

Studie

über das Wasserkraftpotential im Landkreis Lindau und Markt Oberstaufen

Auftraggeber:

Landratsamt Lindau vom 12.04.2016

Steffen Riedel, Klimabeauftragter

Verfasser:

Dipl.-Ing. Josef Dennenmoser
Uttenhofen 14

88299 Leutkirch

Uttenhofen, den 01.08.2018

Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums:

Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete, mitfinanziert durch den Freistaat Bayern im Rahmen des Entwicklungsprogramms für den ländlichen Raum in Bayern 2014-2020



Der Mensch nutzt die treibende Kraft des Wassers seit Jahrtausenden. Mit der Wasserkraftnutzung jenseits der Nutzung als Mühlen, Hämmer und Sägen hielt die erste industrielle Revolution Einzug im Allgäu.

So ließ sich die Textilindustrie an Flüssen und Bächen im Allgäu mit vielen Hunderten Arbeitsplätzen nieder, da sich der Mensch den Energieadern der Natur anschließen musste.

Aufgrund verschiedener politischer Entscheidungen (z. B. Mühlenstilllegungsprogramm usw.) während der letzten zwei Generationen wurden viele Wasserkraftanlagen aufgegeben oder stillgelegt.

Da lokale regenerative und beständige Energiequellen gesucht werden, richtet sich der Focus wieder auf die Wasserkraft. Vor allem mit dem Hintergrund, dass es starke Widerstände gegen Windkraft und Hochspannungsleitungen gibt.

Weiterhin ist die Wasserkraft wesentlich verlässlicher und berechenbarer als Energie aus Wind und Sonne.

So hat die Wasserkraft 4000 – 5000 Volllaststunden im Jahr im Gegensatz zu rund 1000 Volllaststunden bei der Photovoltaik.

Somit wird über dasselbe Stromkabel auch wesentlich mehr Energie transportiert.

In der großen Mehrheit der Bevölkerung hat die Wasserkraft ein sehr gutes Ansehen, vor allem die kleine Wasserkraft mit den alten Mühlen, Sägen und Hämmern, welche zu unserer Kulturlandschaft gehören.

Früher wurde das Wasser in Stauweihern auch als Energiespeicher genutzt und daneben noch als kleiner Hochwasserschutz.

Falls der Klimawandel kommt, wie vorhergesagt, wird die kleine Wasserkraft durch den Rückhalt von Wasser an Gewicht gewinnen.

Weiterhin kommt es durch Staubereiche und Oberwasserkanäle zu einer erhöhten Grundwasserbildung und höheren Grundwasserständen. Dadurch können die Pflanzen bei Hitze mehr verdunsten, was sommerliche Temperaturen reduziert. Gleichzeitig verringern Wasserflächen und höhere Grundwasserstände die Tiefsttemperaturen im Winter, womit die Wasserkraftnutzung starken Temperaturschwankungen entgegenwirkt.

Inzwischen sehen sogar Netzbetreiber den Vorteil von Wasserkraftanlagen mit ihren Schwungmassen. Denn im Falle eines Netzausfalles können Netze mit Schwungmassen wesentlich leichter wieder mit anderen Netzen synchronisiert werden.

Da man Kohle oder Öl nur einmal verbrennen kann, sind diese für zukünftige Generationen verloren und erzeugen zusätzlich Co₂-Emissionen, welche hauptsächlich für den Klimawandel verantwortlich gemacht werden.

Weiterhin können aus Öl und Kohle viele wertvolle chemische Rohstoffe gewonnen werden, so dass diese zum Verbrennen einfach zu schade sind und deshalb sollte man die seit Jahrhunderten bewährte Wasserkraft wieder verstärkt nutzen.

Die nachfolgende Bachelorarbeit von Isabella Rank geht auf die technische und wirtschaftliche Beurteilung sowie die Beschreibung der Potentiale detailliert ein.

Zu erwähnen ist, dass die angegebene Leistung in den Tabellen sich auf die Fallhöhe und das angegebene bzw. geschätzte Mittelwasser MQ und einem Gesamtwirkungsgrad von 70% bezieht. Bei den bestehenden Anlagen ist die übermittelte Ausbauleistung angeführt. Die übermittelte Leistung ist i. d. R. höher als nach Berechnung, wenn die Ausbauwassermenge höher als MQ gewählt wurde und der Wirkungsgrad bei größeren Anlagen auch 85% erreichen kann.

Im Landkreis Lindau und in der Marktgemeinde Oberstaufen waren in unseren Unterlagen 123 Standorte dokumentiert.

Etwa 100 Standorte wurden gefunden. Dabei handelt sich um Anlagen im Betrieb und um ehemalige Anlagen mit und ohne Reste der Wasserkraftnutzung.

Es wurden während der Untersuchung auch ehemalige Anlagen gefunden, welche nirgends erwähnt waren.

Für die Mindestrestwasserabflussmenge gibt es gesetzliche Vorgaben, generell gilt $\frac{1}{2}$ MNQ. Diese ist jedoch von Fall zu Fall verschieden, da immer eine Einzelfallbetrachtung gilt und die Mindestrestwassermenge vor allem Ausleitungskraftwerke betrifft. Die Einzelfallbetrachtung gilt auch für die Dotationswassermenge für einen geforderten Fischpass.

Von allen ehemaligen Wasserkraftnutzungen an der Rothach wird noch eine genutzt und eine könnte reaktiviert werden. Zu erwähnen ist, dass der Hausbach ein Gefälle von 7% mit vielen meterhohen Abstürzen hat. Bei einer Ortsbege-

hung konnte sich der Leiter der Unteren Naturschutzbehörde eine Nutzung der Abstürze unter gewissen Voraussetzungen vorstellen.

Bei dem gegebenen Gefälle des Hausbaches könnte auch eine Hochdruckanlage mit langer Ausleitung analog zu dem Kraftwerk Faltenbach in Oberstdorf oder eine kleinere Schauanlage im Ort realisiert werden.

Der Leiblachzufluß Rickenbach wurde früher stark für die Wasserkraft genutzt. So gab es bei den Scheidegger Wasserfällen das „elektrische Loch“, in dem wahrscheinlich mit der ersten in Deutschland verbauten Pelton-turbine Strom für Scheidegg und Lindenberg erzeugt wurde. Bis der Strombedarf der Hutfabriken immer größer wurde und man der Meinung war, dass der Strom aus dem damals neuen Kraftwerk Andelsbuch im Überfluss vorhanden ist.

Der Ertrag bei der angedachten Anlage vom bestehenden Wehr Aizenreuth mit einer Rohrleitung durch den Berg zum Rohrachtobel mit einem Gefälle von rund 200 m ist auch bei kleinen Wassermengen beträchtlich, siehe genehmigte Anlage Eisenbrecher bei Hindelang oder die vor Jahrzehnten geplante Anlage unterhalb der Lanzenbacher Säge. Auch die Wirtschaftlichkeit ist bedeutend besser als bei Kleinstanlagen.

Kleinstanlagen können wirtschaftlich betrieben werden, wenn man mit ihnen eine Wärmepumpe betreibt, Eigenleistungen einbringt, der Denkmalschutz sich finanziell beteiligt usw. Weiterhin wichtig ist, dass sich die Auflagen für Fischaufstiege usw. im Rahmen halten.

Mit dem reaktivierbaren Potential des Landkreises Lindau und dem Markt Oberstaufen könnten mit den für die Wasserkraft üblichen 4.000–5000 Volllaststunden im Jahr zusätzliche 2-2,5 Mio. kWh Strom erzeugt werden.

Da für den Landkreis Lindau und für den Markt Oberstaufen der Tourismus ein wichtiger Wirtschaftsfaktor ist, geht Katrin Bartsch in ihrer Bachelorarbeit vor allem auf eine mögliche touristische Nutzung von (denkmalgeschützten) Anlagen zur Aufwertung der „Westallgäuer Wasserwege“ ein.

Die Reaktivierung soll auch der Erhaltung alter Technik dienen, denn ein Denkmal, welches noch genutzt wird, ist nicht nur schöner, sondern mit einer Nutzung kann ein Denkmal auch leichter unterhalten werden.

Ansonsten kann ich der Thematik der Wasserkraftnutzung in der Projektbeschreibung von Steffen Riedel für den Auftrag der Potentialanalyse und den Ausführungen in den beigefügten Bachelorarbeiten nichts mehr hinzufügen.

Recht herzlich bedanken möchte ich mich bei den beiden Studentinnen Katrin Bartsch und Isabella Rank, welche die Standorte vor Ort besucht bzw. gesucht und erstklassig dokumentiert haben.

Uttenhofen, den 01.08.2018



Josef Dennenmoser
Uttenhofen 14
88299 Leutkirch

Inhaltsverzeichnis

1	Mögliche Reaktivierung und Nutzung der kleinen Wasserkraft und ihre Rentabilität im Landkreis Lindau und MarktOberstaufen	Seite 7/153
2	Aufstellung beispielhafter Anlagen im Landkreis Lindau und Markt Oberstaufen	Seite 17/153
3	Bachelorarbeit von Isabella Rank über „Möglichkeiten der Reaktivierung und Neubau von Kleinwasserkraftanlagen unter Berücksichtigung des Wasserrechts und der EU-Wasserrahmenrichtlinie“	Seite 19/153
4	Bachelorarbeit Formatiert Katrin Bartsch über „Reaktivierung von ehemaligen (denkmalgeschützten) Kleinwasserkraftwerken als Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung ländlicher Räume“	Seite 110/153
5	Wirtschaftlichkeit Reaktivierung Epple an Laiblach Nr. 27 in Bachelorarbeit von Isabelle Rank	Seite 148/153
6	Amortisation mögliches Vorhaben Aizenreuthe	Seite 149/153
7	Erfassungsbogen	Seite 150/153
8	Erntefaktoren aus Energiegewinn/Energieaufwand	Seite 151/153
9	Zusammenfassung	Seite 152/153

Mögliche Reaktivierung und Nutzung der kleinen Wasserkraft und ihre Rentabilität im Landkreis Lindau und Markt Oberstaufen

1. Vorwort

Eigentlich dürften wir nicht mehr Energie verbrauchen, als wir durch erneuerbare Energien erzeugen können, denn alles was darüber hinaus konsumiert wird, belastet die Umwelt durch Schadstoffausstoß. Aber unwiederbringlich werden die Reserven der Erde zu Lasten der kommenden Generationen geplündert. Dabei stünden erneuerbare Energien, wie die Wasserkraft ewig zur Verfügung. Ihre stärkere Nutzung ist also eine Überlebensfrage, weshalb jede Kilowattstunde daraus die volle Unterstützung verdient. Deshalb kann nach meiner Meinung eine Investition in die Wasserkraft zukünftig nur noch rentabler werden, denn eines Tages muss die Politik dieser Energiequelle mehr Entgegenkommen schenken.

2. Ausbaumöglichkeiten der Wasserkraft

In den alten Ländern der Bundesrepublik wurden in den letzten Jahrzehnten über 30000 Wasserkraftanlagen stillgelegt.

Auf dem Gebiet der alten Bundesrepublik waren 2010 noch etwa 13000 Wasserrechte eingetragen. Genutzt werden derzeit aber nur 7200. Auch von den 3500 Kleinwasserkraftwerken, die es zum Beispiel nach dem Zweiten Weltkrieg in Sachsen gegeben hat, sind nur noch einige hundert in Betrieb.

All diese Daten zeigen, dass es bei uns viel ungenutztes Wasserkraftpotential gibt, welches es zu nutzen gilt, sobald die politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen stimmen.

Gleichzeitig gibt es immer wiederkehrend die Aussage, die Wasserkraft ist ausgebaut.

3. Politische und bürokratische Hindernisse

Noch heute gibt es viele Wasserkraftgegner in Behörden, die nach Jahresende triumphieren, wenn sie wieder ein Wasserkraftwerk in ihrem Amtsbereich stillgelegt haben. Auch werden zum Beispiel viel zu hohe Restwassermengen gefordert und damit die Existenz der Wasserkraftwerke gefährdet (unter Restwassermenge versteht man das Wasser, das im Mutterbett verbleibt und nicht durch die Turbine läuft). Weiterhin müssen die Betreiber mit der Zeit immer mehr kostspielige landschaftspflegerische und wasserwirtschaftliche Aufgaben in Form der Wehrunterhaltung, des Uferschutzes und der Rechengutbeseitigung (Sondermüll) unentgeltlich übernehmen und damit den Staat und die Staatsfinanzen entlasten.

Ebenso ist es Praxis, dass man die Bewilligungsdauer nur auf 20 (30) Jahre begrenzt oder sogar nur jederzeit widerrufliche Erlaubnisse bewilligt sowie auch das lange Genehmigungsverfahren von mehreren Jahren. Das alles sind Hindernisse beim Bau eines Wasserkraftwerkes.

4. Entscheidungssituation

Die Entscheidungssituation, ob eine Wasserkraftanlage ausgebaut, renoviert bzw. neu erstellt werden soll, unterscheidet sich in mehrfacher Hinsicht von anderen Investitionsentscheidungen:

- Natürliche Gegebenheiten engen den Entscheidungsspielraum ein.
- Die rechtliche Situation mit den außergewöhnlich bedeutsamen Wasserrechten steht häufig im Mittelpunkt der Entscheidung.
- Extrem hohe Investitionskosten zwingen zu langfristigen Betriebsplanungen.
- Die Informationen über die zu erwartenden Erträge werden mit dem großen Betrachtungszeitraum unsicher.
- Die enge Kopplung an das Naturelement Wasser betont die Aspekte des Umweltschutzes bei der Entscheidungsfindung.

Die Entscheidungsträger für Investitionen im Kleinwasserbereich (bis 1000 kW) sind fast ausschließlich Privathaushalte oder kleine Gewerbe- und Landwirtschaftsbetriebe und nur in wenigen Fällen öffentliche Körperschaften (z. B. EVUs oder Gemeinden). Da diese Privatpersonen oft ihr ganzes Kapital in das Kraftwerkprojekt investieren, ist eine möglichst exakte kalkulatorische Planung der Ein- und Ausgaben extrem wichtig.

5. Verfahren zur Ermittlung der Rentabilität

Neben ideellen Beweggründen stehen für den Bauherren einer Wasserkraftanlage sicher betriebswirtschaftliche Berechnungen im Vordergrund.

Die Investitionskosten und die während der Lebensdauer der Anlage zu erwartenden Einnahmen werden miteinander verglichen. Hierbei ist kritisch zu prüfen, ob die Laufzeit des erteilten Wasserrechts die tatsächliche Betriebsdauer der Anlage einschränken könnte, da neuerdings oft nur noch Erlaubnisse oder Bewilligungen auf 20 Jahre erteilt werden.

Die Rentabilität kann mit dem statischen oder dynamischen Verfahren berechnet werden.

Die statische Methode teilt lediglich die Investitionskosten durch die jährliche Überschüsse (Einnahmen abzüglich Betriebskosten) und ermittelt so die Amortisationszeit in Jahren. Dieses Verfahren ist für langfristige Investitionen, wie eine Wasserkraftanlage sie erfordert, nicht geeignet, weil es die zeitliche Entwicklung der Kosten und der Erlöse nicht berücksichtigt. Dies ist auch der Grund warum ich nicht auf diese Wirtschaftlichkeitsberechnungen eingehe.

Die dynamische Berechnung, wie beispielsweise die Kapitalwertmethode ist hierzu in der Lage. Die Zeitpunkte der Zahlungen und auch die Preissteigerung werden in die Rentabilitätsberechnung mit einbezogen.

Dies geschieht durch Auf- und Abzinsung auf einen gewählten Bezugszeitpunkt (in der Regel der Zeitpunkt der Inbetriebnahme). Die Summe der auf- und abgezinsten Beträge ergibt den Kapitalwert. Die Auf- und Abzinsung geht von einem kalkulatorischen Zinssatz aus, der aufgrund von Erfahrungen und zukünftigen Erwartungen festgelegt wird.

Nach der dynamischen Methode ist eine Investition dann wirtschaftlich, wenn über die gewählte Laufzeit der Wert der Einnahmen mindestens so groß ist wie der Wert der Ausgaben.

6. Investitionskosten

Im Folgenden will ich den Versuch unternehmen, die im Zusammenhang mit dem Ausbau von Wasserkraftanlagen anfallenden Investitionskosten darzustellen. Eine verlässliche Aufstellung der Kosten wirft allerdings erhebliche Probleme auf, da aufgrund der natürlichen Gegebenheiten und sehr unterschiedlicher Wasserangebotsverhältnisse jede Einzelanlage den besonderen Bedingungen angepasst werden muss.

Die Investitionskosten pro kW fallen mit zunehmender Kraftwerksgröße. Neubauten liegen zwischen 7000 und 15000 €/kW und Renovierungen schwanken zwischen 4000 und 12000 €/kW.

Für kleine Wasserradanlagen mit überschlächtigen Wasserrädern kann man aktuell nach Aussagen von Wasserradanlagenhersteller Walter Schuhmann aus

Bad Kissingen für Mechanik und E-Technik mit folgenden Investitionskosten rechnen:

- 2 kW rund 14.000 €/kW
- 5 kW rund 12.000 €/kW
- 10 kW rund 10.000 €/kW

Für die baulich notwendigen Investitionen, wie Wehr, Zu- und Ablauf, Fundamente usw. muss man je nach Standort zusätzlich noch 5.000 – 10.000 €/kW rechnen.

Die Ausbaukosten, bezogen auf ein installiertes Kilowatt Leistung, erscheinen im Vergleich zu anderen Energieerzeugungssystemen sehr hoch. Hier ist allerdings zu bedenken, dass eigentlich nicht die Leistung, sondern vielmehr die während eines bestimmten Zeitraumes - in der Regel 1 Jahr - erzeugte Energie für den Ertrag und somit für die Wirtschaftlichkeit von Bedeutung ist. Dadurch verbessert sich der Vergleich zu anderen Systemen, denn Wasserkraftanlagen weisen in der Regel eine sehr hohe Volllaststundenzahl auf. 5000 Volllaststunden bei maximal 8760 Jahresstunden werden von vielen Anlagen erreicht. Schließlich kann bei Wasserkraftwerken von sehr hohen Standzeiten (50 Jahre und mehr) ausgegangen werden. Auch dies verbessert die Anlagerentabilität erheblich.

Betriebskosten

Beim Betrieb einer Wasserkraftanlage entstehen in einem bestimmten Umfang Personal-, Sach-, Kapital- und Dienstleistungskosten. Im Folgenden werden diese wichtigsten Kostenfaktoren beschrieben.

Personalkosten

Während bei alten Wasserkraftwerken die Betriebskosten im Wesentlichen von den Personalkosten bestimmt wurden, sind Neuanlagen bzw. renovierte Anlagen in der Regel weitgehend automatisiert. Personaleinsatz bleibt daher auf Aufsicht und Wartung beschränkt. Im Einzelnen sind hier zu nennen:

- Maschinensatz (Lagerschmierung, Kontrolle der Lagertemperatur, Ölstandkontrolle, ggf. Kontrolle der Riementriebe, Inspektion, Reparatur)
- Bauliche Anlagen (Hochwasseraufsicht, Rechengutbeseitigung, Reinigung der Sandfänge und Betriebsgräben, Kontrolle der Verschlüsse, Korrosionsschutz für alle Metallteile)

Falls man seinen Wohnort mit dem Standort des Kraftwerkes kombinieren kann und gleichzeitig alle erforderlichen Arbeiten mit Ausnahme der Hersteller-Wartung selbst durchführt, braucht man kein Personal und die Kosten werden minimiert.

Sachkosten

Die verschiedenen Hilfs- und Betriebsstoffe (Öle, Fette, Sicherungen.....) nehmen vernachlässigbar kleine Werte ein. Im Vergleich mit anderen Kraftwerkstypen liegt hier ein wesentlicher Vorteil der Wasserkraftanlagen.

Kapitalkosten

Bei der Beurteilung der Kapitalkosten ist natürlich das Verhältnis von Eigen- und Fremdkapital wichtig. Da auch für das Eigenkapital während der Laufzeit der Wasserkraftanlage eine kalkulatorische Verzinsung berücksichtigt werden muss, habe ich für die nachfolgende Rechnung einen Durchschnittszinsfuß von 4 % (einschließlich Risikozuschlag) angesetzt.

Dienstleistung und andere Kosten

Soweit Wasserkraftanlagen mit der erforderlichen Sorgfalt geplant, gebaut und betrieben werden, weisen sie eine ausgesprochen geringe Störanfälligkeit auf. Regelmäßige Service- und Wartungsarbeiten garantieren wenige Reparaturen. Außerdem sind Versicherungsprämien und Mitgliedsbeiträge für Verbände sowie die laufenden Steuern in die Kostenrechnung einzubeziehen.

Einnahmen

Die Elektrizitätsversorgungsunternehmen sind verpflichtet, den Strom aus Wasserkraftanlagen ins Netz aufzunehmen und nach EEG zu vergüten. Diese Regelung ergibt zurzeit für den Wasserkraftwerksbetreiber einen Ertrag von 12,34 Cent pro Kilowattstunde selbsterzeugten Stroms. Diese Vergütung gilt allerdings nur für Anlagen bis zu einer Leistung von 500 kW. Größere Anlagen erhalten einen etwas niedrigeren Tarif. Ab 100 kW muss der Stromverkauf ausgeschrieben werden, wobei ca. dieselbe Vergütung erzielt wird.

Rentabilitätsgrenzen

Hier stelle ich die Frage, wie hoch darf die Investition in Wasserkraftanlagen sein, damit während der Laufzeit der Wert der Einnahmen mindestens so groß ist wie der Wert der Ausgaben.

Um diese Rentabilitätsgrenze zu berechnen, müssen zunächst die folgenden Einflussgrößen bestimmt werden:

Energiebewertung

Die Bewertung reicht von der vollen Einspeisung des Stroms in das öffentliche Netz über teilweise Einspeisung und teilweise Eigenverwendung bis hin zur vollständigen Verwendung für den Eigenbedarf. Um diese Spanne darzustellen, werden drei verschiedene Tarife angenommen:

- Tarif 1 = 12,34 Cent/kWh
Dieser Tarif spiegelt die zurzeit gültige Vergütung wider.
- Tarif 2 = 18,00 Cent /kWh
Dieser Ansatz geht von einer Mischung aus Einspeisung und Eigenverwendung aus.
- Tarif 3 = 24,00 Cent /kWh
Hier wird angenommen, dass der erzeugte Strom vollständig zur Deckung des Eigenbedarfs verwendet wird.

Zinsfuß: 4 %

Mischung aus Eigen- und Fremdkapital incl. einer Risikoprämie

Lebensdauer: 30 Jahre

Die Lebensdauer von neu erbauten WKAs beträgt etwa 60 Jahre, bei renovierten Anlagen etwa 30 Jahre. Dabei muss man allerdings berücksichtigen, dass die Nutzungsdauer wegen kürzerer Laufzeiten des Wasserrechts eingeschränkt sein könnte.

Betriebskosten und Wartungskosten: 2% der Neuinvestition

Erfahrungsgemäß wird als Betriebskosten etwa 2% der Neuinvestition angenommen. Dieser Wert kann bei kleineren Anlagen abweichen, je nachdem wie hoch die Lohnkosten angesetzt werden müssen.

Preissteigerungsrate: 2%

Während der größte Teil der Ausgaben vor der Inbetriebnahme anfallen, verteilen sich die Einnahmen auf die gesamte Laufzeit der Anlage. Für die nächsten Jahre sind Preissteigerungen nicht vorhersehbar. Je nach Quelle wird der Strompreis real keine Preissteigerung erfahren (Weltbank) oder in den nächsten Jahren überproportional (ca. 1 - 2 % über dem Durchschnitt; nach Schwedischer Hochrechnung) steigen. Die letztere Prognose wird sich auf der Einnahmeseite der Wasserkraftanlagen zusätzlich positiv auswirken.

Jahresvolllaststunden: 5000 Stunden

Wasserkraftanlagen weisen eine hohe Zahl an Volllaststunden auf. In der Regel kann von 4000 – 5000 Stunden ausgegangen werden.

Die Jahresvolllaststunden entsprechen dem Quotienten aus der durchschnittlichen Jahresarbeit und der Ausbauleistung.

Eine Sensitivitätsanalyse zeigt, dass von den ausgeführten Einflußgrößen die Rentabilität vor allem von den Änderungen bei den Erlösen und vom Zinsfuß abhängt und weniger von den Standzeiten der Anlage oder den Betriebskosten.

Aufgrund der getroffenen Annahmen und der ermittelten Investitionskosten lassen sich mit Hilfe des beschriebenen dynamischen Rechenverfahrens die Rentabilitätsgrenzen bestimmen.

<u>Rentabilitätsgrenzen</u>	
(ausgerechnet nach der Kapitalwertmethode)	
(in €/kW und 5000 kWh/kW*a)	
Tarif 1 12,34 Cent /kWh	11450 €
Tarif 2 18,00 Cent /kWh	16700 €
Tarif 3 24,00 Cent /kWh	22300 €

Dieses Ergebnis bedeutet, dass eine Wasserkraftnutzung vor allem dann vorteilhaft ist, wenn man den Strom auch selbst verbraucht. Ansonsten ist vor allem

bei kleineren Anlagen die Rentabilität oft in Frage gestellt, da das installierte kW umso teurer wird, je kleiner die Ausbauleistung ist.

7. Fallstudie

"Reaktivierung der Wasserkraftnutzung am „Sägewerk Epple in Zwiesele, Heimenkirch/Allgäu"

7.1 Beschreibung des Objekts

Das Sägewerk nutzte früher einen natürlichen Sandsteinabsturz als Wehranlage, welcher auch seit der Eiszeit flussaufwärts nicht durchgängig war.

Der jetzige Betreiber des Sägewerks ist bereit die Anlage zu reaktivieren, wenn es sich wirtschaftlich darstellen lässt und hat deshalb bereits Angebote angefordert.

Er will auch diverse Bauleistungen in Eigenregie erbringen, was in der Berechnung nicht berücksichtigt wird.

Von der ehemaligen Anlage ist nur der Absturz vorhanden. Deshalb muss auch mit hohen Investitionskosten gerechnet werden. Diese belaufen sich nach meinen Recherchen auf 70.000 €. Eingesetzt werden kann ein überschlächtiges Wasserrad, eine Wasserkraftschnecke oder auch eine Durchströmturbine.

Die oben beschriebene neue Wasserkraftanlage in Zwiesele mit einer Leistung von 5 kW soll voraussichtlich 60 Jahre in Betrieb sein (in der Hoffnung, dass die Bewilligung verlängert wird. Diese Hoffnung widerspricht allerdings den kaufmännischen Vorsichtsregeln).

Es sollen die Stromgestehungskosten sowie die Erlöse ermittelt werden.

Die Betrachtung erfolgt inflationsbereinigt. Das bedeutet, dass bei Zugrundelegung eines Zinssatzes von z. B. 4 % ein kalkulatorischer Zinssatz von 2 % anzusetzen ist, wenn in den 4 % Bankzinsen eine angenommene Inflationsrate von 2 % inbegriffen ist.

Vor der Jahrtausendwende rechnete man mit einem banküblichen Zinssatz von z. B. 8 % und einer Inflation von 4 %.

Für die Erlösseite wird vereinfachend eine konstante jährliche Stromerzeugung angenommen, die Einflüsse der Schwankungen aus Naß- und Trockenjahren also durch die Mittelwerte des Regeljahres ersetzt.

Die Berechnung soll nach der dynamischen Methode erfolgen, da dies bei langfristigen Investitionen genauere Ergebnisse liefert als die rein statische Betrachtung, bei welcher die Zeitpunkte der Zahlungen unberücksichtigt bleiben.

7.2 Kosten der Investition

Der Kapitalwert bestimmt sich aus folgenden Einzelposten:

Bauinvestitionen in Höhe von 70.000 €

Nach 30 Jahren ist eine Maschinenerneuerung mit Kosten in Höhe von 21.000 € notwendig. Dabei ist eine Teuerungsrate von 2% infolge technischer Weiterentwicklungen (also ohne Inflation) im Jahr zu beachten. Nach den 60 Betriebsjahren soll die gesamte Anlage abgebrochen werden, damit man eine neue Anlage erstellen kann. Die Kosten belaufen sich aus heutiger Sicht auf 1.050 €.

Wartungskosten in Höhe von 1.400 €/Jahr.

Die Summe der Einzelposten ergeben kostenseitig einen Kapitalwert von 130579 €. Dies entspricht bei gleichbleibender Belastung einem jährlichen Betrag (=Annuität) von 3.756 €

Die ermittelten jährlichen Kosten sind folglich nicht grundsätzlich identisch mit den anfallenden Zahlungen, da die Zeitpunkte der Zahlungen und der Kostenentstehung weit auseinander liegen können.

Werden im Regeljahr 25000 kWh erzeugt, so kostet die Erzeugung einer Kilowattstunde in diesem Kraftwerk $3.756 \text{ €} / 25.000 \text{ kWh} = 0,15 \text{ €}$.

Der kostenseitige Kapitalwert hängt wesentlich vom Zinssatz und der Nutzungsdauer ab. Der Einfluss kann durch Veränderung dieser Größen bestimmt werden (Sensitivitätsanalyse).

7.3 Wirtschaftlichkeit

Die **Wirtschaftlichkeit** einer Wasserkraftanlage ist gegeben, wenn die Summe der diskontierten Erlöse die der Kosten übersteigt (= Rohergebnis).

Im einfachsten Fall bedeutet dies, dass die Stromgestehungskosten unterhalb des durchschnittlich erzielbaren Strompreises liegen, was in diesem Beispiel der Fall ist.

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht muss den reinen Stromgestehungskosten noch ein Anteil zur Deckung der allgemeinen Geschäftskosten (Deckungsbeitrag) zugeschlagen werden.

Der **Gewinn** aus dem Betrieb errechnet sich nun aus der Differenz "Rohergebnis - Deckungsbeitrag".

Die **Verzinsung** des eingesetzten Kapitals kann ebenfalls mit der Kapitalwertmethode bestimmt werden.
 Dazu wird iterativ der Zinssatz bestimmt, bei dem der Kapitalwert zu Null wird.
 Dies ist der **Interne Zinssatz**, der direkt mit der möglichen Kapitalverzinsung anderer (externer) Investitionsmöglichkeiten verglichen werden kann.

7.3.1 Erlöse aus der Investition

50 % des erzeugten Stroms dienen zur Deckung des Eigenbedarfs. Dafür wird bis jetzt ein Arbeitspreis von 24 Cent/kWh an das Energieversorgungsunternehmen (EVU) bezahlt.
 Die verbleibenden 50 % können gegen eine Vergütung von 12,34 Cent/kWh an das EVU abgegeben werden.

Bei der hier vorliegenden Stromverbrauchs- und abgabestruktur ergibt sich ein Strompreis von 18 Cent/kWh. Da vereinfachend von einer gleichbleibenden jährlichen Stromerzeugung ausgegangen wird, erübrigt sich eine Abzinsung der jährlichen Erlöse. Sie entsprechen direkt den Annuitäten mit einer Höhe von:

$$0,18 \text{ €/kWh} \times 25000 \text{ kWh} = 4500,- \text{ €}.$$

Die Differenz der Annuitäten führt auf ein jährliches Gewinn von:
 $4500,- \text{ €} - 3756,- \text{ €} = 744,- \text{ €}$

Aufstellung beispielhafter Anlagen im Landkreis Lindau und Markt Oberstaufen						
	Nr. BA	Bezeichnung	Anmerkung touristische Nutzung	Notwendige Investitionen	Ges. Investitionen [€]	Ges. Jahresarbeit [kWh]
1	2	Bechtersweiler	Sehr interessantes Anschauungsobjekt mit altem Wasserrad im Garten und aktuellem technischen Stand der Wasserkraftnutzung mit räumlicher Nähe zum Besuchermagnet Bodensee, aber ohne Anbindung an einen Fahrrad- bzw. Wanderweg.	Die Anlage wurde 1992 von der Lehrwerkstatt Escher Wyss überholt. Eine Entkopplung der Turbine würde die Übertragung von Körperschall deutlich reduzieren. Es sollte ein Fachbüro involviert werden.	10.000	50.000
2	12	Sägtobelweiher Heimesreutin	Idyllisch gelegen und von Wald umgebener Weiher in der Nähe von Lindau.	Trotz ordentlichem Gefälle ist ein wirtschaftlicher Betrieb bei < 1,0 kW nur möglich, wenn man viele Kosten nicht einrechnet.	> 20.000	3.500
3	13	Grübel Heimesreutin	Ehemalige Kamm- und Litzenfabrik, in welcher um die Jahrhundertwende verschiedenste Käme aus Horn von ungarischen Langhornrindern und Holz gefertigt wurden. Es sind noch viele Exponate vorhanden.	Das Wasserrad steht seit Jahrzehnten, weshalb es im unteren Bereich nicht mehr brauchbar ist.	10.000	1.500
4	16	Pfannenfabrik Aeschach	Eine der letzten Hammerschmieden in Deutschland, die massive Eisenpfannen herstellen. Diese werden hauptsächlich an die Gastronomie und an Feinschmecker verkauft. Wirklich sehenswert! Es wäre eine Reaktivierung der Wasserkraft aus wasserwirtschaftlicher und ökologischer Sicht möglich	Bei dieser Anlage ist die komplette Technik betriebsbereit. Aus Hochwasserschutzgründen wurde das Wehr abgelöst. Bei Rückverlegung der Entnahme der Triebwassermenge widersprechen sich der Hochwasserschutz und der Betrieb der Wasserkraftanlage keinesfalls. Der inzwischen trockengefallene Oberwasserkanal würde bei einer Wiederinbetriebnahme seine ökologische Aufgabe wieder erfüllen. Auch die parkähnliche Fläche oberhalb der Pfannenfabrik würde aufgewertet. Laut Herrn Dambacher hat seine Anlage eine Ausbaumwassermenge von 750 l/s und ein Gefälle von 3 m, was eine Leistung von ca. 15 kW erbringt.	30.000	70.000
5	18	Botzenmühle Weißenberg	Weil von der einzigartigen Technik noch viel vorhanden ist (Vorgelege mit Holzzahnräder, vertikale Einblattsäge, Zulaufgerinne), sollte das erhaltenswerte Kulturgut bewahrt werden. Stillecht wirkt das Ensemble erst nach einer Wiederanbringung und Betrieb des Wasserrades. Nach einer Sanierung könnte dieses touristisch genutzt werden.	Eine Reaktivierung ist vertretbar, weil Substanz nicht gut, aber vorhanden ist. Für den Eigenverbrauch des Anwesens würde die Wasserkraft weitgehendst ausreichen.		
6	20	Hammerschmiede Riedhirsch Heimenkirch	Ein kleines Schau-Wasserrad wäre vorstellbar, wenn die Besitzer einwilligen. Der Westallgäuer Wasserweg 24 - Im Leiblachtal: Von der Quelle der Leiblach auf der Spur alter Mühlen - führt direkt an der Hammerschiede vorbei.	Die Anlage wurde früher mit einem Stauweiher betrieben. Das heißt es wurde Schwall gefahren, was heute nicht mehr erlaubt ist. Somit wäre die Ausbaugröße kleiner 1 kW und nicht wirtschaftlich vertretbar.	20.000	500
8	24	Buhmühle Meckatz/Heimenkirch	Der Westallgäuer Wasserweg 24 führt direkt an der Buhmühle vorbei.	Hobbyanlage, weil der Eigentümer nur das Hangwasser für ein kleines Wasserrad nutzen möchte.		
9	26	Mothenmühle Mothen/Heimenkirch	Schönes Anwesen vor wahrscheinlichem Besitzerwechsel. Da der Westallgäuer Wasserweg 24 unweit der Mühle vorbeiführt, wäre eine direkte Anbindung möglich.	Die Wehranlage ohne Durchgängigkeit und zwei Turbinen wären vorhanden, wobei die Technik mit Sicherheit überholt bzw. erneuert werden muss. Technisch wäre eine Reaktivierung möglich, sowie auch eine Zusammenfassung mit dem Unterlieger, dem Sägewerk Epple.	60.000	25.000
10	27	Sägewerk Epple	Eines der letzten kleinen im Betrieb befindlichen Sägewerke, welche die Wasserkraftnutzung für den Betrieb wieder reaktivieren möchte. Liegt direkt unterhalb der Mothenmühle, ebenfalls unweit des Westallgäuer Wasserweges 24.	Für diese Anlage wurden bereits Angebote angefordert. Vorteilhaft für eine Reaktivierung dieser Anlage ist vor allem die Tatsache, dass ein Großteil des erzeugten Stromes selbst verbraucht werden kann und somit eine Wirtschaftlichkeit leichter erreichbar wäre.	70.000	25.000

11	35	Knochenmühle Hergensweiler	Die Knochenmühle befindet sich am Leiblach-Wanderweg. Auch das Wasserrad an der Wehranlage wäre vom Wanderweg aus gut sichtbar, weil dieser daran vorbei führt.	In eine Reaktivierung dieses Standortes wurde im letzten Jahrzehnt bereits viel Zeit investiert. Es gibt dazu mehrere Lösungsmöglichkeiten. So wurde angedacht, an der bestehenden Wehranlage, welche sich an einem natürlichen Absturz befindet, eine Wasserradanlage zu erstellen oder den ehemaligen Wasserradstandort wieder zu beleben, was dem Eigentümer der Knochenmühle ohnehin lieber wäre. Die Jahresarbeit würde anhand der oberliegenden Kleienmühle je nach Ausbaulariate zwischen 45.000 - 120.000 kWh im Jahr betragen.	100.000	45.000
12	50	Säge Genhofen/Stiefenhofen		Bei der Säge und der Schreinerei Genhofen wäre nur eine Zusammenlegung der Anlagen sinnvoll, weil dann ein Gefälle von rund 15 m realisierbar wäre. Denn eine Wasserkraftanlage kostet bei dieser Wassermenge, mit Ausnahme der Rohrleitung dasselbe. Mit der Zusammenlegung könnte man auf eine Leistung von rund 2 kW kommen.	30.000	8.000
13	51	Schreinerei Genhofen/Stiefenhofen		Nutzung nur mit Zusammenlegung der Säge Genhofen sinnvoll.		
14	64	ehem. E-Werk Riedholz/Maierhöfen	Hinweise auf eine reaktivierte Anlage wäre am Wanderweg, welcher durch den Eistobel führt, möglich, weil im Bereich des Eistobels noch drei Wasserkraftanlagen in Betrieb sind.	Durch das hohe Gefälle auf der kurzen Ausleitungsstrecke ist ein wirtschaftlicher Betrieb möglich, wie bei der vergleichbaren Anlage am Rehbach in unmittelbarer Nähe. Das ehemalige E-Werk erzielte dieselbe Leistung von 13 kW, hatte jedoch eine Fallhöhe von 50 m anstatt 40 m und etwas weniger Wasser. Die noch im Betrieb befindliche Anlage erzeugt 65.000 - 70.000 kWh im Jahr. Eine passende Pelton-turbine mit Generator und Steuerung kostet bei dieser Fallhöhe 1.000 - 2.000 Euro je kW. Nach Aussagen der Firma Lingenhölle aus Feldkirch kann man solche Anlagen mit Wasserfassung, Rohrleitung, Gebäude usw. für 50.000 - 100.000 Euro installieren.	100.000	65.000
15	86	Holzschleife Oberstauen	Die komplette 100 Jahre alte und sehenswerte Technik der Holzschleife ist noch vorhanden. Die Holzschleife wurde an diesem Standort betrieben, weil nicht nur der Rohstoff Holz vorhanden war, sondern vor allem Energie. Der Holzschliff wurde mit Pferdefuhrwerken zum Bahnhof Oberstauen gebracht und mit der Bahn weiter zur einer Papierfabrik nach Kempten transportiert.	Die ehemalige Holzschleife ist seit langem im Besitz der Weissachtalkraftwerke e. G. Die geplante Reaktivierung blieb jedoch ohne Erfolg. Ein wirtschaftlicher Betrieb wäre bei dieser Größenordnung und bei angemessenen Auflagen der Behörden gegeben.	1.000.000	500.000
16	87	Kraftanlage Vögel, Weißbach/Oberstauen		Die Anlage wurde aus Lärmgründen stillgelegt. Der Eigentümer überlegt sich eine Wiederinbetriebnahme außerhalb des bisherigen Gebäudes. Bei dem vorhandenen Gefälle und Eigenverbrauch des Stromes ist ein wirtschaftlicher Betrieb möglich.	40.000	40.000
17	119	Katzenmühle Scheidegg	Die alte sehenswerte Technik wäre touristisch nutzbar, vor allem weil der Westallgäuer Wasserweg direkt an der Mühle vorbei führt und Gastronomiebetrieb in der Katzenmühle vorhanden ist.	Die Besitzer planen eine Reaktivierung der Anlage. Bei dem vorhandenen Gefälle und Eigenverbrauch des Stromes ist ein wirtschaftlicher Betrieb möglich.	40.000	40.000
18	Neuanlage	Aizenreuthe	An den Scheidegger Wasserfällen ist bereits eine alte Pelton-turbine ausgestellt, welche an das alte elektrische Loch erinnert. So haben die Bürger von Lindenberg und Scheidegg das Wasserkraftwerk genannt. Von hier aus begann die Elektrifizierung des Westallgäus. Es wurde die erste oder eine der ersten Pelton-turbinen in Europa eingebaut. Der Betreiber der Wasserkraftanlage wollte zuerst eine andere Turbine einbauen. Stieß jedoch auf der Weltausstellung in Paris auf die Pelton-turbine mit einem wesentlich besseren Wirkungsgrad.	Der angedachte Neubau würde die bestehende und nicht durchgängige Wehranlage in Aizenreuthe nutzen und das Triebwasser durch den Berg in die Rohrachschlucht leiten. Somit würde man auf ein Gefälle von rund 200 m kommen. Zum Grundstück für das geplante Kraftwerksgebäude gibt es bereits eine Zufahrt. Wobei sich der Standort in einem Natura-2000-Gebiet befindet. Durch weitere Zuflüsse in der Ausleitungsstrecke wäre an den Scheidegger Wasserfällen nicht mehr sichtbar, ob die angedachte Anlage in Betrieb ist oder nicht. Von Seiten der Wirtschaftlichkeit und der erzeugten Jahresarbeit übertrifft diese mögliche Nutzung alle anderen möglichen Vorhaben. Die nutzbare Wassermenge müsste noch näher untersucht werden, weil in den letzten Jahren im Einzugsgebiet immer mehr Wasser für die Wasserversorgung in Vorarlberg genutzt wird.	1.600.000	800.000
Summe					3.110.000	1.673.500

BACHELORARBEIT

Studiengang Energie- und Umwelttechnik

Möglichkeiten der Reaktivierung und Neubau von Kleinwasser-
kraftanlagen unter Berücksichtigung des Wasserrechts und der
EU-Wasserrahmenrichtlinie

Isabella Rank

Aufgabensteller	Prof. Dr. Wolfgang Mayer
Arbeit vorgelegt am	12.06.2017
Durchgeführt im	Landratsamt Lindau Bregenzer Straße 35, 88131 Lindau
Betreuer	Dipl.-Ing. Josef Dennenmoser dennenmoser-josef@web.de, Tel. 07563 565
Anschrift der Verfasserin	Aurikelweg 6, 87634 Obergünzburg isabellarank@gmx.de, Tel. 0176 63460452

Abstract

Diese Bachelorarbeit befasst sich mit der Auswertung der potenziellen Reaktivierung früherer wasserkrafttechnisch genutzter Standorte und neu erschließbarer Potenziale im Landkreis Lindau und der Gemeinde Oberstaufen unter Beachtung der rechtlichen Vorgaben des Wasserrechts und der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Die Ausführungen beziehen sich auf Kleinwasserkraftanlagen, die mit geringen Wassermengen und Fallhöhen arbeiten. Bevorzugt werden dabei ökologische Wasserkraftwerke, wie Wasserkraftschnecken oder Steffturbinen. Der sinnvolle Einsatz von Fischaufstiegsanlagen wird im Gesamtkonzept berücksichtigt. Die Standorte wurden mithilfe des Wasserwirtschaftsamtes und der Gemeinden, der Heimathistoriker und Anwohner lokalisiert und ihr Potenzial nach eingehender Betrachtung bewertet. Die infrage kommenden Anlagen werden als Grundlage für ein Gutachten verwendet, um die Nutzung von Wasserkraft im Landkreis Lindau und Oberstaufen auszubauen.

