

Entwicklungen seit 2009

- **Ab dem Jahr 2009 hat Dr. V.V.Marukhin** zahlreiche **Kleinanlagen entwickelt**, die auf kompakten Röhren aus Superstahl bzw. Titanlegierungen basieren.
- **Im Inneren** befinden sich **zwei** weitere **Stahlröhren** mit verschiedenem Durchmesser, **in dem Wasser unter hohem Druck vibriert**.
- Im Unterschied zu den grossen Stahlröhren, in denen Wasser im Dezimeterbereich pulsierte, liegen **hier die Auslenkungen** bei den hohen Drücken von bis zu 3'500 bar **im Bereich von Submillimetern und gleichzeitig hoher Frequenz (3'000 Hz)**.
- Basierend auf dieser neuen Technologie wurden **Anlagen im Leistungsbereich** von 20 kW, 250 kW, 500 kW, 750 kW, 1'000 kW bis zu heute 2'000 kW gebaut.
- Für die verschiedenen Varianten wurden jeweils eigene **Know-how-Lizenzen** verkauft. **Eine solche ging z.B. Anfang Februar 2016 für die 20-kW-Röhre an einen staatlichen russischen Konzern.**



Auskopplung der Energie

- **Die** von den Piezo-Elementen in den Stahlröhren **generierte elektrische Energie** steht in Form von **Rechteckschwingungen bei hoher Spannung** zur Verfügung.
- **Die** über ein passives Netzwerk aus Kondensatoren und Hochspannungsableiter **erzeugte Gleichspannung wird auf einen DC-DC-Wandler geführt**, der am Ausgang eine Gleichspannung zur Verfügung stellt, **die** in kommerziell erhältlichen DC-AC-Wandlern in **Standard-Wechselspannung** mit 50 Hz **umgesetzt wird (440 V AC oder 630 V AC)**.
- **Für bestimmte Applikationen** können **auch höhere DC-Spannungen direkt genutzt** werden, z.B. **3 kV für elektrische Triebfahrzeuge**, die dann unabhängig von einem Oberleitungsnetz direkt betrieben werden können und keine externe Energie mehr benötigen.

Liste der bisher entwickelten HEG

HEG-Typ	year	power [kW]	height [m]	diameter [m]	weight [kg]	part number
Module RAS	2015	500	1.00	0.20		41
YPHP20SP-B	2015	20	0.20	0.04	0.9	
YPHP100-C	2015	100	0.47	0.14	32	
YPHP1500A	2015	1500	1.00	0.20		37
APC-855-16	2016	890	0.50	0.20	95	
H1000VS	2017	1000				
EGMP-H-250-18	2018	250				
EGMP-Air-250-19	2019	250				
EGMY-750-19	2019	765	0.48	0.14	37	
EGM-H-P-500-20	2020	500	0.30	0.14	20	26
EGM-H-P-1000-21	2021	1000	0.42	0.15	40	26
EGMHY-750-22	2022	725	0.45	0.14	26	26
EGMYS-2000-25	2025	1540	0.45	0.15	38	26
EGMHS-2000-25	2025	2050	0.43	0.15	39	26
EGMHR-750	2025	750	0.43	0.09	14	26

Die Generatoren EGMHS-2000-25 und EGMHR-750 werden auch mit stabilisierter Ausgangsspannung 3'500 V und 220 V ausgeliefert.

Stand der Vermarktung

Die Hydraulischen Energie-Generatoren HEG werden nicht in der Öffentlichkeit vermarktet.

Laut Auskunft von Dr. V.V. Marukhin vom 8. August 2025 sind bis heute **23 Generatoren in Betrieb** und zwar in folgenden Ländern:

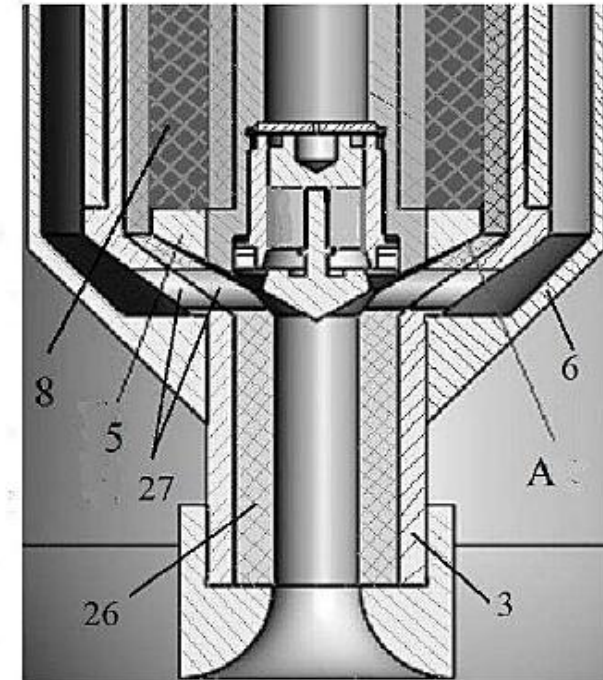
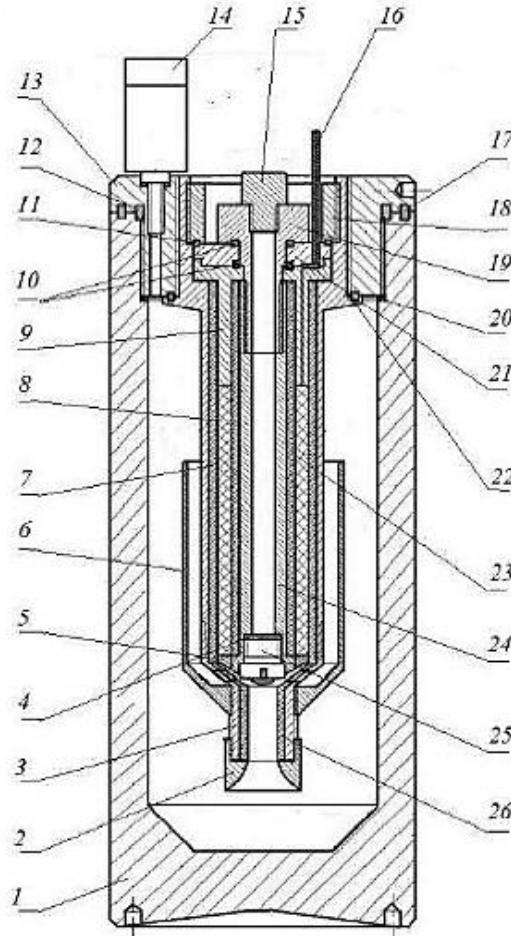
- **Spanien, Portugal, Marokko**
- **Saudiarabien, Vereinigte Arabische Emirate**
- **Madagaskar, China**
- **Russland**

Die Herstellung der Generatoren erfolgt in verschiedenen Ländern im Auftrag der jeweiligen Lizenzpartner.

Produktionszeit ist in Spanien 1 Monat, in China 4 Monate, in Russland bei P. Elfimov) 6 Monate, bei V. Kutjenkov 8 Monate.

Version 2017 mit 1000 kW (H1000VS)

- In dieser ab 2017 üblichen Bauart ist das **Schockventil im Unterteil** der inneren Röhre **an-geordnet**.
- Diese Version ist kompakter (ist weniger hoch, hat geringeres Gewicht, lässt sich schneller starten).
- Das **Piezomaterial** besteht aus insgesamt **60 Scheiben** mit 3 mm Dicke, einem äusseren Durchmesser von 60 mm und einem inneren Durchmesser von 40 mm (APC855).



HEG-Geräte (2020, 2021)



Version 2020

AR-500 (EGM-H-P-500-20)

Dimensionen:

Höhe: 300 mm, Durchmesser: 140 mm

Gewicht: 16,76 kg (ohne Fluid)

Ausgangsspannung: 6 kV

Ausgangsleistung: 500 kW

Max. zul. Neigungswinkel: +/- 60 Grad

Version 2021

AR-1000 (EGM-H-P-1000-21)

Dimensionen:

Höhe: 420 mm, Durchmesser: 150 mm

Gewicht: 37,56 kg (ohne Fluid)

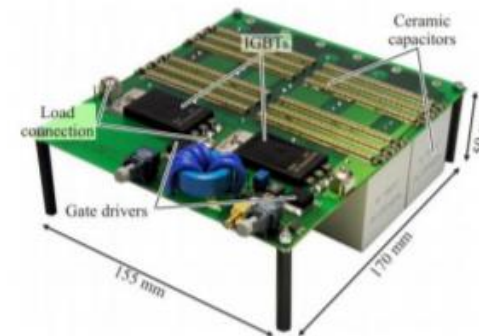
Ausgangsspannung: 20 kV

Ausgangsleistung: 1000 kW

Max. zul. Neigungswinkel : +/- 60 Grad

Umwandlung der DC-Hochspannung (20 kV) in DC-Niederspannung (1 kV)

- **DC-DC-Wandler**, wie sie für HEG-Anlagen erforderlich sind, werden speziell angefertigt.
- Die Technologie ist bekannt und wird z.B. bei 1-MW-Windenergieanlagen eingesetzt.
- Dort wird z.B. eine Spannung von 12 kV DC auf ein Zehntel, also auf 1,2 kV DC, heruntergesetzt.
- Für die Umwandlung von 20 kV auf 1 kV werden 6 IGBT-Stufen benötigt.



