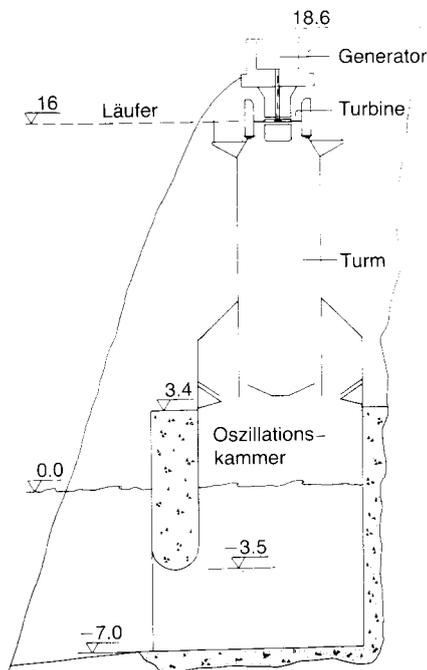


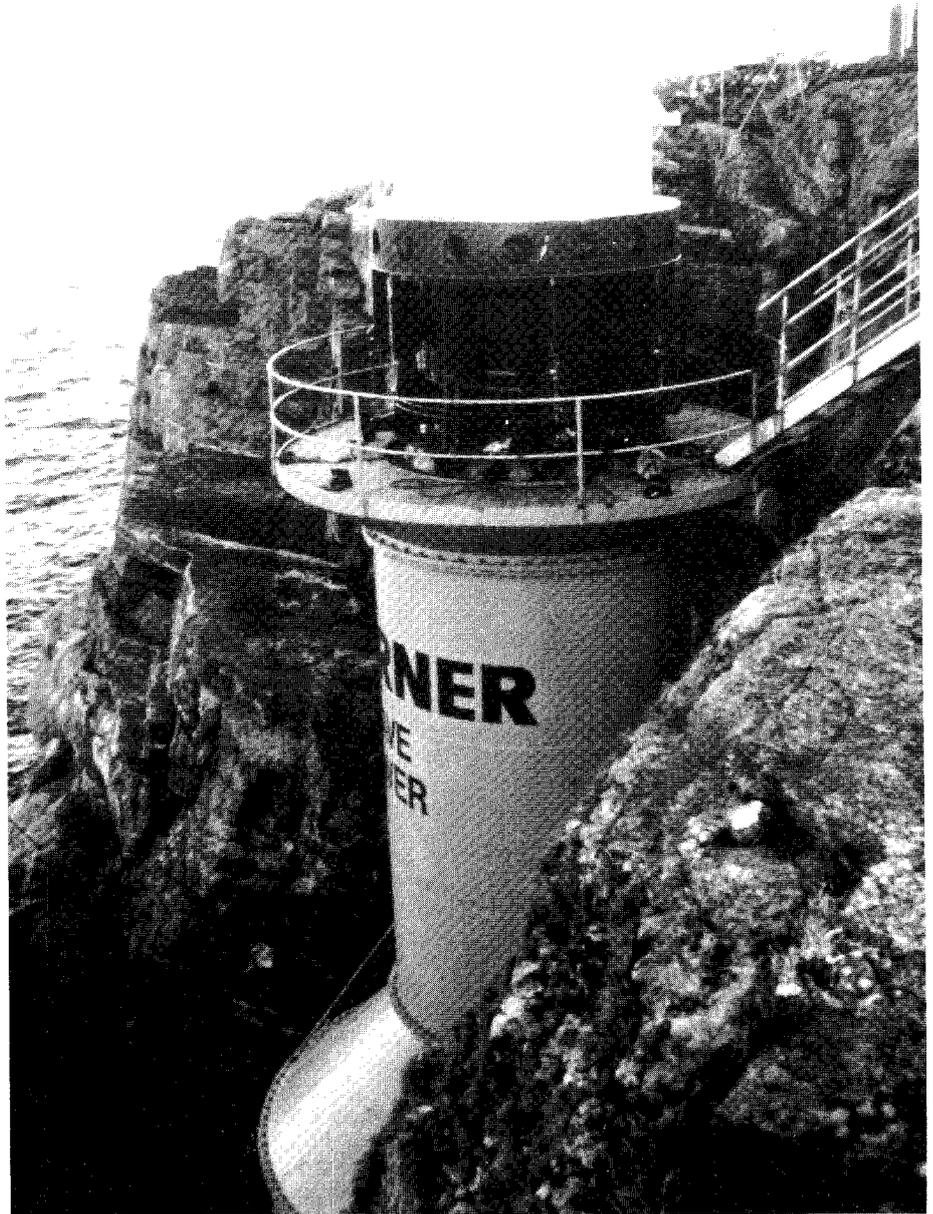
Neuartiges Wellenkraftwerk nahm Probetrieb auf

