

## **Stromerzeugung einmal anders herum**

In einer Hotelanlage in einem brasilianischen Naturschutzgebiet wird eine Reinwasserpumpe von KSB als Turbine eingesetzt, um zur Stromerzeugung einen als Generator dienenden Elektromotor anzutreiben. Diese kostengünstige Technologie bietet die Möglichkeit, in abgelegenen Gebieten Wasserkraft umweltverträglich zu nutzen.

Brasilien verfügt über Wasserkraft im Überfluss, denn mit Ausnahme der Halbtrockengebiete im Nordosten gibt es kaum eine Gegend, in deren Nähe sich nicht ein kleiner Wasserlauf oder eine Stromschnelle befinden würde. Zugleich hat das riesige Land aufgrund seiner geografischen Gegebenheiten aber Probleme, abgelegene Siedlungen mit Strom zu versorgen. Was läge also näher, als die überall verfügbare Resource Wasserkraft mit lokalen Wasserkraftwerken zur Stromerzeugung zu nutzen, statt auf Dieselgeneratoren mit ihrem hohen Kraftstoffverbrauch und ihren Umweltrisiken zu setzen?

Solche kleinen Wasserkraftwerke sind am Markt durchaus verfügbar, aber sie sind zu teuer, um von verstreut lebenden Bauern und abgelegenen Gemeinden genutzt zu werden. Es gibt aber eine weit wirtschaftlichere Lösung als die Anschaffung eines kleinen Wasserkraftwerkes – nämlich die, eine klassische und vergleichsweise kostengünstige Zentrifugalpumpe als Turbine zu benutzen und sie mit einem herkömmlichen Elektromotor zu kombinieren, der als Stromgenerator betrieben wird.

Einschlägige Tests im Labor haben längst bewiesen, dass eine Zentrifugalpumpe bei der richtigen Wahl von Druck und Durchfluss perfekt als hydraulische Turbine arbeitet und in einigen Fällen sogar eine höhere Leistung aufweisen kann als beim Einsatz der Pumpe als Pumpe. Um diese Art der Stromerzeugung aber nicht nur unter Laborbedingungen zu testen, hat ein Team der Universität von Itajubá 2007 einen Feldtest durchgeführt, der die Praxistauglichkeit dieser Technologie belegen sollte.

### **Fazenda Boa Esperança: Auf dem Weg zur Nachhaltigkeit**

Der Feldtest wurde auf der Fazenda Boa Esperança durchgeführt, die sich auf einem 211 Hektar großen Anwesen im Umweltschutzgebiet Serra da Mantiqueira in der Provinz Minas Gerais befindet. Die Fazenda lebt vor allem vom Öko- und Landtou-

rismus und der Fischzucht und betreibt neben einem Restaurant auch neun Chalés, die an Touristen vermietet werden.

Wasser steht reichlich zur Verfügung, denn das Gelände wird von den beiden Bächen Boa Vista und Onça durchflossen, und die touristische Hauptattraktion bilden eine Reihe von Stromschnellen mit insgesamt sieben Wasserfällen, von denen einige mehr als 40 Meter hoch sind.

Dank eines früheren Elektrifizierungsprogramms ist die abgelegene Fazenda an das Netz eines regionalen Energieversorgungsunternehmens angeschlossen. Unter den heutigen Bedingungen wäre ein solcher Anschluss aber unmöglich und eine Einzellösung daher zwingend erforderlich. Eine solche lokale Stromerzeugung ist auch vorhanden, und zwar in Form eines Kleinwasserkraftwerkes mit einer Michell-Banki-Turbine und einem Synchrongenerator. Die Anlage erbringt theoretisch eine Leistung von 25 kW, befand sich bei Start des Projektes aber in einem schlechten Zustand und konnte den Bedarf der Fazenda bei weitem nicht decken.

### **Mit genauen Daten zu einem erfolgreichen PAT/IG-Projekt**

Das PAT/IG-Projekt, bei dem auf der Fazenda Boa Esperança eine Pumpe als Turbine (PAT) und ein Elektromotor als Induktionsgenerator (IG) zur Stromerzeugung genutzt werden, wurde in mehreren Einzelschritten durchgeführt.

