

# DER WASSERKRAFTREBELL

## MIT KLEINEN KRAFTWERKEN ZU MEHR AUTARKIE



Bild 1: Die Loisach in Garmisch-Partenkirchen hat schon kurz nach dem Wasserkraftwerk wieder viel ungenutzte Strömungsenergie

**K**aum ein Bereich der Erneuerbaren Energien ist so umstritten wie die kleine Wasserkraft. Während man in den themenspezifischen Fachzeitschriften wie „Wassertriebwerk“ ständig Anzeigen wie „Junge Familie sucht Wasserkraftwerk“ oder „Suche Wasserkraftanlage“ findet, gilt die kleine Wasserkraft den Anglern, Natur- und Umweltschützern als das Übel schlechthin, als Verursacher von Artenarmut, Fischsterben und Degeneration der Gewässer – am liebsten sollten die Wasserkraftanlagen verschwinden und die Bäche wie Flüsse künftig wieder ungehindert ihren Lauf nehmen.

Kein Wunder also, dass es in Deutschland wenig Förderung und bundesweit keine spezielle Unterstützung für die Kleinwasserkraft gibt. In anderen Ländern ist das deutlich anders: In der Schweiz stellt das Bundesamt für Energie umfangreiches Material für die aktuellen und potenziellen Anlagenbetreiber zur Verfügung [1]. Österreich will die Wasserkraft bis 2030 um fünf Terawattstunden (TWh) steigern und hat dazu ein Beratungsprogramm Kleinwasserkraft aufgelegt [2]. In Belgien hat die Energieabteilung des Ministeriums der Flämischen Gemeinschaft (ANRE) schon vor 20 Jahren eine – mittlerweile veraltete

– Broschüre zur Förderung der Kleinwasserkraft publiziert, die immer noch online ist [3]. In den USA fördert das Washingtoner „Office of Energy Efficiency and Renewable Energy“ (EERE) die Planung von Kleinstwasserkraft-Systemen [4]. Und in Großbritannien lässt der für die Wahrung des Naturerbes zuständige „The National Trust“ im Yorkshire-Dales-Nationalpark und im walisischen Eryri-Nationalpark (ehemals: Snowdonia-Nationalpark) sogar Wasserkraftwerke errichten [5]. Die Heftigkeit dieser Ablehnung der Kleinwasserkraft scheint also ein sehr deutsches Phänomen zu sein, zumal auch bei uns im Lande das Wasserkraftpotenzial noch längst nicht ausgeschöpft ist, wie eine Studie der Energy Watch Group vom März 2024 zeigt [6].

Was bedeutet überhaupt Kleinwasserkraft? Wichtig zu wissen ist, dass es keine eindeutige verbindliche Größenzuweisung hinsichtlich der Anlagenleistung gibt. Als Kleinwasserkraft/Small Hydropower werden im Allgemeinen Anlagen mit einer installierten Leistung kleiner als ein Megawatt (MW) bezeichnet. Das trifft etwa für Hamburgs einziges Wasserkraftwerk (WHG) an der Fuhlsbütteler Schleuse zu, wo eine Genossenschaft eine Anlage mit 110 Kilowatt (kW) errichtet hat [7].

Die Kleinwasserkraft umfasst weiterhin die Kleinstwasserkraft mit Anlagen kleiner als 100 kW wie z. B. die schwimmende Strom-Boje und die Picowasserkraft mit Anlagen kleiner als fünf kW installierter Leistung. Auch wenn wir zuerst die Kleinwasserkraft insgesamt betrachten, so soll es doch später bei der Technik primär um die Picowasserkraft gehen.

### Ökonomie

Wasserkraft, und insbesondere die Kleinwasserkraft trägt bisher mit nominell drei TWh nur wenig zur Stromproduktion in Deutschland bei. Deshalb ist die Kleinwasserkraft nach Ansicht der Angler- und Naturschutzverbände, aber auch des Umweltbundesamtes verzichtbar. Darin liegt jedoch ein Denkfehler: Wasserkraft ist grundlastfähig, d. h. die Anlagen laufen praktisch das ganze Jahr durch. Würde man die Kleinwasserkraft abschaffen, müsste man die dann fehlende Leistung durch viel größere installierte Leistungen an fluktuierenden Energien wie Sonne und Wind sowie Speicher ersetzen, wie Thure Traber und Hans-Josef Fell 2022 in einer Studie gezeigt haben [8]. Das wiederum würde nicht nur eine Verzögerung der Energiewende bedeuten, sondern Deutschland auch abhängiger machen von teuren Energieimporten.

