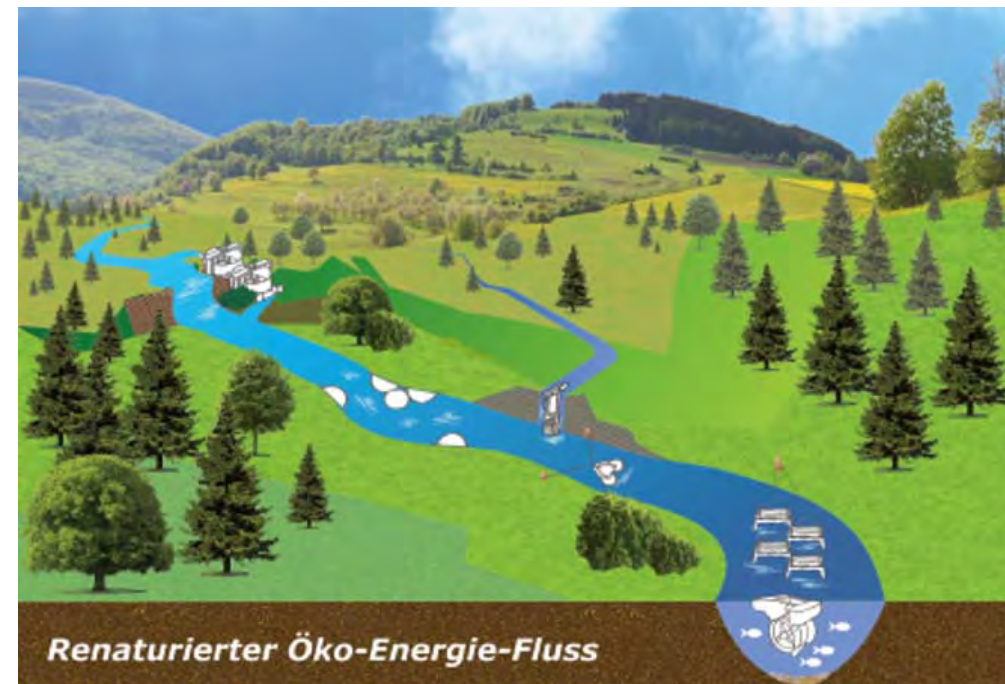


Wachstums-kern Fluss-Strom Plus

Verbundprojekt 1 – ÖkoEnergieFluss

Entwicklung und Erprobung eines technischen und ökologischen Beurteilungsverfahrens hinsichtlich der Kombination von Buhnen zur Strukturverbesserung und Einsatz von FlussStrom-Wasserkraftanlagen



Fachforum 2018 – Experimentelle Fabrik Magdeburg

INHALTE

- 1. Gewässerentwicklung am Pilot-Projekt ÖkoEnergieFluss**
- 2. Prototypische Umsetzung am Referenzgewässer & Optimierung Mobiler Buhnen**
- 3. Kombination Mobiler Buhnen mit ökologieverträglichen Flussstrom-Wasserkraftanlagen**
- 4. Abschließende Bewertung - Mobile Buhnen & Flussstrom-Wasserkraftanlagen**



1. Gewässerentwicklung ÖkoEnergieFluss

Verbundprojekt 1: „ÖkoEnergieFluss“ - Partner



Institut für angewandte
Gewässerökologie GmbH

SCHIELICKE BAU



**SIBAU
GENTHIN**

titv



INGENIEURGEOLOGIE
HYDROGEOLOGIE
UMWELTGEOLOGIE



Fraunhofer

IFT

zpvp

TP 1 - Ökologische Bewertung Mobiler Buhnen & Flussstrom-Wasserkraft

TP 2 - Baumsetzung Referenzstandort - Mobile Buhnen & Sohlstabilisierung

TP 3 - Verankerungslösung Mobiler Buhnen & Flussstrom-Wasserkraft

TP 4 - Entwicklung von Textilstrukturen für Mobile Buhnen

TP 5 - Modellerstellung & Strömungssimulation für Mobile Buhnen

TP 6 - Entwicklung eines Systems zur automatischen Strömungsoptimierung

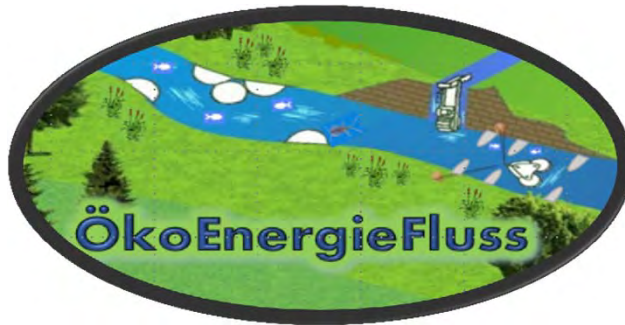
TP 7 - Bewertung und Bilanzierung des nutzbaren Energiepotentials für ÖkoEnergieFlüsse



1. Gewässerentwicklung ÖkoEnergieFluss



Verbundprojekt 1: „ÖkoEnergieFluss“



gefördert durch



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

WACHSTUMSKERNE
UNTERNEHMEN
REGION
Die BMBF-Innovationsinitiative
Neue Länder

Ziel:

- **Verbesserung der Gewässerstruktur** durch Strömungsmodifizierung,
- **Fließgeschwindigkeitserhöhung im Hauptstrom** zur energetischen Nutzung des Standortes

mittels:

- innovativer, **Mobiler Textil-Buhnen** und neuartiger kleiner **schwimmender Flussstrom-Wasserkraftanlagen**

