

2. Fachforum Fluss- Strom Plus 27.09.2017 · EXFA Magdeburg

Fluss- Strom Forschung in der Praxis

Demonstrationsvorhaben

Heiko Krause



Otto von Guericke University Magdeburg



Institute for Machine- Construction

Inhalt:

- 1. Forschungsprojekte im Netzwerk Flussstrom[®]**
- 2. Prototypen von Strömungswasserkraftanlagen**
 - 2.1 River Rider[®] Solo, Wendefurth (Bode)**
 - 2.2 River Rider[®] Tandem, Forst (Neiße)**
 - 2.3 River Rider[®] Tandem, Niederheimbach (Rhein)**
- 3. Zusammenfassung**

1. Forschungsprojekte im Netzwerk Flussstrom®

Beispiele für Konzepte, Komponenten und Prototypen von Kleinwasserkraftwerken (flussstrom.de):

- 4 Schiffmühlen
- Eine geheberte Containerwasserkraftanlage
- 3 Segmentkranzwasserräder
- einige Smart hydro Turbinen
- Ein neuartiger Kreissegmenttrechen
- das Forschungsschiff „Vector“
- Leistungselektronische Komponenten zur drehzahlgeregelten Betriebsart von Francisturbinen und drehmomentgesteuerter Drehzahlregelung für schwimmende Wasserräder, Fernwartungselektronik
- Verankerungstechnologie für frei schwimmende Schiffsmühlen



Aktuelles Forschungsprojekt "Wachstumskern Flussstrom Plus,,
Kerninhalte der 5 Verbundprojekte:

- Ökoenergiefluss: Ökologische Flussrenaturierung unter Einbeziehung von Wasserkraft entsprechend der EU-Wasserrahmenrichtlinie
- Flotillienkraftwerk: Flotillie von Schiffsmühlen an einem Standort
- Kleine Wasserkraftanlagen: universelles Staudruckwasserrad, Horizontalwasserrad und hydrokinetische Turbine
- Kaskade fischfreundliches Wehr: Kombination von Fischwanderhilfe bis zu 3 m Gefälle und Wirbelkraftwerk
- Komponenten: Transversalflussgenerator, Generator mit eisenloser Luftspaltwicklung, wartungsfreie Lagerung, Leistungselektronik mit MPP (Maximum Power Point) Steuerung
- ÖkoCert: Zertifizierungsverfahren für Kleinstwasserkraftwerke und schwimmende Wasserkraftanlagen

