© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt (München), **70.** Jahrgang (2005) 97 – 110

Offshore & Ötztal: Synergien zwischen Wind- und Wasserkraft.

Zur Abwägung der Nachhaltigkeit künftiger Wasserkraftnutzung in Tirol

von *Rudi Erlacher*

Keywords: Ausbau der Tiroler Wasserkraft, Stromproduktion und Stromhandel, erneuerbare Energien aus Windkraft, Energiespeicherung in Pumpspeicherkraftwerken, Synergie von Wind- und Wasserkraft, Abwägungsprozess zwischen Natur- und Landschaftsschutz einerseits und Produktion erneuerbarer Energien andererseits.

Die Tiroler Wasserkraft AG (TIWAG) legte 2004 einen Optionenbericht zum weiteren Ausbau der Tiroler Wasserkraft vor. Mit dem damit angestoßenen Abwägungsprozess zwischen Natur- und Landschaftsschutz einerseits und Wasserkraftnutzung andererseits kommt zunehmend die Erkenntnis über die Synergie zwischen Wind- und Wasserkraft in den Fokus der Überlegungen: Pumpspeicherkraftwerke, früher im wesentlichen genutzt zur Bereitstellung von Spitzenstrom durch Speicherung von konventionell und atomar erzeugter Elektrizität, dienen künftig vermehrt als Regel- und Reserveenergie für die nur stochastisch zu Verfügung stehende erneuerbare Energie aus Windkraft. Mit dem geplanten Ausbau der Windkraft kann es nun in einigen Jahren zu einem zeitweisen Überschuss an erneuerbarer Energie aus Windkraft oder auch solaren Systemen kommen, der bis auf weiteres kostengünstig nur in Pumpspeicherkraftwerken zwischengespeichert werden kann. Diese müssten dazu in einem bisher nicht gekanntem Umfang erst errichtet werden, idealer Weise in gebirgigen Gegenden. Damit öffnet sich eine Schere in den Nachhaltigkeitszielen: Lokaler Naturschutz oder erneuerbare Energie? Gerade wenn der erneuerbaren Energie bei anthropogener Klimaänderung der Vorrang zugestanden wird, dann heißt das für den Abwägungsprozess eine Neugewichtung der Bedeutung alpiner Räume für eine moderne, nachhaltig orientierte Gesellschaft: Der Mensch lebt nicht nur von der elektrischen Energie allein, auch wenn sie erneuerbar geerntet wird.

1 Einleitung

Vom Stausee im Zillergründl bis zum Gepatschspeicher im Kaunertal: Man will es nicht glauben, aber weniger als 50% der Tiroler Wasserkraft werden tatsächlich genutzt! Es gäbe deshalb noch viel zu tun! Packen wir's an...

Mit diesem Paukenschlag eröffnete die Tiroler Wasserkraft AG (TIWAG) im Herbst 2004 die Debatte um den Bau weiterer Speicherkraftwerke in den Tiroler Bergen und entlang des Inns. Nach vielen Jahren der Ruhe und der letzten großen Abwehrschlacht der 80-er Jahre zur Rettung des Dorfer Tales legte die TIWAG im Dezember 2004 den Optionenbericht[1] zur weiteren Nutzung der Wasserressourcen vor. Von den 11.400 GWh/a elektrischer Energie, die in Tirol – theoretisch – bereitstehen, und von denen aktuell 5.400 GWh/a gewonnen werden, sollten in einer Langfristperspektive weitere 3.300 GWh/a einer Nutzung zugeführt werden.[2]

Das Begründungsszenario ist weit gespannt. Es reicht von

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

- den für das Jahr 2020 prognostizierten fehlenden 100.000 Megawatt Leistung im Europa der 15 (Basis ist das Jahr 2003)
- über die Verpflichtungen aus dem Kyoto-Protokoll zur Reduktion der klimawirksamen Gase,
- den Blackouts der Stromversorgung in Italien und London 2003 bis
- zum bevorstehenden Verlust der Selbstversorgung der Tiroler mit heimischer elektrischer Energie aus Wasserkraft.[3]

Die Zahlen und Notwendigkeiten sind aus globaler und europäische Perspektive durchaus dramatisch. Angesichts der schwierigen Selbstbegrenzung des Energiehungers der reichen Länder und eines erst anspringenden Industrialisierungsprozesses, der den unterentwickelten Ländern menschenwürdige Verhältnisse bringen soll, zudem eines explosionsartigen Anstiegs der Energieproduktion in Indien und China, ist es schier eine Frage der *globalen* Moral, die Tiroler Wasserkraft – regenerative Energie par excellence – weiter auszubauen.

Vor diesem durchaus realistischen Rahmen und seinen normativen Anforderungen soll im folgenden das Vorhaben der TIWAG eingehend beleuchtet werden. Basis ist der *Optionenbericht*, in dem 16 Projekte vorgestellt werden und der zwischenzeitlich vorliegende *Synthesebericht*[4], in dem »die möglichen Standorte künftiger Wasserkraftnutzung in Tirol« fachlich geprüft werden.

Die TIWAG und die Tiroler Landesregierung verfolgen mit der Offenlegung der Vor- und Nachteile der einzelnen Optionen in diesem Synthesebericht offensichtlich »ein eher neues, partizipatives Politikverständnis«, das »auf ein pro-aktives Verhalten der Politik sowie Transparenz, Interessenseinbindung und Information ab[zielt], um die Akzeptanz in der Öffentlichkeit für politische Maßnahmen zu erhöhen.«[5] Man könnte fast verführt sein zu glauben, für die Aufklärung einer kritischen Öffentlichkeit wäre damit alles getan, damit diese im offenen Diskurs der Politik ein akzeptables Ergebnis beglaubigt. Aber – ohne die Bereitschaft zur »Einbindung der Anliegen der Öffentlichkeit« in Frage zu stellen – so erscheint es doch wichtig, für den Abwägungsprozess zudem

1. die Perspektiven und damit die Probleme des europäischen Strommarktes aus der Sicht der Synergien zwischen Wind- und Wasserkraft aufzuzeigen,
2. muss die neue Dimension ausgeleuchtet werden, die wegen eines möglichen anthropogenen Klimawandels, der daraus resultierenden Forderung nach erneuerbaren Energien und den Konsequenzen der Synergien zwischen Wind- und Wasserkraft auf eine langfristige Gestaltung des Alpenraumes als "potentiellen Energieträger" zukommt. Dazu soll auch auf das neue Buch von Hermann SCHEER (2005) zur *Energieautonomie* eingegangen werden, das auch dem letzten lokal orientierten Natur- und Landschaftsschützer die Zweifel daran beseitigen wird, dass die TIWAG mit ihren Plänen sich durchaus im Konsens befindet mit der Hardcore-Fraktion der Vertreter der erneuerbaren Energien aus Wind-, Sonnen- und Wasserkraft. Der Abwägungsprozess, der auf uns zukommt,wird kein leichter sein.
3. Gerade wenn der erneuerbaren Energie bei anthropogener Klimaänderung der Vorrang zugestanden wird, dann bedeutet das für den Abwägungsprozess zwischen Natur- und Landschaftsschutz einerseits und der Ernte und Speicherung erneuerbarer Energien andererseits eine Neugewichtung der Bedeutung alpiner Räume für eine moderne, nachhaltig orientierte Gesellschaft: Der Mensch lebt nicht nur von der elektrischen Energie allein, auch wenn sie erneuerbar geerntet wird.

---

1 TIWAG (2004).
2 HAIRER et al. (2004, 12).
3 Alle Angaben aus: TIWAG (2004, 11-15)
4 Amt der Tiroler Landesregierung, Arbeitsgruppe TIWAG-Optionenbericht (2005).
5 Amt der Tiroler Landesregierung, Arbeitsgruppe TIWAG-Optionenbericht (2005, 25).

