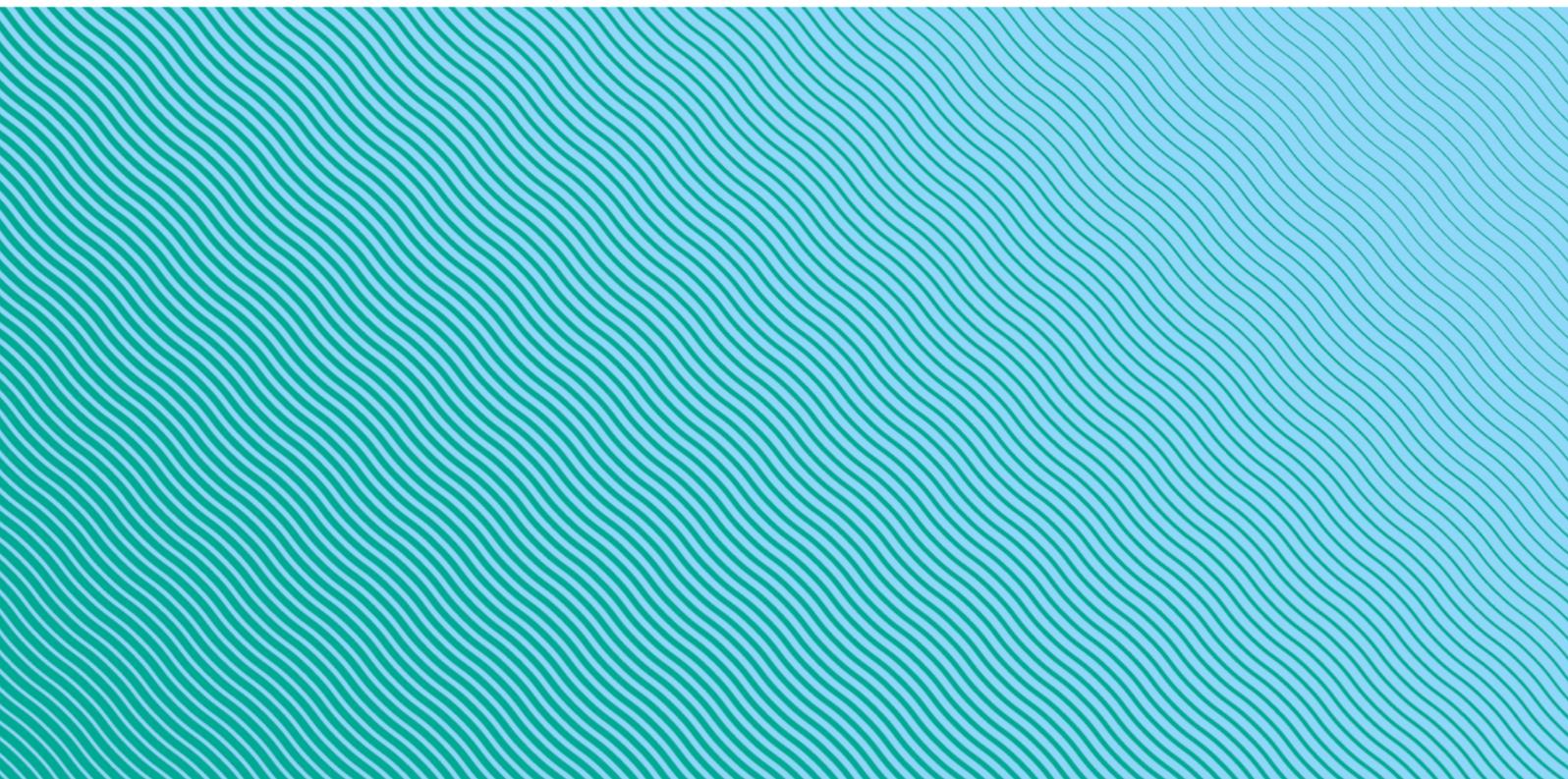


Kleinwasserkraft Pressemappe



Die kleine Schwester der grossen Wasserkraftwerke

Programm Kleinwasserkraftwerke von Energie Schweiz

Im Rahmen von EnergieSchweiz bearbeitet das Programm Kleinwasserkraftwerke den Bereich Kleinwasserkraft und unterstützt die verschiedenen Akteure von der Projektidee bis zum Betrieb. Die Förderung soll einerseits die kosteneffiziente Nutzung der vorhandenen Potenziale ermöglichen, andererseits die Anliegen weiterer Interessengruppen in einem frühestmöglichen Stadium berücksichtigen. Auf den direkten Kontakt zu den verschiedenen Akteuren – vom Anlagenwart bis zur Umweltorganisation – wird grossen Wert gelegt und die Zusammenarbeit mit den relevanten Verbänden gesucht. Informationen finden Sie unter www.kleinwasserkraft.ch

Die Hauptaktivitäten des Programms Kleinwasserkraftwerke:

Information und Beratung: es stehen insgesamt fünf Infostellen in drei Landessprachen zur Verfügung;

Unterstützung von Grobanalysen;

Medienarbeit, Internetauftritt und elektronischer Newsletter (drei Mal pro Jahr) sowie Präsenz an ausgesetzten Veranstaltungen

Vernetzung mit den verschiedenen Akteuren (Anlagenbesitzer und -betreiber, Planer, Industrie, Behörden, Umweltverbände, Fischerei, etc.)

Wer kennt sie nicht, die stolzen Staumauern der grossen Kraftwerke in unseren Bergen. Fast ehrfürchtig sieht man vom Fuss zur Krone hoch oder von der Mauer hinunter. Manchen schwindelt's dabei. Ganz vergessen geht da oft die Kleinwasserkraft, die einen substantziellen Beitrag an die Schweizer Stromversorgung leistet.

Ein Zehntel aus kleinen Anlagen

Die Wasserkraft deckt rund 55% der inländischen Stromproduktion (1.10.2007 bis 30.9.2008 37'550 Gigawattstunden). Davon stammen rund 10% aus Kleinwasserkraftwerken, das heisst aus Anlagen mit einer Leistung von unter 10 Megawatt. Schätzungsweise rund 1100 Anlagen sind in der Schweiz in Betrieb, laufend kommen neue und revitalisierte hinzu.

Die Geburtshelferinnen

Kleinwasserkraftwerke sind traditionellerweise an Flüssen und Bächen zu finden. Sie waren sozusagen die Geburtshelferinnen der Industrialisierung in der Schweiz. Ursprünglich wurden Wasserkraftwerke genutzt, um Maschinen mechanisch anzutreiben. Erst in einem zweiten Schritt lieferten sie Strom. Zu Tausenden wurden sie damals entlang der Fliessgewässer der Schweiz errichtet. Später wurden grössere Kraftwerke gebaut, die Strom günstiger produzierten. Viele Kleinwasserkraftwerke waren damit nicht mehr konkurrenzfähig und wurden stillgelegt.

Nicht nur an Gewässern

Nicht nur an Gewässern sind Kleinwasserkraftwerke sinnvoll. Ein grosses Potenzial liegt bei so genannten Infrastrukturanlagen brach. Das sind zum Beispiel: Trinkwasserversorgungen, Abwasserreinigungsanlagen, Tunnels, Beschneigungsanlagen, Auffangbecken für den Hochwasserschutz. In allen diesen Anlagen können ohne grossen Aufwand Turbinen installiert werden, die die Energie des Wassers in sauberen Strom umwandeln.