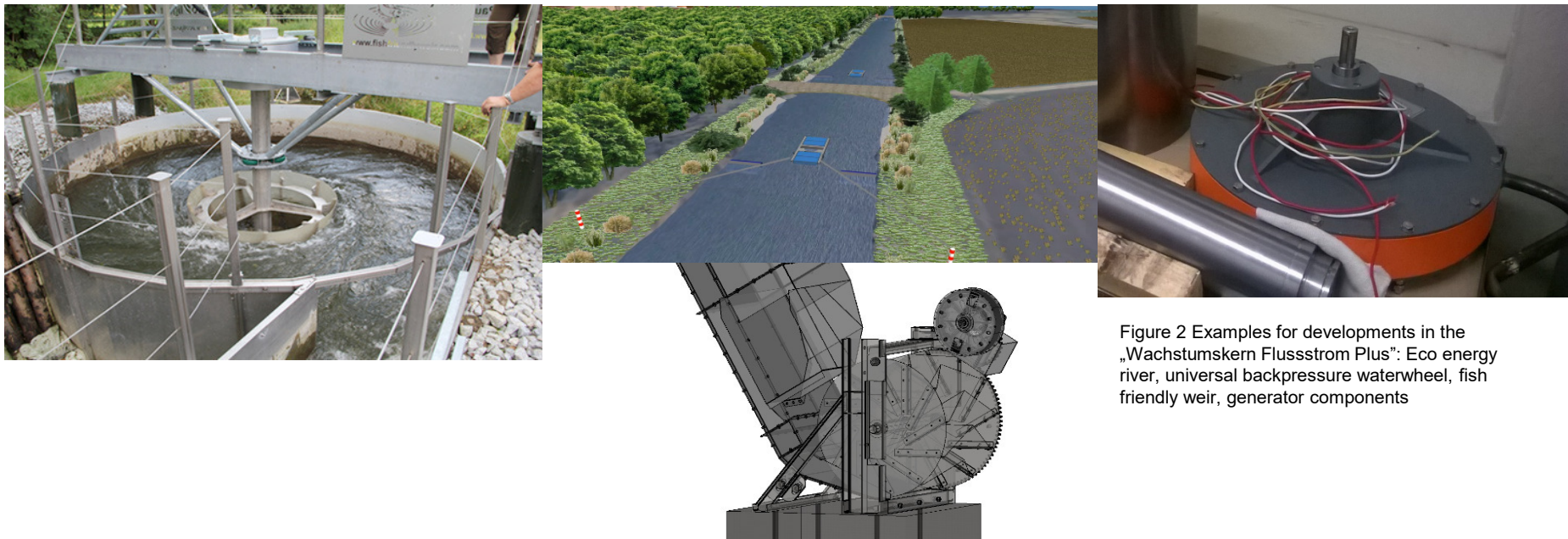


Figure 2 Examples for developments in the „Wachstumskern Flussstrom Plus“: Eco energy river, universal backpressure waterwheel, fish friendly weir, generator components

2. Prototypen von Strömungswasserkraftanlagen

2.1 River Rider® Solo, Wendefurth (Bode)

Projektstart: 09/2010

Testphase: seit 03/2011



		Typ Solo I
Gewicht	[kg]	3.500- 3.700
Maße L x B x D	[m]	8,50 x 5,00 x 1,92
Schaufelbreite	[m]	4,00
Eintauchtiefe	[m]	0,50
Drehzahl	[min-1]	7 ... 13
Einsatzbereich	[m/s]	0,80 ... 2,40
Leistungsbereich bei 400V 50 HZ	[kW]	0,25 ... 4,7

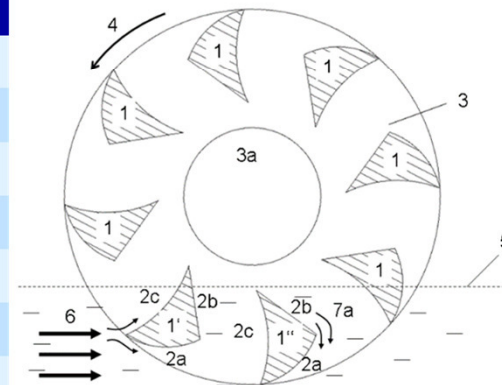


Figure 3
River Rider solo
variant (1) und (2)
with patented
waterwheel and
technical
specification

Die spezielle Konstruktion des Wasserrades sorgt für eine reibungslose und effiziente Energieumwandlung. Das Verhalten bei Treibgasbelastung wurde in Tests untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass Treibgut unter dem Wasserrad ohne wesentliche Beeinträchtigungen abgeführt wird. Die Leistungsmessungen wurden bei unterschiedlichen Strömungsverhältnissen durchgeführt und als Messung an Ort und Stelle durchgeführt. Als Ergebnis wurde ein Leistungs- Amortisationsdiagramm erstellt. Die Beschaffungskosten von 37.000 € wurden im Nachhinein kalkuliert. Die Erfahrung aus der Herstellung und Montage des Prototyps wurde in diesen Preis aufgenommen.

Wert Nr.	Datum	Ort	Gewässer	Eintauchtiefe (cm)	v (m/s)	P el (kW)
1	17.04.2012	Wendefurth	Bode	0,51	0,70	0,58
2	17.04.2012	Wendefurth	Bode	0,70	0,80	0,38
3	15.11.2012	Wendefurth	Bode	0,35	0,80	0,21
4	03.05.2012	Wendefurth	Bode	0,50	0,70	0,44
5	15.05.2012	Wendefurth	Bode	0,50	0,89	0,60
6	24.05.2012	Wendefurth	Bode	0,50	0,90	0,61
7	24.05.2012	Wendefurth	Bode	0,36	0,60	0,32
8	15.08.2013	Wendefurth	Bode	0,30	0,60	0,30
9	10.01.2013	Bergbossendorf	Lippe	0,50	2,15	4,71
10	25.11.2013	Wendefurth	Bode	0,71	0,82	0,00
11	15.01.2014	Wendefurth	Bode	0,50	0,94	0,89

