischen Modell analysieren zu lassen und auf dieser Grundlage aus Sicht des Hochwasserschutzes tolerierbare Strukturmassnahmen in Anzahl und Form entwickeln zu lassen.

Situationsanalyse und numerische Modellierung

Gewässercharakteristik

Das Einzugsgebiet des Aabachs erstreckt sich über 38 km². Der Aabach mobilisiert in den oberen Teileinzugsgebieten viel Geschiebe aus der verwitterten Molasse und dem eiszeitlichen Schotter und hat über die Jahrhunderte sein Delta immer weiter in den Obersee hinausgestossen. Dadurch verlängerte sich der Bachlauf in der Talebene und das Sohlgefälle nahm allmählich ab. Der Aabach ist geschiebedurchgängig und hat keine Geschiebesammler. Zur Aufrechterhaltung des Hochwasserschutzes und des Geschiebetriebs wurde der Aabach im untersten Abschnitt vor rund 100 Jahren mit einem Doppeltrapezprofil kanalisiert. Die verengte Sohle ermöglicht seither den gewünschten Geschiebetransport bis zum See.

Bemessung

Der Reprofilierungsbedarf wurde in der Vergangenheit anhand eines 1d-Staukurvenmodells beurteilt. Für die Beurteilung der hydraulischen Wirkung von Sohlenstrukturen und Gehölzgruppen eignet sich das 1d-Modell hingegen weniger gut, da die hydraulische Wirkung eines Hindernisses bzw. eines Körpers nicht adäquat nachgebildet werden kann. Aus diesem Grund wurde entschieden, eine vertiefte Analyse mittels einer hydraulischen 2d-Modellierung durchzuführen.

Modelleichung

Die Modelleichung erfolgte anhand von aufgezeichneten Hochwasserspuren und Gerinnevermessungen aus den Jahren 2017 und 2021. Zur Berücksichtigung der Vegetation im Modell wurden einerseits nicht durchströmbare Blockstrukturen verwendet, andererseits lokal angepasste Oberflächenrauigkeiten. Für die weiteren Berechnungen wurde der Ansatz mit angepassten Oberflächenrauigkeiten verwendet, wobei für den dichten Bewuchs ein Wert $k_{St} = 5$ festgelegt wurde.

Sensitivitätsanalyse Auflandung und Bestockung

Eine Auswertung der Abflussberechnungen in Segmenten (vgl. Abbildung 1) zeigte, dass der überwiegende Teil des Abflusses über das Mittelgerinne abfließt. Dieses Resultat deckt sich mit dem beobachteten, gut funktionierenden Geschiebetransport im Mittelgerinne und der kontinuierlichen Ablagerung von Feinsedimenten auf den Vorländern.

Vor der Wirkungsanalyse der Strukturmaßnahmen wurde der Einfluss der Vorlandauflandung sowie der Uferbestockung mittels einer Sensitivitätsanalyse für die Abflüsse HQ_5 und HQ_{30} untersucht.

Die Auflandung der Vorländer bewirkt bei einem HQ_{30} einen Wasserspiegelanstieg von 25 cm bzw. einen Anstieg von 1,70 m auf 1,95 m. Aus Sicht des Hochwasserschutzes kann dieser Anstieg als signifikant bezeichnet werden [+15%].

Eine durchgehende Bestockung mit einer beidseitigen Breite von je 2 Metern lässt den Wasserspiegel gegenüber einem gehölzfreien Vorland um 20–30 cm ansteigen. Bei einer in der Längsachse halbierten Bestockungsdichte von 50% in Form von Gebüschgruppen steigt der Wasserspiegel lediglich um ca. 10–15 cm, was als tolerierbar beurteilt werden kann. Für die nachfolgenden Untersuchungen der Strukturmaßnahmen wurde von einer Bestockungsdichte von 50% ausgegangen.

Herleitung der idealen Strukturabstände

Die technische Sohlenbreite des Aabachs misst 10 m. Im Jahre 2014 wurden die Querprofile auf geometrische Veränderungen überprüft. Die Messungen zeigten deutliche Auflandungen in den Vorländern und dass sich die Sohle teilweise bis auf 6 m verengt hat, im Mittel auf ca. 8 m. Dies ist ein Indiz dafür, dass die sich über die Jahre einstellende Sohlenbreite etwas schmaler ist als die technische Breite des Ausbauprojekts 1997.

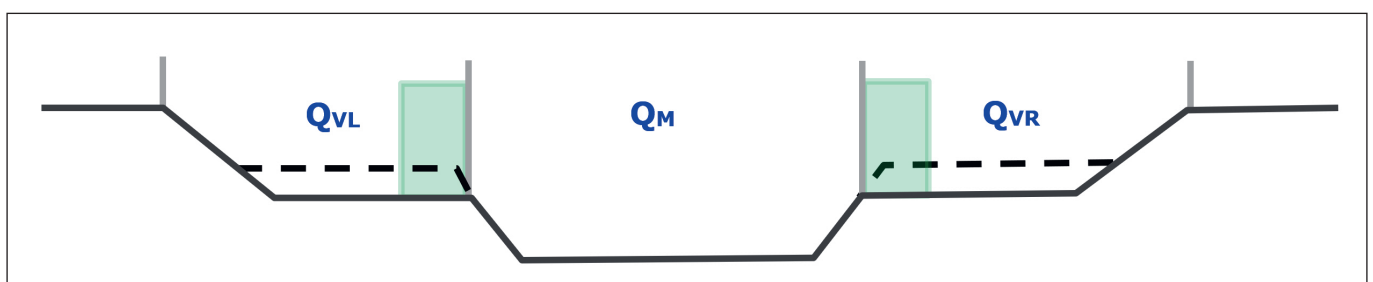


Abbildung 1: Querprofilsskizze Aabach mit den modellierten Abflusskorridoren Mittelgerinne und Vorländer, den Vorlandsituationen «aufgelandet» und «reprofiliert» sowie der beidseitigen Uferbestockung.

