

Lenkbuhnen

Neue Wege im naturnahen Wasserbau –

Ufersicherung und Gewässerstrukturierung an der Taverna (FR)

Basler & Hofmann

Stationen des Vortrags

Strömunglenkung im Flussbau (Instream River Training)

- _ Entwicklung und Forschung
- _ Bautypen (*Lenkbuhnen, Pendelrampen, etc.*)

Praxis an der «Taverna», Kanton Fribourg CH

- _ Inklinante Lenkbuhnen in Gerinnekurven
- _ Trichterbuhnen im geraden Gerinne
- _ Schneckenbuhnen im geraden Gerinne

Basler & Hofmann

Strömunglenkung im Flussbau

Warum?

- _ Strömung ist die Ursache von Ufererosion
- _ Uferverbau ist nur «Symptombehandlung»

Wie?

- _ Initialisierung von «nützlichen» Strömungsmustern, Anpassung von «schädlichen» Strömungsmustern
- _ lokale Impulse → weitreichende Wirkung

Womit?

- _ kleine Einbauten in der Sohle aus Naturstein, Holz, etc.
- _ Form und Lage der Einbauten → resultierende Strömungsmuster

Basler & Hofmann

Strömunglenkung im Flussbau

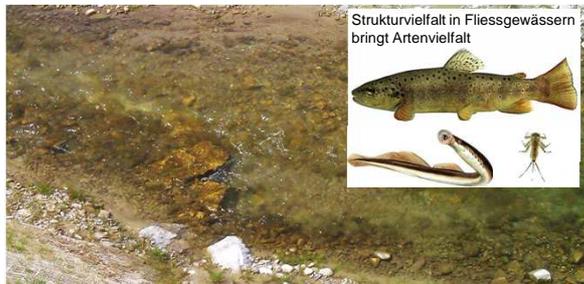


Vorteile

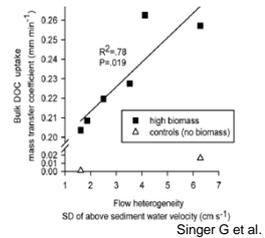
- _ Reduktion oder Verzicht auf harten Uferverbau
- _ Lebendige, unverbaute Naturufer (Quervernetzung)
- _ Kostengünstige Bauausführung

Basler & Hofmann

Strömunglenkung im Flussbau



Strömungsvielfalt in Fliessgewässern erhöht mikrobielle Abbauaktivität

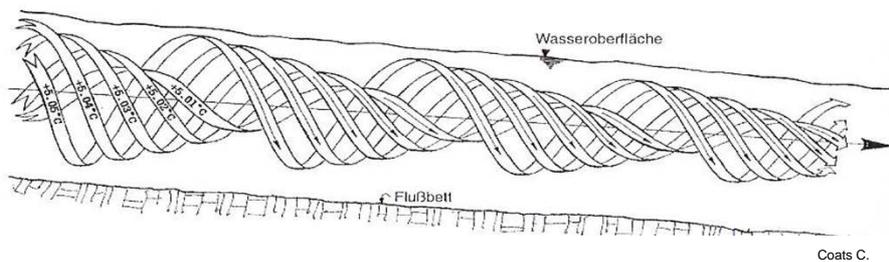


Vorteile

- _ Vielfältige Gerinnesohle, Strömung und Tiefenvarianz
- _ Steigerung der Lebensraumvielfalt
- _ Steigerung der Wasserqualität

Basler & Hofmann

Strömunglenkung im Flussbau



Strömunglenkung ist «Kommunikation»

- _ «Hervorrufen» von Sekundärströmungen (d.h. quer zur Hauptströmung)
- _ In der Überlagerung mit der Hauptströmung resultieren daraus immer Spiralströmungen als «Antwort» des Flusses

Basler & Hofmann

Strömunglenkung in der Aviatik

Basler & Hofmann

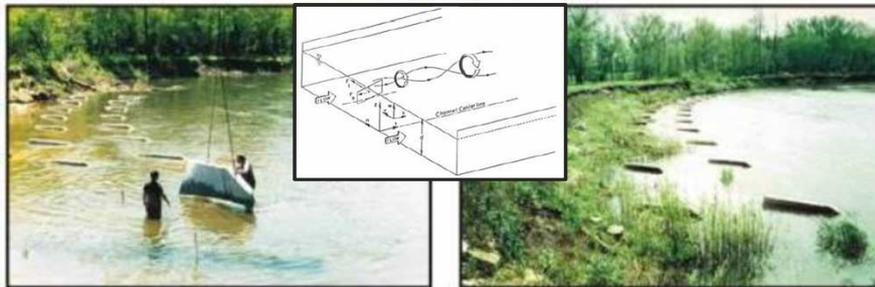
Strömunglenkung im Flussbau

Viktor Schaubertger (1885 - 1958)

- «Man reguliert einen Fluss nicht von seinen Ufern aus, sondern von Innen, aus dem fließenden Medium selbst»
- Bereits 1927 erfolgreiche Strömunglenkung in natürlichen und künstlichen Gerinnen