Norwegens Wirtschaft profitiert seit vielen Jahren vom Nordseeöl, gewiß, aber dessen Gewinnung ist teuer. Billigste und größte und noch dazu umweltfreundlichste Energiequelle ist die Wasserkraft. Gemeint ist damit das zu Tal fließende Süßwasser. Vor den Steilküsten des Landes tobt sich tagaus tagein aber auch noch eine andere hydraulische Energie aus, ungenutzt. Ob diese Wellenenergie jemals in einem nennenswerten Umfang genutzt werden wird, ist völlig offen. Der jetzt fertiggestellte Prototyp eines Wellenkraftwerkes, über das wir in **Sonnenenergie 5/6** 1982 bereits kurz berichtet haben, scheint aber auf jeden Fall einen wirtschaftlich gangbaren Weg zu weisen.

Nach einem Aufwand von rund 15 Millionen Dollar für Forschung und Entwicklung, die teilweise von der norwegischen Regierung bezahlt wurden, ist die Kvaerner Brug A/S in Oslo nunmehr der Meinung, ein vermarktbare Wellen-



Dimensionen des Wellenkraftwerkes



Prototyp-Wellenkraftwerk der Kvaerner Brug S/A, Oslo, an der Steilküste nordwestlich von Bergen

kraftwerk anbieten zu können. Seit Herbst vergangenen Jahres läuft an der felsigen Küste von Toftehallen nordwestlich von Bergen das erste MOWC (Multi-resonant Oscillating Water Column) – Kraftwerk. Sein Funktionsprinzip geht auf Arbeiten von Prof. Wells an der Queen's University in Belfast zurück. Kvaerner, ein bedeutender Hersteller von Turbinen und Offshore-Konstruktionen, hat es weiterentwickelt.

Die Wirtschaftlichkeit von Wellenkraftwerken hängt vor allem von der Menge der verfügbaren Wellenenergie und davon ab, daß das Kraftwerk ein-

fach in Aufbau und Funktion sei, damit nur sehr geringe Wartungs- und Betriebskosten anfallen. Beides sei beim Versuchskraftwerk der Fall. Vor einem Felssturz, der 60 m tief ins Wasser reicht, wurde eine Art Hafen betoniert, in den die Wellen von Westen her hereinflaßen. Damit sei ein „Viertel-Wellen-Resonator“ verwirklicht worden, der zwei Resonanzfrequenzen erzeuge, eine auf die sich auf und ab bewegende Wassersäule und eine auf den „Hafen“ bezogene. Dadurch habe man die Energieausbeute verdoppeln können.

Das einströmende Wasser wird wie

ein Kolben dazu benutzt, Luft im Vor- und Rücklauf durch eine symmetrische Turbine zu pumpen, die sich selbstverständlich stets in einer Richtung dreht. Der Öffnungswinkel des „Hafens“ für die anrollenden Wellen beträgt ungefähr 70 Grad, was als örtlich bedingter Kompromiß angesehen wird. Die Luftturbine ruht 16 m über dem Meeresspiegel auf einem stählernen Turm. Darunter befindet sich eine betonierete Kammer mit 50 m² Querschnitt auf Meeresspiegelniveau, in der der Wasserspiegel um maximal $\pm 3,5$ m schwankt (oszilliert). Die Nennleistung der Turbine beträgt

Elektrizität für Pozuzo/Peru Beispiel für ein sinnvolles Entwicklungshilfeprojekt

Dr. Horst Udo Jungbluth in Ahrensburg ist Chemie- und Physiklehrer und DGS-Mitglied. Ein Besuch bei Bauern in Peru beeindruckte ihn derart, daß er uns den nachfolgenden Bericht schickte. Wir drucken ihn schon deshalb gerne ab, weil er einmal mehr deutlich macht, wie sich gerade die ländliche Bevölkerung in einem Entwicklungsland mit einer für unsere Begriffe primitiven Technik behelfen muß. Sein Bericht zeigt aber auch, wie geschickte Menschen mit Hilfe gedruckter Anleitungen und mit wenig Geld ihre Situation verbessern können. Ein hoffnungsvolles Zeichen, das bei uns nur leider kaum so beachtet wird, daß daraus auch geeignete Konsequenzen gezogen werden.