Figure 1 : Schéma du profil transversal de l'Aabach avec les corridors d'écoulement modélisés du lit central et du lit majeur, les situations du lit majeur « échoué » et « reprofilé » ainsi que le boisement des rives des deux côtés.

Nach Scherle [1] gilt die Faustformel $L_M = 10 \times \text{Bettbreite}$. Für den Aabach dürfte sich die Mäanderwellenlänge somit im Bereich von 80 m bewegen. Für die Wirkungsanalyse von Struktureinbauten, welche massgebend für das Strömungsbild bei Mittelwasser sind, wird eine wechselseitigen Anordnung der Struktureinbauten mit einem Abstand von 40 m gewählt ($L_M / 2$).

Evaluation von tolerierbaren Strukturen

Folgende Strukturen wurden bezüglich Wirkung auf die Wasserspiegellage HQ_{30} untersucht:

- Holzbuhne Länge 5 m, Höhe über Sohle 0,25 m
- Holzbuhne Länge 5 m, Höhe über Sohle 0,50 m
- Holzbuhne Länge 5 m, Höhe über Sohle 1,00 m
- Holzbuhne Länge 3 m, Höhe über Sohle 1,00 m

Die Berechnungsergebnisse zeigen bei Strukturhöhen von 1 m und Strukturlängen von 3 bzw. 5 m einen Wasserspiegelanstieg von 20 cm bzw. 40 cm. Bei Strukturhöhen von 0,5 m sind es 10 – 20 cm und bei Strukturhöhen von 0,25 m rund 5 cm.

Aufgrund dieser Auswertung wurde der Einbau von Strukturen mit einer Höhe von 1 m als zu riskant bzw. ungeeignet verworfen. Nur die Wirkung der Struktureinbauten mit Höhen zwischen 0,25 und 0,50 m wurden weiterverfolgt.

Wirkung der Struktureinbauten auf die Sohlenmorphologie

Erfahrungsgemäss haben die 2- bis 5-jährlichen Hochwasserereignisse ($Q = 20$ bis $35 \text{ m}^3/\text{s}$) massgebenden Einfluss auf die Sohlenmorphologie. Sie gelten als «bettbildende» Abflüsse, entsprechend gibt die bei einem bettbildenden Abfluss berechnete Schubspannungsverteilung einen Hinweis auf die zu erwartende Sohlenmorphologie. Folgende Zustände wurden im Modell untersucht:

- Ohne Einbauten
- Holzbuhne Länge 5 m und Höhe $h = 0,25 \text{ m}$
- Holzbuhne Länge 5 m und Höhe $h = 0,50 \text{ m}$

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass die Sohlenschubspannung zwischen den Buhnen tendenziell reduziert sind, im unmittelbaren Bereich der Einbauten aber lokal erhöht sein können. Die Einbauten führen weiter dazu, dass die Schubspannungsverteilung im Sohlenbereich deutlich variabler ist, was erwünscht ist. In der Abbildung 2 ist die Schubspannungsverteilung für die einzelnen Zustände ersichtlich. Beidseitig des Hauptgerinnes ist weiter die Wirkung der lückig angeordneten Uferbestockung mit einer erhöhten Schubspannung an den Stirnseiten der einzelnen

Gebüschgruppen deutlich erkennbar. Die Schubspannung bei den Gebüschgruppen verhält sich unabhängig von den eingebauten Buhnenhöhen bzw. sie bleibt konstant.

Aufgrund der deutlich sichtbaren Reduktion der Sohlenschubspannung bei einer Buhnenhöhe von 0,5 m, können Anlandungen berg- und talseitig der Buhnen angenommen werden. Um diesen Effekt abzubilden, wurden in einem zweiten Schritt die zu erwartenden seitlichen Anlandungen bzw. den möglichen Endzustand der Sohlenentwicklung in das Modell eingebaut.

