



Roman Weilguny

## **Energiewirtschaftliche Bedeutung von Pumpspeicherkraftwerken am liberalisierten Strommarkt**



Fachbereichsarbeit  
aus Geographie und Wirtschaftskunde  
am Bundesrealgymnasium Zell am See

Eingereicht bei Frau Prof. Mag. Maria Lindner

*Zell am See, am 29. Februar 2008*

# **Energiewirtschaftliche Bedeutung von Pumpspeicherkraftwerken am liberalisierten Strommarkt**

**FACHBEREICH SARBEIT**  
aus Geographie und Wirtschaftskunde

von  
Roman Weilguny

Bundesrealgymnasium Zell am See



Eingereicht bei  
Frau Prof. Mag. Maria Lindner

Zell am See, 29. Februar 2008

## ERKLÄRUNG

Ich erkläre, die Fachbereichsarbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst zu haben. Alle verwendeten Hilfsmittel sind belegt und im Literaturverzeichnis bzw. Protokoll angeführt.

---

Ort

---

Name

## Inhaltverzeichnis:

<b>Vorwort</b> .....	4
<b>1 Österreichische Elektrizitätswirtschaft</b> .....	5
<b>1.1 Geschichte</b> .....	5
<b>1.2 Verschachtelte, österreichische Energiewirtschaft</b> .....	6
<b>2 Strommarktliberalisierung und der europäische Energiemarkt</b> .....	6
<b>2.1 Unbundling</b> .....	7
<b>2.2 Struktur des österreichischen Elektrizitätsmarktes</b> .....	9
<b>2.3 Liberalisierung in Österreich und die Kritik der EU</b> .....	12
<b>3 Versorgungssicherheit gewährleistet?</b> .....	13
<b>3.1 Rahmenbedingungen in Österreich</b> .....	13
<b>3.2 Problematik</b> .....	16
<b>3.2.1 Veraltete Netze</b> .....	16
<b>3.2.2 Lücke im 380kV Ring</b> .....	19
<b>3.2.3 Wasserrahmenrichtlinie der EU</b> .....	21
<b>3.2.4 Stilllegung von überalterten Kraftwerken</b> .....	22
<b>3.3 Lösungen und Ansätze zur Versorgungssicherheit</b> .....	23
<b>3.3.1 Europäische Strategie zur Versorgungssicherheit</b> .....	23
<b>3.3.2 Breiter Erzeugungsmix</b> .....	26
<b>3.3.3 Renaissance der Atomenergie</b> .....	30
<b>3.3.4 Erneuerbare Energien</b> .....	31
<b>4 Wasserkraft</b> .....	34
<b>4.1 Laufkraftwerk</b> .....	37
<b>4.2 Speicherkraftwerk</b> .....	39
<b>4.3 Pumpspeicherkraftwerk</b> .....	44
<b>4.3.1 Funktionsweise</b> .....	44
<b>4.3.2 Bedeutung</b> .....	45
<b>4.3.3 Beispiele für zukünftige Pumpspeicherprojekte</b> .....	56
<b>Zusammenfassung und Schlussfolgerung</b> .....	58
<b>Literaturverzeichnis für abgekürzte Quellenangaben in der Arbeit</b> .....	59

## Vorwort

*Liebe Leserin, lieber Leser,*

*„Energiewirtschaftliche Bedeutung von Pumpspeicherkraftwerken am liberalisierten Strommarkt“*

Wie kommt man auf so einen Titel?

Durch meine Nähe zu den Speicherkraftwerken in Kaprun und durch meinen Ferienjob bei den Hochgebirgsstauseen habe ich die technische Seite der Anlagen bereits kennen lernen dürfen. Über die Zusammenhänge zwischen Technik und Wirtschaft wusste ich jedoch relativ wenig, begann mich aber dafür zu interessieren.

Vor der Auseinandersetzung mit diesem Thema war mir die rasante Entwicklung des liberalisierten Energiemarktes nicht bewusst und so geht es vielen Menschen, die Tag für Tag Strom verbrauchen, ohne etwas über diese interessante Handelsware zu wissen.

Mit Hilfe dieser Fachbereichsarbeit möchte ich Außenstehenden einen kurzen Einblick in die komplexe Welt der Stromwirtschaft geben und mich dabei auf die Bedeutung der Pumpspeicherkraftwerke konzentrieren.

Die Schwierigkeit beim Schreiben dieser FBA lag für mich in der Quellensuche. Der Strommarkt hat sich in den letzten Jahren, Monaten und auch Wochen so stark und schnell gewandelt, dass man sich unmöglich auf ältere Quellen beziehen kann. So wurden die aktuellsten Geschäftsberichte der Energieunternehmen, interne Materialien der Verbund- AHP, Zeitungsberichte und Internetseiten zu meiner Schreibgrundlage.

