



# Vom stationären Segmentkranzwasserrad zum schwimmenden Energy Floater

Hartmuth Drews

Magdeburg, 25. September 2012





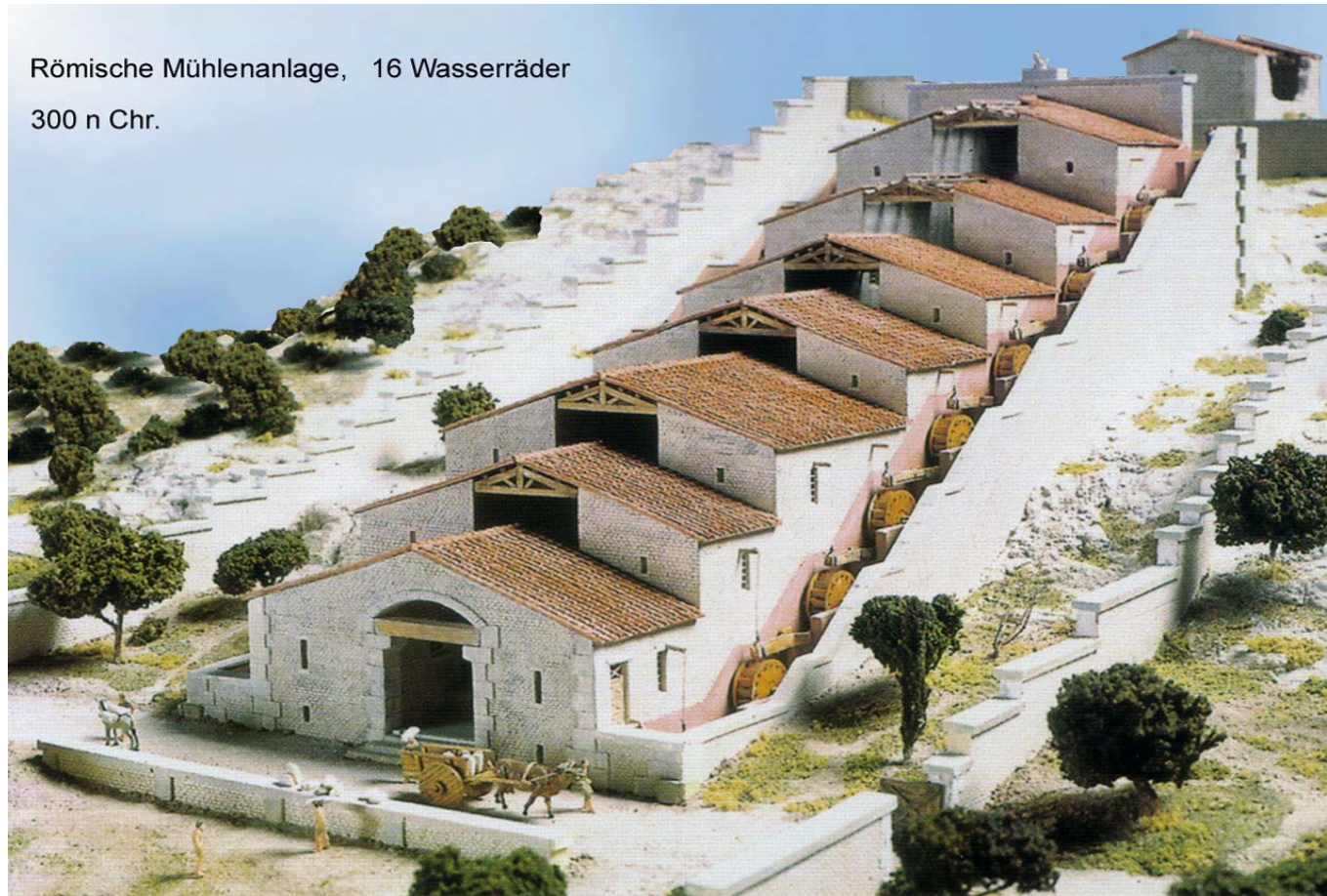
[www.wasserrad-drews.de](http://www.wasserrad-drews.de)

**Hartmuth Drews** Ing.(grad.)



Schenefelder Landstraße 58  
D - 25421 Pinneberg  
+49 (0) 4101 - 85 17 88  
mobil 0176 431 06 276  
hartmuthdrews @ alice-dsl.de

**erneuerbare Energien**



Römische Mühlenanlage, 16 Wasserräder  
300 n Chr.

*La meunerie hydraulique de Barbegal*  
Nähe Arles / Avignon (Südfrankreich)





56.000 Wasserräder wurden noch 1880 im Deutschen Reich gezählt

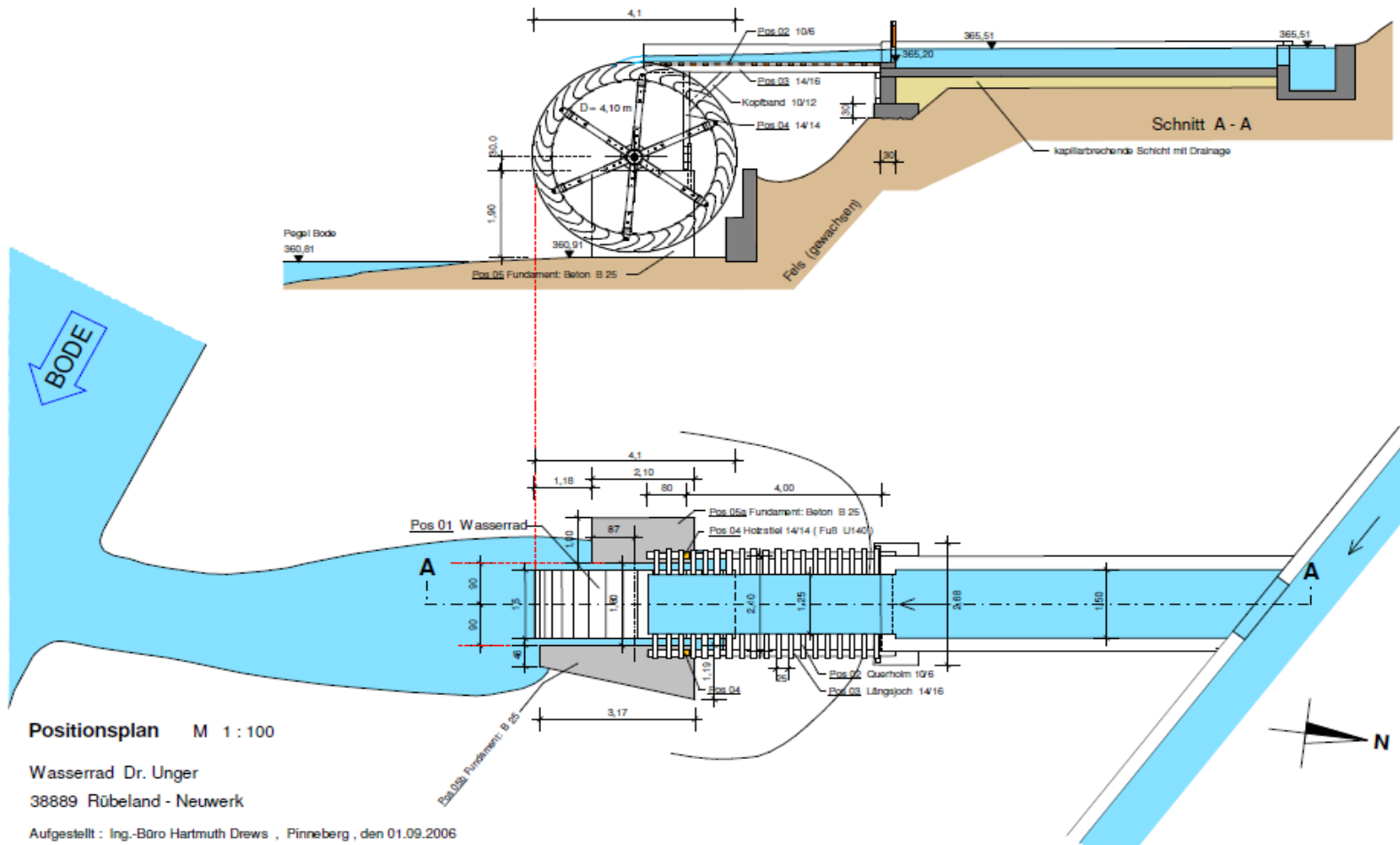




Segmentkranz-Wasserrad:  
Baukastensystem modular  
anpassbar in Durchmesser  
und Breite







Positionsplan M 1:100

Wasserrad Dr. Unger  
38889 Rübeland - Neuwerk

Aufgestellt : Ing.-Büro Hartmuth Drews , Pinneberg , den 01.09.2006  
[www.wasserrad-drews.de](http://www.wasserrad-drews.de)



### Projekt 0742 : Beispiel

D = 4000 mm    B = 1480 mm    Q = 330 l/s

$$P_{el} = 0,330 \text{ m}^3/\text{s} \times 4,20 \text{ m} \times g (9,81 \text{ m/s}^2) \times \mu (\sim 0,66) = \sim 9 \text{ kW}$$

#### Wirkungsgrade :

Wasserrad :  $\mu = 0,80$   
 Getriebe :  $\mu = 0,93$   
 Riemen :  $\mu = 0,97$   
 Generator :  $\mu = 0,92$   
 gesamt (elt.) :  $\mu = 0,66$

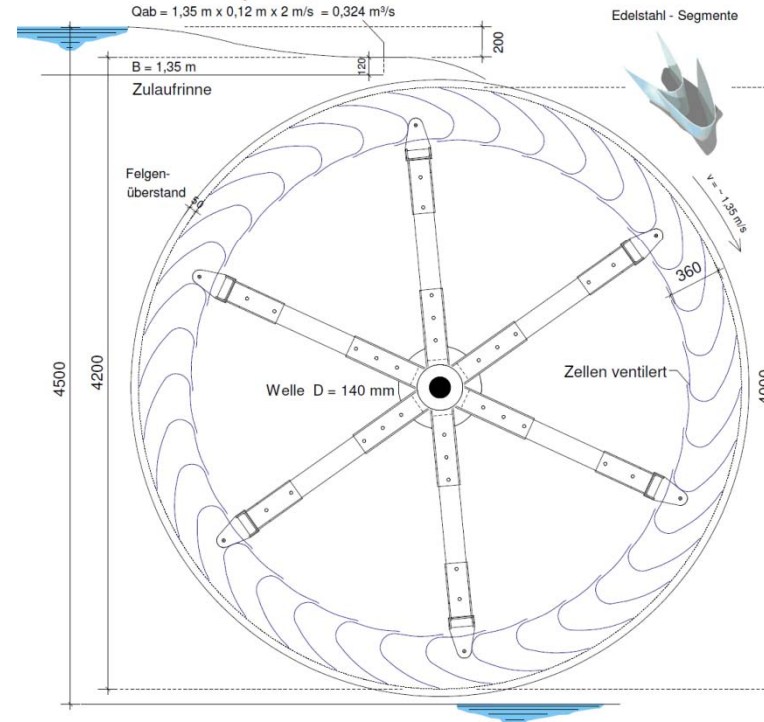
Füllungsgrad = 0,45    Umlaufgeschwindigkeit = 1,35 m/s    Drehzahl n = ~ 6,5 ( 1/min )