Doch auch in anderen Ökonomie-Bereichen haben die wasserkraftfeindlichen Tendenzen in Deutschland Folgen: Da wenige Genehmigungen für die Revitalisierung alter Kleinwasserkraft-Standorte vorliegen, gibt es auch eine geringere Nachfrage nach der Technik und somit relativ wenige Hersteller dafür im größten Industrieland Europas. Geringe Fertigungszahlen wiederum treiben die Preise für die Einzelanlagen in die Höhe. Schon vor der Corona-Zeit kostete die Installation einer Wasserkraftschnecke 560.000 Euro (siehe SONNENENERGIE 1/2019, S. 52f). Ein Grund für die hohen Kosten sind dabei die vorgelagerten Bau- und Betonierungsmaßnahmen für die Aufnahme der Wasserkraft-Technik.

Dagegen finden sich in den wasserkraftfreundlicheren Staaten Österreich und der Schweiz nicht nur Hersteller größerer Kleinwasserkraft-Anlagen, sondern mit Firmen wie Lingenhölle [9] in Österreich oder die Brun AG [10] in der Schweiz auch Angebote für die Picowas-

serkraft. Denn wenn man bei gleicher Leistung und gleichem Preis eine Kleinwind- und eine Picowasserkraftanlage miteinander vergleicht, wird in fast allen Fällen die Wasserkraft wegen der höheren Jahresarbeitszahl auch die höheren Erträge erzielen.

Wie könnte das modellhaft aussehen? Das durchschnittliche deutsche Eigenheim verbraucht jährlich etwa 3.300 Kilowattstunden (kWh) an Strom. Eine Wärmepumpe verbraucht jährlich ca. 6.000 kWh Strom. Die durchschnittliche deutsche Jahresfahrleistung beim Pkw beträgt ca. 12.700 km. Da sie bei den meisten Fahrzeugen überwiegend im städtischen Umfeld erbracht wird, ist von 16 kWh pro 100 km auszugehen, was jährlich ca. 2.800 kWh ergibt. Zusammen genommen für den Bedarf eines Einfamilienhauses hinsichtlich Strom, Wärme und Mobilität sind das 12.100 kWh pro Jahr und rund 33 kWh pro Tag. In Abhängigkeit von der Geländestruktur und von hinreichendem Wasserangebot sind auch kleine Do-it-Yourself-Turbinen in der Lage, 500 Watt und somit 12 kWh pro Tag zu erzeugen, was immerhin mehr als ein Drittel des o. a. Tagesbedarfs an Strom ausmacht. Solche Selbstbauten werden in den Anleitungen teilweise schon mit Materialkosten von 50 US-Dollar angepriesen.

## Recht

Keine gesetzgeberische Maßnahme hat hierzulande die Kleinwasserkraft so beschädigt wie die am 22. Dezember 2000 in Kraft getretene Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) der Europäischen Gemeinschaft in Verbindung mit der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (FFH-Richtlinie) von 1992. Diese waren immer wieder eine Basis für die Bürokratie, den Bau neuer sowie die Reaktivierung alter Wasserkraftstandorte zu verhindern oder zumindest zu verzögern. Und diese Richtlinien hätten beinahe vor zwei Jahren den Lobbygruppen der Angler und Naturschützer geholfen, die kleine Wasserkraft ins energiepolitische Aus zu manövrieren.

Beide Richtlinien streben an, die Gewässer wieder in einen guten, naturnahen Zustand zu versetzen. Dazu sollen u. a. Barrieren in Flüssen abgebaut werden, um die Durchgängigkeit für Wanderfische zu gewährleisten. Hierbei wenden sich die o. a. Lobbygruppen insbesondere gegen die Kleinwasserkraft.