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

2 Der Strommarkt der Zukunft in Europa

Entscheidend für die Beantwortung der Frage, warum die TIWAG jetzt 16 Varianten der Wasserkraft in Tirol untersucht, ist die Entwicklung der Zukunft des europäischen Strommarktes. Dieser Markt wird geprägt sein von der Umstrukturierung der Stromerzeugung hin zu regenerativer Energie, insbesondere aus Windkraft. Allein in Deutschland ist geplant, den Beitrag der Windenergie an der Stromproduktion bis 2020 auf 115,4 TWh/a[6] auszubauen[7]. Das entspricht einer installierten Leistung von ca. 48 GW, die die sogenannte **Schwachlast** bereits übersteigt. **Schwachlast** bedeutet: die im Tagesverlauf minimale Leistung, die von allen Stromverbrauchern nachgefragt wird.

Die **Schwachlast** beträgt zur Zeit in Deutschland ca. 37.000 Megawatt (= 37 GW), die **Starklast,** also die Leistungsspitze, die abgenommen wird, liegt bei momentan 75 GW.

2.1 Die Probleme der Windenergieanlagen (WEA)

Die Windkraft konfrontiert die Stromversorgung eines Landes mit zwei gravierenden Problemen:

1. Der Wind kann gänzlich ausbleiben.Dann muss die Energie anderweitig erzeugt werden.
2. Der Wind weht unstet. Stochastisch, zufällig, wie der Fachmann sagt.

Diese windkraftspezifischen Probleme überlagern prinzipielle Probleme einer stabilen und sicheren Stromversorgung. Jede großräumige Stromversorgung muss folgende Leistungen erbringen:

1. Konstante Verfügbarkeit, auch bei großen und schnellen Nachfrageschwankungen.
2. Konstante Verfügbarkeit, auch bei großen und akuten Angebotsausfällen.
3. Stabile Frequenzen des Wechselstroms im Netz auch bei schnell schwankender Last und Zufuhr.
4. Und dies bei einem europaweit integrierten Netz mit vielen großen und kleinen Zulieferern und Millionen von Verbrauchern.

Auch ohne elektrotechnisches Expertenwissen wird hier schnell klar, dass das stochastische Stromangebot der Windkraft, das ganz ausbleiben kann, die Probleme drastisch verschärft.

Mit zwei Begriffe lassen sich die elektrotechnischen Gegenmaßnahmen beschreiben, mit denen das Stromnetz stabilisiert wird: **Regelleistung** und **Reserveenergien.**

Mit **Regelleistung** werden Kraftwerksleistungen bezeichnet, die auf Grund ihrer Flexibilität und ihrer Leistungsreserven zeitnah den Nachfrageschwankungen nachgeführt werden können und die auch die Frequenzfluktuationen ausgleichen können. Man spricht hier von **Sekunden-, Minuten- und Stundenreserven,** je nach den Eigenschaften des Leistungsbringers und den Notwendigkeiten, die diese Leistungsbringer abdecken sollen.

Aber das Stromangebot kann auch zeitweise zu groß sein, dann muss diese Leistung abgeschöpft werden. Deshalb spricht man von **positiver** und **negativer Regelleistung.** Bei ersterer wird Leistung in das Netz zugeführt, z.B. wenn sich ein Großverbraucher schnell zuschaltet oder ein Kraftwerk wegen einer Störung plötzlich ausfällt, **negative Regelleistung** nimmt Leistung aus dem Netz auf, z.B. wenn sich ein Großverbraucher verabschiedet und die stromerzeugenden Kraftwerke wegen ihrer Trägheit nicht schnell genug die Stromerzeugung reduzieren können.

Für die Sekundenreserve werden in der Regel gedrosselte Gasturbinen vorgehalten, die sehr schnell die Leistung erhöhen können, im **Minutenbereich** hat man vorwiegend **Pumpspeicherkraftwerke,** die die Energie sowohl erzeugen als auch abschöpfen können. Für die langfristigen Nachfrageschwankungen, die in der Regel stati-

[6] Die Einheit elektrischer Leistung ist Watt: 1.000.000 Megawatt (MW) = 1.000 Gigawatt (GW) = 1 Terawatt (TW). Die Einheit der Energie = Leistung [Watt] x Zeit [h]: 1.000.000 MWh = 1.000 GWh = 1 TWh. [TWh/a] ist dann die Einheit der in einem Jahr erzeugten oder verbrauchten Energie.

[7] dena-Netzstudie (2005, Hauptteil S. 274).

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

stisch bekannt sind bzw. Angebotsschwankungen, insbesondere beim Wind, die meteorologisch vorhergesagt und beobachtet werden, kommen trägere Leistungsbringer zum Einsatz, z.B. Gas- und Braunkohlekraftwerke.

Die **Regel- und Reserveenergien,** die vorgehalten werden müssen, sind nicht unerheblich. Sie steigen mit dem Einsatz der WEAs. Derzeit werden in Deutschland bis zu 7.000 Megawatt positiver Regelleistung und 5.500 Megawatt negativer Regelleistung vorgehalten (zu den Größenordnungen vergleiche Kap. 7 Anhang: Basisdaten und Prognosen).

Exkurs zur negativen Regelleistung:

Negative Regelleistung nimmt überschüssige Energie aus dem Netz auf. Zwei Fälle sind denkbar:

1. Die Leistung stromerzeugender Großkraftwerke (z.B. Steinkohlekraftwerke, Atomkraftwerke) kann nicht beliebig schnell gedrosselt werden. So kann ein Leistungsüberschuss entstehen, der von einem flexiblen Abnehmer abgeschöpft werden muss. Sinnvoll wird diese Energie nicht vernichtet, sondern gespeichert. Zur Zeit gelten Pumpspeicherkraftwerke als ideale Kraftwerke mit negativer Regelleistung: Das Wasser wird einfach von einem unteren Becken in ein oberes Becken hochgepumpt. Deshalb sind viele Speicherkraftwerke zugleich als Pumpspeicherkraftwerke ausgelegt. Für den Fall, dass sogenannter **Spitzenstrom** oder positive Regelleistung verlangt wird, kann das Pumpspeicherkraftwerk umstandslos Energie wieder – zu einem höheren Preis – in das Netz einspeisen.
2. Negative Regelleistung kann auch sinnvoll sein, wenn Kraftwerke, die erneuerbare Energien produzieren (WEAs, Photovoltaik), mehr leisten als aktuell verlangt wird. Man wird die Chance, die die Natur gerade bietet, nutzen und diese Energie zwischenspeichern. Auch hier sind Pumpspeicherkraftwerke ideal. Aktuell ist diese Situation noch nicht relevant. Doch wegen des zügigen Ausbau insbesondere der WEAs in Deutschland wird sich die Situation hier ändern. Es wird sich herausstellen, dass Windenergie im großen Stil ohne adäquate Speichersysteme gar nicht sinnvoll betrieben werden kann. Aber dazu unten mehr.

2.2 Die TIWAG und die Stromveredelung

Die Bereitstellung von negativer und positiver Regelenergie und Spitzenstrom ist ein lukratives Geschäft. Deshalb heißt dieser Handel mit zwischengespeichertem Strom auch Stromveredelung. Nicht nur das Land Tirol verdient sich mit den dafür idealen Pumpspeicherkraftwerken eine goldene Nase. Viele der Stauwerke der TIWAG sind als Pumpspeicherkraftwerke ausgelegt bzw. sollen laut Optionenbericht in ihrer Leistung verbessert oder entsprechend aufgerüstet oder neu gebaut werden.

Im Bundesland Tirol wurden im Jahr 2001 6.988 GWh aus Wasserkraft und anderen Energiequellen produziert. Davon wurden 6.331 GWh in Tirol verbraucht. Zudem wurde Strom veredelt durch Import und Export von Regelleistung und Spitzenstrom: 9.129 GWh Import stehen 9.851 GWh Export gegenüber. Damit hat Tirol eine *»besondere Funktion ... als Spitzen- und Regelenergieerzeuger mit relativ hoher überregionaler Verflechtung. Sowohl Importe als auch Exporte liegen ca. 30 bis 35% über dem eigenen Verbrauch. ... die Regelleistung [erweist sich] als ökonomisch lukrative Variante. Dies vor allem deshalb, weil die Preisrelationen zwischen Band- und Spitzenstrom zwischen 1,3 bis 2,5 liegen.«* [8]

Der TIWAG-Optionenbericht erweitert die Perspektive auf den Ausbau der Windenergie insbesondere in Deutschland und die damit verbundenen Probleme, die die TIWAG mit einer erhöhten Pumpspeicherleistung elegant und lukrativ wird lösen können:

»Strom aus Wind ist …eine stark stochastische Aufbringung mit nachteiligen Auswirkungen auf die

[8] Amt der Tiroler Landesregierung, Arbeitsgruppe TIWAG-Optionenbericht (2005, 6).

