

Horizontal²Wasserrad[®]

Dr.- Ing. Corinna Barthel



Schiffswerft

HERMANN BARTHEL GMBH

Hauptstraße 123 · 39349 Derben

Entwicklungskonzept für kleine Wasserkraftmaschinen

Entwicklungsbedarf

Die Marktuntersuchung stellt heraus, dass der Bedarf an Strömungswasserkraftmaschinen derzeit nicht gedeckt wird bei Standorten mit einer

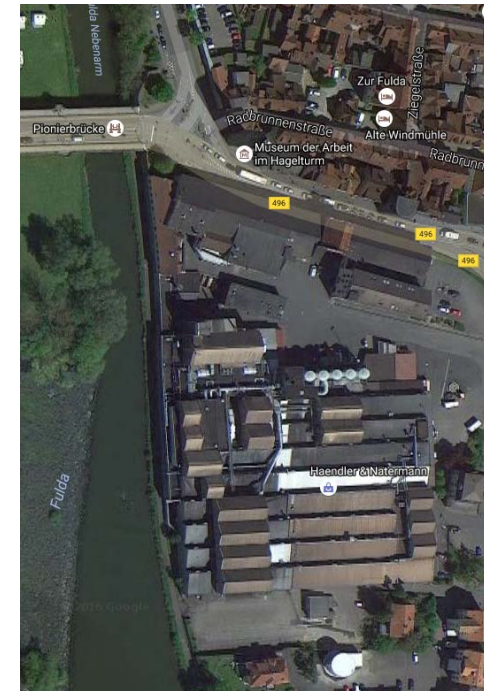
- Wassertiefe geringer als 50 cm oder
 - Gewässerbreite geringer als 5 m oder
 - Leistung für den angefragten Versorgungsfall kleiner 1 kW
-
- o Kleine Flüsse in Deutschland, Europa und weltweit
 - Bode, Altmühl, Werra, Fulda
 - o Industriegewässer, Auslauf von Kläranlagen und Talsperren



Entwicklungsbedarf

Die Marktuntersuchung stellt heraus, dass der Bedarf an Strömungswasserkraftmaschinen derzeit nicht gedeckt wird bei Standorten mit einer

- Wassertiefe geringer als 50 cm oder
 - Gewässerbreite geringer als 5 m oder
 - Leistung für den angefragten Versorgungsfall kleiner 1 kW
-
- o Kleine Flüsse in Deutschland, Europa und weltweit
 - Bode, Altmühl, Werra, Fulda
 - o Industriegewässer, Auslauf von Kläranlagen und Talsperren



Entwicklungsbedarf

Die Marktuntersuchung stellt heraus, dass der Bedarf an Strömungswasserkraftmaschinen derzeit nicht gedeckt wird bei Standorten mit einer

- Wassertiefe geringer als 50 cm oder
 - Gewässerbreite geringer als 5 m oder
 - Leistung für den angefragten Versorgungsfall kleiner 1 kW
- o Kleine Flüsse in Deutschland, Europa und weltweit
 - Bode, Altmühl, Werra, Fulda
 - o Industriegewässer, Auslauf von Kläranlagen und Talsperren

	Nutzbare Flusskilometer	Anlagen gesamt [Stk]	Umsetzbar nach 5 Jahren [Stk]	Umsatzpotential gesamt [€/a]
Deutschland	23.500	842	40	0,8 Mio.
Europa	190.000	4.750	235	4,7 Mio.
Weltweit	5.150.000	34.300	343	6,86 Mio.
Gesamt	5.363.500	39.892	942	18,8 Mio.

