UNIVERSITÄT SIEGEN

FORSCHUNGSINSTITUT
WASSER UND UMWELT

6. fwu-Workshop:

Nutzung kleinster Wasserkraftpotenziale (<10KW)

Unterlagen zum Workshop
mit Kurzfassung der Beiträge

am 08.06.2006 in Netphen-Nenkersdorf

in Kooperation mit

Deutscher Mühlentag
Pfingstmontag, 05. Juni 2006

BWK Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) e.V.

Landesinitiative Zukunftsenergien NRW.

WP WESTFALENPOST
www.westfalenpost.de

6. fwu-Workshop: Nutzung kleinster Wasserkraftpotenziale (<10KW)
Unterlagen zum Workshop mit Kurzfassung der Beiträge

Verantwortlich:

Forschungsinstitut Wasser und Umwelt (fwu)
an der Universität Siegen
Fachbereich 10 Bauingenierwesen
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Jensen

Paul-Bonatz-Str. 9-11, 57076 Siegen
Telefon +49-271-740-2172
Telefax +49-271-740-2722
E-Mail: jensen@fb10.uni-siegen.de
http://fwu.fb10.uni-siegen.de

Inhalt

Zu dieser Veranstaltung 1

Programm 2

Kurzfassung der Beiträge 3

- Kleine Wasserkräfte in Nordrhein-Westfalen 4
- Optimierung von Energiewandlungssystemen für Wasserräder im Leistungsbereich ≤ 10 kW 7
- Wasserrechtliche Zulassung von WKA 8
- Wasserräder, nur Relikte aus alter Zeit? 9
- Segmentkranz-Wasserrad 10
- 10 Jahre Turas Wasserrad 1996 - 2006 12
- Wasser und der hydraulische Widder 14
- Wasserkraftschnecken 16
- KataMax – Renaissance der kleinen Wasserkraft 18
- Kleinste Wasserkraft im oberen Taubertal mit Einzelbeispiel Hautschenmühle – Art, Umfang, Wirtschaftlichkeit 21
- Energieeinsparungen bzw. Energierückgewinnung in der Kläranlage Kreuztal durch Einsatz von Kleinstwasserkraftanlagen 24
- Energieversorgung der Siegerlandhütte mit Wasserkraft 26

Teilnehmerverzeichnis 28

Wegbeschreibung zur Nenkersdorfer Mühle 32

Zu dieser Veranstaltung

Die regenerativen Energieträger werden aufgrund der rasanten Verknappung von fossilen Brennstoffen zukünftig einen immer größeren Beitrag zur weltweiten Energieversorgung liefern. Die Nutzung der regenerativen Energie „Wasserkraft“ stellt in Regionen mit hohem Wasserkraftpotenzial eine Möglichkeit zur Verbesserung der Energieversorgung dar. Die Nachhaltigkeit der Energieversorgung und der Schutz der Umwelt werden verbessert; Ressourcen werden geschont und Emissionen vermieden. Bei der Wasserkraftnutzung erfolgt die Umwandlung von kinetischer Energie (Bewegungsenergie) und/oder potenzieller Energie (Lageenergie) von Wasser in mechanische oder elektrische Energie.

Die Nutzung der Wasserkraft als saubere, emissionsfreie Energie hat auch in Deutschland eine lange Tradition. Jedoch wurden durch die flächendeckende Elektrifizierung in den Ballungsräumen Mitteleuropas zu Beginn des 20. Jahrhunderts kleine Wasserkraftanlagen und insbesondere Wasserräder nahezu vollständig verdrängt. In der Folge gerieten allein in Deutschland mehrere tausend Standorte von Kleinstwasserkraftanlagen im Leistungsbereich von 2 bis 15 KW in Vergessenheit. Diese Standorte könnten relativ einfach wieder reaktiviert werden, wenn eine entsprechende wirtschaftliche Technik zur Verfügung steht. Allerdings steht die Wasserkraftnutzung heute häufig im Widerspruch zur angestrebten Durchgängigkeit der Fließgewässer bzw. der Fischökologie.

In Zusammenhang mit dem Deutschen Mühlentag und in Kooperation mit der Landesinitiative Zukunftsenergien NRW sowie dem BWK soll dieser Workshop verschiedene Themenbereiche der Kleinstwasserkraftnutzung aufgreifen und Interessenten Gelegenheit geben, Nutzen, Anwendungsfälle und Praxiserfahrungen kennen zu lernen und zum Erfahrungsaustausch anregen.

Programm

10.00 Uhr	**Begrüßung** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Jensen Forschungsinstitut Wasser & Umwelt, Siegen
10.10 Uhr	**Kleine Wasserkräfte in Nordrhein-Westfalen** Dipl.-Geogr. Stefan Prott Landesinitiative Zukunftsenergien NRW
10.30 Uhr	**Optimierung Energiewandlungssysteme für Wasserräder im Leistungsbereich ≤10kW** Prof. Dr.-Ing. Mario Pacas Institut für Leistungselektronik & elektrische Antriebe, Siegen
10.50 Uhr	**Wasserrechtliche Zulassung von WKA** Martin Nußbaum Staatliches Umweltamt, Köln
11.10 Uhr	Kaffeepause
11.30 Uhr	**Wasserräder, nur Relikte aus alter Zeit?** Dipl.-Ing. Martin Weißmann Hydrowatt, Karlsruhe
11.50 Uhr	**Segmentkranz-Wasserrad** Ing. (grad.) Hartmuth Drews Drews, Pinneberg
12.10 Uhr	**10 Jahre Turas-Wasseräder 1996-2006** Dipl.-Ing. Thomas Günther Bega Wasserkraftanlagen GmbH, Bochum
12.30 Uhr	Mittagspause mit gemeinsamen Imbiss Möglichkeit zur Besichtigung der Nenkersdorfer Wassermühle
13.15 Uhr	**Wasser und der hydraulische Widder** Peter Weinmann Weinmann GmbH, Hersbruck
13.35 Uhr	**Wasserkraftschnecken** Jürgen Franz Ritz-Atro Pumpwerksbau GmbH, Nürnberg
13.55 Uhr	**KataMax - Renaissance der kleinen Wasserkraft** Detlef Lülsdorf MAX-tec Wasserkraft AG i. Gr., Köln
14.15 Uhr	Kaffeepause
14.35 Uhr	**Kleinste Wasserkraft im oberen Taubertal mit Einzelbeispiel Hautschenmühle – Art, Umfang, Wirtschaftlichkeit** Fritz Eberlein AUF Eberlein & Co. GmbH, Adelshofen-Tauberzell
14.55 Uhr	**Energieeinsparungen bzw. Energierückgewinnung in der Kläranlage Kreuztal durch den Einsatz von Kleinstwasserkraftanlagen** Dipl.-Ing. Jens Bender Forschungsinstitut Wasser & Umwelt, Siegen
15.15 Uhr	**Energieversorgung der Siegerlandhütte mit Wasserkraft** Dipl.-Ing. Christian Wilhelm Forschungsinstitut Wasser & Umwelt, Siegen
15.35 Uhr	**Abschlussbetrachtung** Prof. Dr.-Ing. J. Jensen Forschungsinstitut Wasser & Umwelt, Siegen

Kurzfassung der Beiträge

Kleine Wasserkräfte in Nordrhein-Westfalen

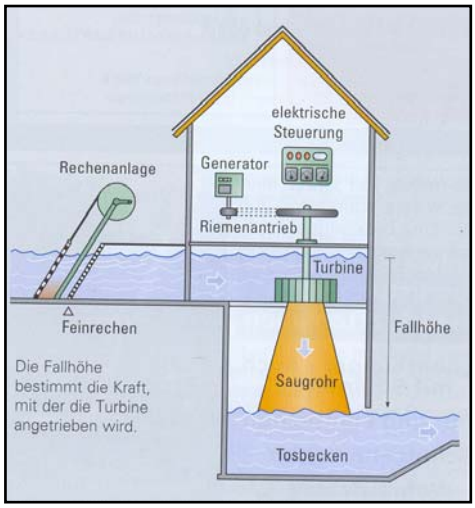
Stefan Prott

Derzeit werden in der Bundesrepublik Deutschland ca. 21 Mrd. kWh Strom aus Wasserkraft erzeugt, was einem Anteil an Bruttostromverbrauch von 3,5 % entspricht. Es ist unstrittig, dass die Wasserkraft in Deutschland zum größten Teil, zu ca. 70 %, bereits ausgebaut ist.

In Nordrhein-Westfalen werden derzeit etwa 600 Mio. kWh Strom durch ca. 350 Wasserkraftanlagen erzeugt. Man geht davon aus, dass noch etwa 25 % des nordrhein-westfälischen Wasserkraftpotenzials zur energetischen Erschließung zur Verfügung stehen. Der Neubau von Wasserkraftanlagen stellt bereits heute einen erheblichen Eingriff in Natur und Landschaft dar, sodass das noch vorhandene Potenzial vornehmlich durch **Reaktivierung alter Standorte** sowie die **Modernisierung und Optimierung bestehender Anlagen** realisierbar ist. Bereits anthropogen überformte Standorte an Fließgewässern (Querbauwerke, die bisher nicht der Wasserkraftnutzung dienen), deren energetische Erschließung zu keiner gewässerökologischen Verschlechterung führt, gilt es energetisch zu erschließen. Der Einsatz der Wasserkrafttechnik findet auch in Infrastrukturanlagen Anwendung und führt zu Energierückgewinnungseffekten (Trink-, Brauch-, Abwassersysteme).

Für schlummernde, derzeit nicht genutzte Altstandorte gilt es, bei noch vorhandenem “Altrecht“ gegenüber der zuständigen Wasserbehörde fristgerecht bis Ende 2007 die Absicht einer zukünftigen Wasserrechtsausübung anzuzeigen. Geschieht dies nicht bis zum 31.12.2007, verfallen diese alten Rechte (vgl.: **LWG NW**).

Der Aufbau einer Wasserkraftanlage ist schematisch dargestellt.



