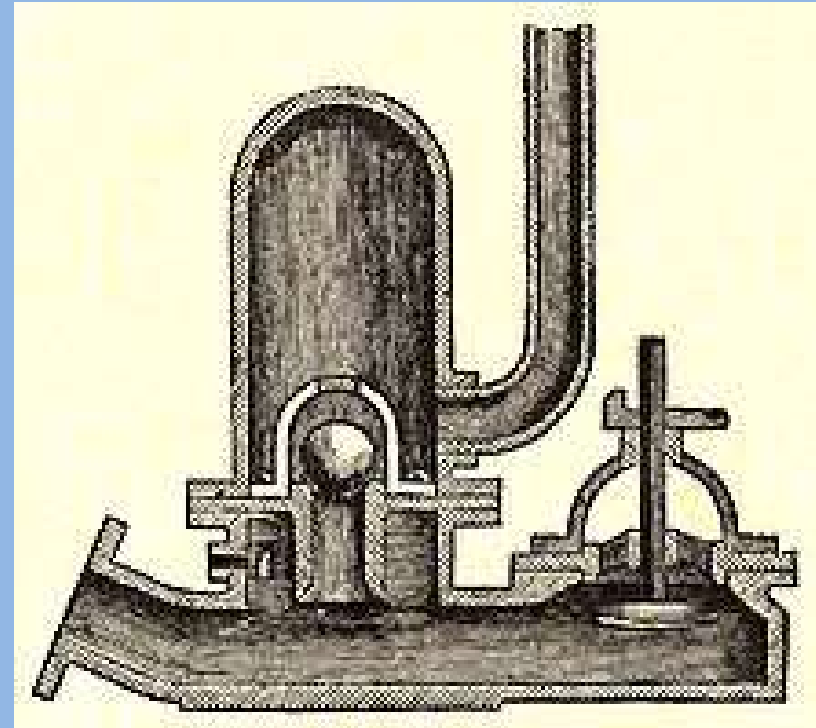


Undamped Hydraulic Oscillators

- **Energy conversion with oscillating fluid columns based on ramp pump technology without mechanically operating valves**
- **Energie-Konversion mittels ungedämpfter schwingender Flüssigkeitsäulen auf der Grundlage hydraulischer Widder-Technologie ohne Einsatz mechanischer Ventile**
- **References:**
 - www.borderlands.de/Links/NovelEnergyTechnologies.pdf
 - www.borderlands.de/Links/WCEC031116.pdf

Historie des hydraulischen Widders(1851)

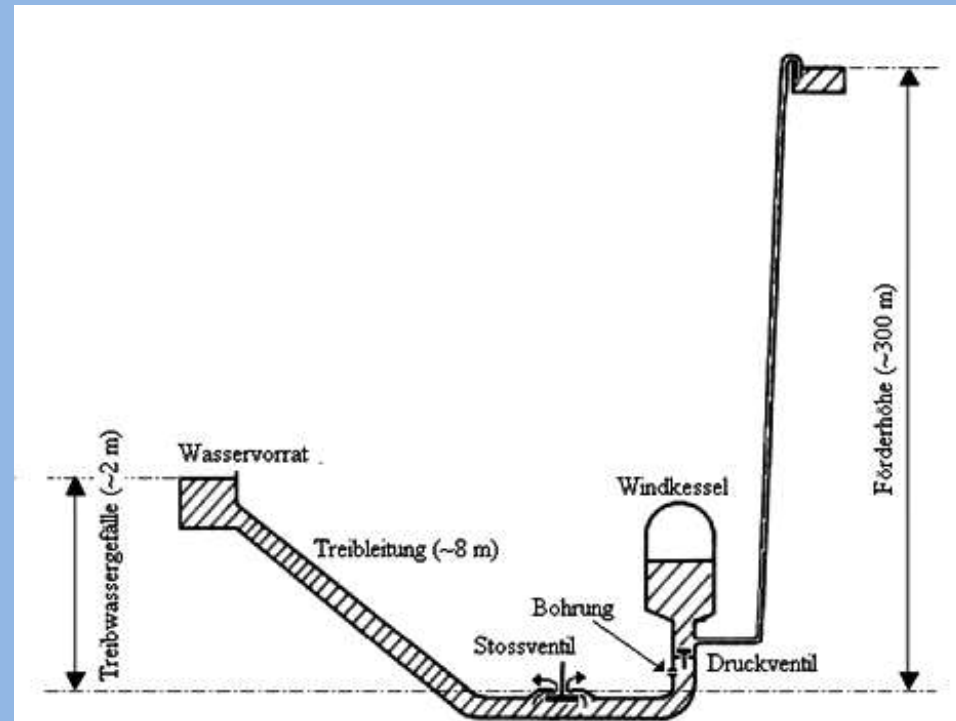
Zwischen einem wassergefüllten Rohr (unten) und einem teilgefüllten Druckbehälter mit Luftpolster (oben) schwingt eine Wassersäule, die durch periodisches Öffnen und Schliessen eines Druck- und Stossventils im Zweisekudentakt eine *strömende* Wassermenge in eine unter Hochdruck *stehende* Wassermenge in die Höhe pumpt.



(Erfindung von John Whitehurst 1792 bzw. Joseph Michel Montgolfier 1798) .

Energiekopplung beim Hydraulischen Widder

Ein derartiges System **schwingt im Gravitationsfeld selbstgesteuert**, solange Wasser nachfließt. Die **kinetische Energie** der beschleunigten Wassersäule **wird auf die potenzielle Energie** des geförderten Wassers übertragen. Die aus dem Stossventil austretende Wassermenge beträgt üblicherweise das 10- bis 15fache des hochgepumpten Wassers und bestimmt den Wirkungsgrad. Dieser liegt zwischen 25% und 80%.



Theorie und Praxis des russischen Resonanzwidders

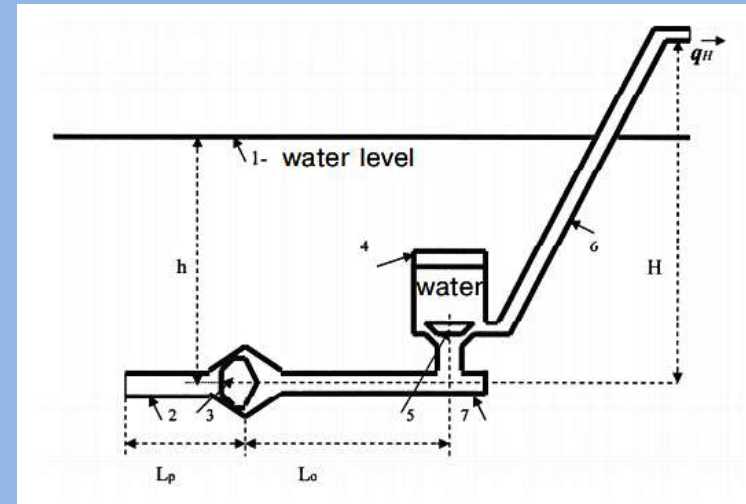
Die Erfinder Dr. Marukhin, Valentin A. Koutienkov haben in einer wissenschaftlichen Studie mit 500 Formeln eine präzise Konstruktionsanleitung für die Ausführung eines neuartigen hydraulischen Energiegenerators ermittelt ohne Wasserverlust.

Das System funktioniert nur dann eigendynamisch, wenn alle Parameter aufeinander abgestimmt sind.



Optimierter Resonanzwidder

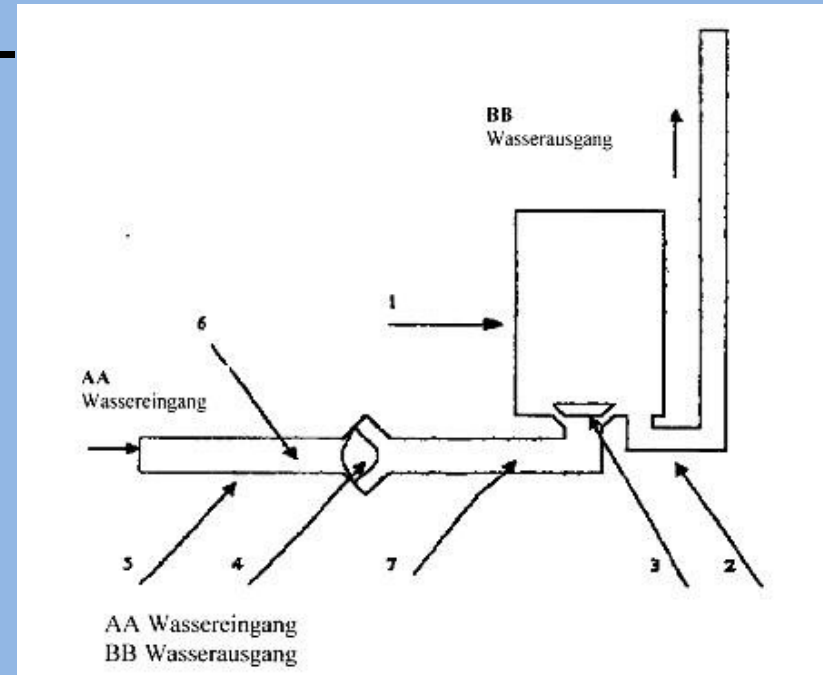
- **Die** im Jahr 2000 konzipierten **neuartigen Widder funktionieren mit einem internen Rückstossventil, womit ein ständiger Wasserverlust nach aussen vermieden wird.**
- **Dies ermöglicht es, den Widder in einem geschlossenen Wasserreservoir zubetreiben.**
- Der Wasserpegel muss mindestens 15 m hoch (oder tief) sein, damit das System funktioniert.



Patentschrift: WO2005/059370

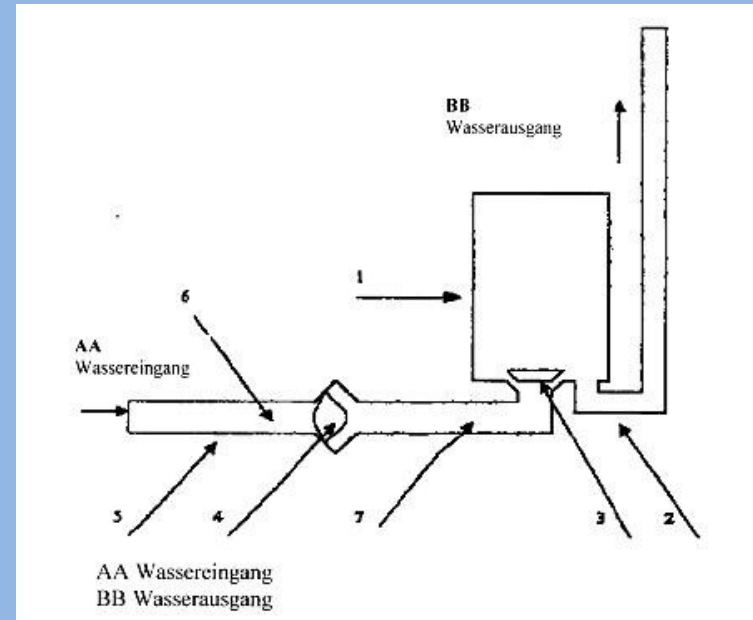
Widder in Eigenresonanz

Das in der Triebleitung vorgesehene Rückstossventil ist so eingebaut, dass ein Beschleunigungs- und ein Druckabschnitt entsteht. Wenn Wasser unter Druck einfließt, entsteht durch die Blockierung des geschlossenen Druckventils ein hydraulischer Stoss, der sich vom Rohrende entgegen der Wasserströmung ausbreitet. Der Überdruck öffnet das Druck- und schliesst das Rückstossventil.



