

Tagung Forum Fischschutz / Fischabstieg

Leitrechen-Bypass-System *EBEL, GLUCH & KEHL*

Praxis-Beispiele WKA 0,05 – 2 MW

Umweltbundesamt Dessau, 16.05.2017

**Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft (LHW)
Sachsen-Anhalt**

Geschäftsbereich Grundlagen, Planung und Bau
Sachbereich Ingenieurbiologie / Ökohydraulik

Dipl.-Hydrol. Arne Gluch Tel.: 0345 / 5484311



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de

Als Beitrag zur umweltverträglichen Wasserkraftnutzung mit Fischschutz und Fischabstieg wurde ich gebeten, Praxis-Beispiele zu unserem Leitrechen-Bypass-System vorzustellen.
Anhand von Bildern sollen dabei neben dem Prinzip auch wichtige praktische Details aus 15 Jahren Planung, Genehmigung Bau und Betrieb des Leitrechen-Bypass-Systems *EBEL, GLUCH & KEHL (2001)* bereitgestellt werden.

Zu allen fischwissenschaftlichen Grundlagen, Modellierung und Bemessung verweise ich dabei auf das Grundlagenwerk **Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen, Handbuch Rechen- und Bypasssysteme von DR. GUNTRAM EBEL 2013** (internationale Metaanalyse).



Systementwicklung durch Fischexperten, Hydrologen und Wasserkraftbetreiber gemeinsam für neue WKA an vorhandenen Staustufen und Modernisierung alter WKA

Forschung, Entwicklung, Bau, Testung des Systems erfolgten unentgeltlich, ohne Förderung und auf privates Risiko

Fischschutz und Fischabstieg permanent gewährleistet für Referenzzönose

entsprechend EG-WRRL, -FFH-RL, AalSchVO, §34, 35 WHG, § 38, 44 FischG, § 3, 38 NatSchG

§ 26 WHG Einbringen, Lagern und Befördern von Stoffen

(1) Feste Stoffe dürfen in ein Gewässer nicht zu dem Zweck eingebracht werden, sich ihrer zu entledigen...

Treibgutkonzept (permanente Weiterleitung in fließender Welle)

Keine *Einwände abfallrechtlich* (kein Einbringen von Stoffen in Gewässer, keine Sammelgrube, Transportweg, optische, geruchliche Belästigung bei Sammlung auf überstautem Krafthaus)

Keine *Gefährdung Bootsverkehr* durch Treibgutschübe

Keine *Versatzgefährdung für Anlagen* u. durch gesammeltes und verzahnt eingeleitetes Treibgut

Beitrag **Geschiebekonzept**

Beitrag **Nachweis Hochwasserneutralität** (Triebwerksmenge nicht anrechenbar)

Schwall- und Sunkausgleich

Betriebsfreundlichkeit WKA

Minimierung „Trieb-Wasserverlust“ durch Bypässe; Keine Verstopfung von Bypassrohren; Reduzierung der Probleme bei Laub und Eis gegenüber senkrecht angeströmten Rechen, Minimierung Entsorgungskosten



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de



Bachforelle (*Salmo trutta fario*) - RL LSA 3, RL BRD 3



Äsche (*Thymallus th.*) - RL LSA 2, RL BRD 3, FFH RL V



Quappe (*Lota lota*) - RL LSA 2, RL BRD 2



Groppe (*Cottus gobio*) - RL LSA 1, RL BRD 2, FFH RL II

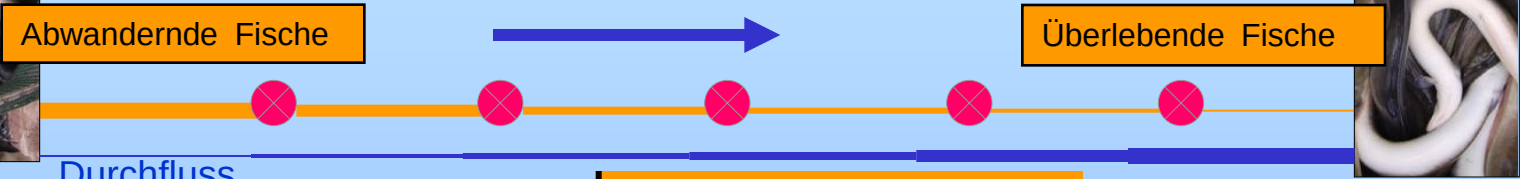
Art- und altersabhängig weites Spektrum von Triebwerksschäden,
Verhaltensmustern und Leistungsfähigkeit vor Schutzanlagen und im Abstieg

Lebensnotwendige Fischabwanderung im Gewässer mit mehreren Wasserkraftanlagen

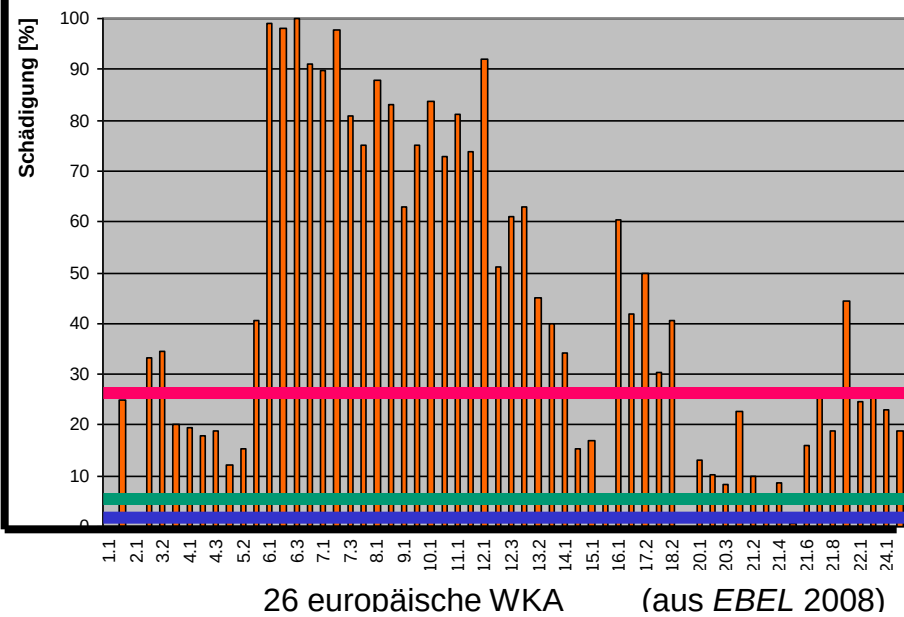
Beispiel Aal



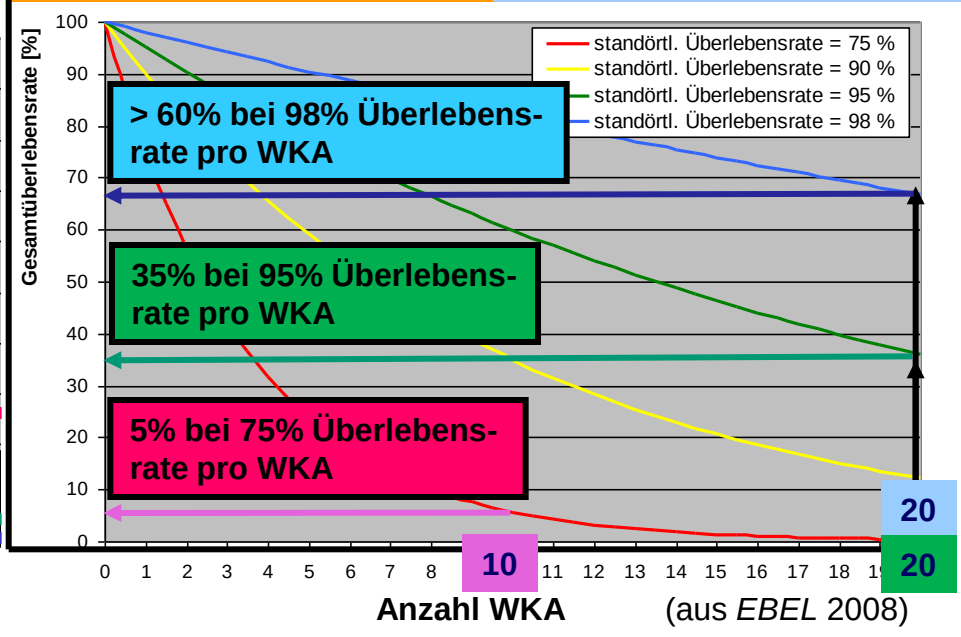
Durch Schadenskumulation wird die Gesamtüberlebensrate des Fischweges maßgeblich für Planung, Genehmigung und Nachrüstung von Wasserkraftanlagen.



Schädigungsrate (gemessen) %



Gesamtüberlebensrate % über alle WKA des Fischweges



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de



früher

Fischschäden und kein Fischabstieg an
fischdurchlässigen oder
senkrecht angeströmten Rechen

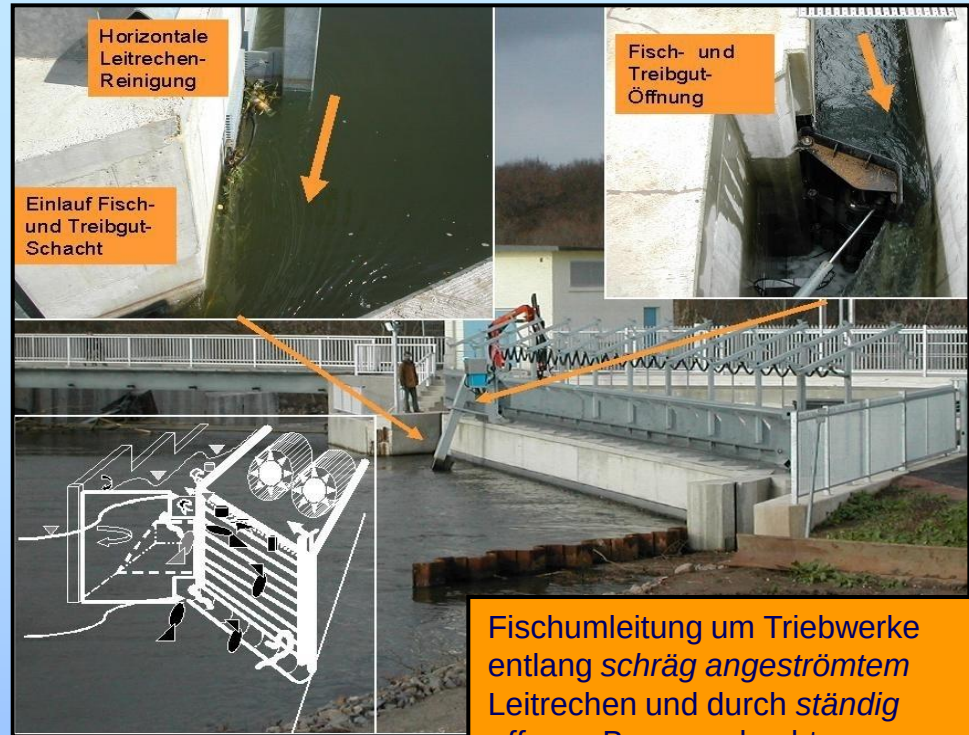
Schäden durch Zerteilung, Quetschung,
Wirbelsäulenschäden, geplatzte Schwimmblase
im Triebwerk

Verstoß gegen
EU- Aalschutzverordnung,
EU- WRRL, EU- FFH- RL,
Tierschutzgesetz, Wassergesetz, Naturschutzgesetz



Foto Karl Ebel

Schäden durch Quetschung am Rechen und
zwischen Treibgut, Ersticken im Rechengutcontainer



Fischumleitung um Triebwerke
entlang schräg angeströmtem
Leitrechen und durch ständig
offenen Bypassschacht:
Leitrechen-Bypass-System
EBEL, GLUCH & KEHL (2001)



Foto Guntram Ebel

heute

Schadloser
Abstieg einer
Nacht: Aal
(10 000 €)



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de

**Fischabstiegskontrolle WKA Alsleben
(30 m³/s) / Potamalgewässer Saale
(EEG-Nachrüstung FAA und Versuch FAB)**

**Sohlabstiegsrohr
in Freischützsohle**



**Freiwasserabstiegs-
Schlitzpass**

**Kein Fischabstieg am
herkömmlich senkrecht
angeströmten Rechen !**

früher



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de

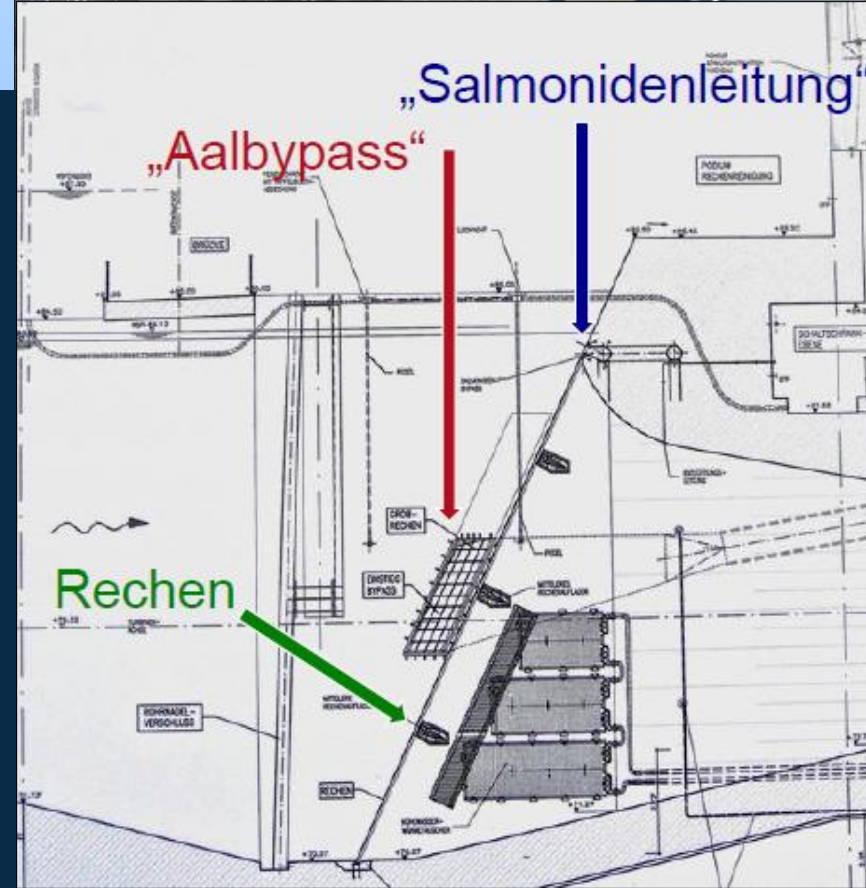
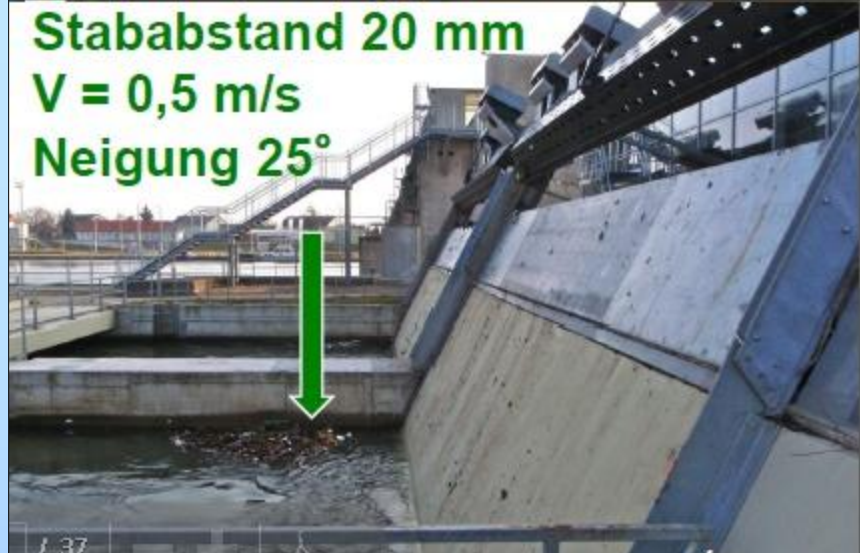
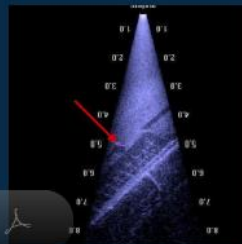
**Kein Fischabstieg am
herkömmlich senkrecht
angeströmten Rechen !**

Trotz Aalbypass, Salmonidenleitung
Gesamt mortalität: 50%



Funktionskontrolle der Fischabstiegsanlagen und Mortalität bei Turbinenpassage an der WKA Kostheim am Main - Untersuchung 2011

Dr. Jörg Schneider, BFS Frankfurt am Main
Dr. Dirk Hübner, BFS Marburg



Bypassrohre
unten und oben

45° geneigter, senkrecht
angeströmter Rechen;
20 mm Stababstand;
0,5 m/s Anströmgeschwindigkeit

**Keine vertikale Fischleitung bei herkömmlich
senkrecht angeströmten Rechen trotz 45° Neigung !**

früher

Fischabstiegskontrolle WKA Calbe (50 m³/s) / Potamalgewässer Saale

(Nachrüstung Altrecht: senkrechter Rechen flacher gestellt + Bypass 0,5 m unter Wsp. + Sohlleitwand / Steigrohrbypass)

Ergebnis: Abstiegszahlen Freiwasserarten nur 5 % des horizontal leitenden Leitrechen-Bypass-Systems

EBEL, GLUCH & KEHL (2001) an WKA Rothenburg (Saale oberhalb) ; 15 % bei sohlorientierten Fischarten (Kontrolle zeitgleich, beides 20 mm Stababstand, 0,5 m/s Anströmgeschwindigkeit)

früher

Sohlleitschale



Fischaufstiegsanlage

Saale fließt durch
3 vertikalachsige
Kaplan-Turbinen

Aal: 2,5% Gesamt-Mortalität
(18% Turbinenmortalität)

17% Turbinen-Passage
68 m³/s

83% Bypassschacht
1,45 m³/s

*Abstiegskontrolle lt. Genehmigung: alle
Arten und Fischgrößen
bei Reusenkontrolle nachgewiesen
(Juni 08: 269/d – z.B. Aale: < 2 cm und >
6 cm Durchmesser;
Ukelei 0,05 m bis Wels 1,62 m Länge)*