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

Übertragungsnetzseite und mit daraus folgender Konsequenz der Reservehaltung für Zeiten, in denen Flaute ist. Diese Auswirkungen wurden netzseitig untersucht, mit dem Ergebnis, dass bei regionalen Netzbetreibern die kurzfristige Änderung des Windverlaufes zu Leistungsausfällen von bis zu 1.600 MW innerhalb einer Stunde führen kann. Durch den Einsatz fluktuierender erneuerbarer Energieträger steigt bei gleicher Erzeugung von Strom der Bedarf an Kraftwerken an, die die Reserve für diese Ausfälle abdecken können.«[9]

3 Die Synergie Wind+Wasserkraft (1)

Die Szenarien der Stromveredelung sowohl im Optionenbericht der TIWAG als auch im Synthesebericht, erstellt vom AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG, ARBEITSGRUPPE TIWAG-OPTIONENBERICHT, sind konservativ. Zwar spricht man schon von der »stochastischen Aufbringung« des »Stroms aus Wind«, aber die eigentlichen problematischen Dimensionen des Stroms aus Windenergie, überhaupt der Energien aus volatilen erneuerbaren Energien (Wind, Sonne) werden nicht berührt. Der Grund ist nicht recht verständlich. Vielleicht will man die Bergbewohner nur langsam darauf vorbereiten: Wind- und Sonnenenergie, im großen Stil erzeugt, verlangen nach großen Speicherkapazitäten. Und große Speicherkapazitäten sind nach dem Stand der Technik bis auf weiteres Pumpspeicherkraftwerke, Pumpspeicherkraftwerke in den Bergen.

Der Zusammenhang ist leicht erklärt und wird hier allein an der Windkraft demonstriert, die auch bis auf weiteres die entscheidende erneuerbare Energie sein wird: Sobald die Kapazität der Windenergieanlagen in der Größenordnung der "Schwachlast" ausgebaut ist, und sobald der Wind flächendeckend kräftig bläst, also die maximal verfügbare Leistung auch erbracht werden kann, dann kommt irgendwann die Situation, dass unmittelbar mehr erneuerbare Energie erzeugt als verbraucht wird.[10] Es gibt momentan nur eine großtechnisch sinnvolle Form, diese Energie abzuschöpfen: Pumpspeicherkraftwerke.

Die Situation ist noch etwas komplexer: Wie oben schon angedeutet, verschärft die Windkraft durch ihren unsteten Charakter das Regelungsproblem. **Es müssen deshalb relativ große Kapazitäten an konventioneller Regelleistung aktiv, also energieerzeugend, mitlaufen, um das Netz zu stabilisieren.** D.h., schon bei einer produktiven Windkraftleistung noch unterhalb der Schwachlast kann die Summe der Leistungen aus erneuerbarer Windenergie und konventionellen Kraftwerken die Schwachlast übersteigen. Die Folge ist ein Leistungsüberschuss, der nur dadurch weggeregelt werden kann, indem man die Windkraftleistung drosselt, was allen Intentionen der Produktion erneuerbarer Energie widersprechen würde, oder die überschüssige Leistung wird in das europäische Stromnetz eingespeist, wo ein Tiroler oder Schweizer Pumpspeicherkraftwerksbesitzer diesen Strom speichern und zu Spitzenstrom veredelt später wieder teuer verkaufen wird.

Mit dem weiteren Ausbau der WEAs in Europa sind jetzt schon die Szenarien greifbar, an denen in nicht unerheblichem Masse Pumpspeicherkraftwerke nachgefragt werden, die allein den weiteren Windkraftausbau legitimieren können: Windkraft im großen Stil macht nur Sinn zusam-

[9] TIWAG (2004, 20f.).

[10] Schon Schiller wusste: »Jedes Neue, auch das Glück erschreckt«. Auch die Protagonisten der erneuerbaren Energien sind von der durchaus positiven Entwicklung mehr als freudig überrascht worden:
»Der Stromversorger E.DIS im Land Brandenburg klagt, in seinem Versorgungsgebiet würde mehr Windstrom erzeugt, als die Verbraucher benötigten und sogar die Hochspannungsleitungen seien nicht mehr in der Lage, den Überschuss an Windstrom abzutransportieren. In Schleswig-Holstein deuten sich ähnliche Verhältnisse an. Unerwartet schnell taucht ein "Problem" auf, mit dem kaum jemand gerechnet hat: ÜBERSCHÜSSIGER Strom aus Erneuerbaren Energien.« (VON FABECK 2004). Ähnlich besorgt der Geschäftsführer des Zentrums für Windenergieforschung der Universitäten Oldenburg und Hannover (ForWind), Marcel KRÄMER: »Die Nutzung der Windenergie zur Stromerzeugung hat in Deutschland Ausmaße angenommen, die alle Erwartungen der letzten Jahre übertroffen hat. Mit derzeit über 16.500 Megawatt trägt diese Form der Energieumwandlung etwa 6 % zum jährlichen Strombedarf in Deutschland bei. Ursache für die rasante Entwicklung ist das Erneuerbare Energien Gesetz [EEG], das mit garantierten Einspeisevergütungen Planungssicherheit für die Investoren schaffte. ... Solange der Anteil der regenerativen Erzeugung, insbesondere der fluktuierenden Erzeugung von Windenergie- und Solaranlagen gering war, hat die Energiewirtschaft wenig Anstrengungen unternommen, um die Integration dieser neuen Stromerzeugung konzeptuell zu betreiben. Das rächt sich nun, wo Lösungen gefragt sind, die über den Status quo hinausgehen.« (KRÄMER 2005).

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

men mit Wasserkraft.[11] In Deutschland wird diese Situation ca. 2015 erreicht sein.

4 Die dena-Netzstudie

Im Februar 2005 stellte der deutsche Umweltminister Jürgen TRITTIN eine Studie zum Ausbau der Windenergie vor, die von der DEUTSCHEN ENERGIE AGENTUR (dena) verfasst worden war. Die dena ist eine Institution der Bundesregierung, also unverdächtig. Als Autoren waren Experten aus der Windkraft und der konventionellen Energiewirtschaft gemeinsam beauftragt worden, den Ausbau der Windenergie bis 2020 durchzurechnen. Es ging um Netzkapazitäten und –stabilitäten, um Regel- und Reserveenergien für ein Windenergie-Szenario unter der Annahme eines positiven politischen Umfeldes für die weitere zügige Installation der Windenergie in Deutschland, insbesondere der Offshore-Windfelder in der Nord- und in der Ostsee.

