

# Produktbeschreibung des Hydraulischen Energie-Generators HEG

Der **Hydraulische Energie-Generator HEG** (Teil 1), entwickelt von Dr.sc. V. V. Marukhin, Dr.sc. V.I. Ivanov und gebaut von Dr.-Ing. V.A. Koutienkov, **basiert auf einem permanenten hydraulisch-pneumatischen Schwingungsprozess, der über piezoelektrische Energiewandlung eine gepulste Hochspannung erzeugt<sup>1</sup>.**

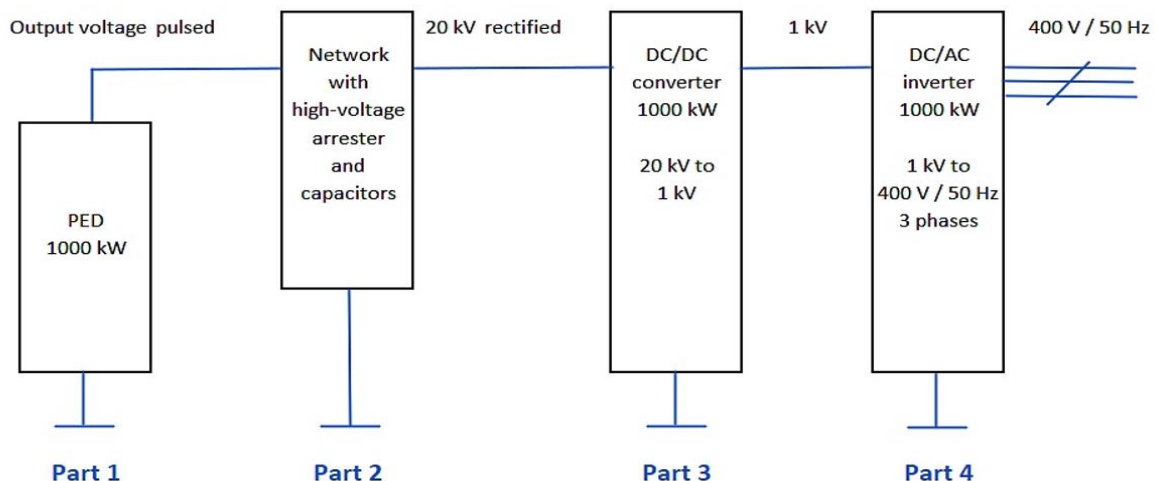
**Diese unipolare Hochspannung**, die im Takt der hydraulisch-pneumatischen Pulsation schwingt, **wird in einem Netzwerk**, bestehend aus Hochspannungskondensatoren und einem Hochspannungs-Vakuum-Ableiter **auf eine geglättete Spannung von 30 kV umgesetzt** (Teil 2).

**Die nachfolgende DC-DC-Wandlerschaltung**, bestehend aus mehrfachen IGBT-Stufen und einem hochfrequent schwingenden Trenntrafo zwischen Eingangs- und Ausgangsseite, **setzt die Hochspannung von 20 kV auf eine Niederspannung von 1 kV herunter** (Teil 3).

**In der letzten Stufe wird die 1-kV-Gleichspannung in eine Dreiphasenspannung von 400 V/50 Hz umgewandelt.** An dieser Stelle werden **zertifizierte Wechselrichter eingesetzt**, wie sie auch bei Photovoltaik-Grossanlagen im MW-Bereich zur Anwendung kommen.

Der Hydraulische Energie-Generator **HEG wurde von Dr.sc. V.V. Marukhin am 13. März 2011 zum Patent angemeldet. Er hat dann am 30.1.2014 dafür das Eurasische Patent EA019159 (B1) erteilt bekommen.** Ausser diesem Patent gibt es zusätzliche Patente zu weiteren Applikationen.