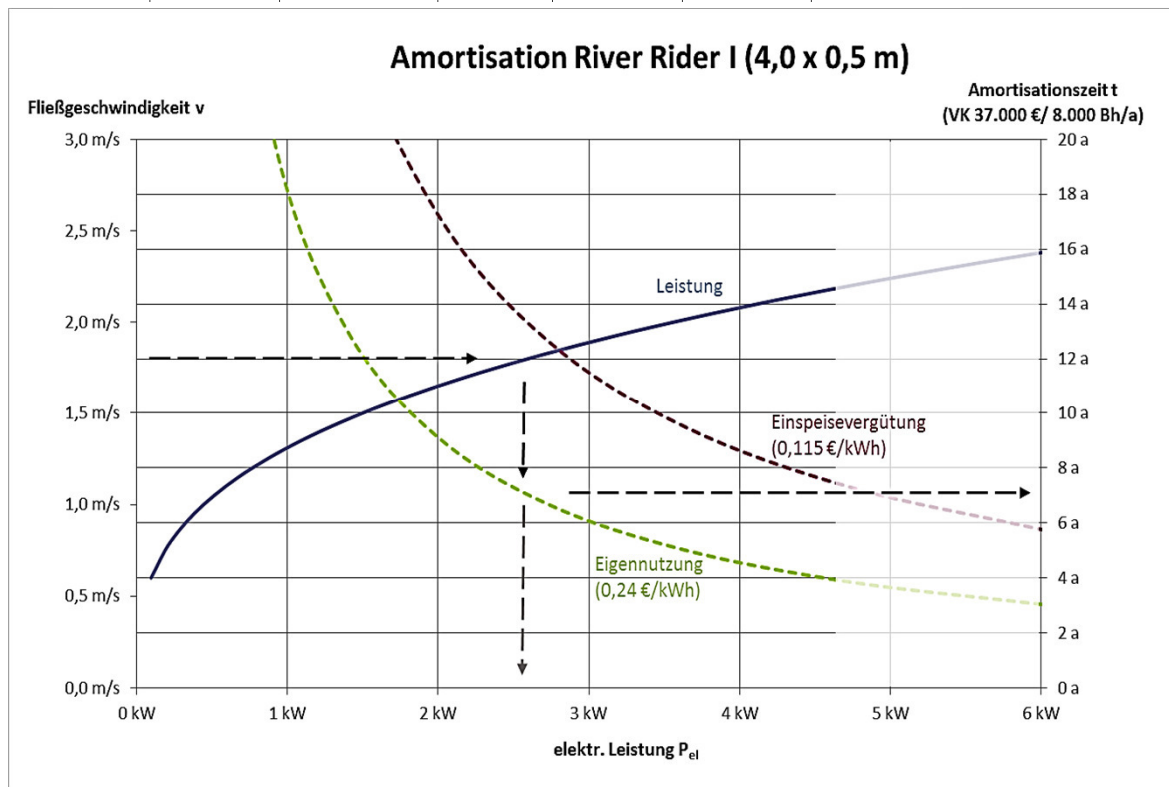


Figure 4 Power measurements River Rider Solo (power feed) and power-/ amortization chart

2.2 River Rider® Tandem, Forst (Neiße)

Projektstart: 04/2012

Testphase: 05/2013- 03/2016



Figure 5 River Rider Tandem I (Forst/ Neiße) with technical specification

		Typ Tandem I
Gewicht	[kg]	6.400- 6.900
Maße L x B x D	[m]	11,20 x 7,00 x 2,50
Schaufelbreite	[m]	5,70
Eintauchtiefe	[m]	0,65
Drehzahl	[min ⁻¹]	3,5 ... 5
Einsatzbereich	[m/s]	0,80 ... 2,40
Leistungsbereich bei 400V 50 HZ	[kW]	0,25 ... 4,8

Das System befindet sich im Zulaufkanal eines Mühlgrabens. Treibgut wird unter dem Wasserrad ohne wesentliche Störungen hindurch gefördert. Die Leistung wird bei starkem Treibgut reduziert. In solchen Fällen wurden die Wasserräder angehoben.

Die Leistungsmessungen wurden bei unterschiedlichen Strömungsverhältnissen durchgeführt und als Vorortmessung durchgeführt. Im Ergebnis wurde eine Leistungs- Amortisationstabelle erstellt. Die Beschaffungskosten von 68.000 € ergeben sich aus der Nachkalkulation. Die Erfahrung in der Herstellung und Montage des Prototyps wurde in diesen Preis aufgenommen.