Förderung der Kleinwasserkraft

Aufgrund ihres grossen Potenzials zur Produktion von Ökostrom wird die Kleinwasserkraft über die kostendeckende Einspeisevergütung für Strom aus erneuerbaren Energien (KEV) gefördert. Mehr Informationen dazu finden Sie auf www.swissgrid.ch → Strommarkt → Erneuerbare Energien.



Einbau einer Kaplan-Turbine mit einer Leistung von 125 kW ins KW Emmenau in Hasle-Rüegsau. Foto: ADEV

Zahlen und Fakten zur Kleinwasserkraft

Welche Arten von Kleinwasserkraftwerken gibt es?

Kleinwasserkraftwerke sind Anlagen mit einer Leistung bis 10 Megawatt.

Es wird zwischen folgenden Arten von Kleinwasserkraftwerken unterschieden:

- Niederdruckkraftwerk: Es handelt sich um Anlagen mit einer Fallhöhe von max. 15 Meter. Grosse Wassermengen und geringer Druck gehören zu ihren Hauptmerkmalen. Hier werden die Turbinen meist direkt in den Wehrkörper eingebaut, somit gibt es keine Restwasserstrecke.
- Mitteldruckkraftwerk: Bezeichnet ein Kraftwerk, das mit einem mittleren Gefälle von einigen Dutzend Metern arbeitet.
- Hochdruckkraftwerk: Es handelt sich um Anlagen mit einer Fallhöhe von 50 bis zu 2000 Metern. Meist werden geringe Wassermengen bei grossem Druck turbinieren.
- Kraftwerke in Infrastrukturanlagen: Es handelt sich um Turbinen, die in Trinkwasserversorgungen und Abwasserkraftwerke eingebaut werden und dort versteckte Energien nutzen.
- Dotierkraftwerke: Sie nutzen direkt die Restwassermengen bei einem Wehr.
- Revitalisierung: Stillgelegte Kraftwerke, die saniert und wieder in Betrieb genommen werden.
- Bewässerungskraftwerke: Kraftwerke, die mit Bewässerungswasser gespeist werden.
- Tunnelkraftwerke: Hier wird das Wasser, das rund um den Tunnel selber gesammelt und abgeleitet wird, für die Stromerzeugung genutzt.
- Beschneidungskraftwerke: Nutzen im Sommer die für Schneekanonen installierte Infrastruktur zur Stromerzeugung.

Wie berechnet man die Leistung eines Wasserkraftwerks?

So wird die Leistung eines Wasserkraftwerks berechnet: Wassermenge (in Kubikmetern pro Sekunde) x Fallhöhe in Metern x 7,5 = Leistung in Kilowatt. Der Faktor 7.5 setzt sich aus der Erdbeschleunigung und den Verlusten in Wasserbauten, Turbine, Übersetzung und Generator zusammen.

Informationen zu Abflussmengen, die für diese Berechnung erforderlich sind, finden sich auf der Website des Bundesamts für Umwelt BAFU: www.bafu.admin.ch

→ Hydrologie oder bei den zuständigen kantonalen Fachstellen.

Bei Infrastrukturanlagen können die Betreiber der Anlage Auskunft erteilen.

Potenziale

Die Kleinwasserkraft liefert bereits heute rund 10% der gesamten Wasserkraftproduktion.

Das geschätzte Ausbaupotenzial der Kleinwasserkraft variiert je nach Quelle. Die Energieperspektiven des BFE gehen dabei von 2'500 Gigawattstunden pro Jahr aus. Eine Studie des BFE evaluiert das Potenzial zur Zeit.

Voraussetzungen für eine Nutzung

Fallhöhe: mindestens zwei bis drei Meter, bis ca. 2'000 Meter.

Kosten

Je nach Anlage zwischen einigen Zehntausend Franken (Bereich 10 Kilowatt) bis mehrere Millionen (Megawatt-Bereich)

Planungs- und Bauzeit

Bei vorhandenen Anlageteilen und Wasserrechten: mindestens 1 Jahr, abhängig vom Bewilligungsverfahren

Für Neuanlagen: 5 oder mehr Jahre

Förderbeiträge

Das Programm Kleinwasserkraftwerke unterstützt Grobanalysen mit einem finanziellen Beitrag.

Es besteht die Möglichkeit zur Unterstützung von Pilot- und Demonstrationsanlagen (siehe Merkblätter 1–3, www.kleinwasserkraft.ch → Programm/Förderung)

Kostendeckende Einspeisevergütung: Im Rahmen des Programms zur Förderung von Strom aus erneuerbaren Energien wird auch die Kleinwasserkraft unterstützt. Angaben zur Förderung sind unter www.kleinwasserkraft.ch zu finden.

Allgemeine Informationen

Infostellen des Programms Kleinwasserkraftwerke: www.kleinwasserkraft.ch

Tour d'Horizon

Auch wenn sie die Geburtshelferin der Industrialisierung in der Schweiz war, braucht sie heute Unterstützung: die Kleinwasserkraft. Wir wollten wissen, wo ihr eigentliches Potenzial liegt.

Wir haben uns mit Bruno Guggisberg, beim BFE für den Marktbereich Kleinwasserkraft verantwortlich, unterhalten.

Herr Guggisberg, warum braucht es überhaupt ein Programm Kleinwasserkraftwerke?

Die Kleinwasserkraft ist Teil der erneuerbaren Energien. Um eine nachhaltige Energiezukunft zu gestalten, brauchen wir den ganzen Strauss der Erneuerbaren sowie die Energieeffizienz. Es ist zum Beispiel nicht möglich, nur mit Windenergie unser Energieproblem zu lösen. Aber auch so werden wir uns vom verschwenderischen Umgang mit Energie verabschieden müssen, sonst laufen wir in eine Sackgasse. Die Wasserkraft – und damit auch die Kleinwasserkraft – ist und bleibt in der Schweiz ein wichtiger Pfeiler der Energieversorgung.

Welches sind die Ziele des Programms?

Vielleicht vorab eine kurze Erläuterung, was wir unter Kleinwasserkraft verstehen: Kleinwasserkraftwerke sind Anlagen mit einer Leistung bis 10 Megawatt. Nun zu den Zielen: Das Programm verfolgt primär das Ziel, die Potenziale der Kleinwasserkraft zu nutzen. Natürlich nicht um jeden Preis, denn die Ökologie hat bei uns zusammen mit der Energieeffizienz oberste Priorität. Aber in vielen Fällen geht es um die Nutzung von stillgelegten Kraftwerken, um die so genannte Revitalisierung. Ein weiterer Bereich ist die Nutzung der Wasserkraft in Infrastrukturanlagen, also z.B. in Trinkwasserversorgungen und im Abwasserbereich. Hier schlummert noch ein beachtliches Potenzial, dessen Erschliessung im Übrigen auch aus ökologischer Sicht sinnvoll ist. Eine weitere Möglichkeit sind Dotierkraftwerke. Lassen Sie mich erklären, was das ist: Es gibt Kraftwerke, die das Wasser nicht unmittelbar nach der Stauanlage – beim Wehr oder der Staumauer – in den Fluss zurückgeben, sondern erst viel weiter unten, um höhere Gefälle und damit eine bessere Energieausbeute zu erzielen. Zwischen Stauanlage und Rückgabe des turbinieren Wassers in den Fluss liegt die so genannte Restwasserstrecke. Aus Gewässerschutzgründen sind minimale Restwas-



sermengen festgelegt, mit denen die Restwasserstrecke «dotiert» wird. Dieses Restwasser kann am Ort der Stauanlage auch turbinieren werden, um wenigstens einen Teil der «verlorenen» Energie zurückzugewinnen.

