

Wege zum optimalen Kleinwasserkraftwerk

von BERNHARD PELIKAN und CHRISTOF HAHN

**Aus alt, wird neu
(KIWk „Gamp“ der
Salzburg AG)**



**Old turned
into new
(SHP plant
Gamp of
Salzburg AG)**

Die Nachfrage nach elektrischer Energie steigt und steigt. Zusammen mit den Kyoto-Klimazielen, scheint, wenigstens was Österreich betrifft, der einzige Ausweg im „Ausbau“ der Wasserkraft zu liegen. Naturschützer und Trinkwasserwirtschaft fürchten daher, dass bald das letzte Fließgewässer, nicht zuletzt über Kleinwasserkraftwerke (KIWk), auf dem Altar der Energiegewinnung „geopfert“ werden wird. Einer der vielen Nutzungskonflikte unserer Zeit, der nur durch einen Stopp der jährlichen Bedarfszuwächse (jeder ist gefordert!) und durch technische Innovationen zu lösen sein wird.

Was Letztere betrifft, fragt aqua press nach, was alles getan werden kann, um bestehende und neue Standorte energetisch wie ökologisch zu optimieren. Denn die technischen Möglichkeiten sind vielfältig! Lesen Sie in der neuen Kleinserie „Wege zum optimalen Kleinwasserkraftwerk“, welche Finessen Planern, Ausrüstern und Betreibern von KIWk schon heute zur Verfügung stehen und welche Möglichkeiten sich in Zukunft eröffnen könnten. aqua press präsentiert diese anhand von Beispielen vornehmlich aus Österreich, die von namhaften KIWk-Experten argumentiert werden. Heute: Die

Optimierung des 1928 errichteten Kleinwasserkraftwerks „Gamp“ der Salzburg AG. Am Wort ist der Präsident der „European Small Hydropower Association“ (ESHA) und Universitätslehrer Bernhard Pelikan, dessen an der Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) angesiedelte Forschungsgruppe zurzeit Indikatoren für die Bewertung der „Nachhaltigkeit“ von KIWk ausarbeitet.

Das allgemein gültige „Rezept“ gibt es nicht!

Wasserkraftwerke zu planen und zu bauen ist alles andere als eine leichte Aufgabe. Besonders Kleinwasserkraftwerke sind von Individualität und Vielfalt geprägt – zwei Eigenschaften, die eine Behandlung nach einem einfachen, allgemein gültigen Rezept gänzlich ausschließen. Genau diese Vielfalt zeigt einerseits die innige Situationsbezogenheit, andererseits aber auch die Planungsfreiheit des Ingenieurs. Diese birgt wiederum die Chance, im Zusammenhang mit den jeweiligen Gegebenheiten, entweder ein „optimales“ Kraftwerk geplant und gebaut, oder aber diese hohen Ziele nicht oder nur zum Teil erreicht zu haben.

„Optimal“ steht für „interdisziplinäre Zufriedenheit“

Was ist aber ein „optimales“ Kleinwasserkraftwerk? Ganz sicher ist damit eine Konstruktion gemeint, die vielen und sicher nicht nur einem Ziel möglichst nahe kommt und die interdisziplinär Zufriedenheit auslöst. Unbestritten ist auch, dass jede bauliche Maßnahme, sei es eine Straße, ein Haus, ein Flugplatz, eine Mülldeponie, ein Windrad und eben auch ein Wasserkraftwerk, den Natur-

Ways to Optimising Small Hydropower Plants

Electricity demand is soaring. From an Austrian perspective, the only way out of the dilemma – along with the Kyoto climate protection targets – is the harnessing of hydropower. As a consequence, environmentalists and the drinking water industry fear that soon the last watercourse will be sacrificed for the purpose of producing electricity, such as through small hydropower plants (SHP). This is one of many contemporary conflicts of use, which can only be solved by cutting energy demand growth (each of us is called upon to contribute!) and creating new technologies.

In terms of the latter, aqua press has asked experts what can be done to optimise existing and new facilities both energetically and ecologically. There are indeed plenty of technical options! Read our new series “Ways to Optimising Small Hydropower Plants” what refined options are already available to SHP planners, builders and operators today and which future opportunities may yet appear on the horizon. aqua press will present specific case studies mainly from Austria, with comments by reputed SHP experts. On today's agenda: a project aimed at optimising Salzburg AG's SHP plant Gamp built in 1928. Bernhard Pelikan, university professor and President of the European Small Hydropower Association (ESHA), will comment on the project. His research team at the Vienna University of Natural Resources and Applied Life Sciences (BOKU) is currently developing indicators for evaluating the sustainability of SHP plants.