Die lokalen Anlandungen (Kiesbänke) ober- und unterhalb der Buhnen wirken sich im hydraulischen 2d-Modell kaum auf die mittlere Wasserspiegellage aus. Die Berücksichtigung bewirkt jedoch eine Erhöhung der mittleren Schubspannung im Sohlenbereich, so dass das Niveau der Sohlenschubspannung im Zustand ohne Einbauten erreicht wird. Daraus kann abgeleitet werden, dass der Geschiebetransport auch mit Einbauten bis 0,5 m, unter Annahme von lokalen Anlandungen während eines Ereignisses, praktisch unverändert bleibt, bzw. dass durch die Struktureinbauten keine übermässigen Sohlenauflandungen zu erwarten sind. Aufgrund der Analyse der Schubspannungsverteilung können Buhnenhöhen bis 0,5 m bezüglich Aufrechterhaltung des Geschiebetransports als tolerierbar betrachtet werden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Einbauten lokale Tiefenerosionen auslösen. Gemäss Auswertung der Schubspannungsverteilung ist diese eher im Bereich des Buhnenkopfs zu erwarten, was aus wasserbaulicher Sicht unproblematisch ist. In der Praxis sind Erosionen jedoch auch entlang der Ufer möglich, insbesondere talseitig der Buhnen, wenn sich keine Anlandung ausbilden sollte. Auch sind Verengungskolke zu erwarten.

Im Rahmen des vorliegenden Projekts wurde die mögliche Kolkbildung durch die Einbauten nicht im Detail berechnet. Um doch eine Prognose für mögliche Tiefenkolke zu erhalten, kann eine vereinfachte Abschätzung gemacht werden. So ist bei einer sohlenverengenden Struktur eine flächengleiche Kompensation im Querschnitt zu erwarten, d. h. bei einer Buhnenlänge von 5 m und einer Höhe von 0,25 m ist eine mittlere Kolkbildung von ähnlichem Ausmass bei der Engstelle zu erwarten [5 m x 0,25 m]. Lokal kann der Kolk die doppelte Buhnenhöhe erreichen.

Projekt

Massnahmen

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass mit den geprüften Strukturmassnahmen eine zweckmässige morphologische