An alten bestehenden Mühlenstandorten lassen sich treffliche Beispiele für die sinnvolle/gefühlvolle Kombination von alter und neuer Technik aufzeigen. Kulturpflege und Denkmalschutz lassen sich hervorragend mit moderner Technik und lokalen Umwelt- und Klimaschutzambitionen kombinieren.

Zum Beispiel wird Wasserrädern eine größere gewässerökologische Verträglichkeit zuerkannt als Turbinenanlagen, in denen zum Teil hoher Druck aufgebaut wird, der zu Verletzungen und Schäden bei der Fischfauna führen kann. Darüber hinaus bieten sich Wasserräder besonders für kleine Standorte an, da sie weniger anfällig und u.U. preisgünstiger als Turbinenanlagen zu realisieren sind. Neuere Entwicklungen stoßen genau in diesen Bereich hinein (Wasserkraftschnecke, TURAS-Wasserrad, Segmentkranz-

Wasserrad, KataMax). Heute wird der Wasserkraftnutzung durch vielfältige Belange anderer Interessen (Wasserwirtschaft, Naturschutz, Wassersport, Angelsport) ein deutlicher Rahmen gesetzt. So kann eine Erfolg versprechende Devise lauten: „Lieber einen geringeren Wirkungsgrad und dafür eine überschaubare und verlässliche Investition im Einklang mit den benachbarten Interessen (Wasserwirtschaft, Gewässerökologie etc.)“

Benachbarte Interessen am Fließgewässer

Angelsport Wasserkraftnutzung

Fischerei Wassersport

Naturschutz Denkmalschutz

Umweltschutz / Klimaschutz

Wasserwirtschaft

In diesem Zusammenhang fordert die EG-Wasserrahmenrichtlinie (**EG-WRRL**), besonders gewässerökologische Aspekte zu berücksichtigen. So gilt das “Verschlechterungsverbot“ für den Zustand der Gewässer, verbunden mit dem Ziel, einen “guten ökologischen Zustand“ bzw. ein “gutes ökologisches Potenzial“ für das Gewässer erreichen zu wollen. Konkret hat das Auswirkungen auf die Genehmigung und den Betrieb von Wasserkraftanlagen. Feinrechenanlagen kommt eine bedeutende Funktion als mechanischer Fischschutz zu. Derzeit gilt ein maximaler Stababstand von 20 mm, um dem Fischschutz zu genügen. Neueste Erkenntnisse führen zu der Forderung, an “Lachsgewässern“ 10 mm und an “Aalgewässern“ 15 mm Stababstände zum Schutz der Fischfauna zu fordern. An neu zu beplanenden Wasserkraftstandorten sollten diese Forderungen frühzeitig berücksichtigt werden, um nachträgliche, meist kostenintensivere Anpassungen zu vermeiden (Vergrößerung des Rechenfeldes, Anpassung der Strömungsgeschwindigkeiten, Platzprobleme etc.). Zur Gewährleistung der Migration der Gewässerfauna ist der einwandfreie Betrieb einer Fischauf- und -abstiegshilfe notwendig. Hier wird allgemein zwischen technischen und naturnahen Varianten unterschieden. Wichtig ist dabei die Funktionstüchtigkeit, nicht das Erscheinungsbild einer solchen Anlage **(vgl.: DVWK Merkblatt 232 Fischaufstiegsanlagen sowie Handbuch Querbauwerke).** Auch bei der Konzeption dieser Anlagen handelt es sich um individuelle Standortplanungen, die durch kompetente Ingenieurleistungen und gewässerökologischen Sachverstand erbracht werden müssen.

Grundsätzlich stellt die Wasserkraftnutzung eine lang bewährte und (im positiven Sinne) berechenbare Energieressource mit verlässlicher Technik dar. An alten Standorten kann sie mit moderner Mess- und Regeltechnik und unter Berücksichtigung aktueller gewässerökologischer Belange aus dem Dornröschenschlaf geweckt werden. Neustandorte auf der grünen Wiese wird es – auch zukünftig – in Nordrhein-Westfalen nicht geben. Stattdessen können bereits anthropogen überformte Standorte, die übergeordnete Funktionen haben, mit moderner Wasserkrafttechnik versehen und zur CO_2-freien Stromerzeugung erschlossen werden.

Eine **kritische Betrachtung der Wirtschaftlichkeit** ist bei jeder Investition unumgänglich. Besonders bei kleinen Wasserkraftstandorten gilt es, das Kosten-Nutzen-Verhältnis realistisch abzuwägen. Volkswirtschaftliche und gesellschaftspolitische Aspekte dürfen dabei nicht überbewertet, jedoch auch nicht negiert werden. Sie haben gerade in der Schnittstelle zur Kulturpflege und Denkmalschutz wichtige Multiplikatorfunktionen. Durch die Regelungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (**EEG**) werden für den Bereich der Wasserkraftnutzung nicht nur die Ziele des Klimaschutzes benannt, sondern erstmals auch auf die Ziele des Naturschutzes bzw. der Gewässerökologie, die es zu berücksichtigen gilt, um Vergütungssätze (9,67 Cent/kWh) in Anspruch nehmen zu können. Dies bedeutet **Planungs- und Finanzierungssicherheit** für längerfristige Investitionen, wie sie in der Wasserkraftnutzung nicht selten sind.

Stefan Prott
Büro für Wasserkraft NRW
Landesinitiative Zukunftsenergien NRW
c/o Landwirtschaftszentrum Haus Düsse
Haus Düsse 2
59505 Bad Sassendorf-Ostinghausen

Tel.: 02945/ 989-189
Fax: 02945/ 989-133
e-mail: prott@energieland.nrw.de
Internet: www.wasserkraft.nrw.de
www.energieland.nrw.de

Optimierung von Energiewandlungssystemen für Wasserräder im Leistungsbereich ≤ 10 kW

J. M. Pacas

Systeme zur Erzeugung elektrischer Energie im unteren Leistungsbereich sind heute in der Photovoltaik sehr verbreitet und haben eine gewisse Reife erreicht. Für die Energiegewinnung aus der Umformung von mechanischer in elektrischer Energie mit Hilfe von einem Verbrennungsmotor, Wasser oder Windkraft gibt es verschiedene spezielle Konzepte, die für die jeweilige Anwendung optimiert wurden. Solche Systeme findet man im Hobby-Bereich sowie in speziellen mobilen Stromaggregaten: militärischen Anwendungen, Kühlcontainern usw.

Die Gewinnung elektrischer Energie mit Wasserrädern stellt aufgrund der speziellen Einsatzbedingungen und der Drehzahl-Drehmoment-Charakteristik des Wasserrades besondere Anforderungen an die elektrischen Komponenten. Deshalb ist es im Allgemeinen nicht möglich auf bekannte technische Lösungen zurückzugreifen.

Der Beitrag "Optimierung Energiewandlungssysteme für Wasserräder im Leistungsbereich ≤10kW" behandelt die speziellen Randbedingungen für die elektrische Energieerzeugung mit Hilfe von Wasserrädern, stellt die bisher untersuchten autarken einphasigen Systeme für den Inselbetrieb vor und skizziert die weiteren Forschungsrichtungen, die sich daraus ergeben.

Eine Erhöhung der Leistungsklasse ist für größere Wasserräder sicherlich sinnvoll, macht aber einen Wechsel auf dreiphasige Systeme erforderlich. Der einzusetzende elektromagnetische Energiewandler (Generator) muss entsprechend neu konzipiert werden, eine Integration des Generators in das Wasserrad sollte auch angestrebt werden. Durch die gesteigerte Leistung rückt die Frage der Energieverteilung in einem kleinen Inselnetz in den Vordergrund. Die elektronische Energiewandlung, deren Steuerung und Regelung und die dazugehörigen Schutz- und Sicherheitsfragen müssen deshalb ebenfalls angepasst und optimiert werden. Zum Schluss muss ein autarkes, robustes, einfach zu fertigendes und preiswertes System zur Versorgung entlegener Regionen zu Verfügung stehen.

Universität Siegen
Fachbereich 12 Elektrotechnik und Informatik
Leistungselektronik und Elektrische Antriebe

Postanschrift:
Hölderlinstraße 3
D- 57068 Siegen
Tel.: (0271) 740-4671
Fax: (0271) 740-2777
Email: Pacas@uni-siegen.de

Hausanschrift:
Paul-Bonatz-Straße 9-11
57076 Siegen

Wasserrechtliche Zulassung von WKA

Martin Nussbaum

- Begriffsbestimmungen im Wasserrecht
- Europarecht
- Bundesrecht
- Landesrecht
- Weitere öffentlich-rechtliche Belange
- Private Belange
- Bewirtschaftungsplan und Maßnahmenprogramm
- Handbuch Querbauwerke
- Abwägungsprozess und Verwaltungshandeln

Staatliches Umweltamt Köln
Martin Nußbaum
Blumenthalstraße 33
50670 Köln
Tel.: 0221/7740-505
Fax: 0221/7740-288
Mobil: 0177/2498178
Email: martin.nussbaum@stua-k.nrw.de

Wasserräder, nur Relikte aus alter Zeit?

Martin Weißmann

Vorstellung

Die Firma HydroWatt mit Sitz in Karlsruhe ist ein Hersteller von kompletten Wasserkraftanlagen mit Schwerpunkten bei Wasserädern aller Bauarten, Francis-Turbinen und Stahlwasserbau. Im Bereich der Wasserräder stellt sich der Vortragende Martin Weißmann in allen Fragen der Auslegung, Projektierung und technischen Gestaltung als Ansprechpartner vor.

Einleitung

Ein kurzer Bogen durch die langjährige Geschichte und Tradition der Wasserräder führt auf die physikalische Unterscheidung zwischen Wasserrädern und Turbinen und der Definition der Rohwasserkraft als Grundlage zur Beurteilung eines Wasserkraftstandortes. Am Beispiel der Topografie eines typischen Flusses wird auf den Einsatzbereich der Wasserräder als Rahmen des Vortrages hingewiesen.