Doch die WRRL ist bei diesem Thema problematisch und teilweise kontraproduktiv: Denn in den letzten Jahrzehnten ist die heimische Natur zunehmend mit invasiven Arten konfrontiert [11]. Denn in den durchgängigen Gewässern hierzulande wandern auch importierte

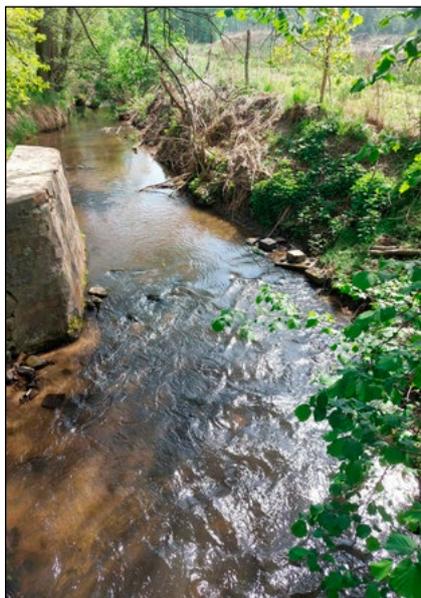


Foto: Gitz Warnke

**Bild 2: Unzählige kleine Bäche mit guter Strömung bieten sich zur Ernte kleiner Energiemengen an**

Schwarzmundgrundeln vom Schwarzen Meer, Chinesische Wollhandkrabben, sowie Zebra- und Quaggamuscheln die Wasserläufe flussaufwärts. Diese konkurrieren nicht nur mit den Wanderfischen, sondern verdrängen auch heimische, ortstreu Wasserfauna, die die EU offensichtlich nicht für gleichermaßen schutzwürdig hält. Im Mittelrhein bestehen bereits heute ca. 90 % des Fischbestandes aus Schwarzmundgrundeln [12]; wenn Naturschutz überhaupt einen Sinn haben soll, darf sich das in den Bächen von Eifel, Odenwald etc. nicht wiederholen.

Ein weiteres Problem ergibt sich aus der WRRL: Über 200.000 Querverbaue gibt es in deutschen Fließgewässern aber nur rund 8.000 Wasserkraftanlagen. Heute sind zudem die meisten der Querverbaue fischdurchgängig ausgestattet. Würde man allerdings die Wehre zurückbauen, öffnete man die Flüsse für eine Naturkatastrophe. Schlimmstes Beispiel in Mitteleuropa ist das Magdalenenhochwasser vom Juli 1342, das nicht nur Tausende tötete, sondern auch so viel fruchtbare Böden wegschwemmte, wie sonst nur in 2.000 Jahren verloren gehen. Die Flut war übrigens nicht durch eine menschengemachte Klimakrise verursacht, sondern war „die gute Mutter Natur“ pur.

Jenseits der europäischen Regelungen gibt es in Deutschland das Wasserhaushaltsgesetz, das die Nutzung von Flüssen und Bächen regelt. Danach können die Wassernutzungsrechte z. B. erlöschen, wenn man statt einer alten Mahlmühle eine moderne Turbine zur Stromerzeugung einbaut [13].

In den letzten Jahren hat sich allerdings die rechtliche Situation der Wasser-

kraftnutzung deutlich verbessert: Da ist zum einen die EU-Richtlinie 2018/2001 zur „Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen“ [14], die in § 21 den „Eigenversorger“ und sein Recht auf ungehinderte Eigenerte von Erneuerbaren Energien hervorhebt. Zum anderen räumt das EEG 2023, am 28.07.2022 im Bundesgesetzblatt veröffentlicht, in § 2 den Erneuerbaren Energien Vorrang ein, da sie im überragenden öffentlichen Interesse liegen und der öffentlichen Sicherheit dienen. Aufgrund dieses Gesetzes hat z. B. der zweite Senat des Oberverwaltungsgerichts Sachsen-Anhalt am 21. November 2023 in einem Verfahren entschieden, dass die Behörde den Planfeststellungsbeschluss für eine Wasserkraftanlage sofort vollziehen muss (AZ: 2 M 40/23).

Auch wenn künftig wasserbauliche Maßnahmen zur Wasserkraftnutzung nicht ohne behördliche Verfahren und Genehmigungen möglich sein werden, so dürften doch die neuen o. a. Regelungen das Ausbremsen der kleinen Wasserkraft durch irgendwelche Bürokraten stoppen.