Widder in Eigenresonanz

Die nun am geschlossenen Rückstossventil reflektierte Welle läuft jetzt rückwärts in Richtung Windkessel und öffnet das Druckventil. Der aufgrund der Kompression der im Windkessel vorhandenen Luft entstehende Überdruck schliesst dann wieder das Druckventil. Aufgrund des Überdrucks im Windkessel wird das Wasser schliesslich nach oben in die Ausgangsleistung gepresst.

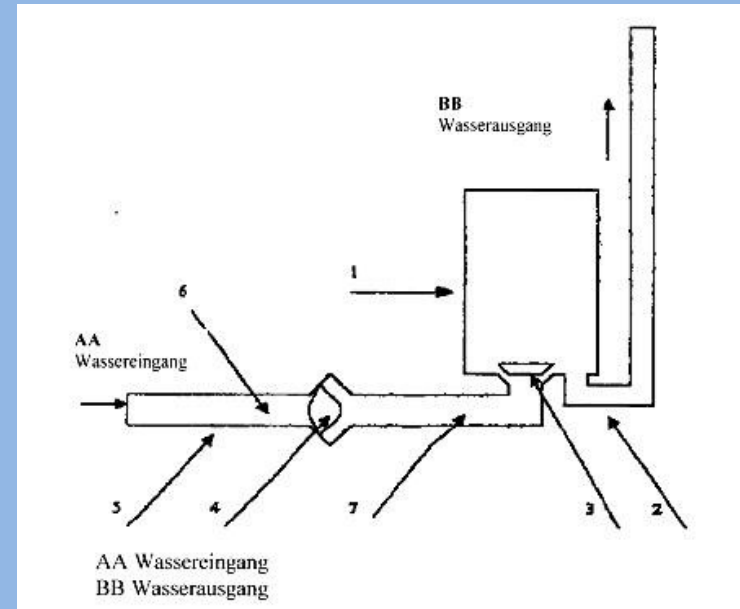


Widder in Eigenresonanz

Solange Wasser in der Startphase von links in das Druckrohr einfließt, entsteht eine Ablösezone (hydrodynamischer Begriff).

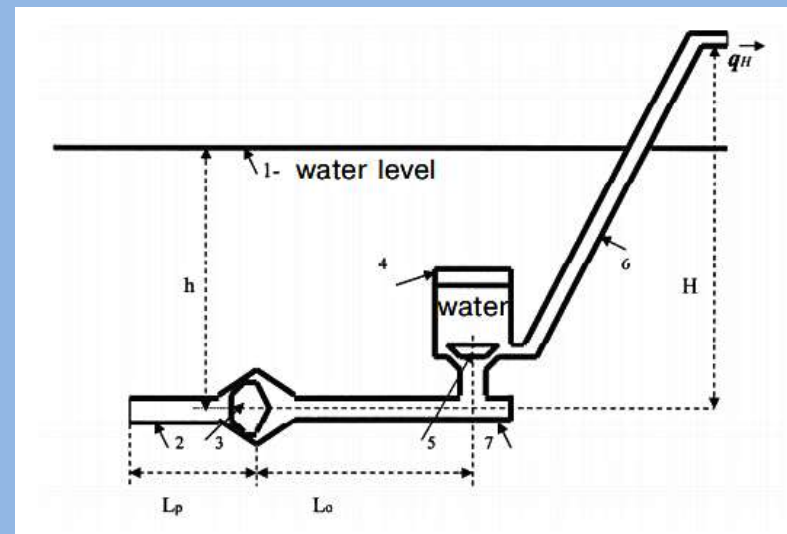
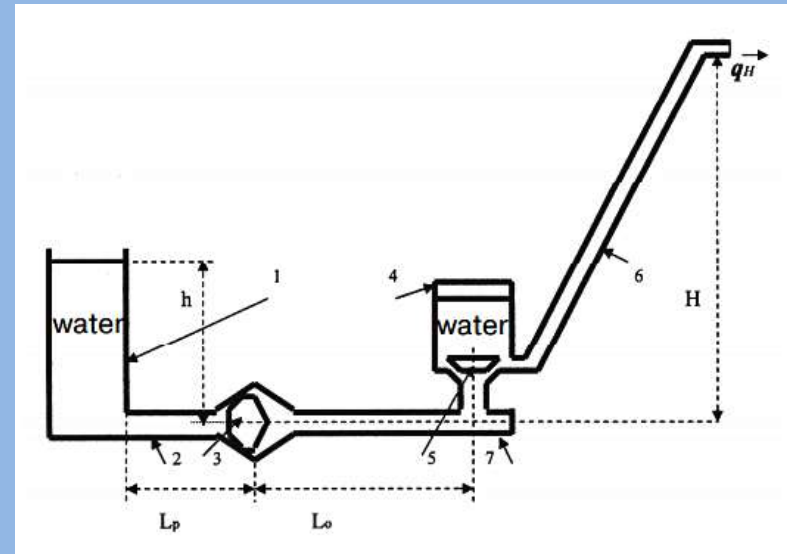
Alle nachfolgenden Reflexionen der Druckwelle folgen

nicht vom Stossventil aus, sondern von der «Ablösezone» aus. Dabei reduziert sich jede Dosis des eingespeisten Wassers aufgrund der Verkürzung der Wirkungsdauer des Druckes unter dem Steigventil. Im Normalbetrieb fließt kein Wasser nach.



Widder in Eigenresonanz

Aus den Berechnungen ergibt sich, dass der maximale Druck des hochgepumpten Strahls nicht höher als der doppelte Druck sein kann. Somit lässt sich maximal eine Höhe $H = 2h$ erreichen. Es braucht auch kein Wasserreservoir. Es reicht, wenn das System ausreichend tief ins Wasser (See) eingetaucht wird.

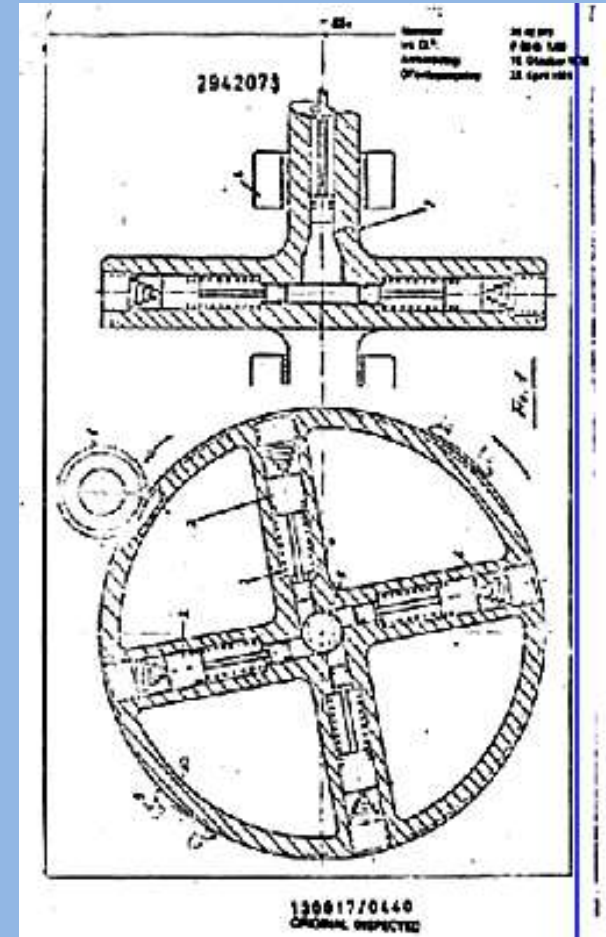


Energieumsetzung bei eigendynamischen Schwingungs- bzw. Rotationssystemen

- Bei verschiedenen Schwingungs- bzw. Rotationssystemen hat sich gezeigt, dass Bedingungen realisiert werden können, bei denen ein Energieaustausch zwischen dem Eingang- und Ausgang eines Systems nicht nur auf makroskopischer Ebene stattfinden kann, sondern dass – entsprechend einem «Energy Harvesting» - zusätzliche Energiekomponenten auf mikroskopischer Ebene in ein System einfließen können.
- Beispiele solcher eigendynamischer Schwingungs- und Rotationssysteme, die von verschiedenen Erfindern und Entwicklern konzipiert worden sind, werden im Folgenden wiedergegeben.

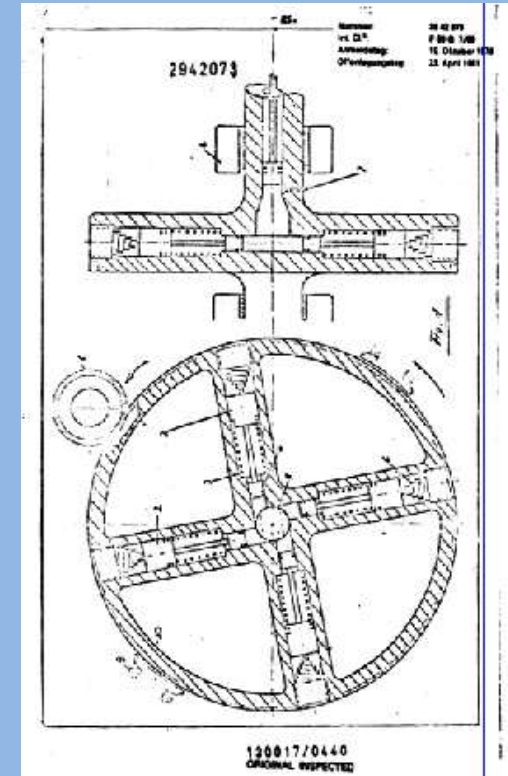
Parametrische Schwingungserregung

- **Prof. Dipl.-Ing. Raul Popescu**, der an der Universität in Bukarest theoretische Mechanik gelehrt hatte, **entwickelte ein Konzept, wie rotierende Schwingungssysteme durch parametrische Änderung des Trägheitsmomentes autonom laufen können.**
- Eine Beschreibung seines Resonanz-Pulsations-Drehmotors findet sich in der Anmeldung **DE2317724A1**, offengelegt am 17.10.1974.
- Bei seinem Motor handelt es sich um einen nichtlinearen, selbsterregungsfähigen und gleichzeitig zwangserregten Schwinger mit Permanentlauf-Eigenschaften.