**Forschung
EBEL / RAUCH**

(noch) 20 mm – Horizontal-
Rechen 50 m x 2,5 m
 $v_n = 0,54 \text{ m/s}$

**Leitrechen-Bypass-System
EBEL, GLUCH & KEHL (2001)**

Aal < 30 cm: < 1%,
Schädigung << 1 %

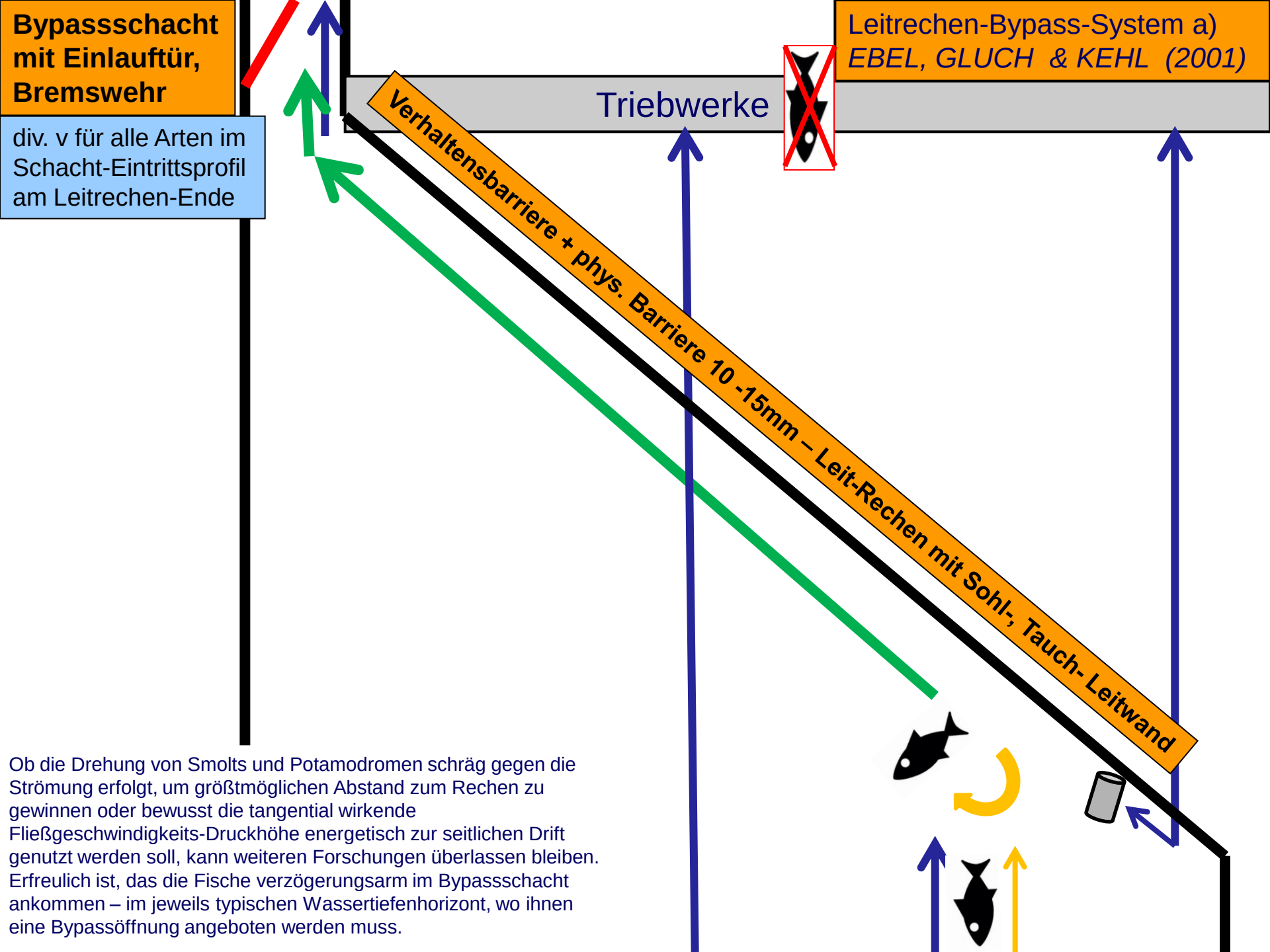
Planer: Franke, Dr. Ebel

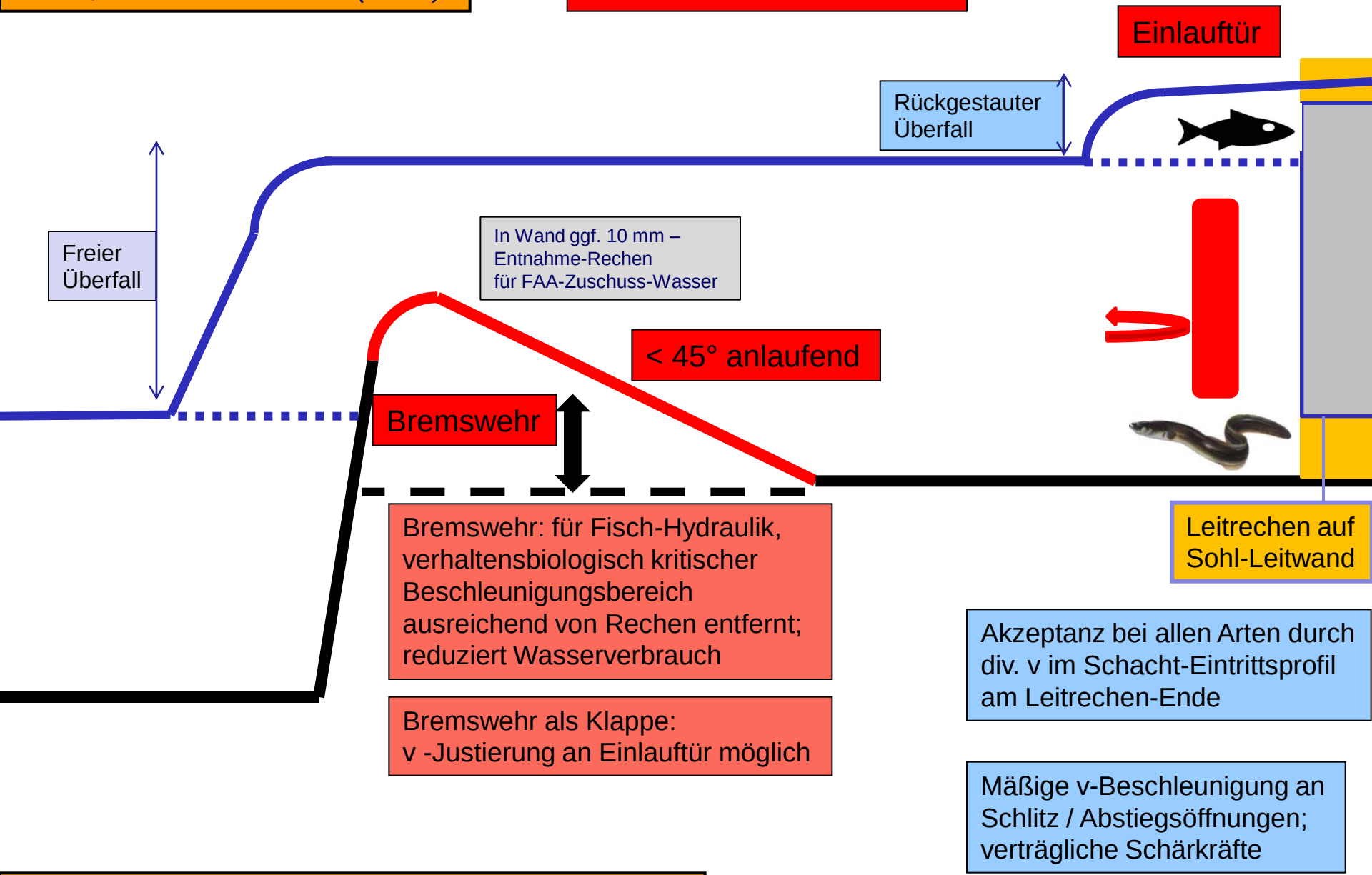
WKA RAUCH Rothenburg / Saale



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de







Horizontale
Leitrechen-
Reinigung

Einlauf Fisch-
und Treibgut-
Schacht

Fisch- und
Treibgut-
Öffnung

1 m³/s

50 m³/s
2 horizontal-
achsige Kaplan

Bypassschacht mit
wassersparendem,
flach ansteigendem
Überfallwehr;
ggf. absenkbar für
Hochwasser- oder
Sediment-Abführung

(noch) 20 mm – Horizontal-
Rechen 30 m x 3,7 m
 $v_n = 0,45 \text{ m/s}$

Leitrechen-Bypass-System
EBEL, GLUCH & KEHL (2001)

WKA KEHL Halle / Saale

Mindestens ständige Sohl- und Freiwasseröffnung

Planer: Kehl, Dr. Ebel



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de

minimaler Wasserbedarf für Fischabstieg
und Treibgutweiterleitung
reduzierter Aufwand für Rechenreinigung
und Rechengutentsorgung
minimaler Aufwand für Bypass-
Unterhaltung
geringere energetische Rechenverluste

Verzögerungsfreie Fischleitung in
mehreren Ländern nachgewiesen

Akzeptanz bei allen Arten durch div. v im
Schacht-Eintrittsprofil am Leitrechen-Ende

Permanente
Treibgut-
Weiterleitung

Entnahmemöglichkeit
für Grosstreibgut

Rechenreiner Null-
Stellung OW (nur bei
Eis absteigend am
Bypass-Einlauf)

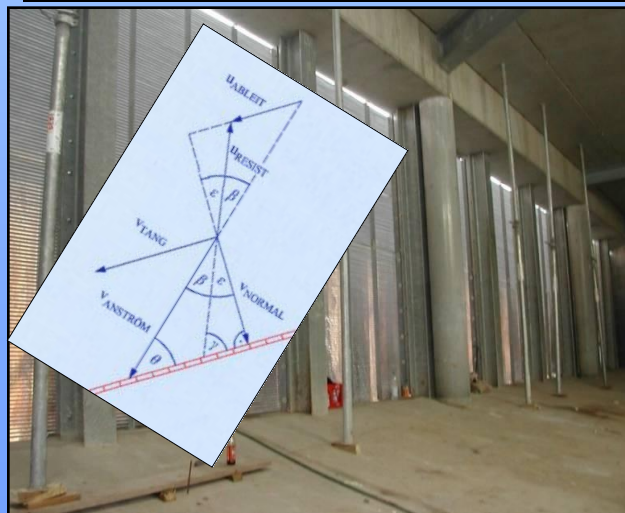




Abdeckung Rechen bis Triebwerk oder
+ 120 mm-Personen- Schutzrechen vor Triebwerk!



Bypass-Wassermenge keine Pauschale –
ergibt sich als fischartspezifisches
Minimum aus Berechnung nach
**Fischschutz und Fischabstieg an
Wasserkraftanlagen
Handbuch Rechen- und
Bypasssysteme (EBEL 2013)**
und ggf. Spülwasser



Physische Barriere

(artspezifisch 10 – 15 mm je nach triebwerksspezifischer
Überlebensrate durchdringender Fischgrößen)

Verhaltensbarriere

Anströmwinkel nach Modellierung mit
Schwimmgeschwindigkeit und
Schwimmdauer
der Fisch-Arten und Stadien

Leitrechen-Bypass-System
EBEL, GLUCH & KEHL (2001)



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de

Modellierung der Fisch-Schwimmgeschwindigkeiten nach *Handbuch Rechen- und Bypasssysteme (EBEL 2013)*

Art/Artengruppe	Modellgleichung		
Allgemeine und gildenspezifische Modelle (nicht für Aale, Neunaugen, Störe, Kelts)			
rheophile + nichtrheophile Gilde	(1)	$\log(u) = 0,5130 + 0,7941 \cdot \log(TL) - 0,0906 \cdot \log(t) + 0,2921 \cdot \log(T)$	
rheophile Gilde	(2)	$\log(u) = 0,5460 + 0,7937 \cdot \log(TL) - 0,0902 \cdot \log(t) + 0,2813 \cdot \log(T)$	
nichtrheophile Gilde	(3)	$\log(u) = 0,3674 + 0,7692 \cdot \log(TL) - 0,0982 \cdot \log(t) + 0,3649 \cdot \log(T)$	
Art- bzw. familienspezifische Modelle			
Aale (<i>Anguillidae</i>)	(4)	$\log(u) = 0,4250 + 0,5670 \cdot \log(TL) - 0,1330 \cdot \log(t)$	für T > 10 °C
Aale (<i>Anguillidae</i>)	(5)	$\log(u) = 0,2762 + 0,5670 \cdot \log(TL) - 0,1330 \cdot \log(t)$	für T = 5 °C
Neunaugen (<i>Petromyzontidae</i>)	(6)	$u = 76,7053 + 13,0921 \cdot \log(0,0013 \cdot TL^{3,052}) - 26,3158 \cdot \log(t) + 0,7737 \cdot T$	
Störe (<i>Acipenseridae</i>)	(7)	$u = (3,1782 + 0,0226 \cdot TL + 0,0547 \cdot T - \log(t))/(0,0455 + 0,000536 \cdot T - 0,000185 \cdot TL)$	

Maximale Rechen-Anströmgeschwindigkeiten
im OW-Kanal nach **EBEL / TURNPENNY**

~~$V < 0,5 \text{ m/s}$~~

		TL (m)	maximale Anströmgeschwindigkeit (m/s)	
			Barrieren ohne horizontale Schräganströmung	Barrieren mit horizontaler Schräganströmung
Diadrome Arten				
Aale (<i>Anguillidae</i>)	Gelbaal	0,30	0,27	$0,27/\sin\theta$
	Blankaal	0,60	0,41	$0,41/\sin\theta$
Salmoniden (<i>Salmonidae</i>)	Smolt	0,10	0,38	bei 90° z.B. bei 35°: 0,66 m/s
	Kelt	0,50	0,50	
Neunaugen (<i>Petromyzontidae</i>)	Macrophthal.	0,10	0,10	$0,10/\sin\theta$
	Macrophthal.	0,15	0,15	$0,15/\sin\theta$
Störe (<i>Acipenseridae</i>)	juvenil	0,10	0,10	$0,10/\sin\theta$
	juvenil	0,30	0,30	$0,30/\sin\theta$
Potamodrome Arten				
rheophile Gilde	juvenil/adult	0,10	0,38	$0,38/\sin\theta$
	juvenil/adult	0,20	0,66	$0,66/\sin\theta$
nichtrheophile Gilde	juvenil/adult	0,10	0,28	$0,28/\sin\theta$
	juvenil/adult	0,20	0,48	$0,48/\sin\theta$



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de

Bemessung von Rechensystemen

Modelle zur Schwimmgeschwindigkeit

- EBEL (2013)
- BEAMISH (1974)
- PEAKE et al. (1995)

Modelle zum Schwimmverhalten im Anströmbereich

- O'KEEFFE & TURNPENNY (2005)
- PAKHORUKOV & KURAGINA (1978)
- PAVLOV (1989)

Daten zu Körperdimensionen und -proportionen

- Körperlänge
- relative Körperbreite
- relative Körperhöhe

Bemessung und Gestaltung des Rechens hinsichtlich folgender Kriterien: Stabweite, Anströmwinkel, Anströmgeschwindigkeit, Höhe der Sohleleitwand, ggf. Höhe der oberflächennahen Verblendung (detaillierte Bemessungsmethoden und Gestaltungsempfehlungen vgl. EBEL 2013)

standörtliche Bedingungen

- Zielarten und -stadien
- Anströmverhältnisse
- Profilgeometrie
- Turbinen- / Triebwerkseigenschaften

Bemessung von Bypasssystemen

Modelle zur Bemessung der Profildimensionen

- Mindestprofilbreite (EBEL 2013)
- Mindestprofilhöhe / Wassertiefe (EBEL 2013)

Informationen zum Verhalten abwandernder Fische

- Schwimmhorizonte
- hydraulische Toleranzen
- geometrische Toleranzen

Daten zu Körperdimensionen und -proportionen

- Körperlänge
- relative Körperbreite
- relative Körperhöhe

Bemessung und Gestaltung des Bypasses hinsichtlich folgender Kriterien: Profilbreite, Profilhöhe, Profillage, minimale Fließgeschwindigkeit, maximale Fließgeschwindigkeit, Wassertiefe nach Überfällen, spezifische Leistung, Durchfluss (detaillierte Bemessungsmethoden und Gestaltungsempfehlungen vgl. EBEL 2013)

standörtliche Bedingungen:

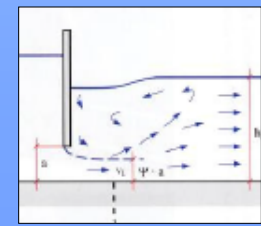
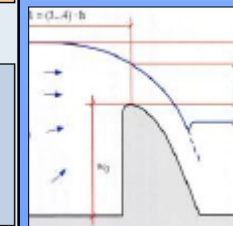
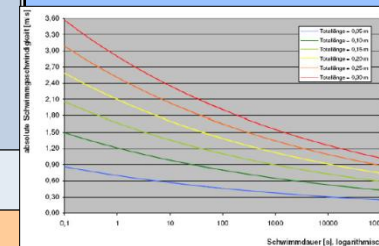
- Zielarten und -stadien
- lichte Weite und Anströmverhältnisse des Rechens
- Lagebeziehung von Rechen und Bypass
- Ausbaudurchfluss der WKA

Leitrechen-Bypass-System
EBEL, GLUCH & KEHL (2001)

Bildauszüge aus:

Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen
Handbuch Rechen- und Bypasssysteme (EBEL 2013)

Modellautor	Modellgleichung
PAKHORUKOV & KURAGINA (1978)	$\sin \theta = \frac{\sin \beta \cdot u_{\text{RESIST}}}{\sqrt{v_{\text{ANSTROM}}^2 + u_{\text{RESIST}}^2} - 2 \cdot v_{\text{ANSTROM}} \cdot u_{\text{RESIST}} \cdot \cos \beta}$ $u_{\text{ABLEIT}} = \sqrt{v_{\text{ANSTROM}}^2 + u_{\text{RESIST}}^2} - 2 \cdot v_{\text{ANSTROM}} \cdot u_{\text{RESIST}} \cdot \cos \beta$ $l_{\text{BARRIERE}} = \frac{b_{\text{KANAL}}}{\sin \theta} \quad t_{\text{ANSTROM}} = \frac{l_{\text{BARRIERE}}}{u_{\text{ABLEIT}}}$
PAVLOV (1989)	$\sin \theta = \frac{0,88 \cdot u_{\text{RESIST}}}{v_{\text{ANSTROM}}}$ $u_{\text{ABLEIT}} = \sqrt{v_{\text{ANSTROM}}^2 + u_{\text{RESIST}}^2} - 2 \cdot v_{\text{ANSTROM}} \cdot u_{\text{RESIST}} \cdot \cos \beta$ $l_{\text{BARRIERE}} = \frac{b_{\text{KANAL}}}{\sin \theta} \quad t_{\text{ANSTROM}} = \frac{l_{\text{BARRIERE}}}{u_{\text{ABLEIT}}}$
O'KEEFFE & TURNPENNY (2005)	$\sin \theta = \frac{u_{\text{OPT}}}{v_{\text{ANSTROM}}}$



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de

Leitrechen-Bypass-System
EBEL, GLUCH & KEHL (2001)
Bemessung und Berechnung enthalten in:

Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen Handbuch Rechen- und Bypasssysteme (EBEL 2013)

Autor: Dr. Guntram Ebel, Hrsg.: Büro für Gewässerökologie und Fischereibiologie
ISBN: 978-3-00-039686-1



Ingenieurbilogische Grundlagen Modellierung und Prognose Bemessung und Gestaltung

bibliographische Informationen
Format: 20 x 28 cm (Hardcover), 483 Seiten (durchgängig farbig), 70 Zeichnungen, 112 Diagramme, 216 Fotos, 66 Tabellen, 32 Tafeln, 785 Literaturhinweise

Sprache
deutsch (mit englischer, französischer und russischer Kurzzusammenfassung)