## Geografie

Überall, wo sich bewegtes Wasser findet, ist theoretisch – mit unterschiedlichem Ertrag – auch eine Wasserkraft-Ernte möglich. In der Praxis sind dem natürlich Grenzen gesetzt: Manche Quelle liegt auf privatem Grund, die Nutzung großer Trinkwasserleitungen und Kanalschleusen ist verboten, auch weil die Betreiber teilweise selbst dort Energie gewinnen, und die Anlage in der Abwasserleitung des Eigenheims müsste zu oft von Verstopfungen befreit werden. Wohl dem also der ungehinderten Zugang zu fließendem Wasser hat.

Das aber sind mehr Menschen, als man im ersten Moment meint: Landwirte und andere Grundeigentümer an Bächen und Flüssen, Bootsbesitzer von Motoryachten, Segelbooten und Kanus, Bürger mit Zugang zu Camping-, Bade- oder Angelplätzen an Flüssen und größeren Bächen. Schon die Vielfalt der möglichen Lokalisationen verweist darauf, dass die u. a. Energieernte-Techniken sehr unterschiedlich sein müssen.

Bootsbesitzer und Bürger an Badestellen etc. sind kaum an einer zeitweisen Energieernte der Wasserkraft zu hindern. Allerdings benötigen sie einen Akku von zumindest ca. zwei kWh und einen Microwechselrichter, die natürlich vor Ort sein müssen. Was für Bootsbesitzer, insbesondere für solche, die einen E-Motor haben, kein Problem ist, kann für Menschen an morastigen Ufern durchaus ein Hindernis darstellen.

Schwieriger stellt sich die Situation für die Grundbesitzer an Gewässerufem dar, die Strom aus Wasserkraft neu und dauerhaft nutzen wollen. Neue wasserbauliche Maßnahmen wie die Errichtung von Wehren dürften weitgehend ausgeschlossen sein. Allenfalls könnten Interessierte die Nutzungsgenehmigung für bestehende Wehre und Gerinne von aufgelassenen Wassermühlen erhalten. Wer über so etwas nicht verfügt, muss sich Gedanken machen, wie er die Geografie zu seinen Gunsten nutzt. Neben einer stark verkleinerten, an dem eigenen Ufer angeketteten, schwimmend Strom erzeugenden „Schiffsmühle“ [15] gibt es feste Konstruktionen, die vom jeweiligen Grundstück und seiner Ufertopografie abhängen. Wenn ein Gewässer mitten durch ein Grundstück fließt, käme eine Seilkonstruktion [16] analog zu einer solchen für die PV infrage. Wegen des höheren Gewichts einer Wasserturbine müsste sie natürlich stabiler ausfallen als die PV-Version. Auch muss sich die Turbine zur Sicherung vor Hochwasser und Schwemmgut per Seilzug hochziehen lassen.

Alternativ könnte man an die Turbine an einer Art niederländischer Klappbrücke befestigen und sie darüber ins Wasser lassen. Auch hierfür wären keinerlei wasserbauliche Maßnahmen nötig. Wie die Behörden reagieren, wird man sehen. Im Zweifelsfall entscheiden immer noch die Gerichte, siehe oben. Befürchtungen, dass im Zuge der Klimakrise es zu vermehrten Trockenzeiten kommt und dass so der Wasserkraft der „Lebenssaft“ ausgehen könnte, dürften sich nicht bestätigen. Zwar werden die Sommer trockener werden, aber im Winterhalbjahr dürfte es hingegen zu vermehrten Niederschlägen kommen, so dass PV und Wasserkraft sich immer besser ergänzen.

### Technik

Die Anlagen der Picowasserkraft unterscheiden sich von denen der Kleinwindkraft insbesondere dadurch, dass sie wegen der 800-mal höheren Dichte des Wassers einer entsprechend höheren Flächenbelastung ausgesetzt sind und daher stabiler gebaut werden müssen, aber auch im Verhältnis zur Größe erheblich mehr Energie liefern. Zudem müssen Picowasserkraftanlagen – von Tidengewässern einmal abgesehen – nicht auf unterschiedliche Anströmungsrichtungen ausgerichtet werden.