Umwandlung der DC-Hochspannung in niedergespannte AC-Spannung

- **Die Leistung wird über Wechselrichter ausgekoppelt**, wie sie zum Beispiel in der Solarindustrie eingesetzt werden.
- So gibt es zum Beispiel den Wechselrichter PVS-980-58 von ABB, der am **Eingang Gleichspannung bis zu 1'500 V in Drehstrom** von bis zu 690 V/50 Hz **umsetzen kann** bei einer Gesamtleistung von bis zu 2 MW.

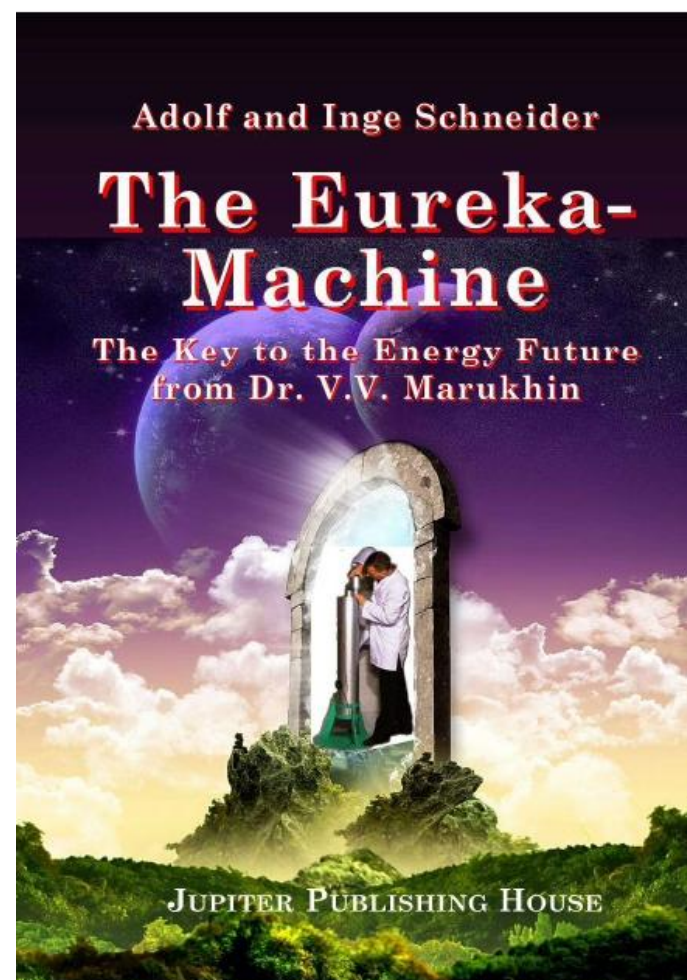


Energiezentrale für 1'000 kW

- Die **1-MW-Energiezentrale** ist in einem transportablen **Container eingebaut**, in dem ausser der Energieröhre die Hochspannungsgleichrichtung und die DC-DC-Wandlerstufe, z.B. von 20 kV auf 1 kV, eingebaut sind.
- Zertifizierte **DC-AC-Wandler** stellen **Wechselstrom-Leistung** für den Verbraucher (Industriebetrieb, Wohnsiedlung, Baustelle usw.) **zur Verfügung**.
- **Überschüssiger Strom** kann **auch ins Netz eingespeist werden**, wobei der Vergütungstarif deutlich niedriger ist.



Bücher zur HEG-Technologie



Neuester wissenschaftliche Aufsatz von Dr. V. V. Marukhin in der August-Ausgabe von SCIENCE AND WORLD, International Scientific Journal, № 8 (84), 2020, Vol. I
[http://scienceph.ru/f/science and world no 8 84 august vol i.pdf](http://scienceph.ru/f/science_and_world_no_8_84_august_vol_i.pdf) S. 33-70