<http://www.flussstrom.eu/>

gefördert durch



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

1. Gewässerentwicklung ÖkoEnergieFluss



Referenzstandort „Kanal-Bode“ bei Neugattersleben:

- einst künstlich angelegter Kanal zur Sicherung des Hochwasserabflusses,
- Abschnitt ca. 1,2 km lang → 3 Buhnenstandorte,

Planzustand-Buhnen:

Buhnenstandort S1:

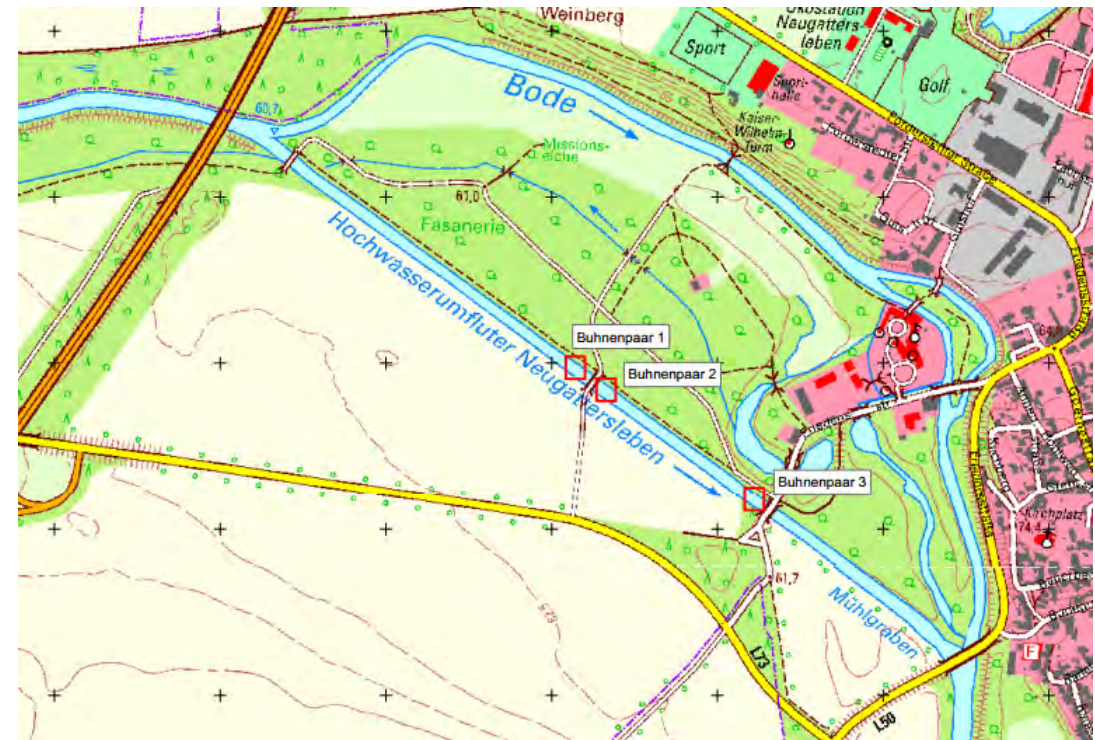
- **deklinantes** Buhnenpaar
(30 m westlich von der Brücke BR06)

Buhnenstandort S2:

- **rechtwinklig** angeordnetes Buhnenpaar
(20 m östlich von der Brücke BR06)

Buhnenstandort S3:

- rechtwinklige Buhnen **mit deklinantem Buhnenkopf**
(30 m westlich von der Brücke BR05)



1. Gewässerentwicklung ÖkoEnergieFluss

- Strukturgütedefizite – Kanal-Bode bei Neugattersleben -

- gerader Verlauf, keine Krümmungserosion,
- keine Längs- oder Querbänke,
- keine bis sehr geringe Strömungs-, Breiten- oder Tiefenvarianzen,
- geringe bis keine Fließgeschwindigkeitsdiversität,
- eingetieftes Profil (Hauptabfluss über Kanalbode),
- Steinschüttung/Steinwurf an beiden Ufern,
- Deckwerke (Pflaster) im Bereich der Brücken,
- landwirtschaftliche Nutzung am rechten Ufer,
- kein oder schmaler Gewässerrandstreifen,
- wenig Beschattung, geringe Substratdiversität,
- zu geringer Durchfluss/Wasserstand in der Alten Bode durch fehlenden Rückstau der Kanal-Bode

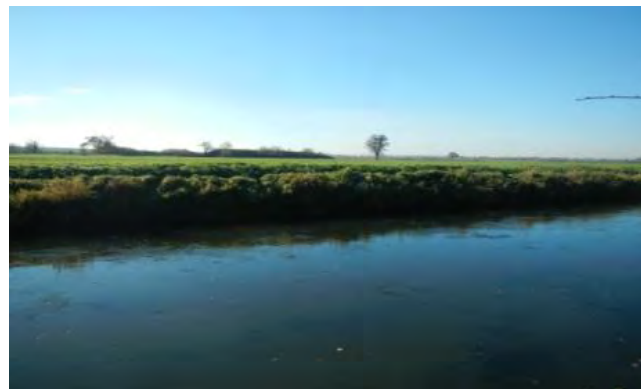
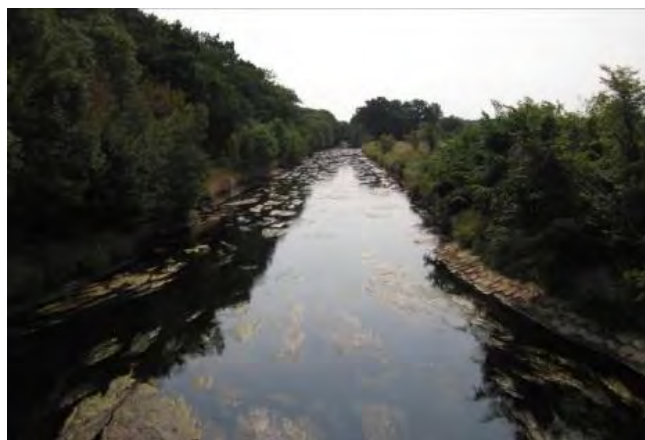