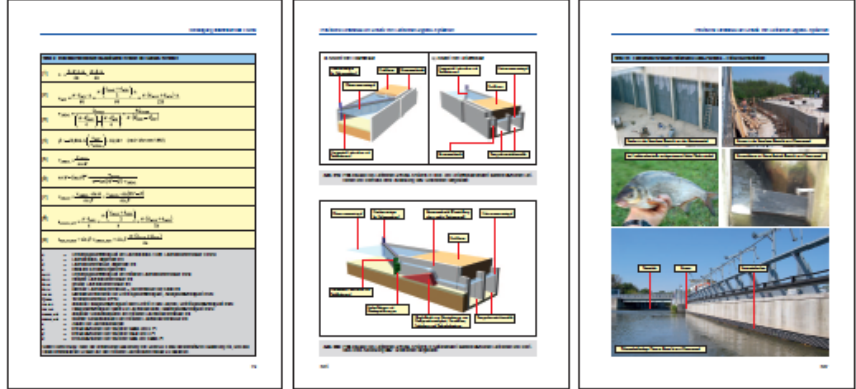
Bezug
Büro für Gewässerökologie und Fischereibiologie (BGF)
Saalwerderstraße 10
D-06118 Halle (Saale)
Fax: +49 (0)345 / 52 38 876
E-Mail: info@bgf-halle.de
Internet: www.bgf-halle.de

Zielgruppen
Planer, Gutachter, Sachverständige, Wasserkraftbetreiber, Fach- und Verwaltungsbehörden, Fischerei- und Naturschutzverbände, Lehrende und Lernende an Fachhochschulen und Universitäten

biologisch konzipierte Rechen- und Bypasssysteme ein hohes Potential für einen wirksamen Fischschutz. Das vorliegende Buch vermittelt einen systematischen Überblick über die geometrischen und hydraulischen Zielgrößen für die Bemessung von Rechen- und Bypasssystemen sowie über die Grundsätze für die Positionierung und Gestaltung derartiger Vorrichtungen. Die hierfür erforderlichen Grundlagen und Methoden werden in separaten Kapiteln ausführlich behandelt. Hierbei entwickelt der Autor neue Modellgleichungen, durch deren Anwendung physisch und verhaltensbiologisch bedingte Anforderungen abwandernder Fische an Schutz- und Abstiegssysteme quantitativ beschrieben werden können. Der Praxiseinsatz ingenieurbologisch konzipierter Rechen- und Bypasssysteme wird durch ausgeführte Pilotanlagen beispielhaft veranschaulicht. Die dem Buch zugrunde liegende Literaturlaufarbeit umfasst 785 Studien aus dem europäischen, nordamerikanischen, asiatischen und neuseeländischen Raum und beinhaltet Informationen zu 111 Kraftwerken, 97 Gewässern sowie zu 80 Fisch- und Neunaugenarten. Die Textdarstellungen werden durch 216 Fotos, 70 Zeichnungen, 112 Diagramme, 66 Tabellen und 32 Tafeln illustriert und ergänzt. Die vorliegende Veröffentlichung ist nicht nur als Handbuch für die ingenieurbologische Planung von Rechen- und Bypasssystemen nutzbar, sondern auch als Nachschlagewerk, das zur Klärung spezieller Fragestellungen eingesetzt werden kann.

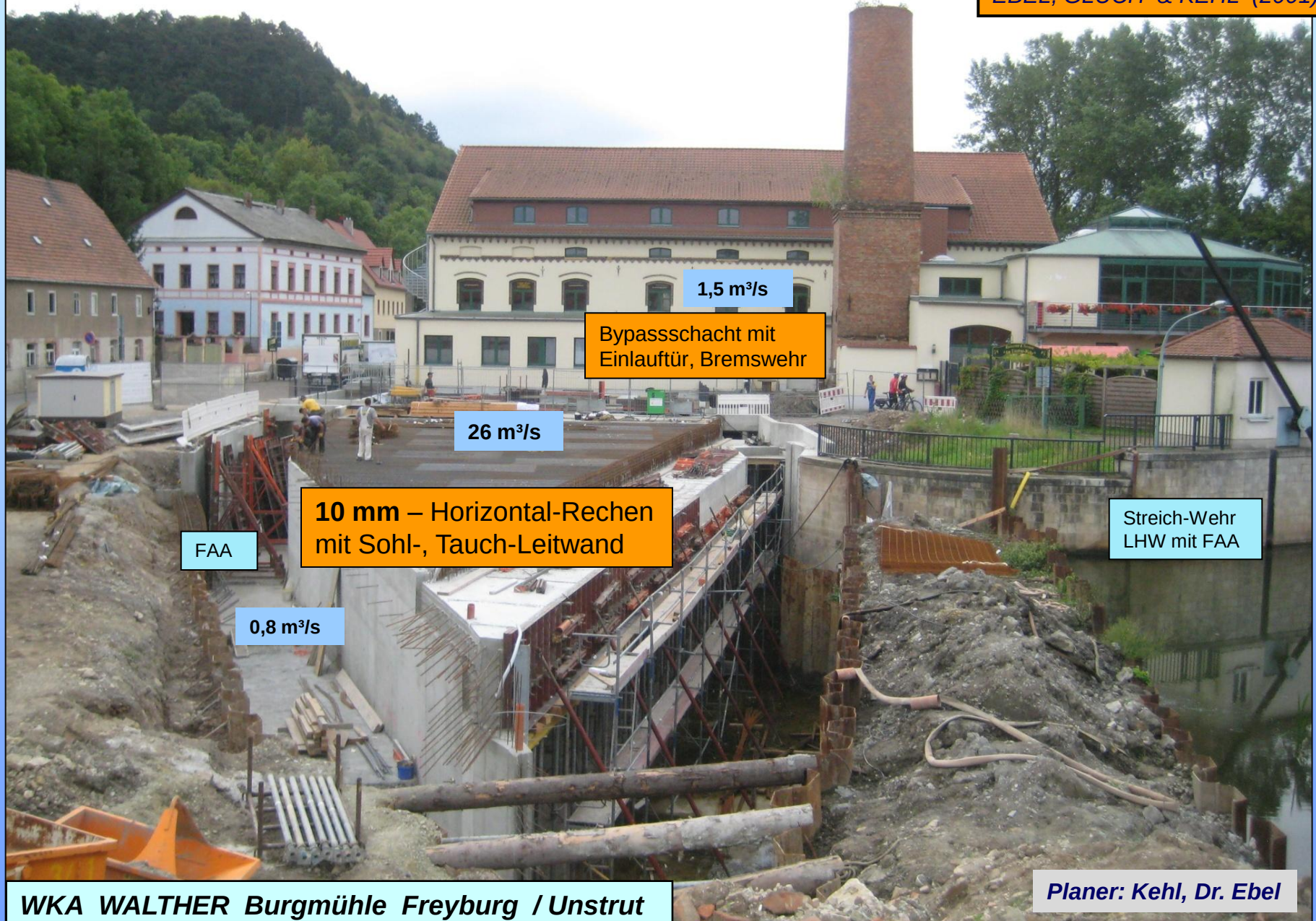
Gliederung / Grobkonzept
Kurzdarstellung deutsch, englisch, französisch, russisch (4 Seiten), Vorwort (2 Seiten), Danksagung (3 Seiten), Inhaltsverzeichnis (7 Seiten), Einleitung (3 Seiten), 9 Sachkapitel mit 228 Teilkapiteln (326 Seiten), Literaturverzeichnis (41 Seiten), sonstige Verzeichnisse und Anlagen (81 Seiten), Sach- und Artenregister (9 Seiten)

Beispielseiten



Bestellung: **Fax +49 (0)345 / 52 38 876**
Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen – Handbuch Rechen und Bypasssysteme. Ingenieurbilogische Grundlagen, Modellierung und Prognose, Bemessung und Gestaltung.
Autor: Dr. Guntram Ebel, Hrsg.: Büro für Gewässerökologie und Fischereibiologie, Halle (Saale), 483 Seiten (Hardcover), ISBN: 978-3-00-039686-1, Preis: 125,- EUR (einschließlich Mehrwertsteuer, zuzüglich Versand)

Vortragspräsentation:
www.bgf-halle.de
Bemessung und Gestaltung von Fischschutz- und Fischabstiegssystemen - internationaler Kenntnisstand und praktische Empfehlungen (Präsentationen 4. workshop Forum Fischschutz und Fischabstieg) , Dr. Guntram Ebel (Büro für Gewässerökologie und Fischereibiologie)



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de

Leitrechen-Bypass-System
EBEL, GLUCH & KEHL (2001)

1,5 m³/s

Bypassschacht mit
Einlauffür, Bremswehr

26 m³/s

FAA

0,8 m³/s

10 mm – Horizontal-Rechen
mit Sohl-, Tauch-Leitwand



WKA WALTHER Burgmühle Freyburg / Unstrut

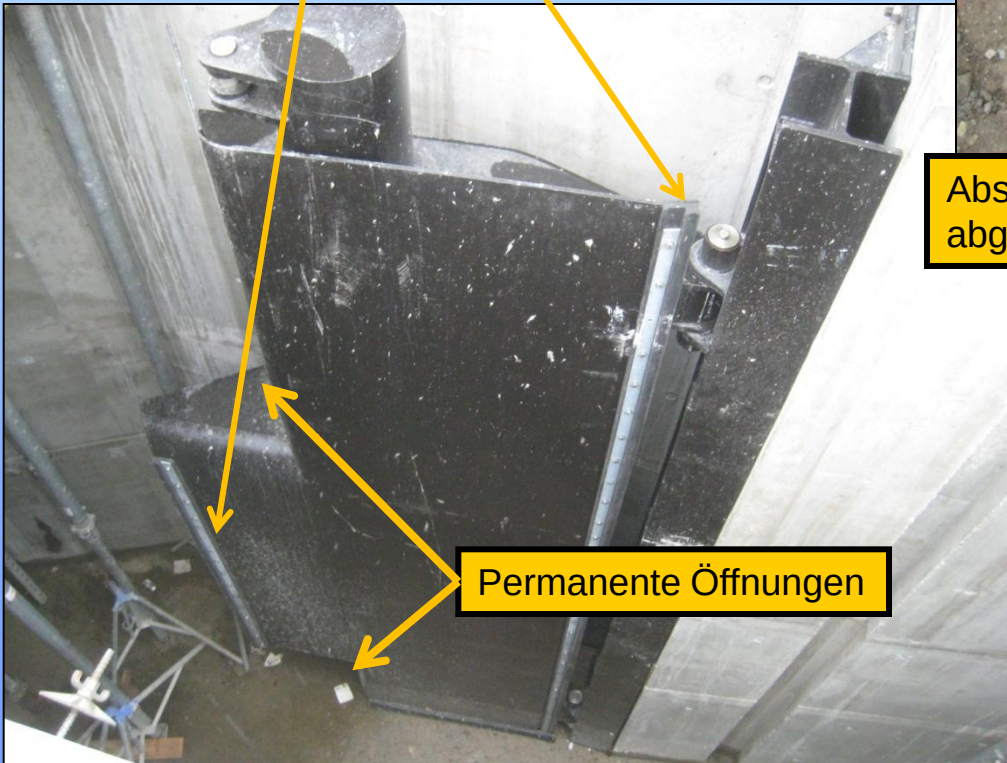
Planer: Kehl, Dr. Ebel

Einlauftür Bypassschacht mit
Öffnungen oben + unten

Spalten mit flexiblen
Dichtungen (Fischschutz)

Abstiegsöffnungen glatt
abgerundet

Permanente Öffnungen

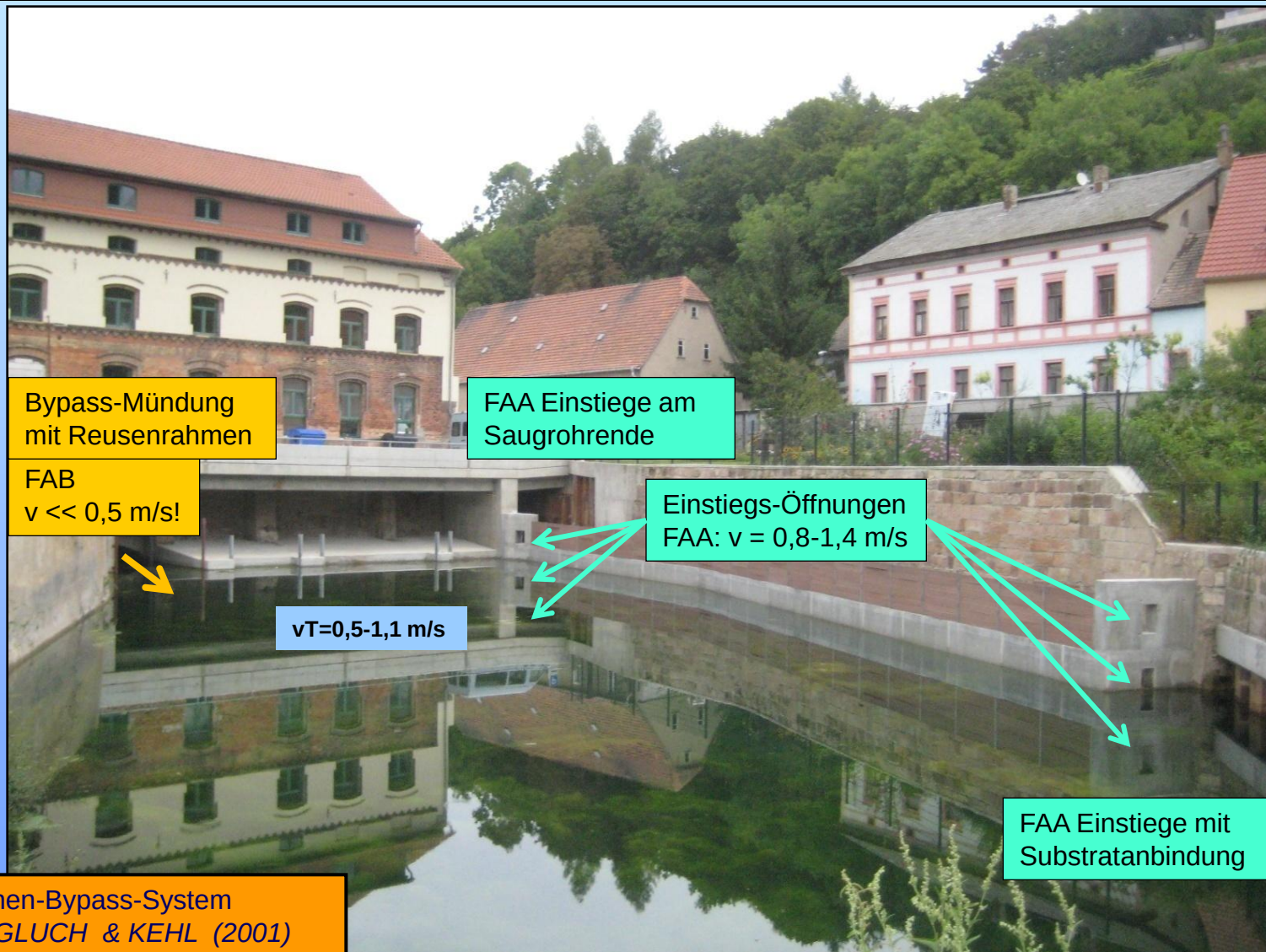


Anordnung Mündung Bypassschacht für Fisch-Abstieg unter Vermeidung Sackgasse bei Fisch-Aufstieg!

A) Bypassschacht unterhalb Bremswehrüberfall mit großem Fließquerschnitt / $v < 0,5 \text{ m/s}$ (auch für Abstiegskontrolle)

oder, wenn baulich nicht machbar:

B) Bremswehr unmittelbar oberhalb FAA-Einstieg (welcher seitlich neben Saugrohrende)



Leitreechen-Bypass-System
EBEL, GLUCH & KEHL (2001)



LHW

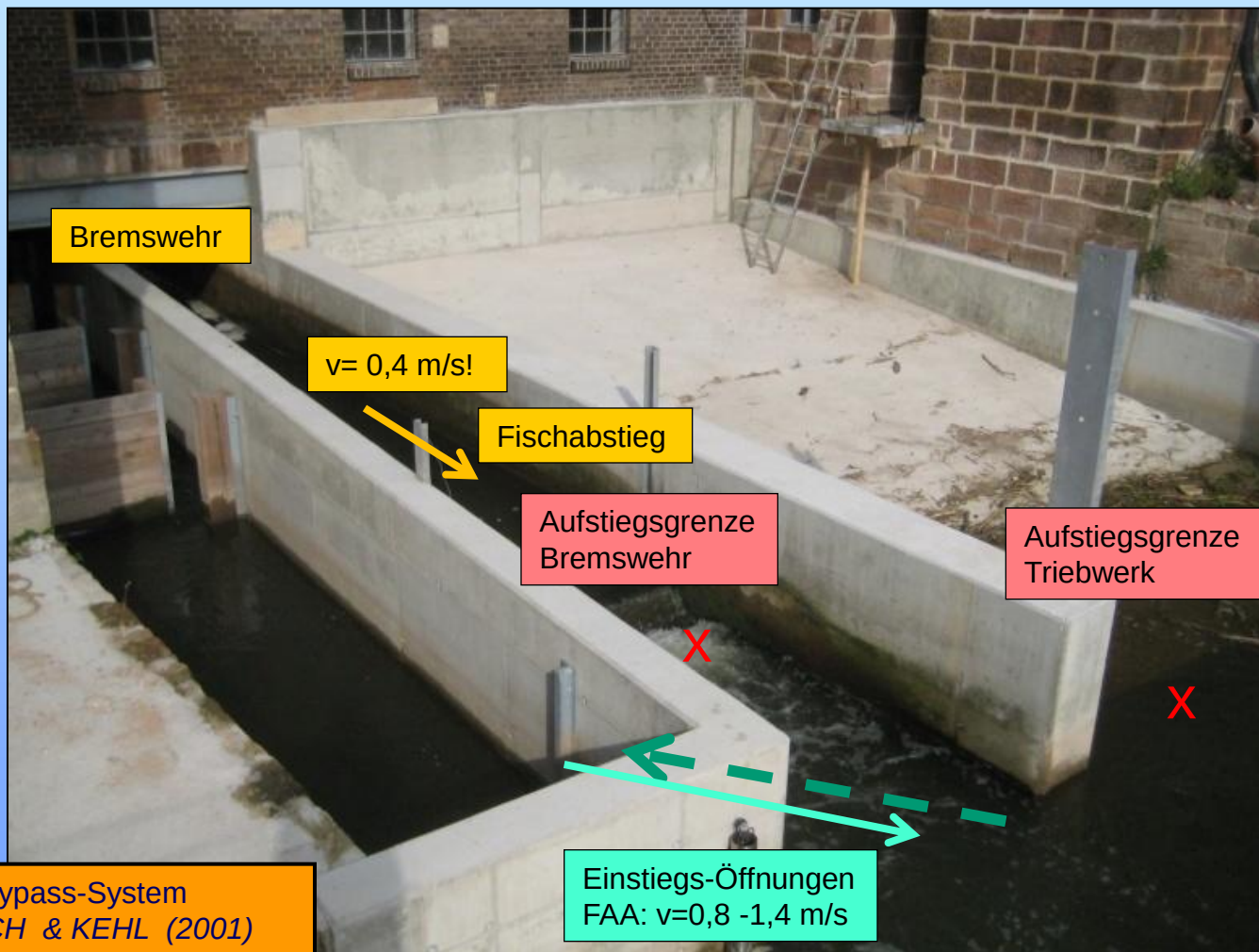
Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de

Anordnung Mündung Bypassschacht für Fisch-Abstieg unter Vermeidung Sackgasse bei Fisch-Aufstieg!

