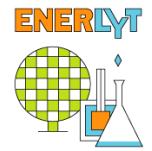


CEP – CLEAN ENERGY & PASSIVEHOUSE, Landesmesse Stuttgart
vom 25. 2. 2010 bis 27. 2. 2010



Der Motor mit 4 Zyklen und kein **SIEMENS**, eine vielversprechende Maschine

Vortrag von Dr.-Ing. Andreas Gimsa



ENERLYT Technik GmbH
Am Buchhorst 35 A
14478 Potsdam



ENERLYT stellt sich vor

Unsere Geschäftsfelder sind:

► **Energie**

ENERLYT plant, finanziert, errichtet und betreibt Wärmeversorgungsanlagen und BHKW

► **Gutachten**

Im Energie- und Umweltbereich für Gerichte, Versorgungs- und Industrieunternehmen, Wohnungsgesellschaften sowie Privatpersonen

► **Planung**

Technische Gebäudeausrüstung; Erschließungsplanung; Simulationsberechnungen mit TRNSYS, SAGE, FlowWorks, SolidWorks; Gebäudethermographie- und Videoskopieleistungen; Energieausweise

► **FuE-Labor**

Mikro-BHKW auf Basis von STIRLING-Motoren

Institutsgründung STIP

ab 1. 1. 2010

-> **Institutsleiter gesucht!**

(Administrative und thermodynamische Fähigkeiten erwünscht!)





STIRLING-Motoren

► Brennstoff-, Anwendungsvielfalt, KWK

Folgende Brennstoffe können für den Betrieb eines STIRLING-Motors zum Einsatz kommen:

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| -> Erdgas | -> BHKW |
| -> Biogas | -> Kühlmaschinen |
| -> Heizöl | -> Wärmepumpen |
| -> Pflanzenöl | -> Antriebssysteme |
| -> Holzpellets | -> Meerwasserentsalzung |
| -> Holzhackschnitzel | |
| -> Bioethanol | |
| -> Solare-Systeme | |





STIRLING-Motoren

► Zukunftsperpektive:

STIRLING-Motoren Technik ist die Energie-Technologie mit der höchsten Zukunftsperpektive bei Nutzbarkeit nachwachsender und konventioneller Brennstoffe. Eine diesbezügliche Forschungs- & Entwicklungs-förderung hätte eine hohe Erfolgsquote und einen hohen Umweltschutzeffekt.

► Risikobehaftet:

- > Kernspaltung
- > Kernfusion
- > CO₂-Speicherung (Kohleverbrennung)
- > Brennstoffzelle





Eigenschaften

► STIRLING-Motoren sind wartungsarm

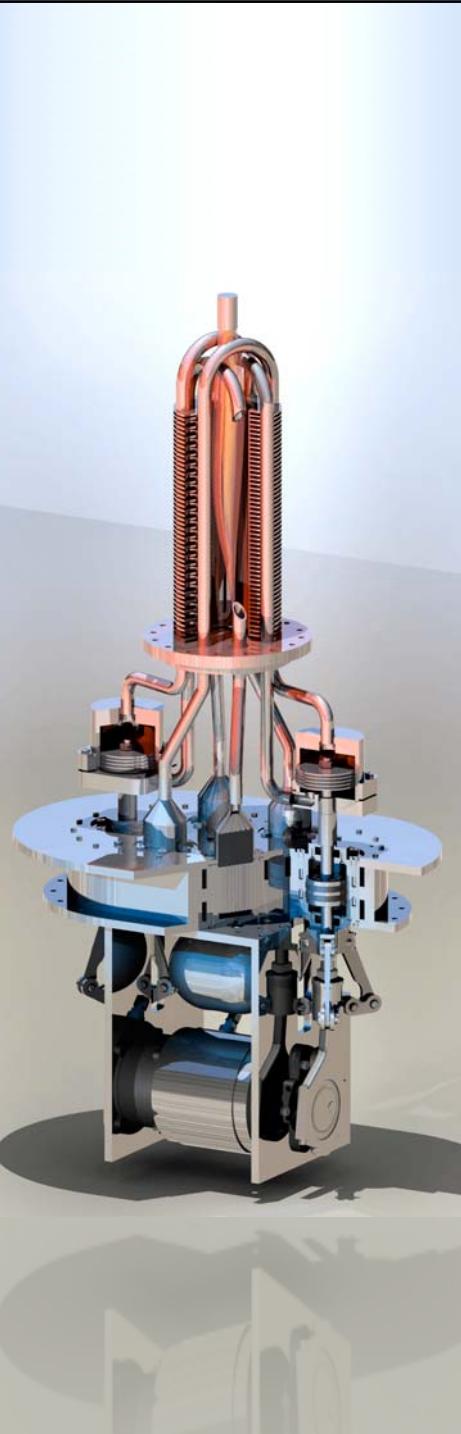
- > da nur **wenig bewegte Teile** vorhanden sind und
- > **keine Verbrennungsrückstände** im Zylinderraum sind
- > **keine explosionsartige Verbrennung**

► STIRLING-Motoren sind umweltfreundlich und leise

- > lediglich **wechseln von Kolbenringen/Dichtungen**
- > **geringe Geräuschkulisse** (insbesondere bei Mehrzyklusmotoren)
- > **keine Umweltbelastung aus laufendem Betrieb**
- > **keine Altöl**
- > **keine Luft- oder Ölfilter**

