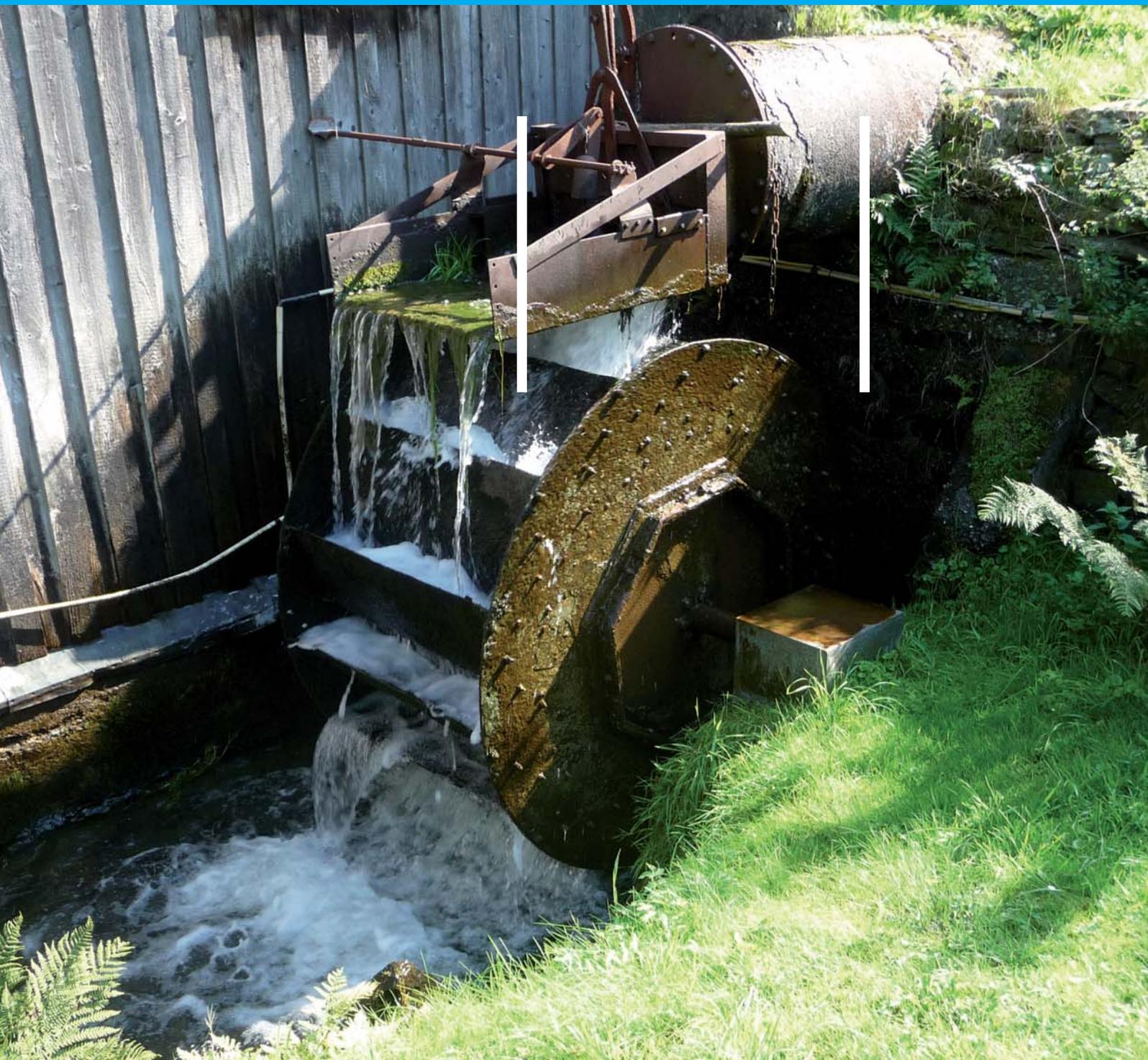


# Wasserkraft im Märkischen Kreis

## Nutzungsmöglichkeiten, Fragen und Antworten



# Impressum

Herausgeber: Märkischer Kreis  
Der Landrat  
Fachdienst 44 – Umweltschutz und Planung  
Klimaschutzbeauftragte Dipl.-Ing. Petra Schaller  
Heedfelder Str. 45  
58509 Lüdenscheid  
Telefon: 02351/966-6361  
Fax: 02351 / 966 6375  
E-Mail: [p.schaller@maerkischer-kreis.de](mailto:p.schaller@maerkischer-kreis.de)  
Internet: [www.maerkischer-kreis.de](http://www.maerkischer-kreis.de)



Bearbeitung: Universität Siegen  
Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät  
Department Bauingenieurwesen  
Forschungsinstitut Wasser und Umwelt  
Abteilung Wasserbau und Hydromechanik  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jürgen Jensen  
Paul-Bonatz-Str. 9-11  
57076 Siegen, Germany  
Telefon: +49-271-740-2172  
Fax: +49-271-740-2722  
E-Mail: [juergen.jensen@uni-siegen.de](mailto:juergen.jensen@uni-siegen.de)  
Internet: [www.uni-siegen.de/fb10/fwu/wb](http://www.uni-siegen.de/fb10/fwu/wb)



Autoren: Dr.-Ing. Torsten Frank, Dipl.-Ing. Jessica Schmidt: Forschungsinstitut Wasser und Umwelt

Abbildungen: Titelseite: Märkischer Kreis  
Seite 2, 8, 21, 23 Rolf Skibinski-Palmer / Märkischer Kreis  
Seite 3 Ulla Erkens / Märkischer Kreis  
Seite 5, 9, 10 oben und 28 Torsten Frank

Stand: Oktober 2012

## Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>1</b>
<b>Grußwort - Landrat Thomas Gemke</b> .....	<b>2</b>
<b>Grußwort - Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jürgen Jensen</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>4</b>
<b>2 Grundlagen der Wasserkraftnutzung</b> .....	<b>5</b>
2.1 Arten von Wasserkraftanlagen.....	6
2.2 Wasserkraftmaschinen.....	9
2.2.1 Wasserräder.....	9
2.2.2 Turbinen .....	9
<b>3 Rechtliche Grundlagen zur Nutzung der Wasserkraft</b> .....	<b>12</b>
3.1 Europäische Wasserrahmenrichtlinie .....	12
3.2 Wasserhaushaltsgesetz .....	12
3.3 Erneuerbare Energien Gesetz .....	13
<b>4 Wirtschaftlichkeit kleiner Anlagen</b> .....	<b>15</b>
<b>5 Ökologie und Wasserkraft</b> .....	<b>17</b>
5.1 Auswirkungen kleiner Wasserkraftanlagen auf die Gewässerökologie .....	17
5.2 Konzepte zur gewässerökologischen Optimierung.....	20
5.2.1 Fischauf- und -abstieg.....	20
5.2.2 Mindestwassermengen an Ausleitungsstrecken.....	21
<b>6 Mögliche Wasserkraftnutzungskonzepte im Märkischen Kreis</b> .....	<b>22</b>
6.1 Synergien und Mehrzweckanlagen.....	25
6.2 Wasserkraftanlagen als technische Kulturdenkmäler .....	25
6.3 Reaktivierung, Modernisierung und Erweiterung .....	26
6.4 Projektablaufschema.....	27
<b>7 Quellenverzeichnis</b> .....	<b>30</b>

## Grußwort - Landrat Thomas Gemke

Wasserkraft wurde schon in vorindustrieller Zeit zum Antrieb von Mühlen, Säge- und Hammerwerken genutzt. Im Märkischen Kreis trug die Wasserkraft dazu bei, diesen als Industriestandort groß zu machen. Auch heute nutzen alteingesessene Eisen- und Stahlverarbeitende Unternehmen diese Art der Energieerzeugung und leisten so einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz. Derzeit sind im Märkischen Kreis vier Kraftwerke an der Volme, zehn an der Lenne und zwei an der Hönne in Betrieb. Diese könnten rechnerisch 12.000 Haushalte mit Strom versorgen. Die Machbarkeitsstudie der Bezirksregierung Arnsberg zeigt, dass diese Form der Stromerzeugung auch bei uns durchaus noch Ausbaupotenzial hat. Gerade in Zeiten der Energiewende sollten diese Möglichkeiten nicht ungenutzt bleiben.

Vor diesem Hintergrund hat der Märkische Kreis im Rahmen des Handlungsschwerpunktes „Klimaschutz“ eine öffentliche Tagung veranstaltet, an der neben Fachleuten aus Fischerei- und Umweltverbänden, Energieversorgern, Politik und Kommunen auch interessierte Bürgerinnen und Bürger teilnahmen. Hier wurde die Frage aufgeworfen, ob auch private Anrainer von Flüssen und Bächen die Möglichkeit haben, die Wasserkraft in kleinem Umfang zu nutzen.

Der Märkische Kreis hat diese Anregung aufgegriffen und ist eine Kooperation mit der Universität Siegen als Verbindung zwischen Wissenschaft und Praxis eingegangen. In Zusammenarbeit mit dem Forschungsinstitut Wasser und Umwelt der Universität Siegen wurde eine Broschüre erarbeitet, die leicht verständlich und nicht zu technisch die Potenziale von Kleinkraftanlagen aufzeigt, neue umweltverträgliche Verfahren vorstellt und Grundlagen vermittelt, wann eine solche Anlage sich auch wirtschaftlich rechnet.

Gleichwohl darf nicht vergessen werden, dass den positiven Aspekten der regenerativen Stromerzeugung auch Nachteile gegenüberstehen. Wasserkraftnutzung stellt immer einen Eingriff in die Fließgewässerökologie dar. So muss zwischen dem positiven Effekt des verminderten CO<sub>2</sub>-Ausstoßes bei der Stromerzeugung und den negativen Auswirkungen auf das Gewässer abgewogen werden. Wo die Wasserkraft nicht mit dem Ziel eines guten ökologischen Zustandes unserer Flüsse oder Bäche in Konflikt gerät, sollte sie auch genutzt werden.

Ich bedanke mich bei Herrn Professor Dr.-Ing. Jürgen Jensen und Herrn Dr.-Ing. Torsten Frank vom Forschungsinstitut Wasser und Umwelt der Universität Siegen und der Klimaschutzbeauftragten des Märkischen Kreises Frau Dipl.-Ing. Petra Schaller, unter deren Federführung die Broschüre erstellt wurde.

Ich bin überzeugt, dass die jetzt vorliegende Broschüre Ihnen hilfreiche Lektüre ist, Antworten auf Ihre Fragen gibt und praktische Lösungsansätze bietet.

Lüdenscheid, Oktober 2012



Thomas Gemke



*Landrat Thomas Gemke, Foto:  
Märkischer Kreis*

## Grußwort - Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jürgen Jensen

Die Versorgung mit Energie ist langfristig nur dann zukunftsfähig, wenn sie überwiegend auf erneuerbaren Energien beruht. Die Nutzung der Wasserkraft wird bereits seit Jahrtausenden praktiziert und ist mit verschiedenen Arten von Wasserkraftmaschinen als äußerst ausgereift zu bezeichnen. Dabei ist die Wasserkraft im Vergleich zu Wind, Photovoltaik und Solarkollektoren führend in Bezug auf Wirkungsgrad und Anlagen-Lebensdauer. Dennoch gibt es auch im Bereich der Wasserkraft und insbesondere im Bereich der Kleinstwasserkraft noch innovative Lösungen, an denen geforscht und weiterentwickelt wird.



*Personen von v. li. nach h. re.: Landrat Thomas Gemke (MK), Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jürgen Jensen (Uni Siegen), Dipl.-Ing. Petra Schaller (MK), Dr.-Ing. Torsten Frank (Uni Siegen), Foto: Ulla Erkens / Märkischer Kreis*

Die Wasserkraft bewegt sich dabei im Spannungsfeld zwischen dem unbestreitbaren Nutzen als umweltfreundliche Energieerzeugung ohne schädliche Rückstände, ohne Erzeugung von klimaschädlichem CO<sub>2</sub> oder dem Verbrauch wertvoller Rohstoffe auf der einen Seite und dem jeweils nötigen Eingriff in das Gewässer, um die Wasserkraftnutzung zu ermöglichen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass viele Wasserkraftanlagen Mehrfachnutzungen im Rahmen von anderweitigen Nutzungsansprüchen wie z.B. Stauhaltungen zur Schiffbarmachung, dem Hochwasserschutz oder der Speicherung von Trinkwasser darstellen und im Falle von alten Mühlen- und Hammerstandorten genauso wie durch Landwirtschaft, Industrie oder städtische Entwicklung kulturhistorische Landschaften und Biotope geschaffen wurden.

