

STROM AUS DEM FLUSS OHNE TALSPERREN

NUTZUNG DER LAUFWASSERKRAFT IM MITTEL- UND UNTERLAUF VON GRÖßEREN FLÜSSEN ZUR STROMERZEUGUNG DURCH SCHWIMMENDE WASSERKRAFTANLAGEN

Das Projekt Laufwasserkraftwerk „ElbeStrom 388“

Die aktuelle Nutzung der Wasserkraft in Deutschland findet vorwiegend in Speicherkraftwerken, zumeist in Verbindung mit Talsperren, statt (ca. 20 TWh/a). Das noch deutlich größere Potential der Laufwasserkraft vor allem an den Mittel- und Unterläufen der größeren Flüsse (ca. 25 TWh/a) bleibt hingegen ungenutzt, obwohl es ebenfalls Grundlast geeignet und völlig emissionsfrei verfügbar wäre.

Bereits ab dem Mittelalter befanden sich an vielen Flüssen Europas schwimmende Wasserkraftanlagen, so genannte Schiffsmühlen zum Mahlen von Getreide, die mit der Einführung der Dampfschiffahrt und der Dampfmaschinen jedoch nahezu vollständig aufgegeben wurden. Ein im Oktober 2008 angemeldetes Gebrauchsmuster für schwimmende Wasserkraftanlagen zur Stromerzeugung nimmt diese innerhalb der Konditionen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes wirtschaftlich darstellbare Grundsatstechnologie erstmalig wieder auf.

Die Anlage ist demnach modular aufgebaut und sowohl in Flussbreite als auch in Fließrichtung addierbar. Das Modul besteht aus einem einen Strömungskanal bildenden Katamaran, in dem ein unterschlächtiges Wasserrad (s. Glossar Seite 88) die Flusskraft über ein entsprechendes Equipment in elektrischen Strom wandelt. Die Baugruppen würden an Flusssalben befestigt werden und dem jahreszeitlich wechselnden Wasserstand automatisch folgen können. Auch die Integration von Photovoltaik und kleiner Windkraft in das Anlagenkonzept ist problemlos möglich. Die Netzeinspeisung erfolgt über Fluss-/Landkabel in den Anliegerkommunen, die auch die primären Nutznießer der Stromerzeugung an ihrem Fluss sein könnten.

Pro km Flusslänge ergäbe sich z.B. an Mittel- und Unterlauf der Elbe ein Stromertrag von bis zu 4,3 GWh im Jahr und der Landkreis Stendal könnte nahezu den

gesamten Strombedarf der Altmark über die in ihm verfügbare Elblänge abdecken. Negative Auswirkungen auf Natur und Umwelt sind nicht zu erwarten, wobei die Klimagas-Einsparung 1,088 kg CO₂ pro erzeugter KWh aus Wasserkraft beträgt. Ergänzt durch schwimmende Gärten in den Bühnenfeldern der Elbe könnten zudem ein spürbarer Beitrag zur Wasserreinigung und zur Steigerung der Biodiversität in den Flussauen geleistet sowie Nahrungsgüter und Biomasse produziert werden.

Nach Absolvierung der erforderlichen Forschungs- und Entwicklungsleistungen sollte bei entsprechender staatlicher Förderung Marktreife etwa 2011/12 erreicht sein und über den nationalen Einsatz schwimmender Laufwasserkraftanlagen hinaus auch ein erhebliches Exportpotential erschlossen werden können.

Vorbemerkung

Flüsse bewegen gewaltige Mengen an kinetischer Energie, die uns zumeist aber nur als Gefahr – anlässlich von Hochwässern und Überflutungen – bewusst wird.

Nahezu unbekannt ist hingegen, dass auf schätzungsweise 5.000 km energetisch nutzbarer Flussabschnitte in den Mittel- und Unterläufen der größeren deutschen Flüsse ein Potential von schätzungsweise 20 TWh pro Jahr an uns vorbei in die Meere fließt und das als umweltfreundlicher Strom dringend benötigt würde.

Dessen Menge entspräche etwa dem Dreifachen des Stromaufkommens, das alle aktuell in Deutschland installierten Photovoltaikanlagen produzieren oder einem Viertel der deutschen Windkapazitäten. Der Laufwasserstrom wäre zudem Grundlast geeignet und könnte in der Summe etwa 20 Mio. t Kohlendioxid einsparen.

Tatsächlich genutzt wird aber fast ausschließlich die (seit dem Jahr 2000 vor allem klimabedingt um etwa 17% rückläufige) Wasserkraft in den Oberläufen

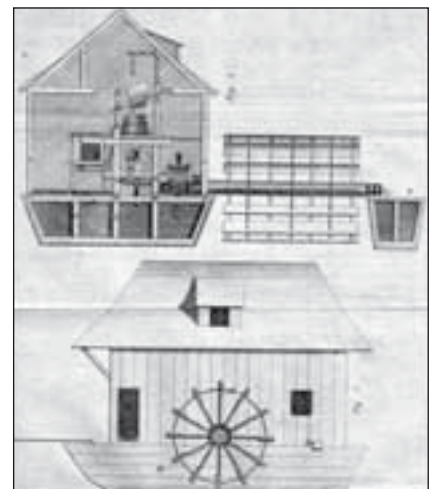
der Flüsse, zumeist in Verbindung mit Talsperren. Das war nicht immer so.

