

# „Vom River Rider zum Fluss- Strom Flottillenkraftwerk“

SIBAU Genthin GmbH & Co. KG

Dipl. Ing. Heinrich Baumgärtel, Geschäftsführer



Dipl. Ing. Stephan Mertens, Projektleiter Forschung und Entwicklung

Otto von Guericke Universität Magdeburg

Dr.-Ing. Thomas Schallschmidt, Institut für elektrische Energiesysteme



**FACHFORUM FLUSS-STROM<sup>PLUS</sup> 27.09.2017 – Magdeburg**



1. Firmenvorstellung  
SIBAU Genthin GmbH & Co. KG
2. Die Idee der Flottille
3. Forschungsvorhaben Flottillenkraftwerk
4. Laufende Prototypentwicklung
5. Kleine Leistungseinheit „RiverRider Solo S“
6. Generatorentwicklung für Schwimmende Wasserräder

## SIBAU Genthin GmbH und Co. KG



**90  
Mitarbeiter**

**Berechnung**

**Konstruktion**

**Fertigung**

**Montage**

**Stahlwasserbau,  
Stahlbrückenbau,  
Stahlanlagenbau und  
Stahlsonderbau**



**Eigener  
Schiffsanleger**

**Mitglied im Netzwerk  
Fluss-Strom seit über 10 Jahren**





# Firmenvorstellung



## Stahlwasserbau



**Montage Schleusentor (Ahsen)**



**Montage Schleusentor  
(Dorsten)**

Wir machen  
Schifffahrt möglich...





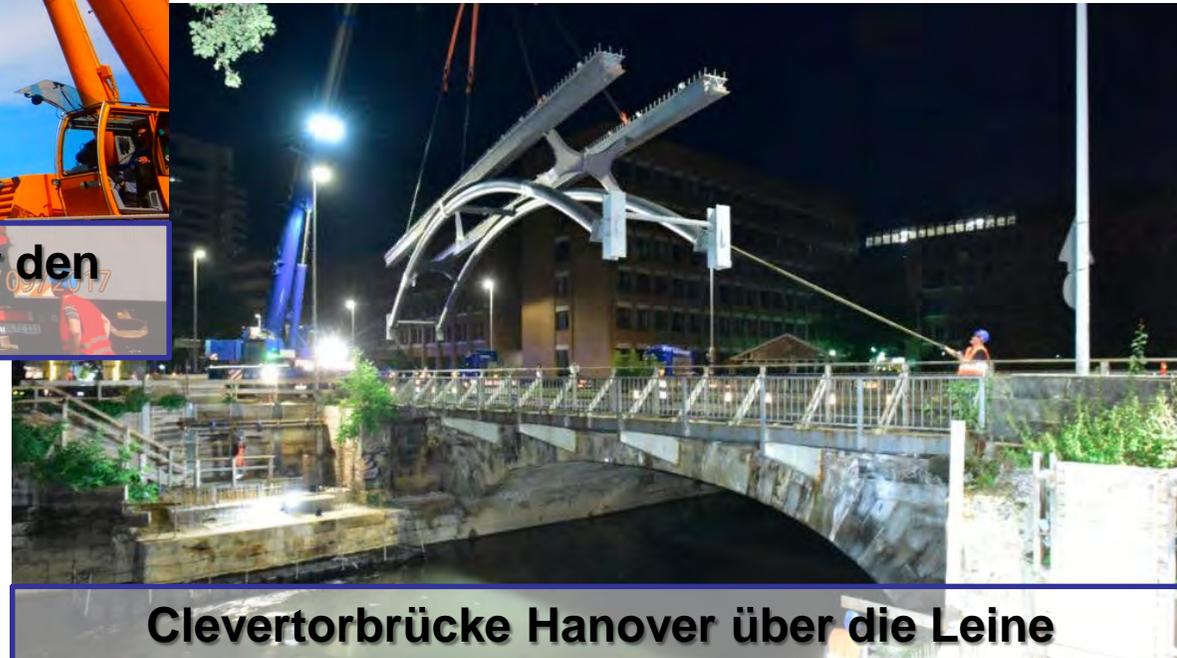
# Firmenvorstellung



## Stahlbrückenbau



Eisenbahnbrücke Penzberg über den Säubach



Clevertorbrücke Hanover über die Leine





## Stahlanlagenbau



**Asphaltmischbehälter**





# Firmenvorstellung



## Stahlsonderbau



**Wir betreiben den Fluss-Strom-Forschungsversuchsträgers VECTOR**

## Forschung

**Testläufe mit unterschiedlichen Strömungswandlern**

**Mitentwicklung des RIVER RIDER®**

**Turbinenentwicklung für Gierseilfähren**

**Multifunktionsträger für Schweißroboter**





## Idee und Ausgangspunkt der Entwicklung eine einfache robuste Schiffsmühle



RR solo:

8m x 5m 5t

Wasserrad

B 4m x D 2m

2 kW Leistung



RR Tandem:

12m x 7,3m 12t

Auslegung:  
2 Wasserräder

B: 5,7m x D 2,5m

Mit je 4 kW Leistung

**Tatsächliche Leistung:**

**5kW!**





# Motivation



Eine schwimmende Kleinwasserkraftanlage mit gleichen Baugruppen geschickt dem jeweiligen Standort anpassbar in einem Verbund kombinieren.

Einzelkosten der einzelnen Anlage durch Mehrfachfertigung senken (Serie)

Nutzung von zentraler Verankerung, Treibgutabweisung Netzeinspeisung bzw. Standardisierter Baugruppen dadurch Senkung von Planungskosten und Genehmigung





# Motivation





SIBAU – Genthin GmbH & Co. KG (Verbundkoordinator)  
Industriepark Am Werder  
39307 Genthin



EAG D-I-E Elektro AG  
Göschwitzer Straße 56  
D - 07745 Jena



Otto-von-Guericke Universität Magdeburg  
Institut für Strömungstechnik & Thermodynamik,  
Lehrstuhl Strömungsmechanik & Strömungstechnik  
Universitätsplatz 2  
39106 Magdeburg

