
Der Stellenwert der GUD-Kraftwerke in der solaren Energieversorgung der Schweiz
Prof. Dr. Hansjürg Leibundgut (ETH Zürich, Professor für Gebäudetechnik)
2. Februar 2009

Als Gaskraftwerk wird zurzeit in der energiepolitischen Diskussion eine Anlage bezeichnet, die mit Erdgas betrieben wird und Strom erzeugt. Da in diesen Anlagen ein fossiler Brennstoff verfeuert wird, emittieren sie «fossiles» CO₂. Deshalb wurden sie als Dreckschleudern verschrien.

Technologisch bezeichnen wir die Anlagen als GUD-Anlagen. GUD steht dabei für Gas-Und-Dampf und sagt nichts über den Brennstoff aus. Die GUD-Kombi-Anlage besteht aus einer Gasturbine, der eine Dampfturbine nachgeschaltet ist. In der Gasturbine leistet ein sehr heisses Gas mit ca. 1300°C Eintrittstemperatur mechanische Arbeit und kühlt sich dadurch auf ca. 600-700°C ab. Mit dem aus der Gasturbine austretende Gas erzeugt man in einem Dampferzeuger Hochdruckdampf, der in einem geschlossenen Dampfturbinenprozess erneut mechanische Arbeit leistet. Am Ende des ganzen Prozesses muss die Abwärme aus diesem Dampfturbinenprozess bei ca. 50°C aus dem Kondensator abgeführt werden. Infolge dieses gekoppelten Prozesses ist es möglich, über 60% der thermischen Energie im heissen Gas in elektrischen Strom umzuwandeln. Diese Systeme sind Stand der Technik.

Das sehr heisse Gas am Eintritt des Prozesses ist in der Regel das Verbrennungsgas (Rauchgas) eines offenen Verbrennungsprozesses mit Ueberdruck gegenüber der Atmosphäre. Der Verbrennungsprozess kann mit Erdgas, Erdöl, Kerosin, Kohle, Holz oder auch z.B. mit Wasserstoff oder Biogas (gasförmig) oder Methanol (flüssig) betrieben werden. Interessant ist, dass man die Anlage einfach innert sehr kurzer Zeit von einem Brennstoff auf den andern umstellen kann (z.B. von Erdgas auf Methanol). Interessant in Bezug auf die anrechenbaren CO₂-Emissionen ist auch, dass man dem Erdgas sehr einfach Biogas oder Wasserstoff beimischen kann. Und weiter von Bedeutung ist, dass man Methanol rel. einfach aus überschüssiger Solarenergie irgendwo erzeugen und dann in Behältern lagern kann, in denen vorher Erdöl gelagert wurde.

Grosse GUD-Anlagen mit einer elektrischen Leistung > 50MW im schweizerischen Stromnetz erhöhen die Netzsicherheit und -regulierbarkeit. Sie stellen sowohl Notstrom- wie auch Regulierungsanlagen dar. Im schweizerischen Stromnetz, das im Jahr 2060 aus rein erneuerbaren Energiequellen gespeist wird (Wasserkraft, Wind, direkte Solarstrahlung) nehmen diese GUD-Anlagen eine übertragende Bedeutung ein. Sie werden dann nur im Winter auf Volllast betrieben und werden mit Methanol befeuert, das im Sommer aus solarem Ueberschussstrom erzeugt worden ist. Die GUD-Anlagen werden im Jahr 2060 eine CO₂-Bilanz von Null aufweisen.

