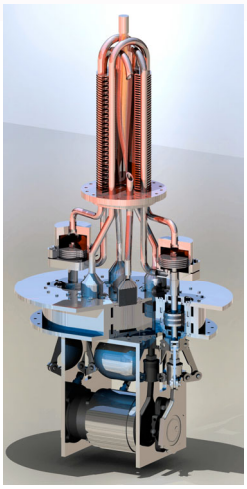
Klimapolitische Notwendigkeit von Blockheizkraftwerken auf Basis von Stirling-Motoren



Ein Vortrag von
Dr. Andreas Gimsa

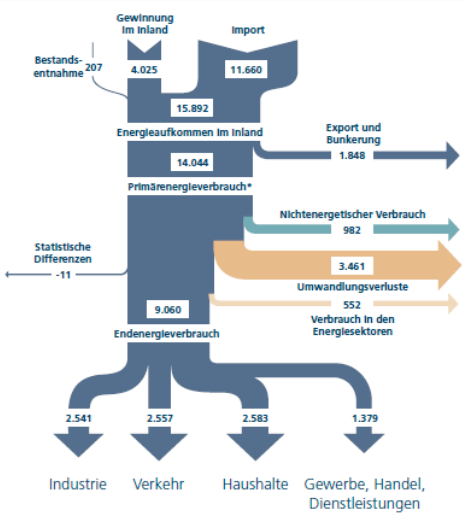
Stirling Technologie Institut
Potsdam gemeinnützige GmbH
Am Buchhorst 35 A
14478 Potsdam

1. Summer School der TH Wildau in Rheinsberg vom 15. – 17. 9. 2011
zum Thema „Klimaschutz und Klimafolgenanpassung“

Energieflussbild 2010 für Deutschland in Petajoule

Der Anteil der erneuerbaren Energieträger am Primärenergieverbrauch liegt bei 9,4 %.

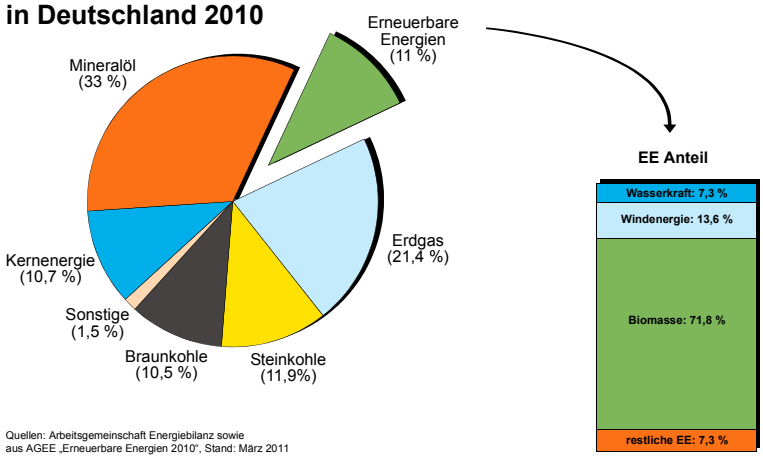
29,308 Petajoule (PJ) ≙ 1 Mio. t SKE



* Alle Zahlen vorläufig/geschätzt.
Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen 07/2011

www.s-tip.org

Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch in Deutschland 2010



Quellen: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanz sowie
aus AGEE „Erneuerbare Energien 2010“, Stand: März 2011

1. Summer School der TH Wildau in Rheinsberg vom 15. – 17. 9. 2011
zum Thema „Klimaschutz und Klimafolgenanpassung“

Kernkraft

- Restmüll fällt an, der nicht endgelagert werden kann
- unsichere Technik
- extrem giftig
- extrem nachhaltig (die Halbwertszeit von Plutonium beträgt 24.000 Jahre)

www.s-tip.org

CCS-Technologie

- sehr große Mengen können nicht auf Dauer sicher deponiert werden
- führt nicht zur CO_2-Reduktion
- Verschlechtert den Wirkungsgrad der Kraftwerke
- Grundwasser-Versalzung
- Erstickungsgefahr beim Austritt
  (z. B. durch Erdbeben, Untergrundsetzungen, Erschütterungen)

1. Summer School der TH Wildau in Rheinsberg vom 15. – 17. 9. 2011
zum Thema „Klimaschutz und Klimafolgenanpassung“

Elektroauto – Null-Emission?