**Auf diese Grundlagen-Technologie wird heute eine sogenannte Know-How-Lizenz erteilt.** Dies bedeutet, dass mit dem **Verkauf einer Lizenz** auf eine spezifische Konstruktionsausführung **dem Lizenznehmer alle** erforderlichen **Unterlagen** (Konstruktionspläne, Beschreibung, Lieferung der entscheidenden Funktionsparameter) ausgehändigt werden. **Ohne diese Unterlagen – allein aufgrund der Patentbeschreibung – kann diese Technologie nicht umgesetzt (und kopiert) werden.**



**Die Lizenzunterlagen beziehen sich primär auf den HEG selbst**, während für das anschliessende Netzwerk grundlegende Dimensionierungsvorschriften gegeben werden. **Teile 3 und Teile 4 können ebenfalls in Russland bestellt und gefertigt werden, sind dann aber in der EU nicht zertifiziert.** Daher ist es **zweckmässiger, Teil 4 direkt in der EU zu besorgen** (als zertifizierter Wechselrichter) **und Teil 3 nach den in der EU geltenden Vorschriften bauen und zertifizieren zu lassen.**

## Teil 1: Hydraulischer Energie-Generator (HEG)

Dieser Teil ist die **Kernkomponente** der Energieanlage, die eine maximale Leistung von 1'000 kW zur Verfügung stellt. **Sie basiert auf dem Konzept des Hydraulischen Widders, der von V.V. Marukhin, zu einem revolutionären autonom arbeitenden Energiesystem weiterentwickelt wurde.** Die neueste Version von Anfang des Jahres 2020 hat eine Bauhöhe von 42 cm, einen Durchmesser von 15 cm und arbeitet unter einem Druck von 3'000 bar bei einer Schwingfrequenz von 3'000 Hz.

Aufgrund der hohen Schwingungsfrequenz erzeugt der hydraulische Generator **keinerlei thermische Verluste**, weil die Pulsschwingungen so schnell ablaufen, dass diese adiabatisch erfolgen und somit kein Wärmeaustausch mit der Umgebung stattfindet.

**Der Schlüssel zur autonomen Betriebsweise liegt in der Kopplung** der Fluidschwingungen **an die Metallgitterschwingungen**, die ihrerseits mit den Elektronen- bzw. Nukleonen-Schwingungen korrelieren. Hier werden Nukleonen weder gespalten noch fusioniert, sondern deren Schwingungsenergie wird über den hydraulischen Koppelmechanismus genutzt<sup>2</sup>.

**Da die nukleare Schwingungskopplung** nach korrektem Startvorgang und genauer Abstimmung aller Parameter **permanent erfolgt** und keine klassische Primärenergie verbraucht wird, **ist diese Art der Energieerzeugung ohne Konkurrenz**<sup>3</sup>. **Daher ist auch die Tatsache, dass** die intern verfügbare hydraulische Leistung deutlich höher als die ausgekoppelte elektrische Leistung ist, das heisst, **der fluidmechanisch-elektrische Wirkungsgrad** deutlich **unter 100% liegt, praktisch ohne Belang.**

Solange die geometrischen Bedingungen innerhalb der für die Schwingungsgenerierung erforderlichen röhreninternen Konstruktionselemente sowie die Druckverhältnisse unverändert sind, kann der Hydraulische Energie-Generator HEG permanent Energie abliefern. Bei Unterschreitung des Innendrucks um 5%, etwa durch Absenkung des Gasdrucks über das externe Druckventil, setzt die Schwingung aus<sup>4</sup>. **Eine ausführliche Darstellung der Theorie hat Dr. V.V. Marukhin in mehreren wissenschaftlichen Beiträgen verfasst**<sup>4,6</sup>.

**Die prinzipielle Arbeitsweise des Gerätes**, insbesondere der Ablauf der verschiedenen Phasen pro Zyklus mit der Bewegung der Wellenfronten des Fluids innerhalb der internen Röhre 1 und 2 mit den verschiedenen Nieder-, Hochdruck- und Vakuumzonen, **wird im Buch**<sup>3</sup> **«Die HeurekaMaschine» ausführlich erklärt.**

Die Verfasser sind Adolf und Inge Schneider, Geschäftsführer und Inhaber der Overunity GmbH, die zusammen mit einer Gruppe von Unternehmern und technischen Experten im Juli 2016 Dr.sc. V.V. Marukhin und Dr.-Ing. V.A. Koutienkov besucht und Produktionsstätten und Labors der RAS (Russian Academy of Science) besichtigt hatten. Das Buch ist auch auf Englisch<sup>7</sup> sowie als englisches E-Book<sup>8</sup> verfügbar.

