

# EIN EVOLUTIONSSPRUNG IN DER WASSERKRAFTTECHNIK

*Mit den guten Erfahrungen aus der Windkraft ist das Thema "Permanentgenerator" in den letzten Jahren immer häufiger auch in den Fokus der Kleinwasserkraft gerückt. Alleine, eine markt-reife Lösung schien nirgendwo in Sicht. Dem Allgäuer Turbinenbauer WATEC Hydro ist nun in Zusammenarbeit mit einem renommierten Motorenhersteller diese technische Innovation geglückt.*

*Die ersten Prototypen – kompakte Einheiten bestehend aus einer doppelt regulierbaren Kaplanmaschine und einem direkt gekoppelten Permanentgenerator mit starrer Drehzahl – wurden Anfang des Jahres an zwei Standorten in der Schweiz erfolgreich in Betrieb genommen. Die ersten Eindrücke sind überzeugend, die Perspektiven vielsprechend und die Hersteller? Die sind geradezu euphorisch.*



Die Innovation in der Kleinwasserkraft: Ein kompakter Permanentgenerator, der auf der Welle der Kaplanmaschine sitzt und zusätzlich an einer Bügelkonstruktion aufgehängt ist.

**K**aum ein anderer Ort vermittelt einen besseren Eindruck von der industriellen Entwicklung in der Region Burgdorf im Emmental als der Emmekanal. Als Energiequelle für die aufkommenden Industriebetriebe wurde der Ausleitungskanal aus der Emme in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts durch die Stadt Burgdorf angelegt. Wasserkraft als Motor für die einsetzende Industrialisierung: Der Emmekanal nahm eine zentrale Rolle in einer Erfolgsgeschichte ein, deren Zeitzeugen zum Teil noch heute Bestand haben. Noch immer sind zahlreiche Fabriken und Industriebetriebe am Emmekanal angesiedelt. Und auch die Wasserkraftwerke versehen bis zum heutigen Tag ihren Dienst. Acht Kraftwerke sind es an der Zahl, die sich stromabwärts bis zur Gemeindegrenze wie Perlen an einer Schnur reihen.

Eines davon heißt „Kraftwerk Stanipac“, benannt nach dem gleichnamigen Unternehmen, auf dessen Areal es situiert ist und in dessen Dienst es noch bis letzten Juli gestanden hatte. Die heutige Eigentümerin, die Febacom AG im Besitz von Hans Ulrich Flückiger, hat es vor 3 Jahren zwecks Erneuerung erworben. Für Flückiger war der Einstieg in die Wasserkraft eine neue Erfahrung und zugleich eine Aufgabe, der er sich voll und ganz verschreiben sollte.

## EFFIZIENTERE TRIEBWASSERNUTZUNG

„Richtig interessant wurde das Projekt eigentlich mit der KEV (Anm. Kostendeckende Einspeisevergütung), die im Frühjahr 2007 vom Schweizer Parlament beschlossen worden ist. Im Grunde war dadurch ein wirtschaftlicher Betrieb des Kleinwasserkraft-

werks gesichert. Unter diesen Voraussetzungen habe ich die Anlage vor drei Jahren erworben“, erzählt Hans Ulrich Flückiger.

Und noch ein weiterer günstiger Umstand trug zur Attraktivität bei: Der Zulaufkanal wurde erneuert und die Konzessionen für die Kraftwerke am Emmekanal um weitere 45 Jahre verlängert. Das entscheidende Detail dabei: Die Nutzungseffizienz des Wassers im Kanal wurde verbessert. War der Altbestand bislang auf einen Durchfluss von 3,5 m<sup>3</sup>/s ausgelegt, kann nun mit einer Ausbauwassermenge von 5 m<sup>3</sup>/s und mit einer Gefällserhöhung von 60 cm kalkuliert werden.

## NEUE TECHNOLOGIE IN STARTLÖCHERN

Um dieses Triebwasser optimal zu nutzen, war ein Umbau unumgänglich. Flückiger: „Eine Revitalisierung der Anlage in naher



Das Kraftwerk Stanipac befindet sich auf einem traditionellen Industriestandort in Burgdorf. Bis März werden die Restarbeiten durchgeführt.



Auf einen Nenndurchfluss von 5 m<sup>3</sup>/s ist das neue Kraftwerk am Emmekanal ausgelegt.