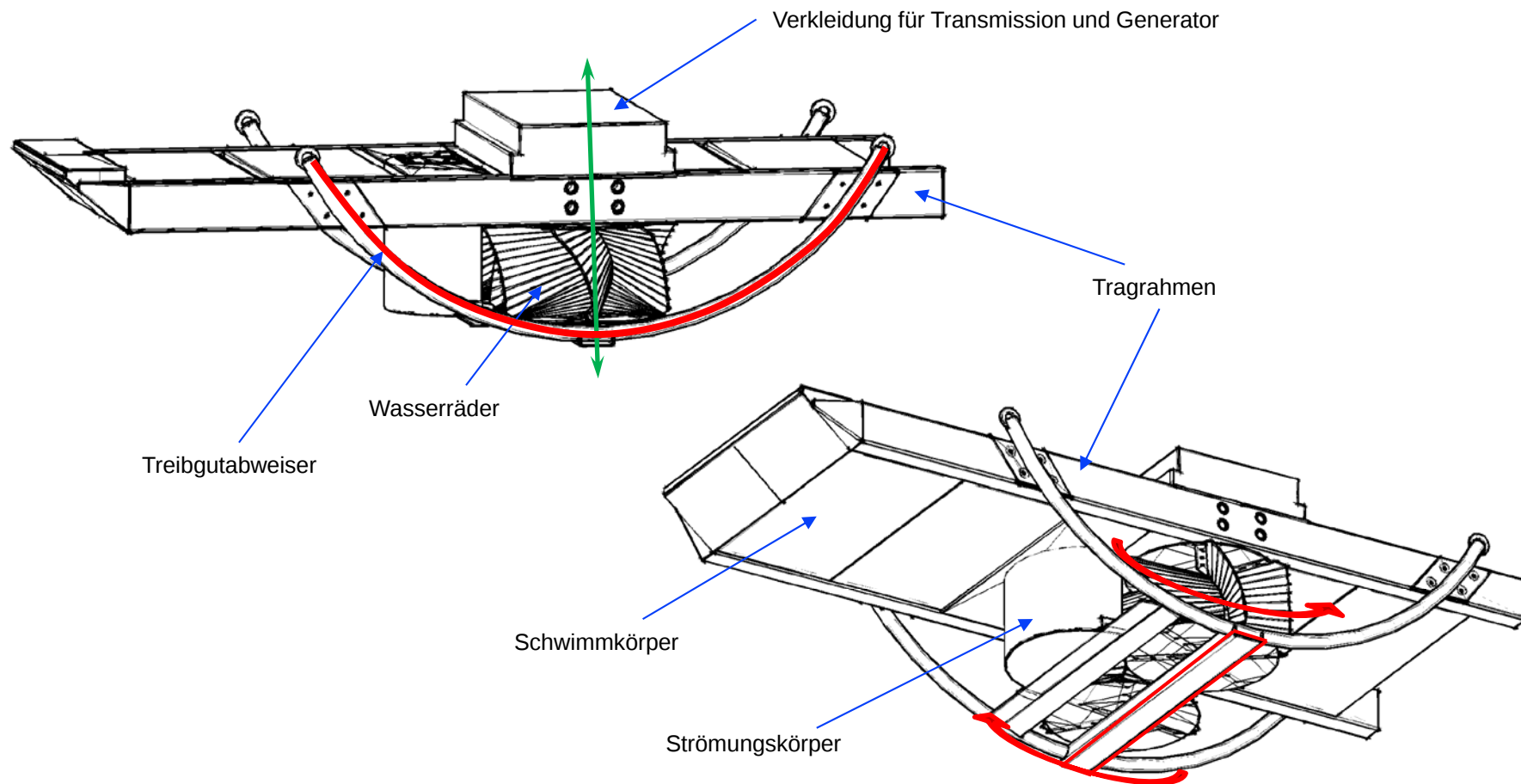
Entwicklungsziel und Anforderungen

- ⇒ Anlage für flache, schmale Fließgewässer
 - ⇒ Eingriff in das bestehende Landschaftsbild so gering wie möglich gestalten
 - ⇒ Modulare und standardisierte Fertigung
-
- Einsetzbar bis Wassertiefe von 0,5 m
 - Anpassung an schwankenden Wasserstand
 - Eignung für Fließgeschwindigkeiten zwischen 1,0-2,5 m/s
 - Ökologieverträglichkeit
 - Korrosionsbeständige Werkstoffeigenschaften
 - Schadlose Treibgutabwehr
 - Minimaler Wartungsaufwand für die Generator- und Einspeisetechnik
 - Geringes Gewicht der Anlage zum einfachen Transport
 - Schnelle und leichte Vorort-Montage
 - Unterschiedliche Möglichkeiten zur Verankerung je nach Einsatzort

