

## 30 Jahre Harrisburg

Wolfgang Pomrehn, 18.03.2009

### **Die Energie- und Klimawochenschau: Von Fehlerbalken und von Bedienungsfehlern, die zu Kernschmelzen führten**

Jede physikalische Messung und jede darauf beruhende Berechnung hat ihre Fehler. Für Handwerker, Techniker, Ingenieure, Physiker, Meteorologen, Ozeanographen und alle die sich sonst noch beruflich mit der Beobachtung, Vermessung und Vorhersage der Natur beschäftigen, ist das eine Binsenweisheit.

Aussagen werden daher meist mit einem so genannten Fehlerbalken versehen. Zum Beispiel: Um 12 Uhr betrug am 5. Mai 2009 die Lufttemperatur in Berlin Tempelhof in zwei Metern Höhe über dem Erdboden 18,9 Grad Celsius plus/minus 0,01 Grad Celsius.

Oder auch: Sollte die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre tatsächlich derart unkontrolliert weiter zunehmen, wie im Szenario A1FI (schnelles wirtschaftliches Wachstum, starke Integration der Weltwirtschaft, Energiebedarf hauptsächlich fossil gedeckt), dann wird im Jahrzehnt 2090 bis 2099 die globale Durchschnittstemperatur um 2,4 bis 6,4 Grad Celsius über der der Jahre 1980 bis 1999 liegen, wobei der wahrscheinlichste Wert vier Grad Celsius wäre. Der Meeresspiegel läge im globalen Mittel um 0,26 bis 0,59 Meter höher.

Die Fehlergrenzen haben in diesem Falle etwas mit begrenzten Rechnerkapazitäten zu tun, aber auch damit, dass sich die Empfindlichkeit des Klimasystems gegenüber Veränderungen der Treibhausgaskonzentration nicht beliebig eingrenzen lässt. Aber im Grunde ist es in der Wissenschaft nicht anders als in unserem Alltag: Die meisten Entscheidungen und Aussagen beruhen auf Wahrscheinlichkeitsabschätzungen. Wenn ich das Gefühl habe, ein bestimmter Schulweg ist für mein Kind zu gefährlich, dann werde ich nicht die letzte Gewissheit abwarten, sondern es entweder zur Schule begleiten oder einen anderen Weg aussuchen. Alles andere wäre grob fahrlässig, und insofern Gesundheit und gar Leben von Milliarden Menschen betroffen sind, schlicht extrem barbarisch.

#### **Eindringlicher Appell**

In gewisser Weise ist die Klimawissenschaft schon einen erheblichen Schritt weiter. Die Unsicherheit besteht seit langen nicht mehr darin, ob der Klimawandel gefährlich ausfallen kann oder nicht, sondern wie groß die Gefahren sind, wie schnell sie drohen und hier und da auch, worin sie im einzelnen bestehen.

Obige Aussage stammt übrigens aus dem letzten, Anfang 2007 veröffentlichten Bericht des IPCC, des so genannten UN-Klimarats. Sie beruht auf Arbeiten und Berechnungen, die spätestens 2005 abgeschlossen waren. Die Daten und Beobachtungen, die in den Bericht eingingen sind sogar entsprechend noch etwas älter. Den Aussage über den Meeresspiegel liegt zum Beispiel die Annahme zu Grunde, dass die Eisverlusten auf Grönland und in der Antarktis sich gegenüber dem Zeitraum 1993 bis 2003 nicht weiter beschleunigen.

Inzwischen schwant vielen Klimawissenschaftlern jedoch, dass die Fehlerbalken eben auch heißen, es kann alles noch ein bisschen schlimmer kommen. Das wurde letzte Woche auf einer ziemlich hochkarätigen Konferenz in Kopenhagen deutlich. Im Sommer schwindet das arktische Meereis inzwischen deutlich rascher und weiter, als von den meisten Modellen prognostiziert, und sowohl der Anstieg des Meeresspiegels als auch die Zunahme der globalen Mitteltemperatur haben im letzten Jahrzehnt an der Obergrenze der Vorhersagen gelegen.