Basler & Hofmann

Strömunglenkung im Flussbau

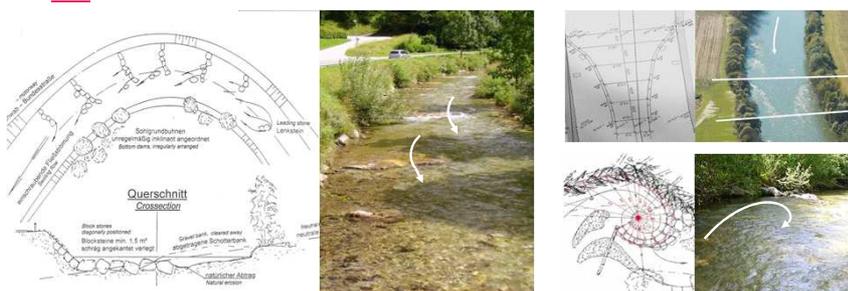


A.J. Odgaard & Y. Wang (Universität Iowa)

- _ Erforschung von ursprünglich in Russland entwickelten «Leitschaufeln» ca. 1988
- _ Verwendung naturfremder Baustoffe: Beton

Basler & Hofmann

Strömunglenkung im Flussbau

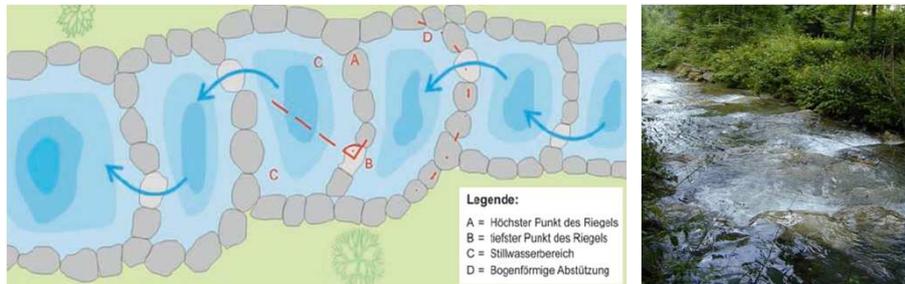


Otmar Grober (Baubezirksleitung Bruck a.M.)

- _ Entwicklung von Lenkbuhnentypen (Sichel ,Trichter und Schnecken) ca. 1990
- _ Verwendung natürlicher Baustoffe: Blocksteine, Holz

Basler & Hofmann

Strömunglenkung im Flussbau

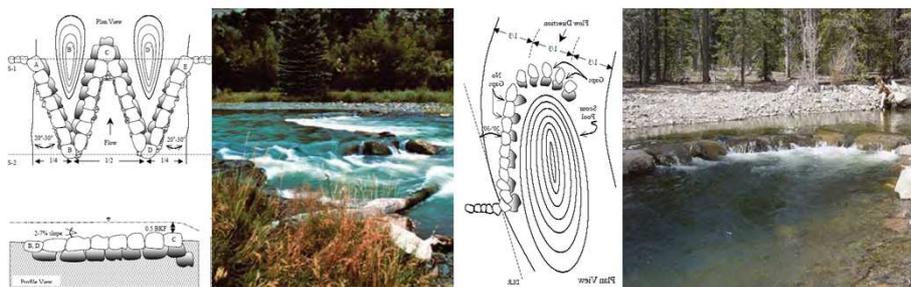


Otmar Grober (Baubezirksleitung Bruck a.M.)

- Entwicklung von Pendelrampen
ca. 1995
- Verwendung natürlicher Baustoffe: Blocksteine, Holz

Basler & Hofmann

Strömunglenkung im Flussbau



David Rosgen (Wildland Hydrology, Inc.)

- Entwicklung von Lenkbuhnentypen («W-Weirs», «J-Hook Vanes»)
ca. 1995
- Verwendung natürlicher Baustoffe: Blocksteine, Holz

Basler & Hofmann

Forschung «Instream River Training»

Instream River Training «Flussbau im Stromstrich»

Naturnahe Bauweisen zur Induzierung von «nützlichen» Spiralströmungen:

Lenkbuhnen (v.a. LWI TU Braunschweig, ab 2005)

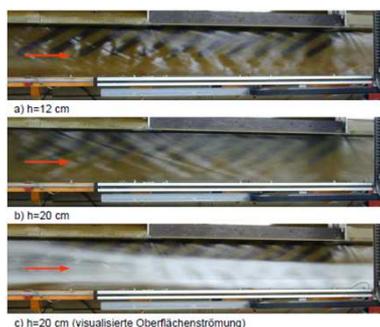
- *Sammelbegriff* für sohlennahe Gewässereinbauten zur Strömungslenkung (gerade, sichel-, trichter-, schneckenförmige, J-Hook-Vanes, W-Weirs, etc.)
- Bereits bei NW überströmt, bei HW Spiralströmung
- Lenkung der Hauptströmung zur Gerinnemitte

Pendelrampen (v.a. TU Graz, ab 2005)

- Strömungslenkende Rampe ohne durchgehende Sohlenpflasterung
- Bei NW mäandrierende Wasserführung, bei HW Spiralströmung
- Lenkung der Hauptströmung zur Gerinnemitte

Basler & Hofmann

Forschung «Instream River Training»