► Diesel- und Otto-Motortechnologie

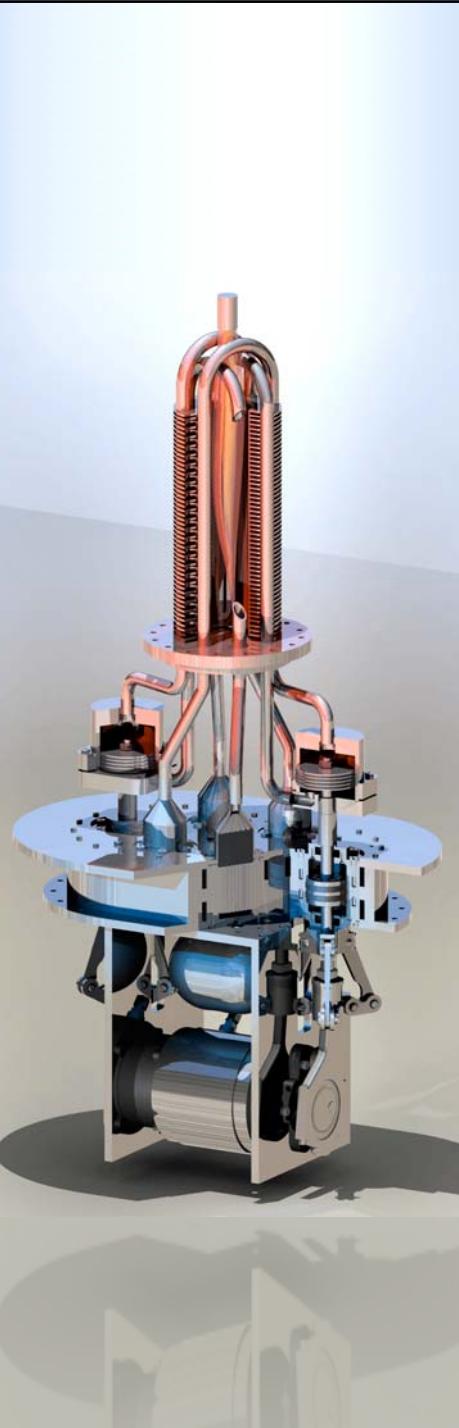
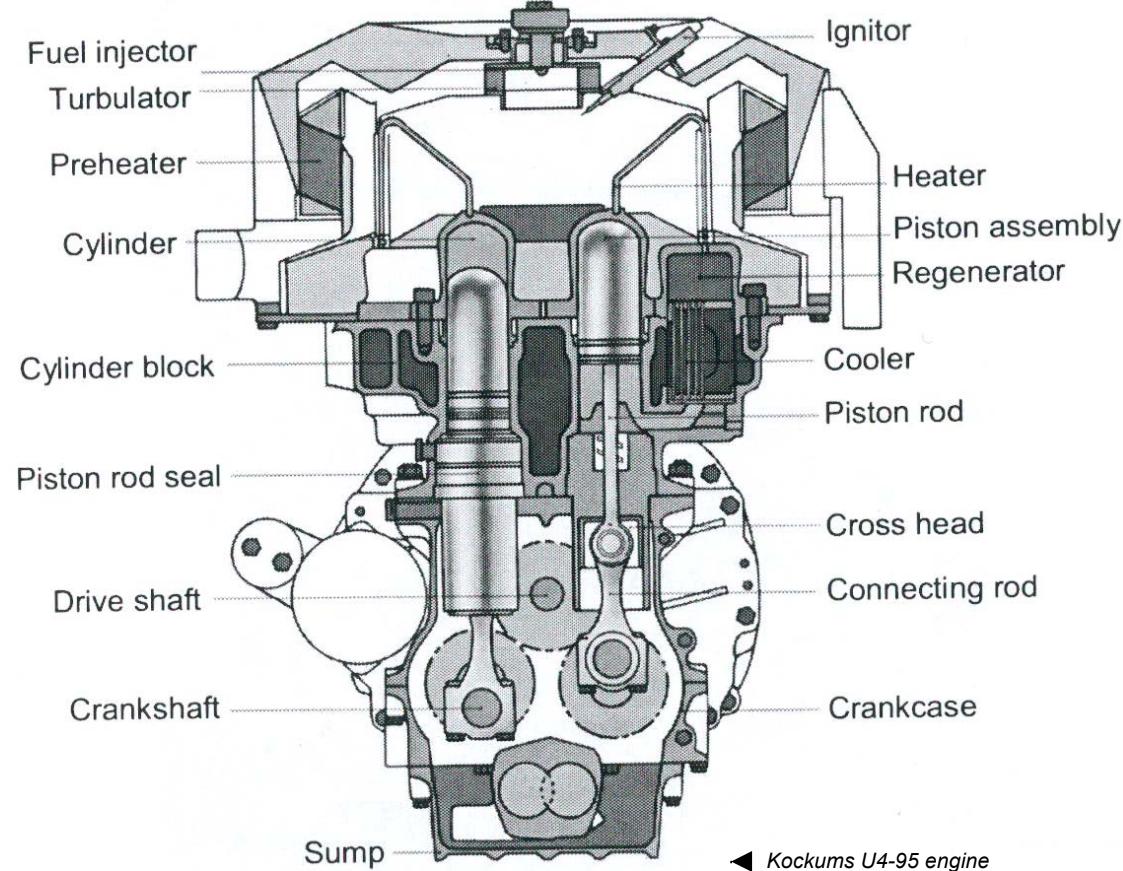
- > Ölwechsel
- > Filter- und Zündkerzenwechsel
- > Ventileinstellungen



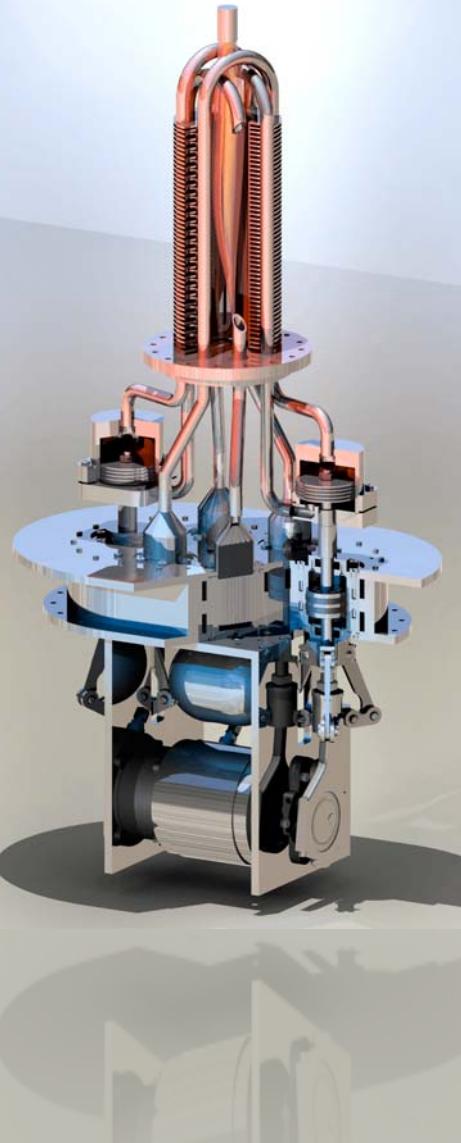
Marktpotenzial für Mini-BHKW

- ▶ **2002 – Bokämper (Dissertation)**
697.000 Anlagen in Deutschland
- ▶ **2006 – Berliner Energieagentur GmbH**
700.000 Anlagen
- ▶ **2007 – Marktstudie der VNG**
500.000 Anlagen in Europa pro Jahr, davon 90.000 Anlagen
in Deutschland
- ▶ **2009 – Andreas Prohl (ASUE)**
„Allein in Einfamilienhäusern steht eine Erneuerung
von 5 Mio. Heizungen an.“