1. Gewässerentwicklung ÖkoEnergieFluss

- Strukturgütedefizite – Kanal-Bode bei Neugattersleben -



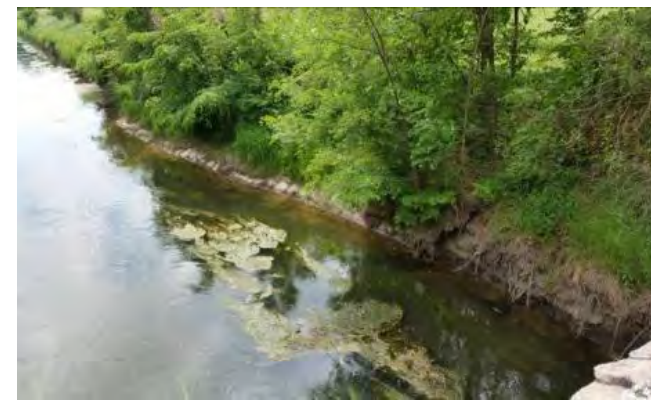
gerader Verlauf, keine Krümmungserosion



stark eingetieftes Profil ohne
besondere Strukturen

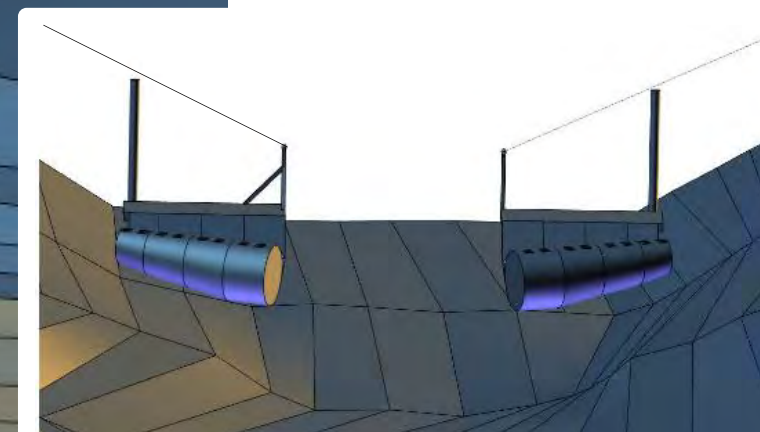
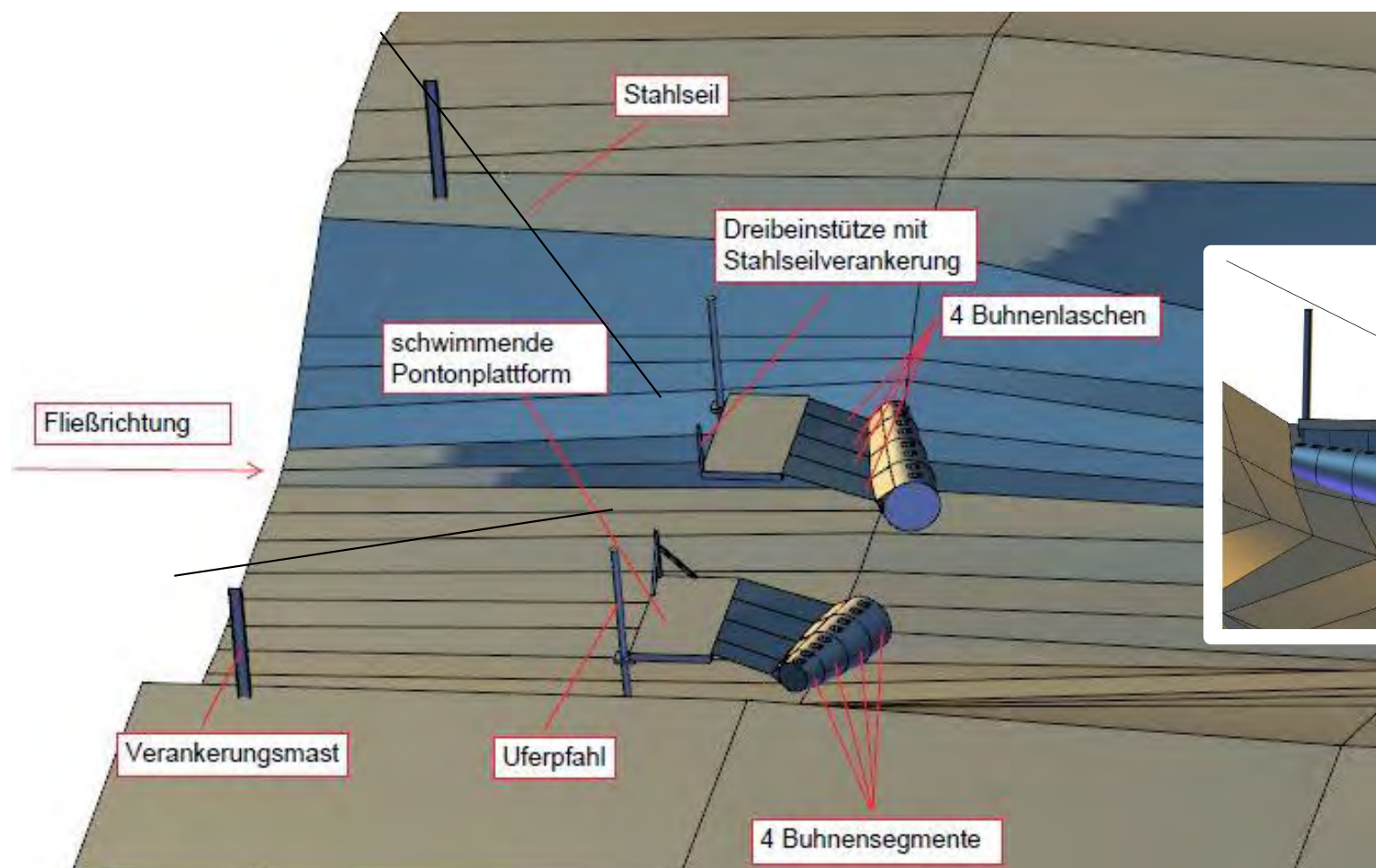