Vorwort

Diese Bachelorarbeit ist Teil des LEADER-Projekts „Untersuchung zur Reaktivierung und Erweiterung der Stromerzeugung aus Wasserkraft im Landkreis Lindau“. LEADER ist ein Maßnahmenprojekt der Europäischen Union, das innovative Ideen – in diesem Fall speziell zur Energieerzeugung – fördert und unterstützt. Meine Auswertung möglicher Standorte für Wasserkraftnutzung im Landkreis Lindau und der Gemeinde Oberstaufen dient als Grundlage für Dipl.-Ing. Josef Dennenmoser, der ein professionelles Gutachten im Auftrag des Landratsamt Lindau erstellt. Die größte Schwierigkeit bestand darin, ehemalige Standorte zu lokalisieren, die über die Jahre stillgelegt oder zurückgebaut wurden, ihre Bezeichnungen geändert haben und deren Bachläufe für den Straßen- und Häuserbau umgelegt oder verrohrt wurden. Dennoch ist es mir mit Hilfe verschiedener Informationsstellen über 90 Standorte ausfindig zu machen mit früherer Wasserkraftnutzung gelungen. Die parallel entstandene Bachelorarbeit „Reaktivierung von ehemaligen (denkmalgeschützten) Kleinwasserkraftanlagen als Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung ländlicher Räume“ für das Landratsamt Lindau und Oberstaufen meiner Kommilitonin Katrin Bartsch bezieht sich auf Daten dieser Arbeit.

Ein herzlicher Dank geht an meine Betreuer Josef Dennenmoser und Steffen Riedel, die mir mit Rat und Tat zur Seite standen. Des Weiteren gilt mein Dank Ewald Fessler und Roland Gamisch, die immer zur Stelle waren, wenn Fragen offen waren.

Vielen Dank an meine Kommilitonin Katrin Bartsch, die mit mir alle Standorte besichtigt hat, obwohl sie für ihre Arbeit nur einen Bruchteil gebraucht hätte. Danke für die Unterhaltung während den langwierigen, teils ergebnislosen Fahrten durch den Landkreis.

Zuletzt ein riesen Dankeschön an die Bürgermeister und Gemeindemitarbeiter, die sich bereit erklärt haben, bei der Auffindung der Standorte zu helfen, die mir per Mail oder persönlich geantwortet haben und sich durchweg positiv zum Thema Wasserkraft geäußert haben.

Inhaltsverzeichnis

I.	Einleitung.....	1
i.	Im Wandel der Zeit.....	2
ii.	Wasserkraft in Bayern.....	3
II.	Theorie zum Einsatz von Wasserkraftanlagen.....	4
i.	Recht.....	4
a.	Wasserrecht/VollzBekWK.....	5
b.	EU-Wasserrahmenrichtlinie.....	8
ii.	Technik.....	9
a.	Wasserräder.....	10
b.	Steffturbine.....	11
c.	Wasserkraftschnecke.....	12
d.	Turbinen.....	13
e.	Strömungswandler/Fließwasserturbinen.....	18
iii.	Fischaufstiegsanlagen.....	19
a.	Fischtreppe (Schlitzpass).....	19
b.	Raugerinne Beckenpass.....	20
c.	Steffstep.....	20
d.	Tümpelpass.....	20
e.	Umgehungsbach.....	20
f.	Fischaufstiegsschnecke.....	21
g.	Fischaufzug.....	21
III.	Auswertung der Standorte.....	22
i.	Erfassung.....	22
ii.	Erfassungsbogen.....	22
iii.	Gewässer.....	25
a.	Nonnenbach.....	26
b.	Eschbach.....	29
c.	Oberreitnauer Ach.....	30
d.	Leiblach.....	37
e.	Argen.....	50
f.	Bregenzer Ach.....	63
g.	Konstanzer Ach.....	78
iv.	Hochwasserschutz.....	79

IV. Fazit.....	80
V. Abkürzungs- und Quellenverzeichnis.....	82
i. Abkürzungen	82
ii. Quellen.....	82
iii. Abbildungsverzeichnis.....	84
VI. Anlagen	85
VII. Erklärung und Ermächtigung	86

I. Einleitung

Betrachtet man die heutige Zeit genauer, nimmt das Thema „Regenerative Energiegewinnung“ einen hohen Stellenwert in Politik, Wirtschaft und regionalen Angelegenheiten ein. Auf der einen Seite wird von „Atomausstieg durch erneuerbare Energien“ und „Ökologischem Strom“ gesprochen, auf der anderen Seite wird über „Zerstörung der Natur“ und „Rentabilität“ gestritten. Vergleicht man die Vor- und Nachteile der momentanen Energieerzeugung, also Atomkraft, Stein- und Braunkohlewerke, mit denen der regenerativen Erzeugung, bevorzugt durch Wasser-, Sonnen- und Windkraft, weisen die fossilen Erzeuger eindeutig den Vorteil auf, mit geringer Fläche eine große Menge günstiger Energie zu erzeugen. Doch die Nachteile wie Emissionen, Radioaktivität und deren Folgen dürfen langfristig nicht unterschätzt werden. Regenerative Energien benötigen aufgrund der geringen Leistungsgrößen sehr viel mehr Platz, um mit mehreren Anlagen eine annähernd hohe Energieleistung wie ein Atomkraftwerk zu erzielen. Diese zusätzlich benötigten Kraftwerke sind den meisten Bürgern ein Dorn im Auge. Während der Genehmigungsphase neuer Anlagen werden immer häufiger Stimmen von Außenstehenden laut, die Einwände zum Thema Natur- und Umweltschutz oder Lärmbelästigung vorbringen; die Behörden fordern daher mehr Gutachten und Experteneinschätzungen. Viele Förderer der regenerativen Energieerzeugung geben aufgrund der bürokratischen Anforderungen entnervt auf, eine Genehmigung zu beantragen.

Große Bedenken gibt es vor allem hinsichtlich des Ausbaus der Wasserkraft. Dabei ist die Nutzung der Wasserenergie eine der wichtigsten erneuerbaren Energiequellen in Bayern und mit einem erreichbaren Wirkungsgrad von über 70% effizienter als Sonnen- und Windenergie. Doch das in Bayern weit ausgebaute Wasserkraft-Versorgungsnetz (siehe Abb. 1) ruft Kritiker auf den Plan. Kleine Gewässer bringen zu geringe Erträge, die Anlagen müssen wegen Wassermangels zeitweise abgeschaltet werden. Gewässer der Ordnung I und II (größere Gewässer und kleine Seen) gelten als energetisch ausgeschöpft. Fische können wegen der fehlenden Durchgängigkeit nicht wandern oder werden beim Passieren der Turbinen teils lebensgefährlich verletzt, so die Gegner. Durch die EU-Wasserrahmenrichtlinie (im Folgenden mit WRRL abgekürzt) wird gesetzlich ein Standard für den Zustand von europäischen Gewässern gesetzt, der seit dem Jahr

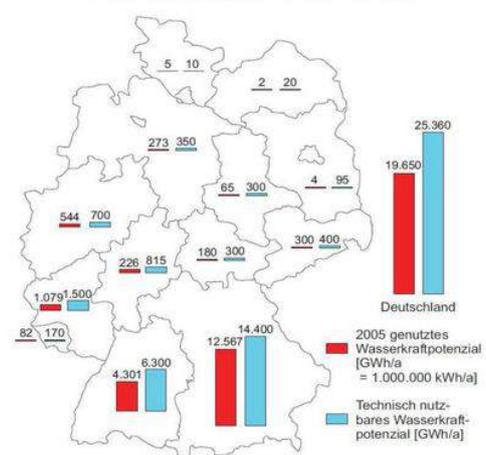


Abb. 1 Wasserkraftnutzung und Ausbaupotenzial im Ländervergleich

2000 bzw. in der letzten Fassung seit 2013, eingehalten werden muss. Diese Richtlinie und die technische Machbarkeit grenzen die Zahl der Standorte für eine Wasserkraftnutzung erheblich ein. Dennoch plant der Regierung eine Ausweitung der Energiegewinnung durch Wasserkraft, damit „die noch vorhandenen Potenziale verstärkt genutzt und umweltverträglich ausgebaut werden“ ([1] Art. 1).

Diese Arbeit soll mögliche Standorte für einen Neubau oder Reaktivierung der Energiegewinnung durch Wasserkraft im Landkreis Lindau und der Gemeinde Oberstaufen unter Einbezug des geltenden Wasserrechts und der neuesten WRRL aufzeigen. Als Basis dient eine Liste ehemaliger Standorte mit Wasserkraftnutzung, die über die Jahre vom Wasserwirtschaftsamt Kempten (WWA) [2] verzeichnet und durch eigene Recherchen ergänzt wurde. Aufgrund der Gewässerstruktur in der betrachteten Region, die sich durch kleine Gewässer und Bäche auszeichnet, wird die Spezialisierung „Kleinwasserkraftanlage“, also Anlagen mit Leistungen unter 1 MW angewendet.

Im ersten Teil der Bachelorarbeit werden sowohl allgemein rechtliche Belange und Besonderheiten der Rechtslage erörtert, als auch verschiedene technische Realisierungs- und Durchgängigkeitsmodelle auf Vor- und Nachteile geprüft.

Der zweite Teil enthält eine nach Gewässern sortierte Auflistung der Standorte und der bekannten Anlagen, eine Beurteilung der Nutzungsmöglichkeiten und deren technischer Ausführung.

i. Im Wandel der Zeit [3]

„Wasserkraft ist Sonnenenergie kombiniert mit Windkraft und dem Speichermedium Boden“ ([4] S.2)

Der natürliche Wasserkreislauf kombiniert bereits die für uns heute essentiellen erneuerbaren Energiequellen Wasser, Sonne, Wind und Boden. Durch die Sonne verdunstet Wasser aus Böden und Gewässern, die aus dem Wasserdampf entstehenden Wolken werden durch den Wind verteilt und Kondensation führt zu Niederschlägen, die auf der Erdoberfläche gespeichert oder in die Gewässer geleitet wird. Dieser Kreislauf wiederholt sich permanent und die daraus resultierende ständige Bewegung des Wassers kann als Wasserkraft, die sich aus Durchflussmenge und Gefälle zusammensetzt, unendlich genutzt werden.

Die Wasserkraft ist eine der ältesten Formen der Energieerzeugung, doch im Laufe der Zeit hat sich die Wasserkraftnutzung gewandelt. Schon vor über 3500 Jahren setzten die Menschen in Mesopotamien und Asien die Energie des Wassers zur Bewässerung ihrer Felder ein. Bereits vor 2000 Jahren wurden römische Mühlen durch die Drehbewegung eines Mühlrads mittels Wasserkraft angetrieben. Als im 8. Jahrhundert

die Möglichkeit entdeckt wurde, durch Wasserantrieb nicht nur eine drehende, sondern auch eine vertikale und horizontale Bewegung zu erzeugen, erlebte die Vielfalt der wasserbetriebenen Gewerke, darunter Schmiede, Sägen und Textilhersteller, durch neue Konstruktionsmöglichkeiten und die Entwicklung unterschiedlichster Maschinen einen großen Aufschwung. Ende des 18. Jahrhunderts soll es in Deutschland etwa 100.000 mit Wasserkraft angetriebene Handwerksbetriebe gegeben haben. Mit gusseisernen Wasserrädern (18. Jahrhundert) und später mit den verschiedenen Bauformen von Turbinen (ab 1827) wurden bereits deutliche Leistungssteigerungen erzielt. Als um 1870 der elektromagnetische Generator erfunden wurde, ergaben sich neue Möglichkeiten, Wasserkraft zu nutzen. Anstatt die Energie am selben Ort erzeugen und nutzen zu müssen, konnte sie jetzt - umgewandelt in elektrischen Strom - über Leitungen zu entfernteren Stellen transportiert werden.

Etwa zur gleichen Zeit entwickelten sich Kohle und Öl zu den führenden Energieträgern der Industrie, die mit dem steigenden Einsatz von Dampfmaschinen eine günstigere und leistungsstärkere Energieform bevorzugte. Zudem wirkte diese Art der Energie durch die damals scheinbar unbegrenzte Menge an fossilem Rohstoff deutlich unabhängiger von natürlichen Einflüssen als die Wasserkraft. Aus diesem Grund ging der Bedarf an Wasserkraftanlagen zurück; vor allem viele der kleineren Anlagen wurden in den folgenden Jahren stillgelegt. Ab 1930 wurden hauptsächlich große Wasserkraftanlagen in Deutschland aus- und neugebaut, die ihren erzeugten Strom ins Netz einspeisen.

Heute gibt es circa 7300 Anlagen deutschlandweit, wobei nur etwa 6% davon, also 436 Anlagen eine installierte Leistung von jeweils über 1 MW erbringen. Dennoch erzeugen diese Anlagen fast 86% der gesamten Jahresarbeit aus Wasserkraft. Kleine Wasserkraftanlagen nehmen mit 94% zwar einen sehr viel größeren Anteil ein, tragen aber mit unter 1 MW Leistung pro Anlage nur einen Ertrag von etwa 14% zur Jahresarbeit bei (vgl. [5] 2.1).

ii. Wasserkraft in Bayern

Die Nutzung von Wasserkraft in Bayern lässt sich bis ins frühe Mittelalter nachweisen. Bereits beim Bau der ersten großen Wasserkraftwerke um 1880 war der Freistaat mit Werken an Isar und Iller vertreten. Die alpennahe Lage Bayerns begünstigt mit hohen Niederschlagswerten und teils großen Gefällen die Nutzung von Wasser als regenerative Energie.

Um 1900 existierten bayernweit über 10.000 genutzte Wasserkraftstandorte und im Zeitraum der beiden Weltkriege wurden neue große Werke und Erweiterungen bestehender Anlagen errichtet. Heute hingegen werden nur noch knapp 4.200 Stellen zur Wasserkrafterzeugung genutzt.

Laut dem bayrischen Landesamt für Statistik konnten 1950 etwa 80% der Gesamtstromerzeugung für Bayern aus Wasserkraft gewonnen werden, 2013 waren es noch 14%. Vergleichbar sind diese Zahlen aufgrund der unterschiedlichen Situationen, beziehungsweise der unterschiedlichen benötigten Strommengen nicht.

Zum Vergleich [6]:

	Jahr 1950		Jahr 2013	
Stromerzeugung gesamt	6,627	Mrd. kWh	90,852	Mrd. kWh
Wasserkraft	4,943	Mrd. kWh	13,143	Mrd. kWh
Anteil	80%		14%	

Tabelle 1 Stromerzeugung in Bayern der Jahre 1950 und 2013 im Vergleich

Im Landkreis Lindau gibt es momentan 14 aktive Wasserkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 0,8 MW. Damit werden 0,96% der regenerativ erzeugten Gesamtstrommenge von 11% aus Wasserkraft gewonnen [7]. Weil der Verbrauch von ökologischem Strom in Lindau allerdings höher als 11% ist, wird ein großer Anteil aus Vorarlberg importiert.

Oberstaufen hat 7 aktive Anlagen, die zusammen 2,4 MW leisten. Die Gemeinde produziert dadurch 17% ihres Gesamtstromverbrauchs mit Wasserkraft [7].

II. Theorie zum Einsatz von Wasserkraftanlagen

i. Recht

Vor dem Bau einer Anlage gilt es die Rechtsgrundlage zu beachten. Für Wasserkraftanlagen in Bayern werden hierfür mehrere Gesetze zu Rate gezogen. Die vorliegende Arbeit soll besonders auf den Entwurf der „Bekanntmachung zum Vollzug des Wasserrechts bei der Genehmigung von Wasserkraftanlagen (Vollzugsbekanntmachung Wasserkraft – VollzBekWK)“ des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Gesundheit (Stand 31.05.2012) und die EU-Wasserrahmenrichtlinie eingehen. Das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und das Bayerische Wassergesetz (BayWG) decken sich

in Bezug auf Wasserkraft mit den beiden vorher genannten Gesetzestexten und werden daher nur teilweise in die Betrachtung einbezogen. Im Folgenden wird ausschließlich auf die Artikel und Paragraphen eingegangen, die für die Reaktivierung und den Neubau von Kleinwasserkraftanlagen notwendig sind.

a. Wasserrecht/VollzBekWK [1]

Das VollzBekWK wurde nach dem Beschluss für das Bayerische Energiekonzept „Energie innovativ“, mit dem das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie einen Entwurf zur Sicherstellung einer nachhaltigen Energieversorgung für die Zukunft in Bayern erstellt hat, ausgearbeitet. „Energie innovativ“ fördert den Ausstieg aus der Kernenergie und den Aufbau erneuerbarer Energieformen. Zudem beinhaltet es die Forderung nach einer Gleichstellung von Naturschutz, Gewässerökologie und Belangen der Energiewirtschaft. Dabei soll das gesamte Genehmigungsverfahren durch entsprechende gesetzliche Vorgaben zu einer unkomplizierten und schnellen Entscheidung führen. Die VollzBekWK hingegen regelt insbesondere die Genehmigungsvoraussetzungen, also die Vergabe des Wasserrechts, für den Ausbau der Wasserkraft als wichtigste regenerative Energie in Bayern.

Da ein Neubau, sowohl an bestehenden Querbauwerken¹, als auch an neuen Standorten die Wasserstands- und Abflussverhältnisse verändert, muss grundsätzlich eine wasserrechtliche Zulassung (§ 8 Abs. 1 WHG) durch die zuständige Kreisverwaltungsbehörde erfolgen (Art. 2.4 und 2.5 VollzBekWK). Die Bewilligung kann versagt werden, wenn schädliche Gewässerveränderungen zu erwarten sind oder Anforderungen nach öffentlich-rechtlichen Vorschriften nicht eingehalten werden (§ 12 Abs. 1 WHG). Zudem ist es der zuständigen Behörde überlassen, die Genehmigung nach Bewirtschaftungsermessen zu erteilen (§ 12 Abs. 2 WHG). Ebenso obliegt dieser Dienststelle laut § 35 Abs. 3 WHG die Bewertung momentan noch ungenutzter Querbauten hinsichtlich der ökologischen Nutzung. Bei einer Umgestaltung des Gewässers oder des angrenzenden Ufers durch Befestigungen und andere Verbauten liegt ein Gewässerausbau vor, der nach den §§ 67-68 und § 70 WHG festgestellt und genehmigt werden kann.

Die ermessensgerechte Gewässerbewirtschaftung (Art. 3 VollzBekWK) erfordert eine Abwägung nach den in der WHG festgelegten Grundsätzen (§ 6 Abs. 1 Nr. 3 und 5 sowie Satz 2 WHG) zum Wohl der Allgemeinheit, der Vorbeugung des Klimawandels und dem Schutz der Umwelt. In Artikel 3.4 VollzBekWK, Abwägungsbelange Wasserkraftnutzung, werden positive und negative Positionen für den Betrieb einer Wasserkraftanlage zur Beurteilung aufgeführt:

¹ Künstlich erzeugte Hindernisse im Wasser

positiv:

- Steigerung der regionalen Energiegewinnung aus Wasserkraft
- Vermeidung von CO₂-Emissionen
- Grundlastfähigkeit bei ausreichend Wasserdargebot
- Verbesserung von Netzausfallzeiten
- Ressourcenschonung durch Einsatz bestehender Bauwerke
- Potenzielle Verbesserung des ökologischen Zustands

negativ:

- Veränderung des Lebensraums Wasser durch Änderung der Fließeigenschaften und von Schwall- und Sunkbetrieb
- Beeinträchtigung der Durchgängigkeit
- Veränderung des Geschiebetransports und der Strömungsverhältnisse
- Fischschädigung durch Turbinen
- Veränderung der Abflussverhältnisse
- Beeinträchtigung des Landschaftsbilds
- Schädigung von Geotopen

Die Nachteile können durch entsprechende Maßnahmen, wie zum Beispiel durch Einsatz ökologischer Technologien und Anlagen ohne Wasseraufstauung, minimiert werden.

Um sowohl dem Gewässer- und Naturschutz, als auch der Sicherstellung der Energieversorgung Rechnung zu tragen, wird als Grundlage für eine positive Beurteilung des Bauvorhabens mindestens auf eine Deckungsgleichheit zwischen dem Umfang der maximal möglichen Beeinträchtigung und dem kalkulierbaren Nutzen der energetischen Anlage bestanden (Art. 3.5 VollzBekWK). Folgende Umstände können sich vorteilhaft auf die Genehmigungsfähigkeit auswirken:

- Konzepte mit Nachhaltigkeitsgedanken zur Verbesserung des Gewässerzustands
- Einsatz von innovativer, naturverträglicher Wasserkrafttechnik (Öko-WK) zur Reduzierung von Umweltfolgen wie z.B. Wasserkraftschnecke, Fließwasserturbine, VLH-Turbine, Schachtkraftwerk, Bewegliches Kraftwerk
- Netzstabilisierung und Inselbetrieb für Standorte ohne Stromnetzanschluss

In Regionen mit ökologischer Bedeutung, wie Naturschutzgebieten und ähnlichem, wird die Entscheidung zugunsten der Ökologie, des Naturschutzes und der Renaturierung gefällt (Art. 3.8 VollzBekWK).

Querbauwerke sind bei Wasserkraftnutzung meistens erforderlich. Die Nutzung von bestehenden Querbauwerken ist dabei aus ökologischer Sicht grundsätzlich zu bevorzugen. Durch weitergehende Baumaßnahmen können die Durchgängigkeit, also die freie Wandermöglichkeit der Tiere und der natürliche Geschiebetransport, sowie die Gewässerökologie verbessert werden. Eine zeitlich befristete Nutzung für die Energieerzeugung mit Rückbau am Ende der Laufzeit kann positiv bewertet werden, wenn eine Durchgängigkeit momentan nicht realisierbar ist. Der Neubau von Querbauwerken wird nur aus wasserwirtschaftlichen Gründen genehmigt. Wird ein neues Querbauwerk zum Hochwasserschutz oder zur Sohlstabilisierung eingesetzt, wird eine umweltverträgliche, integrierte Wasserkraftnutzung gefordert (Art. 3.9 VollzBekWK).

Bei der wasserrechtlichen Genehmigung werden die vorgegebenen Mindestanforderungen für eine Wasserkraftanlage nach Wasserrecht und anderen öffentlich-rechtlichen Vorschriften beurteilt (Art. 4 VollzBekWK). Dabei müssen folgende Punkte sichergestellt sein.

- Die Fischpopulation wird geschützt. Turbinen und Anlagenteilen müssen so verbaut sein, dass das Verletzungsrisiko für die Tiere minimiert wird. Außerdem darf durch die Anlage die Laichmöglichkeit für Fische (Hauptgrund der Fischwanderung) nicht eingeschränkt werden.
- Das Gewässer wird durchgängig. Geschiebe und Sediment müssen ungehindert abtransportiert werden. Den Gewässerorganismen (Fische, Wirbellose) muss gegebenenfalls eine Umgehungsmöglichkeit in Form einer Fischaufstiegsanlage geboten werden. Zielsetzung ist ein konstanter bzw. verbesserter ökologischer Zustand des Gewässers, wenn der Aufwand für die Realisierung in einem zumutbaren Rahmen bleibt (§ 31 Abs. 2 WHG).
- Das Gewässer führt nach Entnahme der zur Energiegewinnung genutzten Wassermenge noch genügend Restwasser, um die Bewirtschaftungsziele des Wasserhaushaltsgesetzes (§§ 27 bis 31) und der Wasserrahmenrichtlinie zu erfüllen.
- Das Wohl der Allgemeinheit wird nicht beeinträchtigt.
- Dritte erfahren keine nachteilige Wirkung und es entstehen keine sonstigen Nachteile durch ein Projekt der Privatwirtschaft. Für eine gemeinnützige Anlage, kann eine Bewilligung im Einzelfall erteilt werden, wenn der Betroffene zustimmt oder es triftige Gründe für den Eingriff in die Rechte Dritter gibt.

Für Sonderfälle gibt es die „Möglichkeit einer Ausnahme nach Maßgabe § 31 Abs. 2 WHG“ (VollzBekWK Art. 4.1.7). Demnach können aufgrund eines übergeordneten, öffentlichen Interesses, zur Steigerung der Nachhaltigkeit oder zur Verbesserung von

Umweltaspekten Ausnahmegenehmigungen bei nachvollziehbarer Rechtfertigung erteilt werden.

Schützenswerte Gebiete und Landschaften unterliegen generell einem Veränderungsverbot. Unter Einbezug ihrer jeweiligen Schutzgebietsverordnungen können Ausnahmen im Einzelfall beim Genehmigungsverfahren strenger bewertet werden.

Neben den wasserrechtlichen Anforderungen sind verfahrensrechtliche Vorgaben zu erfüllen. Die Kreisverwaltungsbehörde hat folgende Aufgaben:

- Beratung der Antragsteller
- Kontakt zu anderen beteiligten Behörden
- Planfeststellung der Maßnahme
- Festlegung der Planungsunterlagen (Pläne, Beilagen) in einer Antragskonferenz
- zügige Bearbeitung und Abschluss des Genehmigungsverfahrens innerhalb 6 Monate
- Vergabe des Wasserrechts

Die Gestaltung und Anzahl der Unterlagen wird von der Verordnung über Pläne und Beilagen in wasserrechtlichen Verfahren (WPBV) geregelt. Zusätzlich müssen mit diesen Unterlagen energiespezifische Erläuterungen (Wasserdaten, geplante Erzeugerleistung, Anlagenbeschreibung, CO₂-Einsparungen) eingereicht werden.

Bei Genehmigung des Wasserrechts sind alle geplanten Maßnahmen den Behörden bekannt und akzeptiert.

b. EU-Wasserrahmenrichtlinie [8]

Die EU-Wasserrahmenrichtlinie (kurz WRRL) stellt seit dem Jahr 2000 die einheitliche Grundlage in wasserpolitischen Angelegenheiten für die Mitgliedsstaaten der europäischen Gemeinschaft dar. In der Richtlinie werden die Umweltziele zum Schutz des Grundwassers und der Oberflächengewässer festgelegt und Maßnahmen zur Erreichbarkeit aufgezeigt. Grundsätzlich gilt für die WRRL bezogen auf Wasserkraftaufbau und -nutzung immer: bei Veränderungen des Gewässers darf keine ökologische Verschlechterung eintreten, es ist eine Bewahrung oder Verbesserung des (sehr) guten Zustands anzustreben.

Alle Gewässer müssen hinsichtlich ihres Zustandes bewertet werden. In Deutschland sind dafür die Wasserwirtschaftsämter zuständig. Die Bewertung erfolgt über verschie-

dene Faktoren, die die Flussbeschaffenheit, die chemischen Zusatzstoffe und die verschiedenen Organismen im Fluss einschließen. Konkret heißt das auf diese Arbeit ausgelegt:

Flussbeschaffenheit: Renaturierung bei Verbauungen, kein Bau neuer Wehre

Chemische Zusatzstoffe: keine Abgabe von Fremdstoffen wie Schmieröl, Hydraulikflüssigkeit oder ähnlichem an das Wasser

Organismen: Wiederherstellung der Durchgängigkeit, wenn die Maßnahmen nicht unverhältnismäßig teuer sind

In Bayern können die Daten der Flussläufe und deren jeweiligem Zustand von der Öffentlichkeit auf dem Internetportal UmweltAtlas Bayern (befindet sich momentan noch im Aufbau) und der Seite des Bayerischen Landesamts für Umwelt (speziell beim Gewässerkundlichen Dienst) eingesehen werden.

ii. Technik

Bei allen Kraftwerksarten, die hier vorgestellt werden, handelt es sich um Kleinwasserkraftanlagen (KWKA), also dezentrale Anlagen mit einer maximalen elektrischen Leistung von 1 MW (ausgenommen Krebsstau, Oberstauen). Die KWKA können zusätzlich grob unterteilt werden in Speicherkraftwerke (Anstauungsmöglichkeit im See oder Weiher) und Laufwasserkraftwerke (Energie aus fließendem Wasser). Für jeden wasserwirtschaftlich genutzten Standort muss individuell ein Konzept für die Anlage entworfen werden; da verschiedene Parameter beachtet werden müssen, gibt es verschiedene Technologien zur Energiewandlung. Als umfangreiches Nachschlagewerk diente dafür das „Praxishandbuch für den umweltbewussten Einsatz von Turbinentechnologien im Bereich der Kleinstwasserkraft“ des Instituts für Wasserwirtschaft, Siedlungswasserbau und Ökologie GmbH (IWSÖ) von September 2014.

Alle Anlagen bestehen aus einem Kraftwandler, eine Art Schaufel oder Schnecke, die die Kraft des Wassers in mechanische Energie umwandelt (hauptsächlich im nachfolgenden Teil „Überblick“ behandelt), und einem Generator, der durch diese mechanische Energie dann elektrische Strom erzeugt. Dazwischen kommen bei einigen Bauformen Getriebe vorkommen. Weiterhin sind je nach Aufbau zusätzlich Gehäuse, Maschinenhaus, Wehre oder Staumauern nötig. Zum Schutz der Fische und vor Beschädigung durch Schwemmgut müssen viele Anlagen, vor allem Turbinenanlagen, durch Rechenanlagen mit Reinigungsmöglichkeit ergänzt werden. Einige Anlagen sind bereits durch modularen Aufbau mit allen Komponenten ausgestattet. Das Wasser oberhalb der Anlage wird Oberwasser, das unterhalb der Anlage Unterwasser genannt. Um die vorgegebene Lebensdauer von 30 Jahren (Frist des Wasserrechts) und mehr zu

erreichen, werden KWKA robust gebaut. Die größte Gefahr für die Anlagen stellen Hochwasser und die damit verbundenen Schäden dar.

Überblick Technologien für Kleinwasserkraftanlagen:

a. Wasserräder

Die älteste Technik ist die des Wasserrads. Durch die einfache Bauweise, teilweise im Baukastenprinzip, und der minimalen Wartung haben diese Anlagen nur einen geringen Investitionsaufwand. Trotz schwankender Wassermengen und wenig Gefälle sind dabei Leistungen bis 100 kW möglich. Die Abstände der Wasserradschaufeln sind im Normalfall groß genug, um Geschiebe und Fische ohne Probleme flussabwärts passieren zu lassen. Zudem wirkt sich die niedrige Drehzahl positiv auf die Unversehrtheit der passierenden Fische aus. Für die Wanderung flussaufwärts wird generell zu einer Fischaufstiegsanlage geraten, diese kann je nach Standort und verwendete Technik auch vom Restwasserlauf ersetzt werden. Unterschieden werden drei Bauformen:

- **Oberschlächtiges Wasserrad**
Das Wasser wird über ein Gerinne abgezweigt, zum Radscheitel geleitet und füllt dort die Zellen (Schaufelzwischenräume mit geschlossenen Rändern), um das Rad über die potenzielle Energie anzutreiben. Die Zellen leeren sich nach einer viertel bis halben Umdrehung des Rades wieder im Flusslauf. Es werden 2-10 m Fallhöhe und ein Durchfluss von 0,1-2,5 m³/s benötigt um einen maximalen Wirkungsgrad von 85% zu erzielen.
- **Mittelschlächtiges Wasserrad (auch Zuppingerrad)**
Hier wird das Wasser knapp unterhalb der Welle an die Zellen mit den leicht gebogenen Schaufeln des Rades geleitet und dabei die potenzielle und kinetische Energie des Wassers genutzt. Die Zuleitung erfolgt über ein Schütz mit Blenden. Bei einer Fallhöhe von 1-3 m und einem Durchfluss von 0,5-5 m³/s kann ebenfalls ein Wirkungsgrad bis 85% erzielt werden.
- **Unterschlächtiges Wasserrad**
Beim unterschlächtigen Wasserrad fließt das Wasser unter dem Rad hindurch und übt kinetische Energie auf die offenen Schaufeln aus. Bei einem Durchfluss von maximal 3 m³/s und Fallhöhen zwischen 0,5 und 2,5 m kann ein Wirkungsgrad von 65% genutzt werden.

Eine Sonderform des unterschlächtigen Wasserrads ist die Lamellenturbine. Die Schaufeln werden dabei durch spezielle Lamellen ersetzt, die einen geringeren Abstand haben. So kann mit einem Durchfluss ab $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ und Fallhöhen von $0,5\text{-}10 \text{ m}$ Wirkungsgrade von 70% erreicht werden. Sie haben den Vorteil, dass sie bei hohen Volumenschwankungen arbeiten können, durch spezielle Vorkehrungen angehoben werden und so auch bei beengten Platzverhältnissen sicher vor Hochwasser sind [9].



Abb. 2 Lamellenturbine

Waren die frühen Wasserräder komplett aus Holz, setzt man in der heutigen Zeit auf Stahl- oder Leichtmetallkonstruktionen, teilweise mit Holz ergänzt. Vorteil ist die damit leichter zu bewegende Radmasse und eine Verringerung der Reibungsverluste. Zudem verbessert eine beidseitige Lagerung mit modernen Lagern die Leichtläufigkeit. Die Bauformen variieren je nach Anforderung hinsichtlich Raddurchmesser, Breite und Schaufelform.

Über die Welle des Wasserrads wird entweder direkt der Generator betrieben oder ein Getriebe zwischengekoppelt. Für eine optimale Betriebsweise sollte das Triebwasser vorzugsweise senkrecht auf die Radschaufeln auftreffen und damit viel Energie in die Radbewegung abgeben, um mit einer möglichst geringen Geschwindigkeit die Anlage zu verlassen.

b. Steffturbine [10]

Die Steffturbine folgt dem Prinzip des oberflächigen Wasserrads. Dabei sind die Schaufeln der Turbine flexibel auf einer Kette mit Rollen angebracht und treiben durch die potenzielle Energie des Wassers die Umlenkräder für den Betrieb des Generators an. Die kompakte Bauweise mit Rechen, Einlauf und Gehäuse ermöglicht eine schnelle Installation und wenigen (notwendigen) bauliche Maßnahmen. Allerdings führt die oberflächliche Wassernutzung zu einer Beeinträchtigung des Landschaftsbildes durch das sichtbare technische Bauwerk. Der Neigungswinkel der Anlage wird an die Situation vor Ort angepasst, optimale Winkel liegen zwischen 30° und 60° . Schon bei geringen Wassermengen (bis $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$) und Fallhöhen (zwischen $3\text{-}5 \text{ m}$) erzielt die Anlage hohe Wirkungsgrade von $70\text{-}92\%$ bei Leistungen bis 12 kW . Steffturbinen stellen für Fische flussabwärts keine Gefahr dar, sind geräuscharm und weisen durch ihre robuste Bauart einen geringen Verschleiß auf. Der Wartungsaufwand fällt dadurch sehr gering aus; auch Witterungsverhältnisse mit tiefen Minustemperaturen haben

keine Auswirkungen. Die Module werden in zwei Breiten hergestellt und können in der Länge und Schaufelanzahl variieren. Die Länge ist ausschlaggebend für die Leistung der Anlage: je länger die Turbine, desto höher die Leistung. Einsetzbar sind diese Anlagen im Auslauf bestehender Anlagen, in Gewässern mit Gefälle oder in Kläranlagen-ausläufen. Einziger Hersteller ist die Schweizer Firma Walter Reist Holding AG.

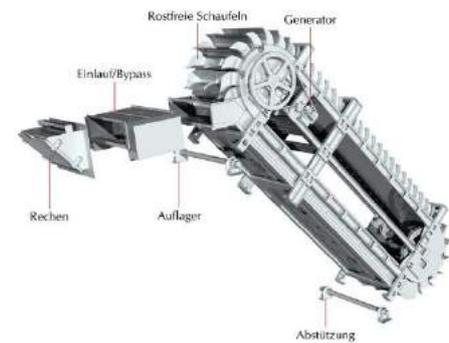


Abb. 3 Aufbau Steffturbine

c. Wasserkraftschnecke [9]

Die Schnecke wird nach dem umgekehrten Archimedischen Prinzip über potenzielle Energie angetrieben, benötigt aber einen Anstellwinkel von 20-35°. Damit genügt bereits eine Fallhöhe von 0,5 m für die Nutzung. Nach aktuellem Stand der Technik sind momentan Fallhöhen bis 10 m möglich, theoretisch sogar bis 14 m. Bei einem Durchfluss von 0,05-5 m³/s werden Umdrehungszahlen zwischen 20 und 80 U/min mit einem Wirkungsgrad von 70-85% in elektrischen Strom umgewandelt. Die Schnecken können Leistungen von 1 kW bis 500 kW erbringen. Der robuste und geschiefbefreundliche Aufbau benötigt wenig Wartung, keine Regelung des Wasserzulaufs und nur ein Minimum an Technik. Fische können durch die zwei oder drei Schneckenflügel sicher vom Oberwasser ins Unterwasser gelangen, bei Konstruktionen mit Gegenschnecke im Mittelpunkt der Hauptschnecke bewältigen sie zudem auch den entgegengesetzten Weg.

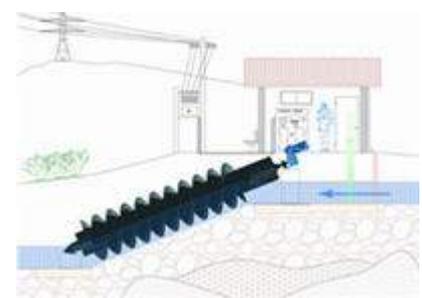


Abb. 4 Aufbau Wasserkraftschnecke

Diese sogenannte Drehrohr-Doppel-Wasserkraftschnecke steckt noch in der Forschungsphase, kann aber bereits Erfolge beim kurzfristigen Fischmonitoring verzeichnen. Der Wirkungsgrad ist aber erheblich niedriger als bei einer einfachen Wasserkraftschnecke. Die Anlage hat eine schnelle Amortisationszeit und eine lange Lebensdauer. Bei einer kompakten Bauweise mit Gehäuse kann das Schneckenrohr auch bepflanzt und damit unauffällig in die Natur eingegliedert werden. Die Anwendungsgebiete beschränken sich nicht nur auf Flusswasserkraft, auch Abwasser- und Kläranlagennutzungen sind möglich.

d. Turbinen

Turbinen wurden entwickelt, um verschiedenste Wasserströme und Fallhöhen effizient in elektrische Energie umzuwandeln. Eingesetzt werden sie vor allem in Großkraftwerken, doch auch in Kleinwasserkraftanlagen können kleinere Turbinen zur Anwendung kommen. Prinzipiell müssen bei allen Turbinenarten Fischaufstiegsanlagen bereitgestellt werden. Zwar ist der Fischabstieg durch die Turbinen möglich, aber die Schädigungen der Passierenden überwiegen. Rechenanlagen mit geringen Zwischenraumabständen sind zwingend erforderlich.