Radkranzbreite = 0,1480 m

$$\text{Radkranztiefe (radial)} = \frac{0,330 \text{ m}^3}{1,48 \text{ m} \times 1,35 \text{ m/s} \times 0,45} = 0,366 \text{ m} \quad \text{gewählt: } 36 \text{ cm}$$

$$\text{Vorstau } h_c = v^2 / 2g = 2^2 / 19,62 = 0,20 \text{ m}$$

$$Q_{ab} = 1,35 \text{ m} \times 0,12 \text{ m} \times 2 \text{ m/s} = 0,324 \text{ m}^3/\text{s}$$



Entwurf / Systemskizze M 1 : 25

Ing.-Büro Hartmuth Drews 12.03.2007

www.wasserrad-drews.de





## Projekt 0742 : Beispiel

$$D = 4000 \text{ mm} \quad B = 1480 \text{ mm} \quad Q = 330 \text{ l/s}$$

$$P_{el} = 0,330 \text{ m}^3/\text{s} \times 4,20 \text{ m} \times g (9,81 \text{ m/s}^2) \times \mu (\sim 0,66) = \sim 9 \text{ kW}$$

Wirkungsgrade :

Wasserrad :  $\mu = 0,80$

Getriebe :  $\mu = 0,93$

Riemen :  $\mu = 0,97$

Generator :  $\mu = 0,92$

gesamt (elt.) :  $\mu = 0,66$

$$\text{Füllungsgrad} = 0,45 \quad \text{Umlaufgeschwindigkeit} = 1,35 \text{ m/s} \quad \text{Drehzahl } n = \sim 6,5 \text{ (1/min)}$$

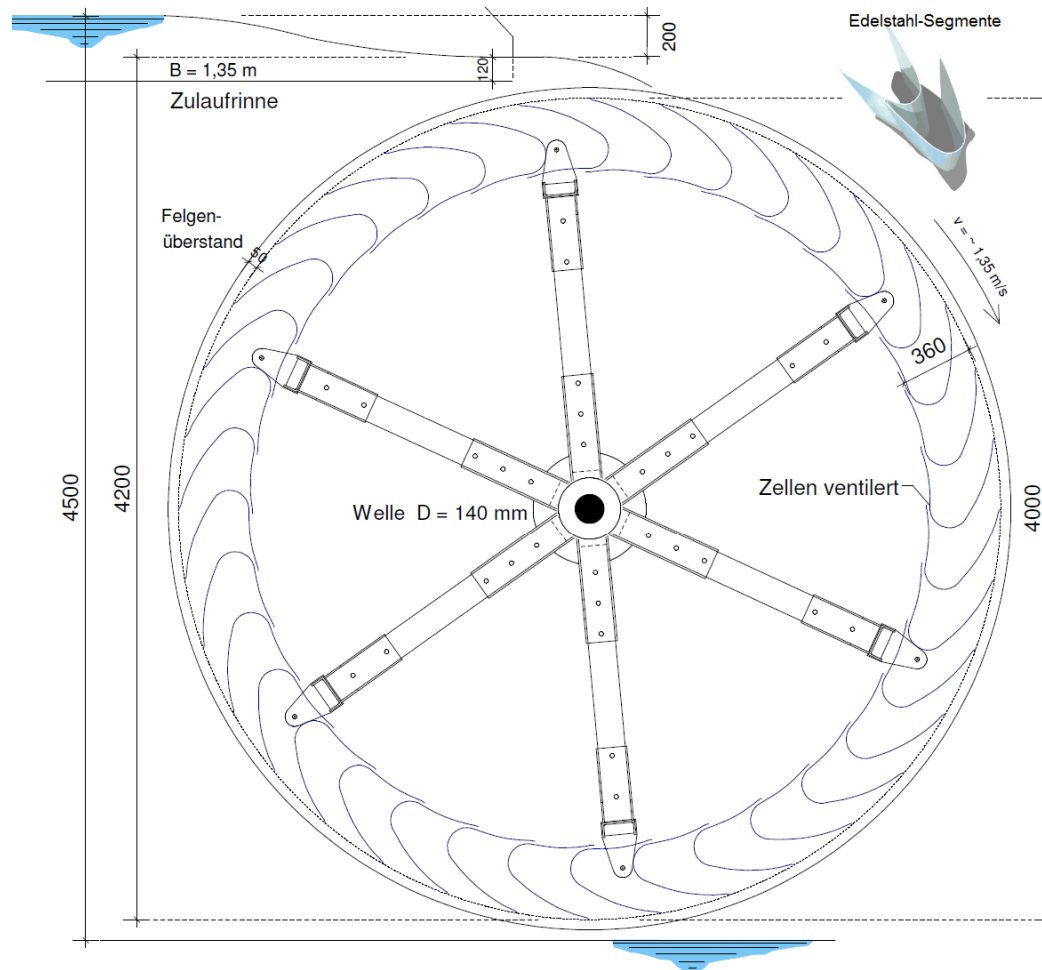
$$\text{Radkranzbreite} = 0,1480 \text{ m}$$

$$\text{Radkranztiefe (radial)} = \frac{0,330 \text{ m}^3}{1,48 \text{ m} \times 1,35 \text{ m/s} \times 0,45} = 0,366 \text{ m} \quad \underline{\text{gewählt: 36 cm}}$$

$$\text{Vorstau } hc = v^2 / 2g = 2^2 / 19,62 = 0,20 \text{ m}$$

$$Q_{ab} = 1,35 \text{ m} \times 0,12 \text{ m} \times 2 \text{ m/s} = 0,324 \text{ m}^3/\text{s}$$



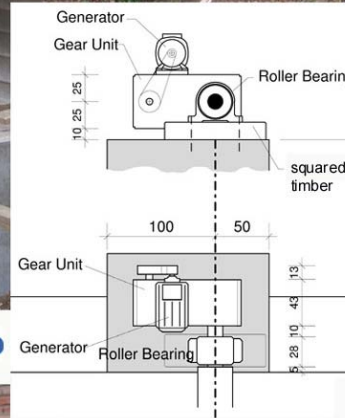
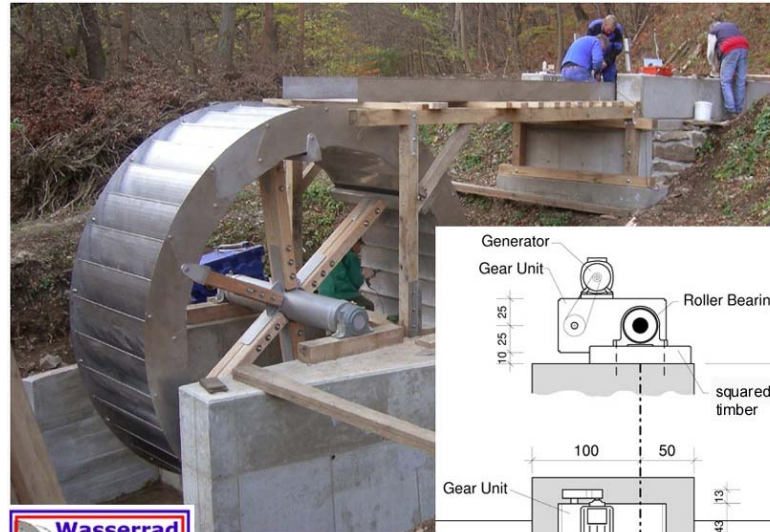


Entwurf / Systemskizze M 1 : 25

Ing.-Büro Hartmuth Drews 12.03.2007

[www.wasserrad-drews.de](http://www.wasserrad-drews.de)

