

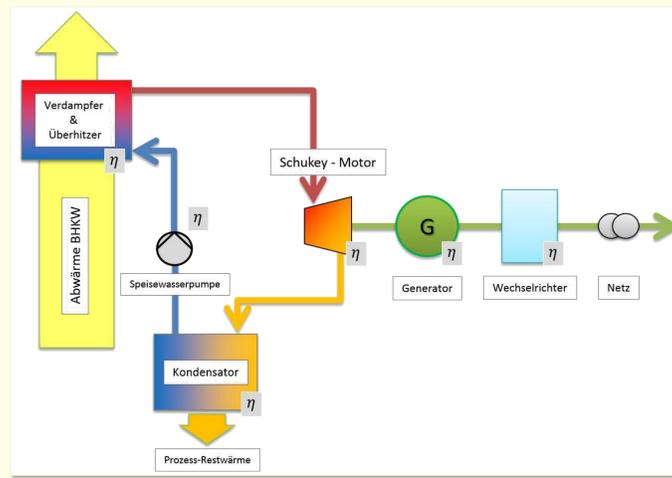


Das Projekt Micro-Trigeneration

Das Projekt „Micro-TRIGENERATION: Ökonomische und ökologische Mikro-Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK) basierend auf der neuen Schukey-Technologie“ mit einem Volumen von ca. 1,5 Mio. EUR, wird im 7. EU-Rahmenprogramm „Research for the benefit of SMEs“ durch die Europäische Kommission im Ausmaß von 1,1 Mio. EUR gefördert. Der Projektstart erfolgte am 1.10.2013 und die Laufzeit beträgt 30 Monate.

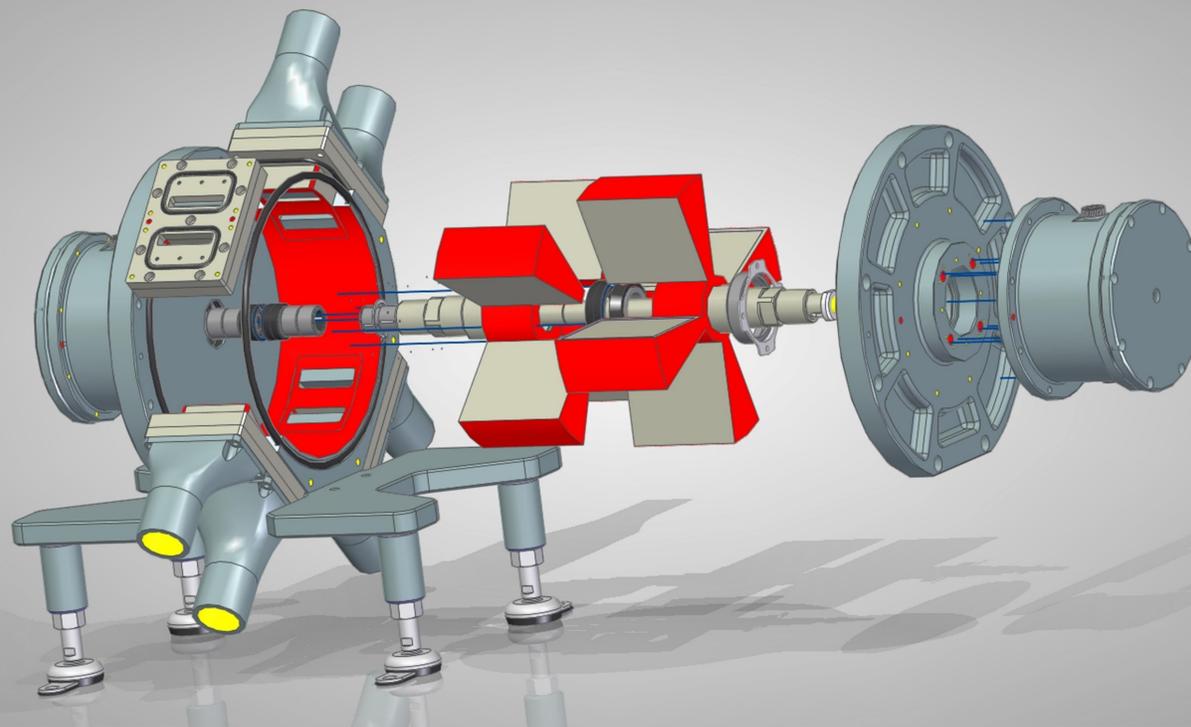
Projektpartner:

- 4ward Energy Research GmbH
- Hochschule Hannover
- THERMODYNA Maschinen- und Anlagen GmbH
- LEA GmbH
- Energy Changes Projektentwicklungs GmbH



Geplante Ergebnisse

- ❖ Technischer System für die Realisierung und Integration von Mikro-KWKK-Anlagen auf Basis der Schukey-Technologie
- ❖ Einfache, wirtschaftliche, praxismgerechte Lösung
- ❖ Stromgestehungskosten kurzfristig im Bereich der Netzparität, langfristig darunter
- ❖ Entwickelte / adaptierte Komponenten und Steuerprogramme
- ❖ Schnittstellenkonformität zwischen den eingesetzten Komponenten / Technologien und den übergeordneten Systemen
- ❖ Erste Testanwendungserfahrungen inklusive Barrieren, Erfolgsfaktoren und Handlungsempfehlungen



Einsatzszenarien

Grundsätzlich kann der Schukey-Motor als Wärmekraftmaschine sowie als Kühleinheit eingesetzt werden. Das Antriebsmedium für ersteren Einsatz (überhitzter Dampf) kann von allen stationären und instationären Wärmequellen von über 120 °C bereitgestellt werden (z.B.: durch Vakuum-Röhrenkollektoren, Abwärme aus Abgasen, Heizungsanlagen etc.). Damit ist der Betrieb von einem elektrischen Generator oder einer zweiten Schukey-Maschine als eine Kühleinheit möglich. Betrieben mit einer anderen mechanischen Energiequelle, fungiert der Schukey-Motor als Kälteerzeuger für die direkte Kühlung der Umgebungsluft. Mögliche Einsatzszenarien könnten sein:

BHKW:

Abwärmennutzung aus Kolbenmaschinen oder Gasturbinen, wobei die Effizienz von Gasturbinen um ein Wesentliches gesteigert werden kann.

Mobile Anwendungen:

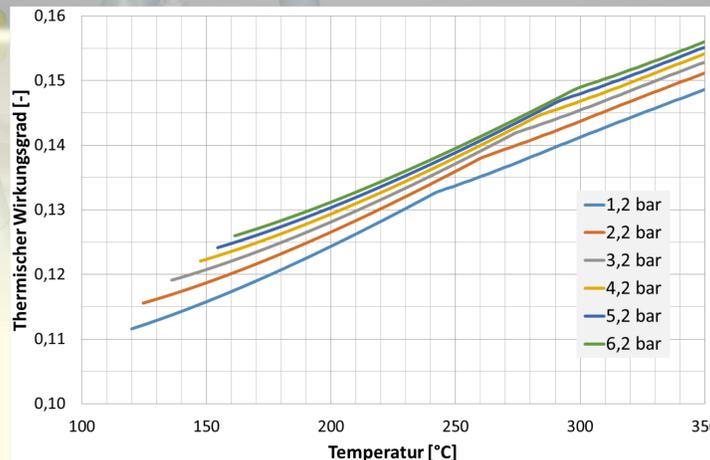
Abgaswärmeverstromung in Schiffen, Diesellokomotiven oder LKWs. Nutzung der elektrischen Energie für Zusatzantrieb, Bordnetz oder Kühlcontainer möglich, Kühlung in Fahrzeugen wie Zuggarnituren oder PKW.

Solare Kraft-Wärme-Kopplung:

Mit Solaranlagen in Ein- und Mehrfamilienhäusern, mit Überschusswärme aus Heizwerken mit Solarunterstützung.

