

**KINETIC POWER PLANT** 

Konzept und Leistungsbilanz 01.07.2019

Hartmut Dobler (E-Cat-Deutschland GmbH)





## **Kinetic Power Plant: Inhaltsverzeichnis:**

- 1. Beschreibung KPP
- 2. Berechnung KPP
- 3. Erklärungsversuch Ursprung / Wesen der im KPP wirkenden Energiequelle

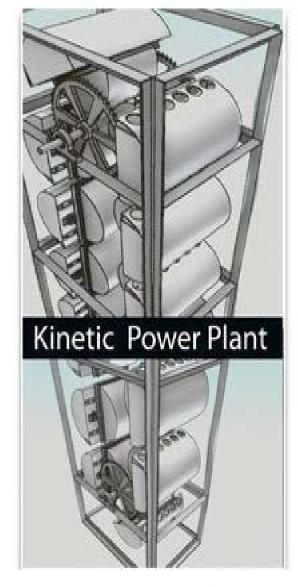
## 1. Kinetic Power Plant: Beschreibung

#### Das Auftriebskraftwerk besteht aus:

- Einem Paternoster mit montierten Schwimmbehältern (einseitig offen) in einem, mit Wasser gefüllten Tauchbecken.
- Einem Kompressor, der die Behälter mit Luft befüllt.
- Einem Generator, der mittels einem Kettengetriebe vom Paternoster angetrieben wird.

#### Ziel ist die Umwandlung von Energien

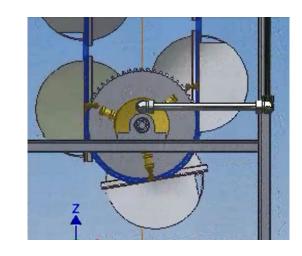
- Eingangsenergien:
  - Elektrische Energie des Kompressors
  - Auftriebsenergie der luftgefüllten Behälter
- Ausgangsenergie:
  - Elektrische Überschussenergie am Generator
- Verlustenenergien:
  - Energien zur Überwindung von Reibungsverlusten, Generator Widerstand und Wasserwiderstand etc.

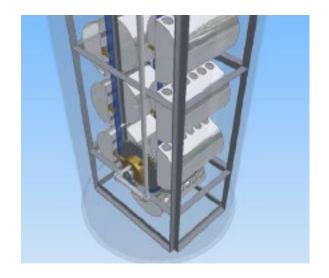




## 1. Kinetic Power Plant: Beschreibung

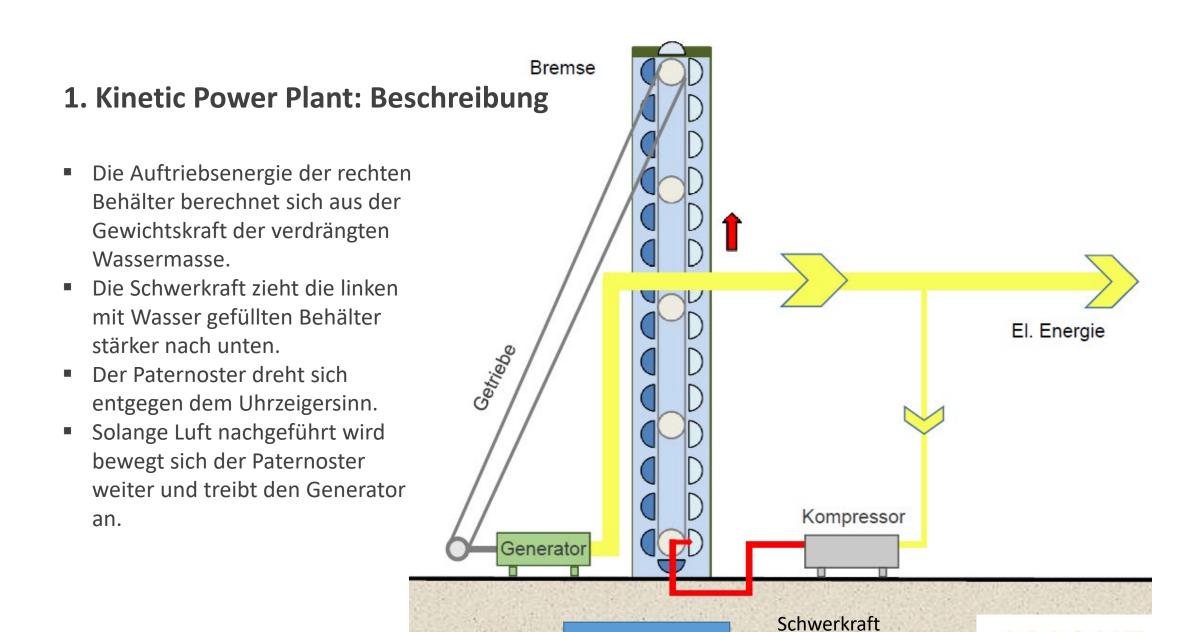
- Ein Kompressor komprimiert Luft und bläst diese unten in die Auftriebskörper deren Öffnungen sich unten befinden. (aufsteigende Seite)
- Das Wasser wird verdrängt. Der entstehende Auftrieb beschleunigt den Paternoster. Der Wasserwiderstand nimmt mit zunehmender Geschwindigkeit im Quadrat zu. Deshalb muss der Umtrieb im Paternoster gebremst werden, damit der Wasserwiderstand gering bleibt.
- Zur Bremsung wird die elektromotorische Gegenkraft eines Generator verwendet. Dieser generiert elektrische Energie.