Zukunft stand schon aufgrund des Alters zu Gebote. Es war bis zuletzt noch die alte Aebi-Kaplanturbine im Einsatz. 6 Tage hatten ihr auf volle 80 Jahre Betrieb gefehlt.“ Doch wie sollte die Zukunft des Kraftwerks aussehen? Der Betreiber legte diese zentrale Frage in die Hände des erfahrenen Planungsbüros Hydro-Solar. Und dessen Leiter und Mastermind DI Markus Hintermann wälzte in der Tat spezielle Pläne. Er sondierte den Wasserkraftmarkt auf der Suche nach einer marktreifen technischen Lösung für einen Maschinensatz mit einem permanent erregten Generator. Seine Suche führte ihn dabei unter anderem zum Allgäuer Wasserkraftspezialisten WATEC Hydro in Heimertingen. Ein glücklicher Zufall, wie sich zeigen sollte. Unter der Initiative von WATEC-Vertriebsleiter Rolf Gschwind waren die deutschen Turbinenbauer zu dieser Zeit gerade drauf und dran, einen derartigen Prototypen zur Serienreife zu führen. Gschwind: „Als Markus Hintermann mit uns Kontakt aufnahm, beschäftigten wir uns gerade mit den Messergebnissen unseres zweiten Maschinenprototypen und freuten uns, dass der schon sehr nah an unsere Zielvorstellungen herankam. Ich habe dem Planer gesagt, dass wir mit einem serienreifen Permanentgenerator in den Startlöchern stehen. Und dass wir uns sicher sind, dass wir zeitgerecht einen funktionierenden Maschinensatz liefern können. Für Markus Hintermann war dies natürlich keine einfache Situation. Aber er vertraute uns und führte eingehende Gespräche mit Hans Ulrich Flückiger und der Gemeinde Frauenfeld, für die Hydro-Solar ebenfalls ein Niederdruckkraftwerk plante. Man beschloss, der neuen Technologie eine Chance zu geben. Und wir bekamen den Auftrag, beide Anlage maschinentechnisch auszurüsten.“

#### WARUM EIN RISIKO NEHMEN?

Obwohl Hans Ulrich Flückiger durchaus von einem Wagnis spricht, das er mit dieser



19. Januar 2010: Der Maschinensatz in Burgdorf wurde erfolgreich in Betrieb gesetzt. Feierstimmung im Krafthaus. WATEC-Vertriebsleiter Rolf Gschwind (li), Betreiber Hans Ulrich Flückiger (mi) und Planungsingenieur Martin Hintermann von Hydro-Solar (re) beim gemeinsamen Flaschen.

Foto: zek

Entscheidung eingegangen sei, hatte er von Anfang an ein gutes Gefühl. „Als Ingenieur haben mich die Konstruktionsmerkmale der Maschine auf Anhieb überzeugt. Einfachheit als Prinzip macht bei dieser Technologie einfach Sinn. Und nach den Besichtigungen von Referenzanlagen von WATEC Hydro und der Entwicklungsstätte des Generators in Brünn war der Gesamteindruck stimmig. Im Forschungs- und Entwicklungszentrum der Firma Vues im tschechischen Brünn, wo der Permanentgenerator entwickelt und produziert wird, sind alleine in der Entwicklungsabteilung 80 Mitarbeiter beschäftigt. Ein Unternehmen, das Motoren für das Kernforschungszentrum CERN liefert, sollte demnach wohl auch in der Lage sein, einen funktionierenden Permanentgenerator für die Kleinwasserkraft zu bauen.“

Natürlich mussten sich die Betreiber Fragen anhören, die so oder ähnlich lauteten: „Warum überhaupt ein Risiko mit einer Technologie eingehen, deren Praxistauglichkeit noch nicht über Jahre hinweg bewiesen ist, wenn man doch auch bewährte Wasserkraftmaschinen einsetzen könnte? Warum nicht einfach eine Kaplan turbine, Riemenan-

trieb und Generator?“ Die Antwort steckt in den vielen Vorteilen, die ein Maschinensatz mit Permanentgenerator bringen kann.