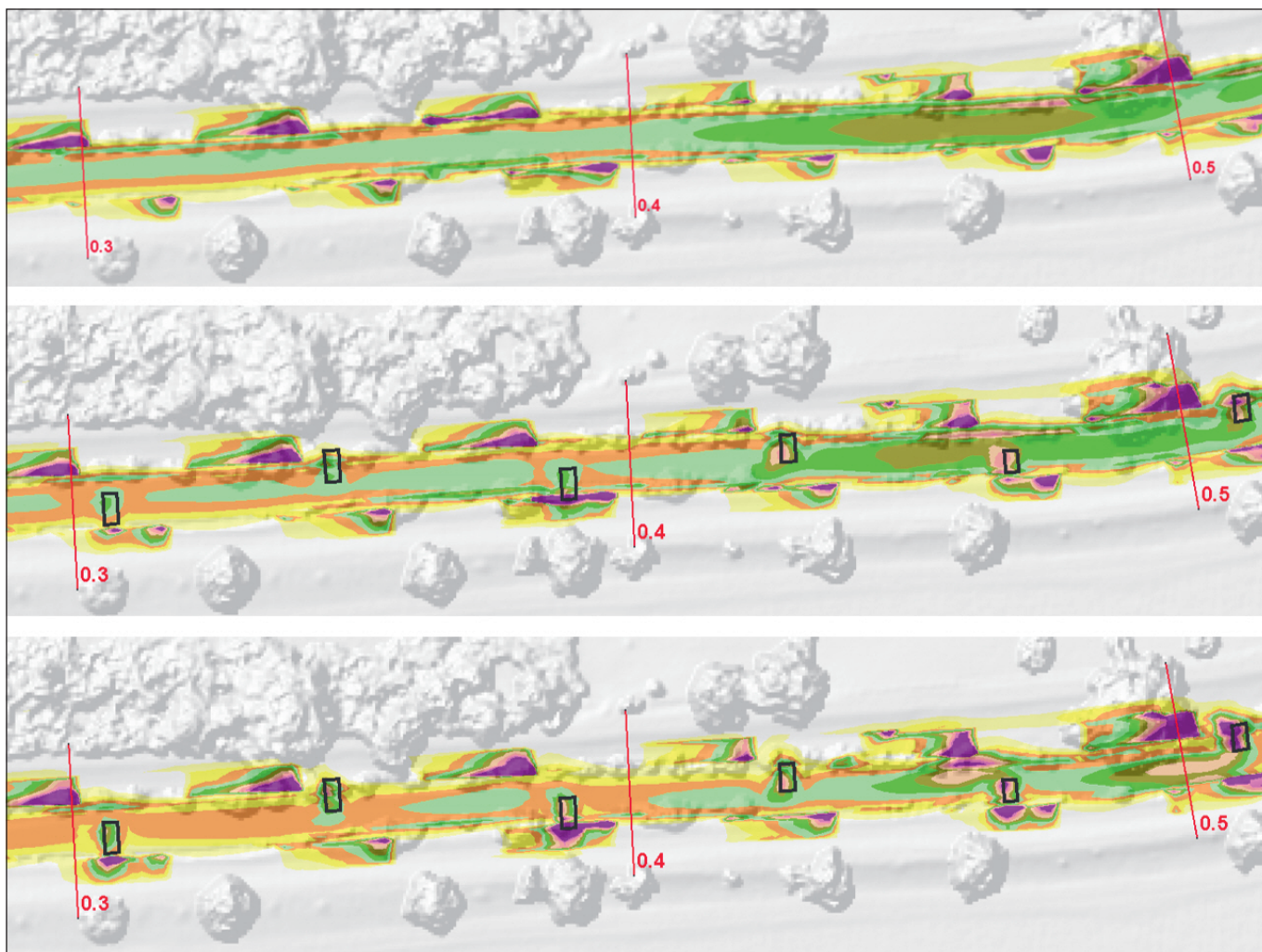


Abbildung 2: Schubspannungsverteilung bei einem Abfluss HQ_5 mit folgenden Struktureinbauten [von oben nach unten]: ohne Einbauten, Bühnenhöhe 0,25 m, Bühnenhöhe 0,50 m, sowie jeweils einer wechselseitigen lückigen Bestockung mittels Gebüschgruppen auf den Vorländern [Fließrichtung von rechts nach links].
Figure 2: Répartition des contraintes de cisaillement pour un débit HQ_5 avec les aménagements structurels suivants [de haut en bas]: sans aménagements, hauteur des épis 0,25 m, hauteur des épis 0,50 m, ainsi qu'un peuplement alterné par groupes d'arbustes sur le lit majeur [sens d'écoulement de droite à gauche].

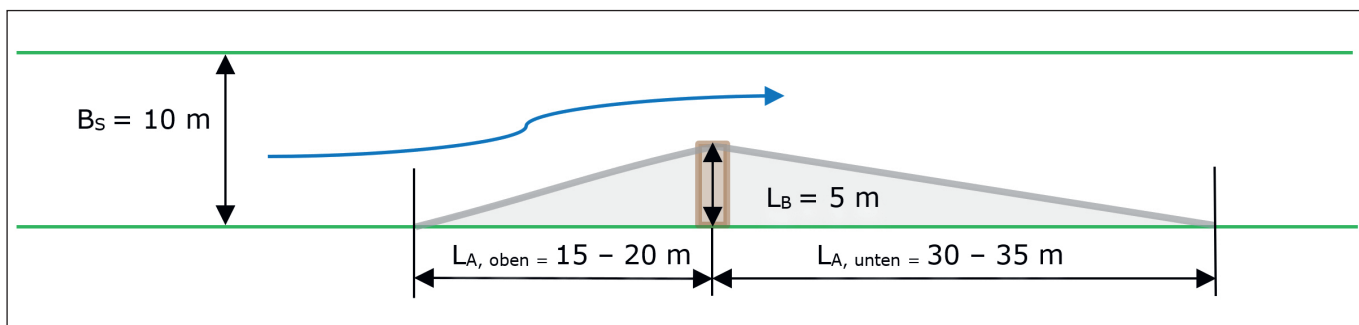


Abbildung 3: Skizze der im 2d-Modell berücksichtigten Anordnung bzw. Kiesbank berg- und talseitig der Bühnen [Aufsicht].
Figure 3: Schéma du dépôt de sédiments et du banc de gravier pris en compte dans le modèle 2D en amont et en aval des épis [vue de dessus].

Aufwertung des Gerinnes erreicht werden. Bühnenartige Strukturen mit einer Länge von 5 m [halbe Sohlenbreite] und einer Höhe von 0,5 m bewirken zwar ausgeprägtere morphologische Veränderungen, jedoch steigt auch die Hochwassergefährdung und das Risiko von übermäßiger Kolkbildung

bzw. Unterspülung von bestehenden Schutzbauten entlang dem Mittelgerinne. Mit der Kolkbildung könnte eher noch umgegangen werden, weil bei einer Unterspülung des alten Längsverbaus zuerst das Vorland erodiert würde und der Hochwasserschutzdamm nicht direkt gefährdet wäre. Je-