Zunächst wurde eine Neubewertung der Anlage durchgeführt, alle relevanten topographischen und hydrologischen Daten erhoben sowie der Energiebedarf der Fazenda erfasst. Bei der topographischen Vermessung und Georeferenzierung wurden ein topographisches Differential-GPS mit einer Genauigkeit von 0,04 m und eine Kompletstation mit einer Genauigkeit von 0,005 m eingesetzt. Alle Anlagen des Klein-kraftwerks wurden damit georeferenziert, so dass eine verlässliche Datengrundlage für die hydrologische Studie zur Verfügung stand.

Die Untersuchung zeigte, dass die Wasserkraftanlage der Fazenda Boa Esperança aus einer überwiegend bewaldeten Entwässerungsfläche von 36,4 km<sup>2</sup> gespeist wird, in der sich auch Abschnitte mit großem Gefälle befinden. Drei hygrometrische Messkampagnen mit einem Strömungsmesser brachten dabei auch den Nachweis, dass bei der Planung der Anlage von einem beständigen Durchfluss (Dauer 95 %) von ca. 0,50 m<sup>3</sup>/s ausgegangen werden konnte.

Zur Ermittlung des Energiebedarfs wurde ein Inventarverzeichnis von allen auf der Fazenda vorhandenen elektrischen Geräten und Komponenten mit ihrem jeweiligen

Strombedarf erstellt. Bei der Abschätzung der Spitzenlast wurde der Leistungsbedarf in Zeiten zugrunde gelegt, in denen die Fazenda für Feste oder Events vermietet ist. Der maximale Gesamtbedarf wurde dabei mit 38,2 kW ermittelt, und unter Berücksichtigung einiger geplanter Erweiterungen wurde der theoretische Spitzenbedarf auf eine Leistung von 43 kW festgelegt.

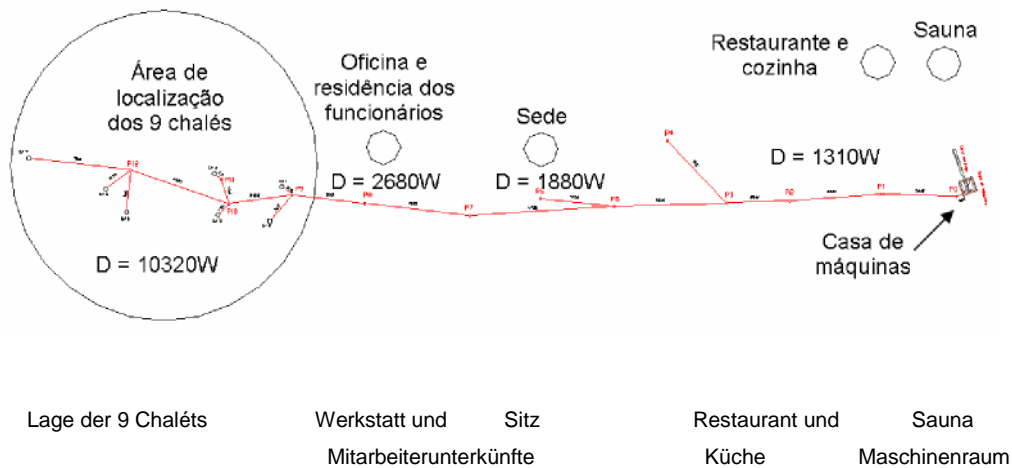


ABBILDUNG 3 - Verbrauchsschwerpunkte auf der Fazenda

Auf der Grundlage des maximalen Strombedarfs und des Bruttogefälles der Anlage wurde nun anhand eines Diagramms zum Verhältnis von Leistung und Bemessungsdurchfluss der erforderliche Durchfluss durch die Turbine bestimmt, der die gewünschte Leistung liefern sollte. Der Durchfluss für die angestrebte Maximalleistung von 43,0 kW betrug  $0,27 \text{ m}^3/\text{s}$  – ein Wert, mit dem während des normalen Betriebes die Vorgabe eingehalten werden konnte, 60 % der gesamten Durchflussmenge des Boa-Vista-Baches dem Schutz der Stromschnellenlandschaft und der Speisung der Fischzuchtbecken vorzubehalten und nur die verbleibenden 40 % zur Stromerzeugung zu nutzen.