Turbinen unterscheiden sich in der Art der Druckverhältnisse zwischen Ober- und Unterwasser, der Ausrichtung der Welle, der Wasserzuführung und der Regelungsart. Weitere Parameter sind die Drehzahl, Verwendungszweck, Betriebsart, Durchfluss und Fallhöhe.

Bei der Gleichdruckturbine ist das Laufrad druckfrei und nicht vollständig umströmt. Die Überdruckturbine hat ein vollständig umströmtes Laufrad, bewirkt einen Druckabfall innerhalb des Rades und benötigt ein Saugrohr am Auslass ins Unterwasser, um den Druckabfall wieder rückzugewinnen zu können.

Die Welle kann horizontal oder vertikal im Wasser liegen, einige Bauformen decken auch beide Ausrichtungen ab. Kaplan- und Propellerturbinen werden zudem auch gegen die Horizontale geneigt.

Die Zuführung des Wassers erfolgt über Einlaufspiralen aus Beton, Stahlbetonkonstruktionen oder Schächte. Freistrahlturbinen werden über radial ausgerichtete Düsen bewegt. Kompakte Generator-Turbinen-Einheiten werden vom Triebwasser umströmt, können damit auch bei Hochwasser sicher betrieben werden.

Turbinen werden entweder einfach oder doppelt geregelt. Verändert wird dabei die Stellung der Schaufeln oder die Öffnung der Düse, die die Wassermenge bestimmt. Bei einfacher Regelung wird das Leitrad, das Laufrad oder die Düse (Pelton) gesteuert. Bei der doppelten Regelung erfolgt die Steuerung über die Leit- und Laufradschaufelstellung oder die Düsen- und Strahlableiterregelung (Pelton).

Die Drehzahl hat Auswirkungen auf die Schluckfähigkeit der Turbine. Je höher die Drehzahl desto höher die Schluckfähigkeit. Dementsprechend werden Turbinen auch als Langsam-, Normal- oder Schnellläufer unterschieden.

In Pumpspeicherkraftwerken werden zusätzlich zu Turbinen auch Pumpen eingesetzt. Bei diesem Verwendungszweck können Turbinen (hauptsächlich Francis) als Pumpen

dienen, zusätzlich Pumpen oder Isogyre-Pumpturbinen vorhanden sein. Da Pumpspeicherkraftwerke im Kleinwasserkraftbereich keinen Sinn machen, wird darauf nicht weiter eingegangen.

Beim Einsatz von Turbinen müssen die Wasserläufe meist mit baulichen Anlagen ausgestattet werden. Verschiedene Bauformen können eingesetzt werden:

Schachtkraftwerk (Laufwasserkraftwerk)

Das Schachtkraftwerk ist direkt in das Wehr integriert. Dabei strömt das Wasser über einen horizontalen Rechen und die darunter befindliche Turbine. Ein Verschluss am Oberwasser kann als Überlauf für den Abstieg der Fische dienen. Geöffnet wird der Rechen von Geschiebe und Rechengut gereinigt. Über einen Krümmer und Saugschlauch unterhalb der Turbine wird das Triebwasser wieder in das Unterwasser geleitet. Voraussetzung dieser Bauart ist ein rapider Höhenwechsel zwischen Ober- und Unterwasser. Einsetzbar sind vor allem kleine Turbinen mit einem überströmbaren Generator. Dafür ist das gesamte Bauwerk unter Wasser, sodass keine störenden Eindrücke im Flusslauf entstehen und die Anlage hochwassersicher ist. Da kein Maschinenhaus benötigt wird, ist der Zugang zur Turbine und anderen Anlagenteilen erschwert. Bei einer weiteren Flussbreite kann zusätzlich eine Rampe zum Fischeaufstieg in Modulbauweise angegliedert werden.

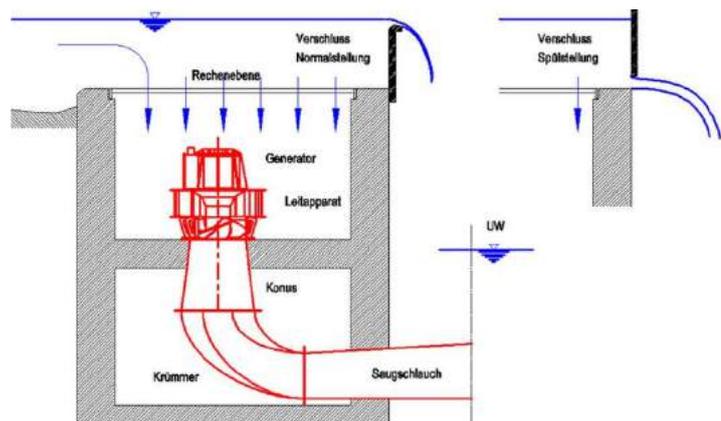


Abb. 5 Schema Schachtkraftwerk

Rohrleitungskraftwerk (Speicher- und Laufkraftwerk)

Das Flusswasser wird meistens durch eine Wehranlage aufgestaut, eine Restwassermenge abgezweigt und im Flussbett belassen. Die verbleibende Wassermenge wird über ein Rohrsystem zu einem Maschinenhaus weiter unterhalb der Wehranlage geleitet. Durch die gerichtete Wasserführung mit teils kleiner werdenden Rohrquerschnitten, erhöht sich die Fließgeschwindigkeit und damit die abzugebende Energie. Im Maschinenhaus trifft das Wasser auf eine Turbine und verlässt es über einen Saugschlauch im Unterwasser. Bei dieser Bauart muss eine weite Strecke mit einem möglichst steilen Gefälle zur Verfügung stehen, dabei können die Rohrleitungen ober- und unterirdisch verlegt werden.

Überblick einiger Turbinen-Formen [9]:

Francis, Klappenlaufrad-Turbine

Die Francis-Turbine ist eine Überdruckturbine. Das Wasser wird über ein Spiralgehäuse dem feststehenden Leitrad und den beweglichen Leitschaufeln des Laufrads zugeführt, der Abfluss wird über ein Saugrohr abgeleitet. Ohne Spiralgehäuse spricht man von einer Schachtturbine. Sie kann sowohl eine horizontale als auch eine vertikale Wellenlage haben. Die Francis-Turbine ist bei gleichmäßigen Wassermengen bis 900 m³/s und mittleren Fallhöhen zwischen 1,5 und 700 m geeignet. Sie wird bei Laufwasser- und Speicherkraftwerken eingesetzt, dient dabei auch als Pumpe und kann Maschinen-Wirkungsgrade bis über 90% erzielen.

Eine Weiterentwicklung der Francis-Turbine, die Brümmer Klappenlaufrad-Turbine, hat den gleichen Aufbau wie der Vorgänger. Der besondere Einbau, die Turbinenoberkante und Oberwasserspiegel auf gleicher Höhe, ermöglicht einen geschiebefreundlichen Betrieb. Das Laufrad hat die gleiche Geschwindigkeit wie das fließende Wasser, die Drehzahl bleibt bei veränderter Laufklappenstellung immer gleich, weshalb kleine Fallhöhen mit 1-10 m und Wassermengen von 1-20 m³/s für einen Maschinen-Wirkungsgrad von 94% ausreichen. Die Klappenlaufrad-Turbine erzielt auch bei Hochwasser mit Rückstau gute Wirkungsgrade und kann bei schwankenden Durchflusswerten eingesetzt werden. Eine Fischaufstiegsanlage ist zwingend erforderlich.

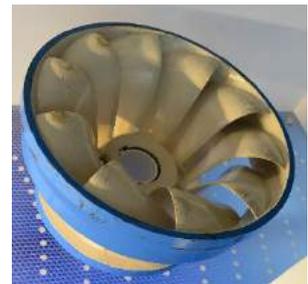


Abb. 6 Francis-Laufrad, aufgenommen im Deutschen Museum München

Kaplan, DIVE-, VLH- Turbine

Die Kaplan-Turbine ist eine Überdruckturbine. Ihre Form ist einem Schiffspropeller nachempfunden, mit dem Unterschied, dass die Flügel der Turbine im Neigungswinkel verstellt werden können. Sie kann vertikal und horizontal verwendet werden, solange der Wasserdurchfluss parallel zur Welle verläuft. Reguliert werden bei der Kaplan-Turbine das Laufrad und das Leitwerk, bei der Urform, dem Propeller, kann nur das Leitwerk geregelt werden. Bei Fallhöhen von 1-80 m und schwankenden Wassermengen zwischen 0,2 und 40 m³/s kann ein Wirkungsgrad von 80-95% auch im Teillastbereich erreicht werden. Der Propeller überträgt die Drehzahl über die Welle direkt an den Drehstromgenerator, der außerhalb des Wassers im Maschinenhaus angebracht ist.



Abb. 7 Kaplanpropeller, aufgenommen an der HS Kempten

Die Kaplan-Turbine kann in weiteren wasserbaulichen Formen genutzt werden. Im Fall von niedrigen Fallhöhen bis 25 m, kann der Einsatz einer Kaplan-Rohrturbine die Effizienz steigern. Generator und Turbinenrad werden parallel von Wasser umströmt. Durch die geringen Umlenkverluste wird das Schluckvermögen erhöht und der Vollastwirkungsgrad vergrößert sich. Dabei kann vor allem die Anlage kleiner und unkomplizierter gebaut werden.

Für Fallhöhen von 1-10 Metern und Durchflüssen von 4-25 m³/s eignet sich eher eine bewegliche Wasserkraftanlage. Dabei wird eine Kaplan-Rohrturbine mit einem Stahlkasten als Gehäuse schwenkbar gelagert, die Turbinen-Generator-Einheit mit einem Rundrechen abgeschirmt und eine komplette Umströmung zum Geschiebetransport und Erhöhung des Wirkungsgrads durch Ejektorwirkung genutzt.

Eine weitere kompakte Bauweise zeigt die DIVE-Turbine, eine Turbinen-Generator-Einheit mit Propeller-Laufrad. Dabei ist der Generator zusammen mit der Turbine unter der Wasseroberfläche. Sie eignet sich besonders für den Einsatz an bestehenden Wehren oder als Ersatz von alten Francis- bzw. Kaplan-Turbinen bei Anlagen mit geringen Fallhöhen (mindestens 2 bis 25 m) und Durchflusswerten von 1,5-20 m³/s. Auch als Restwasserturbine und bei hochwassergefährdeten Standorten finden die Einheit Anwendung.

Eine Besonderheit der Kaplan-Turbine ist die Möglichkeit, die Turbinenachse schräg gegen das Wasser zu stellen. Bei der VLH-Turbine (very low head) kann damit ein größerer Querschnitt des Wasserlaufs genutzt werden. Durch den größeren Leitrad-durchmesser sinkt die Drehzahl und ein fischschonender Abstieg ist möglich. Einsetzbar ist sie bei Fallhöhen von 1,4 bis 3,2 m und Durchflüssen von 8-30 m³/s. Der Generator wird platzsparend mit einem Frequenzumrichter im Inneren des Leitrads installiert und ein Rechen schützt die Turbine vor größerem Treibgut.

Pelton/Freistrahlturbine

Die Pelton-Turbine ist eine Gleichdruckturbine. Ihre becherförmigen Schaufeln fangen die Energie der Wasserstrahlen aus den Düsen auf und leiten das Wasser in die entgegengesetzte Richtung um. Dadurch wird die kinetische Energie besser ausgenutzt. Die Düsen sind tangential auf die Becher ausgerichtet und regeln die Wassermenge über eine Düsennadel. Das Wasser kann mit einer Geschwindigkeit bis zu 200 m/s auf die Turbine auftreffen. Die Freistrahlturbine wird bei großen Fallhöhen (20-2000 m) und geringen Durchflüssen (0,02-15 m³/s) eingesetzt.



Abb. 8 Pelton-Laufrad, aufgenommen an Triebwerksanlage Oberthalhofen

Durchström-Turbine

Die Durchström-Turbine oder Ossberger-Turbine ist eine Gleichdruckturbine. Sie ist oberhalb des Unterwasserspiegels angeordnet und wird, wie der Name sagt, vom Wasser durchströmt. Der Durchfluss verhindert die Verunreinigung durch Blätter und andere Anhaftungen. Die Turbine ähnelt einem breiten unterschlächtigen Wasserrad, hat ebenfalls gekrümmte Schaufeln und ist zur Mitte geöffnet. Eine Welle ist der Länge nach in zwei bis drei Kammern aufgeteilt, die vom Leitapparat horizontal oder vertikal befüllt werden können. Damit können stark schwankende Wassermengen höhere Energiewerte an die Turbine im Teillastbereich abgeben. Fallhöhen ab 2,50 Meter und Wasserströme von 0,04-13 m³/s lassen sich flexibel in Leistungen von 15 bis 3000 kW umwandeln. Diese einfach und günstige Anlage wird vor allem in Entwicklungsländern genutzt, da sowohl der Aufbau wie auch die Wartung von Laien ausführbar ist.

Zusammenstellung Fallhöhen und Durchflussmengen:

Technologie	Fallhöhe (m)		Durchfluss (m ³ /s)	
	min	max	min	max
Wasserrad oberschlächtig	2,0	10,0	0,10	2,50
Wasserrad mittelschlächtig	1,0	3,0	0,50	5,00
Wasserrad unterschlächtig	0,5	2,5	0,10	3,00
Lamellenturbine	0,5	10,0	0,50	10,00
Steffturbine	3,0	5,0	0,20	0,50
Wasserkraftschnecke	0,5	10,0	0,05	5,00
Francisturbine	1,5	700,0	0,20	900,00
Klappenlaufradturbine	1,0	10,0	1,00	20,00
Kaplanturbine	1,0	80,0	0,20	40,00
DIVE Turbine	2,0	25,0	1,50	20,00
VLH Turbine	1,4	3,2	8,00	30,00
Pelton-turbine	20,0	2000	0,02	15,00
Durchströmturbine	2,0	200	0,04	13,00

Tabelle 2 Zusammenstellung Technologien

Die Tabelle 2 fasst nochmal die wichtigsten Auswahlkriterien Fallhöhen und Durchfluss der Technologien zusammen.

Diese Auswahl zeigt die wahrscheinlichsten Technologien, die im Landkreis Lindau und der Gemeinde Oberstaufen für die Energiegewinnung aus Kleinwasserkraftanlagen in Frage kommen könnten oder bereits Strom erbringen.

e. Strömungswandler/Fließwasserturbinen

Eine neuere Art der Turbinentechnik ist die der Fließwasserturbinen. Turbinen stehen frei auf dem Gewässerboden oder schwimmen mit einem Schwimmkörper an der Wasseroberfläche, benötigen aber keine Wehre oder Mauern. Sie nutzen die Fließbewegung des Wassers um eine Schnecke oder einen Rotor in Bewegung zu versetzen und Strom daraus zu gewinnen. Diese Anlagen erreichen nur wenig Leistung, können aber gut als sogenannte Insellösungen betrieben werden. Diese Insellösungen speisen die elektrische Energie nicht ins Verteilernetz ein, sondern werden als kleine Dauererzeuger genutzt. Vorteil der Turbinen ist die unkomplizierte Positionierung, die auch mehrere Anlagen hintereinander zulässt.

Ein Vorreiter dieser Technologie ist die bayrische Firma Smart Hydro Power. Die „Smart Turbines“ können sowohl im Wasser stehend als auch schwimmend Energie umwandeln. Gesichert werden die Anlagen über Seile, die Rotoren werden durch einen vorgebauten Rechen geschützt. Einsetzbar sind diese Turbinen in Flüssen und Kanälen mit hohem Wasserstand (Mindestwasserhöhe 1,1 m (stehend) und 2,0 m (schwimmend)). Die Geschwindigkeit des Wassers muss mindestens 1,0 m/s betragen, für einen optimalen Betrieb sind 2,4 m/s notwendig [11].



Abbildung 9 Smart Turbines, aufgenommen im Deutschen Museum München

Die Fließwasserturbine der Firma EmoWa wird im Wasser stehend über eine kegelförmige Schnecke angetrieben. Die Wasserhöhe sollte den Kegel (Durchmesser etwa 0,5-3 Meter) und das Standgestell weitestgehend bedecken. Dabei muss die Fließgeschwindigkeit des Wassers mindestens 2,5 m/s betragen [12].

Free steam energy converter

Die kleinsten Anlagen sind Prototypen – die aufgrund der ähnlichen Strömungsmechanik – kleine Windkraftanlagen zum Vorbild haben. Die free steam energy converter sind Anlagen mit Rotoren, die wie Darius-, Savonius- oder einem anderen Rotorflügel-Prinzip aufgebaut sind. Es gibt sie schwimmend und auf dem Grund stehend, angetrieben werden sie von einer Mindestfließgeschwindigkeit von 1 m/s. Bei diesen Prototypen beläuft sich der Wirkungsgrad auf etwa 40%.

Die Fließwasserturbinen und free steam energy converter sind aufgrund ihrer Größe in einem Gebiet mit kleinen Bächen nicht einsetzbar.

iii. Fischaufstiegsanlagen

Fischaufstiegsanlagen (kurz FAA) sind künstliche Wege für Fische und Kleinstlebewesen um Querbauwerke zu überqueren. Sie können sowohl direkt neben der Wasserkraftanlage angesiedelt sein oder in einem größeren Abstand um die KWKA herumführen.

Hierfür wurden verschiedene Techniken entwickelt, damit die Flussorganismen und Fische den Weg flussauf- wie auch flussabwärts unbeschadet überstehen. Diese Anlagen, umgangssprachlich Fischtreppe, müssen vor Ort an die Standorte angepasst werden. Beim Bau wird hauptsächlich die Aufstiegsfunktion beachtet, der Abstieg wird oft über die Kraftwerksanlage oder zufällig durch die FAA in Kauf genommen. Einfluss auf die Auslegung haben die Fließgeschwindigkeit und Wassermenge des Gewässers, die zu überwindende Fallhöhe, die Art der Fischpopulation und der Platzbedarf der Anlage. Die vielfältigen Fischarten eines Gewässerlaufs bestimmen sowohl die maximale Fließgeschwindigkeit in der FAA als auch teilweise die Innengröße des Aufstiegs. Kleine Fische können nur bei geringen Wassergeschwindigkeiten gegen die Fließrichtung schwimmen, große Fische brauchen dafür in den Becken der FAA mehr Platz. Dennoch muss die Fließgeschwindigkeit der Anlage hoch genug sein, um eine gute Lockströmung am unteren Eingang zu erzielen. Durch diese Lockströmung sollen die Tiere den Eingang des Aufstiegs im Unterwasser leichter finden und sich nicht am Turbinenauslauf orientieren. Da eine Fischtreppe gebraucht wird, wenn eine gewisse Fallhöhe zu überwinden ist, spielt diese in der Planung eine wichtige Rolle. Große Fallhöhen müssen mit langen Rampen ausgeglichen werden, da sonst die Stufen für die Fische zu hoch wären. Auch die Geschwindigkeit des Wassers ist bei steileren Rampen höher. Damit nehmen die Anlagen bei Wasserkraftnutzung einen großen Platzbedarf ein, der bei kleinen Gewässern oft umgangen werden muss. Technische Möglichkeiten zeigt das Praxishandbuch „Fischaufstiegsanlagen in Bayern“ vom Landesfischereiverband e.V. und dem Bayrischen Landesamt für Umwelt.

a. Fischtreppe (Schlitzpass) [13]

Die allgemein als Fischtreppe bekannte Bauart nennt sich Schlitzpass und wird hauptsächlich bei größeren Flusskraftwerken genutzt. Dazu wird ein betonierter, meist gerader Kanal mit Trennwänden in mehrere Becken unterteilt. Die Becken werden mit Gestein gefüllt, damit eine durchgängige raue Sole entsteht, die die Wassergeschwindigkeit in Bodennähe klein hält. Die Treppe führt neben dem Maschinenhaus vorbei und hat einen Einstieg seitlich des Triebwasserauslasses. Sie hat den Nachteil, dass die Fallhöhenüberwindung mittels des Schlitzpasses den



Abb. 10 Schlitzpass

Die Treppe führt neben dem Maschinenhaus vorbei und hat einen Einstieg seitlich des Triebwasserauslasses. Sie hat den Nachteil, dass die Fallhöhenüberwindung mittels des Schlitzpasses den

Eindruck von verbautem Gewässer vor allem bei mehreren Treppenwindungen verstärkt.

b. Raugerinne-Beckenpass [13]

Der Raugerinne-Beckenpass ist die natürlichere Alternative zum Schlitzpass. Zwischen betonierten oder steinigen Wasserrinnen unterteilen Steinriegel die Strecke in einzelne Becken. Als Übergänge dienen die Schlitze und Lücken zwischen den Riegelblöcken. Damit kein hydraulischer Kurzschluss entsteht, werden die Lücken versetzt angeordnet. Die technische Auslegung bei Raugerinne-Beckenpässen ist aufgrund der Sicherheitsabstände der Versetzungen wesentlich komplizierter als bei Schlitzpässen, allerdings lassen sich so größere Höhenunterschiede pro Becken bewältigt werden als bei der vollbetonierten Variante.

c. Steffstep [10]

Steffstep ist ein Schlitzpasssystem in Modulbauweise. So kann ein Schlitzpass flexibel an die Umgebungssituation angepasst werden, größere Fallhöhen überwinden und nimmt dabei weniger Platz ein. Damit liefert die Schweizer Firma Walter Reist Holding AG eine ebenfalls schnell aufbaubare Fischtreppe zu ihrer Steffturbine.



Abb. 11 Steffstep

d. Tümpelpass [13]

Der Tümpelpass ist ein natürlich aufgebauter Beckenpass. Der Höhenunterschied wird durch höhenversetzte Becken langsam ausgeglichen, Steinriegel formen schmalere Schwellen zur Abgrenzung der Becken. Die Schwellen können überströmbar oder mit Schlitzen als Wanderhilfe dienen, der tiefste Punkt der Becken, direkt unter der Schwelle, bietet für größere Fische Platz zum Schwung holen. Diese FAA fügen sich wie ein kleiner Bachzulauf ins Landschaftsbild ein.



Abb. 12 FAA Oberthalhofen

e. Umgehungsbach [13]

Umgehungs bäche werden dann eingesetzt, wenn mehrere Querbauwerke einen Gewässerabschnitt versperren und eine ökologische Durchgängigkeit nicht mehr gewährleistet werden kann. Eine Umgehung schafft in dieser Situation gleichzeitig die Durchgängigkeit und Laichplätze mit neuem Fließgewässerlebensraum für Fische und Mikroorganismen. Zur Beruhigung der Wassergeschwindigkeit muss oft eine weite Umgehungsstrecke in Kauf genommen werden.

f. Fischaufstiegsschnecke [14]

Die Fischaufstiegsschnecke von Hydro-Connect GmbH ist eine motorbetriebene archimedische Schnecke, die Wasser und die darin lebenden Organismen über die Drehbewegung die Steigung nach oben transportiert. Wie die Wasserkraftschnecke bietet auch die Fischaufstiegsschnecke den Fischen eine verletzungsfreie Wanderhilfe. Zwar nimmt diese Anlage nur wenig Platz und Wartung in Anspruch, braucht aber eine Stromversorgung für den Antriebsmotor.

g. Fischaufzug [15]

Als innovative Lösung um höhere Querbauwerke auch gegen die Fließrichtung platzsparend durchgängig zu machen, gilt die neue Technologie des Fischaufzugs. Diese FAA funktioniert nach dem Prinzip einer Schiffschleuse. Ein Zylinder wird mit Wasser gefüllt, durch den Wasserdruck wird ein weiterer, schwimmender Zylinder und mit diesem die Fische am Wehr nach oben befördert. Oben können sie den Lift verlassen und weiter flussaufwärts schwimmen. Zum Abstieg wird das Wasser wieder aus dem Zylinder in ein Nebenbecken abgegeben um durch die Strömung ankommende Fische nicht zu verwirren. Eine spezielle Lockströmungsvorrichtung zeigt den Einstieg im Unterwasser an, der Vorgang des Aufzugs wird periodisch ausgeführt. Die Konstruktion der Firma Baumann Hydrotec (Wangen) und Hydro-Energie Roth (Karlsruhe) „Hydro-Fischlift“ wurde seit 2011 entwickelt und getestet. Sie konnten bereits den „Deutschen Innovationspreis für Klima und Umwelt 2015“ gewinnen und waren nominiert für den „European Business Award for the environment 2016/2017“. Die Anlage wurde von dem Karlsruher Institut für Technologie eingehend getestet und für funktionsfähig erklärt. Spezielle Zu- und Ablaufbauten garantieren die Auffindbarkeit für die Fische. Momentan werden Lifte mit 2,5 m und 2,95 m Durchmesser gebaut. Dabei fassen die kleineren Bauten etwa 150 l (je nach Fallhöhe) und nehmen einen Energieaufwand von unter 100 W/h zur Schieberregelung in Anspruch. Ansonsten wird die Anlage rein mit Wasserkraft betrieben.

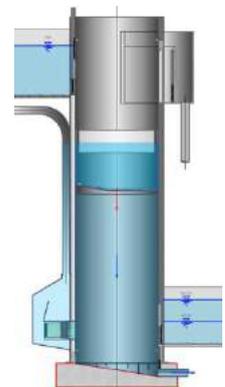


Abb. 13 Fischlift

III. Auswertung der Standorte

i. Erfassung

Im zweiten Teil werden die Standorte erfasst und ausgewertet. Dabei wird analog zur Studie „Untersuchung der Wasserkraftnutzung an den Fließgewässern in der Region Neckar-Alb“, herausgegeben im April 2011 vom Regionalverband Neckar-Alb, vorgegangen.

Die Erfassung erfolgt nach Gewässer sortiert, von der Quelle zur Mündung und mit allen betroffenen Nebenflüssen. Da die Liste der ehemals genutzten Standorte vom Wasserwirtschaftsamt [2] nur mit Ortsnamen, Gewässernamen und grober Bezeichnung, aber ohne konkrete Adresse zur Verfügung stand, wurden die Gemeinden kontaktiert, um bei der Identifizierung und Auffindung der Standorte zu helfen. Aufgrund vieler Unstimmigkeiten, Namensänderungen und Ähnlichem blieben einige der Stellen unauffindbar. Diese Orte, die auch den Gemeinden unbekannt sind, wurden an die wahrscheinlichste Stelle der Reihenfolge gesetzt. Doppelt genannte Standorte wurden auf eine Erwähnung reduziert. Anwohner und Heimathistoriker gaben teilweise detaillierte Antworten über Vorhandensein von Technik oder wasserbaulichen Teilen. Auf die Beachtung des Denkmalschutzes wurde überwiegend verzichtet. Als potenziell reaktivierbar gelten Standorte, an denen vorhandene Teile einer Anlage oder Wehre durch geringe Maßnahmen zur Nutzung ausgebaut werden können. Zur besseren Darstellung wurden die Standorte der Reihe nach nummeriert, die Ergebnisse tabellarisch festgehalten sowie zur Lokalisierung in einer Karte markiert. Die Tabelle und die Karte werden vor der Stellungnahme zu den einzelnen Standorten eingefügt.

ii. Erfassungsbogen [16]

Für jeden Standort wird ein Erfassungsbogen ausgefüllt. Anhand der Eintragungen kann die potenzielle Nutzung bewertet werden. Im Folgenden werden Erklärungen zu den einzelnen Punkten, wie auch teilweise deren Informationsquellen, gegeben. Bei Berechnungen ist immer zu beachten, dass geschätzte Werte die Ergebnisse beeinflussen. An den potenziellen Standorten sind für eine genauere Werteermittlung professionelle Gutachten und Messungen notwendig. Die Erfassung sollte auch eine Bewertung des Bebauungszustandes des Gewässers liefern. Die sogenannte Gewässerstrukturklasse, eingeteilt in Werte von 1 bis 7, gibt einen Überblick der Natürlichkeit des Bachlaufs. Diese Klassifizierung wird vom Wasserwirtschaftsamt abschnittsweise ermittelt. Werte der Gewässerstrukturklassen konnten während der Erstellung dieser Arbeit nur für Gewässer I. und II. Ordnung über das bayerische Landesamt für Umwelt in Erfahrung gebracht werden. Da es sich bei den untersuchten Gewässern fast ausschließlich um kleine Gebirgsbäche, also Gewässer III. Ordnung handelt, wurde auf

die Einteilungen verzichtet, wenn nötig kennzeichnet eine Bemerkung den Bebauungszustand. Es ist nicht ausgeschlossen, dass die Gewässerstrukturklassen für kleinere Gewässer auf dem Internetportal „Umwelt Atlas“ des Landesamts für Umwelt veröffentlicht werden, sobald diese fertig aufgebaut ist.

Standortnummer

Diese Nummer dient zur Kennzeichnung auf der Karte.

Standortname, Stadt/Gemeinde

Die Standortnamen sind oft (ehem.) Name und (ehem.) Nutzungsangabe zugleich; die Angabe Stadt wird zusätzlich als Oberbegriff für Ortschaften und Weiler gesehen.

Gewässername

Der Gewässername ist eine weitere Eingrenzung, um auch Standorte an Nebenflüssen zu lokalisieren.

Wasserwege

Die Westallgäuer Wasserwege sind ein Netz von 31 verschiedenen Wanderwegen im Landkreis Lindau, gesucht werden auch wasserkraftnutzende und historische Standorte, die für die Öffentlichkeit interessant sein können. Diese Angabe prüft die vorhandenen Einträge und mögliche neue Einträge. Standorte, die neu aufgenommen werden können, werden mit der zugehörigen Tournummer gekennzeichnet.

GPS-Koordinaten

Die Dezimalkoordinaten in Grad zeigen den Standort, meist das Maschinenhaus, genau an, Koordinatenumgebung wird wie auf den von Google unterstützten Seiten gewählt

Betreiber/Besitzer

Es wird unterschieden in private und öffentliche Besitzer oder Betreiber. Aus Datenschutzgründen dürfen nur bei öffentlichen Wasserkraftwerken die Namen genannt werden, ausgenommen sind Namen, die in der Standortbezeichnung beinhaltet sind.

Fallhöhe [m]

Die Fallhöhe wird über verschiedene Methoden ermittelt: bei bestehenden Anlagen wird die „mittlere Fallhöhe“ von den Betreibern an das WWA [17] übermittelt, bei bekannten ehemaligen Anlagen wird die Ausbaufallhöhe notiert, bei den restlichen Standorten wird von Hand gemessen oder über www.gpso.de/maps ein grober Höhenunterschied aus zwei Punkten berechnet. Die Punkte liegen auf dem möglichen (ehemaligen) Anlagenstandort und dem höchsten Punkt der Zulaufstrecke, es gibt keine Garantie, dass diese Fallhöhen auch voll ausgenutzt werden können.

MQ [l/s]

Die mittlere Wassermenge wird bei bestehenden Anlagen als „mittlerer Zufluss“ aus Betreiberwerten des WWA [17] beschrieben, bei ehemaligen Anlagen wird der bekannte Ausbauzufluss notiert. Die Berechnung der restlichen Werte erfolgt über die

grob geschätzte Einzugsfläche A_n und die mittlere Abflussspende m_q , also der mittleren Jahreswerte der Pegel [18/19] MQ_d pro Gesamteinzugsgebiet A_{ges} .

$$MQ = A_n \cdot m_q = A_n \cdot MQ_d / A_{ges}$$

Normalerweise wird das MQ in m^3/s angegeben, da die Werte so gering sind, wird auf die Einheit l/s , ein Faktor von 1000, übergegangen. Beim Umrechnen der gegebenen Werte des WWA kommt es deswegen teilweise zu Rundungsfehlern.

MNQ [l/s]

Die mittlere Niedrigwassermenge wird im Grunde berechnet wie MQ, über die grob geschätzte Einzugsfläche und die mittlere Niedrigwasserspende. Da vom WWA keine Werte diesbezüglich für die aktiven Anlagen bekannt sind, werden die vorliegenden MQ-Werte durch die Abflussspende geteilt und der Wert der geschätzten Einzugsfläche dann mit der Niedrigwasserspende multipliziert um eine grobe Abschätzung der Niedrigwassermenge abgeben zu können.

Nutzbares MQ [l/s]

Das Nutzbares MQ ist die mittlere Wassermenge nach Abzug des Mindestwasserabflusses. Die Mindestwasserabflussmenge muss allerdings laut VollzBekWK Artikel 4.1.3 für jeden Standort individuell bestimmt werden. Als Richtwert gilt der Ansatz aus dem Restwasserleitfaden von 1999, der aber nicht uneingeschränkt angewendet werden kann. Dabei werden Mindestwassermengen von $\frac{1}{2}$ MQ bei Einzugsgebieten unter 100 km^2 gefordert, über 100 km^2 sind es $\frac{1}{3}$ MQ. Würde dieser Ansatz beachtet, wäre nur ein Minimalteil der Anlagen überhaupt denkbar. Da viele Anlagen durch die Fischfreundlichkeit technisch gesehen keine Restwassermenge benötigen, wird diese weitestgehend außer Acht gelassen. Die Werte bestehender Anlagen wurden vom WWA [17] übermittelt.

Theoretische Leistung [20]

Berechnung der Theoretischen Leistung: $P = MQ \cdot h \cdot \text{Leistungsfaktor}$ Kraftwerksanlage
Der Leistungsfaktor wird mit dem Wirkungsgrad $70\% \approx 7,0 \text{ kW}$ als Überschlagswert angenommen.

Wasserrecht

Für eine Anlage wird eine Genehmigung der Wassernutzung durch das zuständige Landratsamt benötigt. Die Angaben bezüglich des vorhandenen Wasserrechts wurde vom WWA [17] gegeben.

Sondergebiete

Beim Bau einer Anlage sind auch umliegende Gebiete betroffen. Bei der Planung müssen bereits schützenswerte Gebiete bekannt sein. Rechtlich höher bewertet wird der Schutz der Gebiete, geringe Eingriffe für Wasserkraftnutzung sind genehmigungsfähig. Mögliche Bezeichnungen [21]:

FFH-Gebiet (Flora-Fauna-Habitat-Gebiet)

Naturschutzgebiet
 Landschaftsschutzgebiet
 Naturdenkmal
 Nach § 30 Bundesnaturschutzgesetz schützenswert
 Nach § 32 Biotop gem. Bundesnaturschutzgesetz schützenswert
 Wasserschutzgebiet

Gewässerstrukturklasse (wegen mangelnder Informationen entfernt)

Bewertung des Verbauungszustands des Gewässers von 1-7

Standorttyp

Der Standorttyp enthält Aussagen über das Aussehen des Gewässerabschnittes

Verbautes Gewässer	Uferbefestigung, Wehr, Absturz
Kleingewässer	natürlicher Flusslauf ohne Verbauung
Kleinanlage	Bestand einer Anlage
Gewässer mit künstlichem oder natürlichen Wasserfall als Naturschönheit	

Zustand der Anlage

Für eine Bewertung der Anlage muss das Vorhandensein einzelner Teile und deren Zustand bewertet werden. Dabei decken Wasserbauliche Anlagenteile alle Bauten ab, die das Wasser der Anlage zu- bzw. abführen. Dazu zählen Ausleitungen, Wehre, Rachen, Schütze oder Rinnen. Die Technischen Anlagenteile beinhalten sowohl den Kraftwandler (Turbine oder Wasserrad), als auch Generator, Getriebe und Steuerung.

Bewertung der Anlage

Die Bewertung der potenziellen Anlage erfolgt durch die Bewertungsstufen:

Anlage in Betrieb
 Anlage revitalisierbar
 Potenzial für Neuanlage
 Derzeit nicht geeignet

Bemerkung

Hier werden die bekannten Hintergrundinformationen kurz wiedergegeben.

iii. Die Gewässer

Bei den Gewässern im Landkreis Lindau handelt es sich größtenteils um Gewässer der III. Ordnung und Wildbäche. Das heißt, es sind kleinere Gewässer und Bäche, für die im Normalfall die Gemeinden und Grundeigentümer verantwortlich sind. Alle Bäche liegen ganz oder teilweise im Zuständigkeitsbereich des Wasserwirtschaftsamt Kempen. Sie werden – Ausnahme ist die Konstanzer Ach, die auf Donau-Gebiet fließt – dem Flussgebiet Rhein zugeordnet. Die wasserwirtschaftlichen Daten für die mittlere Wassermenge und die mittlere Niedrigwassermenge werden über Durchschnittswerte

der Pegelmessungen im Umkreis der Standorte berechnet. Die Pegel wurden gemessen an der

- Oberreitnauer Ach in Aeschach (1987-2014) [18]
- Weißbach in Oberstaußen (1931-2012) [18]
- Rotach in Thal (A) (1961-1998) [19]
- Konstanzer Ach in Thalkirchdorf (1956-2012) [18]
- Untere Argen in Seltmans (1951-2012) [18]
- Obere Argen in Zwirkenberg (1936-2012) [18]

Es wird mit den Jahresdurchschnittswerten der angegebenen Jahre gerechnet, die Pegelraten (außer Rotach) sind auf der Seite www.gkd.bayern.de/fluesse/abfluss/karten einsehbar. Die Werte für die Leiblach wurden aus „Flüsse und Seen im Regierungsbezirk Schwaben – Wasserbeschaffenheit und Gewässergüte“ (Regierung von Schwaben 2003) entnommen. Das Aufkommen der Fische gibt Anhaltspunkte über die Größe der KWKA bzw. der FAA [22]. Das Verhältnis der Mengen an Niedrigwasser zu Hochwasser zeigt bei hohen Werten die Wahrscheinlichkeit von Schädigungen bei Hochwasser.

a. Nonnenbach

Der Nonnenbach ist ein Zufluss des Bodensees mit einer Gesamtlänge von fast 17 km und Mündung im baden-württembergischen Kressbronn. Aufgrund fehlender Pegelmesswerte kann keine Gewässerauswertung erfolgen. Die angegebenen Werte sind bekannte Daten aus der bestehenden Anlage. Der Nonnenbach ist im Bereich Lindau in einem guten ökologischen Zustand, das heißt, der Bachlauf ist natürlich gehalten und kaum verbaut, die Durchgängigkeit ist gegeben [17].



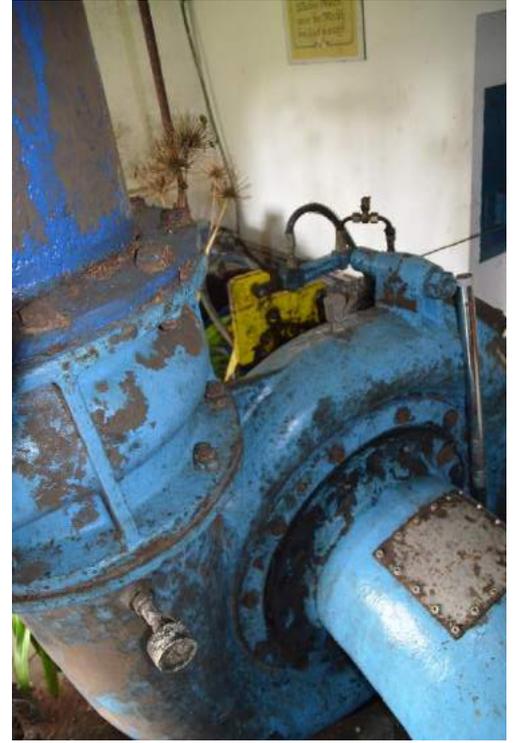
Abb. 14 Nonnenbach

Standortnummer	1		2	
Standortname	Hörbolzmühle		Martinsmühle	
Stadt/Gemeinde	Hörbolzmühle/Lindau		Bechtersweiler/Lindau	
Gewässername	Degerseeabfluss		Nonnenbach	
Wasserwege				
GPS-Koordinaten	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad
	47.604900	9.660843	47.598458	9.652485
Betreiber/Besitzer	privat		privat	
Fallhöhe [m]	2		5,8	
MQ [l/s]	500		280	
MNQ [l/s]			60	
Nutzbares MQ [l/s]			50	
Theoretische Leistung [kW]	6		11	
Wasserrecht			ja	
Sondergebiete	keine		keine	
Standorttyp	Kleingewässer		Kleinanlage	
Zustand der Anlage	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?
wasserbauliche Anlagenteile			ja	gut
Technische Anlagenteile	ja	defekt	ja	defekt
Bewertung der Anlage	derzeit nicht geeignet		reaktivierbar	
Bemerkung	Gewässer wurde umgeleitet, Turbine stillgelegt, Werte: frühere Ausbauwerte		Francis Turbine Bj. 1937, 1992 renoviert, momentan technisches Problem	

Tabelle 3 Auswertung Nonnenbach

Die Martinsmühle Bechtersweiler wurde inzwischen zu einem Landhotel umgebaut. Die alte Wasserkraftanlage, bestehend aus einer Francisturbine, konnte aufgrund von Schwingungsübertragung und Geräuschpegel nur tagsüber eingesetzt werden, wenn keine Gäste am Hof waren. Die Ausleitung und Rechenanlage sind in einem guten Zustand, bei der Turbine gibt es technische Probleme, weswegen die Anlage im Moment still steht. Wasserkraftnutzung ist bei den Besitzern der Martinsmühle erwünscht, sodass eine neue Anlage gebaut werden soll. Technisch einsetzbar wären Wasserkraftschnecke, Durchström- und Peltonturbine, um auch bei Niedrigwasser noch Energie liefern zu können. Für das vorhandene Maschinenhaus wäre die Peltonturbine größentechnisch passend. Bei der Wasserkraftschnecke und der Durchströmturbine müsste der Turbinenauslass versetzt werden, um die Größe auszugleichen. Bei den Umbaumaßnahmen kann durch schwingungsdämpfende Materialien am Übergang zum Gebäude dem Schwingungsproblem entgegengewirkt werden. Eine Fischaufstiegsanlage in Form eines Tümpelpasses könnte die Durchgängigkeit an der Ausleitung verbessern.