Grundanordnung eines SIEMENS-Motors

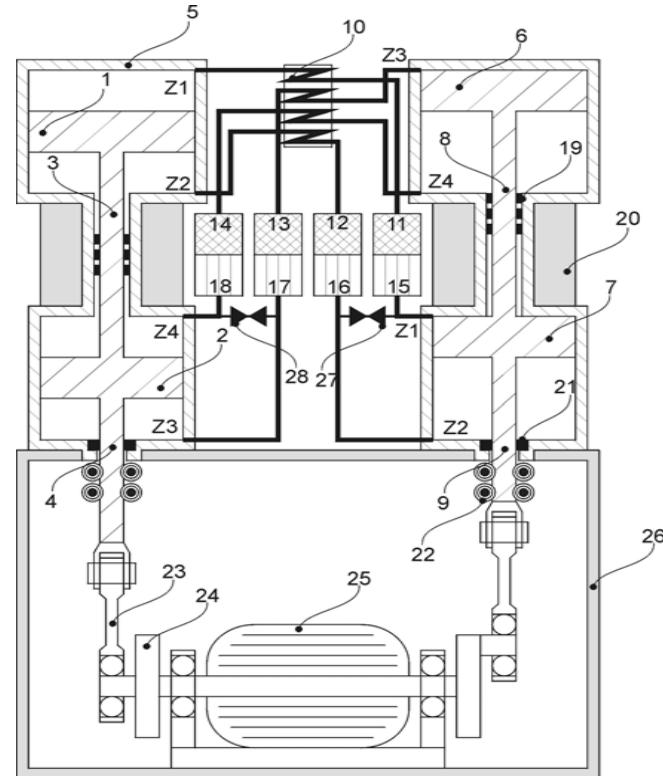


Quelle Abb.: Proceedings of the 12th International Stirling Engine Conference and Technology Exhibition,
Durham University School of Engineering, 7 - 9. Sept. 2005, L. Larsson, S. 3



Grundanordnung des ENERLYT-Motors

- 1 Expansionskolben der 1. Doppelkollbeneinheit
- 2 Kompressionskolben der 1. Doppelkollbeneinheit
- 3 Kolbenstange der 1. Doppelkollbeneinheit
- 4 Kolbenstangenverlängerung der 1. DKE
- 5 Zylindergehäuse
- 6 Expansionskolben der 2. DKE
- 7 Kompressionskolben 2. DKE
- 8 Kolbenstange der 2. DKE
- 9 Kolbenstangenverlängerung 2. DKE
- 10 4-Zyklen-Erhitzer
- 11 Regenerator Zyklus 1
- 12 Regenerator Zyklus 2
- 13 Regenerator Zyklus 3
- 14 Regenerator Zyklus 4
- 15 Kühler Zyklus 1
- 16 Kühler Zyklus 2
- 17 Kühler Zyklus 3
- 18 Kühler Zyklus 4
- 19 Kolbenstangenringe zur Abdichtung
- 20 Thermische Isolation
- 21 Kolbenstangendichtung
- 22 Linearführung
- 23 Pleuel
- 24 Kurbelwelle
- 25 Generator
- 26 Kurbelgehäuse
- 27 Zyklenzurzschlussventil Zyklus 1 mit Zyklus 2
- 28 Zyklenzurzschlussventil Zyklus 3 mit Zyklus 4
- Z1 Zyklus 1
- Z2 Zyklus 2
- Z3 Zyklus 3
- Z4 Zyklus 4

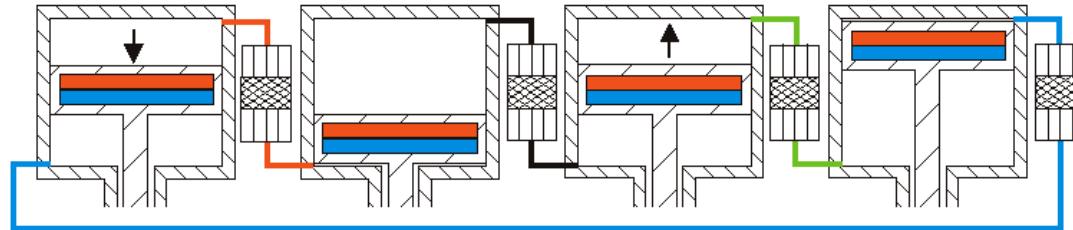


▲ Aufbau und Bild Gimsamotor®

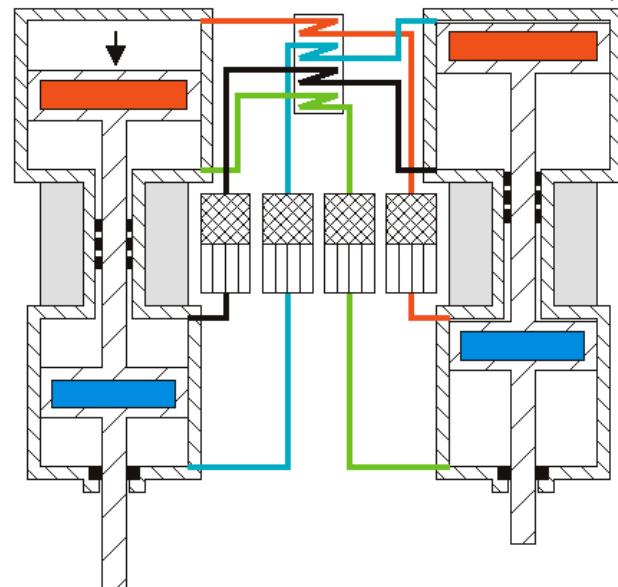


Vergleich der Anordnungen SIEMENS/ENERLYT

SIEMENS- Anordnung: Jeder Kolben ist gleichzeitig Expansions- und Kompressionskolben