Auch auf Grönland und in der Westantarktis beschleunigen sich die Vorgänge, und inzwischen gibt es Anzeichen, dass in der Arktis große Mengen des Treibhausgases Methan durch die Erwärmung freigesetzt werden könnten. Den Meeresspiegelanstieg sehen viele Wissenschaftler, wie berichtet, nun eher bei einem Meter bis zum Ende des Jahrhunderts. Entsprechend eindringlich fiel ihr Appell an die Regierungen der Welt aus:

„Es gibt keine Entschuldigung für Untätigkeit. Uns stehen viel Werkzeuge und Zugangsweisen zur Verfügung, um der Herausforderung des Klimawandels effektiv zu begegnen – in der Wirtschaft und der Technik, im Management und in Bezug auf Verhaltensänderungen. Aber sie müssen energisch und weitflächig umgesetzt werden, damit die für die Dekarbonisierung der Wirtschaft (gemeint ist der Verzicht auf fossile Brennstoffe) notwendige gesellschaftliche Veränderung zu erreichen. Die konzentrierte Anstrengung zur Veränderung unserer Energiewirtschaft wird eine große Bandbreite von Vorteilen mit sich bringen. Dazu gehören eine zunehmende Zahl von Arbeitsplätzen in den erneuerbaren Energien, Reduzierung der Gesundheitskosten und der wirtschaftlichen Schäden, die der Klimawandel mit sich bringen würde, und die Wiederherstellung von Ökosystemen.“

### **Ein vergessener Unfall**

Am 28. März jährt sich ein Ereignis zum 30. Mal, das heute fast in Vergessenheit geraten ist, aber dennoch in seiner energiepolitischen Bedeutung kaum überschätzt werden kann. Auf Three Mile Island, unweit der US-amerikanischen Stadt Harrisburg, geriet der Reaktor eines Atomkraftwerkes außer Kontrolle. Durch einen Bedienungsfehler waren am frühen Morgen des 28. März 1979 zwei Pumpen des sekundären Kühlkreislaufs ausgefallen. Der Vorfall wäre vermutlich leicht zu beheben gewesen, blieb jedoch längere Zeit unbemerkt. In der Folge erhitze sich der Reaktor und erst bei Schichtwechsel im Kontrollraum ca. zweieinhalb Stunden später fiel der neuen Mannschaft auf, dass etwas nicht stimmte.

Zu diesem Zeitpunkt war bereits ein erheblicher Teil des Wassers - es handelte sich um einen Druckwasserreaktor - verdampft. Die Brennstäbe wurden nicht mehr ausreichend gekühlt und erhitzen sich immer mehr. Als die Bedienungsmannschaft schließlich aufmerksam wurde, hatten sie bereits begonnen zu schmelzen.

Zum Glück konnte dennoch ein vollständiges Aufschmelzen und die nachfolgende Zerstörung des Reaktor-Containments verhindert werden, indem rechtzeitig neues Wasser zugeführt wurde. Der Druckbehälter war allerdings schon beschädigt und erhebliche Mengen hochradioaktiven Kühlmittels waren ausgetreten. Dies sammelte sich zunächst im so genannten Sumpf, das heißt, an der tiefsten Stelle des Containments. Von dort wurde es jedoch aufgrund eines weiteren Bedienungsfehlers in ein anderes Gebäude abgepumpt.

In der Folge wurden erhebliche Mengen Radioaktivität an die Umwelt abgegeben. In der Bevölkerung kam es zu einer Panik. Später haben medizinische Untersuchungen im Auftrag der Betreiber und der Atomaufsicht NRC keine Langzeitfolgen bei der Bevölkerung in der Nachbarschaft des Havaristen feststellen können. Eine örtliche Bürgerinitiative berichtet jedoch von zahlreichen Erkrankungen und auch Todesfällen (interessante Augenzeugenberichte finden sich [hier](#)).

### **Wendepunkt**

Für die Atomindustrie stellte Three Mile Island einen Wendepunkt dar. In vielen Ländern in der westlichen Welt, nicht zuletzt in Westdeutschland, bekam die Anti-AKW-Bewegung gewaltigen Auftrieb. In den USA wurde seit dem Unfall nur noch ein einziger neuer Reaktor genehmigt. Auch hierzulande wurden die Ausbaupläne der Industrie erheblich zurück gestutzt. Andere Länder wie Dänemark, Österreich oder Italien beschlossen in

Volksabstimmungen den Verzicht auf AKWs. Später haben andere Unfälle, wie der in Tschernobyl 1986 oder auch Situationen, die gerade noch einmal gut gingen, wie die Beinahe-Haverie im Juli 2006 im schwedischen Forsmark, gezeigt, wie weise das war.