Geschichte

Analog zu den sehr viel bekannteren Windmühlen waren in der vorindustriellen Epoche an allen größeren Flüssen Europas Schiffsmühlen gebräuchlich: An der Elbe sollen es bis weit in das 18. Jahrhundert über 500 gewesen sein, davon allein in Magdeburg etwa 30. Auf



Schiffsmühlen bei Havelberg an der Elbe

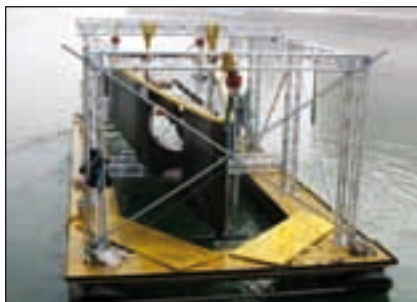


Quelle: Ernst 1805

Schiffsmühlen waren früher eine verbreitete Technologie, wie zahlreiche alte Quellen belegen). Ansicht einer historischen Schiffsmühle



Beispiele für Schiffsmühlen (Quelle: Buck 2006). Links: Schiffsmühle auf der Mur Nähe Verzej, Slowenien. Rechts: Schiffsmühlen-Nachbau auf der Mur bei Mursco Središće Kroatien



Altbewährtes Wasserrad (links) und ein neuer Ansatz zur Nutzung der Flusswasserkraft (rechts). Links: „Zuppinger Wasserrad“ aus dem 19. Jahrhundert bei Ulm (Quelle: Mühlbauer 2006). Rechts: Transport der Stromboje bei Wachau (Österreich). Quelle: Aqua Libre Energieentwicklungs GmbH (2007)

zu einem „Katamaran“ verbundenen Booten wurde über ein dazwischen liegendes unterschlächtiges Wasserrad in einem Mühlenhaus sehr effektiv Getreide gemahlen – im Gegensatz zu Wind war die Laufwasserkraft mit Ausnahme jahreszeitlicher Unterbrechungen „rund um die Uhr“ verfügbar.

Für die sich im 19. Jahrhundert sprunghaft entwickelnde Dampfschiffahrt mit ihren Lastkahnschleppen stellten die Schiffsmühlen jedoch unerwünschte und schließlich binnen kurzem beseitigte Hindernisse dar, so dass heute europaweit nur noch wenige Exemplare, zumeist aus technik- und kulturhistorischen Gründen, erhalten oder nachgebaut worden sind.

Während die Windmühlen bereits zu

Beginn des 20. Jahrhunderts als Vorbild für die Stromerzeugung durch Windkraftanlagen dienten, fiel die Laufwasserkraftnutzung auf Schwimmkörpern offensichtlich in ein wirtschaftlich-technologisches „Loch“. Selbst kleine Stauwasserkraftanlagen „an Land“ hingegen entwickelten sich weiter und arbeiten heute angesichts gestiegener Strompreise wieder kostendeckend.

Schwimmende Unterwasserkraftanlagen, die Strom über einen kanalgeströmten Schiffsschraubenrotor erzeugen, befinden sich z. Zt. in Österreich in der Entwicklung, setzen aber Mindesttiefen von 2,0 m und Fließgeschwindigkeiten von 2,6 m/s voraus, um wirtschaftlich arbeiten zu können. Derartige

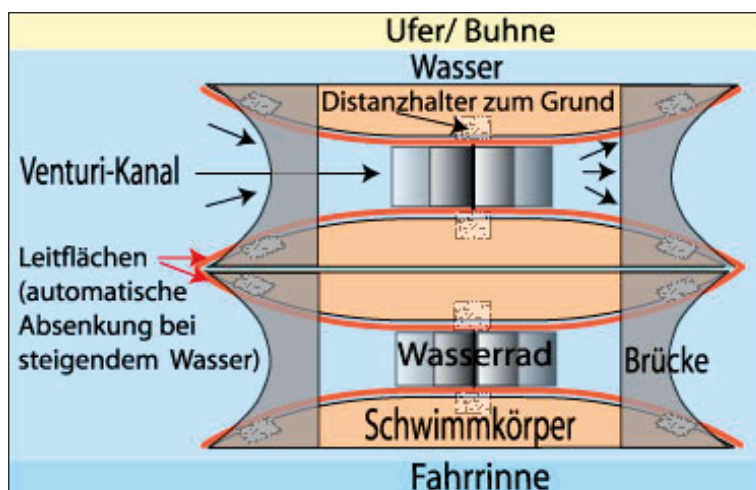
Voraussetzungen sind an den Mittel- und Unterläufen größerer Flüsse aber nicht oder nur sehr selten gegeben. Hier hätten schwimmende Laufwasserkraftanlagen – getrieben durch unterschlächtige Wasserräder – im Wirkprinzip der historischen Schiffsmühlen nahezu ideale Einsatzbedingungen.