Patent EP 1917434: Jeder Kolben ist entweder Expansions- oder Kompressionskolben



Zeitliche Reihenfolge der

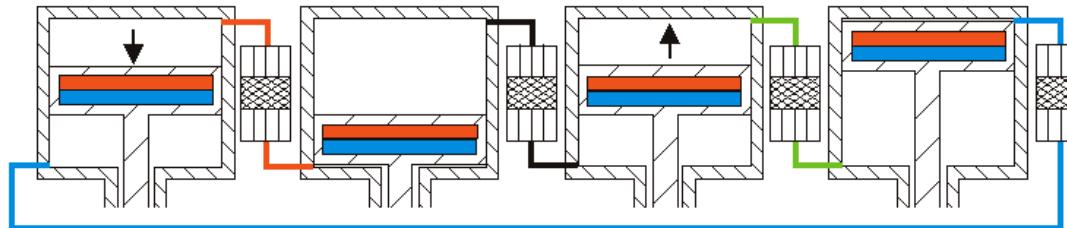
Expansions und Kompressionen

- | | |
|------------|------------|
| 1. Rot | 1. Grün |
| 2. Blau | 2. Schwarz |
| 3. Grün | 3. Rot |
| 4. Schwarz | 4. Blau |

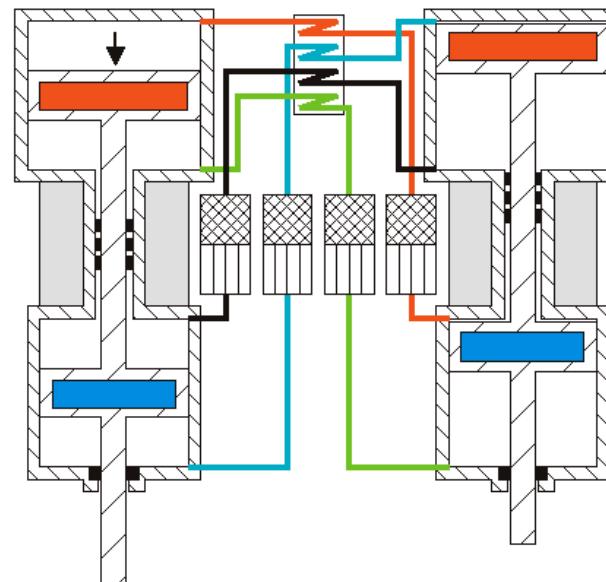


Unterscheidungsmerkmale

SIEMENS-Anordnung



Patent EP 1917434



Unterscheidungsmerkmale

Thermische Verluste und Reibung

- Wärmestrom über Kolben
- Wärmestrom über Zylinderwand
- Wärme-Shuttle- Mechanismus
- Kolbenreibung

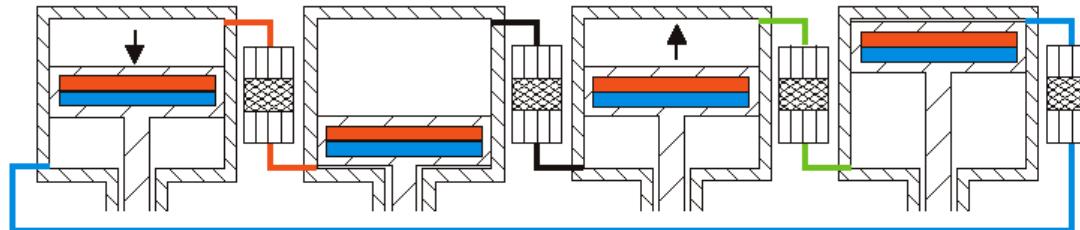
Wirkungsgrad und Leistung

- Steigerung der Expansionsraumtemperatur (Leistung, Wirkungsgrad)
- adiabate Expansion und Kompression
- Vergrößerung der Expansionsräume gegenüber den Kompressionsräumen (Verdichtungsverhältnis)