Ansonsten sind die Vielfalt der Techniken und Formen ähnlich groß wie die bei der Kleinwindkraft: Es gibt Wasserräder und Turbinen/Wasserschrauben, und zwar jeweils mit vertikaler Achse, mit horizontaler Achse längs zur Strömungsrichtung



Foto: Götz Wernke

**Bild 3: Wassermühle mit zwei Mühlrädern: In der Zeit vor den fossilen Kraftwerken wurden natürliche Energiepotentiale möglichst vollständig genutzt**

und mit horizontaler Achse quer zur Strömungsrichtung. Es gibt die Miniaturisierung von üblichen Wasserkraftmaschinen wie Wasserrädern oder Pelton-turbinen. Man findet Neuaufgaben von alten, fast vergessenen Konstruktionen wie der Archimedischen Schraube oder des Löffelrades, eines Vorgängers der Pelton-turbine. Und es gibt jede Menge origineller und neuer Eigenkonstruktionen, teilweise auch aus Altmaterialien, die unter bestimmten Gesichtspunkten Vorteile versprechen. Man findet ummantelte und nicht ummantelte Propeller/Turbinen, fest installierte Picowasserkraftanlagen und flexible, meist schwimmende Anlagen. Bei Letzteren ließe sich dann noch unterscheiden, ob sie Teil eines Schiffes sind oder selbst einen Auftriebskörper besitzen bzw. darstellen.

Einige Konstruktionen und Typen seien hier vorgestellt: Das wohl einfachste schwimmende Wasserkraftwerk ist das nur 20 cm große Blue Freedom Portable der gleichnamigen Firma aus dem bayerischen Diessen, das vor allem zum Aufladen von kleinen Geräten in der Wildnis dient. Die Firma hat noch weitere Wasserkraftsysteme im Angebot, darunter eine Neuinterpretation der klassischen Schiffsmühle („Kinetic“), die allerdings in Leistungsgrößen bis 10 kW den Rahmen der Picowasserkraft sprengt. Noch im Rahmen sind die ebenfalls bayerischen Schwimm-turbinen Smart Monofloat (bis fünf kW) der Smart Hydro Power GmbH und der „Energyfish“ der Energyminer GmbH, der allerdings nicht verkäuflich ist. In den USA liefert das Unternehmen Verterra Energy aus St. Paul (Minnesota) seine Schwimm-turbine Voltumnus an das Militär aus [17].

Neben den o. a. Schwimmkörpern, die ausschließlich als Träger von Wasserkraftsystemen gedacht sind, gibt es die Hydrogeneratoren, die vornehmlich auf Segelbooten dazu gedacht sind, Strom zu erzeugen, wenn das Schiff unter Segeln fährt. Dabei werden entweder der Widerstand der Schiffsschraube und die Motorwelle genutzt, um einen Generator anzutreiben, oder es gibt auch Schleppgeneratoren, die außen am Schiff angebracht werden, 100 bis 600 Watt leisten, aber mit Preisen ab 2.000 Euro recht teuer sind. Die Segel-Fachzeitschrift Palstek hat in ihrer Ausgabe 2/2021 mehrere Hydrogeneratoren miteinander verglichen. Prinzipiell ließen sie sich auch im Fluss von einem ankernden kleinen Boot oder einem Steg aus einsetzen. Für in den Tidengewässern der Nordsee und ihrer Zuflüsse ankernden Schiffe kann man die Hydrogeneratoren als kleine Gezeitenkraftwerke verwenden. Hingegen bleiben Generatoren für die Wellenenergie mangels Anbietern ggf. ein reines Selbstbauprojekt.

Bei der Wasserkraft an Land sind neben den vielen verkleinerten, konventionellen Wasserrädern und -turbinen die günstigen Selbstbau-Wasserkraftanlagen in Form von Regenfallrohren oder Wasserleitungen aus Kunststoff (s. u.) relevant. Interessant sind Wasserkraftanlagen mit Vertikalachse wie der Stiller Energy Converter (abgekürzt: Stecon). Sie könnten z. B. vorübergehend an kleinen Brücken befestigt werden und dort mit dem entsprechenden technischen Equipment E-Lastenräder oder E-Autos laden.

Soweit die Vielzahl der Techniken und Formen. Bleibt noch die Frage, wie man als Wasserkraft-Rebell an die den eige-

nen Bedürfnissen angepasste Technik kommt. Jenseits der Zufallsmomente wie Erbschaft, Fundstück oder Geschenk bleiben drei Wege.

