

Umweltausschuss Stadt Koblenz, 2.5.2018

Rahmenbedingungen für das wirtschaftliche Betreiben einer Strom-Boje als Anlage der Kleinen Wasserkraft.

Mit der Strom-Boje wird ein neuer Weg zur Nutzung der Energie der freien Strömung eingeschlagen. Sie nutzt die kinetische Energie des Wassers frei fließender Flüsse. Damit können im Gegensatz zur klassischen Wasserkraft, die ihre Leistung aus der Fallhöhe bezieht und mit Querverbauung arbeitet, auch Flusstrecken wie der Mittelrhein genutzt werden.

Was kostet eine Anlage? Was kostet das notwendige System, was vorhanden sein muss, um die Anlage ans Netz zu bringen bzw. nutzbar zu machen?

Einzelkosten	
Strom-Boje SB 3.1, kpl. mit Ankerbohrung	250.000 Euro
Montagekat/Wartungs-Equipment, anteilig	30.000 Euro
Projektierung, Antragsverfahren	20.000 Euro
Anlieferung	ca. 3.000 Euro
Systemkosten	
Netzanbindung Mittelspannungsebene	
Anschlusskabel ca. 100 Euro/lfm	30.-100.000 Euro
Trafo 1000 kVA/21KV (bis 13 Bojen)	52.000 Euro
Genehmigungen, Gutachten, Monitoring	25.000 Euro
Laufende Kosten pro Anlage	
Pacht Liegefläche/Ufer Rhein, abhängig von Lage	ca. 1.000 Euro/a
Wartung, Komfort, 12 Jahre/100.000 Std., 2x jährlich 3 %	7.500 Euro/a
Sichtwartung, wöchentlich bzw. nach Bedarf	2.000 Euro/a
Versicherung (Maschinenversicherung, MBU, Haftpflicht)	ca. 2.000 Euro/a
Betriebsführung kaufm., technisch	?

Netto, zzgl. USt.

Welche Fließgeschwindigkeiten benötigt man, um eine Wirtschaftlichkeit zu erreichen?

Durchschnittliche Strömungsgeschwindigkeit	Ausbringung
1,50 m/s	8 kW
1,75 m/s	13 kW
2,00 m/s	18 kW
2,25 m/s	24 kW
2,50 m/s	29 kW
3,00 m/s	54 kW
3,50 m/s	70 kW
4,00 m/s	70 kW abgeregelt

Anhand der am Standort vorliegenden Strömungsgeschwindigkeit kann die Jahresleistung errechnet werden. Dazu werden Strömungsdaten für den konkreten Standort benötigt.

Zur Ermittlung der Strömungsgeschwindigkeit machen wir Strömungsmessungen mit einem eigens konstruierten Messboot. Anhand mehrerer Messungen läßt sich eine Ganglinie für den Standort herleiten und in Korrelation zum Pegelstand die Jahresleistung errechnen. Pegelstände der näher gelegenen Pegel sind in der Regel langfristig, meist zurück bis 2000 verfügbar.

In der Regel gehen wir so vor, dass wir zunächst vom Ufer aus die als offenbar geeigneten Stellen erkunden, mit dem Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt die Möglichkeit für Strom-Bojen abklären und dann erst konkret Strömungsmessungen durchführen.

Strömungsmessungen bieten wir als Auftragsleistung an.

In unserer Berechnung der Jahresarbeit gehen wir unter Berücksichtigung der 2 jährlichen großen Wartungen (mit Herausheben der Boje) von 8.700 Betriebsstunden im Jahr aus. Das setzt aber einen Standort voraus, bei dem die Boje auch bei Niedrigwasser noch komplett unter Wasser liegt.

Wo ist die Anlage einsetzbar (Eigenstromerzeugung bzw. Einspeisen ins Netz)?

Der erzeugte Strom kann

selbst genutzt werden,

über die **sonstige Direktvermarktung** gem. EEG an Dritte veräußert werden oder (ab 100 kW Leistung, Anlagen werden zusammengerechnet) oder

gem. EEG in der **Direktvermarktung** ins öffentliche Netz eingespeist werden.