LWI

Lenkbuhnen

- Funktionalität bei grosser Überströmungshöhe → Lenk-Effekt bis zur 10-fachen Überströmungshöhe der Buhnen nachgewiesen
- Herabsetzung der ufernahen Längsströmungs-Geschwindigkeit um 20%
- Winkel, Abstand, Form entscheidend

Basler & Hofmann

Forschung «Instream River Training»

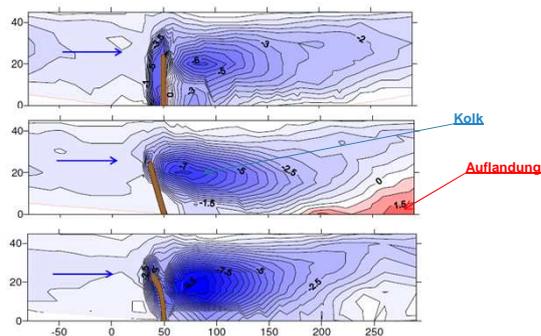


Lenkbuhnen

- Veränderung der Sohlenmorphologie
- Erhöhung der Tiefenvarianz

Basler & Hofmann

Forschung «Instream River Training»



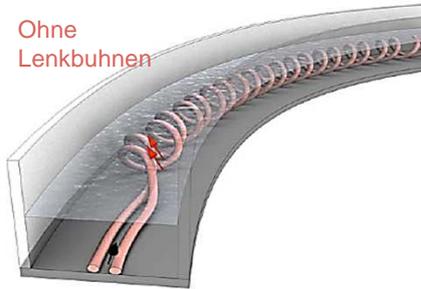
Lenkbuhnen

- Einfluss von Bühnenform und -winkel auf Sohlenmorphologie

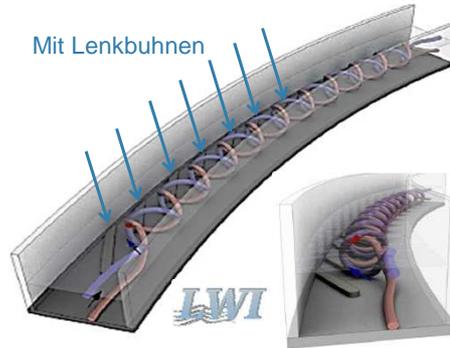
Basler & Hofmann

Forschung «Instream River Training»

Ohne
Lenkbuhnen



Mit Lenkbuhnen

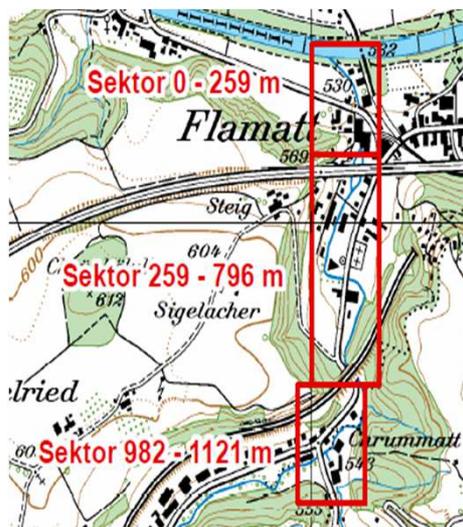


Lenkbuhnen

- Anpassung der Spiralströmung in Kurven
- Erosionsschutz am Prallhang

Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna

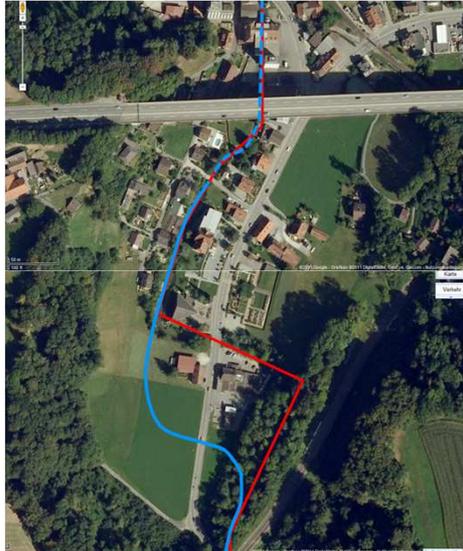


Unterlauf der Taverna

- Kleiner Fluss im Kanton Fribourg, Schweiz
- Ungünstiges, enges Flussbett mit Abstürzen
- Hochwasserschäden von rund 3.5 Mio CHF (2007)

Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna

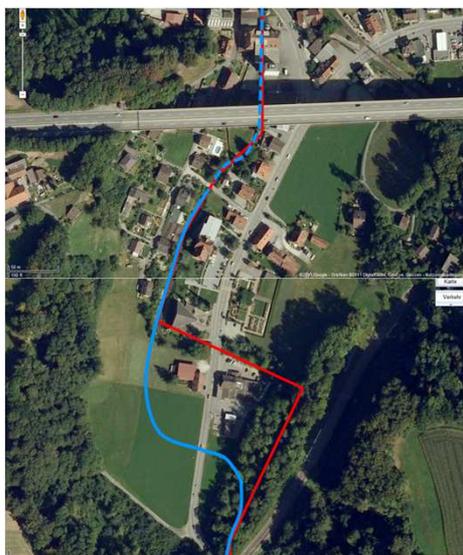


HWS Untere Taverna

- Projekt der Gemeinde Wünnewil-Flamatt und des TBA Kanton Fribourg
- Umlegung & Renaturierung
- Fischdurchgängigkeit & Ökologische Aufwertung
- Gerinne Optimierung für HW

Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna

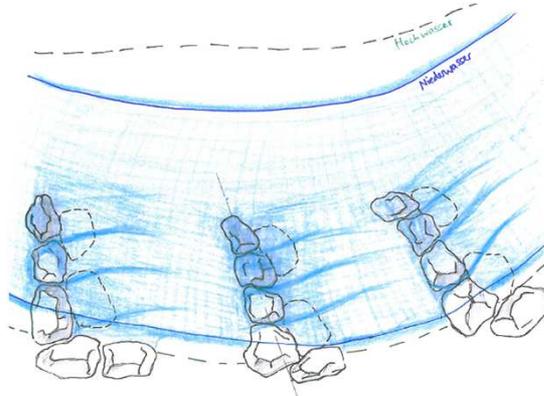


HWS Untere Taverna

- Sohlenbreite: 7 m – 11 m
- Mittleres Gefälle : ~ 1.5 %
- Rauheit Sohle: $27 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$
- Sohlenschubspannung max: ~ 200 N/m²
- $HQ_{100} = 60 \text{ m}^3/\text{s}$ ohne Rückhalt
- $HQ_{100} = 38 \text{ m}^3/\text{s}$ mit Rückhalt
- Schutzziel: HQ_{100}
- Platzbedarf für Instream River Training ist vorhanden

Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Inklinante Lenkbuhnen

- für Uferschutz und Sohlenstrukturierung am Prallhang (Aussenkurve)

Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna

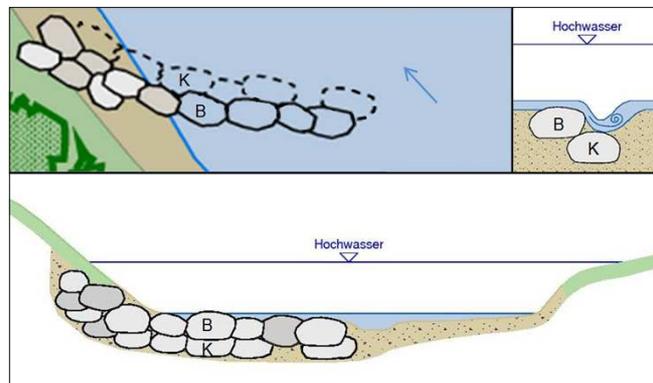


Bereich «Umlegung»:

- 200 m Neubau naturnahes Gerinne
- 15 inklinante Lenkbuhnen
- Verzicht auf Längsverbau

Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Hydraulische Eckpunkte für den Einbau:

- Sohlenmaterial, Blocksteingrösse, Beanspruchung, Bühnenabstand, Bühnenwinkel, Bühnenlänge

Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Bühnenabstand:

- Starke Kurven: Sohlenbreite (B) x 0,8 bis 1,0
- Schwache Kurven: Sohlenbreite (B) x 1,8 bis 2,0

Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna

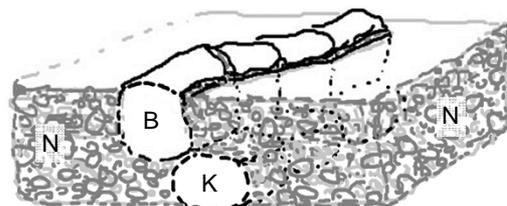


Buhnenwinkel: Uferlinie-Buhnenachse ca. 60° bis 70°

Buhnenlänge: i. d. R. bis Mitte Sohle

Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



N = Natürliches Sohlenmaterial

B = Buhnenstein

K = Kolkschutzstein

Einbauhöhe:

Der Buhnenrücken kommt ca. 10 cm – 20 cm über dem Sohlenniveau zu liegen. Die Kolke stellen sich nach Hochwasser ein.

Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Trockenbau und stückweiser Neubau des Gerinnes:

- Anspruchsvolle Bestimmung der Bühnen-Anordnung und Einbauhöhe

Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Untergrund des neuen Gerinnes:

- Einbau Bühnen in vorhandene Bodenschicht (hoher Kiesanteil)
- Einbau Bühnen in anstehenden Fels

Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Verwendete Blocksteine:

- _ Alpenkalk aus der Region (formwild)
- _ 1 bis 1.5 t je Stein

Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Fertig...
jetzt fehlt nur noch
das Wasser!

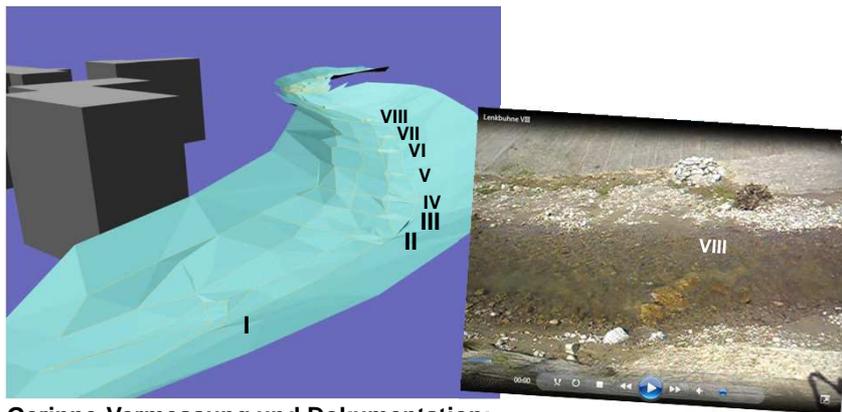
Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna

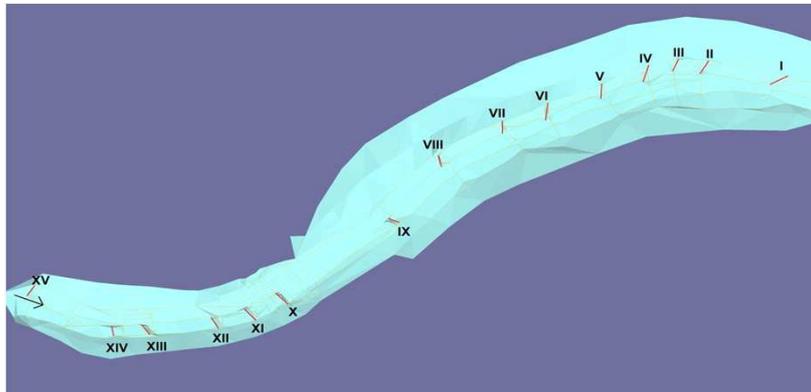


Gerinne-Vermessung und Dokumentation:

— Funktionsnachweis der Lenkbuhnen (Uferschutz & Gerinnestrukturierung)

Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna

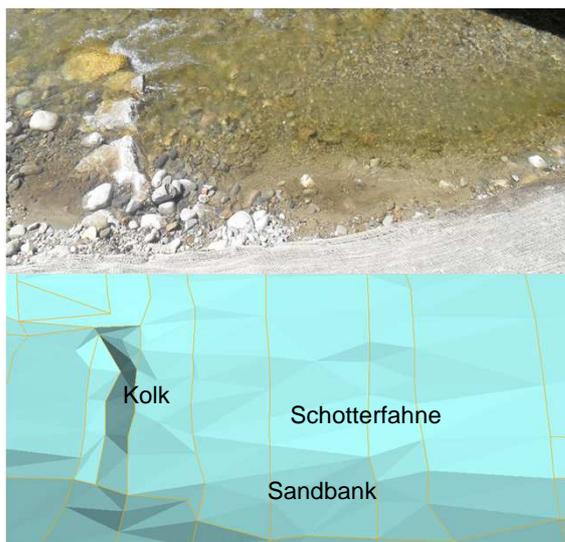


Wie verändert ein grösseres HW das neuerstellte Gerinne ?

- Gerinne-Vermessung nach Erstellung
- Gerinne-Vermessung nach Hochwasser

Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Bisherige Ergebnisse:

Typische Merkmale

- Kolk
- Schotterfahnen / Substratsortierung
- Auflandung

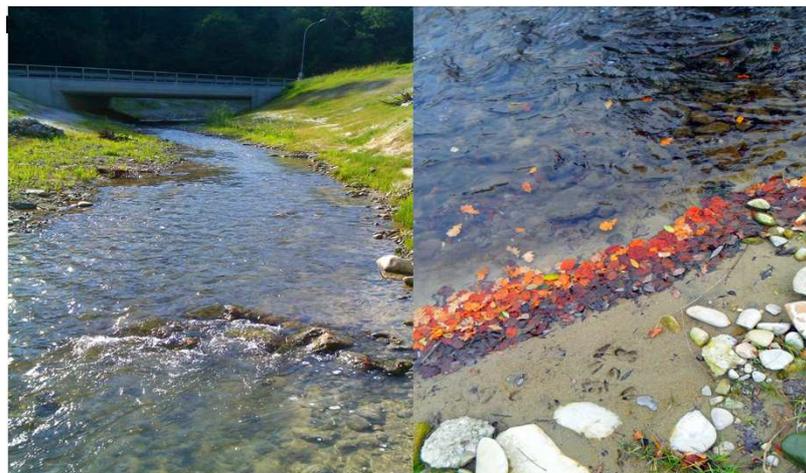
Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Unverbaute Natur-Ufer

Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna

Bisherige Ergebnisse:



Lenkbuhnen sind unauffällig

Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna

Bisherige Ergebnisse:



Lenkbuhnen sind unauffällig

Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna

Bisherige Ergebnisse:



...aber wirksam!

Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Kleineres Hochwasser vom 18. Juni. 2011

Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Kleineres Hochwasser vom 18. Juni. 2011

Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Kleineres Hochwasser vom 18. Juni. 2011

Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna

Bisherige Ergebnisse:



Hochwasser vom 18. Juni. 2011 (ca. 16 m³/s):

- Das ca. 1-jährliche HW zeigte bereits, wie der Strömungsangriff auf das Prallufer gebremst wird (Uferschutz!)

Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna

Bisherige Ergebnisse:

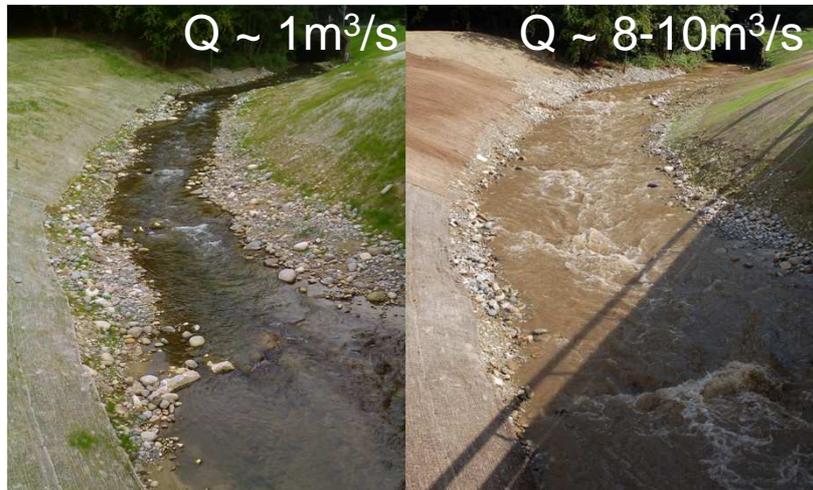


Hochwasser vom 18. Juni. 2011 (ca. 16 m³/s):

- Das ca. 1-jährliche HW zeigte bereits, wie der Strömungsangriff auf das Prallufer gebremst wird (Uferschutz!)

Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Kleineres Hochwasser vom 18. Juni. 2011

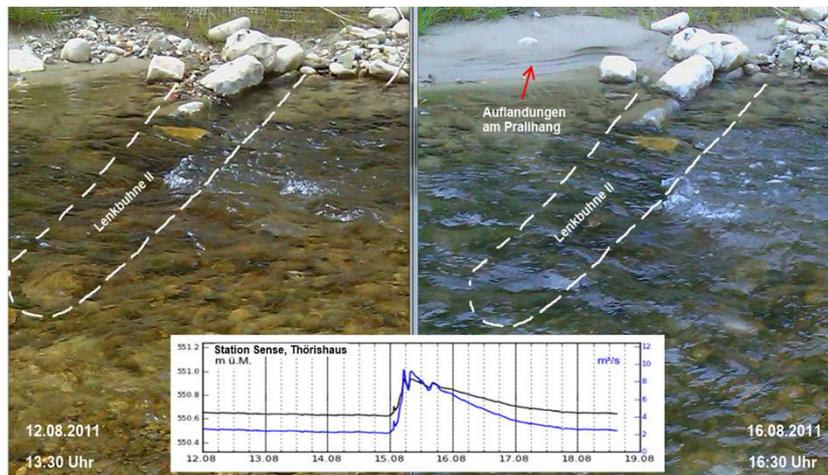
Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Basler & Hofmann

Lenkbunnen an der Taverna



Basler & Hofmann

Lenkbunnen an der Taverna

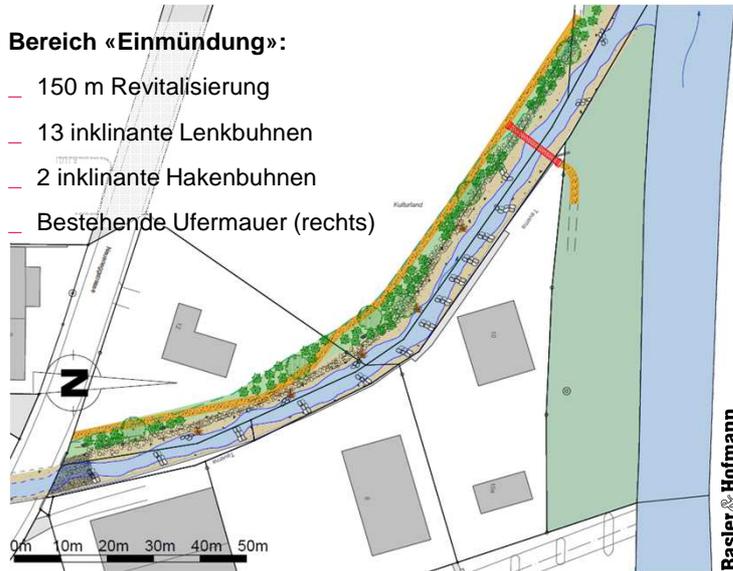


Basler & Hofmann

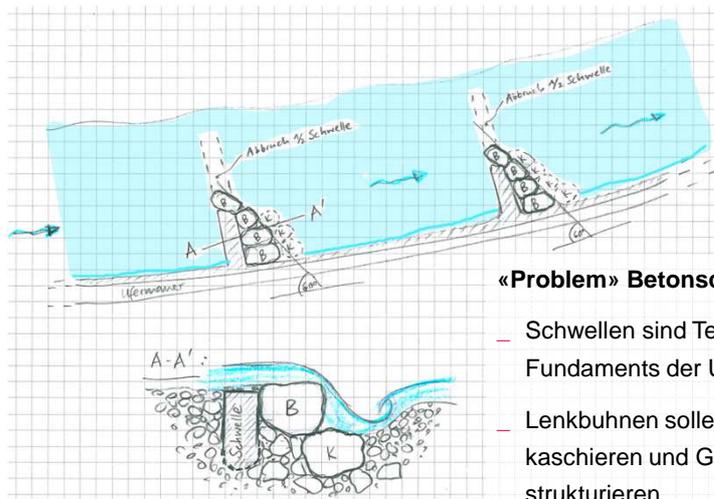
Lenkbuhnen an der Taverna

Bereich «Einmündung»:

- 150 m Revitalisierung
- 13 inklinante Lenkbuhnen
- 2 inklinante Hakenbuhnen
- Bestehende Ufermauer (rechts)



Lenkbuhnen an der Taverna



«Problem» Betonschwellen:

- Schwellen sind Teile des Fundaments der Ufermauer
- Lenkbuhnen sollen Schwellen kaschieren und Gewässer strukturieren

Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



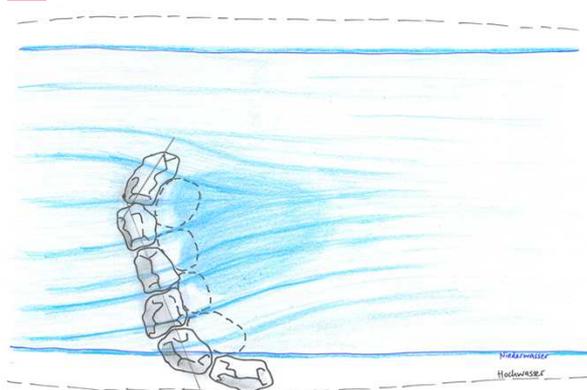
Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Inklinante Hakenbuhnen

— für Uferschutz und Sohlenstrukturierung auf geraden Flussabschnitten oder am Prallhang

Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



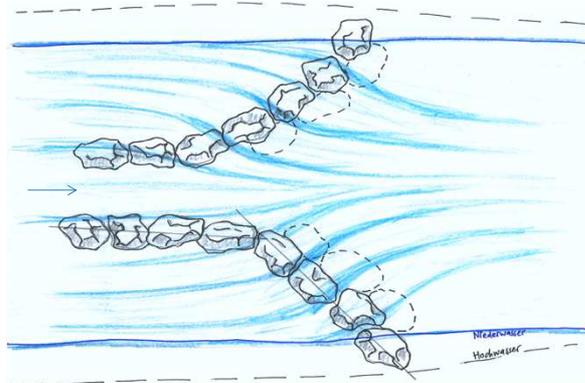
Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Inklinante Trichterbuhnen

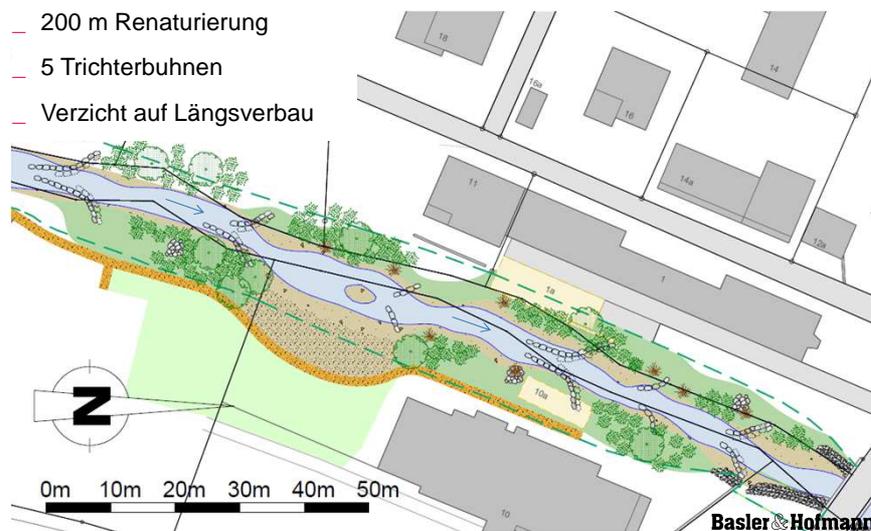
- für Uferschutz und Sohlenstrukturierung auf geraden Flussabschnitten

Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna

Bereich «Sonnhalde»:

- 200 m Renaturierung
- 5 Trichterbuhnen
- Verzicht auf Längsverbau



Lenkbuhnen an der Taverna

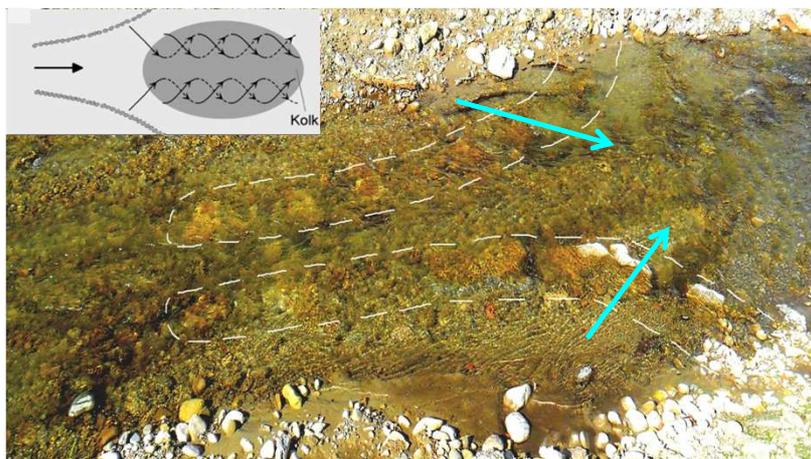


Einbau Bühnen im Nassbau

- Die unmittelbare «Antwort» der Strömung ist die ideale Hilfestellung um Höhe, Winkel und Abstand zu bestimmen