Die Martinsmühle ist gut geeignet für eine Reaktivierung.



Bilder im Uhrzeigersinn: Landhotel Martinsmühle mit Wasserkraftwerk im holzverkleideten Anbau, Francis-Turbine von Sulzer-Escher Wyss (Baujahr 1937), Wehr mit Übergang zur Umgehungsstecke (nicht durchgängig), Rechen am Kraftwerkeintritt, Absperrung des Turbineneintritts

b. Eschbach

Der Eschbach mündet in Wasserburg in den Bodensee. Für das Gewässer III. Ordnung kann auf Grund fehlender Werte ebenfalls keine Berechnung erfolgen.

Standortnummer	3		4		5	
Standortname	Angerer		Schneidsäge		Bichelmühle	
Stadt/Gemeinde	Bodolz		Bettnau/Bodolz		Wasserburg	
Gewässername	Bodolzer Bach		Eschbach		Bichelweiherabfluss	
Wasserwege						
GPS-Koordinaten	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad
			47.571968	9.650304	47.565815	9.654298
Betreiber/Besitzer						
Fallhöhe [m]						
MQ [l/s]						
MNQ [l/s]						
Nutzbares MQ [l/s]						
Theoretische Leistung [kW]						
Wasserrecht						
Sondergebiete					Naturschutzgebiet	
Standorttyp			Kleingewässer		Kleingewässer	
Zustand der Anlage	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?
wasserbauliche Anlagenteile						
Technische Anlagenteile						
Bewertung der Anlage			derzeit nicht geeignet		derzeit nicht geeignet	
Bemerkung	nicht bekannt, somit nicht auffindbar		Mühlenweiher trockengelegt, Wehr offengelassen, verfallen		ehem. Münzpräge, Ausbau der Anlage	

Tabelle 4 Auswertung Eschbach



Abb. 15 Eschbach

Derzeit gibt es am Eschbach keine Nutzungsmöglichkeit.

c. Oberreitnauer Ach

Die Oberreitnauer Ach durchfließt das Stadtgebiet von Lindau, ist größtenteils ein Gewässer der III. Ordnung, entwickelt sich aber im Mündungsbereich zum Bodensee, etwa ab der Ludwig-Kick-Straße, zu einem Gewässer der II. Ordnung. Durch die Bäche schwimmen im natürlichen Bestand Bachforellen, Mühlkoppe und Strömer. Kleine Bestände an Äsche, Regenbogenforelle und Bachsaibling sind durch Einsetzen vorhanden. Das Gewässer ist in einem guten ökologischen Zustand [17]. Der Pegel Aeschach zeigt einen Jahresdurchschnitt von $MQ=0,73 \text{ m}^3/\text{s}$ und $MNQ=0,09 \text{ m}^3/\text{s}$ in den Messjahren 1987-2014 auf einem Einzugsgebiet von $29,70 \text{ km}^2$ an. Bei einem mittleren Hochwasserwert von $MHQ=16,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ist das Verhältnis Niedrigwasser zu Hochwasser $MNQ/MHQ=1:183$ (hohe Schädigungsgefahr bei Hochwasser).

Standortnummer	6		7	
Standortname	Schwätzenmühle		Sägemühle Strodel	
Stadt/Gemeinde	Schwätzen/Weißenberg		Oberreitnau/Lindau	
Gewässername	Riedfurtbach		Oberreitnauer Ach	
Wasserwege				
GPS-Koordinaten	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad
	47.604313	9.733621	47.594762	9.685770
Betreiber/Besitzer	privat		privat	
Fallhöhe [m]	9		5,5	
MQ [l/s]	180		220	
MNQ [l/s]	20		50	
Nutzbare MQ [l/s]	170		220	
Theoretische Leistung [kW]	19		18	
Wasserrecht	ja		ja	
Sondergebiete			FFH	
Standorttyp	Kleinanlage		Kleinanlage	
Zustand der Anlage	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?
wasserbauliche Anlagenteile	ja	gut	ja	gut
Technische Anlagenteile	ja	gut	ja	gut
Bewertung der Anlage	in Betrieb		in Betrieb	
Bemerkung	Speicherkraftwerk, auch Königssäge genannt		Laufkraftwerk	

Tabelle 5 Auswertung Oberreitnauer Ach 1

Standortnummer	8		9		10		11	
Standortname	Goldschmiedsmühle		Achrainmühle		Ölmühle		Gitzenweiler Hof	
Stadt/Gemeinde	Oberreitnau/Lindau		Achrain/Lindau		Achrain/Lindau		Oberreitnau/Lindau	
Gewässername	Oberreitnauer Ach		Oberreitnauer Ach		Zufluss Oberreitnauer Ach		Wolfsbach	
Wasserwege								
GPS-Koordinaten	Breitengrad 47.584049	Längengrad 9.686562	Breitengrad 47.575840	Längengrad 9.687412	Breitengrad 47.573872	Längengrad 9.685984	Breitengrad 47.583815	Längengrad 9.703522
Betreiber/Besitzer								
Fallhöhe [m]	3		4,22		10		1	
MQ [l/s]	263,75		150		3,5		6,25	
MNQ [l/s]	55,25				0,4		0,75	
Nutzbares MQ [l/s]								
Theoretische Leistung [kW]	5		3		0,25		0,04	
Wasserrecht								
Sondergebiete	Naturschutzgebiet, FFH		FFH		FFH			
Standorttyp	Kleingewässer		Kleingewässer				Kleingewässer	
Zustand der Anlage	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?
wasserbauliche Anlagenteile							nein	
Technische Anlagenteile							nein	
Bewertung der Anlage	derzeit nicht geeignet		derzeit nicht geeignet		derzeit nicht geeignet		derzeit nicht geeignet	
Bemerkung	Ferienhaus		Ferienhaus, frühere Ausbauten		Gebäude abgerissen, Haustafel noch vorhanden			

Tabelle 6 Auswertung Oberreitnauer Ach 2

Standortnummer	12		13		14		15	
Standortname	Sägtobelweiher		Grübel		Oberspaltmühle		Klostermühle	
Stadt/Gemeinde	Heimesreutin/Lindau		Heimesreutin/Lindau		Aeschach/Lindau		Aeschach/Lindau	
Gewässername	Wolfsbach		Wolfsbach		Oberreitnauer Ach		Klostermühlbach	
Wasserwege								
GPS-Koordinaten	Breitengrad 47.573246	Längengrad 9.695465	Breitengrad 47.570561	Längengrad 9.692127	Breitengrad 47.5965697	Längengrad 9.695327	Breitengrad 47.565237	Längengrad 9.698037
Betreiber/Besitzer	privat		privat					
Fallhöhe [m]	6		2		4,3		4	
MQ [l/s]	18,75		22,25		300		150	
MNQ [l/s]	2,25		2,65					
Nutzbares MQ [l/s]								
Theoretische Leistung [kW]	0,8		0,3		7		2	
Wasserrecht			ja					
Sondergebiete					FFH			
Standorttyp	Verbautes Gewässer		Kleinanlage		Kleingewässer		Kleingewässer	
Zustand der Anlage	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?
wasserbauliche Anlagenteile	ja	gut	ja	gut			nein	
Technische Anlagenteile	nein		ja	mäßig			nein	
Bewertung der Anlage	Neuanlage		reaktivierbar		derzeit nicht geeignet		derzeit nicht geeignet	
Bemerkung			Unterschlächtiges Wasserrad, Instandsetzung nötig		nicht vorhanden, frühere Ausbauwerte		frühere Ausbauwerte	

Tabelle 7 Auswertung Oberreitnauer Ach 3

Standortnummer	16	17	18	19
Standortname	Pfannenfabrik	(Untere) Spitalmühle	Botzenmühle	Brackmühle
Stadt/Gemeinde	Aeschach/Lindau	Aeschach/Lindau	Weißensberg	Oberreitun/Lindau
Gewässername	Oberreitnauer Ach	Oberreitnauer Ach	Motzacher Tobelbach	Motzacher Tobelbach
Wasserwege				
GPS-Koordinaten	Breitengrad Längengrad 47.562079 9.697106	Breitengrad Längengrad	Breitengrad Längengrad	Breitengrad Längengrad
Betreiber/Besitzer	privat		privat	47.564678 9.713368
Fallhöhe [m]		4	4	0,5
MQ [l/s]		150	34,4	53,2
MNQ [l/s]			4,1	2,3
Nutzbares MQ [l/s]				
Theoretische Leistung [kW]		4	1	0,2
Wasserrecht				
Sondergebiete		FFH		
Standorttyp	Kleinanlage			
Zustand der Anlage	vorhanden?	vorhanden?	vorhanden?	vorhanden?
wasserbauliche Anlagenteile	ja		ja	ja
Technische Anlagenteile	ja		ja	nein
Bewertung der Anlage	derzeit nicht geeignet		reaktivierbar	derzeit nicht geeignet
Bemerkung	Ausleitung wurde stillgelegt durch Umbau WWA, Anlage funktionstüchtig	nicht vorhanden, Standort bei Pfannenfabrik oder Stadium, frühere Ausbauwerte	Stabilisierung der Welle und Wände, neues Wasserrad, Motor wird als Generator genutzt	Mögliche Überreste der Brackmühle, Standort nicht bestätigt, Wehrteile vorhanden

Tabelle 8 Auswertung Oberreitnauer Ach 4



Abb. 16 Oberreitnauer Ach

An der Oberreitnauer Ach haben früher viele Mühlen gestanden. Die Schwätzenmühle bzw. Königssäge und das Sägewerk Stodel sind bis heute als Sägen mit Wasserkraft in Betrieb. Das Gebäude der Schwätzenmühle wird als Kulturstätte für Veranstaltungen genutzt.

Viele weitere Mühlen wurden zu Ferienhäusern und Pensionen umgebaut. So auch das unterhalb des Sägtobelweiher gelegene Ferienhaus Grübel. Ein Nebengebäude

des vorhandenen Gebäudes wurde als Produktionsstätte für verschiedene Waren genutzt. In ihrer Zeit als Textilfabrik wurden Kordeln und Schnürsenkel mit wasserkraftbetriebenen Maschinen hergestellt, später wurden verschiedenste Käämme aus Horn, in Krisenzeiten auch aus Holz, gefertigt. Ein ehemaliges Musterbuch für Kordeln sowie eine Schachtel voll Käämme verwahrt der Hausherr heute noch. Die Maschinen wurden verkauft, doch die Ausleitung mit Wasserrad und Generator ist noch vorhanden. Durch geringe Reparatur- und Erneuerungsarbeiten könnte die Anlage wieder Strom erzeugen. Die Restwasserstecke wurde vom Eigentümer renaturiert, doch die Genehmigung wurde nach Erfüllung aller gesetzten Auflagen nicht erteilt. Nach jahrelangen Streitigkeiten und teuren Verfahren hat der Eigentümer aufgegeben, das Wasserrecht für seine Anlage zu erhalten. Sein Nachfolger möchte weiterhin versuchen, die Genehmigung zu erlangen. Zusätzlich zu dem bestehenden Wasserrad soll auch ein Wasserrecht für eine Neuanlage am Sägtobelweiher erworben werden. Ein Absturz hinter dem betonierten Auslass eignet sich für den Betrieb einer Wasserkraftschnecke. Eine Fischaufstiegsanlage würde in diesem Gelände einen unverhältnismäßigen Aufwand bedeuten, sodass eine FAA laut WRRL nicht notwendig ist.



Links: Absturz Sägtobelweiher, rechts: Umgehungsstecke und Wasserrad Gröbel

Eine weitere Anlage zur Reaktivierung stellt die Pfannenfabrik in Lindau dar. Die Ausleitung und die technischen Anlagenteile wurden stillgelegt. Durch eine Renaturierungsmaßnahme mittels einer rauen Rampe an der Oberreitnauer Ach am Auslass zur Ausleitung wurde die Anlage aufgrund der hohen Restwassermenge stillgelegt. Durch geringe Änderungen in der Durchführung der Renaturierung hätte der Wasserbedarf für die raue Rampe verringert und damit der weitere Betrieb der Wasserkraftanlage

ermöglicht werden können. Die Ausleitungsstecke hätte zudem die Vorteile einer zusätzlichen Hochwassersicherung und Erhalt von Insektenlebensräumen vereint. (Keine Angaben, da sich Besitzer leider nicht zurückgemeldet hat)

Die Botzenmühle oder Weißensberger Mühle wurde vor langer Zeit abgerissen. Einzig das Gebäude der Säge ist noch verhältnismäßig gut erhalten. Bis die Antriebswelle in jüngster Vergangenheit brach, wurde die alte Gattersäge noch durch einen Elektromotor angetrieben. Vom ehemaligen Wasserrad sind noch Gerinne, Welle und Übersetzung vorhanden, die Holzteile sind morsch, aber durch eine Restauration durchaus zu erneuern. Die Ausleitung, bestehend aus erdverlegten Rohren, die kurz vor dem Wasserrad in das Gerinne mündet, müsste ebenfalls ausgebessert und abgedichtet werden. Die Holzbalken des Sägehaus wurden immer wieder ausgewechselt und stabilisiert, doch müsste die Wand zum Wasserrad für die Wucht der Radbewegungen verstärkt oder erneuert werden. Eine Reaktivierung dieser Anlage ist möglich, aber kostenintensiv. Jedoch sind diese Maßnahmen wünschenswert, um das Kulturgut der Wasserkraftnutzung durch Wasserräder und den Betrieb alter Sägen zu erhalten.



Von links: Zuleitung zum ehemaligen Wasserradstandort, Zahnräder im unteren Teil der Säge, Gattersäge

An der Oberreitnauer Ach gibt es damit zwei bestehende Anlagen, sowie drei reaktivierbare und einen Standort für eine mögliche Neuanlage.

d. Leiblach

Die Leiblach (oft auch Laiblach) ist ein 33 km langes Gewässer III. Ordnung und Wildbach. Sie entspringt bei Riedhirsch-Heimenkirch, verläuft teilweise als Grenzfluss zu Österreich und mündet bei Unterhochsteg, Österreich, 300 Meter unterhalb der Quelle in den Bodensee. Der größte Nebenfluss ist der Rickenbach, der vor der Mündung ebenfalls als Grenzfluss dient. Der Fischbestand weist Bachforellen, Mühlkoppe und Strömer auf, weiterhin kommen auch Äschen, Regenbogenforelle und Bachsaibling vor. Wasseramseln und Flusskrebse zeigen einen guten chemischen Zustand des Wassers, allerdings ist der ökologische Zustand nur mäßig, was vermutlich an mehreren nicht durchgängigen Querbauwerken liegt [17]. Der Pegel an der Mündung der Leiblach zeigt einen Jahresdurchschnitt von $MQ=3,3 \text{ m}^3/\text{s}$ und $MNQ=0,45 \text{ m}^3/\text{s}$ auf einem Einzugsgebiet von 105 km^2 an. Bei einem mittleren Hochwasserwert von $MHQ=72 \text{ m}^3/\text{s}$ ist das Verhältnis $MNQ/MHQ=1:160$.

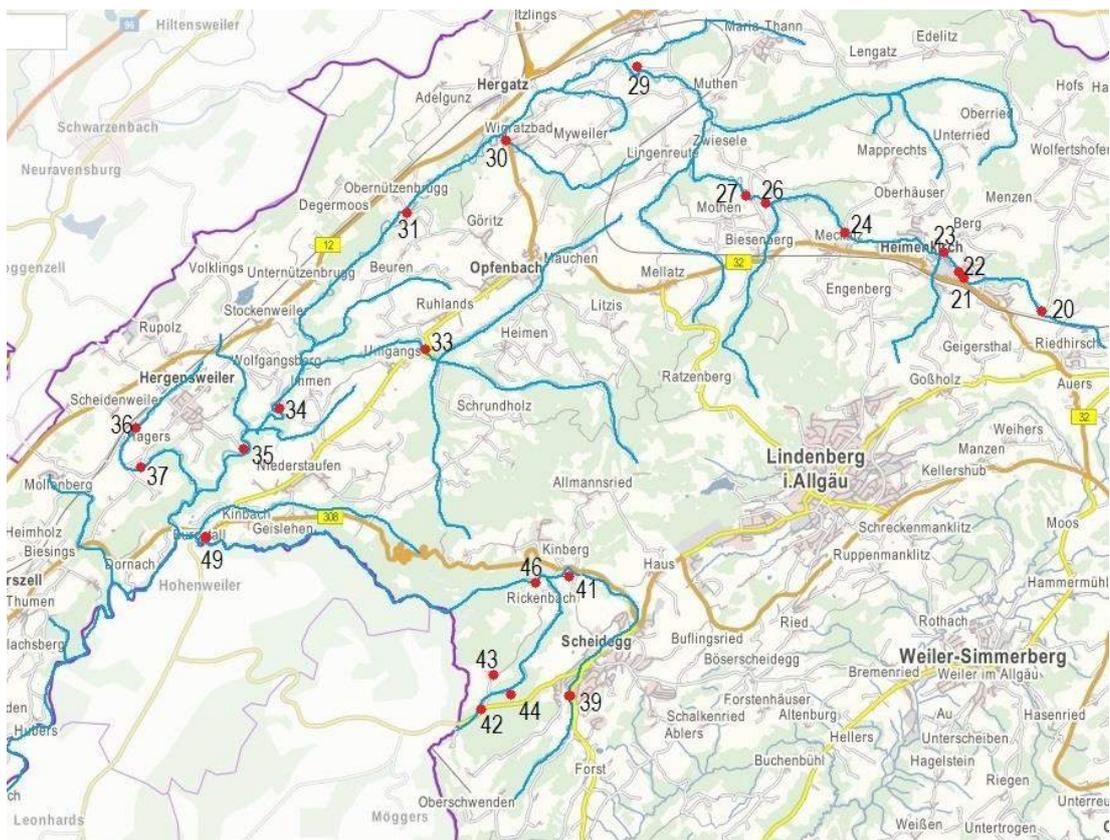


Abb. 17 Leiblach

Standortnummer	20	21	22	23
Standortname	Hammerschmiede	Katzenmühle	Ölmühle	Großenmühle-Säge
Stadt/Gemeinde	Riedhirsch/Heimenkirch	Heimenkirch	Heimenkirch	Heimenkirch
Gewässername	Leiblach	Leiblach	Leiblach	Leiblach
Wasserwege	ja	ja	ja	ja
GPS-Koordinaten	Breitengrad Längengrad 47.623551 9.924649	Breitengrad Längengrad 47.627575 9.910762	Breitengrad Längengrad 47.628733 9.909599	Breitengrad Längengrad 47.631600 9.904400
Betreiber/Besitzer	privat			
Fallhöhe [m]	2,5	5	3	0,5
MQ [l/s]	5,89	60,7	62,8	98,1
MNQ [l/s]	0,8	8,3	8,6	13,4
Nutzbares MQ [l/s]				
Theoretische Leistung [kW]	0,1	2,1	1,3	0,3
Wasserrecht				
Sondergebiete				
Standorttyp	Kleinanlage	Kleingewässer	Kleingewässer	Kleingewässer
Zustand der Anlage	vorhanden?	vorhanden?	vorhanden?	vorhanden?
wasserbauliche Anlagenteile	ja gut	nein	nein	nein
Technische Anlagenteile	ja gut	nein	nein	nein
Bewertung der Anlage	reaktivierbar	derzeit nicht geeignet	derzeit nicht geeignet	derzeit nicht geeignet
Bemerkung	Wasserrad möglich, alte Technik vorhanden	Rückbau der Anlage	Gebäude nicht mehr vorhanden	Rückbau der Anlage

Tabelle 9 Auswertung Leiblach 1

Standortnummer	24		25		26		27	
Standortname	Buhmühle		Gomm		Mothenmühle		Sägewerk Epple	
Stadt/Gemeinde	Meckatz/Heimenkirch		Mothen/Heimenkirch		Mothen/Heimenkirch		Zwiesele/Heimenkirch	
Gewässername	Leiblach		Kappenbach		Leiblach		Leiblach	
Wasserwege	ja				ja		ja	
GPS-Koordinaten	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad
	47.632013	9.891234	47.635805	9.874782	47.636745	9.873302	47.636745	9.873302
Betreiber/Besitzer	privat				privat		privat	
Fallhöhe [m]	4				4		3	
MQ [l/s]	113,8				223,7		225,7	
MNQ [l/s]	15,6				30,6		30,9	
Nutzbares MQ [l/s]								
Theoretische Leistung [kW]	3,2				6,3		4,7	
Wasserrecht								
Sondergebiete								
Standorttyp	Kleingewässer		Kleingewässer		Kleingewässer		natürliches Wehr	
Zustand der Anlage	vorhanden?		vorhanden?		vorhanden?		vorhanden?	
wasserbauliche Anlagenteile	nein				ja		ja	
Technische Anlagenteile	ja				ja		nein	
Bewertung der Anlage	reaktivierbar				reaktivierbar		reaktivierbar	
Bemerkung	Nutzung Wasserrad mit früheren Anlagenteilen, Zulauf aus Hangwasser		nichts vorhanden		prinzipiell nutzbar, durch Ausbaggerarbeiten Hochwasserschutz für Zwiesele		geplante Wasserkraftschnecke, 1-Jahres-Messung läuft seit Herbst 2016	

Tabelle 10 Auswertung Leiblach 2

Standortnummer	28		29		30		31	
Standortname	Hammerwerk		Reutenmühle		Sägmühle		Kleyenmühle	
Stadt/Gemeinde	Hämmerle/Heimenkirch		Wohmbrechts/Hergatz		Wigratsbad/Opfenbach		Beuren/Opfenbach	
Gewässername	Leiblach		Leiblach		Leiblach		Leiblach	
Wasserwege							ja	
GPS-Koordinaten	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad
Betreiber/Besitzer	47.651549	9.853293	47.642629	9.830709	47.633441	9.814469	47.633441	9.814469
Fallhöhe [m]	5		4				privat	
MQ [l/s]	382,6		476,4				11,8	
MNQ [l/s]	52,4		65,2				676	
Nutzbares MQ [l/s]							92,6	
Theoretische Leistung [kW]	13,4		13,3				500	
Wasserrecht							91,3	
Sondergebiete							ja	
Standorttyp	Kleingewässer						FFH	
Zustand der Anlage	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?
wasserbauliche Anlagenteile		nein					ja	gut
Technische Anlagenteile		nein					ja	gut
Bewertung der Anlage	derzeit nicht geeignet						in Betrieb	
Bemerkung	nichts vorhanden		Wasserlauf umgeleitet und renaturiert, keine direkte Nutzung möglich		Standort nicht bestätigt, keine Anzeichen von Wasserbauanlagen mehr		Laufwasserkraftanlage, Fischaufstiegsanlage	

Tabelle 11 Auswertung Leiblach 3

Standortnummer	32		33		34		35	
Standortname	Knochenstampfe		Bruggmühle		Immenmühle		Knochenmühle	
Stadt/Gemeinde	Beuren/Ofenbach		Ruhlands/Ofenbach		Niederstaufen/Sigmarszell		Hergensweiler	
Gewässername	Leiblach		Hagenbach		Leiblach		Leiblach	
Wasserwege			ja				mögliche Aufnahme T31	
GPS-Koordinaten	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad
	47.618103	9.817694	47.610382	9.794037	47.605376	9.788158		
Betreiber/Besitzer	privat						privat	
Fallhöhe [m]	8		8		14		10	
MQ [l/s]	80		80		552,2		562	
MNQ [l/s]	11		11		75,6		77	
Nutzbares MQ [l/s]	80		80					
Theoretische Leistung [kW]	10		10		54,1		39,3	
Wasserrecht	ja		ja					
Sondergebiete					FFH		FFH	
Standorttyp			Kleinanlage		Kleingewässer		Kleinanlage	
Zustand der Anlage	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?
wasserbauliche Anlagenteile	ja	gut	ja	gut	ja	schlecht	ja	defekt
Technische Anlagenteile	ja	gut	ja	gut	nein		ja	schlecht
Bewertung der Anlage	im Betrieb		im Betrieb		derzeit nicht geeignet		reaktivierbar	
Bemerkung	nicht bekannt		Denkmalschutz, nur für Eigenverbrauch im Betrieb, keine Einspeisung		direkte Nutzung ungünstig, da Flußlauf zu breit, Ausleitungsstrecke quer durch die Felder mangelhaft		frühere Ausleitung defekt, Wasserrad nur Show möglich, Wasserkraftschnecke direkt am Wehr möglich	

Tabelle 12 Auswertung Leiblach 4

Standortnummer	36		37		38		39	
Standortname	Lerchenmühle		Hagenmühle		Bichelsäge		Hammerweiher	
Stadt/Gemeinde	Mollenberg/Hergensweiler Mühlenbach		Hagers/Hergensweiler Hagersbach		Adelberg/Sigmarszell Siglbach		Scheidegg Scheibenbach	
Gewässername								
Wasserwege								
GPS-Koordinaten	Breitengrad 47.605471	Längengrad 9.766558	Breitengrad 47.603717	Längengrad 9.770756	Breitengrad 47.576828	Längengrad 9.845281		
Betreiber/Besitzer								
Fallhöhe [m]			5				3	
MQ [l/s]	0		39,3				22	
MNQ [l/s]	0		5,4				3	
Nutzbares MQ [l/s]								
Theoretische Leistung [kW]	0,0		1,4				0,5	
Wasserrecht								
Sondergebiete								
Standorttyp	Kleingewässer		Kleingewässer				Verbautes Gewässer	
Zustand der Anlage	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?
wasserbauliche Anlagenteile	nein		nein		nein		ja	gut
Technische Anlagenteile	nein		nein		nein		nein	
Bewertung der Anlage	derzeit nicht geeignet		derzeit nicht geeignet		derzeit nicht geeignet		Neuanlage	
Bemerkung	Mühlenweiher begradigt, Wasserlauf nicht mehr vorhanden		Gebäude vorhanden, keine Technik mehr		nichts vorhanden		Wehr unterhalb Hammerweiher, Wasserkraftschnecke oder Turbine?	

Tabelle 13 Auswertung Leiblach 5

Standortnummer	40		41		42		43	
	Bieslinger Säge	Gretenmühle	Schneidsäge	Rohrachschlucht	Bieslings/Scheidegg	Hasenreute/Scheidegg	Aitzenreute/Scheidegg	Rickenbach/Riedbach
Stadt/Gemeinde	Scheibenbach	Scheibenbach	Riedbach	Rickenbach				
Gewässername								
Wasserwege		ja						
GPS-Koordinaten	Breitengrad Längengrad	Breitengrad Längengrad	Breitengrad Längengrad	Breitengrad Längengrad	Breitengrad Längengrad	Breitengrad Längengrad	Breitengrad Längengrad	Breitengrad Längengrad
Betreiber/Besitzer								
Fallhöhe [m]		2	2					200
MQ [l/s]		87,6	121,7					200
MNQ [l/s]		12	16,7					
Nutzbares MQ [l/s]								
Theoretische Leistung [kW]		1,2	1,7					280,0
Wasserrecht								
Sondergebiete								Naturschutzgebiet
Standorttyp								
Zustand der Anlage	vorhanden?	vorhanden?	vorhanden?	vorhanden?	vorhanden?	vorhanden?	vorhanden?	Zustand?
wasserbauliche Anlagenteile		nein						
Technische Anlagenteile		ja	defekt					
Bewertung der Anlage		derzeit nicht geeignet	derzeit nicht geeignet					Neuanlage
Bemerkung	nicht bekannt	Zerstörung der Anlage bei Hochwasser	nichts vorhanden					Bohrung durch Gestein zwischen Rickenbach und Riedbach

Tabelle 14 Auswertung Leiblach 6

Standortnummer	44		45		46		47	
Standortname	Untere Säge		Rickenbacher Säge		Fürstenmühle		Hammerschmiede	
Stadt/Gemeinde	Hasenreute/Scheidegg		Scheidegg		Scheidegg		Scheidegg	
Gewässername	Riedbach		Rickenbach		Rickenbach		Riedbach	
Wasserwege								
GPS-Koordinaten	Breitengrad 47.577579	Längengrad 9.832882	Breitengrad 47.591390	Längengrad 9.840523	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad
Betreiber/Besitzer								
Fallhöhe [m]	2				10			
MQ [l/s]	125,6				164,9			
MNQ [l/s]	16,9				22,3			
Nutzbares MQ [l/s]								
Theoretische Leistung [kW]	1,8				11,5			
Wasserrecht								
Sondergebiete			Naturschutzgebiet, FFH		Naturschutzgebiet, FFH		Naturschutzgebiet, FFH	
Standorttyp	natürlicher Wasserfall		Kleingewässer		natürlicher Wasserfall			
Zustand der Anlage	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?
wasserbauliche Anlagenteile	ja	defekt			nein			
Technische Anlagenteile	nein				nein			
Bewertung der Anlage	derzeit nicht geeignet				derzeit nicht geeignet			
Bemerkung	Bruchstücke Ausleitung/Wehr, Grundmauerreste		abgebrannt		früher E-Werk Rickenbach, bei Scheidegger Wasser- fälle, abgebrochen		nicht bekannt	

Tabelle 15 Auswertung Leiblach 7

Standortnummer	48		49	
Standortname	Milz		Obermühle	
Stadt/Gemeinde	Scheidegg		Kinbach/Sigmarszell	
Gewässername	Riedbach		Rickenbach	
Wasserwege				
GPS-Koordinaten	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad
			47.594690	9.779986
Betreiber/Besitzer			privat	
Fallhöhe [m]			8,7	
MQ [l/s]			150	
MNQ [l/s]			20,9	
Nutzbares MQ [l/s]			150	
Theoretische Leistung [kW]			20	
Wasserrecht			ja	
Sondergebiete	Naturschutzgebiet, FFH			
Standorttyp			Kleinanlage	
Zustand der Anlage	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?
wasserbauliche Anlagenteile			ja	gut
Technische Anlagenteile			ja	gut
Bewertung der Anlage			im Betrieb	
Bemerkung	früher Sägewerk, heute nichts mehr bekannt		Laufkraftwerk	

Tabelle 16 Auswertung Leiblach 8

Kurz hinter der Quelle der Leiblach in Riedhirsch steht die alte Hammerschmiede. Das renovierte Gebäude versteckt noch die gut erhaltene Technik der früheren Schmiede [23]. Am hinteren Teil des Hauses ist der Wiedereinbau eines Wasserrades möglich.

Auch der Einsatz einer Schnecke ist theoretisch machbar, doch durch das Wasserrad bleibt mit der vorhandenen Technik ein Stück Geschichte des Landkreises erhalten.

Der Bachlauf teilt sich und umfließt das Gebäude auf beiden Seiten, damit wäre die Möglichkeit für einen Fischaufstieg vorhanden.



Hammerschmiede in Riedhirsch, Platz des ehemaligen Wasserrads

Von der Buhmühle (Buchmühle) steht heute nur noch ein kleiner Teil. Klar zu erkennen ist der frühere Zuleitungskanal hinter dem Haus und die Nabe des Wasserrads. Von der früheren Ausleitung ist nichts bekannt, doch plant der Eigentümer die Anzapfung des Hangwassers, um ein kleines Wasserrad, an der Stelle des alten, anzutreiben. Dabei könnten die vorhandenen Zahnräder eventuell genutzt werden.



Überreste des Wasserrads und der Zahnräder

Die Mothenmühle, einst Mahlmühle, Knochenstampfe und Sägewerk für Bauholz, besitzt ein Wehr oberhalb des Gebäudes und ein Maschinenhaus im unteren Teil des Grundstückes. Da das Maschinenhaus, bzw. die zwei Francis-Turbinen darin ohne wasserrechtliche Erlaubnis gebaut und betrieben wurden, steht die Anlage seit Jahren still. Das Wehr ist gut erhalten und würde sich generell für eine Reaktivierung durch eine Schnecke oder Steffturbine eignen. Der momentane Besitzer hat daran kein Interesse, plant aber einen Verkauf des Anwesens in den nächsten Jahren.



Wehr Mothenmühle

Das Sägewerk Epple in Zwiesele liegt unterhalb der Mothenmühle. Das natürliche Wehr wurde durch eine geringe Menge Beton begradigt. Die Eigentümer haben sich für den Einsatz einer Wasserkraftschnecke entschieden. Zur genauen Bestimmung der Leistungsfähigkeit dieser Anlage, wird seit Herbst 2016 eine tägliche Messung der Wassermenge für eine 1-Jahres-Messung durchgeführt. Als Sicherung vor Hochwasser könnte das Wehr der Mothenmühle dienen. Dazu könnte das Gebiet oberhalb des Mothenwehres ausgebaggert und zu einem See umgestaltet werden. Diese Maßnahme würde zudem den Lebensraum der dort lebenden Tiere verbessern. Der Auslass des Wehres würde reaktiviert und erweitert werden. Weitere Planungsschritte werden im Herbst nach der Auswertung der Messwerte eingeleitet.



Naturwehr Zwiesele

Die frühere Mahlmühle, Säge und Ziegelei Kleyenmühle erzeugt seit 1999 Strom aus Wasserkraft. Das Wasser wird über eine etwa 300 Meter lange unterirdische Rohrleitung zu einer Brümmer-Klappenradturbine geleitet, bevor es dann in die Leiblach zurückgeführt wird [23].



Einleitung und Rechenanlage Kleyenmühle

Die Bruggmühle in Ruhlands ist ein sehenswerter Veranstaltungsort. Die Wasserkraftanlage mit zwei Francis-Turbinen hat momentan einen Defekt an der Druckleitung, dieser soll aber behoben werden und die Anlage wird somit wieder funktionstüchtig sein. Der Strom wird nur für Eigenbedarf verwendet, eine Einspeisung wird nicht genutzt. Da der Eigenbedarf sehr gering ist, wird die Anlage nur selten betrieben. Die Säge mit zwei Gattersägen funktioniert nach dem ursprünglichen Prinzip, aber mit Strom aus dem Generator. Das Mühlengebäude wurde aufwendig instand gesetzt und bietet Platz für Veranstaltungen mit knapp 60 Gästen. Das Wohnhaus wurde modernisiert und im alten Stil eingerichtet. Der denkmalgeschützte Mühlenkomplex zeigt zahlreiche geschnitzte Verzierungen an Türen und Bildern, kunstvolle Holzarbeiten und Zweckentfremdungen (z.B. Holztrichter der Mahlmühle wurden zu Lampenschirmen).



Im Uhrzeigersinn: Gebäude Bruggmühle mit Säge, Turbinenanlage mit Riemenantrieb, Wehranlage, Balkensäge, Geschnitzte Tür

Die Knochenmühle ist eine ehemalige Mahlmühle, deren Gebäude allerdings nur noch im baufälligen Zustand steht. Gut zu erkennen sind die Überreste der früheren Anlage, ein Übersetzungszahnrad der Wasserradwelle und die Verbindung ins Innere des Gebäudes. Weitere Teile sind entweder defekt oder gar nicht vorhanden. Gut 100 Meter

flussaufwärts ist ein natürlicher Absturz mit angebautem Wehr. Die Ausleitung ist mangelhaft und das Wehr brüchig. Durch kleinere Maßnahmen könnte eine Wasserkraftschnecke oder Steffturbine direkt am Wehr betrieben werden. Ein Wasserrad wäre nur zu Showzwecken zu empfehlen.



Zahnrad mit Wellenverbindung in die baufällige Knochenmühle, gebautes und natürliches Wehr

Die Stufen am Auslass des Hammerweiher in Scheidegg bieten eine gute Basis für den Einsatz einer Steffturbine oder Wasserkraftschnecke. Durch die Bündelung des Wasserflusses in der Anlage könnten Fische ungefährdet die Höhenunterschiede nach unten überwinden. Das Gelände lässt einen Bau herkömmlicher FAA nur schwer zu, somit kann diese vernachlässigt werden. Da der Hammerweiher als Fischteich genutzt wird, ist generell eine gewisse Durchflussmenge vorhanden.



Stufen unterhalb Hammerweiher

Ein neuerschließbares Potenzial gäbe es zwischen der Rohrachschlucht und Aizenreute. Mit einer Fallhöhe von 200 Metern könnte eine Teilwassermenge des Rickenbachs, mittels Rohren in dem Berg, Turbinen antreiben. Größter Aufwand wäre dabei die Bohrung durch Gestein. Zu prüfen wäre, wie sich diese zusätzliche Wassermenge auf die Ökologie der Gewässer um Scheidegg auswirken würde.

Die Obermühle in Kinbach an der Grenze zu Österreich gehört zum Sägewerk. Das Laufwasserkraftwerk ist in Betrieb.

An der Leiblach gibt es drei bestehende Anlagen, fünf reaktivierbare und zwei Neuanlagen.

e. Argen

Die Obere Argen bildet mit der Unteren Argen auf bayrischem und baden-württembergischem Gebiet den drittgrößten Bodenseezufluss Argen. Die beiden Zuflüsse sind Gewässer III. Ordnung und in gutem ökologischen Zustand [17]. Die Fischfauna wird gebildet aus Bachforellen, Mühlkoppe, Äsche, Regenbogenforelle und Bachsaibling, sowie verschiedene Weißfische wie Hasel, Aitel und Strömer. Die Obere Argen fließt teils als Grenzfluss zwischen Bayern und Baden-Württemberg, ist bis zum Zusammenfluss mit der Unteren Argen etwa 50 km lang und weist einen Gesamthöhenunterschied von knapp 300 Metern auf. Die Untere Argen ist knapp 70 km lang und umfasst einen Höhenunterschied von 360 Metern.

Am Pegel Zwirckenberg wird für die Obere Argen eine mittlere Jahreswassermenge $MQ=3,83 \text{ m}^3/\text{s}$ und Niedrigwassermenge $MNQ=0,8 \text{ m}^3/\text{s}$ für den Messungszeitraum 1936-2012 auf ein Einzugsgebiet von 104 km^2 angezeigt. Mit einem mittleren Hochwasserwert von $MHQ=58,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ist das Verhältnis $MNQ/MHQ=1:73$.