**Entscheidend für die korrekte Funktion** des Hydraulischen Energie-Generators **ist die präzise Abstimmung aller wesentlichen Parameter**, insbesondere auch die Grösse und Dauer der Schockwelle beim Impulsstart des Generators, damit sich eine stabile ungedämpfte Schwingung ausbilden kann.



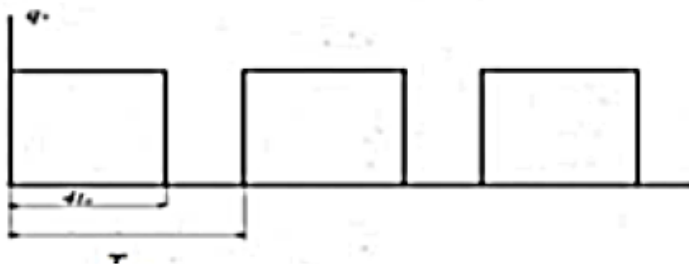
Die Theorie der Kopplung von Kernschwingungen an Gitterschwingungen nannte der Kernphysiker Dr. Hans Weber<sup>9</sup> "Kernenergiekonversion" als dritte Option der Nutzung von Kernenergie neben der Kernfission und der Kernfusion". Solche inter- bzw. intramolekularen Wechselwirkungen bezeichnete der Physiker Prof. Peter Hagelstein vom Massachusetts Institute of Technology (MIT) als "kohärenter Transfer" virtueller Neutronen zwischen Atomkernen und einem periodisch schwingenden Kristallgitter<sup>10</sup>. Prof. David Nagel von der George Washington University in Washington D.C. meint, dass entsprechende Generatoren nicht umfangreich sein müssen, sich für grössere Leistungen skalieren lassen und sich sowohl für stationäre als auch mobile Anwendungen einsetzen lassen<sup>11</sup>.

## Teil 2: Energiepufferung und Spannungsglättung

Die hydraulische Fluid-Schwingung innerhalb der HEG-Röhre wirkt direkt auf insgesamt 13 aufeinander liegende piezoelektrische Keramikscheiben ein und erzeugt eine hochfrequente Hochspannung. Damit diese bei der hohen Leistung und der geringen Eigenkapazität der Piezokeramik nicht zu hoch wird, muss sie extern über geeignete Hochspannungskondensatoren im Teil 2 gepuffert und so auch auf einen definierten Wert reduziert werden.

Praktisch wird ein Netzwerk aus einem ersten Glättungskondensator, einem Hochspannungs-Vakuum-Ableiter und einem zweiten Ballastkondensator eingesetzt, die für die vom Generator erzeugte Spannung ausgelegt sind. An den Ballastkondensator ist der nachfolgende DC-DC-Wandler angeschlossen.

Um den aus der HEG-Röhre fließenden Strom bei der Maximalleistung von 1 MW zu minimieren und damit einen möglichst dünnen mit hochspannungsfester PE-Isolierung versehenen Kupferdraht verwenden zu können, wird die gepulste DC-Spannung auf 20 kV (effektiv) festgelegt. Damit kann ein Kupferdraht mit 2 mm Durchmesser in einer 5 mm starken PE-Isolierung eingesetzt werden, der im Inneren der HEG-Röhre die Piezokeramik kontaktiert.



Verlauf der gepulsten Hochspannung am Eingang des Puffernetzwerkes. Das Pulsverhältnis beträgt 2:3.

Der Abstand der variablen Elektroden im Hochspannungs-Ableiter kann so eingestellt werden, dass sich bis zur auskoppelbaren Maximalleistung von 1 MW eine konstante Hochspannung einstellt. Die Höhe dieser Hochspannung – hier 20 kV - ist über eine mathematische Beziehung direkt von der Kapazität des Ballastkondensators und der Leerlaufspannung abhängig. Diese errechnet sich, wenn keine Ballastkondensatoren angeschlossen sind. Sie lässt sich direkt aus Materialdaten und dem maximalen Fluiddruck bestimmen.