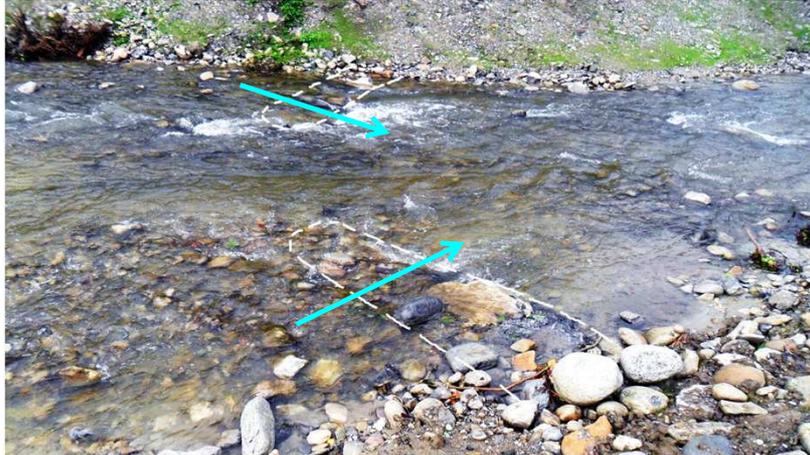
Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



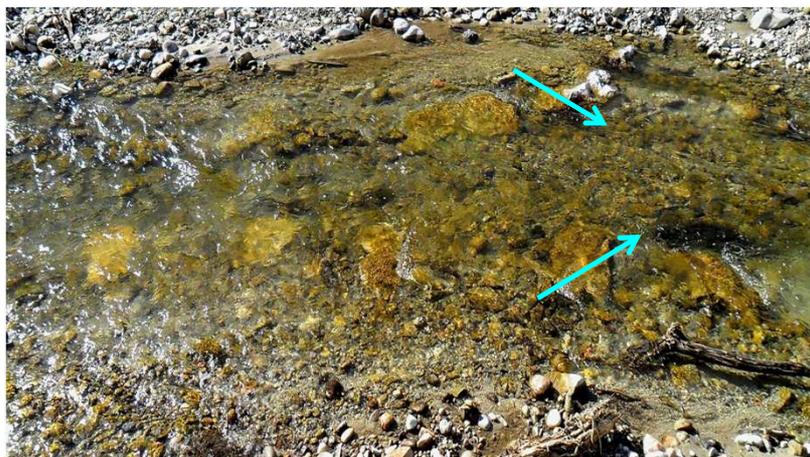
Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



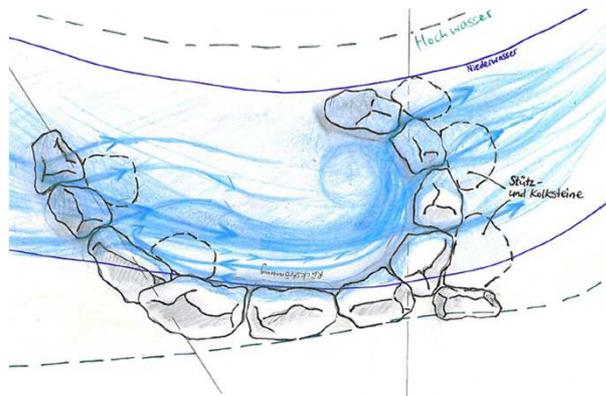
Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Schneckenbühne in Kombination mit inklinanter Lenkbühne

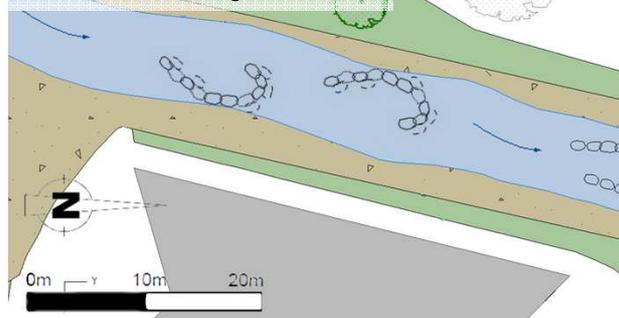
— Uferschutz und Sohlenstrukturierung

Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna

Bereich «Sonnhalde hinter Kirche»:

- 50 m Strukturierung
- 2 Schneckenbuhnen
- Ufer mit best. Längsverbau



Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna



Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna

Vorher



Nachher



Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna

Vorher



Nachher



Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna

Vorher



Nachher



Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna

Vorher



Nachher



Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna

Vorher



Nachher



Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna

Vorher



Nachher



Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna

Vorher



Nachher



Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna

Vorher



Nachher



Basler & Hofmann

Lenkbuhnen an der Taverna

Kostengünstige Bauweise:

- Reduzierter Materialbedarf (Blocksteine)
- Lenkbuhnen sind dadurch ca. **30% bis 50% günstiger** als klassischer Blockstein-Längsverbau



Basler & Hofmann

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