#### WIRKUNGSGRADVERLUSTE MINIMIERT

Wer könnte diese Vorteile besser erläutern, als jener Mann, der die technologische Weiterentwicklung angestoßen und konsequent vorangetrieben hat - Rolf Gschwind: „An sich ist ein permanent erregter Generator keine Novität. Man kennt ihn aus der Windkraft, wo er drehzahlangepasst eingesetzt wird. Der Grundgedanke war, diese Art von Generatoren für die Wasserkraft zu übernehmen - und zwar unter Verzicht auf die Elektronik für die Drehzahlanpassung. Diese ist ja speziell beim Einsatz von Kaplan-Turbinen obsolet, da über Laufrad und Leitapparat ohnehin eine doppelte Regulierbarkeit gegeben ist. Das was wir brauchten, war also ein Permanentgenerator, der mit starrer Drehzahl betrieben wird. Würden wir einen derartigen Generator mit Drehzahlsteuerung bauen, bräuchten wir für die Elektronik einen eigenen Schaltschrank. Der damit verbundene Energieverbrauch würde glatt die Wirkungsgradvorteile dieses

**Kaplanturbinen & Kaplanspiralturbinen mit Permanentgeneratoren**



**NEU**

www.watec-hydro.de



**WATEC Hydro**

ist: Rolf Gschwind



**Unser Permanentgenerator bietet:**

- Geringster Platzbedarf
- Extrem geräuscharm
- Lagerlose Ausführung
- Keine Erregerverluste
- Keine Übersetzungsverluste
- Ohne Leistungselektronik
- Generatorwirkungsgrade bis 98%

**ORIGINAL "WATEC-HYDRO-SYSTEM"**

Ob Neuanlage oder Umbau – als zuverlässiger Partner liefern wir Ihnen eine durchdachte Kraftwerksplanung mit sämtlichen Komponenten für Turbine und Stahlwasserbau.

**WATEC-Hydro e.K.**  
 Alpenstraße 22  
 D-87751 Heimertingen  
 Tel. +49 (0) 8335-989 339-0  
 Fax +49 (0) 8335-989 339-11  
 E-mail: info@watec-hydro.de

Entwickelt für die Wasserkraft.

**VUES**  
 Permanentgeneratoren PMG  
 & Asynchrongeneratoren ASG



**Generalvertrieb:**  
 Hydronova GmbH  
 Untere Gewendhalde 17  
 D-88430 Rot an der Rot  
 Tel. +49 8395 911 310  
 Fax +49 8395 911 250  
 Mobil +49 171 99 55 032

**HYDRONOVA**  
 Effizienz in Wasserkraft.

e-Mail: info@hydronova.de





Zwei, die für Bewegung in der Wasserkraft sorgen: Markus Hintermann (li) vertraut auf die Permanentgenerator-Technologie, die Rolf Gschwind (re) vorangetrieben hat.



Ein Vorzeigekraftwerk braucht eine adäquate Steuerung: Das Team von Kobel hat sich speziell mit den Anforderungen der neuartigen Maschine beschäftigt.

Generators ‚auffressen‘. Der gemeinsam mit der Firma Vues entwickelte Permanentgenerator bietet dagegen ein Höchstmaß an Verlustfreiheit an. Die Drehzahl wird bestimmt über die Anzahl der installierten Polpaare. Je mehr ich davon einbaue, umso geringer kann die Drehzahl ausgelegt werden. Die Erregung passiert über die Dauermagnete. Schaut man sich nun herkömmliche Alternativen im Vergleich an, erkennt man sofort die Vorzüge: Die Erregung des Synchrongenerators nutzt die kinetische Energie, was geringfügige Verluste bedeutet. Der Asynchrongenerator wird über das Netz erregt und verbraucht somit ebenfalls Energie. Wenn man bedenkt, dass man nun auch über den Riemenantrieb ebenso wie über den eventuellen Einsatz eines Getriebes weitere Prozente an Wirkungsgrad verliert, kann man sich schon grob vorstellen, dass ein Permanentgenerator, der auf der Welle der Turbine sitzt, Wirkungsgradvorteile aufweist. Wir gehen davon aus, dass wir mit dieser neuen Maschine im Jahr bis zu 5 Prozent mehr Strom produzieren können als vergleichbare herkömmliche Anlagen. Ein gutes Argument also für diese Innovation.“