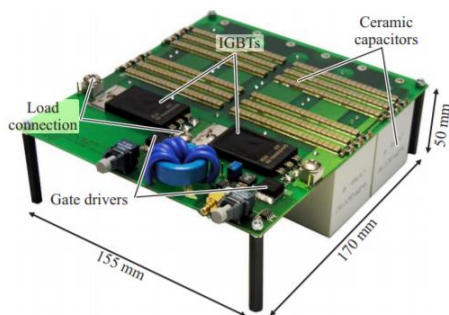
Die Quasi-Gleichrichtung ergibt sich durch ein Wechselspiel zwischen der Aufladung des Ballastkondensators über die durchgeschaltete Funkenstrecke und der Entladung des Kondensators bei Leistungsentnahme über den DC-DC-Wandler. Dabei stellt sich automatisch eine konstante Gleichspannung für alle Lastsituationen ein, die kleiner als die Maximallast sind.

### Teil 3: Herabsetzung der DC-Hochspannung von 20 kV auf 1 kV

Da kommerzielle **DC-AC-Wandler** für den Anschluss an 400-V-Dreiphasensystemen, wie sie in der Industrie gebräuchlich sind, **nur für maximale Eingangsspannungen von 1 kV bis 1.5 kV verfügbar sind**, ist es erforderlich, die **Hochspannung** in einer ersten Stufe (Teil 3) **auf einen ausreichend niedrigen Wert, z.B. 1 kV, herabzusetzen**, damit anschliessend direkt ein üblicher DC-AC-Wechselrichter, wie er z.B. in der Solarindustrie gebräuchlich ist, angeschlossen werden kann.

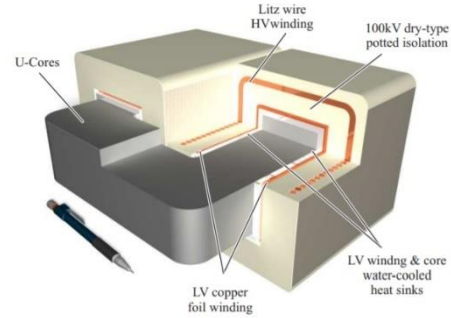
**DC-DC-Wandler, wie sie für HEG-Anlagen erforderlich sind, werden** auf dem kommerziellen Markt bisher nicht angeboten und daher **speziell angefertigt**. Die Technologie ist aber bekannt und wird etwa bei 1-MW-Windenergieanlagen eingesetzt, um z.B. Spannungen von 12 kV DC auf ein Zehntel, also auf 1,2 kV DC, herunterzusetzen<sup>12</sup>. Üblicherweise werden Serien-Resonanz-Konverter (SRC) verwendet, die bei konstanter Frequenz betrieben werden.

**Für die Applikation bei HEG-Anlagen wird zum Aufbau eines Wandlers von 20 kV auf 1 kV mindestens eine achtstufige Anordnung, basierend auf IGBT-Technologie, benötigt mit einem Transformator, der bei 20 kHz arbeitet und die erforderliche Leistung übertragen kann.**



Links: IGBT-Stufe für 4.5 kV

Rechts: 1 MW-Transformator mit U-Kern und Abmessungen von 294 x mm x 284 mm x 141 mm



### Teil 4: Inverter von 1 kV DC auf 400 V AC, 3 Phasen, 50 Hz

Die vom DC-DC-Wandler bereitgestellte **Gleichspannung von 1'000 V wird einem kommerziellen zertifizierten Wechselrichter zugeführt**, wie diese z.B. für grosse Solaranlagen angeboten werden<sup>13</sup>.

Ein Beispiel ist der ABB Central Inverter PVS800-57-1000 kW-C, max. 1'100 V am Eingang, 400 V AC/50 Hz am Ausgang mit 98,6 % Wirkungsgrad<sup>14</sup>. Ein solcher Elektronik-Schrank hat die Abmessungen in mm von 3630/2130/708 (Breite/Höhe/Tiefe) bei einem Gewicht von 2320 kg.