Ufer mit Deckwerk belegt



1. Gewässerentwicklung ÖkoEnergieFluss

Vom Entwicklungskonzept mobile Schlauchbuhnen...



1. Gewässerentwicklung ÖkoEnergieFluss

Über Miniatur - Schlauchbuhnen...

Mini-Buhnen 1-Segment



Strömungsmessungen



Mini-Buhnen 3-Segmente





2. Prototypische Umsetzung am Referenzgewässer & Optimierung Mobiler Buhnen

... Zu drei Prototypen am Standort Neugattersleben



Buhnenpaar 2 im Betrieb

Juli 2017



Buhnenpaar 3 im Betrieb



Buhnenpaar 1 im Betrieb

2. Prototypische Umsetzung am Referenzgewässer & Optimierung Mobiler Buhnen

Optimierung Mobiler Schlauchbuhnen zu einem „dauerstabilen Prototypen“

- Anpassung der Konstruktion nach Tests des Buhnenpaares 1 für den zweiten und dritten Prototypen

Segmente halten dynamischen Belastungen nicht stand
→ **Anpassung der Schweißnähte**

Konstruktive Schwachstellen am Übergang zwischen Halteasche und Buhnenkörper

Verstärkung durch Dreieckslasche und Übernähen



2. Prototypische Umsetzung am Referenzgewässer & Optimierung Mobiler Buhnen

Optimierung Mobiler Schlauchbuhnen zu einem „dauerstabilen Prototypen“

- Verbindung der Haltetaschen untereinander mittels **Reißverschluss** und **geschlossene Schlauchführung** zur Minimierung der Treibgutverkläusung an der Buhne selbst und Optimierung der Strömungsverhältnisse,
- Kunststoff Schlauchanschlüsse anstelle Messing (korrosionsfrei)



2. Prototypische Umsetzung am Referenzgewässer & Optimierung Mobiler Bühnen



**Installation und Test
der optimierten
Bühnenpaare**



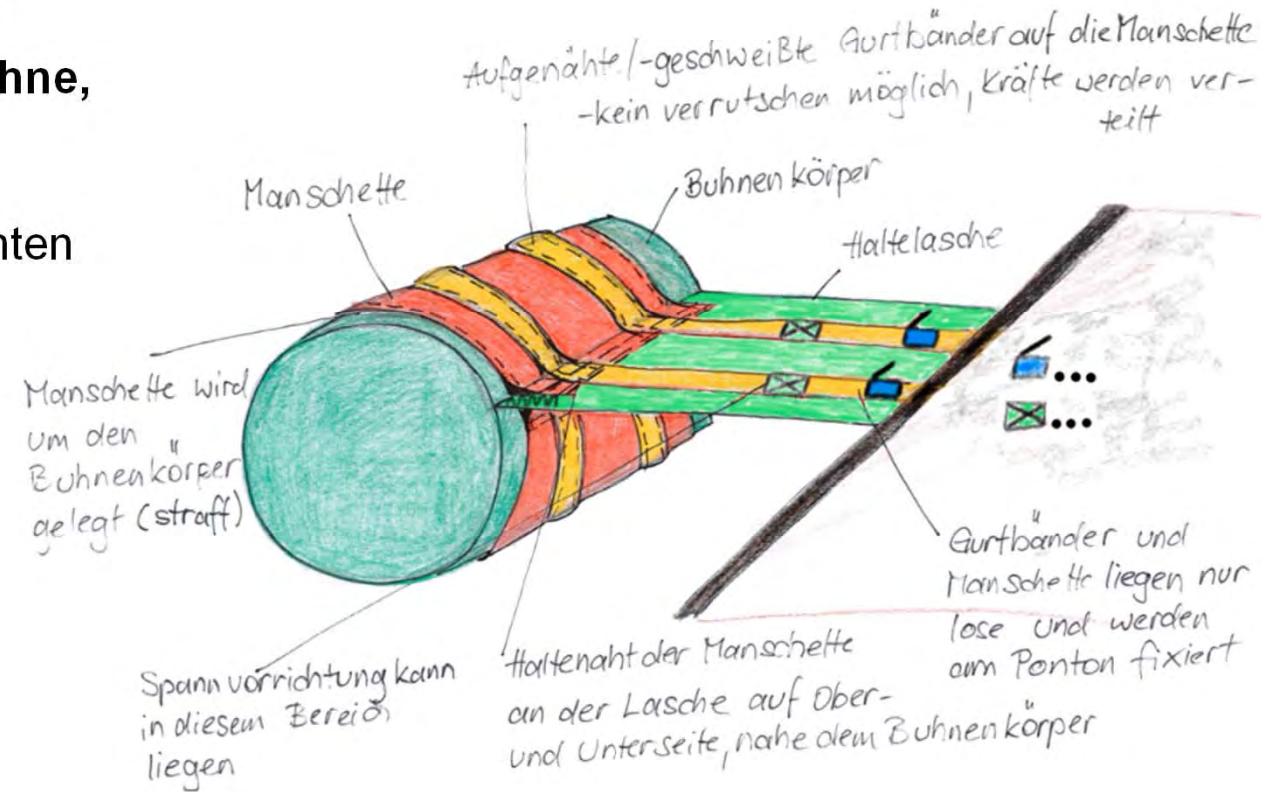
2. Prototypische Umsetzung am Referenzgewässer & Optimierung Mobiler Buhnen

