Das schmutzige Geheimnis der Wind- und Sonnenkraftnutzung!

geschrieben von Klaus-dieter Humpich | 1. März 2011

All diese Prinzipien sind seit Jahrzehnten in der kommerziellen Anwendung. „Forschungsvorhaben“ beziehen sich allenfalls auf die Verbesserung bekannter Verfahren. Wie (relativ) gering das Entwicklungspotential ist, kann auch der technische Laie nachvollziehen, wenn er es mit der rasanten Entwicklung von PC, mobilem Telefon usw. vergleicht. Oder noch drastischer gesagt: Erfindungen, die sich in rund einem Jahrhundert nicht am Markt etablieren, sind – aus welchen Gründen auch immer – Totgeburten. Klassisches Beispiel hierfür ist das „Elektroauto“, welches alle paar Jahrzehnte wieder auf der Bildfläche erscheint. Immer genau dann, wenn die Erfahrungen der vorhergehenden Entwicklergeneration wieder vergessen worden sind und man die alten Sackgassen wieder ungestraft neu betreten darf. Die neueste Wiederauferstehung findet gerade unter dem Deckmäntelchen der Speicherung „alternativer“ Energie statt.
Dass Wind und Sonne nicht wirtschaftlich sind, ist längst bekannt. Dass man mit ihnen überhaupt kein bedarfsgerechtes Stromnetz betreiben kann, ebenso. Man hat sie in der Energiewirtschaft deshalb stets als „Additive Energieformen“ bezeichnet, um unmissverständlich zum Ausdruck zu bringen, dass sie eben keine „Alternative“ zu einer konventionellen Stromversorgung sein können, sondern lediglich eine Ergänzung. Warum aber ein sündhaft teures zusätzlichen Energiesystem auf das ohnehin vorhandene draufsatteln, wenn man wegen der „Zufälligkeit“ von Wind und Wetter gar nicht auf eine konventionelle Stromversorgung verzichten kann? Natürlich wegen dem Klima, ein Schelm wem langsam anderes dämmert. Schließlich muss man doch um so weniger Kohle verbrennen, um so mehr elektrische Energie aus Wind und Sonne „CO2-frei“ produziert wird. Ist das wirklich so oder ist auch hier der Wunsch nach einer besseren Welt der Vater des Gedankens?
Dazu ist es notwendig, sich etwas näher mit der Technik auseinanderzusetzen. Der Wind ist ein unsteter Gesell. Jeder, der schon mal auf dem Wasser gewesen ist, weiß wie schnell er kommen kann und auch wieder verschwindet. Ganz besonders gilt das, wenn „böiges Wetter“ angesagt ist. Was soll das aber mit der Produktion von CO2 zu tun haben? Dazu muss man erst einmal die Physik einer Windmühle verstehen: Die Leistung hängt mit der 3. Potenz von der Windgeschwindigkeit ab. Mit einfachen Worten gesagt: Wenn beispielsweise bei einer bestimmten Windgeschwindigkeit eine bestimmte Leistung erzeugt wird, wird bei der doppelten Windgeschwindigkeit bereits die achtfache Leistung, bei der dreifachen Windgeschwindigkeit die 27-fache und bei der vierfachen Windgeschwindigkeit gar die 64-fache Leistung erzeugt! Eine Windmühle ist also ein regelungstechnischer Albtraum. Für den Betreiber kann die Sache nur profitabel sein, weil er die Kosten und Umweltbelastungen auf die Allgemeinheit abwälzen kann. Dies geschieht, indem der jeweilige

„Netzbetreiber“ mit diesen Schwankungen technisch und wirtschaftlich leben muss und gesetzlich verpflichtet ist, sie stets und zu seinen (!) ausschließlichen Lasten „auszuregeln“. Überdies werden ihm die daraus resultierenden Umweltbelastungen (!) auch noch angelastet. Jetzt wird mancher empört sein öko-ideologisch geschultes Haupt schütteln wollen: Schließlich wird doch kein Brennstoff verbrannt, wenn die Windmühle produziert. Doch ist die Versorgung mit elektrischer Energie wirklich so simpel?