- Der Kompressor wird von dem Generator elektrisch versorgt.
- Überschüssige el. Energie wird ins Netz / Kundenanlage abgegeben.
- Durch die Reduzierung der Luftmenge ist das KPP in seiner Leistung regelbar.
- Durch Abstellen der Luft und betätigen einer mechanischen Bremse wird das KPP abgeschaltet.





## 1. Kinetic Power Plant: Luftmenge und Auftriebskraft

Wasser

Die Auftriebskraft entspricht der Gewichtskraft der verdrängten Masse des Wassers.

**Bei Betrachtung ohne Reibung und Verluste** wird diese Masse mit der
"Ortskonstanten" g = 9,81 m/s² (wie beim "freien Fall") in Richtung
Erdmittelpunkt beschleunigt.

(keine konstante Geschwindigkeit)

Diese Energie ist umso größer, je mehr Behälter im Paternoster mit Luft gefüllt werden und je höher die "Fallhöhe" ist. Behälteröffnung oben: Wasser läuft in die Behälter Luft

Behälteröffnung unten: Eingefüllte Luft kann nicht entweichen und verdrängt so das Wasser im Behälter

Es darf keine Luft entweichen.
Das eingefüllte Luftvolumen muss an den herrschenden
Wasserdruck angepasst werden.





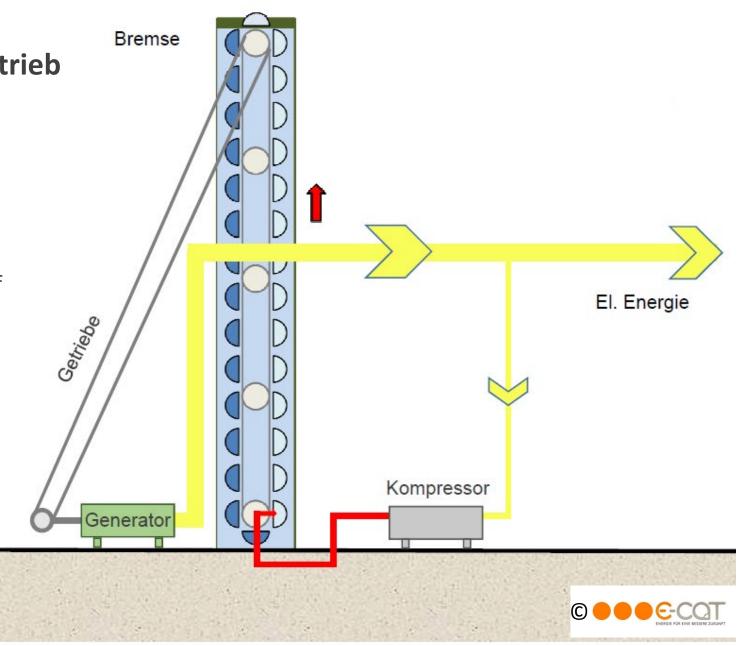
1. Kinetic Power Plant: Betrieb

#### **Start der Anlage:**

- Bei geschlossener Bremse wird die Röhre mit Wasser befüllt.
- Die Behälter mit Öffnung oben füllen sich mit Wasser.
- Durch lösen der Bremse treiben die mit Luft gefüllten Behälter auf und treiben den Generator an.
- Dieser induziert Strom und der Kompressor schaltet sich zu.

#### **Stoppen der Anlage:**

- Durch Schließen der Bremse bleiben noch mit Luft gefüllte Behälter in der Röhre stehen.
- Diese zerren nun kontinuierlich an der Kette und wollen aufsteigen. (Potentielle Startenergie)



## 2. Kinetic Power Plant: Berechnung

- A) Gewichtskraft / Massenunterschied
- B) Beziehung: Freier Fall / Aufzug
- C) Beziehung: Auftrieb im Wasser
- D) Füllvolumen und Kompressionsdruck
- E) Ermittlung der Kompressorleistung
- F) Berechnung der Auftriebsenergie
- G) Berechnung des Wasserwiderstands