Solare Kühlung in Gebäuden:

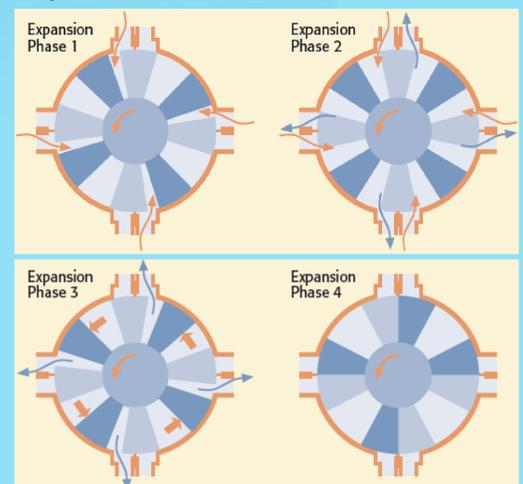
Solarthermie zum mechanischen Betrieb einer Schukey Kühlung, Photovoltaik zum elektrischen Betrieb einer Schukey Kühlung.



949	Kraftstoffleistung BHKW Kolbenmotor [kW]
0,44	Mechanischer Wirkungsgrad Motor [-]
420	Mechanische Motorleistung [kW]
21	Anteil in der Abgasenergie [%]
0,9	Wirkungsgrad Verdampfeinheit [-]
183,6	Dampfleistung [kW]
300	Dampftemperatur [°C]
0,142	Schukey Motor Wirkungsgrad einstufig [-]
26,0	Mechanische Leistung Schukey Motor [kW]
0,885	Wirkungsgrad Generator & Wechselrichter [-]
22,0	Elektrische Leistung Schukey System [kW]
42,1	Elektrischer Wirkungsgrad BHKW [%]
400	Elektrische Leistung BHKW [kW]
5,5	Anteil Schukey System an der Gesamtleistung [%]
2,3	Wirkungsgradsteigerung mit Schukey System [%]

Thermodynamische Simulation Schukey-Motor

Über eine erste thermodynamische Auslegung des Schukey-Prozesses im Simulationstool CemCAD können Aussagen über den möglichen thermischen Wirkungsgrad in einem ein- und zweistufigen Prozess gemacht werden. Die Randbedingungen dazu sind in der untenstehenden Tabelle zusammengefasst.



In der obigen Abbildung sind die vier Phasen des Arbeitsprozesses der Schukey-Maschine als achtzellige Wärmekraftmaschine dargestellt. In der ersten Phase gelangt das Arbeitsgas über die Einlasskanäle in die vier Expansionskammern. Während der Phase 2 öffnet die Auslassseite, wobei die Einlassseite gerade schließt. In Phase 3 erfolgen die Gasexpansion in den vier frisch gefüllten Arbeitskammern und die Abgabe der geleisteten Arbeit. Gleichzeitig wird das verbrauchte Arbeitsmedium der anderen vier Kammern durch den Auslass ausgeschoben. In Phase 4 sind Einlass und Auslass geschlossen und der Kreisprozess beginnt von neuem.

Dampfmassenstrom	100 kg/h
Dampfgehalt nach der Schukey-Maschine	min. 0,9
Expansionsverhältnis	$V_{aus} / V_{ein} = 6$
Isentroper Wirkungsgrad	0,88
Einstellung Expander	adiabat

Der minimale Dampfgehalt des Arbeitsmediums am Austritt der Schukey-Maschine wurde mit 0,90 festgelegt, da noch keine tiefergehenden Betriebsverfahren mit einem erhöhten Wassergehalt in der Maschine vorliegen. Wirkungsgrade, bei denen dieser Wert unterschritten wird, werden nicht berücksichtigt. Im Diagramm sind Ergebnisse der Simulation dargestellt, wobei der thermische Wirkungsgrad über die Temperatur des Prozesses aufgetragen ist und der Systemdruck variiert wird. Die Ergebnisse zeigen einen **theoretischen Wirkungsgrad** im einstufigen Betrieb von rund **11 bis 15,5 %**. Diese Werte sind noch als grobe Anhaltspunkte zu betrachten und werden vorerst für überschlägige Systembetrachtungen verwendet. Für genauere Daten wird auf die Ergebnisse der im Projektverlauf noch folgenden Prüfstandsuntersuchungen verwiesen.