Typologie der Wasserräder

Geordnet nach dem Ort des Eintrittes des Wassers in das Rad, werden die Oberschlächtigen, Rückenschlächtigen, Mittelschlächtigen und Unterschächtigen Wasserräder anhand von Zeichnungen und ausgeführten Anlagen erläutert. Spezielle Bauarten wie „Zuppingerräder für große Wassermengen“ und „Oberschlächtige Räder für Fallhöhen unter 2 m“ bieten Raum für technische Diskussionen mit dem Fachpublikum. Die Wasserkraftschnecke als „Exot“ unter den Wasserrädern rundet die möglichen Anwendungsfälle ab.

Einsatzbereiche der Wasserradtypen

Anhand einer Zeichnung mit der Variation von Gefälle und Ausbauwassermenge eines Standortes wird eine Übersicht über die Einsatzbereiche der unterschiedlichen Wasserradtypen gegeben.

Ökologischer Vergleich zu Turbinen

In kurzen Schlagworten wird auf die unterschiedlichen ökologischen Auswirkungen hingewiesen und damit die großen Erwartungen an die Anwendungen in der Zukunft gezeigt.

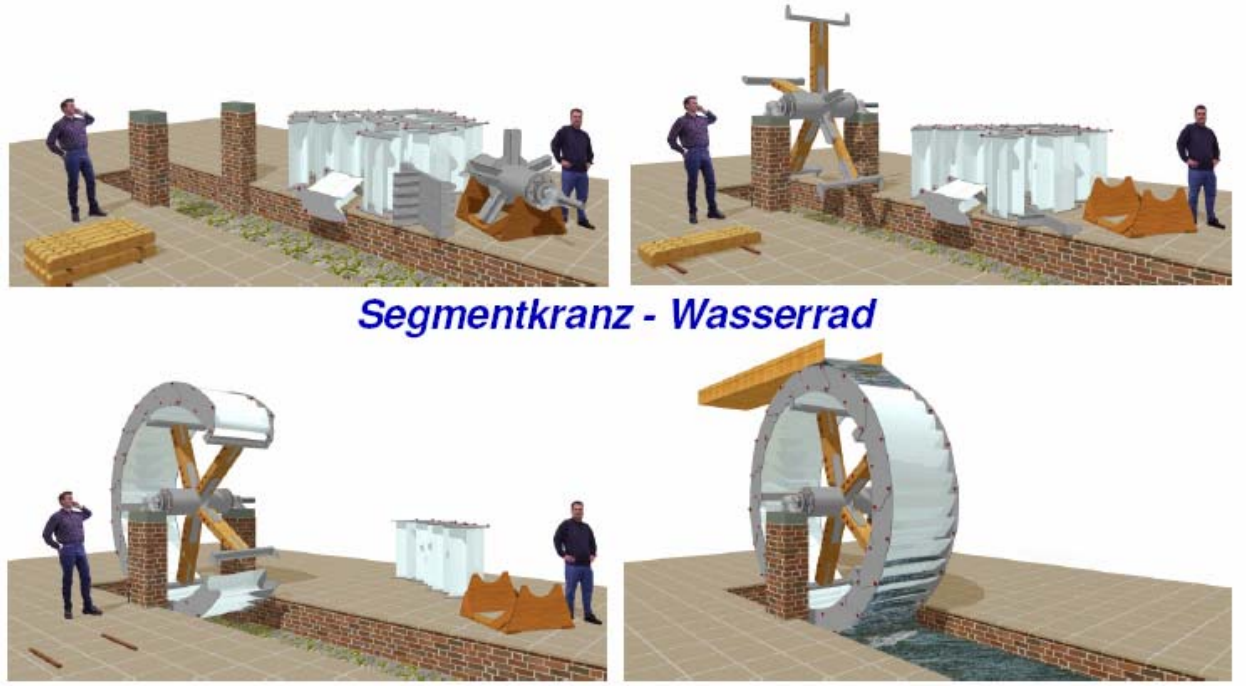
HydroWatt

Wasserkraft- und Energiegewinnungsanlagen GmbH
Am Hafen 5
76189 Karlsruhe
Tel. (0721) 831-86-0
Fax (0721) 831-8690
Internet: http://www.hydrowatt.de/
e-mail: info@hydrowatt.de

Segmentkranz-Wasserrad

Hartmut Drews

Zur Erschließung von Wasserkraftstandorten mit unterschiedlichen geografischen Gegebenheiten wurde ein modulares Wasserradsystem entwickelt, welches auf einfache Weise in Durchmesser und Breite den örtlichen Anforderungen angepasst aus kostengünstigen Serienbauteilen hergestellt wird (Baukastensystem).



Im Jahre 1850 gab es allein in Deutschland ca. 70.000 Wasserräder .

Die vielen noch vorhandenen Standorte (inzwischen zumeist ohne Wasserräder) sind heute im ländlichen Raum anzutreffen. Sie unterscheiden sich naturgegeben in Gefälle und Wassermenge, können aber optimal für eine nachhaltige, dezentrale und umweltfreundliche Energieerzeugung genutzt werden (Mühlgraben entkrauten, Fundamente wieder herrichten, Wasserrad installieren).

Aufgrund ihrer Potenzialmerkmale (stark schwankende Wassermengen / wenig Gefälle) sind diese Standorte mit Turbinen wirtschaftlich nicht zu erschließen .

Wasserräder arbeiten praktisch mit jeder am Standort anfallenden Wassermenge und sind durch ihre niedrige Drehzahl ungefährlich für Fische und Kleinlebewesen, jedoch hilfreich bei deren Abstieg im Fließgewässer; Wasserräder stehen daher für naturnahe Energieerzeugung.

Als erste von Menschen entwickelte Antriebsmaschinen funktionieren Wasserräder seit Jahrtausenden im Einklang mit der Natur. - So tragen sie auch zur Belüftung der Gewässer bei.

Anders als Sonne und Wind ist die Wasserkraft in unseren Breiten praktisch ganzjährig verfügbar.

Der Begriff "Wasserrad" ist positiv belegt und fördert den sanften Tourismus in der Region.

Edelstahl-Segmente

Laser-Automatenfertigung

Segmentkranz-Wasserrad

... modulare Bauweise

Ing.-Büro Hartmuth Drews

Schenefelder Landstr. 58
D - 25421 Pinneberg

Tel.: 04101 85 17 88

www.wasserrad-drews.de

10 Jahre Turas Wasserrad 1996 - 2006

Thomas Günther

Woher der Name? Der Turas ist eigentlich das Kettenrad eines Kettenfahrzeugs. Da Kettenfahrzeuge sehr langsam, aber mit hoher Kraft unterwegs sind, hat man hier die Getriebe in die Kettenräder integriert, die sog. Turas - Getriebe. Als Radnabenplanetengetriebe finden Sie auch in Gummibereiften Schwerlastfahrzeugen Anwendung, u.a. in Radladern.

Auf der Suche nach einem geeigneten Getriebe zur Umrüstung eines Wasserrades zur Stromerzeugung bekam ich damals von einem Getriebehersteller u.a. Prospektmaterial über diese Turas - Getriebe zugesandt.

Ich hatte sie bereits in den Papierkorb entsorgt als ich an einer Baustelle vorbeikam und mir dort ebendiese Radnabenplanetengetriebe in einem schweren Radlader auffielen. Das daran angeflanschte Rad hatte einen Durchmesser von mehr als zwei Metern. Die Idee war geboren, ein solches Getriebe zum integralen Bestandteil eines Wasserrades zu machen. Der Name ergab sich fast zwangsläufig: Das Turas (- Getriebe) Wasserrad.

1. Turas Wasserrad 1 kW Solingen erstellt 2005, Foto von 2006

Das erste Turas Wasserrad wurde 1994 als Messemodell gefertigt und dann auf der "Renergie" Messe in Hamm ausgestellt. Es fand sich ein Interessent für dieses neuartige Wasserrad, die erste Pilotanlage konnte dann ein Jahr später in Solingen realisiert werden. Sie läuft bis heute mit dem ersten Getriebe und dem ersten Generator. Seitdem wurden über dreißig Turas Wasserräder gebaut; das Leistungsspektrum reicht von unter 1 bis ca. 15 kW.

Die Radkörper sind in unterschiedlichen Materialien gefertigt und reichen von Holz über Stahl unbehandelt und Stahl verzinkt über Aluminiumlegierung bis hin zu Edelstahl in unterschiedlichen Legierungsformen. Die unterschiedlichen Materialien entspringen den Kundenwünschen, hatten aber auch experimentellen Charakter. Bisher haben sich alle Materialien bewährt, auf sehr lange Sicht dürfte aber das Edelstahlrad Vorteile haben.

Turas Wasserrad Biberach 2 kW Bauj. 2006

Bega
Wasserkraftanlagen Gmbh

Dipl. Ing. Thomas Günther
Herderallee 30
44791 Bochum
Tel. +49 (0)234-584 270
Fax +49 (0)234-584 370
Internet: http://www.bega-wasserkraft.de/
e-mail: mail@bega-wasserkraft.de

Wasser und der hydraulische Widder

Peter Weimann

Hydraulische Widder oder Stoßheber

Was ist das?

Eine geniale Erfindung zum Heben von Wasser.

Warum genial?

Er arbeitet ohne Energiezufuhr Tag und Nacht und ist, wo er eingesetzt werden kann, ökologisch unschlagbar. Der Wartungs- und Instandhaltungsaufwand sind äußerst gering. Er pumpt bis 700 l/min auf 300 m. Die Leistung kann durch Reihenanordnung erhöht werden. Die Anschaffungskosten sind demgegenüber bescheiden.

Die Erfindung gelang dem Franzosen Mongolfier 1796, also zu einer Zeit, als es weder Benzin noch Strom gab, und die Dampfmaschine, gerade 31 Jahre alt, schwer, anfällig und teuer war.

Wie funktioniert ein Hydraulischer Widder?

Der hydraulische Widder nützt die Bewegungsenergie oder Stoßkraft aus, die ein in einem Rohr fließendes Wasser abgibt, wenn dessen Lauf schlagartig gestoppt wird.

Der Motor ist also ein einfaches Rohr in dem Wasser strömt.

Der Widder ist dazu die Ventilsteuerung oder der Energiewandler.