In jedem Augenblick muss genau so viel Strom erzeugt werden, wie gerade verbraucht wird. Wird mehr Strom eingespeist, als gleichzeitig verbraucht wird, erhöht sich die Netzfrequenz. Wird weniger eingespeist als verbraucht, sinkt sie ab. Dabei ist es völlig unerheblich, ob ein Kraftwerk ausfällt oder sich ein zusätzlicher Verbraucher in das Netz einschaltet. In jedem Fall muss eine ausreichende Reserve vorgehalten werden. Wobei Reserve nicht gleich Reserve ist: Es kommt entscheidend auf die Reaktionsfähigkeit an. Man muss sich das, wie bei einer Transportaufgabe vorstellen. Wenn man eine Person von A nach B befördern muss und die Ankunftszeit keine Rolle spielt, reicht es aus, ein Ersatzfahrzeug auf dem Hof bereit zu halten. Fällt das erste Fahrzeug aus, kann man ganz entspannt das Ersatzfahrzeug hinterher schicken. Völlig anders stellt sich das Problem dar, wenn die Ankunftszeit garantiert werden muss oder ein Warten aus anderen Gründen (z. B. Personenschutz) nicht möglich ist. In diesem Fall muss ein Ersatzfahrzeug bereits mitfahren, um bei einem Ausfall ein unmittelbares Umsteigen zu ermöglichen. Dieses Ersatzfahrzeug verbraucht aber auch Treibstoff. Bei der Stromversorgung ist die Reaktionszeit nahe Null. Man muss also stets eine entsprechende Reserve mitlaufen haben. In der guten alten Zeit der Vertragsfreiheit konnten die Vertragspartner (Energieversorger und Stromkunde) sich zum gegenseitigen Vorteil arrangieren. Eine Vergleichmäßigung des Stromverbrauches wurde vom Energieversorger z. B. über Leistungspreise dem Kunden honoriert. Wer gedankenlos Großgeräte einschaltet und damit das Netz stört, muss dafür kräftig zahlen. Es ist daher heute in jedem Krankenhaus und in jeder Hotelküche üblich, „Spitzenlast-Optimierung“ zu betreiben. Industrielle Großverbraucher (Stahlwerke etc.) stehen unmittelbar mit den Energieversorgern in Kontakt und müssen außergewöhnliche Lastspitzen Tage vorher beantragen und abstimmen. Umgekehrt konnten die Energieversorger durch die (nahezu) freie Standortwahl und die Gestaltung ihres Kraftwerksparks für eine optimale Erzeugung sorgen. Mit der Einführung der Planwirtschaft in Gestalt des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) wurde dieses höchst erfolgreiche System zerstört. Es gibt nun in der Gestalt des „Windparkbetreibers“ oder „Solarstromerzeugers“ einen dritten, der ausschließlich zur eigenen Gewinnmaximierung tätig werden darf. Ausdrücklich auch dann, wenn er durch sein Gewinnstreben die Gesellschaft (wirtschaftlich) schädigt. Dieses – schon rechtsstaatlich pikante Konstrukt – wurde ausschließlich über einen angeblichen Schutz der Umwelt legitimiert. Die alte Geschichte von den angeblich „höheren Interessen“ die ein schädigendes Verhalten rechtfertigen. Inzwischen sind die wirtschaftlichen Konsequenzen für