1. Kauf: Wie bereits erwähnt, gibt es insbesondere in gegenüber der Kleinwasserkraft freundlicher eingestellten Ländern einige Hersteller von landbasierten Picoanlagen. Und auch bei den Onboard-Anlagen von Booten finden sich wegen der Größe des internationalen Sportbootmarktes einige Produzenten. Natürlich existieren weiterhin einzelne klassische Mühlenbauer, die in der Lage sind, Picoanlagen zu fertigen, wenn die wasserbaulichen Rahmenbedingungen gegeben sind.

Selbstverständlich hat das Internet die Zahl der Bezugsquellen noch einmal erweitert, wobei bei unbekannteren fernöstlichen Herstellern die Qualität unsicher und die EU-Gewährleistung nicht unbedingt gegeben ist. Und: Gute Qualität ist meist auch teuer.

2. Selbstbau/ Do-it-yourself (DIY): Neben einzelnen schriftlichen Anleitungen im Web [18] sind es vor allem Youtube-Kanäle, die entsprechendes Wissen bereitstellen. Viele dieser Kanäle kommen aus dem Lowtech-, Autarkie- oder Selbstversorger-Bereich. Natürlich ist die technische Expertise der Youtuber unterschiedlich, und eine Garantie wird weder auf die Konstruktion noch auf den Wirkungsgrad oder das dann selbst erstellte Produkt gegeben. Andererseits würden sich Youtuber mit schlechten oder nicht funktionierenden Picowasserkraft-Konzepten auch öffentlicher Kritik aussetzen, was Follower und damit Werbeeinnahmen kosten kann. Insofern ist ein Regulatorisch durchaus vorhanden. Einige Youtuber mit Bauanleitungen für die Kleinwasserkraft seien daher hier erwähnt: @OpenSourceLowTech, @greenehydro7311, @Hydropuzzle, @mrhydrohead, @LandtoHouse, @Gridlessness, @offgridscotland. Jenseits dessen kann natürlich jeder handwerklich Begabte für seine geografische Situation eigene Entwürfe bauen oder vorhandene Konzepte für zu groß dimensionierte Anlagen den eigenen Bedürfnissen anpassen, wobei bestehende Schutzrechte wie Patente etc. zu beachten sind.

3. 3-D-Druck: Die Digitalisierung und die additiven Verfahren des Materialdrucks ermöglichen heute den Bürgern die individuelle Produktion von technischen Elementen. Auch wenn sich nicht immer ein eigener 3-D-Drucker lohnt, der zudem meist nur ein Material verarbeiten kann, so gibt es private Dienstleister,

öffentliche Institutionen wie städtische oder universitäre Zentren sowie viele Vereine, die sich meist als „FabLabs“ bezeichnen, etwa die Vereine FabLab Karlsruhe und FabLab München. Inzwischen gibt es auch hier einige Arbeiten zum Thema Pico-Wasserkraft. So hat der auf 3-D-Druck spezialisierte britische Youtuber Robert Murray-Smith auf seinem Kanal nicht nur das Modell eines Wellenenergie-Mechanismus entwickelt (1906 Wonderful Wave Power Mechanism), sondern auch mehrere kleine Wasserkraftmaschinen wie diese gedruckt [19]. Die Druckdaten zum Nachbau seiner Wasserkraft-Projekte finden sich ebenso wie die vieler anderer 3-D-Druck-Fans in und außerhalb von Youtube auf den entsprechenden 3-D-Druck-Websites, die sich natürlich nach den entsprechenden Stichworten durchsuchen lassen. Als wichtigste und interessanteste solcher 3-D-Datenseiten sind zu nennen: Thingiverse.com, Youmagine.com und Thangs.com [20]. Die meisten der Modelle sind Open Source; andererseits gibt es natürlich keine Garantie hinsichtlich Funktionalität, Skalier- und Haltbarkeit. Sofern man dazu Zugang hat, kann man die Modelle im haltbareren Metalldruck produzieren. Wer über hinreichend technische Expertise und ein CAD-Programm verfügt, kann selbstverständlich selbst Druckvorlagen erstellen.