- Strommix (33 % Wirkungsgrad)

3 kWh Brennstoff	-->	1 kWh Strom	-->	0,9 kWh mech. Energie

- Dieselauto (33 % Wirkungsgrad)

3 kWh Diesel	---------->	1,0 kWh mech. Energie

- Bei gleicher Leistung von Elektro- und Dieselauto braucht das Elektroauto 10 % mehr Brennstoff und führt zu proportional höherer Emission.

Bild: postswitch.de

www.s-tip.org

Elektroauto – geringe Verbrauchskosten?

				Wirkungsgrad Auto		Kosten
1 kWh Heizöl	-->	7 Cent	-->	33 %	-->	21,2 Cent/kWh
1 kWh Diesel	-->	14 Cent	-->	33 %	-->	42,4 Cent/kWh
1 kWh Strom	-->	24 Cent	-->	90 %	-->	26,7 Cent/kWh

- Das Elektroauto ist bei gleicher Leistung nur billiger als das Dieselauto, weil Diesel heute stark besteuert wird. Unter steuerbereinigter Annahmen (Heizöleinsatz) wäre das Elektroauto teurer.

1. Summer School der TH Wildau in Rheinsberg vom 15. – 17. 9. 2011
zum Thema „Klimaschutz und Klimafolgenanpassung“

Das Auto der Zukunft

- Biomasse-Direktantrieb (z. B. mit einem Stirling-Motor)
- Elektroantrieb bei Nutzung Biomasse-BHKW im EFH, Ladung nachts (z. B. mit einem Stirling-Motor)
- Elektroantrieb bei Nutzung von KWK-Strom, Ladung nachts
- Elektroantrieb bei Nutzung von regenerativem Strom
- Elektroantrieb bei Nutzung Strommix

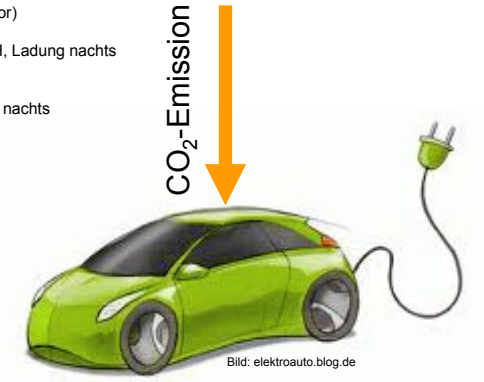
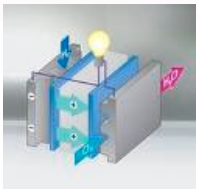


Bild: elektroauto.blog.de

www.s-tip.org

Kraft-Wärme-Kopplung

- Heizkraftwerk
- Motoren (Diesel, Gas)
- Stirlingmotoren
- Brennstoffzelle
- Grundsatz: Überall wo Wärme benötigt wird, sollte gleichzeitig Strom produziert werden.