## Verbundprojekt 2 „Technologieentwicklung für Flottillenkraftwerke“

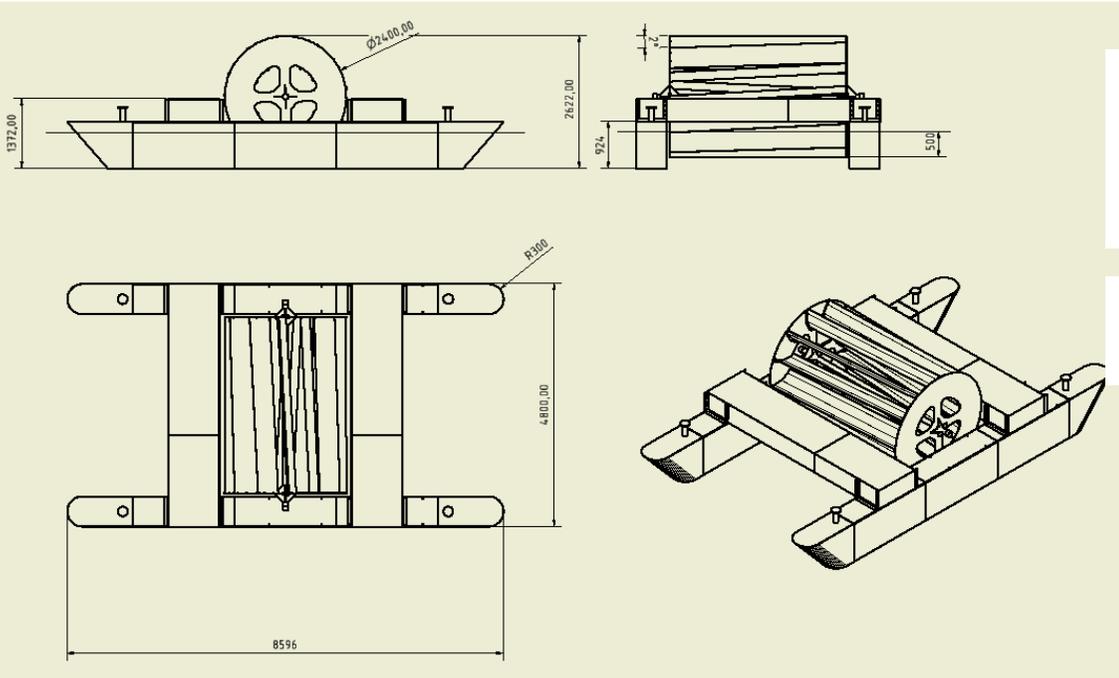


engelke engineering art gmbh  
Schilfbreite 3  
39120 Magdeburg

2015- 2018



## Flottillenkraftwerks Leistungseinheit 1. Entwurf



Masse Schwimmkörper: ca. 2000kg  
 Auftrieb: ca: 6200kg  
 Nutzlast: ca: 4000kg  
 Anbauteile/Steuerung: ca: 1000kg

Masse für einsetzbare Strömungswandler  
 ca. 3000kg

Strömungsgeschwindigkeit  
 am Standort 1,7 m/s

Wirkungsgrad hydraulisch  
 (angenommen) 0,35

Durchströmte Fläche	1,75 m <sup>2</sup>
Durchfluss Q	2,975 m <sup>3</sup> /s
Massenfluss m	2975 kg/s
Leistung Theoretisch 1,7m/s (2m/s)	4,298875 kW (7kW)
Leistung 1,7m/s (2m/s)	1,50460625 kW (2,45kW) = ca. 6kW für die Flottille

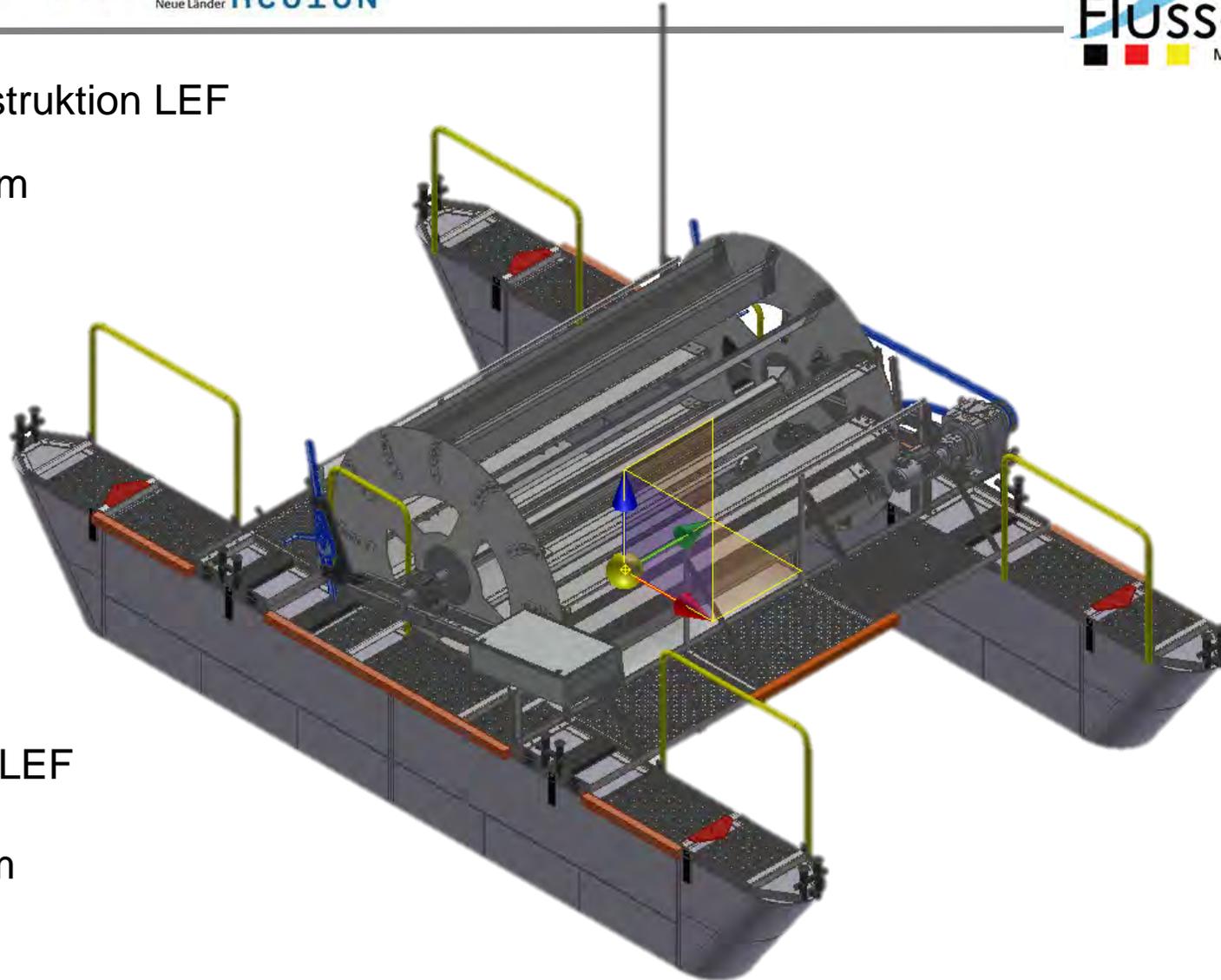
## Leistungseinheit mit:

- trimmbarem Katamaranschwimmkörpersystem  
aus beschichteten Stahlblech 8m x 5m , 0,2m Freibord
- Wasserrad Durchmesser 2,4m, Breite 3,5m,  
12 Schaufeln aus Stahlblech, Eintauchtiefe 0,5m  
mit wartungsfreier Pendelrollenlagerung
- Maschinensatz Umrichtergeführter Asynchrongenerator  
Umrichtergeführter Synchrongenerator  
Spannungsgeführter Bürstenloser DC-Generator  
Direktantriebener Transversalflussgenerator mit verteilter  
Wicklung
- Leistung 5kW (standortabhängig)
- Verankerung je nach Standort in der Flusssohle  
oder am Ufer  
jeweils 4 Leistungseinheiten an einer Verankerung bei 2 m/s



