

Ergebnisse der Bachelorarbeit von Stephanie Kirstgen

Thema: Machbarkeitsstudie für eine Wasserkraftanlage an der Agger

Im Rahmen der Bachelorarbeit wurde die Wehranlage Ränderoth, welche sich im Aggertal in der Gemeinde Engelskirchen befindet, als Standort für eine Wasserkraftnutzung untersucht. In diesem Zusammenhang wurde zunächst die aktuelle Wehranlage vermessen, aus den gewonnenen Daten eine hydraulische Simulation erarbeitet und aus deren Ergebnissen der Ist-Zustand beschrieben. Die Analyse der aktuellen Wasserspiegellagen hat ergeben, dass bis zu einer Abflussmenge von ca. $7 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ (MQ= Mittlerer Abfluss¹ an der Wehranlage $7,76 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$) eine maximale Fallhöhe von ca. 1,50 m an der Wehranlage erreicht wird. Bei größeren Abflussmengen steigt der Unterwasserspiegel überproportional zum Oberwasserspiegel, so dass die Fallhöhe geringer wird. Neben der Wehranlage wurde auch die Fallhöhe der Wasserspiegellagen in Bezug zum ca. 35 m flussabwärts liegenden Sohlprung (max. 1,92 m) und der ca. 150 m entfernten Brücke der B55 (max. 2,26 m) ermittelt. Die Auswertung der Pegeldata hat darüber hinaus ergeben, dass instationäre Abflussverhältnisse vorliegen. Die von einer Wasserkraftanlage zu verarbeitende Abflussmenge schwankt demnach stark im Jahresverlauf.

Auf Grundlage dieser Auswertung wurden im Zusammenhang mit den zu beachtenden rechtlichen Vorschriften unterschiedliche Wasserkraftanlagen verglichen. Die Recherche der rechtlichen Randbedingungen hat ergeben, dass eine neue funktionsfähige Fischaufstiegsanlage geplant werden muss, um eine wasserrechtliche Erlaubnis zu erhalten. Die vorhandene Fischaufstiegsanlage genügt nicht den Vorgaben des Handbuches für Querbauwerke und des DWA² Merkblattes 509 und ist dementsprechend nicht genehmigungsfähig. Flussaufwärts befinden sich sowohl Landschafts- als auch Naturschutzgebiete. Bei unveränderten Wasserspiegellagen der Agger müssen aber keine Auflagen bezüglich der Schutzgebiete beachtet werden. Vom Land NRW sind Maßnahmen im Zusammenhang mit der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie vorgesehen, die den Bereich der Wehranlage betreffen. Zum einen ist der Rückbau des Querbauwerks vermerkt, zum anderen ist eine Verbesserung der Sohl- und Uferstruktur unterhalb der Wehranlage vorgesehen. Weiterhin muss beachtet werden, dass die Wehranlage innerhalb einer Ortschaft (Ränderoth) liegt. Weil die an die Agger grenzenden Grundstücke bereits heute hochwassergefährdet sind, gibt es von der Gemeinde Engelskirchen die Auflage, dass die Hochwasserspiegellagen nicht nachteilig beeinflusst werden dürfen. (LWG, 1995), (Wasserhaushaltsgesetz-WHG, 2009)

Bei der Auswahl der Wasserkraftturbine wird auf Grund der schwankenden Abflussverhältnisse auf einen guten Wirkungsgrad auch im Teillastbetrieb geachtet. Wegen der geringen Fallhöhe werden sowohl Hochdruck- als auch Mitteldruckturbinen ausgeschlossen. Als technisch geeignete Turbinen

¹ <http://www.hydroskript.de/html/index.html?page=/html/hykp0702.html>, abgerufen am 10.10.13

² Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.

haben sich eine Kaplan turbine, eine Wasserkraftschnecke, eine Lamellenturbine, ein Wasserrad und eine horizontal durchströmte „Power Chart-Turbine“ herausgestellt. Die Simulation der Wasserspiegellagen einer Wasserkraftschneckenvariante hat ergeben, dass die Auflagen der Gemeinde Engelskirchen bezüglich der Hochwassersicherheit erfüllt werden können. Ebenfalls kann eine Kaplan turbine bei einer möglichen Saugrohrverlängerung bis zu dem 35 m von der Wehrkrone entfernten Sohl sprung oder Installation einer Fischbauchklappe genutzt werden. Die Wasserspiegellagensimulation nach Angaben eines vorgelegten Angebotes hat aber eine Verschlechterung der Hochwasserzustände ergeben. Deshalb wurde diese Variante nicht auf ihre wirtschaftliche Darstellbarkeit geprüft. Da die übrigen Varianten bis auf die Wasserkraftschnecke zu viele Unbekannte enthalten, wurde nur diese wirtschaftlich berechnet.