Seit wann gibt es das Programm Kleinwasserkraftwerke, und was wurde damit erreicht?

Das Programm läuft seit 2003 unter neuer Leitung und umfasst Forschung und Aktivitäten von EnergieSchweiz. Der damals eingesetzte Programmleiter hat sich sehr darum bemüht, sowohl die Vernetzung der Branche als auch die Forschung voranzutreiben, zu koordinieren und zu optimieren. Damit erhielt die Kleinwasserkraft gegen aussen sehr viel Beachtung und ist unterdessen als erneuerbare Energie besser akzeptiert.

Wie bereits erwähnt, läutete die Kleinwasserkraft sozusagen die Industrialisierung in der Schweiz ein. Warum wurden nach dem ersten Boom so viele Werke stillgelegt?

In erster Linie wohl aus Gründen der Wirtschaftlichkeit. Ursprünglich wurden Wasserkraftwerke genutzt, um Maschinen mechanisch anzutreiben. Erst in einem zweiten Schritt kam die Elektrifizierung hinzu. Damals gab es in der Schweiz Tausende von Kleinwasserkraftwerken. Dann kamen die grösseren Kraftwerke, die einerseits den Strom günstiger produzierten, andererseits war wohl auch einfach genügend Strom vorhanden, und somit wurden viele Kleinwasserkraftwerke im Verlauf der Zeit stillgelegt.

Macht es heute denn wirklich Sinn, die Potenziale der Kleinwasserkraft zu nutzen? Würde man nicht besser einfach grössere Kraftwerke noch vergrössern und noch das eine oder andere Grosskraftwerk bauen?

Ich denke, dass die Zeit der ganz grossen Kraftwerke, für die ganze Talschaften überflutet wurden, vorbei ist. Aber es gibt auch in der Grosswasserkraft noch Optimierungsmöglichkeiten. Diese liegen zwar lediglich im Bereich von einem halben bis einigen wenigen Prozenten, aber absolut gesehen sind solche Leistungssteigerungen wichtig. Bei der Kleinwasserkraft mit den zahlreichen stillgelegten Standorten besteht hingegen ein sehr grosses Revitalisierungs-Potenzial. Auch die Ökologie gewinnt dabei, weil bei einer Revitalisierung zum Beispiel eine fehlende Fischdurchgängigkeit wieder hergestellt wird. Im Übrigen sind insbesondere bei den Trinkwasserkraftwerken die Bewilligungsverfahren für die Stromerzeugung sehr viel einfacher.

Wie gross ist denn das Potenzial der Kleinwasserkraft?

Vergegenwärtigen wir uns zuerst die aktuelle Situation: Knapp 55% der inländischen Stromproduktion stammt aus Wasserkraftwerken (1.10.2007 bis 30.9.2008 37 550 GWh). Rund 10% davon macht die Produktion aus Kleinwasserkraftwerken bis 10 Megawatt Leistung aus. Nun zum Potenzial: Die BFE-Studie «Ausbaupotenzial der Wasserkraft» vom November 2004 spricht von einem technischen Ausbaupotenzial der gesamten Wasserkraft von rund 7500 GWh. Allerdings müssten hier die verschärften Restwasserbestimmungen sowie Minderproduktionen aufgrund der Klimaveränderung berücksichtigt werden. Realistischerweise bleibt ein Ausbaupotenzial in der Grössenordnung von 2000 bis 3000 GWh. Leider fehlen uns genauere Zahlen für die Kleinwasserkraft – eine entsprechende Studie ist in Arbeit.

Was wird heute im Bereich Kleinwasserkraft erforscht, und wo sind noch technische Fortschritte zu erwarten?

Ziel der Forschung ist es, kostengünstigere, aber gleichzeitig auch mindestens gleich effiziente oder noch effizientere und zuverlässigere Anlagensysteme zu entwickeln. In der Bautechnik könnten dies Lösungen ohne Turbinenhaus sein, in der Maschinen- und Anlagentechnik drehzahlvariable Turbinen, die Entwicklung von Simulationstools und Fernwartungssystemen. Für den Betrieb wären wartungsfreie Rechen sowie optimierte Spülprogramme ein wichtiger Beitrag. Ein weiterer Schwerpunkt der Forschung im Bereich Kleinwasserkraft wird sicher auch die Qualitätssicherung bleiben. Wir sind daran, entsprechende Best Practice Guidelines zu entwickeln.

Was bringt die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) von Strom aus erneuerbaren Energien, die seit Frühjahr 2008 in Kraft ist, der Kleinwasserkraft?

Der Boom setzte bereits vor der Einführung der KEV ein: Verschiedene Energieversorger kauften Kleinwasserkraftwerke in der Annahme, diese mit der kostende-

ckenden Vergütung wahrscheinlich rentabel betreiben zu können. Generell kann gesagt werden, dass die besten und damit wirtschaftlichsten Standorte bereits genutzt werden. Die zweitbesten jedoch wurden dank der Einspeisevergütung wieder interessant, was entweder zur Sanierung bestehender oder zur Wiederinbetriebnahme stillgelegter Anlagen geführt hat oder führen wird. Die Umweltverbände befürchten, dass in jedem Rinnsal ein Kleinwasserkraftwerk entsteht. Diese Befürchtungen teilen wir nicht, denn einerseits sind solche Kleinanlagen an bisher ungenutzten Gewässern auch mit der Einspeisevergütung nicht rentabel, und andererseits müssen neue Kraftwerke ja auch noch von den kantonalen Behörden bewilligt werden. Obwohl sehr viele Projekte für die KEV angemeldet sind, erwarten wir, dass aus verschiedenen Gründen nur ein Teil auch tatsächlich in der vorgegebenen Zeit realisiert werden kann. Ein positiver Bescheid der nationalen Netzgesellschaft swissgrid ag heisst noch lange nicht, dass ein Projekt auch bewilligungsfähig ist.

Was können Private und Gemeinden tun, wenn sie das Potenzial eines Gewässers, einer Trinkwasserversorgung oder einer ARA abklären möchten?

Bevor viel Geld für eine aufwändige Studie ausgegeben wird, empfehlen wir, von kompetenten Planern eine Grobanalyse erstellen zu lassen. Mit einer Grobanalyse wird abgeklärt, ob die Nutzung eines bestimmten Standorts überhaupt sinnvoll ist und unter den gegebenen Rahmenbedingungen eine Chance hat, in den Bereich der Wirtschaftlichkeit zu kommen. Auf der Internet-Seite www.iskb.ch ist eine Liste mit entsprechenden Firmen (Marktführern) zu finden. Ausserdem können Grobanalysen für Kleinwasserkraftprojekte im Rahmen von EnergieSchweiz unterstützt werden. Aktuelle Informationen sind unter www.kleinwasserkraft.ch zu finden. Dort sind auch die Koordinaten der jeweiligen Informationsstellen aufgeführt.