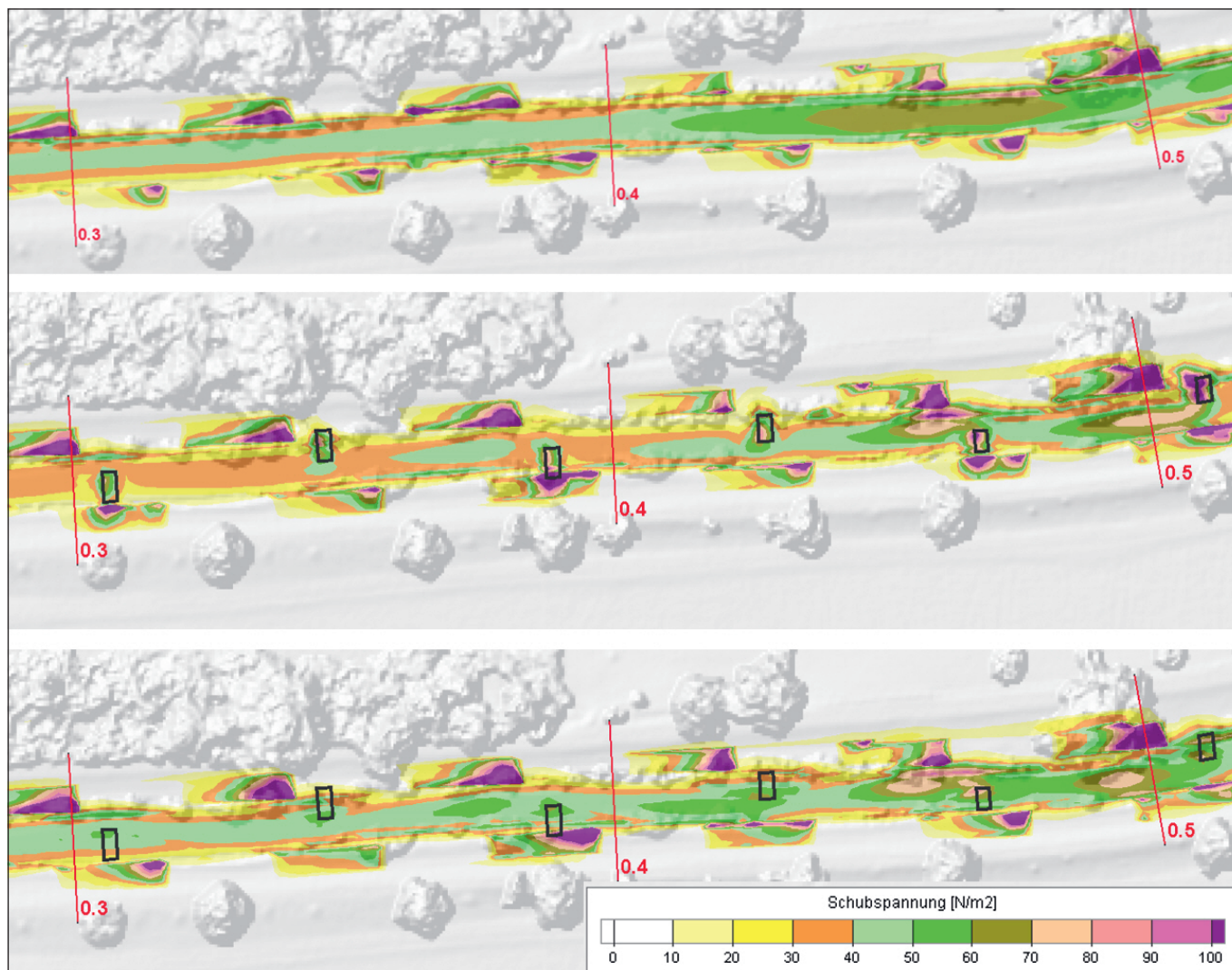


Abbildung 4: Schubspannungsverteilung bei einem Abfluss HQ_5 mit folgenden Struktureinbauten (von oben nach unten): ohne Einbauten, Bühnenhöhe 0,50 m ohne Anlandung, Bühnenhöhe 0,50 m mit Anlandung (Fließrichtung von rechts nach links).

Figure 4: Répartition des contraintes de cisaillement pour un débit HQ_5 avec les aménagements structurels suivants (de haut en bas) : sans aménagements, hauteur des épis 0,50 m sans dépôt, hauteur des épis 0,50 m avec dépôt (sens d'écoulement de droite à gauche).

doch sind nach allfälligen Unterspülungen lokale bauliche Unterhaltsarbeiten erforderlich, um die Lücken im Uferverbau zu schliessen (z. B. mittels Fixierung von Wurzelstöcken oder in das Vorland verlegten Raubäbäumen). Letzteres würde jedoch die Vorlandfläche beanspruchen, welche heute der landwirtschaftlichen Nutzfläche zugeordnet und als Ökofläche angemeldet ist. Ein Verlust an artenreichen Extensivwiesen ist nicht erwünscht.

Strukturen gleicher Länge aber geringerer Höhe (0,25 m) haben zwar eine geringere, aber dennoch bedeutsame Wirkung auf die Sohlenmorphologie. Die Auswirkungen auf die Wasserspiegellage sowie das Risiko einer übermässigen Tiefenerosion sind gegenüber einer Einbauhöhe von 0,5 m deutlich geringer.

Wegen den verbleibenden Unsicherheiten wurde entschieden, im Rahmen der anstehenden Reprofilierung den Einbau von Sohlenstrukturen auf einer Musterstrecke von ca. 200 m mit Strukturhöhen von 0,25 m gemäss Abbildung 5 umzusetzen und deren Wirkung über mehrere Jahre zu beobachten.

Wirkungskontrolle Sohlenmorphologie und Hochwasserschutz

Die Abbildung 6 zeigt den Zustand unmittelbar nach dem Vorlandabtrag und vor dem Einbau der Strukturmassnahmen. Das Ufergehölz musste mit Ausnahmen von einzelnen Wurzelstöcken entfernt werden. Die Kiessohle im Mittelgerinne wurde nicht bearbeitet.