A) Bypassschacht unterhalb Bremswehrüberfall mit großem Fließquerschnitt / $v < 0,5 \text{ m/s}$ (auch für Abstiegskontrolle)

oder, wenn baulich nicht machbar:

B) Bremswehr unmittelbar oberhalb FAA-Einstieg (welcher seitlich neben Saugrohrende)



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de

Genehmigungsverfahren seit WRRL:

1. Fischaufstiegsanlage

- 1. Fischeinstieg mit Gewässer-Sohlanbindung**
- 2. Fischeinstieg Triebwerksauslauf Sohle**
- 3. Fischeinstieg Triebwerksauslauf Freiwasser**

2. Inbetriebnahme und vollständige Funktionsherstellung der FAA entsprechend **Methodenstandard zur Funktionskontrolle von Fischaufstiegsanlagen (BWK 2006)** .

3. Fischschutz- und –abstiegsanlage (FAB): **Leitrechen-Bypass-System EBEL, GLUCH & KEHL (2001)** mit Horizontal-Leitrechen (max. 15 mm) und ständig offenem Bypass-Schacht mit Einlauftür, Bremswehr

4. Inbetriebnahme und vollständige Funktionsherstellung der FAB mit **Optimierung der FAB- und Triebwerkssteuerung** bei **Abstiegsfangkontrolle** und **Ausweisung der standörtlichen Überlebensraten** (Modelle Aal (EBEL 2008) und Lachs).

In einem **Urteil des Verwaltungsgerichtes Halle vom 24.11.2011** zu einem Planfeststellungsverfahren Wasserkraft heißt es unter anderem: **„Die geplante Anlage mit einem Horizontalrechen in schrägem Winkel zum Eingang des Fischabstieges entspricht von der Grundstruktur den Anforderungen.“**

Als Details genannt werden u.a. „genau gewählter Anstellwinkel des Rechens, genaue Strömungsverhältnisse, Weite der Rechenöffnungen, Flussgrundanpassung“.



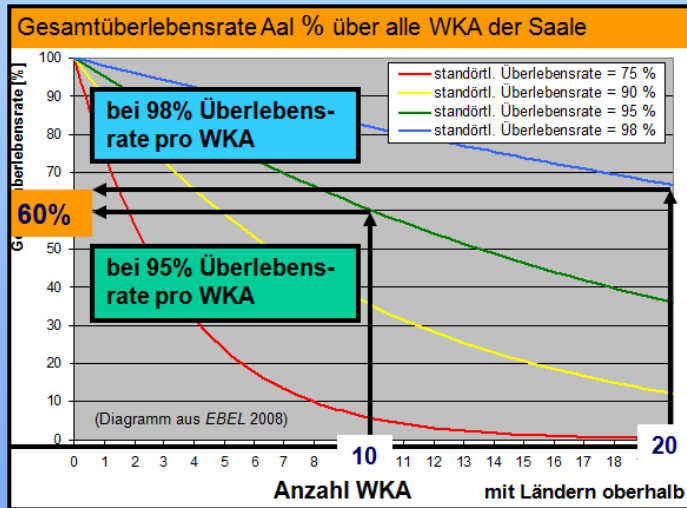
LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de

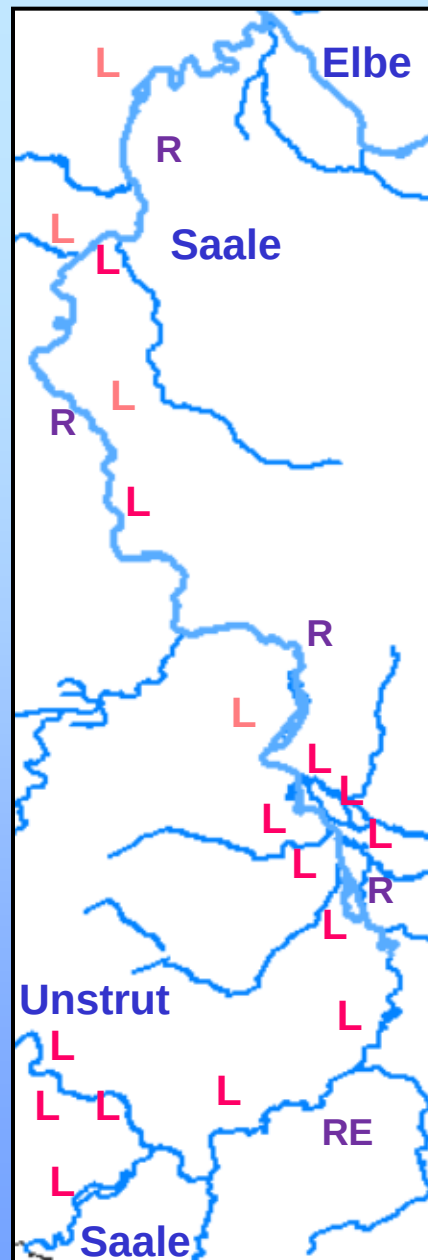
Fischschutz / Fischabstieg Untere Saale

Maßgeblich für das Überleben von Lachs und Aal und den Erfolg jeder einzelnen Investition ist, dass

1. die notwendige Überlebensrate in der Kette von WKA kumulativ ermittelt wurde und
2. alle WKA diese Überlebensrate praktisch erbringen.



teilweise Q- und Abstiegsaufteilung auf
parallele WKA / FAB



L: Leitreechen-Bypass-System
EBEL, GLUCH & KEHL (2001)
in Betrieb, Bau, genehmigt
L: Konzept, beantragt

**Saale, Mulde nur System mit
< 2 % Mortalität zulässig (auch
VLH, Schnecke u.ä. nur mit
Leitreechen-Bypass-System)**

R: permanent Sohlrohr +
Freiwasseröffnung am
Rechen anliegend (Alt-WKA)
RE: Sohlleitwand / Elektro-
Scheuche mit permanent
Sohlrohr + Freiwasseröffnung

ATKIS-Daten © GeoBasis-DE / LVermGeo LSA, [2012 / 010312]



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de

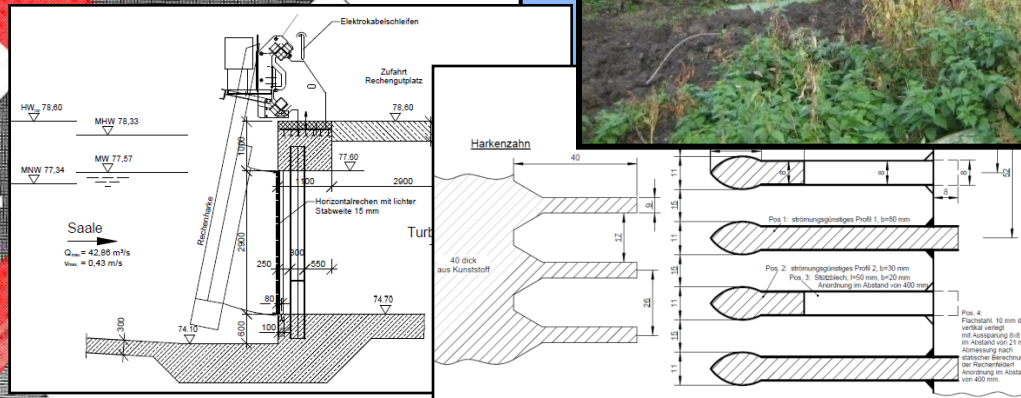
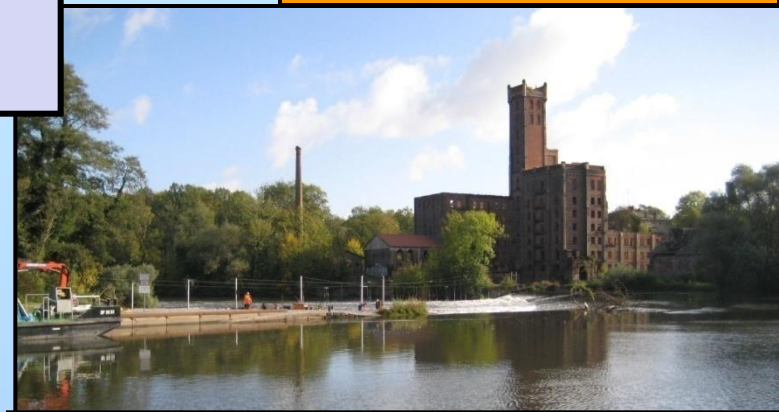
FAB WKA Böllberg
permanent 1,8 m³/s
durch Sohl- und
Freiwasseröffnung

42,86 m³/s

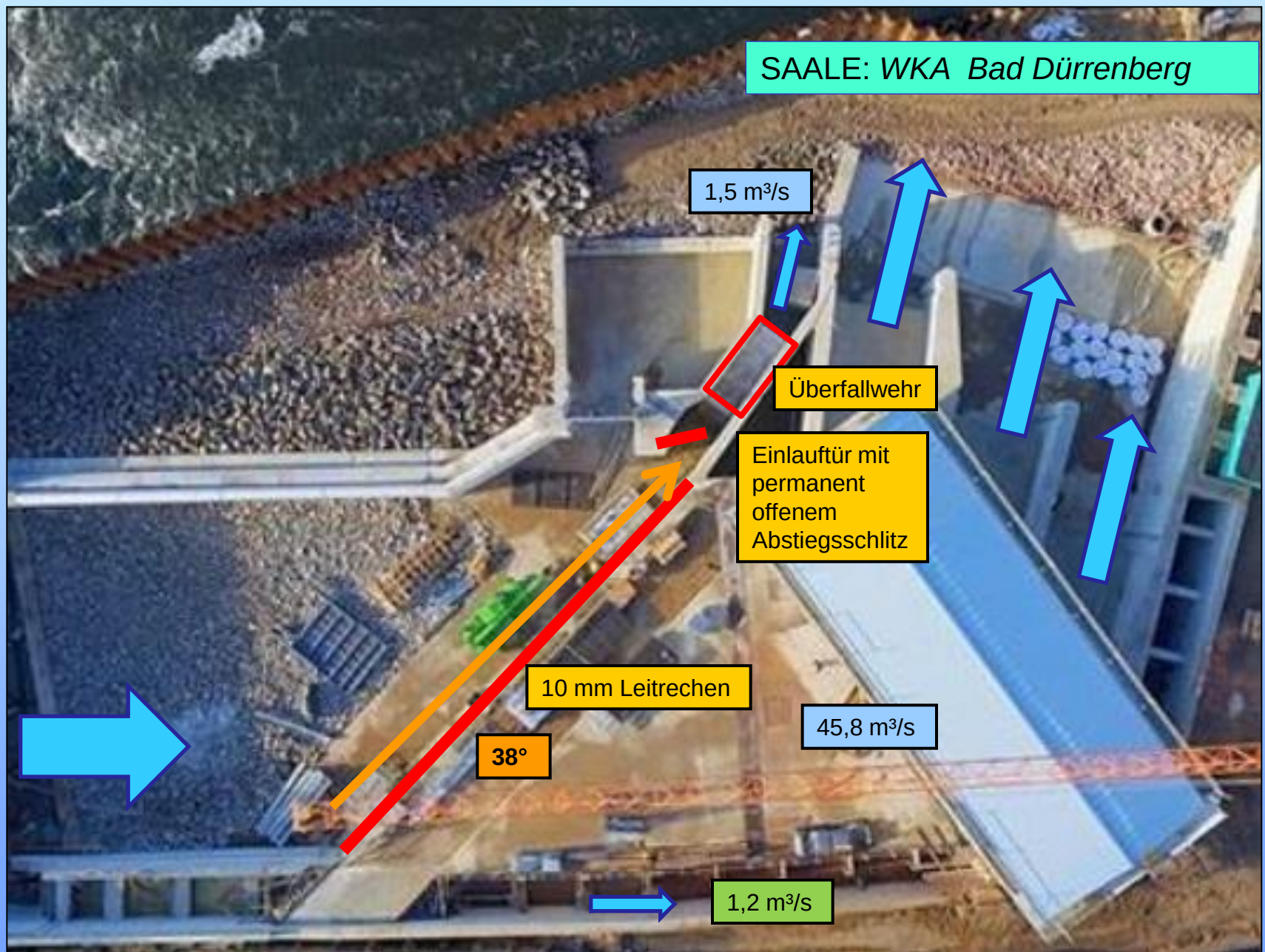
Planer: KEHL, DR. EBEL

FAB WKA Böllberg
permanent 1,8 m³/s
durch Sohl- und
Freiwasseröffnung

Planer: **KEHL, DR. EBEL**

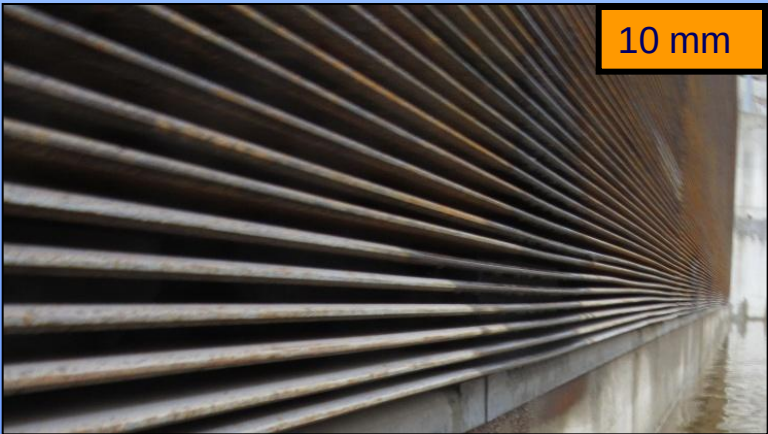


SAALE: WKA Bad Dürrenberg



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de

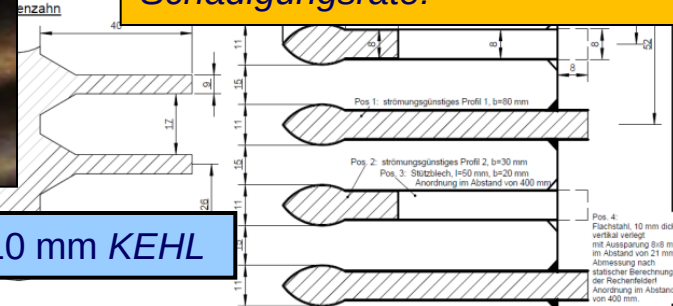
20 mm mit
Plastik-
einschliffschiene



12 mm DUMONT



Falls wegen Kraut / Algen
größerer Stababstand gewählt
wird: Neuberechnung mit
Triebwerk mit geringerer
Schädigungsrate!



15, 10 mm KEHL

Reiniger-Zähne sollten bis zum
Abstandsminimum zwischen
Stäben reichen.



10 mm Stababstand bei 26, 48, 49 m³/s derzeit
im Betrieb (Unstrut) bzw. 2 x Bau (Saale)

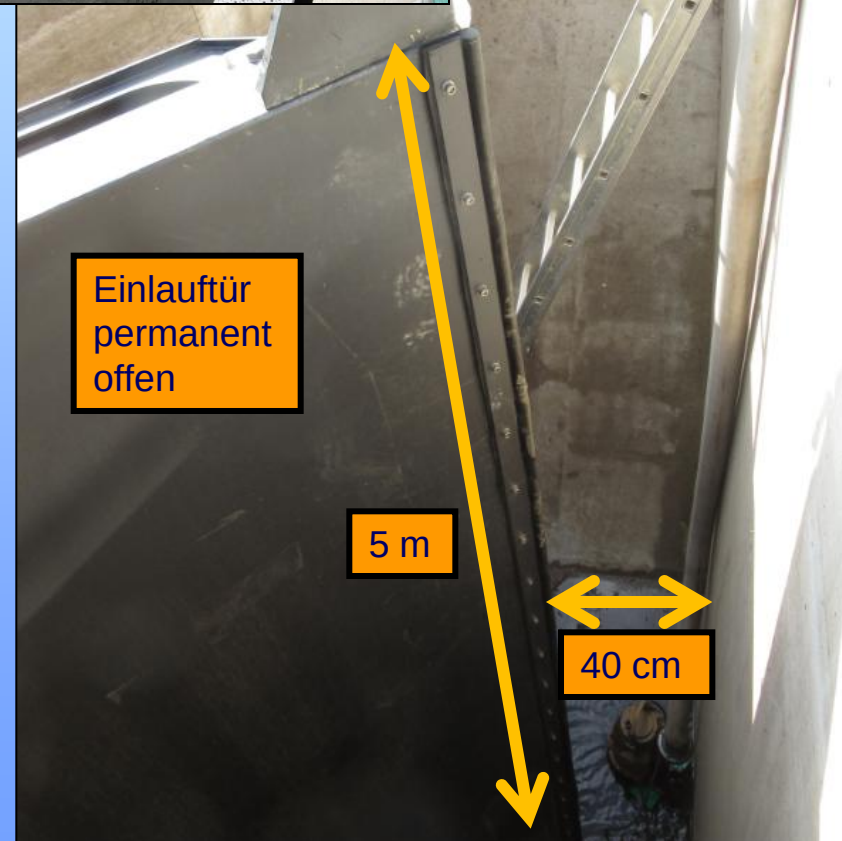


Laufruhe,
Lärmreduzierung



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de



Einlauffür
permanent
offen

Bremswehr
fest



LHW

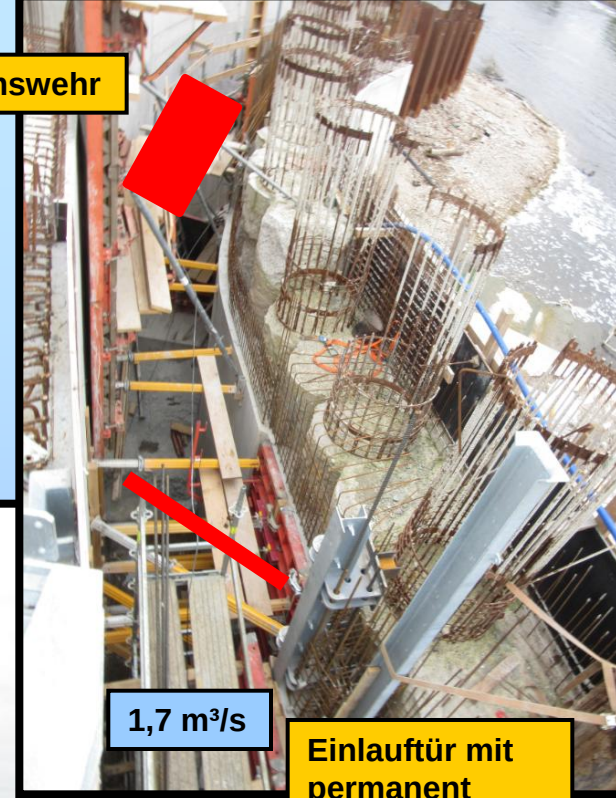
Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de

SAALE: WKA Öblitz



10 mm Leitrechen
28 m x 8 m

Bremswehr



1,7 m³/s

Einlauftür mit
permanent
offenem
Abstiegsschlitz

45,8 m³/s



38°

FAB sobald ein Triebwerk in Betrieb ist! (FAA Q30 – Q330)
FAB auch bei HQ über Stauklappe!