Standortnummer	50		51		52		53	
	Säge		Schreinerei		Schmiede		Sennerei	
Standortname	Genhofen/Stiefenhofen		Genhofen/Stiefenhofen		Genhofen/Stiefenhofen		Muttten/Stiefenhofen	
Stadt/Gemeinde	Genhofer Bach		Genhofer Bach		Quellbach		Moritzgraben	
Gewässername	Genhofer Bach		Genhofer Bach		Quellbach		Moritzgraben	
Wasserwege	Genhofer Bach		Genhofer Bach		Quellbach		Moritzgraben	
GPS-Koordinaten	Breitengrad 47.574039	Längengrad 9.999474	Breitengrad 47.574326	Längengrad 10.001076	Breitengrad 47.575944	Längengrad 10.002195	Breitengrad 47.581874	Längengrad 10.037195
Betreiber/Besitzer								
Fallhöhe [m]	5		10					
MQ [l/s]	19,32		21,16					
MNQ [l/s]	2,31		4,43					
Nutzbares MQ [l/s]								
Theoretische Leistung [kW]	0,7		1,5					
Wasserrecht								
Sondergebiete								
Standorttyp	Kleingewässer		Kleingewässer					
Zustand der Anlage	vorhanden?		vorhanden?		vorhanden?		vorhanden?	
wasserbauliche Anlagenteile	Zustand?		Zustand?		Zustand?		Zustand?	
Technische Anlagenteile								
Bewertung der Anlage	reaktivierbar		reaktivierbar		derzeit nicht geeignet		derzeit nicht geeignet	
Bemerkung	Säge und Schreinerei zusammen, Gefälle min. 15 Meter		2kW Leistung bei Nutzung Gesamtfällhöhe beider Standorte		Kein Wasserlauf mehr		früher Antrieb für Milchtransportband, heute kein Wasserlauf mehr	

Tabelle 17 Auswertung Obere Argen 1

Standortnummer	54	55	56	57
Standortname	Weissenbachmühle	Triebwerksanlage	Hammerschmiede	Sägewerk
Stadt/Gemeinde	Oberstaufen	Oberthalhofen/Stiefenhofen	Stiefenhofen	Unterthalhofen/Stiefenhofen
Gewässername	Schwarzenbach/Weissenbach	Obere Argen	Mittelhofer Bach	Obere Argen
Wasserwege	ja	ja		ja
GPS-Koordinaten	Breitengrad Längengrad 47.582331 10.023253	Breitengrad Längengrad 47.593082 10.012187	Breitengrad Längengrad 47.592353 10.004598	Breitengrad Längengrad 47.601949 10.016610
Betreiber/Besitzer		privat		privat
Fallhöhe [m]	2	2,3	4	2,6
MQ [l/s]	124,2	600	24,84	585
MNQ [l/s]	25,99	125,5	5,2	122,4
Nutzbares MQ [l/s]		550		560
Theoretische Leistung [kW]	1,7	14	0,7	16
Wasserrecht		ja		ja
Sondergebiete				
Standorttyp	Kleingewässer	Kleinanlage	Kleingewässer	Kleinanlage
Zustand der Anlage	vorhanden?	vorhanden?	vorhanden?	vorhanden?
wasserbauliche Anlagenteile	Zustand?	Zustand?	Zustand?	Zustand?
Technische Anlagenteile	ja	ja	nein	ja
Bewertung der Anlage	ja	ja		ja
Bemerkung	derzeit nicht geeignet	im Betrieb	derzeit nicht geeignet	im Betrieb
	Mühle und Säge, Wasserrad erhalten, Aufarbeitung mit Scheibenfront am Wanderweg	Laufkraftwerk, Fischtreppe, früher Sägewerk	je nach früherer Nutzung eventuell Wasserrad möglich, Aktive Nutzung unrentabel	Laufkraftwerk, Fischtreppe

Tabelle 18 Auswertung Obere Argen 2

Standortnummer	58	59	60	61
Standortname	Wagner	Triebwerksanlage	Schüttenmühle	Textilwerk
Stadt/Gemeinde	Ebratshofen/Grünenbach	Schüttenobel/Grünenbach	Schüttenobel/Grünenbach	Schüttenobel/Grünenbach
Gewässername	Zufluss zur Argen	Obere Argen	Mühlobelbach	Obere Argen
Wasserwege				
GPS-Koordinaten	Breitengrad Längengrad	Breitengrad Längengrad	Breitengrad Längengrad	Breitengrad Längengrad
Betreiber/Besitzer	47.619296 10.047389	47.619296 10.047389	47.626362	10.043064
Fallhöhe [m]	privat	privat		
MQ [l/s]	6,9	6,9	4	4
MNQ [l/s]	810	810	980,2	980,2
Nutzbares MQ [l/s]	169,5	169,5	205,1	205,1
Theoretische Leistung [kW]	0,67	0,67		
Wasserrecht	66	66		27,4
Sondergebiete	ja	ja		
Standorttyp	FFH	FFH		Naturschutzgebiet, FFH
Zustand der Anlage		Kleinanlage		
wasserbauliche Anlagenteile	vorhanden?	vorhanden?	vorhanden?	vorhanden?
Technische Anlagenteile	Zustand?	Zustand?	Zustand?	Zustand?
Bewertung der Anlage	ja	ja	ja	ja
Bemerkung	ja	ja	ja	defekt
	im Betrieb	im Betrieb	derzeit nicht geeignet	derzeit nicht geeignet
	nicht bekannt	Laufkraftwerk, Fischtreppe	abgerissen 2010	löchriges Wehr

Tabelle 19 Auswertung Obere Argen 3

Standortnummer	62		63		64		65	
Standortname	E-Werk Eistobel		E-Werk Eistobel		ehem. E-Werk		E-Werk	
Stadt/Gemeinde	Schüttenobel/Grünenbach		Schüttenobel/Grünenbach		Riedholz/Maierhöfen		Riedholz/Maierhöfen	
Gewässername	Obere Argen		Motzgatrieder Bach		Zufluss Obere Argen		Riedholzer Bach	
Wasserwege							mögliche Aufnahme T19/20	
GPS-Koordinaten	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad
	47.629362	10.037422	47.629363	10.037423	47.638031	10.034527	47.642186	10.032847
Betreiber/Besitzer	privat		privat				privat	
Fallhöhe [m]	12,3		104		40		39,5	
MQ [l/s]	1090		10		36,8		33	
MNQ [l/s]	228,1		2,1		7,7		6,9	
Nutzbares MQ [l/s]	990		10				32	
Theoretische Leistung [kW]	195		20		10,3		15	
Wasserrecht	ja		ja				nein	
Sondergebiete	Naturschutzgebiet, FFH		Naturschutzgebiet, FFH		Naturschutzgebiet, FFH			
Standorttyp	Kleinanlage		Kleinanlage		Kleingewässer		Kleinanlage	
Zustand der Anlage	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?
wasserbauliche Anlagenteile	ja	gut	ja	gut	ja	defekt	ja	gut
Technische Anlagenteile	ja	gut	ja	gut	nein		ja	gut
Bewertung der Anlage	im Betrieb		im Betrieb		reaktivierbar		im Betrieb	
Bemerkung	Laufkraftwerk		Laufkraftwerk		Vorhandene Ausleitung reparaturbedürftig, Maschinenhaus vorhanden		Laufkraftwerk, Genehmigungsphase neues Wasserrecht	

Tabelle 20 Auswertung Obere Argen 4

Standortnummer	66	67	68	69
Standortname	Steigmühle	Sägmühle Vesper	Mühle	Mühle
Stadt/Gemeinde	Untersteig/Maierhöfen	Gestratz	Schönau/Grünenbach	Thalendorf/Gestratz
Gewässername	Steigbach	Obere Argen	Mühlenbach	Obere Argen
Wasserwege		ja		mögliche Aufnahme T16
GPS-Koordinaten	Breitengrad Längengrad 47.646749 10.027962	Breitengrad Längengrad 47.645123 9.993787	Breitengrad Längengrad 47.617391 9.996193	Breitengrad Längengrad 47.641093 9.989187
Betreiber/Besitzer		privat		
Fallhöhe [m]	7	4,7	10	8
MQ [l/s]	64,4	1600	55,2	94,76
MNQ [l/s]	13,5	334,8	11,9	19,8
Nutzbares MQ [l/s]		1,44		
Theoretische Leistung [kW]	3,2	90	3,9	5,3
Wasserrecht		ja		
Sondergebiete	FFH	FFH		FFH
Standorttyp	Kleingewässer	Kleinanlage	Kleingewässer	Kleingewässer
Zustand der Anlage	vorhanden? Zustand?	vorhanden? Zustand?	vorhanden? Zustand?	vorhanden? Zustand?
wasserbauliche Anlagenteile	nein	ja gut	nein	nein
Technische Anlagenteile	nein	ja gut	nein	nein
Bewertung der Anlage	derzeit nicht geeignet	im Betrieb	derzeit nicht geeignet	derzeit nicht geeignet
Bemerkung		Laufkraftwerk, Nebengebäude denkmalgeschützte, alte Säge mit Technik		

Tabelle 21 Auswertung Obere Argen 5

Standortnummer	70	71	72	73
Standortname	Kremler Säge/Mühle	Lerchenmühle/Rastmühle	Hammerschmiede	Tobelmühle
Stadt/Gemeinde	Oberreute	Weiler-Simmerberg	Eilhofen/Weiler-Simmerberg	Eilhofen/Weiler-Simmerberg
Gewässername	Kremler Bach/Mühlbach	Tobelbach	Tobelbach	Tobelbach
Wasserwege		ja	ja	ja
GPS-Koordinaten	Breitengrad Längengrad	Breitengrad Längengrad	Breitengrad Längengrad	Breitengrad Längengrad
Betreiber/Besitzer		47.584180 9.960907	47.592761 9.957706	47.596876 9.962597
Fallhöhe [m]		2	20	4
MQ [l/s]		242,9	272,3	310,1
MNQ [l/s]		50,8	57	64,9
Nutzbares MQ [l/s]				
Theoretische Leistung [kW]		3,4	38,1	8,7
Wasserrecht				
Sondergebiete		FFH	FFH	FFH
Standorttyp		Kleingewässer	natürlicher Wasserfall	Kleingewässer
Zustand der Anlage	vorhanden? Zustand?	vorhanden? Zustand?	vorhanden? Zustand?	vorhanden? Zustand?
wasserbauliche Anlagenteile		ja mäßig		
Technische Anlagenteile		nein		
Bewertung der Anlage		derzeit nicht geeignet	derzeit nicht geeignet	derzeit nicht geeignet
Bemerkung	nicht bekannt			

Tabelle 22 Auswertung Obere Argen 6

Standortnummer	74	75	76	77
Standortname	Säge	Sägewerk/Kistenfabrik	Mahlmühle	Schmittener Säge
Stadt/Gemeinde	Röthenbach	Röthenbach	Oberschmitzen/Röthenbach	Unterschmitzen/Gestratz
Gewässername	Tobelbach	Tobel-/Röthenbach	Röthenbach	Röthenbach
Wasserwege			mögliche Aufnahme T16	mögliche Aufnahme T16
GPS-Koordinaten	Breitengrad Längengrad 47.620494 9.976147	Breitengrad Längengrad	Breitengrad Längengrad 47.639077 9.973864	Breitengrad Längengrad 47.639371 9.978286
Betreiber/Besitzer				
Fallhöhe [m]	15		3	15
MQ [l/s]	380,9		515,2	522,1
MNQ [l/s]	79,7		107,8	109,2
Nutzbares MQ [l/s]				
Theoretische Leistung [kW]	40,0		10,8	54,8
Wasserrecht				
Sondergebiete	FFH			
Standorttyp	Kleingewässer		Kleingewässer	Kleingewässer
Zustand der Anlage	vorhanden? Zustand?	vorhanden? Zustand?	vorhanden? Zustand?	vorhanden? Zustand?
wasserbauliche Anlagenteile	nein			
Technische Anlagenteile	nein			
Bewertung der Anlage	derzeit nicht geeignet		derzeit nicht geeignet	derzeit nicht geeignet
Bemerkung	Gebäude abgerissen, Gewässer durch Treppen beruhigt	nicht bekannt, vermutlich Säge, auch Untere Mühle genannt	Wasserrad? Zufluss sehr viel geringer Denkmalschutz	nicht bestätigt, Vermutung

Tabelle 23 Auswertung Obere Argen 7

Standortnummer	78		79		80		81	
	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad
Standortname	E-Werk Grod		Ölmühle		Staudachmühle		Buhmann	
Stadt/Gemeinde	Grod/Hergatz		Staudach/Hergatz		Staudach/Hergatz		Handwerks/Hergatz	
Gewässername	Obere Argen		Obere Argen		Obere Argen		Handwerksbächlein	
Wasserwege								
GPS-Koordinaten	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad
Betreiber/Besitzer					47.671433	9.880233		
Fallhöhe [m]					privat			
MQ [l/s]					4,45			
MNQ [l/s]					3420			
Nutzbares MQ [l/s]					715,6			
Theoretische Leistung [kW]					3,12			
Wasserrecht					162			
Sondergebiete					nein			
Standorttyp					FFH			
Zustand der Anlage	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?	Kleinanlage			
wasserbauliche Anlagenteile					vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?
Technische Anlagenteile					ja	gut		
Bewertung der Anlage					ja	gut		
Bemerkung	nicht bekannt		nicht bekannt, vermutlich Staudachmühle		im Betrieb			
					Laufkraftwerk, Fisch- treppe, Genehmigungs- verfahren für neues Wasserrecht, vermutlich früher auch Ölmühle			
					nicht bekannt			
					nicht bekannt			

Tabelle 24 Auswertung Obere Argen 8

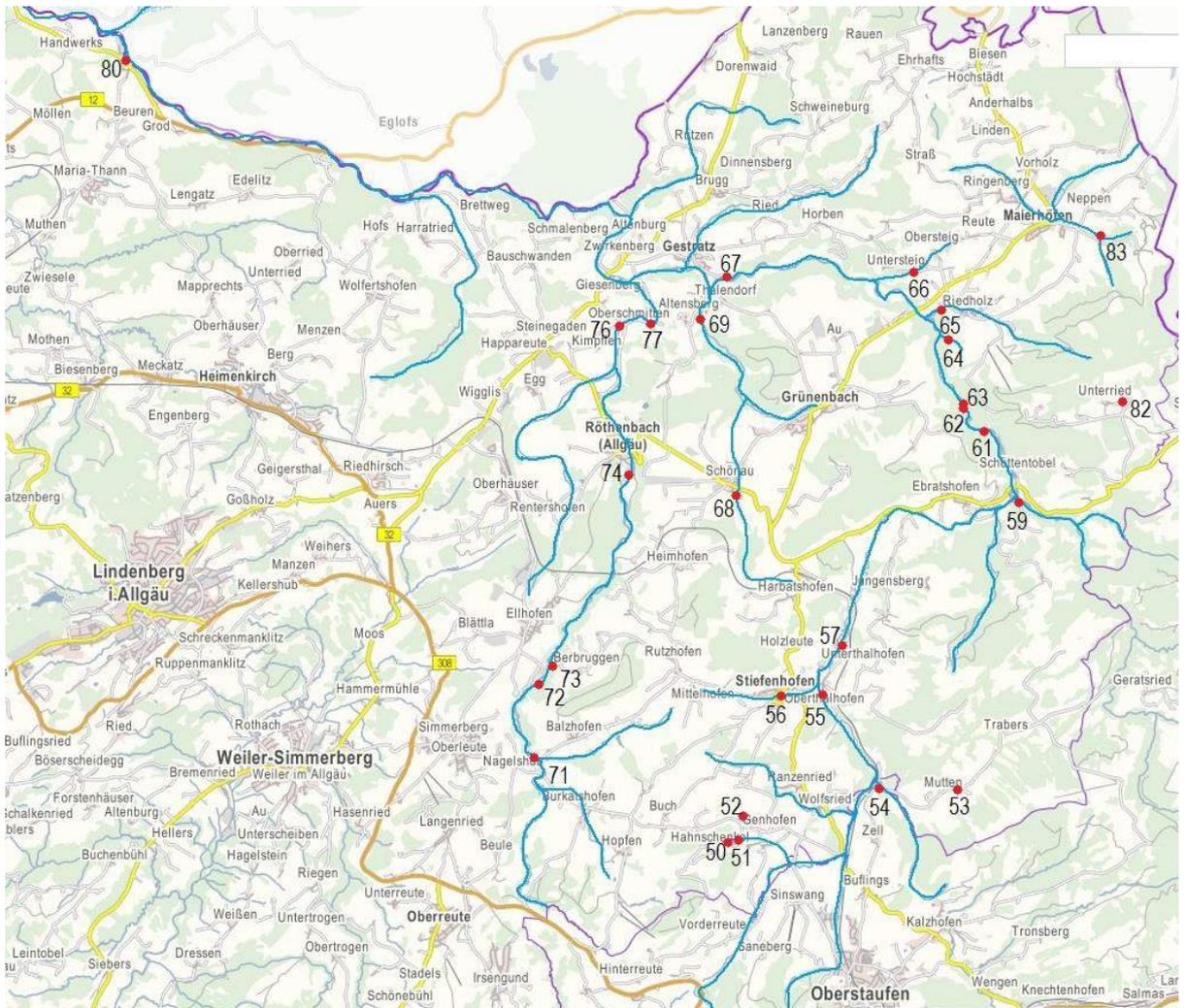


Abb. 18 Obere und Untere Argen

Die Säge und die Schreinerei in Genhofen gehören der selben Familie. Eine Gesamtnutzung der Fallhöhe am unteren Grundstück würde für beide Gewerke eine höhere Leistung erbringen. Voraussetzung für eine Reaktivierung wäre allerdings eine vorhandene Wasserkraftanlage (konnte nicht in Erfahrung gebracht werden), da der Bachlauf unter den Gebäuden durchführt.

Am Bachlauf liegen am Ortsrand von Stiefenhofen die Weiler Ober- und Unterthalhofen. Beide hatten früher sowohl eine Säge- wie auch eine Mahlmühle. In Oberthalhofen wurde die Mahlmühle um 1900 aufgegeben, die Säge 1962. Das Wohnhaus steht noch, von dem Sägehaus ist nichts mehr zu sehen. Eine Triebwerksanlage mit Fischtreppe produziert mittels einer Kaplan-Turbine Strom. Die Säge in Unterthalhofen ist noch immer im Betrieb, die Mühle brannte 1876 ab, nur die Säge wurde wiederaufgebaut. Seit 1997 erzeugt ein Wasserkraftwerk Strom [23].



Wehr und Fischtreppe, Oberwasser Triebwerksanlage Oberthalhofen

Im Weiler Schüttentobel wurde bereits viel durch Wasserkraft geschaffen. 1749 wurde die Schüttenmühle erbaut, die 2010 nach ihrem Verfall abgerissen wurde. Bis 1800 wurde zusätzlich ein Hammerwerk mit Holzschleiferei und eine Großschmiede mit Wasser betrieben. Ab 1840 wurde eine Wirkfabrik durch ein Wasserrad versorgt, später wurden hier Milchzucker und Molke, Schindeln, Wolle, Monitionskisten, Technische Geräte und Möbel hergestellt und verarbeitet. Das Fabrikgebäude wurde gesprengt.

Seit 1891 befindet sich ein Sägewerk im Schüttentobel. Heute erzeugt eine Triebwerksanlage im Tal durch Wasserkraft Strom, im Naturschutzgebiet Eistobel sind zusätzlich zwei Kraftwerke des Sägewerkbesitzers im Betrieb.



Von links: Rechenanlage, Triebwerksgebäude, Wehr im hinteren Teil des Speichersees

An einem Nebenbach zur Oberen Argen, im Naturschutzgebiet Eistobel befindet sich das ehemalige Elektrizitätswerk Riedholz. Das Wehr wurde aufgelassen, ist aber im Grunde intakt, die Rohrleitungen sind rostig, auseinandergebrochen oder verbogen, zeigen aber den alten Weg zum Maschinenhaus. Dieses ist technisch gesehen leer, macht aber noch einen soliden Eindruck. Für eine Reaktivierung würde sich demnach wieder ein Rohrleitungskraftwerk eignen, bei der Turbine wäre eine Pelton-Turbine die erste Wahl, aber auch Kaplan- oder Francis-Turbinen sind denkbar. Als Vorbild könnte man das laufende E-Werk in Riedholz nehmen, das den gleichen Aufbau widerspiegelt.



Wehr ehemaliges Wasserkraftwerk, defekte Rohrleitung, Triebwerksgebäude

Das Anwesen Vesper in Gestratz zeigt sich von zwei Seiten. Auf der einen Seite liegt die alte Sägemühle, in der noch heute mit der alten Technik der Gattersägen Holzstämme in Bretter gesägt werden. Von 1919 bis 1928 wurde diese von einem Wasserrad angetrieben. Danach wurde eine Turbinenanlage gebaut. Auf der anderen Seite des Grundstücks liegt die neue Triebwerksanlage, die seit 1994 mit einer Francis-Turbine und einem Brümmer-Prototypen Strom für bis zu 40 Haushalte erzeugt [23].



Säge und Triebwerksgebäude

Die Staudachmühle liegt direkt an der Grenze zu Baden-Württemberg. Sie wird 1419 das erstmals erwähnt (damals zur Stadt Wangen gehörend) und ist heute die einzige Mahlmühle im Landkreis Lindau, die noch betrieben wird. Es wird Mehl für Haushalt

und Gewerbe, sowie Futtermittel hergestellt. Der in der Wasserkraftanlage erzeugte Strom deckt rund 40% des Firmenverbrauchs ab [24].



Staudachmühle

An der Oberen Argen sind acht Wasserkraftanlagen im Betrieb, zwei sind reaktivierbar.

Am Pegel Seltmans wird die Untere Argen mit einem Jahresmittelwert von $MQ=2,78 \text{ m}^3/\text{s}$ und $MNQ=0,37 \text{ m}^3/\text{s}$ in den Jahren 1951-2012 auf eine Einzugsfläche von $68,50 \text{ km}^2$ angegeben. Bei einem mittleren Hochwasserwert von $50,6 \text{ m}^3/\text{s}$ ergibt sich ein Verhältnis von $MNQ/MHQ=1:137$.

Standortnummer	82		83	
Standortname	Käserei Unterried		Fluckenmühle	
Stadt/Gemeinde	Ebratshofen/Grünenbach		Flucken/Maierhöfen	
Gewässername	Oberrieder Weiherabfluss		Untere Argen	
Wasserwege				
GPS-Koordinaten	Breitengrad 47.630583	Längengrad 10.065200	Breitengrad 47.651702	Längengrad 10.066451
Betreiber/Besitzer				
Fallhöhe [m]			10	
MQ [l/s]			69	
MNQ [l/s]			9,2	
Nutzbares MQ [l/s]				
Theoretische Leistung [kW]			4,8	
Wasserrecht				
Sondergebiete				
Standorttyp			Wasserfall	
Zustand der Anlage	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?
wasserbauliche Anlagenteile	nein		nein	
Technische Anlagenteile	nein		nein	
Bewertung der Anlage	derzeit nicht geeignet		derzeit nicht geeignet	
Bemerkung	Weiher aufgelöst, keine Nutzung		Wasserrad als Showrad (Unterhalb Parkplatz)	

Tabelle 25 Auswertung Untere Argen

Die ehemalige Fluckenmühle bietet grundsätzlich Potenzial für eine Anlage. Unterhalb des Ferienclub Maierhöfen gelegen könnte sich ein mittel- oder oberflächiges Wasserrad großer Beliebtheit erfreuen, da der Bachlauf etwas versteckt am Waldrand liegt, wäre auch eine Wasserkraftschnecke denkbar.



Vermutliche Überreste Fluckenmühle

An der Unteren Argen ist im Landkreis Lindau ein ehemaliger Standort reaktivierbar.

f. Bregenzer Ach

Die Rothach und die Weißach fließen beide in Österreich in die Bregenzer Ach. Beide Gewässer der III. Ordnung sind auf bayrischem Gebiet in ökologisch gutem Zustand [17].

In der Weißach leben Bachforellen, Mühlkoppfen, Äschen, Regenbogenforellen und Bachsaiblinge. Die Weißach überwindet auf oberallgäuer Seite einen Höhenunterschied von über 750 Meter. Am Pegel Oberstaufer werden Mittelwerte der Jahre 1931-2012 aufgezeichnet. Die Wassermenge $MQ=3,37 \text{ m}^3/\text{s}$ und $MNQ=0,47 \text{ m}^3/\text{s}$ fallen bei einem Einzugsgebiet von $59,4 \text{ km}^2$ an. Bei einem Hochwasserwert von $MHQ=50,7 \text{ m}^3/\text{s}$ ergibt sich ein Verhältnis $MNQ/MHQ=1:108$.

	84	85	86	87
Standortnummer				
Standortname	WKA Hörmoosalpe	Lanzenbachsäge	Holzschleife	Kraftanlage Vögel
Stadt/Gemeinde	Steibis/Oberstaufen		Oberstaufen	Weißsach/Oberstaufen
Gewässername	Hörmoosbach		Weißsach	Mühlhaldebach
Wasserwege			mögliche Aufnahme T23	
GPS-Koordinaten	Breitengrad Längengrad 47.491318 10.007441	Breitengrad Längengrad 47.510554 10.051592	Breitengrad Längengrad 47.543621 10.022259	Breitengrad Längengrad 47.548441 10.022106
Betreiber/Besitzer	privat			privat
Fallhöhe [m]	150		5	15,6
MQ [l/s]	10		3157,7	34
MNQ [l/s]	1,4		3243,6	4,7
Nutzbares MQ [l/s]	10			34
Theoretische Leistung [kW]	19		110,5	12
Wasserrecht	ja			ja
Sondergebiete				
Standorttyp	Landschaftsschutzgebiet Kleinanlage	FFH	Kleingewässer	Kleinanlage
Zustand der Anlage	vorhanden? Zustand?	vorhanden? Zustand?	vorhanden? Zustand?	vorhanden? Zustand?
wasserbauliche Anlagenteile	ja gut		ja mäßig	ja gut
Technische Anlagenteile	ja gut		ja	nein
Bewertung der Anlage	im Betrieb	derzeit nicht geeignet	reaktivierbar	reaktivierbar
Bemerkung	Speicherkraftwerk	Gebäude vorhanden	Wehr denkmalgeschützt, Nutzung einer Schnecke oder ähnliches möglich	2015 außer Betrieb genommen und abgebaut, möglicherweise Wasserrad am Teich

Tabelle 26 Auswertung Weißsach 1

Standortnummer	88		89		90		91	
Standortname	WKA Jörg		Säge		Sägewerk		WKW Krebsstau	
Stadt/Gemeinde	Weißbach/Oberstauen		Höfen/Oberstauen		Höfen/Oberstauen		Oberstauen	
Gewässername	Mühlhaldebach		Weißbach		Angerbach		Weißbach	
Wasserwege			mögliche Aufnahme T23				ja	
GPS-Koordinaten	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad
			47.541666	10.009178	47.536477	10.014473	47.530477	9.974123
Betreiber/Besitzer	privat		privat		privat		Weißachthalkraftwerke	
Fallhöhe [m]	6		2,3		23,15		33	
MQ [l/s]	150		1559		66		2768	
MNQ [l/s]	20,9		217,2		9,2		385,7	
Nutzbares MQ [l/s]			1559		66		2768	
Theoretische Leistung [kW]	5		31		26		1780	
Wasserrecht			ja		ja		ja	
Sondergebiete								
Standorttyp	Kleinanlage		Kleinanlage		Kleinanlage		Großanlage	
Zustand der Anlage	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?
wasserbauliche Anlagenteile			ja	gut	ja	gut	ja	gut
Technische Anlagenteile			ja	gut	ja	gut	ja	gut
Bewertung der Anlage	reaktivierbar		im Betrieb		im Betrieb		im Betrieb	
Bemerkung	außer Betrieb genommen, Standort nicht auffindbar		Laufkraftwerk, alte Säge		Laufkraftwerk		Speicherkraftwerk, einziges Großkraftwerk in der Gegend, Durchschnittsleistung: 672	

Tabelle 27 Auswertung Weißbach 2

Standortnummer	92	93	94	95
Standortname	Hauber	Fin	WKW Eibeke	Schneidsäge
Stadt/Gemeinde	Irsengrund/Oberreute	Zellers/Oberreute	Oberstaufen	Hagspiel/Oberstaufen
Gewässername	Zufluss Eibeles Bach	Kalter Brunnen	Eibeles Bach	Littenbach
Wasserwege			mögliche Aufnahme T23	
GPS-Koordinaten	Breitengrad Längengrad	Breitengrad Längengrad	Breitengrad Längengrad	Breitengrad Längengrad
Betreiber/Besitzer			47.528458 9.968579	47.511072 9.989713
Fallhöhe [m]			Weißachthalkraftwerke	privat
MQ [l/s]			47	3,5
MNQ [l/s]			485	100
Nutzbares MQ [l/s]			67,6	
Theoretische Leistung [kW]			425	
Wasserrecht			500	2
Sondergebiete			ja	
Standorttyp				
Zustand der Anlage	Kleingewässer	Kleingewässer	Kleinanlage	
wasserbauliche Anlagenteile	vorhanden? Zustand?	vorhanden? Zustand?	vorhanden? Zustand?	vorhanden? Zustand?
Technische Anlagenteile			ja gut	ja gut
Bewertung der Anlage	derzeit nicht geeignet	derzeit nicht geeignet	ja gut	nein
Bemerkung	nicht bekannt, geringe Wassermenge	nicht bekannt, geringe Wassermenge	im Betrieb	derzeit nicht geeignet
			Speicherkraftwerk	restauriertes Wasserrad mit Ausleitung, Höhenversatz zum Bach, Denkmalschutz

Tabelle 28 Auswertung Weißbach 3

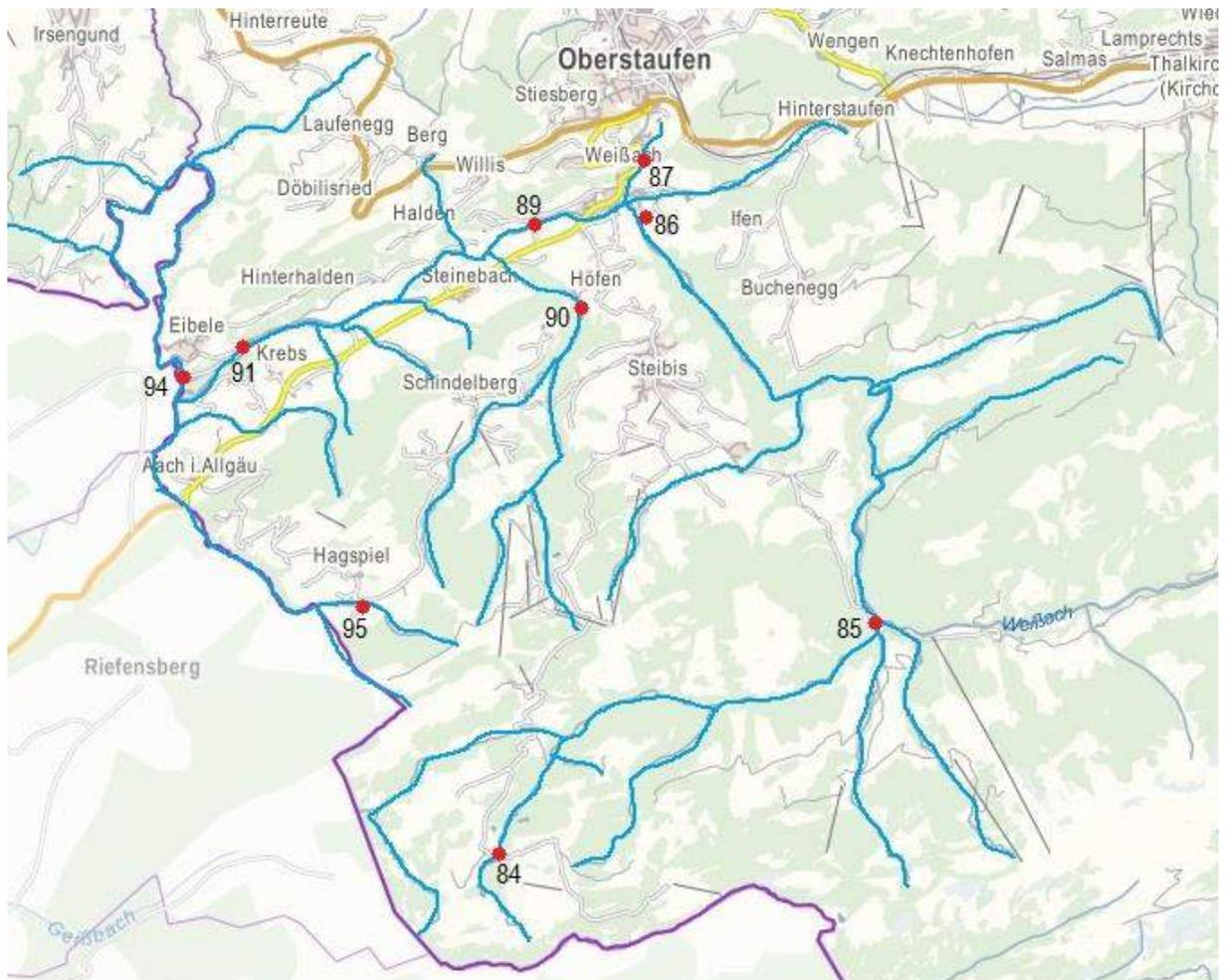
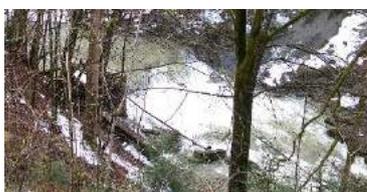


Abb. 19 Weißbach

An der Weißbach erzeugen einige Anlagen Strom aus Wasserkraft. Die Höchste ist die Wasserkraftanlage auf der Hörmoosalpe. Sie ist eine der wenigen Speicherkraftwerke in der Region.

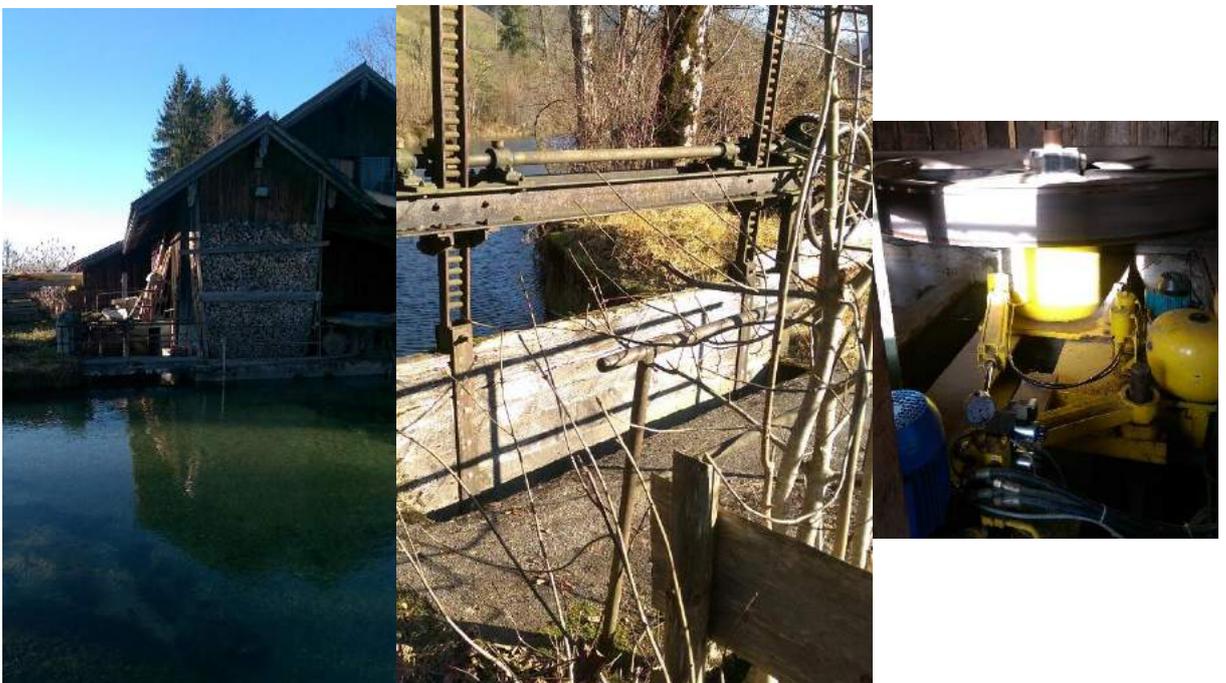
Die denkmalgeschützte Holzschleife ist ein ehemaliges Fabrikgebäude mit kompletter technischer Ausstattung. Bei einzelne Führungen können die museumsreifen Maschinen besichtigt werden. Über das Grundstück führt eine betonierte Ausleitung, die an einem Wehr beginnt. Die Ausleitung ist defekt, kann aber aufgrund des Denkmalschutzes bzw. dem Naturschutz der gesamten Flussstrecke nicht einfach wiederhergestellt werden. Es besteht die Möglichkeit, eine Wasserkraftschnecke oder Steffturbine zu betreiben, bei Reparatur der Ausleitungsstrecke könnten auch die alten Turbinen bzw. neuere Turbinen eingesetzt werden.



Wehr der Holzschleife

Die Kleinkraftwerke Vögel und Jörg sind beide inzwischen außer Betrieb. Grund für die Aufgabe waren hohe Betriebs- bzw. Wartungskosten der Anlagen. Bei der Anlage Jörg ist angeblich noch die komplette Technik vorhanden, Herr Vögel hat die Anlage abgebaut. Er möchte eventuell ein Wasserrad in die hauseigenen Fischteiche setzen, hat aber kein Interesse an einer Reaktivierung der Stromerzeugung.

Weiterhin gibt es an der Weißbach bzw. am Zufluss Angerbach in Höfen zwei Sägewerke, die ihren Strom durch Wasserkraft erzeugen. Dabei ist die Säge direkt an der Weißbach mit dem alten Sägegebäude, der Gattersäge und dem Zulauf quer über den Hof sehr sehenswert.



Säge in Höfen, Holzschütz, Generator und Riemenantrieb

Die beiden größten Wasserspeicherkraftwerke sind die Anlagen am Krebsstau und dem Eibeles Bach von den Weißbachthalkraftwerken. Mit drei bzw. zwei Francis-Spiralturbinen könnten die Speicherkraftwerke gesamt über 2,2 MW Leistung erzeugt werden. Im Durchschnitt erreichen sie allerdings nur eine Gesamtleistung unter 1 MW.



Wehre Eibele und Krebsstau

An der Weißach gibt es fünf Wasserkraftanlagen und drei Anlagen die sich für eine Reaktivierung anbieten.

Die Rothach (auch Rotach) weist einen Höhenunterschied von 300 Metern auf und wird von Forellen, Äschen und Weißfischen bevölkert. Es wird mit Pegelwerte der Jahre 1961-1998 an der Martinsbrücke in Thal (Österreich) gerechnet. Dabei wurden $MQ=3,74 \text{ m}^3/\text{s}$ und $MNQ=0,49 \text{ m}^3/\text{s}$ auf einem Einzugsgebiet von $90,1 \text{ m}^2$ geschrieben. Bei einem Hochwasserwert von $MHQ=96,8 \text{ m}^3/\text{s}$ ergibt sich ein Verhältnis $MNQ/MHQ=1:198$.