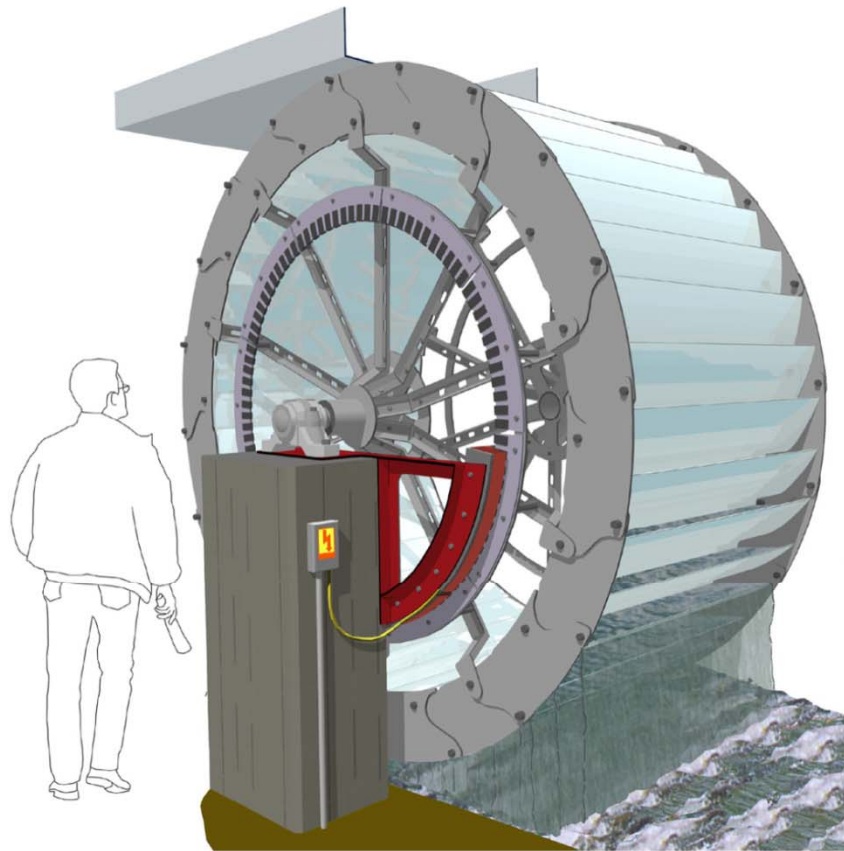




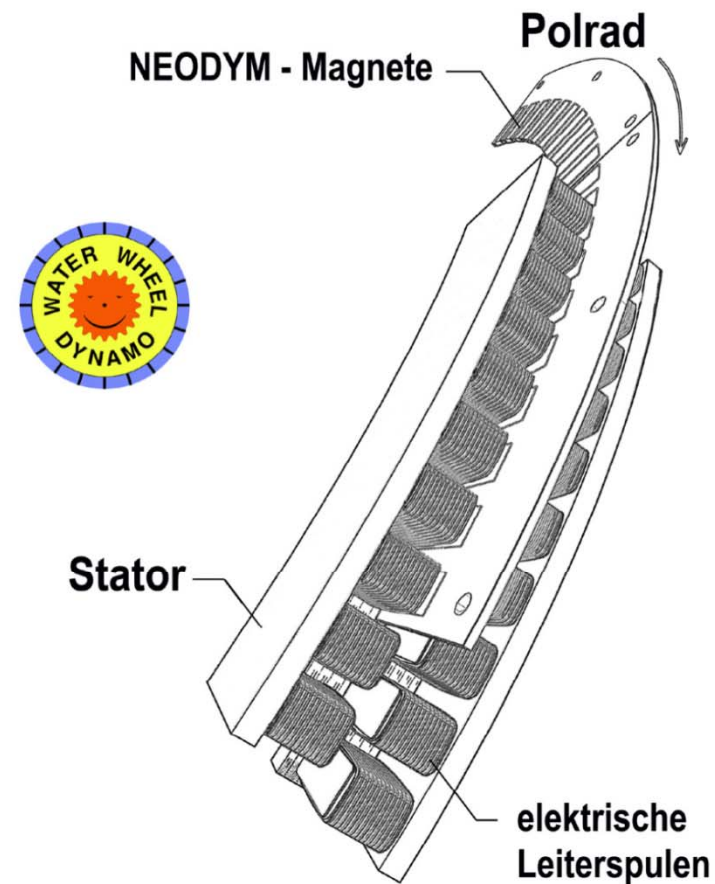


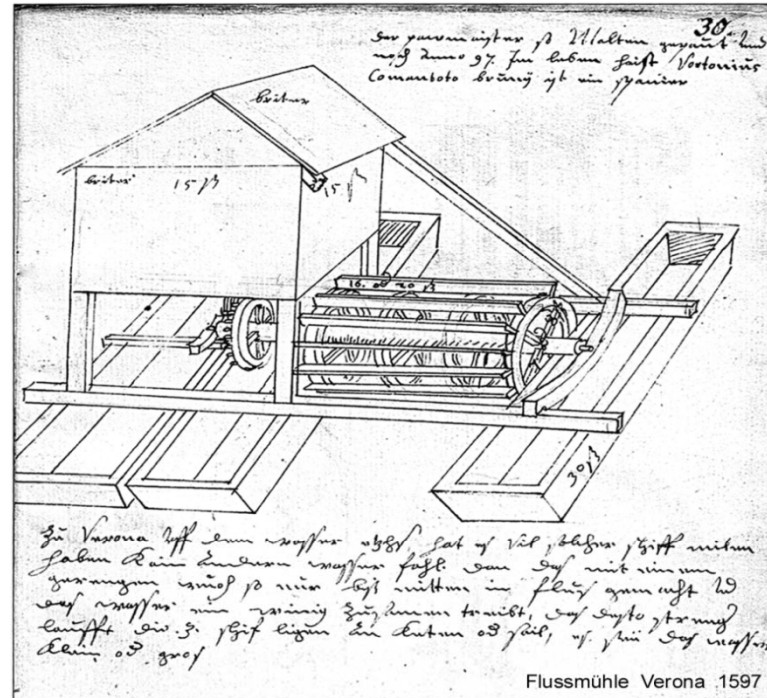


Ing.-Büro Hartmuth Drows



modularer Ringsegment-Generator (getriebeles)





GMO Gleitlager GmbH  
38835 Osterwieck



Ingenieurbüro  
25421 Pinneberg



Metallbau  
06647 Bad Bibra

## "Modulares Flussmühlenkraftwerk zur Stromerzeugung"



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie



Magdeburg 2009



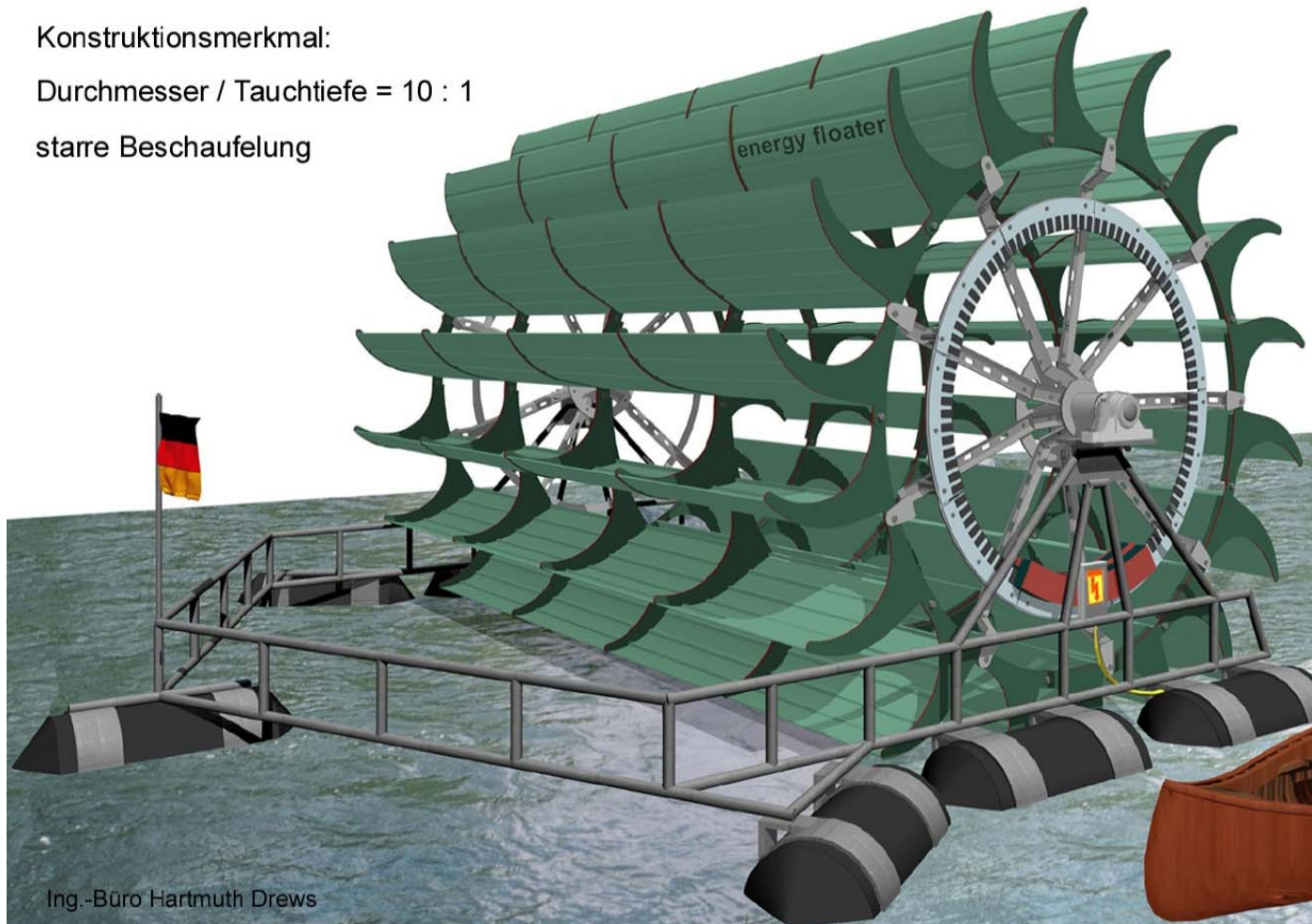




Konstruktionsmerkmal:

Durchmesser / Tauchtiefe = 10 : 1

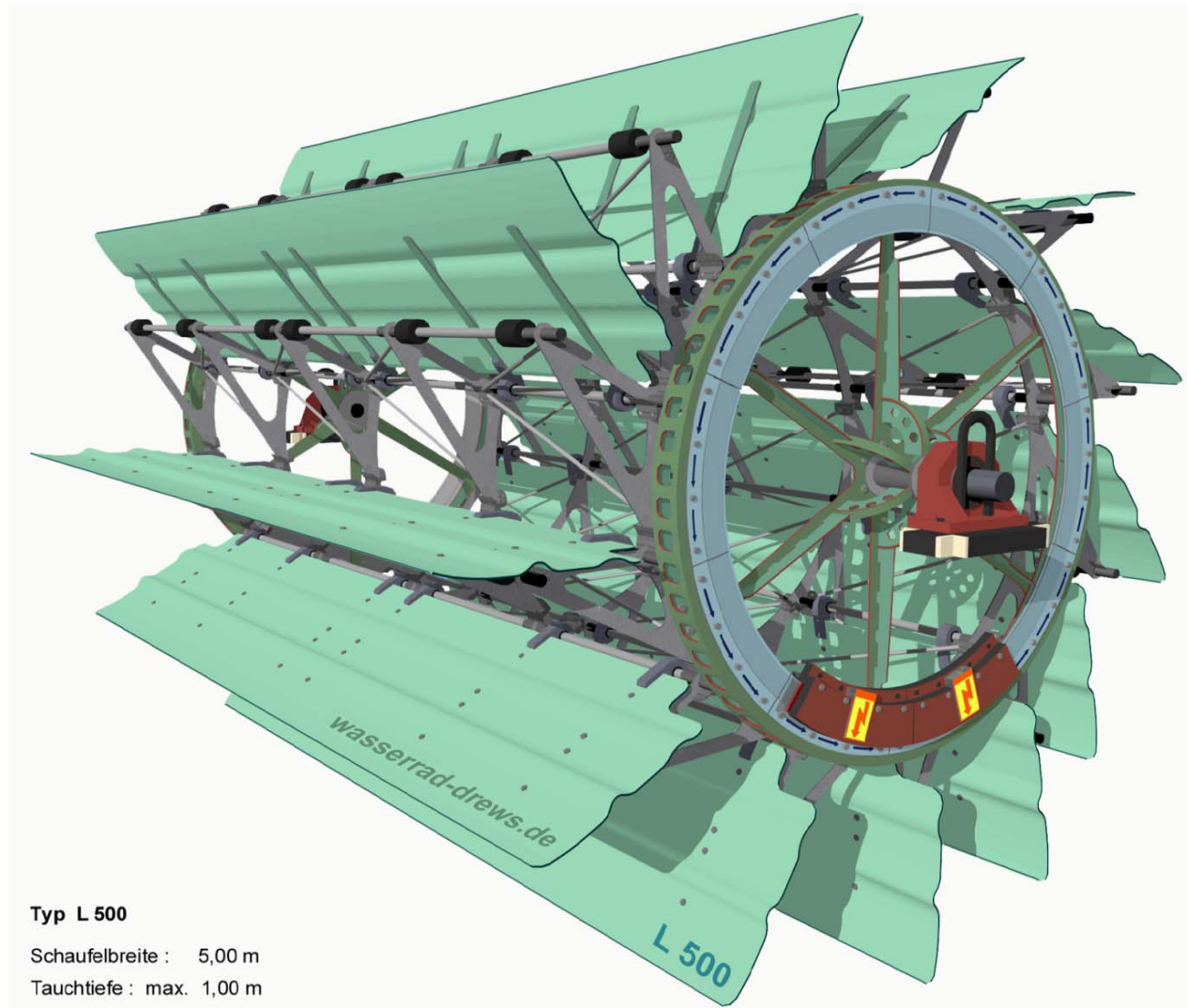
starre Beschaukelung



Ing.-Büro Hartmuth Drews







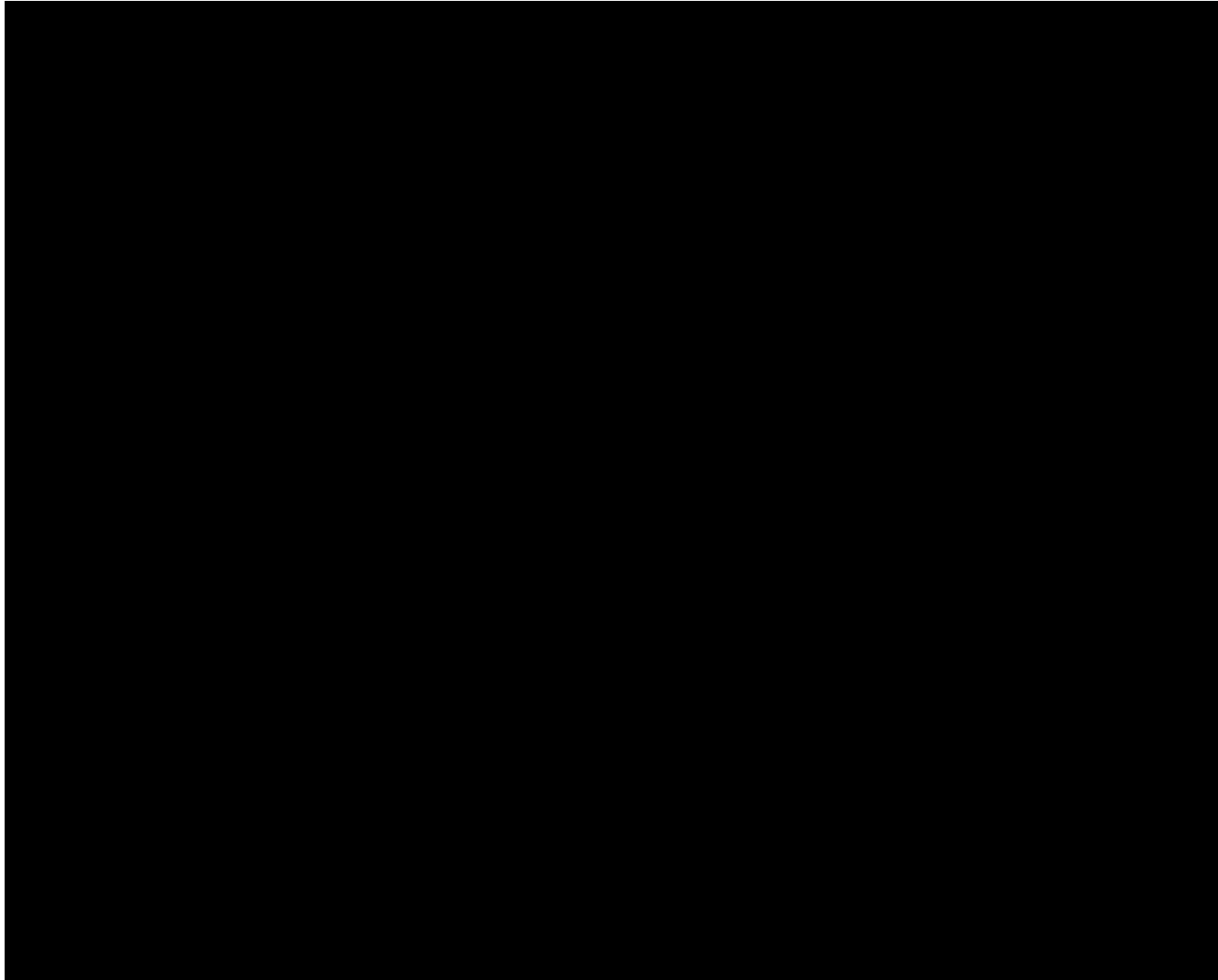
Typ L 500

Schaufelbreite : 5,00 m

Tauchtiefe : max. 1,00 m



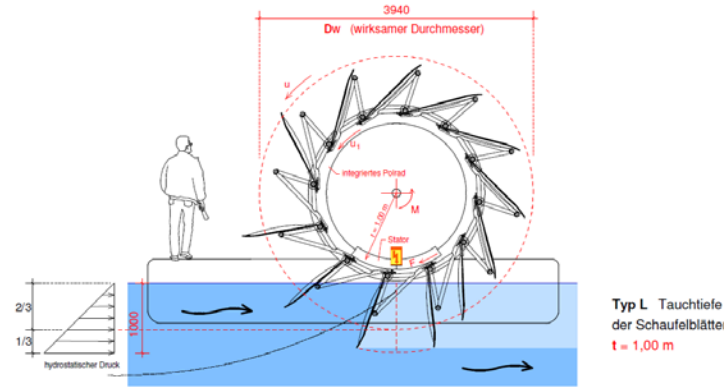
EXPERIMENTELLE FABRIK MAGDEBURG



ZIM-Projekt

Fluss-Strom-TEC

Large Scale Model



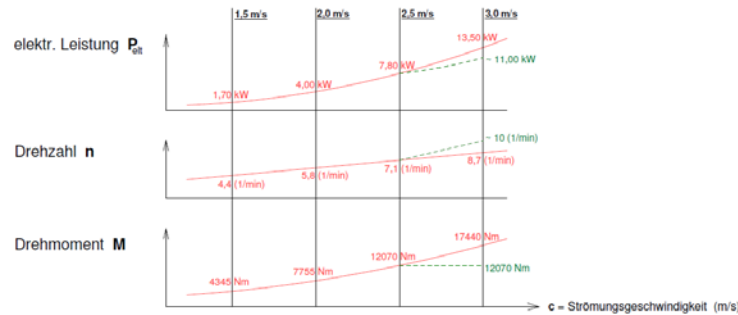
Typ L Tauchtiefe der Schaufelblätter  $t = 1,00 \text{ m}$

Typ L Schaufelbreite  $b = 5,00 \text{ m}$ ,  $t = 1,00 \text{ m}$

Berechnung für das gesamte Wasserrad:

Strömungsgeschw.	$c = 1,5 \text{ m/s}$	$c = 2,0 \text{ m/s}$	$c = 2,5 \text{ m/s}$	$c = 3,0 \text{ m/s}$	als Input (z.B. Messung)
$P_c$ Leistung / $\text{m}^2$	0,68 kW	1,60 kW	3,13 kW	5,40 kW	$P_c = 1/2 \cdot c^3 \cdot \text{cp}$
Pelt el. Leistung	3,40 kW	8,00 kW	15,67 kW	27,00 kW	Generatorleistung $P_{\text{elt}} = P_c \cdot t \cdot b$
$u$ Umfangsgeschw.	0,90 m/s	1,20 m/s	1,50 m/s	1,80 m/s	$u = c \cdot 0,6$ (Wasserrad, $D_w$ )
$n$ Drehzahl	4,4 (1/min)	5,8 (1/min)	7,1 (1/min)	8,7 (1/min)	$n = 60 \cdot u / D_w \cdot \pi$
$u_i$ Umfangsgeschw.	0,45 m/s	0,60 m/s	0,75 m/s	0,90 m/s	$u_i = u \cdot D_{\text{Polrad}} / D_w$ (Wasserrad)
$M$ Drehmoment	8690 Nm	15510 Nm	24140 Nm	34878 Nm	$M = P_{\text{elt}} \cdot 9550 / n \cdot \mu$
$F$ Bremskraft	8,69 kN	15,51 kN	24,14 kN	34,89 kN	des Stators $F = M / r$

Es ist je ein Generator (Polrad + Stator-Segmente) auf beiden Seiten des Wasserrades vorgesehen. Dadurch ergeben sich die Anforderungen für 1 Stück Generator wie folgt (rote Linien):