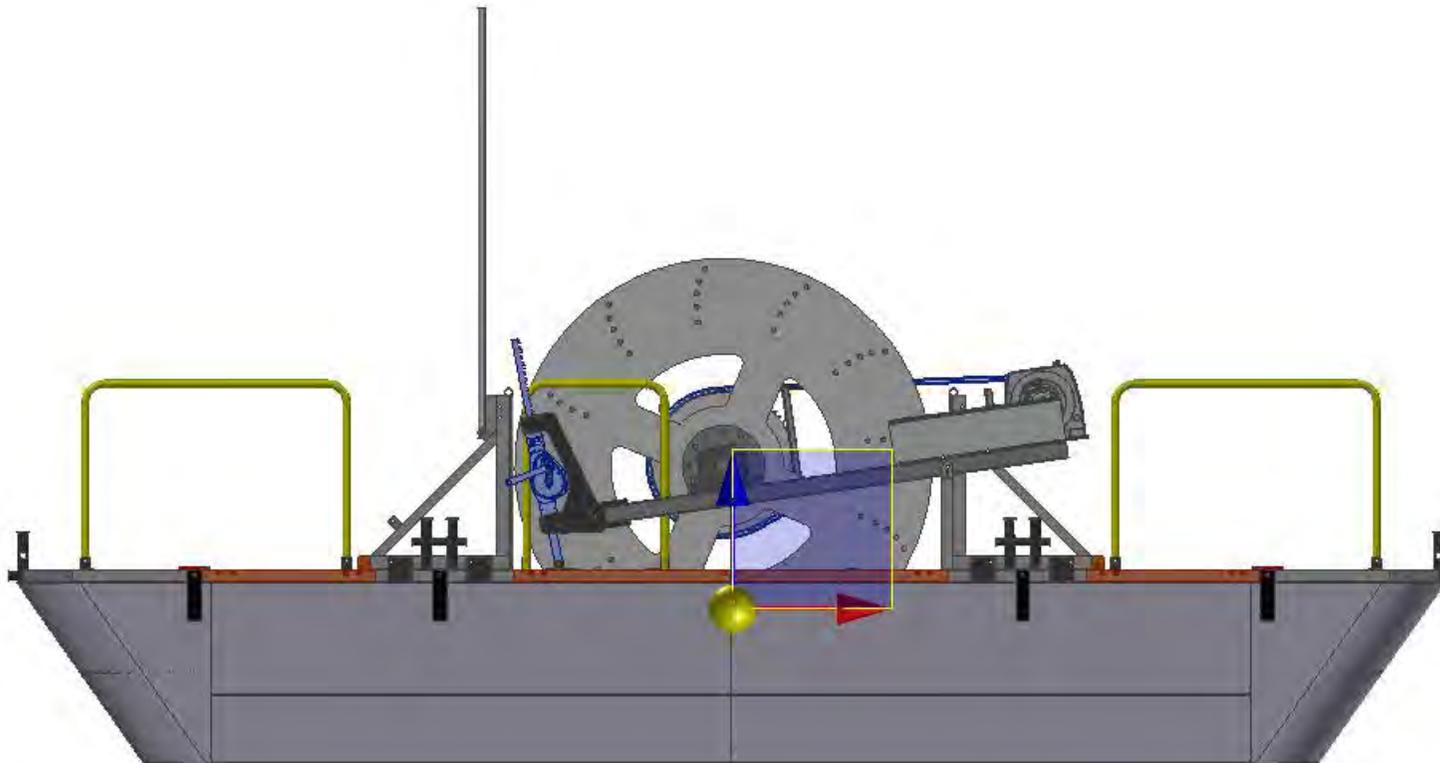
## Finale Konstruktion LEF

8,5m x 4,8m



## Wasserrad LEF

3,5m x 2,4m

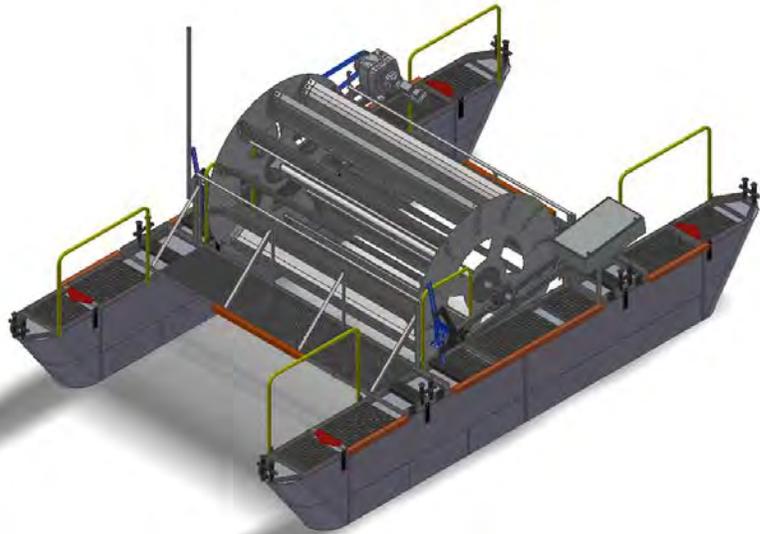


Auftrieb bei 200mm Freibord: 7,425 m<sup>3</sup>  $\approx$  7400kg bei 0mm  $\approx$  9300kg

