

# HYDROMATRIX : eine innovative Technologie der hydraulischen Energieerzeugung

Autor(en): **Kienberger, Volker / Schmid, Harald**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **95 (2003)**

Heft 1-2

PDF erstellt am: **29.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-939435>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# HYDROMATRIX® – eine innovative Technologie der hydraulischen Energieerzeugung

■ Volker Kienberger, Harald Schmid

## Kurzfassung

Die HYDROMATRIX®-Technologie ist eine Lösung zur Gewinnung elektrischer Energie bei bestehenden Wasserbauten (z.B. Wehranlagen) mit niedrigen Fallhöhen, wobei anstatt konventioneller Turbinengrößen eine Anzahl kleiner Turbinen zum Einsatz gelangen. Die Vorteile bewährter Technologien werden mit jener des kostensenkenden Einbaus in bestehende Strukturen kombiniert, wobei bisher ungenutztes Wasserkraftpotenzial erschlossen werden kann.

Im Beitrag werden Anwendungsmöglichkeiten für die HYDROMATRIX® gezeigt sowie bisher ausgeführte bzw. in Bau oder Planung befindliche Anlagen vorgestellt.

## 1. Einleitung

HYDROMATRIX® ist ein neues Konzept der hydraulischen Energieerzeugung, bei dem bestehende wasserbauliche Anlagen verwendet werden, um zusätzlich zu ihrer ursprünglichen Funktion elektrische Energie zu gewinnen. Es wurde im Jahr 1983 von einem amerikanischen Ingenieur entwickelt und von VA TECH HYDRO weiter verbessert.

Es kommen hierbei Turbinen-Generator-Einheiten (TG-Einheiten) zum Einsatz, die meist in grösserer Anzahl in ein Modul (Bild 1) integriert sind. Die Anordnung der Einheiten am Modul erfolgt gitterartig, also wie in einer Matrix. Das Modul wird im Werk vorgefertigt, zur Baustelle angeliefert und am bestehenden Bauwerk installiert.

Bei Abflussverhältnissen, die die Kapazität des Moduls überschreiten, muss das Modul – wie ein Schütz – aus der Betriebsposition gehoben werden können.

## 2. Vorteile gegenüber konventionellen Lösungen

Die Vorteile gegenüber konventionellen Lösungen – wie z.B. dem Bau eines Krafthauses – sind:

- Es werden bestehende Wasserbauten verwendet. Die Einrichtung einer Baustelle mit Baugrube ist nicht erforderlich, die damit verbundenen kostenintensiven Bauarbeiten mit geologischem und bodenmechanischem Risiko fallen weg.

- Als einzige Bauarbeiten an der Bauwerksstruktur können der Einbau von Führungsschienen mit deren Verankerung anfallen sowie der Ein- oder Anbau von Unterstützungen und Plattformen für die elektrische Einrichtung (wie Transformatoren, Schaltanlagen). Möglich ist auch die Verlegung von Kabeltrassen sowie die Installation von Vorrichtungen für die Verriegelung des Moduls in gehobener Position.
- Es ist keine zusätzliche Landfläche und dadurch auch keine Änderung des Flusslaufes nötig.
- Durch den Einsatz von Modulen über einen grossen Teil der Gerinnebreite wird die Flussmorphologie kaum verändert, es entstehen keine wesentlichen lokalen Erhöhungen der Schleppspannungen im Fluss.
- Die HYDROMATRIX®-Technologie ist ein standardisiertes modulares Konzept, wodurch Kosten und Zeit für Berechnung und Konstruktion wegfallen.
- Die Projektdauer zwischen 1,5 und 2 Jahren ist sehr kurz.
- Wartung und Betrieb sind durch die gute Zugänglichkeit zu allen Anlagenteilen einfach. Von Vorteil ist auch die Tatsache, dass ein Modul aus der Strömung gehoben werden kann.