Abbildung 20 Rothach

Standortnummer	96		97		98		99	
Standortname	Fiedenmühle		Säge		Deiring		Prinz und Walser	
Stadt/Gemeinde	Auers/Röthenbach		Auers/Röthenbach		Eilhofen/Weiler-Simmerberg		Ried/Lindenberg	
Gewässername	Rothach		Rothach		Angerbach		Quellbach zum Haubach	
Wasserwege								
GPS-Koordinaten	Breitengrad 47.609535	Längengrad 9.927915	Breitengrad 47.607701	Längengrad 9.929415	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad
Betreiber/Besitzer								
Fallhöhe [m]	15		6					
MQ [l/s]	238,6		238,6					
MNQ [l/s]	31		31					
Nutzbares MQ [l/s]								
Theoretische Leistung [kW]	25,1		10,0					
Wasserrecht								
Sondergebiete								
Standorttyp	Kleingewässer		Kleingewässer					
Zustand der Anlage	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?
wasserbauliche Anlagenteile			nein					
Technische Anlagenteile								
Bewertung der Anlage	derzeit nicht geeignet		derzeit nicht geeignet					
Bemerkung					nicht bekannt		nicht bekannt	

Tabelle 29 Auswertung Rothach 1

Standortnummer	100		101		102	
Standortname	Sägewerk Mangold		Mühlenbauwerkstätte/Sägemühle		Grabenbachsäge	
Stadt/Gemeinde	Rothach/Weiler-Simmerberg		Weiler-Simmerberg		Hammermühle/Weiler-Simmerberg	
Gewässername	Rothach		Grabenbach		Grabenbach	
Wasserwege						
GPS-Koordinaten	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad
	47.586.254	9.908.176			47.590708	9.927554
Betreiber/Besitzer						
Fallhöhe [m]	2				8	
MQ [l/s]	186,8				37,4	
MNQ [l/s]	24,3				4,9	
Nutzbares MQ [l/s]						
Theoretische Leistung [kW]	2,6				2,1	
Wasserrecht						
Sondergebiete						
Standorttyp	Kleingewässer				Kleingewässer	
Zustand der Anlage	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?
wasserbauliche Anlagenteile						
Technische Anlagenteile						
Bewertung der Anlage	derzeit nicht geeignet				derzeit nicht geeignet	
Bemerkung			nicht bekannt			

Tabelle 30 Auswertung Rothach 2

Standortnummer	103	104	105	106
Standortname	Käserei	Obertrogener Säge	Tobel	Untertrogener Säge
Stadt/Gemeinde	Bremenried/Weiler-Simmerberg	Obertrogen/Weiler-Simmerberg	Weiler-Simmerberg	Untertrogen/Weiler-Simmerberg
Gewässername	Rothach	Hausbach	Hausbach	Hausbach
Wasserwege			mögliche Aufnahme T9	
GPS-Koordinaten	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad
			47.564529	9.923019
Betreiber/Besitzer				47.565762
Fallhöhe [m]			20	
MQ [l/s]			166	166
MNQ [l/s]			21,6	21,6
Nutzbares MQ [l/s]				
Theoretische Leistung [kW]			23,2	
Wasserrecht				
Sondergebiete				
Standorttyp			Kleingewässer	
Zustand der Anlage	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?
wasserbauliche Anlagenteile				
Technische Anlagenteile				
Bewertung der Anlage			Neuanlage	derzeit nicht geeignet
Bemerkung	unbekannt	unbekannt	Fallhöhe in 7-8 Stufen geteilt; verschiedene Anlagen möglich	abgebrannt; genaue Lage unklar

Tabelle 31 Auswertung Rothach 3

Standortnummer	107		108		109		110	
Standortname	Kapfmühle		Sägewerk Weiler		Mechanische Schreinerei		Triebwerksanlage Dennermoser	
Stadt/Gemeinde	Weiler-Simmerberg		Weiler-Simmerberg		Weiler-Simmerberg		Weiler-Simmerberg	
Gewässername	Hausbach		Hausbach		Hausbach		Rothach	
Wasserwege	ja						erwähnt, nicht namentlich T9	
GPS-Koordinaten	Breitengrad 47.577338	Längengrad 9.925524	Breitengrad 47.577783	Längengrad 9.924892	Breitengrad 47.580438	Längengrad 9.921768	Breitengrad 47.578679	Längengrad 9.904383
Betreiber/Besitzer								
Fallhöhe [m]	5		3		1		3,56	
MQ [l/s]	217,9		222,1		235,6		900	
MNQ [l/s]	28,4		29,1		30,9			
Nutzbares MQ [l/s]							800	
Theoretische Leistung [kW]	7,6		4,7		1,6		46,0	
Wasserrecht							ja	
Sondergebiete								
Standorttyp							Kleinanlage	
Zustand der Anlage	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?
wasserbauliche Anlageanteile							ja	gut
Technische Anlageanteile							ja	gut
Bewertung der Anlage	derzeit nicht geeignet						im Betrieb	
Bemerkung	hohes Stauwehr, nur noch Gerüst vorhanden							

Tabelle 32 Auswertung Rothach 4

Standortnummer	111		112		113		114	
	Kolbsäge	Säge	Lochmühle/Häuslingsäge	Abler-/Ruhmühle	Häuslings/Scheidegg	Scheidegg	Maisach	Maisach
Stadt/Gemeinde	Oberstein/Scheidegg		Ebenschwand/Scheidegg		Häuslings/Scheidegg		Scheidegg	
Gewässername			Maisach		Maisach		Maisach	
Wasserwege							ja	
GPS-Koordinaten	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad
Betreiber/Besitzer					47.560037	9.845087	47.567061	9.865378
Fallhöhe [m]					10		10	
MQ [l/s]					57,1		104,8	
MNQ [l/s]					7,4		13,6	
Nutzbares MQ [l/s]								
Theoretische Leistung [kW]					4,0		7,3	
Wasserrecht								
Sondergebiete								
Standorttyp			Kleingewässer		Kleingewässer		Kleingewässer	
Zustand der Anlage	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?
wasserbauliche Anlagenteile					ja	gut	nein	
Technische Anlagenteile					nein		nein	
Bewertung der Anlage					derzeit nicht geeignet		derzeit nicht geeignet	
Bemerkung	nicht bekannt		nicht bekannt		Gebäude nicht mehr vorhanden, Nutzung als Weiherspeisung		Gerinneausleitung früher über weite Fläche	

Tabelle 33 Auswertung Rothach 5

Standortnummer	115		116		117	
Standortname	Burmühle		Lohbachsäge		Lingsäge	
Stadt/Gemeinde	Altenburg/Weiler-Simmerberg		Untertrogen/Weiler-Simmerberg		Untertrogen/Weiler-Simmerberg	
Gewässername	Maisach		Mühlenbach		Mühlenbach	
Wasserwege						
GPS-Koordinaten	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad
	47.572462	9.890057	47.558600	9.917962		
Betreiber/Besitzer						
Fallhöhe [m]			7			
MQ [l/s]			33,2			
MNQ [l/s]			4,3			
Nutzbares MQ [l/s]						
Theoretische Leistung [kW]			1,6			
Wasserrecht						
Sondergebiete						
Standorttyp						
Zustand der Anlage	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?
wasserbauliche Anlagenteile			ja	mäßig		
Technische Anlagenteile						
Bewertung der Anlage			derzeit nicht geeignet			
Bemerkung	nichts vorhanden außer Mühstein mit Inschrift		altes Sägehaus vorhanden, Ausleitung erkennbar		nicht bekannt, eventuell Lohbachsäge	

Tabelle 34 Auswertung Rothach 6

Standortnummer	118		119		120		121	
Standortname	Dressenmühle		Katzenmühle		Hauber		Steinbruchsäge	
Stadt/Gemeinde	Hagelstein/Weiler-Simmerberg		Scheidegg		Scheffau/Scheidegg		Scheffau/Scheidegg	
Gewässername	Mühlenbach		Katzenbach		Wassergraben		Kesselbach	
Wasserwege			ja					
GPS-Koordinaten	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad
Betreiber/Besitzer			47.547727	9.841596				
Fallhöhe [m]			privat					
MQ [l/s]			30					
MNQ [l/s]			46,7					
Nutzbares MQ [l/s]			6,1					
Theoretische Leistung [kW]			9,8					
Wasserrecht								
Sondergebiete								
Standorttyp			Kleingewässer					
Zustand der Anlage	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?
wasserbauliche Anlagenteile			ja	gut				
Technische Anlagenteile			ja	mäßig				
Bewertung der Anlage			reaktivierbar					
Bemerkung			Peltonturbine von 1900 eingebaut, Interesse an Reaktivierung, früher auch Säge				nicht bekannt	nicht bekannt

Tabelle 35 Auswertung Rothach 7

An der Rothach zeigt vor allem der Zufluss Hausbach Potenzial für die Nutzung von Wasserkraft. Im Tobel, einem Waldgebiet bei Untertrogen/Weiler-Simmerberg, fließt das Wasser über acht aufeinanderfolgende Stufen bergab. Die Nutzung einzelner Stufen durch Wasserkraftschnecken oder Gesamtnutzung der ganzen Fallhöhe durch Rohrleitungen und Pelton-Turbine wäre denkbar.



Stufen im Hausbach



Unterhalb des Sägewerks am Hausbach ist das ehemalige Wehr aufgelassen. Auch hier könnte eine Wasserkraftschnecke zum Einsatz kommen.



aufgelassenes Wehr

Die Triebwerksanlage Dennenmoser, direkt am Wanderweg, liegt unterhalb des Zuflusses des Hausbach zu der Rothach. Die Anlage ist in Betrieb.

Tief im Tal von Scheidegg, nahe der Grenze zu Österreich, steht die Katzenmühle. Renoviert und erneuert beherbergt sie einen Friseurladen und einen Gastronomiebetrieb. Das frühere Mahlwerk und die alten Nähmaschinen der einstigen Hutmacherei sowie deren Antrieb können in der Mühlenstube besichtigt werden. Um 1900 wurde das Wasserrad durch eine Pelton-turbine ersetzt. Alle Anlagenteile der Wasserkraftnutzung sind vorhanden, aber stark veraltet. Die Besitzer planen eine Reaktivierung, die wird sich aber laut ihrer Aussage noch hinziehen.



Katzenmühle Scheidegg mit restaurierten Arbeitsgeräten

An der Rothach gibt es eine vorhandene Anlage, eine Reaktivierungsmöglichkeit und Potenzial für eine Neuanlage.

g. Konstanzer Ach

Die Konstanzer Ach ist als Gewässer III. Ordnung in ungenügendem ökologischen Zustand [17]. Bei einem Gefälle von über 200 Metern zeigen sich Jahresdurchschnittswerte $MQ=1,07 \text{ m}^3/\text{s}$ und $MNQ=0,16 \text{ m}^3/\text{s}$ in den Jahren 1956-2012 auf einem Einzugsgebiet von $23,30 \text{ km}^2$. Bei einem Hochwasserwert von $19,5 \text{ m}^3/\text{s}$ beträgt das Verhältnis $MNQ/MHQ=1:122$.



Abbildung 21 Konstanzer Ach

Standortnummer	122		123	
Standortname	Sägewerk		Alpsee Stolzenbach-Werk	
Stadt/Gemeinde	Thalkirchdorf/Oberstaufen		Wiedemannsdorf/Oberstaufen	
Gewässername	Kirchdorfer Ach		Osterdorfer Tobelbach	
Wasserwege				
GPS-Koordinaten	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad
	47.552385	10.086376	47.558101	10.098953
Betreiber/Besitzer	privat		Allgäuer Alpenwasser AG	
Fallhöhe [m]	28		244	
MQ [l/s]	63		25	
MNQ [l/s]				
Nutzbares MQ [l/s]	63		25	
Theoretische Leistung [kW]	21		44	
Wasserrecht	ja		ja	
Sondergebiete				
Standorttyp	Kleinanlage		Kleinanlage	
Zustand der Anlage	vorhanden?	Zustand?	vorhanden?	Zustand?
wasserbauliche Anlagenteile	ja	gut	ja	gut
Technische Anlagenteile	ja	gut	ja	gut
Bewertung der Anlage	im Betrieb		im Betrieb	
Bemerkung	Laufwasserkraft		Laufwasserkraftwerk, Positionierung nicht klar	

Tabelle 36 Auswertung Konstanzer Ach

Das Sägewerk Thalkirchdorf und die Firma „Allgäuer Alpenwasser AG“ betreiben beide eine Laufwasserkraftanlage, wobei die genaue Positionierung der Anlage „Alpenwasser“ bei Erfassung nicht bekannt war.

iv. Hochwasserschutz

Querbauwerke werden auch zum Schutz vor Hochwasser eingesetzt. Im Landkreis Lindau gibt es einige Hochwasserrückhaltebecken, die verhindern sollen, dass das gesamte Wasser ungehindert Richtung Bodensee fließt. Die VollzBekWK weist in Artikel 3.9.2 darauf hin, dass wenn „aus wasserwirtschaftlichen Gründen, wie z. B. zum Hochwasserschutz oder zur Sohlstabilisierung, neue Querbauwerke erforderlich [sind], [...] eine Wasserkraftnutzung umweltverträglich integriert werden [soll]“ ([1] 3.9.2, Satz 2). Für Wasserrückhaltebecken würden sich technisch Schachtkraftwerke oder bewegliche Kraftwerke anbieten. Dabei müsste bereits bei der Planung einer Anlage die Fallhöhe durch Höhenunterschiede des Zu- und Ablaufs eingerechnet werden. Auch Turbinentypen wie DIVE- oder VLH-Turbinen sind aufgrund ihrer Hochwassersi-

cherheit einsetzbar. Ein zusätzlicher Weg für Fische ist bei VLH nicht nötig, bei anderen Bautypen kann mit zusätzlichen Fischdurchlässen im Querbauwerk gearbeitet werden.

Prinzipiell wäre auch eine Turbinennutzung mit Staumöglichkeit denkbar. Dabei würde für mehrere Tage oder Wochen das Wasser im Rückhaltebecken gestaut und danach kontinuierlich abgelassen. Zum einen widerspricht dies der WRRL, da der Gewässerlauf unterhalb der Anlage zeitenweise nicht mehr richtig mit Wasser versorgt würde und sich somit der ökologische Zustand, vor allem in Bezug auf Durchgängigkeit, verschlechtern würde. Zum anderen produziert die Anlage dann kurzzeitig Strom, der im Netz für Stromschwankungen sorgen würde.

Die ökologisch sinnvollere Variante wäre eine ständige Nutzung durch eine Fließwasserkraftanlage. Die Anlage muss bereits mit dem Rückhaltebecken geplant werden, bei einem nachträglichen Einbau könnten weder die Anforderungen der Anlage erfüllt werden, noch wäre dieser kostengünstig.

IV. Fazit

Zusätzlich zu den 14 laufenden Wasserkraftwerken könnten im Landkreis Lindau zwölf Standorte reaktiviert und vier Anlagen neugebaut werden. Damit erhöht sich die Wasserkraftnutzung um eine potenzielle Leistung von 390 kW auf 1,2 MW. Zwei Standorte eignen sich nur nach einem Zusammenschluss mit je einem weiteren Standort, da eine Nutzung der Wasserenergie kurz hintereinander unrentabel wird. Der Großteil der reaktivierbaren und neuen Wasserkraftnutzungen könnte an vorhandenen Wehren entstehen, drei sogar an bestehenden Anlagen.

In Oberstaufen kommen zu den sieben Anlagen im Betrieb drei reaktivierbare Standorte. Zwei dieser Standorte haben erst seit kurzer Zeit keine Wasserkraftnutzung mehr, der dritte steht seit mehreren Jahren still. Die Reaktivierung bringt etwa 130 kW ein, was die potenzielle Gesamtleistung auf 2,6 MW steigen lässt.

Bei der Reaktivierung lassen sich größtenteils Wasserkraftschnecken oder andere Technologien mit fischfreundlichem Laufcharakter einsetzen, die den Gewässerorganismen einen schonenden Abstieg ermöglichen. Wasserräder könnten hauptsächlich zur Show (Weißenbachmühle/Oberstaufen, Knochenmühle/Hergensweiler) eingesetzt werden. Wenige Stellen eignen sich auch für die Produktion von Strom mit Wasserrädern, wie zum Beispiel Grübel/Lindau und Botzenmühle/Weißenberg.

Größter Hinderungsgrund für die Besitzer und Betreiber, die Interesse an einer Reaktivierung eines Standortes haben, ist der immense Kostenaufwand der den Erträgen der Anlage gegenübersteht. Bei kleinen Anlagen rentiert sich meist nur die Eigennutzung, da die Einspeisung weniger Vergütung einbringt, als das, was für den genutzten Strom bezahlt werden muss. Zudem ist der Aufwand der Gutachten und Bewertungen für die Genehmigung des Wasserrechts und mögliche Gerichtsverfahren teuer und zeitintensiv, weshalb viele Förderer aufgeben. Bei älteren Anlagen kommen zusätzlich hohe Kosten für Reparaturen und Reinigungsarbeiten hinzu. Viele Interessenten wollen wieder in eine funktionierende Anlage investieren, suchen dafür aber Unterstützung beim Genehmigungsverfahren und der rechtlichen Durchführung.

Verständlicherweise produzieren Anlagen an kleinen Gewässern auch nur wenig Strom und können so beim Vergleich mit Großanlagen nicht mithalten. Doch mit den ökologisch richtigen Maßnahmen zum Schutz der Umwelt, haben auch Kleinwasserkraftanlagen nach dem volkstümlichen Motto „Kleinvieh macht auch Mist“ ihre Berechtigung.

V. Abkürzungs- und Quellenverzeichnis

i. Abkürzungen

BayWG	Bayerisches Wassergesetz
FAA	Fischaufstiegsanlage
IWSÖ	Institut für Wasserwirtschaft, Siedlungswasserbau und Ökologie GmbH
KWKA	Kleinwasserkraftanlage
MNQ	Mittlere Niedrigwassermenge
MQ	Mittlere Wassermenge
VLH-Turbine	Very-low-head-Turbine
VollzBekWK	Vollzugsbekanntmachung Wasserkraft, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WRRL	EU-Wasserrahmenrichtlinie, Europäisches Parlament und Rat
WPBV	Verordnung über Pläne und Beilagen in wasserrechtlichen Verfahren
WWA	Wasserwirtschaftsamt, hier speziell: Wasserwirtschaftsamt Kempten

ii. Quellen

- [1] Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit, Entwurf zur „Bekanntmachung zum Vollzug des Wasserrechts bei der Genehmigung von Wasserkraftanlagen“, Stand 31.05.2012
- [2] Wasserwirtschaftsamt Kempten, Liste ehemaliger Wasserkraftstandorte, Stand 2016, siehe Anlage
- [3] Martin Popp, Wasserkraftwerke, www.historisches-lexikon-bayerns.de/Lexikon/Wasserkraftwerke, 16.07.2013, siehe Anlage
- [4] Bundesverband deutscher Wasserkraft, Faltblatt „Strom aus Wasserkraft schont Umwelt und Rohstoffe“, Stand 2013, siehe Anlage
- [5] Rita Keuneke, Dipl.-Ing., Marktanalyse zur Vorbereitung von Ausschreibungen – Vorhaben IId, Wasserkraft, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, März 2015
- [6] Bayerisches Landesamt für Statistik – Energiebilanz 1950-2013, „Entwicklung des Stromaufkommens und -verbrauchs in Bayern“, Stand 21.12.2015, siehe Anlage
- [7] Bayerische Staatsregierung, www.geoportal.bayern.de/energieatlas-karten, Thema Wasserkraft

- [8] Europäisches Parlament und Rat: Richtlinie 2000/60/EG vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik
- [9] Manuela Reuter & Christian Kohout: „Praxishandbuch für den umweltbewussten Einsatz von Turbinentechnologien im Bereich der Kleinwasserkraft“, Institut für Wasserwirtschaft, Siedlungswasserbau und Ökologie GmbH, September 2014, siehe Anlage
- [10] Walter Reist Holding AG, Schweiz, www.steffworld.de
- [11] SMART HYDRO POWER GmbH, Deutschland, www.smart-hydro.de
- [12] EmoWa, Deutschland, www.emowa.jimdo.com
- [13] Bayerisches Landesamt für Umwelt, Landesfischereiverband e.V., Dr. Kurt Seifert, Praxishandbuch „Fischaufstiegsanlagen in Bayern – Hinweise und Empfehlungen zu Planung, Bau und Betrieb“, 2. Überarbeitete Auflage, Mai 2016, siehe Anlage
- [14] Hydro-Connect GmbH, Österreich, www.hydroconnect.at
- [15] Hydrotec Baumann GmbH, Deutschland/Wangen, www.hydro-fischlift.de
- [16] Regionalverband Neckar-Alb, Alexander Schmid, Wasserkraftnutzung in der Region Neckar-Alb – Untersuchung der Wasserkraftnutzung an den Fließgewässern in der Region Neckar-Alb, April 2011
- [17] Wasserwirtschaftsamt Kempten, Auskünfte Herr Fichtl (bestehende Anlagen) und Frau Rickert, siehe Anlage
- [18] Bayerisches Landesamt für Umwelt, <http://www.gkd.bayern.de/fluesse/abfluss/karten/index.php?tab=true&thema=gkd&rubrik=fluesse&produkt=wasser-stand&msnr=21643004&gknr=3> Abfluss Iller – Lech – Bodensee, Gewässer, Hauptwerte, Stand 19.04.2017, siehe Anlage
- [19] Datenblatt Abfluss Rothach, Stand 1998, Unterlagen Dennenmoser, siehe Anlage
- [20] Bayerische Landeskraftwerke, www.landeskraftwerke.de/leistungsberechnung.htm
- [21] Bayerisches Staatsministerium der Finanzen, für Landesentwicklung und Heimat, geoportal.bayern.de/bayernatlas, Thema Umwelt, Unterpunkt Wasser und Natur
- [22] Regierung von Schwaben, Flüsse und Seen im Regierungsbezirk Schwaben – Wasserbeschaffenheit und Gewässergüte, 2003
- [23] Infotafeln der Westallgäuer Wasserwege an den jeweiligen Gebäuden, siehe Anlage
- [24] Staudachmühle Hergatz, <http://www.staudachmuehle.de/index.php?GeschichteChronologie>

- [25] Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de/wasser/index.htm
 [26] Wolfgang Mayer, Skript Regenerative Energien Teil 4 und 5, Hochschule Kempten, Stand 2015

iii. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Wenn nicht anders angegeben, sind Bilder aus eigener Quelle und Karten von www.geoportal.bayern.de/bayernatlas, selbst bearbeitet.

- Abb. 1 Wasserkraftnutzung und Ausbaupotenzial im Ländervergleich, <https://www.energie-fibel.de/themen/wasserkraft/>
 Abb. 2 Lamellenturbine, <http://pwl-anlagentechnik.de/produkte/wasserkraft-lamellenturbine/>
 Abb. 3 Aufbau Steffturbine, <http://www.steffworld.com/de/1370/Aufbau.htm>
 Abb. 4 Aufbau Wasserkraftschnecke, <http://www.spaansbabcock.com/de/wasserkraft.aspx>
 Abb. 5 Schema Schachtkraftwerk, Albert Sepp, TU München
 Abb. 6 Francis-Laufrad, aufgenommen im Deutschen Museum München
 Abb. 7 Kaplanpropeller, aufgenommen an der HS Kempten
 Abb. 8 Pelton-Laufrad, aufgenommen an Triebwerksanlage Oberthalhofen
 Abb. 9 Smart Turbines, aufgenommen im Deutschen Museum München
 Abb. 10 Schlitzpass, <https://www.baw.de/DE/wasserbau/themen/umwelt/umwelt.html>
 Abb. 11 Steffstep, <http://www.steffworld.com/de/1384/Biologie.htm>
 Abb. 12 FAA Oberthalhofen
 Abb. 13 Fischlift, <http://www.hydroenergie.de/hydro-fischlift>
 Abb. 14 Nonnenbach
 Abb. 15 Eschbach
 Abb. 16 Oberreitnauer Ach
 Abb. 17 Leiblach
 Abb. 18 Obere und Untere Argen
 Abb. 19 Weißbach
 Abb. 20 Rothach
 Abb. 21 Konstanzer Ach

Soweit nicht anders vermerkt, wurden die Tabellen selbst erstellt, nach Vorlage des „Praxishandbuch für den umweltbewussten Einsatz von Turbinentechnologien im Bereich der Kleinwasserkraft“, Institut für Wasserwirtschaft, Siedlungswasserbau und Ökologie GmbH, September 2014

Tabelle 1	Stromerzeugung der Jahre 1950 und 2013 im Vergleich, nach Bayerisches Landesamt für Statistik - Energiebilanz 1950-2013, „Entwicklung des Stromaufkommens und -verbrauchs in Bayern“, Stand 21.12.2015
Tabelle 2	Zusammenstellung Technologien
Tabelle 3	Auswertung Nonnenbach
Tabelle 4	Auswertung Eschbach
Tabelle 5-8	Auswertung Oberreitnauer Ach
Tabelle 9-16	Auswertung Leiblach
Tabelle 17-24	Auswertung Obere Argen
Tabelle 25	Auswertung Untere Argen
Tabelle 26-28	Auswertung Weißach
Tabelle 29-35	Auswertung Rothach
Tabelle 36	Auswertung Konstanzer Ach

VI. Anhang

Wasserkraftstandorte nach Ort sortiert Exceldatei – Wasserwirtschaftsamt Kempten
 Faltblatt_Wasserkraft
 Historisches Lexikon Bayern
 Statistik Stromaufkommen
 Praxishandbuch_IWSÖ_30.10.2014
 Fischaufstieg
 Vortrag Frau Rickert
 Hauptwerte Pegel
 Abfluss Weißach Rothach
 Gesamterfassung Exceldatei
 Tafeln Westallgäuer Wasserwege

VII. Erklärung und Ermächtigung

Erklärung

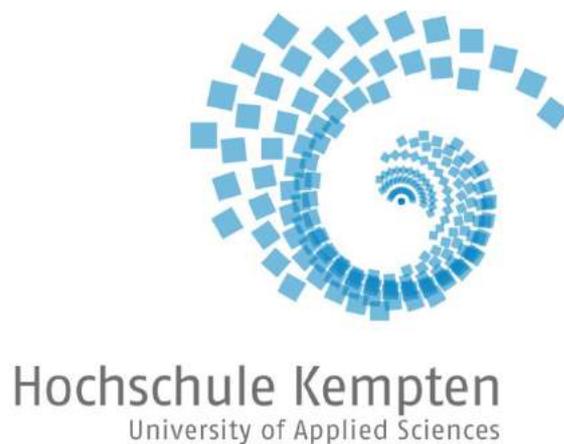
Ich versichere, dass ich diese Bachelorarbeit selbstständig angefertigt, nicht anderweitig für Prüfungszwecke vorgelegt, alle benutzten Quellen und Hilfsmittel angegeben, sowie wörtliche und sinngemäße Zitate gekennzeichnet habe.

Kempton, den
.....
(Unterschrift)

Ermächtigung

Hiermit ermächtige ich die Hochschule Kempten zur Veröffentlichung der Kurzzusammenfassung (Abstract) meiner Arbeit, z. Bsp. auf gedruckten Medien oder auf einer Internetseite.

Kempton, den
.....
(Unterschrift)



Bachelorarbeit

Energie- und Umwelttechnik

Reaktivierung von ehemaligen (denkmalgeschützten) Kleinwasserkraftwerken als Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung ländlicher Räume

Katrin Bartsch

Aufgabensteller/Prüfer: Prof. Dr. W. Mayer
Arbeit vorgelegt am:
durchgeführt bei: Landratsamt Lindau (Bodensee), 88131 Lindau (Bodensee),
Bereich Klimaschutz und Energiewende
Betreuer: a) Dipl.-Ing. Steffen Riedel, Klimaschutzmanager
steffen.riedel@landkreis-lindau.de, Tel. 08382 / 270 330
b) Dipl.-Ing. Josef Dennenmoser
dennenmoser-josef@web.de
Anschrift des Verfassers: Fliederweg 12, 91469 Hagenbüchach
bartsch.katrin@gmx.de, [Tel.09101/9445](tel:091019445)

Kurzzusammenfassung

Im Rahmen der Bachelorarbeit sollen im Auftrag des Landratsamtes Lindau(Bodensee) denkmalgeschützte und weitere Mühlen in den Landkreisen Lindau(Bodensee) und Oberstaufen besichtigt und auf Reaktivierbarkeit bewertet werden. Die Reaktivierung soll im Sinne der Erhaltung alter Technik geschehen und zu der Aufwertung der „Westallgäuer Wasserwege“, einem Wanderwegprojekt des Landratsamtes Lindau(Bodensee), beitragen. Zu diesem Zweck wurden Standorte, die einer Liste des Wasserwirtschaftsamtes Kempten zu entnehmen sind, besichtigt und in digitalen Bildern dokumentiert. Zusätzlich wurden Anwohner und Eigentümer zu Historie, Zustand und Betriebsfähigkeit der Anlagen und zum Bestand eines Wasserrechts befragt. Aufgrund dieser Angaben soll eine Empfehlung zur möglichen Verwendung des erhaltenen Kulturgutes abgegeben werden.

Vorwort

Endlich ist es geschafft, mit dieser Bachelorarbeit beende ich mein Studium der „Energie- und Umwelttechnik“. Da regenerative Energien in diesem Fach eine große Rolle spielen und mein Opa selbst eine alte Mühle besitzt, war ich von dem Thema sofort angetan, als unser Dozent für „Gebäudeenergiechnik“ in der Vorlesung nach Interessenten fragte. Der betreuende Professor aber warnte mich noch, dass die Arbeit mit Ämtern oftmals nicht einfach und sehr zeitaufwändig sei, und damit behielt er Recht.

Jetzt ist die Arbeit abgabebereit und mir bleibt nur noch eine Aufgabe: Ich möchte mich ganz herzlich bei allen Mitgliedern des Projekt-Teams für ihre Hilfe und Unterstützung danken:

Zu aller erst danke ich meiner Kommilitonin Isabella Rank, die ebenfalls Teil des Teams war und den technischen Teil des Projekts zu ihrer Bachelorarbeit gewählt hat. Danke, dass du so manchen Tag mit mir auf der Suche nach brauchbaren Bauwerken im Auto auf den Straßen der Bodensee-Region geplant und verbracht hast. Danke für deine Hilfe und die tolle Zusammenarbeit.

Steffen Riedel, für das Angebot und die Vermittlung der Bachelorarbeit. Er stand mir auch jeder Zeit mit Rat und Tat zur Seite, wenn ich Fragen oder Probleme hatte. Vielen Dank auch fürs Korrekturlesen.

Josef Dennenmoser, für die tatkräftige Unterstützung und so manche Essenseinladung.

Ewald Feßler, für die Hilfe zur Kontaktaufnahme zu manchen Eigentümern in der Gemeinde Heimenkirch.

Roland Gamisch, für die Begleitung zu so mancher Mühlen-Suche.

Ich möchte auch allen Mühlenbesitzern für die freundlichen, offenen und ausführlichen Gespräche und Auskünfte zu ihren Anlagen danken.

Inhalt

1	Einleitung	4
2	Nutzung von Energie aus Wasser	7
2.1	Technik der Wasserräder	1
2.1.1	Oberschlächtiges Wasserrad	2
2.1.2	Mittelschlächtiges Wasserrad (auch Niedergefällrad)	3
2.1.3	Unterschlächtiges Wasserrad (bzw. Stromrad/Flussrad)	4
2.2	Mühlenarten	6
2.2.1	Mahlmühle	6
2.2.2	Hammermühle	7
2.2.3	Sägemühle	8
2.2.4	Weitere	8
3	Denkmalschutz	9
3.1	Denkmalschutz Bayern	9
3.1.1	Bewegliches Denkmal	10
3.1.2	Baudenkmal	10
3.1.3	Bodendenkmal	10
3.2	Denkmalpflege von Baudenkmalern	10
3.2.1	Erhaltung eines Baudenkmals	10
3.2.2	Nutzung eines Baudenkmals und Erhaltungsmaßnahmen	11
3.2.3	Finanzierung	11
4	Besichtigte Mühlenstandorte	12
4.1	Beispiel: Martinsmühle	12
4.2	Denkmalgeschützte Mühlen	14
4.2.1	Klostermühle	14
4.2.2	Immenmühle	15
4.2.3	Hammerschmiede Riedhirsch	16
4.2.4	Holzschleife Weißbach	17
4.2.5	Bruggmühle	18
4.3	Weitere, nicht denkmalgeschützte Mühlen	19

1 Einleitung	4
4.3.1 Weißenbachmühle	19
4.3.2 Weißensberger Mühle.....	20
4.4 Weitere, erwähnenswerte Mühlen.....	22
5 Zusammenfassung	22
6 Anhang	24
7 Quellen	29
Erklärung	30

1 Einleitung

Aufgabenstellung:

Ziel ist es dabei, an Beispielen über eine Recherche historischer Unterlagen (zu finden im hiesigen Dokumentationszentrum) zu untersuchen, ob eine Reaktivierung möglich ist und unter welchen Voraussetzungen, sprich welche Technik zum Einsatz kommen könnte, das verbunden mit dem Ziel einer möglichen Weiterentwicklung der Westallgäuer Wasserwege.

Zu untersuchen ist hier vor Ort, ob man die alten Mühlen überhaupt wieder reaktivieren kann, und wenn ja wie (unter-, ober-, mittelschlächlige Wasserräder, ggf. als Ersatz eine Wasserschnecke) oder ob sie schon soweit zurückgebaut sind, dass eine Reaktivierung unmöglich ist.

Durch eine Fülle an Fluss- und Bachläufen war der Landkreis Lindau einst voller Mühlen, Sägewerke und Hammerschmieden, welche die Wasserkraft durch Wasserräder als Antrieb nutzten. Mit der Elektrifizierung und der Wandlung des „blauen Allgäu“ zum „grünen Allgäu“ (statt Flachsanbau Milch- und Käseproduktion) aber mussten viele Mahlmühlen ihren Betrieb schließlich aufgeben[15]. Sägewerke (s. Abb. 1) rüsteten zumeist auf elektrischen Antrieb um.



Abbildung 1: Sägewerk Veser, einst Säge (läuft heute elektrisch) und Mahlmühle (aufgegeben)

In der heutigen Zeit werden diese Standorte in Hinblick auf die Stromgewinnung aus regenerativen Energien wieder interessant. So startete der Landkreis Lindau im November 2015 ein Projekt, um die örtlichen Potentiale der ehemaligen Kleinwasserkraftanlagen für eine mögliche Reaktivierung zu erfassen.

Einige der alten Mühlengebäude stehen dabei unter Denkmalschutz und können nicht ohne weiteres umgebaut bzw. reaktiviert werden. Die interessantesten Denkmäler sollen, zusammen mit weiteren, gut erhaltenen, nicht denkmalgeschützten Mühlen in dieser Arbeit betrachtet werden. Die Tourismusabteilung des Landratsamtes Lindau wünscht sich, dass die ehemalige Technik der geschützten Anlagen zur historischen Aufwertung der „Westallgäuer Wasserwege“, ein Wanderwegprojekt des Landratsamtes Lindau(Bodensee), wenn möglich wieder aufgebaut und für Touristen zugänglich gemacht wird.

Dem Wasserwirtschaftsamt Kempten liegen rund 110 Standorte ehemaliger Mühlen in den Landkreisen Lindau und Oberstaufen vor, welche im Rahmen des Projekts gesichtet, dokumentiert und bewertet werden sollten. Des Weiteren wurden die Gemeindeämter vor Ort, nach Kenntnis von weiteren ehemaligen Mühlengebäuden befragt.

Das Hauptaugenmerk lag auf alten Wehren und Staustufen, welche ungenutzt im Flussbett stehen (s. Abb. 2), alten Ausleitungen und Mühlengebäude mit Wasserrädern und ehemaliger Technik.



Abbildung 2: Staustufe im Flussbett (Gemeinde Weiler-Simmerberg)

Nach Möglichkeit wurde der Kontakt zu den Eigentümern hergestellt und nach einem bestehenden Wasserrecht gefragt. Denn für jede wirtschaftliche Nutzung von Wasserkraft muss ein urkundlich, vom Wasserwirtschaftsamt erteiltes Wasserrecht vorliegen.

All dies könnte für eine kostengünstige Reaktivierung zuträglich sein. Hier möchte das Landratsamt den potentiellen Betreibern möglicher Kleinwasserkraftanlagen unterstützend zur Seite stehen und Genehmigungsverfahren vorantreiben.

2 Nutzung von Energie aus Wasser

Seit Jahrtausenden nutzt der Mensch die Kraft des Wassers, früher durch Wasserräder, heute vermehrt durch Turbinen und Wasserkraftschnecken. Historische Quellen belegen, dass bereits 1760 v. Chr. in Babylonien (heutiger Irak) Wasserräder zur Feldbewässerung eingesetzt wurden[2]. Über das antike Griechenland und das römische Reich gelangte das Wasserrad schließlich nach Europa[2], wo sich sehr viele, an Bächen und Flüssen gelegene Handwerksbetriebe der Wasserkraft in verschiedensten Formen bedienten. Das Wasserrad fand Anwendung in Mahlmühlen, Knochenstampfen, Sägemühlen bzw. Sägewerken, Hammerschmieden, Walkmühlen und vielen anderen Bereichen.

In den Landkreisen Lindau(Bodensee) und Oberstaufen war und ist durch unzählige Fluss- und Bachläufe ein großes Potential an Wasserkraft vorhanden. Vieler Orts sind zahlreiche alte Mühlen zu finden, welche durch kleine Tafeln (s. Abb. 3) in den Hauswänden gekennzeichnet



Abbildung 3: Tafeln von Schwatzenmühle (a), Schmittmühle (b) und Immenmühle (c)

Fast alle Mahlmühlen (s. Kap. 2.2.1) wurden nach Betriebsstillstand zurückgebaut und dienen nur noch als reine Wohngebäude. Manche davon liegen gar nicht mehr am Fluss.

Die meisten Sägemühlen wurden allerdings nur elektrifiziert und laufen auch heute noch, weshalb die alten Wehre und Ausleitungen nicht mehr gebraucht wurden. Die Betriebe, die ihre Wasserkraftbauten im Auge behielten, unterhalten heute zumeist eigene Kleinwasserkraftwerken, wie z. B. die Kleyenmühle (s. Abb. 4) und nutzen so eigenen Strom. Es gilt nun ungenutzte, gut erhaltene Altanlagen zu finden, zu besichtigen und mögliche Nutzungsarten aufzuzeigen.



Abbildung 4: Triebwasserführung zu Turbinen, Kleyenmühle

sind. Genutzt wurden eher die kleinen, von Quellen gespeisten Zuflüsse und Bäche, da die größeren Flüsse, wie zum Beispiel die Weißach(Bregenzer Ach), wesentlich mehr Wasser führen und somit im Frühjahr bei Hochwasser ein großes Zerstörungsrisiko für Wehr und Wasserrad bargen. Trotzdem sind ein paar alte Anlagen von Hochwassern zerstört und weggeschwemmt worden.

2.1 Technik der Wasserräder

Seit jeher werden alle Wasserräder, durch fließendes Wasser in Rotation versetzt. Die gewonnene Energie wurde in Form des entstandenen Drehmoments an der Wasserradwelle durch einfache Zahnrad- und Riemenkupplung abgenommen (s. Abb. 13).

Für verschiedenste Zwecke wurden auch verschiedenste Wasserräder konzipiert. Die einen drehten horizontal um eine vertikale Achse, wie z. B. das Löffelrad. Dieses ist der direkte Vorläufer der heutigen Freistrahlturbine und wurde mit den Jahren immer weiter entwickelt, weshalb es heute kaum mehr zu finden ist[2].

Das wohl aber geläufigere Modell dreht in der vertikalen Ebene um eine horizontale Drehachse. Die Betriebsarten des vertikalen Wasserrades werden in drei Untergruppen eingeteilt, die sich im Wesentlichen bei der Wasserzufuhr unterscheiden:

- Oberschlächtige Wasserräder
- Mittelschlächtige Wasserräder, Niedergefällrad
- Unterschlächtige Wasserräder, Strom-/Flussmühlen

Mitte des 19. Jahrhunderts begannen Turbinen in Verbindung mit Generatoren [2] die Wasserräder abzulösen. Die Technik der Turbinen ist heute hauptaugenmerklich auf die Stromgewinnung ausgerichtet und soll hier nicht weiter betrachtet werden. Seit einigen Jahren kommen aber bei sehr geringen und schwankenden Durchflüssen auch immer wieder moderne Wasserräder zum Einsatz, da diese bei den beschriebenen Verhältnissen durchaus effizienter eingesetzt werden können, als Turbinen[2].

Um überschlagsmäßig die zu erwartende Leistung eines Wasserrades zu berechnen kann der Energieinhalt eines Wasserstroms über die Energiegleichung von Bernoulli berechnet werden und mit den, in den folgenden Kapiteln genannten Wirkungsgraden multipliziert werden. Diese Gleichung wird in der Literatur oft wie folgt, nach der sogenannten **Energiehöhe** h_E aufgelöst dargestellt.

Bernoulli-Gleichung:

$$\frac{E}{mg} = h_E = \frac{u^2}{2g} + \frac{p}{\rho g} + z = konst. \quad (1) \quad [1]$$

Um auf die zu erwartende **Leistung** P zu kommen muss die Formel auf die enthaltene Energie umgestellt und auf die Zeit bezogen werden. Dies ist am einfachsten möglich, wenn man die stationäre **Masse** m des Wassers durch den **Massenstrom** \dot{m} [$\frac{\text{kg}}{\text{s}}$] ersetzt. Beim Wasserrad ist der Betriebsdruck durch den Umgebungsdruck gegeben und unveränderlich, da ein offenes System (Flussbett) besteht.

Gleichung zur Leistung:

$$P = \dot{m}g \times \left(\frac{u^2}{2g} + \frac{p}{\rho g} + z \right) \quad (2) \quad [1]$$

Legende:

E	enthaltene Energie [W]	m	Masse Wasser (stationäre Strömung) [kg]
g	Erdbeschleunigung $\approx 9,81$ [m/s²]	h_E	Energiehöhe [m]
u	Fließgeschwindigkeit [m/s]	p	Betriebsdruck (hier Luftdruck ≈ 1 [bar])
ρ	Dichte von Wasser ≈ 998 [kg/m³]	z	Fallhöhe [m]

2.1.1 Oberschlächtiges Wasserrad

Das oberschlächtige Wasserrad (s. Abb. 6) nutzt die potentielle Energie von Wasser, welches eine gewisse Fallhöhe im freien Fall hinunter stürzt. Es ist prädestiniert für große Fallhöhen ($h=2,5-12$ m)[1] bei geringem oder stark schwankendem Durchfluss ($\dot{V}=0,06-0,4$ m³/s)[1]. Ist ein großer mittlerer Durchfluss gegeben, so wird die Konstruktion breiter gestaltet, um mehr Wasservolumen bei gleichbleibender Fallhöhe und Drehzahl nutzen zu können.

Das Wasser fließt von oben in die Wasserradschaufeln (s. Abb. 5). Um das Rad in Rotation zu versetzen muss sich die Einleitung ein kleines Stück neben dem Scheitelpunkt befinden, da bei einer Einleitung auf dem Scheitelpunkt des Rades die Gewichtskraft genau auf die Achse wirken würde und folglich kein Drehmoment entstünde[2]. Dadurch geht ein geringer Teil der nutzbaren Fallhöhe verloren.