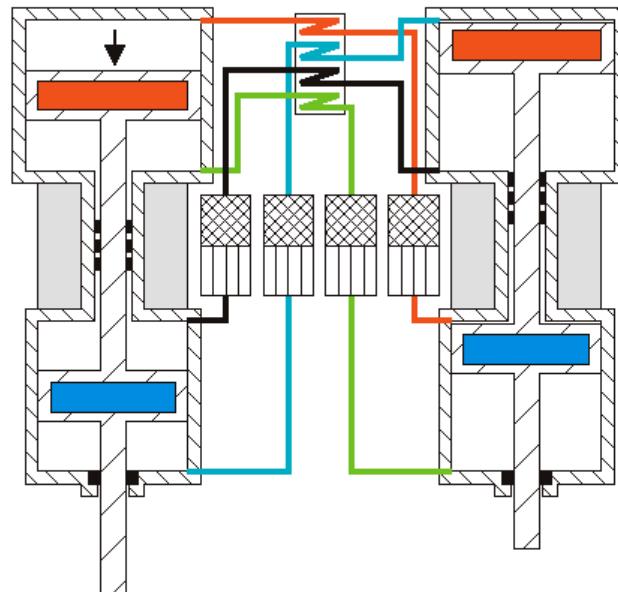


Unterscheidungsmerkmale

SIEMENS-Anordnung



Patent EP 1917434



Unterscheidungsmerkmale

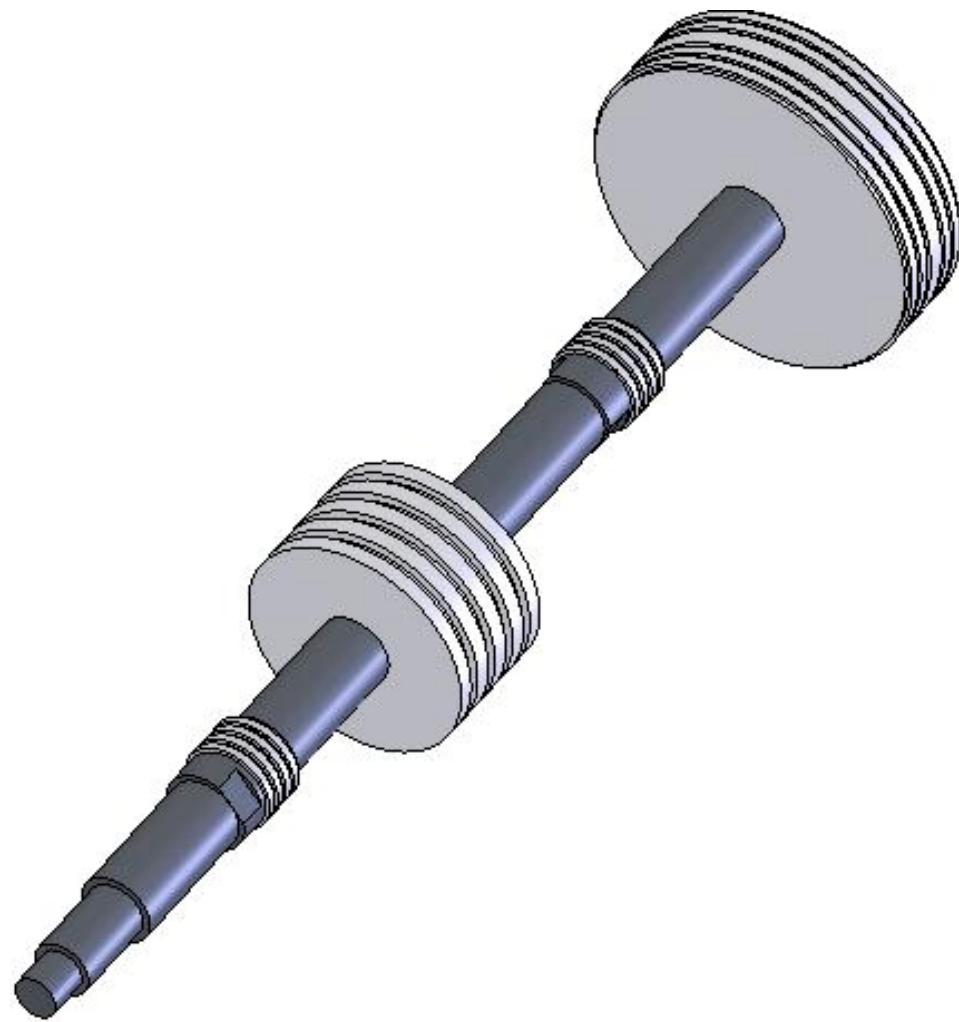
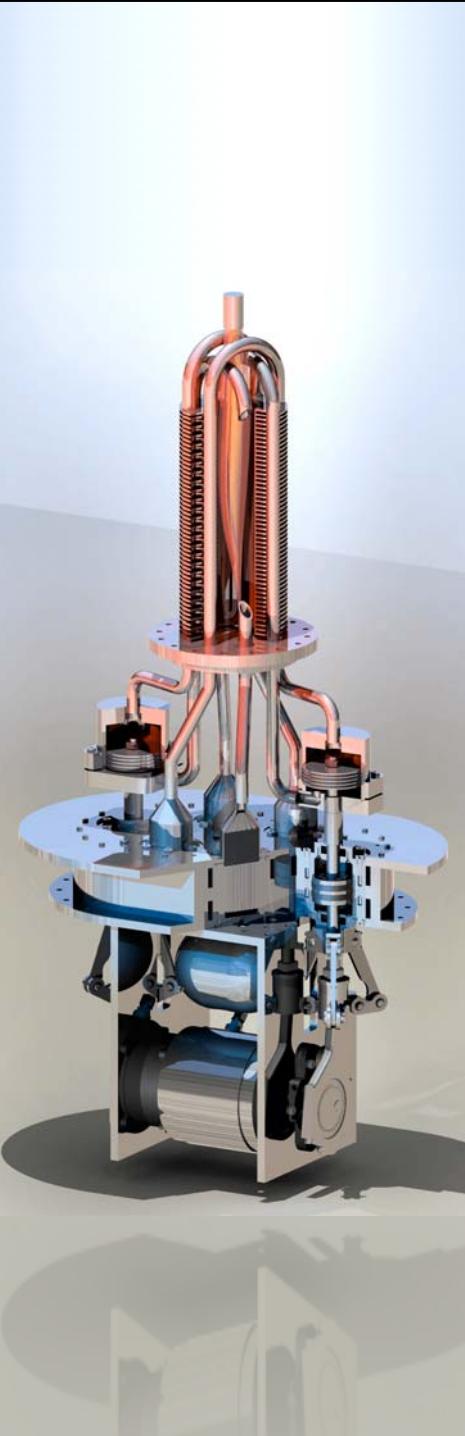
Mechanische Belastbarkeit

- thermische Spannungen in Zylinderwand
- an das Getriebe gekoppelte Kolbenstangen
- Fluss der Kompressionskräfte
- Aufladbarkeit im Zshg. mit Getriebebelastung
- modulierende Fahrweise und der Einsatz für Antriebssysteme (im Zshg. mit Getriebebauart)
- Zylinderanordnung im Zusammenhang mit dem Einsatz eines Schubkurbelgetriebes