Funktionsweise und Konstruktion

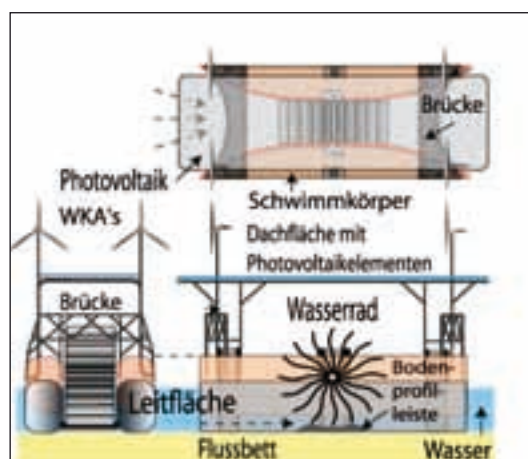
Schwimmende Laufwasserkraftanlagen müssten sinnvollerweise in Segmentbauweise erstellt werden. Die einzelnen Segmente würden dabei über zwei, zu einem Strömungskanal geformte Schwimmkörper, ein dazwischen liegendes unterschlächtiges Wasserrad, das erforderliche elektrotechnische/elektronische Equipment (Generator, Wechselrichter usw.), diverse Einrichtungen zur Erhöhung der Erntefläche/des Stromertrages und eine automatische Höhenregulierung verfügen.

An den Innenseiten der beiden Schwimmkörper befinden sich in Bug- und Hecknähe sowie in der Mitte des Segments höhenverstellbare Distanzhalterungen mit Leitflächen, die sich durch ihr Eigengewicht – je nach Wasserstand bis zum Flussbett – absenken. Damit werden der anströmende Wasserquerschnitt und somit die Erntefläche des Strömungskanals, der durch die beiden Leitflächen gebildet wird, automatisch vergrößert. Parallel zu den Leitflächen senkt sich auch das Wasserrad automatisch ab, das somit bei höherem Wasser ebenfalls tiefer eintaucht und die sich vergrößernde Erntefläche zur Energieumwandlung nutzt.

In Verbindung mit einer Bodenprofilleiste direkt unter dem Wasserrad halten die Distanzhalterungen Wasserrad und Schwimmkörper bei Niedrigwasser auf dem erforderlichen Abstand zum Flussbett, stabilisieren die Anlage und schützen das Wasserrad vor Grundberührung.



Automatische Höhenregulierung der Wasserräder und der Leitflächen



Aufsicht (oben), Ansicht von vorn (links) und der Seite (rechts) des Laufwasserkraftwerkes „ElbeStrom 388“

Verbunden und ausgesteift werden die Schwimmkörper/Segmente über begehbbare Brückenkonstruktionen, die gleichzeitig für eine systemintegrierte Installation von Photovoltaik- und Kleinwindkraftanlagen herangezogen werden können.

Entsprechend ihrer Einsatzbedingungen sind schwimmende Laufwasserkraftwerke modular aufzubauen, um sie in Segmenten sowohl der verfügbaren Flussbreite anpassen, als auch in mehreren Segmentreihen hintereinander positionieren zu können. Bei Segmentabmessungen von etwa 10 m Breite und 15 m Länge wären z. B. am Unterlauf der Elbe 70 m breite Segmentreihen (je 7 Segmente) bei Mindest-Systemabständen in Fließrichtung von 80 m und einer durchschnittlich nutzbaren Eintauchtiefe von 1,5 m unproblematisch installierbar (bis zu 87 Segmente/Flusskilometer).

Dabei wären die Segmente untereinander fest/elastisch zu Segmentreihen und die Segmentreihen in Fließrichtung über Seilkonstruktionen miteinander zu verbinden. Die Verortung der Segmentreihen kann je nach Situation über Flusssalben, Ufer- oder Bühnenbefestigungen erfolgen. Auch eine entsprechend angepasste Kombination von Laufwasserkraftanlagen mit Gierseilfähren und deren Verankerung ist vorstellbar.

Die Stromableitung würde über bewegliche Kabel von den Segmenten über die Segmentreihen/die Seilkonstruktion zu einem hochwassersicheren Festanschluss (z. B. auf dem Kopf einer Dalbe) und von dort weiter über ein fest verlegtes Fluss-/Landkabel zum nächsten Netzeinspeisepunkt erfolgen.

Einsatzfelder

Die grundlastgeeignete Nutzung der Flusswasserkraft bietet insbesondere den Anliegerkommunen der Flüsse die Möglichkeit einer rentablen Stromproduktion nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz, die absehbar auch zu einer weitgehenden energetischen Eigenversorgung von deren Regionen beitragen sollte. Zielgerichtet vorgetragen, könnte diese Option zu einer schnellen und öffentlichkeitswirksamen Verbreitung von schwimmenden Laufwasserkraftanlagen an allen dafür geeigneten Flussläufen geführt werden.