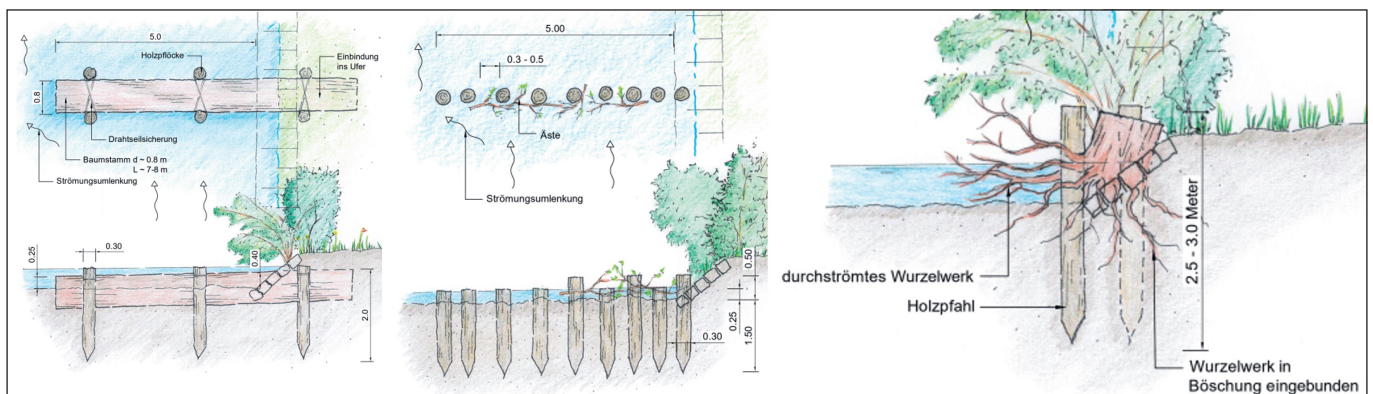


Abbildung 5: Ausführungsskizzen zu den umgesetzten Strukturmaßnahmen am Aabach: Stammuhne, Pfahluhne und Wurzelstöcke.

Figure 5: Schémas de réalisation des mesures structurelles mises en œuvre sur l'Aabach : épis en rondins, épis en pieux et souches.



Abbildung 6: Reprofiliertes Gerinne, vor dem Einbau der Strukturmaßnahmen und vor der Uferbepflanzung, Blick in Fließrichtung.

Figure 6: Lit reprofilé, avant la mise en place des mesures structurelles et avant la plantation des berges, vue dans le sens de l'écoulement.



Abbildung 7: Situation unmittelbar nach dem Einbau der Struktureinbauten und vor der Uferbepflanzung.

Figure 7: Situation immédiatement après la mise en place des éléments structurels et avant la plantation des berges.

Unmittelbar nach dem Einbau der Massnahmen blieb die Bachsohle unverändert. Beim Einbau wurde bewusst auf die Erstellung einer maschinelle Initialmorphologie verzichtet. Der Bach soll seine Sohle in Abhängigkeit der sich verändernden Schubspannung selbst gestalten. Möglich war dies unter anderem, weil der Geschiebetransport des Aabachs durchgehend funktioniert und deshalb von einer eigendynamischen Umgestaltung der Bachsohle ausgegangen werden konnte.

Bereits nach 1,5 Jahren und einzelnen kleineren Hochwasserereignissen bewirkten die Struktureinbauten eine deutliche ökomorphologische Diversifizierung im Sohlenbereich. Die Breiten- und Tiefenvariabilität sowie die Strömungsvariabilität haben deutlich zugenommen (vgl. Abbildung 8). Im Vergleich dazu der Abschnitt oberhalb der Aufwertungsstrecke, bei welchem noch keine Strukturen eingebaut wurden (vgl. Abbildung 9).

Die prognostizierten Anlandungen haben sich tendenziell eher an der Bergseite der Querbauten eingestellt. Bei zwei Bühnen wurde auch die Talseite keilförmig eingeschottert, so dass sich Kiesbänke gebildet haben (vgl. Abbildung 8).

Die beobachteten Auflandungen haben die Oberkanten der Einbauten nicht überschritten. Das Gerinne hat sich zwischen den Einbauten und dem gegenüberliegenden Ufer häufig leicht abgetieft und damit eine Niederwasserrinne gebildet, was der prognostizierten Entwicklung entspricht.

Bei einzelnen Querbauwerken hat sich talseitig ein Kolk gebildet (vgl. Abbildung 10). Teilweise wurde die Fundation der alten Ufersteine erreicht, jedoch konnte bis jetzt an keiner Stelle eine kritische Situation beobachtet werden. Die an der Böschung oder in der Sohle verankerten Wurzelstöcke haben sich für die Sohlenmorphologie ebenfalls als formgebend erwiesen und Anlandungen, sowie Erosion ausgelöst (vgl. Abbildung 8).



Abbildung 8: Einseitige Kiesbank und Niederwasserrinne auf der gegenüberliegenden Seite mit umströmtem Wurzelstock.
Figure 8: Banc de gravier unilatéral et chenal d'étiage sur le côté opposé avec souche submergée.



Abbildung 9: Abschnitt oberhalb der Aufwertungsstrecke, ohne Strukturmaßnahmen.
Figure 9: Section en amont du tronçon revalorisé, sans mesures structurelles.

Ende Mai 2024 bzw. ein Jahr nach Bauausführung wurde nach heftigen Niederschlägen ein Abfluss von $32 \text{ m}^3/\text{s}$ [ca. HQ_5] gemessen. Der Wasserspiegel verlief trotz Struktureinbauten leicht tiefer als in den Jahren 2017/2021 bei ähnlichem Spitzenabfluss. Grund ist, dass die Vorländer im Jahre 2017 beidseitig und 2021 einseitig aufgelandet waren.