**Die Zentral-Wechselrichter bieten auch komplette Netzunterstützung für automatisierte Netzeinspeisung** an inkl. Netzüberwachung.



## Energiezentrale für 1000 kW in transportablem Container

**Alle Komponenten** wie der HEG (Teil 1), das Netzwerk zur Energiepufferung und Spannungsglättung (Teil 2), der DC-DC-Wandler (Teil 3) und der DC-AC-Inverter (Teil 4) zur Auskopplung von Dreiphasenstrom für industrielle Anwendungen bzw. zur Einkopplung ins Stromnetz **sind in einem transportablen 20-Fuss-ISO-Container** mit den Aussenabmessungen von 6,058 m (Länge), 2,438 m (Breite) und 2,591 m (Höhe) **eingebaut**.

**Solche Energie-Container können** zum Beispiel zur **dezentralen Stromversorgung** in mittelgrossen Industriebetrieben **eingesetzt werden, wobei nicht benötigter Strom automatisch ins Netz eingespeist wird**.

**Bei Anschaffungskosten von 1000 €/kW**, also 1 Mio € für 1 MW, **amortisieren sich solche Anlagen** bei durchgehender Nutzung des erzeugten Stromes **innerhalb von 1,5 Jahren**. Bei gemischtem Betrieb (Teil des Stromes zur Eigenverwendung, Teil zur Netzeinspeisung) **verlängert sich die Amortisationszeit** entsprechend.



**Ausser für industrielle Applikationen eignen sich die Energiezentralen auch, um zum Beispiel in grösseren Wohnquartieren dezentralen Strom bereitzustellen oder bei Stromausfällen schnell eine dezentrale Energielieferung zu ermöglichen**.

**Ebenso ist es denkbar, derartige Zentralen** für E-Tankstellen, also **elektrische Ladestationen**, im Zuge der wachsenden Umstellung des Autoverkehrs auf Elektroautos **einzusetzen. Eine 1-MW-Zentrale kann z.B. 20 Ladesäulen zu je 50 kW bedienen**.

**Eine kurze historische Übersicht** von der Entwicklung des klassischen Hydraulischen Widders, der mit potenzieller Energie von Fließgewässern betrieben wird, bis hin zu modifizierten Stosswidern, die ohne Wasserverlust betrieben werden können und schliesslich zu den Kompaktgeräten der **HEG findet sich in einer bebilderten Kurzdokumentation**<sup>15</sup>.

## Rückblick auf die Entwicklungen von Grossanlagen in Spanien von 2004 - 2009

**Wie Dr.sc. V.I. Ivanov** (siehe rechts) in einem Blog **am 15. Juli 2014 beschreibt, geht die Entwicklung** der autonomen Widdertechnologie **bis auf das Jahr 2003 zurück**<sup>16</sup>. Damals hatten er und seine Kollegen eine Energiequelle erfunden, die ohne jeglichen Treibstoff und ohne Nutzung von Sonnenenergie in der Lage ist, über Jahrzehnte hinweg kontinuierlich umweltfreundlichen Strom zu erzeugen.



**Allerdings wurden die Arbeiten** zur Entwicklung und Perfektionierung dieser Erfindung aus bestimmten Gründen und auf Wunsch der Finanziers, vor allem aus Spanien, trotz der Veröffentlichung von Patenten in verschiedenen Ländern **unter größter Geheimhaltung durchgeführt**.

**Im Jahr 2004 wurden** unter Ivanovs Leitung **spezielle Konstruktionsbüros und Prüfstellen** (in Spanien) **eingerrichtet und einzigartige Generatoren entwickelt, mit deren Hilfe - ohne Werbung zu machen - in einigen Regionen Meerwasser entsalzt, Seltenerdmetalle abgebaut, verschiedene Produkte hergestellt und viele Einrichtungen mit Strom versorgt werden konnten**. Es handelte sich hierbei um **Anlagen, die 7.9 Meter hoch waren, einen Durchmesser von 2,8 m aufwiesen, mit wenigen bar Druck arbeiteten, wobei die Frequenz des pulsierenden Wassers in der Röhre rund 15 Hz betrug**<sup>17</sup>.