Diese Wasserstöße treten überall in Rohrleitungen auf, ob gewollt oder ungewollt. In der Hausinstallation werden diese Schläge hörbar, wenn das Magnetventil der Waschmaschine, des Geschirrspülers, oder der Druckspüler der Toilette schließt.

Hier sind die Konstrukteure gefordert durch geeignete Maßnahmen (Dämpfung) den Schließschlag zu minimieren.

Beim Widder ist das genau umgekehrt.

Je abrupter das Stoppen erfolgt, desto größer die Stoßenergie. (Man denke an einen Auffahrunfall)

Ein Wasserbehälter (Treibwasserschacht) sammelt Wasser. Der Behälter liegt mindestens 1,50 Meter über der Widderanlage, mit der er durch die Treibwasserleitung verbunden ist. Ein gewichtsabhängiges Stoßventil des Widders öffnet bei Erreichen eines bestimmten Fließdruckes und schließt sofort wieder. Für den Moment der Öffnung wird die potenzielle Energie des gesammelten Wassers zur kinetischen Energie. Das Schließen des Stoßventils hat eine Drucksteigerung zur Folge, die das Wasser durch ein Rückschlagventil in einen Kessel und weiter durch eine Steigleitung nach oben stößt. Die Bewegungsenergie und damit die Pumpleistung ist abhängig von der Fallhöhe und der Wassermenge in der Treibleitung.

Durch Anwendung dieses einfachen physikalischen Prinzips läuft ohne Fremdenergie automatisch ein ununterbrochener, oszillierender Pumpvorgang.

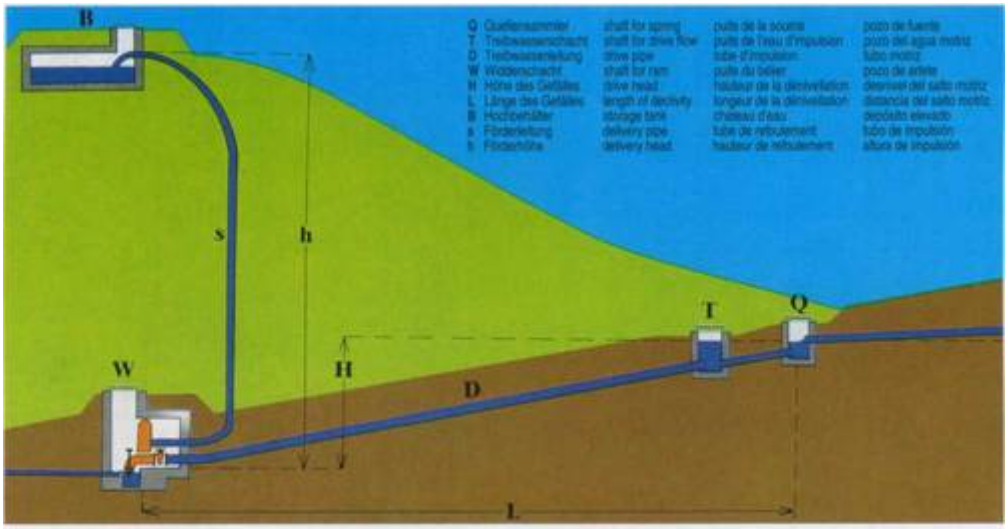


Abb. 1: Funktionsschema einer Widderanlage
Ill. 1: Fonctionnement d'un bélier

Fig. 1: Principle action of a ram
Ilu . 1: Funcionamento de los arietes

Weinmann – Sondermaschinen– und Steuerungsbau GmbH
Eichelgasse 8,
D-91217 Hersbruck
Tel. 09151 - 4232
Fax 09151 - 3878
Internet: http://weinmann-online.de
e-mail: info@weinmann-online.de

Wasserkraftschnecken

Jürgen Franz

Die Wasserkraftschnecke basiert auf dem Prinzip der archimedischen Schnecke. Ihre Erfindung wird dem griechischen Mathematiker, Physiker und Ingenieur Archimedes von Syrakus zugeschrieben. Sie wurde ab dem 3. Jh. V. Chr. zur Förderung von Wasser zur Bewässerung von Feldern und Ackern eingesetzt.

Wasserkraftschnecken nutzen die potenzielle Energie zwischen zwei unterschiedlich hoch gelegenen Stellen eines Fließgewässers zur Stromerzeugung. Dabei wird Energie mittels einer Rotorwelle verfügbar gemacht. Die Wasserkraftschnecke arbeitet mit niederer Drehzahl und weist ein großes Kammervolumen auf. Sie zeichnet sich durch ihre robuste und einfache Konstruktion aus.

In den letzen Jahren wird diese Technik vermehrt an Niederdruck–Wasserkraftanlagen mit Fallhöhen bis zu 8 m eingesetzt. Dieser Umstand lässt sich auf die Forderung nach einer höheren Restwasserabgabe zurückfuhren, welche sich verschlechternd auf die Wettbewerbssituation der Kleinkraftwerksbetreiber auswirkt. Durch den Einsatz von Wasserkraftschnecken ist es möglich, das Restwasser in einem hohen Maß energetisch und gleichzeitig ökologisch verträglich zu nutzen.

Einsatzmöglichkeiten

Die Wasserkraftschnecke kann auf jahrzehntelange technische Erfahrung im Bereich der Schneckenpumpen und Feststoffförderschnecken zurückgreifen. Schneckenpumpen werden als Förderpumpen vor allem in der Abwasserwirtschaft, aber auch in der Papier- und Zellstoffindustrie sowie in der Bewässerung eingesetzt.

Die Einsatzmöglichkeiten von Wasserkraftschnecken sind vielfältig. Sie eignen sich zur Nutzung des Klarwasserauslaufes an Kläranlagen ebenso wie zur Sanierung von kleineren Turbinenanlagen, defekten Wasserrädern oder ehemaligen Bewässerungswehren. Allerdings ist die Fallhöhe einer Schnecke auf 10 m beschränkt. Für die Überwindung größerer Fallhöhen müssen mehrere Schnecken in Reihenschaltung betrieben werden.

Moderne Wasserkraftschnecken sind unkompliziert in Einbau, Betrieb und Wartung. Sie bestehen im Wesentlichen aus einem Trog, einer Wasserkraftschnecke und einer Abtriebseinheit. Ihr Vorteil gegenüber Turbinen liegt zum einen im flachen, stabilen Wirkungsgradverlauf, der selbst bei geringen Zuflussmengen eine effiziente Nutzung erlaubt. Typische Wirkungsgrade der Schnecken liegen laut der International Energy Agency zwischen 70 und 85 %, an modernen Anlagen können Wirkungsgrade bis zu 90 % erzielt werden. Zum anderen sind die Schnecken kostengünstiger in ihrer Errichtung und im Betrieb. Sie setzten keine umfangreichen Tiefbauarbeiten voraus, Feinrechen und Reinigung entfallen. Die Ausbauwassermenge der Wasserkraftschnecke ist mit 5,5 m^3/s limitiert. Zur Nutzung größerer Wassermengen müssen mehrerer Wasserkraftschnecken parallel geschalten werden.

Wasserkraftschnecken können selbstregelnd mit konstanter Drehzahl (der Oberwasserspiegel ändert sich entsprechend dem Wasserdargebot) oder drehzahlverändernd über Frequenzumrichter mit elektrischer Rückspeiseeinheit betrieben werden. Für die Nutzung des Restwassers von Kraftwerksanlagen ist der Betriebsweise mit veränderlicher Drehzahl der Vorzug zu geben. Hierbei erweitert sich der Regelbereich der

Schnecke bei annähernd waagrecht verlaufender Wirkungsgradkurve auf ca. 120 % der Ausbaumenge.

Wasserkraftschnecken sind zu einem hohen Grad umweltverträglich, da weder durch Rechen die Durchgängigkeit des Fließgewässers flussaufwärts gefährdet ist, noch die Fische durch eine Druckveränderung beim Passieren der Schnecke geschädigt werden. Zusätzlich wird das Wasser mit Sauerstoff angereichert; das führt zu einer Verbesserung der Wasserqualität im tiefer liegenden Gewässer.

Ein fischereibiologisches Gutachten bescheinigt der Wasserkraftschnecke eine hohe Fischverträglichkeit und eine gute Eignung für den Fischabstieg. Die Ergebnisse der Längen-Häufigkeitsverteilungen bei den einzelnen Arten ergaben, dass kleine (größer 8 cm) als auch große Fische (bis 58 cm) über die Wasserkraftschnecke großteils unversehrt abwandern können. An den Fischen konnten nur vereinzelt und in sehr geringem Maße Schädigungen in Form von Schuppenverletzungen und Hämatomen nachgewiesen werden.