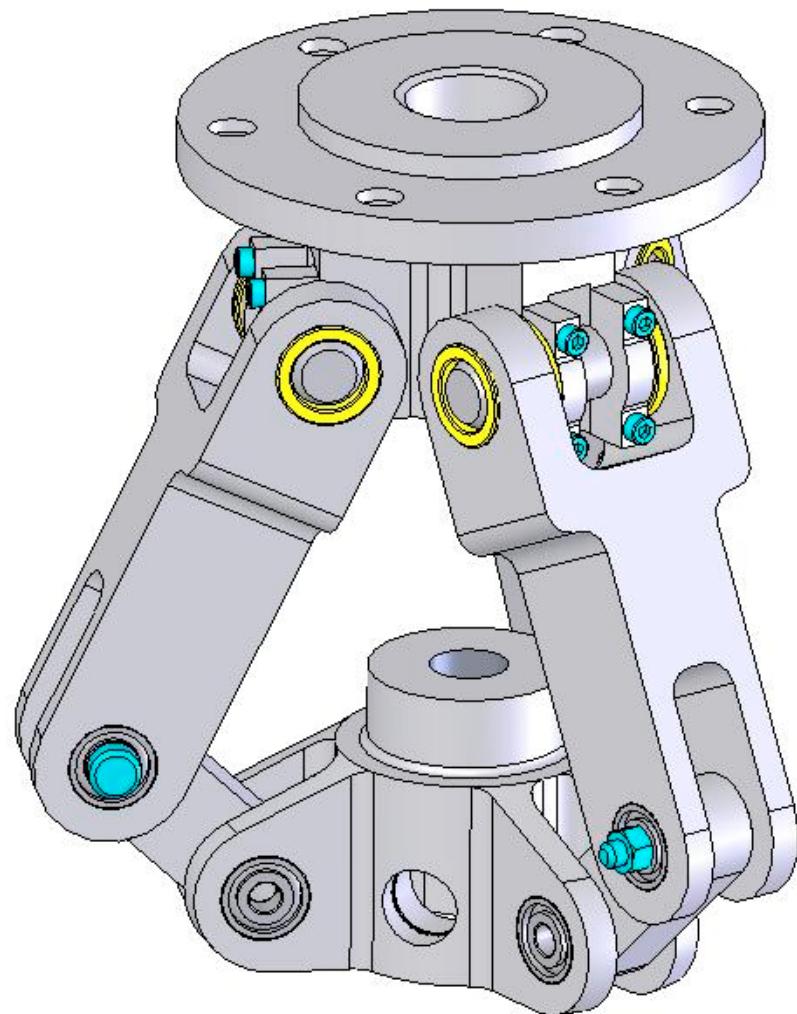
Dichtigkeit

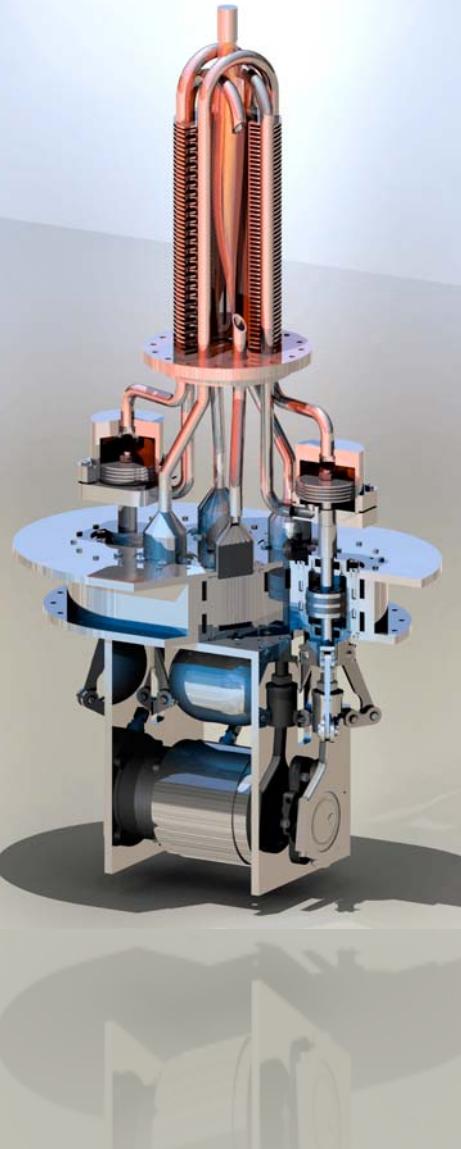
- Abdichtung der Kolbenstangen gegen das Getriebe