Im Sinne des EEG fordert der Gesetzgeber klar, dass Wasserkraftanlagen nur dann förderwürdig sind, wenn keine Verschlechterung des gewässerökologischen Zustandes erfolgt. Jede Neuerrichtung oder Reaktivierung vorhandener Standorte hat also nur dann Chance auf Realisierung, wenn Maßnahmen zur Reduzierung oder Beseitigung vorhandener ökologischer Mängel vorgesehen werden. Solche Maßnahmen betreffen z.B. die Herstellung von natürlich gestalteten Umgehungsgerinnen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit von bestehenden Querbauwerken. Wasserkraftinvestitionen in sorgfältig geplante Anlagen leisten hier durchaus einen wichtigen Beitrag zur Finanzierung der Wiederherstellung der Durchgängigkeit und Verbesserung der ökologischen Struktur an zumindest einem kleinen Teil aller Querbauwerke der unterschiedlichen Nutzungsarten unserer Gewässer. Unter Berücksichtigung möglichst minimaler Eingriffe in das Gewässer bzw. strukturverbessernder Umgestaltungen in Altstandorten und weiterer Forschung nach noch effizienteren Kleinstwasserkraftanlagen bleibt die Wasserkraftnutzung als die Technologie mit dem geringsten Emissionsausstoß und der längsten Nutzungsdauer unter allen gängigen regenerativen Energien ein wichtiges, weiter ausbaufähiges Standbein der umweltfreundlichen Energieerzeugung.

Siegen, Oktober 2012

Jürgen Jensen

## 1 Einleitung

Diese Broschüre soll in leicht verständlicher Form aufzeigen, worauf die Nutzung der Wasserkraft als regenerative Energie beruht, welche Potenziale Kleinwasserkraftanlagen im Sinne von Wirtschaftlichkeit und möglicher Nutzungskonzepte im Märkischen Kreis aufweisen und welche rechtlichen Grundlagen zu beachten sind.

Interessierte Bürger und potenzielle Investoren sollen auf diese Weise eine erste Grundlage für die Bewertung der Chancen der Wasserkraft, aber auch der Auswirkungen und Randbedingungen aus den notwendigen Eingriffen am Gewässer im Sinne eines guten gewässerökologischen Zustandes erhalten.

Um die Energieversorgung langfristig auf erneuerbare Energien umzustellen, ist der Ausbau aller Wasserkraftpotenziale, die in ökologisch verträglicher Weise erschließbar sind, erstrebenswert. Neben der Modernisierung und Optimierung bestehender Wasserkraftanlagen besteht ebenfalls ein Ausbaupotenzial bei Anlagen kleiner und kleinster Leistung durch die Reaktivierung von Altstandorten oder an bestehenden Stauanlagen oder Gefällestufen ohne derzeitige Wasserkraftnutzung.

Auch die Nutzung der Wasserkraft außerhalb natürlicher Gewässer z.B. in Kläranlagenausläufen oder in Kanalisationen stellt eine interessante Option dar.

Im folgenden Text finden sich daher zunächst einige Absätze zu den Grundlagen der Wasserkraftnutzung und den rechtlichen Grundlagen. Über Aspekte zur Ökologie und der Wirtschaftlichkeit kleiner Anlagen wird dann zu möglichen Wasserkraftnutzungskonzepten im Märkischen Kreis übergeleitet.

## 2 Grundlagen der Wasserkraftnutzung

Die Nutzung der Wasserkraft beruht grundsätzlich auf dem Wasserkreislauf der Erde. Das Wasser an der Meeres- und Erdoberfläche verdunstet durch die einfallende Sonnenstrahlung, um danach wieder aus der Atmosphäre auf die Meeres- oder Erdoberfläche abzuregnen. Wenn aufgrund der lokalen Verhältnisse ein Ablauf des auf der Erdoberfläche befindlichen Wassers auf ein niedrigeres Höhenniveau möglich ist, kann dem Wasser eine potenzielle Energie zugeordnet werden [1].

Dieses auch als Lageenergie bekannte Energiepotenzial kann beim Herabfließen Arbeit verrichten und dadurch die Turbine eines Wasserkraftwerkes antreiben, die wiederum über Generatoren Strom erzeugt. Das Energiepotenzial des herabfließenden Wassers ist umso höher, je größer die Wassermenge und die Fallhöhe sind.

Somit beruht die Wasserkraft physikalisch auf nur zwei Komponenten, der Fallhöhe  $H$  [m] und dem Durchfluss  $Q$  [m<sup>3</sup>/s]. Mit diesen zwei Komponenten kann eine Wasserkraftanlage die potenzielle Energie des Wassers nutzbar machen.

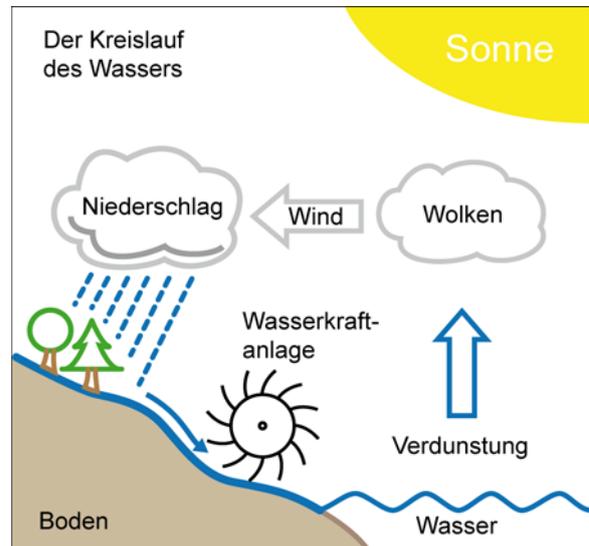


Bild 2-1: Nutzung der Wasserkraft durch den Wasserkreislauf der Erde, Bild: Frank (Uni Siegen)

### Wichtige Grundbegriffe zur Wasserkraftnutzung

- Die **Fallhöhe  $H$**  ist die Differenz der Wasserspiegelhöhen zwischen Oberwasser und Unterwasser nahe der Turbine.
- Der **Ausbaudurchfluss  $Q$**  beschreibt die Wassermenge, für die eine an dieser Stelle einzusetzende Turbine ausgelegt ist und bei der die Wasserkraftanlage somit ihre volle Leistung erreicht.
- Der **Wirkungsgrad  $\eta$**  beschreibt das Verhältnis zwischen energetischem Input und Output einer Wasserkraftanlage und beinhaltet somit sämtliche in der Anlage auftretenden Verluste.

#### Falls Sie mehr wissen möchten:

- Die nutzbare **Leistung  $P$**  einer Wasserkraftanlage ermittelt sich wie folgt:

$$P = g \cdot H \cdot Q \cdot \eta \text{ [kW]}$$

$g$  Erdbeschleunigung ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ )

- Die erzielbare „**Jahresarbeit**“ kann auf der Basis der Jahresdauerlinie des verfügbaren Abflusses berechnet werden. Überschlägig gilt:

$$E_a = P \cdot t_{\text{voll}} \text{ [kWh]}$$

$E_a$  Jahresarbeit [kWh]

$P$  Leistung der Turbine [kW]

$t_{\text{voll}}$  Volllaststunden in einem Jahr (im Mittel ca. 3.500-4.500 h bei Mittelgebirgsanlagen) [h].

## 2.1 Arten von Wasserkraftanlagen

Für Wasserkraftanlagen gibt es unterschiedliche Einteilungsmöglichkeiten. Die gängigsten sind die Einteilungen nach der Leistung oder nach der Fallhöhe [3,4]:

Einteilung nach der Leistung		Einteilung nach der Fallhöhe		
<b>Kleine Wasserkraftanlagen:</b> Kleinwasserkraftanlagen: 100 kW bis 1 (5) MW Kleinstwasserkraftanlagen: < 100 kW Mikrowasserkraftanlagen: < 1 kW	<b>Große Wasserkraftanlagen:</b> > 1 MW bzw. im alpinen Bereich 5 MW	<b>Niederdruck:</b> Fallhöhe bis 15 m	<b>Mitteldruck:</b> Fallhöhe ca. 15 -100 m	<b>Hochdruck:</b> Fallhöhe > 100 m

Auf Bild 2-2 ist der grundsätzliche Aufbau einer Wasserkraftanlage schematisch anhand eines Ausleitungskraftwerkes dargestellt.

In Mittelgebirgsregionen dominieren die kleinen Wasserkraftanlagen (< 1 MW) oder auch die Niederdruckanlagen (< 15 m). Niederdruckanlagen sind zumeist Laufwasserkraftwerke, die sich nochmal unterteilen lassen in Flusskraftwerke und Ausleitungskraftwerke. Die Wasserkraftanlagen im Märkischen Kreis sind sogar ausnahmslos Kleinwasserkraftanlagen, die Leistungen von wenigen kW bis zu 2 MW erzeugen [4].

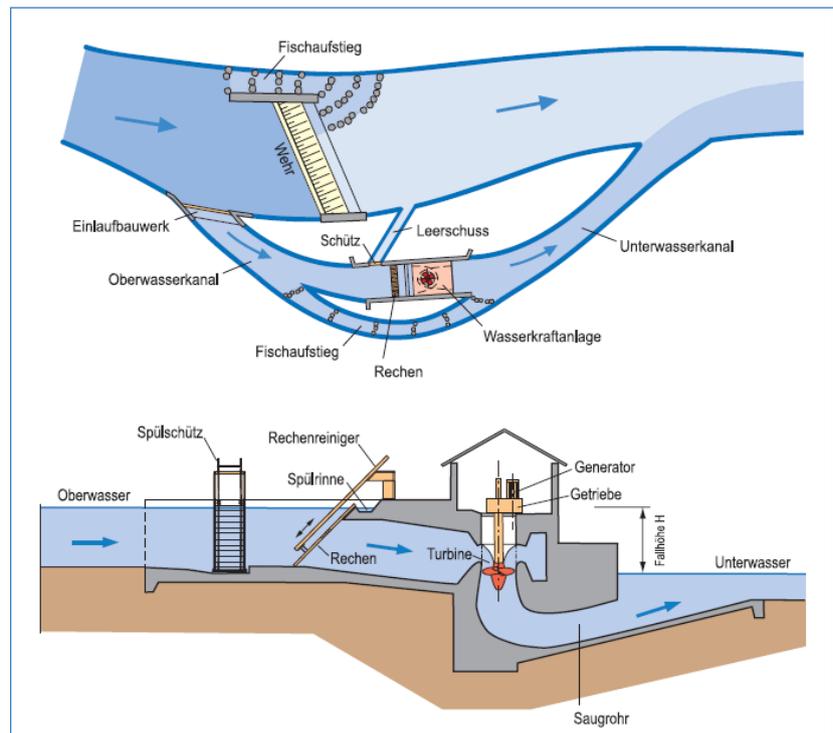


Bild 2-2: Bauteile einer Wasserkraftanlage [3]

Bei Flusskraftwerken liegt das Krafthaus unmittelbar neben dem Wehr im Fluss. Damit entfällt eine Ausleitung und die Rückführung des genutzten Abflusses in das Gewässer erfolgt unmittelbar unterhalb des Wehres [3].