Bei Internetquellen war mir die strikte Kontrolle von Detailwissen ein großes Anliegen. Alle Internetquellen wurden von mir überprüft und bei zweifelhaften Angaben hinterfragt.

Es war außerdem, schwierig mit der FBA zu einem Ende zu kommen, denn noch ein paar Tage vor dem Abgabetermin gab es zum Beispiel in Sachen 380kV Leitung noch neue und überraschende Entwicklungen, die nicht fehlen durften.

Für meine Arbeit habe ich bei zahlreichen großen Unternehmen wie GLOBAL 2000, Greenpeace, Verbund AG oder STATISTIK Austria nach Materialien und Informationen angefragt. Ich war immer wieder überrascht, wie schnell und freundlich mir daraufhin geantwortet wurde. Diese Hilfsbereitschaft ist nicht selbstverständlich und dafür möchte ich mich ganz herzlich bedanken.

Weiters möchte ich mich bei Frau Prof. Lindner bedanken, die mich als Begleitlehrerin stets unterstützte und durch Verbesserungsvorschläge die Abfassung dieser Arbeit erleichterte.

An dieser Stelle möchte ich mich auch bei allen anderen Personen bedanken, die mich bei der Durchführung meiner Fachbereichsarbeit mit Rat und Tat unterstützt haben.

Ohne namentliche Aufzählung gebührt ihnen allen ein herzliches Dankeschön!

Kaprun, im Februar 2008

Roman Weilguny

# 1 Österreichische Elektrizitätswirtschaft:

## 1.1 Geschichte:

Nach dem ersten Weltkrieg hatte Österreich nicht mehr die Möglichkeit die Kohlevorkommen der ehemaligen k. u. k. Monarchie in Schlesien zu nutzen. So musste man sich an die Forcierung einer anderen Energiequelle halten. Österreich war als Alpenstaat geradezu prädestiniert für die Wasserkraft. Ähnlich wie in der Schweiz kam es in dieser Zeit zu einem starken Ausbau der Speicherkraftwerke in den Gebirgstälern der Hohen Tauern. Diese Entwicklung der Wasserkraft wurde auch nach dem Anschluss Österreichs an Deutschland fortgesetzt, da die Nationalsozialisten im nördlichen Deutschland nicht die Möglichkeit der Speicherung von Wasser in Seen hatten. Nach dem Ende des Krieges machte man sich an den Wiederaufbau, der viel elektrische Energie benötigte. Die Errichtung der Kraftwerke galt als Erfolgsstory und als Symbol für ein neues und starkes Österreich.

Der Bauboom wurde in den 1980er Jahren langsam von der stärker werdenden ökologischen Bewegung und von Bürgerinitiativen gestoppt. Dazu zählt zum Beispiel die Verhinderung der Inbetriebnahme des bereits fertig gestellten Atomkraftwerks Zwentendorf durch eine Volksabstimmung. Im Jahr 1978 wurde in Österreich das Atomstromsperrgesetz beschlossen.

1984 verhinderten Grünaktivisten den Bau eines Flusskraftwerkes in den Donauauen.

Erst in den letzten Jahren, in denen man sich des steigenden Strombedarfs bewusst wurde, sind wieder neue Kraftwerke errichtet worden.

### **Verstaatlichungsgesetz:**

Neun Monate nach dem ersten Verstaatlichungsgesetz, das vor allem die Schwerindustrie und den Bergbau umfasste, trat 1947 das zweite Verstaatlichungsgesetz, betreffend die Elektrizitätswirtschaft, in Kraft. Dabei wurden alle Kraftwerke mit mehr als 200 kW und alle Eigenversorgungsanlagen mit einer jährlichen Stromabgabe von mehr als 100 000 kWh verstaatlicht. Dies sollte dem Staat die direkte Kontrolle sichern und die Besatzungsmächte konnten nicht darauf zugreifen. Begründet wurden folgende Punkte:

Die öffentliche Hand (Bund, Länder, Gemeinden) hat eine Mehrheit von mindestens 51% an den Energieversorgungsunternehmen.

Der Verbund hatte die gesetzliche Pflicht durch Eigenproduktion oder durch Zukauf von Strom die Versorgungssicherheit für das ganze Land zu gewährleisten.

Der Konzern hatte auch die Aufgabe, die Stromverteilung im gesamten Bundesgebiet zu bewerkstelligen und in den Hochspannungsnetzen den Ausgleich zwischen Erzeugung und Bedarf zu schaffen.

Auf einer zweiten Ebene arbeiteten die regionalen Stromversorger der einzelnen Landesgesellschaften. Sie haben die Stromnetze in ihrem Versorgungsgebiet zu betreiben und versorgen auch heute noch die Endverbraucher, sprich die Betriebe und Haushalte. So hatte fast jedes Bundesland seinen eigenen Energieversorger (SAFE, TIWAG, KELAG, etc.)