Wert Nr.	Datum	Ort	Gewässer	Eintauchtiefe (cm)	v (m/s)	P _{el} (kW)
1	20.02.2014	Forst	Neiße	0,50	0,86	1,36
2	06.03.2014	Forst	Neiße	0,60	0,89	2,62
3	07.03.2014	Forst	Neiße	0,58	0,89	2,61
4	10.03.2014	Forst	Neiße	0,60	0,93	2,63
5	08.03.2014	Forst	Neiße	0,63	0,98	2,92
6	25.03.2014	Forst	Neiße	0,58	0,92	2,53
7	26.03.2014	Forst	Neiße	0,61	0,91	2,72
8	14.05.2014	Forst	Neiße	0,50	0,88	2,47
9	13.06.2014	Forst	Neiße	0,44	0,82	1,02
10	12.05.2015	Forst	Neiße	0,60	0,85	2,24

River Rider Tandem I Forst (6,0 x 0,65 m)

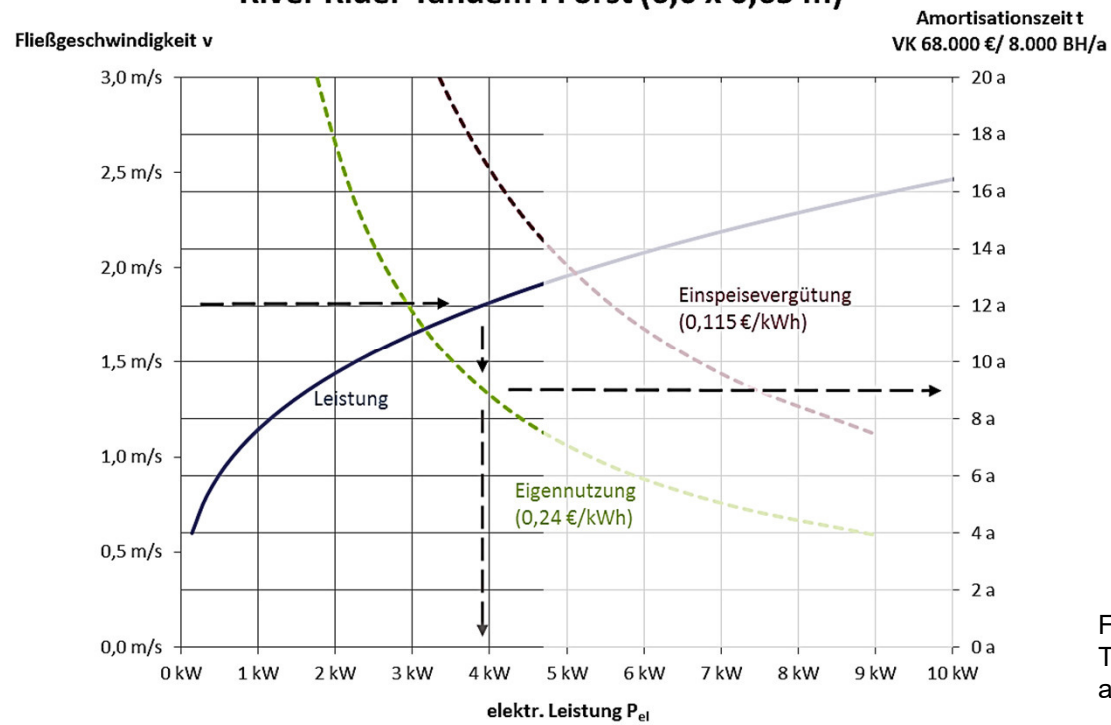


Figure 6 Power measurements River Rider Tandem I (power feed) and power-/ amortization chart