Eigengewicht aktuelle Konfiguration:  $\approx$  5300kg



# Protoypenentwicklung



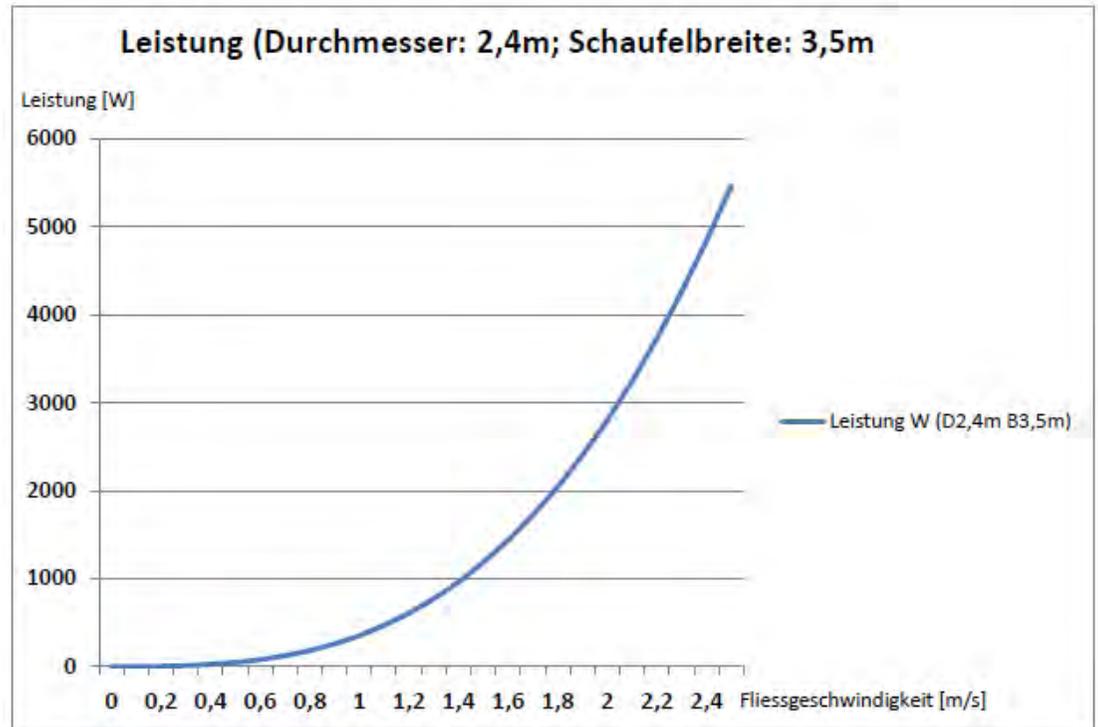
Leistung je Einheit

1kW – 5kW

Leistung pro Kraftwerk

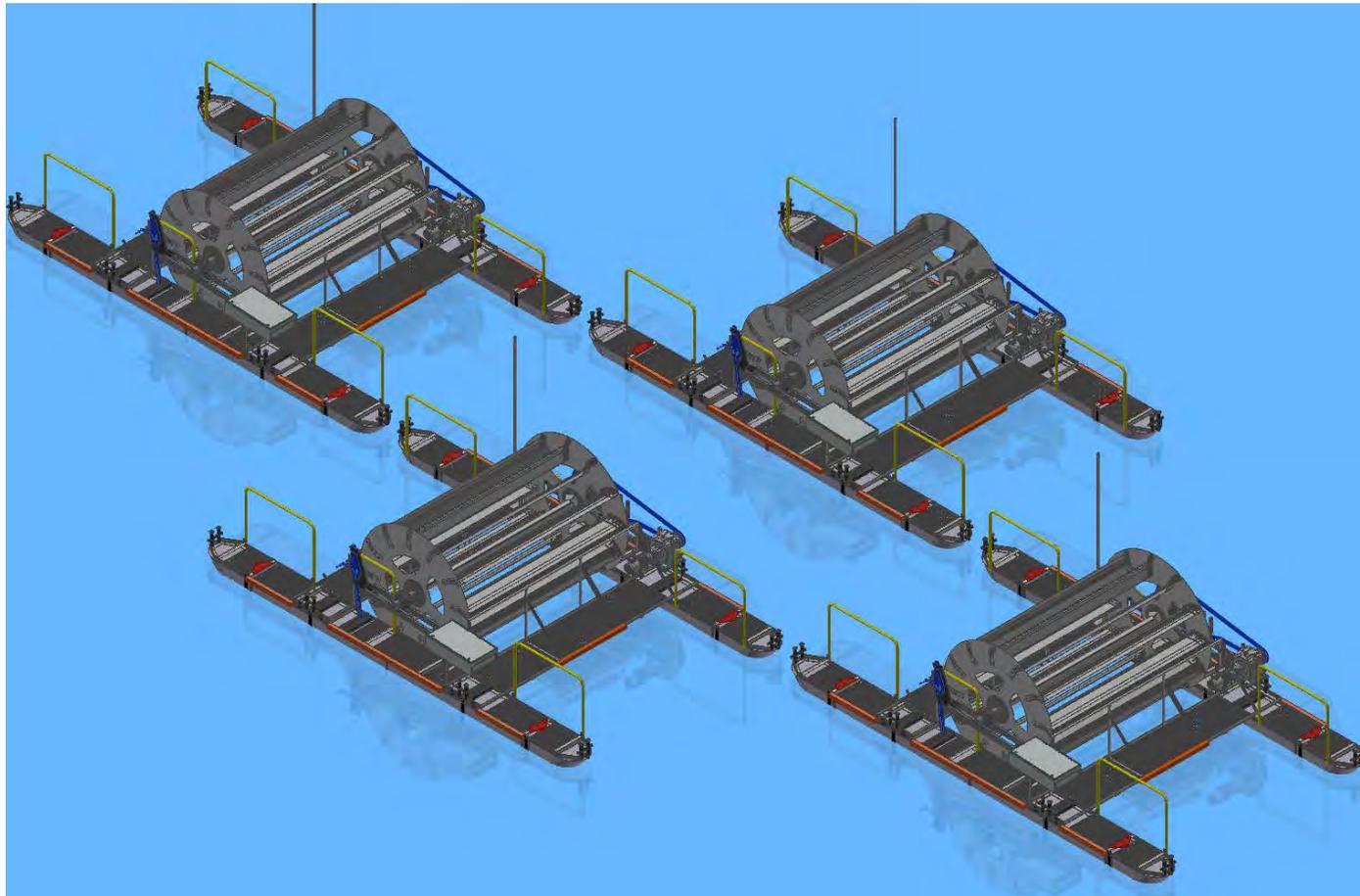
Je nach Ausbaustufe

10 kW - ...