Fünfmal mehr Leistung: Kraftwerk Seealpsee-Wasserauen



2005 wurde das Kleinwasserkraftwerk Seealpsee-Wasserauen umfassend saniert und ausgebaut

Hydrologische Kennzahlen Seealpsee

Durchfluss:	1,3 m ³ /s
Gefälle:	254 m
elektrische Leistung:	2430 kW
Durchmesser Druckleitung:	700 mm
Turbine:	2-düsige Peltonturbine

Das Kleinwasserkraftwerk Seealpsee-Wasserauen liefert seit 1905 Strom nach Appenzell. Es fasst das Wasser des Seealpsees und führt es zur Zentrale Rässenaueli im Talboden. Seit seiner Entstehung wurde es laufend vergrössert, Turbinen wurden erneuert und mehr Wasser genutzt, ohne die Grossinvestition einer neuen Druckleitung in Angriff zu nehmen. Die zu kleine Druckleitung verursachte bei Vollast einen relativ hohen Druckverlust und ungünstige Anströmverhältnisse auf die Turbinen.

Was sind Hochdruckanlagen?

Hochdruckanlagen sind Anlagen mit Fallhöhen von 50 bis teilweise sogar 2000 m. Der Durchfluss ist meist gering, dafür der Druck entsprechend hoch. Sofern die Anlagen über ein Speicherbecken verfügen, werden sie hauptsächlich zur Abdeckung der Spitzenlast genutzt, sprich bei kurzzeitig auftretenden hohen Leistungsnachfragen im Stromnetz.

Grössere Druckleitung für mehr Strom

2005 wurde das Kleinwasserkraftwerk Seealpsee-Wasserauen umfassend saniert und ausgebaut. Bei der Sanierung wurde die alte Druckleitung mit einem Durchmesser von nur 350 mm durch eine grössere mit 700 mm ersetzt. Somit kann nun rund viermal mehr Wasser turbinieren werden (vorher 300 l/s, neu max. 1'300 l/s). Die Leistung konnte von 480 auf 2'430 kW erweitert werden. Die Anlage produziert pro Jahr etwa 7.7 Mio. kWh, was dem Stromverbrauch von rund 1'700 Haushalten entspricht.

Ökologische Massnahmen

Besonderes Augenmerk wurde auf die Wasserlebewesen im Schwendebach, dem Zu- und Abfluss des Seealpsees, gelegt. Ein zu schnelles Anfahren und Drosseln der Turbinen könnte zu starkem Schwall und Sunk (steigender und sinkender Abfluss) im See und somit auch im Schwendebach führen, was Wasserlebewesen gefährdet. Eine moderne Steuerung, die ein schonendes Anfahren und Drosseln der Kraftwerksmaschinen ermöglicht, minimiert diesen negativen Effekt auf ein verträgliches Mass.

Saugheber-Technik für Kraftwerks-erneuerung



Die Schalungen der drei Saugrohre. Foto: Iteco AG



In die Saugrohre wurden Kaplan-turbinen eingesetzt. Foto: ITECO AG

Die beiden Wasserkraftwerke der Papierfabrik Perlen im luzernischen Perlen liegen an einem 3.2 km langen fabrikeigenen Ausleitungskanal der Reuss. Die eine der beiden Wasserkraftanlagen wurde 1981 komplett erneuert. Als Mitte der 1990er-Jahre in der zweiten Anlage die letzte der alten Turbinen ausfiel und eine Reparatur nicht mehr wirtschaftlich schien, war der Entscheid zwischen Stilllegung und Erhalt fällig.

Niederdruck-Kraftwerke und Saugheber-Technik

In der Schweiz liegt ein beachtliches Energiepotenzial in stillgelegten und überalterten kleinen und kleinsten Niederdruck-Wasserkraftwerken brach. Ist ein einigermaßen konstanter Oberwasserspiegel erreichbar, eignet sich die bekannte, aber bisher wenig eingesetzte Saughebertechnik für den Betrieb.

Bei Saugheberanlagen werden die Turbinen soweit über dem Oberwasserstand eingebaut, dass vorerst kein Wasser in die Turbinen hineinfließen kann. Zum Anfahren muss in der Einlaufleitung ein Vakuum erzeugt werden. Weil im Netzparallelbetrieb die Turbinen ununterbrochen laufen sollen, genügen hierfür sehr kostengünstige kleine Vakuumpumpen. Sobald das hochgesogene Wasser auf das Laufrad fällt, beginnt dieses im Leerlauf zu drehen und reisst in wenigen Sekunden die verbliebende Luft aus der Einlaufleitung. Die Turbinengruppe dreht wie jede andere hoch und wird an das Netz geschaltet.

Teilweise Selbstversorgung in Perlen

Die eigene Wasserkraft kann in Perlen zwar heute nur einen bescheidenen Teil des Elektrizitätsbedarfs der Papierfabrik decken, stellt jedoch einen integralen Aspekt des traditionsreichen Unternehmens dar. Mit insgesamt 1'026 Kilowatt wird heute eine mittlere Jahresproduktion von rund 8 Mio. Kilowattstunden erzeugt, das heisst Strom für etwa 1800 Haushalte.

Hydrologische Kennzahlen Kraftwerk Perlen

Durchfluss:	45 m ³ /s
Gefälle:	2.7 m
Ausleitungskanal:	3.2 km
elektrische Leistung:	1026 kW
Turbinentyp:	Semi-Kaplan-turbinen

Kraftwerk Mühlau seit 1865



Einbau der zweiten Wehrklappe im Herbst 2009 am erweiterten Kraftwerk Mühlau an der Thur in Bazenheid (SG)

Hydrologische Kennzahlen Mühlau

Ausbauwassermenge:	31 m ³ /s
Gefälle:	4.75 m
Ausbauleistung:	1'235 kW
Turbinentyp:	Rohrturbinen

Ab 1865 wurde die Thur in der Mühlau bei Bazenheid (SG) zuerst für die Kraft- und später für die Stromerzeugung genutzt, um Gewerbe- und Industrieanlagen in unmittelbarer Nähe mit Energie zu versorgen. Heute produziert die im Laufe der Zeit aus- und umgebaute Wasserkraftanlage ausschliesslich für das Netz der gemeindeeigenen Energie AG Kirchberg.

Auch Gefahr bei Hochwasser

Sowohl das Wehr, also die Anlage, die das Wasser staut, als auch die Turbinen aus den 1960er Jahren hatten um das Jahr 2000 ihre technische Lebensdauer erreicht. Zudem hatten Untersuchungen gezeigt, dass das Wehr für schwere Hochwasser zu knapp bemessen war. Dies hat die Energie AG Kirchberg bewogen, das Konzept des bestehenden Kraftwerks, bei dem ein Teil des Wassers für die Turbinierung in einen Kanal abgezweigt und nach der Stromerzeugung dem Fluss weiter unten wieder zugeführt wurde, aufzugeben. 2008 wurde das alte Kraftwerk abgeschaltet und die Sanierung in Angriff genommen. Die neue Anlage von 2010 ist ein Flusskraftwerk, bei dem die Energie des Wassers unmittelbar bei der Stauanlage in Strom umgewandelt wird. Damit konnte gleichzeitig eine Erweiterung der Anlage durch eine höhere Ausnutzung der Thur-Abflüsse ins Auge gefasst werden. Obwohl etwas weniger Fallhöhe als mit der bestehenden Ausleitung genutzt werden kann, besticht das neue Konzept durch verschiedene ökologische Vorteile:

- Aufgrund der neuen Turbinierung direkt am Wehr wird aus der Thur kein Wasser mehr abgeleitet, was zuvor zu tieferem Wasserstand geführt hat.
- Die Fische finden die Fischaufstiegshilfe am Wehr besser, da sie in der Nähe der Turbine mit ihrer starken Lockströmung beginnt.
- Der ehemalige Oberwasserkanal wird in ein stehendes Gewässer umgewandelt, das für durchziehende Wandervögel und karpfenähnliche Fische neuen Lebensraum bietet.