Bei diesen Grossanlagen zirkuliert Wasser ab einem bestimmten Druck intern, in dem dieses aufgrund des Widerprinzips gemäss dem Wasserhammer-Effekt von einer unteren Röhre zu einer darüber angeordneten engeren Röhre hochgepumpt und der nach oben ausströmende Wasserstrahl in eine Segner-Turbine mit gekoppeltem elektrischem Generator geleitet wird. Das Gesamtgewicht einer solchen Anlage, die 1000 kW leistet, liegt bei 34 Tonnen.

Um diese Erfindung weiterzuentwickeln, wurden im Laufe der Jahre mehrere Unternehmen gegründet, in mehreren Ländern erfolgreiche Geschäfte mit dieser Erfindung aufgebaut und alles, was nötig war, aus diesem Projekt erwirtschaftet. Kunden gab es in Russland und Europa. Am 10. Juli 2015 bestätigte V.V. Marukhin, dass auch in Deutschland mehrere der grossen Generatoren, die mit Synchron-Generatoren ausgerüstet sind und eine Leistung von 500 kW aufweisen, platziert worden sind.

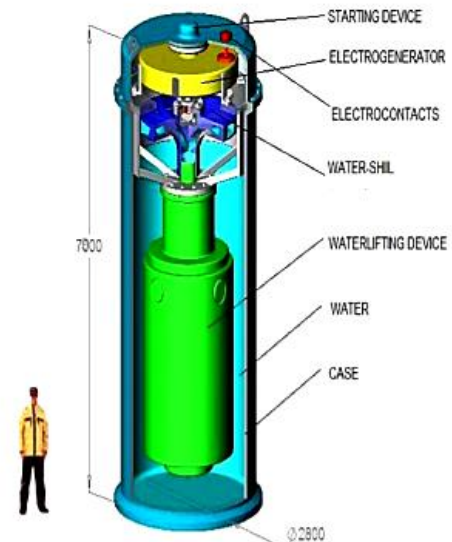
Allerdings wissen die einzelnen Kunden nichts voneinander, und Marukhin bzw. die Holding in Spanien wird die Adresse, wie vertraglich vereinbart, auch niemandem bekanntgeben.

Aufgrund der Ergebnisse dieser Technologie, der Arbeit der Kollegen von Ivanov und der Unternehmen, die er organisiert hatte, hätte die Menschheit schon vor zehn Jahren die Möglichkeit gehabt, auf Kohle, Öl und Gas für die Stromerzeugung zu verzichten, da solche Generatoren thermische und nukleare Kraftwerke jeglicher Kapazität ersetzen können. Aber die Menschheit wusste nichts von einer solchen Möglichkeit. Und für eine lange Zeit wird sie vielleicht nichts davon wissen, da diejenigen, die diese Generatoren bereits nutzen, und die Regierungen einiger Länder, die von dieser Erfindung wissen, nicht bereit sind, die Technologie für alle verfügbar zu machen.

Im Jahr 2008 erschien in der russischen Presse ein Artikel von Dr.sc. V.I. Ivanov, Präsident der spanischen Holdinggesellschaft "Inversiones Mosten, SAL". Dieser Artikel ist auch im Internet verfügbar und stammt von der russischen Wochenzeitung "Argumenty Nedeli" = "Argumente der Woche". Dort werden die Unterwasserwider beschrieben, die mit Diesel laufende Generatoren ersetzen können. Im Artikel wird auch erwähnt, dass die russischen Wissenschaftler die russische Regierung, speziell das Ministerium für Energie, auf die neue Technologie aufmerksam machten. Die Regierung antwortete nicht resp. indirekt, indem darüber informiert wurde, dass Russland auf seine Steuereinnahmen aus Öl und Gas angewiesen sei. Über die Reaktionen bei den Lesern und weitere Angaben zu den Aktivitäten und Joint Ventures der Holding wird im Detail im Buch "Heureka-Maschine" berichtet<sup>18</sup>.