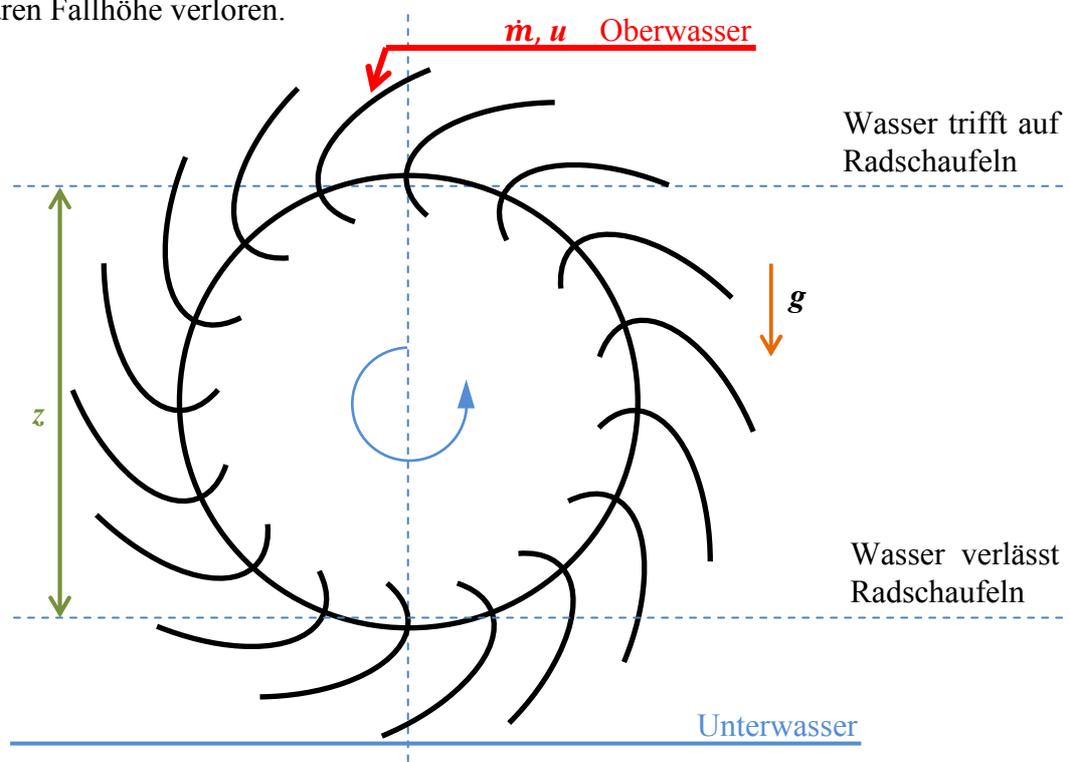


Abbildung 5: Skizze: Aufbau oberschlächtiges Wasserrad

Die Radschaufeln des Wasserrades sind tiefe Behälter, um das Wasser, das hineinfließt möglichst lange halten zu können und nicht zu früh schon auszuschütten. Denn dadurch geht auch hier ein Teil der Fallhöhe verloren.

Des Weiteren darf das Wasserrad nicht in das Unterwasser eintauchen, damit keine Energie durch den Strömungswiderstand im Unterwasser verloren geht.

Da der Wirkungsgrad dieser Bauform des Wasserrades nur durch kleine mechanische und die oben beschriebenen Fallhöhenverluste gemindert wird, sind oberflächliche Wasserräder auch heute noch zur Stromerzeugung im Einsatz und erreichen Wirkungsgrade von $\eta=0,8-0,87$ [1].



Abbildung 6: Oberschlächtiges Wasserrad, Deutsches Museum München

2.1.2 Mittelschlächtiges Wasserrad (auch Niedergefällrad)

Das mittelschlächtige Wasserrad (s. Abb. 8) kann die potentielle und die kinetische Energie des Wassers nutzen und ist somit für geringere Fallhöhen ($h=1,5-4$ m)[2] bei mittleren Durchflüssen ($\dot{V}=0,3-8$ m³/s)[2] einsetzbar.

Das Wasser wird dabei horizontal, ungefähr auf der Höhe der Radachse in das Wasserrad eingeleitet. Bei verhältnismäßig schneller Durchflussgeschwindigkeit gibt das Wasser, ähnlich der Funktionsweise der Pelton-Turbine, beim Einfließen und Auslaufen in der Schaufel auch seine Bewegungsenergie an das Wasserrad ab. Wichtig ist dabei, dass die Einleitung stoß- und rückschlagfrei verläuft, um Verluste in Form von Kräfteinwirkungen in ungewollte Richtungen zu vermeiden und die Wasserradschaufeln zu schonen[1].

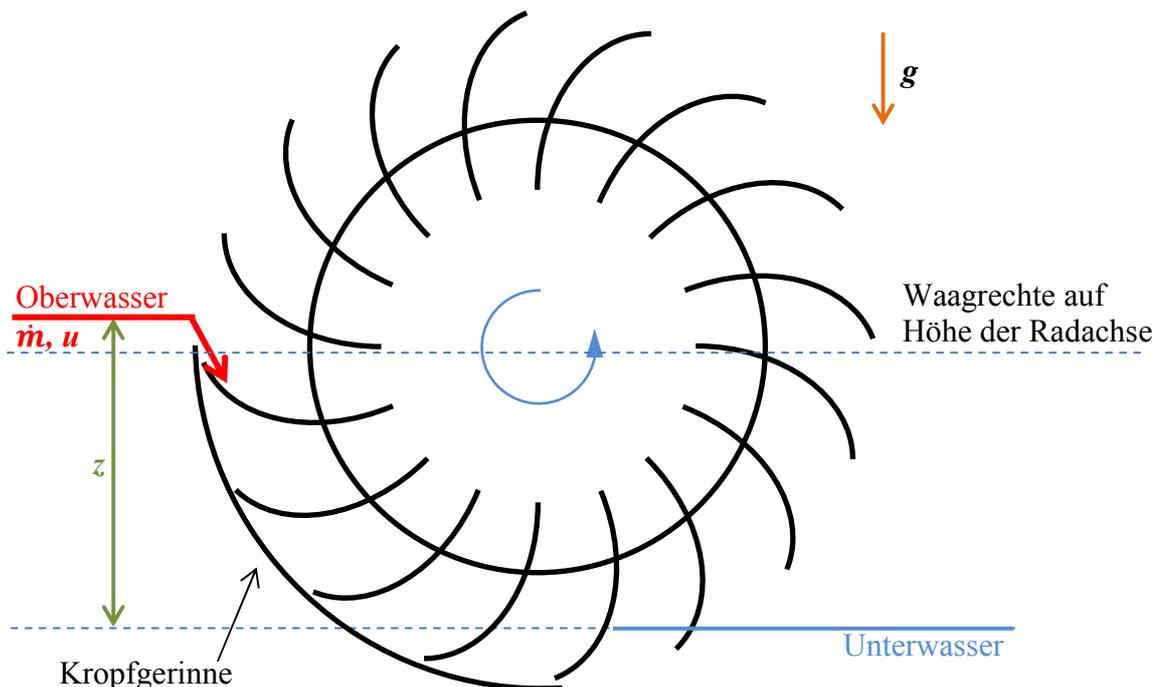


Abbildung 7: Skizze: Aufbau mittelschlächtiges Wasserrad

Die Radschaufeln des mittelschlächtigen Wasserrades halten das Wasser mit Hilfe eines Führungsgehäuses, eines sogenannten Gerinnes (hier: Kropfgerinne (s. Abb. 7)) auf, bis sich die Schaufel im Unterwasser wieder entleeren. So tritt also, zusätzlich zu den mechanischen Verlusten, auch ein Spaltverlust, wie zum Beispiel bei einer Francis-Turbine auf.

Für einen kontrollierten Zufluss sind Einlaufbauten notwendig, welche in drei verschiedenen Arten ausführbar sind[1]:

- Eintritt über Schütze
- Kulisseneinlauf
- Überfalleinlauf

Diese sorgen dafür, dass das Wasser in einem genau definierten Eintrittswinkel und somit stoßfrei in die Schaufeln einläuft. Die Form der Schaufeln sorgt für ein „auslaufen“ des eingetretenen Wassers und ist somit für die Rückschlagfreiheit zuständig[1]. Der Wirkungsgrad liegt bei $\eta=0,75-0,78$ [2].

2.1.3 Unterschlächtiges Wasserrad (bzw. Stromrad/Flussrad)

Das unterschlächtige Wasserrad nutzt hauptsächlich die kinetische Energie des Wassers, es wird also bei großen Durchflüssen ($\dot{V}<2 \text{ m}^3/\text{s}$)[2] und geringem bis kein Gefälle ($h=0,3-1,5 \text{ m}$)[2] betrieben.



Abbildung 8: Mittelschlächtiges Wasserrad mit Kropfgerinne, Deutsches Museum, München

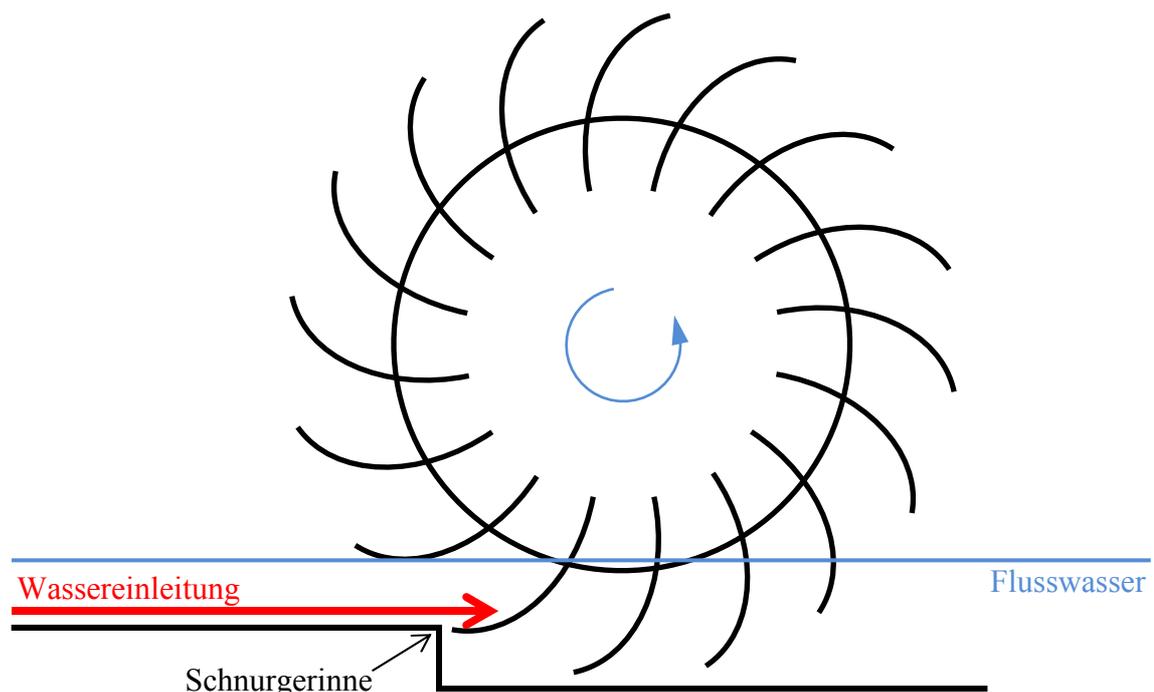


Abbildung 9: Skizze: Aufbau unterschlächtiges Wasserrad

Die Schaufeln des unterschlächtigen Wasserrades sind keine Behälter, sondern gerade oder leicht gekrümmte Flächen, auf die einzig die Druckkraft des fließenden Wassers bei geringsten bis keinen Fallhöhen wirkt. Auch hier wird oftmals ein Gerinne (hier: Schnurgerinne) verbaut (s. Abb. 9), um die Strömung um das Wasserrad zu kontrollieren und somit Verluste zu minimieren.

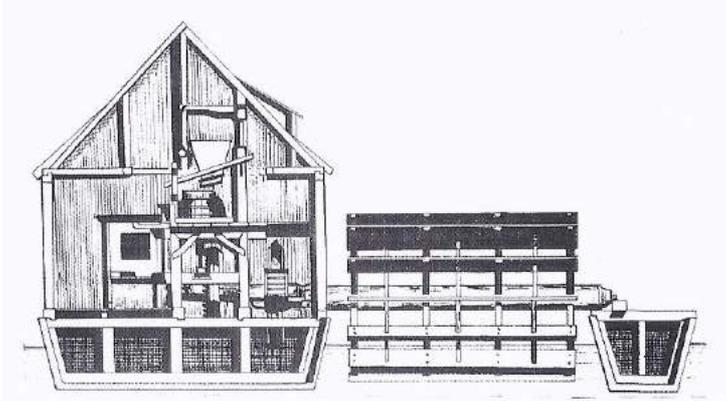


Abbildung 11: Schiffsmühle[2]

Auch Stromräder, Schiffs- und Flussmühlen (s. Abb. 10) können zu den unterschlächtigen Wasserrädern gezählt werden. Diese arbeiten vollkommen ohne örtliches Gefälle, nur mit der Strömungsgeschwindigkeit. Ihre Schaufeln sind meist ebene Platten. Eine weitere Form des unterschlächtigen Wasserrades ist das Schöpfrad, welches, vom Fluss an-

getrieben, kleine Mengen Wasser in zusätzlichen Schaufeln auf ein höheres Niveau befördert. Bei Übergang über den Scheitel fließt das Wasser aus diesen Schaufeln wieder heraus in eine Verteilerleitung. So wurden früher z. B. die Aquädukte der Römer gespeist oder die Feldbewässerung im alten Babylon ermöglicht[2].

Unterschlächtige Wasserräder sind in ihrer Geometrie, je nach Bedarf, sehr vielseitig und unterschiedlich konstruierbar. Die bekannten Konstruktionen reichen von äußerst breiten und flachen Schaufeln bei einem Durchmesser von rund 8 m[2] (s. Abb. 11) bis zu schlanken, hohen Rädern mit Durchmessern von 25 m[2]. Sie erreichen einen Wirkungsgrad von $\eta=0,4-0,65$ [2]. Trotzdem werden diese, laut Jehle[2], auch heute noch verwendet.

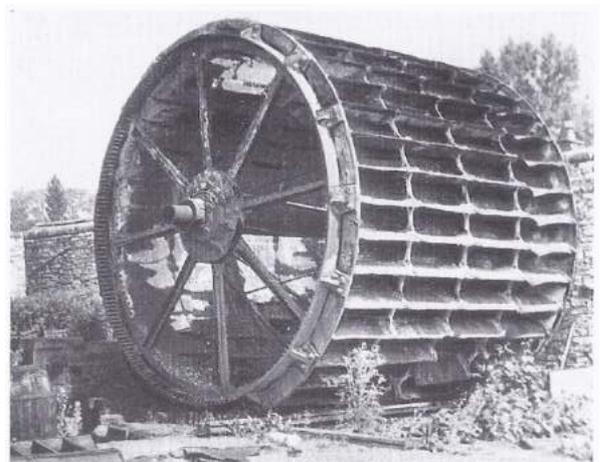


Abbildung 10: Unterschlächtiges Wasserrad[2]

2.2 Mühlenarten

Eine Mühle ist in erster Linie eine Vorrichtung zur Zerkleinerung eines bestimmten Materials, des Mahlgutes. Das Mahlgut kann zum Beispiel Getreide, Gewürze oder Kaffee sein. Ebenfalls als „Mühlen“ bezeichnet (z. B. Sägemühle statt Sägewerk), wurden Handwerksbetriebe, die die Kraft von Wasser oder Wind nutzten.

Artenübergreifend spricht man bei alten und ehemaligen Mühlen, die von Wasserkraft angetrieben wurden, von sogenannten Wassermühlen[4]. Die Benennung einer Mühle geschah bzw. geschieht aber nicht nur nach der Antriebsweise (Windmühle, Wassermühle), sondern konnte bzw. kann u. a. auch nach dem Endprodukt (Ölmühle) oder nach der verwendeten Technik (Hammermühle) erfolgen.

In den Landkreisen Lindau und Oberstaufen sind überwiegend Mahlmühlen, Hammerschmieden und Sägewerke zu finden, oftmals auch in Kombination. Gelegentlich trifft man aber auch auf Knochenstampfen und Walkmühlen.

2.2.1 Mahlmühle

Die häufigste Mühlenart war die Mahlmühle.

Die klassische Form der **Mahlmühle** zerrieb das Mahlgut zwischen zwei Mühlsteinen (s. Abb. 12) mit vertikaler Drehachse, wobei der untere Stein unbeweglich war und der Obere „Läuferstein“[4], vom Wasserrad angetrieben, einen Spalt breit über dem unteren rotierte, ohne diesen zu berühren. Letztere hatte eine bearbeitete, mit verschiedenen Rillen versehene Oberfläche. Das Mahlgut, wurde zwischen den



Abbildung 12: Mühlsteine der ehem. Klostermühle in Lindau

Steinen aufgebrochen, zermahlen und fiel schlussendlich durch das Mehllloch in den Beutelkasten[7]. Für höhere Feinheitsgrade wurde dieser Vorgang wiederholt.

Einfache, kleinere Mühlen hatten oftmals wenige sogenannte Gänge, also wenige Bearbeitungsschritte, in welchen das Getreide immer gleich verarbeitet wurde. Wohlhabende Müller konnten sich jedoch mehr Gänge leisten und so das Getreide in verschiedenen Feinheits- und Reinheitsgraden verarbeiten[4].

Das Drehmoment des Wasserrades musste zuerst von einer horizontalen Drehachse auf die vertikale Achse des oberen Mühlsteins umgelenkt werden.

Eine weitere, modernere Form der Mahlmühle ist die heute noch verbreitete **Walzenmühle** bzw. der **Walzenstuhl**, welche(r) die Mühlsteine nahezu vollständig verdrängte[4]. Hier wird

das Mahlgut zwischen zwei Walzen gebrochen, welche in entgegengesetzter Richtung um eine horizontale Drehachse drehen. Der Mahlvorgang besteht aus mehreren Arbeitsgängen, wobei sich ein Arbeitsgang wiederum aus einem Mahldurchgang und einem Siebvorgang zusammensetzt. So kommt eine äußerst gleichmäßige Feinheit des Mahlgutes zustande und Feinheitsgrade können leicht variiert werden. Je nach Feinheitsgrad sind mehrere Arbeitsgänge nötig.

Für den Antrieb ist eine Aufteilung des Moments auf beide Walzen nötig. Die Drehachse liegt sowohl bei Wasserrad, also auch bei den Walzen horizontal, weshalb nur ein Riemenantrieb (s. Abb. 13) notwendig ist.



Abbildung 13: Riemenantrieb Weißenbachmühle

2.2.2 Hammermühle

Die Hammermühle, auch Schmiedehammer oder Hammerschmiede genannt, nutzte Wasserkraft um einen großen Schmiedehammer anzutreiben und somit Körperkraft einzusparen. Hierzu musste die Rotationsbewegung des Wasserrades in eine Auf-Ab-Bewegung umgesetzt werden.

Dies lässt sich erreichen, indem man die Rotation als zusammengesetzte Bewegung beschreibt, welche aus einer vertikalen und einer horizontalen Bewegung besteht.

An das Wasserrad wurde ein Zahnrad mit wenigen Zähnen angebracht. Diese Zähne hoben den Schmiedehammer, der an einem langen Balken hing, eine kurze Strecke in die Höhe. Befand sich der Zahn an einer bestimmten Stelle einer Umdrehung, so rutschte dieser wieder vom Balken ab und der Hammer fiel mit der Wucht seines eigenen Gewichts auf den Ambos.

Je nach Angriffspunkt des Zahnrades sprach und spricht man vom Schwanz- oder Aufwerferhammer (s. Abb. 14).

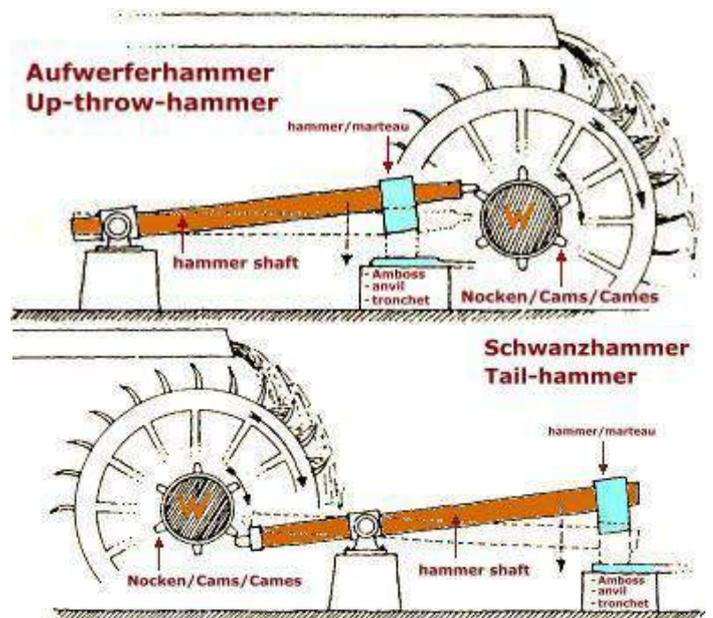


Abbildung 14: Arten des Schmiedehammers[9]

2.2.3 Sägemühle

Die Sägemühle nutzte die Kraft des Wassers um Sägeblätter anzutreiben und so maschinell große Stücke Holz schnell und einfach zu zerschneiden und zu verarbeiten. Auch hier muss die Rotation in eine vertikale Auf-und-Ab-Bewegung umgesetzt werden. Wie beim Verbrennungsmotor geschieht dies mittels eines Pleuels, welches an der Wasserradwelle oder an einem vom Wasserrad angetriebenen Zahnrad befestigt ist[4]. Bei der Aufwärtsbewegung wird das Sägeblatt nach oben gedrückt, bei der Abwärtsbewegung wird es durch das Holz nach unten gezogen. Um ganze Baumstämme zu Bretter verarbeiten zu können, waren sehr lange und große Sägeböcke (s. Abb. 15) nötig.



Abbildung 15: Sägebock der Weißensberger Mühle

2.2.4 Weitere

Hier noch ein paar weitere Arten von Handwerksbetrieben im Bodenseeraum, die Wasserkraft durch Wasserräder nutzten:

- **Knochenstampfe:** Diese nutzte die Kraft des Wassers um Knochen zu Knochenmehl zu zerstampfen, was von Hausfrauen und Bauern als Dünger verwendet wurde. Letztendlich verdrängten künstliche Düngemittel das Knochenmehl[13].
- **Walkmühle:** Diese funktionierte ähnlich der Hammerschmiede. Nur wurde hier der Hammer nicht zum Schmieden, sondern zum Walken, also zum Kneten von fertigen Tüchern verwendet, damit diese verfilzten[6].

3 Denkmalschutz

Da es sich in dieser Arbeit hauptsächlich um denkmalgeschützte Mühlen handelt, soll der Denkmalschutz zusammen mit allen seinen Bestimmungen und Pflichten ausführlich erklärt werden. Dies soll helfen, Reaktivierungspläne effizient und unter Berücksichtigung dieser Vorschriften gestalten zu können.

Bayrisches Denkmalschutzgesetz[3] (BayDSchG), Art. 11 Abs. 5:

„Die Aufgaben der Denkmalschutzbehörden sind Staatsaufgaben; für die Gemeinden sind sie übertragene Aufgaben.“

Zuständigkeiten Deutschlandweit: (BayDSchG, Art. 11)

Das Staatsministerium stellt die **Oberste Denkmalschutzbehörde**, welche vom Ministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst geführt wird.

Nach der Obersten Denkmalschutzbehörde kommt das **Landesamt für Denkmalpflege**, welches „die staatliche Fachbehörde für alle Fragen des Denkmalschutzes und der Denkmalpflege“ (BayDSchG, Art. 12 Abs. 1) ist. Die genau definierten Aufgaben können im BayDSchG Art. 12 nachgelesen werden.

Wiederum darunter befinden sich die **Höheren Denkmalschutzbehörden**, welche von der jeweiligen Landesregierung, zusammen mit dem geltenden Gesetz, gestellt werden. In unserem Fall gilt also das **Bayrische Denkmalschutzgesetz**.

3.1 Denkmalschutz Bayern

Zuoberst steht in Bayern neben der Höheren Denkmalschutzbehörde der Landesdenkmalrat, der „die Staatsregierung in allen wichtigen Fragen zur Denkmalpflege“ (BayDSchG, Art. 14 Abs.1) berät. Seine Zusammensetzung und Arbeitsweise ist in Art. 14 des BayDSchG festgelegt.

Die örtliche Zuständigkeit für Denkmäler in Bayern liegt, laut BayDSchG, Art. 11 Abs. 1, bei den Kreisverwaltungsbehörden. Sie stellen die Unteren Denkmalschutzbehörden, es sei denn, die Kreisverwaltungsbehörde überträgt die Untere Denkmalschutzbehörde samt allen Aufgaben an kreisangehörige Gemeinden.

Denkmäler sind per Definition „von Menschen geschaffene Sachen oder Teile davon aus vergangener Zeit, deren Erhaltung wegen ihrer geschichtlichen, künstlerischen, städtebaulichen, wissenschaftlichen oder volkskundlichen Bedeutung im Interesse der Allgemeinheit liegt.“ (BayDSchG Art. 1 Abs. 1)

Beim Denkmalschutz unterscheidet man zwischen drei Arten von Denkmälern:

1. Bewegliches Denkmal
2. Baudenkmal
3. Bodendenkmal

Denkmäler jeglicher Art sollen in die Denkmalliste eingetragen werden, welche jeder Mensch einsehen darf. Den Eintrag kann ein Berechtigter oder ein Heimatpfleger beantragen und erfolgt schließlich durch das Landesamt für Denkmalpflege (BayDSchG, Art. 2 Abs. 2).

3.1.1 Bewegliches Denkmal

Ein bewegliches Denkmal ist, laut Art. 1 (BayDSchG), ein nicht ortsgebundenes Denkmal. Dies kann aus dem Boden kommen, sprich ein bewegliches Bodendenkmal, z. B. eine frühzeitliche Spreespitze, sein. Aber auch vom Menschen erstellte, technische Konstruktionen, welche in Denkmalschutzgebieten zu finden sind, können als bewegliche Denkmäler angesehen werden, gehören aber meist zum Baudenkmal dazu[3]. Wird ein bewegliches Denkmal (außerhalb familiärer Kreise) verkauft, so ist dies sowohl vom Käufer, als auch vom Verkäufer dem Landesamt für Denkmalschutz anzuzeigen (BayDSchG, Art. 10). Denn in diesem Fall räumt Art. 19 (BayDSchG) dem Staat ein drei monatiges Vorkaufsrecht für bewegliche Denkmäler ein[3].

3.1.2 Baudenkmal

Ein Baudenkmal ist, ebenfalls laut Art. 1 (BayDSchG) ein Gebäude und/oder Teile davon. Auch das Inventar kann dazu gezählt werden, solange es zu einer Einheit mit dem Gebäude gehört[3]. Selbst wenn in einer Einheit nur einzelne Teile als Denkmal identifiziert werden können, so wird die gesamte Einheit unter als Denkmal benannt[3]. Auch historisch wertvolle Gärten werden als Baudenkmäler bezeichnet[3].

3.1.3 Bodendenkmal

Bodendenkmäler sind von Menschen geschaffene Gegenstände, die im Boden liegen bzw. gefunden werden[3]. Besonders hier wird zwischen den unbeweglichen Bodendenkmälern (z. B. Ausgrabungsstätten) und den beweglichen Bodendenkmälern (z. B. alte Tonkrüge, Münzen, etc.) unterschieden[3].

3.2 Denkmalpflege von Baudenkmälern

Bei den alten denkmalgeschützten Mühlen der Landkreise Lindau und Oberstaufen handelt es sich um Baudenkmäler (Mühlengebäude), evtl. kombiniert mit beweglichen Denkmälern (technische Komponenten). Ein Denkmal, das unter Schutz steht muss gepflegt werden. So ist auch die sogenannte Denkmalpflege im Gesetz beschrieben und legt dem Eigentümer und der örtlichen Gemeinde Pflichten zum Erhalt und zur Nutzung des Denkmals auf. Im Gegenzug bietet der Staat finanzielle Unterstützung bei der Denkmalpflege.

3.2.1 Erhaltung eines Baudenkmals

Der Eigentümer eines Baudenkmals ist dazu verpflichtet dieses „instandzuhalten[sic], instandzusetzen[sic] [und] sachgemäß zu behandeln“ (BayDSchG, Art. 4 Abs. 1). Sollte der Eigentümer nicht der unmittelbare Besitzer sein, so gelten diesen Pflichten auch für Letzteren[3]. Ist es einem Eigentümer bzw. unmittelbaren Besitzer nicht möglich der Pflicht zur

Erhaltung eines Denkmals nachzukommen, so kann er zur Duldung angeordneter Instandhaltungsmaßnahmen verpflichtet werden (BayDSchG, Art. 4 Abs. 2).

Ist in letzter Instanz keine anderer Ausweg möglich, so kann der Eigentümer bzw. der unmittelbare Besitzer laut BayDSchG, Art. 18 enteignet werden. Das Denkmal geht an den Staat oder eine juristische Person des öffentlichen Rechts (z. B. Anstalten, Stiftungen). Die Enteignung „zugunsten einer juristische Person des Privatrechts“ ist nur möglich, „wenn die Erhaltung des [...] Denkmals zu den satzungsmäßigen Aufgaben der juristischen Person gehört und [...] gesichert erscheint.“ (BayDSchG, Art. 18 Abs. 1). Wird eine Enteignung vollzogen, so steht dem Enteigneten u. U. (siehe BayDSchG, Art. 20) eine Entschädigung zu.

3.2.2 Nutzung eines Baudenkmals und Erhaltungsmaßnahmen

Baudenkmäler sind zum größten Teil denkmalgeschützte Gebäude, nicht selten Wohngebäude. Diese dürfen natürlich auch weiterhin genutzt werden, allerdings ist die Nutzung eines denkmalgeschützten Gebäudes mit strengen Auflagen verbunden, was Neubau, Umbau und Renovierung betrifft.

Allem voran ist vom Bayrischen Denkmalschutzgesetz eine Nutzung entsprechend der ehemaligen Funktion erwünscht (BayDSchG, Art. 5), da die Grundmauern und oftmals auch die Innenarchitektur (Raumaufteilung) nicht verändert werden dürfen. Was aber nicht bedeutet, dass diese Gebäude nicht renoviert werden können. Alte, kaputte Fassaden dürfen ausgetauscht werden, bröckeliger Putz darf ausgebessert werden, Innenräume dürfen neu gestrichen werden.

Das, was nicht verändert werden darf ist das Aussehen: Wird eine Fassade ausgetauscht, so muss dieselbe Fassadenart wieder eingesetzt werden. Wird ein Gebäude neu verputzt, ist der gleiche Putz wie der ursprüngliche zu verwenden. Wird ein Innenraum neu gestrichen ist u. U. die gleiche Farbe zu verwenden. Um Streitigkeiten mit den zuständigen Behörden zu vermeiden, sollten daher sämtlichen Renovierungsarbeiten im Voraus geplant und bei der örtlichen Denkmalschutzbehörde gemeldet werden. Denn es gilt:

„Wer [...] Baudenkmäler beseitigen, verändern oder an einen anderen Ort verbringen oder [...] geschützte Ausstattungsstücke beseitigen, verändern, an einen anderen Ort verbringen oder aus einem Baudenkmal entfernen will, bedarf der Erlaubnis [nach BayDSchG, Art. 16].“ (BayDSchG, Art. 6 Abs. 1).

Ist für Neu- und Umbauten eine Baugenehmigung oder bauaufsichtliche Zustimmung notwendig, so „entfällt die Erlaubnis“ (BayDSchG, Art. 6 Abs. 3).

3.2.3 Finanzierung

Der Staat unterstützt Eigentümer finanziell bei „der Instandsetzung, Erhaltung, Sicherung und Freilegung von Denkmälern“ (BayDSchG, Art. 22), wobei sich die Höhe der Unterstützung „nach der Leistungsfähigkeit des Eigentümers“ (BayDSchG, Art. 22) richtet.

Zusätzliche können Steuervergünstigungen in Anspruch genommen werden[24].

4 Besichtigte Mühlenstandorte

Die hier beschriebenen Mühlen befinden sich alle in den Landkreisen Lindau(Bodensee) und Oberstaufen. Der grobe Standort einer Mühle ist Karte 1 im Anhang zu entnehmen. Für die Anbindung an die „Westallgäuer Wasserwege“ siehe Karte 2.

4.1 Beispiel: Martinsmühle

Die Martinsmühle in Bechtersweiler (s. Abb. 16) soll hier als Anschauungsbeispiel genannt werden, wie eine Reaktivierung sowohl historisch als auch als Beitrag zur Energiegewinnung aus regenerativen Energien aussehen kann, auch wenn die Martinsmühle nicht unter Denkmalschutz steht.

Technische Daten:

- ehem. Mahlmühle
- kein Denkmalschutz
- Antriebsart seit ca. 1914 durch Turbine
 - bis 1914 Phönix-Spiral-Turbine
 - seit 1937 Francis-Turbine (1992 überholt), Leistung: 11 kW
- Altwasserrecht
- historische Wehranlage, teils renoviert
- Gewässer: Nonnenbach



Abbildung 16: Martinsmühle Hauptgebäude, Bechtersweiler

Die ehemalige Mahlmühle wurde 1970 zu einem Gästehaus umgebaut, nachdem die gesamte Mühlentechnik in den 1960er Jahren vollständig entfernt worden war. Allein ein alter Mühlstein (s. Abb. 18) und das Mühlrad (s. Abb. 17) im Garten, welches mit einem äußerst geringen Wasserfluss im mittelschlächtigen Stil betrieben wird, erinnert an das ehemalige Handwerk, wobei es sich allerdings nicht um das Original-Mühlrad handelt. Das Original wurde ober Schlächtigt am heutigen Kraftwerksstandort betrieben und gemeinsam mit der restlichen Mühlentechnik entfernt. Die Räumlichkeiten waren bereits vorhanden.

Im sogenannten „Kraftwerk“ (s. Abb. 18) befindet sich eine Francis-Turbine mit einer maximalen Leistung von 11 kW. Diese kann derzeit allerdings, wegen starker Vibrationen, die sich auf das Mauerwerk des Gästehauses übertragen, nicht genutzt werden und auch der Schaltkasten müsste, so die Eigentümerin[16], mal wieder überholt werden. Bauliche Maßnahmen zur Schwingungsdämpfung wären möglich, sind aber wohl recht kostspielig. Die Eigentümer seien dabei eine Neuplanung statt einer erneuten Renovierung zu erwägen[16].



Abbildung 17: Wasserrad im Garten der Martinsmühle



Abbildung 18: Kraftwerksgebäude Martinsmühle

Einschätzung:

Die Martinsmühle ist soweit sehr gut erhalten und aus technischer Sicht für Touristen äußerst interessant. Aus historischer Sicht ist keine weitere Reaktivierung sinnvoll. Die eventuelle Umrüstung von Turbine zurück zum Wasserrad könnte bei Bedarf unterstützt werden.

4.2 Denkmalsgeschützte Mühlen

4.2.1 Klostermühle

Technische Daten:

- ehem. Mahlmühle (auch Göpelwerk, Pferde-/Rossmühle)
- Antrieb wohl mal durch Wasserrad, Göpelwerk/Pferdemühle spricht für Antrieb durch Nutztiere
- keine Angaben zu Wasserrecht
- keine historischen Anlagen mehr vorhanden
- Gewässer: Klostermühlbach



Abbildung 19: Klostermühle in Aeschach

Die Klostermühle (s. Abb. 19) im Stadtteil Aeschach von Lindau ist laut Denkmalschutz-Atlas ein „eingeschossiger Walmdachbau“[8] aus dem Jahr 1725. Historisch wurde die Klostermühle auch als Göpelwerk oder Pferde- und Rossmühle bezeichnet[8], was darauf hinweist, dass die Mühle einst durch Nutztiere, hier Pferde angetrieben wurde. Der Fischteich (s. Abb. 20) im Garten könnte vermuten lassen, dass einst auch mal ein wasserkrafttechnischer Antrieb vorhanden war, was aber bei den angestellten Recherchen nicht bestätigt werden konnte.

Einschätzung:

Das Mühlengebäude wurde komplett entkernt, es sind keinerlei technische Komponenten mehr vorhanden. Ebenso ist weder eine markante Fallhöhe, noch ein lohnenswerter Durchfluss des Gewässers zu finden. Von den „Westallgäuer Wasserwegen“ liegt die Klostermühle



Abbildung 20: Fischteich, Klostermühle Aeschach

zu weit entfernt, sodass derzeit keine sinnvolle Anbindung möglich ist, evtl. wenn ein neuer Wanderweg in diesem Gebiet entsteht. Ebenso ist hier bisher keine Infotafel aufgestellt worden. Diese Mühle ist momentan nur von außen historisch interessant. Eine Reaktivierung ist hier nicht möglich.

4.2.2 Immenmühle

Technische Daten:

- ehem. Mahlmühle
- ehem. unterschlächtiges Wasserrad, nicht mehr vorhanden
- kein Wasserrecht mehr
- Wasserzulauf nicht wieder aufbaubar
- Gewässer: Leiblach



Abbildung 21: Immenmühle[8]



Abbildung 22: Wasserradraum Immenmühle

Die Immenmühle (s. Abb. 21), ehemals Burg-Burgmühle, ist laut bayrischem Denkmaltlas ein „zweigeschossiger verputzter Ständerbau mit vorkragendem Giebel aus dem 17./18. Jahrhundert“[8]. Die derzeitigen Besitzer betreiben auf dem umliegenden Gelände einen Zieghof. Das Gebäude der Immenmühle wird allerdings seit ein paar Jahren nicht mehr genutzt. Laut Eigentümer, nutzte der Vorbesitzer das Haus als Wohnhaus, welches aber keine Toilette enthalte und schlecht isoliert sei[17]. Das Wohnhaus der Besitzer steht zur einen Seite, die Stallungen der Tiere

zur anderen Seite. Laut der Denkmalschutzbeauftragten des Landratsamtes ist der Zustand der Mühle bekannt, für eine Renovierung müsse der Eigentümer mehr Engagement aufbringen[24].

Einschätzung:

Das Haus ist in einem recht baufälligen Zustand (s. Abb. 21 und 23). Die Räumlichkeiten des ehemaligen Wasserrades sind noch vorhanden (s. Abb. 22), jedoch sei die Reaktivierung durch ein Wasserrad, laut Eigentümer, technisch nicht mehr machbar, da die Ausleitung durch ein Hochwasser zerstört wurde[17].

Allerdings wäre eine Anbindung an die „Westallgäuer Wasserwege“ (Tour 25, evtl. Tour 31(s. Anhang, Karte 2)) möglich, weshalb eine Restauration im Sinne des Denkmalschutzes zu empfehlen ist.



Abbildung 23: Frontseite Immenmühle

4.2.3 Hammerschmiede Riedhirsch

Technische Daten:

- Hammerschmiede und Knochenstampfe
- ehemals Wasserrad, nicht mehr vorhanden
- keine Angaben zum Wasserrecht
- historische Anlagen wohl noch enthalten
- Gewässer: Leiblach



Abbildung 24: Stauteich Hammerschmiede Riedhirsch

Die ehemalige Hammerschmiede (mit Stampfe) in Riedhirsch ist bereits ein Teil der „Westallgäuer Wasserwege“ und durch eine historische Tafel gekennzeichnet.

Der alte Stauweiher (s. Abb. 24) wird heute zur Fischzucht verwendet, eine Fischumleitung für Wildfische über einen Nebenflusslauf ist gegeben (s. Abb. 38). Der alte Schmiedehammer ist evtl. noch im Gebäude, welcher ehemals durch ein Wasserrad angetrieben wurde. Dies wurde aber bisher nicht bestätigt, da kein Kontakt zum Eigentümer hergestellt werden konnte.

Das Wasserrad aber wurde abgebaut um dort einen Balkon zu errichten. Allerdings ist an eben dieser Stelle der

Auslass des Fisch- bzw. Stauweihers, wo weiterhin Wasser eine nicht unerhebliche Höhe hinunter fällt (s. Abb. 25).

Einschätzung:

Hinter dem Gebäude sprudelt das Wasser aus einem Rohr, sodass dieser Ort geradezu prädestiniert ist, um dort ein kleines Wasserrad einzusetzen. Dies dürfte aber auch mit erheblichen Kosten verbunden sein.



Abbildung 25: Wasserauslass Stauteich

4.2.4 Holzschleife Weißbach

Technische Daten:

- ehem. Holzschleife
- Antrieb durch Turbinen
- Wasserrecht liegt bei „Weißachtal-Kraftwerke eG“
- historische Anlagen enthalten
- Gewässer: Weißbach



Abbildung 26: Holzschleife Weißbach[8]

Die alte Holzschleife in Weißbach (s. Abb. 26) bei Oberstaufen ist das größte, unter denkmal-schutzstehende Bauwerk aller, die besichtigt wurden. Sie besteht, laut Denkmal-Atlas, aus „Wohnhaus mit Stall, Arbeitertrakt und langgestrecktem Fabrikflügel“, wozu zusätzlich die „[technische] Ausstattung, [der] Werkkanal, [der] Garten [und die] Kapelle“[8] gehören. Alle diese Anlagen sind erhalten und auch das Wasserrecht, welches, laut Eigentümer, an die „Weißachtal-Kraftwerke eG“ verkauft wurde, bestehe wohl noch[19].

Einschätzung:

Die „Weißachtal-Kraftwerke eG“ versuchte, laut Eigentümer, wohl schon öfter die Turbinen wieder in Betrieb zu nehmen, sei allerdings an Denkmalschutz- und Naturschutzbestimmungen gescheitert. Hier könnte bei Interesse das Landratsamt unterstützend zur Seite stehen. Da sämtliche alte Technik der Anlage noch vorhanden ist, könnte sich die Eigentümerin, laut eigener Aussage, vorstellen, diese Touristen zu zeigen. Sie wies aber ausdrücklich darauf hin, weit genug im Vorfeld informiert werden zu wollen, um persönlich vor Ort sein zu können[19].