Luftaufnahme der beiden Meiler auf Three Mile Island.  
Bild: United States Department of Energy

### **Renaissance?**

Inzwischen rühren Kraftwerksbauer, Energiekonzerne und Lobby-Organisationen allerdings längst wieder die Werbetrommel für neue AKW. Auch in den USA, wo der unbeschädigte Zwillingsreaktor auf Three Mile Island noch immer läuft und vermutlich demnächst eine Laufzeitverlängerung von 20 Jahren genehmigt bekommen soll. Dort träumt das Nuclear Energy Institute davon, dass bis 2018 vier bis acht neue AKW zwischen Atlantik und Pazifik an Netz gehen könnten.

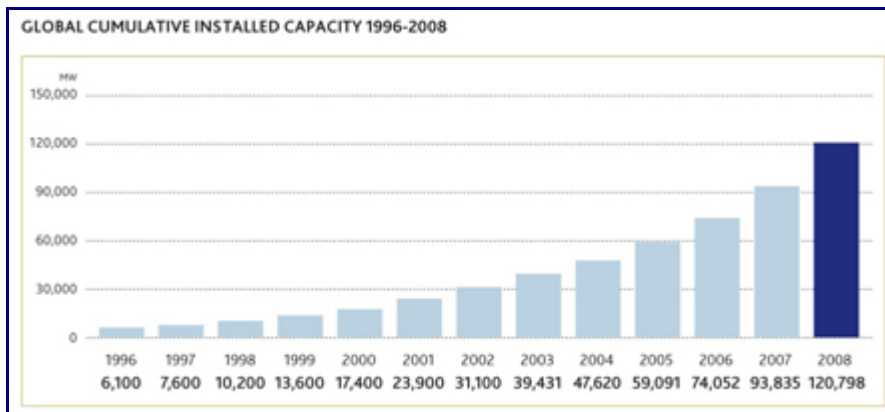
Vier neue Meiler würden dann übrigens, wenn sie denn zuverlässig laufen sollten, was ja bisher bei neuen Reaktorlinien immer ein paar etliche Jahre gedauert hat, etwas weniger elektrische Energie liefern, als die im letzten Jahr in den USA installierten Windkraftanlagen. Ansonsten ist auch in den USA die Frage der Endlagerung des radioaktiven Mülls der Atomkraftwerke, der für mehrere Jahrzehntausende sicher verwahrt werden muss, noch vollkommen ungeklärt (US-Regierung will Ausbau des Atommüll-Endlagers stoppen). Und über die eigentliche Gretchenfrage, die nach der Reichweite des Urans, schweigt man sich gleich gänzlich aus. Macht sich ja auch nicht gut, für neue AKW zu werben und gleichzeitig zu verkünden, dass der Brennstoff in 60 Jahren ausgehen wird.

### **Vorbild Schweden?**

In diesem Zusammenhang ist auch interessant, dass der Berliner Ökonom Lutz Mez, der sich an der Freien Universität vor allem mit Fragen der Energiewirtschaft beschäftigt, einmal genauer hin geschaut hat, was es mit dem so genannten Ausstieg aus dem Ausstieg in Schweden auf sich hat. In einem Gastkommentar für die Seite des Bundesumweltministers fasst er zusammen: Es dürfen neue Reaktoren errichtet werden, aber nur an den alten Standorten, ohne Subventionen und nur als Ersatz für alte. Potenzielle Bauherren müssen zudem nachweisen, dass tatsächlich neue Erzeugungskapazitäten benötigt werden. Das erscheint aber eher unwahrscheinlich, denn bisher sehe es eher nach Überkapazitäten aus. Schwedens Energieagentur prognostiziert für 2030 einen Export von rund 25 Terawattstunden (TWh). Zum Vergleich: 2005 wurden in Schweden 153,2 TWh erzeugt und etwa 138 TWh

verbraucht. (Quelle: [www.europa-auf-einen-blick.de](http://www.europa-auf-einen-blick.de))