Projekt-Entwurf (Ausdruck DIN A3): Ing.-Büro Hartmuth Drews 25.01.2011

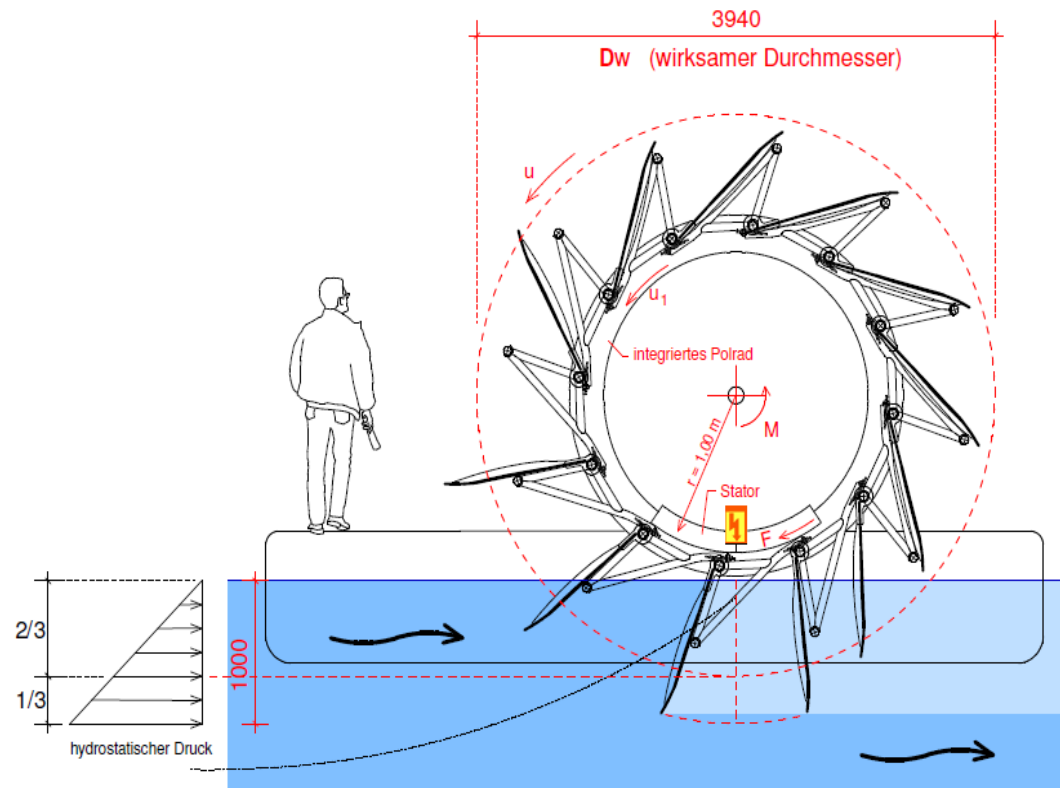




ZIM-Projekt

Fluss-Strom-TEC

Large Scale Model



Typ L Tauchtiefe  
der Schaufelblätter  
 $t = 1,00 \text{ m}$

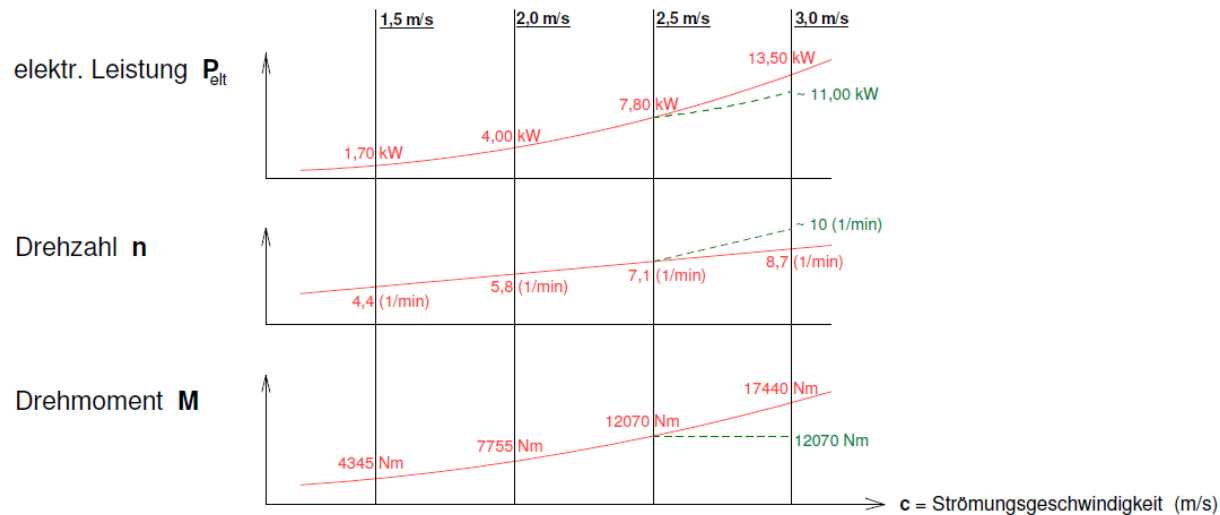


**Typ L** Schaufelbreite **b** = 5,00 m , **t** = 1,00 m

Berechnung für das gesamte Wasserrad:

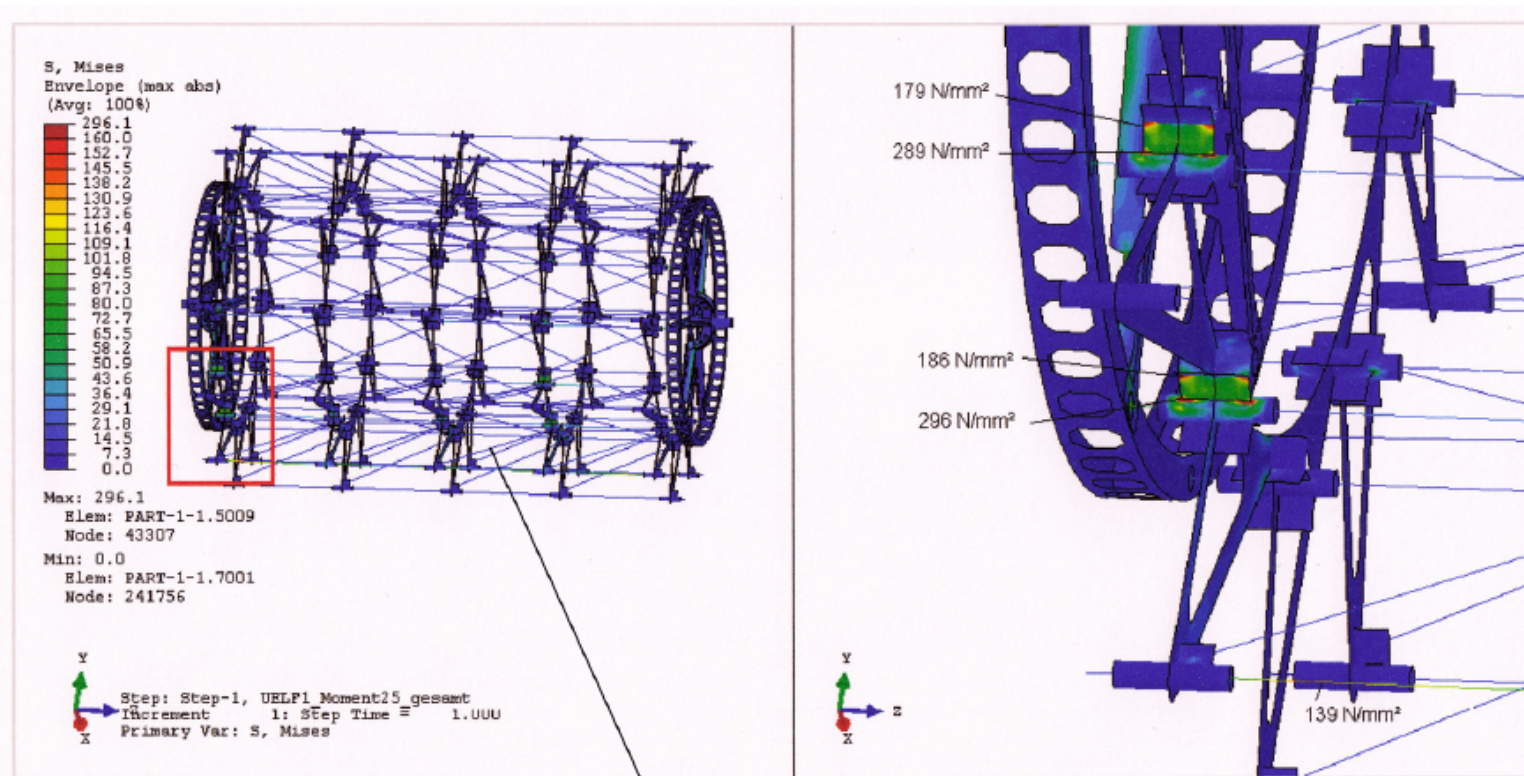
Strömungsgeschw.	c = 1,5 m/s	c = 2,0 m/s	c = 2,5 m/s	c = 3,0 m/s	als Input (z.B. Messung)
<b>P<sub>c</sub></b> Leistung / m <sup>2</sup>	0,68 kW	1,60 kW	3,13 kW	5,40 kW	$P_c = 1/2 * c^3 (m/s) * c_p$
<b>P<sub>el</sub></b> el. Leistung	3,40 kW	8,00 kW	15,67 kW	27,00 kW	Generatorleistung $P_{el} = P_c * t * b$
<b>u</b> Umfangsgeschw.	0,90 m/s	1,20 m/s	1,50 m/s	1,80 m/s	$u = c * 0,6$ (Wasserrad, D <sub>w</sub> )
<b>n</b> Drehzahl	4,4 (1/min)	5,8 (1/min)	7,1 (1/min)	8,7 (1/min)	$n = 60 * u / D_w * \pi$
<b>u<sub>1</sub></b> Umfangsgeschw.	0,45 m/s	0,60 m/s	0,75 m/s	0,90 m/s	$u_1 = u * D_{Polrad} / D_w$ (Wasserrad)
<b>M</b> Drehmoment	8690 Nm	15510 Nm	24140 Nm	34878 Nm	$M = P_{el} * 9550 / n * \mu$
<b>F</b> Bremskraft	8,69 kN	15,51 kN	24,14 kN	34,89 kN	des Stators $F = M / r$

Es ist je ein Generator (Polrad + Stator-Segmente) auf beiden Seiten des Wasserrades vorgesehen. Dadurch ergeben sich die Anforderungen für 1 Stück Generator wie folgt (rote Linien) :