## 2-A) Gewichtskraft / Massenunterschied

#### Gewichtssteine

10 kg

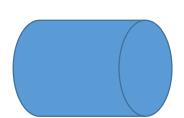
1 kg



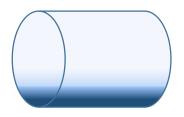


#### Behälter gefüllt mit

10 L Wasser



9 Liter Luft



1 L Wasser





Anziehung zum Erdmassen Mittelpunkt





### Änderung zum Bild links:

Veränderte Masse besteht aus Masse Behälter

- + Masse Wasserinhalt
- + Masse Luft





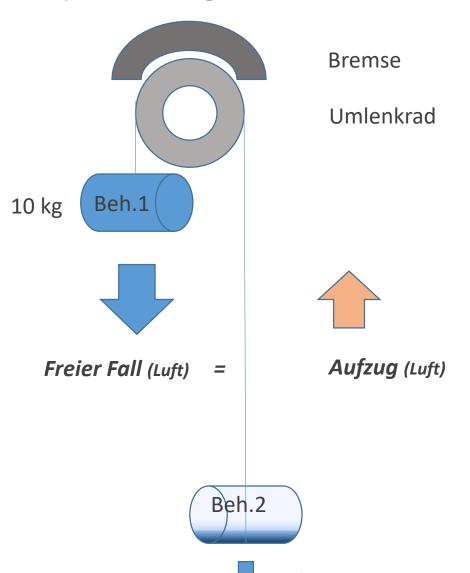


m = Masse Gewichtsstein in kg

Gewichtskraft =  $F(G) = m \times g$ 

g = Ortskonstante (berechnet nach Gravitationsgesetz ca. 9,81 m/s² bzw. N/kg)

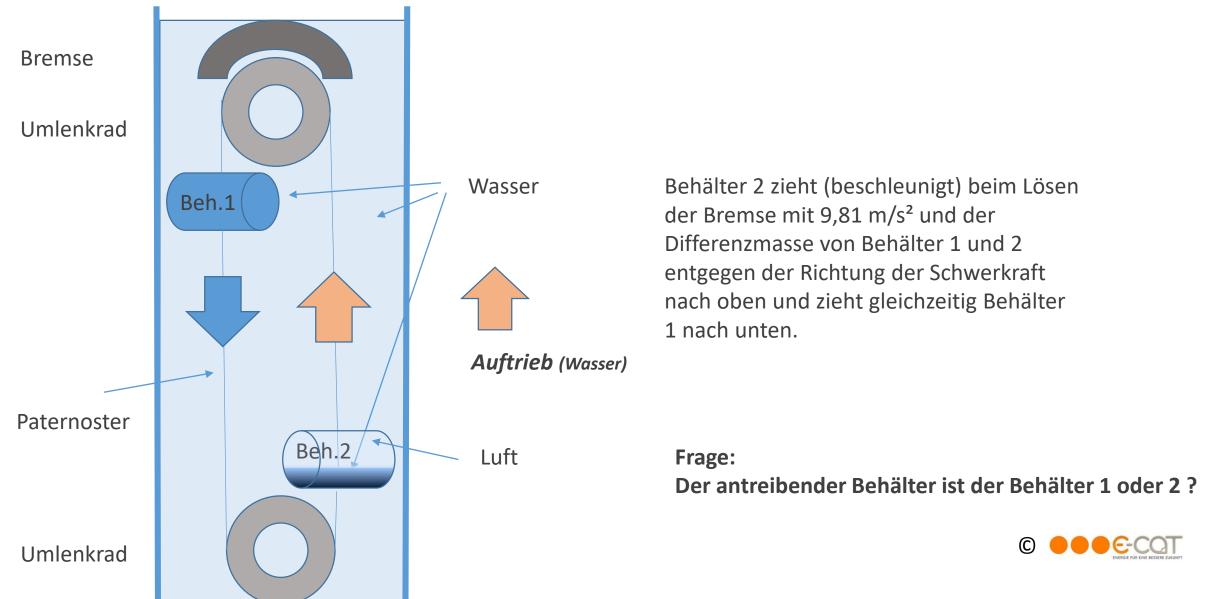
# 2-B) Beziehung: Freier Fall / Aufzug (Luft) (Widerstände werden nicht betrachtet!)



Behälter 2 wird beim Lösen der Bremse mit 9,81 m/s² und der Differenzmasse von Behälter 1 und 2 entgegen der Richtung der Schwerkraft beschleunigt.

Antreibender Behälter ist der Behälter 1

# 2-C) Beziehung: Auftrieb im KPP (Wasser) (Widerstände werden nicht betrachtet!)



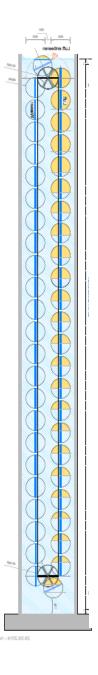
## 2-D) Kinetic Power Plant: Füllvolumen der Behälter

Wir füllen bei einer Wassertiefe von 10 mtr. nur ca. 50% Luft des Behältervolumen in die Auftriebskörper.

Beim Aufsteigen verringert sich der umgebende statische Wasserdruck. Das Luftvolumen nimmt entsprechend zu.

Am oberen Ende wollen wir max. 99% des Behältervolumens mit expandierter Luft gefüllt haben.

Der Einblasdruck der Druckluft in die Behälter muss den statischen Druck der Wassertiefe und den Widerstand zum Ausblasen des Wassers überwinden. Da die Öffnungen im Auftriebskörper sehr groß sind, ist der Widerstand zum Ausblasen des Wassers sehr gering.