1. Summer School der TH Wildau in Rheinsberg vom 15. – 17. 9. 2011
zum Thema „Klimaschutz und Klimafolgenanpassung“

Dezentrale Energiesysteme

- Die bei jeder Stromerzeugung anfallende Prozesswärme braucht nicht über große Entfernungen transportiert werden und steht dem versorgten Gebäude zur Verfügung
- Vermeidung von Transportverlusten von Strom und Wärme
- Unabhängigkeit der Menschen von zentralen Versorgungsunternehmen
- Resistenz gegen Umwelteinflüsse (Stürme, Erdbeben etc.)
- Trägt durch Vielzahl von Einspeisestellen zur Netzstabilisierung bei

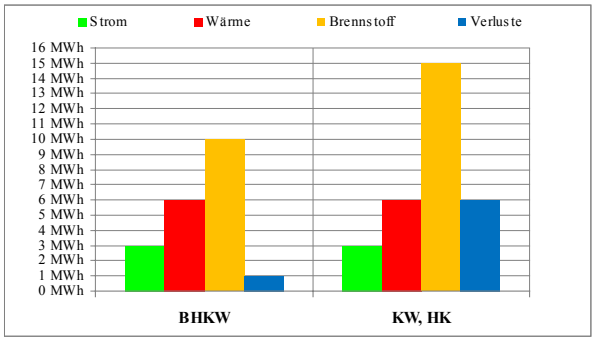
www.s-tip.org

Technologien im Vergleich

Erzeugungsanlagen	Brennstoff	Strom	Wärme	Verlust
Heizkessel	25	4	12	9
Kraftwerk				
Stromerzeugende Heizung	20	4	12	4

1. Summer School der TH Wildau in Rheinsberg vom 15. – 17. 9. 2011
zum Thema „Klimaschutz und Klimafolgenanpassung“

Energieeinsatz im KfW-60-Haus



- Die gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme über die Kraft-Wärme-Kopplung in Blockheizkraftwerken gewährleistet die bestmögliche Brennstoffausnutzung
- Dezentrale Blockheizkraftwerke reduzieren die Verteilungsverluste von Strom und Wärme

www.s-tip.org

Gesetzliche Einspeise-Vergütungsregelungen

Für die Stromeinspeisung durch eine stromerzeugende Heizung (Blockheizkraftwerk BHKW)

Erneuerbare Energien- Gesetz (EEG 2009) Eingespeister Strom aus Biomasse	
1. Grundvergütung für Anlagen bis 150 kW	11,67 Cent/kWh
wurde gegenüber EEG 2004 um 1 Ct/kWh erhöht, Degression von 1% jährlich	
2. NawaRo- Bonus	6,00 Cent/kWh
Bonus für den Einsatz von nachwachsenden Brenstoffen	
3. KWK- Bonus	3,00 Cent/kWh
Bonus für Kraft- Wärme- Kopplung, wurde gegenüber EEG 2004 um 1 Ct/kWh erhöht	
4. Technologiebonus	2,00 Cent/kWh
Bonus für innovative Technologie, z.B. STIRLING- Technik	
Summe	**22,67 Cent/kWh**

Quelle: Dr. Andreas Gimsa, 7. 4. 2011

1. Summer School der TH Wildau in Rheinsberg vom 15. – 17. 9. 2011
zum Thema „Klimaschutz und Klimafolgenanpassung“

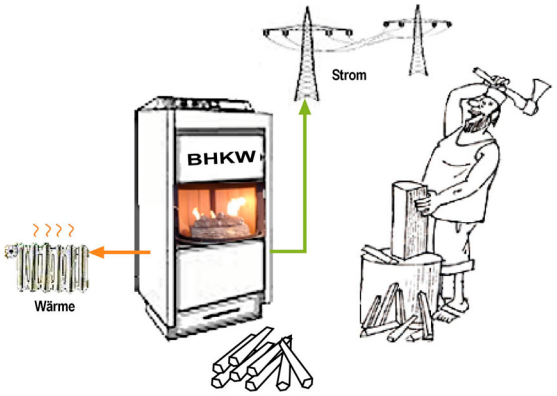
Stirling-Motoren

- **Anwendungsvielfalt**
  - -> BHKW
  - -> Kühlmaschinen
  - -> Wärmepumpen
  - -> Antriebssysteme
  - -> Hybridfahrzeuge
  - -> Bootsantriebe
  - -> Meerwasserentsalzung

www.s-tip.org

Stirling-Motoren

- **Brennstoffvielfalt**
  - -> Erdgas
  - -> Biogas
  - -> Heizöl
  - -> Pflanzenöl
  - -> Holzpellets
  - -> Holzhackschnitzel
  - -> Bioethanol
  - -> Solare-Systeme