## Neu- und Weiterentwicklung von Kleinanlagen

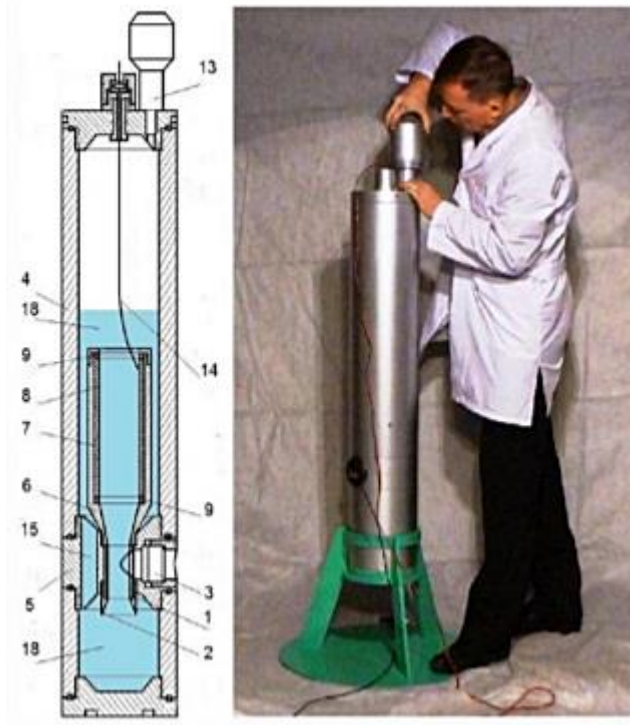
Die ab 2009 durch Dr.sc. V.V. Marukhin (siehe rechts) aufgenommene Entwicklung von Kleinanlagen, basierend auf kompakten Röhren aus Superstahl bzw. Titanlegierungen, in denen ein Gaspolster auf einer Flüssigkeit schwingt, hat zu zahlreichen Konstruktionen im Leistungsbereich von 20 kW, 250 kW, 500 kW bis 1000 kW geführt. Für die verschiedenen Ausführungen wurden jeweils eigene Know-how-Lizenzen verkauft. So ging z.B. die Lizenz für die 20-kW-Anlage im Februar 2016 an einen staatlichen Konzern. Allein bis Juli 2016 sind rund 50 weitere Lizenzen für höhere Leistungsbereiche an russische und europäische Interessenten verkauft worden.



Am 29.10.2020 bestätigte Dr. V.V. Marukhin, dass in den vorangegangenen Jahren zahlreiche Lizenzen für verschiedene Leistungsgrößen solcher Kleinanlagen verkauft worden sind.

**Bei einer Leistung von 1000 kW liegt die Baugröße** bisheriger Konstruktionen **bei 0,2 m Durchmesser und 0,8 m bis 1 m Höhe**. Da aufgrund der hohen Frequenz von 3'000 Hz und des hohen internen Drucks von 3'000 bar die Energieauskopplung über eine Hochspannung erfolgt, muss diese extern über eine geeignete Elektronik für diesen hohen Leistungsbereich in normalen Industrie-Dreiphasenstrom von 400 V/50 Hz umgesetzt werden (siehe oben Teil 3 und Teil 4).

Es wurden auch Applikationen entwickelt, um z.B. bei einer DC-Ausgangsspannung von 3 kV elektrische Triebfahrzeuge unabhängig von einer Oberleitung autonom versorgen zu können.



#### Liste bisher entwickelter Generatoren

<b>Module RAS</b>	Entwickelt 2015 für 500 kW, Höhe 1 m, Durchmesser 0,2 m, 41 Teile
<b>YPHP20SP-B</b>	Entwickelt 2015 für 20 kW, Höhe 0,2 m, Durchmesser 0,04 m, 0.9 kg
<b>YPHP100-C</b>	Entwickelt 2015 für 100 kW, Höhe 0,465 m, Durchmesser 0,135 m, 32 kg
<b>YPHP1500A</b>	Entwickelt 2015 für 1500 kW, Höhe 1 m, Durchmesser 0,2 m, 37 Teile
<b>APC-855-16</b>	Entwickelt 2016 für 890 kW, Höhe 0,5 m, Durchmesser 0,2 m, 95 kg
<b>H1000VS</b>	Entwickelt 2017 für 1000 kW
<b>EGMP-H-250-18</b>	Entwickelt 2018 für 250 kW
<b>EGMP-Air-250-19</b>	Entwickelt 2019 für 250 kW
<b>EGM-H-P-500-20</b>	Entwickelt 2020 für 500 kW, Höhe 0,52 m, Durchmesser 0,14 m, 37 kg
<b>EGM-H-P-1000-20</b>	Entwickelt 2021 für 1000 kW, Höhe 0,42 m, Durchmesser 0,15 m, 40 kg

