

Kombinierte Nutzung von Biomasse und Sonnenenergie zum Betrieb eines Hybridsystems bestehend aus Kraftwärmekopplung mit Dampfmaschine und Photovoltaikanlage

Autor: K. Brinkmann



Lehrgebiet Elektrische Energietechnik

Feithstraße 140, Philipp-Reis-Gebäude, D-58084 Hagen, fax: +49/2331/987 357,

e-mail: klaus.brinkmann@fernuni-hagen.de

Rückfragen bitte an: Dipl.-Phys. Klaus Brinkmann, Adresse siehe oben

Kurzfassung:

Eine autarke Energieversorgung unter Einbeziehung einer Photovoltaikanlage /1/, muß mit Rücksicht auf Sommer-Winter-Verhältnisse mit einer zusätzlichen Versorgungseinheit für strahlungsarme Zeiten versehen werden. Hierfür bietet sich eine Kraftwärmekopplung an, die hauptsächlich während der Heizperioden zum Einsatz kommt. Als Brennstoff sollte dabei *Biomasse* mit einer hochgradig flexiblen Auswahlmöglichkeit genutzt werden. Es wird gezeigt, daß es möglich ist, mit einem Hybridsystem bestehend aus einer Kraftwärmekopplung mit *Dampfmaschine* und einer *Photovoltaikanlage*, private Haushalte oder innerbetriebliche Verbraucher ganzjährig mit Energie zu versorgen /2/,/3/. Grundlage für diese Kombination ist ein durchschnittliches Verhältnis von Strom zu Wärme von eins zu zehn, mit Rücksicht auf den Wirkungsgrad einer Dampfmaschine von 10-15%. Diese Methode kombiniert die Vorteile einer 'CO₂-freien' Stromerzeugung mit Sonnenenergie mit den wohlbekanntem Vorteilen einer Kraftwärmekopplung. Die externe Verbrennung im Dampferzeuger ermöglicht eine individuell ***größtmögliche Freiheit zur Nutzung von Biomasse***. Damit wird eine gravierende Minderung der CO₂-Emissionen erreichbar.

Einleitung:

Mit Rücksicht auf die wechselseitigen Korrelationen der drei stochastischen Parameter *Stromverbrauch*, *Wärmebedarf* und *Strahlungsangebot*, sowohl zeitlich momentan als auch durchschnittlich, sind die für dieses Hybridsystem erforderliche Komponenten definiert und dimensioniert worden.

Für die experimentelle Überprüfung und Erfassung der Gesetzmäßigkeiten sowie die Entwicklung eines Steuer- und Regelungssystem ist im Lehrgebiet für Elektrische Energietechnik der FernUniversität Hagen ein Versuchsstand mit einer Dampfmaschine (vom Anfang des Jahrhunderts mit ca. 2.5 kW) aufgebaut worden.

Im folgenden wird insbesondere das Einsparungspotential beim Einsatz der Primärenergie und der damit verbundenen CO₂-Emissionen aufgezeigt. Der vorgesehene Einsatz von Biomasse sollte dabei einen geschlossenen CO₂-Kreislauf ermöglichen, welcher die Voraussetzung für eine stabile natürliche Gleichgewichts-CO₂-Konzentration in der Atmosphäre darstellt.

Hybridsystem:

Eine System mit einer 3-5 kWp Photovoltaikanlage und einer Kolbendampfmaschine mit einer mechanischen Leistung von bis zu 5 kW ist ausreichend, um einen durchschnittlichen Haushalt autark ganzjährig mit Energie zu versorgen /2/. Im Bild 1 sind die wesentlichen Bestandteile und deren Zusammenwirken in einem stark vereinfachten Verfahrensschema verdeutlicht.