Weitere Optimierung nach Test`s von Buhnenpaar 2 & 3

Textile Buhne
6.02.2018, #SchT, TITV Greiz

Haltelaschen weiterhin nicht stabil genug

- **Manschetten - Gurtkonzept Mobile Buhne,**
- Gurte & Manschette sollen Last vom Laschenansatz und von den Schweißnähten abfangen,
- Verwendung von Schwerlastgurten,



2. Prototypische Umsetzung am Referenzgewässer & Optimierung Mobiler Buhnen

Manschetten - Gurt - System an Mobiler Buhne



Vormontage optimierte Buhne 2



Montage am Ponton



Gurtsystem an Klemmschiene verankert



Testbetrieb der optimierten Buhne



Gurt-System funktioniert wie geplant, aber...



...Manschette hält Position nicht

2. Prototypische Umsetzung am Referenzgewässer & Optimierung Mobiler Buhnen

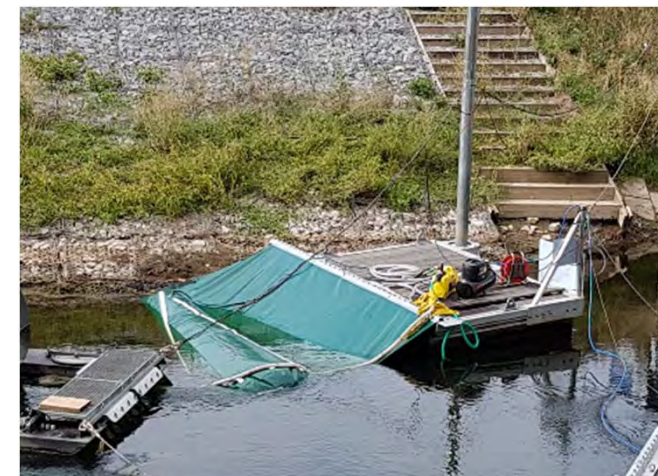
Finales Optimierungskonzept - 1-Segment-Buhne (14. – 16.08. 2018)



Vormontage optimierte Buhne 2



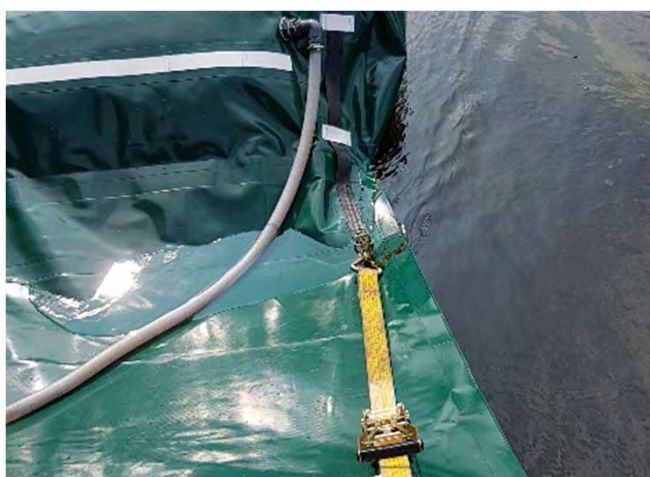
Montage am Ponton



Befüllte Buhne im Betrieb



Befüllung der optimierten Buhne



Gurt-System zum Abfangen der Kräfte



1 - Segment - Buhnen im Betrieb



3. Kombination Mobiler Bühnen mit ökologieverträglichen Flussstrom-Wasserkraftanlagen



Installation Energiecontainer am Bühnenstandort 2

Hybridkraftwerk: Installation am 03.- 05.04.18



Bestehend aus:

- Energiecontainer,
- H2W Horizontalwasserrad,
- LEF Leistungseinheit Flottille,
- HKT Hydrokinetische Turbine,
- Echtzeit-Fernüberwachung