## Modulares Flottillenkraftwerk mit „Raute“ als kleinste Einheit pro Verankerung



Leistung pro „Raute“

Je nach  
Fließgeschwindigkeit

4 kW – 12kW

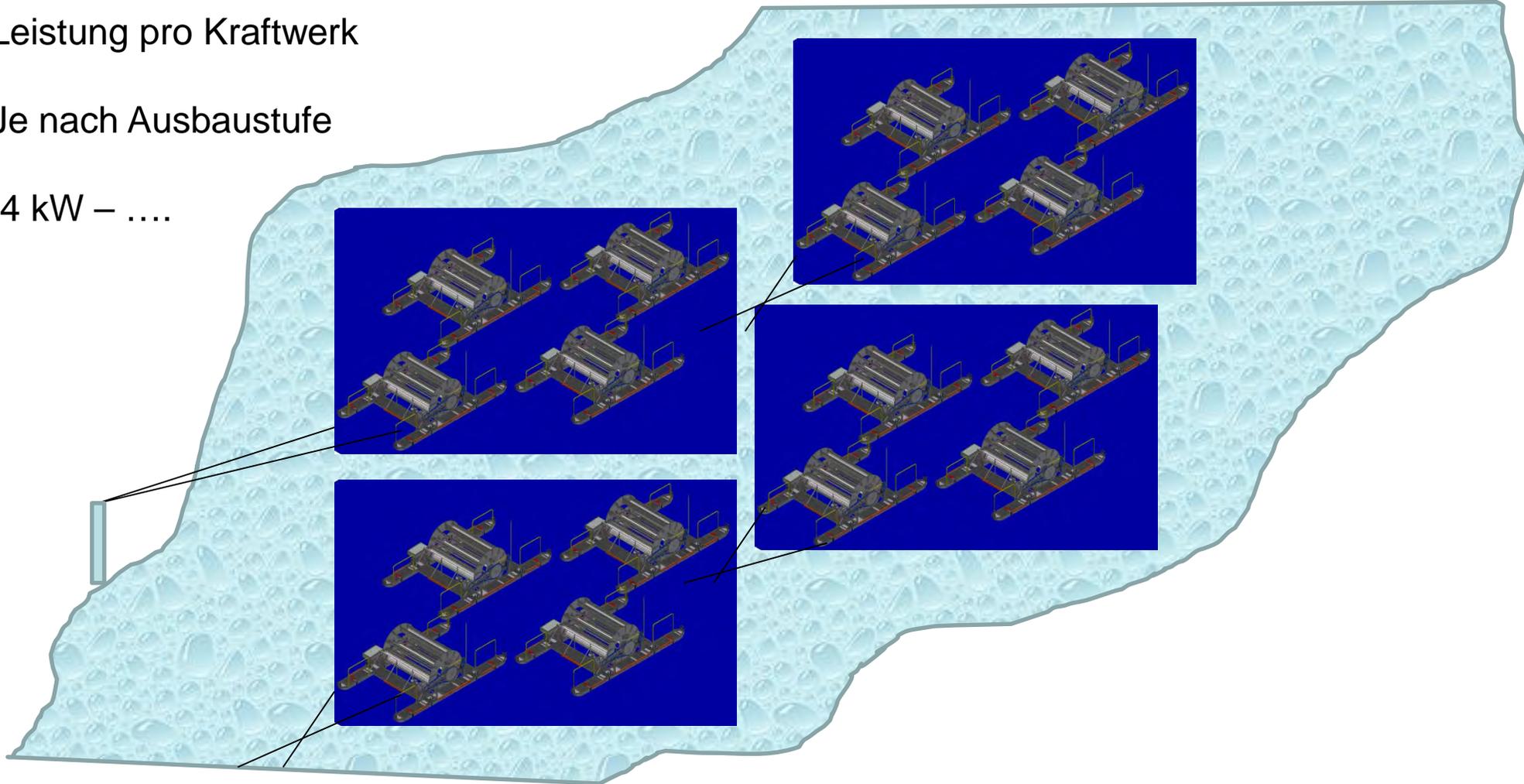


- Skalierbarkeit des Flottillenkraftwerk je nach Platz

Leistung pro Kraftwerk

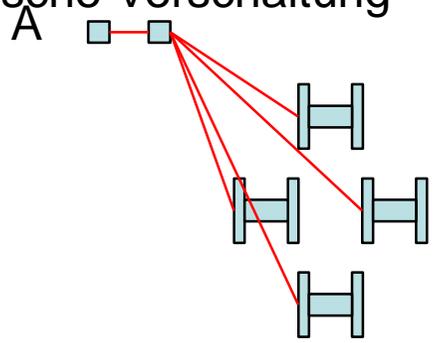
Je nach Ausbaustufe

4 kW – ....

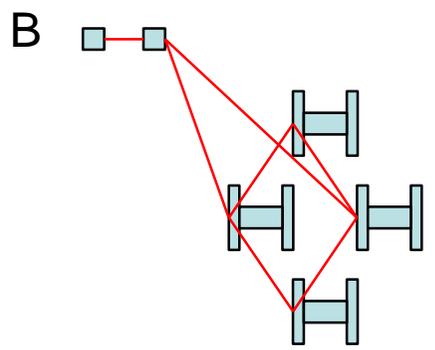


# Protoypenentwicklung

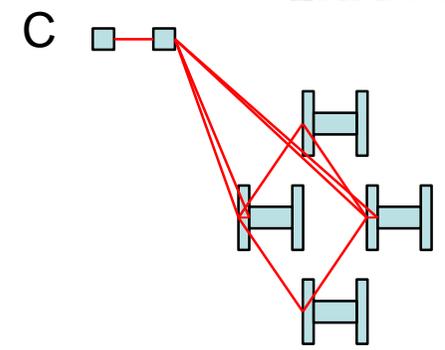
## Elektrische Verschaltung



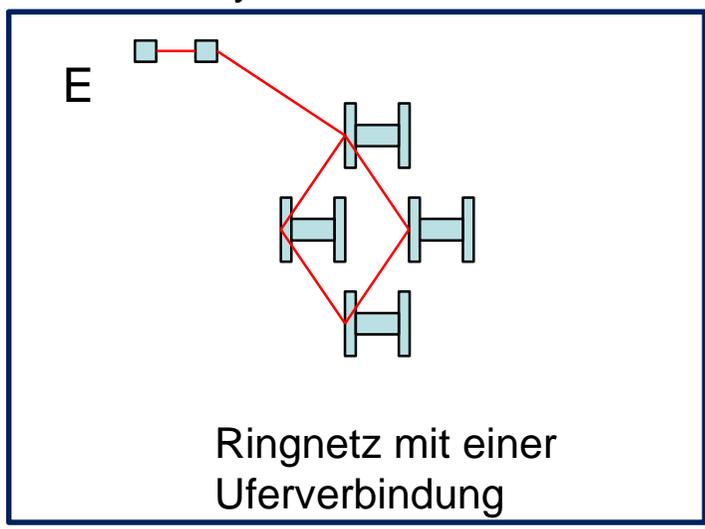
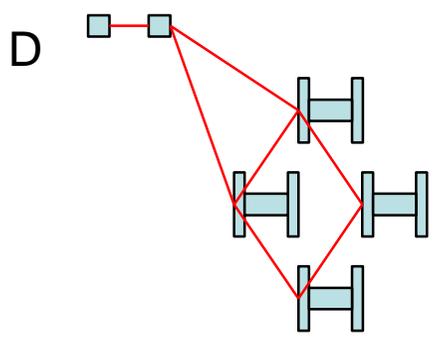
Stichnetz/  
Strahlennetz



Ringnetz mit zwei  
Uferverbindungen,  
symmetrisch



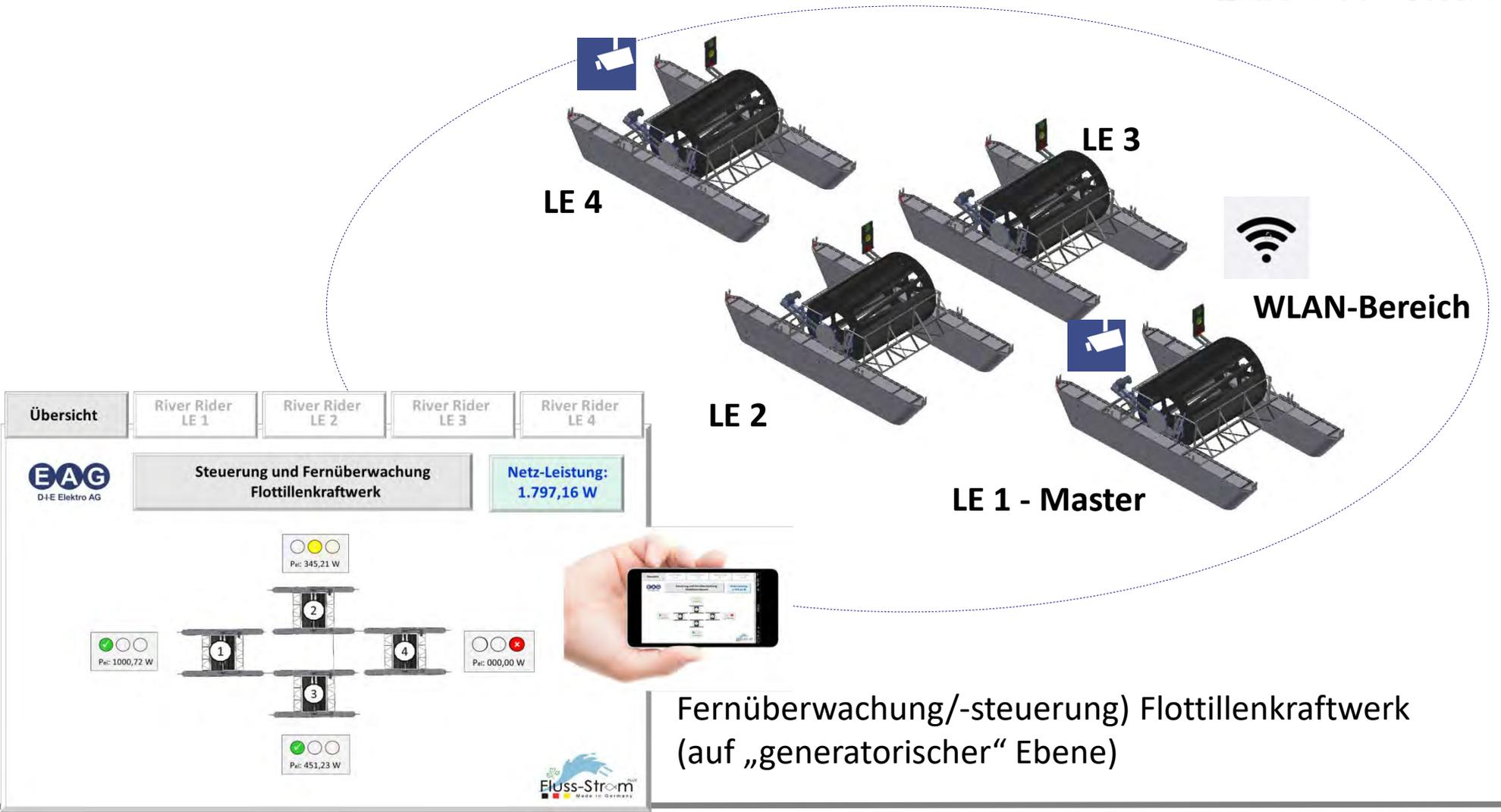
Ringnetz mit zwei  
Uferverbindungen,  
symmetrisch, 2 Systeme