#### AM LAUTESTEN IST DIE FETTPUMPE

Doch damit hat Rolf Gschwind noch nicht alle Vorteile aufgezählt. Was dem Laien wie dem Fachmann beim ersten Anblick sofort auffällt, ist die unglaubliche Ruhe im Betrieb. „Ich habe so etwas noch nicht erlebt. Die Anlage fährt fast Volllast - und man kann daneben miteinander flüstern. Es ist so ruhig, dass die Nebenbetriebe - wie die Fettpumpe - lauter sind als der Maschinensatz. Und dabei ist die Maschine nicht einmal handwarm“, schwärmt ein Wasserkraft-Kenner, der sich die Inbetriebnahme des Maschinensatzes in Burgdorf nicht entgehen lassen wollte. Für den Betreiber steht nicht zuletzt auch die markante Einfachheit der Konstruktion Vordergrund. Hans Ulrich Flückiger: „Für dieses Maschinenkonzept spricht, dass Wartungsarbeiten mit wenig Aufwand und daher geringen Kosten verbunden sind. Es bedarf keines Sonderwerkzeuges, um sie zu zerlegen. Außerdem ist die Maschine relativ hoch gebaut und die ganze Steuermechanik befindet sich außerhalb vom Wasser. Das alles garantiert kurze Revisionszeiten und spart daher Geld.“ Der Generator ist im Übrigen wartungsfrei, er benötigt kein Öl. Und die

Fettschmierung der Lager erfolgt derart, dass keinerlei Schmierfett ins Wasser gelangt. Es wird bei Bedarf am unteren Bereich der Maschine entnommen.

#### ZWANG FÜHRT ZUR IDEALEN FORM

Nebst der neuen Maschinenteknologie lieferte WATEC Hydro für das Kraftwerk Stanipac auch den gesamten Stahlwasserbau mit einer vollautomatischen Rechenreinigungsmaschine sowie die Hydraulik. „Wir haben die Turbinenkammer als Halbspirale ausgeführt. So wird das Wasser radial um den Kranz der Leitschaufeln geführt. Die strömungstechnische Optimierung wirkt sich natürlich positiv auf den Gesamtwirkungsgrad der Anlage aus“, erklärt Rolf Gschwind. Gerade aus Kostensicht sind auch die geringen Abmessungen des Maschinensatzes zu erwähnen, der höchst kompakt konzipiert wurde. Dabei ergab sich die Form des aufgesetzten Generators vor allem durch die Rahmenbedingungen, die für den Einsatz der ersten derartigen Maschinen von den Betreibern auferlegt wurde. Dazu Markus Hintermann von Hydro-Solar: „Als Absicherung haben wir gefordert, dass die Maschine



Neben der Hydraulik und der maschinellen Ausrüstung lieferte WATEC Hydro für das Kraftwerk in Burgdorf auch den Stahlwasserbau mit einer vollautomatischen Rechenreinigungsmaschine

#### Technische Daten

Bruttofallhöhe: 3,70 m  
 Ausbaudurchfluss: 5 m<sup>3</sup>/s  
 Maximales Schluckvermögen: 5,8 m<sup>3</sup>/s  
 Turbine: Kaplan - doppelt reguliert  
 Laufgrad: 4-flügelig  
 Turbine Fabrikat: WATEC Hydro  
 Drehzahl: 250 rpm  
 Leistung Turbine: 185 kW max.  
 Generator: Permanent-Generator  
 Generator-Vertrieb: Hydronova GmbH  
 Generator Fabrikat: Vues (Brno)  
 Überdrehzahl: 750 rpm (-2 min)  
 Generatorgewicht: 1,5 to  
 Generatorleistung: 175 kVA  
 cos phi: 0,96  
 Stromstärke: 304 A  
 Spannung: 400 V  
 Regelarbeitsvermögen: ca. 800.000 kWh



Nicht nur eine innovative Maschinentechnik zeichnet das neue Kraftwerk Stanipac in Burgdorf aus: auch eine zeitgemäße architektonische Lösung gehört dazu, wie das Modell zeigt.

Foto: Flückiger

ohne große Umstände auf Riemenantrieb umgebaut werden könnte, falls ein nicht vorhergesehenes Problem auftauchen sollte. Und das hat die Formgebung beeinflusst.“ Rolf Gschwind ergänzt: „Im Extremfall würde es heißen: Generator raus und eine Riemenscheibe rein. Aus diesem Grund sitzt der Permanentgenerator ganz ähnlich einer Riemenscheibe auf der Turbinenwelle.“ Nichtsdestotrotz haben die Ingenieure von WATEC Hydro bereits auch Generatoren in klassischer V1-Form in der Pipeline.