3. Kombination Mobiler Buhnen mit ökologieverträglichen Flussstrom-Wasserkraftanlagen

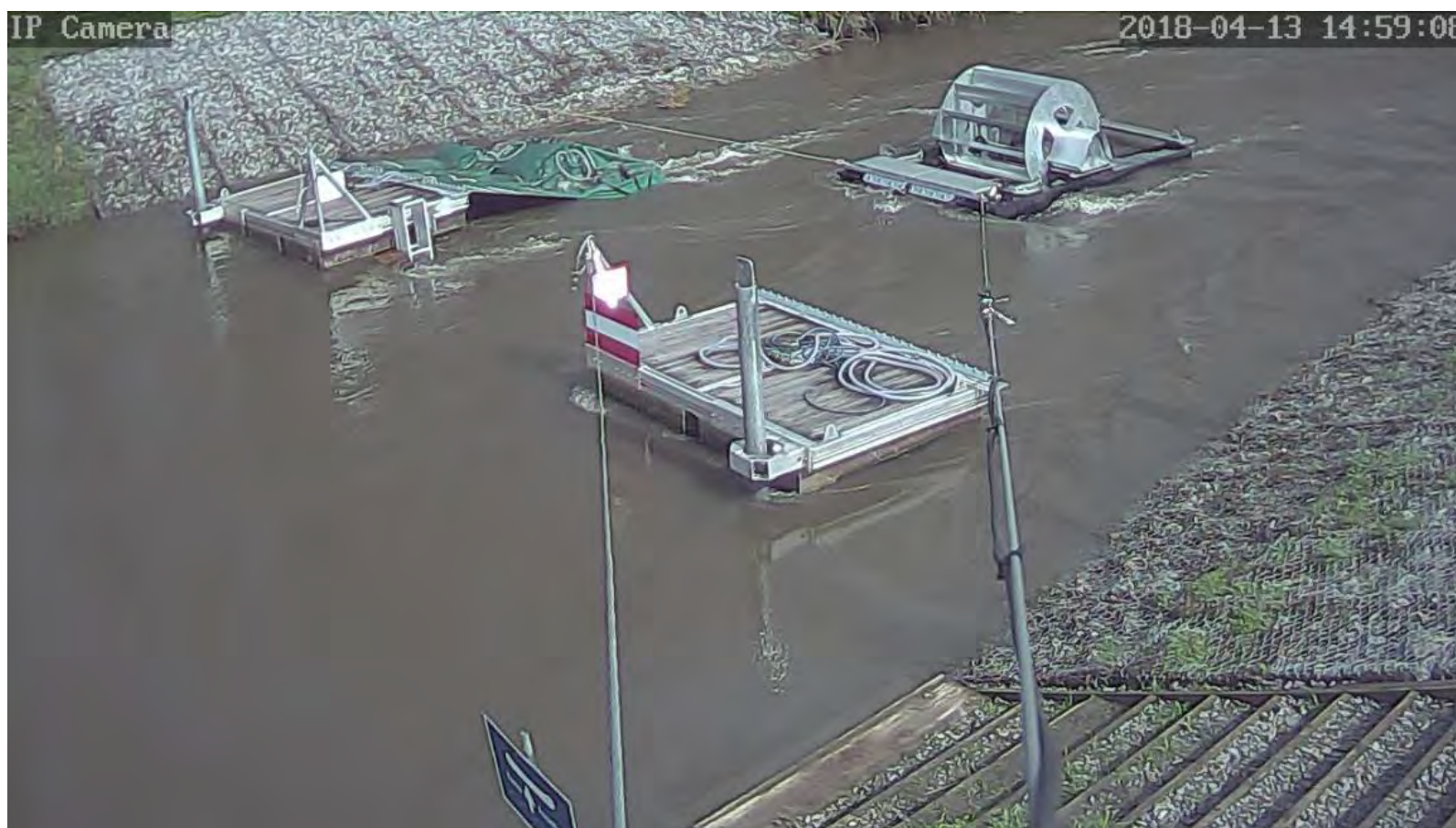
Installation am Buhnenstandort 1 - Horizontalwasserrad



3. Kombination Mobiler Bühnen mit ökologieverträglichen Flussstrom-Wasserkraftanlagen



Installation am Bühnenstandort 2 – Leistungseinheit Flottille



SIBAU – Genthin
GmbH & Co. KG

3. Kombination Mobiler Bühnen mit ökologieverträglichen Flussstrom-Wasserkraftanlagen



Installation am Bühnenstandort 3 – Hydrokinetische Turbine



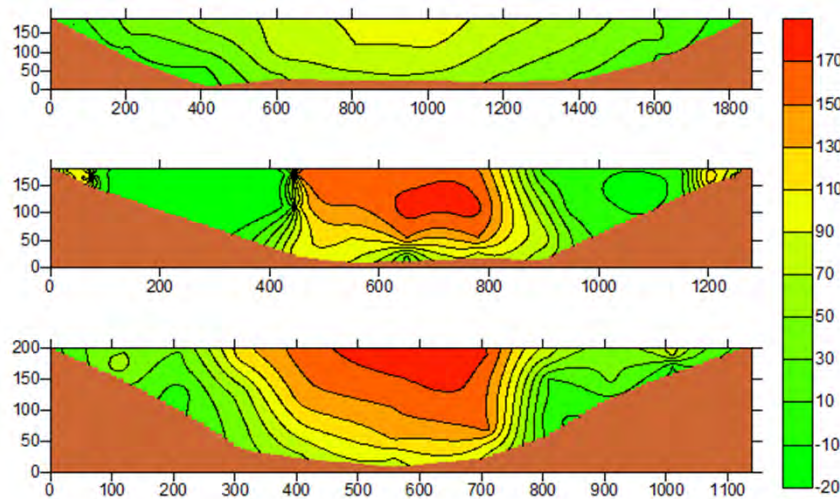
Formstaal GmbH & Co. KG



3. Kombination Mobiler Buhnen mit ökologieverträglichen Flussstrom-Wasserkraftanlagen



Mobile Buhnen und Flussstrom-Wasserkraft



Betrieb und Unterhaltung:

Durch Makrophyten und Treibgut verstopfen die Rechenanlagen der WKA

→ 1x pro Woche Reinigung erforderlich (WKA)

→ Bei Buhnen ca. alle 2 Wochen

Durchgängigkeit:

Für Fische verbleibt ein Korridor mit der einzuhaltenden Fließgeschwindigkeit von $v < 1,4 \text{ m/s}$

Flora und Fauna:

Keine Schädigung von Flora und Fauna durch Mobile Buhnen oder Flussstrom-Wasserkraftanlagen feststellbar



4. Abschließende Bewertung - Mobile Bühnen & Flussstrom-Wasserkraftanlagen

Strukturgüteverbesserung mittels mobiler Schlauchbühnen (potentiell)

- Erhöhung der Strömungsdiversität im Fließgewässer,
- Gezielte Ufererosionen möglich (Krümmungserosion/Breitenerosion),
- Erhöhung der Tiefenvarianz (gezielte Kolkbildung ohne Sohlstabilisierung) möglich,
- Erhöhung der Substratdiversität (je nach Dimensionierung und Standort) möglich,
- Besondere Lauf- und Sohlstrukturen (Treibholzverklausungen, Kehrwasserbereiche),
- (Erhöhung der Fließgeschwindigkeit im Hauptgerinne zur Nutzung durch schwimmende Flussstrom-Wasserkraftanlagen)



4. Abschließende Bewertung - Mobile Bühnen & Flussstrom-Wasserkraftanlagen

Erkenntnisse nach Tests der Mobilen Bühnen am Referenzstandort Neugattersleben:

- Erhöhung der **Strömungsdiversität** im Fließgewässer,
- Fließgeschwindigkeit kann zum Teil **verdoppelt** werden,
- Besondere Lauf- und Sohlstrukturen (Treibholzverklausungen, Kehrwasserbereiche),



4. Abschließende Bewertung - Mobile Bühnen & Flussstrom-Wasserkraftanlagen

Erkenntnisse nach Tests der Mobilen Bühnen am Referenzstandort Neugattersleben:

- Gewässerprofil, Verankerung & Bühnendimensionierung umgesetzt wie geplant,
- Sehr viel Treibgut gut im Bereich der Bühnen → **regelmäßige Unterhaltung** nötig,
- Optimierungen an der Konstruktion haben gezeigt, dass sich die **1 – Segment – Bühne** bewährt hat,



4. Abschließende Bewertung - Mobile Bühnen & Flussstrom-Wasserkraftanlagen

Extremereignis im Juli 2017 und Januar 2018 (Hochwasser):

- IaG GmbH ist Betreiber der mobilen Bühnen (Hochwassermaßnahmeplan / Störplan),
- Ab einem Wasserstand von 250 cm a.P. Staßfurt werden vom Betreiber Maßnahmen eingeleitet:
 1. Bühnenkörper werden mittels Pumpe entleert und aus dem Gewässer gehoben
 2. Pontons werden Diagonal in die Strömung gedreht und fixiert (möglichst geringe Angriffsfläche für Treibgut zum Schutz der Anlage)

Verlauf und Maßnahmen während des Hochwassers:

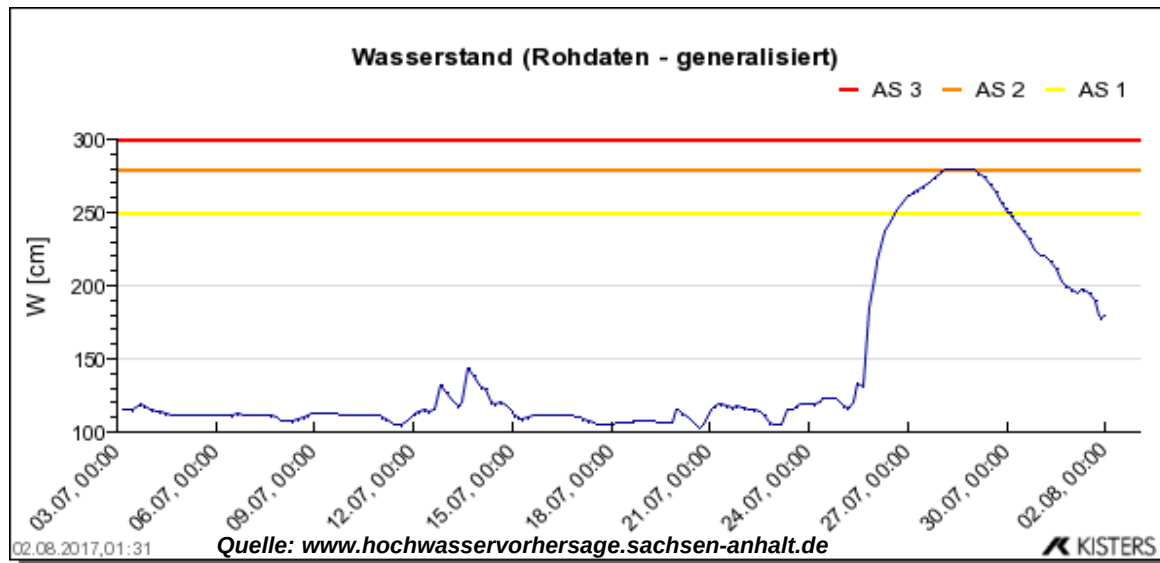
- Beobachtung (alle 2h) und Prognose der relevanten Pegelstände (Wegeleben, Hadmersleben, Staßfurt) ab 25.07.2017,
- Vorbereitung der Maßnahmen am Referenzstandort,
- Hochwassereinsatz am 26.07.2017 erfolgreich durchgeführt

Maßnahmen nach dem Hochwasser:

- Schadensaufnahme,
- Positionierung der Pontons für den Betrieb und Befüllung der Bühnenkörper

4. Abschließende Bewertung - Mobile Buhnen & Flussstrom-Wasserkraftanlagen

Extremereignis im Juli 2017 (Hochwasser):



Alarmstufe 1 – 26.07.2017 - 14.00 Uhr

Hochwasserscheitel: 28.07.2017 - 05.00 Uhr

W = 280 cm

Q = 41,8 m³/s

→ Mobile Buhnen bleiben auch
bei Hochwasser beherrschbar!