4.2.5 Bruggmühle

Technische Daten:

- Sägewerk und ehemalige Mahlmühle
- Antrieb durch zwei Francis-Turbinen (ehemals Wasserrad) und Riemenübersetzung
- beschränktes Wasserrecht (Strom nur für Eigenbedarf)
- sämtliche historischen Anlagen der Säge bestehen, Mahlmühle war nicht reaktivierbar
- Gewässer: Hagenbach



Abbildung 27: Bruggmühle, Gebäude Mühle und Säge



Abbildung 29: Mehlabfüllschacht

Die Bruggmühle (s. Abb. 27) gehört zur Gemeinde Opfenbach und ist bereits Teil der „Westallgäuer Wasserwege“. Diese Mühle wurde von einem selbständigen Ingenieur erworben, der die alten Anlagen wieder in Stand setzte. Die Säge kann heute noch betrieben werden. Die Mahlmühle war, nach eigenen Angaben nicht mehr reaktivierbar[20], allerdings sind die Wohnräume und einige technische Teile der ehemaligen Mühle (s. Abb. 28) noch vorhanden. Die Säge (s. Abb. 29) wurde ehemals durch ein Wasserrad, zuletzt aber mit Strom aus zwei Francis-Turbinen angetrieben, welche immer noch einsatzfähig sind. Auch die Zulaufanlagen wurden vom Eigentümer wieder in Stand (Wehranlage, Stauteich, etc.) gesetzt[20]. Die Säge läuft heute noch mit der gleichen Technik wie damals, mittels Riemenantrieb. Allerdings hat aktuell die Druckleitung zu den Turbinen einen Riss, weshalb die Anlage derzeit betriebsunfähig ist. Der Schaden soll allerdings in absehbarer Zeit behoben werden[20].

Auch um das Wasserrecht, welches vorher nicht bestand, bemühte sich der Besitzer, sodass die Bruggmühle ein eingeschränktes Wasserrecht hat, dass zur Stromerzeugung für den Eigenverbrauch berechtigt, eine Einspeisung ist nicht gestattet[20].



Abbildung 289: Sägegatter der Bruggmühle

Einschätzung:

Die Bruggmühle ist bereits vollkommen reaktiviert und sehr gut erhalten. Fast alle Anlagen sind betriebsfähig, sodass hier kein weiterer Handlungsbedarf besteht.

4.3 Weitere, nicht denkmalgeschützte Mühlen

4.3.1 Weißenbachmühle

Technische Daten:

- einst Mahlmühle und Säge
- Antrieb durch Wasserrad bis 1980er Jahre, anschließend durch Dieselmotor
- Altwasserrecht laut Eigentümer vorhanden[21]
- Wasserrad, Säge und Riemenantrieb vorhanden, Zuleitung abgeschnitten, Stauteich vorhanden
- Gewässer: Schwarzenbach



Abbildung 30: Wasserzuleitung, Weißenbachmühle

Die Weißenbachmühle im Landkreis Oberstaufen ist bereits Teil der „Westallgäuer Wasserwege“ und durch eine Infotafel (s. Anhang, Abb. 37) gekennzeichnet. Die einstige Mahlmühle wurde bereits



Abbildung 31: Wasserrad, Weißenbachmühle

1876 aufgegeben[14], die Säge der Weisenbachmühle sei aber, laut Eigentümer, noch Einsatzfähig[21]. Diese wurde zuletzt nicht mehr durch das immernoch vorhandene Wasserrad (s. Abb. 31), sondern durch einen Dieselmotor angetrieben. Zahnrad- und Riemenantrieb (s. Abb. 13) sind im Innenraum noch komplett erhalten, sowie zwei Sägeböcke im Obergeschoss. Laut Eigentümer wäre auch noch der Stauteich vorhanden, welcher allerdings fast trocken sei und für eine Reaktivierung neu ausgebaggert werden müsse[21].

Einschätzung:

Wenn das Wasserrad wieder in Betrieb genommen werden soll, so müsste zuerst die Zuleitung (s. Abb. 31) erneuert und der Stauteich instand gesetzt werden. Die Eigentümer gaben an, dass das Altwasserrecht noch bestünde und die Säge mit dem Dieselmotor immernoch betriebsfähig sei[21].

4.3.2 Weißensberger Mühle

Technische Daten:

- Sägemühle
- Antrieb einst durch überschlächtiges Wasserrad, seit einigen Jahren mit Elektromotor
- möglicherweise Altwasserrecht
- Wasserradwelle, Zuleitung, Sägebock, Zahnrad- und Riemenantrieb, Säge noch betriebsfähig
- Gewässer: Motzacher Tobelbach



Abbildung 32: Weißensberger Mühle



Abbildung 33: Alte Wasserradwelle, Weißensberger Mühle

Die Weißensberger Mühle (s. Abb. 32) ist eine sehr gut erhaltene Säge, die aktuell nur wegen eines kaputten Pleuels stehen[22]. Ihr Aufbau ist wesentlich schlichter, als beispielsweise der der Bruggmühle. Sie verfügt über nur einen Sägebock (s. Abb. 15), auf den verschiedene Sägevorrichtungen aufgesetzt werden können[22]. Wie in Abb. 33 zu sehen, ist vom ehemaligen Wasserrad nur noch die Welle übrig.

Im Innenraum aber sind noch die Zahnräder (s. Abb. 34). und der Riemenantrieb im Original vorhanden.

Einschätzung:

Die Säge ist nach genannter Reparatur wieder einsatzfähig. Um ein Wasserrad einzusetzen wären, laut den Eigentümern[22], große Investitionen nötig, da die Gebäudewand der alten Säge nicht stabil genug sei, ein neues, schweres Wasserrad zu tragen. Außerdem müsse die Zuleitung (s. Abb. 35) abgedichtet werden. Beim Wasserrecht könne noch ein Altwasserrecht bestehen, müsse aber überprüft werden[22].

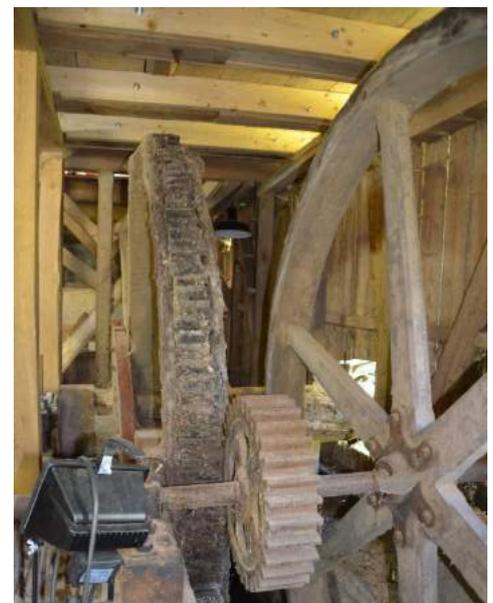


Abbildung 34: Innenraum, Weißensberger Mühle



Abbildung 36: Zulauf Wasserrad, Weißensberger Mühle

4.4 Weitere, erwähnenswerte Mühlen

Hier werden nur noch ein paar weitere Mühlen genannt, die durchaus kulturelles Potential aufweisen:

Mühle in Hagspiel (Denkmalschutz)

In Hagspiel im Landkreis Oberstaufen befindet sich eine hervorragend hergerichtete, denkmalgeschützte Mühle. Diese besitzt ein außenliegendes Wasserrad mit Zuleitung (s. Abb. 36). Für Wanderer ein gutes Anschauungsobjekt.



Abbildung 37: Mühle in Hagspiel

Mothenmühle (Denkmalschutz)

Die Mothenmühle in der Gemeinde Heimenkirch enthält, laut einem Ingenieur des Teams des Landratsamtes Lindau(Bodensee), zwei Francis-Turbinen zur Stromgewinnung, die allerdings nicht laufen, da bisher kein Wasserrecht gewährt wurde[23].

Knochenmühle

An der Knochenmühle in der Gemeinde Hergensweiler hängt eine alte Welle mit einem Zahnrad dran. Die Einsetzung eines Mühlrades wäre wohl recht einfach durchzuführen, allerdings kann dieses Rad nicht betrieben werden, da der Fluss nicht direkt am Haus vorbei fließt, sondern erst umgeleitet werden müsste.

Katzenmühle, Scheidegg (Denkmalschutz)

Die Katzenmühle in der Gemeinde Scheidegg betreibt seit einigen Jahren statt dem alten Mühlrad eine Pelton-Turbine[11].

5 Zusammenfassung

Das Potential an Wasserkraft in den Landkreisen Lindau(Bodensee) und Oberstaufen ist riesig. Doch die Wiederherstellung alter Anlagen zur Nutzung, ob kulturell oder zur Gewinnung von Strom, ist zumeist mit hohen Kosten verbunden, die das Landratsamt nicht tragen kann. Es möchte aber, so der örtliche Klimaschutzmanager Steffen Riedel, Eigentümer,

die sich zu einer Wasserkraftnutzung entschließen, bei der Beschaffung von Wasserrecht und anderen Anträgen unterstützen.

Bei Reaktivierungen denkmalgeschützter Standorte zur Stromgewinnung werden viele Kompromisse eingegangen werden müssen, da der Denkmalschutz hier im Vordergrund steht. Doch es gibt heute nicht wenige Ingenieur-Unternehmen, welche sich auf Wasserräder und deren Einsatz zur Stromgewinnung spezialisiert haben. Eine denkmalgeschützte Mühle neu mit einem Wasserrad auszustatten dürfte durchaus im Sinne der örtlichen Denkmalschutzbehörde sein. Dieses könnte man bei vielen Anlagen, z. B. bei der Hammerschmiede Riedhirsch, in einfachster Weise zur Stromgewinnung einsetzen, ohne den Denkmalschutz zu tangieren. So könnten sich elektifizierte Wasserräder selbstständig amortisieren.

Bauliche Eingriffe werden durch den Denkmalschutz auf ein Minimum beschränkt, was wiederum das Genehmigungsverfahren ein Kleinwasserkraftanlage begünstigen kann. Denn laut Jehle beinhaltet jedes Genehmigungsverfahren eine Umweltverträglichkeitsprüfung, welche bei Kleinkraftanlagen mit einem möglichst geringen Eingriff in die Umwelt zumeist positiv ausfallen werde[2]. Hinzu kommt, dass Wasserräder gegenüber Turbinen als „fischfreundlicher“ angesehen werden[10].

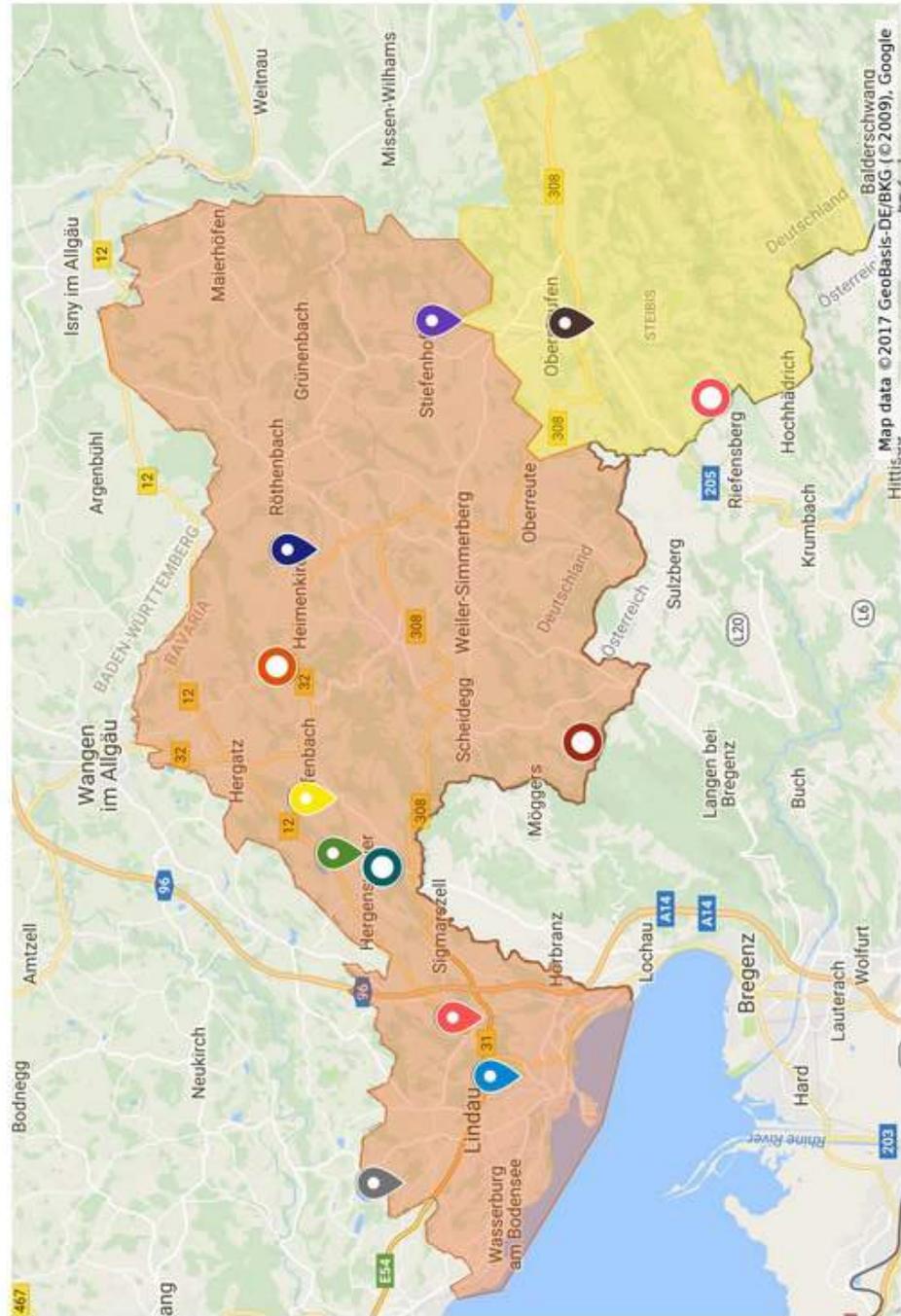
Das Amt für Tourismus ist an einer eventuellen Reaktivierung des einen oder anderen Standortes interessiert, um dadurch das Projekt „Westallgäuer Wanderwege“ kulturell aufzuwerten. Hierzu wurden schon einige Standorte genannt, die in das Projekt neu eingebunden werden könnten.

Eine Möglichkeit wäre es, alte, nicht genutzte Technik (v. a. Wasserräder) von außen sichtbar zu machen, wie an der Mühle in Hagspiel geschehen, wo das Wasserrad, für Wanderer und Vorbeifahrende gut sichtbar am Haus aufgestellt ist. Dies wäre z. B. bei der Weißenbachmühle durchaus machbar, da hier das Wasserrad in einem kleinen Nebenraum in einem Schuppen hängt. Wenn die Radaufhängung erneuert würde, so könnte das alte Mühlrad als Blickfänger für die dort stehende Infotafel dienen.

Einige der bereits aufgenommenen Mühlen könnte man auch, z. B. an einem „Mühlenwandertag“, unter Absprache mit den Eigentümern, Besuchern zugänglich machen bzw. zeigen lassen. Nicht wenige der alten Sägen, die gut erhalten sind, sind immernoch betriebsfähig und einsatzbereit, so z. B. die Weißensberger Mühle (Säge) oder auch die Säge der Bruggmühle. Hier könnten die alten Anlage sogar vorgeführt werden, um interessierten Besuchern auch das alte Handwerk in Verbindung mit der damaligen Technik näher zu bringen.

6 Anhang

Landkreis Lindau und Oberstaufen



Landkreis Lindau

- Landkreis Lindau
- Martinsmühle
- Klostermühle
- Bruggmühle
- Immenmühle
- Hammerschmiede
- Weißenberger Mühle
- Katzenmühle
- Knochenmühle
- Mothenmühle

Landkreis Oberstaufen

- Landkreis Oberstaufen
- Holzschleife
- Weißenbachmühle
- Mühle in Hagspiel

Karte 1: Standorte weiterer Mühle, erstellt mit Google-Maps



Karte 2: Westallgäuer Wasserwege (bearbeitet) [5]

DIE WEISSENBACHMÜHLE

Bauernhof oder Mühle – wie es am Weißenbach anfang, ist ungewiss

Die Geschichte eines Anwesens am Weißenbach reicht weit zurück. So sind in einem aus dem Jahre 1290 stammenden Zinsrodel des Klosters Mehrerau bei Bregenz Einkünfte aus „Wisinpach“ vermerkt. 29 Schilling Pfennig und vier Schweineschultern wurden damals an das Kloster gezahlt. Vermutlich war das Anwesen am Weißenbach anfangs eher ein größerer Bauernhof und noch keine Mühle. Das lässt sich aus der Ablieferung der Schweineschultern schließen – und aus dem Fehlen des Begriffs „moledino“ (Mühle) im Zinsrodel. Der erste urkundliche Beweis über die Existenz der Weißenbachmühle taucht 1579 in einem Steuerbuch der Grafschaft Rothenfels auf. Dort ist in der

Herrschaft Staufeu „Hanns Lutz, Müller Im Weißenbach“ registriert.

Seit Mitte der 80er Jahre steht das Mühlrad still

Jahrhunderte lang bewirtschaftete die Familie Aichele die Weißenbachmühle. 1876 wurde allerdings der Mahlbetrieb eingestellt und nur noch die Sägemühle weiter betrieben. Der letzte Sägmüller auf der Weißenbachmühle hieß Hermann Wiedemann. Er verarbeitete vor allem Stammholz aus dem eigenen Waldbesitz. Der Diplomingenieur starb 1979 im Alter von fast 95 Jahren. Die neuen Besitzer betrieben die Säge bis in die Mitte der 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts noch in geringem Umfang weiter. Seit dieser Zeit steht das Mühlrad still.





„Dieses Vorhaben wurde von der Europäischen Union (EAGFL) und dem Freistaat Bayern im Rahmen der Gemeinschaftsinitiative LEADER+ gefördert“



Bayrisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten



Abbildung 38: Historische Infotafel Weißenbachmühle

DIE HAMMERSCHMIEDE



HISTORIE Bis 1882 gehörten der Hof nebenan und die Schmiede immer einem Besitzer. Ganz zu Beginn war über dem Weg noch eine Remise, die ebenfalls dazu gehörte. Erstmals schriftlich erwähnt wurde das Haus 1765. Besitzer war Josef Hofer. Er überließ 1794 seine Hammerschmiede mit Haus und einer Winterfuhr seiner Tochter Agatha und deren zukünftigem Hochzeiter Johann Georg Feßler von Opfenbach. Von ihm übernahm 1830 der Sohn Josef Anton Feßler das Anwesen, von dem es 1864 an dessen Sohn, wiederum Josef Anton Feßler, überging. Dieser verkaufte das Objekt 1899 an Martin Epple, der seine Tochter Kreszenzia ehelichte.

Zu diesem Zeitpunkt gehörte die Hammerschmiede schon nicht mehr zum Gut. Die verkaufte Josef Anton Feßler jun. 1882 mit Stumpf an Gebhard Häusler, Hammerschmied in Scheidegg, der ein Stockwerk darauf baute. Die ursprüngliche Hammerschmiede war nur eingeschossig und nahezu quadratisch. Von Gebhard Häusler ging die Schmiede mit Stumpf an dessen Sohn Josef über. 1936 übernahm dessen Sohn, der wiederum Josef hieß, die Schmiede. Gefertigt wurden Gartengeräte, Geräte für die Waldarbeit oder die Zimmerei, für den



Die Hammerschmiede, als sie noch ein Mühlrad hatte. Fotografiert von Dr. Lutz Dietrich im Herbst 1982.

Geschäftsaufgabe: Ab diesem Zeitpunkt arbeitete er im Nebenerwerb in Firmen in der näheren Umgebung. Es war aber nicht nur die Gesundheit, die ihm zu schaffen machte



Josef und Anna Häusler mit Sohn Josef um 1925 in der Hammerschmiede.

Bauernhof und auch Metzgereien, wie Fleischerbeile. Außerdem lieferten viele Gartenbesitzer ausgekochte Knochen an, die in der Stampfe zerkleinert wurden und als Dünger für den Garten gute Dienste taten. Es wurden aber auch Knochen angekauft und das Mehl zur Weiterverarbeitung – z.B. zu Knochenleim – verkauft. Die Hammerschmiede und die Knochenstampfe wurden bis zum Schluss mit Wasserkraft betrieben.

Gesundheitliche Gründe zwangen Josef Häusler 1958 zur offiziellen



Der große Schmiedehammer, nach dem die „Hammerschmiede“ ihren Namen hat.

Nach dem 2. Weltkrieg hatte die Industrialisierung enormen Aufschwung genommen. Gartengeräte und Werkzeuge, die er in Handarbeit fertigte, wurden am Fließband bedeutend billiger hergestellt als er es jemals konnte. Außerdem griffen die Leute jener Zeit eher zum modernen Kunstdünger für ihren Garten, als zum bewährten Knochenmehl. So ging die Auftragslage permanent zurück. Insgesamt hat er in seiner Schmiede zusätzlich bis Mitte der 60er-Jahre gearbeitet. Sein Sohn – wieder Josef – hatte mit der Schmiede nichts mehr zu tun. Er arbeitete im Hochland und verstarb im Juni 2004. Die Tochter lebt noch. Das Haus und alles was dazu gehört erbten die Enkelkinder.

„Dieses Vorhaben wurde von der Europäischen Union (EAGFL) und dem Freistaat Bayern im Rahmen der Gemeinschaftsinitiative LEADER+ gefördert“



WESTALLGÄUER
WASSERWEGE

WestAllgäu
zwischen Alpen und Bodensee

Abbildung 39: Historische Infotafel Hammerschmiede Riedhirsch

DIE TOBELMÜHLE

Die Mühle im Ellhofer Tobel hat eine lange Geschichte

Bereits im 9. oder 10. Jahrhundert steht wohl eine Mahlmühle im Ellhofer Tobel. Erstmals urkundlich erwähnt wird die Tobelmühle allerdings erst ein halbes Jahrtausend später: 1446 fällt Rudolf, der letzte Ritter von Ellhofen, bei der Schlacht von Ragaz. Sechs Jahre später verkaufen seine Schwestern Margareta und Klara die Herrschaft Ellhofen samt Tobelmühle an Rudolf von Weiler. 1624 geht die Mühle für 800 Gulden an den Deutschen Orden. Damit wird aus dem Erblehen ein Schupflehen, das durch den Orden verliehen wird. Teile der Mühle werden 1650 erneuert. Seit dieser Zeit wird die Tobelmühle nicht nur als Mahlmühle, sondern auch als Sägemühle genutzt. Die Herrschaft des Ordens endet 1805.



Archiv Heimatstube Röttenbach

Die Mahlmühle verliert im 19. Jahrhundert zunehmend an Bedeutung

In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts wandelt sich das „blaue Allgäu“ des Flachsbaus in das „grüne Allgäu“ der Milch- und Käsewirtschaft. Die Bauern bauen immer weniger Getreide an – und die Mahlmühlen verlieren an Bedeutung. So wird auch in der Tobelmühle ab 1890 nicht mehr gemahlen. Dafür floriert das Sägewerk: 1911 wird die einfache Einblattsäge durch eine Vollgattersäge ersetzt, die meist mit zehn bis 12 Sägeblättern gleichzeitig arbeitet. Als am 9. Juli 1944 ein starkes Hochwasser schwere Schäden am Wehr verursacht, wird auch der Sägebetrieb eingestellt. Die Tobelmühle brennt am 20. Oktober 1975 vollständig ab. Ein Jahr später wird sie wieder errichtet.

WESTALLGÄUER
WASSERWEGE

„Dieses Vorhaben wurde von der Europäischen Union (EAGFL) und dem Freistaat Bayern im Rahmen der Gemeinschaftsinitiative LEADER+ gefördert“



Bayerisches Staatsministerium
für Landwirtschaft und Forsten



WestAllgäu
zwischen Alpen und Bodensee

Abbildung 40: Historische Infotafel Tobelmühle

7 Quellen

- [1] Dirk M. Nuernbergk: „Wasserräder mit Kropfgerinne – Berechnungsgrundlagen und neue Erkenntnisse“. Detmold 2005, Verlag Moritz Schäfer
- [2] Felix von König/Christoph Jehle: „Bau von Wasserkraftanlagen – Praxisbezogene Planungsgrundlagen“ 4. neubearbeitete Auflage, Heidelberg 2005, Verlag C.F. Müller
- [3] Bayrisches Denkmalschutzgesetz (BayDSchG)
- [4] „Mühlen Amtzell – Reibeisenmühle, Voglersche Hammerschmiede, Sägewerk bei der Hagsmühle“, Herausgeber Landratsamt Ravensburg, 2. Auflage, 1988¹
- [5] „Westallgäu – Alpenland und Bodensee – 31 Touren – Westallgäuer Wasserwege“, Herausgeber Westallgäu-Bayrischer Bodensee Fördergesellschaft mbH in Zusammenarbeit mit dem Arbeitskreis „Westallgäuer Wasserwege“ und den Gemeinden der Region, 6. Auflage, 07/2015
- [6] Norbert Döll: „Mühlen in der Marktgemeinde Weiler-Simmerberg“, Fortsetzung 21. Juli 2000 (Kopie unter Anhang)
- [7] Norbert Döll: „Bestimmungen aus der Mühlenordnung von 1771“, 21. September 2000 (Kopie unter Anhang)
- [8] Bayrischer Denkmal-Atlas:
http://geoportal.bayern.de/bayernatlas-klassik/uImoYkTL4Mj1_Ay5G8kLH1QmFHiP4JS4DjnWfCXFwfifRYj7ZoGzZ3Sz3pSLw99h9taH3s-BzvJjUjjMgQcLbZ9gJmyx0kwjBFh9swXHngsSsdLq-2-AyzSadamrlZsB/uIm98/Bzv8d/myx6b (01.06.2017) (s. Anhang, Seite 31-35)
- [9] <http://www.mrh-erlenbach-main.de/eisenhammer/eisenhammer-d-00.shtml> (01.06.2017) (s. Anhang, Seite 36-37)
- [10] Stephan Nickels: „Die Rückkehr der Wasserräder“, 22.03.2006, deutschlandfunk.de
http://www.deutschlandfunk.de/die-rueckkehr-der-wasserraeder.697.de.html?dram:article_id=74338 (01.06.2017) (s. Anhang, Seite 38)
- [11] „Katzenmühle – Historie“
<http://www.katzenmuehle.de/historie> (01.06.2017) (s. Anhang, Seite 39)
- [13] Hist. Infotafel Hammerschmiede Riedhirsch (s. Anhang: Abb. 38)
- [14] Hist. Infotafel Weißenbachmühle (s. Anhang, Abb. 37)
- [15] Hist. Infotafel Tobelmühle (s. Anhang, Abb. 39)

¹ Exemplar zu finden im Dokumentationszentrum Weiler

- [16] Fam. Kirnbauer, Eigentümer Martinsmühle, Mündliche Auskunft vom 06.04.2017 und 16.05.2017
- [17] Fam. Kaack, Eigentümer Immenmühle, Mündliche Auskunft vom 06.04.2017 und 31.05.2017
- [18] *Hammerschmiede*
- [19] Frau C. Kirgis-Handschke, Eigentümer Holzschleife, Mündliche Auskunft vom 30.05.2017 und 31.05.2017
- [20] Herr E. Mauthe, Eigentümer Bruggmühle, Mündliche Auskunft vom 15.05.2017
- [21] Fam. Elhardt, Eigentümer Weißenbachmühle, Mündliche Auskunft vom 30.05.2017
- [22] Fam. Neuhoff, Eigentümer Weißenberger Mühle, Mündliche Auskunft vom 17.05.2017
- [23] Herr E. Fessler, Mündliche Auskunft vom 10.10.2016
- [24] Frau D. Stoll-Mayer, Denkmalschutzbeauftragte Landratsamt Lindau(Bodensee), Mündliche Auskunft vom 31.05.2017

Alle nicht gekennzeichneten Fotos wurden vom Autor selbst aufgenommen.

Erklärung

Ich versichere, dass ich diese Bachelorarbeit selbstständig angefertigt, nicht anderweitig für Prüfungszwecke vorgelegt, alle benutzten Quellen und Hilfsmittel angegeben, sowie wörtliche und sinngemäße Zitate gekennzeichnet habe.

Hagenbüchach, den

Beispiel Wirtschaftlichkeit WKA Epple

Wirtschaftlichkeitsberechnung nach der Kapitalwertmethode				
Ausbau auf 5 kW, 0,193 Mio kWh				
1. Kosten der Investition				
Folgende Annahmen werden getroffen:				
Inflationsbereinigter Zins				2
Anlagenüberholung nach 30 Jahren in % der Inv.				30
Abbruchkosten am Ende der Betriebszeit in % der Inv.				1,5
Wartungskosten in % der Inv.		{wurde etwas höher angesetzt!}		2
Laufzeit in Jahren				60
Der Kapitalwert setzt sich aus folgenden Einzelposten zusammen:				
				Kapitalwert
Bauinvestition in Höhe von				22.300,00 €
Nach 30 Jahren ist eine Anlagenüberholung mit Kosten in Höhe von einem Viertel der Neuinvestition notwendig.				3.693,35 €
Dies ergibt:		6.690 €		
Nach 60 Betriebsjahren soll die gesamte Anlage abgebrochen werden, damit man eine neue Anlage erstellen kann.				101,95 €
Die Kosten belaufen sich aus heutiger Sicht auf 1,5 % der Investitionssumme				
Bauinv.*0,015 =		335 €		
Wartungskosten in Höhe der Investitionssumme [%]			2	15.503,36 €
Wartungskosten =		446 €		
			Summe	41.598,66 €
Dies ergibt eine jährliche Annuität von:				
[Summe Kapitalwert x 1,02^60 x 0,02/(1,02^60-1)]				1.196,71 €
2. Erlöse aus der Investition				
Preis je kWh			Cent/kWh	24,00 €
Jahresleistung in kWh				5.000
Jahreserlös				1.200,00 €
Kapitalwert der Erlöse				41.713,06 €
[Jahreserlös * (1- 1,02^-60)/0,02]				
Daraus ergibt sich ein Kapitalwert der Inv. von:				
41.713 DM	-	41.599 DM	=	114,40 €
bei + gleich Gewinn				
Die Differenz der Annuitäten führt zu einem Gewinn von:				
1.200 DM	-	1.197 DM		3,29 €

Beispiel Wirtschaftlichkeit WKA Aizenreuthe

Kostengliederung +Afa (Aizenreuthe) mit Pelton-Turbine					
		max. lineare Afa			
		Herstellungsk.	Lebensdauer	Beschr.	Afa
		€	Jahre	der Afa	€/1.a
			Jahr		1
1	Grundstückskosten	5.000 €	ewig		0
2	Baukosten	1.174.000 €		[%/a]	46.960 €
2.0	Wehr/fest	10.000 €	25	4	400 €
2.0.1	Stauklappe, Hydraulik, Montage	40.000 €	25	4	1.600 €
2.1	Einlaufbauwerk	40.000 €	25	4	1.600 €
2.2	Schütz Sand-Kiesschleuse	10.000 €	25	4	400 €
2.4	Rechenbauwerk	20.000 €	25	4	800 €
2.5	Druckrohrleitung	1.000.000 €	25	4	40.000 €
2.6	Kraftwerktiefbau, kpl.	50.000 €	25	4	2.000 €
2.7	Kraftwerkhochbau	- €	50	2	- €
2.8	Auslaufbereich	- €	25	4	- €
2.9	Wegebauten	4.000 €	25	4	160 €
2.10	Sonstige Baukosten, Zuschüsse	- €	25	4	- €
3.	Maschinenkosten	235.000 €			10.841 €
3.2	Einlaufschütze	5.000 €	20	5	250 €
3.3	Rechenanlage	5.000 €	20	5	250 €
3.4	Rechenreiniger	15.000 €	20	5	750 €
3.5	Turbine	200.000 €	22	5	9.091 €
3.6	Getriebe/Riementrieb	- €	22	5	- €
3.7	Verschlüsse/Schieber	- €	20	5	- €
3.8	Sonstige Maschinen, Antriebe	10.000 €	20	5	500 €
4.	Elektrotechnik	77.000 €			3.850 €
4.1	Regeleinrichtung	22.000 €	20	5	1.100 €
4.2	Schaltanlage, Montage ges.	5.000 €	20	5	250 €
4.3	Schutzeinrichtung	10.000 €	20	5	500 €
4.4	Generator	- €	20	5	- €
4.5	Synchronisation	- €	20	5	- €
4.6	Verkabelung	10.000 €	20	5	500 €
4.7	Freileitung	20.000 €	20	5	1.000 €
4.8	Transformatoren	- €	20	5	- €
4.9	Sonstiges	10.000 €	20	5	500 €
5.	Planungskosten	72.000 €			3.600 €
5.1	Vorentwurf	12.000 €	20	5	600 €
5.2	Detaillierung	15.000 €	20	5	750 €
5.3	Gebühren	15.000 €	20	5	750 €
5.4	Gutachten	10.000 €	20	5	500 €
5.5	Bauleitung	20.000 €	20	5	1.000 €
	Summe	1.563.000 €			65.251 €
	Stromeinnahmen 0 %/a steigend; 800.000kWh/a				98.400 €
	Aufwendungen 3000 €/a, 2 %/a steigend				3.000 €
	Zinszahlungen				31.260 €
	finanztechn. Verlust/Gewinn				- 1.111 €

Erfassungsbogen

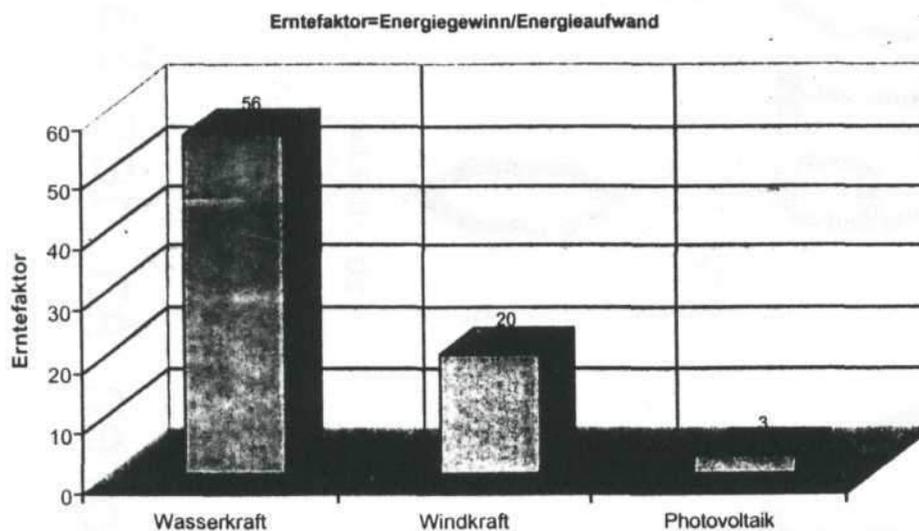
Erfassungsbogen für potentielle Wasserkraftstandorte im Landkreis Lindau

Standortnummer				
Standortname				
Stadt/Gemeinde				
Teil der Wasserwege?				
In Wasserwege verzeichnet?				
GPS-Koordinaten	Breitengrad	Längengrad	Breitengrad	Längengrad
Betreiber / Besitzer				
Triebwerksnummer				
Fallhöhe [m]				
MQ [m ³ /s]				
MNQ [m ³ /s]				
Nutzbares MQ nach Abzug des Mindestwasserabflusses [m ³ /s]				
Theoretische Leistung [kW]				
Wasserrecht				
FFH-Gebiet				
Naturschutzgebiet				
Landschaftsschutzgebiet				
Naturdenkmal				
§ 30 des Bundesnaturschutzgesetz				
§ 32-Biotop gem. Bundesnaturschutzgesetz				
Wasserschutzgebiet				
Gewässerstrukturklasse				
Standorttyp				
Verbautes Gewässer				
Kleingewässer				
Rückhaltebecken				
Kleinanlage				
Gewässer mit künstlichem oder natürlichen Wasserfall als Naturschönheit				
Zustand der Anlage inkl. Bilder				
	vorhanden ?	Zustand ?	vorhanden ?	Zustand ?
wasserbauliche Anlagenteile				
technische Anlagenteile				
Wehr und Ausleitung				
Bewertung der Anlage				
Anlage in Betrieb				
Anlage revitalisierbar				
Potenzial für Neuanlage				
derzeit nicht geeignet				
Bemerkungen				

Erntefaktor aus Energiegewinn/Energieaufwand

Im Hinblick auf die Ziele der Bundesrepublik Deutschland, den Anteil aller erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung von 5 Prozent (1999) auf 10 Prozent (2010) zu erhöhen, nimmt die Bedeutung der maximalen Nutzung regenerativer Energiequellen stark zu – ein **Lichtblick für die Wasserkraft**, die auch in Deutschland große Vorteile gegenüber der Windkraft und der Photovoltaik besitzt. Der wesentliche Vorteil ist der große **Erntefaktor**. Dies ist der Energiegewinn im Verhältnis zum Energieaufwand, jeweils auf die gesamte Lebensdauer der Anlage bezogen. Danach ist mit einem Wasserkraftwerk bei gleich installierter Leistung eine dreimal größere Stromproduktion als mit einem Windkraftwerk und eine zwanzigmal größere Stromproduktion als mit Photovoltaik möglich.

[Quelle: VDI – Berichte 984 (1992)]



[Quelle: VDI - Berichte 984 (1992)]

Abb. 1: Erntefaktoren für Wasserkraft-, Windkraft- und Photovoltaikanlagen gleicher installierter Kraftwerksleistung

Zusammenfassung

Von den rund 140 ehemaligen Anlagen im Landkreis Lindau und Markt Oberstaufer sind noch 13 Anlagen im Landkreis Lindau und 7 Anlagen im Markt Oberstaufer in Betrieb.

Im Einzelnen ergibt sich folgender möglicher Zubau.

Reaktivierbares Potenzial: 0,52 MW

Reaktivierbar Lindau: 12 Anlagen mit 390 kW (4 Neuanlagen mit 305 kW)

Reaktivierbar Oberstaufer: 3 Anlagen mit 130 kW

Potenzial: Gesamtleistung = 3,72 MW

Lindau = 1,2 MW

Oberstaufer = 2,5 MW

Ein wirtschaftlicher Betrieb lässt sich am ehesten darstellen, wenn alte Bauteile, wie z. B. das Wehr genutzt werden können und der erzeugte Strom zum Großteil selber verbraucht werden kann.

Deshalb wurde das Beispiel Epple exemplarisch durchgerechnet. Während der Studie stellte sich dann heraus, dass sich die Preise für die Anlagenteile in den letzten Jahren um fast 50 % erhöht haben.

Eine andere Möglichkeit für einen wirtschaftlichen Betrieb ist die Zusammenfassung von mehreren Anlagen zu einer. Denn der Preis für die elektromaschinelle Ausrüstung steigt nur gering beim Vorhandensein eines höheren Gefälles. Deshalb wurde das Fallbeispiel Aizenreuth dargestellt. Bei dieser würde sich ein Großteil der Anlage im FFH-Gebiet Rohrachtober befinden, was eine Realisierung nicht ausschließt, aber sich im Laufe der Studie als unwahrscheinlich herausstellte.

Bei den Recherchen vor Ort stellte sich heraus, dass die kleine Wasserkraft bei der Bevölkerung ein sehr gutes Ansehen genießt und eine stärkere Nutzung gewünscht wird. Vor allem bei der älteren Bevölkerung, welche noch mehr Sägen und Mühlen in Betrieb erlebten.

Die Politik und die Bürger stehen hinter einer CO₂ Reduzierung und vermehrter Nutzung erneuerbarer Energien. Gleichzeitig kommen auf Betreiber immer höhere Auflagen in Bezug auf Restwasser, Durchgängigkeit und Fischschutz, welche einen wirtschaftlichen Betrieb nicht nur immer mehr einengen, sondern auch verhindern.

Bei Planungen für die Reaktivierung von Anlagen der kleinen Wasserkraft sind unumgängliche Investitionen ein maßgeblicher Faktor bei der Entscheidung. Aufgrund der Höhe zu bewältigender Umweltauflagen unterbleiben an diesem Punkt bereits vielfach wirtschaftliche Einsätze, da die Auflagen teilweise mehr als 50 % der Gesamtinvestitionen betragen.

An dieser Stelle sollte ein Diskurs stattfinden, ob nicht die Bereitstellung für Umweltauflagen durch öffentliche Mittel oder Ausgleichsmaßnahmen sinnvoll wäre.

Ein vorhersehbarer Verlauf eines wasserrechtlichen Antrages in Bezug der Form, des zeitlichen und finanziellen Aufwandes wäre für viele potentielle Betreiber wünschenswert.

Energiegewinnung aus Wasserkraft kann im Einklang mit der Natur und Umwelt erfolgen und stellt eine regionale Wertschöpfung dar.