## 2-D) Kinetic Power Plant: Füllvolumen der Behälter

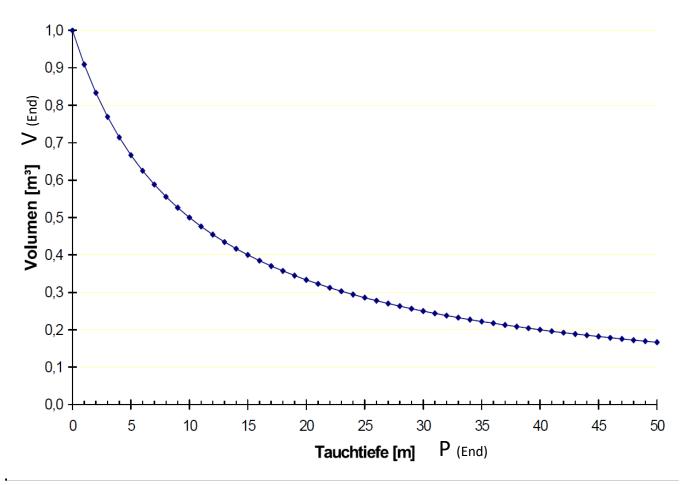
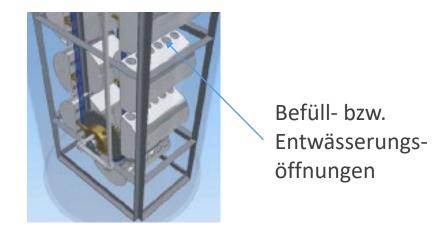


Abb.: Veränderung des Volumens einer abgeschlossenen Gasmenge mit der Tiefe entsprechend dem Gesetz von Boyle-Mariotte.

Nach der thermischen Zustandsgleichung idealer Gase nach Boyle Mariotte gilt:

$$V (End) = (P(atm) \times V (Beh, P(atm))) / P (End)$$





## 2-D) Kinetic Power Plant: Zu lieferndes Luftvolumen

Das Gehäuse-Volumen der Behälter beträgt ca. 150 Liter

Grundsätzlich darf nicht mehr Luft-Volumen eingefüllt werden, dass beim Austreten des obersten Behältern das Ausdehnvolumen der Luft ca. 99% des Behältervolumen erreicht.

#### Das Luft Füllvolumen (Vnn) der Behälter für die KPP-Anlage beträgt bei atm. Druck (nn)

100 kW (10 mtr.) ~ 100 Liter Anzahl der luftgefüllten Behälter: 20 Stk. 500 kW (25 mtr.) ~ 100 Liter Anzahl der luftgefüllten Behälter: 50 Stk.

#### Gesamtvolumen der Behälter (NN)

100 kW ~ 2000 Liter (NN) bei Wassertiefe 10 mtr. ~ 1000 Liter Druckluft 500 kW ~ 5000 Liter (NN) bei Wassertiefe 25 mtr. ~ 1462 Liter Druckluft

#### Maximal zu lieferndes kontinuierliches Luftvolumen

100 kW  $^{\sim}$  29 m<sup>3</sup> / Std. Kompressionsdruck Luft: bei 1 + 0,5 bar Kompressionsdruck Luft: bei 2,5 + 0,5 bar  $^{\sim}$  18,2 m<sup>3</sup> / Std. 500 kW





# 2-E) Kinetic Power Plant: Druckluftversorgung via Kompressor

Ein handelsüblicher Kolben-Kompressor übernimmt die Druckluftversorgung.

Beispiel: Fabr. Boge. Type SR 1330 10 bar



Liefermenge 1009 Liter/min = 60,5 m<sup>3</sup> / h (bei 8 Bar) nach EN-ISO 1217 Anh. C

Leistungsaufnahme: 7,5 kW el. (bei 8 Bar)

Nach Umrechnung auf den Nenndruck

P el Betrieb = Pel Nenn 
$$x \frac{Pnenn - P \ betrieb}{1 \ bar} x f \ Kdä$$

 $P \text{ el Betrieb} = P_{\text{el Nenn}} \times 52\%$ 

Leistungsaufnahme im Betrieb = 3,6 kW

Höchstdruck 10 bar. (Liefermenge nach EN ISO 1217 Anhang C) = 8 bar. 1009 Liter I/min.

# 2-E) Kinetic Power Plant: Berechnung der Verdichter-Arbeit

- via adiabatischer\* Zustandsänderung

### Temperaturänderung durch Verdichtung:

• Isentropenexponent für Luft:  $\kappa = 1.4$ 

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{\kappa - 1}{\kappa}} \qquad \Longrightarrow \qquad T_2 = \frac{T_1}{\left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{\kappa - 1}{\kappa}}}$$

■ Die Verdichtungsarbeit  $\Delta W$  in [J] wird wie folgt berechnet:

Stoffmenge für Luft bei 20°C: 
$$0.04157 \frac{mol}{l}$$

Universelle Gaskonstante 
$$R = 8.314 \frac{J}{mol \ K}$$

- T1 = Temperatur unkomprimierte Luft
- T2 = Temperatur komprimierte Luft
- P1 = abs. Druck unkomprimiert
- P2 = Druck komprimiert
- R = Univ. Gaskonstante
- K = Isotropenexponent
- n = Stoffmenge in mol
- W = Verdichtungsarbeit