Ertrag fast verdreifacht

Die Jahresenergieproduktion des alten Kanalkraftwerks Mühlau lag im Bereich von 2 Mio. kWh. Das erweiterte Kraftwerk wird rund 5.6 Mio. kWh produzieren, also fast dreimal so viel. Mit dieser Energiemenge lassen sich ca. 1250 Haushalte mit Strom versorgen.

Kraftwerk Altbachmühle aus dem Jahr 1760



Einbau der Turbine anlässlich der Sanierung

Die Altbachmühle liegt im Dorfzentrum von Wittnau (AG), im oberen Fricktal. Sie befindet sich seit 1760 in Familienbesitz und wurde zuerst über ein, später über zwei Wasserräder im Keller der Mühle angetrieben. Diese wurden 1942 durch eine Francis-Turbine ersetzt, Ende der 80er Jahre wurde die Turbine stillgelegt.

Renovation und Ausbau

Eine Bestandsaufnahme der historisch wertvollen Wasserkraftanlage zeigte 2004, dass der Ober- und Unterwasserkanal noch in gutem Zustand waren. Einzig der unterirdische Kanal vom Saugrohr zum Altbach war teilweise renovationsbedürftig. Die Francis-turbine mit handbetätigter Leitvorrichtung funktionierte noch.

Hydrologische Kennzahlen Altbachmühle

Ausbauwassermenge:	67 l/s
Gefälle:	6.9 m
Ausbauleistung:	4.0 kW
Turbinentyp:	Francisturbine

Die Stiftung revita revidierte die Turbinenanlage schonend und ergänzte sie mit einem Generator und einer modernen Steuerung. Auch der Turbinenraum wurde erneuert und die nötigen Sicherheitsinstallationen erstellt, damit er Besuchern zugänglich gemacht werden konnte. Informationen zu Revita: www.revita.ch

40 Kilowattstunden pro Tag

Die Anlage leistet je nach Wasserdargebot bis zu 4 Kilowatt. Während den Produktionszeiten der Mühle wird der Strom im eignen Betrieb verbraucht, zu Nachtzeiten dagegen ins kommunale Stromnetz eingespeist. Die Anlage produziert durchschnittlich 40 Kilowattstunden pro Tag.

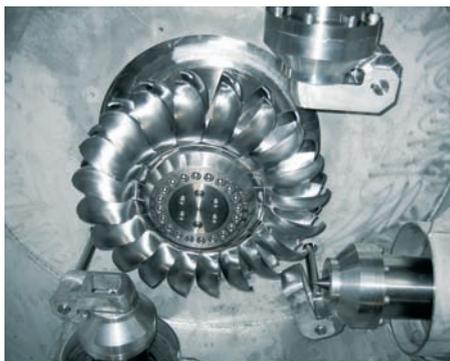
Über Mehl und Kleinwasserkraft

Der Müller führt beinahe täglich Müllereibesichtigungen durch. Der Höhepunkt jeder Führung ist die Besichtigung der Turbinenanlage. Die Besucher erhalten so nicht nur einen Einblick in die Müllerei, sondern auch in die Stromproduktion aus erneuerbarer Quelle.

Kraftwerk La Zour: besseres Wasser und Strom



Die Turbine wird eingebaut. Foto: Gemeinde Savièse und Gasa SA



Die Pelton-Turbine. Foto: Gemeinde Savièse und Gasa SA

In den 1990er Jahren sah sich die Gemeinde Savièse (VS) mit Trinkwasserproblemen konfrontiert, sowohl was die Quantität als auch die Qualität anging. Ursachen waren das Bevölkerungswachstum, der schlechte Zustand der Leitungen, der Rückgang des Gletschers sowie des Permafrostes. Im Rahmen einer Evaluation der möglichen Lösungen wurde auch die Turbinierung des Trinkwassers ins geschnürte Massnahmenprojekt einbezogen.

Was ist ein Trinkwasserkraftwerk?

In Trinkwasserversorgungen kommen oft Druckreduzierventile zum Einsatz, denn da, wo durch Gefälle bei der Fassung oder in den Leitungen Wasserdruck entsteht, muss dieser wieder «vernichtet» werden, um die Anlagen nicht zu beschädigen. Anstelle eines solchen Druckreduzierventils wird für ein Trinkwasserkraftwerk eine Turbine eingebaut. Statt also den Druck zu «vernichten», wird nun Strom produziert.

Drei Anlagen gebaut, zwei weitere im Bau

Die Evaluation der 90er Jahre führte zum Bau mehrerer Kleinwasserkraftwerke; denn das Gemeindegebiet von Savièse eignet sich dank den steilen Hängen und hohen Durchflussmengen der Flüsse besonders für Kleinwasserkraft. 2001 entstanden die Kleinwasserkraftwerke Dilogne (250 kW) und Les Rochers (330 kW), 2004 kam das Trinkwasserkraftwerk La Zour hinzu. Diese drei Kraftwerke erzielen die erwarteten hohen Erträge. Aus diesem Grund plant Savièse für 2010 den Bau zweier weiterer Kraftwerke, eines Trinkwasser- (55 kW) sowie eines Bewässerungswasser-Kraftwerks (100 kW).

Strommenge

La Zour produziert jährlich 1.8 Mio. kWh Elektrizität, dies entspricht dem Verbrauch von rund 360 Haushalten.

Hydrologische Kennzahlen La Zour

Durchfluss:	0.300 m ³ /s
elektrische Leistung:	440 kW
Gefälle:	217 m
Turbinentyp:	Pelton turbine

Dank Ri di Foch Trinkwasser und Strom



Das Trinkwasserkraftwerk nach dem Vorbild der traditionellen Tessiner Häuser. Foto: Premel SA

Das Trinkwasserkraftwerk der Gemeinde Prato Leventina (TI) entstand nach dem Hitzesommer 2003. Die lang anhaltende Trockenzeit setzte der Trinkwasserversorgung zu. Aus diesem Grund suchte die Gemeinde damals nach neuen Trinkwasserquellen und wurde auf rund 1600 m ü. M. fündig. Bald wurde klar, dass das Wasser aus der neuen Quelle auch turbinieren kann.

Was ist ein Trinkwasserkraftwerk?

In Trinkwasserversorgungen kommen oft Druckreduzierventile zum Einsatz, denn da, wo durch Gefälle bei der Fassung oder in den Leitungen Wasserdruck entsteht, muss dieser wieder «vernichtet» werden, um die Anlagen nicht zu beschädigen. Anstelle eines solchen Druckreduzierventils wird für ein Trinkwasserkraftwerk eine Turbine eingebaut. Statt also den Druck zu «vernichten», wird nun Strom produziert.