Unter den notwendigen Voraussetzungen sollte die Laufwasserkraftnutzung mit unterschlächtigen Wasserrädern vor allem in den Niederungsbereichen von Rhein, Elbe, Oder oder Weser, aber auch an Donau, Main, Mosel und Neckar wirtschaftlich optimal einsetzbar sein und auf ein gewaltiges Stromerzeugungspotential zurückgreifen können. Besonders eignen dürften sich jedoch über Bühnen regulierte Flussläufe, wenn



Installationsbeispiel an der Elbe bei Havelberg (4 Segmentreihen à 7 Segmente)

- die mittlere Flusstiefe bei durchschnittlichem Niedrigwasser etwa 1,50 m nicht unterschreitet,
- die mittlere Fließgeschwindigkeit mindestens bei etwa 1,0 m/s liegt,
- für den Fall schwereren Eisgangs Anlandungsflächen im unmittelbaren Uferbereich oder weitgehend strömungsfreie Häfen verfügbar sind,
- der Zugang zu den Stromnetzen z.B. der Flussanlieger-Kommunen gewährleistet und
- das Einverständnis der Eigentümer und jeweiligen Genehmigungsbehörden (Wasserstraße, Schifffahrt, Naturschutz, Biosphärenreservat u.a.) zu erwirken ist.

Für den hier näher ausgeführten Bereich am Unterlauf der Elbe, Abschnitt Landkreis Stendal/Bundesland Sachsen-Anhalt sollten sich diese Voraussetzungen zumindest für größere Flussabschnitte weitestgehend erfüllen lassen.

In modifizierter Form wären schwimmende Laufwasserkraftanlagen aber auch für den Einsatz an den Oberläufen größerer Flüsse und an kleineren Flüssen geeignet.

Aufgrund eines vergleichsweise einfachen Wirkprinzips, übersichtlicher Fertigungs-/Installationstechnologien und der Grundlasteignung bestehen zudem erhebliche Exportchancen für potentielle Hersteller von schwimmenden Laufwas-

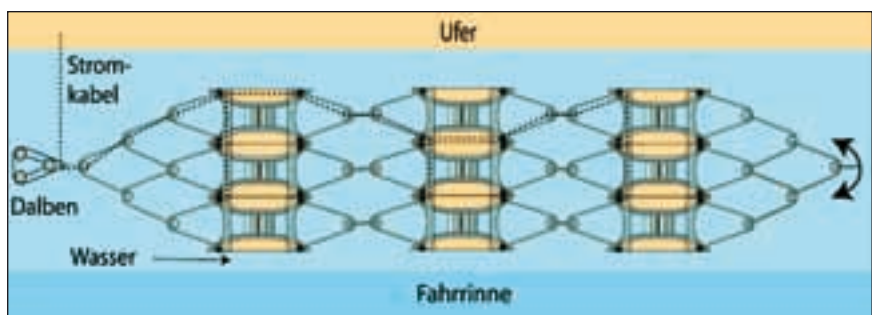
serkraftanlagen, insbesondere in energetisch noch wenig entwickelte Länder mit dezentralen Versorgungserfordernissen, wie z. B. Vietnam.

Zudem ergäbe sich vermutlich so erstmals die Möglichkeit der synergetischen Kombination verschiedener Formen Erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung in einer Anlage: der Wasserkraft, der Windkraft, der Photovoltaik und ggf. sogar der Verstromung am Fluss angebaute Biomasse (siehe „Mögliche Umfeldnutzungen“).

Erträge und Wirtschaftlichkeit

Wie bei allen Techniken in der Erzeugung Erneuerbarer Energien ist deren Wirtschaftlichkeit nur über eine serielle Produktion auf fortgeschrittenem technologischem Niveau gegeben. Das Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich (2008) sieht deshalb einen über 20 Jahre garantierten Vergütungssatz für Wasserkraftanlagen dieser Baugröße von z. Zt. 12,67 Cent pro eingespeister Kilowattstunde vor.

Bei einem zu erwartenden energetischen Jahresertrag pro Segment von ca. 50 MWh Strom, pro Segmentreihe von 350 MWh, ergibt sich ein Stromertrag von ca. 4,3 GWh/a und Kilometer Flusslänge. Bei einer anzunehmenden energetisch nutzbaren Länge der Elbe von etwa 550 km (auf einer Uferseite) wäre mit einer möglichen Stromproduktion durch schwimmende Laufwasserkraftwerke vom Typ „ElbeStrom 388“ von etwa 2,4 TWh/a zu rechnen. Bezogen auf die im Landkreis Stendal verfügbaren ca. 82 km Elblänge und etwa 357 GWh/a erzeugbaren Stroms könnte ungefähr das 1,3 fache des aktuellen Bedarfs aller Haushalte beider Altmarkkreise über die nutzbare Wasserkraft der Elbe abgedeckt werden. Ausgenommen davon wären Zeiten extremen Niedrigwassers und schweren Eisgangs. Bei genereller Installation von Photovoltaik- und Kleinwindkraftanlagen der 6 kW-Klasse auf den jeweiligen Segmenten ließe sich der Stromertrag ohne größeren Aufwand in der Primärstruktur noch um etwa 15% steigern, was



Beispiel einer Verankerung an Dalben und im Flussbett

in die Leistungsermittlung jedoch (noch) nicht eingegangen ist.