Nachweis Fischverträglichkeit Leitrechen für
max. Q = Turbinen + Klappenöffnung!
(40 + 24 m³/s)

2 x Turbine 40 m³/s

2 x Stauklappe 24 m³/s

FAB WKA permanent 1,5 m³/s durch Sohl- und Freiwasseröffnung

Gewinnung
Stützwasser für FAA
im Bremswehr FAB

Einlauf Ausbildung als Tiroler Wehr (Stababstand 10 mm, einlaufseitig abgerundet, Stabdicke 4 mm)
 Überfallbreite auf 0,4 m reduziert
 regelbare Stauklappe, b
 OK Bremswehr 108,70 bis 109,20

< 45°-Stauklappe auf
Bremswehr zur Feinjustierung
der Einlaufgeschwindigkeiten
Bypassschacht bzw. HQ-,
Geschiebeabführung

FAA – Einstieg
Substratanbindung

FAA – Einstiege
Lotrechte uh Turbinen

88 m³/s
2 Kaplan

Fischabstiegs-
Schacht
Einlauf / Bremswehr

FAB-Reuse

Leitrechen

FAA – Reuse



FAB WKA Raguhn
permanent 1 m³/s
durch Sohl- und
Freiwasseröffnung

Bypassschacht

WKA ENERCON
Raguhn Mulde

88 m³/s
2 horizontalachsige Kaplan

1 m³/s

Leitrechen

1176 Absteiger
(428 Lachs-Smolts)

Gleichzeitig
Wehrüberströmung
mit Fischabstieg

(noch) 20 mm –
Horizontal-Rechen
28 m x 4,5 m

Zeitsteuerung Reiniger
wegen Geschiebe!

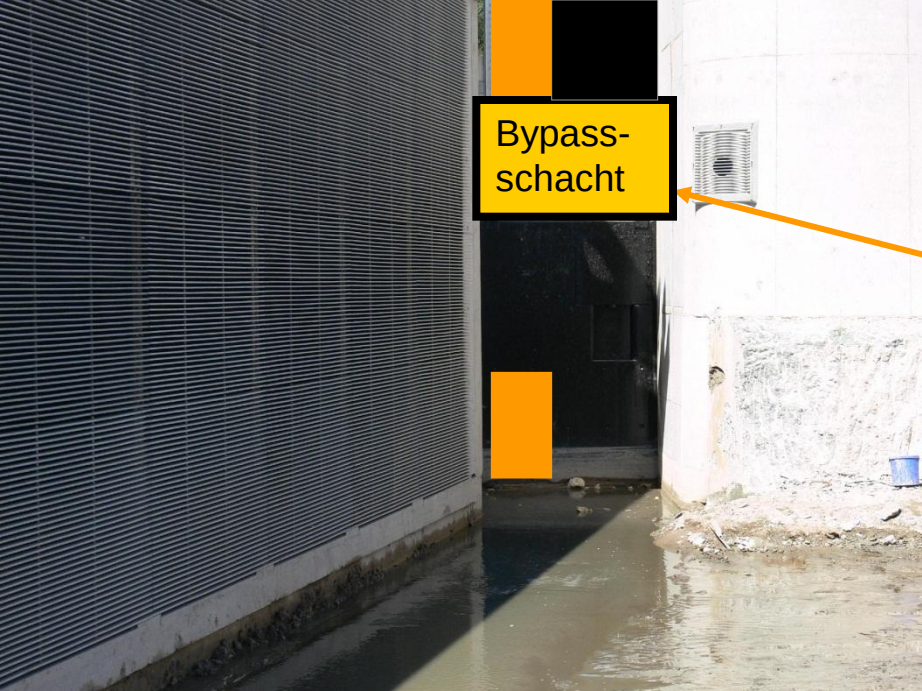
Leitrechen-Bypass-System
EBEL, GLUCH & KEHL (2001)

Planer: Schumacher



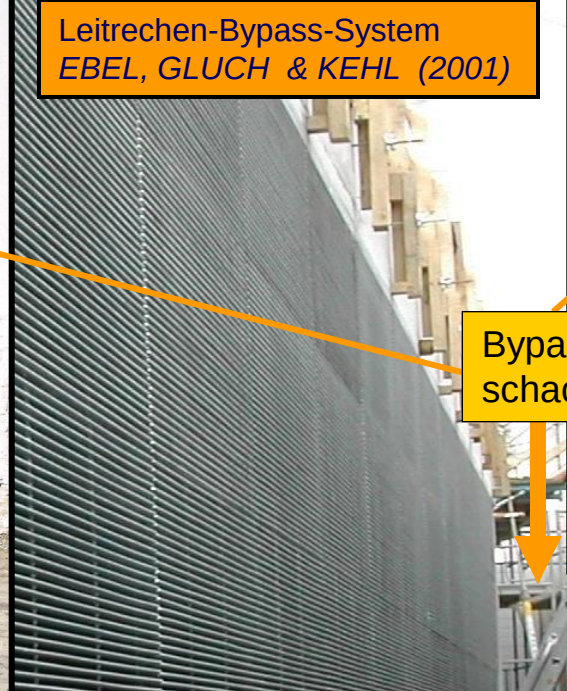
LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de

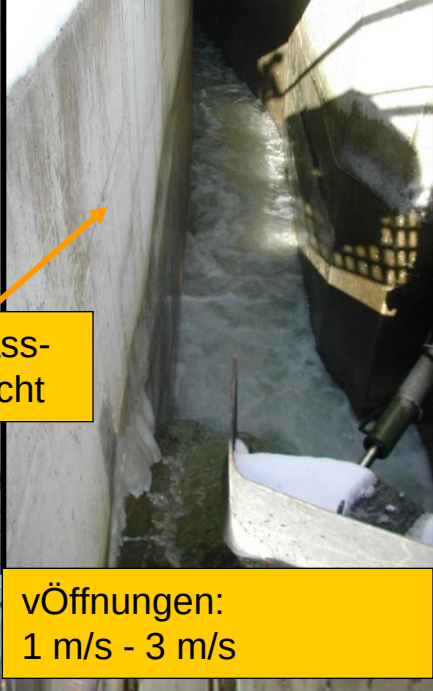


Bypass-schacht

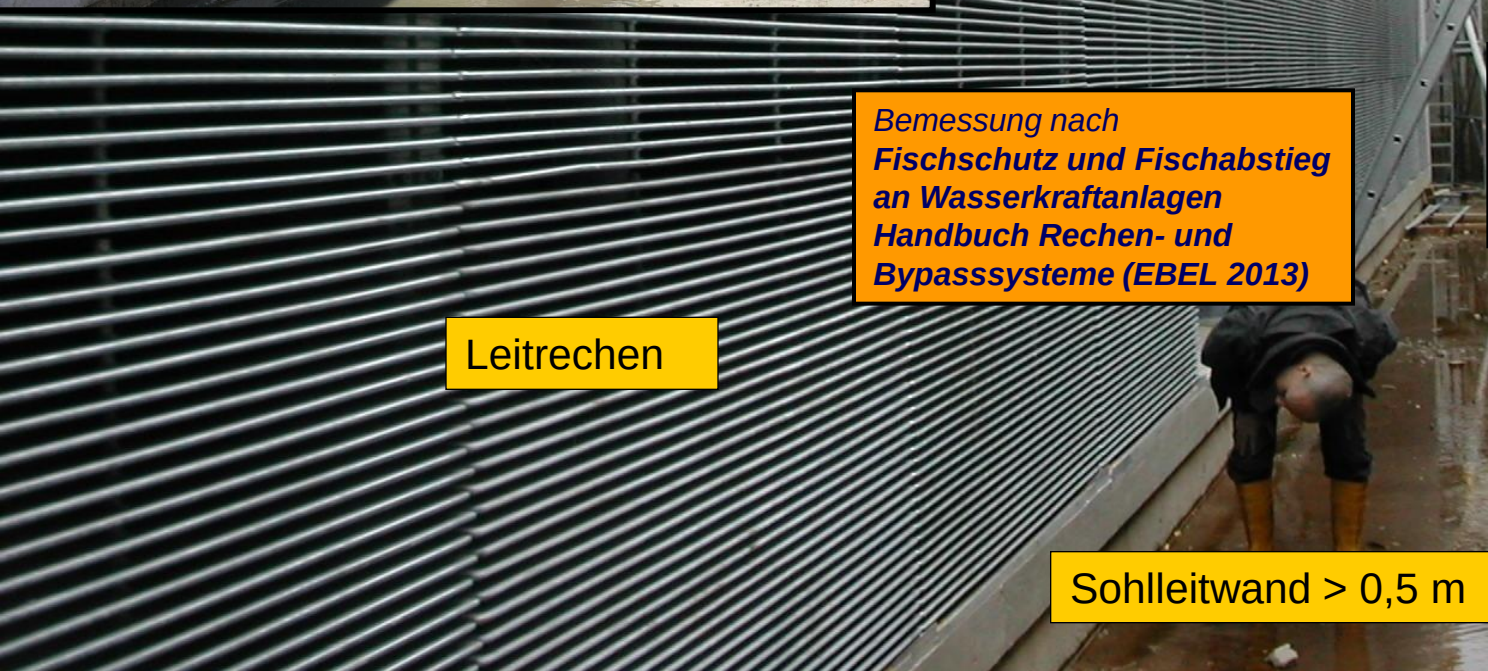
Leitrechen-Bypass-System
EBEL, GLUCH & KEHL (2001)



Bypass-schacht



vÖffnungen:
1 m/s - 3 m/s



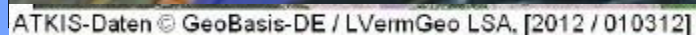
Leitrechen

Bemessung nach
*Fischschutz und Fischabstieg
an Wasserkraftanlagen
Handbuch Rechen- und
Bypasssysteme (EBEL 2013)*

Abstiegsöffnungen glatt
abgerundet;
Spalten mit flexiblen
Dichtungen

Sohlleitwand > 0,5 m





Auftraggeber



Talsperren-Wasserkraft
Sachsen-Anhalt GmbH

Auftrag-
nehmer

RMD CONSULT

Planer: Dr. GÖHL

Planer: DUMONT

Fachplanung
Fischschutz

WKA Muldestausee 2,3 MW

Fischaufstieg mit
Einstiegen vor Krafthaus
unten + oben und mit
Flusssohlanbindung

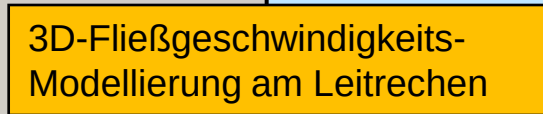
Leitströmungswasser

15 mm-Horizontal-Leitrechen

Permanente
Fischabstiegsöffnungen

Bremswehr





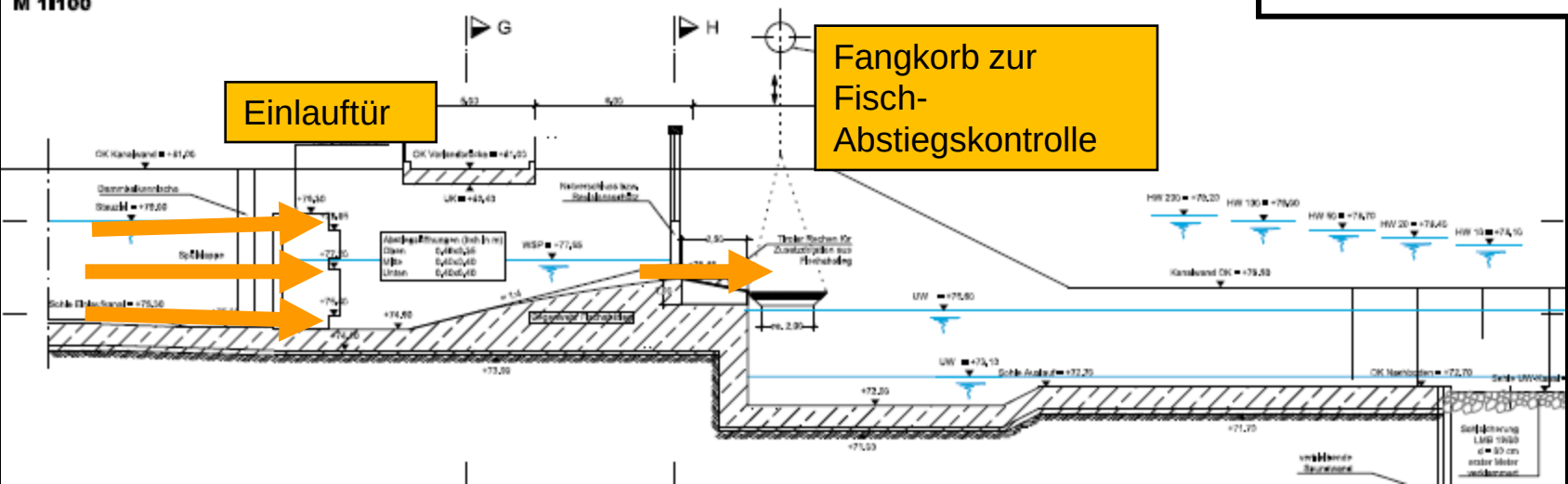
Permanente Fischumleitung um Triebwerke entlang schräg angeströmtem 15mm-Leitrechen und durch permanent offenen Bypassschacht

Talsperren-Wasserkraft
Sachsen-Anhalt GmbH

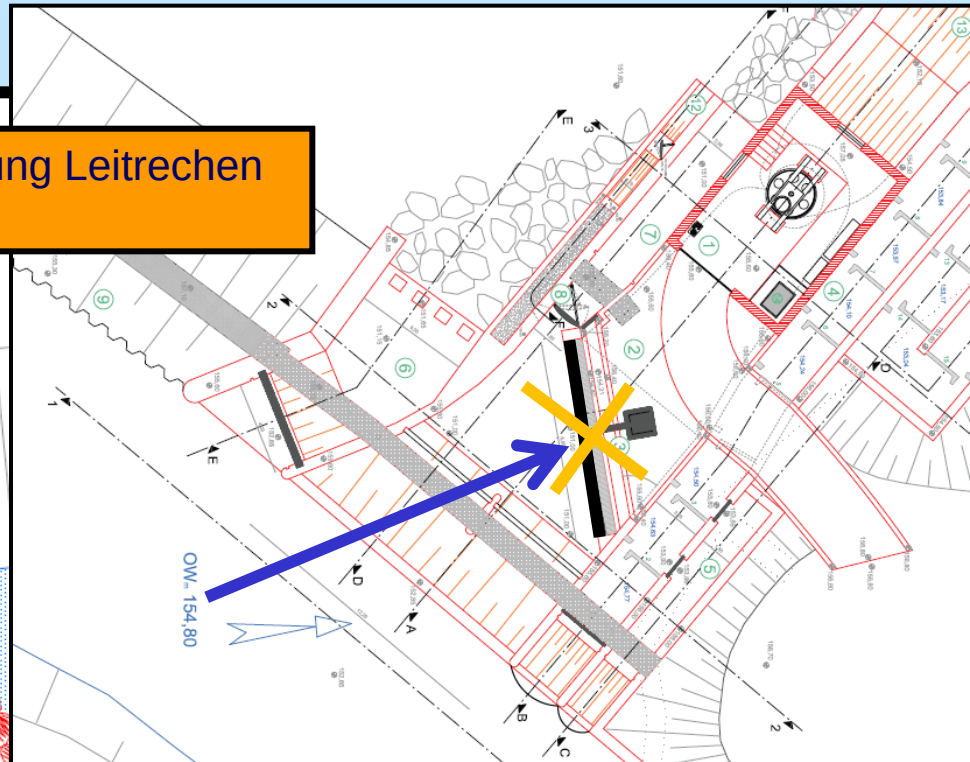
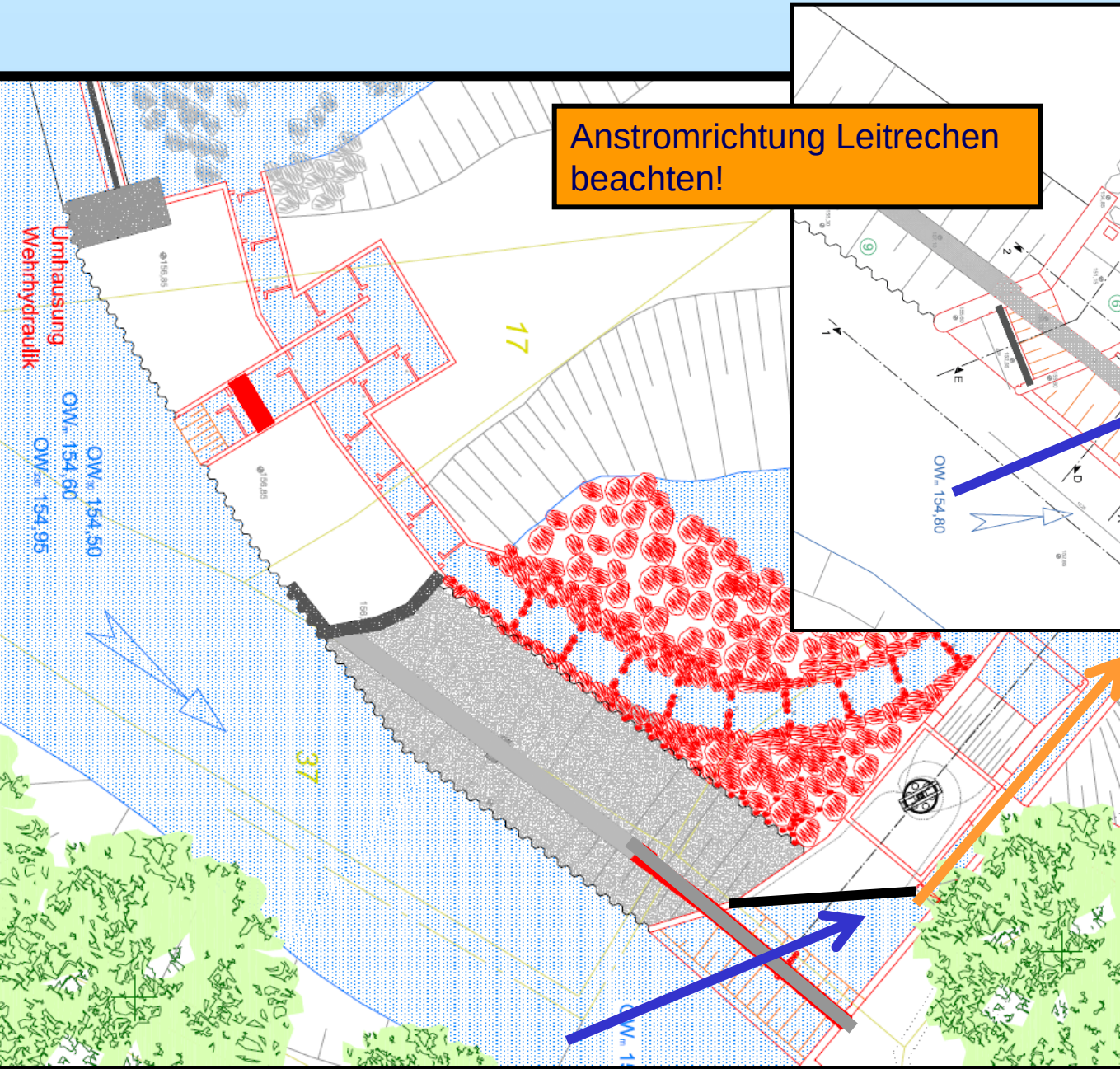
RMD CONSULT

Ingenieurbüro Roedemann
www.roedemann.de

M 1:100



Anstromrichtung Leitrechen beachten!