Eine Masterarbeit, die an der ETH Zürich im Jahr 2008 abgeschlossen wurde, zeigt auf, dass ein Sommerüberschuss von über 20% Strom anfällt (bezogen auf den Jahresstrombedarf), wenn die Stromproduktion an den besten Standorten Europas erfolgt und im Monat November nur eine Tag/Nachtspeicherung benötigt wird. Je schlechter die Bedingungen im Produktionsgebiet für die solare Stromerzeugung, die Wind- und Wasserkraftnutzung sind, desto mehr Leistung in Wasserkraft-, Wind- und Solaranlagen muss installiert werden (kleinere Volllaststundenzahlen bedeuten höhere installierte Leistungen). Zudem muss mehr Energie gespeichert werden um die schlechten Zeiten ohne Sonne und Wind zu überbrücken. D.h. die kleinräumige Autonomie bzw. Autarkie ist teurer als eine grössräumige Vernetzung. Diese Erkenntnis ist nichts Neues und gilt für alle Versorgungsgüter. Sie war in den vergangenen 100 Jahren Auslöser des weltweiten Handels für Nahrungsmittel, Rohstoffe, industrielle Produkte, und Basis für die Exportindustrie der Schweiz. Für das Versorgungsgut Strom gilt dies stark ausgeprägt, weil im Umkreis von 1500km deutlich bessere Produktionsstandorte zu finden sind (halbierte Gesteungskosten) und weil der Transport von Strom sehr einfach ist im Vergleich zu z.B. Nahrungsmitteln.

Die GUD-Anlagen in der Schweiz sind bereits bei einer europäisch optimierten Versorgungsstruktur von grosser Bedeutung. Bei einem grösseren Autonomiegrad der Schweiz, d.h. bei mehr Solarstromproduktion im Inland, nimmt deren Bedeutung zu.

In der politischen Debatte treten immer wieder Geothermie-Kraftwerke als einheimische Stromproduktions-Systeme mit hohem Potential auf. Thermodynamisch sind diese Anlagen sehr bescheiden. Bei Bohrtiefen von 5000 Meter (max. 150°C) können gerade mal 13% der entzogenen thermischen Leistung in Strom umgewandelt werden. 87% fällt als Abwärme bei ca. 50°C an und muss an der Erdoberfläche abgeführt werden. Bei elektrischen Leistungen über 3MW sind dies mindestens 20MW. Werden die Temperaturen auf 70°C im Fernwärmenetz erhöht (um z.B. auch das Warmwasser in den angeschlossenen Häusern zu erwärmen), nimmt der elektrische Wirkungsgrad des geothermischen Kraftwerks massiv ab auf unter 10%. Der Aufbau von Fernwärmenetzen ist nicht konkurrenzfähig gegenüber einer Lösung mit untiefen Erdsonden und Solarstrom.

Es lässt sich leicht zeigen, dass die Koppelung von Strom aus einer erdgasbefeuerten GUD-Anlage mit einer effizienten Wärmepumpe oder mit einem Elektrofahrzeug die CO₂-Emissionen des Systems um den Faktor 3-4 reduziert im Vergleich mit einem Gasbrenner oder einem Benzinauto. Dieser Effekt ist in den Uebergangsjahren 2010 bis ca. 2035 von entscheidender Bedeutung. Er ermöglicht es, den Umbau des Gebäudeparks und des Autoparks der Schweiz von Verbrennungssystemen zu elektrischen Systemen stark zu beschleunigen ohne dass Kernkraftwerke benötigt werden und ohne dass die CO₂-Emissionen der Schweiz ansteigen. Das gekoppelte System ist vielmehr Treiber einer massiven Beschleunigung der CO₂-Reduktion, u.a. weil der Umbau sofort ab dem Jahr 2012 erfolgen kann.

Die Professur für Gebäudetechnik der ETH Zürich wird Ende 2009 eine Visualisierung des Umbaus der Schweiz aus dem heutigen Zustand (40MioTCO₂/a) in einen Zustand mit weniger als 10MioTCO₂/a innert 50 Jahren vorstellen. Neu gegenüber der Darstellung in www.viagiabella.ch ist der Einbezug der Kurzstreckenfahrten der Personenautos und der Betrieb der grossen GUD-Kraftwerke zuerst mit Erdgas und ab 2035 zunehmend mit Solar-Methanol. Wir wollen den möglichen Zustand des Systems in Schritten von jeweils 5 Jahren in einem Video darstellen, das die vielen Dimensionen der Betrachtung berücksichtigt. Wir erachten diese Arbeit als Beitrag der Forschung für eine wichtige Frage der Gesellschaft. Das Video ist ein Mittel zur Kommunikation der sehr komplexen Zusammenhänge.

Zürich, 2. Februar 2009 / LE