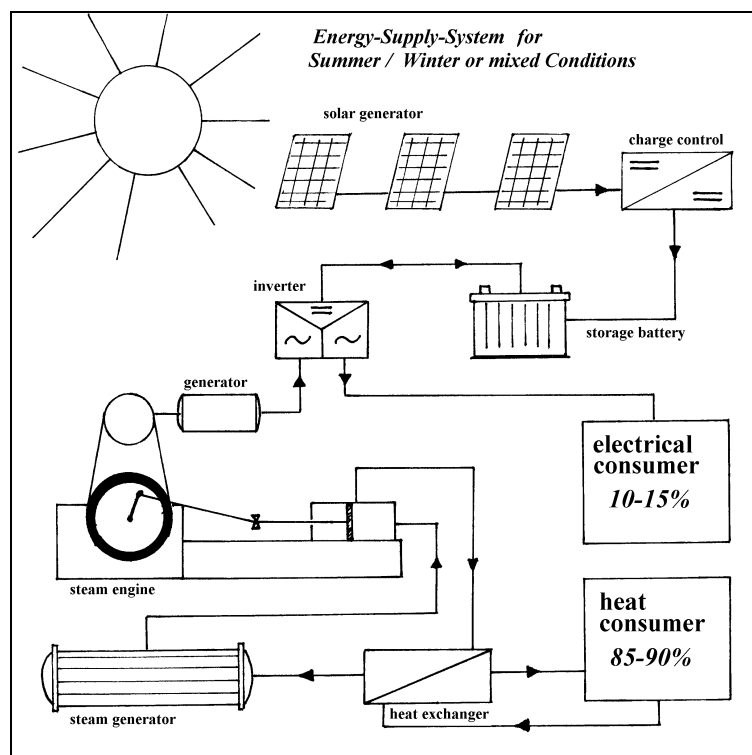


Bild 1: Vereinfachtes Verfahrensschema

Die Kraftwärmekopplung ist mit einem Bypass versehen, um eine Wärmeversorgung auch ohne Stromerzeugung zu ermöglichen /3/, wie im Bild 2 skizziert.

Während die Photovoltaikanlage in einstrahlungsreichen Zeiten die Hauptstromversorgung darstellt, übernimmt die Kraftwärmekopplung mit Biomasse die Führung in den Heizperioden.

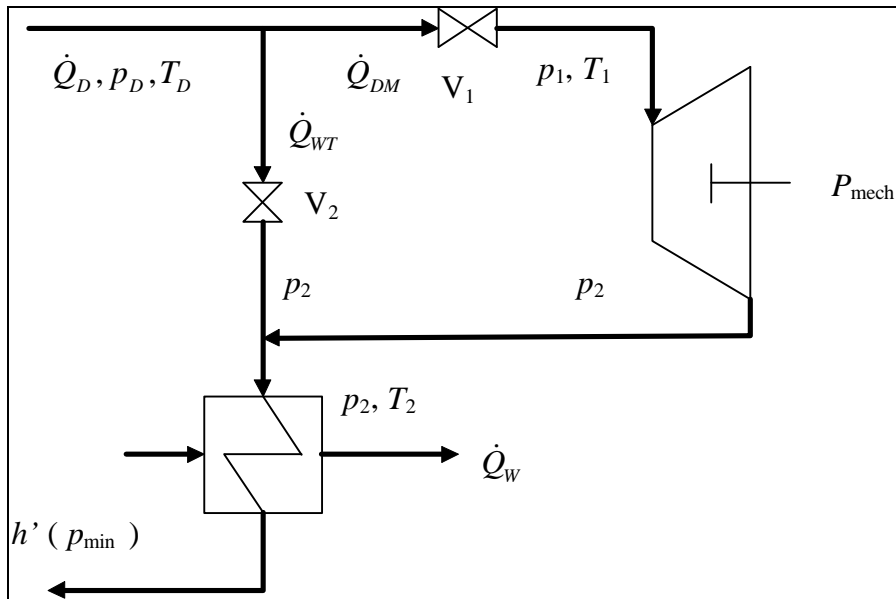


Bild 2 : Kraftwärmekopplung mit Dampfmaschine

Die Gegenüberstellung des thermodynamischen Wirkungsgrades der Dampfmaschine und den durchschnittlichen Verbrauchsverhältnissen von Strom zu Wärme für Privathaushalte in unseren Breitengraden, verdeutlicht ein wesentliches Entscheidungskriterium für die Dampfmaschine als Kraftwärmekopplungselement (Bild 3+4).