Installierte Leistung pro Bemessungsdurchfluss

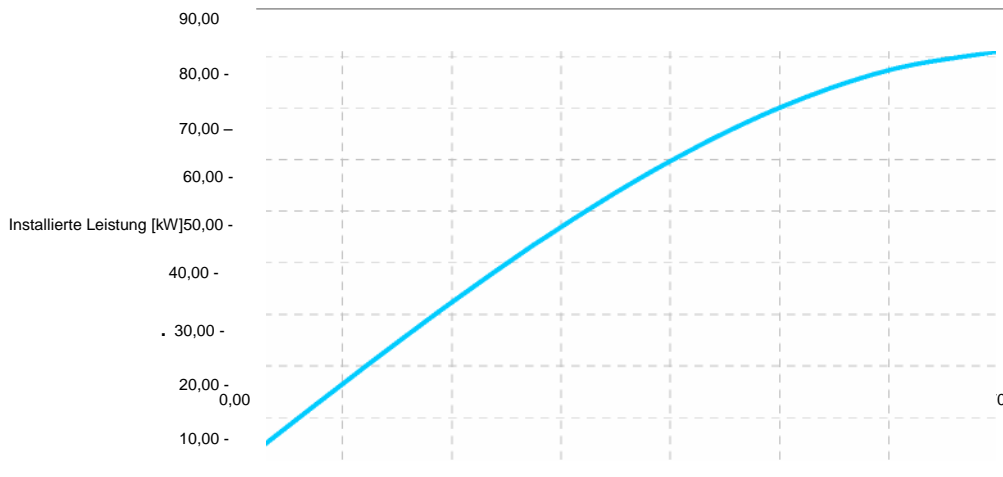


ABBILDUNG 4 - installierte Leistung pro Bemessungsdurchfluss

### Als Turbine: Eine Pumpe von KSB

Die Auswahl einer geeigneten Pumpe für den Einsatz als Turbine wurde auf der Grundlage eines von J.M. Chapallaz entwickelten Verfahrens getroffen. Demnach wurde bei einem Nettogefälle von 21,8 m und einem Bemessungsdurchfluss von 0,27 m<sup>3</sup>/s eine Pumpe benötigt, die eine Förderhöhe von 14,48 m und einen Durchfluss von 0,212 m<sup>3</sup>/s aufwies. Die Wahl fiel dabei auf eine Pumpe des Typs KSB Meganorm 200-250, die für einen Nenndurchfluss von 0,21 m<sup>3</sup>/s und eine Förderhöhe von 15 m ausgelegt ist und dabei einen Wirkungsgrad von 84% erreicht.

Für die Auswahl des Induktionsgenerators wurde ebenfalls das Chapallaz-Verfahren angewendet, demzufolge ein Motor mit einer Leistung von 55 kW und eine Kondensatorenbank mit 600 µF pro Phase zur Selbsterregung des Generators erforderlich sind. Die Wahl fiel hier auf einen Drehstrommotor von WEG mit einer Nennspannung von 220 V und einer Netzfrequenz von 60 Hz, der für eine Nennleistung von 45 kW ausgelegt ist.

Um die Generatorengruppe anzu steuern zu können, wurde auch ein Steuerungssystem installiert: Die Drehzahlsteuerung der PAT erfolgt über ein Schmetterlingsventil an der Generatorengruppe, das über eine elektronische Steuereinheit geregelt wird. Zur Überwachung wurde das Kleinkraftwerk parallel mit einer Instrumentierung ausgerüstet, die es ermöglicht, die Leistung der PAT/IG-Gruppe kontinuierlich zu kontrollieren.