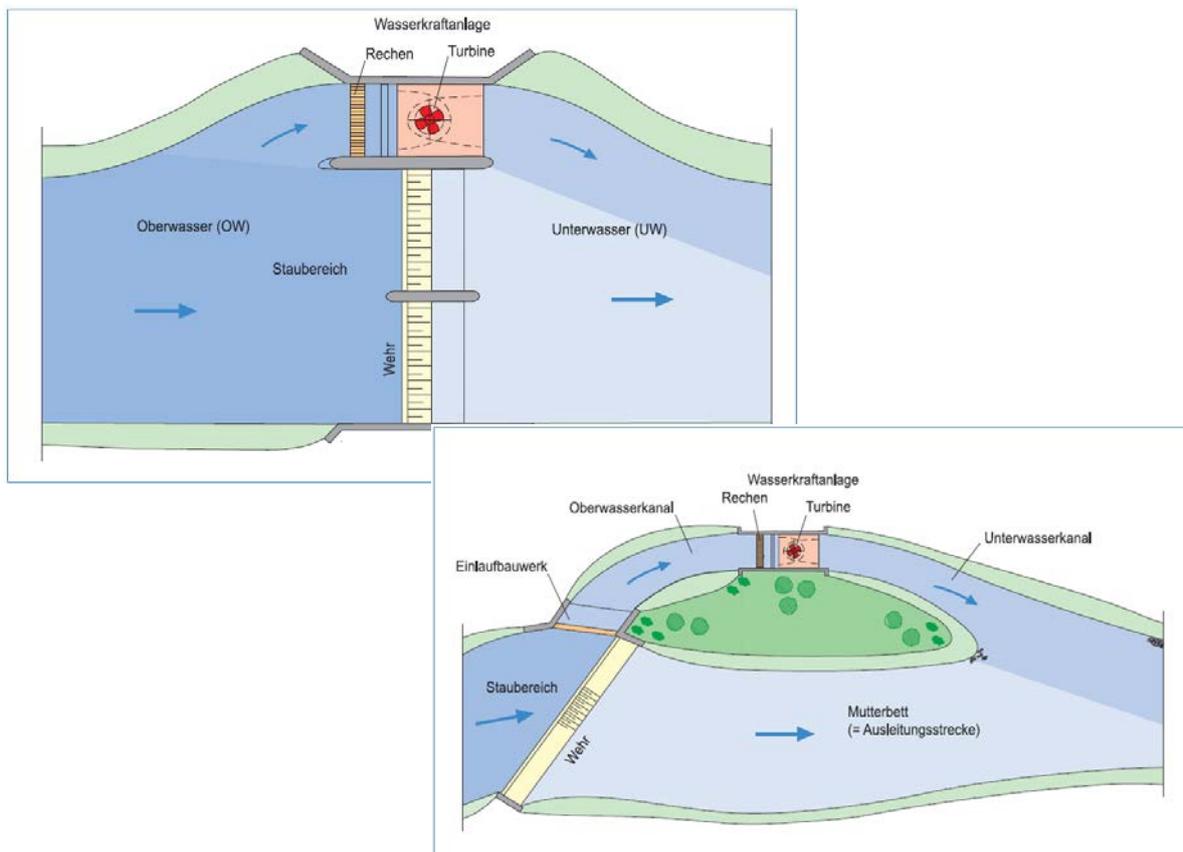


Bild 2-3: Schema eines Flusskraftwerkes (links) und eines Ausleitungskraftwerkes (rechts) [3]

Im Gegensatz dazu steht bei Ausleitungskraftwerken das eigentliche Kraftwerk außerhalb des Flussbettes an einem Kanal oder am Ende einer Triebwasserleitung [5]. Ein Teil des durch ein Wehr aufgestauten Gewässers (das Triebwasser) wird bei einem Ausleitungskraftwerk über einen Triebwerkskanal aus dem natürlichen Gewässerbett zum Krafthaus ausgeleitet. Dadurch kann das Gefälle zwischen dem Wasserspiegel im Oberwasserkanal und dem Wasserspiegel im anschließenden Unterwasserkanal, der das Triebwasser wieder zurück in das Gewässer führt, genutzt werden. In der Ausleitungsstrecke, also dem Mutterbett, verbleibt meist nur der vorgeschriebene Mindestabfluss [3].

Kleinwasserkraftanlagen gewinnen aufgrund der allgemeinen Vorzüge der Stromerzeugung aus Wasserkraft, den geringen Betriebskosten und der Nähe zu den Verbrauchern, wodurch weite Übertragungsstrecken vermieden werden können, zunehmend an Bedeutung. Jedoch lassen die hohen Investitionskosten und die fehlende Akzeptanz für das Anstauen eines Gewässers Neubauten von Kleinwasserkraftwerken immer schwieriger werden [6].

Die klassischen Kleinwasserkraftanlagen sind Lauf- und Speicherwasserkraftwerke mit entsprechend kleinen elektrischen Leistungen an natürlichen und künstlichen Gewässern, bei denen die elektrische oder mechanische Energieerzeugung im Vordergrund steht. Hierzu zählen beispielsweise Mühlen mit einem oder mehreren Mühlrädern zur Stromerzeugung oder kleine Wasserkraftwerke mit meist einer oder höchstens zwei Turbinen als Fluss- oder Ausleitungskraftwerk. Sehr kleine Anlagen werden auch häufig für den direkten Antrieb von Maschinen genutzt. Somit unterscheiden sich die klassischen Kleinwasserkraftanlagen in ihrer Funktion kaum von großen Wasserkraftanlagen [5].



*Bild 2-4: Wehranlage (links) und Einlaufrechen (rechts) des Ausleitungskraftwerkes Bärenstein an der Ver-se, Fotos: Märkischer Kreis*



*Bild 2-5: Oberschlächtiges Wasserrad der Löhr-Mühle an der Ennepe, Foto: Märkischer Kreis*

## 2.2 Wasserkraftmaschinen

### 2.2.1 Wasserräder

Wasserräder sind die ältesten Wasserkraftmaschinen. Je nach Gefälle und nach Eintrittspunkt des Wassers in das Wasserrad unterscheidet man unter-, mittel- und oberflächliche Räder. In Einzelfällen können Wasserräder auch trotz ihres geringeren Wirkungsgrades eine wirtschaftliche Alternative zu Turbinen sein. Generell eignen sich Wasserräder jedoch nur für kleine Durchflüsse und kleine Fallhöhen.

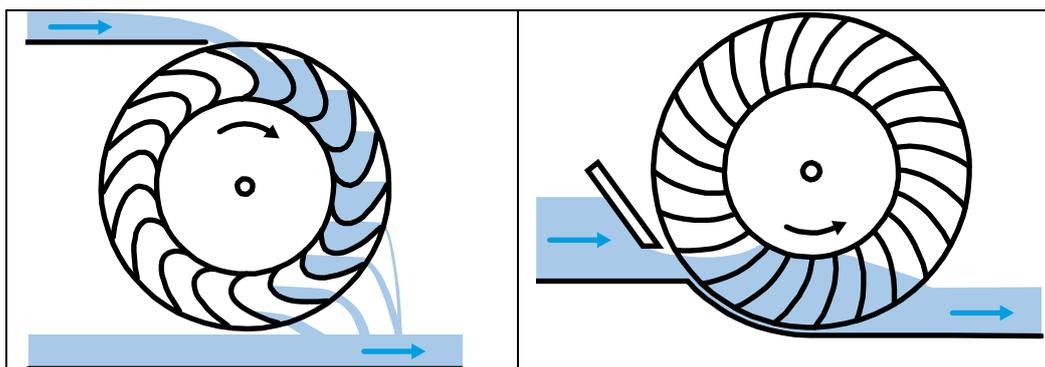


Bild 2-6: Oberflächliches (links) und Unterflächliches (rechts) Wasserrad, Bild: Frank (Uni Siegen)

### 2.2.2 Turbinen

Turbinen nutzen die Gefälleenergie des Wassers und erzeugen Geschwindigkeit, die sie wiederum im Laufrad in Nutzarbeit an der Welle umsetzen [7]. Das Gefälle, die Durchflussrichtung und die Beaufschlagung des Laufrades sind dabei charakterisierend für die Wirkungsweise, die Einteilung und die Bauart der Wasserturbine [8].

Es gibt eine Reihe von Turbinenbauarten aufgrund der Verschiedenheit der in der Natur angebotenen Wasserkräfte [7]. Zu den vier Turbinenhaupttypen zählen die drei klassischen Wasserkraftturbinen Kaplan, Pelton und Francis und die Ossberger- oder Durchströmturbine [9].

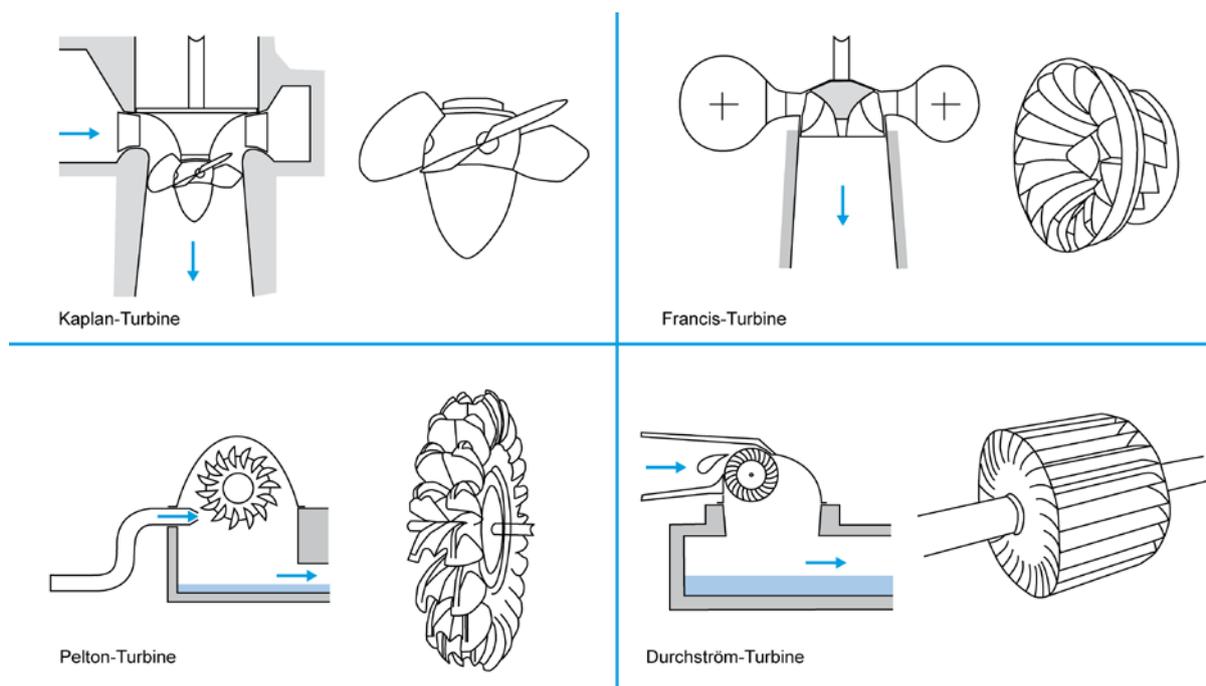


Bild 2-7: Kaplan-Turbine (oben links), Francis-Turbine (oben rechts), Pelton-Turbine (unten links) und Ossberger- oder Durchströmturbine (unten rechts), Bild: Frank (Uni Siegen)

Welche Turbine für eine bestimmte Wasserkraftanlage geeignet ist, wird über die Auslegungsgrößen Fallhöhe  $H$  und Durchfluss  $Q$  bestimmt. Auf Bild 2-8 sind die typischen Einsatzgebiete in Abhängigkeit von den Auslegungsgrößen für unterschiedliche Wasserkraftmaschinen dargestellt. Es gibt für Kleinstwasserkraftanwendungen allerdings auch miniaturisierte und vereinfachte Versionen der klassischen Turbinen, welche in Kombination mit einem Generator z.B. als Stromlieferant für abgelegene Höfe, Hütten o.ä. angeboten werden.

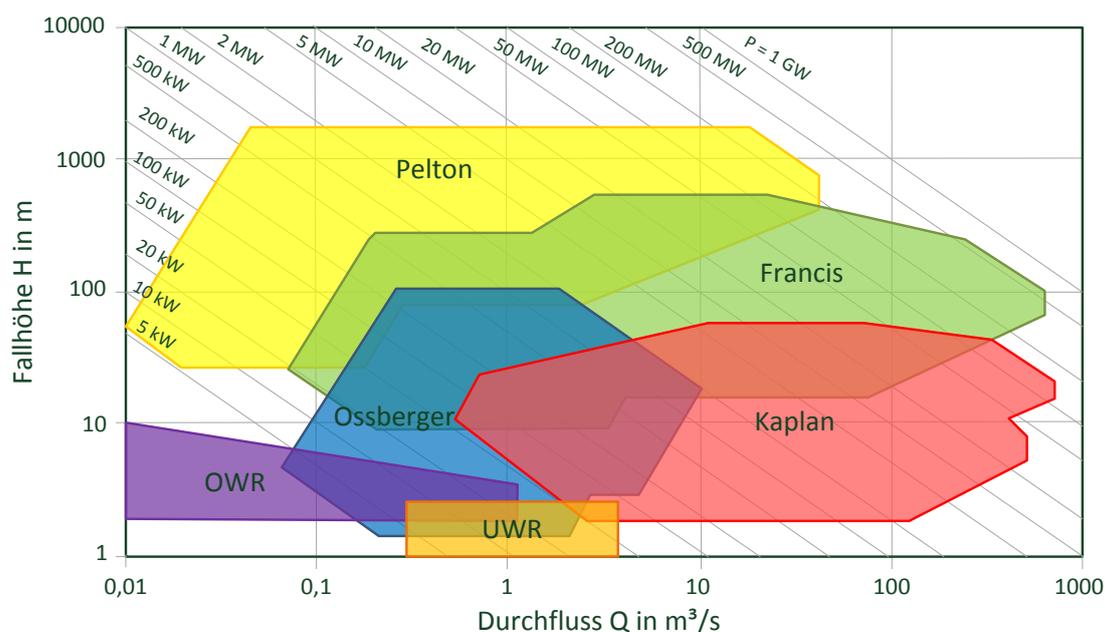


Bild 2-8: Einsatzgebiete für unterschiedliche Wasserkraftmaschinen (OWR: Oberschlächtiges Wasserrad; UWR: Unterschlächtiges Wasserrad) [11]

**NACHGEFRAGT:**

**Wenn ich einen Propeller in das strömende Wasser halte, dreht sich dieser doch auch. Warum brauche ich also eine Fallhöhe? Und kann ich nicht einfach nur die Strömungsenergie des Wassers nutzen?**

Es gibt zahlreiche technische Konzepte und Realisierungen zur Nutzung der Wasserkraft ohne Aufstau. Die Jahresarbeit solcher Strömungsanlagen ist allerdings immer wesentlich kleiner als bei konventionellen Anlagen mit Aufstau, da frei umströmte Turbinen nur die kinetische Energie des Wassers nutzen. Des Weiteren kann der Strömung auch nicht die gesamte kinetische Energie entzogen werden, da das Wasser nach der Turbine noch abfließen muss.