## 3. Anwendungskriterien

Prinzipiell lassen sich HYDROMATRIX®-Module nur bei geringen Fallhöhen – also vergleichbar mit jenen bei Niederdruckanlagen – einsetzen. Folgende Voraussetzungen für

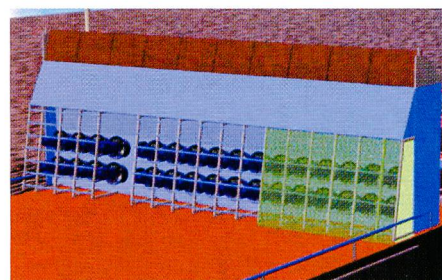


Bild 1. HYDROMATRIX®-Modul.

den Einsatz der Technologie müssen gegeben sein:

- Es muss eine Baustruktur vorhanden und für den Einsatz geeignet sein. Das Bauwerk muss die aus dem Wasserdruck entstehenden Kräfte aufnehmen können. Ideal hierfür sind vorhandene Dammbalken- oder Schütznischen, in denen das Modul positioniert und auch in vertikaler Richtung bewegt werden kann. Eine Hubvorrichtung (Kran, Windwerk) sollte vorhanden sein oder installiert werden können. Platzbedarf besteht auch für das notwendige Herausheben des Moduls aus der Strömung und die Verriegelung in dieser Position. Gegenüber der bisherigen Verwendung entstehen durch den Einbau zusätzliche Kräfte auf das Bauwerk durch das Gewicht des Moduls und des Hubwerks, die ebenfalls aufgenommen werden müssen.
- Ein Durchfluss von mindestens  $100 \text{ m}^3/\text{s}$  ist für einen wirtschaftlichen Einsatz erforderlich (Bild 2).

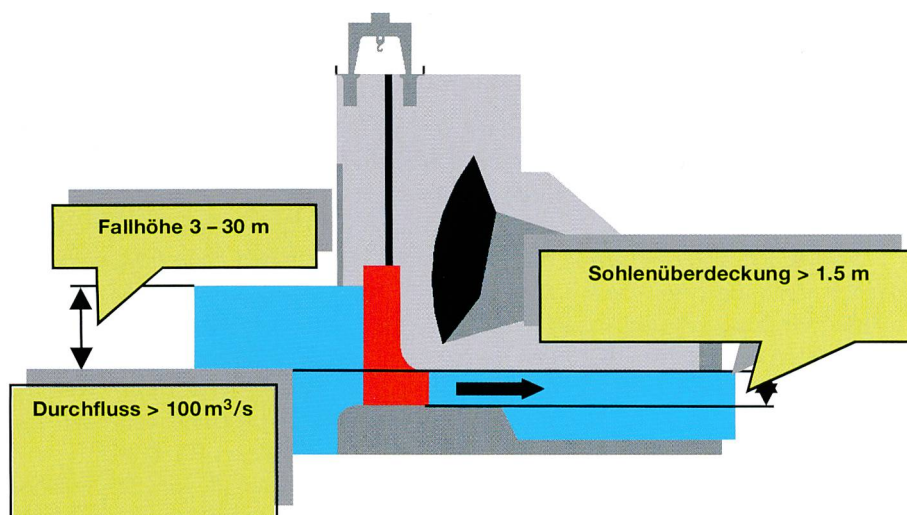


Bild 2. Anwendungsbereich der HYDROMATRIX®-Technologie.

- Mögliche Fallhöhen bewegen sich zwischen 3,0 m und 30,0 m.
- Eine Wasserspiegelhöhe von mindestens 1,5 m am Austritt aus dem Modul muss vorhanden sein, um eine nötige Saugrohrüberdeckung zu gewährleisten.
- Wichtig ist auch eine nahe Netzanbindestelle.

#### 4. Turbine-Generator-Einheit

Die TG-Einheit (Bild 3) besteht aus einer unregulierten Propellerturbine sowie einem direkt angetriebenen Asynchrongenerator, gedichtet mittels Gleitringdichtung. Aufgrund der simplen Bauweise liegt zwar der Spitzenwir-

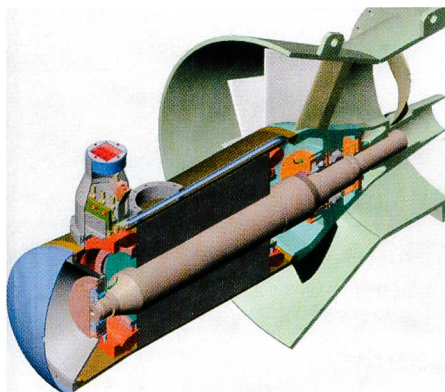


Bild 3. Turbine-Generator-Einheit.

kungsgrad unter dem einer konventionellen Rohrturbine, der geringe Wartungsaufwand gewährleistet jedoch eine sehr hohe Verfügbarkeit der Turbinen (Tabelle 1).