Da die neue Generatorengruppe parallel zur alten Michell-Banki-Turbine im vorhandenen Maschinenhaus installiert wurde, waren dort einige Umbauten erforderlich. Das Gebäude wurde ebenso erweitert wie der Einlaufschacht, in dem neben einer zweiten Druckrohrleitung auch ein Rückhaltegitter, ein neues Absetzbecken und eine neue Entsandungsanlage installiert wurden. Bei der Erweiterung wurden zudem auch die Lüftung und Beleuchtung im Gebäude verbessert sowie eine Bedienungstür und ein manueller Flaschenzug installiert.

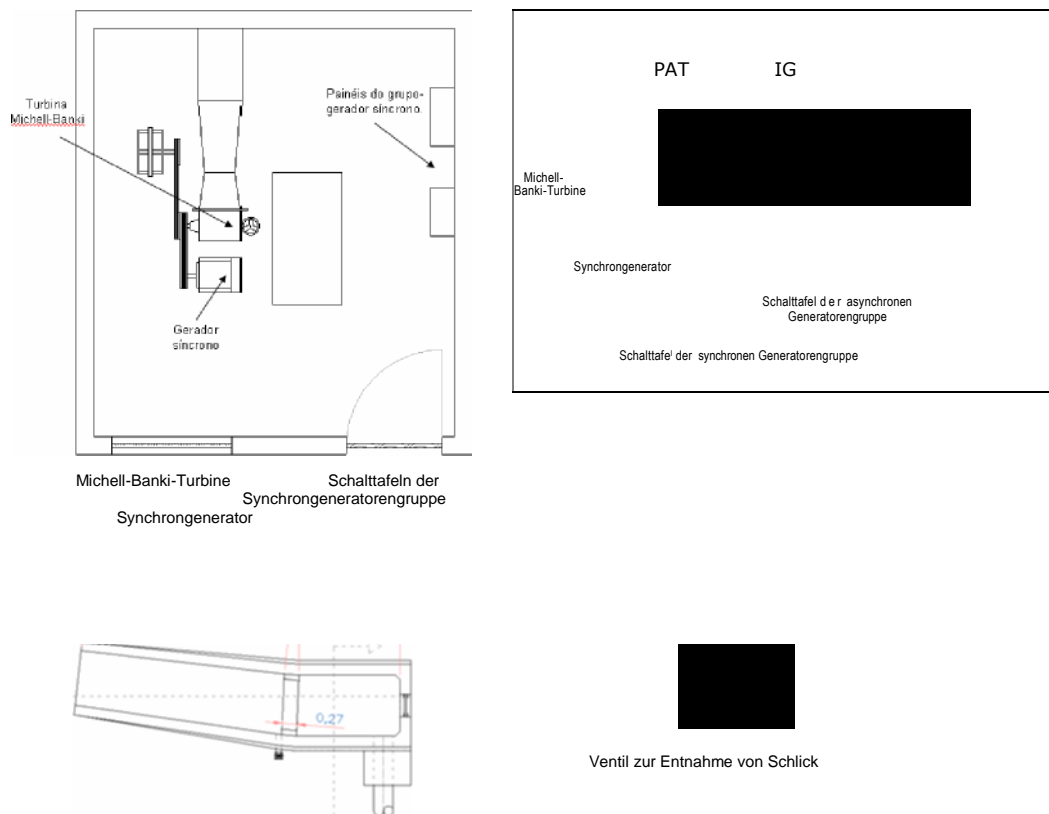


ABBILDUNG 6 - Anpassungen am Einlaufschacht

Die Anlage ist seit 2007 in Betrieb und arbeitet seither zur völligen Zufriedenheit des Betreibers. „Wir sind von dieser Art der Stromerzeugung begeistert“, fasst Luiz Carlos B. Reis, der Besitzer der Fazenda Boa Esperança, seine Erfahrungen zusammen. „Und um unseren Strombedarf auch künftig umweltverträglich decken zu können, planen wir gerade die Installation einer weiteren Generatorengruppe.“