**Weitere wichtige Daten:**

1968 kam es zur Verabschiedung des Starkstromleitungsgesetzes, worin dem Verbundkonzern der Ausbau der Hochspannungsleitungen aufgetragen wurde. Es führen Hochspannungsleitungen einerseits in die Schweiz und andererseits nach Deutschland. Das innerösterreichische Hochspannungsnetz der 380kV Leitungen weist nach wie vor Lücken auf. Das Fehlen dieser wichtigen Teilstücke wird unter Punkt 3.3.2 noch näher besprochen.

1976 wurde das Preisgesetz erlassen, das eine genaue Tarifregelung festlegte. Die Festsetzung des Strompreises erfolgte nicht über den Markt, sondern durch das genannte staatliche Gesetz. Dieses System galt bis zum Beginn der Liberalisierung (2.3) am Ende des 20. Jahrhunderts.<sup>1</sup>

## 1.2 Verschachtelte, österreichische Energiewirtschaft

Jedes Bundesland verfügt über ein eigenes Energieversorgungsunternehmen. Diese sind durch gegenseitige Beteiligungen immer stärker verflochten.

Der Verbund Konzern ist der größte Stromerzeuger Österreichs und steht zu 51% in Staatsbesitz. Weitere Beteiligte sind zum Beispiel die niederösterreichische EVN, die WienEnergie und die Tiroler TIWAG. In aktuellen Gesprächen (14. Jänner 08) will die TIWAG mit 8% bei der oberösterreichischen EAG einsteigen. Auch ein Einstieg bei der Salzburg AG ist geplant. Diese wird zu 74% von Land und Stadt Salzburg gehalten und wehrt sich gegen die Beteiligung der TIWAG.

Durch diese Struktur konnte die Regierung seit 1947 eine direkte Kontrolle über diese wichtigen Unternehmen sicherstellen. All diese Verflechtungen haben sich zu einem kaum überschaubaren System entwickelt. Zu diesem Schluss kommt auch die E-Control bei ihrem jüngsten Marktbericht. „Die Markttransparenz gegenüber den Kunden ist im Strommarkt auch sechs Jahre nach der Liberalisierung zu gering.“<sup>2</sup>

## 2 Strommarktliberalisierung und der europäische Energiemarkt:

Seit vielen Jahren ist es das Ziel der Europäischen Union, einen freien Binnenmarkt für Strom und Gas zu schaffen. Das veraltete Preisgesetz soll abgeschafft werden und der Strompreis darf sich nur mehr nach den Regeln des freien Marktes bilden. Dies soll einen wettbewerbsorientierten Strommarkt schaffen, den Preis herunter setzen und die Versorgungssicherheit garantieren. Nach der kompletten Öffnung kann jeder Privat- oder Industriekunde seinen Stromlieferanten frei wählen. Der Traum ist, diese Vernetzung und Zusammenarbeit über staatliche Grenzen hinaus zu betreiben. Der Prozess der Liberalisierung begann mit dem Inkrafttreten des **Elektrizitätswirtschafts- und Organisationsgesetzes (EIWOG)** im Jahr 1998. Ziel war die schrittweise Öffnung des Marktes, wobei die Fristtermine immer wieder verschoben wurden. Im

---

<sup>1</sup> Vgl. Lichtenberger; S. 135- 137

<sup>2</sup> Vgl. SN; 14.01.08; S.14  
Vgl. SN; 17.01.08; S.14

EIWOG wurden die Schritte, Inhalte und Maßnahmen der Liberalisierung festgelegt.<sup>3</sup> Im Jahr 2003 wurde das EIWOG durch eine neue Elektrizitätsbinnenmarktlinie ersetzt. Die Frist für die vollständige Öffnung des Strommarktes war der 1. Juli 2007.<sup>4</sup> 10 Mitgliedstaaten haben bis Oktober 2006 ihre Strommärkte geöffnet. In einigen wenigen Ländern können immer noch nur Großkunden ihren Stromversorger frei wählen.

Doch was bedeutet Liberalisierung in der Praxis?

Um diesen Mechanismus zu verstehen, muss man sich zunächst den Gesamtprozess ansehen. Dieser besteht aus drei Einheiten:

1. Da wäre zum einen die Produktion von Strom durch Kraftwerke aus diversen Energieformen, entweder auf nationaler Basis oder im Ausland.
2. Die zweite Stufe stellt der Transport über die Hochspannungsnetze dar. Dabei wird Strom oder Gas in die Verteilernetze der Energieversorger eingespeist.
3. Die letzte Einheit bildet der Verkauf, der sich dem kommerziellen Aspekt des Stromgeschäftes annimmt und den Kunden, also den Verbrauchern, Rechnungen ausstellt.<sup>5</sup>

Für die Elektrizitätsunternehmen ist durch die Liberalisierung die firmenmäßige Trennung von Erzeugung, Transport und Verkauf verpflichtend geworden. Früher unterlagen Erzeugung und Transport oft dem Monopol eines einzigen Unternehmens. Von nun an sollte es einen freien Wettbewerb zwischen den Lieferanten geben. Diesen Prozess der Entflechtung nennt man Unbundling.