Die Energieproduktion liegt gegenüber «Compact-Hydro» Lösungen bei unregulierten Turbinen niedriger.

Durch den Einsatz einer unterschiedlichen Anzahl von Turbinen eines Moduls – in Abhängigkeit vom Abfluss – lässt sich dieser Unterschied jedoch teilweise kompensieren. Das gelingt besser, je mehr TG-Einheiten im Einsatz sein können (Bild 4).

#### 5. Modul

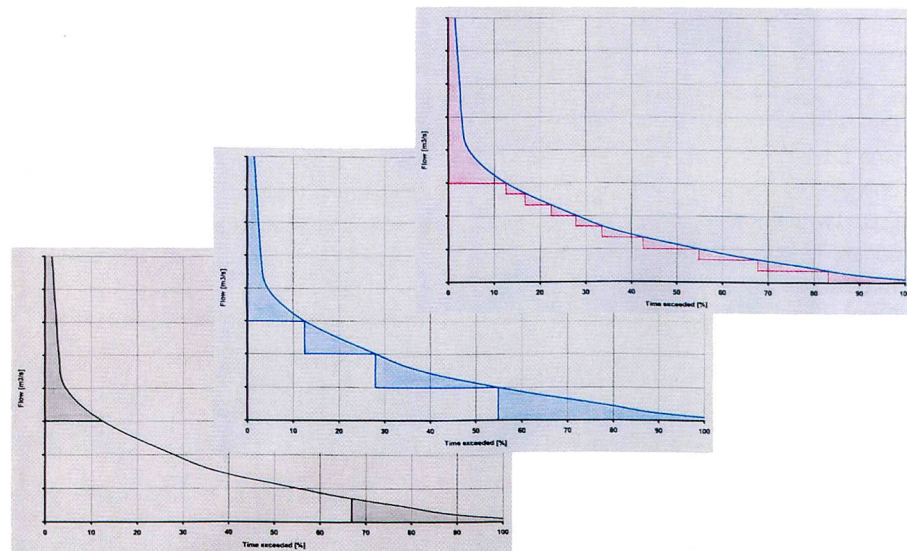
Das Modul ist eine Stahlkonstruktion, die sich den jeweiligen Gegebenheiten anpassen muss, wodurch sich für jeden Anwendungsfall eine unterschiedliche Konstruktion ergibt. In jedem Fall überträgt das Modul die Wasserlasten ins Bauwerk und ist die Tragstruktur für die TG-Einheiten.

Notwendig sind ebenfalls an die Turbine angrenzende Saugrohre, die in den meisten Fällen mit Saugrohrverschlüssen versehen sind. Diese Verschlüsse ermöglichen sowohl den Einsatz des Moduls in Funktion eines Dammbalkens als auch das Ausserbetriebsetzen einzelner Turbinen.

Bei ausreichender Grösse kann das Modul Räume für Hydraulikanlagen, Schaltanlagen und Steuerungen (Bild 5) enthalten,

Type	Turbine	Generator	Total
Rohrturbine	95 %	98 %	93 %
HYDROMATRIX®	90 %	95 %	85,5 %
Differenz			7,5

Tabelle 1. Vergleich Spitzenwirkungsgrade.



Oben: HYDROMATRIX® – 9 Einheiten

Mitte: HYDROMATRIX® – 3 Einheiten

Unten: Typische Compact-Hydro-Lösung

Bild 4. Vergleich Energieproduktion HYDROMATRIX®-Compact Hydro.

die aber auch am Bauwerk situiert sein können.

die aber auch am Bauwerk situiert sein können.

Erforderlichenfalls ist ein Einlauf-Feinrechen am Modul vorgebaut. Die Hochwasserabfuhr über die Konstruktion besteht durch die Möglichkeit der Anbringung einer Klappe.

#### 6. Anwendungsbeispiele

Es wurden bisher von VA TECH HYDRO an verschiedenen wasserbaulichen Anlagen HYDROMATRIX®-Projekte verwirklicht bzw. befinden sich in Bau oder in Planung:

- Einlaufbauwerk
- Schiffsschleuse
- Bewässerungsanlage
- Wehranlage

##### 6.1 Einlaufbauwerk Colebrook

Die ersten HYDROMATRIX®-Einheiten wurden im Jahr 1988 bei einem zur Hochwasserkontrolle und für ein Reservoir errichteten Damm in Colebrook, Connecticut, installiert.