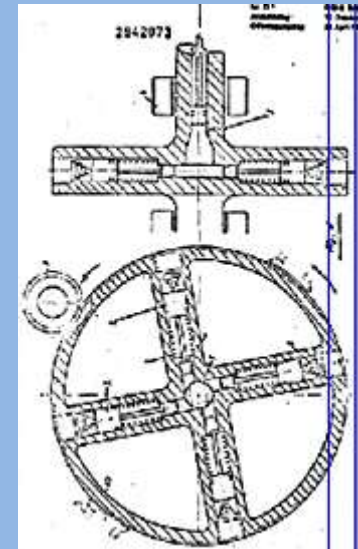
Parametrische Schwingungsanregung in einem gesteuerten Rotationssystem

- Wie **Professor Raul Popescu** herausgefunden hat, lässt sich ein Schwungrad mit gesteuerten radialen Schwingkolben so betreiben, dass sich ein **parametrischer Resonanzbetrieb** ergibt.
- Der aufzuwendende Energieaufwand kann dabei kleiner sein, als von der ausgekoppelten Rotationsenergie abgegeben wird.
- **Das System kompensiert** dabei **die zusätzliche Energie, indem es elementare Energiequanten aus der Umgebung** (Wärme, Quantenfeld usw.) aufsaugt bzw. **einsammelt**.
- **Der Energiesatz ist** auch hier gültig, wobei die Energiezufuhr statt auf Makro- vor allem auf der Mikroebene erfolgt.



Autonomie bei parametrischen Systemen

- Mathematisch betrachtet wird die Stabilität der stationären Schwingungen eines selbst-erregten Systems von einer Funktion beherrscht, die **Liapunow-Funktion** genannt wird. Diese hat die bemerkenswerte Eigenschaft, dass sie **für die stabilen Zustände gegen einen maximalen oder minimalen Wert strebt**.
- In der „**Thermodynamik des isolierten Teilchens**“ hatte bereits der **Physiker de Broglie** explizit darauf hingewiesen, dass die **Schwankungen der Masse einzelner Teilchen als Folge des ständigen Energieaustausches** mit dem subquantischen Milieu zu interpretieren ist. **D.h., jedes Materieteilchen steht in ständigem Kontakt mit dem Wärmereservoir des subquantischen Milieus.**



Motor-Generator-Kombinationen im Resonanzbetrieb (Rotoverter)

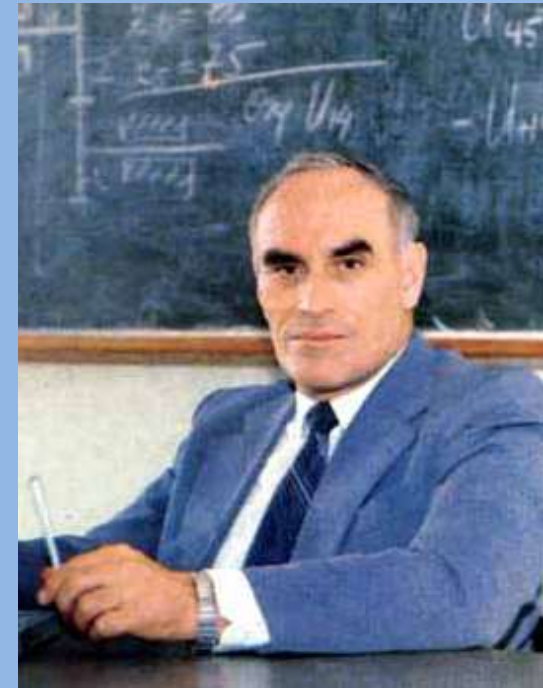
- Weltweit gibt es Dutzende von Erfindungen, die auf einer **Kombination von Motoren, Übersetzung mit Unwuchtelementen und Generatoren** beruhen.
- Allen solchen Systemen ist gemeinsam, dass Sie eine **höhere Leistung abgeben, als sie aufnehmen**. Dies ist nur möglich, wenn Energie aus einer Zusatzquelle einströmt.
- Die Verstärkung des Systems von Torrez errechnet sich zu **256%**, was einem $COP = 2.56$ entspricht.
- Näheres bei www.borderlands.de/net_pdf/NET0113S4-6.pdf



Hector D. Perez Torres mit seinem **Resonanzkonverter**

Prinzipien der Mechanodynamik

- Ph. M. Kanarev, Professor für Theoretische Mechanik, **beschreibt** in der Einführung zur Mechanodynamik, **wie Systeme mit** einer mechanischen Effizienz von **über 100% aufgebaut sein müssen**.
- Experimente mit solchen Anlagen gibt es in Russland, Europa und anderen Ländern.
- **Laut Prof. Kanarev zeigen die** theoretischen **Berechnungen** klar auf, dass die mechanische **Effizienz von Unwuchtmaschinen grösser als 100% sein kann**.



Professor Philipp
M. Kanarev aus
Krasnodar

Literatur: www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/10044.html

Konstruktions-Beispiel

Im Jahr 2003 hat die Gruppe um V.V. Marukhin ein Widdersystem gebaut (Turbine rechts) und in 33 m Tiefe mit Halteseilen von einem Schiff aus im offenen Meer versenkt und getestet.



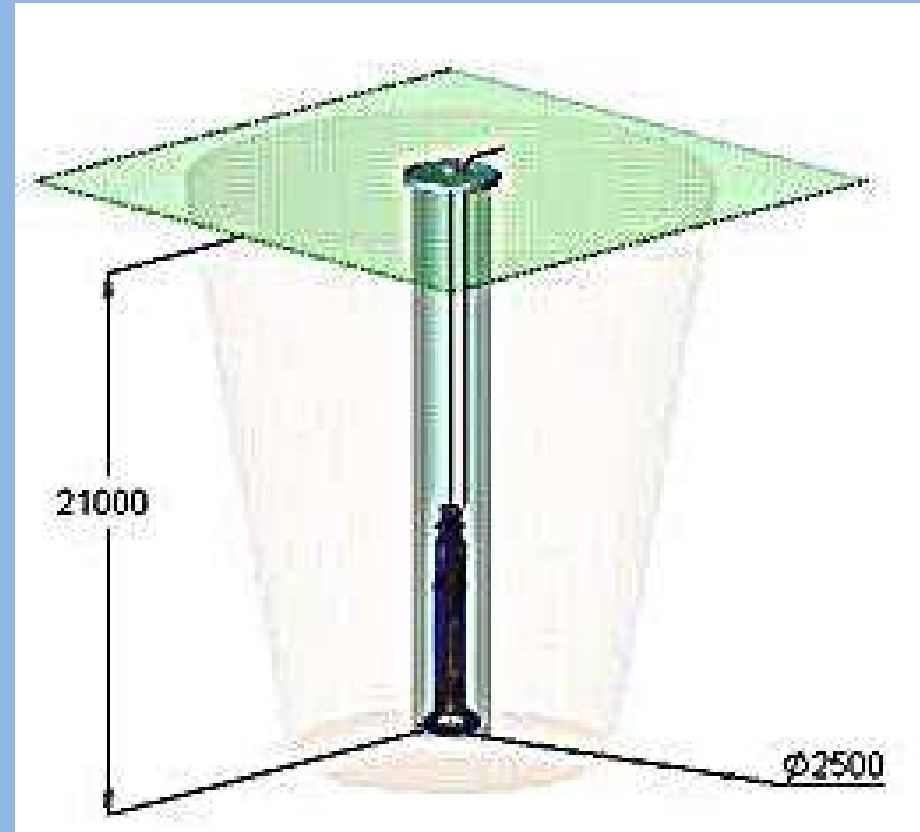
Die gemessene Leistung von 93 ± 8 kW lag fast bei der berechneten Nennleistung von 97 kW (bei 6 kV Spannung). Das Gewicht Anlage betrug 4'840 kg einschliesslich Turbine und Generator. Das System arbeitete Tag und Nacht, wie vorausberechnet.

Vorteile des Resonanzwidders

- **Resonanzwidder können sowohl im Meerwasser als auch in Seen, Teichen, Flüssen sowie in künstlichen Wasserreservoirs arbeiten.**
- **Es wird keine Wasserzufuhr benötigt wie bei Lauf- oder Speicherkraftwerken.**
- **Resonanzwidder können das gepumpte Wasser auf eine höhere Temperatur erwärmen.**
- **So erhitzt sich Wasser bei einer Anlage von 500 kW, das in einen Vorratsbehälter geleitet wird, in 20 m Tiefe von +15 Grad auf bis zu +75 Grad.**