Die Autoren waren zu einem überraschenden Ergebnis gekommen: Sie mussten ihr einigermaßen valides Szenario im Jahr 2015 beenden, da sich für den geplanten Ausbau 2020 eine gewisse Ratlosigkeit ergab: Man wusste in der Theorie nicht wohin mit der überschüssigen Leistung im oben schon angedeuteten Fall des "Starkwindes bei Schwachlast":

»Die ursprünglich vorgesehene Analyse eines Szenarios 2020 mit einer installierten WEA-Leistung von 48,1 GW und einer Windenergieerzeugung von 115,4 TWh mit Hilfe der Elektrizitätswirtschaftsmodelle hat gezeigt, dass eine Gesamteinspeisung in dieser Höhe im Jahr 2020 – ohne massive Erzeugungsbeschränkung der WEA-Anlagen oder andere Anpassungsmaßnahmen - nicht mehr in das Kraftwerkssystem integrierbar ist. … Als Konsequenz ergibt sich eine technisch bedingte und der Systemstabilität geschuldete Kraftwerkserzeugung, die die zu deckende Netzlast nach Einspeisung der WEA (auch unter Berücksichtigung von Exporten und Pumpspeicherverbrauch) übersteigt. Die WEA-Stromerzeugung müsste also in vielen Perioden (bei hohem Windaufkommen und niedriger Last) massiv beschränkt werden, um Raum für die notwendige Stromerzeugung aus konventionellen Kraftwerken [für die Regelenergie, RE] zu schaffen. Bis zum Jahr 2020 mögen neue Speichertechniken oder andere technische Lösungen entwickelt sein, die diese Beschränkungen reduzieren oder aufheben. Die technische Realisierbarkeit und die Kosten solcher Techniken sind heute noch nicht absehbar. Angesichts dieser Situation wird im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nur eine Analyse des Ausbaus der Windenergie bis zum Jahre 2015 betrachtet. Eine Analyse der energiewirtschaftlichen Auswirkungen bei einer möglichen weiteren Erhöhung der Windenergiekapazitäten nach 2015 und deren technische Realisierbarkeit bleiben weiteren Untersuchungen vorbehalten.« [12]

Und:

»Die heute noch wirtschaftlichste Form der Stromspeicherung ist die Speicherung von Strom mittels Pumpspeicherkraftwerken. Aufgrund des hohen Flächenbedarfs, der Anforderungen an geeignete Standorte in Bezug auf Höhenprofil und Bodenbeschaffenheit und aufgrund der immensen Auswirkungen auf Umwelt und Natur sind die Möglichkeiten des Ausbaus von Pumpspeicherkapazitäten begrenzt. In Deutschland ist ein Neubau von Pumpspeicherkraftwerken nicht zu erwarten, da geeignete Standorte bereits ausgenutzt sind.«[13]

Die Situation ist in zwei Abbildungen veranschaulicht. Die Daten der Szenarien stammen aus der dena-Netzstudie.[14] Abbildung 1 zeigt die Energieproduktion in den Jahren 2003, 2007, 2010, 2015 und 2020 bei "Schwachlast ohne Wind", Abbildung 2 das Szenario "Schwachlast mit Wind" in denselben Jahren. Schon im Jahr 2015 sieht man in Abbildung 2: "Schwachlast mit Wind" den Leistungsüberschuss von ca. 9 GW (rote Linie), der aus der Summe der Windkraft und der konventionellen Regelleistung stammt. 2015 liegt die prognostizierte Windkraft mit ca.

[11] Alle anderen Speicher elektrischer Energie können die Pumpspeicherung substituieren. Nur ist bis jetzt die kostengünstige Alternative, die im großen Stil einsetzbar wäre, noch nicht zu sehen.
[12] dena-Netzstudie (2005, Hauptteil S. 275).
[13] dena-Netzstudie (2005, Hauptteil S. 321).
[14] dena-Netzstudie (2005, Anhang B, S. 124ff.).

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

32 GW noch unter der Schwachlast von ca. 38 GW (siehe Kap. 7 Anhang: Basisdaten und Prognosen). Der Überschuss kommt von der notwendigen konventionellen Regelleistung zur Stabilisierung des Netzes.

9 GW sind kein Pappenstiel. Die von der TIWAG in Tirol in Anspruch genommene Pumpwälzleistung beträgt bei einer Energieaufnahme und Abgabe von jeweils ca. 9.000 GWh/a (Kap. 2.2: Die TIWAG und die Stromveredelung) einer Leistung von jeweils ca. 2 GW rauf und runter! 2020 übersteigt die überschüssige WEA-Leistung zusammen mit der konventionellen Regelleistung bereits die 14 GW. Das ist nochmals das Dreifache der in Deutschland durch Pumpspeicherung praktisch abschöpfbaren Leistung von ca. 5 GW bei einer absolut installierten Pumpspeicherleistung von ca. 7 GW. Die im dena-Szenario angenommene Pumpspeicherleistung ist die blaue Linie in der Abbildung 2 "Schwachlast mit Wind" bei –5 GW in den Jahren 2007 bis 2020.

Für die TIWAG eröffnen sich damit glänzende

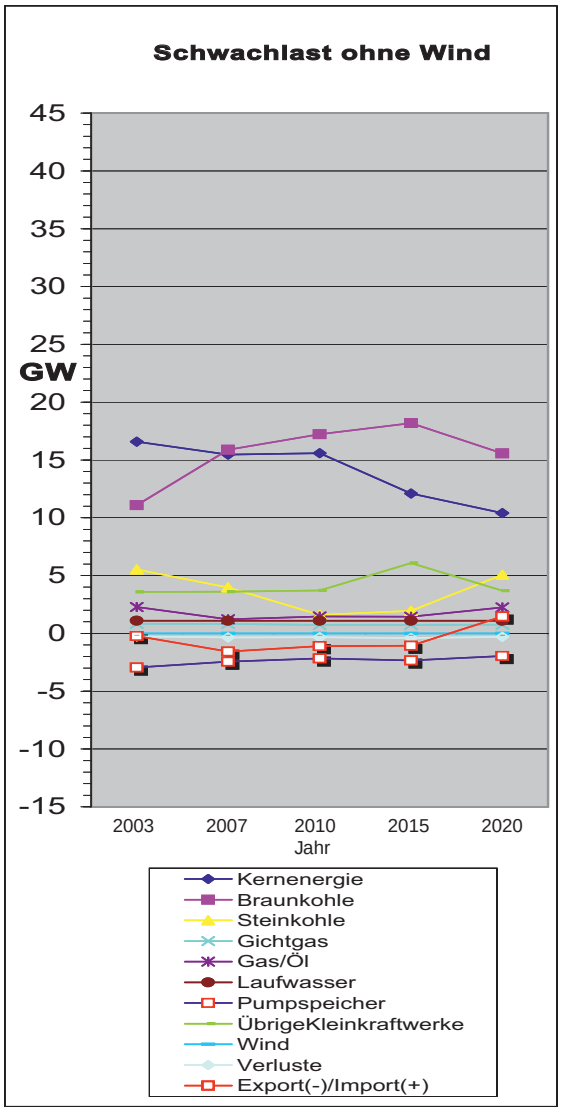

Abbildung 1: Schwachlast ohne Wind

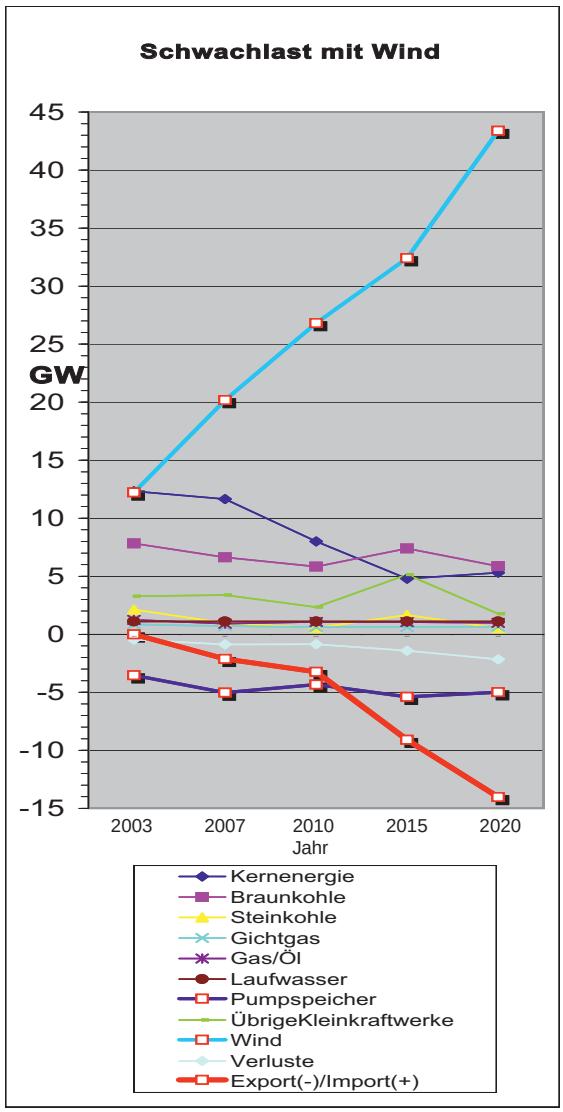

Abbildung 2: Schwachlast mit Wind

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

Perspektiven. 2015, wenn die ersten Optionen des Optionenberichtes Tatsachen geworden sein werden, wird es nicht immer, aber immer wieder einen billigen Leistungsüberschuss am europäischen Strommarkt geben, der aus deutscher Windenergie stammt. Und die Tendenz ist steigend. Die harten Fakten dazu sind erst mit der dena-Netzstudie auf dem Tisch. Aber wissen konnte man den Zusammenhang zwischen Wind- und Wasserkraft schon früher. So hat das Schweizer BUNDESAMT FÜR ENERGIE bereits im Februar 2004 in einer Studie auf diese Entwicklung hingewiesen und den Ausbau der Schweizer Pumpspeicherkraftwerke empfohlen:

»Wenn in Europa die Windenergie im Ausmaß der hier geprüften Szenarien ausgebaut wird, ergibt sich zusätzlich eine stark steigende Nachfrage nach Tertiärregelreserve. Die Teilnahme am internationalen Regelenergiemarkt ist attraktiv. Die Analysen mit zwei unterschiedlichen Windenergieszenarien zeigen, dass sich die Teilnahme der schweizerischen PSKW/SKW[15] am entstehenden internationalen Regelenergiemarkt lohnt. … Beim Szenario mit schwächerem Windenergieausbau sind die … zu erwartenden zusätzlichen Erlöse für die schweizerischen Wasserkraftwerksbetreiber jedoch begrenzter, da der Bedarf an Regelenergie entsprechend geringer ist. … Werden positive und negative Regelenergielieferungen symmetrisch vergütet bzw. belastet, dann lohnt sich eine Teilnahme am Regelenergiemarkt für schweizerische Produzenten gegenüber Fahrplanlieferungen kaum. … In den aktuellen Regelenergie-Teilmärkten in Deutschland sind die Regelenergievergütungen asymmetrisch. Daher wären Regelenergielieferungen zurzeit wirtschaftlich attraktiv. … Wir gehen … davon aus, dass die Regelenergiepreise auch in Zukunft … asymmetrisch bleiben werden, damit ein Anreiz zur Bereitstellung von Regelleistung und -energie besteht. In dieser Situation empfiehlt sich für die schweizerischen SKW-/PSKW-Betreiber, die noch erforderlichen Voraussetzungen zur Teilnahme am Regelenergiemarkt umgehend zu schaffen und den Regelenergiemarkt zu erschließen. So kann von den hohen aktuellen Preisen profitiert und eine starke Marktposition für die Zukunft aufgebaut werden. Für die Schweiz dürfte dabei auch in Zukunft Deutschland der wichtigste Markt bleiben, denn A, I, und F haben genügend eigene SKW/PSKW-Kapazitäten und sind tendenziell Konkurrenten der Schweiz.« [16]

5 Die Synergie Wind+Wasserkraft (2)

Die Synergien zwischen Wind+Wasserkraft sind offensichtlich. Die eine stellt die erneuerbare Energie bereit, die andere speichert sie in den Zeiten, in denen zu viel davon da ist für die Zeit, in der sie fehlt.

Mit dieser Synergie von Wind+Wasserkraft ändert sich notwendig der Stellenwert der Pumpspeicherung in der symbolischen Ordnung der Kritiker des etablierten Energiesystems: Wegen der Energieverluste von ca. 20 – 30 % durch das Zwischenspeichern und wegen des eminenten Natur- und Landschaftsverbrauchs waren die Pumpspeicherkraftwerke bisher als überflüssiger Luxus eines achtlos Atomstrom produzierenden und verbrauchenden obsoleten Energiesystems abgelehnt worden. Nun werden sie conditio sine qua non der vollständigen Umstellung auf erneuerbare Energien, die ohne die *volatilen* Quellen Wind und Sonne nicht möglich sein wird. [17]

Pumpspeicherkraftwerke sind auf den ersten Blick auch nicht so natur- und landschaftsverzehrend wie Speicherkraftwerke, die ja selber Energie produzieren und dazu in einem weiten Umkreis das Wasser ableiten. Pumpspeicherkraftwerke benötigen eigentlich nur Höhendifferenz und oben und unten ein ausreichendes Becken. Beides können die Berge bieten. Man ist verleitet der TIWAG zu empfehlen: Baut doch nur, wie die Schweizer, die Pumpspeicherkapazitäten aus und lasst den Rest der Berge in Frieden.

Die Wirklichkeit wird anders sein: Zum einen lohnt sich die Kombination Pumpspeicherkraftwerk und Speicherkraftwerk zusammen doppelt.

[15] PSKW = Pumpspeicherkraftwerke, SKW = Speicherkraftwerke.
[16] BUNDESAMT FÜR ENERGIE BFE (2004, S. 12ff.).
[17] Infos zu Pumpspeicherkraftwerken:
http://de.wikipedia.org/wiki/Pumpspeicherkraftwerk

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

Auch hier gibt es Synergien... Zum anderen sind die vorhandenen Pumpwälz-Kapazitäten vor der Folie der Szenarien der dena-Studie gering.

Man sollte sich nicht täuschen: Die Szenarien, die sich jetzt abzeichnen, sind erst der Anfang eines Lern- und Abwägungsprozesses, der womöglich mit harten Bandagen ausgefochten werden wird. Wenn sich in den nächsten Jahren das Klima weiter erwärmt, wenn die Gewissheit sich festigt, dass der Klimawandel anthropogen ist, dann wird der Druck auf den Ausbau der erneuerbaren Energie steigen – zu recht, das ist nicht die Frage. Doch nun kommt eine Region ins Windenergie-Visier, an die bisher niemand so recht gedacht hat: Die Alpen nicht als Wasserschloss, sondern als Pumpspeicherkraftwerksmaschine. Und da reicht die vorhandene Kapazität nicht hin und der überschüssige Strom wird billig sein. Vielleicht gibt es ihn bald mit Aufgeld im Zuge des Handels mit "RECS": Zertifikaten des "Renewable Energy Certificate Systems". Das ist quasi ein Handel mit "negativen Verschmutzungsrechten", dem "nachhaltigen" Gegenstück zum Emissionshandel wie er in der Folge des Kyoto-Prozesses fast weltweit etabliert worden ist. [18]

Hermann SCHEER, 1999 Alternativer Nobelpreis, Multifunktionsträger in Sachen erneuerbarer Energie, SPD-Bundestagsabgeordneter und Mitglied des SPD-Bundesvorstandes, hat vor kurzem ein Buch herausgebracht mit dem Titel *Energieautonomie.* Darin greift er die Speicher-Thematik aus der dena-Studie auf, ohne diese Studie explizit zu nennen. Offensichtlich will er sich an deren diesbezüglichen Ratlosigkeit über das Jahr 2015 hinaus nicht die Finger verbrennen. Aber er zieht die radikalen Konsequenzen:

»Obwohl das Speicherproblem von Solar– und Windstrom übertrieben wird, ist es notwendig, sich ihm mehr als bisher zu widmen: ... ***die Bereitschaft zur generellen Umorientierung auf Solar– und Windstrom sowie dessen expansiver Ausbau [hängen] von den verfügbaren Reserve– und Speicherleistungen ab.«*** [19]

»Allein durch die Kombination von Wind– und Wasserkraft lässt sich ein funktionsfähiges Stromversorgungssystem realisieren, wo ausreichend Wasserkraft und ein ausgebautes Stromnetz zur Verfügung stehen. Diese Möglichkeit gibt es innerhalb Europas in vielen Großregionen — neben Skandinavien in den Alpenländern oder auf dem Balkan. ... Allein das Zusammenspiel von Wind– und Wasserkraft aus Staudämmen ermöglicht jedenfalls eine Stromversorgung rund um die Uhr.« [20]