Bis zur einer möglichen Aufnahme der industriellen Produktion von schwimmenden Laufwasserkraftanlagen, deren Größenordnung allein für die Elbe mehrere zehntausend Segmente umfassen könnte, sind jedoch noch eine Reihe von Forschungs- und Entwicklungsleistungen – sowohl zur detaillierten Nutzbarmachung der Flussläufe als auch zur Ausbildung der Laufwasserkraftwerke selbst – zu absolvieren und zu finanzieren. Parallel dazu wären vermutlich nicht unkomplizierte rechtliche, genehmigungs- und anschlussseitige Rahmenbedingungen abzuklären und – unter direkter Einbeziehung der regionalen Körperschaften – entsprechende Investoren- und Betreibermodelle zu entwickeln, ehe mit der eigentlichen Planung, dem Bau, der Installation und einer optimalen Nutzung schwimmender Laufwasserkraftwerke begonnen werden kann.

Da das technische Wirkprinzip von Laufwasserkraftwerken jedoch im Vergleich zu anderen Formen der Erzeugung Erneuerbarer Energien relativ einfach und robust angelegt ist – eines ihrer Haupteinsatzfelder wären u.a. energetisch noch wenig entwickelte Länder mit dezentralen Versorgungserfordernissen – sollten sich die bestehenden Probleme bei entsprechendem Interesse auf Bundes-, Landes-, Kommunal- und Unternehmensebene binnen zweier Jahre bis zur Serienreife lösen und der Einsatz größerer Stückzahlen vorbereiten lassen.

Natur-, Umwelt- und Klimaschutz und weitere Schutzgebote

Die Erzeugung von Strom in der Kombination von Laufwasserkraft-, Photovoltaik- und Kleinwindkraftanlagen ist frei von Klimagas und stellt angesichts der verfügbaren Potentiale einen durchaus bemerkenswerten Beitrag zum Klimaschutz in Deutschland dar. Die mit Hilfe von Wasserkraft erzeugte Kilowattstunde entspricht einer CO₂-Einsparung von 1,088 kg.

Da die Laufwasserkraftanlagen i. W. schwimmend installiert werden, sind die Eingriffe in den vorhandenen Flussraum marginal und beschränken sich auf eine überschaubare Zahl zu schlagender Dalben und ggf. punktuelle Uferbefestigungen. Auch das Verlegen notwendiger Fluss- und Landkabel wäre nur ein temporärer Eingriff in den Naturraum.

Aufgrund der geringen Drehzahlen von Wasserrädern ist eine Beeinträchtigung des Wasserlebens, insbesondere der Fische, aber auch der Vogelwelt nicht zu befürchten. Geräuschemissionen sind im

Vergleich zur Flussschifffahrt oder zu Großwindkraftanlagen vernachlässigbar. Hingegen erfolgt über die Wasserräder eine nachweisbare Belüftung des durchströmenden Flusswassers.

Die Gefahr von Auskolkungen oder einer generellen Vertiefung des Flussbettes aufgrund des Wasseranstaus vor den Segmentreihen und partiell auftretender größerer Wassergeschwindigkeiten, insbesondere direkt unter den Wasserrädern, ist aufgrund der seitlichen Ausweichmöglichkeiten des Wassers eher unwahrscheinlich, aber näher zu untersuchen. Eine Schädigung der Buhnen und der Buhnen Gründung aus gleichem Grund ist nicht zu befürchten.

Die Beeinflussung des Landschaftsbildes ist unvermeidlich, sollte sich aber aufgrund der relativ geringen Bauhöhen von maximal 3,0 m über Wasserspiegel, notwendigen Systemabständen der Segmentreihen von 80 m und einer jedenfalls zu gewährleistenden, landschaftsangepassten Ästhetik der Laufwasserkraftwerke in zumutbaren Grenzen halten.

Hingegen eröffnen Installation und Betrieb schwimmender Laufwasserkraftwerke Möglichkeiten zur Erhöhung der Artenvielfalt z. B. über ein integrierbares Angebot sicherer Vogelbrutstätten oder ökologisch wirksamer Umfeldnutzungen, vor allem innerhalb der Buhnen (s. unten).

Die Flussschifffahrt wird nicht behindert, da entsprechende Sicherheitsabstände problemlos einzuhalten sind. Nachts und bei Nebel wäre über die Installation gut ortbarer Positionslichter oder Radarreflektoren zudem die Sicherheit des Schiffsverkehrs zu erhöhen.

Mögliche Umfeldnutzungen

An die Nutzung der Laufwasserkraft könnte die mit ökologischen Vorteilen (Gewässerreinigung, Steigerung der Biodiversität) verknüpfte Produktion von Nahrungsmitteln bzw. Biomasse gekoppelt sein. Werden die Laufwasserkraftwerke in Flussabschnitten installiert, die mit Buhnen versehen sind, so entstehen zwischen den Buhnen definierte Wasserflächen. Diese Buhnenfelder werden bislang nicht genutzt. Sie böten sich jedoch an, um

- zur Verbesserung der Wasserqualität von Flüssen beizutragen. Durch die in den Buhnen vorhandene Rückströmung (Neerströmung) passiert ein Teil des Wassers diese Buhnenfelder zwangsläufig. Zur Reinigung des organisch versetzten Flusswassers können unterschiedlich konstruierte Biofilter zum Einsatz kommen. Grundsätzlich werden dabei große, künstliche oder natürliche

Oberflächen geschaffen, die von Aufwuchs (Bakterienrasen) besiedelt werden, der den Abbau der organischen Substanzen übernimmt.