**Falls Sie mehr wissen möchten:**

Der maximal mögliche Leistungsentzug bei einem Rotorwirkungsgrad von 100 % liegt bei  $16/27$  ( $\approx 0,59$ ) der gesamten kinetischen Energie (Betz'sches Limit). In der Realität liegen die  $C_p$ -Werte sogar nur zwischen 0,45 und 0,49 [36].

$$C_p = \frac{\text{entzogene Leistung}}{\text{im Wasser enthaltene Leistung}}$$

Beim Vergleich der maximalen Leistung einer frei umströmten Turbine mit der Leistung eines konventionellen Kraftwerkes ergibt sich, dass die entziehbare kinetische Energie der Fallhöhe eines konventionellen Kraftwerkes entspricht. Damit ist die Leistung einer frei umströmten Turbine wesentlich geringer als die Leistung einer konventionellen Turbine. Zudem erfordert der Rotor einer umströmten Turbine, um wirklich nennenswerte Leistungen zu erbringen, entweder sehr große Abmessungen und damit auch eine große Wassertiefe oder bzw. zusätzlich sehr hohe Fließgeschwindigkeiten; höher als sie in typischen Mittelgebirgsgewässern während längerer Zeiträume vorherrschen. Die Nutzungsmöglichkeit des kinetischen Potenzials der Gewässer ist somit äußerst beschränkt. Weiterhin gilt es bei umströmten Turbinen zu beachten, dass der Hochwasserabfluss bei einem verbreiterten Einsatz von frei umströmten Turbinen beeinträchtigt würde. Außerdem kann es durch Schädigungen zu negativen Auswirkungen auf die Fischpopulation und durch Geschwemmsel und Treibgut zu erheblichen betrieblichen Problemen kommen [36].

**Damit lässt sich festhalten, dass frei umströmte Turbinen zur Nutzung der kinetischen Energie der fließenden Gewässer des Märkischen Kreises kaum eine sinnvolle und realisierbare technische Lösung sind. Somit ergibt sich i.d.R. ohne Fallhöhe also keine sinnvolle Nutzung.**

### 3 Rechtliche Grundlagen zur Nutzung der Wasserkraft

Für die Errichtung und den Betrieb von Wasserkraftwerken wurden auf Bundesebene verschiedene Gesetze erlassen, deren Grundlage europäische Richtlinien (Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)-RL, Flora-Fauna-Habitat (FFH)-RL, Wasserrahmenrichtlinien - WRRL) sind. Zu diesen Gesetzen, die sowohl Umweltauswirkungen als auch das energetische Potenzial betrachten, gehören [13,14]:

- Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG)
- Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)
- Wasserhaushaltsgesetz (WHG)
- Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG)
- Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) [13]

Gerade in Bezug auf die Wasserkraftnutzung stehen dem ökonomischen Ziel der Gewinnmaximierung die ökologischen Anforderungen der WRRL, der FFH-RL und der UVP-RL entgegen [12]. Somit ergeben sich gerade in Bezug auf Wasser- und Naturschutzrechte oft Konflikte zwischen der Inanspruchnahme eines Gewässers und dem Ideal der unberührten Natur [14].

#### 3.1 Europäische Wasserrahmenrichtlinie

Die europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ist in Deutschland die Grundlage für die Bewirtschaftung der Oberflächengewässer. Grundsätzlich folgt sie dem Ansatz neben dem biologischen Zustand des Gewässers auch die Gewässerchemie und die Gewässerstruktur zur betrachten[12]. Im Vordergrund der Zielsetzungen der WRRL für den europäischen Gewässerschutz liegen der Zustand der aquatischen Ökosysteme und der direkt von ihnen abhängigen Landökosysteme und Feuchtgebiete sowie allgemein die aquatische Umwelt [14]. Die Ziele der EU-WRRL sind dabei u.a.:

- Vermeidung einer weiteren Verschlechterung, Schutz und Verbesserung des Zustands aquatischer Ökosysteme
- Förderung einer nachhaltigen Wassernutzung
- Anstrebens eines stärkeren Schutzes und einer Verbesserung der aquatischen Umwelt
- Reduzierung der Verschmutzung des Grundwassers
- Minderung der Auswirkungen von Überschwemmungen und Dürren [17]

#### 3.2 Wasserhaushaltsgesetz

Durch das Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz -WHG) wurde die WRRL in deutsches Recht umgesetzt. Zweck des WHG (§ 1 WHG) ist es *„durch eine nachhaltige Gewässerbewirtschaftung die Gewässer als Bestandteil des Naturhaushaltes, als Lebensgrundlage des Menschen, als Lebensraum für Tiere und Pflanzen sowie als nutzbares Gut zu schützen“*. [15]

Das WHG ist das zentrale Gesetz für die Beurteilung der Zulässigkeit der Errichtung und des Betriebes von kleinen Wasserkraftanlagen. Dabei wird differenziert, ob es sich bei Errichtung und Betrieb der Anlage um eine Benutzung nach § 9 WHG handelt, die grundsätzlich einer behördlichen Erlaubnis oder Bewilligung bedarf, oder ob damit ein Ausbau des Gewässers verbunden ist, durch den ein

Planfeststellungsverfahren vorgeschrieben wird. Des Weiteren wird, wenn es um die Zulässigkeit einer Wasserkraftanlage geht, zwischen der Wiederinbetriebnahme einer früher bereits genehmigten Altanlage und dem Bau einer neuen Anlage unterschieden [16].

Zudem enthält das WHG das für die Wasserkraftnutzung wichtige Kapitel 2 über die Bewirtschaftung von Gewässern, das auch Erlaubnis, Bewilligung und Benutzung eines Gewässers in § 8 und § 9 regelt, sowie § 35, der die besonderen Maßnahmen zum Schutz der Fischpopulation an Wasserkraftanlagen und die Möglichkeit einer Wasserkraftnutzung nach den jeweiligen Standortgegebenheiten vorgibt [17]. Des Weiteren wird in § 33 die Mindestwasserführung und in § 34 die Durchgängigkeit der oberirdischen Gewässer bestimmt [18].

### 3.3 Erneuerbare Energien Gesetz

Das Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare Energien Gesetz - EEG) bietet ökonomische Anreize für die Nutzung der Wasserkraft und verknüpft diese mit ökologischen Anforderungen, um den geforderten ökologischen Zustand bzw. das ökologische Potenzial eines Gewässers zu erreichen [12]. Ziel nach § 1 Abs.1 EEG 2012 ist es, *„insbesondere im Interesse des Klima- und Umweltschutzes eine nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung zu ermöglichen, die volkswirtschaftlichen Kosten der Energieversorgung auch durch die Einbeziehung langfristiger externer Effekte zu verringern, fossile Energieressourcen zu schonen und die Weiterentwicklung von Technologien zur Erzeugung von Strom aus Erneuerbaren Energien zu fördern.“* [19]

Um diese Ziele umzusetzen, soll der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung nach § 1 Abs. 2 des EEG bis zum Jahr 2020 auf mindestens 35 % gesteigert werden. Hierzu wurde nach § 8 EEG eine Abnahme- und Übertragungspflicht sowie eine Vergütungspflicht für Strom aus Wasserkraft nach § 16 EEG eingeführt [21,22]. Die Netzbetreiber sind somit verpflichtet, *„Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien unverzüglich und vorrangig an ihr Netz anzuschließen und den gesamten so zur Verfügung gestellten Strom vorrangig abzunehmen und zu übertragen.“* [20] Zudem soll hierfür eine für Strom aus Wasserkraft in § 23 EEG ausdrücklich festgelegte Vergütung geleistet werden. Diese Subventionierung der Anlagenbetreiber soll zu einer ausgeweiteten Nutzung der Wasserkraft als Energieträger führen [21,22]. Die zur Zeit gültigen durchschnittlichen Vergütungssätze für die Stromerzeugung aus Wasserkraftanlagen nach EEG 2012 sind in Tabelle 3-1 aufgeführt.

Tabelle 3-1: Durchschnittliche Vergütungssätze nach EEG 2012 [21]

<b>Durchschnittliche Vergütungssätze für die Stromerzeugung aus Laufwasserkraftanlagen</b> (Inbetriebnahme 2012) EEG 2012 Vergütungsdauer für alle Anlagengrößen: 20 Jahre zzgl. Inbetriebnahmejahr		
<b>Anlagenleistung</b> (Volllaststunden [h/a])	<b>Bis einschl. 5 MW</b>	<b>Ab 5 MW</b>
	Neubau, Modernisierung	Neubau, Erweiterung
<b>500 kW</b> (4.500)	12,70 ct/kWh	12,70 ct/kWh
<b>2 MW</b> (4.800)	10,31 ct/kWh	10,31 ct/kWh
<b>5 MW</b> (5.000)	8,41 ct/kWh	8,41 ct/kWh
<b>20 MW</b> (5.500)		6,27 ct/kWh
<b>50 MW</b> (5.500)		5,29 ct/kWh

**NACHGEFRAGT:**

**Welche Bedingungen muss meine Wasserkraftanlage erfüllen, um förderfähig (nach EEG) zu sein?**

Die Vergütung nach EEG 2012 wird für 20 Jahre garantiert [23]. Nach § 23 des Gesetzes besteht für Strom aus Anlagen, die vor dem 1. Januar 2009 in Betrieb genommen wurden, nur dann ein Anspruch auf die Vergütung, wenn nach dem 31. Dezember 2011

1. „die installierte Leistung oder das Leistungsvermögen der Anlage erhöht wurde oder
2. die Anlage mit einer technischen Einrichtung zur ferngesteuerten Reduzierung der Einspeiseleistung nach § 6 Absatz 1 Nummer 1 erstmals nachgerüstet wurde.“ [20]

Zudem besteht ein Anspruch auf Vergütung nach § 23 Absatz 5 nur, wenn die Anlage

1. „im räumlichen Zusammenhang mit einer ganz oder teilweise bereits bestehenden oder vorrangig zu anderen Zwecken als der Erzeugung von Strom aus Wasserkraft neu zu errichtenden Staustufe oder Wehranlage oder
2. ohne durchgehende Querverbauung errichtet worden ist.“ [20]

Diese Differenzierung soll dazu dienen, dass gerade kleine Wasserkraftwerke, die einen erheblichen Eingriff in die Gewässerökologie darstellen, da sie in den Laich- und Aufzuchtthabitaten kleiner naturnaher Fließgewässer gelegen sind, nur dann neu gebaut werden, wenn eine ökologische Verbesserung erreicht wird [21].

## 4 Wirtschaftlichkeit kleiner Anlagen

Gerade für ältere Wasserkraftanlagen, deren Baukosten schon weitgehend abgeschrieben sind, gilt, dass Wasserkraftwerke zu den kostengünstigsten Möglichkeiten der regenerativen Stromerzeugung zählen. Bei Neuanlagen erhöhen die relativ hohen Investitionskosten und lange Amortisationszeiten die Stromerzeugungskosten [11].

Der erzeugte Strom aus kleinen Wasserkraftanlagen kann auf drei verschiedene Arten verwendet werden. Dies gilt es bei der Betrachtung der Erlöse zu berücksichtigen [16].