Vergütung nach dem EEG in der Direktvermarktung

EEG 2014 - Aktuelle Vergütungssätze in ct pro kWh; Degression 0,5 %							
Inbetriebnahme	≤ 500 kW	≤ 2 MW	≤ 5 MW	≤ 10 MW	≤ 20 MW	≤ 50 MW	> 50 MW
ab 01.08.2014	12,52	8,25	6,31	5,54	5,34	4,28	3,50
2015	12,52	8,25	6,31	5,54	5,34	4,28	3,50
2016	12,46	8,21	6,28	5,51	5,31	4,26	3,48
2017	12,40	8,17	6,25	5,48	5,29	4,24	3,47
2018	12,33	8,13	6,22	5,46	5,26	4,22	3,45
2019	12,27	8,09	6,18	5,43	5,23	4,20	3,43
2020	12,21	8,05	6,15	5,40	5,21	4,17	3,41
2021	12,15	7,97	6,12	5,38	5,18	4,15	3,40
2022	12,09	7,97	6,09	5,35	5,16	4,13	3,38
2023	12,03	7,93	6,06	5,32	5,13	4,11	3,36

Vergütung für Strom aus Wasserkraft (ohne Verbauung) nach EEG („anzulegender Wert“) abz. von etwa 0,2 Cent/kWh als Prämie für den Direktvermarkter. Zu erwartende EEG-Vergütung bei Inbetriebnahme 2019 dann ca. 12,07 Cent/kWh.

Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit ist im Wesentlichen abhängig von der örtlichen Strömungsgeschwindigkeit, der Anzahl der Anlagen (Kostendegression) und den Kosten der Infrastruktur (Netzanbindung, Gutachten, Genehmigungen, Genehmigungsaufgaben etc.).

Durchschnittliche Strömungsgeschwindigkeit	Bei 2 m/s	Bei 2,5 m/s	Bei 3 m/s
Zu erwartende Leistung	18 kW	29 kW	54 kW
Jahresarbeitsstunden	8.700 h	8.700 h	8.700 h
Zu erwartende Jahresarbeit	156.600 kWh	252.300 kWh	469.800 kWh
Vergütung 2019 ca. 12,09 Cent/kWh	18.900 Euro	30.500 Euro	56.800 Euro
Afa 5 %/20 Jahre aus 303.000 Euro	15.150 Euro	15.150 Euro	15.150 Euro
Afa 5 %/20 Jahre aus Systemkosten			
aus 110-180.000 Euro bei 1 Anlage	5.500-9.000 Euro	5.500-9.000 Euro	5.500-9.000 Euro
aus 110-180.000 Euro bei 5 Anlagen	1.100-1.800 Euro	1.100-1.800 Euro	1.100-1.800 Euro
Laufende Kosten	12.500 Euro	12.500 Euro	12.500 Euro
Jahreskosten pro Anlage (bei 1 Anlage)	33.200-36.700	33.200-36.700	33.200-36.700
Jahreskosten pro Anlage (bei 5 Anlagen)	28.800-29.500	28.800-29.500	28.800-29.500
Jahresertrag pro Anlage (bei 1 Anlage)	-14.300-17.800	-2.700-6.200	+20.100-23.600
Jahresertrag pro Anlage (bei 5 Anlagen)	-9.900-10.600	+1.000-1.700	+27.300-28.000

Aufgrund der Infrastrukturkosten (Netzanbindung etc.) empfiehlt auch der Hersteller, möglichst 5 Anlagen zu bündeln.

Da sich die Leistung mit zunehmender Strömungsgeschwindigkeit exponentiell steigert, ist die Suche eines geeigneten Standortes besonders wichtig.

Die Kosten der Netzanbindung können stark variieren, je nach Verfügbarkeit eines Anschlusses auf Mittelspannungsebene.

Standortanforderung zum wirtschaftlichen Betrieb

Zum wirtschaftlichen Betrieb der Strom-Boje sind damit erforderlich

Mindestwassertiefe bei Mittelwasser von 3 m

Mindestströmungsgeschwindigkeit von deutlich über 2 m/s

möglichst Anlagenbündelung von mehreren Anlagen

möglichst guter Zugang zum Netzanschlusspunkt auf Mittelspannungsebene