

Möglichkeiten und Bedingungen zur energetischen Nutzung von Biomasse in regenerativen Hybridsystemen

Dipl.-Phys. Dr.-Ing. Klaus Brinkmann

FernUniversität in Hagen, Elektrische Energietechnik

Korrespondenz:

EnviPro Umwelt-Processtechnik Dr. Klaus Brinkmann

Leckingserstraße 149, 58640 Iserlohn, fax: +49/2371/944478

e-mail: klaus.brinkmann@envipro.de

1. Einleitung

Aufgrund der zeitlich und räumlich gegebenen Verfügbarkeiten erneuerbarer Energien, ist eine regenerative Energieversorgung mehr auf dezentrale Einheiten und auf eine Verknüpfung mehrerer unterschiedlicher, sich ergänzender Versorgungseinheiten auszurichten. Diese Verknüpfungen nennt man dann Hybridsysteme. Ein Beispiel eines derartigen Hybridsystems hat der Autor bereits vorgestellt [1], [2].

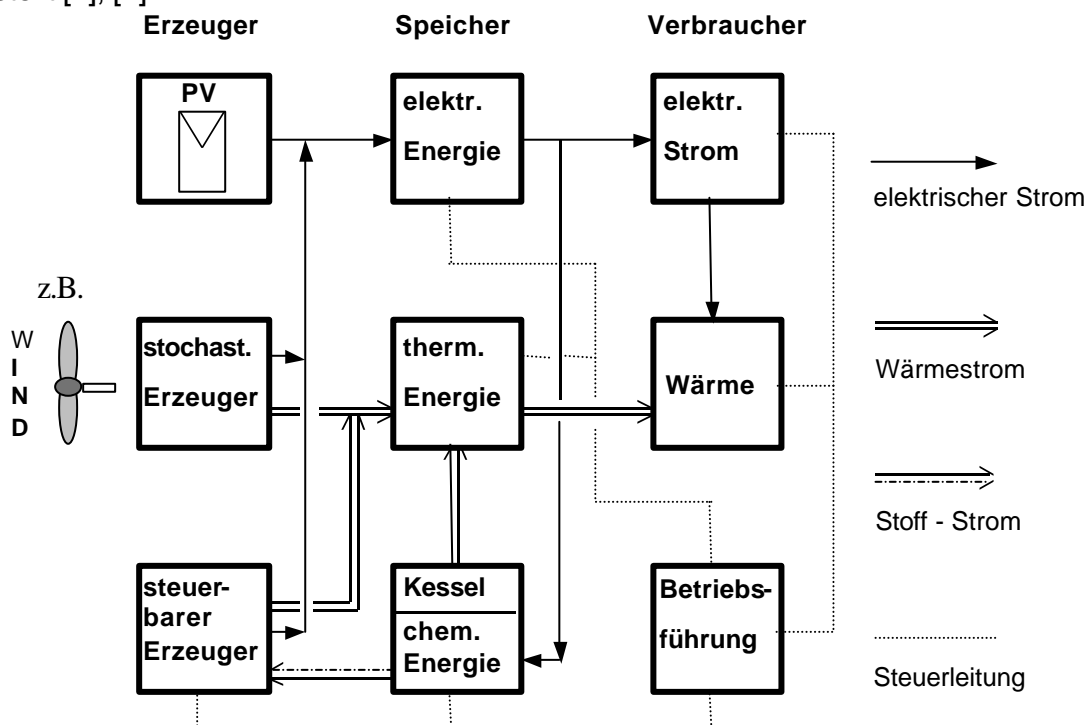


Abb. 1: Aufbauprinzip regenerativer Hybridsysteme mit Kraft-Wärme-Kopplung

Um eine möglichst effiziente Ausnutzung der regenerativ zur Verfügung stehenden Primärenergieträger, insbesondere der Biomasse zu gewährleisten, ist es von großer Bedeutung, nicht nur der reinen Wärme- oder Stromerzeugung Aufmerksamkeit zu schenken, sondern zunehmend dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung. Dieser Beitrag soll, aufbauend auf die beim 9. Symposium im Nov. 2000 dargelegte Systematisierung von realisierbaren Hybridsystem-Konfigurationen [4], im Rahmen einer grundlegenden Betrachtung Möglichkeiten und Bedingungen zur energetischen Nutzung von Biomasse in regenerativen Hybridsystemen darlegen. Hier wird insbesondere auf eine Differenzierung bezüglich des vielfältigen Spektrums einsetzbarer Biomasse Wert gelegt. Die folgenden Betrachtungen beziehen sich zunächst auf Anlagen im unteren Leistungsbereich zur autonomen Versorgung. Ein Zusammenschluss derartiger Systeme in Form eines Netzverbundes ist im Rahmen weitergehender Ausbaustufen optional möglich.

2. KWK in Hybridsystemen