**Für die letzte HEG-Version, die Anfang 2021 erfolgreich in Spanien getestet wurde, hat die Firma Overunity GmbH als Generallizenznehmer bereits 0,1 Mio Euro anbezahlt. Nach Restzahlung von 0.3831 für die Lizenz werden die Konstruktionsunterlagen samt Beschreibung übermittelt,** so dass erste Anlagen der neuesten Generation in Auftrag gegeben werden können.

**Overunity GmbH kann Unterlizenzen für die meisten Länder vergeben.** Von den insgesamt 195 Staaten auf der Welt sind 25 nicht verfügbar, weil diese direkt ein Abkommen mit der spanischen Holding abgeschlossen haben.

Interessenten an bestimmten Landeslizenzen informiert die Overunity GmbH gerne darüber, welche Länder verfügbar sind und wie hoch die Unterlizenzkosten sind<sup>19</sup>.

as/Aug. 08, 2022

## Referenzen:

- 1 [www.borderlands.de/Links/Marukhin-Koutienkov-Ivanov\\_Vita.pdf](http://www.borderlands.de/Links/Marukhin-Koutienkov-Ivanov_Vita.pdf)
- 2 [www.borderlands.de/Links/Projekt\\_HEG-1000kW-TA-240321.de.pdf](http://www.borderlands.de/Links/Projekt_HEG-1000kW-TA-240321.de.pdf)
- 3 Schneider, Adolf und Inge: "Die Heureka-Maschine", Jupiter-Verlag, 7. Aufl. 2020, S. 69, s.a. [https://www.jupiter-verlag.ch/shop/detail\\_neu.php?artikel=132&fromMain=j](https://www.jupiter-verlag.ch/shop/detail_neu.php?artikel=132&fromMain=j)
- 4 dito Ref. 2, S. 158
- 5 <http://www.borderlands.de/Links/Marukhin-Ivanov-en-231215.pdf>
- 6 [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
- 7 [https://www.jupiter-verlag.ch/shop/detail\\_neu.php?artikel=133&fromMain=j](https://www.jupiter-verlag.ch/shop/detail_neu.php?artikel=133&fromMain=j)
- 8 <https://www.amazon.com/dp/B07DQRXLPC>
- 9 dito Ref. 2, S. 73f.
- 10 Schneider, Adolf und Inge: "Energy Harvesting – Energie aus der Umgebung", Jupiter-Verlag, 7. Aufl. 2020, S. 138f
- 11 dito Ref. 10, S. 319
- 12 [https://www.hpe.ee.ethz.ch/uploads/tx\\_ethpublications/24G3-1\\_02.pdf](https://www.hpe.ee.ethz.ch/uploads/tx_ethpublications/24G3-1_02.pdf)
- 13 [www.borderlands.de/Links/Industrial-Solar-Inverter-Liste.pdf](http://www.borderlands.de/Links/Industrial-Solar-Inverter-Liste.pdf)
- 14 <https://www.infobuildenergia.it/Allegati/8063.pdf>
- 15 [www.borderlands.de/Links/HEG-Infoblatt-koloriert.pdf](http://www.borderlands.de/Links/HEG-Infoblatt-koloriert.pdf)
- 16 [www.borderlands.de/Links/Webseite-Cleanenergy.pdf](http://www.borderlands.de/Links/Webseite-Cleanenergy.pdf)
- 17 <http://www.borderlands.de/Links/Marukhin-Kutienkov-Ivanov-9-2005-S39-46.pdf>
- 18 dito, Ref. 3, S. 91f.
- 19 [overunity@vtxmail.ch](mailto:overunity@vtxmail.ch)