jeden offensichtlich geworden. An dieser Stelle sei nur auf die explosionsartig steigende „Umlage für Ökostrom“ verwiesen. Aber sind wir nicht alle bereit, ein paar Opfer für die Rettung der Welt zu bringen? Schließlich soll doch durch die Freisetzung von CO2 aus Kraftwerken die Welt untergehen. Mag das glauben wer will. An dieser Stelle soll es nur um die Frage gehen, ob denn überhaupt durch den Bau von „Windparks“ und „Kollektorfarmen“ tatsächlich das Klima gerettet werden kann.
Wir erinnern uns an das bisher gesagte: Wind und Sonne sind zufällige Größen, deren Vorhersage nichts weiter als Wettervorhersage ist. Sie können sich sehr schnell und mit erheblicher Stärke ändern. Der Regelungstechniker würde sagen, sie sind echte Störgrößen mit sehr starken Gradienten (z. B. Leistungsänderung infolge einer in einen Windpark einfallenden Bö). Man muss daher ständig konventionelle Kraftwerke mitlaufen lassen, um das Netz überhaupt stabil halten zu können. Diese Kraftwerke müssen zwangsläufig einen Teil ihres Brennstoffes ungenutzt verbrennen. Sei es durch den Betrieb in Teillast mit schlechteren Wirkungsgraden oder durch sogenanntes „Androsseln“. Was nichts weiter als eine Umschreibung dafür ist, dass man den aufwendig erzeugten Dampf nicht in der Turbine seine Arbeit verrichten lässt, sondern (einen Teilstrom) unverrichteter Dinge im Kondensator niederschlägt. Es ist halt genau wie mit dem leeren Fahrzeug hinter der Kolonne: Will ich jederzeit ein Umsteigen garantieren, muss das „leere Auto“ stets hinter der Kolonne herfahren. Niemand käme auf die Idee, den notwendigen „Spritverbrauch“ nur auf die Fahrzeuge „mit Personen“ zu beziehen. Spätestens beim nächsten Tankstopp müssen alle Fahrzeuge wieder betankt werden.
Will man die tatsächliche Primärenergieeinsparung durch „Wind und Sonne“ in einem Stromnetz bestimmen, sind aufwendige Messungen bzw. Simulationen notwendig. Für das grundsätzliche Verständnis reichen aber einfache Abschätzungen aus. In einem Netz ergibt sich der Nutzungsgrad als das Verhältnis aus der in dem Betrachtungszeitraum verbrauchten elektrischen Energie zu dem hierfür eingesetzten Brennstoff .
NG = E / Br
Bisher konnte man die im Netz konsumierte elektrische Energie mit der in den Kraftwerken nahezu gleich setzen. Zukünftig gestaltet sich die Bilanzierung etwas schwieriger: Wem soll man die elektrische Energie, die auf dem langen Weg vom Windpark in der Nordsee zu dem Kunden in München in der Leitung „verbraten“ wurde, als „Umweltschutz“ anrechnen? Dem Windpark in der Nordsee oder dem Kraftwerk vor den Toren Münchens? Hätte man den Strom nicht aus dem Windpark, sondern aus dem nahen konventionellen Kraftwerk bezogen, hätte er gar nicht verbraucht werden müssen. Warum sich Rechtsanwälte im Zusammenhang mit der Berechnung von „Netzentgelten“ noch nicht hinreichend mit dieser Frage auseinandergesetzt haben, entzieht sich meiner Kenntnis. Ich vermute, spätestens wenn der Handel mit „CO2-Zertifikaten“ eine lukrative Größenordnung erreicht hat, wird sich die Frage stellen, wer eigentlich die Zertifikate bezahlen muss, die ein Kraftwerk gar nicht gebraucht hätte, wenn es nicht für die Unterstützung des Windparks eingesetzt worden wäre. Will man auch nur den Anschein eines Verursacherprinzips