## 2.1 Unbundling:

In der Zeit vor der Liberalisierung des Strommarktes waren Stromerzeugung, Stromtransport und der Handel/Vertrieb wie bereits erwähnt oft in den Händen von einem Unternehmen. Ein Elektrizitätsunternehmen, das die Funktionen Erzeugung, Übertragung und Handel wahrnimmt, nennt man vertikal integriertes Elektrizitätsunternehmen. Übertragungs- und Verteilernetze sind durch natürliche Bedingungen als Monopole ausgerichtet. Eine Vermehrung von Stromleitungen, so quasi, jedem Anbieter sein Netz, ist nicht zielführend. Durch die, von der EU ausgehende, Liberalisierung wurden mehrere Gesetze erlassen, um diese Sparten der E- Wirtschaft zu entflechten. Dadurch soll der Missbrauch durch ein marktbeherrschendes Unternehmen verhindert bzw. verboten werden. Dabei unterscheidet man zwischen den folgenden Arten von Unbundling:

### **Rechtliches Unbundling (auch Legal Unbundling):**

Darunter versteht man die rechtliche Aufspaltung eines Elektrizitätsunternehmens in rechtlich selbstständige Gesellschaften. Diese führt im Gegensatz zu anderen Unbundling Arten, die oft nur auf dem Papier getrennt werden, zu struktureller Trennung.

---

<sup>3</sup> Vgl. Redakteur: info(at)veoe.at: Österreichisches Elektrizitätsrecht: Bundesrecht – Gesetze; URL: <http://www.veoe.at/181.html> (Abruf: 18.02.08)

<sup>4</sup> Vgl. Energie-Control GmbH: RECHTLICHE GRUNDLAGEN; URL: [http://www.e-control.at/portal/page/portal/ECONTROL\\_HOME/STROM/RECHTSGRUNDLAGEN](http://www.e-control.at/portal/page/portal/ECONTROL_HOME/STROM/RECHTSGRUNDLAGEN) (Abruf: 18.02.08)

<sup>5</sup> Vgl. TW1; Unser Haus Europa: Elektrizität und Gas- Sie wählen; 30.08.07

Dabei gelten für die Umsetzung verschiedene Termine als Zielsetzung. Der letzte war der 1. Juli 2007.

Österreich hat diese Vorgaben bereits eineinhalb Jahre früher umgesetzt. Damit wurde die gesetzliche Grundlage geschaffen, dass alle Produktionsunternehmen ihren Strom diskriminierungsfrei anbieten können.

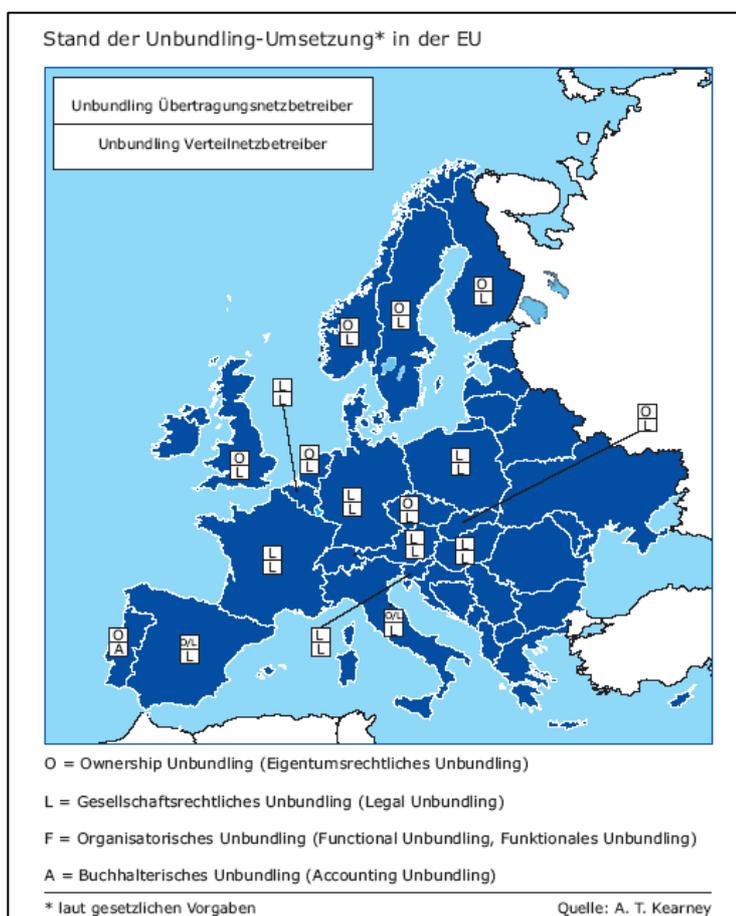
### **Organisatorisches Unbundling (auch Functional Unbundling):**

Diese funktionelle Entflechtung legt fest, dass keine Sparte ins Geschäft eines anderen eingreifen darf. Darunter versteht man zum Beispiel die Unabhängigkeit des Netzbetreibers vom Vertrieb. Der Netzbetreiber muss fähig sein, organisatorisch unabhängig zu handeln und entscheiden zu können. Dies betrifft vor allem Entscheidungen über finanzielle Bedürfnisse, erforderliche Vermögenswerte, über den Betrieb, die Wartung oder den Ausbau der Netze.