Ringnetz mit einer  
Uferverbindung

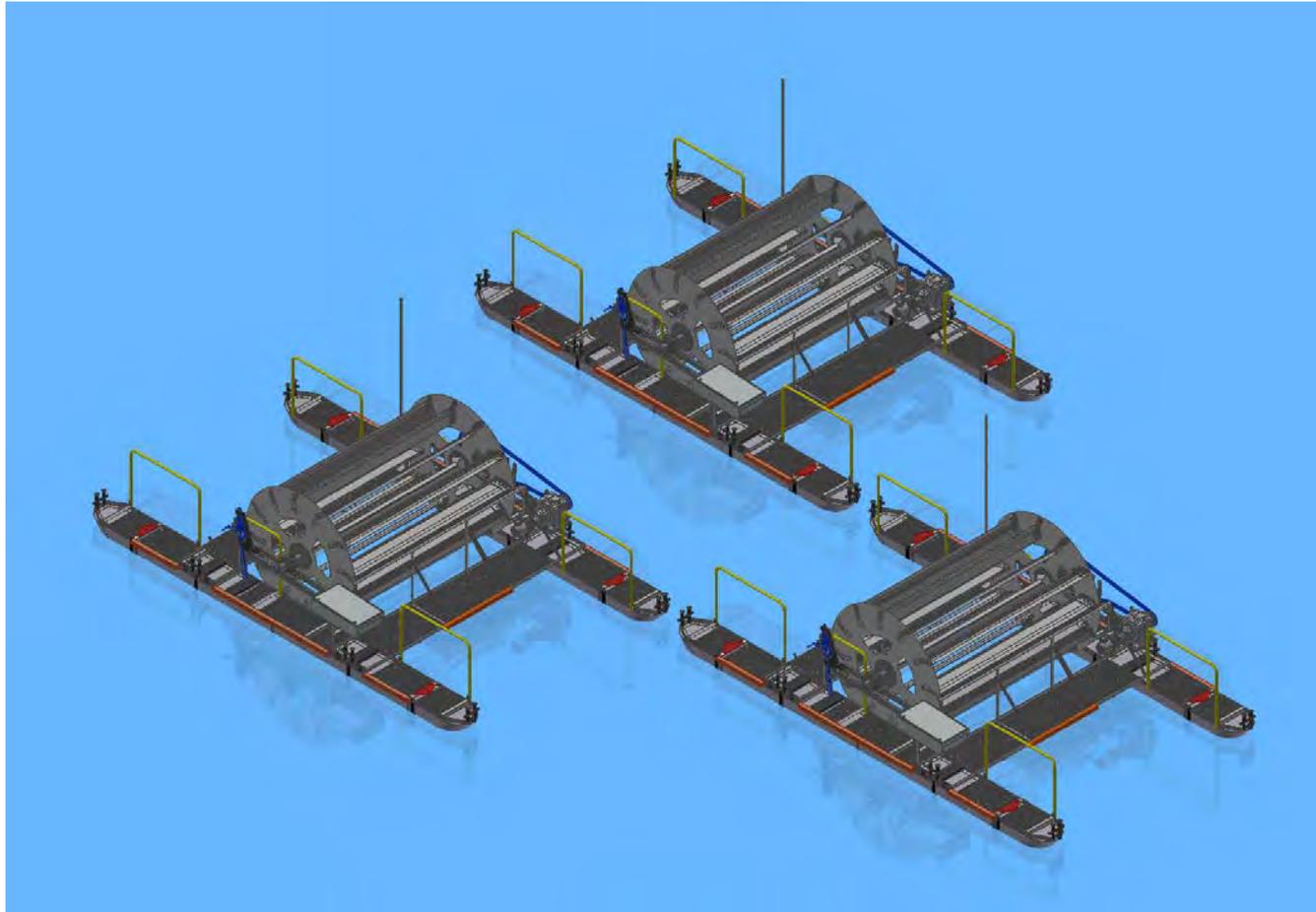


# Prototypenentwicklung





## Prototyp 1 Phase auf der Elbe

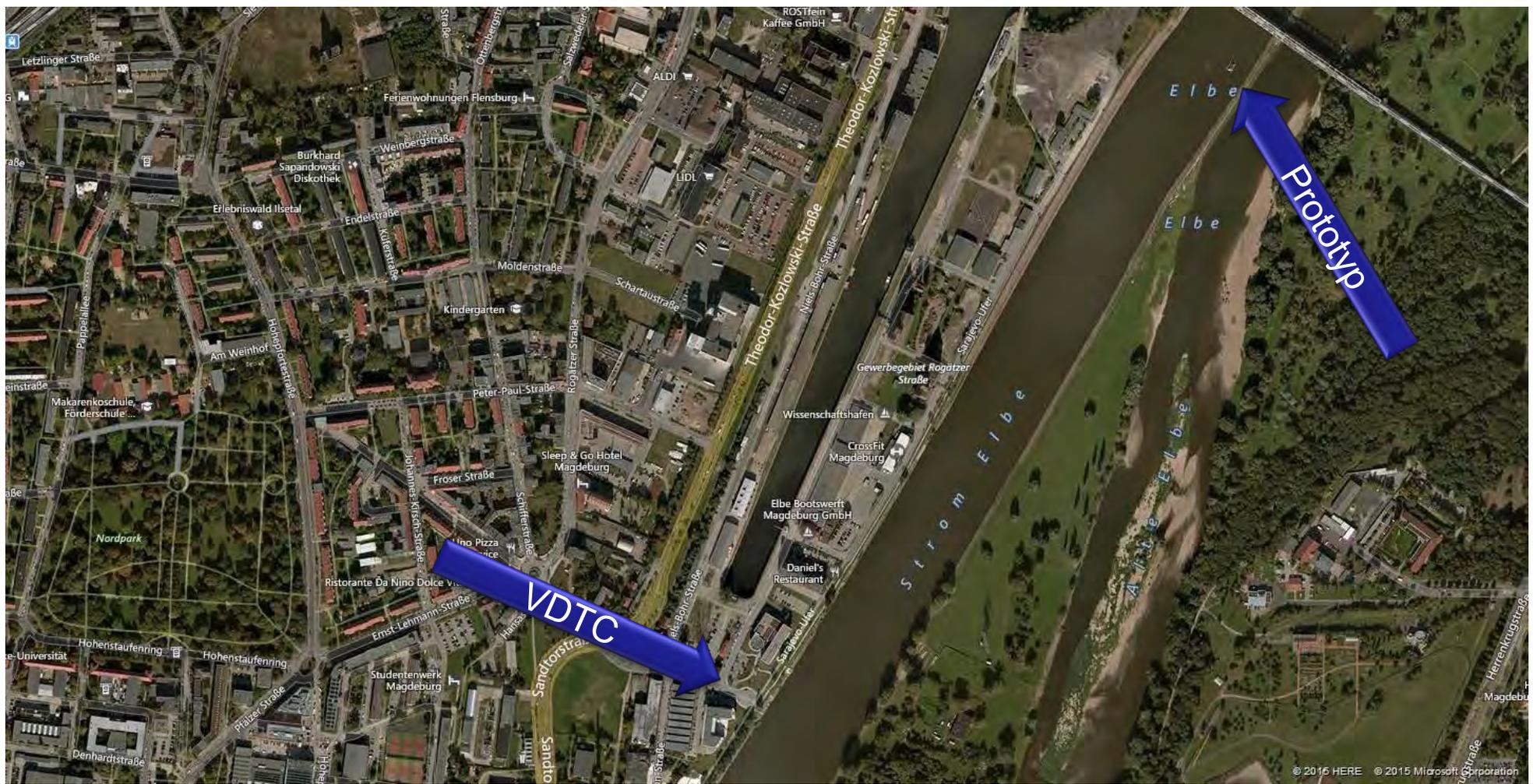




# Protoypenentwicklung



## Prototypenstandort der Flottille am Vectorstandort auf der Elbe





# Prototypenbau



## Schwimmkörperfertigung





# Prototypenbau



## Wasserradfertigung





## Probewasserrad im Massstab 1:2 studentische Arbeit

Außendurchmesser : 1,5 m ; Welle rechnerisch dimensioniert  
 Schaufelbreite: 1,4 m ; Konstruktion über FEM-Analyse  
 Eintauchtiefe: 0,125 m  
 Worst-Case-Szenario:  $c_W = 2,3$  ;  $v \leq 2,5 \text{ m/s}$



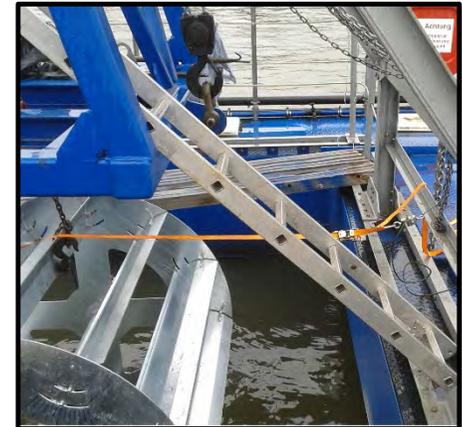