Hydrologische Kennzahlen Ri di Foch

Durchfluss:	0.040 m ³ /s
elektrische Leistung:	280 kW
Gefälle:	565 m
Druckleitung:	1.7 km
Turbinentyp:	Pelton-turbine

Regelung der Trinkwassermenge

Das Projekt der Wasserfassung Ri Di Foch löste nicht nur das Trinkwasserproblem von Prato Leventina, sondern trägt auch zu seiner Stromversorgung bei. Eingesetzt wird eine Pelton-turbine, die über eine 1.7 km lange Druckleitung gespeist wird. Je nach Wasserbedarf wird das turbinierete Wasser mit einer 5.5-kW-Pumpe in die Trinkwasserreservoir von Prato und Rodi gepumpt. Die Überschüsse an turbinieretem Wasser werden direkt in den Ri Di Foch zurückgeleitet.

Nebst Trinkwasser Strom für 200 Haushalte

Ri Di Foch produziert jährlich 900'000 kWh Strom, was dem Verbrauch von 200 Haushalten entspricht. Und das Trinkwasserkraftwerk in Prato Leventina fügt sich perfekt in die Landschaft ein, da es nach dem Vorbild der traditionellen Tessiner Häuser aus Sichtsteinen errichtet wurde.

Le Châble Profay: Strom aus der Kanalisation



Die Pelton-turbine. Foto: Mhylab

Seit 1993 wird im Wintersportort Verbier das Abwasser vor der Reinigung zur Stromproduktion turbinieren. Es wird dazu in einem Klärbecken in Verbier gesammelt und über eine Druckleitung in die ARA der Gemeinde Bagnes im Tal geführt.

Was sind Abwasserkraftwerke?

Im Bereich Abwasserreinigung wird schmutziges Wasser in die ARA geleitet und nach der ARA gesäubert wieder in ein Gewässer geführt. In beiden Fällen ist ein gewisses Gefälle vorhanden, das auch zur Turbinierung genutzt werden kann. Aus Abwasser wird folglich nicht nur sauberes Wasser, sondern als schöner Nebeneffekt auch noch Strom, und dies absolut ohne zusätzliche Belastung der Umwelt.



In diesem Gebäude wird das Abwasser turbinieren.
Foto: Mhylab

Überdimensionierte Anlage

Die erste Turbine im Abwasserkraftwerk Verbier aus dem Jahr 1993 wurde 2007 ersetzt, vor allem weil sie zu gross war und nur während der Wintersaison, wenn viele Touristen anwesend sind, genutzt werden konnte. Die neue Turbine ist flexibler, mit ihr kann das ganze Jahr über Strom produziert werden. Während des bisherigen Betriebs hat sich gezeigt, dass die Turbinierung von Abwässern kein Problem darstellt, vorausgesetzt die Turbine ist so konzipiert, dass sich kein Material ansammeln kann (Fasern sind hier die zähesten Abfälle). Heute produziert Verbier mit seinem Abwasserkraftwerk 825'000 kWh pro Jahr, das heisst Strom für rund 165 Haushalte.

Hydrologische Kennzahlen Châble Profay

Durchfluss:	0.1 m ³ /s
Gefälle:	449 m
elektrische Leistung:	380 kW
Druckleitung:	300 m
Turbinentyp:	2-düsige Pelton-turbinen

ARA Morgental bei Arbon am Bodensee



Bei Abwasserkraftwerken wird das Gefälle vor oder nach der ARA zur Stromgewinnung genutzt.

Bereits seit rund 90 Jahren produziert eine 270-kW-Kaplanturbine mit dem geklärten Wasser der Abwasserreinigungsanlage (ARA) St. Gallen-Hofen Strom und leitet dieses zurück in den Bach Steinach. Das ergibt jährlich rund 1,2 Mio. Kilowattstunden Ökostrom. Da aber die Steinach zu wenig Wasser führt und die Wasserqualität des Bachs durch die Einleitung beeinträchtigt wird, plant die Stadt nun, das gereinigte Abwasser der ARA St. Gallen-Hofen zusammen mit demjenigen der ARA Morgental mittels Druckleitung direkt in den Bodensee zu führen.

Was sind Abwasserkraftwerke?

Im Bereich Abwasserreinigung wird schmutziges Wasser in die ARA geleitet und nach der ARA gereinigt wieder in ein Gewässer geführt. In beiden Fällen ist ein gewisses Gefälle vorhanden, das auch zur Turbinierung genutzt werden kann. Aus Abwasser wird folglich nicht nur sauberes Wasser, sondern als schöner Nebeneffekt auch noch Strom, und dies absolut ohne zusätzliche Belastung der Umwelt.

Verbesserte Wasserqualität und Stromproduktion

Die ARA Morgental hat sich in den letzten Jahren mit verschiedensten Massnahmen darum bemüht, ihren Stromverbrauch zu senken und die Stromproduktion aus dem Klärgas zu erhöhen. Ziel ist die Selbstversorgung. Zusammen mit der Stadt St. Gallen ist nun der Einsatz einer Abwasserturbine geplant. Ermöglicht wird dieses Projekt durch die oben beschriebene neue Abwasserleitung. Weil von St. Gallen bis zum Bodensee ein Gefälle von 190 Metern besteht und konstant rund 850 Liter Abwasser pro Sekunde anfallen, ergeben sich ideale Bedingungen für die Stromerzeugung mit einem Wasserkraftwerk.

Strom für 880 Haushalte

Für das neue Wasserkraftwerk wird auf dem Gelände der ARA Morgental ein Turbinenhaus erstellt. Gerechnet wird mit einer Jahresproduktion von rund 4 Mio. Kilowattstunden, was dem Stromverbrauch von 880 Haushalten entspricht.

Hydrologische Kennzahlen ARA Morgental

	Bestehendes Werk ARA St. Gallen-Hofen	Neues Werk ARA Morgental
Durchfluss	500 l/s	850 l/s
Gefälle	80 m	190 m
elektrische Erzeugung	1,2 Mio. kWh/a	4 Mio. kWh/a
Turbinentyp	Kaplan	Pelton

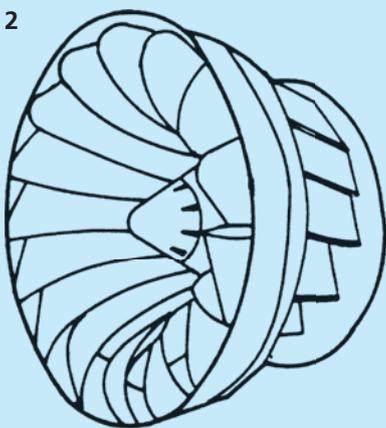
Das Herzstück

Ohne sie läuft gar nichts in der Wasserkraft: die Turbinen. Doch Turbine ist nicht gleich Turbine. In Abhängigkeit von Wassermenge und Gefälle gilt es, die richtige zu wählen.