Designing and building hydropower plants is not an easy task. Especially small hydropower plants are highly individual and varied structures – two properties which do not allow to treat them in a simple and standardised fashion. It is this variety that reflects the highly individual response to a specific situation yet provides engineers with enough flexibility in planning. This, in turn, presents the opportunity to design and build an optimal customised power plant; failure to seize this opportunity will result in the (partial) failure to meet these challenging requirements.

What is an “optimal” SHP plant? Most certainly, it is a structure that lives up to many requirements – definitely more than one – and generates a kind of “interdisciplinary satisfaction”. An undisputed fact also is that each structural measure – regardless of whether it is a road, building, airport, waste landfill, wind turbine or, in our case, a hydropower plant – impacts the natural environment. And this creates the need to strive for a balance of interests where the goal will always be to minimise the negative impacts and

Das Beispiel Salzachkraftwerk „Gamp“ der Salzburg AG The Salzach power plant Gamp of Salzburg AG



FOTOS: SALZBURG AG

Das Salzachkraftwerk Gamp/Hallein wurde 1928 zur Stromversorgung der damaligen Papierfabrik errichtet, 2004 von der Salzburg AG erworben, ab Juli 2005 für rund 37 Mio. € revitalisiert und im Mai 2007 in Betrieb genommen. Zentrum der umgebauten Anlage ist das nun am linken Ufer errichtete Krafthaus, das zwei gleichgroße Turbinensätze in Form von Kaplan-PIT-Turbinen enthält. Mit der von zirka 25 GWh auf nunmehr rund 53,4 GWh gesteigerten Jahreserzeugung können etwa 15.200 Haushalte mit „Ökostrom“ versorgt werden.

The Salzach power plant Gamp/Hallein was built in 1928 to supply the former papermill with electricity. It was acquired by Salzburg AG in 2004, underwent revitalisation starting in July 2005 (cost: 37 million €) and was finally put into operation in May 2007. At the heart of the revitalised plant is the powerhouse situated on the left river bank, which accommodates two Kaplan-PIT turbine sets of equal size. Thanks to the annual output upgrade from 25 GWh to currently 53.4 GWh, eco-electricity is now supplied to approximately 15,200 households.

raum beeinflusst, wodurch stets ein Interessenausgleich im Sinne der Minimierung negativer sowie der Maximierung positiver Effekte zu suchen sein wird.

Was „optimal“ ist, zeigen handfeste Indikatoren

Wie auch immer also die Sache betrachtet wird, „optimal“ ist kein präziser Begriff und bedarf daher einer wenigstens annähernden Definition. Naheliegender ist nach Meinung des Autors eine Bedeutungsähnlichkeit oder wenigstens -nähe mit/zu „Nachhaltigkeit“, einem Begriff, der sich von individuellen Interessen (z. B. „Wirtschaftlichkeit“ oder „Umweltschutz“) trennt und eine wesentliche integrale Qualität in unserer Gesellschaft beschreibt. Dennoch hilft uns auch dieser Terminus nur dann weiter, wenn dahinter auch möglichst handfeste Indikatoren stehen, die eine konkrete und nachvollziehbare Prüfung ermöglichen. Eine Forschungsgruppe an der BOKU arbeitet zurzeit solche Indikatoren aus und sammelt diese in einer „Toolbox“, die, der Bedeutung der einzelnen Indikatoren folgend, wieder in mehrere „Schubladen“ (= Ebenen) gegliedert ist. Die oberste Ebene selbst besteht aus sieben Kategorien (A–G) und diese wiederum aus verschiedenen Clustern:

A) Gesundheits- und Umweltrelevante Impacts:

- Inputströme
- Outputströme

- Risiken
- Flächen
- Wasserkörper

B) Sicherung und Qualität der Beschäftigung (Arbeitsplatz KIWK)

- Kraftwerksanlage
- Akteure

C) Wissen über

- bestehende Ressourcen
- zu bildende Ressourcen

D) Regionalentwicklung

- Regionalwirtschaft und Regionalversorgung
- Kulturelle und individuelle Identität

E) Akteursinteraktionen

F) Wirtschaftlichkeit der Anlage

G) Technische Belange

- Technische Effizienz.

Innerhalb der Cluster werden Kriterien definiert, zu deren Beurteilung Indikatoren herangezogen werden. Ein Beispiel für eine solche Hierarchie: Eines der Kriterien im Cluster „Wasserkörper“ (vergl. Ebene „A“) ist der Schutz des Grundwassers. Die beiden zugehörigen Indikatoren sind: „Änderung des Grundwasserspiegels [in Metern]“ und „Änderung der Grundwasserqualität [besser/schlechter]“. Wie das Beispiel zeigt, kann dadurch zwar die Änderung der Grundwasserqualität mit bekannten und eindeutigen Werten beschrieben werden. Zugleich wird aber auch deutlich, dass damit eine grundsätzliche (positive oder negative) Bewertung einer Anhebung oder Absenkung des Grundwasserspiegels noch nicht vorgenommen werden kann. Hierzu bedarf es der individuellen Beurtei-

maximise the positive impacts.