## Statische Belastungen

- Wasserrad wird stillstehend, mit unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten, angeströmt
- Kraftmessgerät erfasst die Anströmungskraft  $F_w$
- Vergleich mit theoretischen Annahmen und Ermittlung des Strömungskoeffizienten  $c_w$

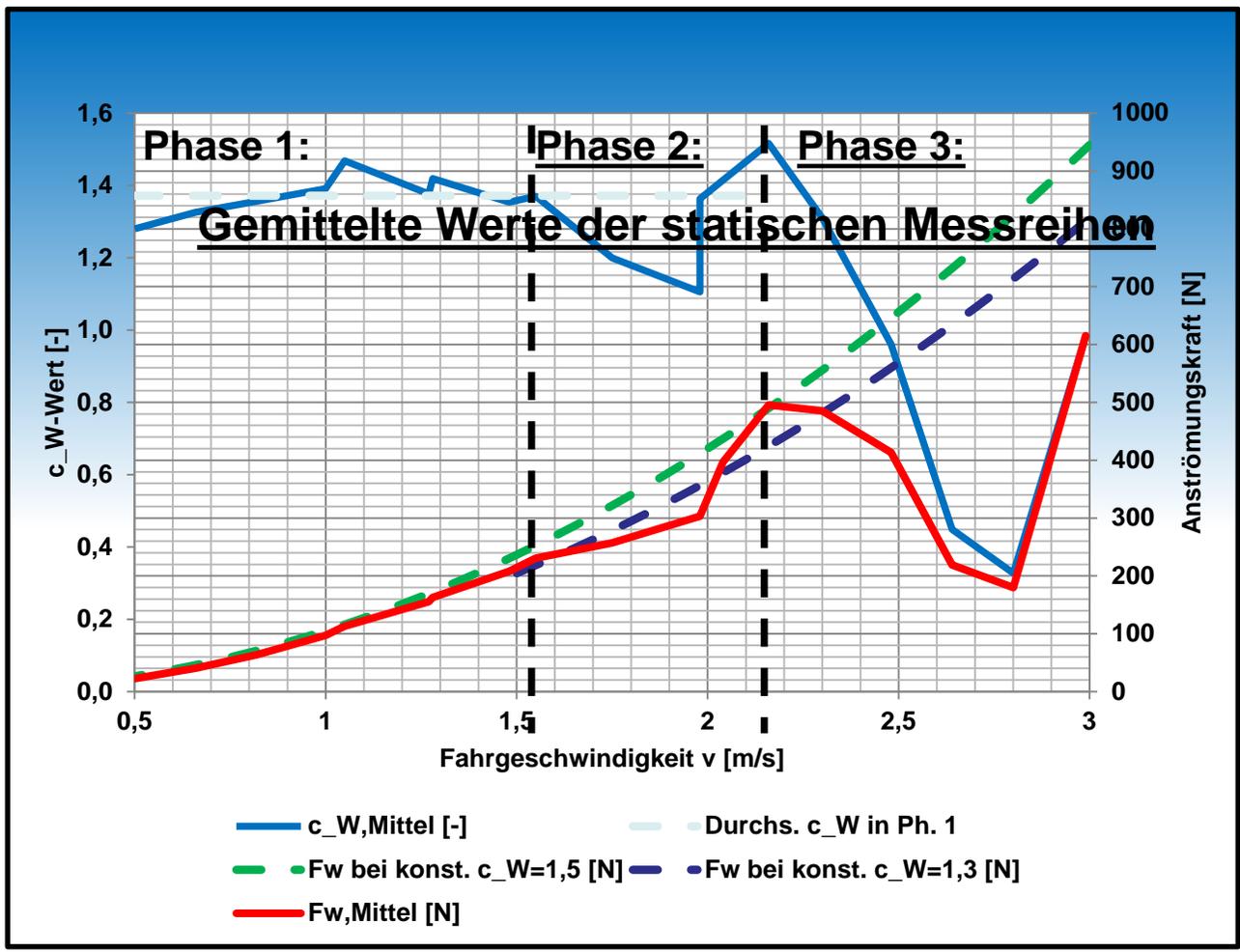
## Leistungsmessungen

- Wasserrad wird über ein Kettengetriebe mit einem Motor/Generator verbunden
- Leistungserfassung  $P_{mech}$  bei unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten
- Leistungserfassung bei verstellten Anströmungswinkel der Schaufel
- Vergleich mit theoretischen Annahmen und Ermittlung des Wirkungsgrads  $\eta$