### **Buchhalterisches Unbundling (Accounting Unbundling):**

Darunter versteht man die Trennung der Konten eines vertikal integrierten Unternehmens. Dadurch soll die Abrechnung der Kosten mehr Transparenz erhalten.<sup>6</sup>

### **Eigentumsrechtliches Unbundling (Ownership Unbundling):**



Die EU- Kommission plant derzeit die Realisierung einer eigentumsrechtlichen Entflechtung. Dies würde bedeuten, dass ein integriertes Unternehmen seine Netzgesellschaft, die Produktion oder den Vertrieb verkaufen müsste. Beim Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs, VEÖ, spricht man von Enteignung. Durch die strikte Trennung der Unternehmen könnten in Krisensituationen Probleme auftreten. Bei Stromausfällen kommt es auf schnelles und gut organisiertes Zusammenspiel an. Durch das Ownership Unbundling würde dies unnötig erschwert. Wirtschaftliche und gewinnorientierte Interessen könnten vor das Interesse der Versorgungssicherheit treten.<sup>7</sup>

Abb. 1 Stand der Unbundling- Umsetzung in der EU  
Quelle: VEÖ, URL: [http://www.veoe.at/fileadmin/allgemein/PDF/Grafik\\_Umsetzung\\_Unbundling\\_EU.pdf](http://www.veoe.at/fileadmin/allgemein/PDF/Grafik_Umsetzung_Unbundling_EU.pdf)  
(Abruf: 18.02.08)

<sup>6</sup> Vgl. VEÖ: Fact Sheet- Unbundling; URL : [http://www.veoe.at/fileadmin/allgemein/PDF/Fact\\_Sheet\\_Unbundling.pdf](http://www.veoe.at/fileadmin/allgemein/PDF/Fact_Sheet_Unbundling.pdf)  
(Abruf: 18.02.08)

<sup>7</sup> Vgl. VEÖ: News Juni 2007; URL: <http://www.veoe.at/8261.html> (Abruf: 18.02.08)

## 2.2 Struktur des österreichischen Elektrizitätsmarktes:

Wie bereits angesprochen, befanden sich die verschiedenen Aufgabenbereiche vor der Liberalisierung in einer Hand, nämlich in der öffentlichen Hand. Heute ist es jedoch so, dass es eine große Anzahl von Netzzugangsberechtigten gibt. Damit die Stromerzeugung und Abgabe weiterhin gewährleistet ist, wurden Lieferanten und Kunden in einer virtuellen Gruppe zusammengefasst. Innerhalb derer findet ein Ausgleich zwischen Aufbringung von elektrischer Energie und Abgabe statt. Dieses Modell nennt man Bilanzgruppenmodell.

### Bilanzgruppenmodell:

Jede Einspeisung bzw. Entnahme aus dem Stromnetz muss im Rahmen einer Bilanzgruppe erfolgen. Der Bilanzgruppenverantwortliche (z.B.: die VERBUND-Austrian Power Trading AG (APT) oder die KAERNT-STROM) prognostiziert den Verbrauch seiner Kunden und erstellt gemeinsam mit den Stromlieferanten einen Bezugsfahrplan für den nächsten Tag für die Bilanzgruppe. Der Kunde entnimmt die benötigte Energie aus dem Netz. Der Bezugsfahrplan muss durch Zu- und Wegschalten von Kraftwerken laufend dem Bedarf angepasst werden. Dabei stellen Regelzonenführer ihre Kraftwerke und damit die Ausgleichsenergie aus ihrer Regelzone zur Verfügung.

### Regelzonen:

Österreich ist in 3 Regelzonen eingeteilt. Eine Regelzone bildet den Zusammenschluss aller Netzbetreiber in der Region. Vorarlberg gehört zur Regelzone VKW, Tirol zu Regelzone TIRAG und der restliche Teil Österreichs gehört zur Regelzone APG (Austrian Power Grid).<sup>8</sup>

Die Regelzonen verfügen für den kurzfristigen Ausgleich von nicht vorhersehbaren Stromschwankungen in Erzeugung und Verbrauch über freie Regelenergie, die jederzeit einsetzbar ist.