Bei einem Abfluss von $20 \text{ m}^3/\text{s}$ war die Wirkung der Einbauten an der Wasseroberfläche kaum erkennbar, bzw. es zeigten sich keine übermässigen Unregelmässigkeiten im Strömungsbild oder Anzeichen von ungünstigen Turbulenzen, welche die Schutzbauten, insbesondere die Dämme, hätten gefährden können. Eine leicht erhöhte Strömungsvariabilität war bei den Gehölzgruppen feststellbar. Weil auf dem Vorland nur ein geringer Abflussanteil abfließt, ist die abflussmindernde oder strömungskritische Wirkung gering.

Wirkungskontrolle Fische

Das ANJF hat mit Unterstützung der Fischereiverbände und -vereine vor dem Struktureinbau (Herbst 2022) und zwei Jahre danach (Herbst 2024) elektrische Befischungen durchgeführt. Die Aufnahmen im Zustand nach Massnahmen zeigen im Vergleich zum Zustand vor Massnahmen einen massiven Zuwachs an Fischen sowohl bezüglich der Dichte wie auch der Artenzahl. Das ANJF kam nach Auswertung der Aufnahmen zum Schluss, dass neu von einem standortgerechten Artenspektrum entsprechend der zugewiesenen Fischregion «Äsche» gesprochen werden kann, was vorher bei weitem nicht der Fall war. Speziell hervorzuheben ist, dass die Äsche, welche in Bezug auf ihren Lebensraum und die Wasserqualität hohe Ansprüche stellt, im Aabach wieder heimisch ist – zahlenmässig markant.



Abbildung 10: Anlandung bergseitig der leicht deklinant versetzten Stammuhne und Kalkbildung talseitig, Fließrichtung von links nach rechts.
Figure 10: Accumulation de sédiments en amont de l'épis en rondsins légèrement décalés et formation de cavités en aval, sens de l'écoulement de gauche à droite.

Bei den festgestellten Fischen nach Massnahmen handelt es sich vorwiegend um Jungfische, was ein Indiz dafür ist, dass die adulten Fische den aufstrukturierten Abschnitt neu als Laichhabitat nutzen.

Fazit

Die Auswertung zeigen, dass sich die hydraulische 2d-Modellierung gut eignet, um die hydraulische Wirkung der Strukturmassnahmen und des Ufergehölzes abzuschätzen. Auch sind grobe Prognosen hinsichtlich der morphologischen Entwicklung möglich. Die Berechnungsergebnisse fördern das Systemverständnis und erleichtern die Beurteilung des Handlungsbedarfs für die Uferpflege und den baulichen Unterhalt.

Anfänglich erschienen die eingebauten Strukturen klein, beim Aabach zeigten sie dennoch Wirkung. Ein Grund dafür

ist sicherlich, dass der Aabach geschiebeführend ist und sich die morphodynamischen Prozesse trotz Kanalisierung mindestens kleinräumig bettbildend auswirken. Bei nicht geschiebeführenden Bächen in sehr flachem Gelände oder bei Gewässern, bei denen der Geschiebetransport über ein Defizit verfügt ist hingegen fragwürdig, ob mit niedrigen Struktureinbauten eine naturnahe Bachsohle mit erhöhter ökologischer Funktionalität erreicht werden kann.

Beim Aabach führten die Einbauten und die dadurch ausgelösten morphodynamischen Prozesse zu einer deutlich grösseren Strömungsvariabilität sowie wertvollen Hinterwasserbereichen und Kolken, welche den Fischlebensraum nachweislich aufwerteten.

Die Wirkung der Struktureinbauten wird weiter beobachtet, sowohl bezüglich der allgemeinen morphologischen Veränderungen wie auch bezüglich der lokalen Wirkung der einzelnen Einbautypen. Wichtig erscheint, dass die einzelnen Einbauten sowohl aus wasserbaulicher wie auch morphologischer und fischereilicher Sicht angeschaut und beurteilt werden. Ziel ist, die Strukturmassnahmen hinsichtlich ökologischer Funktionalität und Dauerhaftigkeit zu optimieren und die neuen Erkenntnisse in der Weiterführung und Weiterentwicklung der Aufstrukturierungsmassnahmen gewinnbringend einzusetzen.

Literaturverzeichnis

Dissertation

[1] Scherle Jürgen [1999]: Entwicklung naturnaher Gewässerstrukturen: Grundlagen, Leitbilder, Planung. IWK – Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik Universität Karlsruhe, Heft 199, Mitteilung Karlsruhe.

Bücher

[2] Gebler Rolf-Jürgen [2005]: Entwicklung naturnaher Bäche und Flüsse, Massnahmen zur Strukturverbesserung, Grundlagen und Beispiele aus der Praxis, Verlag Wasser und Umwelt, Walzbachtal.

Kontaktadresse

Martin Schibli
c/o Niederer + Pozzi Umwelt AG
Burgerrietstrasse 13
8730 Uznach
055 285 91 80
Martin.Schibli@nipo.ch



Mattia Petar
c/o Niederer + Pozzi Umwelt AG
Burgerrietstrasse 13
8730 Uznach
055 285 91 80
mattia.petar@nipo.ch



HOWOH



Drenoroll Drainagerohr
Die Drainage mit Schweizer Holz.

Drenoroll tube de drainage
Le drainage avec du bois suisse.

Drenoroll tubo di drenaggio
Il drenaggio con legno svizzero.