H²W · Horizontal² Wasserrad Entwurf 24.02.2016

Entwurf

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

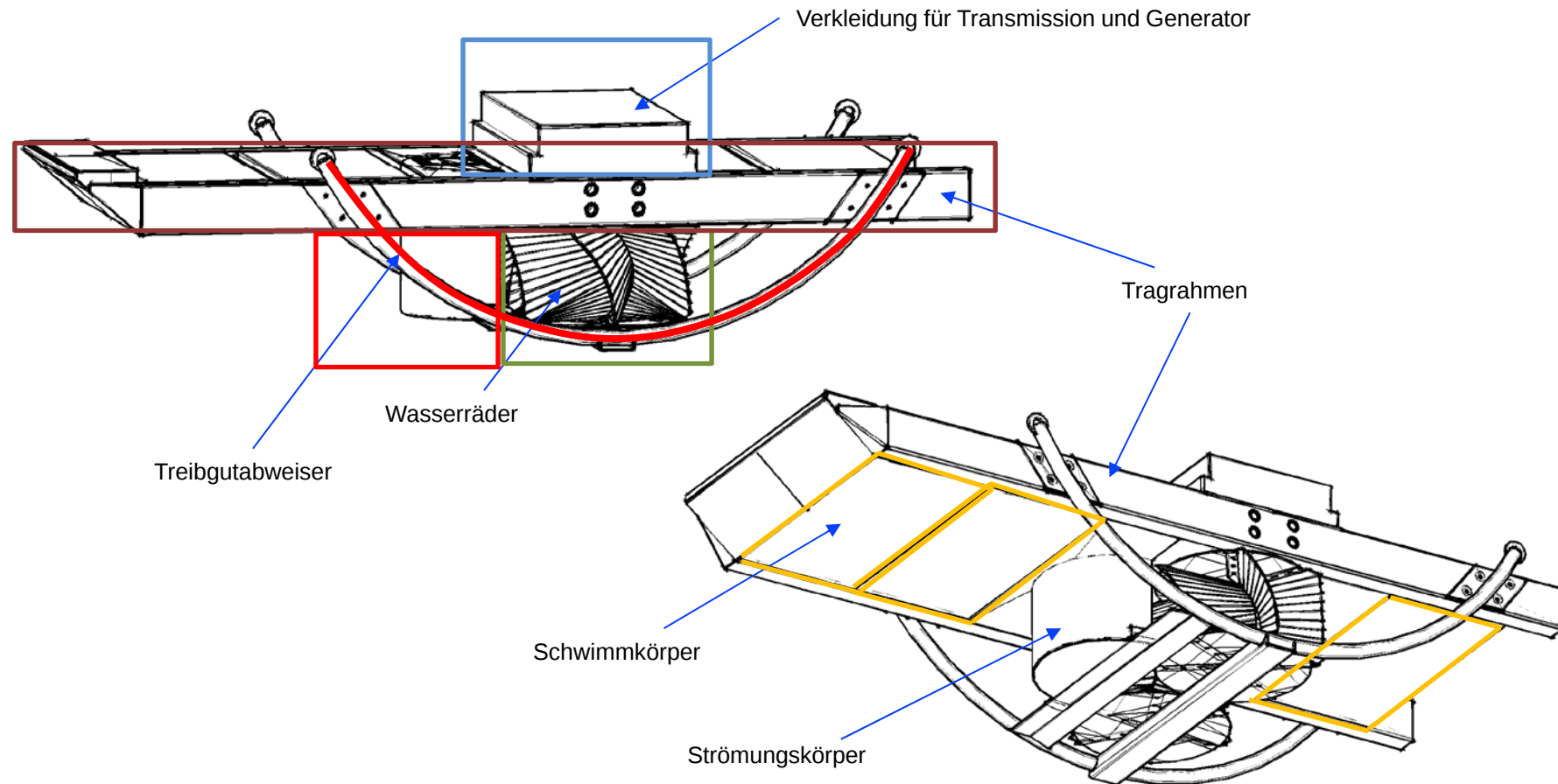


H²W · Horizontal² Wasserrad

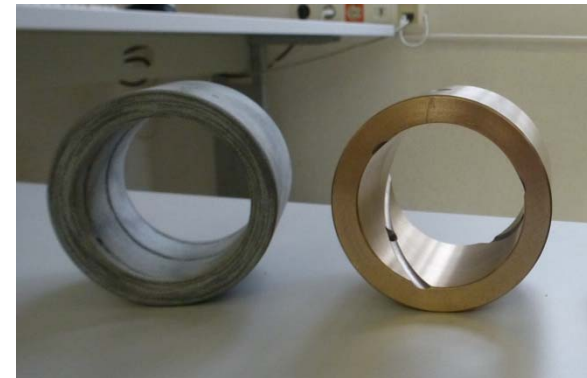
Entwurf 24.02.2016

Entwurf

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



- Standardisierte Profile und korrosionsbeständige Materialien



- Materialtests für die Schaufeln



Wasserrad mit AlMG₃- Beschaufelung



Wasserrad mit alternativer GFK- Beschaufelung

- Reduktion der Fertigungszeit für die Schaufeln



Test Formgebung Schaufel



Formgebung durch Tiefziehen



Strömungsmodell M1:3

Modellversuche Verankerung

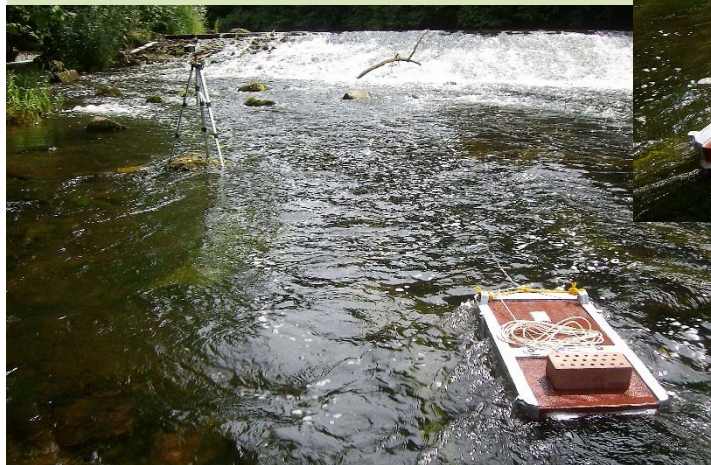
Mastverankerung seitlich



Mastverankerung mittig



Sohlverankerung mittig



Eingangskriterien:

- Lagesicherheit
- Geringe Störanfälligkeit
- Hochwassersicherheit

Ergebnisse:

- Mastverankerung mittig ist schmale Gewässerstandorte geeignet
- Mastverankerung seitlich ist für breite Gewässerstandorte geeignet
- Sohlverankerung ist ungeeignet

Modellversuche Treibgut

Eingangskriterien:

- Kategorisiertes Treibgut
- skaliertes Treibgut
- Untersuchung aller Verankerungsvarianten



Treibgutversuch 1



Treibgutversuch 2

Ergebnisse:

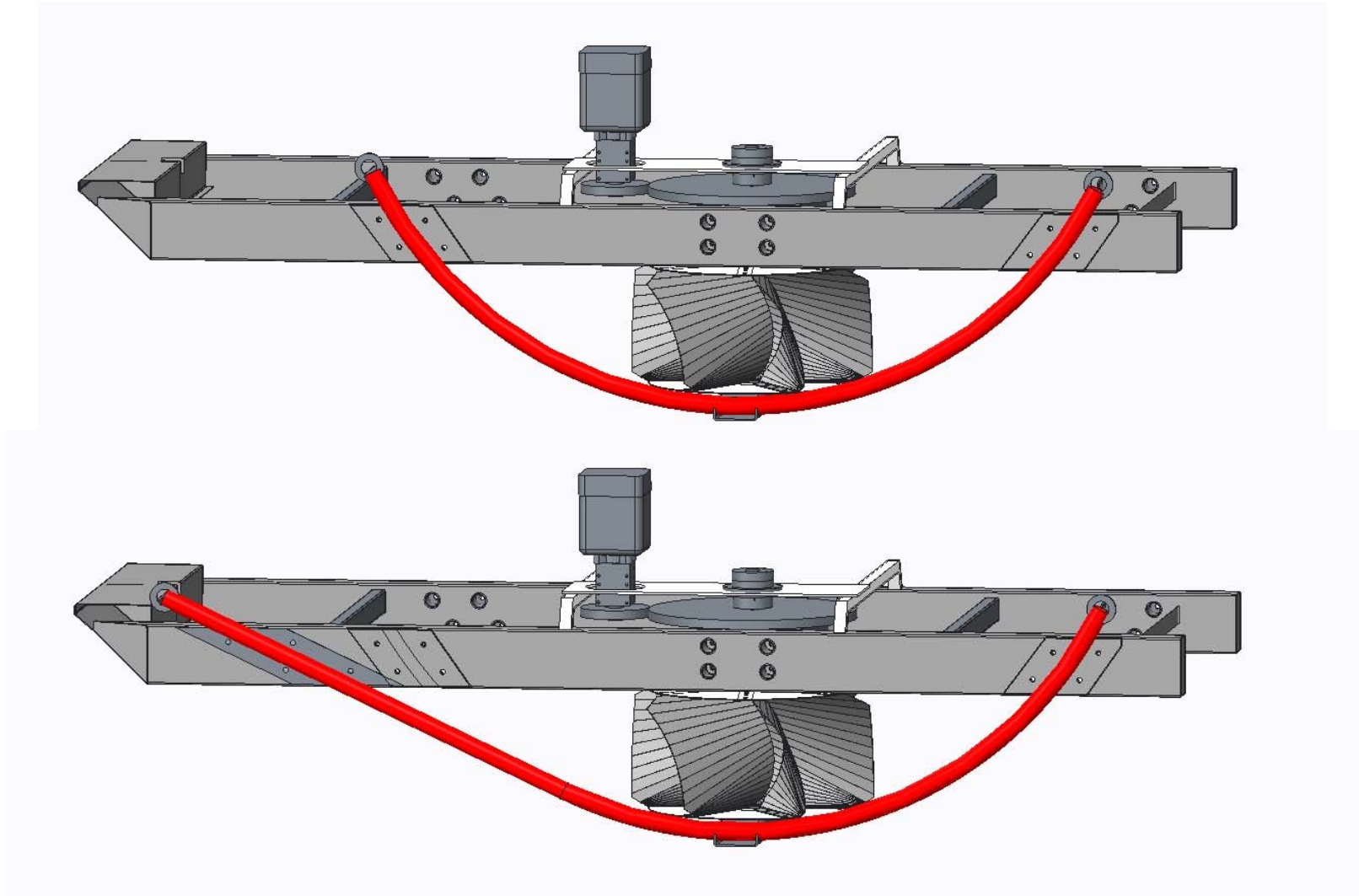
- Treibgut wird in den bevorzugten Verankerungsvarianten schadlos unter dem Gerät hindurch- oder am Gerät vorbei geleitet
- Die Lagestabilität bei Treibgutbelastung ist gewährleistet