»Die elementarste und wirksamste Natur- und Landschaftsschutzmaßnahme ist deshalb der durchgehende Wechsel zu erneuerbaren Energien, um die Natur vor Emissionen zu schützen. Die Synthese zwischen Naturnutzung und -erhaltung ist ein naturintegriertes Wirtschaften, das nur mit erneuerbarer Energie und natürlichen Stoffen möglich ist. Bei einer solchen Wirtschaftsweise spricht nichts gegen landwirtschaftliche Betriebe ***auch in Naturschutzgebieten, und auch nichts gegen in diesen aufgestellte Windkraftanlagen.*** *... In der Hierarchie der Umweltgefahren steht der konventionelle Energieverbrauch an erster Stelle, woraus sich im praktischen Umweltschutz die Priorität des Wechsels zu erneuerbaren Energien begründet. ... Den Energiewechsel so ernst zu nehmen, wie es die Energiekrisen gebieten, kann im Klartext nur den breit gestreuten Ausbau erneuerbarer Energien bedeuten: Windkraftanlagen als selbstverständlicher, integrativer Bestandteil des künftigen Landschaftsbildes, und nicht nur in wenigen Windparks zusammengepfercht; Solaranlagen als selbstverständliches Element ganzer Gebäudelandschaften, so wie heute Dachziegel oder Glasfassaden;* ***auch neue Pumpspeicherwerke in gebirgigen Landschaften*** *und kleine Wehre in Flusslandschaften oder der Bau vieler Bioraffinerien in den Regionen.* ***Das heutige Energiesystem prägt und zeichnet die Landschaft. Erneuerbare Energien werden die Landschaft auf ihre Art prägen. Mit der neuen Prägung verschwindet die alte. Ein Strukturwandel der Landschaft findet statt. Diesen »Preis« im Namen des Natur- und Umweltschutzes nicht bezahlen zu wollen bedeutet, die***

[18] RECS-Info-Flyer: siehe RECS (2005); eine Kritik der RECS-Zertifikate in SCHEER, H. (2004).
[19] SCHEER, H. (2005, 75), Hervorheb. R.E.
[20] SCHEER, H. (2005, 78ff.).

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

großräumige Natur- und Umweltzerstörung nicht aufhalten zu können *- und zu riskieren, dass eines vielleicht nicht allzu fernen Tages auch in den Industrieländern immer mehr Menschen aus nackter Energienot jeden greifbaren Baum blindlings abschlagen, um ihren täglichen Energiebedarf zu befriedigen - so, wie es in deutschen Städten nach dem Zweiten Weltkrieg der Fall war und in vielen Entwicklungsländern der Fall ist. ... Damit werden diejenigen, die den erneuerbaren Energien die Standorte leichtfertig verweigern wollen, zu reaktionären Platzwärtern der [etablierten, R.E.] Energiewirtschaft. Sie verlieren ihre Un*schuld *gegenüber der real existierenden Umweltzerstörung.«* [21]

Zweifellos, das ist starker Tobak. Aber damit wird man sich auseinandersetzen müssen. Es ist auch gut so, dass ein "Unverdächtiger" den aktuellen Zusammenhang zwischen Wind+Wasserkraft herstellt. Denn noch im September 2004 haben der WWF-Schweiz und Pro Natura-Schweiz den Ausbau der Windenergie als Grund nicht glauben wollen, den das Schweizer BUNDESAMT FÜR ENERGIE bei seiner Empfehlung angegeben hat, die Pumpspeicherleistung in der Schweiz anzuheben:

»Bei der Frage nach der Herkunft des Pumpstromes wird von KWO[22]-Seite [gesagt], dass es sich beim Pumpstrom um eigene Bandenergie aus den Laufkraftwerken handle, oder dass in Zukunft mit der Pumspeicherung die Schwankungen der Windkraftproduktion ausgeglichen werden könne. ***Mit Hilfe dieser Argumentation wird versucht, den Strom aus Pumpspeicherkraftwerken als erneuerbare Energie zu deklarieren.*** *... Die konstant hohe Pumpleistung ist auch nicht kompatibel mit Regelstromproduktion zum Ausgleich variabler Leistungen von Windkraftanlagen.«* [23]

»Weder in der Schweiz, noch in Europa (UCTE-Verbund) gibt es heute und in absehbarer Zeit Momente, in denen mehr erneuerbare Energie produziert wird, als gleichzeitig verbraucht wird. Weder Wasserkraft, Windkraft noch irgend eine andere erneuerbare Energie muss zwischengespeichert werden. Erst im Falle einer Stromversorgung weitgehend auf Basis erneuerbarer Energien, die frühestens in 30-50 Jahren erreicht werden könnte, würde dieses Argument, aus der Anfangszeit der Stromversorgung wieder neue Bedeutung erlangen.« [24]

Seit der dena-Netzstudie und Hermann SCHEERs Buch *Energieautonomie* weiß man: dies ist zu harmlos gedacht.[25] Unser Energiehunger frisst womöglich schon ziemlich bald in einem bisher noch nicht gekannten Maße die Landschaft, auch die alpine Landschaft. Nachdem bereits die Gletscher in der Hitze schier verdampfen[26], könnten parallel dazu auch viele, heute noch unberührte Täler und Hochtäler in den Alpen und anderen Gebirgen der Welt vom Wasser klimarettender Pumpspeicherkraftwerke verschluckt werden. Ein Schelm ist, wer zu diesem Szenario jetzt eine glückliche Lösung parat hat!

6 Die Konsequenzen für den Natur- und Landschaftsschutz

Die konstatierte Synergie von Wind+Wasserkraft hat auf den ersten Blick zwei konträre Lösungen:

1. Man übernimmt die Position von Hermann SCHEER und erklärt noch den Bau von Pumpspeicherkraftwerken im Naturschutzgebiet zum Naturschutz.
2. Man lehnt die im großen Stil ausgebaute Windenergie weniger wegen der Windräder, sondern wegen der Pumpspeicherkraftwerke als natur- und landschaftszerstörend ab.

Am Beginn eines Reflexionsprozesses über den Konnex von Wind+Wasserkraft, von Offshore

[21] SCHEER, H. (2005, 208ff.), Hervorheb. R.E.
[22] Kraftwerke Oberhasli.
[23] GLAUSER, H. (2004, 24), Hervorheb. R.E.
[24] GLAUSER, H. (2004, 27).
[25] Die von der dena-Netzstudie (2005) und Scheer (2005) eingebrachte Größenordnung des Zusammenhangs von Wind+Wasserkraft ist bis dato weitgehend unbekannt – und wird vielleicht deshalb nicht einmal erwähnt (DNR DEUTSCHER NATURSCHUTZRING 2005, HASSLACHER 2005) oder in der Dimension unterschätzt (FRIEDRICH 2005; 25, 33), CIPRA-INFO NR. 76, 2005, S. 5). Normativ werden die Pumpspeicherkraftwerke einseitig als lukrative, aber energievergeudende Spitzenstromspeicher in Ergänzung von Atom- und Kohlekraftwerken vehement abgelehnt (MAYER 2004) oder zumindest skeptisch beurteilt (HASSLACHER 2005).
[26] ZÄNGL, W; HAMBERGER, S. (2004).

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

und Gebirge, sollen hier keine schnellen Urteile gefällt werden.[27] Es geht vorderhand darum, Transparenz – und die der Sache angemessene Irritation herzustellen. Was aber auf jeden Fall Not tut, ist die neue Gewichtung des Alpenraums nicht nur als Ort "potentieller Energie" zur Stromspeicherung, sondern auch als Ort "energetischer Potentiale", den gerade in den Hochlagen noch eine gewisse Zivilisationsferne auszeichnet. Es mag einem Hermann SCHEER »skurril« vorkommen,[28] dass man solche Räume auch in existentiellen Zeiten des Klimaschutzes vor den Schützern des Klimas schützen will: Aus ästhetischen Gründen, aus Gründen einer unwiederbringlichen Natur und Landschaft – von der ein SCHEER – zurecht, siehe Gletscherschwund – gleich wieder behaupten wird: Gerade das sich verändernde Klima wird diese Natur noch schwerer schädigen.