#### PROBLEME MIT GRUNDWASSER

Auch wenn noch eine Menge Restarbeiten zu erledigen sind: Die Freude des Betreibers über die gelungene Maschineninbetriebnahme Mitte Jänner war groß. Im Rahmen eines kleinen Festes ließ Hans Ulrich Flückiger die Bauhistorie noch einmal Revue passieren. Dabei hob er besonders lobend die Zusammenarbeit mit den Kantonsbehörden hervor. Nur drei Monate habe es gedauert, bis er die Genehmigung für den Neubau der Anlage erhalten hatte. Doch nicht alles lief rund: „Ursprünglich haben wir eine Bauzeit von 6 Monaten veranschlagt. Dass es am Ende um eineinhalb Monate länger dauerte,

lag an den Problemen, die wir hier mit dem Grundwasser hatten. Um das Grundwasser abzusenken, mussten wir zwei neun Meter tiefe Grundwasserbrunnen bauen und mit 4 Pumpen bis zu 15'000 lt/min aus dem Boden pumpen. Dies war nötig, um bautechnisch im bestehenden Gebäude in die Unterwasserkammer vorzustossen. Das war einerseits gefährlich und andererseits sehr aufwändig. Speziell, da wir uns hier inmitten eines Grundwasserschutzgebietes befinden.“

#### KRAFTWERK MIT DESIGN-CHARAKTER

Anfang 2008 hatte das Ingenieurbüro Hydro-Solar mit den Planungen begonnen. Gegen Ende letzten Jahres wurde der vollständig vormontierte Maschinensatz versetzt. Und nun, Mitte Januar 2010, wurde der erste Strom mit den neuen Maschinen erzeugt. Dass auch die E-Technik dem Status der hochmodernen Maschinenteknologie gerecht wird, dafür sorgte das Schweizer Unternehmen Kobel, das mit Automatisierungs- und Leittechnik beauftragt wurde. Die Fachleute von Kobel wurden dabei früh in die Planungen involviert und waren selbst bei der Abnahme der ersten Generatoren mit dabei. Mit dem großen Erfahrungsschatz von hun-

derten von realisierten Wasserkraftwerken, konnte die Steuerungstechnik für das neue Kraftwerk Stanipac in kurzer Zeit erfolgreich realisiert werden.

Für den Burgdorfer Betreiber war auch wichtig, sein Kraftwerk optisch entsprechend in Szene zu setzen. „Ich schätze es, wenn es auch schön aussieht“, sagt Flückiger. Und so sind die sichtbaren Maschinenteile und der Schaltkasten farblich abgestimmt - und mit den Bullaugenfenstern und dem Kuppeldach wird die Anlage zum echten Design-Kraftwerk. Daneben bleiben alte Teile des Kraftwerks wie der betagte Generator und die Schaltanlage für museale Zwecke erhalten.

#### BESTE MARKTCHANCEN BIS 1 MW

Die Leistung - soviel konnte schon wenige Minuten nach der ersten Inbetriebnahme festgestellt werden - hat sich gegenüber dem Altbestand deutlich erhöht, ja sogar fast verdoppelt. Der Maschinensatz, die vierflügelige Kaplan turbine mit dem direkt aufgesetzten Permanentgenerator, weist bei einem Nenn durchfluss von 5 m<sup>3</sup>/s, einer Drehzahl von 250 Upm und einer Fallhöhe von 3,70 m eine Nennleistung von 165 kW auf. Gschwind beziffert den Gesamtwirkungsgrad der Anlage mit rund 90 %. Sowohl was die Leistungswerte, als auch was die „Gesamtpformance“ angeht, überzeugt die neue Maschine auf ganzer Linie. Mit den neu entwickelten Permanentgeneratoren könnte WATEC Hydro in der Tat ein Evolutionssprung in der Kleinwasserkraft geglückt sein. Aktuell planen die Allgäuer Hersteller Maschinen bis etwa 1.000 kW. In diesem Marktsegment rechnet man sich mit der jüngsten Innovation hervorragende Chancen aus. Und dies wohl nicht zu Unrecht. Ein Besuch der Referenzanlage von Hans Ulrich Flückiger in Burgdorf müsste potenzielle Kunden schnell für die neue Technik einnehmen. Die ersten Erfahrungen deuten in jedem Fall ganz in diese Richtung □

# Kobel

Steuer- und Regeltechnik für die Energieerzeugung

Turbinensteuerungen  
Netz-Parallel-Schaltanlagen  
Rechensteuerungen

Drehzahlregler  
Lastregler  
Wasserstandsregler

Tel. +41 (0)34 435 14 13  
Fax +41 (0)34 435 16 33  
Kobel, Elektroapparatebau

www.kobel.info  
contact@kobel.info  
CH-3416 Affoltern i/E

Wasserkraft

www.  
**hydro-solar.ch**

Gesamtplanung der Wasserkraft-  
anlage Stanipac/Burgdorf

Engineering