- Nahrungsmittel oder Biomasse zu produzieren. Mit der sich verbessernden Wasserqualität der Elbe könnten in den Buhnenfeldern gleichzeitig Nahrungsmittel oder biologische Rohstoffe angebaut werden. Die Standorte bieten eine gleichmäßige Wasserversorgung und die ständige Nachlieferung von Nähr- und Basenstoffen aus dem Flusswasser. Neben der Produktion von Pflanzen kämen auch Aquakulturen mit Fischen oder Muscheln in Frage.

Die „schwimmenden Gärten/Inseln“ könnten mit Hilfe entsprechender Auftriebskörper über Wasser gehalten und über Dalben beweglich und dem Wasserstand folgend verankert werden. Damit wäre die Konstruktion sowohl für Hoch- als auch für Niedrigwasser geeignet. Durch ausreichenden Abstand zum Ufer wird sichergestellt, dass in die Ufervegetation nicht eingegriffen wird.

„Schwimmende Gärten“ tragen des Weiteren über ihre kontinuierliche Verdunstung zur Stützung des kleinräumigen Wasserkreislaufes und damit zum Klimaschutz bei. Die Bereitstellung von Flächen auf dem Wasser ist zudem unter dem Aspekt wachsender Flächenkonkurrenzen von Interesse, zumal diese hoch produktiv genutzt werden könnten.

An der Elbe bei Havelberg könnten die schwimmenden Laufwasserkraftanlagen in Kombination mit „schwimmenden Gärten“ – als innovativer Beitrag zur Bundesgartenschau (BUGA) 2015 – sowohl eine naturverträgliche Strom-, Pflanzen- und Tierproduktion an Flüssen beispielhaft demonstrieren als auch entsprechende landschaftsgestalterische Akzente setzen.

- Modell „Plaur“: Ursprünglich sorgten natürliche Feuchtgebiete entlang der Gewässer dafür, dass die in den Flüssen enthaltenen Nährstoffe weitgehend zurückgehalten und genutzt wurden. Von der Havel ist aus der Historie zudem das Vorkommen künstlicher schwimmender und mit Schilf bewachsener Inseln bekannt (Plaur), die jedoch mit dem Ausbau der Gewässer ebenfalls zurückgedrängt worden sind. Mit Hilfe von „schwimmenden Gärten“ in den Buhnenfeldern könnte das Schilf jedoch erneut etabliert werden. Ein zielgerichtet angelegter Plaur böte zugleich Lebensraum für die zu den Gewässern gehörenden typischen

Glossar für „Laufwasserkraftwerke“

Auskolkung

Unter Auskolkung versteht man jede Sohlenvertiefung am Grund strömender Gewässer oder kleiner Seen, die durch Wasserströmung entstanden ist. Auch an der Sohle von Sperrwerken kommt es immer wieder zu Ausspülungen, die allgemein als Auskolkungen bezeichnet werden.

Buhnen

Buhnen sind Steinaufschüttungen oder Bauwerke, die – wie kleine Hafenmolen – vom Flussufer aus quer zur Fließrichtung ins Wasser ragen. Buhnen kanalisieren das Wasser zur Strommitte und dienen so zur Schiffbarmachung, indem sie den Wasserspiegel ansteigen lassen und die Fließgeschwindigkeit erhöhen. Das Versanden des Fahrwassers wird so verhindert.

Buhnenfelder

Buhnenfelder sind die Räume zwischen zwei Buhnen. Hinter den Buhnen fließt das Wasser langsamer als in der Strommitte. Dadurch setzt sich mitgeführtes Material ab, Buhnenbereiche verlanden und können zusätzlich genutzt werden.

Dalben, Flusdalben

Unter Dalben versteht man im Wasser stehende, in die Gewässersohle eingespannte Pfähle. Dalben werden als

Schutzbauwerke und als Festmache- oder Anlegeeinrichtungen verwendet.

Gierseilfähren

Eine Gierseilfähre ist ein Fährtyp, die einen Fluss überquert, ohne einen Antriebsmotor zu benutzen. Sie nutzt lediglich die Strömung des Flusses. Die Fähre wird dazu schräg zur Fließrichtung positioniert und durch Gierseile gehalten, die den so genannten Anströmwinkel steuern. Die Fähre wird vorwärts geschoben, indem die Strömung gegen die Seitenwand der Fähre drückt. Da Gierseilfähren kaum Energie verbrauchen und nur die Kraft des Wassers nutzen, gelten sie als besonders umweltfreundlich.

Unterschlächting

Bei unterschlächtingen Wasserrädern fließt das Wasser in die zu unterst stehenden Schaufeln ein und treibt das Rad so an.

Venturikanal

Ein Venturikanal ist eine Vorrichtung mit Querschniteinschnürungen an den Seiten; auch der Kanalboden wird angehoben. Die Verengung des Durchflussquerschnittes bewirkt eine Anhebung des Wasserstands. Aufgrund der Höhe des Wasserspiegels kann die Durchflussmenge berechnet werden.