Abb.2 Karte: Verbund APG; Ökostrom\_allg.ppt; Folie 1; Regelzonen;

<sup>8</sup> Vgl. Wikimedia Foundation: Österreichische Energiewirtschaft; URL: [http://de.wikipedia.org/wiki/%C3%96sterreichische\\_Energiewirtschaft](http://de.wikipedia.org/wiki/%C3%96sterreichische_Energiewirtschaft) (Abruf: 18.02.08)

**Regelenergie:**

Treten nicht vorhersehbare Schwankungen in der Stromproduktion oder beim Verbrauch auf, so müssen diese ausgeglichen werden. Dabei kann zwischen positiver und negativer Regelleistung unterschieden werden. Schwankungen können entstehen, wenn zum Beispiel ein Kraftwerk auf Grund eines Störfalls vom Netz gehen muss, aber auch, wenn plötzlich ein großer Stromabnehmer abschaltet. Um diese Lastschwankungen auszugleichen, braucht man die Regelenergie. Kraftwerke, die Regelenergie zur Verfügung stellen, müssen innerhalb kürzester Zeit ihre Stromproduktion senken oder erhöhen können. Zu den regelbaren Kraftwerken zählen vor allem Pumpspeicherkraftwerke aber auch Gasturbinenkraftwerke.<sup>9</sup> Der Betrieb solcher Kraftwerke verursacht erhebliche Kosten und daher ist auch der hier erzeugte Strom teurer.

Geringe Lastschwankungen im Europäischen Netz (UCTE) gibt es immer. Wird diese aber zu groß, so werden weitere Kraftwerke bzw. die Turbinen der Pumpspeicherkraftwerke in Betrieb genommen.

Es wird zwischen drei Arten von Regelenergie unterschieden:

Primärregelleistung, Sekundärregelleistung und Minutenreserve:

**Primärregelenergie:**

Diese Energie muss zur Hälfte innerhalb von 5 Sekunden und im Gesamten innerhalb von 30 Sekunden zur Verfügung stehen. Außerdem muss die Stromproduktion bei Netzausfall für bis zu 15 Minuten aufrecht erhalten werden können. Primärregelleistung wird vom Netzbetreiber ständig von den in Betrieb befindlichen, regelbaren Kraftwerken abgerufen und passt sich den Bedarfsschwankungen an.

Um die Aufbringung von Primärenergie zu gewährleisten, halten viele Kraftwerke immer einige Prozent ihrer Turbinen- und Pumpkapazität als Reserve frei, d.h. die Turbinen fahren nicht immer ganz mit Vollast. Sie haben praktisch noch Reserve.

**Sekundärregelenergie:**

Sekundärregelenergie muss innerhalb von 5 Minuten die geforderte Strommenge liefern. Sie startet gleichzeitig mit der Primärenergie.

Die Sekundärregelung wird verwendet, um das Netz wieder beim Sollwert der Frequenz von 50 Hz zu stabilisieren. Dies muss gemäß den Vorgaben der UCTE nach spätestens 15 Minuten geschehen sein. Die Sekundärenergie wird genau in dem Netzteil eingesetzt, wo die Ursache für die Schwankung aufgetreten ist. Daher wird diese Regulierung von den Regelzonenführern vorgenommen. Wie die Primärregelenergie wird die Sekundärregelenergie ebenfalls ständig und automatisch in laufend schwankender Höhe abgerufen. Dazu werden vor allem Pumpspeicherkraftwerke und dort, wo das nicht möglich ist, Gasturbinenkraftwerke eingesetzt. Ihre Turbinen können innerhalb der geforderten 5 Minuten die notwendige Strommenge erzeugen.

**Minutenreserve:**

In der Regel werden Kraftwerke mit Minutenreserve (tertiär) eingesetzt, um die Sekundärregel- Kraftwerke abzulösen. Dies kann zum Beispiel nach einem Ausfall eines anderen Kraftwerks nötig sein. Die Kraftwerke

mit Sekundärregelenergie müssen möglichst bald wieder „frei“ für weitere Regelarbeit sein. Minutenreserve muss innerhalb von 15 Minuten zur Verfügung stehen oder vom Netz weggeschaltet werden können. Im Unterschied zu Primär- und Sekundärregelenergie muss bei Bedarf ein direkter Kontakt vom Übertragungsnetzbetreiber zum entsprechenden Kraftwerk aufgenommen werden. Diese Aufforderung zum Strom produzieren funktioniert nicht automatisch.

Für die negative Minutenreserve (d.h.: Es wird zu viel Strom produziert) stehen Pumpspeicherkraftwerke zur Verfügung.<sup>10</sup>

Strom, der innerhalb von kurzer Zeit zur Verfügung stehen muss, ist selbstverständlich um einiges teurer als der Grundlaststrom (Definition siehe 4.2). Damit wird jener Strom bezeichnet, der aus Kraftwerken stammt, die Tag und Nacht gleich laufen. Dabei handelt es sich meist um Fluss-, Kohle-, Öl- oder Atomkraftwerke.