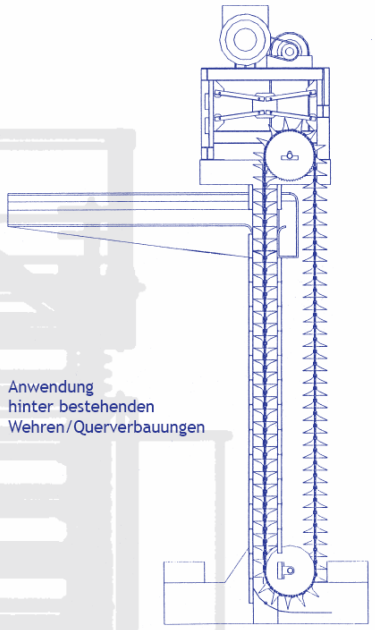
RITZ-ATRO Pumpwerksbau GmbH
Max-Brod-Str. 2
D-90471 Nürnberg
Tel. +49 (0) 911 99 812 12
Fax +49 (0) 911 814 74 45
Mobil +49 (0) 172 810 45 11
e-mail: Juergen.Franz@Ritz-Atro.de
Internet: http://www.ritz-atro.de/

KataMax – Renaissance der kleinen Wasserkraft

Detlef Lülsdorf

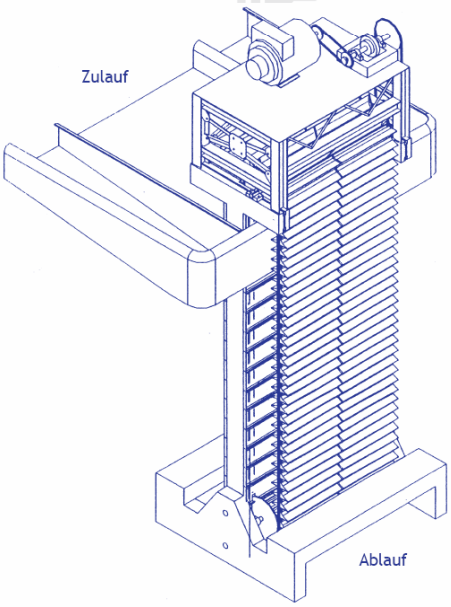
Die kleine Wasserkraft bisher

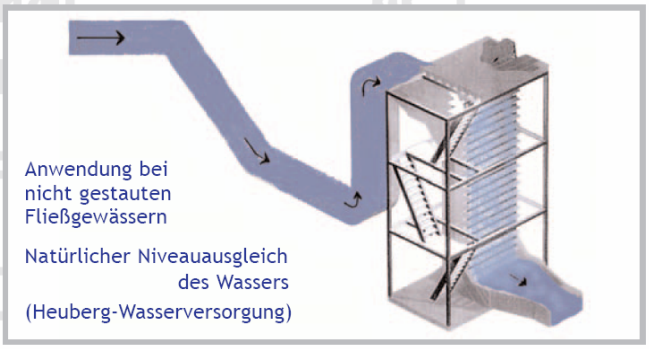
Kleine Wasserkraftwerke erfordern hohe Investitionskosten pro installierter Leistung, deshalb werden weltweit 97% des Stroms aus Wasserkraft von großen Wasserkraftwerken mit mehr als 10 MW Leistung geliefert. Sie kommen ohne Subventionen aus. Kleine Wasserkraftwerke sind hingegen auf öffentliche Zuschüsse angewiesen. Doch ihr ökologischer Vorteil liegt auf der Hand. Mit durchschnittlich 6.000 Betriebsstunden im Jahr laufen sie fast rund um die Uhr. Ihr Nettowirkungsgrad ist mit 65-88% traumhaft hoch. Die Betriebskosten sind niedrig und der Brennstoff Wasser kostet im Prinzip nichts.



Die Renaissance der kleinen Wasserkraft

Die Innovation KataMax erlaubt - infolge seiner kostengünstigen Modulbauweise - ab sofort die Nutzung der kleinen Wasserkraft ohne Subventionen!
Das Produkt KataMax ist ein ökologisches und vor allem ökonomisches Komplettsystem in der dezentralen Energieversorgung. Mehrere zum Patent angemeldete Innovationen zeichnen KataMax aus.

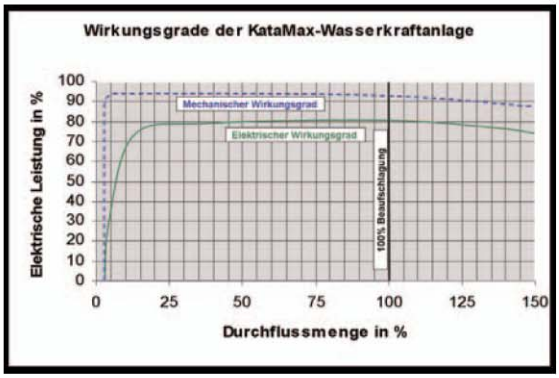


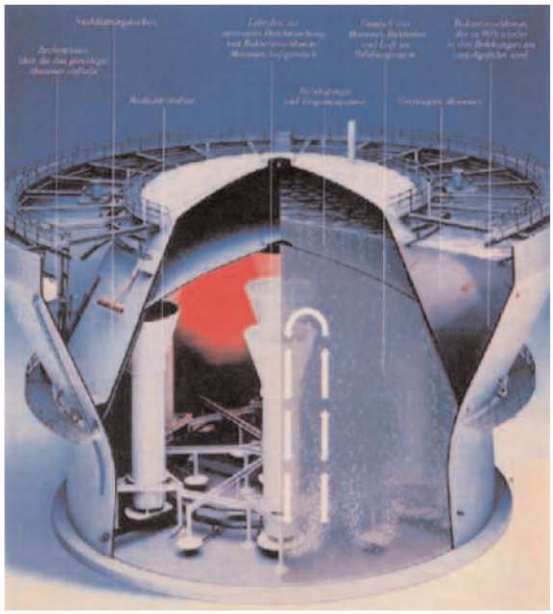


Die KataMax-Wasserkrafttechnik

Die KataMax-Wasserkrafttechnik ist eine Kombination aus altbekannter und dauerhaft bewährter Fördertechnik sowie hocheffizienter Antriebs- und Wandlungstechnologie.
KataMax ist von der Funktion her mit einem Paternoster vergleichbar und nutzt den Höhenunterschied von Fließgewässern auf besonders effektive Weise. Durch einen senkrecht aufgebauten Schacht laufen Schaufeln, die an einer Kette befestigt sind. Der Schaufelantrieb wird durch den Schacht über zwei Achsen (Kopfachse, Fußachse) geführt.
Der Schaufelantrieb erfolgt durch das Gewicht des naturbelassenen Wassers. Die Menge der freiwerdenden Energie ergibt sich aus der Fallhöhe und der Wasserzufuhr. Über die innovative Getriebe- und Generatoreneinheit wird schließlich die mechanische Energie in Elektrizität gewandelt.

KataMax vereint auf einfache Weise diverse Innovationen und beschert den Anwendern ein perfektes Zusammenspiel von ökologischer und ökonomischer Energiegewinnung.





Bei dem Hochreaktorsystem fällt das gereinigte Abwasser ungenutzt in den Vorfluter.

Die komparativen Vorteile von KataMax

- sehr kurze Amortisationszeit
- mobiler Einsatz
- kein Bauwerk und demzufolge geringe bauliche Maßnahmen
- vollständig recyclebar
- nutzbare Fallhöhen von 2 m bis 20 m
- kein spezielles Fertigungs- und Instandhaltungs-Know-how erforderlich
- annähernd linearer Leistungsaufbau ab 5% des max. zur Verfügung stehenden Wasserdargebotes
- spezielle Konstruktion in vielen möglichen Modulgrößen erlaubt - auf kostengünstige Weise - die Nutzung versch. Höhendifferenzen und Durchflußmengen

Fallbeispiel einer KataMax-Anlage / Klärwerkanwendung

Arbeitsstunden p. A.	Durchschnittliche Leistung	kWh/a
8.000	52 kW	416.000

Erläuterungen des Fallbeispieles:
Bei einem Vergütungssatz von 9,67 ct/kWh gemäß EEG ergibt sich - nach Abzug von Wartungs- und Instandhaltungskosten - ein jährlicher Einspeiseertrag von ca. 33.000,- €.

Die Vorteile im Einzelnen

KataMax ...

... steht für weltweit wettbewerbsfähige und ökologische Stromgestehungskosten

Die KataMax-Wasserkraftanlagen werden unseren Kunden als einspeisefähiges Komplettsystem geliefert. Das Preisniveau des KataMax-Prinzips (siehe Tabelle Wirtschaflichkeit) liegt deutlich unter dem Wettbewerb. Die in den Stromgestehungskosten kalkulierten Wartungs- und Instandhaltungsdienstleistungen können wahlweise auch von unseren geschulten Partnerfirmen übernommen werden.

... ist für den mobilen Einsatz prädestiniert

Das KataMax-System wird in Modulbauweise hergestellt. Zur Installation am Wasser wird lediglich eine Bodenplatte zur Befestigung benötigt. Insofern ist ein mobiler Einsatz von KataMax möglich. Erstmals können so auch zeitlich beschränkte Wasserrechte wirtschaftlich genutzt werden. Mit Ablauf der Nutzungsdauer ist der Anwender in der Lage, seine stets gewartete Wasserkraftanlage zu verkaufen oder an einem anderen Ort zu nutzen.

... ist recyclebar,

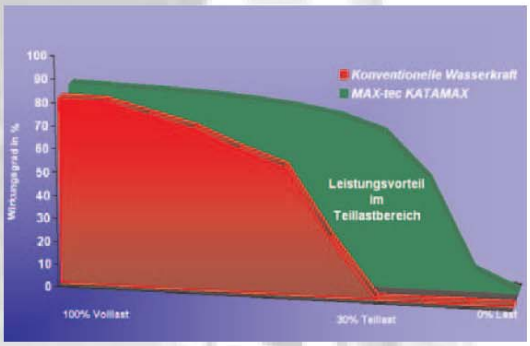
da für die Serienproduktion ausschließlich ökologisch einwandfreie Materialien verwendet werden.

... ist wegen des technisch einfachen Aufbaus wartungsarm.

Es ist kein spezielles Fertigungs- bzw. Instandsetzungs-Know-how erforderlich. Insofern ist KataMax ideal für den Einsatz in sog. Dritt- und Schwellenländern.

... steht für eine sehr hohe Wirtschaftlichkeit

durch seine sehr guten Teillasteigenschaften.



Aufgrund der neu entwickelten Antriebs- und Wandlungstechnologie von KataMax werden hervorragende Wirkungsgrade vor allem im Teillastbereich erzielt. Bereits ab 5% des maximal zur Verfügung stehenden Wasserdargebotes ist ein linearer Leistungsaufbau gegeben.

Die KataMax-Technik spielt ihren wohl größten Vorteil für den Nutzer im Teillastbereich aus. Die zu KataMax konkurrierenden Systeme haben hier den größten Wettbewerbsnachteil. KataMax hingegen ist in der Lage, die in der Natur vorkommenden und oft sehr stark schwankenden Wassermengen optimal zu nutzen. Der Mehrwert an der Energiegewinnung aus dem Teillastbereich spiegelt sich deutlich im Energieertrag der KataMax-Kunden wieder.