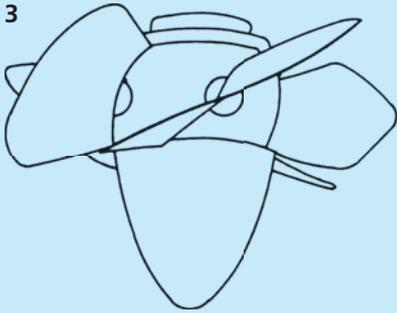
1 Pelton-Turbine

- Einsatz bei sehr hohen Fallhöhen (bis zu 2000 m) und eher geringeren Durchflüssen (Wassermenge), oft bei Speicherkraftwerken im Hochgebirge
- Besteht aus einem mit Becherschaufeln bestückten Laufrad
- Wird angetrieben durch einen konzentrierten, aus einer Düse schiessenden Wasserstrahl
- Die Becherschaufeln sind so konzipiert, dass der Strahl aus der Düse möglichst verlustfrei umgelenkt wird und das abfliessende Wasser die Rotation des Laufrades nicht behindert.
- Der Zufluss wird durch eine innenliegende Düsennadel geregelt, die die Düse öffnet oder verschliesst.
- Die meisten Pelton-Turbinen verfügen über einen Strahlablenker. Dieser lenkt den Wasserstrahl im Notfall weg von der Turbine und verhindert somit bei Lastabwurf ein Hochlaufen bis zur Durchgangsdrehzahl.
- Vorzüge: hoher Wirkungsgrad über sehr grossen Durchflussbereich, einfacher mechanischer Aufbau



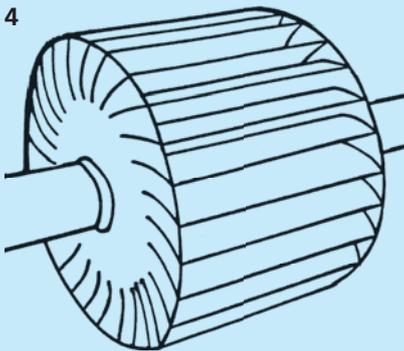
2 Francis-Turbine

- Einsatz bei mittleren Fallhöhen und mittleren Durchflüssen, hauptsächlich bei Lauf- und Speicherkraftwerken
- Aufbau: Der feste Teil der Turbine besteht aus einem Leitrad, das auf dem Saugrohr sitzt und einen Leitapparat sowie ein Turbinenlager enthält.
- Es wird unterschieden zwischen Spiral- und Schachtturbine:
 - *Spiralturbine*: Wasser wird durch ein schneckenförmiges Rohr – die Spirale – in zusätzlichen Drall versetzt und anschliessend durch ein feststehendes Leitrad mit verstellbaren Schaufeln auf die gegenläufig gekrümmten Schaufeln des Laufrades gelenkt.
 - *Schachtturbine*: hier ist der Einlaufbereich nicht spiralförmig
- Der den Zufluss regelnde Leitapparat besteht aus drehbar gelagerten Leitschaufeln.
- Die Leitschaufeln können über eine Regulierwelle von Hand, hydraulisch oder elektrisch gedreht werden.
- Das Laufrad liegt innerhalb des Leitapparates.
- Die Welle verbindet das Laufrad mit dem Generator oder dem Zwischengetriebe.



3 Kaplan-Turbine

- Besonders geeignet bei niedrigen Fallhöhen und grossen Durchflüssen.
- Oft genutzt an Flusskraftwerken.
- Kaplan-turbinen bestehen aus einem Laufrad, das aussieht wie eine Schiffsschraube.
- Die Schaufeln sind beweglich und im Betrieb verstellbar
Man unterscheidet zwischen:
 - *verstellbaren Laufschaufeln und festen Leitschaufeln*: sie ermöglichen einen guten Wirkungsgrad bei Volumenstrom von 30 bis 100%.
 - *verstellbaren Laufschaufeln und verstellbaren Leitschaufeln*: geeignet für stark schwankenden Volumenstrom zwischen 15 und 100%.
- Auch bei der Durchströmung unterscheidet man zwei Arten:
 - Wasser strömt radial (strahlenförmig) durch den Leitapparat und axial (achsrecht) durch das Laufrad, die Turbine ist entweder in Spiralgehäuse oder in Schacht angeordnet.
 - Der Leitapparat ist konisch (kegelförmig) oder axial angeordnet, sehr kompakte Bauweise, die Turbine kann in eine Rohrleitung eingebaut werden.



4 Durchströmturbine

- Wird auch Banki- oder Ossberger-Turbine genannt.
- Die Turbine besteht aus einem walzenförmigen Wasserrad oder Laufrad mit horizontaler Welle und radial angeordneten Schaufeln.
- Breiter Anwendungsbereich
- Das Wasser fliesst zweimal durch die Schaufel des Laufrades.
- Sie hat einen sehr einfachen Aufbau mit drei Hauptkomponenten:
 - *Rechteckiger Leitapparat*: regelt oder stoppt den Zufluss durch zwei nebeneinander liegende Leitschaufeln
 - *Trommelförmiges Laufrad*: besetzt mit kreisbogenförmigen, profilierten Schaufeln
 - *Gehäuse*: umschliesst das Laufrad
- Sehr einfache Konstruktion, daher oft in Entwicklungsländern im Einsatz.
- Selbstreinigend
- Nur mittelmässiger Wirkungsgrad, jedoch flacher Wirkungsgradverlauf.
- Allenfalls starke Geräusche und Vibrationen, da die Laufradschaufeln nicht sehr steif sind.

5 Wasserkraftschnecke

- Einsatz bei sehr kleinen Fallhöhen und sehr niedrigem Durchfluss.
- Funktioniert nach der Umkehrung des Prinzips der Archimedischen Schraube (auch Schneckenpumpe genannt, hierbei werden Flüssigkeiten oder Feststoffe durch eine rotierende Spindel entgegen der Schwerkraft aufwärts geschoben).
- Die Wasserschnecke funktioniert umgekehrt: Das Wasser setzt beim Überwinden der Fallhöhe eine schräg liegende Schnecke in Bewegung, deren Energie ein an der Welle platzierter Generator in Strom umwandelt.
- Schwankende Wasserstände beeinflussen den Wirkungsgrad nur geringfügig.
- Nur sehr wenig Bautätigkeit notwendig, der Flussverlauf wird wenig beeinträchtigt.

- Die Schnecke läuft in einem Trog, um Erosion zu verhindern.
- Der Generator ist oberhalb des Oberwasserspiegels angeordnet.
- Die Schnecke ist unempfindlich gegenüber Feststoffen, nur Grobrechen erforderlich.
- Die niedrige Drehzahl ermöglicht das Absteigen von Fischen und Kleinstlebewesen durch die Turbine.