LinDner
suisse

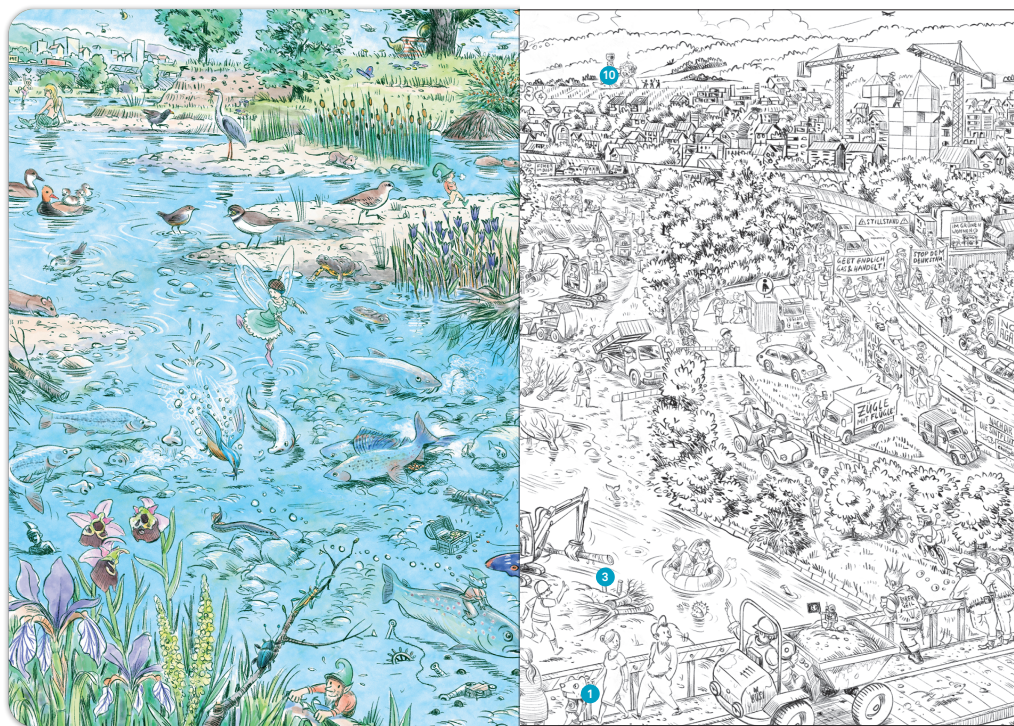
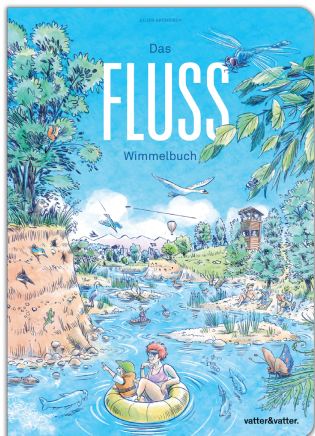
produziert von | produit par | prodotto da:
Lindner Suisse GmbH | CH-9630 Wattwil
holzwohle@lindner.ch | www.lindner.ch

Das Fluss Wimmelbuch

Was wimmelt alles in oder an einem Fluss?

Welche Tiere und Menschen lebten zu welcher Zeit im und am Fluss? Wie haben die Menschen den Fluss genutzt und verändert, und was könnte vielleicht in Zukunft (wieder) im und am Fluss wimmeln? Für das «Fluss Wimmelbuch» hat sich Julien Gründisch mit der Geschichte, dem aktuellen Zustand und dem künftigen Entwicklungspotential der Limmat beschäftigt und dafür mit vielen Fachpersonen des unterstützenden Projektteams der Lebendigen Limmat im Auftrag des Amts für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) der Baudirektion Kanton Zürich zusammengearbeitet. Die Wimmelbilder zeigen beispielhafte Szenen und Entwicklungen, die für viele Flüsse in der Schweiz und anderswo Geltung haben. Das thematische Wimmelbuch verfolgt die Lebensader

Fluss im Wandel der Zeit – von der Entstehung der Flüsse am Ende der Eiszeit, über ihre Nutzung und Kanalisierung bis zu den Renaturierungsprojekten von heute und morgen. Ein wichtiger Grundpfeiler im Lehrplan 21 ist die Umweltbildung. Die komplexen Zusammenhänge zwischen menschlichem Einfluss und Umweltveränderungen werden im «Fluss Wimmelbuch» zum unterhaltsamen Suchspass für Kinder. Für Lehrpersonen und alle an den unzähligen, feinen Details Interessierten stehen zusätzlich sieben kostenlose Infoblätter zum Download bereit. Diese können in unveränderter Form für den Unterricht verwendet oder zu Suchspielen für Gruppenaktivitäten, Ausmalbildern oder Vortragsgrundlagen umgestaltet werden.



Das Fluss Wimmelbuch

Illustrator: Julien Gründisch erschienen im vatter&vatter Verlag 2023

Pappebuch; 7 kartonierte Doppelseiten

Geeignet für alle natur- und suchbegeisterten Menschen ab 3 Jahren; Schule & Vermittlung

Erhältlich im Buchhandel oder unter www.wimmelbuch.ch/fluss

Preis [UVP] Fr. 25.-

ISBN: 978-3-907340-18-9