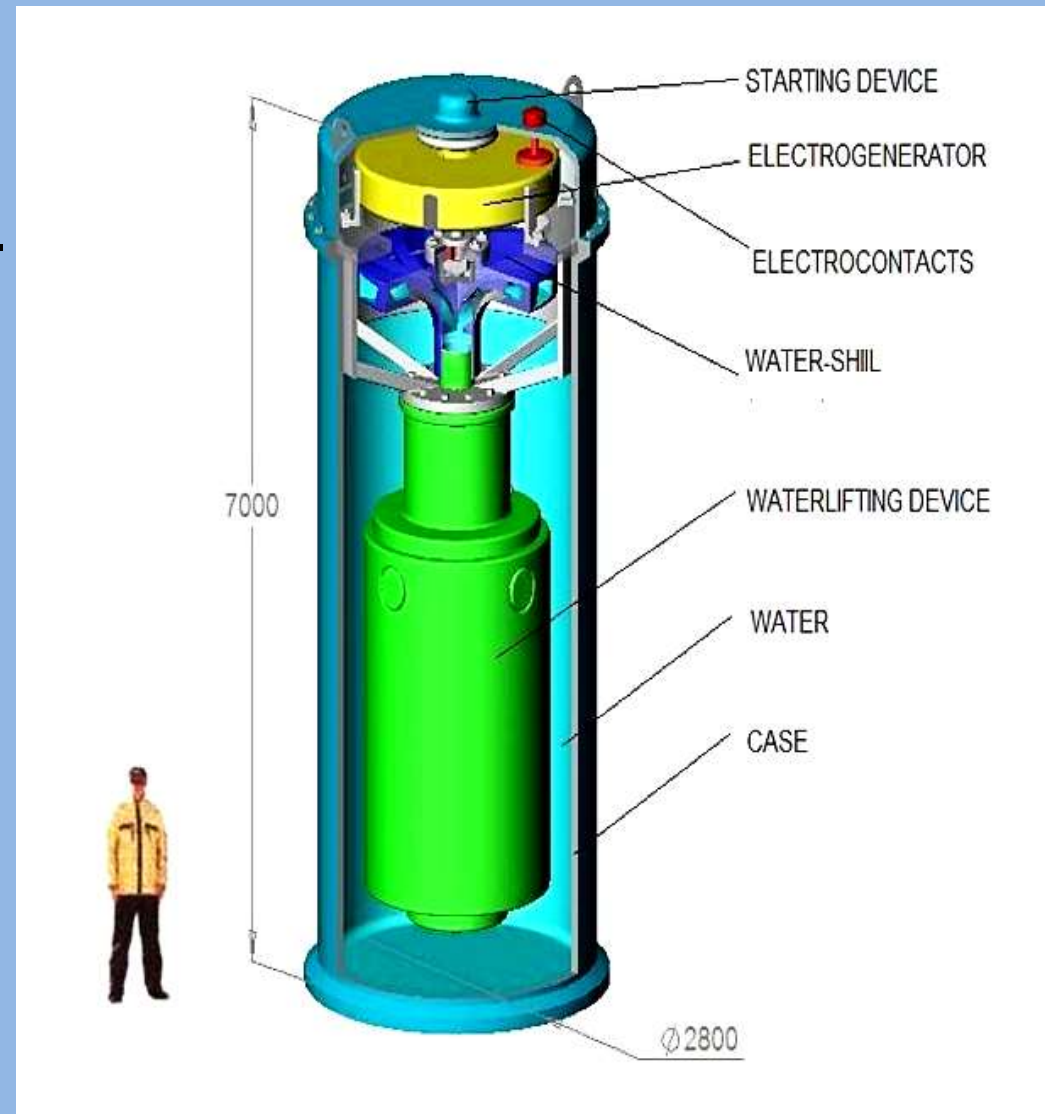
Senkrechte Bauversion

- Resonanzwidder sind auch in senkrechter Bauform funktionsfähig.
- Optimierte Anlagen von 500 kW haben eine Höhe von 7.5 m bei 2.5 m Schachtdurchmesser.
- Ein Brunnenschacht hierzu braucht eine Tiefe von 21 m, um den Startdruck zu garantieren.



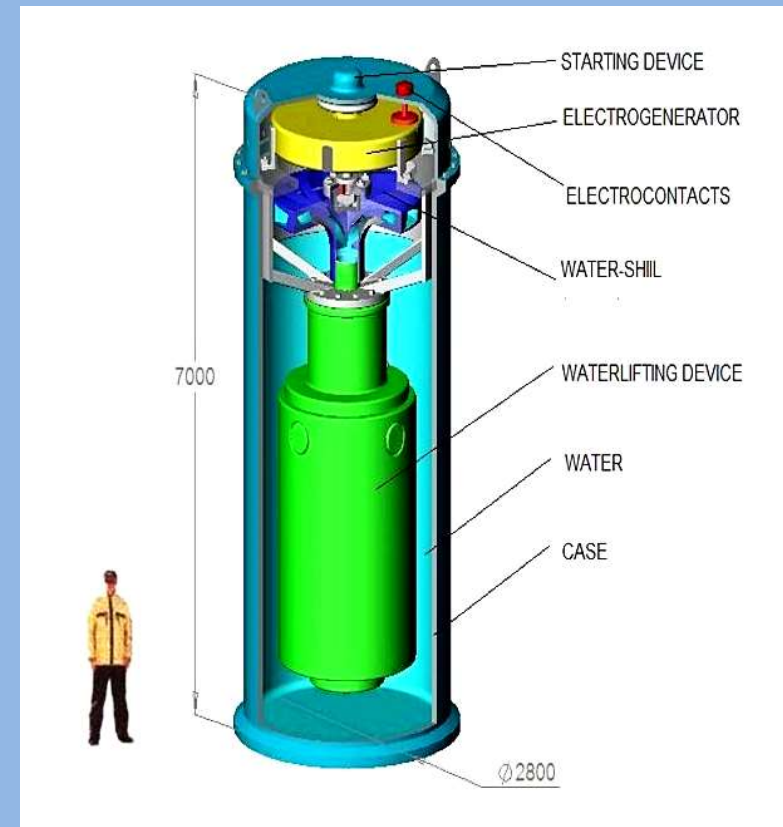
Verkauf bisheriger Anlagen

- Bis 2009 wurden mehrere Resonanzwider mit Leistungen von 1000 kW in Europa verkauft.
- Sie werden zur dezentralen Stromproduktion eingesetzt.
- Querschnitt im Bild:



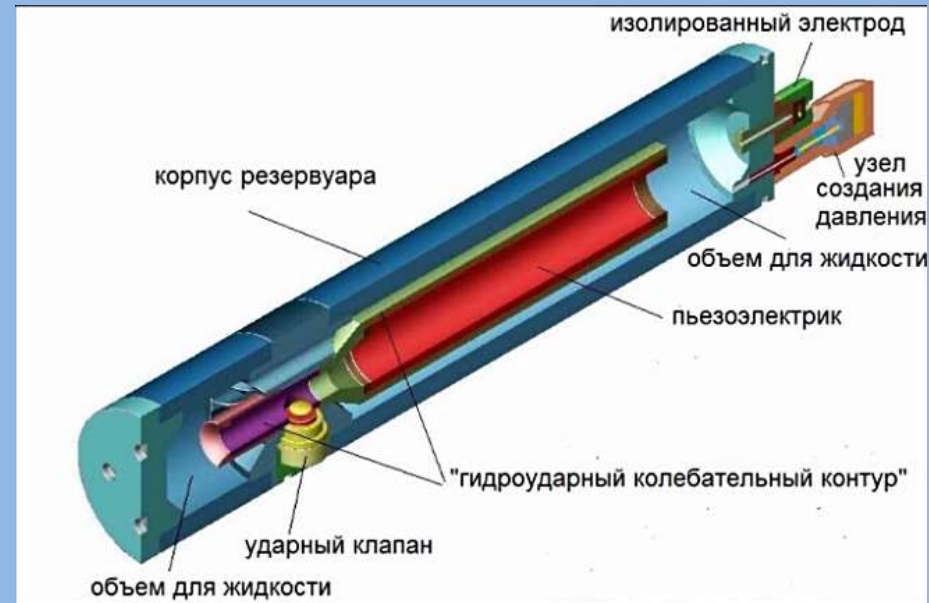
Eigenschaften dieser Anlagen

- Derartige autonome Widdersysteme sind relativ gross.
- Sie arbeiten im Hz-Bereich, müssen daher akustisch gut abgeschirmt werden.
- Sie benötigen zur Umwandlung der Wasserstösse in Elektrizität spezielle Generatoren, sogenannte Flettner-Generatoren.



Neuentwicklung seit 2009

- Die neueste Erfindung von **Dr. V. V. Marukhin** ist wesentlich kompakter und kleiner aufgebaut.
- Dieser hydraulische Energiekonverter HEG ist auf eine maximale Leistung von 1 MW ausgelegt.
- Er hat eine Höhe von 80 und einen Durchmesser von 20 cm.
- **Die Umwandlung** der dynamischen Vibrations-Energie geschieht bei 3'000 Hz über **piezoelektrische Keramikröhren bei einem mittleren Druck von 2'500 bar.**
- Das Geräusch ist praktisch unhörbar (0,2 dB)



Besuch in einem Testlabor der RAS

- Wie aus dem Schnittbild hervorgeht, ist der meiste Teil der Röhre mit destilliertem Wasser (oder Glycerin) gefüllt, während sich im oberen Teil ein Luft- (oder Stickstoff-)Polster befindet.



- Im Betrieb schwingen bzw. vibrieren Wasser-/Luftteilchen ähnlich wie beim klassischen hydraulischen Widder in den inneren Röhren mit verschiedenem Querschnitt. Die Funktion der Ventile wird automatisch übernommen, indem bei Aufeinandertreffen von dynamisch variablen Hochdruck- und Niederdruckzonen ein zyklisches Hin- und Herschwingen der Wasserwellen ausgelöst wird.

Start des Schwingungssystems

- Der hydraulische **Energie-Konverter benötigt zum Start eine starke Druckwelle** und läuft dann kontinuierlich weiter.
- Der **Druckstoss wird** über ein seitlich angebrachtes **Schockventil** durch Explosion von ca. 2 Gramm Schwarzpulver **ausgelöst**.
- Es ist nicht erforderlich, den nach dem selbsttätig schwingenden **Fluid-Oszillations-Generator (FOG)** abzuschalten, wenn keine Abnahme von Energie erfolgt.
- Die **Energie wird über** die Kopplung an die **Schwingungen** der Atome der Stahlröhre bzw. des Fluids abgenommen.



Neuentwicklung seit 2009

- In dem am 30.1.2014 erteilten eurorasischen Patent ist eine realisierbare **Leistung von 65 kW bis 65 MW** angegeben.
- Die heute lizenzierten Anlagen leisten zwischen **20 kW und 1'500 kW**, wobei die Produktionskosten günstig sind.
- **Die rechts abgebildete Anlage produziert eine Leistung von 1'000 kW.**
- Sie ermöglicht eine **Energiegewinnung durch Kopplung an nukleare Schwingungsenergie.**



Besuch bei Dr. V. V. Marukhin in Moskau

- In der dritten Juliwoche 2016 haben **Repräsentanten von Firmen aus der Schweizer und Deutschland** sowie einer BENELUX-Firmengruppe **Dr. V.V. Marukhin sowie V. Koutienkov** und seine Ingenieure in Moskau **besucht**.



- Ziel war es einerseits, **tieferen Einblick** in die Technologie **zu bekommen**.
- Zweitens wurde diskutiert, **wie sich die neue Technologie wirtschaftlich rechnet**.
- Drittens wurden **Gespräche** darüber geführt, **zu welchen Lizenzbedingungen** Geräte vermarktet werden können.

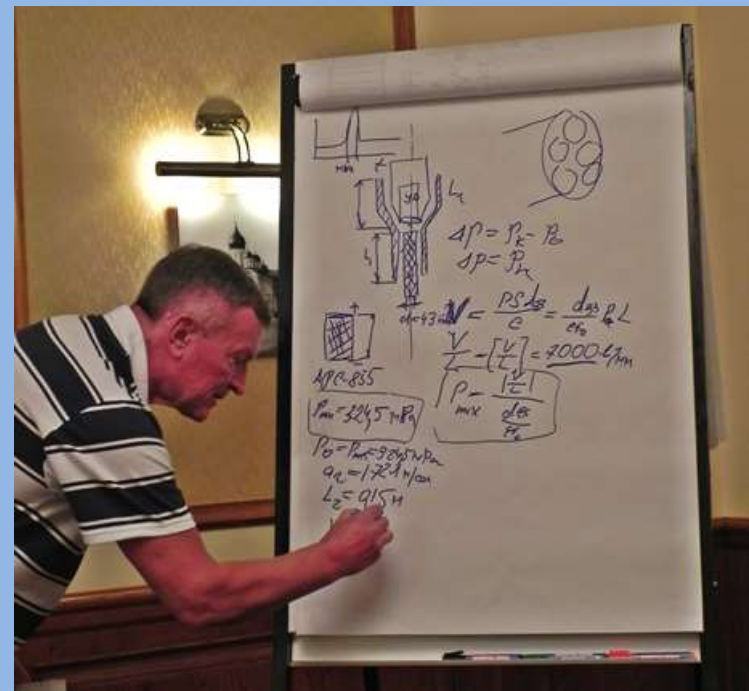
Besuch bei Dr. V. V. Marukhin in Moskau



- Aus Holland begleitete uns ein Elektronik-Ingenieur sowie ein Maschineningenieur.
- Als sachkundiger Stadtführer und Übersetzer erwies sich **Pavel Elfimov** (Raketeningenieur) aus St. Petersburg.