Projekt-Entwurf (Ausdruck DIN A3): Ing.-Büro Hartmuth Drews 25.01.2011





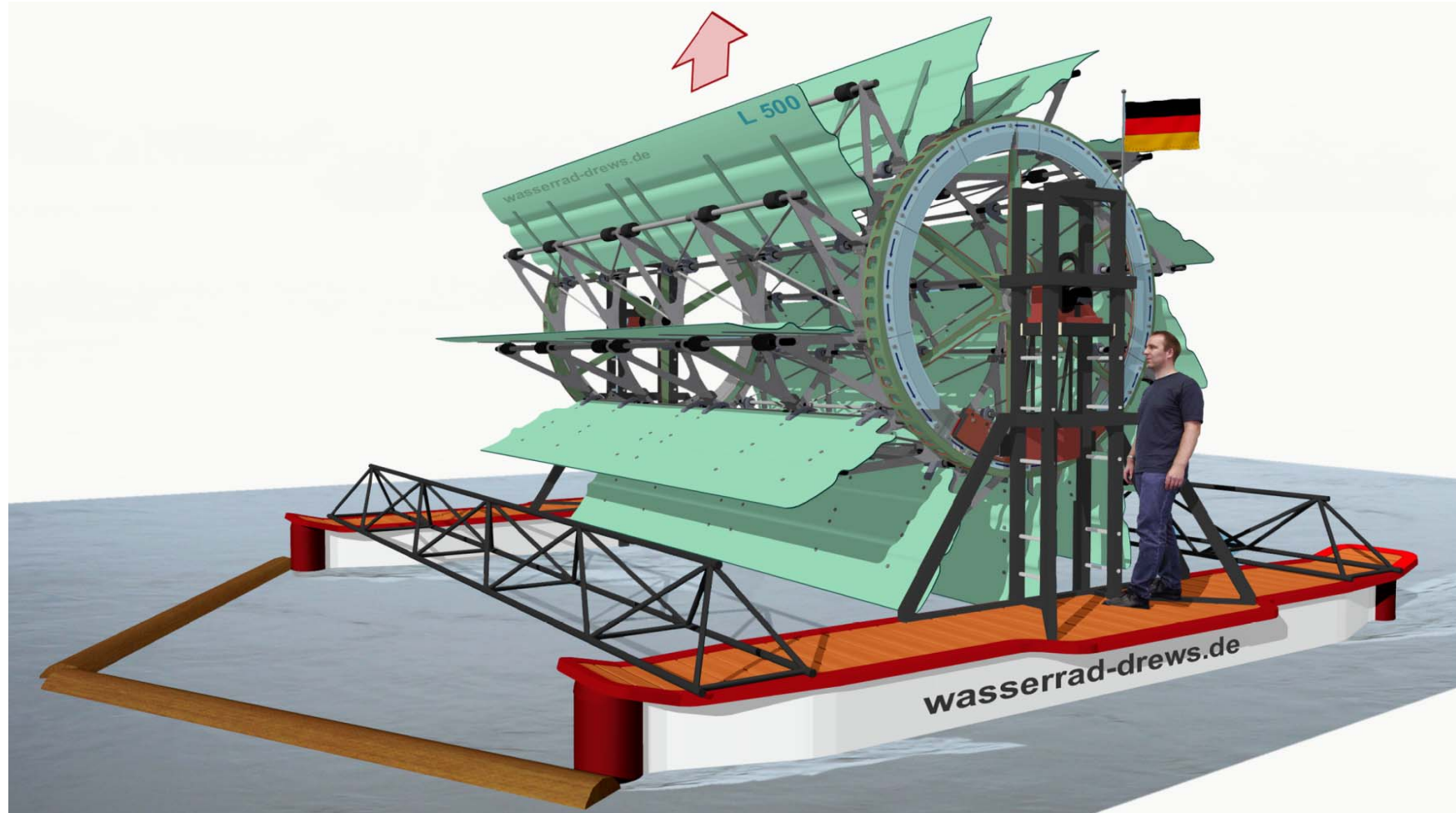
Stabwerk ( Fachwerk ), zylindrisch angeordnet, keine Welle

Bild 11 WSR\_V01\_120; Vergleichsspannungen im Wasserrad

Finite Elemente Methode











Wirkungsprinzip anzeigen

**Wasserradkonfigurator**  
für tiefschlächtige Klappschaufel-Wasserräder  
(Testversion)

Aktueller Schritt / Auswahl

- **Art des Wasserrads**
- [Standortseigenschaften](#)
- [Umfeld Standort](#)
- [Extremereignisse/Treibgut](#)
- [Weitere Nutzungen](#)
- [Wartung](#)
- [Personliche Daten](#)
- [Zusammenfassung / Absenden](#)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

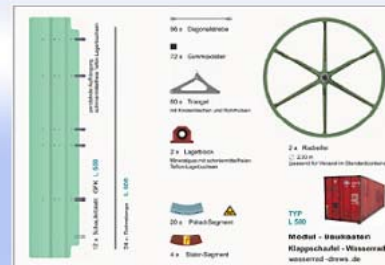
[Impressum](#)



Stationär



Schwimmend



Baukastensystem



Wirkprinzip

⏪ Vorheriger Schritt

Nächster Schritt ⏩







pendelnde Aufhängung:  
schmiermittelfreie Teflon-Lagerbuchsen

12 x Schaufelblatt GFK L 500

24 x Rohrstange L 500

96 x Diagonalstrebe

72 x Gummipolster

60 x Triangel  
mit Knotenblechen und Rohrhülsen

2 x Lagerblock  
Mineralguss mit schmiermittelfreien  
Teflon-Lagerbuchsen

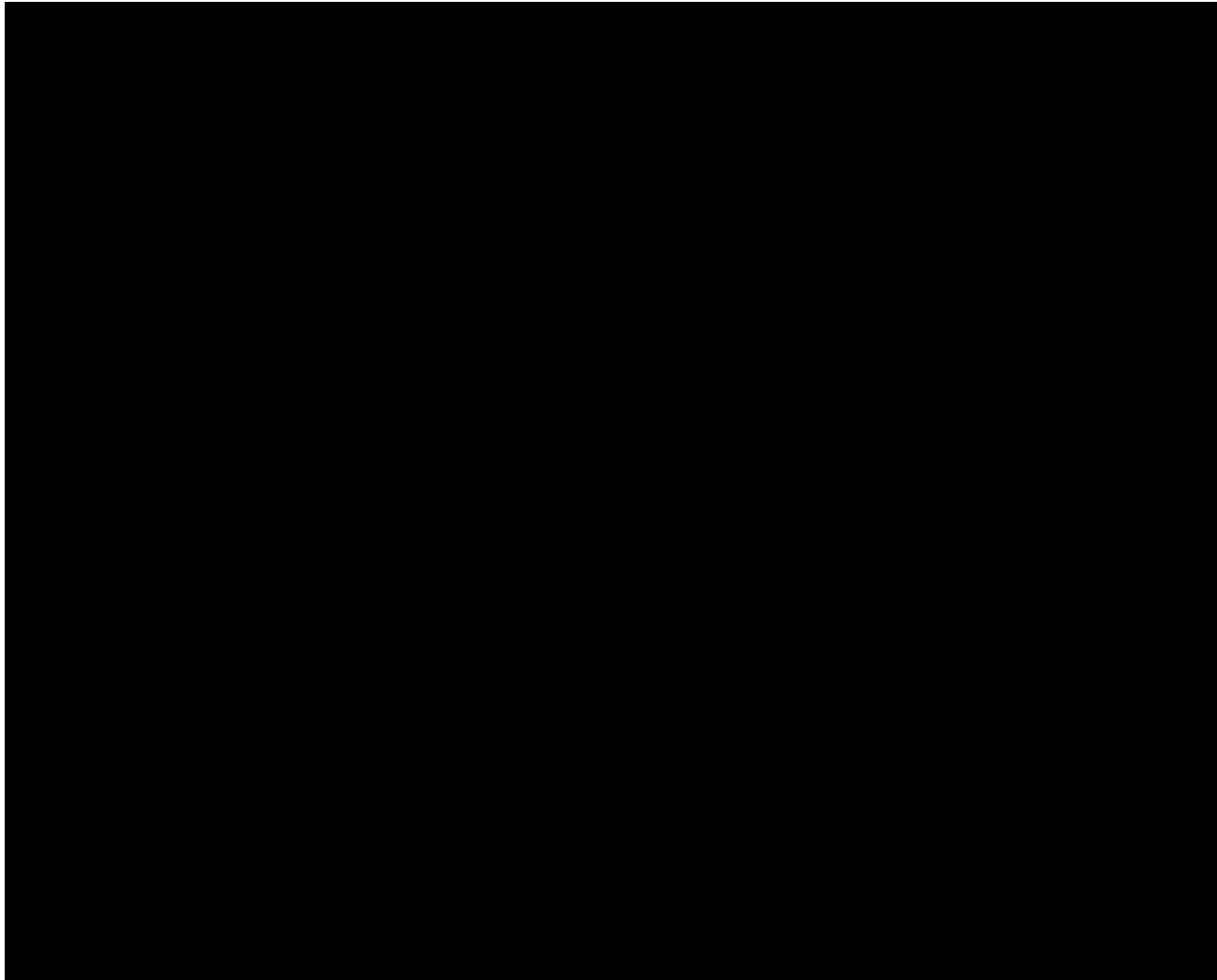
20 x Polrad-Segment

4 x Stator-Segment

2 x Radreifen  
Ø 2,30 m  
(passend für Versand im Standardcontainer)