Hersteller
MAX-tec
Wasserkraft AG

MAX-tec Wasserkraft AG
Industriestraße 169
D-50999 Köln-Rodenkirchen
Tel.: +49 2236 - 39801-0
Fax.: +49 2236 - 66492
E-Mail.: info@max-tec.de
Internet: http://www.max-tec.de/

Kleinste Wasserkraft im oberen Taubertal mit Einzelbeispiel Hautschenmühle – Art, Umfang, Wirtschaftlichkeit

Fritz Eberlein

Vorstellung:

- Fritz Eberlein – AUF Eberlein & Co GmbH; Wasserkraftanlagenbetreiber und Sanierer bis ca. 1.000 kW
- 7 Anlagen in Bayern, Baden – Würtenberg und Hessen; kleinste Anlage 10,5 kW in der Hautschenmühle

Ist Zustand:

auf ca. 15 km Flusslänge im oberen Taubertal – Leistungsklasse 3 – 15 kW:

Gesamtanlagenzahl:	25 St.
Davon außer Betrieb:	18 St. = 72 %
In Betrieb:	7 St. = 28 %

Technik der in Betrieb befindlichen Anlagen:

Francis Turbine - senkrechte Welle:	6 St.
Wasserrad:	1 St.

=> „hohes“ Potenzial an den Anlagen jedoch „geringes“ Gesamtpotenzial der Stromproduktion : ca. 700 – 1.000.000 kWh/a = ca. 200 – 300 Haushalte

Darstellung am Einzelbeispiel Hautschenmühle:

Denkmalgeschützter historischer Fachwerkbau (Bj. ca. 1500) mit reichverziertestem Fachwerkgiebel Mittelfrankens

Technik:

- Modernisierung der Francis Turbine mit Nebenaggregaten 1990 – 1998; Leistung max. ca. 10 – 11 kW
- Umbau und Sanierung der Mühle als Wohngebäude mit im Augenblick ca. 320 qm Wohnfläche mit bewusst gewähltem Massivwandaufbau ohne klassische Dämmstoffe im Fachwerkbereich, dafür thermische Bausanierung zur Sicherung der Substanz
- Beheizung mit Wärmepumpenanlage (Wärmequelle Verdampfer im Mühlkanal) $P_{max\ el.}$ = 5,5 kW; $P_{max\ th}$ = 21 kW

Abdeckung des Bedarfs durch die eigenerzeugte Energie:

- Elektrische Energie 2 Wohnhäuser mit ges. 570 qm (zusätzliche elektrische Versorgung eines weiteren Wohnhauses mit ca. 250 qm Wohnfläche (hier mit elektrischer Warmwasserbereitung)
- Wärmebedarf für ca. 320 qm Wohnfläche über Wärmepumpe

Zahlen kWh 2005 bereinigt um fehlerhafte Wärmepumpe:

Erzeugung Turbine p.a. gesamt:	ca. 70.000 kWh/a
Davon Verbrauch für WP Nr. 1:	18.000 kWh/a
Davon Strom Nr. 1:	3.500 kWh/a
Davon Verbrauch Nr. 5:	4.700 kWh/a
Bezug vom öffentlichen Netz:	1.500 kWh/a
Einspeisung ins öffentliche Netz:	45.300 kWh/a

Wärmepumpenbetrachtung:

Verbrauch elektrische Energie:	18.000 kWh/a
Erzeugung Wärmeenergie für Brauchwasser, Thermische Bausanierung, und Wohnraumheizung:	59.000 kWh/a
Leistungsziffer Wärmepumpe:	3,28
Eingespartes Heizöläquivalent:	ca. 6.000 l/a
Jahreskosten bei:	
theoretischem Fremdbezug zu WP-Konditionen (11,5 cent/kWh)	2.070 €/a
bei 95 % Eigen und 5 % Fremderzeugung	1.450 €/a

Wirtschaftliche Eckdaten

GuV rein liquiditätsmäßige Betrachtung:

Jahreseinnahmen:

Einspeisung 45.300 á 7,67 cent/kWh	3.244 €/a
Haus Nr. 1 WP :	2.070 €/a
Strom Nr. 1 + 5 Elektrik: á17 cent/kWh)	1.394 €/a
Abzgl. Bezug 1.500 kWh á 0,17 cent/kWh	-255 €/a
Summe:	**6.453 €/a**
Kosten Betreuung Schmierstoffe etc.	1.000 €/a
Reparaturen etc.	1.000 €/a
Liquider Gewinn:	4.453 €/a

Betrachtung der Afa:

Investitionen in den letzten 20 Jahren mit Nutzungserwartung:

Sanierung Wehranlage	1994:100 TDM	50 a	1.000 €/a
Überholung Turbine	1991: 25 TDM	25 a	500 €/a
Modernisierung Getriebe Steuerung etc.	1998: 40 TDM	20 a	1.000 €/a
Rechenreinigungsanlage	1999: 12 TDM	20 a	600 €/a
Summe:			**3.100 €/a**
Kalkulatorischer Überschuss für Zinsen, Rücklagen etc.:		**ca.**	**1.350 €/a**

Durch den hohen Anteil an Eigenverbrauch steigen die kalkulatorischen Einnahmen um ca. 1.000 – 1.100 €/a. Dies entspricht in etwa dem kalkulatorischem Überschuss.

Fazit allgemein Kleinstwasserkraft:

- Renovierung und Betrieb von Kleinstwasserkraftwerken < 10 – 15 kW ist in den meisten Fällen als Hobby zu betrachten, falls ein alternativer Anschluss an das öffentliche Netz besteht.
- Wenn durch die Historie keinerlei nutzbare Bauten mehr vorhanden sind, ist ein Neubau unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten im Allgemeinen nicht möglich.
- Je höher der Anteil der Eigennutzung ist, desto positiver lässt sich eine Wirtschaftlichkeit darstellen.
- Basis für alles ist die allgemeine Strompreisentwicklung, angekoppelt an die Rohstoffversorgung mit energetischen Verbrauchsstoffen.
- Die derzeitige Vergütung ist hier für einen Erhalt an der untersten Grenze. Eine Potenzialerschließung wird nur mit o.g. Steigerung der allgemeinen Energiekosten einhergehen.

Fazit Hautschenmühle speziell:

- Durch den glücklichen Umstand, dass hier die Wasserkraftnutzung nie völlig aufgegeben wurde (mit Verschrottung und Verfall) ist eine Substanzerhaltung auf Dauer möglich und vermutlich gesichert.
- Die parallele Nutzung mit Wärmeversorgung ermöglicht ein Energieüberschussgebäude mit einer Abkoppelung von zukünftigen Marktpreisen.
- Es ist toll, in einem Haus mit einer derart langen Tradition der Energienutzung durch Wasserkraft dies im modernen Stil weiternutzen zu können (zu einer Mühle gehört der Mühlbach) => Hobby.

AUF Eberlein & Co. GmbH
Hautschenmühle 1
91587 Adelshofen
Telefon: 09865 – 941771
Fax: 09865 - 941799
D1: 0171 – 7401235
Email: F.Eberlein@t-online.de

Energieeinsparungen bzw. Energierückgewinnung in der Kläranlage Kreuztal durch Einsatz von Kleinstwasserkraftanlagen

Jens Bender

Da Kläranlagen große Energieverbraucher unter den kommunalen Einrichtungen darstellen, wurde im Rahmen einer Diplomarbeit untersucht, inwieweit sich eine Optimierung des Energieverbrauchs der Kläranlage Kreuztal realisieren lässt; die Diplomarbeit ist hier eingebunden in das vom Land NRW geförderte Forschungsvorhaben „Untersuchungen zur Energieeinsparung bzw. Energierückgewinnung in der Kläranlage Kreuztal durch den Einsatz von Kleinstwasserkraftanlagen (EKWK)“

Dafür wurde zunächst die energetische Ist-Situation mit Hilfe der sog. Energetischen Grobanalyse des Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft (MURL) des Landes Nordrhein Westfalen erfasst und bewertet.

Einsparpotenziale lassen z.B. durch den verringerten Wirkungsgrad der kläranlageneigenen Blockheizkraftwerke entdecken, in denen das produzierte Klärgas elektrisch und thermisch genutzt wird.

Ein weiterer Optimierungsaspekt ist eine anscheinende Fehlsteuerung zweier Heizungsanlagen, welche auch in den Sommermonaten in Betrieb waren.

Der Prozess der Klärung erfordert große Mengen Druckluft, welche in die Belebungsbecken der Anlage eingetragen wird. Diese Druckluft stellt eine ungenutzte thermische Energiequelle dar, welche durch einen sog. Ringkanal-Wärmeübertrager nutzbar gemacht werden kann.

Das gesamte Einsparpotenzial dieser drei Maßnahmen beläuft sich auf 475.300 kWh elektrischer und 135.400 kWh thermischer Energie.

Der Schwerpunkt liegt jedoch auf der energetischen Nutzung der Fallhöhe zwischen dem Kläranlagenablauf und dem Gewässer Ferndorf. Der Ablauf ist wie bei jeder Kläranlage höher gelegen, um bei Hochwasser einen Einstau zu verhindern, welcher eine Störung des Klärprozesses nach sich ziehen würde.

Da sowohl das Unterwasser als auch das Oberwasser saisonalen Schwankungen unterliegen, wird das Wasserpotenzial näherungsweise nach dem Prinzip der Unterschreitungsdauern bestimmt. Dafür ist es notwendig, für beide Abflüsse eine Wasser-

spiegellagenberechnung durchzuführen und die Differenz als Fallhöhe in die Berechnung mit einfließen zu lassen.

Außerdem befindet sich etwa 110 m unterhalb des Ablaufes ein Wehr, welches einen sichtbaren Aufstau der Ferndorf in Höhe des Ablaufs und damit ein vermindertes Energiepotenzial zur Folge hat. Nach Angaben der zuständigen Behörden wird dieses Wehr im Rahmen der allgemeinen Gewässerunterhaltung in absehbarer Zeit geschliffen, sodass die Berechnungen zum einen für den Status quo und zum anderen für die Annahme, dass das Wehr nicht mehr vorhanden ist durchgeführt wurde.

Nach der Berechnung beläuft sich das theoretische Energiepotenzial auf 41.800 kWh (für den Fall, dass das Wehr entfernt wurde).