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de

*Gute Fischleitung, mangelhafter Abstieg,
da keine automatisch reinigenden
Abstiegsöffnungen*

**Auch bei Nachrüstungen zwingend:
Leitrechen + offener Bypassschacht mit
Einlauftür + Bremswehr !**



12 mm Horizontal Auer NRW
DR. HOFFMAN / DUMONT



*Gute Fischleitung, Rohr von
Fischen gemieden wegen zu
hoher Einlauf- Beschleunigung,
dann Rohr verstopft*

Mulde SN



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de



Ständig offener Bypassschacht
mit Einlauffür und
absenkbarem Bremswehr

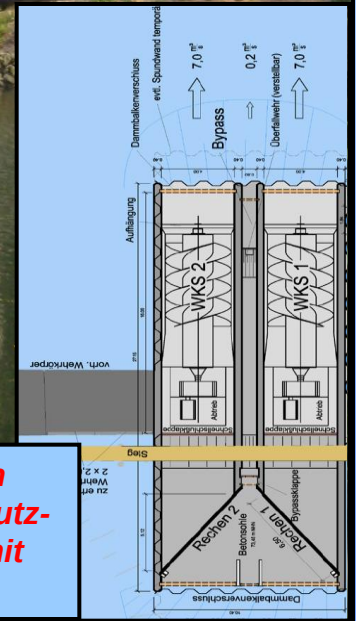
Leitrechen
3 m x 6,5 m

Leitrechen
3 m x 6,5 m

**Herstellerwarnung vor scharfen
Kanten: Neunaugen, Groppen, ...**

**Planer:
Klauke, Dr. Ebel**

**Wasserkraft-Schnecken erfordern
12 cm - Betriebs- und Kinderschutz-
Rechen – d.h. Fischabstieg nur mit
Bypass!**



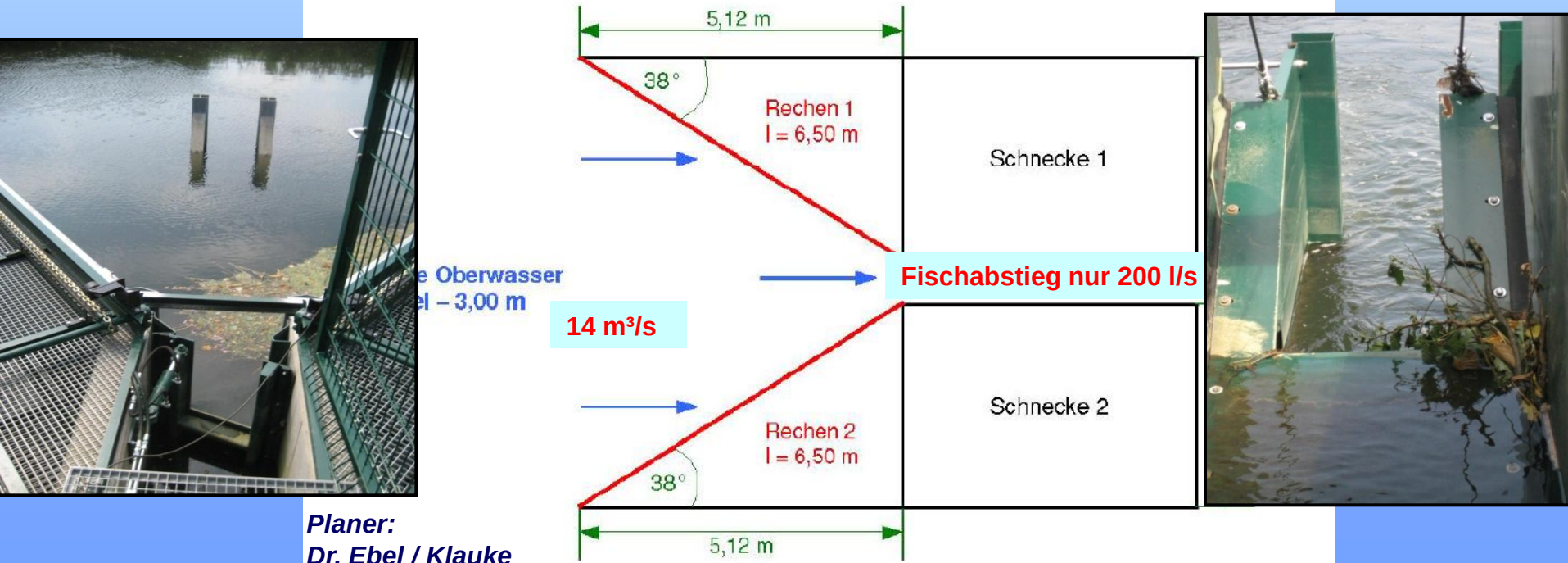
LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de

Tabelle 4.1: Technische Daten des Fischeschutz- und Fischabstiegssystems

Bauform	V-förmig mit Bypass zwischen den Schnecken
Wassertiefe Oberwasser	3,00 m
Sohlhöhe Oberwasser	73,45 m NHN
Profilbreite Zuströmkanal (gesamt, ohne Bypass)	8,00 m
durchströmte Fläche Zuströmkanal (gesamt, ohne Bypass)	24,00 m ²
maximaler Durchfluss Zuströmkanal (gesamt, ohne Bypass)	14,00 m ³ /s
maximale Anströmgeschwindigkeit Rechen	0,58 m/s
kritische Schwimmgeschwindigkeit	0,40 m/s
horizontaler Anströmwinkel der Rechen (nach PAVLOV 1989)	38°
vertikaler Anströmwinkel der Rechen	90°
Länge eines Rechenfeldes	6,50 m
Aufenthaltszeit der Fische vor dem Rechen (nach PAVLOV 1989)	24 s

In Abbildung 4.2 ist das Fischeschutz- und Fischabstiegssystem schematisch dargestellt.



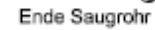
Planer:
Dr. Ebel / Klauke



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de

166,05

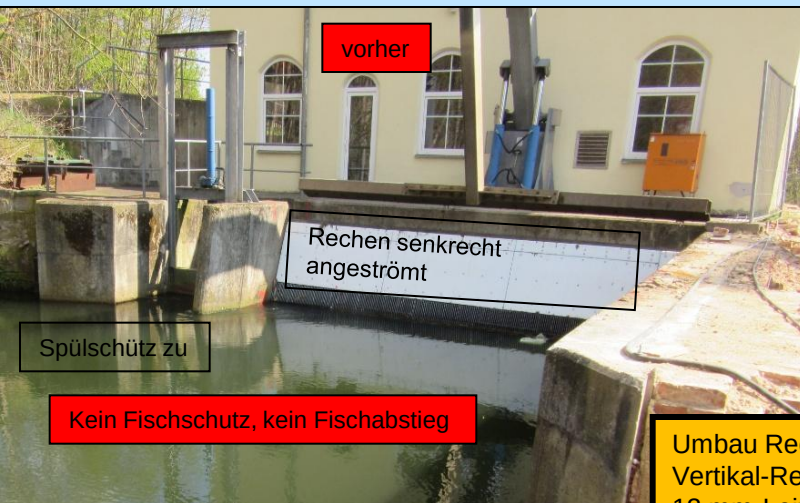


Obergraben

Vertikalstab-Rechen + Reiniger
verlängert + schräg angeströmt
Rechenstäbe 90° zu Rechenachse!
(nicht in Anströmrichtung verschränkt)

Planer: *DR. SIEGEMUND*

neue Rechenbühne



Umbau zum Leitrechen-Bypass-System nach EBEL, GLUCH & KEHL (2001)
WKA Wetterzeube / Weiße Elster
Konzept Dr. Siegemund / Gluch



Umbau zum Leitrechen-Bypass-System nach *EBEL, GLUCH & KEHL (2001)*
WKA Wetterzeube / Weiße Elster
Konzept Dr. Siegemund / Gluch

Rechen-Umbau zum
12 mm -Leitrechen

Leitwand

42° angeströmter 12 mm -
Leitrechen

Rechenlamellen senkrecht
zur Rechenachse!

42° angeströmte Sohlleitwand

Verlängerter Rechen / Rechenreiniger

Permanente
Fisch- und
Treibsel-
Ableitung
30 x 50 cm

Laub-
Spüldüse



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de

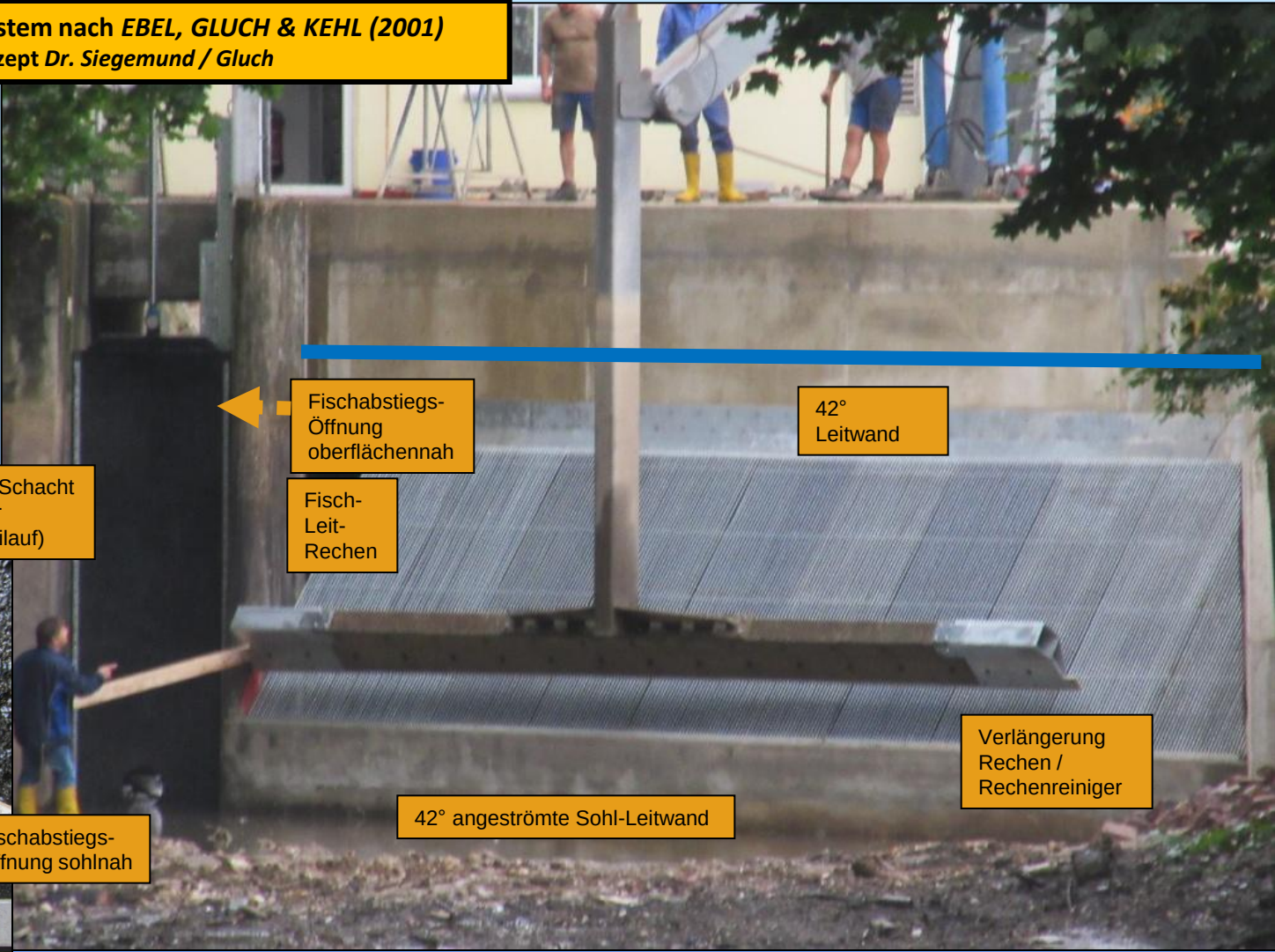
Umbau zum Leitrechen-Bypass-System nach EBEL, GLUCH & KEHL (2001)
WKA Wetterzeube / Weiße Elster; Konzept Dr. Siegemund / Gluch



Fischabstiegs-Schacht
mit Bremswehr
(bzw. Spül-Freilauf)



Fischabstiegs-
Öffnung sohl-nah



Fischabstiegs-
Öffnung
oberflächennah

Fisch-
Leit-
Rechen

42°
Leitwand

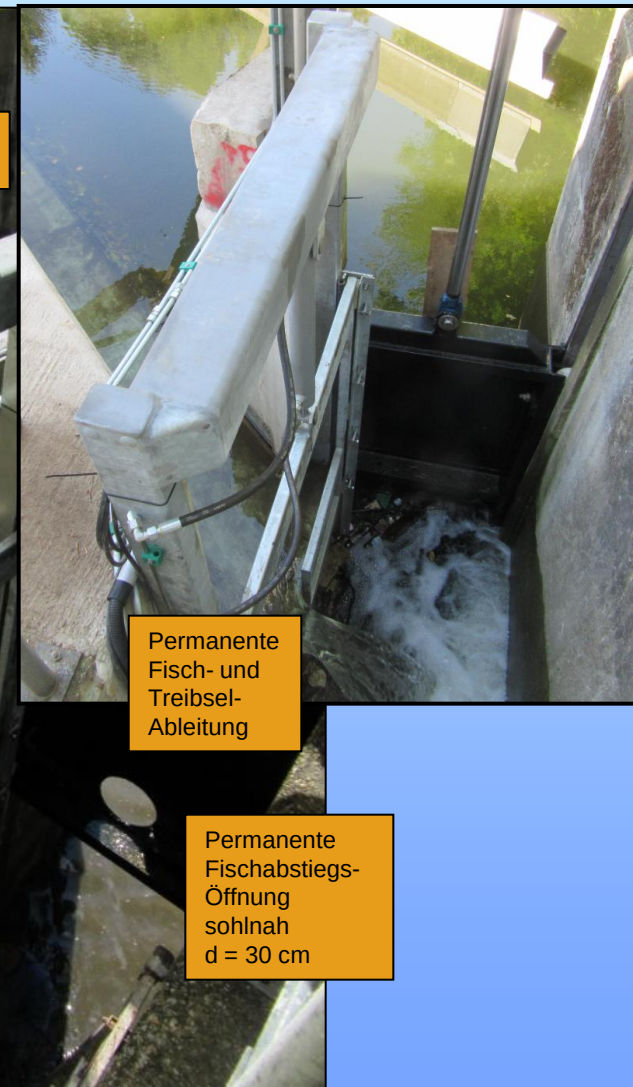
Verlängerung
Rechen /
Rechenreiniger

42° angeströmte Sohl-Leitwand



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de

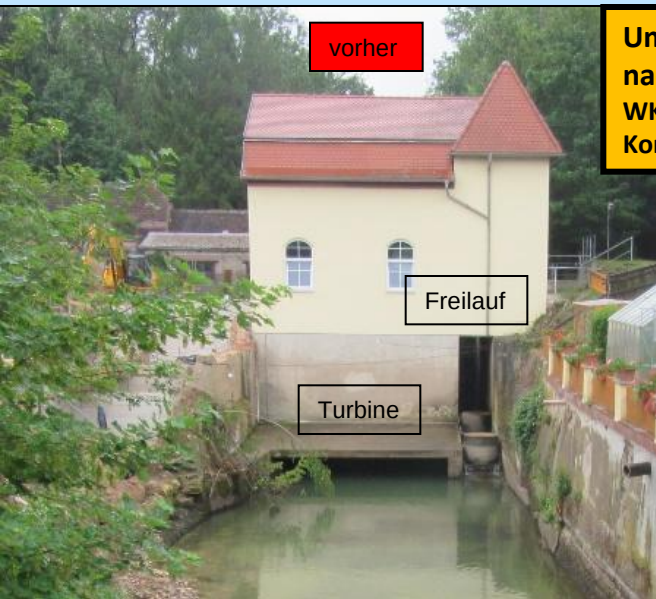


**Umbau zum Leitreechen-Bypass-System
nach EBEL, GLUCH & KEHL (2001)**
WKA Wetterzeube / Weiße Elster
Konzept Dr. Siegemund / Gluch



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de



vorher

Freilauf

Turbine

**Umbau zum Leitrechen-Bypass-System
nach EBEL, GLUCH & KEHL (2001)**
WKA Wetterzeube / Weiße Elster
Konzept Dr. Siegemund / Gluch



Schlitzpass

Fischabstiegs-
Öffnung
oberflächennah

Fischabstiegs-
Öffnung
sohlnah



Fischabstiegs-Schacht
mit Bremswehr
(bzw. Spül-Freilauf)