TYP  
L 500

**Modul - Baukasten**  
**Klappschaufel - Wasserrad**  
wasserrad - drews .de





Metalbau  
06647 Bad Bibra



Ingenieurbüro  
25421 Pinneberg



Ideen eine Zukunft geben

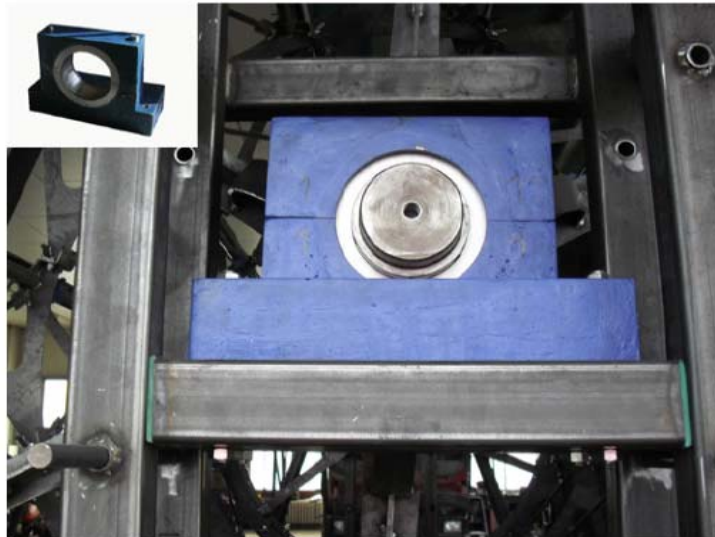
Träger ZIM-Projekt



GMO Gleitlager GmbH  
38835 Osterwieck



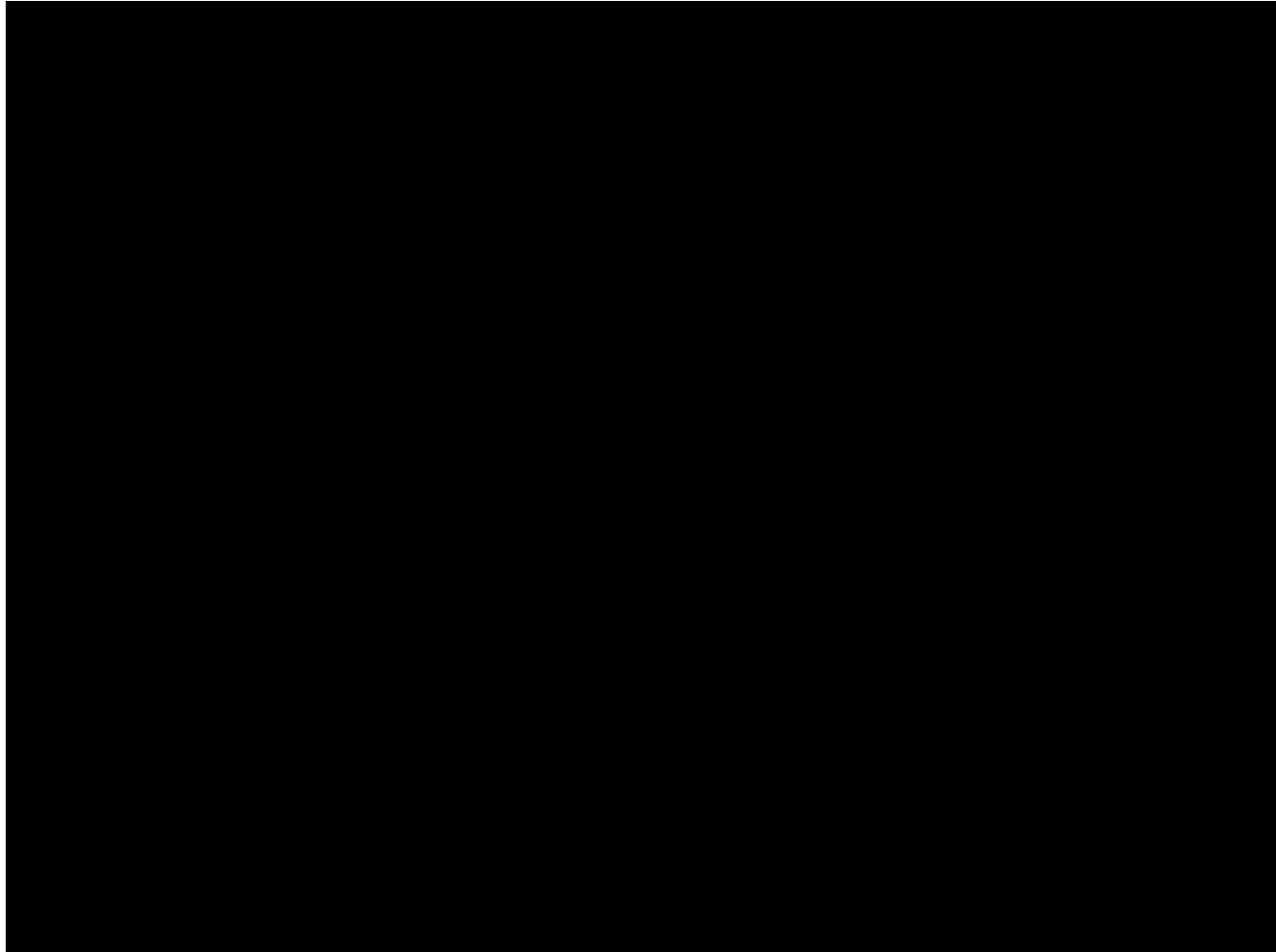




schmiermittelfreies Gleitlager  
mit Teflon-Gleitbuchse  
und Mineralguss-Körper

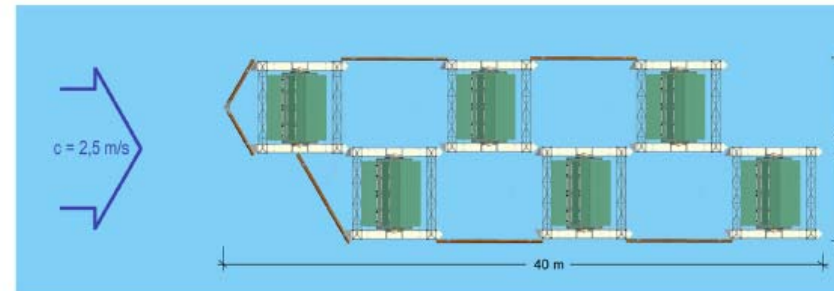
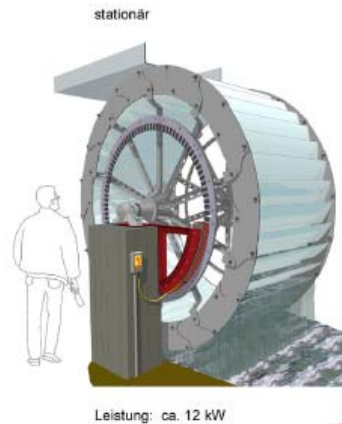


GFK - Schaufelblatt  
1,00 m x 5,00 m



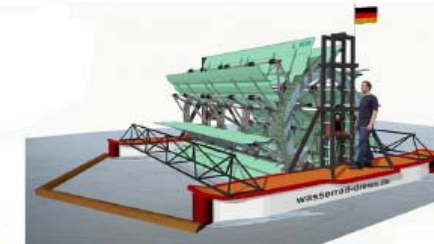






Wasserrad - Flottille (im Fluss verankert)

Leistung: 6 Wasserräder = ca. 100 kW



### Segmentkranz-Wasserrad

### ENERGY FLOATER

sehr langsam drehende Wasserräder ( 5 bis 8 U/min)  
als High-Tech-Stromerzeuger  
mit integriertem Generator (getriebeles).

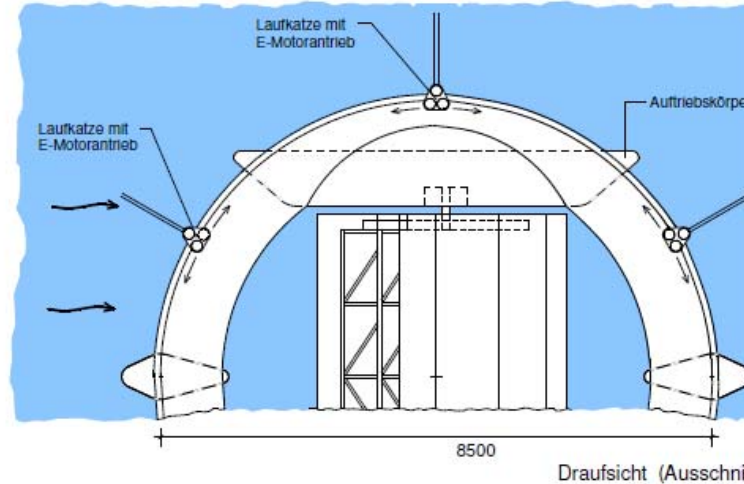
- Baukasten-System ( "IKEA" -Prinzip)
- kostengünstige Vorfertigung von Komponenten ( Serienfertigung )
- modulares Wasserrad anpassbar an den Standort ( hydraulisch / mechanisch )
- modularer Generator anpassbar an das Wasserrad ( mechanisch / elektrisch )
- geringes Leistungsgewicht ( Masse-Leistungs-Verhältnis , kg / kW )

**ENERGY FLOATER : Probelauf auf der Elbe ( Forschungsversuchsträger VECTOR ), sobald Ringsegmentgenerator einsatzbereit !**

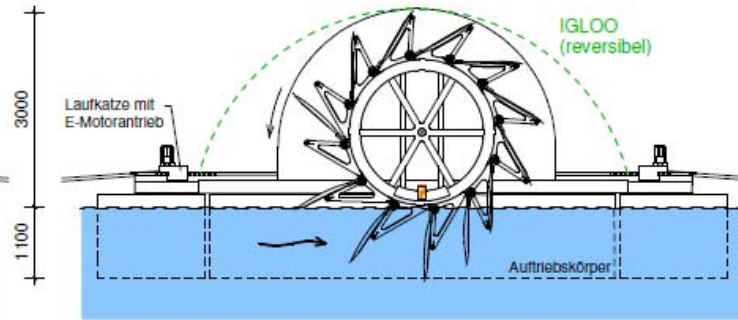
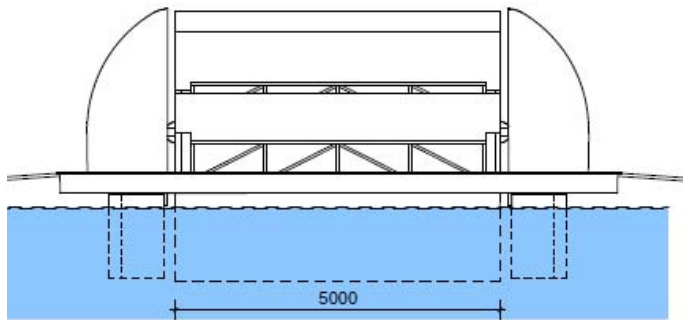