Die Amortisationsrechnung der Wasserkraftschnecke mit einer Jahresleistung von ca. 350.000 kWh³ hat eine Amortisationszeit von 20,46 Jahren ergeben. Dieser Zeitraum ist verhältnismäßig lang. Unter dem Aspekt, dass in dieser Zeit weder Gewinne erwirtschaftet werden können, noch die Tilgung von aufzunehmenden Krediten betrachtet wurden, kann die Wirtschaftlichkeit einer Wasserkraftanlage mit Schneckentechnologie nicht als gegeben angenommen werden. Da die Wirtschaftlichkeitsberechnung aber auf vielen Annahmen beruht, kann diese Darstellung nicht als endgültig betrachtet werden. Die Wehranlage Runderoth ist kein optimaler Standort für Wasserkraftnutzung. Die maximal zu erreichende theoretische Leistung ist, im Gegensatz zu Standorten mit größeren Fallhöhen, gering. Niederdruckanlagen, die in diesem Bereich Anwendung finden, sind vom Investitionsvolumen vergleichbar der Hochdruck- und Mitteldruckanlagen. Dementsprechend verlängert sich wegen der geringeren Leistung der Amortisationszeitraum bei Niederdruckanlagen. Die Durchmesser der Turbinen nehmen mit sinkender Fallhöhe bzw. sinkender potenzieller Energie zu, wodurch die Turbinen im Verhältnis sehr teuer sind. Dabei ist es irrelevant, für welchen Turbinentyp man sich entscheidet. Laut Aussage von Herrn Gschwind von Watec-Hydro e.K. sind für die Wehranlage Runderoth Amortisationszeiten von ca. 20 Jahren für eine Wasserkraftanlage realistisch. Die Motivation zur Investition ist entscheidend für die Rentabilität der Anlage. So ist der Bau einer Wasserkraftanlage mit Fischaufstiegsanlage aus ökologischer Sicht und im Sinne der Energiegewinnung ohne direkte CO₂-Emissionen erstrebenswert. Die Schaffung der Durchgängigkeit der Gewässer ist festgelegtes Ziel der WRRL. Ökonomisch betrachtet bietet der Standort aktuell kein Potential, Kapital gewinnbringend zu investieren.

Die wirtschaftliche und energiepolitische Situation in 20 Jahren ist nicht abschätzbar. So kann es trotzdem sinnvoll sein bereits heute in eine Technik zu investieren und Erfahrungen zu sammeln, die in der Zukunft in Bezug auf die beschlossene Energiewende gefragt sein werden. Zudem stellt die Wasserkraftschnecke nicht die einzige technisch machbare Wasserkraftanlage dar. Aktuell gibt es viele Projekte, die sich mit der Optimierung von Wasserkraftanlagen für Standorte mit geringer Fallhöhe, wie die Wehranlage Runderoth, beschäftigen. In ein paar Jahren können sich die

³ Berechnung aus Angaben Angebot Rehart GmbH

Eingangsparameter ändern, sodass sich auch die Wirtschaftlichkeit einer entsprechenden Anlage in Ränderoth verbessern kann.

Literaturverzeichnis

DIN 4048 Teil 1. (01 1987). DIN.

DIN 19700 Teil 13. (07 2004). *Stauanlagen-Staustufen.*

DIN 4048 Teil 2. (07.1994).

Mitteilungen des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verbandes E.V., Regeln für Abnahmeversuche an Wasserkraftmaschinen (Bd. Nummer 5). (1930). Berlin-Halensee.

DIN 19752-Wasserkraftanlagen. (1986). *Regeln für Planung und Betrieb.*

Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen-Landeswassergesetz-LWG. (25. 06 1995). (16.03.2010). Nordrhein-Westfalen.

Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates Zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. (2000). Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft.

Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts. (31. 07 2009). *Wasserhaushaltsgesetz- WHG.*

Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke-Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. (02 2010). *Merkblatt DWA-M 509.* DWA-Regelwerk.

Schlautipp.de. (2010-2013). Abgerufen am 1. Juli 2013 von ww.schlautipp.de/strompreisentwicklung-2000-2012

anglermap.de. (2011). Abgerufen am 16. Mai 2013 von http://www.anglermap.de/angeln/gewaessersteckbrief_angelkarte.php?id=3809

(2012). *Anforderungen zur Durchgängigkeit.* Bezirksregierung Köln.

(2012). *Aufhebung des Vorbehaltes des Verbandsrates gegen den Bau einer Fischaufstiegsanlage an der Stauanlage Osberghausen.* Fachbereich Talsperren. Gummersbach: Aggerverband.

Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien. (1. Januar 2012). *Erneuerbare-Energien-Gesetz-EEG.*

Chemie.de. (2013). Abgerufen am 10. 04 2013 von <http://www.chemie.de/lexikon/Polyethylen.html>

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. (03 2013). Abgerufen am 03 2013 von <http://www.nrw.de/umwelt/wasser/baeche/wehre/index.php>

- Ossberger. (2013). Abgerufen am 6. Juni 2013 von <http://www.ossberger.de/cms/de/hydro/ossberger-turbine/>
- Rechtsanwälte Klemm & Partner, Hamburg, Bergedorf. (2013). Abgerufen am 03. 04 2013 von <http://www.klemmpartner.de/drucken/veroeffentlichungen/43/475/>
- Verband der Wasserkraftwerksbetreiber Sachsen und Sachsen-Anhalt e.V. (2013). Abgerufen am 5. Juni 2013 von <http://www.wasserkraftverband.de/wissenswertes-uber-wasserkraft>
- Verivox. (2013). Abgerufen am 2. Juli 2013 von Die beste Entscheidung: <http://www.verivox.de/gewerbestrom-preisvergleich/empfehlungen/?gesamtverbrauch=0&profile=g3&plz=51766&usage=49000>
- Wasser Wissen-Das Internetportal für Wasser und Abwasser. (2013). Abgerufen am 2013. Juli 08 von <http://www.wasser-wissen.de/abwasserlexikon/t/tidehub.htm>
- Bernhard, M. (2013). *Markus Bernhard*. Abgerufen am 5. Juni 2013 von Erneuerbare Energien: <http://www.mb-oekoprojekt.de/wasserturbinen.html>
- BEW-Power. (2011). *BEW-Power Betrieb und Entwicklung von Wasserkraftanlagen GmbH*. Abgerufen am 12. Juni 2013 von <http://www.bew-power.at>
- Dr Bergmann, V., & Scheibe-Keßler, H. (2013). *Energieroute.de-Wegweiser zu erneuerbaren Energien im Raum Erfurt-Arnstadt-Ilmenau*. Abgerufen am 10. Juni 2013 von <http://www.energieroute.de/wasser/wasserraeder2.php>
- Dr. Paschotta, R. (2010). *Das RP-Energie-Lexikon*. Abgerufen am 5. Juni 2013 von <http://www.energie-lexikon.info/wasserkraftwerk.html>
- Dr.Allnoch, N. (2013). *IWR-Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien*. Abgerufen am 2013. 05 14 von <http://www.iwr.de/wasser/klima/wapot.html>
- DVWK, Fachausschuß 2.3 "Wehre" des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (1990). DVWK- Merkblatt 216/1990. *Betrachtung zur (n-1)-Bedingung an Wehren*. Bonn.
- Ebel, G. (2013). *Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlage-Handbuch Rechen- und Bypasssysteme; Ingenieurbiologische Grundlagen; Modellierung und Prognose; Bemessung und Gestaltung. Mitteilungen aus dem Büro für Gewässerökologie und Fischereibiologie Dr. Ebel* (Bde. 4, Kapitel 1.1.2). 483 S. Halle (Saale).
- Fichtner Water & Transportation GmbH. (2013). *Wasser als Energieträger*. Stuttgart.

HYDRO-ENERGIE ROTH GMBH Wasserkraftanlagen Anlagenbau Wasserbau. (2013).
HYDROLOGIE. Information Herr Sternstein (Aggerenergie).

Krüger. (21.04.1961). 176-07 B 19. Schreiben an den Regierungspräsidenten, Gummersbach.

M.G. Fillinger. (2013). *Verhaltenspsychologie; Menschliches Verhalten erklären und verstehen*.
Abgerufen am 06. 05 2013 von <http://www.verhaltenspsychologie.com/grundlagen/das-verhalten>

Ministerium für Umwelt und Naturschutz, L. u. (26.01.2009). *Durchgängigkeit der Gewässer an Querbauwerken und Wasserkraftanlagen RdErl. des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz*. Geltender Erlass.

Mittler. (25.09.1997). 26/0. Vermerk: Abstimmungstermin am 23.09.1997.

Nuernbergk, D. M. (2012). *Wasserkraftschnecken-Berechnung und optimaler Entwurf von archimedischen Schnecken als Wasserkraftmaschine*. Detmold: Verlag Moritz Schäfer.

Pelikan, B. (2004). *Handbuch zur Errichtung von Kleinwasserkraftanlagen*. ESHA.

Prof.Dr.Winje, D., & Prof.Dr.-Ing.Hanisch, R. (1991). *Energiewirtschaft-Energieberatung,Energiemanagement* (Bd. 3). Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: Springer Verlag, Verlag TÜV Rheinland Köln.

Raschke. (2012). *Bau von Fischaufstiegsanlagen*. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.

Rehart GmbH. (30. Januar 2013). Schnecke mit freitragendem Stahltrog. *Prinzipieller Aufbau einer Schnecke mit freitragendem Stahltrog*.

Schüttertrumpf, U. P. (Januar 2012). Vorlesung Hydromechanik 1. 8. *Vorlesung-Örtliche Energieverluste*, 8-11. Aachen.

Thommen, J.-P. (1991). *Allgemeine Betriebswirtschaftslehre- Umfassende Einführung aus managementorientierter Sicht*. Wiesbaden: Gabler.

Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. (2013). *VDE*. Abgerufen am 5. Juni 2013 von <http://www.vde.com/de/fg/ETG/Arbeitsgebiete/V1/Aktuelles/Oeffentlich/Seiten/Wasserkraft.aspx>