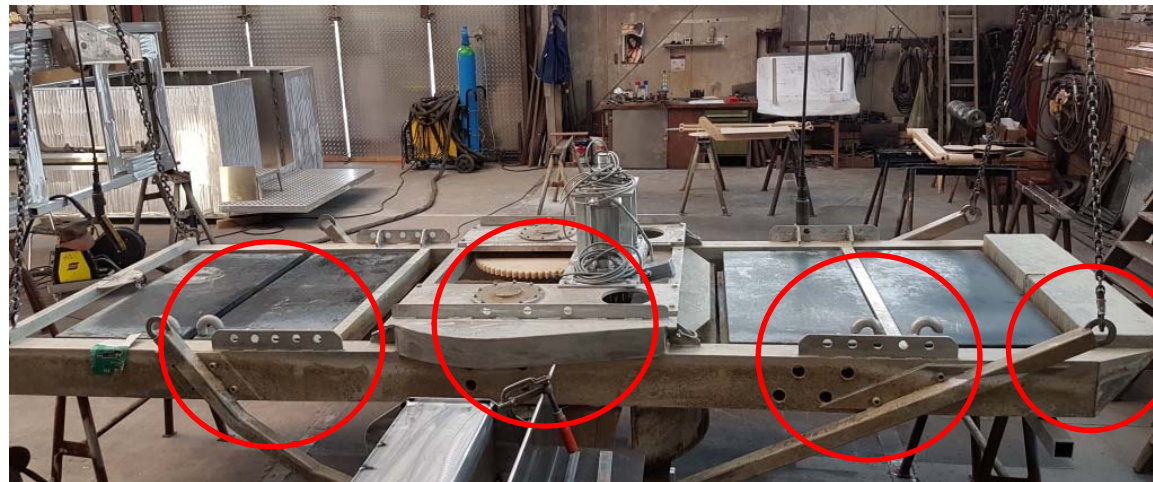


Treibgutversuch 3

- Optimierung der Treibgutabweiser

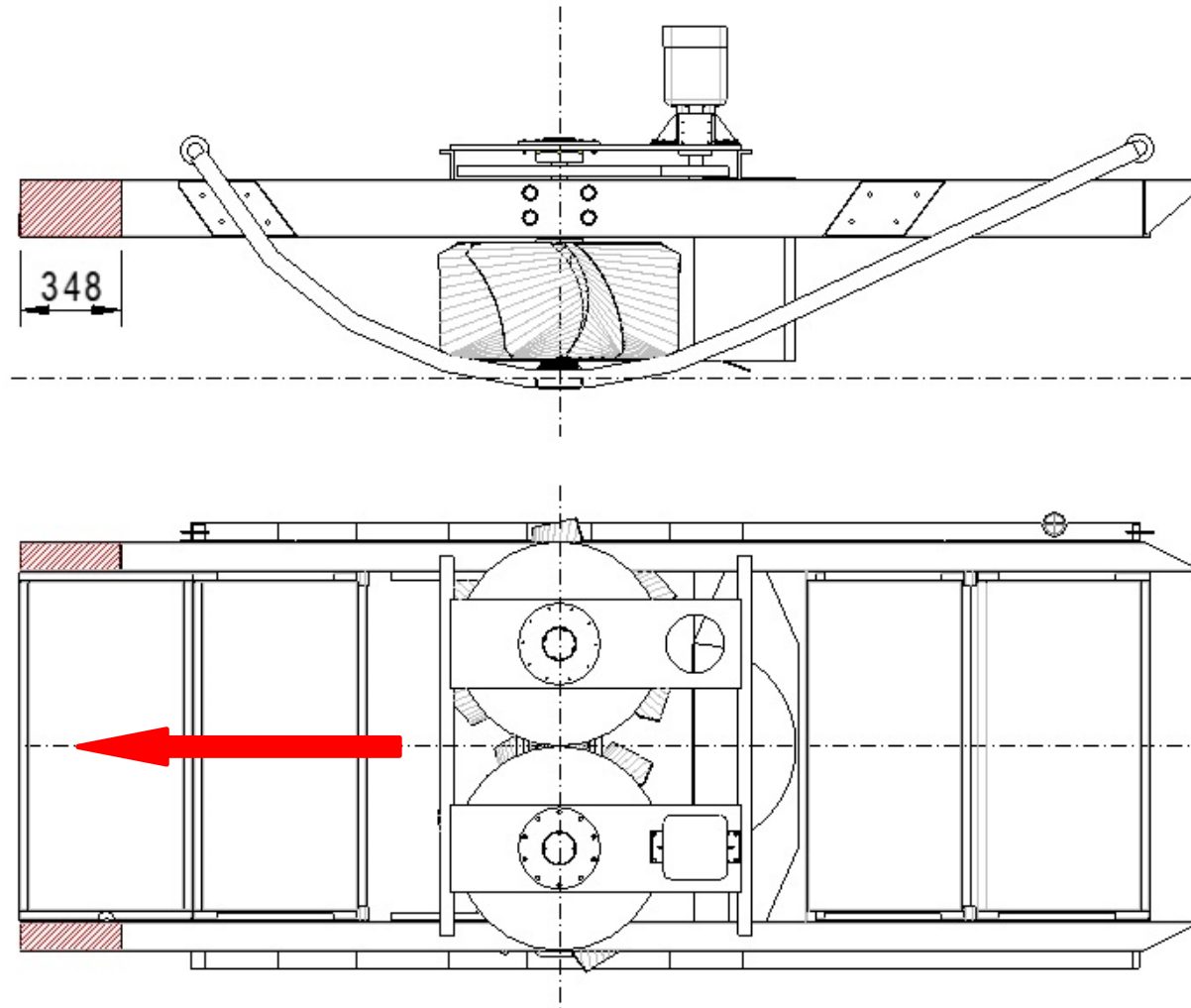
Optimierung





- Optimierung des Trimmms

Optimierung



Erste Versuche



Generator: Sinn Power



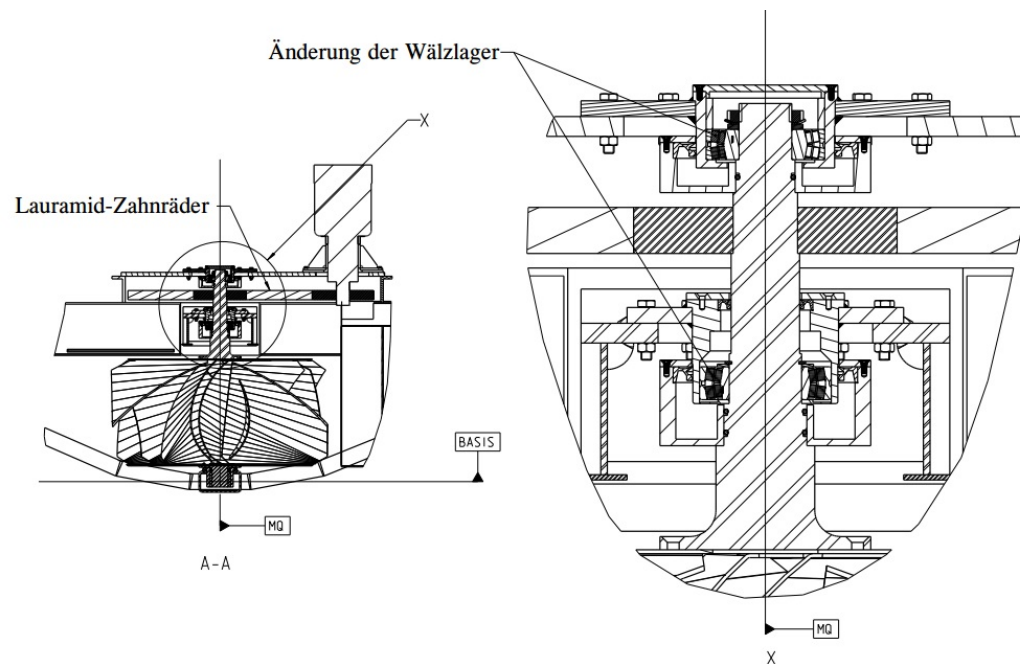
Optimierung

Zahnräder aus Lauramid:

- Gusspolyamid
- Schmiermittelfreier Einsatz
- geringes Gewicht
- Chemikalienresistenz

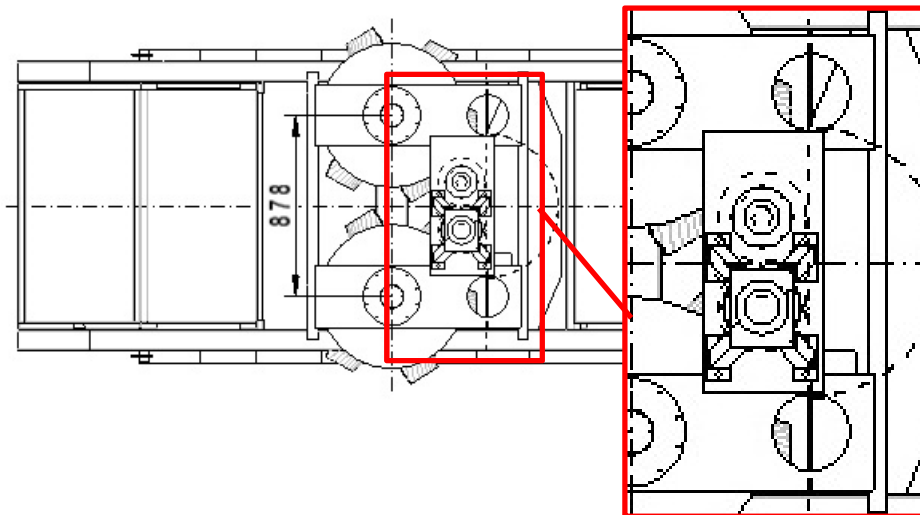