Besuch bei Dr. V. V. Marukhin in Moskau

- In einem Konferenzraum des Hotels Marriott Courtyard **erklärte Dr. Marukhin**, der von einem Ingenieur der Moskauer Firma «Future Energy» begleitet war, **die Theorie** seiner speziellen Energietechnologie.
- Die Übersetzung vom Russischen ins Deutsche und vice versa besorgte ein professioneller Übersetzer.
- Zahlreiche technische Fragen konnten bei den intensiven Diskussionen geklärt werden.



Meeting mit Dr. V.V. Marukhin sowie Besuch der Russischen Akademie der Wissenschaften



Am Vormittag des 20.7. 2016 gab es weitere intensive Meetings mit Dr. Marukhin, wo sowohl technische Detail, aber auch Lizenzfragen besprochen wurden.



Am Nachmittag konnten wir in Begleitung von V. Koutienkov ein Labor der RAS besuchen und eine 1-MW-Anlage besichtigen.

Besuch in einem Testlabor der RAS

Das bei der Russischen Akademie der Wissenschaften gezeigte 1-MW-Gerät dient zu Schulungszwecken, war aber nicht in Betrieb.

Damit eine 1-MW-Anlage in Betrieb gehen kann, müssen die hydraulischen Schwingungen durch einen Explosionsschock

gestartet werden. Zuvor wird der Stahlbehälter über ein oberes Ventil mittels einer Hochdruckvakumpumpe oder über mehrere Schritte mittels kleiner Pulverexplosionen auf den erforderlichen Betriebsdruck gebracht. Dieser liegt je nach gewünschter Max.-Leistung bei 2'000 ... 3'000 bar.



Besuch in einem Testlabor der RAS

Der zum Start der ungedämpften hydraulischen Hochdruckschwingung erforderliche Impuls-Stoss wird über eine kleine ringförmig und elektrisch gezündete Pulverladung in einem speziell konstruierten seitlich eingeschraubten Stossventil ausgelöst. Der «Schuss» erfolgt in einer Explosionskammer.

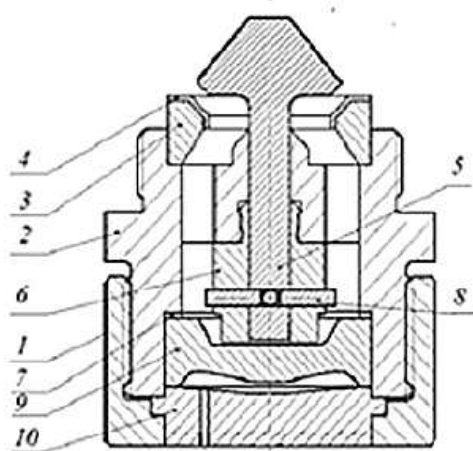


Рис.20. Конструктивная схема и внешний вид ударного клапана



Elektronische Kontrolle des Starts

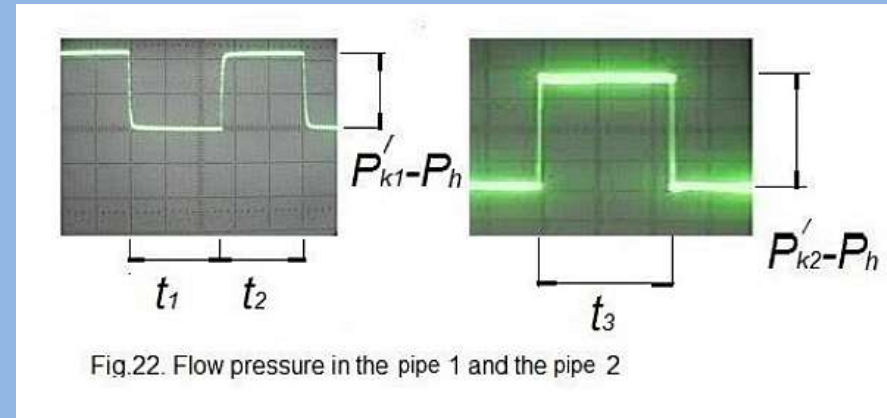


Beim Start werden die Druckschwingungen im Labor aufgezeichnet.

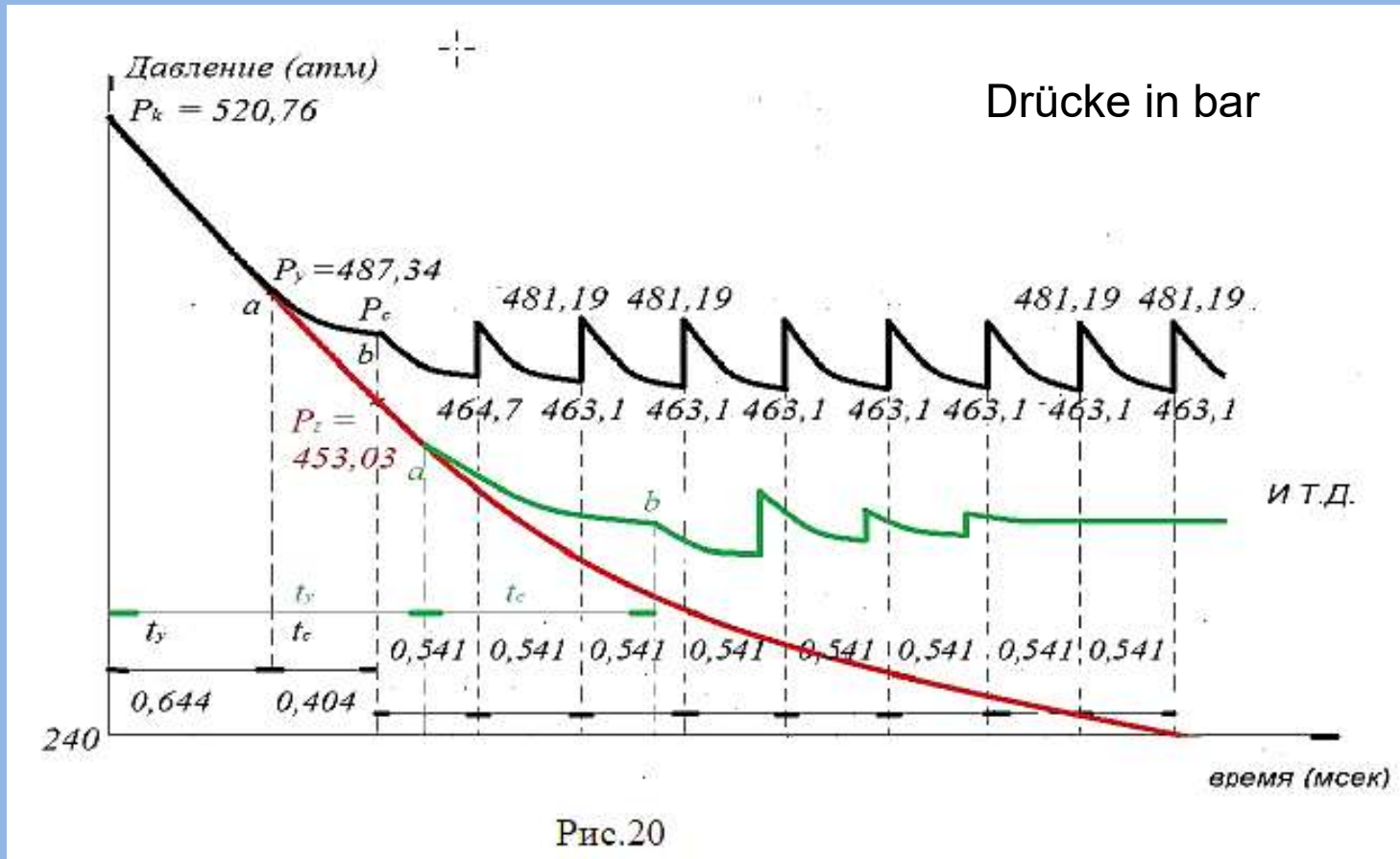
<https://yadi.sk/i/kXB4ir2CcKrmuQ>

Besuch in einem Testlabor der RAS

- Im stabilen Zustand erfolgen die **Schwingungen zwischen einem Maximal- und Minimaldruck.**
- Die erforderliche Energie zur Aufrechterhaltung der **Druckschwingungen wird direkt vom atomaren Kristallgitter der Metallröhren geliefert.**
- Insofern könnte man von einer Art «nuklearer» Energie sprechen. **Es handelt sich hier** jedoch nicht um eine Fusion, Spaltung oder um Elektronen-/Neutronenaustausch, sondern um eine **Ankopplung an nukleare Schwingungsenergie.**
- Diese Ankopplung geschieht über Subharmonische, weil die eigentliche **Vibronenschwingung der Nukleonen** in einem viel **höheren Frequenzbereich** angesiedelt ist.