# 2-E) Kinetic Power Plant: Berechnung der Verdichter-Arbeit

- via isothermer\* Zustandsänderung

Nach dem Gesetz von Boyle-Mariotte und der Zustandsgleichung eines idealen Gases gilt:

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

$$(= nRT = Konstant)$$

\* bei gleichbleibender Temperatur

■ Die Verdichtungsarbeit  $\Delta W$  in [J] wird wie folgt berechnet:

Stoffmenge für Luft bei 20°C:

$$0.04157 \frac{mol}{l}$$

Universelle Gaskonstante:

$$R = 8.314 \frac{J}{mol \ K}$$

$$\Delta W = nRT \ln \left( \frac{p_2}{p_1} \right)$$

Hierin ist n = Stoffmenge in mol



## 2-F) Kinetic Power Plant: Von der Kraft zur Arbeit

Für die Gewichtskraft gilt:

$$Fg = mg$$

Fg = Gewichtskraft in N

m = Masse in kg

g = Ortskonstante (Schwerebeschleunigung 9,81 m/s²)

Aus der Gewichtskraft des durch die eingeblasene Luft verdrängte Wassers berechnet sich die potentielle bzw. kinetische Energie.

Solange der Paternoster mit den mit Luft befüllten Behältern blockiert ist und an der Kette zerren, sprechen wir von potentieller Energie.

Durch lösen der Bremse setzt sich der Paternoster in Bewegung. Jetzt haben wir kinetische Energie. Es wird nun mechanische Arbeit verrichtet. Mechanische Arbeit = Kraft x Weg. W = F s

Energie ist in der Physik gespeicherte Arbeit.

Diese mechanische Energie wird im Generator in elektrischen Energie umgewandelt.



# 2-F) Kinetic Power Plant: Berechnung der Auftriebszeit eines Behälter

Formel 1 
$$S = \frac{1}{2}g t^2$$

Umstellung  $t = \sqrt{\frac{2S}{g}}$  t = 1,428 sec.

$$S = Strecke [m]$$
 10m

$$g = \text{Erdbeschleunigung (Ortskonstante)} [9,81 \text{ m/s}^2]$$

$$t = \text{Zeit [s]}$$

Ein Körper mit einer beliebigen Masse benötigt die Zeit (t) von 1,428 sec. im freien Fall bzw. dem ungebremsten Auftrieb, um eine Strecke (S) von 10 Meter (Zuglänge des KPP) zurückzulegen.

# 2-F) Kinetic Power Plant: Berechnung der erreichten Auftriebsgeschwindigkeit

Formel 2

$$v = g t$$

*t* = Zeit [s]

Umstellung

$$t = \frac{v}{g}$$

v = Fall/Auftriebsgeschwindigkeit [m/s]

 $g = \text{Erdbeschleunigung (Ortskonstante)} [9,81 \text{ m/s}^2]$ 

Ein Körper mit einer beliebigen Masse erreicht bei ungebremsten Auftrieb (Freier Fall), eine Geschwindigkeit ( $\nu$ ) von x m/s, je nachdem wie lange er auftreibt (fällt) (Betrachtung ohne Widerstände)

# 2-F) Kinetic Power Plant: Berechnung der ungebremsten Auftriebsgeschwindigkeit

Formel 1 
$$S = \frac{1}{2}g \ t^2$$
  $t = \sqrt{\frac{2\,S}{g}}$   $t = 1,428 \, \mathrm{sec.}$   $S = \mathrm{Strecke} \, [\mathrm{m}] \ 10\mathrm{m}$   $g = \mathrm{Erdbeschleunigung} \, (\mathrm{Ortskonstante}) \, [9,81 \, \mathrm{m/s^2}]$   $t = \mathrm{Zeit} \, [\mathrm{s}]$   $v = \mathrm{Fall/Auftriebsgeschwindigkeit} \, [\mathrm{m/s}]$  Formel 1 in 2  $\frac{v}{g} = \sqrt{\frac{2\,S}{g}}$   $v = \frac{1}{2} \, \frac{1}$ 

Ein Körper mit einer beliebigen Masse benötigt die Zeit (t) von 1,428 sec. im freien Fall bzw. dem ungebremsten Auftrieb, um eine Strecke (S) von 10 Meter (Zuglänge des KPP) zurückzulegen.

Er erreicht dabei eine Geschwindigkeit ( $\nu$ ) von 14,004 m/s. (Betrachtung ohne Widerstände)



# 2-F) Kinetic Power Plant: Berechnung der Auftriebsleistung (vereinfachte Betrachtung)

 $P = (\varrho \ Fluid \ g \ h) + P(atm)$  [N/m<sup>2</sup>]

 $V(Luft) = \frac{P(atm) \ V1(atm)}{P}$  [ltr.]

V(Luft) = V(verdr. Fluid) [ltr.]