Verwendung des erzeugten Stromes:	vollständige Einspeisung	vollständiger Eigenverbrauch	teilweise Einspeisung
Betrachtung der Erlöse:	Berechnung des Erlöses mittels Ansatz des Abnahmepreises nach EEG	Ansatz des Endverbraucher tariffs	gemischter Ansatz aus Einspeisevergütung und Endabnehmerpreis

Die Investitions- oder Anlagenkosten setzen sich aus den Aufwendungen für die baulichen Anlagen (z. B. Krafthaus, Wehr), für die maschinenbaulichen Komponenten (z. B. Turbine), für die elektrotechnischen Einrichtungen (z. B. Generator, Transformator) und den sonstigen Nebenkosten zusammen. Da diese Kosten jedoch standortabhängig sind, lassen sich allgemeingültige Richtsätze nicht festlegen. Grob geschätzt lassen sich jedoch für eine Kleinwasserkraftanlage folgende Kostenanteile an den Anlagenkosten ermitteln [5]:

<b>40-50 %</b>	Baukosten
<b>bis zu 30 %</b>	Maschinenbau
<b>rund 5-10 %</b>	elektrotechnischen Einrichtungen
<b>restliche Kosten</b>	sonstige Kosten, wie die Planungskosten, die Baunebenkosten und die Gemeinkosten

Je nachdem, ob es sich um einen Anlagenneubau (Standort, an dem keine Anlagenkomponenten vorhanden sind oder waren), eine Modernisierung (Anlage ist derzeit in Betrieb, die Wirtschaftlichkeit / Umweltverträglichkeit wird durch Einzel- oder mehrere Maßnahmen erhöht) oder eine Reaktivierung bzw. Revitalisierung (Altanlage oder Altstandort ist derzeit nicht mehr in Betrieb: Je nach Standort Durchführung von Einzelmaßnahmen bis hin zu fast vollständigem Neubau der Anlage) handelt, ergeben sich bei den Investitionskosten zusätzlich erhebliche Unterschiede, die auf Bild 4-1 dargestellt sind [16].

Generell gilt, dass die Kosten bei sinkender Fallhöhe und geringer werdender Kraftwerksgröße steigen. Bei kleinen Anlagen, die weniger als 250 kW erzeugen, sowie bei Niederdruckanlagen, die weniger als 15 m Fallhöhe haben, ergeben sich daher die höchsten spezifischen Kosten [23]. Wenn jedoch möglicherweise Vieles auch in Eigenleistung des Anlagenbetreibers erstellt werden kann, wie es gerade bei Kleinwasserkraftanlagen oft der Fall ist, können die Baukosten geringer ausfallen.

Die Betriebskosten einer Wasserkraftanlage, die grundsätzlich für Personal, Instandhaltung, Verwaltung, Rückstellungen für Anlagenerneuerungen, Rechengutbeseitigung und Versicherung anfallen, liegen normalerweise zwischen 0,8 und 5 % der Investitionskosten für die Gesamtanlage und sind somit bei optimal ausgelegten und wartungsarmen Wasserkraftanlagen sehr niedrig [6,17].

Um die Wirtschaftlichkeit kleiner Wasserkraftanlagen zu bestimmen, sind auch die Kosten ein wesentlicher Bestimmungsfaktor, die auf die Erfüllung von Anforderungen des Gewässerschutzes

entfallen. Dazu zählen sowohl die Kosten für Ersatzmaßnahmen wie Fischaufstiegsanlagen als auch die Erzeugungsverluste der Wasserkraftanlage durch die Mindestwassermengen bei Ausleitungskraftwerken [16]. Die Kosten für die geforderten ökologischen Ausgleichsmaßnahmen können dabei zwischen 10 und 20 % der Investitionskosten liegen [5].

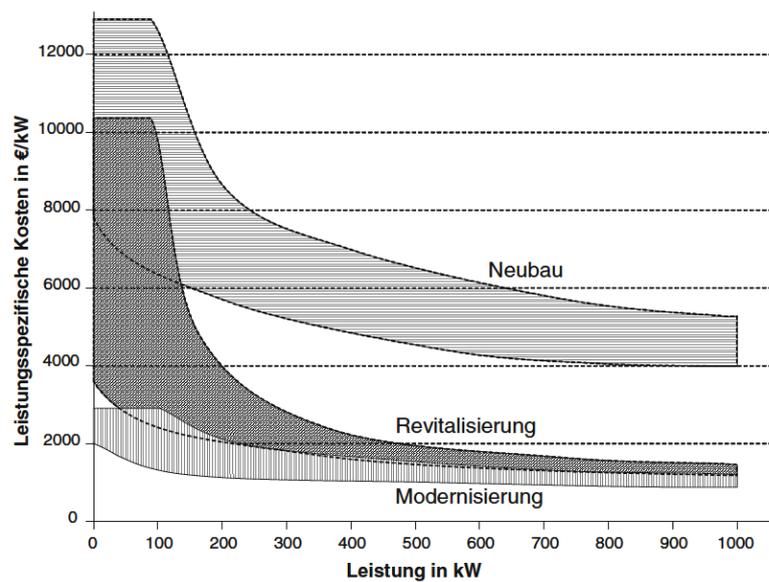


Bild 4-1: Spezifische Investitionen von Wasserkraftwerken in Abhängigkeit von der Anlagenleistung [6]

### NACHGEFRAGT:

**Wie groß müssen mein Durchfluss und meine Fallhöhe denn sein? Kann es wirtschaftlich sein, eine Wasserkraftanlage zu betreiben, die mehrere Tage/Wochen im Jahr stillsteht?**

Es kann durchaus wirtschaftlich sein, eine Wasserkraftanlage zu betreiben, die auch mehrere Tage oder Wochen im Jahr stillsteht. Gerade für die Nutzung dieser kleinen Potenziale gibt es bestimmte Turbinen. Sieht man sich auf Bild 2-8 die Einsatzgebiete in Abhängigkeit von den Auslegungsgrößen für unterschiedliche Wasserkraftturbinen an, so liegt die untere Wirtschaftlichkeitsgrenze für Niederdruckanlagen etwa bei einer Fallhöhe > 1m und einem mittleren Durchfluss von ca. 0,1 m<sup>3</sup>/s. Wenn also beispielsweise im Sommer wochenlang kein Wasser für die Wasserkraftanlage zur Verfügung steht, dafür aber im Winter umso mehr und im Mittel im Jahr mehr als 0,1 m<sup>3</sup>/s Wasser zur Verfügung steht, kann eine Wasserkraftnutzung möglicherweise schon wirtschaftlich sein. Wichtig ist gerade bei diesen kleinen Potenzialen immer, dass die Fallhöhe und der Durchfluss mit einem geeigneten Konzept (wie einer am besten für das vorhandene Potenzial ausgelegten Turbine) optimal genutzt werden können.

## 5 Ökologie und Wasserkraft

### 5.1 Auswirkungen kleiner Wasserkraftanlagen auf die Gewässerökologie

Die ökologischen Auswirkungen der Kleinwasserkraftanlagen beziehen sich weitestgehend auf eine Unterbrechung des Flusskontinuums, die als eine der wichtigsten Beeinträchtigungen des aquatischen Ökosystems gilt [24]. Denn die mit dem Bau einer Wasserkraftanlage einhergehenden Querbauwerke be- oder verhindern die stromaufwärts gerichtete Wanderung von verschiedenen Fischen und aquatischen Wirbellosen [3]. Durch die Unterbrechung des Kontinuums mit einem unüberwindbaren Hindernis wie einem Wehr wird beispielsweise der Aufstieg von verschiedenen Fischarten verhindert, die aber für ihre Fortpflanzung darauf angewiesen sind, in ein Fließgewässer aufzusteigen. Die Unterbindung dieser Wanderung hat damit weitreichende Folgen für das Artenspektrum des Flusses, die Bestände dieser Fischarten und auch für die Fischerei [24].

Im Gegensatz zur Aufwanderung wird die stromabwärts gerichtete Wanderung aquatischer Organismen durch Wasserkraftanlagen nicht vollständig verhindert und ist demnach auch ohne spezielle Fischwege möglich. Jedoch können die aquatischen Organismen bei der Abwanderung durch bestimmte Anlagenteile geschädigt oder sogar getötet werden wie z. B. durch die Rechenanlage oder die Turbine. Zudem können Fische überströmte Querbauwerke in der fließenden Welle flussabwärts passieren und sich durch die Kollision mit harten Strukturen im Unterwasser verletzen oder bei sehr großen Fallhöhen durch eine Gasübersättigung geschädigt werden [3].

Ein weiterer wichtiger Faktor für die Beeinträchtigung der Ökologie ist der Aufstau des Gewässers. Das Fließgewässer wird durch einen Aufstau in Bezug auf eine Vielzahl von Parametern verändert. Diese hydromorphologischen sowie chemisch-physikalischen Veränderungen sind allerdings immer abhängig von den örtlichen Gegebenheiten wie der Betriebsweise des Querbauwerkes und dem jeweiligen Gewässertyp. Zudem kann der Staubereich zusätzlich Auswirkungen auf die Aue, die Flora und die Fauna des Gewässers haben [3].

Bei der Reaktivierung einer Wasserkraftanlage sind die ökologischen Auswirkungen immer abhängig vom Zustand der Altanlage und können im Extremfall sogar genauso schwerwiegend sein wie die Auswirkungen eines Neubaus. Jedoch kann durch ökologische Auflagen auch eine Verbesserung der ökologischen Situation erfolgen [16]. Im Allgemeinen ist somit aus naturschutzfachlicher Sicht eine Reaktivierung bzw. Modernisierung einer vorhandenen Wasserkraftanlage ohne eine grundsätzliche Veränderung von Durchfluss und Wasserstandsdynamik einem Neubau immer vorzuziehen [25]. Nicht mehr betriebene technische Anlagen zur Wasserkraftnutzung sollten sogar technisch und ökologisch reaktiviert oder umgebaut werden, damit die Energieerzeugung nach den heutigen technischen Möglichkeiten realisiert wird. Grundvoraussetzung für eine Reaktivierung sollte jedoch immer sein, dass die Gewässer nicht nachteilig verändert oder bestehende ökologische Entwicklungspotenziale eingeschränkt werden [26].

Die grundsätzlich möglichen negativen Beeinträchtigungen und die möglichen positiven Beeinflussungen des aquatischen Ökosystems durch den Betrieb einer Kleinwasserkraftanlage sind nachfolgend zusammengefasst [24].

## Mögliche positive Beeinflussung des aquatischen Ökosystems durch den Betrieb einer Kleinwasserkraftanlage

### Oberwasserkanal

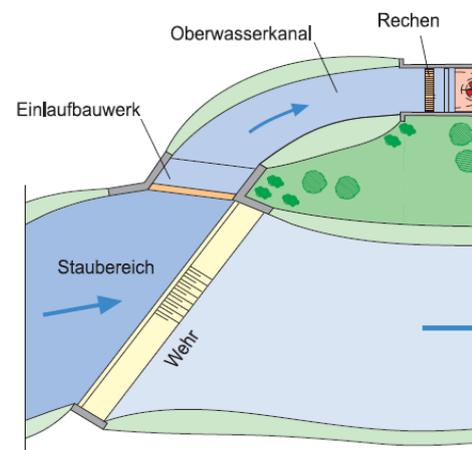
- Oft mit naturnahen Weihern, welche vielfältigen Lebensraum bieten können
- Naturnahe Gestaltung oft mit geringem Aufwand möglich

### Ausleitungsstrecke

- Kann bei geeigneter Ausgestaltung und genügender Wasserführung näher am Urzustand sein als stark verbaute Gewässerabschnitte

### Bereich unterhalb der Wasserrückführung

- Unter Umständen verbesserte Wasserqualität nach der Entnahme des Rechengutes (v. a. durch Entfernen von Zivilisationsabfällen und von Algen und Wasserpflanzen, die in überdüngten Gewässern massenhaft auftreten können)
- Durch optimierte Spülungen kann die Verfestigung der Bachsohle vermindert werden



### Staubereich

- Lebensraum für Wasservögel
- Ersatzlebensraum, insbesondere in sonst stark kanalisiertem Gewässern
- Schaffung verschieden ausgestalteter Biotope
- Rückzugsgebiet der Fische bei Niedrigwasser
- Ev. Zufluchtsort bei Hochwasser
- Fischunterstände / tiefes Wasser, dadurch Schutz vor Räubern (z.B. Raubvögeln)
- Erhalten des Grundwasserspiegels

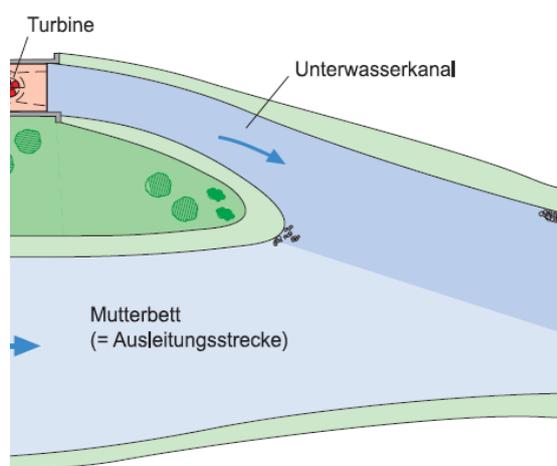
### Unterwasserkanal

- Zufluchtsstätte bei Hochwasser
- Naturnaher Ausbau möglich

## Mögliche negative Beeinträchtigungen des aquatischen Ökosystems durch den Betrieb einer Kleinwasserkraftanlage

### Oberwasserkanal

- Wasserablass bei Revision führt zum Absterben der Wirbellosen und Fische
- Nicht strukturierte Kanäle sind biologisch wenig wertvoll
- Beeinträchtigung des Grundwassers