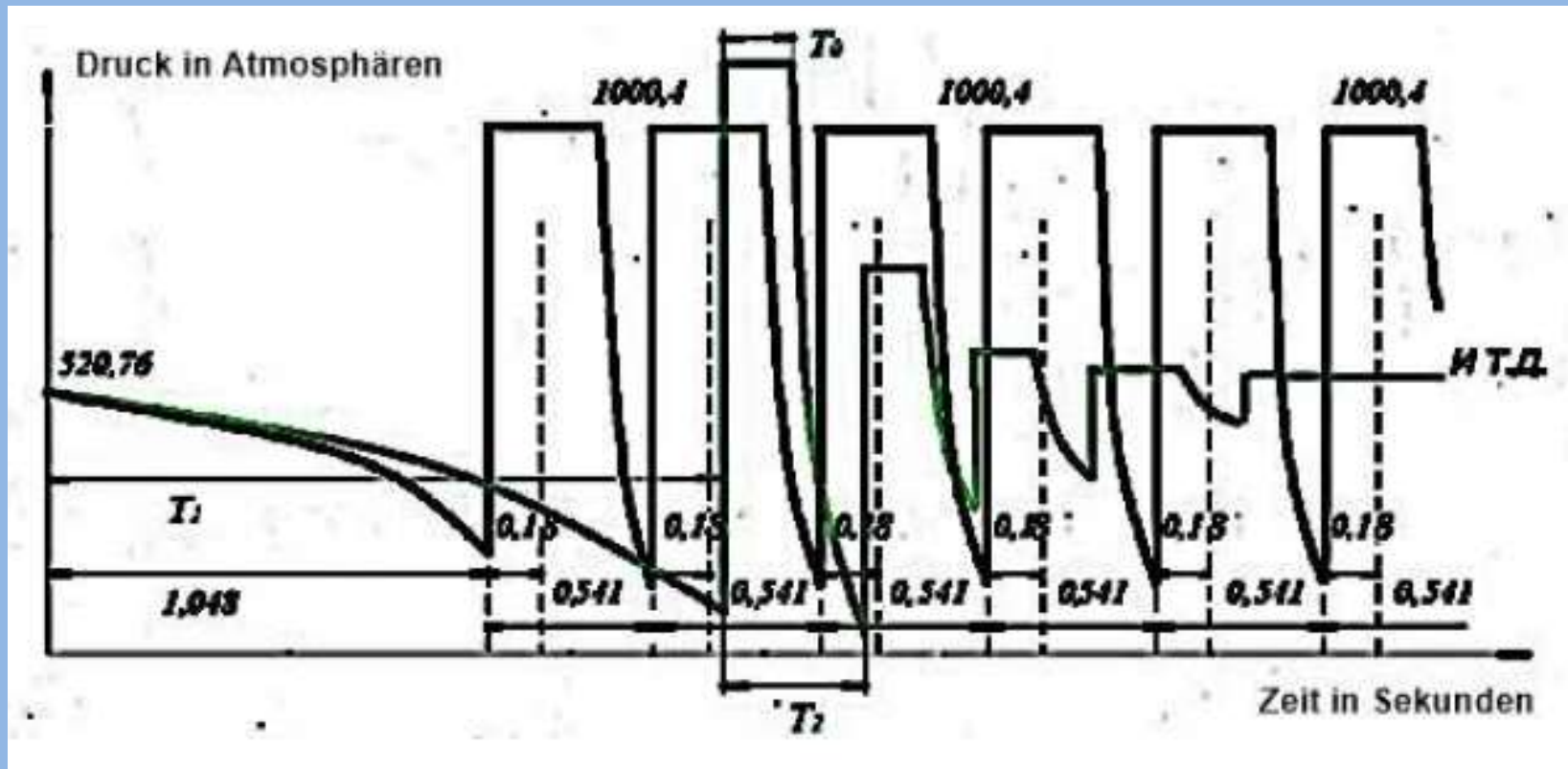


Aufbau der Druckschwingungen im Inertgas



Rote Kurve: Abklingender Druck nach Schockwelle ohne Schwingungsaufbau
Grüne Kurve: Aufbau der Schwingung mit abklingender Amplitude
Schwarz Kurve: Korrekter Aufbau einer Dauerdruckschwingung

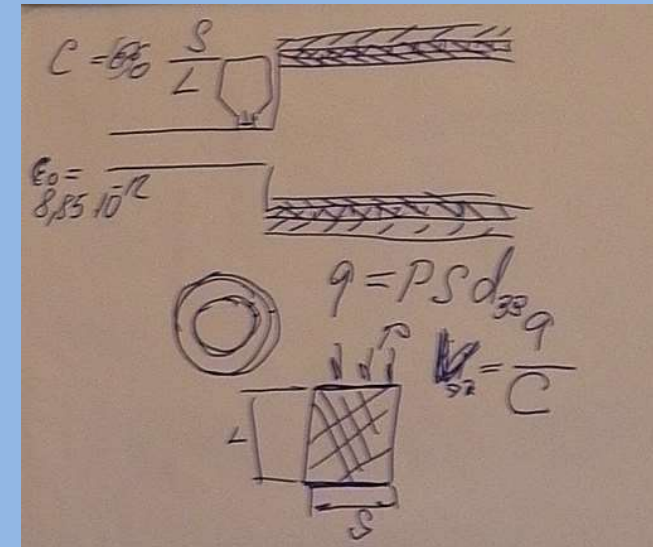
Aufbau der Druckschwingungen im Fluid



In diesem Diagramm sind die **fast rechteckförmigen Kurven der Druckschwankungen** des flüssigen Mediums dargestellt. Auch diese Pulsationen weisen steile Startflanken auf, haben aber wesentlich höhere **Druckänderungen**, z.B. zwischen 1000 bar und 200 bar.

Schwingungskonversion mechanisch - elektrisch

- Die heutzutage verfügbaren **piezo-elektrischen Keramik**-Energiewandler ermöglichen eine direkte **Umwandlung der mechanischen in elektrische Schwingungen**.
- Der Gesamtwirkungsgrad von der potenziellen Schwingungsenergie, die nach jedem zyklischen Start der nuklearen Energiewellen verfügbar ist, ist begrenzt.
- Da aber der «nukleare» Schwingungs-Lieferant unbegrenzt ist und kein Materialverbrauch auftritt, ist diese Art der Energietechnik ohne Konkurrenz.



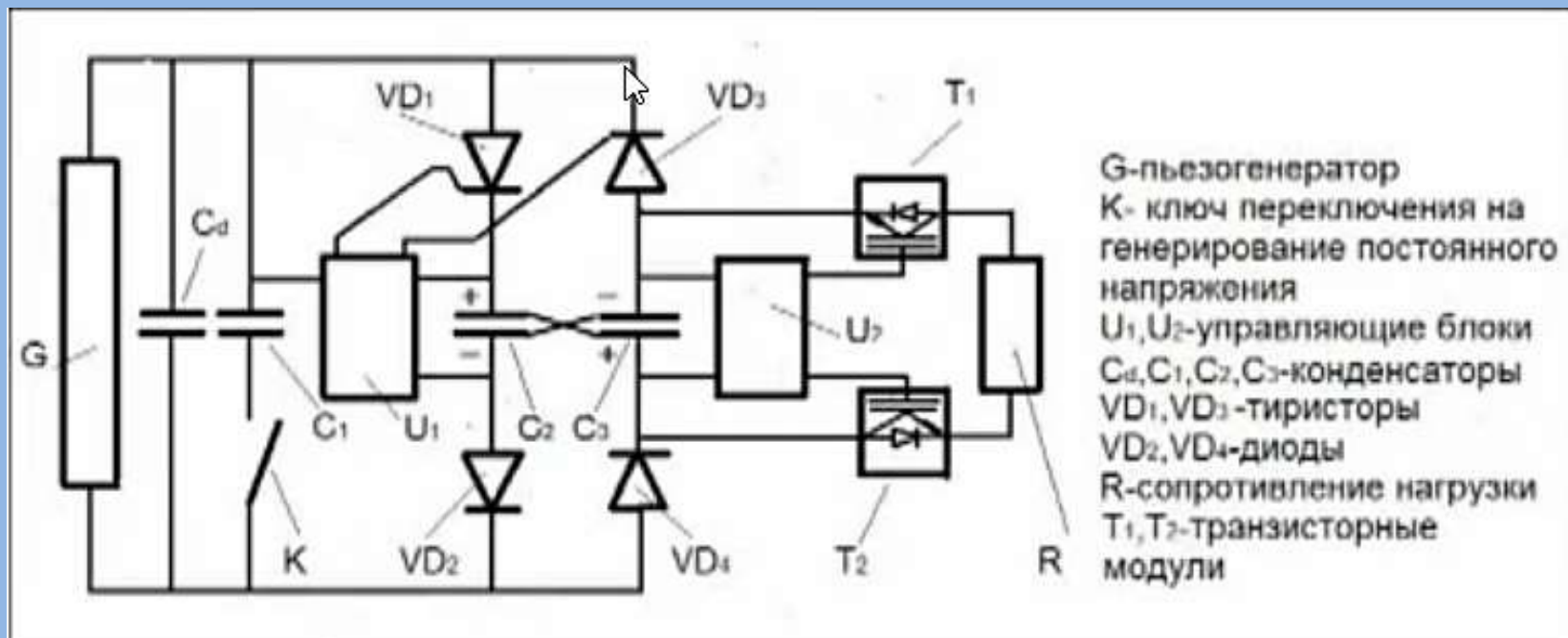
Besuch bei Dr. V. V. Marukhin in Moskau

- Die Umwandlung der mit hohem Druck in den inneren Stahlzylindern vibrierenden Wasserwellen geschieht über **piezoelektrische Keramikzylinderringe**.
- Diese erzeugen bei Druckschwankungen von einigen Tausend bar **Spitzenspannungen von bis zu 20'000 V**.
- Nach **Gleichrichtung und Umwandlung über IGBT-Schaltungen** steht die Ausgangsleistung z.B. als Drehstrom 400 V/50 Hz zur Verfügung.

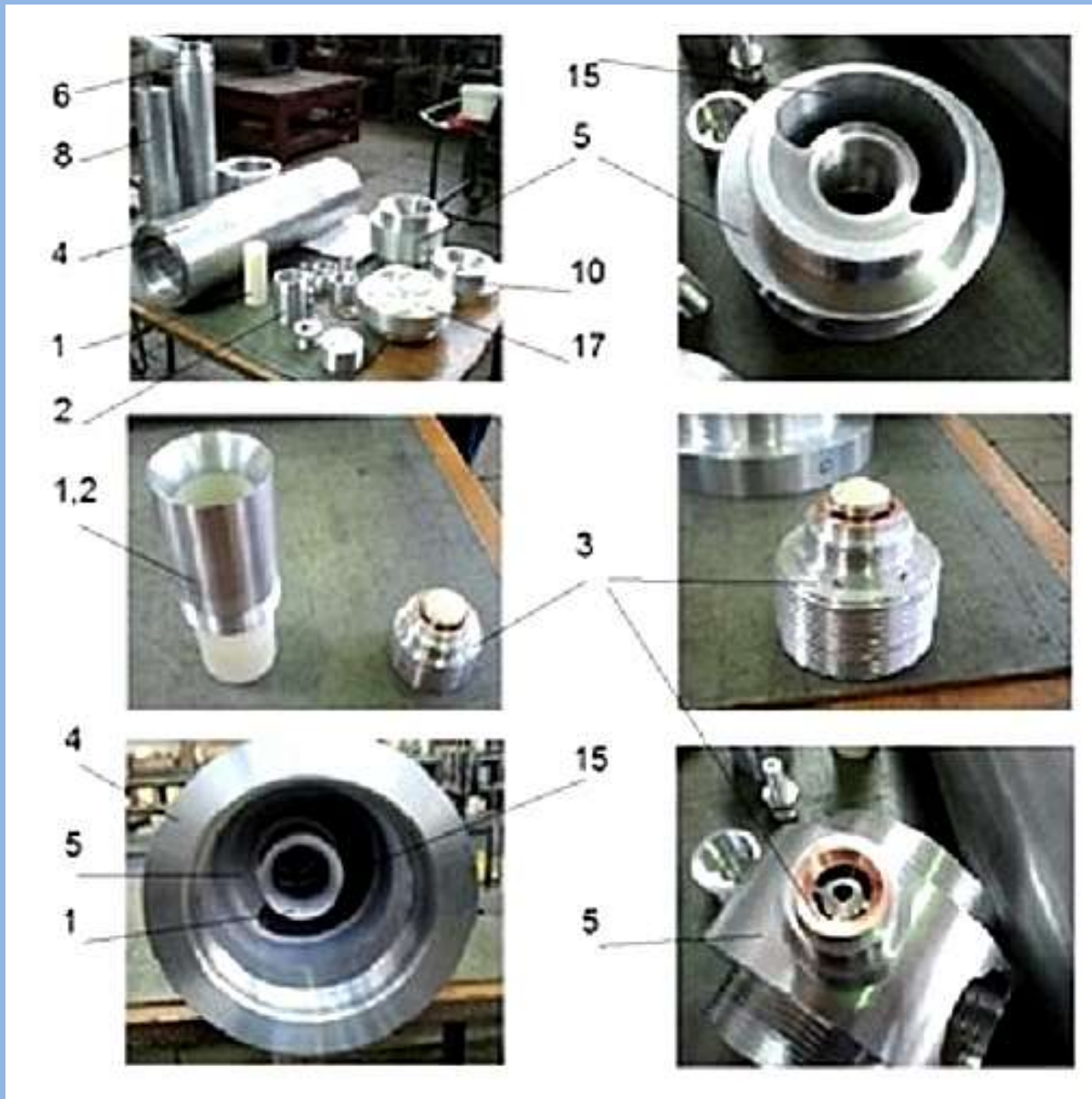


Umwandlung mechanischer Schwingungsenergie in Strom

- Schaltungsbeispiel mit Vierweggleichrichtung von 28'000 V mit 3'000 Hz und anschliessender doppelter Step-Down-Transformation mit IGBTs.