Bei der Projektierung einer Kraft-Wärmekopplung in derartigen Hybridsystemen müssen die Lastganglinien für Strom und Wärme mit dem Angebot an Sonnen- oder Windenergie korreliert werden. Je nach Größe der Photovoltaikanlagen und/oder z.B. Windenergiekonverter ergibt sich ein veränderter Jahresverlauf für das verbleibende Strom-Wärme-Verhältnis, welches dann für die Auslegung einer Biomasse-betriebenen Kraft-Wärme-Kopplung ausschlaggebend ist [3], [4]. Entscheidend für die Gesamtkonstruktion eines regenerativen Hybridsystems ist die damit erzielbare Versorgungssicherheit, die sich nach dem Kriterium der 'Steuerbarkeit' beurteilen lässt. Mit anderen Worten, das System muss aus Sicht der Verbraucher eine ausreichende Anpassungsfähigkeit an das individuelle Anforderungsprofil garantieren [3].

Der Einsatz von Biomasse kann prinzipiell in jeder der drei Formen fest, flüssig oder gasförmig erfolgen. Voraussetzung ist eine ausreichende Verfügbarkeit, sowohl mengenmäßig als auch zeitlich, optimalerweise aus dem näheren Umfeld. Je nach Brennstoff kommt eine kontinuierliche und/oder diskontinuierliche Anlieferung in Frage.

Im Falle einer diskontinuierlichen Belieferung, d.h. in Form von Portionen bzw. Stücken u.ä., ist ein Pufferspeicher notwendig. Eine eigene Produktion des eigentlichen Brennstoffes (z.B. Biogas) ist dabei nicht ausgeschlossen. Eine kontinuierliche Anlieferung ist generell bei gasförmigen und flüssigen Brennstoffen einsetzbar, im Gegensatz zu fester Biomasse wie z.B. Holz.

Je nach regionaler Verfügbarkeitssituation ist es sinnvoll darauf zu achten, dass sowohl der Energieeinsatz für den Transport, als auch für die eventuell erforderliche Aufbereitung minimal gehalten wird. Dies hat nicht nur Auswirkungen auf die Energieeffizienz, sondern ebenso auf die Wirtschaftlichkeit. In einem landwirtschaftlich geprägten Umfeld für derartige Hybridsysteme ist dies in der Regel mit einem möglichst hohen Anteil an eigener Arbeitsaktivität erreichbar. Die Transportwege sollten kurz gehalten werden.

Es ist sicherlich ratsam und im Interesse der Nutzer, wenn das eingesetzte KWK-Prinzip so einfach wie möglich konstruiert ist, falls dies einer guten Gesamteffizienz nicht im Wege steht. Eine Notwendigkeit zur Aufbereitung von primärer Biomasse sollte weitestgehend vermieden werden, wenn damit eine übermäßige Komplexität (Störanfälligkeit, Wirtschaftlichkeit, etc.) und/oder Zusatzenergie verbunden ist. Hier sind z.B. Vergasungs- und Reformprozesse zu nennen.