Das Einlaufbauwerk besteht aus drei zu einem betonausgekleideten Stollen führenden Einläufen. Zwei der drei Dammbalken wurden mit Modulen versehen, die mit je drei übereinander liegenden TG-Einheiten versehen sind (Bild 6).

In Abhängigkeit von der Fallhöhe (zwischen 7,6 m und 30,5 m) variiert der Durchfluss durch jedes Modul von 23 m<sup>3</sup>/s bis

107,7 m<sup>3</sup>/s. Aufgrund des 20,3 m über den Turbinen liegenden Unterwasserspiegels können die Module bis zu 51 m im Einstau des Oberwassers im Einsatz sein.

Bei einer durchschnittlichen jährlichen Produktion von 7,5 GWh liegt die Spitzenproduktion bei 13,0 GWh.

Die technischen Daten sind in der Tabelle 2 zusammengefasst.

##### 6.2 Schiffsschleuse Freudenau

Das Modul wurde im März 2000 in einem Füll- und Entleerkanal der Schiffsschleuse Freudenau an der Donau in Wien installiert (Bilder 7 und 8).

Das Modul hat 25 Propellerturbinen mit einem Laufraddurchmesser von 910 mm. Die Energiegewinnung erfolgt sowohl während des Füll- als auch des Entleervorgangs (Bild 8), was eine Funktion der Turbine-Generator-Einheit in beide Drehrichtungen erfordert.

##### 6.3 Bewässerungsanlage Jebel Aulia

Die Stauanlage Jebel Aulia (Bild 9) wurde in den Jahren 1933–1937 am Weissen Nil 40 km südlich der Hauptstadt Khartoum im Sudan errichtet. Sie dient der landwirtschaftlichen Bewässerung.

Vierzig der fünfzig Wehrfelder mit einer Breite von ca. 3,6 m und einer Höhe von

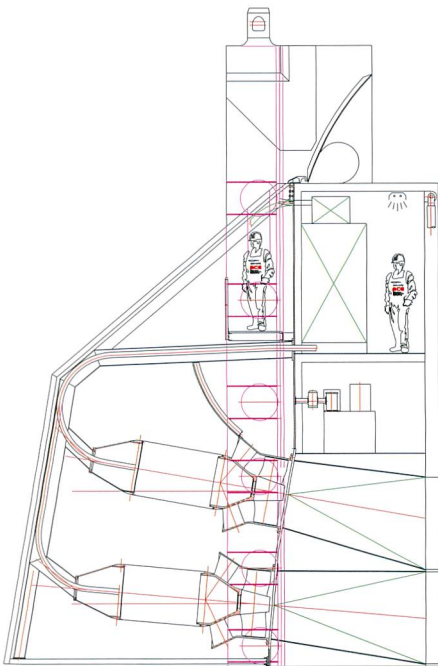


Bild 5. Modulquerschnitt (Smithland, Cannelton).

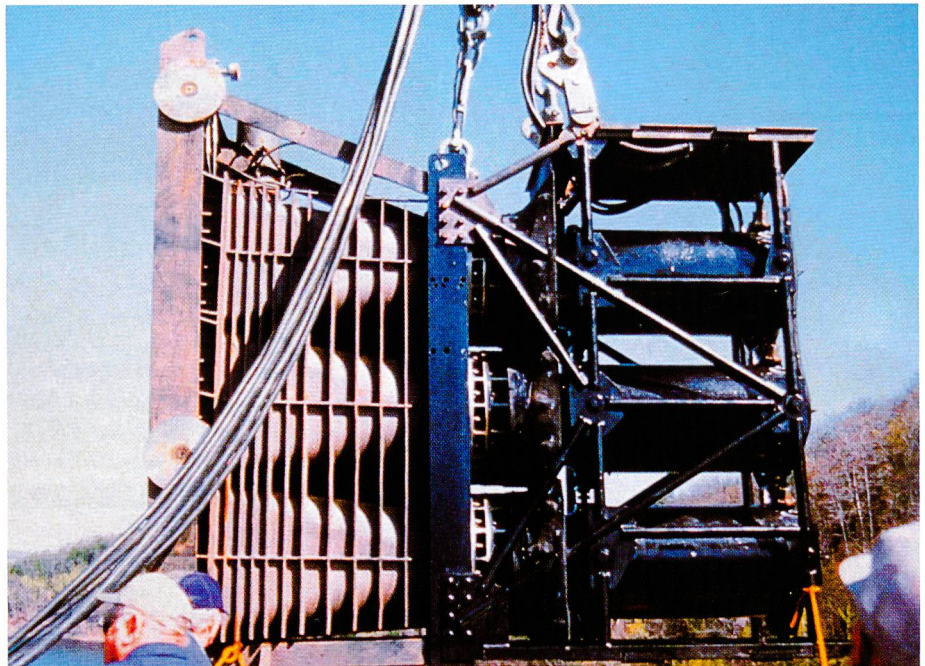


Bild 6. Colebrook-Modul während der Installation.