Einzelkomponenten



Umwandlung der DC-Hochspannung in niedergespannte AC-Spannung

- Die elektrische Leistung wird über Zentral-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 Gleichspannungen bis zu 1'500 V in Drehstrom bis zu 690 V/50 Hz umsetzen kann bei einer Gesamtleistung von bis zu 2 MW.



Präsentation von Dr. Marukhin in Moskau

- Dr. V.V. Marukhin zeigte auch kleine Geräte, die für Spezialanwendungen produziert und eingesetzt werden.
- Diese sind etwa so gross wie eine Coca-Cola-Dose und erreichen eine Leistung von 20 kW.
- Die technischen Anforderungen an die Präzision der Bauelemente sind jedoch ausserordentlich hoch, weshalb derartige Geräte für eine Massenproduktion zu teuer sind.
- Dr. V.V. Marukhin schickte uns am 22.8.2017 einen Film von einer solchen «Coladose», an die sukzessive drei Lampen von vielleicht zusammen 300 Watt angeschlossen wurden.



Film von Dr. Marukhin vom 21.4.2018

<https://yadi.sk/i/jlSEo51I3MEzb2>



Film von Dr. Marukhin vom 21.4.2018

Kommentare zum Film:

- Dauer des Films: 16:04 Minuten
- Volumen der Dose (geschätzt): 0,1 Liter
- Volumen des "Spannungs-Inverters": 0,11 Liter
- Geschätzte Lampenlast: $3 * 100 \text{ W} = 300 \text{ W}$
- Spannungsabfall (Leerlauf) zu Voll-Last: $224 \text{ V} - 220 \text{ V} = 4 \text{ V}$
- Ermittelter Innenwiderstand: $4 \text{ V} / 1,36 \text{ A} = 2,93 \text{ Ohm}$
- **Zum Vergleich:**
- Energie-Inhalt von Lithium-Batterien: 800 Wh/Liter
- Energie-Inhalt in 0,1 Liter: 80 Wh
- In 16 min. wird eine Energie verbraucht von $300 \text{ W} * 16 \text{ min} / (60 \text{ min/h}) = 80 \text{ Wh}$, d.h. die "Dose" wäre entleert.

Film von Dr. Marukhin vom 21.4.2018

<https://yadi.sk/i/rOkbDDmw3UbKU2>



Film von Dr. Marukhin vom 21.4.2018

Ein Lizenznehmer, der vor einigen Jahren eine Lizenz für ein Modul mit einer maximalen Leistung von 20 kW erworben hat, machte kein Geheimnis und schickte ein Video, das einen weiteren Test dieses Moduls zeigte.

In diesem Modultest wird der Hochspannungswandler so demonstriert, indem eine **Hochspannungsentladung über den Lichtbogen** sichtbar ist.

Zur gleichen Zeit war die Nutzlast ein herkömmlicher elektrischer Wassekocher, in dem ungefähr 2 Liter Wasser in ungefähr 400 Sekunden kurz vor dem Siedepunkt erhitzt wurden.

Die von dem Modul abgenommene Energie betrug ungefähr 1700 Watt. Dabei ist zu beachten, dass nach der Erhitzung des Wassers der Kocher geleert und erneut gefüllt wurde.

Film von Dr. Marukhin vom 21.4.2018

Dieses Video ist nur eine kleine Episode eines langen Videos, das 24 Stunden dauert.

Die Datenmenge hierzu beträgt 42 GB.

Der Betreiber (der Lizenznehmer) **hatte** insgesamt **zweihundert-**

zehn (210) mal heißes Wasser in den Kocher gegossen und das erhitzte Wasser jedes Mal wegegossen. Insgesamt wurden auf diese Weise 210×2 Liter Wasser, also rund 3 Badewannen voll, bis zum Siedepunkt erhitzt.

Energie $W = 210 \times 2 \text{ kg} \times 75 \text{ Grad} \times 4,187 \text{ kJ} = 36,6 \text{ kWh}$



Film von Dr. Marukhin vom 21.4.2018

Thanks a lot for the new video! The energy to heat 2 kg water from 20 K° to 100 K° is $E = 2 \text{ kg} * 4,1897 \text{ kJ}/(\text{kg} * \text{K}^\circ) * 80 \text{ K}^\circ = 670,35 \text{ J} = 670,35 \text{ kWs}$

I see that the water is cooking after about 7,5 minutes or after 468 s. Therefore the needed power is $P = 670,35 \text{ kWs}/468 \text{ s} = 1,4324 \text{ kW}$.

But the efficiency of a water heater is normally some 80%. Therefore **we have to invest an electrical power of $1,4324 \text{ kW}/0,8 = 1,79 \text{ kW}$**

Film von Dr. Marukhin vom 21.4.2018

The volume of the module is perhaps $2,5 \text{ cm} * 2,5 \text{ cm} * 3,14 * 12 \text{ cm} = 236 \text{ cm}^3$ or 0,263 liter.

If we would use a battery with a power density of 800 Wh/liter we could store in the module maximal $0,263 \text{ liter} * 800 \text{ Wh} = 210 \text{ Wh}$.

But practically we would need some space to install the high voltage converter inside so I would say we have only space to install a battery with an energy storage of some $0,8 * 210 \text{ Wh} = 168 \text{ Wh}$.



Length of the arc: 2 cm corresponding to 33 kV

Komponenten zum HEG



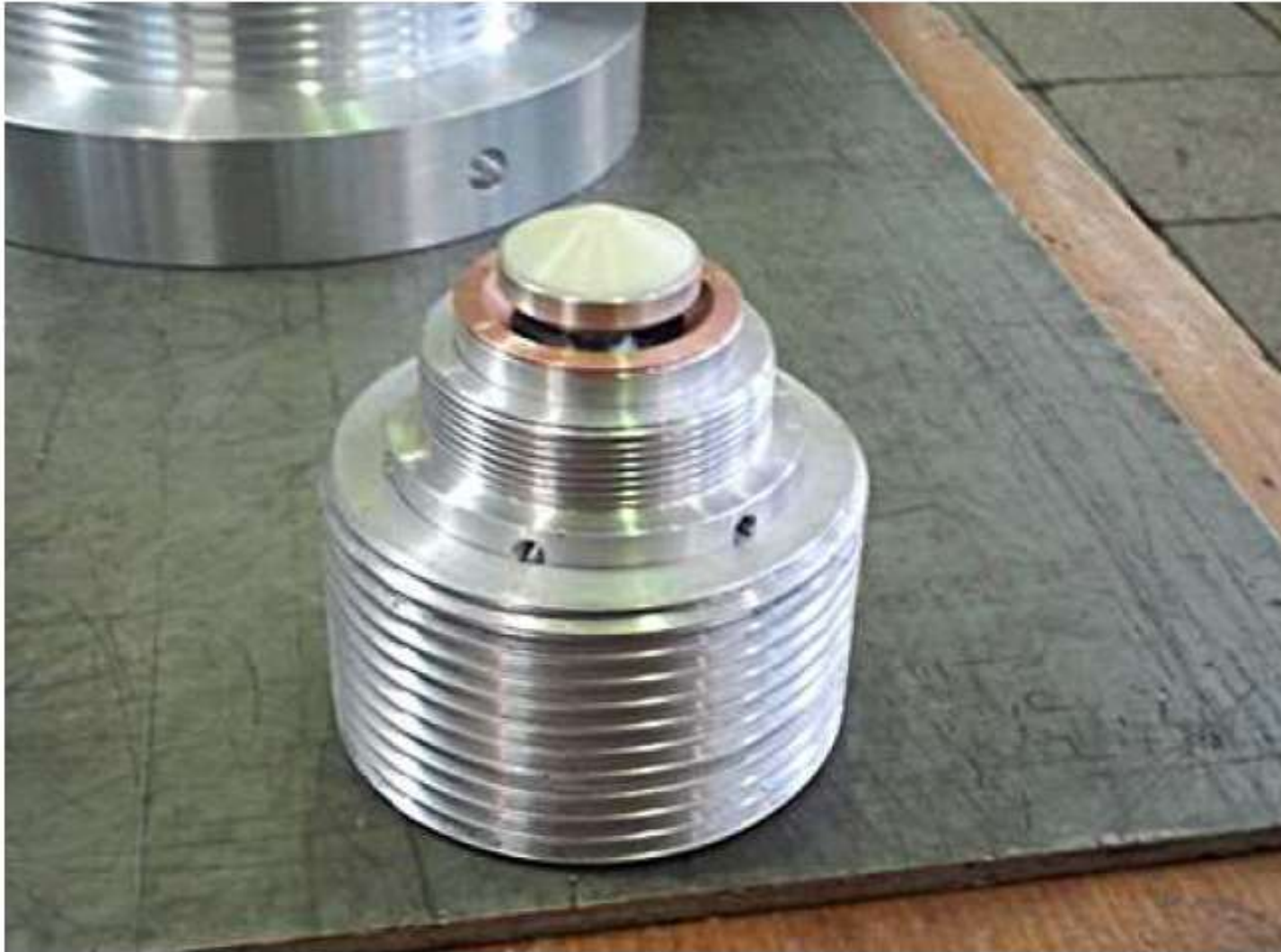
Marukhin-1-MW-System im Aufbau.