Für eine Nutzung dieses Potenzials stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung: ein oberschlächtiges Wasserrad und eine Wasserkraftschnecke. Der Vorteil einer Wasserkraftschnecke gegenüber einem Wasserrad liegt darin, dass die abgegebene Leistung im Falle eines Einstaus lediglich aus der reduzierten Fallhöhe resultiert. Bei dem Einstau eines Rades wird zusätzlich ein Widerstand durch die im Unterwasser mitdrehenden Radzellen erzeugt. Der Vorteil des Wasserrades hingegen besteht in der relativ einfachen Montage und der Möglichkeit Eigenleistungen in der kläranlageneigenen Werkstatt einzubringen.

Somit wird das Jahresarbeitsvermögen für beide Anlagen bestimmt, wobei bei dem Wasserrad ein geschätzter Verlustbeiwert bei einem Einstau in Abhängigkeit zur prozentualen Einstautiefe einfließt.

Eine Wasserkraftschnecke würde unter den gegebenen Umständen ein jährliches Arbeitsvermögen von 23.200 kWh aufweisen, das Wasserrad hingegen lediglich 16.900 kWh.

Dem Betreiber der Kläranlage stellt sich lediglich der Betrieb im Inselbetrieb als wirtschaftliche Lösung dar, da der erzeugte Strom nach dem EEG mit 9,67 ct/kWh vergütet würde, der Strompreis für die Kläranlage jedoch bei 12,6 ct /kWh liegt.

Die Amortisationszeit beläuft sich für ein Wasserrad auf etwa 10 Jahre. Für die Wasserkraftschnecke beträgt die Amortisationszeit etwa 20 Jahre. Nach diese Untersuchung ist die wirtschaftliche Nutzung des Wasserkraftpotenzials mit einem Wasserrad zu empfehlen.

Universität Siegen
Fachbereich 10 Bauingenieurwesen
Forschungsinstitut Wasser und Umwelt
Jens Bender

Postanschrift:
Hölderlinstraße 3
D- 57068 Siegen

Hausanschrift:
Paul-Bonatz-Straße 9-11
57076 Siegen

Fax: (0271) 740-2722
Email: fwu@uni-siegen.de
Internet: http://fwu.fb10.uni-siegen.de

Energieversorgung der Siegerlandhütte mit Wasserkraft

Christian Wilhelm

Die 2710 mNN hoch gelegene Siegerlandhütte liegt im Windachtal, einem einsamen Seitental des Ötztales in den Tiroler Alpen. Seit 75 Jahren dient sie Bergfreunden, Kletterern und Wanderern als Rast- und Schutzhütte. Betrieben wird sie vom deutschen Alpenverein (DAV), Sektion Siegerland mit Sitz in Siegen. Vom dortigen Vorstand werden auch alle Entscheidungen zu Um- oder Neubauten getroffen und finanziert. Die Siegerlandhütte kann in 5-6 Stunden von Sölden aus, bei einer Gehstrecke von ca. 14 km und einer Netto-Höhendifferenz von ca. 1350 m, erreicht werden. Sie wird in den schneefreien Sommermonaten (Ende Mai bis Ende September) seit 1980 von der Familie Figl aus Sölden bewirtschaftet, außerhalb dieser Zeit ist die Hütte geschlossen; eine Saison dauert also etwa vier Monate. Pro Saison besuchen etwa 1200 Wanderer die Siegerlandhütte, davon 300 Tagesgäste und 900 Übernachtungsgäste.

Die nötigste Grundversorgung mit Elektrizität, z.B. für die Spül- und Waschmaschine, wird bisher durch einen 4 kW-Benzin-Generator geleistet. Eine kleine Solaranlage sichert, z.B. die Beleuchtung des Gastraumes und Beheizung der angeschlossenen Kleinkläranlage. Der Alpenverein beabsichtigt nun die vorhandene Energieversorgung der Hütte gegen eine leistungsstärkere, wasserkraftbetriebene Versorgung zu ersetzen.

Für die Gegebenheiten an der Siegerlandhütte ist die Installation einer Wasserkraftanlage möglich und sinnvoll. Durch die Lage der Siegerlandhütte ist eine große Fallhöhe vorhanden, ausreichend (Schmelz-) Wasser fließt in unmittelbarer Nähe der Hütte vorbei. Der geeignete Turbinentyp, der für den Einbau in Frage kommt, ist eine Pelton-Turbine, da auf eine große Fallhöhe ein verhältnismäßig kleiner Durchfluss trifft.

Für die Wasserfassung ist ein natürlicher Felseinschnitt vorgesehen, der von einem Wasserstrom durchflossen wird. Der Einschnitt ist links und rechts von massivem Fels eingerahmt, an den eine Staumauer / ein Staudamm optimal anschließen kann.

Die an die Wasserfassung angeschlossene Druckleitung soll als oberirdische PE-Rohrleitung, DN 125, ausgeführt werden. Es ist eine horizontal gelagerte Pelton-Turbine

in Form einer Kompaktanlage, mit integriertem Generator und Steuerungseinheiten, mit einer Ausgangsleistung von ca. 10 kW ausgewählt worden. Zum Schutz vor der Witterung und sonstigen äußeren Einflüssen soll die Turbine eingehaust werden. Als Krafthaus kommt ein isolierter Materialcontainer zum Einsatz, um den Bauaufwand so gering wie möglich zu halten.

Mit einer Fallhöhe h von 74 Metern und einem Durchfluss Q von mindestens 0,015 m^3/s kann durch die Wasserkraftanlage so eine Leistung P von rund 9,5 kW zur Verfügung gestellt werden. Bei einer viermonatigen Betriebszeit je Saison entspricht dies einem Saison-Arbeitsvermögen von rund 26.000 kWh.

Universität Siegen
Fachbereich 10 Bauingenieurwesen
Forschungsinstitut Wasser und Umwelt
Christian Wilhelm

Postanschrift:
Hölderlinstraße 3
D- 57068 Siegen

Hausanschrift:
Paul-Bonatz-Straße 9-11
57076 Siegen

Fax: (0271) 740-2722
Email: fwu@uni-siegen.de
Internet: http://fwu.fb10.uni-siegen.de

Teilnehmerverzeichnis

Bender, Jens	Schwabengrube 77, 57271 Hilchenbach
Binz, Peter	Ing.-Büro, Truppbacher Straße 141, 57072 Siegen
Brunsmeier, Fritz	Fr.-Naumann-Str. 43, 59759 Arnsberg
Bünte, Klaus-Dieter	Bayer Business Services, Brombeerweg 15, 51519 Odenthal
Cunz, Siegfried	Rheinischer Fischereiverband, Fichtenweg 5, 51561 Windeck
Danne, Jörg	Danne Consulting, Schorlemerstr. 28, 40545 Düsseldorf
Demel, Paul	Deutsche Gesellschaft für Mühlenkunde und Unterhaltung e.V. (DGM), Schwarzer Weg 2, 32469 Petershagen-Frille -Mühlenbauhof-
Drews, Hartmuth	Drews, Schenefelder Landstr. 58, 25421 Pinneberg
Eberlein, Fritz	AUF Eberlein & Co. GmbH, Hautschenmühle 1, 91587 Adelshofen-Tauberzell
Eschtruth, Janina	Universität Siegen, fwu- Forschungsinstitut Wasser und Umwelt, Paul-Bonatz-Str. 9-11, 57068 Siegen
Frank, Torsten	Universität Siegen, fwu- Forschungsinstitut Wasser und Umwelt, Paul-Bonatz-Str. 9-11, 57068 Siegen
Franz, Jürgen	Ritz-Atro Pumpwerksbau GmbH, Max-Brod-Straße 2, 90471 Nürnberg
Frisch, Georg	Ing.-Büro Frisch, Lindenplatz 2, 57234 Wilnsdorf
Gaisbauer. Thomas	Stadtverwaltung Wiehl, Bahnhofstraße 1, 51674 Wiehl
Gudelius, Jochen	Frankfurterstrasse 141, 57290 Neunkirchen
Günther, Thomas	BEGA Wasserkraftanlagen GmbH, Herderallee 30, 44791 Bochum
Haupt, Jens	H&S Hard- & Software Technologie GmbH, Niedersachsenweg 10, 44143 Dortmund
Hermesmeier, Christoph	Ökologische Wasserkraft-Technologien und Renaturierungshilfen, Öwatec GmbH, 33071 Paderborn
Hölzemann, Eckhard	Igeo, Bergstraße 9, 57641 Oberlahr
Jensen, Jürgen	Universität Siegen, fwu- Forschungsinstitut Wasser und Umwelt, Paul-Bonatz-Str. 9-11, 57068 Siegen
Jüngst, Michael	RP Gießen, Marburger Straße 91, 35390 Gießen
Kolke, Alice	Ing.- Büro WKG, In der Vlötz 12, 52156 Monschau
Kolke, Karl-Uwe	Ing.- Büro WKG, In der Vlötz 12, 52156 Monschau