Ein nicht unwichtiger Punkt, welcher bei der Projektierung derartiger Anlagen beachtet werden muss, ist der gewünschte bzw. erforderliche Automatisierungsgrad der Kraft-Wärme-Kopplung. Dies kann sowohl auf die Art, als auch die Verarbeitungsform des Brennstoffes einen Einfluss haben, bedingt durch die damit verbundene Dosagefähigkeit. Sind Biogase, Wasserstoff aus Biomasse, Bio-Öle und dergleichen aufgrund ihres Aggregatzustands sehr gut dosierbar, so ist bei Biomasse in fester Form eine mehr oder weniger aufwendige Formbearbeitung erforderlich. Man denke hier zum Beispiel an Pellets und Hackstückgut. Andererseits liegen aber die meisten biogenen Stoffe primär in fester Form vor.

Nicht zuletzt gilt es auch an die chemische Zusammensetzung der Brennstoffe und der daraus resultierenden Abgase zu denken. Die gesetzlichen Vorgaben sind hier selbstverständlich einzuhalten. Aber z.B. bei der Verbrennung entstehende chemisch aggressive Stoffe (z.B. Chlorverbindungen) bzw. mechanisch beeinträchtigende Rückstände (z.B. Salze mit hohem Schmelzpunkt) haben unmittelbaren Einfluss auf

die Wahl und Gestaltung der KWK-Aggregate und der dazugehörigen Prozesskomponenten.

3. Biomasse-Energiewandler für Hybridsysteme

Grundsätzlich kann man zeigen, dass der Einsatz einer Biomasse-KWK in Hybridsystemen nach Abb. 1, bei ausreichender Dimensionierung der rein elektrischen Energiekonverter wie Photovoltaik- und/oder Windkraftanlagen, keine allzu hohen Anforderungen an den maximal möglichen elektrischen Wirkungsgrad des KWK-Aggregates stellt. Es ist durchaus möglich z.B. mit einer Größenordnung um 5% auszukommen. Ein weitestgehend minimierter Batteriespeicher hilft dabei, mit kurzfristigen darüber hinaus gehenden Spitzenlasten fertig zu werden [4].

Biomasse, oder davon abgeleiteter Brennstoff, kann prinzipiell zwei Arten der Verbrennung zugeführt werden, nämlich einer 'inneren' oder 'äußeren' Verbrennung.

Bei der 'inneren Verbrennung' wird die Oxidation innerhalb des Kraftherzeugers direkt durchgeführt. Hierzu zählen z.B. Dieselmotoren, Ottomotoren oder Mikrogasturbinen zur Nutzung flüssiger und gasförmiger Stoffe. Aber auch die Brennstoffzelle kann dazu gerechnet werden, auch wenn sie nicht mit einer Flamme abreitet. Während Motoren schon über einen ausgereiften Stand der Technik verfügen, bedarf es bei Brennstoffzellen noch Entwicklungsaufwand, um Zuverlässigkeit und Langlebigkeit, sowie Wirtschaftlichkeit zu verbessern. Neuere Verfahren wie z.B. die Thermophotovoltaik sind noch weniger weit fortgeschritten.

Ein Nachteil dieser Aggregate ist es, dass der Brennstoff in der Regel in einem separaten Aufbereitungsverfahren hergestellt werden muss. Zudem können chemisch unverträgliche Verbrennungsprodukte die Betriebsfähigkeit erheblich einschränken, so dass falls möglich eine Vorreinigung des Brennstoffes anzusetzen ist. Zu hohe Verbrennungstemperaturen bedingen häufig auch Emissionen von z.B. NO_x und CO , welche äußerst umweltschädigend sind. Dies gilt es weitestgehend zu verhindern. Hier bieten möglicherweise neuere Entwicklungen zur sogenannten Porenbrennertechnik erfolgversprechende Perspektiven.