Komponenten zum HEG



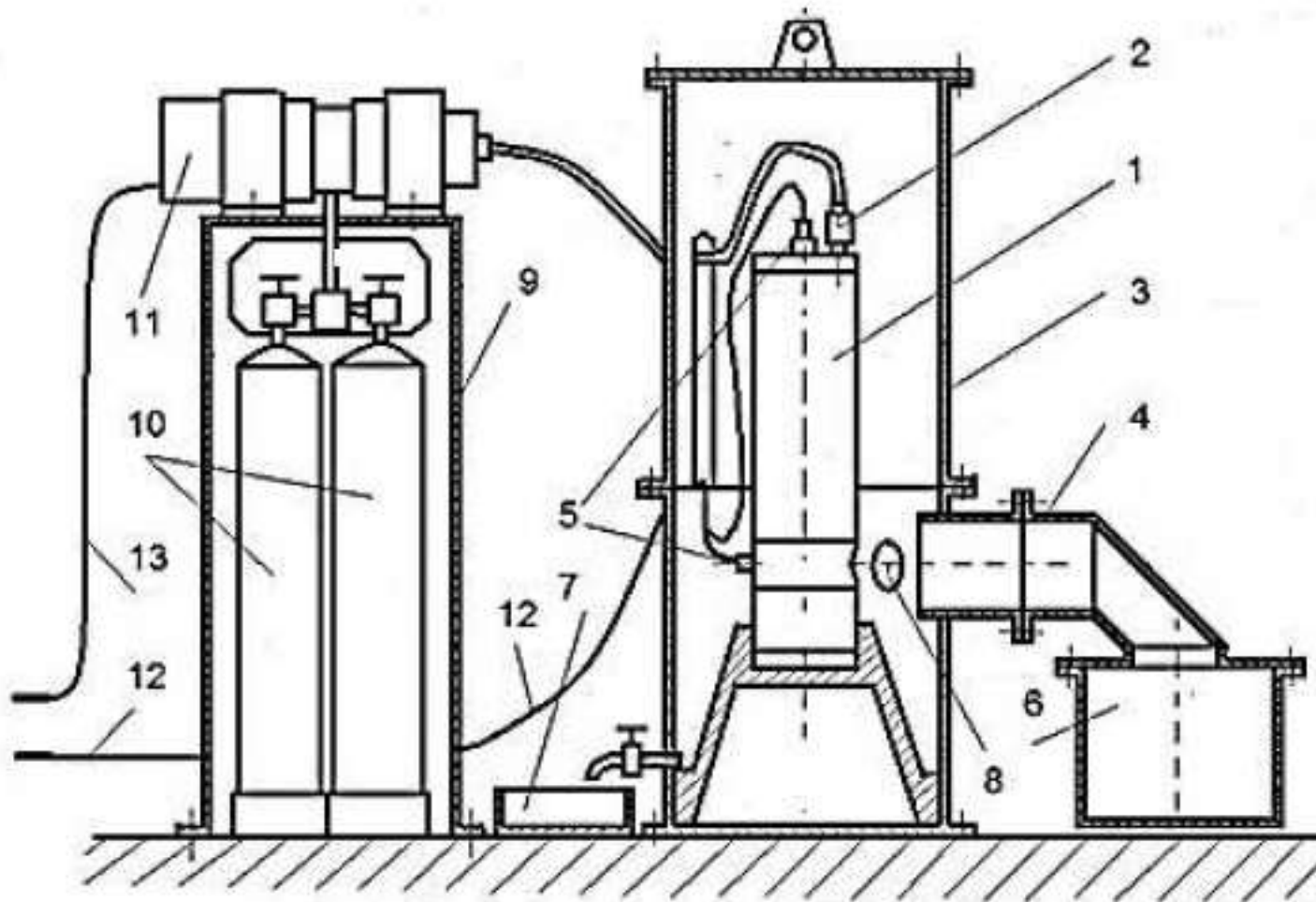
Stahlkomponenten, die für das Energieaggregat benötigt werden. Ganz rechts der Hauptzylinder, links davon die piezoelektrische Keramikröhre zur Umsetzung der hydraulischen Druckvibrationen in gepulste Hochspannung.

Komponenten zum HEG



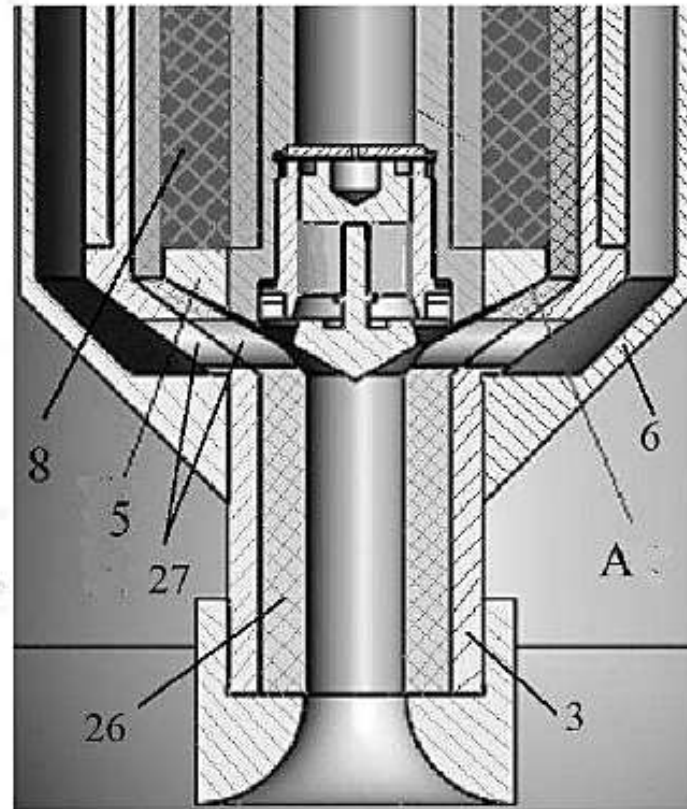
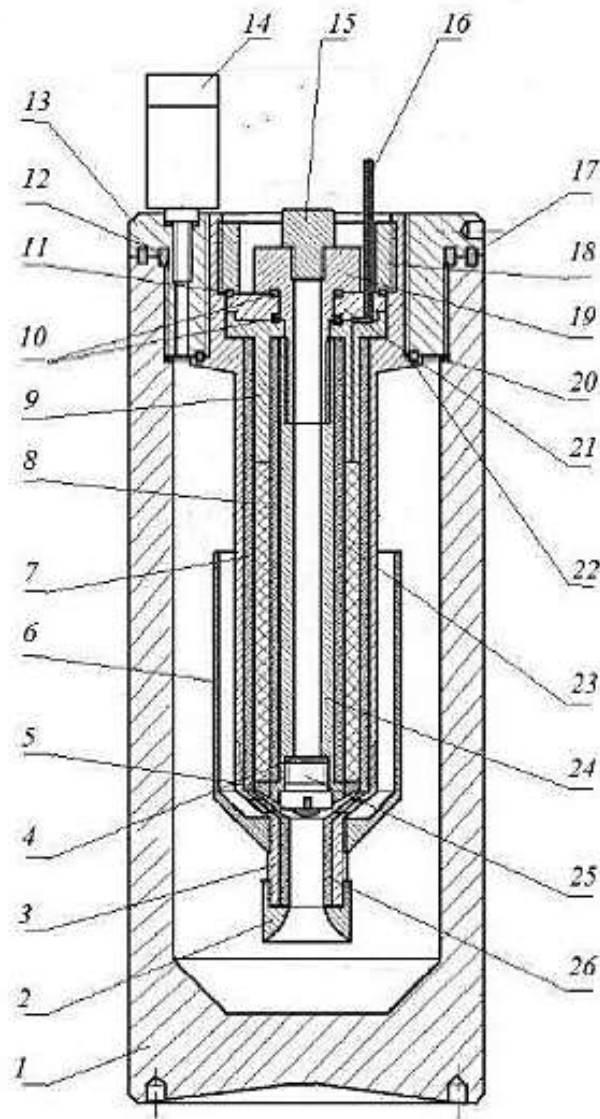
Schockventil mit Druckstößel.

Befüllung mit Hochdruckpumpe



Einrichtung zur Befüllung des Stahlzylinders über eine Hochdruckpumpe.

HEG-Anlage für 750 kW



Baugrößen von HEG-Anlagen



EGMY-750-19 für 750 kW

Abmessungen

Höhe: 50 cm, Durchmesser: 20 cm

Gewicht: 95 kg

Mittlerer Betriebsdruck: 300 MPA

Spannung am Ausgang: 6,3 kV

Ausgangsleistung: 750 kW

Max. Neigungswinkel: +/- 50 Grad

HEG AR500-20 für 500 kW

Höhe: 51,5 cm, Durchmesser: 14 cm

Gewicht: 37 kg

Mittlerer Betriebsdruck: 250 MPA

Spannung am Ausgang: 6,3 kV

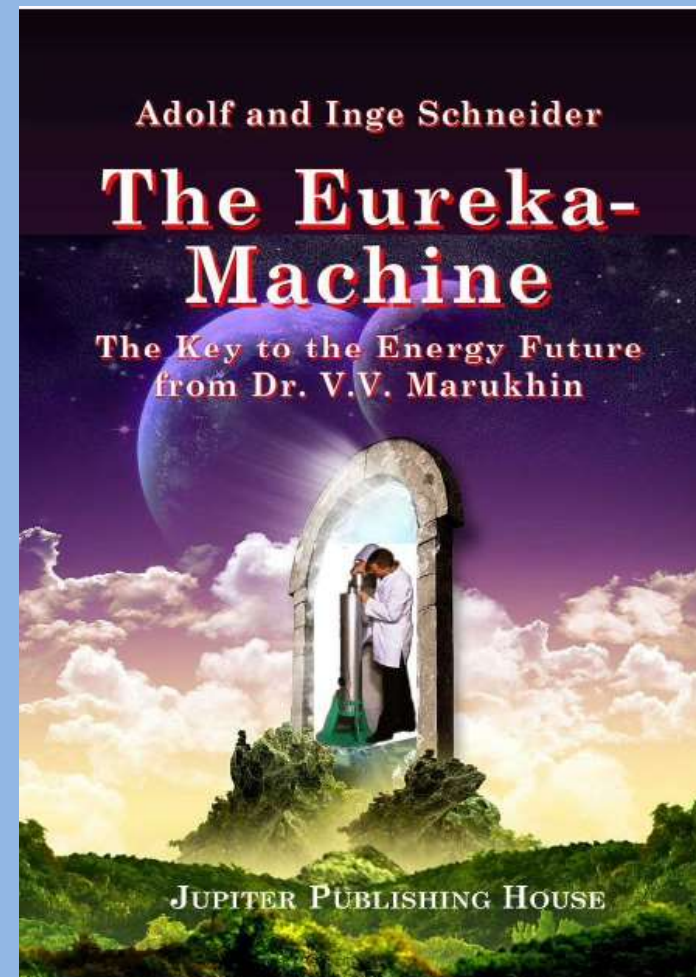
Ausgangsleistung: 500 kW

Max. Neigungswinkel: +/- 60 Grad

Einzelkomponenten eines HEG



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%20and%20world%20no%208%2084%20august%20vol%20i.pdf) S. 33-70