Krüger, Marc	Universität Siegen, fwu- Forschungsinstitut Wasser und Umwelt, Paul-Bonatz-Str. 9-11, 57068 Siegen
Krüger, Ulrich	Entsorgungsbetrieb der Stadt Siegen, ESi, Goldammerweg 30, 57080 Siegen
Krumm, Ulrich	Kreis Siegen, Untere Wasserbehörde, κoblenzer Straße 73, 57072 Siegen
Kühn, Theo	Eschenbacherstraße, 57250 Netphen
Lehner, Helmut	Am Musebieter 4, 57439 Attendorn
Lengfeld, Martin	Projektwerk Ingenieurgesellschaft mbH, Zur Kempe 4, 57250 Netphen
Lenz, Manfred	Unterer Mühlhof 23, 57567 Daaden
Lex, Andreas	Am Graben 12, 83670 Bad Heilbrunn
Look, Annegret	Adolf-Wurmbach-Straße 32 a, 57078 Siegen
Mudersbach, Christoph	Universität Siegen, fwu- Forschungsinstitut Wasser und Umwelt, Paul-Bonatz-Str. 9-11, 57068 Siegen
Müller, Ulrich	Hundemstraße 123, 57368 Lennestadt
Niesen, Karl-Walter	Universität Siegen, Forschungsförderung, Herrengarten 3, 57068 Siegen
Nußbaum, Martin	Staatliches Umweltamt Köln, Postfach 13 02 44, 50496 Köln
Pacas, J. Mario	Universität Siegen, LEA, Hölderlinstr.3, 57068 Siegen
Pressentin, Dieter	Ökologische Wasserkraft-Technologien und Renaturierungshilfen, Öwatec GmbH, 33071 Paderborn
Prott, Stefan	Büro für Wasserkraft NRW, Haus Düsse 2, 59505 Bad Sassendorf
Schmidt, Friedhelm	Liquitec, Freusburgermühle 2, 57548 Kirchen
Schneider, Erich	Puderbacher Weg 22, 57334 Bad Laasphe
Siemann, Uwe	Entsorgungsbetrieb der Stadt Siegen, ESi, Goldammerweg 30, 57080 Siegen
Sonneborn, Klaus-Dieter	Königsberger Straße 8, 57319 Bad Berleburg
Spiegelberg, Gunter	Siegen
Spieß, Volker	Universität Siegen, fwu- Forschungsinstitut Wasser und Umwelt, Paul-Bonatz-Str. 9-11, 57068 Siegen
Stief, Ralf	StUA Minden, Büntestraße 1, 32427 Minden
Storhas, Ulrich	StUA Siegen, Unteres Schloß, 57072 Siegen
Tambe, Heike	ABC-Interweb, Klingeschacht 67, 57076 Siegen
Tambe, Tabe	ABC-Interweb, Klingeschacht 67, 57076 Siegen
Verlande, Arno	Projektwerk Ingenieurgesellschaft mbH, Zur Kempe 4, 57250 Netphen

Wagner, Kai-Leo	Bayer Business Services, Brombeerweg 15, 51519 Odenthal
Weinmann, Peter	Weinmann Sondermaschienen Steuerungsbau Gmbh, Eichelgasse 8, 91217 Hersbruck
Weißmann, Martin	Hydro Watt Wasserkraft- und Energiegewinnungs-anlagen GmbH, Am Hafen 5, 76189 Karlsruhe
Wieland, Jörg	Universität Siegen, fwu- Forschungsinstitut Wasser und Umwelt, Paul-Bonatz-Str. 9-11, 57068 Siegen
Wiemann, Patrick	Universität Southampton, Highfield, Southampton, S017 1BJ UK
Wild, Holger-Nils	Ing.-Büro Franz Fischer GmbH, Emil-Figge-Straße 80, 44227 Dortmund
Wilhelm, Christian	Ludwigstr. 29, 57076 Siegen
Wöllmann, Erich	H&S Hard- & Software Technologie GmbH, Nieder-sachsenweg 10, 44143 Dortmund
Zäschke, Eckard	FH Frankfurt, Labor für Hydraulik und Wasserbau, Nibelungenplatz 1, 60318 Frankfurt am Main

Studenten des Fachbereiches 10 der Universität Siegen:

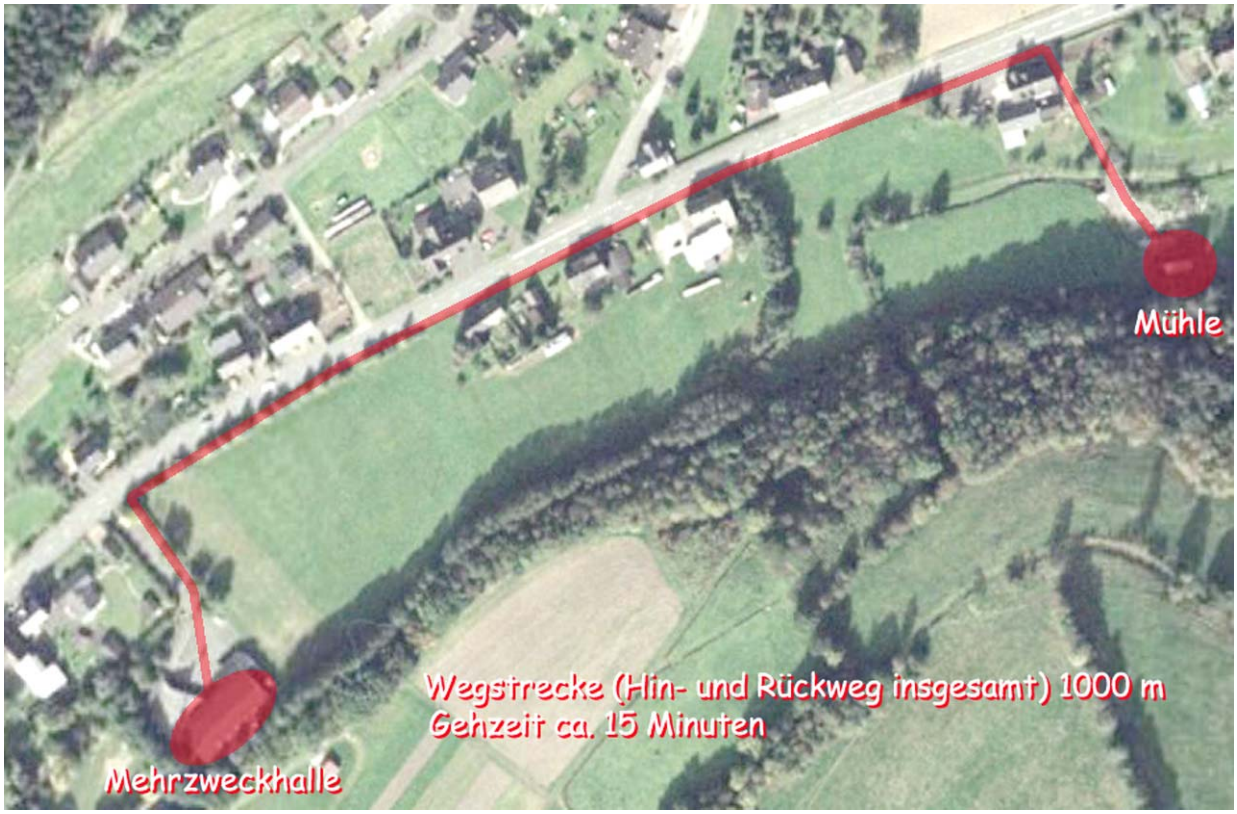
Becker, Tim
Bieker, Sebastian
Bock, Tristan
Haiawi, Tarek
Heinemann, Christoph
Jahnert, Gustav
Ji Hye, Kim
Jülich, Sebastian
Jüngst, Carsten
Kolb, Melanie
Kram, David
Reuter, Dierk
Schäfer, Martin
Scharuch, Hessam
Schmidt, Thorsten
Staub, Benedikt
Thiel, Sebastian
Träger, Sebastian
Wahl, Thomas

Schüler der Oberstufe des Gymnasiums Netphen:

Göbel, Eckhard (Lehrer)
Wächter, Gert (Lehrer)
Ahl, David
Böttger, Priyanka
Cargnino, Manuel
Eling, Jan
Franke, Daniel
Geppert, Martin
Gontermann, Carolin
Hausmann, Kevin
Heide, Moritz
Hesselbach, Jörg Frederick
Huwer, Judith
Jensen, Sarah
Jost, Laura
Kunkel, Heiko
Leweke, Samuel
Löcherer, Stafanie
Mencke, Jan Christian
Menn, Ann-Christin
Meyer, Anna-Lena
Neumann, Martin
Pahner, Patrick
Riecher, Manuel
Schäfer, Aileen Laura
Schäfer, Matthias
Schleifenbaum, Jens
Schneider, Kristina
Schöler, Julian
Sekulla, Andre
Spieß, Ingo
Sting, Christian
Sting, Dominik
Sting, Jan
Sting, Tobias
Tinteier, Tim
Vogt, Valerie
Wuntke, Ina
Yasar, Nuri

Wegbeschreibung zur Nenkersdorfer Mühle

In der Mittagspause bietet sich die Möglichkeit zur Besichtigung der Nenkersdorfer Wassermühle.



Informationen zur Mühle:

Die Wassermühle Nenkersdorf ist als der Burg Hainchen zugehörig im Jahre 1240 erstmals urkundlich erwähnt worden. Um 1400 schenkten die Herren von Bicken die Mühle ihrem treuen Vasallen Berthold Neinersdorf. Sie ist die einzige komplett erhalten gebliebene Wassermühle im Kreis Siegen-Wittgenstein und vollständig funktionstüchtig. Seit fünf Generationen befindet sich die Wassermühle Nenkersdorf im Privatbesitz der Familie Weber, die die Mühlenanlage betreut und in Stand hält. Die Nenkersdorfer Mühle ermöglicht dem Besucher, das Mühlenhandwerk in seiner ganzen Spannbreite in einem gut erhaltenen Gebäude kennen zu lernen. Das Wasser wird der Mühle über einen mehrere hundert Meter langen Mühlengraben zugeführt, der bereits im Nachbardorf Walpersdorf von der Sieg entzweigt. Durch die Anlage dieses Obergrabens wird das nötige Gefälle erzeugt, um das über fünf Meter hohe, oberschlächtige Wasserrad der Nenkersdorfer Mühle anzutreiben. Über den am Mühlenausgang befindlichen Untergraben wird das Wasser wieder der Sieg zugeführt. Das im Eishaus (so genannt wegen des Vereisens im Winter) befindliche Wasserrad treibt über ursprünglich auf Stein gelagerten Stangen mit Holzzacken versehene Zahnräder an. Eines der Steinlager ist über 700 Jahre alt und erfüllt noch heute seine Funktion. Über Transmissionsriemen wird so die Energie für mehrere Mahlwerke und zahlreiche andere Gerätschaften der Mühle, auch den Aufzug für die Getreidesäcke, geliefert. Die gut erhaltenen Mühlengeräte werden auch heute noch genutzt, um kleinere Mengen Getreide für den privaten Gebrauch zu vermahlen. (Dieter Pfau in: "*Museen und Heimatstuben Siegerland-Wittgenstein*“)