Rettunginsel



Offshore-Wasserrad



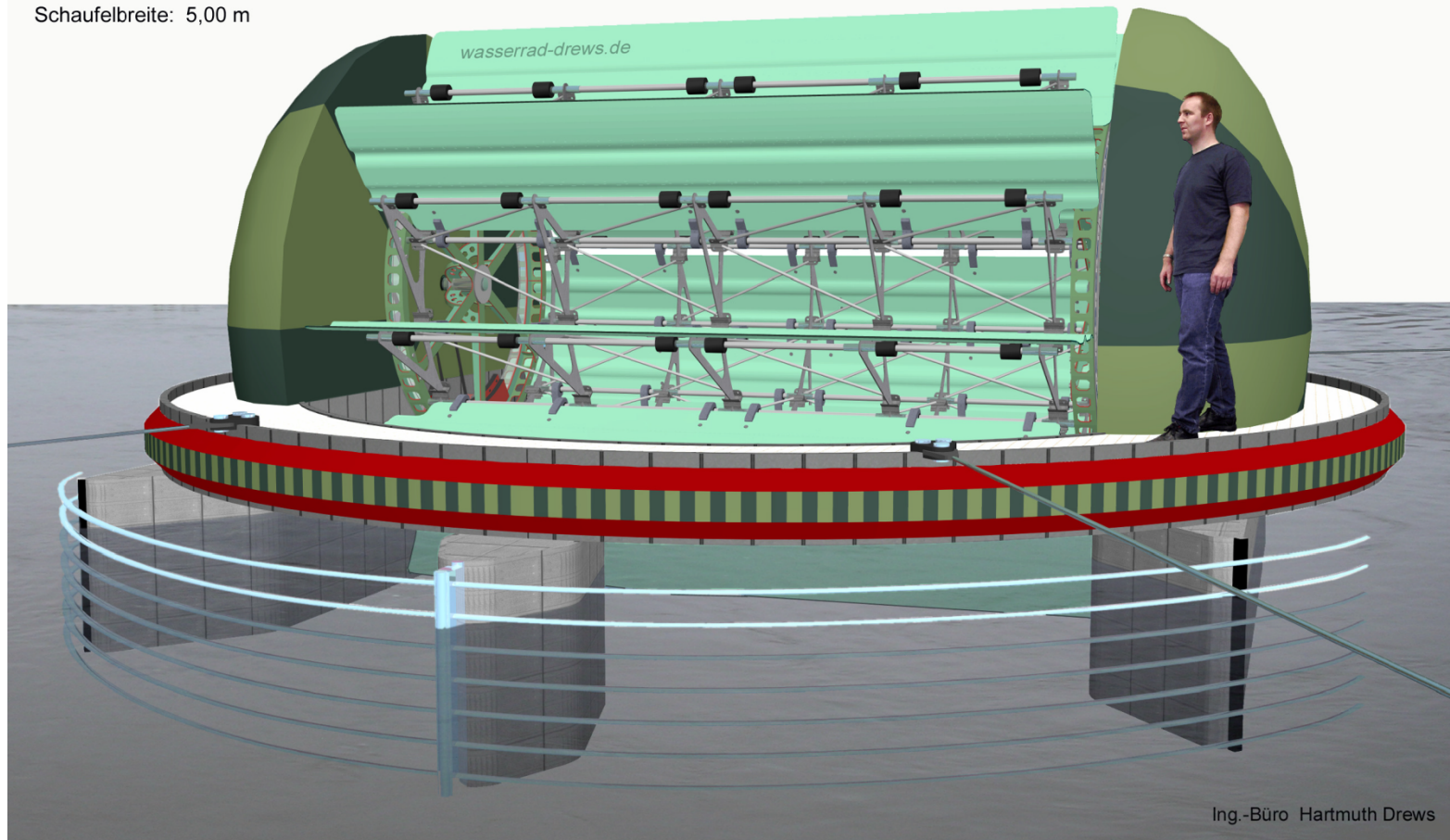
Klappschaufel-Wasserrad drehbar schwimmend Typ "SWARM"

Ing.-Büro Hartmuth Drews 09.06.2012



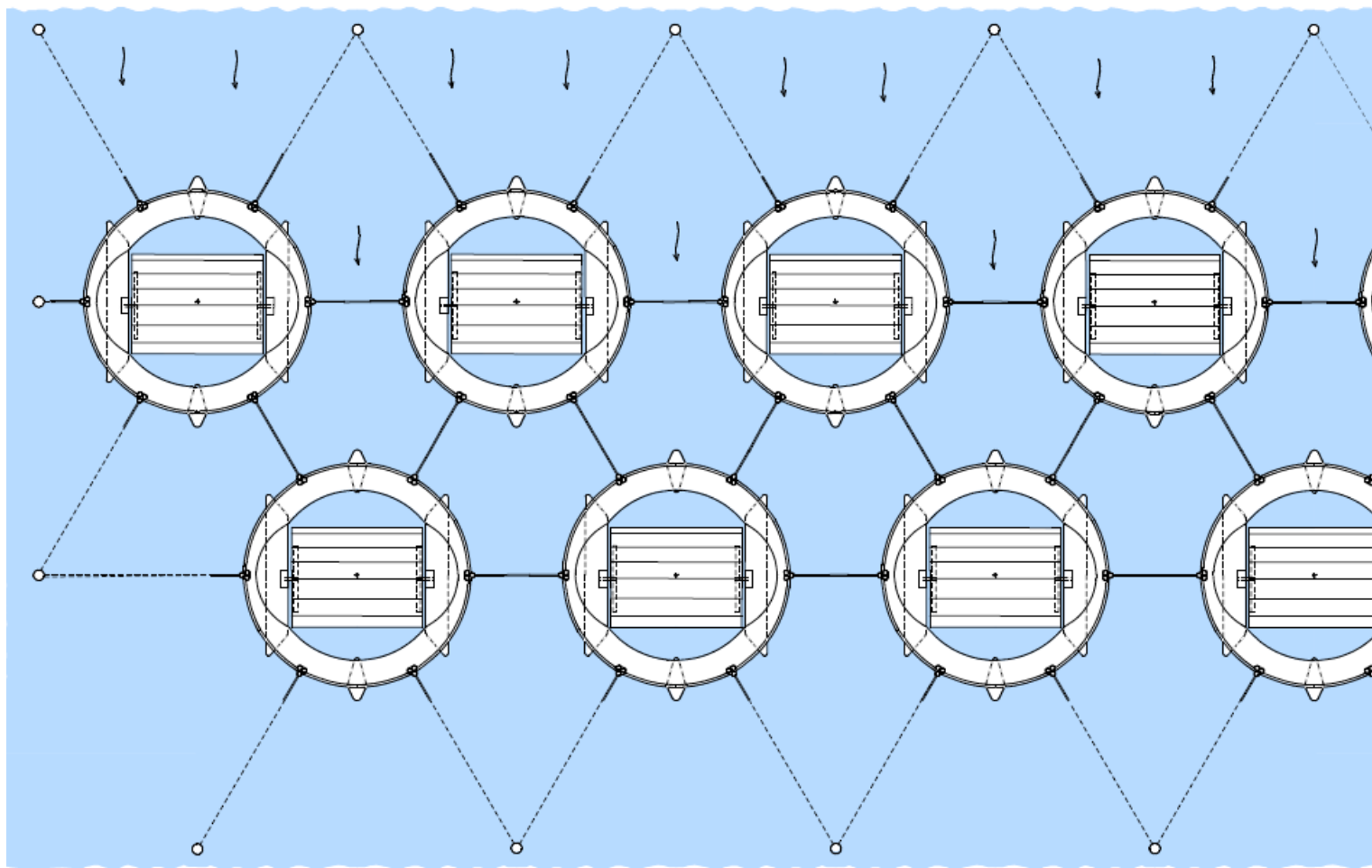


Tauchtiefe Schaufel: 1,00 m  
Schaufelbreite: 5,00 m



Ing.-Büro Hartmuth Drews



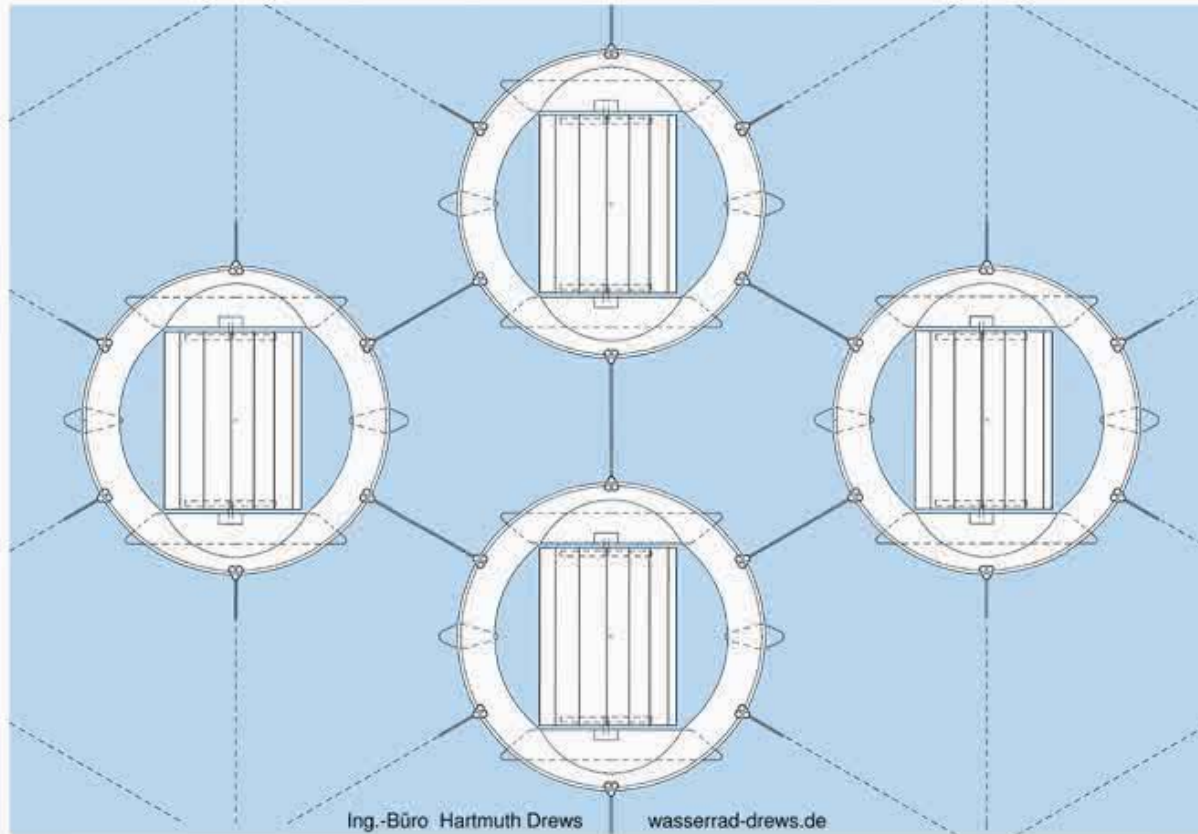


Ing.-Büro Hartmuth Drews 10.06.2012

drehbar schwimmende Wasserräder Typ "SWARM"

Anordnung EIDERSPERRWERK







huelsenbeck@zwo-h.de  
hoss@zwo-h.de  
0179.3993984  
017621957723

Radreifen: Carbonfaser-Verbundwerkstoff ca. 55 kg



Radreifen: Stahlblech ca. 225 kg