### Turbine

- Turbinenmortalität von Fischen
- Schmiermittelproblematik

### Staubereich

- Veränderte Strömungsbedingungen
- Verstärkte Sedimentation
- Schlammablagung
- Schadstoffablagerungen
- Verstärkte Sauerstoffzehrung
- Geringeres Selbstreinigungsvermögen
- Sekundärverschmutzungen
- Sauerstoffübersättigung
- Chemische Veränderungen
- Schlechte Trinkwasserqualität
- Veränderte Temperaturverhältnisse
- Unterbindung des Geschiebetransports
- Veränderte Grundwasserstände und -qualität
- Geringere Breiten- und Tiefenvarianz
- Geringe Strukturierung
- Verstärktes Algenwachstum
- Rückgang der Artenvielfalt
- Drifhindernis für Wirbellose
- Wanderungsbarriere
- Geringerer fischereilicher Ertrag
- Verschwinden von Laichstätten

### Wehr/Einlaufbauwerk

- Wanderungsbarriere für Wirbellose und Fische, unterbricht das Flusskontinuum
- Gefahr des Absturzes
- Isolation von Populationen
- Veränderung des Geschiebetransportes

### Ausleitungsstrecke

- Trockenliegen des Bachbettes
- Ungenügende Wasserführung
- Unnatürliche Wasserführung
- Absenkung des Grundwassers
- Veränderte Temperaturbedingungen
- Schlechte Wasserqualität
- Schwalleffekte bei Hochwasser/Spülungen
- Verstärktes Algenwachstum
- Abnahme der Pflanzen- und Tiervielfalt
- Reduzierter fischereilicher Ertrag
- Verschwinden von Laichstätten
- Feinsedimentablagerungen

### Unterwasserkanal

- Sackgasse für Wirbellose und Fische
- Wenn als unstrukturierter Kanal ausgebaut -> von geringem biologischen Wert
- Fischausfälle aufgrund von Gasübersättigung

### Bereich unterhalb der Wasserrückführung

- Sohlenverdichtung aufgrund von Spülungen
- Erosion wegen fehlendem Geschiebe
- Unnatürliche Wasserführung (z.B. Spülung, Schwellbetrieb)
- Rückgang der Artenvielfalt

Als Fazit kann festgehalten werden, dass jeder menschliche Eingriff in die Natur diese beeinflusst. Hier ist es im Grunde kein Unterschied, ob es sich um Gebäude, um Verkehrsinfrastruktur oder um Kulturpflanzungen wie Felder und auch Wälder handelt. Auch eine möglichst ökologische Gestaltung, Bewirtschaftung und gelungene Integration in die umliegende Landschaft stellt im Vergleich zur unberührten Natur oder besser, dem sogenannten potenziell natürlichen Zustand, eine Überformung und Veränderung dar. Aus diesem Grunde kann die Tatsache der Veränderung eines Gewässers oder des Eingriffs in ein Gewässer alleine für sich kein Grund für oder gegen eine Wasserkraftnutzung sein.

Letzten Endes kommt es darauf an, als Gemeinschaft verantwortungsbewusst abzuwägen, wo die Ziele der Gesellschaft liegen und welche Eingriffe sinnvoll und verträglich mit dem Bild der gewünschten Umwelt sind.

## 5.2 Konzepte zur gewässerökologischen Optimierung

Insgesamt sind der Bau, der Betrieb oder auch die Reaktivierung einer Wasserkraftanlage an kleinen Gewässern mit weitreichenden Eingriffen in die Struktur eines Fließgewässers verbunden. Diese Eingriffe können zu einer Veränderung bzw. einem irreversiblen Verlust wertvoller Lebensraumtypen, zu einem Verlust von fließgewässer- und auentypischen Tier- und Pflanzenarten und zu einer Verschlechterung der Gewässergüte führen [16].

Die schädlichen ökologischen Folgen müssen bei der Planung, beim Bau und beim Betrieb einer Wasserkraftanlage vermieden bzw. minimiert werden. Zudem sollte durch Ausgleichsmaßnahmen die Gesamtsituation kompensiert oder sogar verbessert werden [27]. Hierzu sind einige Aspekte aufgeführt:

- Einbeziehung der Auengebiete in den Stauraum,
- variable, natürliche Ufergestaltung des Stauraumes,
- Schaffung von Flachwasserzonen,
- Anordnung von Fischauf- und -abstiegsanlagen,
- geringe Rechenstababstände,
- Mindestwasserführung im Mutterbett,
- Durchgängigkeit für Geschiebe und Sohlbewohner.

### 5.2.1 Fischauf- und -abstieg

Der Entwurf einer Fischauf- oder Fischabstiegshilfe ist eine sehr spezifische und individuelle Aufgabe, welche die Berücksichtigung vieler Einflussgrößen und Einschränkungen erfordert. Fischaufstiegshilfen können grundsätzlich in die drei Gruppen Fischleitern, Umgehungsgerinne und Fischlifte eingeordnet werden. Zudem können Fischaufstiegsanlagen entweder als Systeme direkt an der Barriere bzw. Wehranlage, als Systeme, welche die Barriere bzw. das Wehr umgehen oder als Systeme, die das Krafthaus umgehen, ausgeführt werden. Generell besteht jede Fischaufstiegsanlage aus einem Auslauf oder Einstieg, einem Fischweg, einem Becken bei Fischleitern und einem Einlaufbereich [28].

Die unterschiedlichen Fischauf- und -abstiegsanlagen werden genauer im DVWK-Merkblatt 232 „Fischaufstiegsanlagen“ von 1996, im DWA-Merkblatt 509 Entwurf „Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke“ von 2010 und im Handbuch Querbauwerke des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW (MUNLV) [3] beschrieben.



Bild 5-1: Fischaufstiegsanlage an der Wehranlage Lenne 1, Foto: Märkischer Kreis

## 5.2.2 Mindestwassermengen an Ausleitungsstrecken

Das Ziel der Mindestwassermenge oder auch Pflichtwasserabgabe ist es, die ökologische Funktionsfähigkeit der Entnahmestrecke aufrechtzuerhalten [8]. Gerade für die Fischfauna hat der Mindestabfluss eine besondere Bedeutung, da diese von einer Reduzierung des Wasserkörpers unmittelbar betroffen ist [17]. Im Hinblick auf die Wasserkraftnutzung geht es bei der Mindestwassermenge auch immer um eine Produktionseinschränkung und damit um die Wirtschaftlichkeit einer Wasserkraftanlage. Dennoch wird die Festlegung der Mindestwassermenge von ökologischen Argumenten bestimmt. Da die biologische Vielfalt abhängig von biotischen aber auch abiotischen Faktoren ist, muss bei der Festlegung der Mindestwassermenge immer eine individuelle Betrachtung erfolgen [8]. Des Weiteren gibt es verschiedene Formelansätze für die Berechnung der Mindestwassermenge. Ein häufig gewählter Ansatz, der für eine erste grobe Schätzung ausreicht, ist derjenige der Standard-Orientierungswerte anhand der Einzugsgebietsgröße und des mittleren Niedrigwasserabflusses (MNQ) [3].

Tabelle 5-1: Orientierungswerte für den Mindestabfluss beim Standardverfahren nach [3], vereinfacht

Orientierungswerte für den Mindestwasserabfluss beim Standardverfahren	
Einzugsgebietsgröße	Standard-Orientierungswert
20-50 km <sup>2</sup>	0,5 MNQ [m <sup>3</sup> /s]
> 50 km <sup>2</sup>	0,33 MNQ [m <sup>3</sup> /s]

Auch dieses Berechnungsverfahren liefert als Ergebnis einen Wert, der sich als jahresdurchgängige Abgabe versteht. Jedoch ist diese Vereinheitlichung wegen der Vielfalt der natürlichen Gewässer nicht die optimalste Lösung, weshalb eine auf das Abflussregime und die Lebensbedingungen der aquatischen Lebewesen ausgerichtete Regulierung sowohl ökologisch als auch ökonomisch sinnvoller sein kann [8].

## 6 Mögliche Wasserkraftnutzungskonzepte im Märkischen Kreis

Im Jahr 2000 wurde von Herrn Prof. Dr.-Ing. Detlev Patzwald von der Märkischen Fachhochschule eine Bestandsaufnahme der vorhandenen Wasserkraftanlagen im Märkischen Kreis durchgeführt [4]. Demnach befanden sich im Jahr 2000 im Märkischen Kreis 22 Wasserkraftanlagen mit einer Gesamtjahresarbeit von rund 34 Mio. kWh in Betrieb. Auf Grundlage dieser Bestandsaufnahme wurden 2001 eine energiewirtschaftliche Bewertung der Wasserkraftanlagen sowie Empfehlungen für eine Optimierung und ggf. eine Wiederinbetriebnahme von stillgelegten Anlagen in einem Gutachten ausgesprochen [4].

Das größte Wasserkraftpotenzial im Märkischen Kreis ist an der Lenne zu finden, da sie zum einen der größte Fluss der Region ist und zum Anderen der Wasserstand der Lenne durch die Wasserabgaben aus der Biggetalsperre auf einem bestimmten Niveau gehalten wird.

Im Gegensatz dazu wird die Jubachtalsperre an der Volme nicht mehr zur Regulierung des Gewässers, sondern allein zur Trinkwassergewinnung genutzt. Das Wasserdargebot der Volme ist durch natürliche starke Schwankungen der Wasserführung (Hochwasserspitzen im Winter, längere Trockenzeiten im Sommer) geprägt.

An der Hönne ist die Wasserkraftnutzung stark vom Niederschlag abhängig, da auch dieses Gewässer nicht durch eine Talsperre reguliert wird.

An der Verse ergibt sich das Problem der sinnvollen Dimensionierung einer Wasserkraftanlage. Denn die Wassermenge, die von der Versetalsperre eingeleitet wird, ist nur sehr gering und steigt nur an niederschlagsreicheren Tagen auf ein hohes Maß an, das jedoch auch ebenso stark wieder abfällt.

Die Studie kommt zum Schluss, dass die Gesamtjahresarbeit der näher untersuchten Standorte im Märkischen Kreis durch die Wiederinbetriebnahme von stillgelegten Anlagen und den Ausbau in Betrieb befindlicher Anlagen noch vergrößert werden kann [4].

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass in dieser Studie aufgrund der *"schwierigen genehmigungsrechtlichen Situation im Bereich Wasserkraftnutzung"* ausschließlich Standorte vorhandener und ehemaliger Wasserkraftanlagen untersucht wurden. Bedingung war weiterhin, dass die Rechte an der Nutzung der Wasserkraft noch vorhanden sind. Standortuntersuchungen, die einen Neubau und damit eine neue rechtliche Situation entstehen lassen, wurden daher nicht berücksichtigt. Weiterhin wurden nur Wasserkraftanlagen untersucht, die folgende Merkmale hatten:

- *"Die Anlagenkomponenten Wehr, Obergraben, Turbinenkammer und Untergraben mussten vorhanden sein und sich in einem annähernd funktionsfähigen Zustand befinden.*
- *Die Wasserkraftanlagen mussten mindestens 40 kW Nennleistung besitzen.*
- *Das Wasserangebot der Fließgewässer muss einen durchschnittlichen Mindestabfluss von 1,5 m<sup>3</sup>/s an den Standorten der Wasserkraftwirtschaft zur Verfügung stellen." [4]*

Diese Beschränkung macht unter dem Aspekt der Konzentration des leistbaren Bearbeitungsaufwandes dieser lesenswerten Studie auf die größeren und relativ einfach erweiter- bzw. reaktivierbaren Potenziale Sinn, unterschlägt jedoch auch viele potenzielle weitere Standorte an den genannten Gewässern und ihren Zuläufen.

# Wasserkraft im Märkischen Kreis



## Legende:

- Querbauwerk vorhanden
- Wasserkraftanlage außer Betrieb
- Wasserkraftanlage in Betrieb

Bild 6-1: Wasserkraft im Märkischen Kreis, Bild: Märkischer Kreis

Die folgende Tabelle zeigt den Anteil der Haushalte im Märkischen Kreis, die im Jahre 2000 schon mit Strom aus Wasserkraft hätten versorgt werden können und die Entwicklungsmöglichkeiten durch den Ausbau der Wasserkraft. Realistisch ist hierbei wieder der Ausbau im Hinblick auf das wirtschaftlich sinnvolle Potenzial.