Die Beschaffung von Regellenergie

übernimmt der Betreiber des Übertragungsnetzes. Er muss, gemäß den Regeln des freien Marktes, allen Stromanbietern die Möglichkeit geben, ihre Energie diskriminierungsfrei auf dem Markt anzubieten. Es erfolgt ein Ausschreibungswettbewerb unter Beteiligung zahlreicher Anbieter.<sup>11</sup>

Zurück zum Bilanzgruppenmodell und die Rolle am freien Markt. Jede der drei Regelzonen in Österreich hat ihren eigenen Bilanzgruppenkoordinator.

Für die Regelzone APG der Verbund- Gesellschaft ist dies die AGCS (AGCS Gas Clearing and Settlement AG). Nach dem Prinzip einer Börse organisiert die AGCS die Strommengen unterschiedlicher Lieferanten. Dabei geht es wie an einem Handelsplatz um Kauf und Verkauf. Stromlieferanten können auf der Internetplattform von AGCS ihre Angebote darstellen. Diese Daten werden dann dem Regelzonenführer mitgeteilt. Der Bilanzgruppenkoordinator hat auch die Rolle der Verrechnungsstelle inne. Von der Verrechnungsstelle wird der Strombedarf dem Verbraucher zugeordnet. Anhand von Daten, die von den Netzbetreibern gesammelt werden, wird der Preis berechnet.<sup>12</sup>

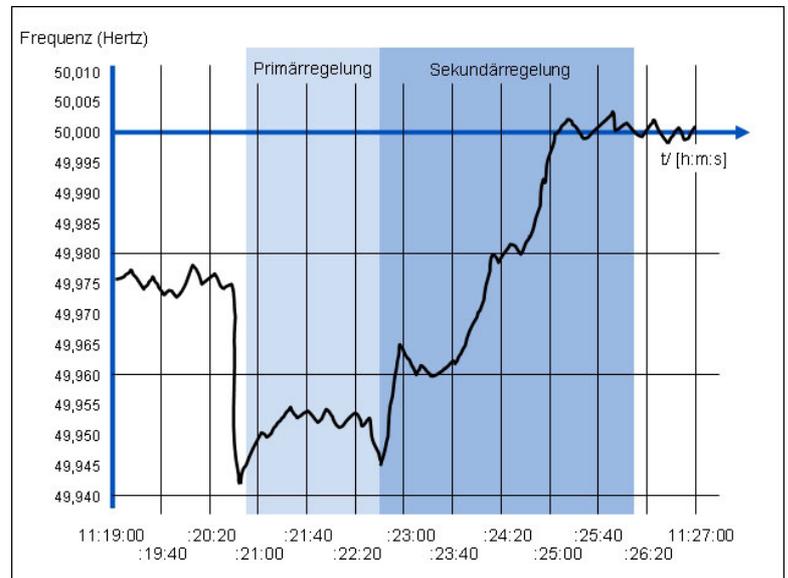


Abb.3 © RWE Transportnetz Strom GmbH; URL: <http://www.rwegasmidstream.com/generator.aspx/netzwelt/regelung-netze/primaerregelung,-sekundaerregelung,-minutenreserve/contextId=270746/language=de/id=273896/pic.html> (Abruf: 18.02.08)

<sup>9</sup> Vgl. Bundesverband Wind Energie e.V.: Hintergrundinformation- Regel und Windkraft; S. 4; URL: [http://www.wind-energie.de/fileadmin/dokumente/Presse\\_Hintergrund/HG\\_Regellenergie.pdf](http://www.wind-energie.de/fileadmin/dokumente/Presse_Hintergrund/HG_Regellenergie.pdf) (Abruf: 16.02.08)

<sup>10</sup> Vgl. RWE Transportnetz Strom GmbH; Primärregelung, Sekundärregelung, Minutenreserve; URL: <http://www.rwegasmidstream.com/generator.aspx/netzwelt/regelung-netze/primaerregelung,-sekundaerregelung,-minutenreserve/language=de/id=270746/primaerregelung,-sekundaerregelung,-minutenreserve.html> (Abruf: 18.02.08)

<sup>11</sup> Vgl. Deutsche ÜNB- Internetplattform zur Ausschreibung von Regelleistung; Markt für Regelleistung in Deutschland; URL: [https://www.regelleistung.net/regelleistungWeb/statisch/info\\_regelleistung.jsp](https://www.regelleistung.net/regelleistungWeb/statisch/info_regelleistung.jsp) (Abruf: 18.02.08)

<sup>12</sup> Vgl. VEÖ; Die Liberalisierung des Strommarktes – ein kurzer Überblick; URL: <http://www.veoe.at/40.html> (Abruf: 18.02.08)

## 2.3 Liberalisierung in Österreich und die Kritik der EU:

Im Oktober 2001 war Österreich eines der ersten Länder, in denen die Strommarktöffnung vollständig vollzogen wurde. Die Österreicher beziehen heute ihren Strom günstiger als noch zu Monopolzeiten.<sup>13</sup>

Der Prozess der Liberalisierung ging schrittweise voran und wurde am 1. Juni 2007 bereits in 12 Mitgliedstaaten Wirklichkeit.<sup>14</sup>

Dennoch zeigen Analysen der EU- Kommission und der E- Control, dass der europäische Energiemarkt noch unzureichend liberalisiert wurde. Die E- Control hat die Aufgabe, europaweit die Umsetzung der Liberalisierung zu überwachen und bei Bedarf auch regulierend einzugreifen.