0,5 x 0,4 m Fisch-Abstiegsrinne in
Bremswehrkrone

Lärm-mindernd für Anwohner: geneigte
Fischabstiegsrinne statt Wehrüberfall

Fischabstiegskontrolle



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de



**Nachrüstung Fischaufstiegsanlage
WKA Wetterzeube / Weiße Elster
Konzept Dr. Siegemund / Gluch**

Nachweis Fischaufstieg nach *BWK-
Methodenstandard 2006*

Durchgehend raues Sohlsubstrat



Obergraben



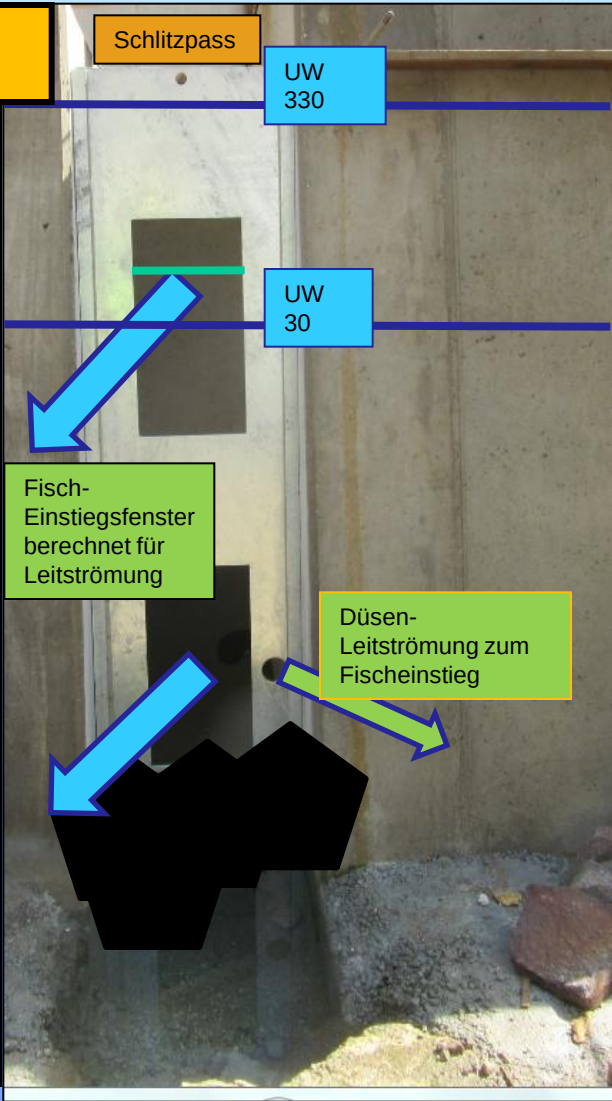
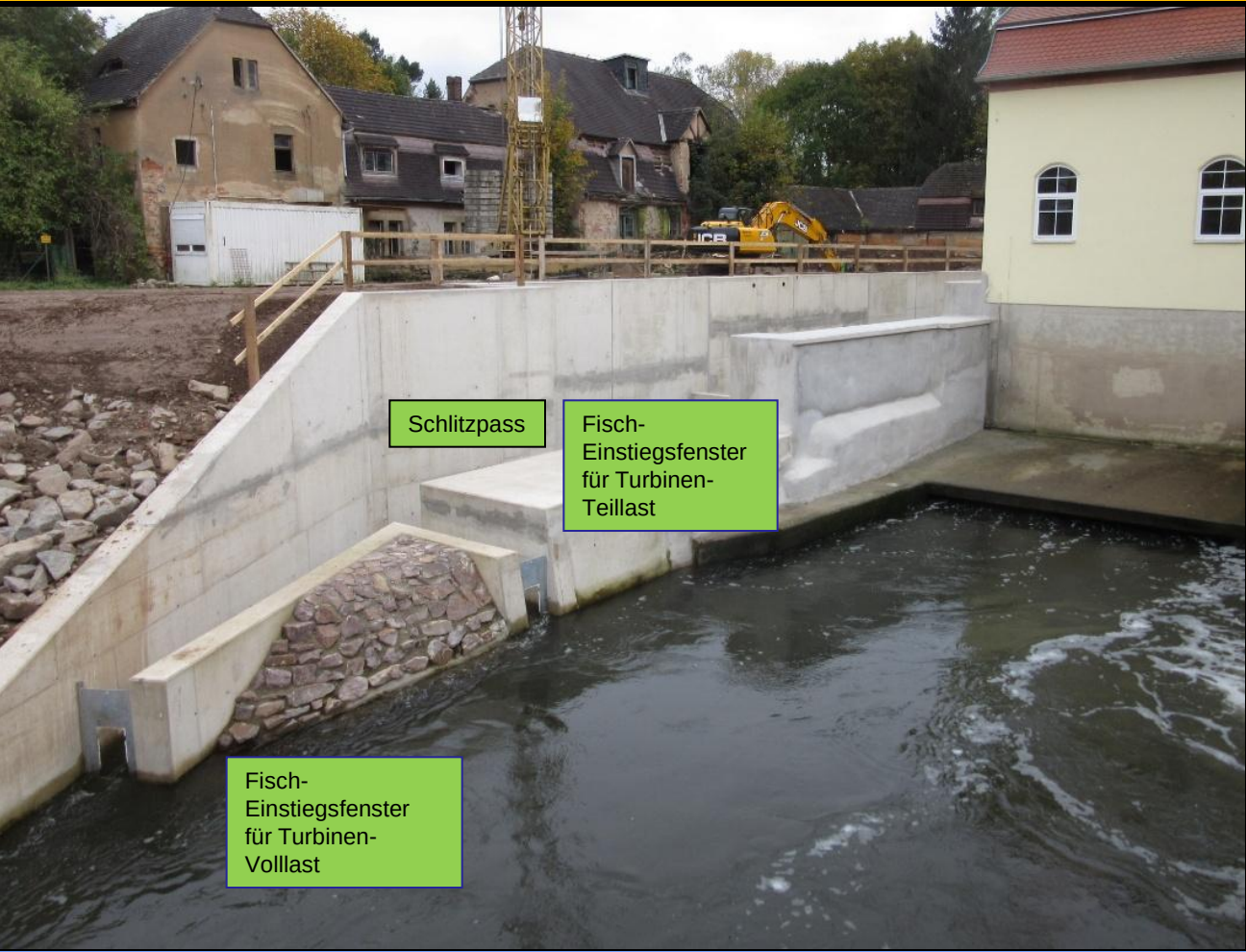
Schlitzpass



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de

Nachrüstung Fischaufstiegsanlage WKA Wetterzeube / Weiße Elster Konzept Dr. Siegemund / Gluch



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de



Wasserkraftanlage Laucha / Unstrut Integration 2 Fischeschutzes- und -abstiegsanlagen + Fischeaufstiegsanlage in Denkmal - Bauherr: *Scheuerlein* Konzept: *Dr. Siegemund, Gluch*



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de

Regelmäßig automatisch Doppelschutz
senken / anheben gegen Versatz der
permanenten Öffnungen

Fischabstiegs-
schacht
Mühlgraben

Fischaufstieg
Mühlgraben

Turbine
12,5 m³/s

15 mm Horizontal-
Rechen, Sohlleitwand

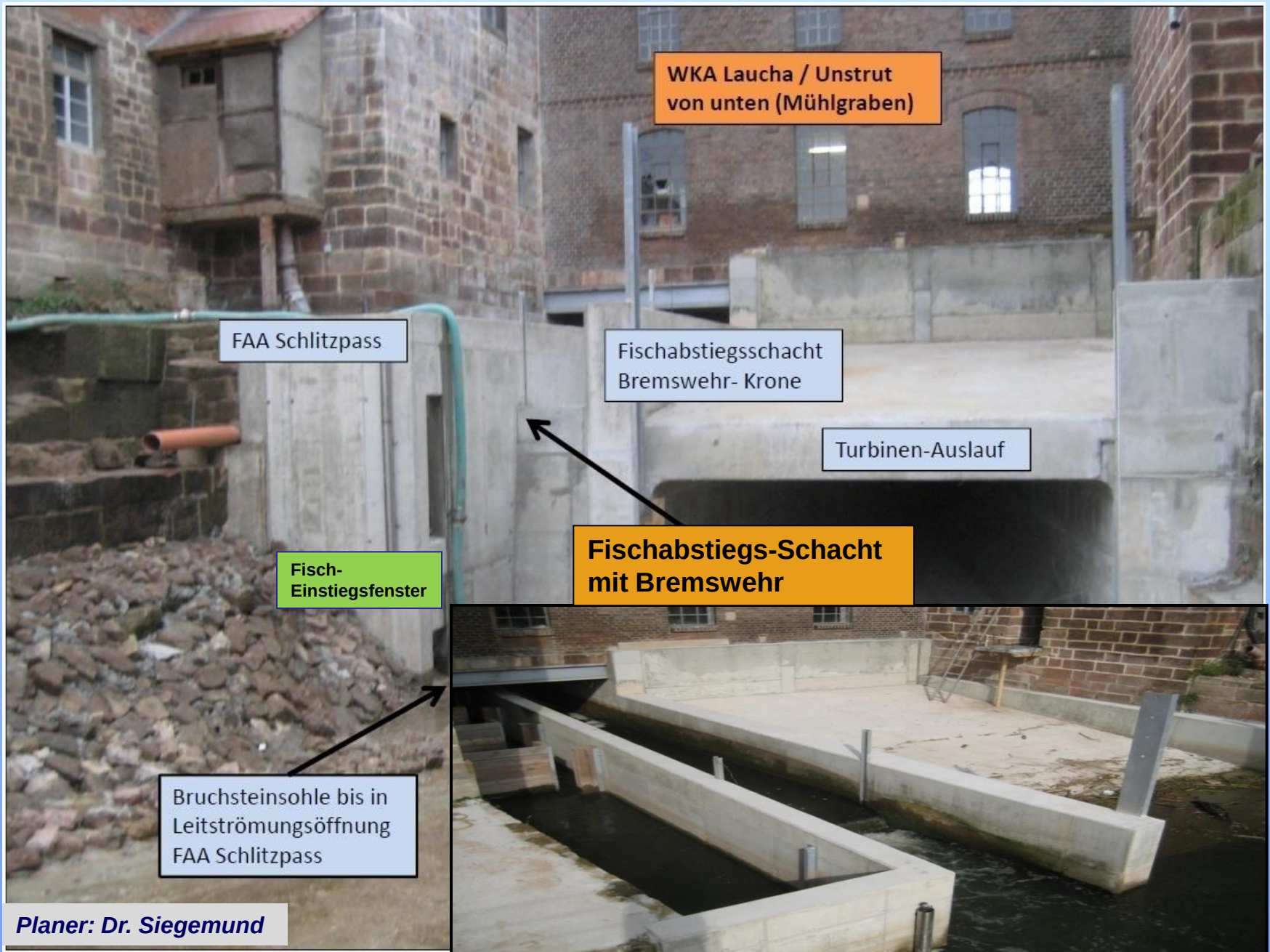
WKA Laucha / Unstrut
Fischabstieg
Mühlgraben-Turbine

Planer: Dr. Siegemund



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de



Fischabstiegs-
schacht Wehr



15 mm Horizontal-
Rechen, Sohlleitwand



7,5 m³/s

Hydraulik-Abnahme / Justierung

WKA Laucha / Unstrut
Wehrturbine



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de

Umrüstungsbeispiele Alt-WKA auf Leitrechen-Bypass-System *EBEL, GLUCH & KEHL* (2001)
Einbau FAB, FAA in Freifluter



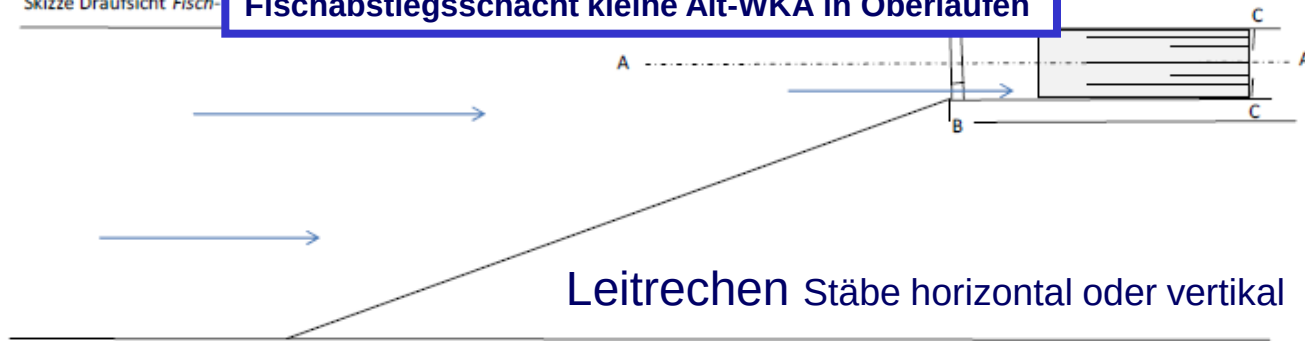
*Not-Aus-Öffnung :
alter Mühlenumfluter oder
Mühlgrabenverschluss am
Fluss-Abzweig*



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de

Fischabstiegsschacht kleine Alt-WKA in Oberläufen

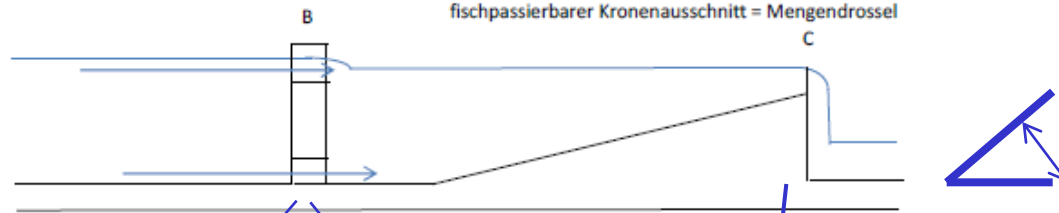


Leitrechen Stäbe horizontal oder vertikal

Skizze Schnitt A-A

Abstiegsöffnungen im Einlauftr mit
fischwirksamer Strömung

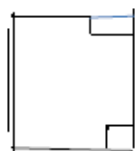
Bremswehr flach anlaufend (ggf. absenkbar für Treibgutspülung)
fischpassierbarer Kronenausschnitt = Mengendrossel



für Spülfall Hydraulikklappe, ggf. Federklappe

Querschnitt Einlauftr B-B
Abstiegsschacht $b=0,6\text{ m}$

Abstiegsöffnungen $0,25 \times 0,2$ und $0,2 \times 0,2\text{ m}$



Einlauftr

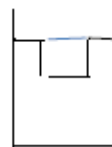


(Einlaufblende B-B, falls
minimierte Schachtbreite)

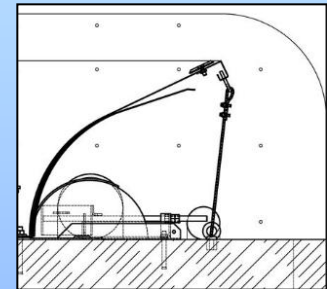


Schütz oder Blende

Querschnitt C-C Bremswehr
Kronenausschnitt $0,3\text{ m}$ breit, $0,4\text{ m}$ tief
KronenOK < Stauziel bzw. OK Einlauftr



$0,3 \times 0,3\text{ m}$:
 130 l/s





Fischschutz:
10 mm Leitrechen

Bode / Harz

Grobrechen

Turbinengraben
Einwanderungs-
Sperre unten

Mindestwasser-Öffnungen im Wehraufsatz
erhöht in Laich-, Larvalphasen

Fischeinstieg am Wanderhindernis

Fischabstieg

Fischaufstieg





Fischabstieg

Turbinengraben

Fischschutz:
10 mm Leitreechen

Achschmiede Rübeland /
Bode: Nachrüstung FAAB
Konzept GLUCH



Mindestwasser-
Öffnungen im
Wehraufsatz
erhöht in Laich-,
Larvalphasen

Fischabstieg, Fischaufstieg über Ausleitungsstrecke Reproduktionshabitate in Ausleitungsstrecke **Mindestwasser**

Ausleitungsstrecken sind überwiegend irgendwann auf Hochwasserquerschnitt verbreitert worden und benötigen mehr Mindestwasser als natürliche Gewässer-Strecken.

Mindestwasser-Ermittlung ist nur auf Basis *hydraulischer Mess- oder Modellierungswerte im Vergleich zu Sollwerten von Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit, Dissipation* zulässig!

Mindestwasser-Ermittlung auf Basis *hydrologischer* Messwerte oder MNQ-Regionalisierung ist nur bei *natürlicher Morphologie* der Gewässerstrecke möglich und auch nur mit Gewährleistung der langjährigen **Monats-MNQ (nicht Jahres- / Halbjahres-MNQ!).**

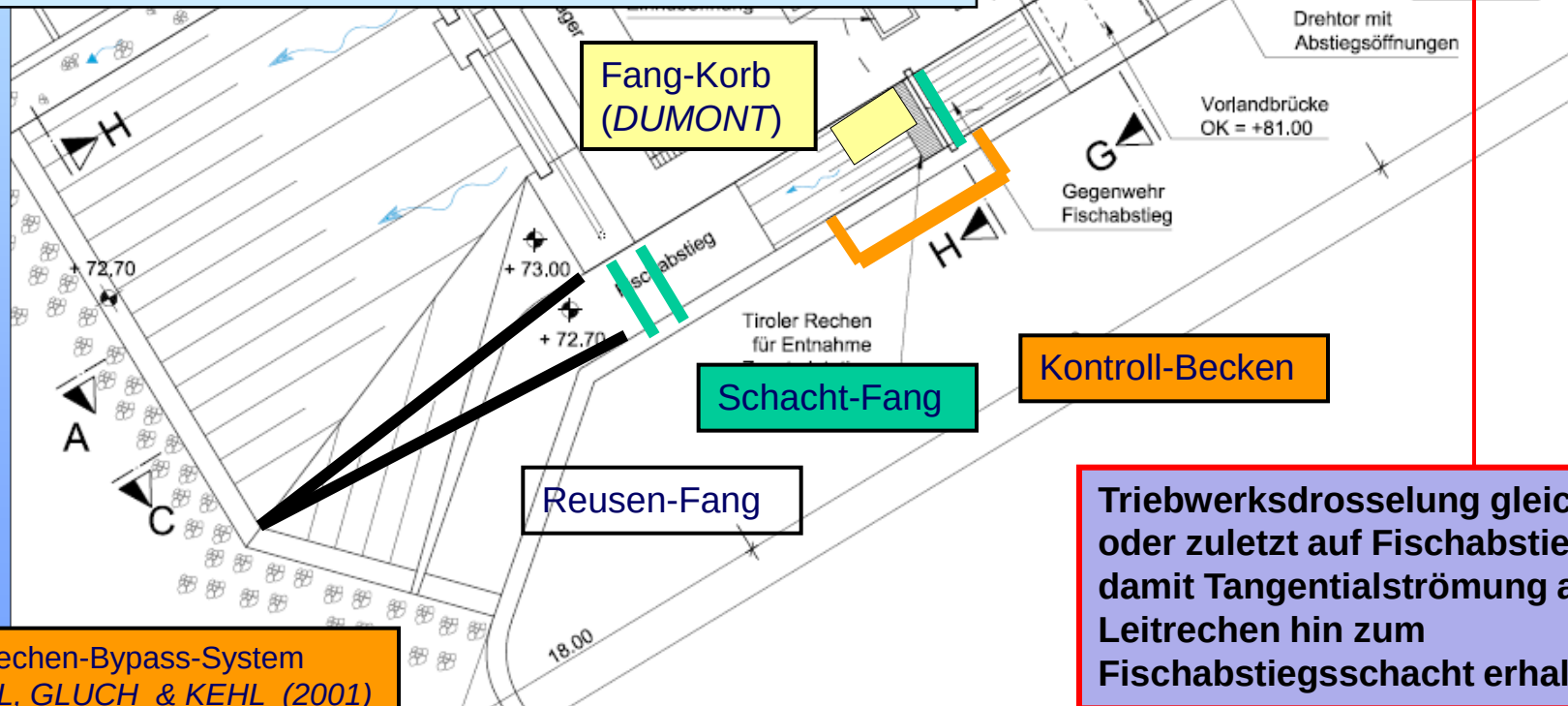
WRRL- UND FFH- Verträglichkeit ist nur gewährleistet, wenn in Laich- und Larvalphasen adäquates Mindestwasser eingehalten wird. Die Zeiträume werden im Wasserrecht mittels Datum oder Wassertemperatursummen geregelt.



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de

Der Funktionsnachweis der Fischschutz- und -abstiegsanlage umfasst neben der mehrwöchigen Fangkontrolle in ihrem Auslauf auch die Prognose der standörtlichen Überlebensrate auf Basis der Berechnung der turbinenbedingten Mortalität und der Prognose der Schutzeffizienz des Fischschutz- und -abstiegssystems. Soweit durch Steuerorgane an den Fischwechselanlagen, differenzierte Triebwerksbeschickung oder spezielle Wartungsarbeiten Auffindbarkeit und Passierbarkeit der Fischwechselanlage beeinflusst werden können, ist die während der Funktionskontrolle ermittelte optimale Betriebsweise als Anlagenbetriebsplan darzustellen und der Anlagensteuerung zu Grunde zu legen.