Tabelle 6-1: Entwicklungsmöglichkeiten nach [4], Stand 2001

Erzeugte Jahresarbeit durch Wasserkraftnutzung [kWh/a]	Anzahl der Haushalte im Märkischen Kreis, welche mit Strom aus Wasserkraft versorgt werden	Prozentualer Anteil am derzeitigen Stromverbrauch von Haushalten im Märkischen Kreis [%]
momentan erzeugte Jahresarbeit ( $W_{\text{ist}}$ )	12.000	10,7
wirtschaftlich sinnvolles Potenzial ( $W_{\text{wirt, soll}}$ )	17.200	15,3
technisch nutzbares Potenzial ( $W_{\text{tech, soll}}$ )	19.000	16,9

Generell besteht gerade bei Kleinwasserkraftanlagen durch Modernisierung und Reaktivierung bestehender Anlagen oder durch vereinzelt Neubau an bestehenden Querbauwerken ein gewisses Ausbaupotenzial. Aufgrund des EEG sind viele dieser Standorte auch wieder wirtschaftlich tragfähig geworden. Da aufgrund ökonomischer und ökologischer Hemmnisse jedoch nicht jeder heute nicht mehr genutzte Standort wieder reaktiviert werden kann, müssen neue Konzepte entworfen werden, um die ökologischen Schäden durch Kleinwasserkraftanlagen möglichst gering zu halten und die wirtschaftliche Nutzung zu ermöglichen. Einige dieser Konzepte sollen im Folgenden vorgestellt werden.

#### **HINWEIS:**

##### **Fördermöglichkeiten über Progres.nrw**

In dem Programm progres.nrw hat das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz die förderpolitischen Aktivitäten zur Energiepolitik im Land NRW zusammengefasst. Um den effizienten Umgang mit Energie und den Einsatz von regenerativen Energien in NRW voranzubringen, bietet progres.nrw eine breite Palette von Förderangeboten und ist damit wichtigstes Förderinstrument für Unternehmen, Verbraucher und Kommunen. Weitere Information unter: [www.progres.nrw.de](http://www.progres.nrw.de).

## 6.1 Synergien und Mehrzweckanlagen

Die Wasserkraftwirtschaft wurde in den vergangenen Dekaden immer offener gegenüber Nutzungskonzepten, bei denen die Nutzung der Wasserkraft nicht mehr das ausschließliche oder primäre Planungsziel war. Attraktive Synergien oder Mehrfachnutzungen können in die Bereiche Schutzaspekte und Nutzungsaspekte des Wassers eingeteilt werden [29].

Schutzaspekte:	Nutzungsaspekte:
– Hochwasserschutz / Hochwassermanagement	– Bewässerung
– Umweltschutz / Umweltverbesserung	– Wasserversorgung
– Auenschutz / Auenstabilisierung	– Verbesserung der Schiffbarkeit
	– Verbesserung fischereilicher Bedingungen
	– Begünstigung von Erholungs- und Freizeitaktivitäten

Der traditionelle Planungsansatz einer Wasserkraftanlage beruht darauf, negative Einflüsse zu verhindern oder - wenn dies nicht möglich ist - zu minimieren. Jedoch hat sich gezeigt, dass es sinnvoller ist, Konditionen zu ändern, die nichts mit dem eigentlichen Kraftwerk zu tun haben, aber im Interesse Anderer liegen [29]. So können attraktive Mehrzweckanlagen entstehen wie zum Beispiel:

- „Turbineninstallation in Trinkwasserversorgungssystemen im Hochdruckbereich
- Kraftwerksanlagen in Bewässerungskanalssystemen
- Kraftwerksanlagen in Abwasserentsorgungssystemen
- Turbineninstallation in Kühlwasserkreislaufsystemen
- Errichtung von Erholungsgebieten in Rückstaubereichen
- Lebensraumschaffung in Rückstaubereichen – Entstehung von Schutzgebieten
- Verbesserung des Hochwasserschutzes [...]
- Stabilisierung des Grundwasserspiegels“ [29]

Durch die Einbindung anderer Interessen in Wasserkraftanlagenprojekte erfolgt auch in vielen Fällen eine Teilung der Kosten, des Risikos und der Verantwortung. Zudem erreicht ein integrales Konzept leichter eine hohe Akzeptanz [29].

## 6.2 Wasserkraftanlagen als technische Kulturdenkmäler

Ein wichtiger Aspekt bei Betrieb und Erhalt von Wasserkraftanlagen ist der Hinweis auf die jeweilige Geschichte des Standortes, wodurch ein aktiver Beitrag zur Kultur- und Denkmalpflege geleistet wird. Alte Wasserkraftanlagen bieten oft noch einen Einblick in die ersten Eingriffe in eine Landschaft, aus der sich über Jahre und Jahrhunderte eine Kulturlandschaft entwickelte. Die Erhaltung von alten Wasserkraftstandorten dient somit also auch der Wahrung der heimischen Wirtschaftsgeschichte [30].

Da sie ein Teil der Handwerks-, Gewerbe-, Energie- und Kulturgeschichte sind, können Wassermühlen und Wasserkraftanlagen den technischen Kulturdenkmälern zugeordnet werden. Wasserkraftan-

lagen bieten wichtige Erkenntnisse über die Landes-, Kultur-, Sozial- und Wirtschaftsgeschichte eines Raumes und können aufgrund einer Beurteilung nach denkmalpflegerischen Aspekten sogar unter Denkmalschutz gestellt werden [31]. Alleine die Unterschutzstellung einer Wasserkraftanlage löst aber deren Erhaltungsprobleme nicht. Notwendige Restaurierungen müssen durchgeführt und Überlegungen zur weiteren Nutzung angestellt werden [31]. Dabei kommen grundsätzlich folgende Nutzungen infrage:

Mögliche Nutzungen einer Wasserkraftanlage als technisches Kulturdenkmal
1. Museums-Nutzung im Einzelfall
2. Energiegewinnung, d. h. z. T. Reaktivierung
3. Umnutzung der Gebäude (u. a. Wohnen)
4. touristische Nutzung (z. B. Gaststätte)

Besonders interessant ist hierbei auch die mit Einnahmen verbundene touristische Nutzung der Wasserkraftanlagen, da so die Erhaltung des kulturellen und gewerblichen Erbes geschützt und die Wasserkraftanlage u. U. vor dem Verfall oder gar Abriss bewahrt werden kann [31].

### 6.3 Reaktivierung, Modernisierung und Erweiterung

Die Vielzahl der rechtlichen und ökologischen Rahmenbedingungen, aber auch die Möglichkeit, mehr oder weniger gut vorhandene Infrastruktur noch nutzen zu können, lässt die Aspekte der Reaktivierung, Modernisierung und Erweiterung vorhandener Anlagen besonders vorteilhaft erscheinen. Wo relevant, wurden diese Möglichkeiten der Vergrößerung des Wasserkraftpotenzials bereits in den vorangegangenen Kapiteln erwähnt.

Hier ist durch das EEG eine wirtschaftliche Nutzung möglich. Dennoch muss zunächst für jeden einzelnen Standort überprüft werden, ob ein so großes Ausbaupotenzial vorliegt, dass der Standort innerhalb einer vertretbaren Amortisationszeit wirtschaftlich erschlossen werden kann. Wirtschaftlich realisierbar ist die Reaktivierung alter Wasserrechte oder stillgelegter Kleinwasserkraftanlagen deshalb meist nur dann, wenn ein potenzieller Betreiber bereits im Besitz der stillgelegten Wasserkraftanlage ist [5].

Ein Ausbau der Wasserkraftnutzung in Deutschland kann zudem nur im Einklang mit den Interessen des Gewässer- und Naturschutzes erfolgen, weshalb der Bau und die Betriebsweise von Wasserkraftanlagen im Hinblick auf ihre Auswirkungen auf die Gewässerökologie weiter verbessert werden müssen. Denn das Ziel der Modernisierungs- und Reaktivierungsmaßnahmen sollte neben der Leistungssteigerung vor allem auch die Verbesserung der gewässerökologischen Situation sein [32].

Theoretisch kann das nutzbare Potenzial an vorhandenen Wasserkraftstandorten durch die Vergrößerung der Fallhöhe durch Erhöhung des Ober- oder Absenkung des Unterwasserspiegels, durch die Erhöhung der Wassermenge für den Turbinenbetrieb oder die Verbesserung des Gesamtwirkungsgrades erreicht werden [33]. Durch eine Stauzielerhöhung lässt sich eine Verbesserung der Anlagenleistung und damit auch der Jahresarbeit erreichen. Ob eine Stauzielerhöhung auch möglich ist, muss zunächst durch die Erfassung der topografischen und technischen Möglichkeiten für eine Stauerhöhung sowie deren ökologische Auswirkungen überprüft werden. Hierbei ist neben vielen Restriktionen

wie z. B. Hochwasserschutz und Infrastruktur die Beachtung von noch vorhandenen, natürlichen Gegebenheiten wie z. B. Auwaldbeständen besonders wichtig. Ein höherer Einstau könnte nämlich zu einem geringeren Lebensraum führen und die Standortbedingungen für die Auenarten ungünstig verändern [34].

Um noch bestehende Wasserkraftpotenziale zu nutzen, bestehen also folgende Konzepte:

- „Reaktivierung alter, früher stillgelegter Standorte
- Modernisierung vorhandener Turbinen in bestehenden Kraftwerken
- Zusätzlich neue Turbinen in bestehenden Kraftwerken“ [35]

Grundsätzlich sind alle Anlagenteile und Komponenten einer Wasserkraftanlage für Modernisierungsmaßnahmen geeignet [36].

Maßnahme	Vorteile
Automatisierung der Anlage (elektrischer Antrieb für Schütz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Einhaltung der Restwasserbestimmung</li> <li>→ Steigerung der für die Turbine verfügbaren Wassermenge</li> </ul>
Beseitigung von baulichen Mängeln im Einlaufbereich von Rechen und Turbinen	→ Herstellung einer optimalen Anströmung, die zu einer Ertragssteigerung führt
Modernisierung von Turbine, Getriebe, Generator und Anlagensteuerung (Austausch, Generalüberholung)	→ Ertragssteigerung

Die Jahresarbeit einer Wasserkraftanlage lässt sich durch den optimalen Einsatz der Turbine und der anderen Anlagenkomponenten zum Teil stark erhöhen. Gerade bei kleinen Anlagen gibt es hier durch eine optimierte Betriebsführung noch ein deutliches Verbesserungspotenzial. Durch den optimierten Betrieb einer Anlage kann sich Schätzungen zufolge eine Steigerung der Energieausbeute um 3-10 % ergeben [34].

Nach dem jeweiligen Wasserdargebot lassen sich die einzelnen Konzepte individuell optimieren. Dadurch ist auf Basis der vorhandenen Wasserkraftanlagen eine erhebliche Ausweitung der Energieproduktion aus Wasserkraft mit einem Minimum an Beeinflussung der Umwelt und durch maximale Nutzung vorhandener Kraftwerksbauten möglich [35].

## 6.4 Projektablaufschema

Wie sieht der Weg von der ersten Idee zur Errichtung einer Wasserkraftanlage bis zur möglichen Realisierung aus? Hier sollen die folgenden Punkte einen Anhalt geben. Grundsätzlich lassen sich auch kleinste Wasserkraftnutzungen nur in Ausnahmefällen ohne die Einbeziehung und den Rat von Fachplanern bzw. Ingenieuren planen und erstellen:

1.) **Idee:** Am Anfang steht die Idee, an einem bestimmten Ort und einem bestimmten Gewässer eine Wasserkraftnutzung einzurichten oder wieder aufzunehmen.

2.) **Vorab-Bewertung:** Idealerweise sollte hier bereits ein Fachmann mit Erfahrung im Bereich von Kleinwasserkraftanlagen zu einer kurzen Vor-Ort Begehung und Besprechung eingeladen werden. Aufgrund seiner Bewertung, aber eventuell bereits auch nach jetziger Kenntnis dieser Broschüre, sollte überlegt werden, ob die Idee verworfen wird oder aber technisch machbar erscheint.

Je nach Art des Standortes kann es bereits zu diesem frühen Zeitpunkt sinnvoll sein, einige wichtige Grundvoraussetzungen zu klären. Im Wesentlichen der verfügbare Abfluss über ein gesamtes, mittleres Jahr. Also Sommer wie Winter, trockenes wie feuchtes Jahr. Diese Daten dienen mit den Formeln von Seite 5 für eine erste überschlägliche Ermittlung der möglichen Stromerzeugung.