F = V (verdr.)  $\varrho$  (Fluid) g [N]

 $m = V \varrho$  [kg/m<sup>3</sup>]

 $E kin = \frac{1}{2} m v^2$  [Ws]

W = E kin [Ws] bzw. [1W 1s]

P (atm) = Luftdruck am Aufstellort

P = Wasserdruck auf betrachtetem Niveau

ρ = Dichte des Fluids

*g* = Ortskonstante Gravitation

h = Höhe Niveau

V (Luft) = Volumen der Luft im Behälter

F = Auftriebskraft

Fb = Bremskraft des Wasserwiderstands

E (kin) = kinnetische Energie (Potential oder gespeicherte Arbeit)

m = Masse Fluid

v = max. erreichbare Auftriebsgeschwindigkeit
 v' = Betriebsgeschwindigkeit der Behälter im Fluid

W = verrichtete Arbeit

Wd = Bremsenergie

P = erforderliche Leistung für die Zeit in der die Arbeit verrichtet wurde

Behälter	Niveau	Druck (P)	Volumen (V)	Auftriebskraft (F)	Zurückgel. Strecke (S)	Benötigte Zeit (t1)	Auftriebsgeschw. (\
[-]	[m]	$[N/m^2]$	[ltr.]	[N]	[m]	[s]	[m/s]
0	0	101325,00	150	1470,93	10	1,43	14,00
1	0,25	103776,55	146,46	1436,18	9,75	1,41	13,83
2	0,75	108679,65	139,85	1371,39	9,25	1,37	13,47
3	1,25	113582,75	133,81	1312,19	8,75	1,34	13,10
4	1,75	118485,85	128,27	1257,89	8,25	1,30	12,72
5	2,25	123388,95	123,18	1207,90	7,75	1,26	12,33
6	2,75	128292,05	118,47	1161,74	7,25	1,22	11,92
7	3,25	133195,15	114,11	1118,97	6,75	1,17	11,51
8	3,75	138098,25	110,06	1079,25	6,25	1,13	11,07
9	4,25	143001,35	106,28	1042,24	5,75	1,08	10,62
10	4,75	147904,45	102,76	1007,69	5,25	1,03	10,15
11	5,25	152807,55	99,46	975,36	4,75	0,98	9,65
12	5,75	157710,65	96,37	945,03	4,25	0,93	9,13
13	6,25	162613,75	93,47	916,54	3,75	0,87	8,58
14	6,75	167516,85	90,73	889,71	3,25	0,81	7,98
15	7,25	172419,95	88,15	864,41	2,75	0,75	7,34
16	7,75	177323,05	85,71	840,51	2,25	0,68	6,64
17	8,25	182226,15	83,41	817,90	1,75	0,60	5,86
18	8,75	187129,25	81,22	796,47	1,25	0,50	4,95
19	9,25	192032,35	79,15	776,13	0,75	0,39	3,84
20	9,75	196935,45	77,18	756,81	0,25	0,23	2,21
21	10	199387,00	76,23	747,50	0,00	0,00	0,00
			2248,09	22045,24			

Wd = Fd v'

[W]







Der Strömungswiderstand Fd besteht aus 3 Komponenten

- a. Druckwiderstand (Formwiderstand) Ff
- b. Reibungswiderstand Fp
- c. Wellenwiderstand Fw

$$Fd = Ff + Fp + Fw \quad in [kg m/s^2] [N]$$

Der Strömungswiderstand eines zylindrischen Körpers besteht zu etwa

10% aus dem Reibungswiderstand.

Der Wellenwiderstand kann bei der niedrigen Geschwindigkeit der Behälter vernachlässigt werden.

Körper	Widerstand		
	Druck	Reibung	
	100%	0%	
	90%	10%	
	60%	40%	
	10%	90%	
	0%	100%	

Formel zur Abschätzung der Widerstandskraft des Druckwiderstands Fp

$$\mathsf{Fp} = (\mathsf{Cw}/2) \times \mathsf{Rho} \times \mathsf{A} \times \mathsf{v}^2 \qquad [\mathsf{N}]$$

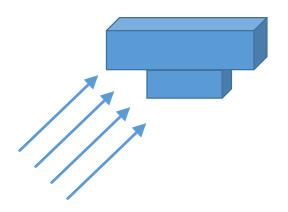
A = Projizierte Fläche des Behälters senkrecht zur

Anströmungsrichtung [m²]

Rho = Dichte des Medium [kg/m³]

Cw = Widerstandsbeiwert (Cw-Wert)

V = Geschwindigkeit im Fluid [m/s]

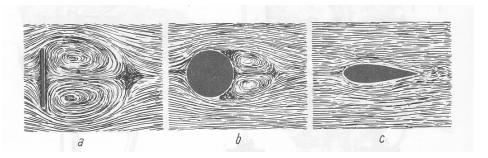




Der Reibungswiderstand ist abhängig von den Grenzschichten an der Oberfläche eines im Fluid bewegten Körpers

Es gibt laminare und turbulente Grenzschichten.

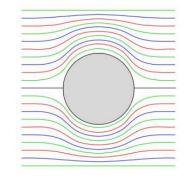




Mit zunehmend turbulenter Grenzschicht nimmt der Reibungswiderstand zu.