### Fazit

Wasserkraft ist heute eine unterschätzte Form im „Konzert“ der Erneuerbaren Energien. Dabei ist sie verlässlicher als z. B. die Windenergie. Gerade das Seg-



Foto: Götz Warnke

Bild 4: Selbst in Großstädten wie hier in Berlin gibt es viele ungenutzte Wasserkraftpotentiale

ment Picowasserkraft ist an vielen Orten nutzbar – auch ganz spontan. Ein Steckerwasserkraftmodul analog zum Steckersolarmodul ist herstellbar – ganz im Gegensatz zu einem Steckerwindmodul. Und es muss, wie wir gesehen haben, nicht einmal teuer sein. Doch den meisten Menschen fehlen noch das Bewusstsein und das Wissen. Dabei ist es höchste Zeit, auch im Bereich Wasserkraft die Energieversorgung in die eigenen Hände zu nehmen.

### Quellen

- [1] [bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/erneuerbare-energien/wasserkraft/kleinwasserkraft.html](https://bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/erneuerbare-energien/wasserkraft/kleinwasserkraft.html)
- [2] [klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/Leitfaden\\_Kleinwasserkraft\\_2023\\_v3b.pdf](https://klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/Leitfaden_Kleinwasserkraft_2023_v3b.pdf)
- [3] [yumpu.com/nl/document/view/18800217/kleinwasserkraft-vlaanderen](https://yumpu.com/nl/document/view/18800217/kleinwasserkraft-vlaanderen)
- [4] [energy.gov/energysaver/planning-microhydropower-system](https://energy.gov/energysaver/planning-microhydropower-system)
- [5] [bbc.com/news/uk-wales-59857442](https://bbc.com/news/uk-wales-59857442)
- [6] [energywatchgroup.org/wp-content/uploads/2024/03/Wasserkraft-Studie.pdf](https://energywatchgroup.org/wp-content/uploads/2024/03/Wasserkraft-Studie.pdf)
- [7] [www-hamburg.de/wasserkraftanlage.htm](https://www-hamburg.de/wasserkraftanlage.htm)
- [8] [hans-josef-fell.de/wp-content/uploads/2023/02/Studie-Kleinwasserkraft-Bioenergie-Russland\\_FINAL\\_SM-1.pdf](https://hans-josef-fell.de/wp-content/uploads/2023/02/Studie-Kleinwasserkraft-Bioenergie-Russland_FINAL_SM-1.pdf)
- [9] [lingenhoele.at/turbinenbau/picowasserkraftwerke](https://lingenhoele.at/turbinenbau/picowasserkraftwerke)
- [10] [brun-ag.ch/wasserkraft-1.html](https://brun-ag.ch/wasserkraft-1.html)
- [11] [neobiota.bfn.de/unionsliste/art-4-die-unionsliste.html](https://neobiota.bfn.de/unionsliste/art-4-die-unionsliste.html)
- [12] [s523185842.online.de/fisch-co](https://s523185842.online.de/fisch-co)
- [13] [recht-energisches.de/2020/03/05/altes-wasserrecht-neue-turbine/](https://recht-energisches.de/2020/03/05/altes-wasserrecht-neue-turbine/)
- [14] [eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018L2001&from=DE#d1e1147-82-1](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018L2001&from=DE#d1e1147-82-1)
- [15] [de.wikipedia.org/wiki/Schiffm%C3%BChle](https://de.wikipedia.org/wiki/Schiffm%C3%BChle)
- [16] [solarserver.de/2022/02/04/seilkonstruktion-mehr-platz-solarthermie-dach/](https://solarserver.de/2022/02/04/seilkonstruktion-mehr-platz-solarthermie-dach/)
- [17] [verterraenergy.com/technology](https://verterraenergy.com/technology)
- [18] [maurelma.ch/Produkte/Wasser/wasserkraftwerk.pdf](https://maurelma.ch/Produkte/Wasser/wasserkraftwerk.pdf)
- [19] [youtube.com/watch?v=iIRma42hEeg&t=3s](https://youtube.com/watch?v=iIRma42hEeg&t=3s)
- [20] [thangs.com/search/hydropower?scope=all](https://thangs.com/search/hydropower?scope=all)

### ZUM AUTOR:

► Dr. Götz Warnke

Vizepräsident der DGS und Vorsitzender der DGS-Sektion Hamburg-Schleswig-Holstein

[kontakt@warnke-verlag.de](mailto:kontakt@warnke-verlag.de)