## Ergebnisse kleines Wasserrad



- $c_w = 1,5$  im relevanten Bereich
- $c_w = 1,5$  aus CFD-Simulation
- Anströmungsfläche wird als konstant angenommen

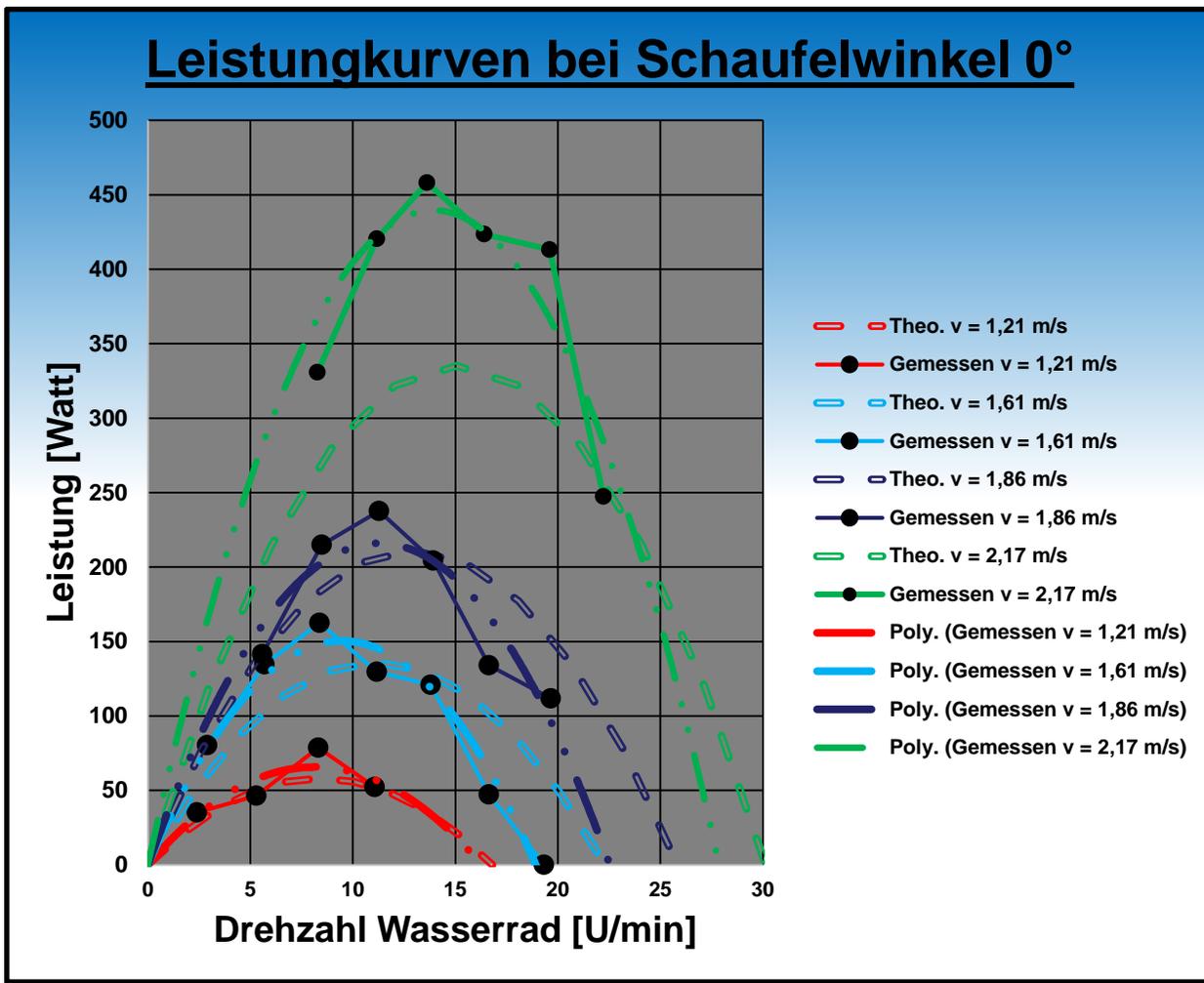


MSC O. Cleynen





## Ergebnisse kleines Wasserrad

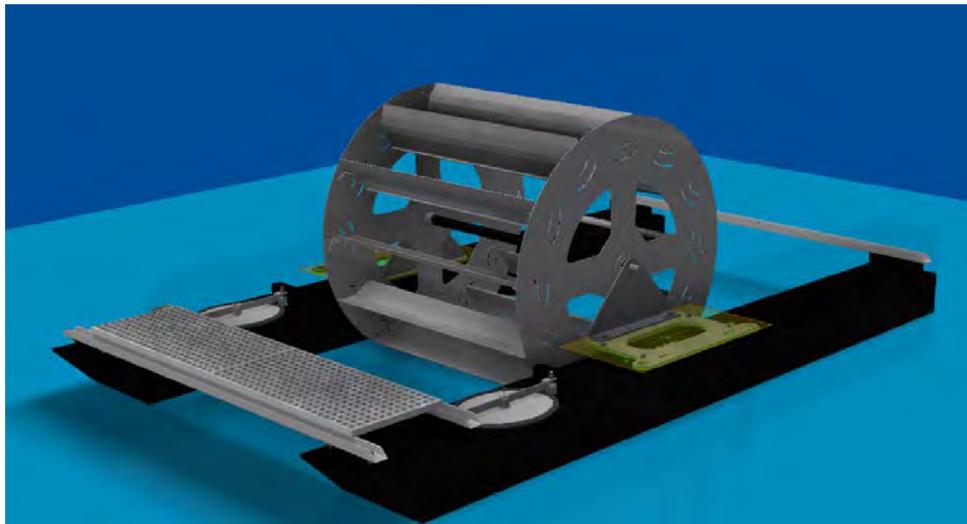


- Angenommener  $c_w = 1,5$
- Leistungskurve ist eine Parabel
- Schnittpunkte mit der Nulllinie liegt vor den Theoretischen
- Gemessene Leistungen sind deckend mit den Theoretischen





## Ausstellung des „RiverRider Solo S“ in der Laborhalle



Verwendung des Testwasserrades auf einer skalierten Leistungseinheit in Neugattersleben.  
Test des Transversalflussgeneratorkonzeptes im Feldversuch  
Feldversuch mit Wasserrad und Rechen bei erhöhtem Wasserpflanzenaufkommen  
Test Wasserradanlage ohne Raushebevorrichtung  
4,5m x 2,5m und damit im montierten Zustand ohne Sondergenehmigung transportierbar

- Fertigstellung der Leistungseinheiten in 10/2017
- Installation des Prototypen im November auf der Elbe mit 3 Leistungseinheiten
- Fertigung optimierte 4 Leistungseinheit 03/2018 mit Transversalflussgenerator
- Installation kleine LEF im November auf der Bode

Danke



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit...

Weiter geht`s mit Schalli...