Im Sommer 1985 besuchte ich Pozuzo, eine Siedlung, in die vor rund 130 Jahren Tiroler und Rheinländer einwanderten. Sie liegt östlich der Anden in etwa 600 m Höhe. Das Klima ist tropisch. 1966 wurde dort mit österreichischer und deutscher Hilfe für das Zentrum der Siedlung eine 32 kW leistende hydroelektrische Einheit mit kombinierter Wasserversorgung installiert.

Bei der Installation arbeitete der Peruaner Miguel Ballesteros mit, der auch die Wartung der Anlage übernahm. Als ich ihn besuchte, war er gerade dabei, die Anlage zu überholen und deren Leistung etwas zu vergrößern. Dazu benutzte er eine umfangreiche Anleitung mit detaillierten Plänen, die von der Deutschen Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) stammte. Im Laufe der Zeit hat er soviel Erfahrung gesammelt, daß er inzwischen Turbinen bis zu einigen kW nach diesen Unterlagen baut und einschließlich des Generators installiert.

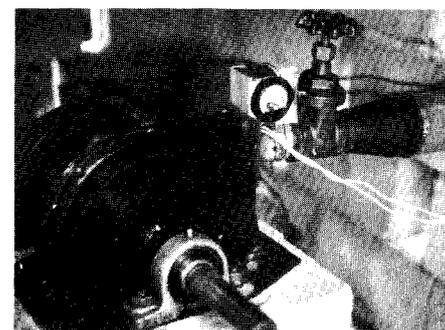
Wasser hat jeder Hof, da die Gegend gebirgig und regenreich ist. Die Bauern führen das Wasser einer höher gelegenen Quelle in einem Plastikrohr herunter oder legen von einem Bach ausgehend am Hang entlang einen fast waagerechten Graben an. Ist ein genügend großer Höhenunterschied zwischen Bach und Graben erreicht, führt man das Wasser dann in einem Plastikrohr vom Graben zum Fluß hinunter und läßt es dabei durch eine Turbine laufen.

Elektrizität ist für die Bauern, die weit verstreut wohnen und daher nicht an die Anlage des Zentrums angeschlossen werden können, sehr wichtig. Sie beleuchten damit ihre Häuser. (Sonst sind sie auf mit Schweinefett betriebene Lampen angewiesen, die stark rußen und wenig Licht geben.) Außerdem können sie mit Elektrogeräten ihre Arbeit erleichtern und – bei dem Klima sehr wichtig – einen Kühlschrank anschließen.

Die Arbeiten erledigt Miguel Ballesteros nach der erwähnten Unterlage in einer benachbarten Autowerkstatt, die für unsere Vorstellungen eher einfach ausgerüstet ist. Eine sauber ausgeführte

Turbine von 3 kW kostet etwa 1300 DM. Er sagte mir, daß eine peruanische Stelle inzwischen eine einfache elektronische Regelung entwickelt habe, die die Wasserzufuhr dem Leistungsbedarf anpasse.

Es gibt aber auch noch eine traditionelle Nutzung der Wasserkraft in Pozuzo mit Wasserrädern, die die Bewohner aus ihrer alpenländischen Heimat mitbrachten. Bei den Zusatzgeräten haben sie sich geschickt an die Anforderungen ihrer neuen Heimat angepaßt. So fand ich bei Herrn Voigt, der im Bau von Wasserrädern und Zusatzgeräten besondere Erfahrung hat, neben einem Wasserrad einen Reisstamper und ein Gerät zum Trennen von Körnern und Schalen, die beide mit dem Wasserrad angetrieben werden. Das Reisschälgerät ist entgegen landläufiger Meinung nötig, da der Reis eine sehr harte Schale hat.



Eine kleine Turbine an der Wasserleitung; über den Wasserzufluß wird die gewünschte elektrische Spannung eingeregelt. Photo: Jungbluth

Erst das Polieren, wobei das vitaminreiche Silberhäutchen entfernt wird, ist bedenklich.