aufrecht erhalten, werden das wohl die Windparks selber tun müssen.
Bevor es weiter gehen kann, muss an dieser Stelle mit einem unter Laien weit verbreiteten Irrtum aufgeräumt werden: Der Gleichsetzung von Wirkungs- und Nutzungsgraden. Wirkungsgrade beziehen sich auf Leistungen und geben damit grundsätzlich nur eine Momentaufnahme wieder. Nutzungsgrade hingegen bilanzieren die in einem Betrachtungszeitraum erzeugten und verbrauchten Energien. Die praktischen Konsequenzen kennt jeder von uns aus den Verbrauchsangaben in Autoprospekten. Die Verbrauchsangaben im Prospekt gelten für genau definierte Betriebspunkte (Liter Benzin bei 80 km/h) unter idealen Bedingungen und entsprechen somit Wirkungsgraden. Was wir später an der Tankstelle messen und ermitteln sind Nutzungsgrade: Den tatsächlichen Verbrauch im Zeitraum „zweier Tankfüllungen“ gemittelt über alle realen Betriebszustände. Dies ist ganz wichtig, da der Allgemeinheit immer nur Wirkungsgrade von Kraftwerken bekannt sind. Nutzungsgrade des realen Betriebs sind aus gutem Grund Geschäftsgeheimnisse! Sie hängen stark von der Betriebsweise ab. Wenn ein Kohlekraftwerk angedrosselt gefahren wird, um den Regelbetrieb zu unterstützen, hat das mit seinem Wirkungsgrad im Abnahmeversuch nur noch sehr entfernt zu tun! Man kann sich als Außenstehender nur einen Überblick über die tatsächlichen Nutzungsgrade verschaffen, wenn man sich sehr eingehend mit den Energiestatistiken auseinandersetzt. Dort wird für ein gesamtes Versorgungsgebiet (z. B. Deutschland) der in einem Kalenderjahr eingesetzte Brennstoff aufgelistet.
Wie verhält es sich aber mit den Nutzungsgraden konventioneller Kraftwerke in einem gemischten Netz? Bisher ging man stark vereinfachend von dem Ansatz aus, dass der „alternativ“ produzierte Strom eine entsprechende Menge Brennstoff in den konventionellen Kraftwerken ersetzt. Vereinfachend ermittelte man die „CO2-Einsprung“ durch die Multiplikation mit den entsprechenden Kraftwerkswirkungsgraden für Kohle, Gas etc. Gemäß der Kraftwerksverteilung konnte man so die „CO2-Einsprung“ bilanzieren. Diese Methode führt – bei immer stärkerem Einsatz von Wind und Sonne – zu einer notwendigerweise (methodisch bedingten) Überzeichnung der „CO2-Einsprung“. Ein Übergang zu den tatsächlichen Nutzungsgraden – einschließlich der Bereitschaftsverluste und den zusätzlichen Verlusten durch die Verschiebung der Betriebspunkten – ist zwingend erforderlich. In einem gemischten Netz ergibt sich der Nutzungsgrad als das Verhältnis aus der in dem Betrachtungszeitraum verbrauchten elektrischen Energie verringert um die netto „Alternativenergie“ (ohne Transportverluste) zu dem hierfür eingesetzten Brennstoff *Brgem*.
NGgem = (E – Ealt) / Brgem
Der in einem realen Netz durch „Alternativenergien“ eingesparte Brennstoff *DeltaBr* ergibt sich aus der Differenz zwischen dem in einem (rein) konventionellen Netz verbrauchten Brennstoff und dem für einen gemischten Betrieb notwendigen Brennstoffeinsatz *Brgem*.
DeltaBr = Br – Brgem
Setzt man in diese Gleichung die beiden ursprünglichen Gleichungen ein, erhält man:

DeltaBr = Br – Brgem = E / NG – (E – Ealt) / NGgem
Wie gesagt, der Nutzungsgrad in einem gemischten Netz *NGgem* muss wegen der zusätzlichen Verluste (Bereitschaftsverluste, Androsselung, Verschiebung aus den optimalen Betriebspunkten usw.) schlechter sein, als in einem konventionellen Kraftwerkspark mit optimaler Fahrweise *NG*. Wie hoch die tatsächliche „CO2-Einsparung“ in einem gemischten Netz ist, kann nur über umfangreiche Simulationen oder Messungen ermittelt werden. Für eine erste Abschätzung reicht jedoch ein Gedankenexperiment aus. Wie würden sich die Nutzungsgrade verhalten, wenn der Brennstoffmehrverbrauch im gemischten Betrieb gerade die Einsparung durch „Wind und Sonne“ auffressen würde? Anschließend kann man die Ergebnisse mit Erkenntnissen aus der Praxis diskutieren.
0 = DeltaBr = Br – Brgem = E / NG – (E – Ealt) / NGgem
NG / NGgem = E / (E – Ealt)
Man erhält dadurch eine Funktion für die Verschlechterung des Nutzungsgrades in einem gemischten Betrieb *NGgem* in Abhängigkeit von dem Anteil der „Alternativenergie“ *Ealt* am Stromverbrauch *E*.
*NGgem = (1 – Ealt / E) * NG*
Was besagt nun vorstehende Gleichung? Wenn 10 % der verbrauchten elektrischen Energie aus Wind und Sonne gewonnen würden, dürfte sich der Nutzungsgrad der konventionellen Kraftwerke nur auf 90 % verschlechtern, damit überhaupt eine „CO2-Einsparung“ erfolgt.
Ein modernes Braunkohlekraftwerk hat einen elektrischen Netto-Wirkungsgrad von 43%. Da diese Kraftwerke in der Grundlast laufen, entspricht der Wirkungsgrad auch ziemlich genau dem Nutzungsgrad. Ein Nutzungsgrad von 39% im Regelbetrieb mit Androsselung erscheint illusorisch. Ein modernes Kombikraftwerk (Gas und Dampf) verfügt über einen Wirkungsgrad von 57%. Sein Nutzungsgrad als „Backup“ für Wind und Sonnenkraftwerke dürfte eher bei 36% liegen, da zwar die Gasturbine recht schnell auf Laständerungen reagieren kann, nicht aber der angeschlossene Dampfkessel. So dauert es nach einem nächtlichen Stillstand etwa 15 Minuten die Gasturbine hochzufahren, der Dampfkessel braucht eine gute Stunde. Während dieser Zeit sind die Wirkungsgrade miserabel. Der Nutzungsgrad für eine Tagesperiode ist deshalb bereits wesentlich schlechter als der Auslegungswirkungsgrad.
Man muss es vielleicht noch einmal deutlich sagen: Ein Anteil von 10% an der elektrischen Energie ist bereits ein ehrgeiziger Wert, denn auf Grund der geringen Vollbenutzungsstunden dieser Energiearten ist ihr Leistungsanteil an den Tagen an denen der Wind überhaupt weht, sehr viel höher. Man möge sich mal einen Feiertag (geringer Stromverbrauch) mit stärkerem Wind und Sonnenschein betrachten. Schon heute ist an solchen Tagen der Leistungsanteil der „Alternativenergien“ höher als 50%. Solche Werte sind im Kraftwerksbetrieb nur mit erheblicher „Brennstoffvernichtung“ beherrschbar.
Von besonderer Ironie – wenngleich seit langem bekannt – ist, dass bei Sturm über Dänemark deren Stromnetz nur durch die nahen Kernkraftwerke (Leitungskapazitäten) in Deutschland und Schweden stabilisiert werden kann. Lediglich Kernkraftwerke können wegen ihrer Wärmespeicherkapazität und ihrem „Selbstregelverhalten“ (Dampfblasenkoeffizient) solch starke

Leistungsgradienten (3. Potenz der Windgeschwindigkeit) ausregeln. Noch dazu, ohne wesentliche Verschlechterung des Wirkungsgrades. Gasturbinen können hier kaum mithalten, Kombikraftwerke mit Sicherheit nicht. Mit steigendem Anteil der Windenergie wird der Gasverbrauch eher steigen als sinken. Vielleicht mag man hier den Grund finden, warum zwei führende Propagandisten der Wind- und Sonnenenergie heute (?) Gasvertreter sind. In den USA ist jedenfalls die Gasindustrie nach wie vor der führende Sponsor der „Klimaindustrie“. Dies ist nicht weiter verwerflich. Wenn man ein zusätzliches Produkt (Erdgas) auf einem etablierten Markt (Kohle und Kernenergie in der Stromerzeugung) unterbringen will, muss man halt ordentlich „Überzeugungsarbeit“ leisten. In diesem Sinne sind die „Gasmänner“ Schröder, Fischer und Co ganz normale „Staubsaugervertreter“, die für ihre „Verkaufsgespräche“ adäquat entlohnt werden.

Liberalen Instituts der Friedrich Naumann Stiftung am 24.2.11

Dr. Klaus-Dieter Humpich ist Dr. Ing. für Energie- und Verfahrenstechnik. Er ist seit 1992 auf den verschiedensten Gebieten der Energie und Kraftwerkstechnik international und freiberuflich tätig.

Weiterführende Literatur:

Kent Hawkins: Wind Integration Realities – Case Studies of the Netherlands and of Colorado, Texas, Master Resource.

C. le Pair & K. de Groot: The impact of wind generated electricity on fossil fuel consumption.

K. de Groot & C. le Pair: The hidden fuel costs of wind generated electricity.