Entleerung der Buhnen



Entleerte Buhnen



Hochwasser 2017 Neugattersleben



4. Abschließende Bewertung - Mobile Bühnen & Flussstrom-Wasserkraftanlagen

Bewertung Mobile Bühnen in Verbindung mit Flussstrom-Wasserkraftanlagen:

- Deutliche Erhöhung der Fließgeschwindigkeiten durch Mobile Bühnen möglich
→ Erhöhung der Effizienz der Flussstrom-Wasserkraftanlagen
- Ausrichtung der Bühnen (deklinant, rechtwinklig, hybrid) hat keinen marginalen Einfluss auf das Strömungsbild oder die Lage des Geschwindigkeits-Hotspots,
- Größte Erhöhung der Fließgeschwindigkeiten bei vollständiger Abdichtung von Wasseroberfläche bis Gewässersohle (Bühnen werden weder unterströmt noch überströmt),



4. Abschließende Bewertung - Mobile Buhnen & Flussstrom-Wasserkraftanlagen

Bewertung Mobile Buhnen in Verbindung mit Flussstrom-Wasserkraftanlagen:

- Für Fische verbleibt ein Korridor mit einer Fließgeschwindigkeit $v_{\max} < 1,4 \text{ m/s}$,
- Buhnen und WKA haben geringen bis keinen negativen Einfluss auf die Flora und Fauna,
- Saisonale Schwankungen von Durchfluss und Fließgeschwindigkeit sind unproblematisch,
- **System Mobile Buhnen und Flussstrom-Wasserkraftanlagen funktioniert wie geplant!**



Danksagung

Mario Spiewack (Bündnismanagement),
Michael Düring (Projektleiter TP 1),
Stephan Mertens (Projektleiter TP 3),
Allen Partnern des Verbundprojektes 1:

- Schielicke Bau,
- Sibau Genthin,
- IHU GmbH,
- TITV Greiz,
- Fraunhofer IFF,
- ZPVP GmbH

für die tolle Zusammenarbeit !



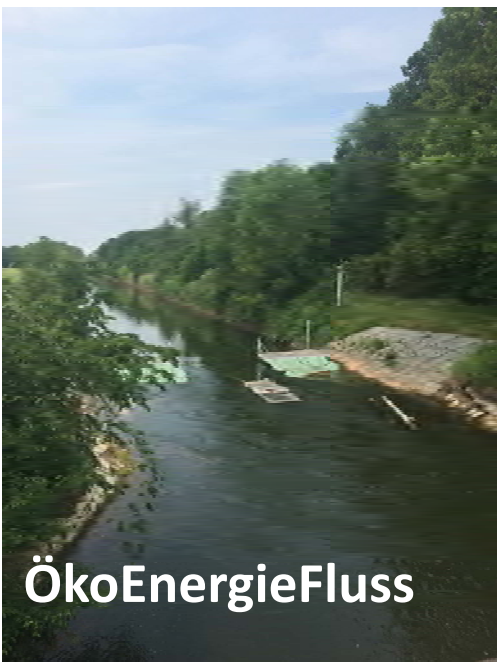


**Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit**

4. Abschließende Bewertung - Mobile Bühnen & Flussstrom-Wasserkraftanlagen



Fernüberwachtes Fluss-Strom[®]-Hybridkraftwerk als Insellösung



H2W

Bühne

River Rider LEF

HKT

Basisstation
mit Solar,
Speicher &
Fernüber-
wachung

Autarkes Gesamtsystem



**Baukastensystem für Lösungen
zur dezentralen Elektrifizierung
in Ländlichen Räumen**

4. Abschließende Bewertung - Mobile Bühnen & Flussstrom-Wasserkraftanlagen



- ▶ Nahezu eine **Verdopplung der Fließgeschwindigkeiten** ist an allen Bühnenstandorten messbar.
- ▶ Damit ist eine **deutliche Leistungszunahme der Fluss-Strom-Anlagen** durch die Fließgeschwindigkeitserhöhung **möglich**.
- ▶ Der **Flussbereich wird** durch die Umsetzung des Strukturentwicklungskonzeptes ÖkoEnergieFluss **energetisch nutzbar!**
- ▶ Der **Flussbereich wird** durch die Umsetzung des Strukturentwicklungskonzeptes **in Bezug auf die Gewässerstrukturgüte nicht verschlechtert**.
- ▶ Die **Strukturgüte** kann in Einzelparameter verbessert werden.
- ▶ Der Betrieb des „ÖkoEnergieFlusses“ erfordert ständige Überwachung und zeitnahe punktuelle operative Eingriffe.
- ▶ Betreibermodelle können nur sehr langfristig wirken (abhängig von den Fließbedingungen). Es sind keine kurzfristigen Renditeobjekte.