

2. Projektarbeit im Masterstudiengang SENCE
an der Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg,
Sommer-Semester 2009



Untersuchung und Marktübersicht von schwimmenden Kleinwasserkraftwerken

Eingereicht von : Dipl.-Ing. (BA) Sebastian Bühler
Tulpenweg 3
72227 Egenhausen
Matrikel-Nr. 800506

Projektbetreuer : Prof. Dr.-Ing. Klaus-Jürgen Peschges,
Hochschule Mannheim

1. Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Projektarbeit wurde das Themengebiet der „schwimmenden Kleinwasserkraftwerke“ bearbeitet. Hierzu hatte der bearbeitende Student immer wieder eigene Ideen für die Konstruktion eines auf dem Fluss schwimmenden, tiefschlächting angetriebenen Wasserrades. Es wurde untersucht, welche Leistung und Wirkungsgrad ein solches Kleinwasserkraftwerk besitzt und ob solche Anlage bereits patentiert, bzw. erforscht sind. Die Idee des Autors wurde angeregt durch die seit Jahrhunderten bekannten Schiffsmühlen, also auf einem Fluss schwimmende Getreidemühlen.

Anstatt nun Getreide zu mahlen wie früher, sollten die weiterentwickelten „schwimmenden Kleinwasserkraftwerke“ mit einem Generator ausgestattet sein, Strom erzeugen und diesen an Land in das regionale Stromnetz einspeisen. Eine Weiterentwicklung ist, dass die Anlagen kompakt gebaut werden und, wenn auch nur eingeschränkt, transportabel sind. Wie solch eine Anlage aussehen könnte zeigt Abbildung 1 – 1 und 1 – 2.

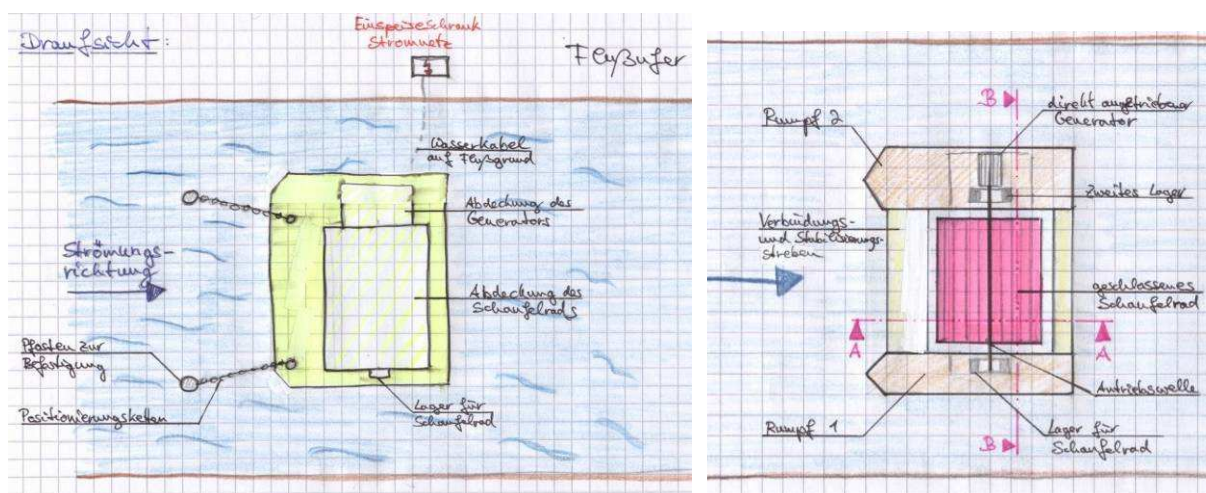


Abbildung 1 - 1: Draufsicht-Skizzen zur eigenen Idee einer „schwimmenden Kleinwasserkraftanlage

Eine solche Anlage kann in einem Fluss verankert werden und erzeugt durch die reine Fließgeschwindigkeit des Flusses, mit einem tiefschlächtingen Wasserrad, einem Übersetzungsgetriebe und einem Generator elektrischen Strom.