Aber vielleicht greift eine Erkenntnis in die Urteilsbildung mit ein: Die Menschen werden die "Differenzerfahrung" suchen, immer wieder, das ist conditio humana. Der Alpenraum hat noch Reste dieser faszinierenden Differenz zur allgegenwärtigen Zivilisationslandschaft.[29] Er konkurriert mit dem Fernreiseweh, auch Ausdruck dieser Sehnsucht nach der Differenz, deren Bedeutung noch hinter dem Horizont liegt. Wenn die sonnigen Pragmatiker der erneuerbaren Energien die alpine Landschaft gegen alle zu erwartende Kritik noch über das Maß hinaus verwässern wollen, das die Österreicher, Schweizer, Franzosen und Italiener der alpinen Landschaft schon angetan haben, dann stimulieren sie nur weiter den Exodus,[30] mit dem die Mitteleuropäer eh schon regelmäßig das Weite jenseits der Ozeane suchen. Unterm klimatischen Strich könnte das teurer zu stehen kommen als der Verlust an negativer Regelleistung wegen verweigerter Pumpspeicherkraftwerke in den Alpen: Der Flug-Fernreiseverkehr ist jetzt schon mit ca. 9% klimawirksam dabei durch den Ausstoß von Abgasen, aber insbesondere durch die Bildung von Zirruswolken, Tendenz stark steigend.[31]

Neben **dem Senken des Energieverbrauchs** wird es eine der zentralen Aufgabe der Zukunft sein, die erneuerbaren Energien verstärkt aus nicht-volatilen Quellen zu gewinnen, also Quellen, die die Sonnenenergie bereits vor der Verstromung gespeichert enthalten: **Biomasse** – aber auch hier die Gefahr nicht-nachhaltiger Produktion.[32] Zudem müssen Speichertechniken entwickelt werden, die nicht ihrerseits im großen Stil Natur und Landschaft verbrauchen. Nach dem Scheitern des einstigen Hoffnungsträgers "Atomkraft" sollte die Menschheit sich keinen neuen Illusionen hingeben: Es gibt keine einfache Antwort auf unsere Energieprobleme und den drohenden Klimawandel.

7 Anhang: Basisdaten und Prognosen

Die folgenden Prognose-Daten für Deutschland stammen aus der dena-Netzstudie. Sie geben einen Überblick über die WEA-Leistung, die installiert werden soll und die dann, etwas weniger, verfügbar sein wird. Zudem wird die Entwicklung der Schwachlast, der Starklast, des gesamten Stromverbrauchs und der Stromerzeugung aus WEA angegeben. Die Zahlen zu 2020 unterliegen den Einschränkungen der Autoren der dena-Netzstudie, die weiter oben formuliert worden sind: man weiß nicht wohin mit dem Überschuß...

---

[27] Nicht diskutiert werden hier die Natur- und Landschaftsbeeinträchtigungen durch neue Hochspannungsleitungen in den Alpen (CIPRA-INFO NR. 76, 2005, S. 8) und die nicht zu vernachlässigenden Gefahren durch Stau-dammunfälle, die allein im Alpenraum schon sehr viel Tote gekostet haben (CIPRA-INFO NR. 76, 2005, S. 6; PAOLINI & VACIS 1998).

[28] SCHEER, H. (1998, 8).

[29] BARTH-GRÖSSLER, R.; DEUTINGER, Theo (2004).

[30] SCHEER, H. et al. (1998): Windiger Protest. Konflikte um das Zukunftspotential der Windkraft: Allein der Titel dieser Streitschrift zeigt die Verachtung, die Scheer, Alt und andere Hardcore-Vertreter der erneuerbaren Energien den bedenkentragenden Naturschützern und Ästheten entgegenbringen. Das ist nicht angebracht und erweist der Sache der erneuerbaren Energien einen Bärendienst. Die vorsichtig urteilenden Gestalter des Alpenraumes sollten sich diese Respektlosigkeit nicht gefallen lassen, ganz gleich auf welche Seite der »Energiekultur« (SCHEER 2005; 239) sie sich stellen werden. Auch beeinträchtigen Pumpspeicherkraftwerke die Natur und Landschaft ungleich heftiger als Offshore-Windkraftanlagen weit vor der Küste.

[31] BROCKHAGEN, D. (2004).

[32] Die Verstromung von Biomasse würde zudem in Konkurrenz treten zu ihrer Eignung als dringend benötigtes Substitut fossiler Kraftstoffe. Alle technischen Möglichkeiten der Gewinnung erneuerbarer Energien sind eingehend behandelt in NITSCH et al. (2001).

[33] SCHEER (2005, 103ff.).

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

Jahr	Installierte Leistung[34] [MW]	Davon verfügbar[35] [MW]	Schwach-last,[36] ca [MW]	Stark-last,[37] ca. [MW]	Stomver-brauch[38] TWh/a	Stromerzeugung aus WEA[39] TWh/a	WEA-Anteil %
2003	14.500	12.227	37.000	75.000	545	23,6	4,3
2007	22.419	20.176	38.000	77.000	549,2	36,8	6,7
2010	29.787	26.814	38.000	78.000	552,3	58,3	10,6
2015	35.978	32.404	38.000	78.000	552,3	77,2	14,0
2020	48.212	43.382	38.000	78.000	552,3	115,4	20,9

Tabelle 1: WEA-Leistung: Ist-Situation 2003; Prognosen 2007-2020; Entwicklung von Schwach- und Starklast; gesamter Stromverbrauch und WEA-Anteil an der Stromerzeugung.

Weitere Basisdaten:

Stromverbrauch in D im Jahr:
ca. 550 TWh[40] ≙ Durchschnittsleistung von 62,8 GW.

Flächenbedarf für WEA pro installierte MW:
ca. 7 ha/MW.[41]

Auslastungsfaktor:
2003: ca. 18%.
2015: ca. 24% (Offshore-Effekt: Hier weht der Wind konstanter und kräftiger).[42]

Zu den Größenordnungen einer großtechnischen Stromversorgung Deutschlands mit volatiler erneuerbarer Energie, durchgespielt am Beispiel der Windenergie:

Wollte man die Stromerzeugung in Deutschland ganz auf die Kombination Windkraft+Wasserkraft (Pumpspeicherkraftwerke) umstellen, so wären wegen des geringen Auslastungsfaktors der WEA von 24% (s.o.) mindestens ca. 250 GW verfügbare, das sind ca. 270 GW installierte WEA-Leistung zur Produktion von 550 TWh/a notwendig. Die Speicherleistung der Pumpspeicherkraftwerke müsste dafür ca. 212 GW für den Fall "Schwachlast mit Starkwind" betragen (212 GW = 250 GW WEA-Leistung – 38 GW Verbrauch), um den anfallenden Leistungsüberschuss auch tatsächlich in potentielle Energie umwandeln zu können.