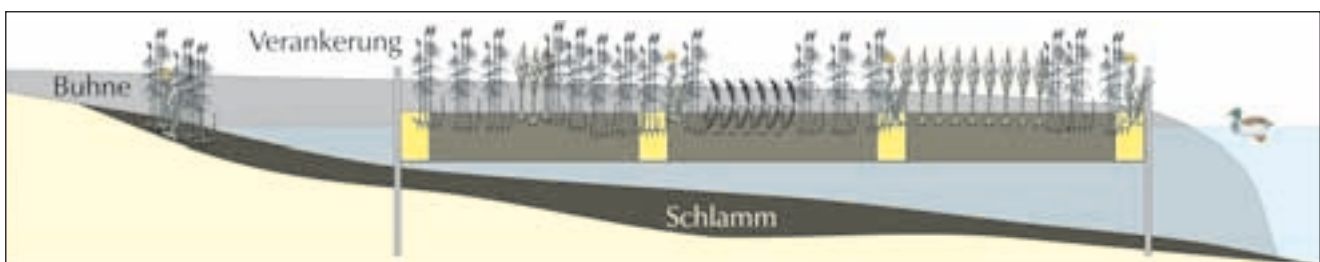
ten Nährstoffe können direkt von den kultivierten Pflanzen aufgenommen werden. Da die Inseln schwimmen, sind die Pflanzen über die gesamte Vegetationsperiode gleichmäßig mit Wasser versorgt. Produziert werden könnten z.B. Gurken, Tomaten, Erdbeeren oder Cranberries.

- Modell „Submers“: Muscheln weisen eine besonders hohe Reinigungsleistung auf, da sie das Wasser fortgesetzt filtrieren. Die natürlichen Muschelbestände sind jedoch vielfach stark zurückgegangen. Künstliche Oberflächen in den Buhnenfeldern – etwa aus Recycling-Kunststoff – könnten z. B. von der Dreikantmuschel (*Dreissena polymorpha*) besiedelt werden, die ihrerseits als Futter z. B. für Enten oder Fische in Frage käme. Darüber hinaus könnte die Nutzung anderer, heimischer Muschelarten geprüft werden.
- Modell „Aquakultur“: Vorstellbar wäre auch die Produktion von Fischen, die in schwimmenden Becken oder Netzkäfigen gehalten werden. Um wirtschaftlich interessante Fischdichten zu erhalten, wären die Bestände jedoch zu füttern. Deshalb ist das Modell „Aquakultur“ so mit dem Modell „Produktion“ zu kombinieren, dass die freigesetzten Nährstoffe in dem jeweiligen Buhnenfeld vollständig genutzt und zurückgehalten werden: z. B. über den initiierten Aufwuchs von Algen und weiterer Mikroorganismen (Periphyton), die einigen Fischarten als Nahrung dienen und einen Teil des Futters einsparen.

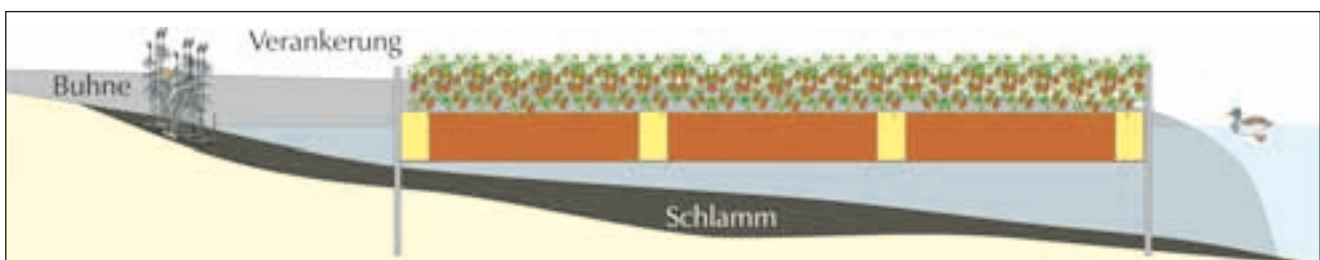
Tierarten des Röhrichts und trüge damit zur Steigerung der Biodiversität bei (z.B. als Brutplatz für Vögel, Lebensraum für Libellen usw.).

- Modell „Produktion“: Mit Hilfe von Schwimmkörpern bekommt ein z. B. durch Blähton gebildetes Pflanzbeet den notwendigen Auftrieb.

Der Blähton wird dabei durch ein mit einem Rahmen versteiftes Netz oder durch Gitter gehalten. Ein Teil des Blähtons liegt im Wasser und wird von diesem ständig durchströmt. Die im Wasser enthaltenen und bei der Mineralisation der organischen Substanz freigesetzt-



Schnitt durch eine schwimmende Insel mit Röhricht (Plaur) in einem Buhnenfeld



Produktion von Lebensmitteln auf einem schwimmenden Garten

Bearbeitung und Ernte der „schwimmenden Gärten“ könnten mit Hilfe geeigneter Boote von der Wasserseite her erfolgen. Im Idealfall würden die Produkte dann jeweils stromabwärts angelandet, um den Bedarf an Transportenergie so gering wie möglich zu halten.

Darüber hinaus könnten auch Fluss begleitende Wiesen als Wässerwiesen deutlich intensiver als heute genutzt werden: sie würden zeitweilig mit Flusswasser berieselt und bewirken den Rückhalt von Wasser und Nährstoffen.