Für die Berechnung der elektrischen Leistung einer solchen Anlage wurde ein Wasserrad mit einer Breite von 6,0 m, einem Durchmesser von 4,0 m und eine Eintauchtiefe der Holz-Schaufeln von 60 cm gewählt. Diese Dimensionierung würde für einen größeren Fluss, wie dem Neckar bei Rottenburg, entsprechen.

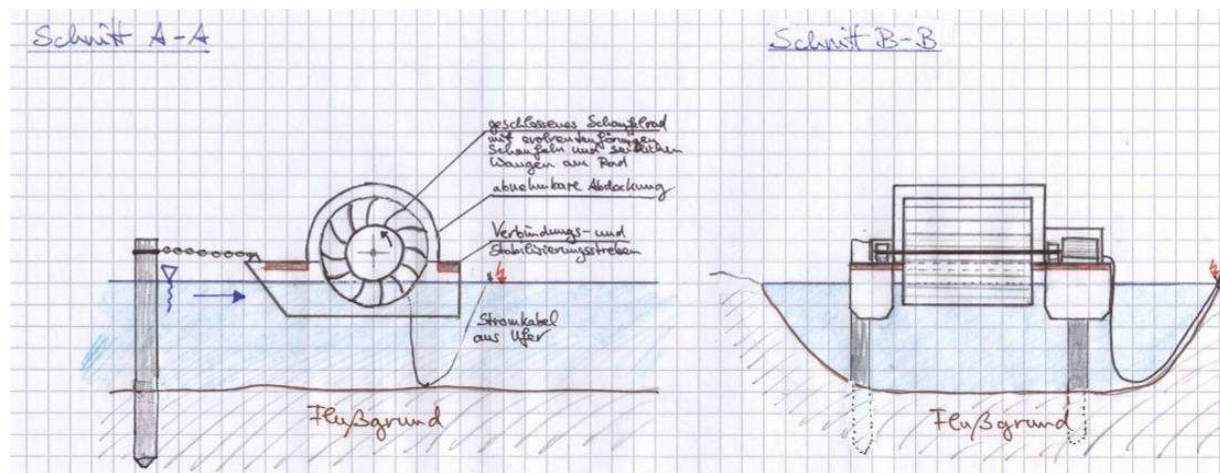


Abbildung 1 - 2: Schnitt A-A und B-B zur eigenen Idee einer „schwimmenden Kleinwasserkraftanlage“

Für die Berechnung der elektrischen Leistung wurde der Rechengang für ein schwimmendes Wasserrad hergeleitet und mit den oben genannten Abmessungen, sowie einer Wasserfließgeschwindigkeit von max. 2,5 m/s durchgeführt. Der überschlägige **Gesamtwirkungsgrad von ca. 64,5 %** ergibt sich aus den angenommenen Teilwirkungsgraden für das Wasserrad mit ca. 70%, dem Getriebe mit ca. 95 % und dem Generator mit ca. 97%. Das Ergebnis aus dem Rechengang mit diesen Parametern ist, dass eine solche „schwimmende Kleinwasserkraftanlage“ eine elektrische **Leistung von max. 5,4 kW** besitzt.

Anschließend wurde eine Marktrecherche durchgeführt, um zu prüfen, ob bereits Prototypen und Anlagen zu dieser Kategorie der Wasserkraftanlagen existieren. Es wurden weltweit insgesamt 5 verschiedene Anlagen-Konzepte gefunden, mit Leistungen zwischen 10 und 20 kW. Sämtliche dieser Prototypen und Konzepte basieren auf Rotoren oder Flügeln unter der Fluss-Oberfläche. Zwei dieser Anlagen befinden sich seit 2006 im Praxistest, eine weitere wurde erst kürzlich fertig gestellt und noch nicht ausführlich getestet. Für die beiden letzten Anlagen-Versionen existieren noch keine Prototypen, sondern lediglich die Entwicklungen dafür. Ergebnis dieser Marktrecherche war außerdem, dass noch keine Anlage in Betrieb ist, die den Ideen des Autors entspricht.