Der Flächenbedarf für die installierten WEAs betrüge bei 7 ha/MW: 18900 km² (Hessen hat 21.112 km²).[43]

8 Literatur

AKTIONSBÜNDNIS ÖTZTAL (2004): Die Folgen einer Kraftwerkskette im Ötztal. Argumente und Fakten. www.dietiwag.at/mat/Aktionsbuendnis.pdf

[34] dena-Netzstudie (2005, Hauptteil S. 56; der Vergleich verschiedener Szenarien: S. 60).
[35] dena-Netzstudie (2005, Anhang B, S. 124 ff.).
[36] dena-Netzstudie (2005, Anhang B, S. 124 ff.).
[37] dena-Netzstudie (2005, Anhang B, S. 124 ff.).
[38] dena-Netzstudie (2005, Hauptteil S. 277); ab 2010 wird eine unveränderte Verbrauchsmenge und ein zeitlich und quantitativ unverändertes Muster von Stark- und Schwachlastphasen angenommen.
[39] dena-Netzstudie (2005, Hauptteil S. 274).
[40] dena-Netzstudie (2005, Hauptteil S. 277).
[41] dena-Netzstudie (2005, Hauptteil S. 10).
[42] dena-Netzstudie (2005, Hauptteil S. 231). Der Auslastungsfaktor gibt das Verhältnis zwischen der tatsächlich produzierten Energie im Vergleich zur installierten Kapazität an. Wegen des stochastischen Windaufkommens ist dieses Verhältnis bei WEAs sehr gering.
[43] Diese sehr pauschale Betrachtung orientiert sich an Berechnungen SCHEERs (2005, 55) zur weltweiten Stromproduktion mittels erneuerbarer Energien, »um eine ausschließlich auf erneuerbaren Energien basierende Energieversorgung plausibel machen zu können...«. SCHEER klammert bei diesen überschlägig ermittelten Zahlen konsequent die Tatsache aus, dass bei den flüchtigen Energiequellen Wind und Sonne zusätzlich eine Speicherleistung zur Verfügung gestellt werden muss, die in der Größenordnung der installierten bzw. verfügbaren Windkraftwerks- und/oder Sonnenkraftwerksleistung liegt. Dies ist im obigen Beispiel anhand der Zahlen der BRD für die Windenergie durchgespielt. Es zeigt sich, dass SCHEER (2005, 57) mit seiner kühnen Behauptung »Mit jedem Schritt näherer und differenzierterer Betrachtung des natürlichen und technischen Anwendungspotenzials wird die praktische Attraktivität erneuerbarer Energien größer« die Wirklichkeit nicht trifft. Die zu erwartenden Schwierigkeiten sind bei genauerer Analyse größer als gedacht. Dies spricht nicht prinzipiell gegen die erneuerbaren Energien, aber gegen eine Politik, die meint, sie könnte die Schwierigkeiten zur Durchsetzung der erneuerbaren Energien klein reden. Die Folge ist ein Glaubwürdigkeitsverlust dieses Jahrhundertprojektes.

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

Amt der Tiroler Landesregierung; Arbeitsgruppe TIWAG-Optionenbericht (2005): Synthesebericht. Fachliche Prüfung des TIWAG Optionenberichtes über mögliche Standorte künftiger Wasserkraftnutzung in Tirol. Innsbruck, Wien. http://www.tirol.gv.at/raumordnung/optionenbericht/downloads/i_Synthesebericht.pdf

Barth-grössler, R.; Deutinger, Theo (2004): European Central Park. Europa ist eine Stadt – die Alpen ihr Central Park. In: Fakultät für Architektur der TU Graz (Hg.) (2004, S. 128-135): GAM – Graz Architektur Magazin 01: Tourismus und Landschaft. Wien, Springer-Verlag.

Brockhagen, D. (2004): Neue Forschungsergebnisse zu Flugverkehr und Klima. Germanwatch Hintergrundpapier, Berlin, 10.03.2004. www.germanwatch.org/rio/flug04hg.pdf

Bundesamt für Energie BFE (2004.): Windenergie und schweizerischer Wasserkraftpark. http://www.swiss-energy.ch/imperia/md/content/politikundrecht/energiepolitik/ewg/8.pdf

CIPRA-Info Nr. 76, Juni 2005: Wasserkraft. Die Alpen unter Strom. Schaan.

Deutsche Energie Agentur (dena) (2005): Energiewirtschaftliche Planung für die Netzintegration von Windenergie in Deutschland an Land und Offshore bis zum Jahr 2020. (dena-Netzstudie). www.dena.de

DNR Deutscher Naturschutzring (2005): Grundlagenarbeit für eine Informationskampagne "Umwelt - und naturverträgliche Windenergienutzung in Deutschland (onshore)" - Analyseteil. www.windkraft.dnr.de

Friedrich, M. (2005): Woher kommt der Strom der Zukunft. Powerplay in Berlin: Jetzt fällt die Entscheidung, ob Deutschland die Energiewende schafft. In: Greenpeace Magazin Nr. 3, Mai - Juni 2005, Hamburg.

Glauser, H. (2004): Pumpspeicherung, CO_2 und Wirtschaftlichkeit, am Beispiel der Kraftwerke Oberhasli. www.wwf.ch

Hairer, F.; Hofer, N.; Zanon, F. (2004): Möglichkeiten der Wasserkraftnutzung im Ötztal im Umfeld eines europaweit liberalisierten Strommarktes. Vortrag auf der Tagung der Naturschutzreferenten des DAV am 24.9.2004 in: DAV (Hg.) (2005, 8-18): Arbeitsgebiet in den Alpen. Herausforderung und Chance. Tagungsbericht der Tagung der Naturschutzreferenten des DAV vom 24.-27.9.2004 in Vent im Ötztal/Tirol.

Haßlacher, P. (2005): Sturm auf das alpine Wasserschloss. Kraftwerksplanung im Widerstreit der Tiroler Interessen. In: DAV Panorama. Mitteilungen des Deutschen Alpenvereines, Jg. 57, H. 4, München.

Krämer, M. (2005): Energieversorgung – die von morgen! www.forwind.de/publications/PositionspapierEnergiev.pdf

Mayer, E. (2004): Die Atomgeschäfte der TIWAG. In: Aktionsbündnis Ötztal (2004, S. 7 – 9).

Nitsch, J et al. (DLR-Institut für Technische Thermodynamik, Abteilung Systemanalyse und Technikbewertung, Stuttgart); Rösch, C. et al. (Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse) (2001): Schlüsseltechnologie Regenerative Energien. Teilbericht im Rahmen des HGF-Projektes "Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland". Karlsruhe. Stuttgart www.dlr.de/tt/institut/abteilungen/system/publications/HGF-Text_TeilA.pdf und www.dlr.de/tt/institut/abteilungen/system/publications/HGF-Text_TeilB.pdf

Paolini, M.; Vacis, G. (1998): Der fliegende See. Chronik einer angekündigten Katastrophe. Verlag Antje Kunstmann.

RECS (2005): RECS-Info-Flyer. www.recs.ch

Scheer, H.; Alt, F.; Claus, J. (1998): Windiger Protest. Konflikte um das Zukunftspotential der Windkraft. Bochum, PONTE PRESS.

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

SCHEER, H. (2004): Kommerzieller Kurzschluss. Das deutsche Einspeisegesetz ist entscheidend für den Erfolg erneuerbarer Energien. Die Stromkonzerne wollen es zu Fall bringen. Das Öko-Institut steht ihnen dabei zur Seite. In: taz 13.12.2004, S. 11.

SCHEER, H. (2005): Energieautonomie. Eine neue Politik für erneuerbare Energien. München, Verlag Antje Kunstmann.

TIWAG (2004): Optionenbericht. Über mögliche Standorte künftiger Wasserkraftnutzung in Tirol. www.tiwag.at

VON FABECK, W. (2004): Ein Stromspeichergesetz zur Bereitstellung von "Wetterausgleichsenergie". Strategische Überlegungen zum Ausgleich von Angebot und Nachfrage in einer auf Erneuerbaren Energien basierenden Stromwirtschaft. http://www.sfv.de/lokal/mails/wvf/stromspe.htm

WIKIPEDIA: Pumpspeicherkraftwerk (2005): http://de.wikipedia.org/wiki/Pumpspeicherkraftwerk

ZÄNGL, W.; HAMBERGER, S. (2004): Gletscher im Treibhaus. Eine fotographische Zeitreise in die alpine Eiswelt. Steinfurt, Tecklenborg Verlag.

Anschrift des Verfassers:
Dipl. Phys. Rudi Erlacher
Enzenspergerstr. 5
81669 München
email: rudolf.erlacher@t-online.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt

Jahr/Year: 2005

Band/Volume: 70_2005

Autor(en)/Author(s): Erlacher Rudi

Artikel/Article: Offshore & Ötztal: Synergien zwischen Wind- und Wasserkraft. Zur Abwägung der Nachhaltigkeit künftiger Wasserkraftnutzung in Tirol 97-110