Technische Daten Colebrook	
Leistung	3,0 MW
Bruttofallhöhe	7,6–30,5 m
Geschwindigkeit	900 rpm
Leistung einer TG-Einheit	500 kW
Laufreddurchmesser	660 mm
Anzahl der Einheiten	6
Jahresarbeitsvermögen	7,5 GWh

Tabelle 2. Technische Daten Colebrook.

Technische Daten Freudenaus	
Leistung	5,0 MW
Bruttofallhöhe	10,3 m
Geschwindigkeit	500 rpm
Leistung einer TG-Einheit	200 kW
Laufreddurchmesser	910 mm
Anzahl der Einheiten	25
Jahresarbeitsvermögen	3,7 GWh

Tabelle 3. Technische Daten Freudenaus.

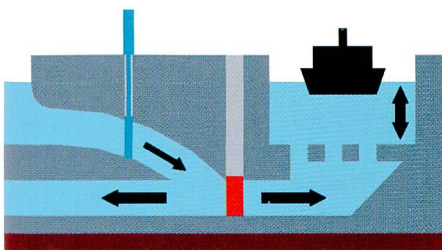


Bild 7. Funktionsweise eines Moduls an einer Schiffsschleuse.



Bild 8. HYDROMATRIX®-Modul Schiffsschleuse Freudenaus.

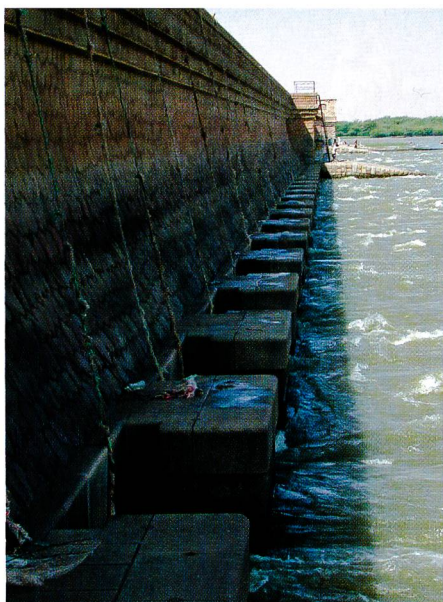


Bild 9. Jebel-Aulia-Damm, Sudan.

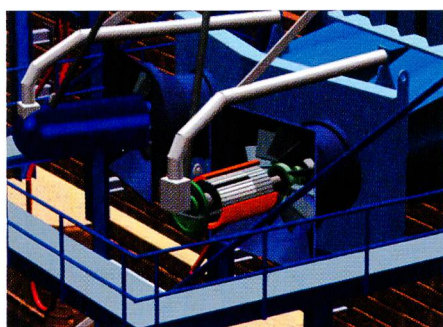


Bild 10. Jebel Aulia, Modul mit zwei TG-Einheiten.

Technische Daten Jebel Aulia	
Leistung	30,4 MW
Bruttofallhöhe	5,5 m
Geschwindigkeit	375 rpm
Leistung einer TG-Einheit	380 kW
Laufreddurchmesser	1120 mm
Anzahl der Einheiten	80
Jahresarbeitsvermögen	116,4 GWh

Tabelle 4. Technische Daten Jebel Aulia.

4,5 m werden mit Modulen mit je zwei TG-Einheiten bestückt (Bild 10). In die bestehenden Dammbalkennischen werden Führungsschienen für die Module montiert, die über die Nischen hinausragen, wo die Module in gehobener Position verriegelt werden können.

Die elektrische Ausrüstung wird auf an der Staumauer errichteten Stahlpodesten situiert sein.