Ergebnis der Kostenschätzung für die geplante Anlage war, dass Sie **ca. 132.000 € (netto)** einschließlich sämtlicher erforderlicher Maßnahmen kostet. Diese sehr hohen Investitionskosten ergeben einen ebenfalls hohen spezifischen Leistungspreis von **ca. 24.500 €/kW**, was um den Faktor 2 bis 4 teurer ist als erprobte Wasserkrafttechnik in der gleichen Leistungsgröße. Für die jährlichen Volllaststunden der Anlage wurden **ca. 4.750 h/a** überschlägig errechnet, womit sich mit der elektrischen Leistung von max. 5,4 kW eine jährliche Strommenge von **ca. 25.500 kWh/a** erzeugen lassen würde.

Durch das `Erneuerbare Energien Gesetz` EEG 2009 wird für Strom aus Wasserkraftanlagen mit einer Leistung unter 5 MW eine Vergütung von 12,67 Ct/kWh, ohne Degression, über 20 Jahre gewährt. Durch diese jährliche Stromvergütung erzielt die Anlage Einnahmen in Höhe von **ca. 3.200 €/a**, wobei hiervon noch ca. 900 €/a an Wartungskosten abzuziehen sind. Die statische Amortisationsrechnung, also ohne Berücksichtigung von Zinsen und Preissteigerung, ergibt eine Amortisationszeit von **ca. 54 Jahren**.

Grund hierfür ist unter anderem die physikalisch bedingte, sehr geringe Leistungsdichte der schwimmenden Wasserräder, da keine geodätische Höhe des Flusses genutzt werden kann. Allein aus der Fließgeschwindigkeit eines Flusses lässt sich lediglich eine geringe Leistung gewinnen, trotz des dafür erforderlichen, großen baulichen Aufwands der schwimmenden Anlage. Leider ist diese untersuchte Technik der „schwimmenden Kleinwasserkraftwerke“ mit einem Wasserrad, nicht wie erwartet preiswert, sondern sehr teuer und eher unwirtschaftlich. Weiterer Nachteil an dieser Technik der „schwimmenden Kleinwasserkraftwerke“ ist die in der Teillast rapide abnehmende Leistung. Die in diese Technik häufig gesteckte Hoffnung, dass eine Wasserkraftnutzung ohne Stauwehre und Bauwerke möglich sei und gleichzeitig wirtschaftlich ist, erfüllte sich leider nicht.

Hinzu kommt, dass zu diesem Thema in Deutschland und der EU insgesamt 43 Schutzdokumente existieren und weltweit sogar insgesamt 178 Schutzdokumente bestehen. Eine Aufgabe dieser Projektarbeit war, die Möglichkeiten einer Patentanmeldung durch den Autor zu klären, indem die bestehenden Patente und Erfindungen mit den eigenen Ideen verglichen wurden. Ergebnis dieser eigenen Recherche in der Datenbank des Patentamtes war, dass sämtliche Merkmale der eigenen Idee bereits in bestehenden Patent-Dokumenten enthalten sind und damit nicht neu sind. Somit erübrigten sich auch die kostenpflichtige, professionelle Patentrecherche und weitere Anstrengungen in dieser Richtung. Abschließend ist zu sagen, dass die Idee der „schwimmenden Kleinwasserkraftwerke“ mit einem Wasserrad im Ansatz nicht schlecht ist, aber in der Realität aufgrund der geringen Leistung und hohen Kosten wenig Sinn macht.

Die weitere Erprobung der recherchierten Prototypen und deren zukünftige Markteinführung sind viel versprechend. Es bleibt abzuwarten welche Konzepte sich durchsetzen werden.

Eine Renaissance der früher weit verbreiteten, fest installierten Wasserräder bietet zukünftig in Deutschland noch ein moderates Ausbaupotential der Wasserkraft mit kleinen Zuwachsraten.