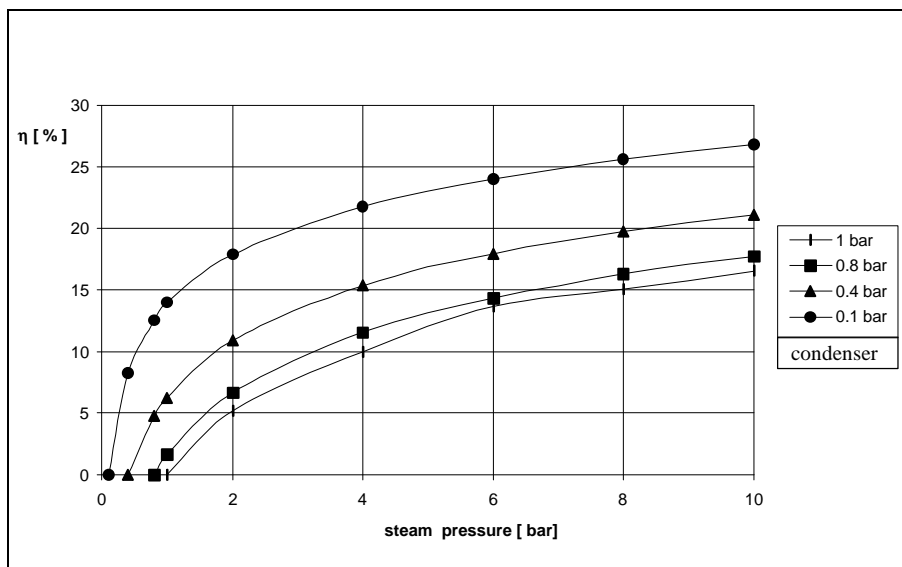


Bild 3: Thermodynamischer Wirkungsgrad der Dampfmaschine

Das Verhältnis von 1:10 für Strom/Wärme gilt in der Regel, wenn der Strom nicht zur Wärmeerzeugung genutzt wird, sondern ausschließlich 'elektrische' Verbraucher versorgt.

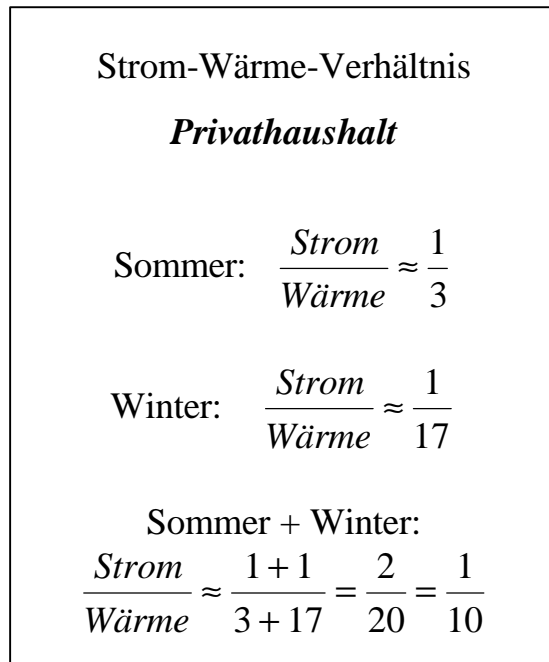


Bild 4: Typische Verbrauchsverhältnisse Privathaushalt

Die folgende Übersicht zeigt einen Energiebilanzvergleich zwischen der üblichen Versorgung und dem Einsatz des beschriebenen Hybridsystems.