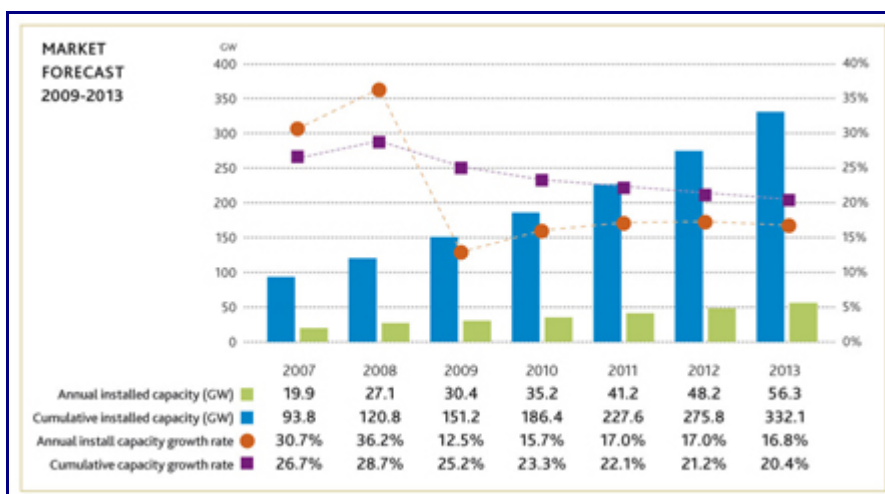
Nur wenn die langsam in die Jahre kommenden AKWs, die derzeit noch rund 43 Prozent des Stroms liefern, nicht durch Windkraft und andere erneuerbare Energieträger ersetzt werden sollten, gebe es einen Bedarf für neue Meiler. Dagegen spricht allerdings wiederum, dass die bürgerliche Regierung mit ihren Atomplänen auch bekannt gab, dass bis 2020 der Anteil der Erneuerbaren an der Primärenergieversorgung auf 50 Prozent steigen und die Energieeffizienz um 20 Prozent zulegen soll. Insbesondere will man das mit dem Ausstieg aus der Erdölnutzung erreichen, aber auch die Windkraft wird eine Rolle spielen müssen. In Sachen Effizienz ist übrigens noch vieles machbar, denn ein erheblicher Teil des vergleichsweise hohen Stromverbrauchs wird für elektrische Heizungen verschwendet.



Exponentielles Wachstum. Die installierte Windenergie-Leistung.  
Bild: GWEC

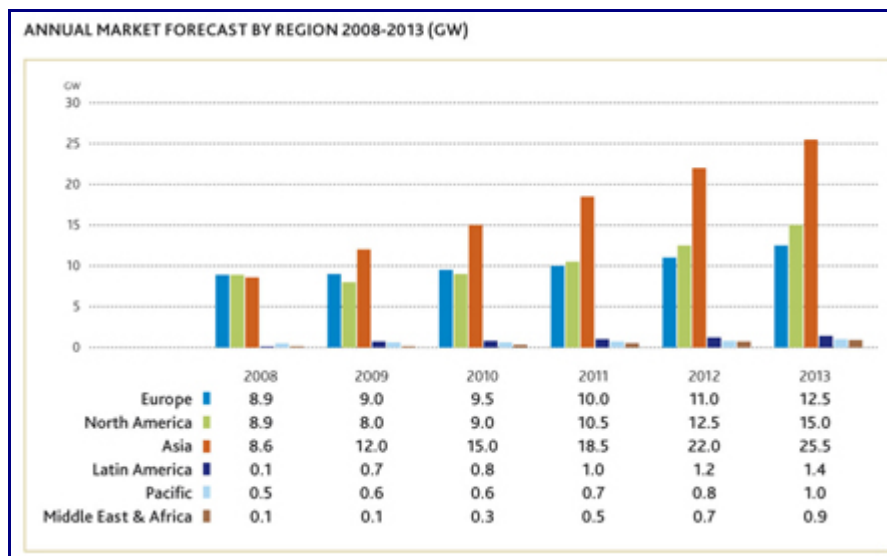
### Windige Aussichten

Wesentlich realistischer als die vermeintlich nukleare Renaissance ist der weitere Ausbau der Windenergie. Der Global Wind Energy Council (GWEC) ist diesbezüglich, wie er am Dienstag in Marseille verkündete, reichlich optimistisch und geht davon aus, dass sich die installierte Leistung in nur fünf Jahren verdreifachen wird. Ende 2008 waren es weltweit 120 Gigawatt (GW), womit sich theoretisch etwa 60 Prozent des deutschen Stromverbrauchs decken lässt. Ende 2013 sollen es 332 GW sein. Nach Schätzung des GWEC würden allein 2013 Anlagen mit einer Leistung von 56,3 GW errichtet.