So weit die in den Bühnenfeldern sedimentierten Schlämme keine wesentlichen Belastungen aufweisen, wären sie zur Bodenverbesserung auf benachbarten Flächen geeignet. Kontaminierte, aber nährstoffreiche Schlämme könnten zum Anbau von Energieholz auf ohnehin belasteten Standorten eingesetzt und so nutzbringend aus dem Flussbett entsorgt werden – die dafür erforderliche Energie würde (zu akzeptablen Kosten vermutlich nur) durch schwimmende Laufwasserkraftwerke bereitgestellt werden können.

Quellen

Aqua Libre Energieentwicklungs GmbH (2007): Strom-Boje – das schwimmende Kleinwasserkraftwerk. http://www.energiewerkstatt.at/stromboje/stromboje_01.htm

Buck, P.W. (2006): Fotos von Schiffsmühlen. In: <http://www.wikipedia.de>

Ernst, H. (1805): Anweisung zum Praktischen Mühlenbau. – Leipzig

Mühlbauer, A. (2006): Foto vom Zuppinger Wasserrad. In: <http://www.wikipedia.de>

Kontakt

Ulrich Peickert,
eMail: ulrich.peickert@gmx.de,
Mobil: 0151/152 901 18,
Hünendorfer Straße 67a,
39590 Tangermünde

ZU DEN AUTOREN:

► *Dipl. Ing. Arch. Ulrich Peickert* ist als Architekt, Stadtplaner, Kommunal- und Energieberater tätig.

ulrich.peickert@gmx.de

► *Dr.-Ing. Christian Hildmann* ist Landschaftsplaner und Systemökologe und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Raum- und Umweltplanung an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Arbeitsschwerpunkte sind

ein landschaftsökologischer Systemansatz als Grundlage der Landschaftsplanung; Wechselwirkungen von Energieumsatz, Wasserhaushalt und irreversiblen Stoffverlusten; nachhaltige Bewirtschaftung der Landschaft, von Aquakulturen und Stadtregionen, sowie die energetische Stadterneuerung.

Christian.Hildmann@geo.uni-halle.de

► *Dipl.-Ing. Karlheinz Wegener* ist selbstständig und begleitet als Projektmanager u.a. ein EU-Projekt im Bereich Heizung, Sanitär, Klima. Aktuelle Tätigkeitsbereiche sind die Entwicklung einer Kleinwindkraftanlage und eines Fließwasserkraftwerkes.

wituris@web.de

► *Jürgen Günther* ist Technischer Fachwirt. Seit 1995 arbeitet er im Bereich der Planung und Projektierung von Windkraftanlagen. Er ist Gründer der Einzelfirma G.-WIND, die sich mit der Projektierung und dem Betrieb regenerativer Energiesysteme beschäftigt. 2001 erfolgte eine Erweiterung auf die Geschäftsfelder Planung, Projektierung und Kopplung verschiedener regenerativer Energiequellen, insbesondere Wirtschaftlichkeitsberechnungen und Machbarkeitsstudien.

kontakt@g-wind.de

RAL-Gütegemeinschaft Solarenergieanlagen e.V.

Qualität ist das Einhalten von Vereinbarungen

Bei der Solartechnik bedeutet dies, dass Solaranlagen gut funktionieren und hohe Erträge erwirtschaften, wenn sie von qualifiziertem Personal nach der guten fachlichen Praxis geplant, ausgeschrieben, gebaut und betrieben sowie hochwertige Komponenten verwendet werden.

Fach- und Endkunden

können die technischen Lieferbedingungen kostenfrei nutzen, indem sie ihre Bestellungen, Ausschreibungen oder Auftragsvergabe mit dem Passus „Bestellung gemäß RAL-GZ 966“ ausführen. Hierdurch schaffen sie eine rechtssichere technische Vertragsbasis und definieren gerichtsfest ihr Pflichtenheft für die Solarenergieanlage.

Vorteile für Fach- und Endkunden:

- Eindeutige Lieferbedingungen durch klare Produkt- und Leistungsbeschreibungen
- Transparenz durch objektive, neutral geprüfte und jederzeit einsehbare Gütekriterien
- Verlässlichkeit durch neutrale Fremdüberwachung der zertifizierten Unternehmen

Mitgliedsunternehmen:

können ihren eigenen Qualitätsanspruch durch eine Prüfung neutral bestätigen lassen und Kunden gegenüber mit dem RAL Gütezeichen dokumentieren. Sie haben Zugriff auf die Beratungsleistungen der Prüfer und können die Inhalte der Güte- und Prüfbestimmungen selber mitgestalten.

Vorteile für Unternehmen:

- Sichtbarer Qualitätsausweis durch das RAL-Gütezeichen gegenüber den Kunden
- Unternehmensberatung und Prozessverbesserung durch den Prüfvorgang
- Mitspracherecht an der Gestaltung der Güte- und Prüfbestimmungen



Mehr Informationen zum RAL Solar Gütezeichen (RAL-GZ 966) und zur Mitgliedschaft in der Gütegemeinschaft finden Sie unter:

www.ralsolar.de

Qualität ist das Einhalten von Vereinbarungen

www.ralsolar.de