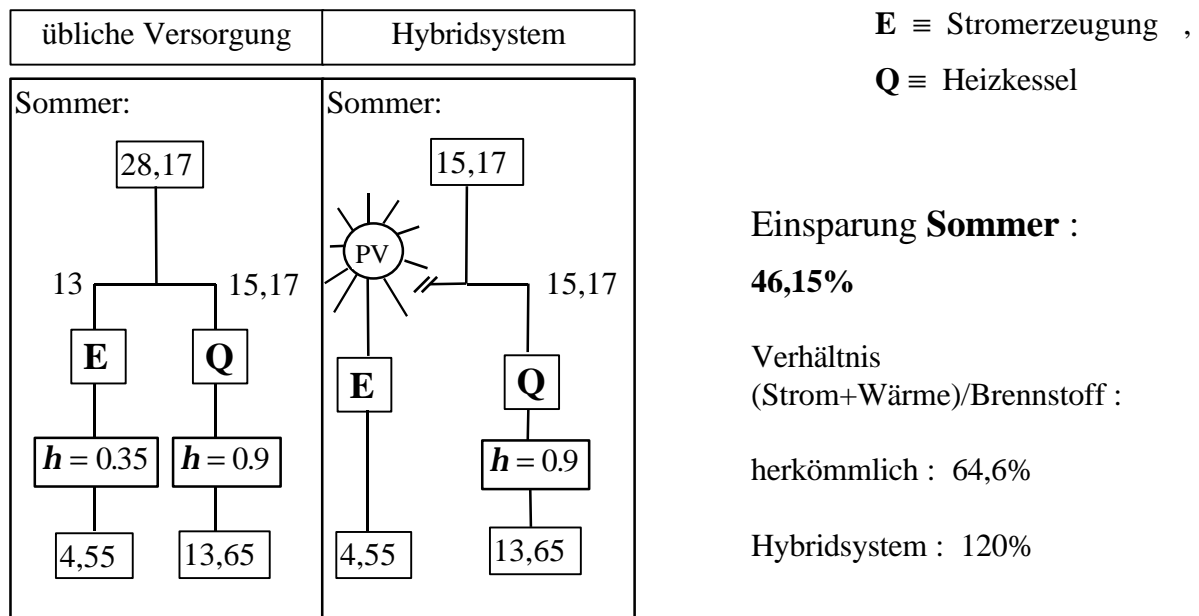
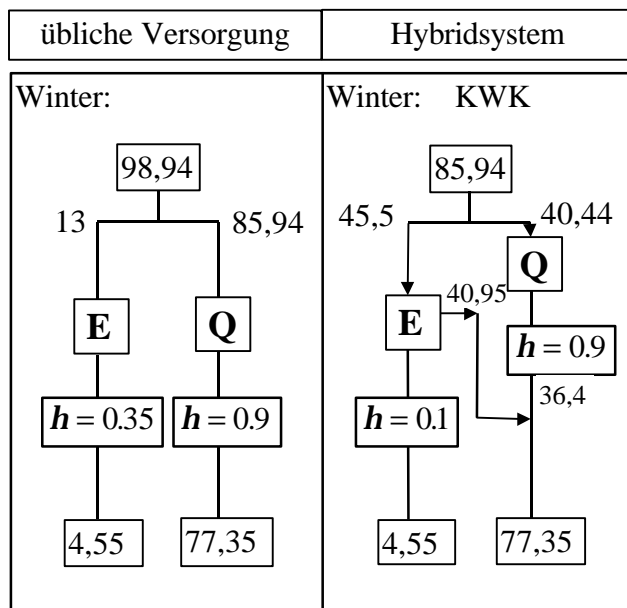


Bild 5: Vergleich herkömmliche Versorgung mit Hybridsystem , Sommer



Einsparung **Winter** :

13.14%

Verhältnis

(Strom+Wärme)/Brennstoff :

herkömmlich : 82,8%

Hybridsystem : 95,3%

Bild 6: Vergleich herkömmliche Versorgung mit Hybridsystem , Winter

Gemittelt über das ganze Jahr ergibt sich eine **Einsparung** von ca. **20,5%** an Primärenergie und damit näherungsweise auch für den CO₂-Ausstoß. In Anbetracht des durchschnittlichen Verhältnisses von 1:17 im Winter, hat eine Dampfmaschine mit $h = 0,1$ immerhin noch eine Reserve von ca. 40%.

Ausblick: Das hier vorgestellte System wird derzeit sowohl theoretisch als auch experimentell eingehend untersucht, um das für eine praktische Realisierung erforderliche Know How zu systematisieren und zugänglich zu machen.

Zusammenfassung: Es wurde ein Hybridsystem bestehend aus Photovoltaik und Kraftwärmekopplung mit einer Dampfmaschine vorgestellt, welches eine regenerative Energieversorgung mit Sonnenenergie und Biomasse erlaubt.

Referenzen:

- /1/ Skriptum zur Experimentalvorlesung Photovoltaik II / Prof. Dr.-Ing. D. Hackstein
Kurs 2158 Fernuniversität Hagen
- /2/ "PV-Generator linked to a Piston-Type Steam Engine with combined Heat and Power as a Hybridsystem for a completely self-sufficient Energy-Supply" / Klaus Brinkmann
2nd World Conference and Exhibition on Photovoltaic Solar Energy Conversion / Vienna 6-10 July 1998
- /3/ "Physical Analysis of a Hybridsystem consisting of a PV-Generator linked to a Piston-Type Steam Engine with Combined Heat an Power for a completely self-sufficient Energy-Supply"
Klaus Brinkmann / 11. Internationales Sonnenforum , Köln 26.-30. Juli 1998