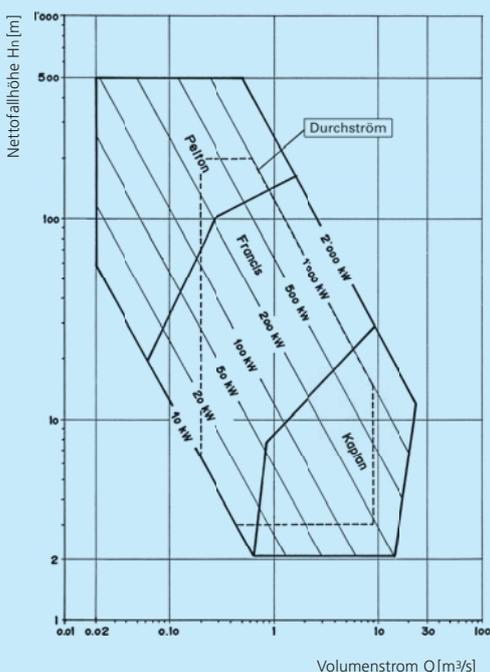
6 Wasserrad

- Älteste Form der Wasserkraftnutzung
- Relativ unempfindlich gegenüber Treibgut
- Die Räder werden entsprechend der Art, wie das Wasser zufließt, unterschieden:
 - *Oberschlächtig*: das Wasser strömt aus einem meist künstlichen Gerinne von oben etwa beim Radscheitel (der höchsten Stelle) in die Zellen des Rades. Das Rad wird ausschliesslich durch die Gewichtskraft des Wassers in Bewegung versetzt.
 - *Mittel- oder rückschlächtig*: bei dieser Bauform strömt das Wasser auf Höhe der Nabe dem Rad zu, somit wird die Gewichtskraft wie auch die Fließenergie des Wasser genutzt.
 - *Unter- oder tiefschlächtig*: das Wasser läuft unter dem Rad durch und dreht es durch seine Fließenergie
- Zudem unterscheidet man zwischen Schaufel- und Zellenrädern:
 - *Schaufelrad*: besteht aus radial angeordneten Blechen oder Brettern, die nach allen Seiten offen sind.
 - *Zellenrad*: besteht aus seitlich und nach unten abgeschlossenen Behältern, die das Wasser etwa eine halbe Radumdrehung lang festhalten.

7

7 Wahl der richtigen Turbine

Dieses Diagramm ermöglicht die grobe Vorselektion einer geeigneten Turbine für einen Standort. Die Wahl hängt von der verfügbaren Ausbauwassermenge ab, im Diagramm aufgezeigt auf der Achse «Volumenstrom Q», und der Fallhöhe, auf dem Diagramm aufgezeigt auf der Achse «Nettofallhöhe».



Glossar Kleinwasserkraft

Ausbauleistung

Diejenige Leistung, auf welche ein Kraftwerk dimensioniert wird. Ist abhängig von der Ausbauwassermenge und der Fallhöhe.

Ausbauwassermenge

Maximaler Durchfluss, der turbinieren kann. Dieser Durchfluss wird anhand der Gegebenheiten im Fluss (Hydrologie) und dem Verhältnis Investitionen/Produktion der Anlage festgelegt.

Ausleitkraftwerk

Wasserkraftwerk, welches einem Fließgewässer Wasser entnimmt und flussabwärts wieder zurück speist. Die Strecke zwischen Entnahme und Rückgabe wird als Restwasserstrecke bezeichnet.

Druckleitung

Leitung, die das Wasser von der Fassung mit Druck bis zur Zentrale transportiert.

Druckverlust

Energieverluste aufgrund von Richtungsänderungen des Wasserflusses, Reibung an den Wänden der Leitungsrohre und Hindernissen (z.B. Rechen) usw.

Durchfluss

Wassermenge, die an einem Messpunkt pro Zeiteinheit durchfließt. Der Durchfluss wird in m³/s (Kubikmeter pro Sekunde) ausgedrückt.

Durchlaufkraftwerk

Wasserkraftwerk, das das zuströmende Wasser fortlaufend turbinieren, ohne es zwischenzeitlich zu speichern. Hier werden die Turbinen meist direkt in den Wehrkörper eingebaut, somit gibt es keine Restwasserstrecke.

elektrische Produktion

Die von einem Kraftwerk produzierte Menge an Elektrizität. Sie wird in Kilowattstunden (kWh) ausgedrückt. Ein Kraftwerk, das während 1 Stunde eine Leistung von 50 kW produziert, produziert 50 kWh. Umgekehrt verbraucht eine 100-W-Glühbirne (0.1 kW), die während 10 Std. brennt, 1 kWh.

Fischaufstiegshilfe

Anlage, die den Fischen unter Umgehung des Kraftwerks die Wanderung ermöglicht. Die Wanderung flussabwärts erfolgt zumeist während Hochwasser-Ereignissen über das Wehr. Bei einigen Kraftwerken ist zudem eine spezielle Fischabstiegshilfe installiert.

Fallhöhe

Höhenunterschied zwischen dem Wasserspiegel oberhalb der Turbine (Oberwasser) und dem Wasserspiegel unterhalb der Turbine (Unterwasser).

Hochdruckkraftwerk

Bezeichnet ein Kraftwerk, das mit einem grossen Gefälle von bis zu mehreren hundert Metern arbeiten. Hochdruckkraftwerke sind immer Ausleitkraftwerke.

Kleinwasserkraft

Definition eines Wasserkraftwerks mit einer mittleren hydraulischen Bruttoleistung von bis zu 10 Megawatt.

Leistung

Die Leistung eines Kraftwerks wird errechnet als Division der Arbeit durch die Zeit, die gebraucht wurde, um diese Arbeit zu leisten. Die Leistung wird in Watt (W) ausgedrückt. Der besseren Lesbarkeit halber werden oft die Einheiten Kilowatt (1000 W) oder Megawatt (1000 kW) verwendet.

Mitteldruckkraftwerk

Bezeichnet ein Kraftwerk, das mit einem mittleren Gefälle von einigen Dutzend Metern arbeitet.

mittlere hydraulische Bruttoleistung

Durchschnittliche Jahresleistung, welche an einem Standort bei einer definierten Ausbauwassermenge zur Verfügung steht. Sämtliche Verluste (Druckleitung, Turbine, etc.) werden dabei vernachlässigt.

Niederdruckkraftwerk

Bezeichnet ein Kleinwasserkraftwerk, das mit einem Gefälle von wenigen Metern funktioniert. Es handelt sich um Anlagen mit einer Fallhöhe von max. 15 Meter. Grosse Wassermengen und Druck gehören zu ihren Hauptmerkmalen

Restwassermenge

Anteil des Durchflusses, der nicht in einem Kraftwerk genutzt werden darf, sondern im Fluss verbleiben muss. Die Restwassermenge wird vom Gesetz bestimmt und variiert von Kraftwerk zu Kraftwerk.

Unterwasserkanal

Kanal aus Lehm, Steinen oder Beton, welcher das turbinierete Wasser in den Fluss zurückführt.

Wasserrecht

Behördlicher Erlass, der dem Besitzer eines Wasserkraftwerks das Recht gibt, dem Fluss über ein bestimmtes Gefälle eine festgelegte Menge Wasser zu entnehmen und dessen Kraft in zu nutzen.

Wasserzins

Abgabe, die für die Nutzung des Wassers in einem öffentlichen Gewässer entrichtet wird. Der Wasserzins wird erst bei Anlagen ab 1 Megawatt mittlerer hydraulischer Bruttoleistung angewendet.

Wirkungsgrad

Mit diesem Wert wird ausgedrückt, wie viel einer Energie in eine andere umgewandelt wird. 90% mechanischer Wirkungsgrad einer Turbine bedeutet zum Beispiel, dass 90% der vom Wasser gelieferten Energie in mechanische Energie umgewandelt wird.

Zulaufkanal

Kanal aus Lehm, Steinen oder Beton, mit welchem die Strecke zwischen der Stauanlage und dem Zulauf zur Zentrale überwunden werden kann.

Programm Kleinwasserkraftwerke

c/o entec ag, St. Leonhardstrasse 59, CH-9000 St. Gallen

Tel. 071 228 10 20, Fax 071 228 10 30 · pl@smallhydro.ch · www.kleinwasserkraft.ch