1. Summer School der TH Wildau in Rheinsberg vom 15. – 17. 9. 2011
zum Thema „Klimaschutz und Klimafolgenanpassung“

Eigenschaften

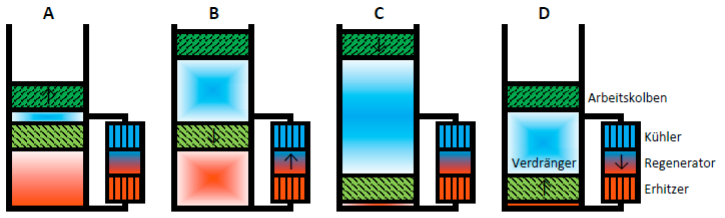
- **Stirling-Motoren sind wartungsarm:**
  - -> da nur **wenig bewegte Teile** vorhanden sind und
  - -> **keine Verbrennungsrückstände** im Zylinderraum sind
  - -> **keine explosionsartige** Verbrennung

- **Stirling-Motoren sind umweltfreundlich und leise:**
  - -> **geringe Geräuschkulisse** (insbesondere bei Mehrzyklenmotoren)
  - -> **keine Umweltbelastung** aus **laufendem Betrieb**
  - -> **keine Altöl**
  - -> **keine Luft-** oder **Ölfilter**
  - -> **hoher Gesamtwirkungsgrad**
  - -> **Einsatz CO_2-neutraler Brennstoffe** (kein Treibhauseffekt)
  - -> **Kraft-Wärme-Kopplung**

- **Diesel- und Otto-Motorentechnologie:**
  - -> Ölwechsel
  - -> Filter- und Zündkerzenwechsel
  - -> Ventileinstellungen
  - -> kurze Wartungsintervalle

www.s-tip.org

Funktionsmodell eines BETA-Stirling-Motors



	von A nach B	von B nach C	von C nach D	von D nach A
jeweilige Zustands-änderung	Wärmezufuhr zum Arbeitsgas Expansion Arbeitsabgabe	Verschiebung des Gases durch den Regenerator zum Kühler	Wärmeabfuhr vom Arbeitsgas Kompression Arbeitszufuhr	Verschiebung des Gases durch den Regenerator zum Erhitzer

Quelle: Dr. Andreas Gimsa, 15. 9. 2011

1. Summer School der TH Wildau in Rheinsberg vom 15. – 17. 9. 2011
zum Thema „Klimaschutz und Klimafolgenanpassung“

Marktpotenzial für Mikro-BHKW mit Stirling-Motor

- **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.“ (Europa)

Stirling-Motoren

- **Zukunftsperspektive:**

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

- **Risikobehaftet:**

  -> Kernspaltung

  -> Kernfusion (100.000.000 °C)

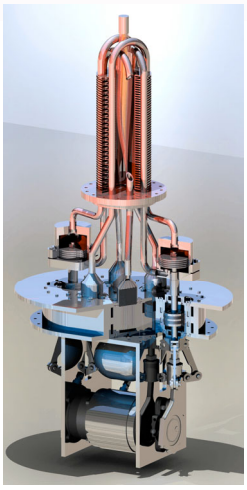
  -> CO_2-Speicherung (Kohleverbrennung) CCS

  -> Wasserstoffwirtschaft

1. Summer School der TH Wildau in Rheinsberg vom 15. – 17. 9. 2011
zum Thema „Klimaschutz und Klimafolgenanpassung“

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Ein Vortrag von
Dr. Andreas Gimsa



Stirling Technologie Institut
Potsdam gemeinnützige GmbH
Am Buchhorst 35 A
14478 Potsdam

www.s-tip.org