Feste Biomasse wie Halmgut oder holzartige Stoffe können einer internen Verbrennung nicht zugeführt werden. In diesen Fällen muss die thermische

Verbrennungsenergie von außen über einen Wärmetauscher an ein sogenanntes Arbeitsmedium abgegeben werden. Dieses Medium kann gasförmig, flüssig oder dampfförmig sein. Über thermische Ausdehnung und Kontraktion, mit oder ohne Wechsel des Aggregatzustands, betreibt dieses Medium eine Arbeitsmaschine. Diese Art der 'äußeren Verbrennung' kann natürlich mit jeglicher Art von Brennstoff betrieben werden. Für den hier betrachteten unteren Leistungsbereich bietet sich der Stirlingmotor und die Dampfmaschine an. Zu beiden Maschinentypen gibt es moderne vielversprechende Entwicklungen und Bestrebungen auch für Leistungen im Bereich von einigen kW. Größere Dampfmaschinen mit einer Leistung bis hin zu 1.200 kW befinden sich schon erfolgreich zur Biomassenutzung im Einsatz. Neueste Dampfmaschinen-Entwicklungen zielen auch auf den Haushaltsbereich ab. Zusammenfassend scheint, auch im Hinblick auf den erforderlichen elektrischen Wirkungsgrad im Rahmen derartiger Hybridsysteme, ein Einsatz von einfachen Dampfmotoren oder Stirlingmaschinen moderner Bauart von Vorteil zu sein, da die äußere Verbrennung ein hohes Maß an Flexibilität und damit auch an Wirtschaftlichkeit zulässt.

Referenzen:

- [1] K. Brinkmann: Combined Heat and Power with Biomass and Solar Energy for private Households with a Hybridsystem consisting of a PV-Generator linked to a Steam Engine. Proceedings of the 1st World Conference on Biomass for Energy and Industry, Seville Spain, 05-09 June 2000.
- [2] K. Brinkmann: Kombinierte Nutzung von Biomasse und Sonnenenergie zum Betrieb eines Hybridsystems bestehend aus Kraftwärmekopplung mit Dampfmaschine und Photovoltaikanlage. Siebtes Symposium Biobrennstoffe und umweltfreundliche Energietechnik Deggendorf 1998.
- [3] K. Brinkmann: Anforderungen an einen mit Biomasse betriebenen Dampferzeuger für ein Hybridsystem bestehend aus Kraftwärmekopplung mit Dampfmaschine und Photovoltaikanlage. Achtes Symposium Biobrennstoffe und umweltfreundliche Energietechnik Deggendorf 1999.
- [4] K. Brinkmann: Möglicher Beitrag sowie Bedeutung von Biomasse-Energiewandlern beim Einsatz in regenerativen Hybridsystemen. Neuntes Symposium Festbrennstoffe aus Biomasse und umweltfreundliche Energietechnik, Staffelstein 2000.

Possibilities and Conditions of the Energy Conversion of Biomass in Renewable Hybrid Systems

Dipl.-Phys. Dr.-Ing. Klaus Brinkmann

FernUniversität in Hagen, Electrical Power Engineering

Correspondence:

EnviPro Environmental Process Engineering Dr. Klaus Brinkmann

Leckingserstraße 149, 58640 Iserlohn, fax: +49/2371/944478

e-mail: klaus.brinkmann@envipro.de

Abstract: The availability of renewable energies like wind and solar energy is local and time dependent with stochastically behaviour. Therefore the most significant difference to the momentary usual fossil energy supply is the controllability. An extensive usage of renewable energies implies for these reasons a decentralised supply structure, where the different possibilities of renewable energy converter are to be combined with respect to their complementary character, resulting in so-called hybrid systems. In order to achieve a most efficient exploitation of the renewable energy sources, especially for biomass, it is important to care attention not only to the pure electrical or heat energy path, but also emphatically to the principle of combined heat and power.

In summary, the mean intention of this paper, in a more strategic kind, is to give an overview of the different possibilities to realise the principle of the combined heat and power in hybrid systems and to underline the role and importance of biomass for this.