From any perspective, „optimal“ is not an accurate term and therefore deserves an approximate definition. According to the author, it is tantamount or at least similar to the term „sustainable“ – a term which deviates from individual interests (such as economic efficiency or environmental protection) and describes an essential quality inherent in our society. But even this term is of only limited use unless there are underlying indicators reliable enough to enable a sound and comprehensible/reproducible review. A research team at BOKU is currently developing such indicators and gathering them in a „toolbox“ which, in compliance with the individual indicators, is again subdivided into several „drawers“ (=levels). The uppermost level comprises seven categories (A–G) each of which is subdivided into different clusters:

A) Impacts concerning health and environment (Clusters: Input; Output; Risks; Area; Water body)

B) Safeguard and quality of work/SHP as workplace (Clusters: Plant; Actors)

C) Know-how (Clusters: Existing resources; Resources to be created)

D) Regional development (Clusters: Regional economy and regional provision; Cultural and individual identity)

E) Stakeholder interactions

F) Plant profitability

G) Technical concerns (Cluster: Technical efficiency)

Each cluster comprises a set of different criteria which are evaluated by means of indicators. The following example shall illustrate this hierarchy: One of the criteria within the „water body“ cluster (compare level A) is the protection of groundwater. The two pertaining indicators are alteration of groundwater level [m] and alteration of groundwater quality [increase/decrease]. As the example shows, this may be a possibility for describing the alteration of groundwater quality by means of known and clearly defined values. At the same time, it also becomes clear that a rising or lowering groundwater level cannot yet be evaluated. This would require an individual assessment and a thorough debate between and with the affected stakeholders.

For a proper understanding of the sustainability evaluation procedure, it needs to be noted that scientific parameters or limit values cannot exist for all selected indicators. This is another aspect reflecting the variety and individuality of a SHP plant. Consequently, if a value is ascribed to a specific indicator, this does not automatically implicate a qualitative assessment into „good“ or „bad“. It may be permissible to compare one parameter with the corresponding parameter of a different plant. A more promising approach would be to compare two conditions of the same plant (such as before and after revitalisation) and, by using the relevant parameters, determine to

lung und eines Diskurses zwischen bzw. mit den Betroffenen!

„Nachhaltigkeit“ ist kein Zustand, sondern ein Prozess!

Um den Vorgang der „Nachhaltigkeitsprüfung“ richtig zu verstehen, bedarf es noch folgender Klarstellung: Verständlicherweise existieren nicht für alle der gewählten Indikatoren naturwissenschaftliche Messgrößen bzw. Grenzwerte. Auch darin manifestiert sich die Vielfalt und Individualität des Objektes „Kleinwasserkraftwerk“! Wird also für einen konkreten Indikator ein Wert ermittelt, kann daraus a priori noch keine Qualitätsbewertung – „gut“/„schlecht“ – abgeleitet werden. Unter Umständen ist ein Vergleich einer bestimmten Messgröße mit der damit korrespondierenden in einer anderen Anlagen zulässig. Vielversprechender ist es, zwei Zustände einer Anlage, z. B. vor und nach einer Modernisierung, zu vergleichen und anhand der Messgrößen festzustellen, was die (geplanten oder schon gesetzten) baulichen Maßnahmen im Sinne der Nachhaltigkeit und damit „Optimierung“ bewirkt haben bzw. bewirken werden.

Weder sinnvoll noch zulässig ist es, Bewertungen aus unterschiedlichen Kategorien oder Clustern „in einen Topf“ zu werfen und daraus Mittelwerte zu berechnen. Mängel in der einen Kategorie (oder in einem Cluster) können nicht durch, in einer anderen Kategorie (oder Cluster) erzielten, „bessere Noten“ gutgemacht werden. Das Ergebnis ist letztlich also kein simpler Zahlenwert, sondern eine Darstellung der Entwicklungsrichtung für jeden einzelnen Indikator.

Da überdies kein endgültiges Qualitätsziel definiert werden kann, ist auch der „optimale“ Zustand praktisch nicht zu erreichen und schon gar nicht zu „konservieren“. Nachhaltigkeit beschreibt nämlich keinen Zustand, sondern vielmehr eine Entwicklung, die durch ständigen Einsatz in Gang zu halten ist! Doch, genug der Theorie. Wir wollen ja vor allem anhand konkreter Beispiele „prüfen“, ob gesetzte Maßnahmen das „Nachhaltigkeitskonto“ eines KIWK „auffetten“ konnten, oder nicht. Es geht dabei

nie um das Verteilen von Lob oder Tadel, sondern stets darum, anhand „guter“ (= nachhaltiger) Lösungen, zur Nachahmung anzuregen!