3.) **Kontaktieren von Behörden** und weiteren Kreisen (z.B. Fischerei etc.): Hier geht es um die Klärung von Rahmenbedingungen, möglichen Einwänden oder Vorentscheiden nach dem Erläutern der Projektidee.

4.) **Vergabe eines Planungsauftrages:** Stehen der Projektidee keine unüberwindbaren rechtlichen oder fachlichen Gründe entgegen, sollte das Vorhaben spätestens jetzt an einen Fachplaner übergeben werden, welcher die Projektierung durchführt.

Innerhalb dieser Projektierung werden die Grundlagendaten weiter konkretisiert und erhoben, um Dimensionierungsgrundlagen für die Planung und Berechnungsgrundlagen für die Variantenuntersuchungen zu erhalten.

Je nach Größe des Standortes bzw. des Grades der vorgesehenen Nutzung werden dann zunächst in einer Vorstudie verschiedene Varianten untersucht, Auswirkungen auf die Umwelt festgestellt und erforderliche Maßnahmen erwogen. Hier kann es zur Wahl einer favorisierten Variante, aber auch zu einer Entscheidung kommen, das Projekt aufgrund zu aufwendiger Nebenmaßnahmen und damit verbundener Unwirtschaftlichkeit doch aufzugeben.

Auf Basis dieser Vorstudie wird nun der erneute Kontakt zu den relevanten Akteuren und Genehmigungsbehörden bzgl. einer konkreten Anfrage bzw. eines Bewilligungsersuchens aufgenommen.

Bei positivem Bescheid wird dann ein Bauprojekt mit Ausführungsplanung und Kostenschätzung mit dem Ziel der Bauausführung begonnen.



Bild 6-2: Heesfelder Mühle, Foto: Frank (Uni Siegen)

**NACHGEFRAGT:****Wie bekomme ich eine wasserrechtliche Genehmigung im Märkischen Kreis?**

Zunächst ist zu unterscheiden, ob es sich um ein

- Gewässer 1. Ordnung handelt – dann ist die Bezirksregierung Arnsberg zuständig, (z.B. Ruhr).
- Sonstiges Gewässer handelt – dann ist der Märkische Kreis (Untere Wasserbehörde) zuständig, z.B. Volme oder Hönne. Eine Ausnahme bildet die Lenne als Gewässer 2. Ordnung – für diesen Fluss ist die Bezirksregierung Arnsberg zuständig.

Der erste Schritt ist ein Vorgespräch bei der unteren Wasserbehörde, in dem geklärt wird, um welche räumliche Größenordnung es sich beim beabsichtigten Vorhaben handelt. Danach richtet sich das anschließende Verfahren. Je nach Größe der zu errichtenden Anlage wird für die Gewässerbenutzung ein Erlaubnis- oder Bewilligungsverfahren nach § 8 Wasserhaushaltsgesetz (WHG), bei größeren Eingriffen in die Gewässerlandschaft (hierzu zählen auch die Ufer!) ein Plangenehmigungs- oder Planfeststellungsverfahren nach § 68 WHG durchgeführt. Der Antragsteller erhält in der Regel eine Checkliste, welche entscheidungserheblichen Unterlagen beigebracht werden müssen sowie Informationen zum Verfahrensablauf wie Dauer, beteiligte Behörden etc..

In einem sogenannten Scoping-Termin, an dem alle Träger öffentlicher Belange und Vertreter des ehrenamtlichen Naturschutzes teilnehmen, werden Inhalt und Umfang der Unterlagen, Gegenstand, Umfang und Methoden der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) sowie sonstige für die Durchführung der UVP erhebliche Fragen erörtert und der Umfang der entscheidungserheblichen Unterlagen gemäß § 6 UVPG besprochen. Wichtiger Bestandteil ist hier die „Richtlinie zum naturnahen Ausbau an Fließgewässern NRW“ (Stichwort „blaue Richtlinie NRW“) und die Umsetzungsfahrpläne für Maßnahmen zur Verbesserung der Fließgewässer. Unbedingt notwendig ist die Zustimmung des Eigentümers der Flächen. Die Entnahmeerlaubnis wird nach § 8 WHG erteilt, sofern genügend Wasser vorhanden ist, das entnommen werden kann, ohne dass das Ursprungsgewässer beeinträchtigt wird. Die Entnahmeerlaubnis wird in der Regel zusammen mit dem Bescheid nach § 68 WHG erteilt. Bei der Bezirksregierung kann man erfragen, ob ein altes Wasserrecht vorhanden ist. Die Verwaltungsgebühren sind abhängig von den Baukosten der Anlage und liegen in der Regel bei unter 2000 €. Die Verfahrensdauer beträgt mindestens ein halbes Jahr. Je nach Umfang der Anlage und dem sich daraus ergebenden Antragsverfahren kann es aber auch ein Jahr oder länger dauern.

## 7 Quellenverzeichnis

- [1] V. Wesselak, Regenerative Energietechnik, Springer, Berlin [u.a.], 2009.
- [2] J. Jensen, T. Frank, J. Wieland, Die Renaissance der Wasserkraft. Durch den Einsatz innovativer Technologien können selbst Kleinst- und Mikroanlagen konkurrenzfähig sein, Energy 2.0-Kompendium (2009), 2009.
- [3] U. Dumont, Handbuch Querbauwerke, 2004.
- [4] Patzwald, Duisberg, Holzmann, Reck, Schmidt, Scholz, Gutachten zum Wasserkraftnutzungskonzept des Märkischen Kreises. Teil 1: Darstellung des Ist-Zustandes, Teil 2: Energiewirtschaftliche Bewertung, Märkische Fachhochschule Labor für Elektrische Energieerzeugung und Verteilung, 2000/2001.
- [5] M. Kaltschmitt, Erneuerbare Energien, 4th ed., Springer, Berlin [u.a.], 2006.
- [6] E. Lattermann, Wasserbau-Praxis. Gewässerkunde, Flussbau, Stauanlagen, Wasserkraftwerke, 2nd ed., Bauwerk-Verl, Berlin, 2005.
- [7] W. Kalide, Energieumwandlung in Kraft- und Arbeitsmaschinen, 9th ed., Hanser, München [u.a.], 2005.
- [8] B. Pelikan, Planung und Bau von Kleinwasserkraftwerken, in: K. Bergmeister, F. Fingerloos, J.-D. Wörner (Eds.), Beton-Kalender. Schwerpunkte: Kraftwerke, Faserbeton, Ernst, Wilhelm & Sohn, 2010, pp. 275–310.
- [9] C. Jehle, Bau von Wasserkraftanlagen, 5th ed., VDE-Verl, Berlin [u.a.], 2011.
- [10] Wasserturbinen. Impulsprogramm PACER, Bern, 1995b.
- [11] V. Quaschnig, Erneuerbare Energien und Klimaschutz, 2nd ed., Hanser, München, 2010.
- [12] Lebendige Flüsse & Kleine Wasserkraft – Konflikt ohne Lösung?, Deutsche Umwelthilfe, 2006.
- [13] Wasserkraft: Gesetzliche Regelungen für die Wasserkraft, 01.01.2010a. <http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/4725/>. Accessed 10 October 2011.
- [14] M. Reinhardt, Zum Verhältnis von Wasserrecht und Naturschutzrecht, Natur und Recht (2009) 517–525, 2009. <http://www.springerlink.com/content/x61k9345211737v3/fulltext.pdf>.
- [15] Bundesrepublik Deutschland, Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts. Wasserhaushaltsgesetz - WHG, 2009.
- [16] Wasserkraftanlagen als erneuerbare Energiequelle. rechtliche und ökologische Aspekte, 2001.
- [17] H. Patt, Naturnaher Wasserbau, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2011a.
- [18] K. Kibele, Die Bewirtschaftung der oberirdischen Gewässer nach dem neuen Wasserrecht – Bewirtschaftungsziele, Mindestwasserführung, Durchgängigkeit, Wasserkraftnutzung, Wasserwirtschaft (2010) 27–31, 2010.
- [19] Bundesministerium für Umwelt Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG). EEG, 2011.
- [20] M. Reinhardt, Die gesetzliche Förderung kleiner Wasserkraftanlagen und der Gewässerschutz. Zum Schutz der Umwelt vor dem Umweltschutz, Natur und Recht (2006) 205–214, 2006.
- [21] w. Bundesumweltministerium (BMU), Vergütungssätze, Degression und Berechnungsbeispiele nach dem neuen Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) vom 04. August 2011 ('EEG 2012 □), 2011.
- [22] E. Bruns, D. Ohlhorst, B. Wenzel, J. Köppel, Erneuerbare Energien in Deutschland. Eine Biographie des Innovationsgeschehens, Universitätsverlag der TU Berlin, Berlin, 2009.
- [23] E.S.H.A. ESHA, Handbuch zur Planung und Errichtung von Kleinwasserkraftwerken, 2004. [http://www.esha.be/fileadmin/esha\\_files/documents/publications/GUIDES/GUIDE\\_SHP/GUIDE\\_SHP\\_DE.pdf](http://www.esha.be/fileadmin/esha_files/documents/publications/GUIDES/GUIDE_SHP/GUIDE_SHP_DE.pdf). Accessed 12 September 2011.
- [24] C. Zaugg, H. Leutwiler, Kleinwasserkraftwerke und Gewässerökologie. Situationsanalyse, Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW), Bern, 1996.
- [25] G. Reinhardt, K. Scheurlen, F + E-Vorhaben: Naturschutzaspekte bei der Nutzung erneuerbarer Energien. FKZ 801 02 160, 2004. [http://www.bfn.de/fileadmin/MDb/documents/naturschutzaspekte\\_ee.pdf](http://www.bfn.de/fileadmin/MDb/documents/naturschutzaspekte_ee.pdf). Accessed 19 September 2011.
- [26] Wasserkraftnutzung unter der Prämisse eines ökologischen Fließgewässerschutzes, 2002.
- [27] Leitfaden für die Vergütung von Strom aus Wasserkraft. nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz für die Neuerrichtung und Modernisierung von Wasserkraftanlagen, 2005.
- [28] E.S.H.A. ESHA, Umweltverträglichkeit von Kleinwasserkraftwerken, 2005c.

- 
- [29] B. Pelikan, Technologische und konzeptive Entwicklungen in der Kleinwasserkraft, *Elektrotechnik & Informationstechnik* 126 (2009) 427–431, 2009.  
<http://www.springerlink.com/content/n0363ph604618614/fulltext.pdf>.
- [30] B. Walters, Praktische Beispiele der Reaktivierung von Kleinwasserkraftstandorten als Beispiel zum Klima- und Denkmalschutz in Nordrhein-Westfalen, in: *Mühlen links und rechts des Rheins. Symposium zu historischen Wasserbauten im Kontext der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie im Bereich der Region Köln/Bonn, Bergheim*, 2011, pp. 55–60.
- [31] U. Peyrer, *Wasserkraftnutzung im Hochsauerlandkreis*, Lit-Verl, Münster [u.a.], 1994.
- [32] *Die Nutzung der kleinen Wasserkraft in Deutschland im Spannungsfeld von Klima-, Natur- und Gewässerschutz*, 2008.
- [33] *Wasserkraftpotenziale im Märkischen Kreis*, 2005b.
- [34] Ingenieurbüro Floecksmühle, Institut für Strömungsmechanik und Hydraulische Strömungsmaschinen der Universität Stuttgart (IHS), Hydrotec Ing.-Ges. für Wasser und Umwelt mbH, Fichtner GmbH & Co. KG, Potentialermittlung für den Ausbau der Wasserkraftnutzung in Deutschland als Grundlage für die Entwicklung einer geeigneten Ausbaustrategie, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2010.
- [35] E. Göde, Simulation von hydraulischen Strömungsmaschinen am virtuellen Prüfstand, in: *Sechstes Kasseler Symposium Energie-Systemtechnik. Erneuerbare Energien und rationelle Energieverwendung. Innovative Energiewandler*, Kassel, 2001, pp. 29–41.
- [36] J. Bard, *Modernisierung und Automatisierung von Kleinwasserkraftanlagen, Wasserwirtschaft* (2008), 2008.





Herausgeber und Bezug:

Märkischer Kreis  
Der Landrat  
Fachdienst 44 – Umweltschutz und Planung  
Klimaschutzbeauftragte Frau Dipl.-Ing. Petra Schaller  
Heedfelder Str. 45  
58509 Lüdenscheid  
Telefon: 02351/966-6361  
Fax: 02351 / 966 6375  
E-Mail: [p.schaller@maerkischer-kreis.de](mailto:p.schaller@maerkischer-kreis.de)  
Internet: [www.maerkischer-kreis.de](http://www.maerkischer-kreis.de)