Triebwerksdrosselung gleichmäßig oder zuletzt auf Fischabstiegsseite, damit Tangentialströmung am Leitreechen hin zum Fischabstiegsschacht erhalten bleibt



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de

Kontroll- Fangkammer

(EBEL / GLUCH 2006)

Horizontal-
Rechen

Schütz mit
Sohl- und
Freiwas-
seröffnung

Fangkammer

10 mm Hubrechen

Schütz

Lageplan

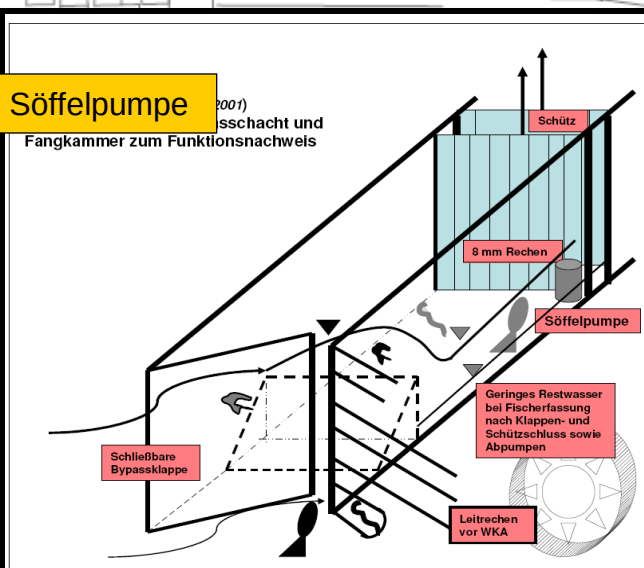
Bypassüberfall / Bremswehr
(Mindestwasserstand; Reduzierung
Fließgeschwindigkeit und Druckabfall)



Brems- Überfallwehr

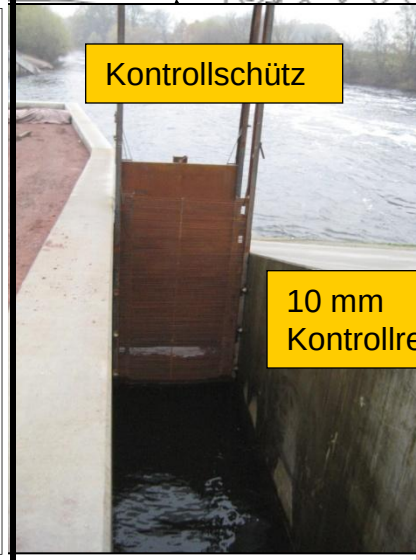
Söffelpumpe

(2001) sschacht und
Fangkammer zum Funktionsnachweis



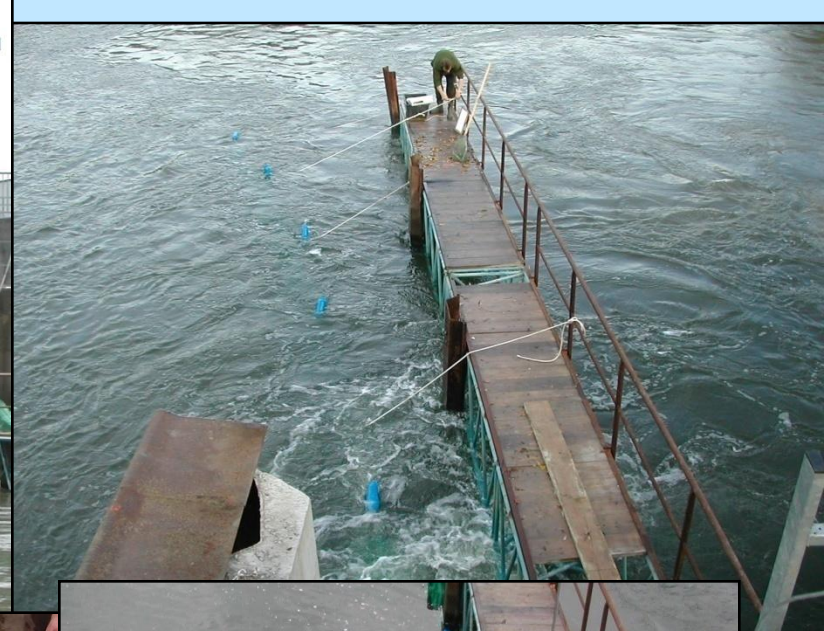
Kontrollschütz

10 mm
Kontrollrechen

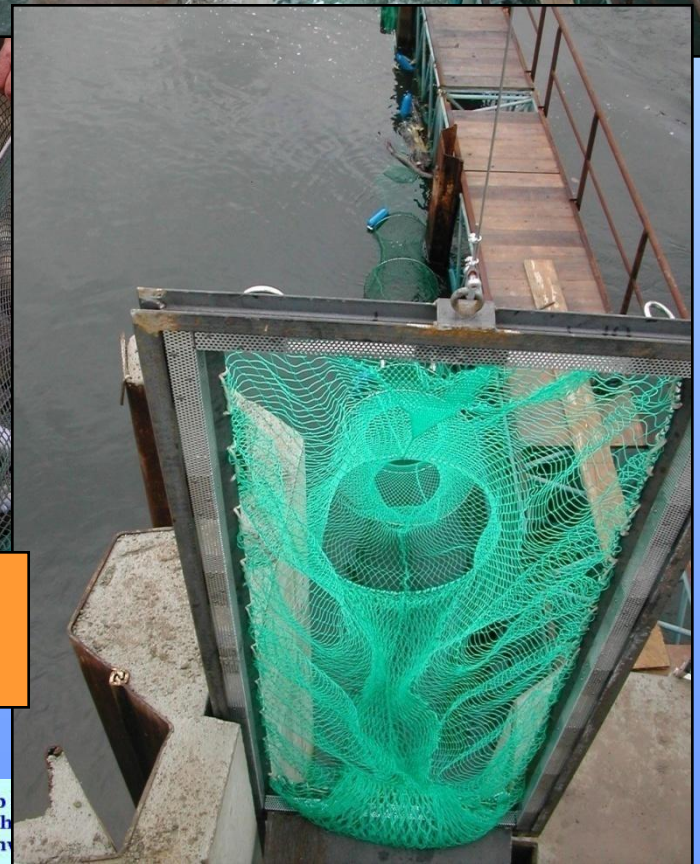


LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de



Reusenfunktionskontrolle
Fischabstieg Saale
durch *Dr. Ebel*



LHW

Landesbetrieb
Wasserwirtschaft
www.lhw.de

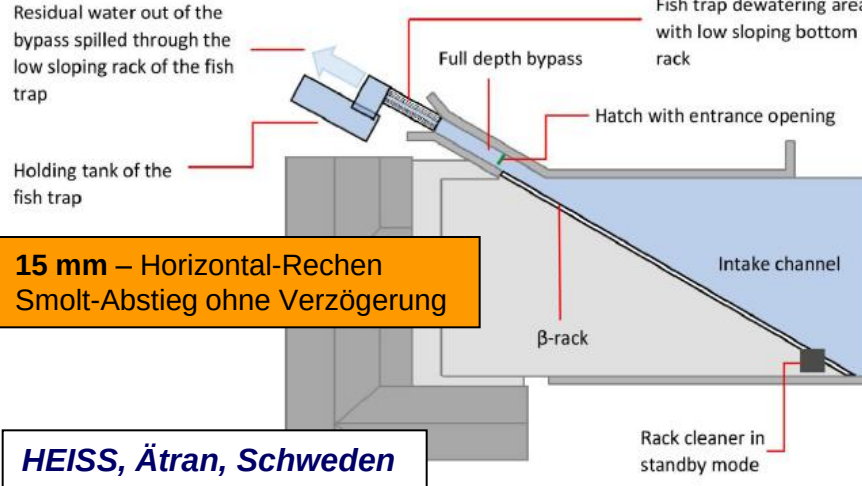
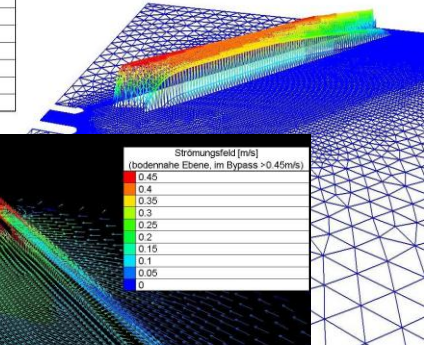
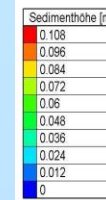


Figure 3: (A) General sketch of a guiding-screen-bypass-system as published by Ebel, Gluch and Kehl (Ebel, 2013). (B) Aerial view on the old powerhouse of the Herting HEP including 30°-angled β -rack, full depth bypass, and, adjacent fish trap.

Resonanz



Denny Scharf, Universität der Bundeswehr
München Institut für Wasserwesen, 2012
Kopplung von Telemac-3D und SISYPHE



Mehrere Planungen:
**10 mm-Brauchwasser-
Entnahme-Rechen** in
Uferflucht +
(in geschützter Lage)
Multidisk mit
Rückspülung für < 10 mm

Projekte

Modellierungen TH Aachen

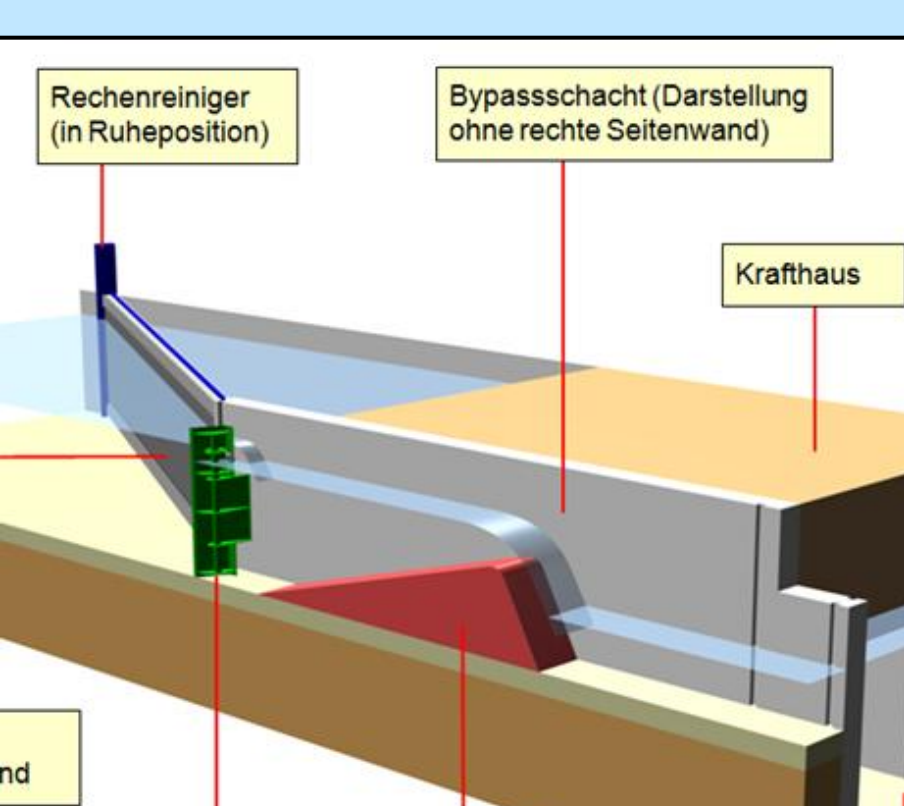


AXPO, Rüchlig in Aarau, CH



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de



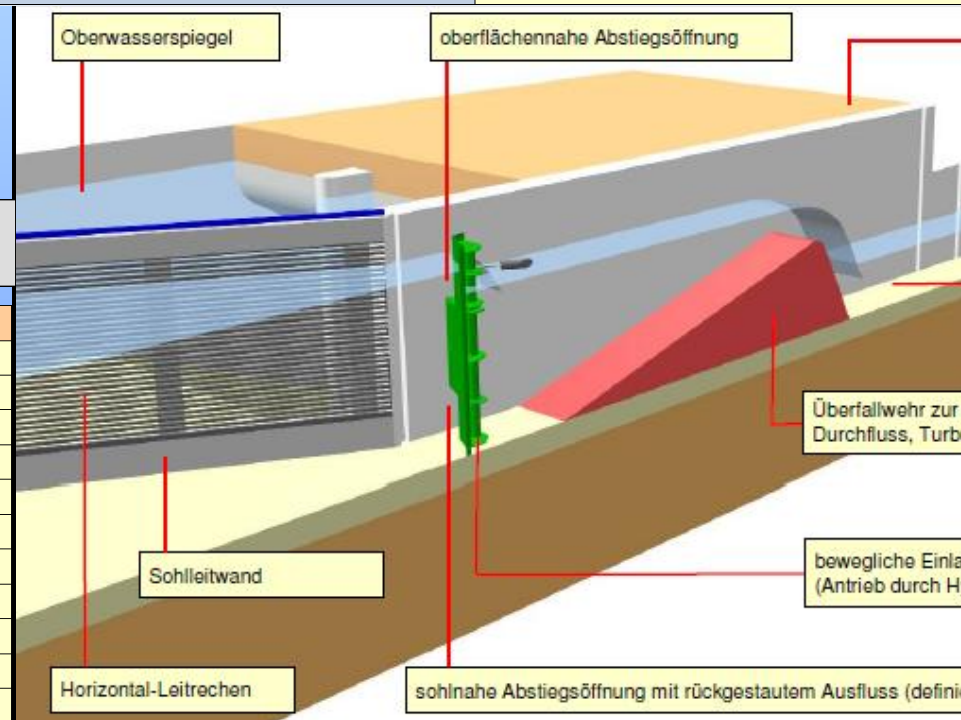
Leitrechen-Bypass-System
 EBEL, GLUCH & KEHL (2001)
 Bildauszüge aus:

Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen Handbuch Rechen- und Bypasssysteme (EBEL 2013)

Parameter	Zielgröße
lichte Weite	$s \leq 15 \text{ mm}$
horizontaler Anströmwinkel	$\theta < 45^\circ$
Anströmgeschwindigkeit	$v_{\text{ANSTRÖM}} \leq 0,80 \text{ m/s}$
Normalgeschwindigkeit	$v_{\text{NORMAL}} \leq 0,30 \text{ m/s}$
Tangentialgeschwindigkeit	$v_{\text{TANG}} > v_{\text{NORMAL}}$
Höhe Sohlleitwand	$h_{\text{SLW}} \geq 0,15 \cdot h_{\text{OW}}$ (Mindestwandhöhe = 0,50 m)
Eintauchtiefe Tauchwand	$h_{\text{TAW}} \geq 0,30 \cdot h_{\text{OW}}$ (Mindestwandhöhe = 1,00 m)

Allgemeine Zielgrößen für die Bemessung von Rechensystemen (Details vgl. EBEL 2013)
 Nur zur Orientierung! Anlagenkonkrete Bemessung erfordert art- und standortspezifische Analysen!

Parameter	Zielgröße
lichte Profilbreite	$b_{\text{BYPASS}} = 0,40 \dots 0,60 \text{ m}$
lichte Profilhöhe bzw. Wassertiefe	$h_{\text{BYPASS}} = 0,60 \dots 0,90 \text{ m}$
Krümmungsradius	$r_{\text{BYPASS}} \geq 5,0 \cdot d_{\text{BYPASS}}$ bzw. $r_{\text{BYPASS}} \geq 5,0 \cdot b_{\text{BYPASS}}$
Wassertiefe nach Überfall	$h_{\text{TOS}} \geq 0,25 \cdot \Delta h$ (Mindesttiefe = 0,90 m)
spezif. Leistung in Beckenstrukturen	$p \leq 500 \text{ W/m}^3$
Geschwindigkeit im Eintrittsprofil	$v_{\text{BYPASS}} = 0,30 \dots 1,50 \text{ m/s}$
relative Geschwindigkeit im Eintrittsprofil	$v_{\text{BYPASS,RELAT}} = 1,0 \dots 2,0 \cdot v_{\text{ANSTRÖM}}$
Geschwindigkeit im Gerinne (einschl. Öffnungen)	$v_{\text{BYPASS}} \leq 4,5 \text{ m/s}$
Terminalgeschwindigkeit im Überfall / Aufprallgeschw.	$v_{\text{ÜBERFALL}} \leq 8,0 \text{ m/s}$
Bypassdurchfluss	$Q_{\text{BYPASS}} = 0,20 \dots 2,00 \text{ m}^3/\text{s}$
relativer Bypassdurchfluss	$Q_{\text{BYPASS,RELAT}} = 0,02 \dots 0,10 \cdot Q_{\text{WKA}}$



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
 Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de

Betriebserfahrungen

- (1) geringe Rechenverluste durch horizontale Stabausrichtung**
- (2) partielle Selbstreinigung des Rechens** durch tangentialen Strömungsvektor
- (3) minimale Treibgutentsorgungskosten** durch effektive Treibgutweiterleitung ins Unterwasser
- (4) minimale Aufwendungen zur Bypassunterhaltung** durch geringe Verlegungsanfälligkeit des Bypasses (für Entnahme von großen Treibgutobjekten ist Hydraulik-Ladekran am Eintrittsprofil des Bypasses erforderlich)
- (5) bedarfsabhängige Bypassbeaufschlagung** durch bewegliche Kontrollbauwerke (geringe Beaufschlagung bei Normalbetrieb, hohe Beaufschlagung bei Spülung oder Hochwasserentlastung)
- (6) vorteilhafte Eigenschaften im Winterbetrieb** durch erleichterten Transport von Eisschollen entlang der schräg exponierten Rechenfläche

Leitrechen-Bypass-System
EBEL, GLUCH & KEHL (2001)
Bildauszüge aus:

**Fischschutz und Fischabstieg
an Wasserkraftanlagen
Handbuch Rechen- und
Bypasssysteme (EBEL 2013)**

**Ingenieurbilogische Planung:
Ökohydrauliker + Bauplaner +
ggf. UVP, FFH-VP immer als
gemeinsame iterative Bearbeitung!**

Schlussfolgerungen

- (1) vorteilhafte biologische Eigenschaften** des Systems durch bisherige Untersuchungen belegt
- (2) vorteilhafte technische Eigenschaften** des Systems durch bisherige Betriebserfahrungen belegt
- (3) System in unterschiedlichen Staaten an zahlreichen Standorten im Einsatz /**
international als Stand der Technik etabliert
- (4) System an neuen und bestehenden Wasserkraftanlagen gleichermaßen einsetzbar**
- (5) ingenieurbilogische Bemessung und Gestaltung des Systems für die jeweiligen Standortbedingungen erforderlich**
- (6) wissenschaftlich begründete Vorgaben für die ingenieurbilogische Bemessung und Gestaltung** liegen vor
- (7) weitere Evaluierung und Optimierung des Systems** vorgesehen
- (8) Etablierung einer systematischen Forschungstätigkeit zu Fragen des Fischschutzes und Fischabstiegs an Wasserkraftanlagen** auch in Deutschland erforderlich



LHW

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und
Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
www.lhw.sachsen-anhalt.de



WKA 26 m³/s

Fließgeschwindigkeits-
Kontrolle am
Leitrechen

10 mm – Horizontal-Rechen
mit Sohl-, Tauch-Leitwand



Bypassschacht mit
Einlaufftür, Bremswehr

1,5 m³/s

**Erfolgreiche Nachnutzung erfordert Leitreechen +
Bypassschacht mit Einlaufftür + Bremswehr!**

Nachnutzung in Forschung und Praxis mit System-Nennung patentfrei

Haftungsausschluss: Die Praxisbeispiele belegen die prinzipielle Funktionsfähigkeit des Systems und geben Erfahrungshinweise. Konkrete Planungen müssen die komplexen Standortbedingungen analysieren und die Anwendbarkeit hinsichtlich technischer, biologischer und energiewirtschaftlicher Folgen prüfen.

Danke für die Mitteilung von Anlagen, Untersuchungen, Erfahrungen! Es wird zugesichert, dass mitgeteilte Probleme bei neuen, bisher nicht getesteten Standortbedingungen nur intern für System-Optimierungen verwendet werden!