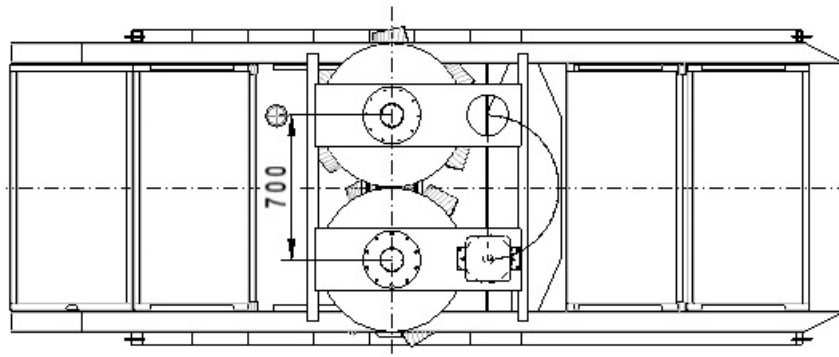
Änderung der Wälzlagerung

- Pendelrollenlager statt gepaarte Kegelrollenlager



Optimierung

Optimierung des Hebelarms zur Anpassung des Moments und Vergrößerung der Schaufelfläche



- Vergrößerung der Fläche um 5%
- Vergrößerung des Hebelarms um 25%

$$P = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot v_w \cdot v_w^2$$

$$M = F \cdot r$$

Test am Referenzstandort



Strömungswasserkraftmaschine Horizontal²Wasserrad[®]