Formel zur Abschätzung des Reibungswiderstand Ff

$$Ff = n \times (Delta \times / Rho) \times A$$
 [N]



Grenzschichten bei kleiner Geschwindigkeit

delta v = Differenz der Geschwindigkeit der Fluidschichten in der Grenzschicht [m/s]



1 Kennlinien KPP (ohne Dimension)

35

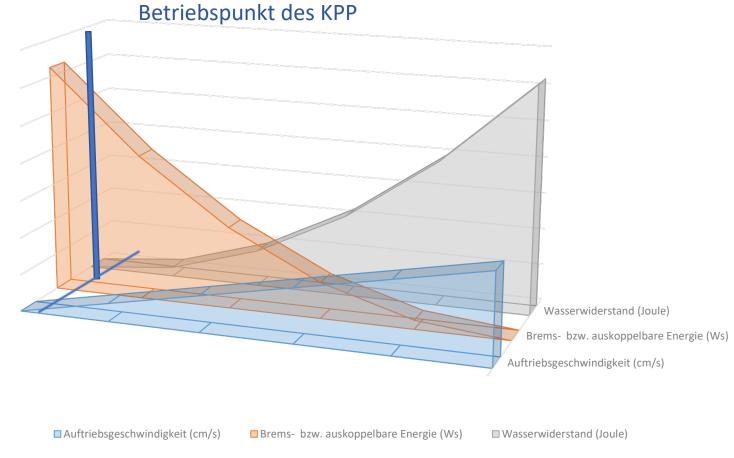
30

2(

Die elektromotorische Gegenkraft des Generators bremst die Behälter des KPP auf ca. 0,1 m/s ab.

Somit können wir maximale "Bremsenergie" auskoppeln und haben geringsten Wasserwiderstand.

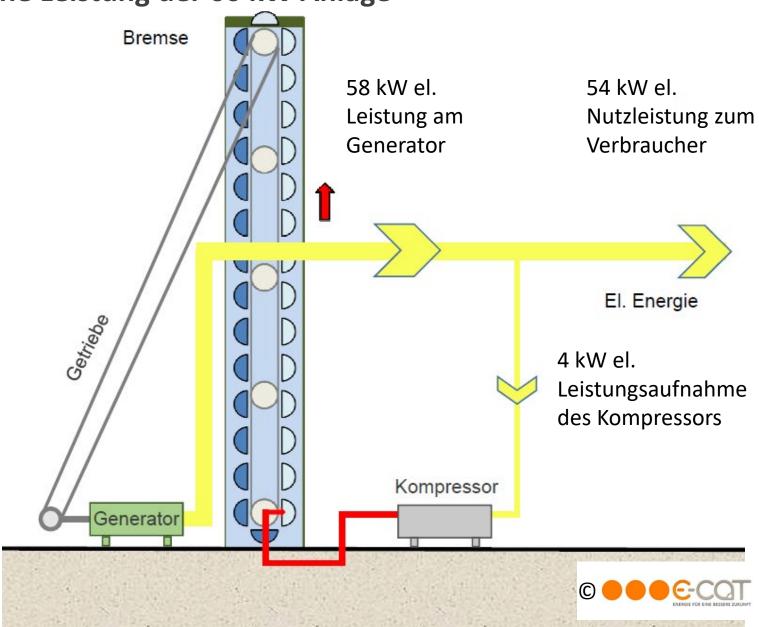
Die Widerstandsleistung berechnet sich aus: Pww = Fd x v [W] Die aufzuwendente Arbeit um den Widerstand zu überwinden: Www = Pww x t [Ws]





# 2-G) Gemessene elektrische Leistung der 60 kW Anlage





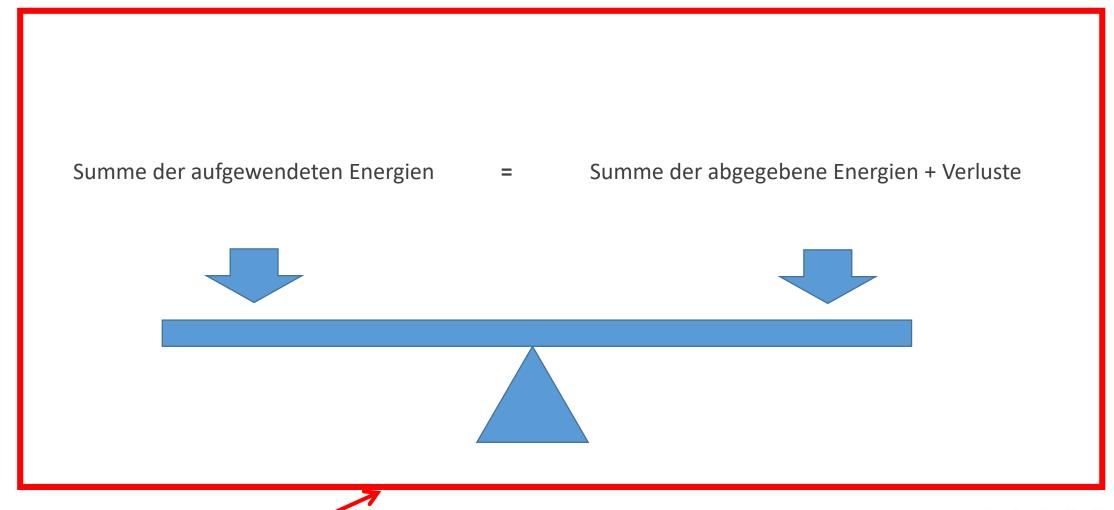
# 3. Wesen der im KPP wirkenden Energiequelle