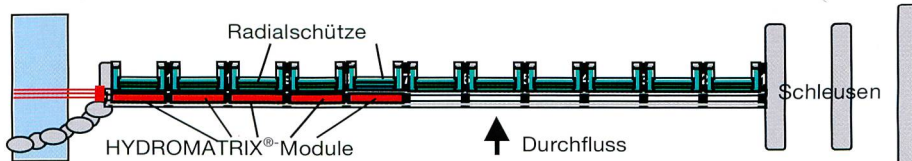


Bild 12. Modul-Anordnung, Wehranlagen am Ohio.

## 6.4 Wehranlagen Smithland und Cannelton

Die Wehr- und Schiffsschleusenanlagen Smithland und Cannelton (Bild 11) liegen am Ohio River in Kentucky. Sie dienen der Hochwasserregulierung und Schiffbarmachung des Flusses, ein Kraftwerk existiert derzeit nicht. Es werden HYDROMATRIX®-Anlagen mit einer Gesamtleistung von 173 MW errichtet.

Je fünf Module (Bild 5) mit 34 (Smithland) bzw. 28 (Cannelton) TG-Einheiten beinhalten die gesamte mechanische und elektrische Ausrüstung. Sie besitzen eine Breite von mehr als 30 m und eine Höhe von mehr als 10 m. Die Installation in den für die Radialschütze vorhandenen Dammbalkennischen (Bild 12) erfolgt nach dem Antransport der Module auf dem Wasserweg.

Technische Daten Smithland	
Leistung	85 MW
Bruttofallhöhe	6,5 m
Geschwindigkeit	360 rpm
Leistung einer TG-Einheit	500 kW
Laufreddurchmesser	1250 mm
Anzahl der Einheiten	170
Jahresarbeitsvermögen	352,5 GWh

Tabelle 5. Technische Daten Smithland.

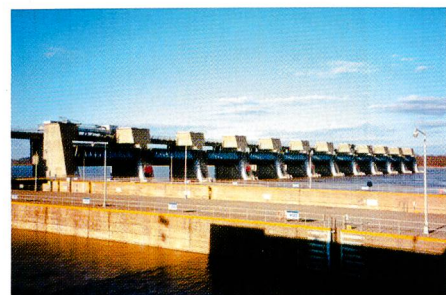


Bild 11. Cannelton Lock and Dam.

Technische Daten Cannelton	
Leistung	88 MW
Bruttofallhöhe	6,5 m
Geschwindigkeit	360 rpm
Leistung einer TG-Einheit	627 kW
Laufreddurchmesser	1330 mm
Anzahl der Einheiten	140
Jahresarbeitsvermögen	366,7 GWh

Tabelle 6. Technische Daten Cannelton.

## 7. Zusammenfassung

Die HYDROMATRIX®-Technologie, ein neues Konzept der hydraulischen Energieerzeugung, ist eine innovative Lösung zur Gewinnung elektrischer Energie bei bestehenden wasserbaulichen Anlagen. Es kommen hierbei Turbinen-Generator-Einheiten zum Einsatz, die meist in grösserer Anzahl in einem Modul matrixartig integriert sind. Das Modul wird im Werk vorgefertigt, zur Baustelle angeliefert und am bestehenden Bauwerk installiert.

Die Vorteile der Technologie gegenüber konventionellen Lösungen liegen besonders im Wegfall umfangreicher Bauarbeiten, der kurzen Projektdauer und der damit verbundenen Kostengünstigkeit.

Es wurden von VA TECH HYDRO an verschiedenen wasserbaulichen Anlagen HYDROMATRIX®-Projekte verwirklicht bzw. befinden sich in Bau oder in Planung. Im Beitrag wird der Einsatz an Einlaufbauwerken, Schiffsschleusen, Bewässerungsanlagen und Wehranlagen beschrieben.

### Literatur

- [1] VA TECH HYDRO, Information im Internet ([www.hydomatrix.com](http://www.hydomatrix.com)); 2002.
- [2] VA TECH HYDRO, Water. Power. Hydromatrix, Produktinformation; 2002.

### Anschrift der Verfasser

Dr. Volker Kienberger, Engineering Services, VA TECH HYDRO, A-4031 Linz, Lunzerstr. 78, Postfach 28; [volker.kienberger@vatech-hydro.at](mailto:volker.kienberger@vatech-hydro.at)  
 Dipl.-Ing. Harald Schmid, Projektentwicklung und Verkauf HYDROMATRIX®, VA TECH HYDRO, Linz; [harald.schmid@vatech-hydro.at](mailto:harald.schmid@vatech-hydro.at)