Test am Referenzstandort



Strömungswasserkraftmaschine Horizontal²Wasserrad[®]

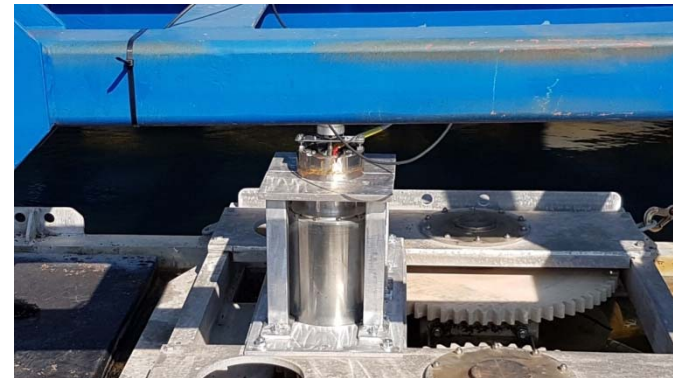
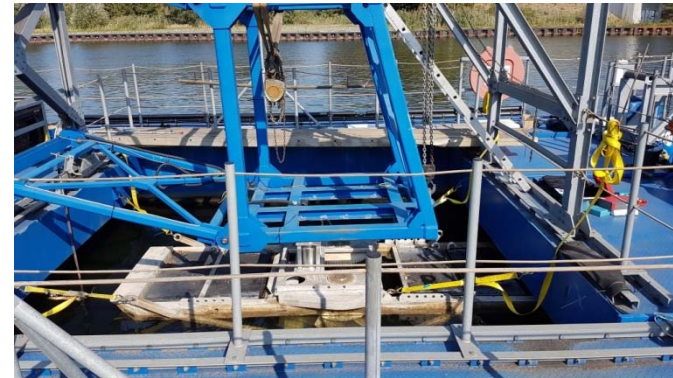
Transversalflussgenerator

- dreiphasig permanent erregte Synchronmaschine
- Außenläufer
- Vorteil: Getriebe entfällt