Im Fall des Salzachkraftwerks Gamp bei Hallein, hat sich die Salzburg AG für den vollständigen Ersatz der alten, aus dem Jahr 1928 stammenden, Anlage entschieden. Das Hauptaugenmerk lag dabei auf dem Umbau der Wehranlage (die auf den alten Fundamenten ruht), der Errichtung neuer Wehrpfeiler und -verschlüsse und dem Neubau des Krafthauses am linken Flussufer. Das bestehende Stauziel wurde beibehalten und die Flusssohle im Unterwasser eingetieft. Damit gelang es, die Rohfallhöhe zu vergrößern und damit das vorhandene Wasserkraftpotenzial deutlich besser zu nutzen. Die Bruttofallhöhe wurde von 6,10 m auf 6,52 m vergrößert. Zusammen mit einer wesentlichen Erhöhung des Ausbaudurchflusses gelang es dadurch, die durchschnittliche Jahreserzeugung von zuvor ca. 25 GWh auf nunmehr rund 53,4 GWh anzuheben. Die Ausbauleistung des Kraftwerks hat sich von ehemals 3.700 kW auf nun 8.580 kW erhöht. Die Unterwassereintiefung und eine geringfügige Dammerhöhung im Stauraumbereich haben im Nahfeld des Kraftwerks zu einer Verbesserung des Hochwasserschutzes über die HQ100-Marke hinaus geführt.

Wurde während der Bauarbeiten die Schonung des Auwaldes und der Salzach-Altarme groß geschrieben, gingen mit der Revitalisierung des KIWK auch mehrere ökologische Ausgleichsmaßnahmen einher. Beispiele dafür sind die Errichtung eines wirkungsvollen Fischaufstiegs („Vertical Slots“ und Fischaufstiegsgerinne), die Revitalisierung der Kiesbank im Unterwasser und, erstmals in Österreich, die Bypass-Leitung im Wehrpfeiler, die als „Fischabstieg“ dient. Zudem wurde ein über 200 m² großes Amphibienlaichgewässer geschaffen.

Unter dem Strich zeigt sich, dass der Umbau des KIWK „Gamp“ zu keinem Verlust an „Nachhaltigkeit“ geführt hat. Vielmehr konnten besonders im Zusammenhang mit Indikatoren wie Wirtschaftlichkeit, Hochwasserschutz oder Gewässerkontinuum sogar wesentliche Verbesserungen erzielt werden!

what extent the (planned or implemented) structural measures have contributed or will contribute to plant sustainability and optimisation.

Taking evaluations from different categories or clusters and lumping them together to produce mean values is neither reasonable nor permissible. Deficiencies in one category (or cluster) cannot be made up by fine results in a different category (or cluster). The result we need thus cannot be a simple figure, but needs to be a description of the trend towards which each individual indicator is heading.

As a final quality goal cannot be defined, the optimal condition is practically unachievable, let alone “conservable”. We need to understand that sustainability describes no condition but a development that must be kept ongoing through continuing input! But this is only the theory. What we need to look at is the practical examples, to see whether or not the measures set have been able to “fatten up” the sustainability account of a SHP plant. It is never a question of spreading praise or reprimand, but more a question of providing encouragement to imitate fine (= sustainable) role models!

In the case of the Salzach power plant Gamp near Hallein, Salzburg AG decided to completely replace the old plant dating from 1928. The main focus was on rebuilding the dam (which rests on the old foundation), erecting new dam pillars and gates and constructing a powerhouse on the left river banks. The existing head water level was sustained and the river bed in the tailwater section deepened. This helped to increase the gross head and to exploit the existing hydropower potential much more efficiently. The gross head was raised from 6.10 m to 6.52 m. Along with a major increase in rated discharge, the average annual plant output was boosted from previously 25 GWh to 53.4 GWh. Plant capacity has been extended from previously 3,700 kW to currently 8,580 kW. By deepening the tailwater section and slightly raising the dam in the backwater area, flood control in the surroundings of the power plant has been dramatically improved even beyond HQ100 level. While during the original building operations great importance was placed on preserving the wetlands and the old branches of the Salzach river, the SHP plant revitalisation project also incorporated a number of compensating measures from which the ecosystem would benefit. Examples include installing an efficient fish pass or fish ladder (vertical slots and fish bypass channel), revitalising the gravel banks in the tailwater and – an Austrian premiere – installing a bypass conduit in the dam pillar which serves as a downstream fish pass. Moreover, a 200 sqm spawning pond for amphibians was created. In all, the Gamp SHP reconstruction project has not impaired sustainability. On the contrary, it has brought a number of vital improvements regarding economic efficiency, flood control or river continuum.