Prognose für die Entwicklung der Windenergie bis 2013.  
Bild: GWEC

Angesichts der Entwicklung der letzten Jahre ist das lediglich eine eher moderate Schätzung, weil sie davon ausgeht, dass jährlich "nur" 22 Prozent an neuer Windanlagenleistung hinzu kommt. Im Schnitt der letzten zehn Jahre waren es jedoch jeweils 28 Prozent pro Jahr gewesen. Beim GWEC rechnet man jedoch damit, dass sich vor allem in den USA das Wachstum zunächst wegen Finanzierungsproblemen abschwächen wird. Erst in ein bis zwei Jahren, meint man, werden sich die Maßnahmen des Konjunkturpakets vollständig bemerkbar machen. Dennoch ist auch für die USA ein gewaltiger Sprung zu erwarten: Von 82 GW dort installierter Leistung geht der GWEC in 2013 aus. Die könnten dann in etwa soviel Strom liefern, wie 51 AKW mit einer Leistung von 800 Megawatt. Allerdings hat der GWEC in den letzten Jahren die stürmische Entwicklung sowohl in den USA als auch in China, den beiden derzeit dynamischsten Märkten, stets unterschätzt.



Asien prescht voran. Noch sind die Regionen Europa, Nordamerika und Asien gleichauf, aber in den nächsten Jahren wird vor allem der Markt in Asien und dort insbesondere in China stark expandieren. 2013 wird Asien, wie man hier sehen kann, Europas Vorsprung bei der insgesamt installierten Leistung voraussichtlich eingeholt haben.

Bild: GWEC

In der Volksrepublik lobt der GEWC die "sehr aggressive Politik der Regierung", die auf Diversifizierung der Stromversorgung setzt und große Investitionen in die Netzinfrastruktur plant. In mehreren Jahren in Folge hat sich in China die neu installierte Leistung jeweils verdoppelt, und für 2009 rechnet der GWEC daher damit, dass das Land der Mitte zum weltweit wichtigsten Markt für neue Windanlagen wird. Für Asien als Ganzes geht die Prognose davon aus, dass die installierte Leistung sich binnen fünf Jahren von 24 GW in 2008 auf 117 GW in 2013 fast verfünffachen wird.

"Die 332 GW an weltweiter Windkapazität, die wir für 2013 vorhersagen werden 730 TWh (Milliarden Kilowattstunden) sauberen elektrischen Stroms liefern und 438 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> einsparen", meint GWEC-Generalsekretär Steve Sawyer. Damit könnte man dann schon rein theoretisch Deutschland und vielleicht noch ein oder zwei kleine Nachbarländer versorgen. "Das entspricht etwa 90 großen Kohlekraftwerken, woran man einmal mehr sehen kann, welche Rolle die Windenergie im Kampf gegen den Klimawandel spielen kann und spielen muss."

Um die elektrische Energie zu berechnen, die eine Anlage produzieren kann, muss man ihre in Watt angegebene Leistung mit ihrer in Stunden berechneten Laufzeit

multiplizieren. Heraus kommen Wattstunden, gewöhnlich fasst man 1000 Wattstunden zu einer Kilowattstunde zusammen. Eine Windkraftanlage liefert je nach Standort , Qualität der Anlage und Wetterbedingungen unter 3000 bis knapp 4000 Stunden im Jahr elektrische Energie. Die US-Standorte liegen eher am oberen Ende der Skala. Für obige Abschätzungen wurden 3500 Jahresstunden für Windanlagen und 7000 für AKW angenommen. Der GWEC-Jahresbericht, aus dem die Zahlen stammen, wurden am Dienstag auf der Europäischen Windenergiekonferenz in Marseille vorgestellt.

Artikel-URL: <http://www.heise.de/tp/r4/artikel/29/29944/1.html>