Doppelkolbeneinheit

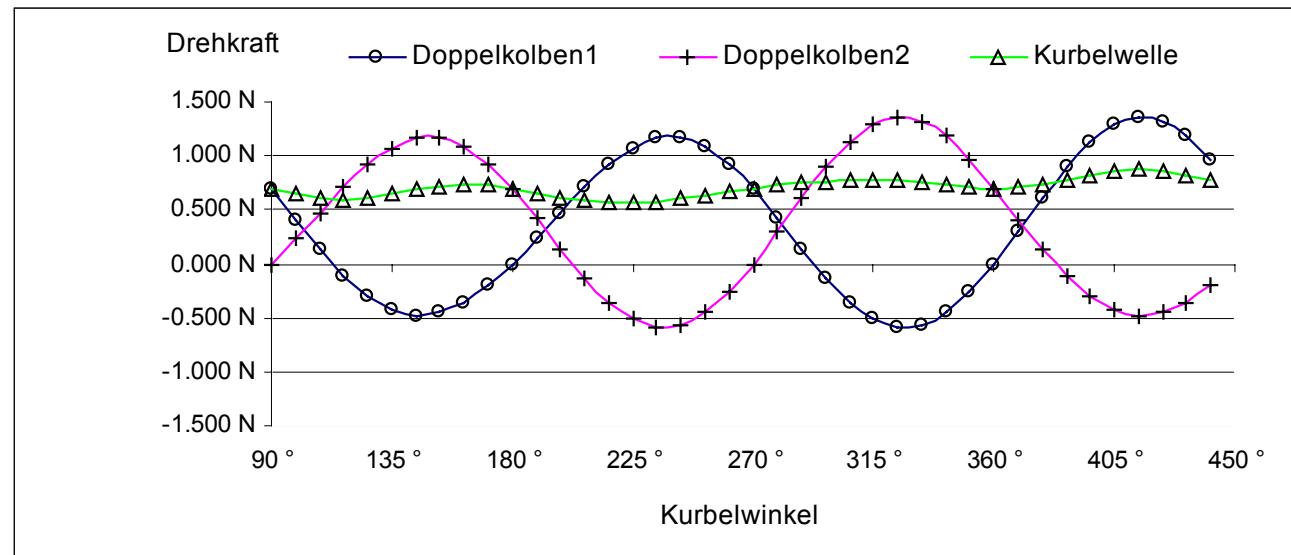


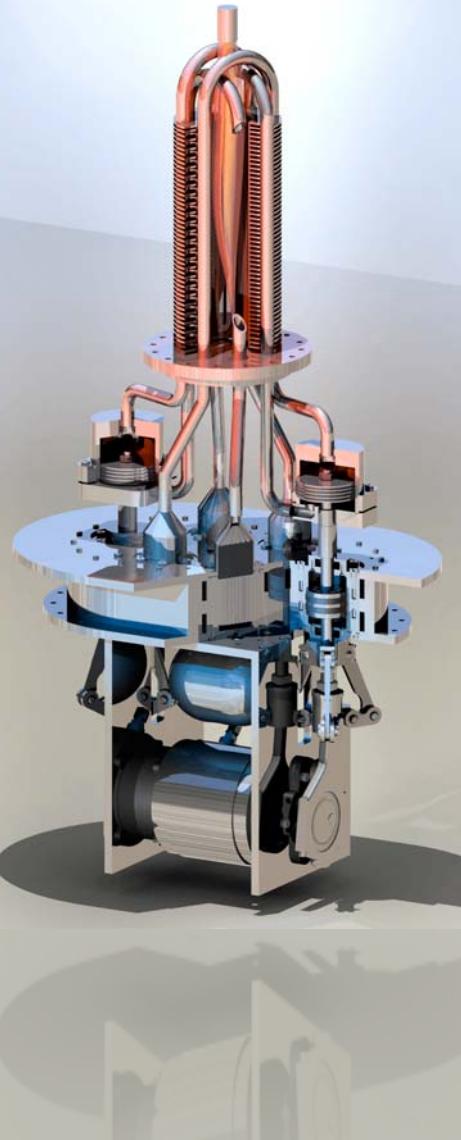
Linearführung





Drehkraftverlauf am 4-Zyklen-Motor



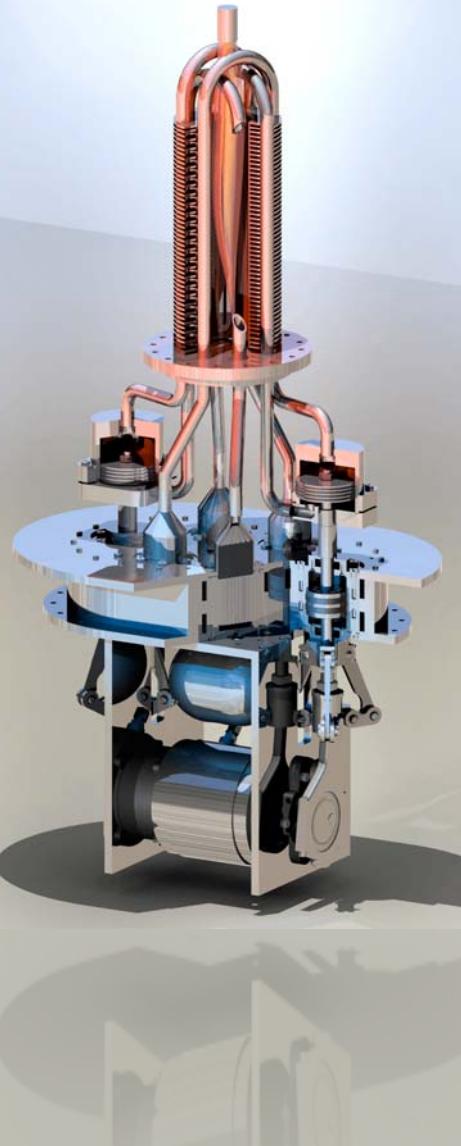


Drehkraftverlauf am 4-Zyklen-Motor

Technische Daten

Motor	4-Zyklen-STIRLING
Hubraum	1.640 cm ³
Brennstoff	Erdgas (Biogas)
Arbeitsgas	Helium
Mitteldruck	7 bar
Drehzahl	1.100 U/min
Generator	3-Phasen-Asynchron
Gewicht	150 kg
Größe	H x B x T = 150 x 70 x 50
T Erhitzerwand	800 °C
T Kühlerwand	70 °C
Verdichtungsverh.	1,4
Brennstoffleistung	6,0 kW
Leistung elektrisch	1,0 kW (2,5 kW)*
Leistung thermisch	4,5 kW (10,0 kW)*
Wirkungsgrad el.	17 %
Geräusch	< 40 dB (A)
CO ₂ -Reduktion	6.000 kg/a (Biogas)

* modulierende Fahrweise



Der 4-Zyklen-STIRLING-Motor

Abgrenzung vom Wettbewerb

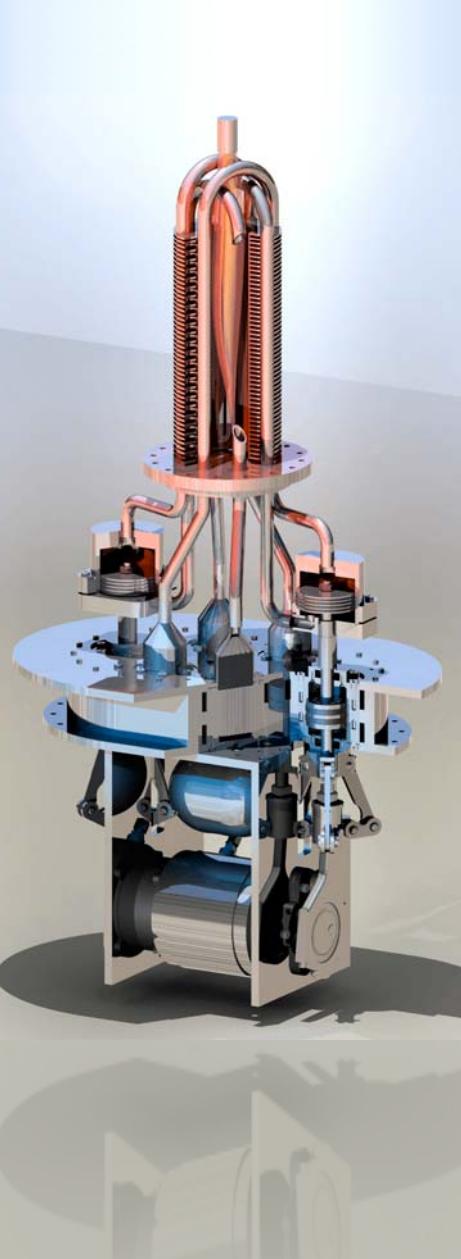
Hersteller Mikro-BHKW	SUNMACHINE	WhisperGen	ENERLYT
STIRLING-Motor	1 Zyklus (Alpha)	4 Zyklen (Alpha)	4 Zyklen (Alpha)
Brennstoff	Holzpellets	Erdgas	Erdgas
Leistung elektrisch	1,5 kW (3,0 kW)	0,8 kW	1,0 kW (2,5 kW)****
Leistung thermisch	4,5 kW (10,5 kW)	8,0 kW	4,5 kW (10,0 kW)****
Kaufpreis (netto)	23.000 € **	11.991 € ***	13.000 € (geplant)
Preis/kW elektrisch*	15.333 €/kW	14.989 €/kW	13.000 €/kW

* Um eine Vergleichbarkeit der Preise im Grundlastbetrieb des Einfamilienhauses zu ermöglichen, ist die Bezugsbasis die Minimallast.