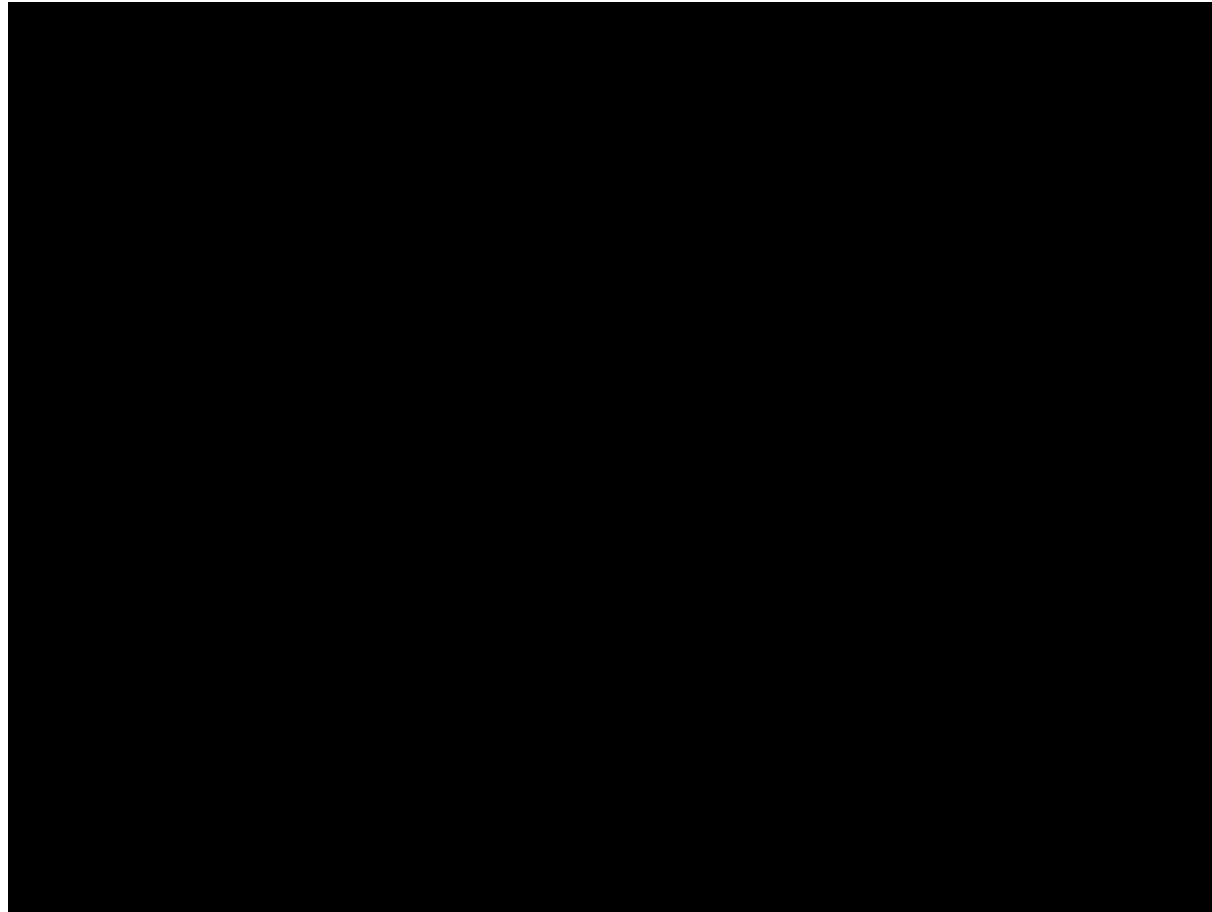
Versuch

- Test auf dem Versuchsträger Vektor



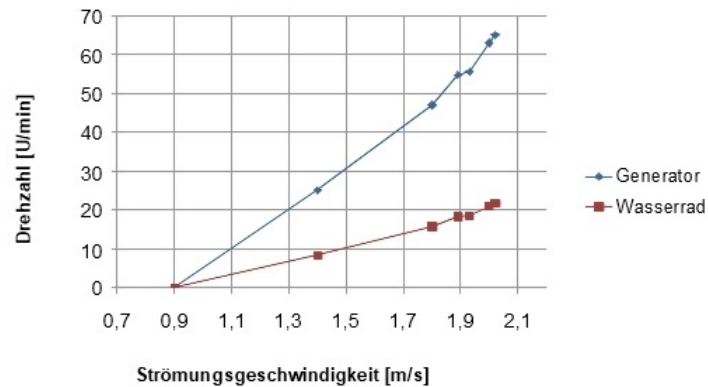
Versuch

- Test auf dem Versuchsträger Vektor

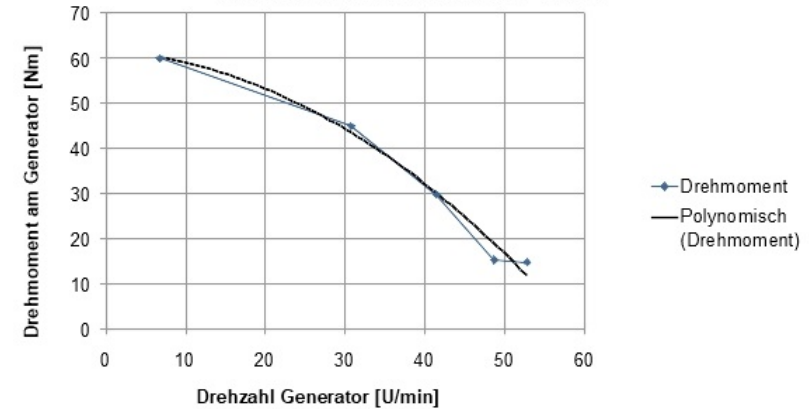


Auswertung

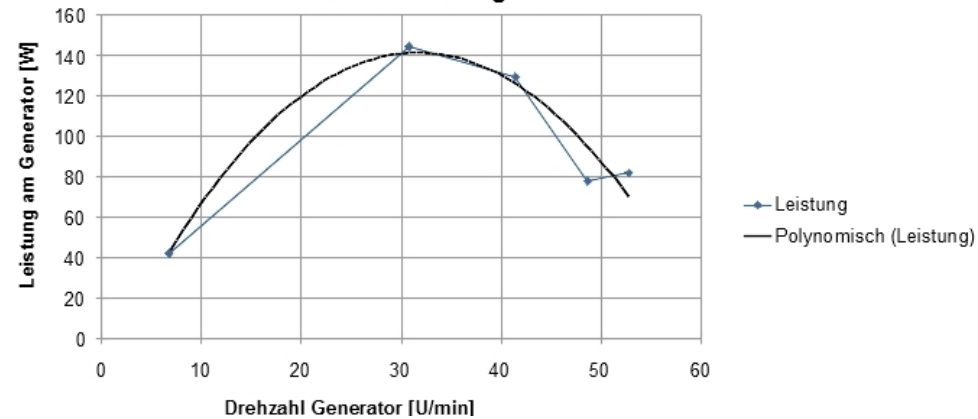
H²W Leerlaufdrehzahl



Drehzahl-Drehmoment bei $v_w=2$ m/s



Drehzahl-Leistung bei $v_w=2$ m/s



Zusammenfassung und Ausblick

- H²W ist für durch geringen Tiefgang und geringe Abmessungen für kleine Gewässer gut einsetzbar
- gut einsetzbar und auf unterschiedliche Weise verankerbar
- für unterschiedliche Wasserstände geeignet
- Ökologieverträglich
- eignet sich für Strömungsgeschwindigkeit ab 1 m/s
- H²W erfüllt die Anforderungen für die Treibgutabwehr und hat seine Robustheit im Einsatz gezeigt
- Transversalflussgenerator ist für das H²W gut geeignet
- Verbesserung der Transmission: zwei Lauramidräder mit größerem Durchmesser, Entfall eines Edelstahlrades
- Prüfen der Möglichkeit von zwei Transversalflussgeneratoren an jeweils einem Antriebsstrang
- verlängerter Strömungskörper zur Verbesserung der Anströmung