Alle diese Zusatzgeräte sind aus Holz gebaut, auch das komplizierte Gerät zum Trennen von Schalen und Körnern. Es arbeitet nach dem Prinzip des Kreisgebläses. Die Luft wird axial angesaugt, durch Schaufeln mit Hilfe der Zentrifugalkraft nach außen geschleudert und dann tangential abgeleitet. Die Körner-Schalen-Mischung läßt man vor dem Gebläse herunterrieseln, wobei die Schalen fortgeblasen werden und die Körner durchfallen.

Die Verwendung von Holz war bis zum Bau der Straße dadurch bedingt, daß die Transportkosten (drei Tage auf dem Maultier) sehr hoch waren und man folglich das verwendete, was das Tal lieferte. Schon seit Jahrzehnten werden mit den Wasserrädern auch kleine Generatoren, meist Lichtmaschinen angetrieben, um Licht zu haben und Kühlschränke betreiben zu können.

Alle diese Arbeiten werden nicht von systematisch ausgebildeten Handwerkern ausgeführt, sondern von Leuten, die hauptberuflich Bauern sind und daneben ihr ursprüngliches Handwerk betreiben für den Eigenbedarf. Einige, wie Herr Voigt, auch für andere, wenn sie besonders geschickt sind.

Horst Udo Jungbluth

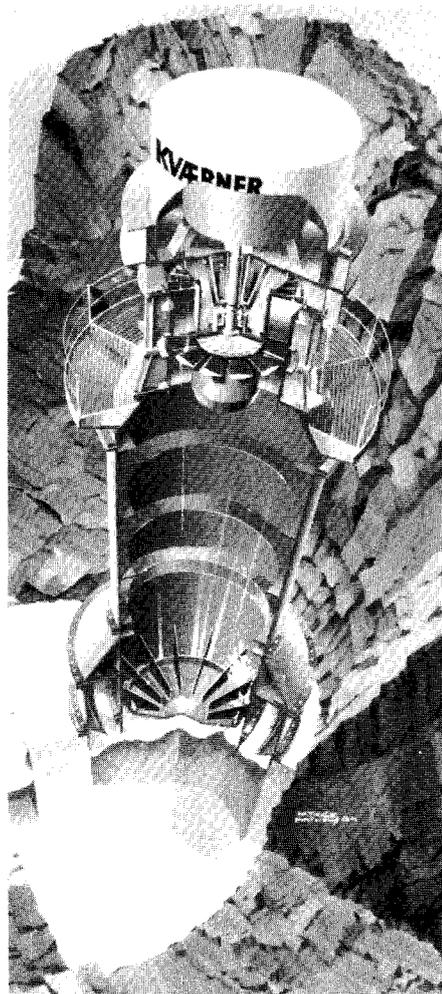


Schaubild zum Aufbau des MOWC (Multi-resonant Oscillating Water Column)-Kraftwerkes

1000 kW, was einer maximalen Durchschnittsleistung je Wellenperiode von 500 kW entsprechen. Der angeschlossene Wechselstromgenerator leistet bei 1500 U/min 600 kVA und ist über Wechsel- und Gleich- und einen weiteren Wechselrichter mit dem Netz verbunden.

Während der jetzt laufenden Versuchsphase ist man besonders auch darum bemüht, herauszufinden, wie die Anlage bei wechselndem Wellengang gefahren werden muß, um ein Maximum an Nutzenergie zu gewinnen. Eine zweite Anlage gleicher Bauart würde rund 600 000 Dollar kosten, heißt es. Nehme man einen jährlichen Energieertrag von 15 kW je Meter Wellenfront an, so ergebe das Kosten von 0,40 Dollar je Kilowatt und Jahr. Je nach Abschreibung und Betriebskosten könne man mit 0,04 bis 0,05 Dollar je Kilowattstunde rechnen. Beim Serienbau von zehn Anlagen nach Art des Prototyps könnte sich der Kilowattstundenpreis auf 0,03 Dollar ermäßigen. Das sollte sich, so Knut Bonke von den Norwegischen Hydrodynamischen Laboratorien in Trondheim, vor allem dort rechnen, wo heute Dieselaggregate den Strom erzeugen, obwohl ausreichend Wellenenergie vor Ort verfügbar ist.