** Quelle: www.bhkwpf.de/sunmachine-pellet-bhkw-mit-stirlingmotor (vom 25. 1. 2010)

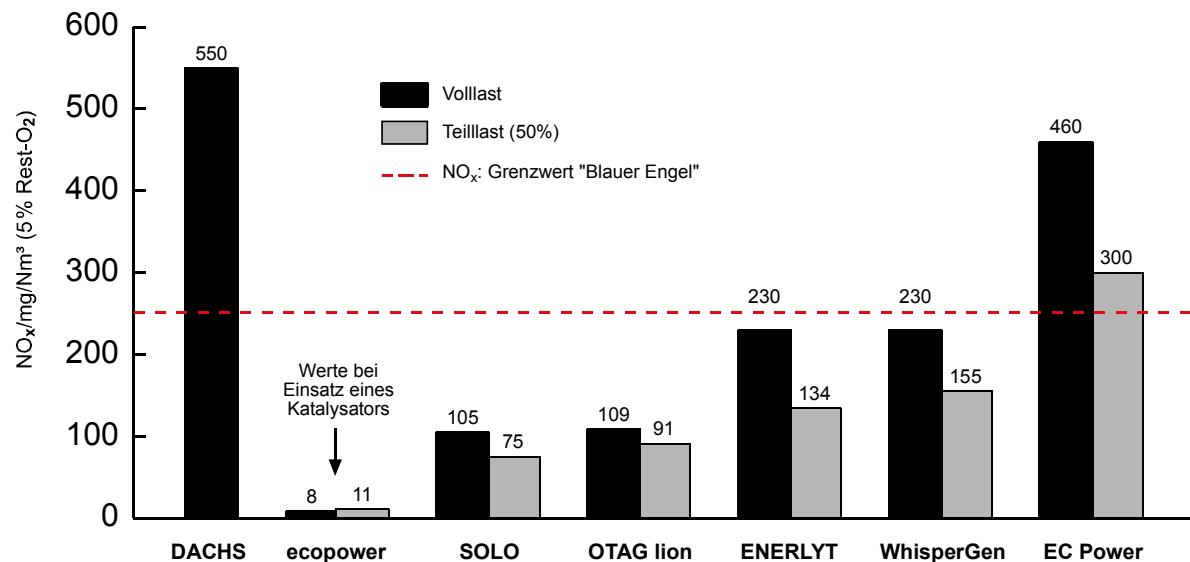
*** Quelle: Vortrag WhisperGen auf der Fachtagung RENEXPO Augsburg, 25. 9. 2009

**** modulierende Fahrtweise



Der 4-Zyklen-STIRLING-Motor

Emissionen im Vergleich



Quelle: Bericht des Steinbeis-Forschungszentrums vom 20. 7. 2009



Der 4-Zyklen-STIRLING-Motor

► Geplante Brennstoffe

- > Erdgas
- > Biogas
- > Holzpellets
- > Pflanzenöl
- > Bioethanol

► Geplante Anwendungen

- > Mikro-BHKW
- > APU (Auxiliary-Power-Unit)
- > Antriebssysteme
Bootsantrieb, (Hybridfahrzeug)



Der 4-Zyklen-STIRLING-Motor

► Patentschutz

- > Deutschland
- > Großbritannien
- > Frankreich
- > Österreich
- > Polen
- > Schweiz
- > Dänemark
- > USA
- > Japan
- > China
- > Indien
- > Russland



Der 4-Zyklen-STIRLING-Motor

► Feldversuch

-> **Interner Feldversuch**

DBU-Förderung Aktenzeichen 25662-24/0
3 Maschinen im ENERLYT FuE-Labor

-> **Externer Feldversuch**

Beginn 2010

► Serienproduktion

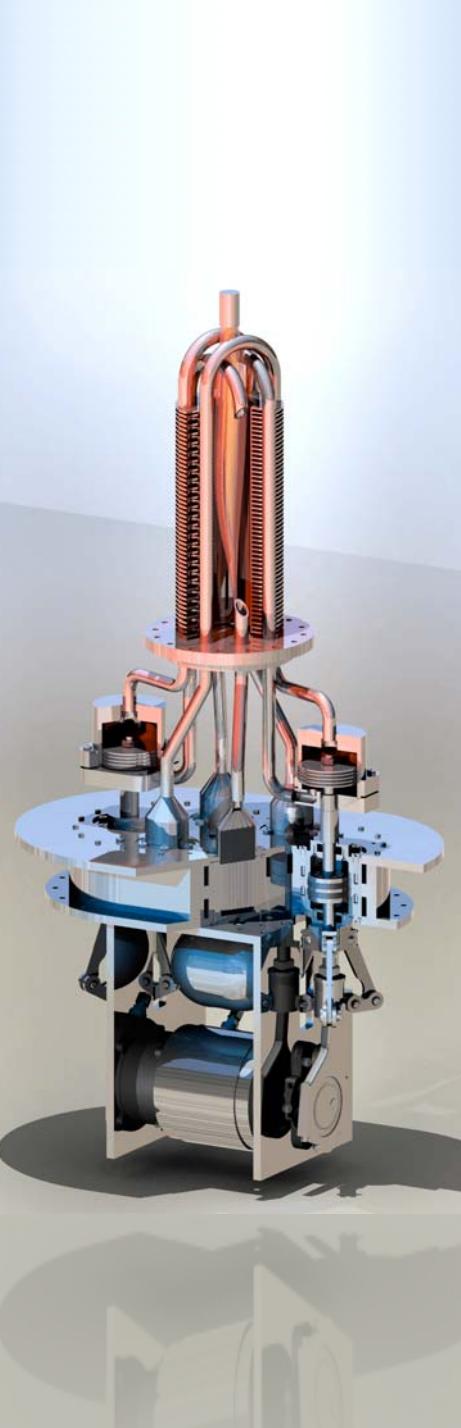
-> **Kleinserie**

Beginn: 2012

-> **Großserie**

Beginn: 2013





CEP – CLEAN ENERGY & PASSIVEHOUSE, Landesmesse Stuttgart
vom 25. 2. 2010 bis 27. 2. 2010



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Vortrag von Dr.-Ing. Andreas Gimsa



ENERLYT Technik GmbH
Am Buchhorst 35 A
14478 Potsdam