- A) Systemgrenze
- B) Energieerhaltungssatz





# 3-A) Systemgrenze = Einbeziehen aller im KPP wirkenden Energiearten



# 3-A) Beispiel: Die Systemgrenzen eines PV Modul



Sonnenlicht wird im PV Element in Strom umgewandelt. Die angeschlossene Lampe brennt.

Die Systemgrenze umschließt den Planet Sonne, PV Element und Birne.



# 3-A) Beispiel: Die Systemgrenzen eines PV Modul

Fall 2: PV Element mit Lampe in der Nacht.



Bei Dunkelheit wird im PV Element kein Strom produziert. Die angeschlossene Lampe brennt nicht.

Es gibt keine Systemgrenze, da keine Energie fließt.



## 3-A) Beispiel: Die Systemgrenzen eines PV Modul



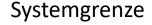
Licht des Scheinwerfers wird im PV Element in Strom umgewandelt. Die angeschlossene Lampe brennt.

Die Systemgrenze umschließt nun das Feuerwehrauto, nebst Dieseltank und Generator, Scheinwerfer, PV Element und Birne. Folglich hat das PV Element und die Lampe verschiedene Systemgrenzen. ©

# 3-A) Die Systemgrenze des KPP

- Eine Systemgrenze ist eine gedachte veränderliche Grenze, welche alle Energien, welche auf das Kraftwerk einwirken berücksichtigt und bilanziert.
- Die Systemgrenze umfasst die gesamte Erde mit Ihrer Gravitationsenergie einschl. das KPP.
- Im Weltall ohne Gravitationseinfluss funktioniert das KPP nicht.
- Auf dem Mond leistet das KPP nur 1/6 der Arbeit wie auf der Erde, da der Mond nur 1/6 der Masse der Erde hat.
- Betreiben wir das KPP in einem anderen Fluid ändert sich der Wirkungsgrad im Verhältnis zum Massenunterschied zu Wasser.







## 3-A) Energiebilanz und Systemgrenze - nur um das KPP?

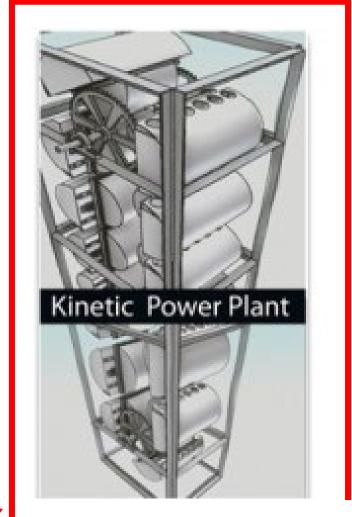
 Bei Betrachtung der Systemgrenze ohne Erdmasse ist das "Gravitationsfeld" ausgeblendet. So würden nur die el. Antriebsenergie des Kompressors, die el. Energie am Generator und die Verluste bilanziert werden.

#### Beobachtung:

Die abgegebene el. Energie übersteigt die aufgewendete el. Energie bei weitem, wenn das KPP auf der Erde betrieben wird.

Wir beobachten somit eine ungleiche Energiebilanz!

Der Fehler liegt aber nicht im System – sondern beim Betrachter!





## 3-B) Energieerhaltungssatz

Nach dem Energieerhaltungssatz

# "Mechanische Energie = Summe aus potentieller Energie und kinetischer Energie = konstant."

#### Insgesamt gilt:

In einem abgeschlossenen System bleibt die Summe aller beteiligten Energieformen konstant.

(ohne Reibung --> Idealfall)

Vereinfacht: Energie kann weder erzeugt noch vernichtet werden, sie geht nicht verloren.

Wir können Energie nur umwandeln. Gravitation => Strom.





E-Cat-Deutschland GmbH Stuttgarter Straße 34 71384 Weinstadt

Tel.: 07151 277 958 - 0 Fax.: 07151 277 958 - 99

Mail: info@e-cat-deutschland.de, IT: www.e-cat-deutschland.de



Offizieller Händler der Rosch Innovations Deutschland GmbH ©



#### Danksagung:

Für die freundliche Unterstützung bedanken wir uns bei Herrn Dr. Frank Lichtenberg, der beruflich als Physiker bei der ETH Zürich im Bereich Materialforschung tätig ist und in seiner privaten Webseite novam-research.com über grundlegend neue Energietechnologien informiert und auch einen Bericht zum Auftriebskraftwerk von Rosch verfasst hat: https://novam-research.com/rosch-gaia-kinetic-power-plant.php