2.3 River Rider® Tandem II, Niederheimbach (Rhine)

Project start: 02/2013
Test phase: since 05/2014

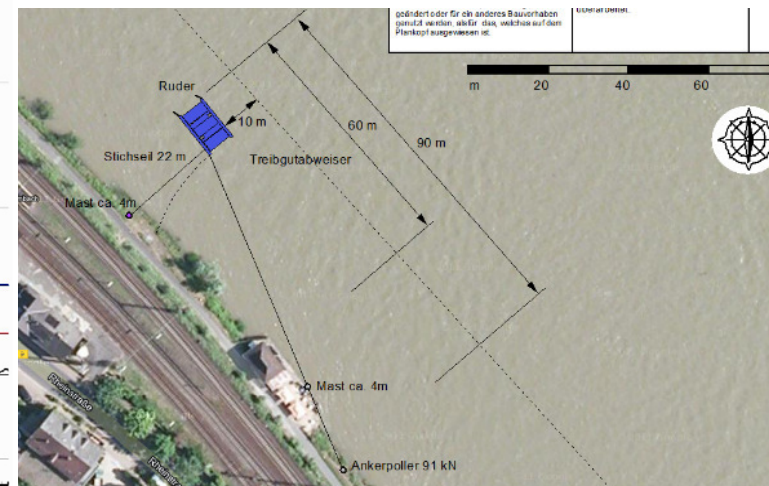


Figure 7 River Rider Tandem II (Niederheimbach) with technical specification

		Typ Tandem II
Gewicht	[kg]	12.000
Maße L x B x D	[m]	12 x 8,4 x 2,50
Schaufelbreite	[m]	5,70
Eintauchtiefe	[m]	0,65
Drehzahl	[min-1]	3,5 ... 6
Einsatzbereich	[m/s]	0,80 ... 2,40
Leistungsbereich bei 400V 50 HZ	[kW]	0,25 ... 4,8



Figure 8 Free anchoring system at the main- and side mast for position change



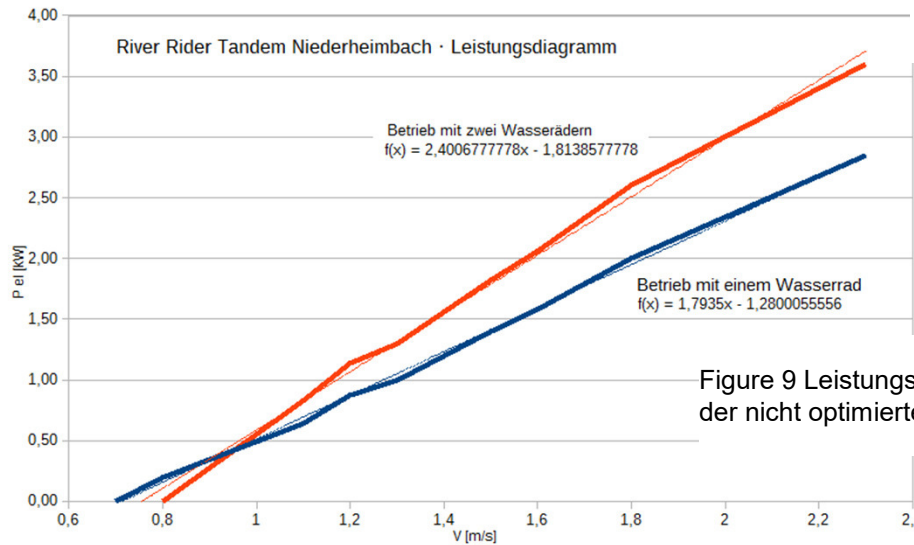


Figure 9 Leistungsdiagramm der nicht optimierten Anlage

Leistungsformel

Nicht optimiert: (1) RR Tandem II, ein Wasserrad in Betrieb:

$$P_{el} [\text{kW}] = 0,476 * A * v - 1,28$$

(2) RR Tandem II, zwei Wasserräder in Betrieb:

$$P_{el} [\text{kW}] = 0,635 * A * v - 1,814$$

Optimiert: (3) RR Tandem II, ein Wasserrad in Betrieb:

$$P_{el} [\text{kW}] = 0,476 * A * v - 0,492$$

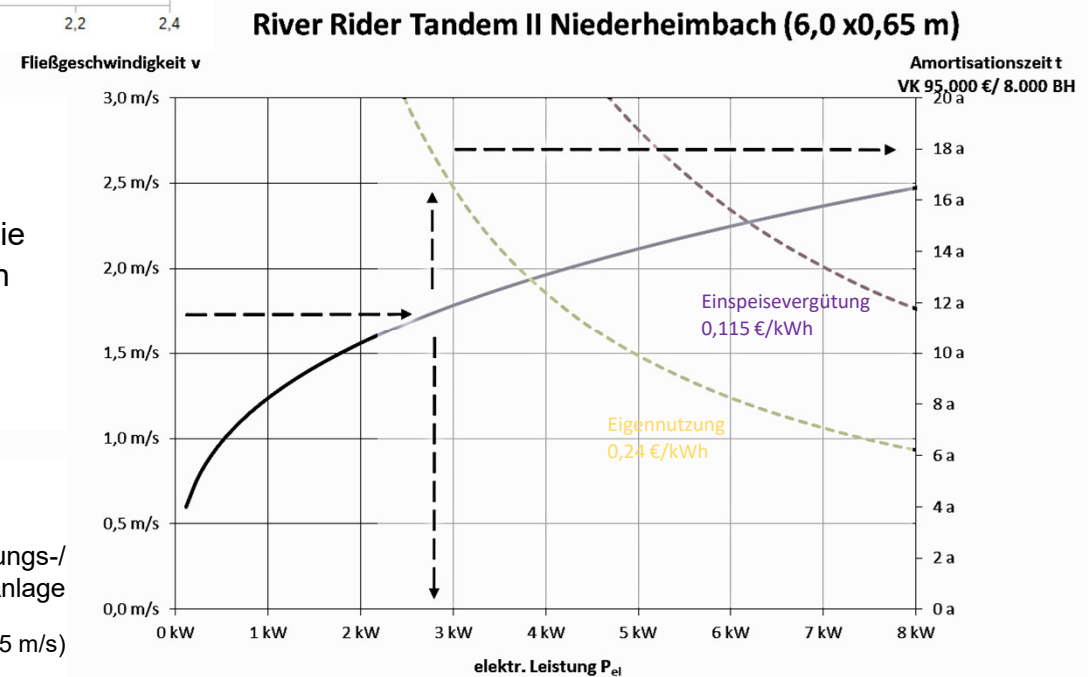
(4) RR Tandem II, zwei Wasserräder in Betrieb:

$$P_{el} [\text{kW}] = 0,635 * A * v - 0,533$$

Basierend auf den Leistungsberechnungen wurde das Leistungs- / Amortisationsdiagramm erstellt. Die Beschaffungskosten von 95.000 Euro ergeben sich aus der Nachkalkulation. Die Erfahrung in der Herstellung und Montage des Prototyps wurde in diesen Preis aufgenommen.

Figure 10 River Rider Tandem II (Niederheimbach), Leistungs-/ Amortisationsdiagramm der optimierten Anlage

(Permanent- Synchrongeneratoren+ optimierter Ankerplatz v+ 0,5 m/s)



3. Zusammenfassung

Die Ertragsmessungen am River Rider Solo, River Rider Tandem I und Rider River Tandem II zeigen deutlich die Potenziale, Herausforderungen und Grenzen der Nutzung von Strömungswasserkraftanlagen in Flüssen:

(1) Die Wirtschaftlichkeit kann nur dann gewährleistet werden, wenn:

- Strompreiskalkulation > € 22 € ct / kWh (Eigennutzung / Direktmarketing)
- mittlere Strömungsgeschwindigkeit > 1,5 m / s
- Unmittelbare Nähe der hydraulischen Maschine zum Verbraucheranschluss

(2) Zu lösende Aufgaben sind:

- Technologische Fertigungskonzepte zur Reduzierung der Produktionskosten
- Technologische Betriebskonzepte zur Senkung der Betriebs- und Instandhaltungskosten

(3) Der Einsatz von Strömungs-Wasserkraftanlagen ist unwirtschaftlich:

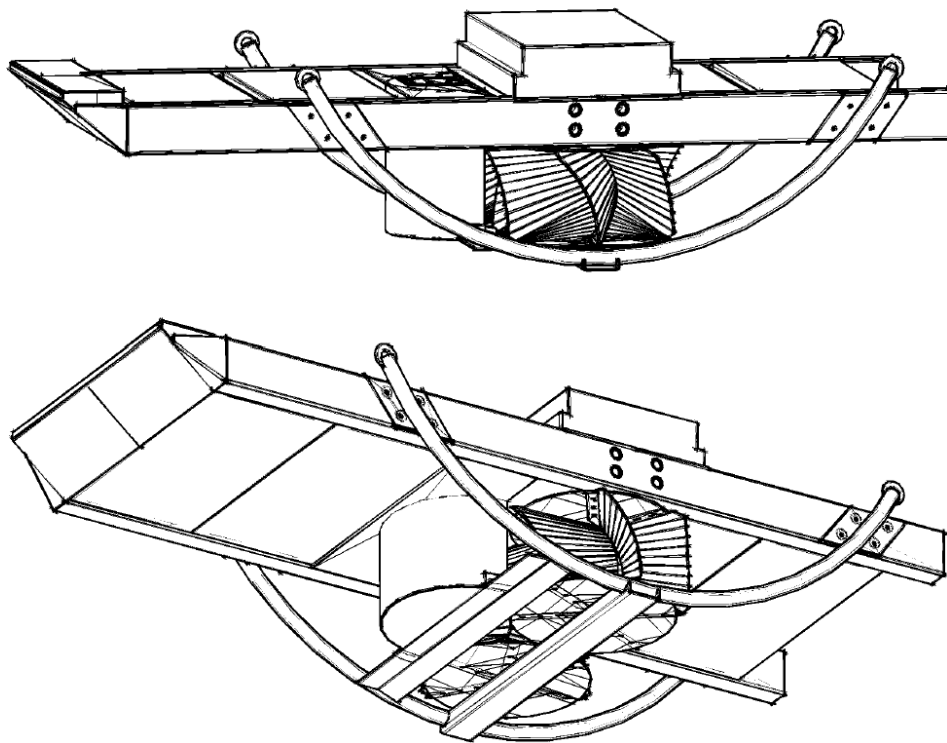
- bei Netzeinspeisevergütung nach Energieeinspeisegesetz (EEG)
- an Standorten mit starkem Eisgang
- an Standorten mit mit stark schwankenden Abflüssen

(4) Ein besonderer Vorteil der frei schwimmenden Wasserkraft ist ihre ökologische Verträglichkeit. Das Genehmigungsverfahren ist vergleichbar mit dem für Bootsstege. Es wurde gezeigt, dass die ökologische Durchgängigkeit für alle aquatischen Lebewesen nicht nachteilig beeinflusst wird. Alle drei beschriebenen Systeme wurden in einem Zeitraum von 6 bis 9 Monaten genehmigt.

(5) Die technologischen Herausforderungen sind am besten bei kleinen Ausstattungskonzepten zu lösen. Bei kleinen Anlagen steht darüber hinaus eine größere Anzahl von geeigneten Standorten zur Verfügung.

Aus diesem Grund werden in Kürze weitere Prototypen getestet:

Hauptabmessungen: L= 3,30 m
 B= 1,60 m
 Eintauchtiefe H= 0,65 m



Hauptabmessungen: D= 780 mm
 L= 1.200 mm

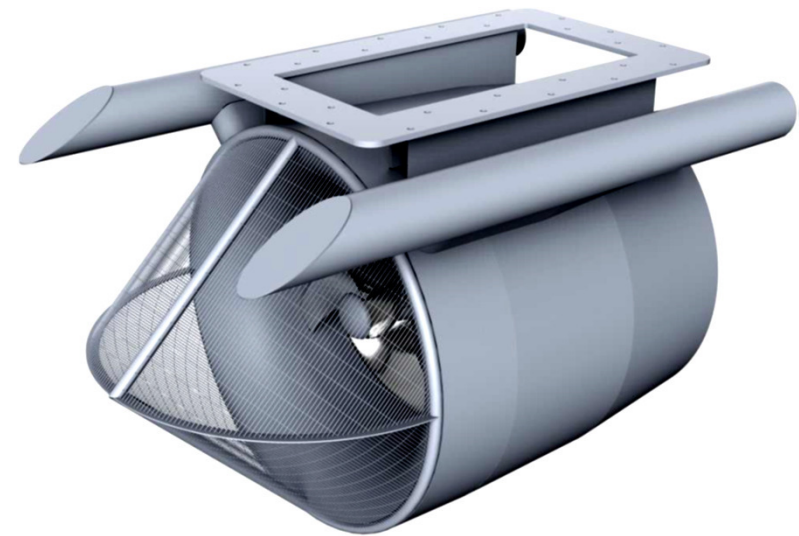


Figure 11 Horizontal waterwheel 1kW and hydrokinetic turbine 1kW

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