So kritisiert sie die unzureichenden, grenzüberschreitenden Netzverbindungen innerhalb der EU. Es kam dadurch schon mehrmals zu Engpässen an den Grenzen, was wirtschaftliches Zusammenwachsen der Mitgliedstaaten natürlich erschwert.

Weiters wurde das unzureichende Unbundling kritisiert. So haben eingesessene Unternehmen immer noch einen besseren Zugang zu marktrelevanten Informationen. Sie können durch ihren Vorsprung gegenüber anderen Anbietern ihre Preise hoch halten.

Laut E- Control sei die geforderte Unabhängigkeit des Netzbetreibers, die bereits im Kapitel Unbundling (2.1) angesprochen wurde, „kaum erreichbar“.

Weiters wurde die Markttransparenz bemängelt. Der Kunde ist schlecht oder gar nicht informiert über alternative Anbieter und es fällt schwer, die vielen konkurrierenden Unternehmen zu durchschauen. So blieb auch die Wechselrate der Kunden unter dem erwarteten Wert.<sup>15</sup> Das, obwohl sich ein durchschnittlicher Haushalt bis zu 16% der Stromkosten ersparen könnte.<sup>16</sup>

Ein weiterer Kritikpunkt der E- Control befasst sich mit der Novellierung des Ökostromgesetzes im Jahr 2006. Früher wurden die Förderbeiträge für Ökostrom von den Endverbrauchern je kWh Verbrauch bezahlt. Nun wird dies in Form einer Pauschale eingehoben, was die Preistransparenz deutlich verringert.

Doch an den Plänen der EU zur Trennung von Netzen und Kraftwerken regt sich Widerstand. Mehrere Staaten, wie Frankreich und Deutschland, wollen eigene Vorschläge einbringen und kritisieren: „Bei einer strikten, eigentumsrechtlichen Entflechtung bestehe die Gefahr, dass die Versorger in ihre Netze nicht mehr investieren, und das sei kontraproduktiv.“ Wirtschaftsminister Bartenstein bezweifelt auch das Argument, dass eine Trennung von Netzen und Kraftwerken einen niedrigeren Preis bewirken würde. Man ist sich einig für mehr Wettbewerb zu sorgen, wobei die Entflechtung nicht als Wunderwaffe gelten soll.<sup>17</sup>

---

<sup>13</sup> Vgl. Kontakt. Die Mitarbeiterzeitung des Verbund; Ausgabe 3/2006; S. 3

<sup>14</sup> Vgl. TW1. Unser Haus Europa: Elektrizität und Gas- Sie wählen; 30.08.07

<sup>15</sup> Vgl. NHB 06; S. 14

<sup>16</sup> Vgl. SN; 13. 11.07; S.14

<sup>17</sup> Vgl. SN; 04.11.07; S. 14

### 3 Versorgungssicherheit gewährleistet?

#### 3.1 Rahmenbedingungen in Österreich:

##### 1. Steigender Stromverbrauch:

Der Stromverbrauch wächst in Österreich laufend. Im Durchschnitt ist dieser in den letzten 7 Jahren jährlich um 2,3% gestiegen.<sup>18</sup> Im Jahr 2006 waren es 70 769 GWh, im Jahr vorher waren es 69 144 GWh, die mehr produziert werden musste als im Jahr zuvor.<sup>19</sup> Das WIFO (Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung) prognostiziert auch bis 2010 jährlich einen Anstieg um 2,3%. Ab diesem Zeitpunkt bis 2020 rechnet man sogar mit einem jährlichen Anstieg von 2,7%.<sup>20</sup> Hervorgehoben wird dieser steigende Verbrauch auf der einen Seite von der wachsenden Industrie und auf der anderen Seite von den Haushalten.

##### 22.13 Gesamte Elektrizitätsversorgung 1970 bis 2006

Total supply of electric energy and electricity 1970 to 2006

Gliederung	1970	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2006
	GWh							
<b>Erzeugung</b>								
Öffentliche Elektrizitätsversorgung .....	25.818	36.693	39.203	44.040	48.839	52.986	57.818	55.459
Unternehmen mit Eigenanlagen <sup>1)</sup> .....	4.218	5.272	5.331	6.370	7.748	8.835	8.567	8.460
<b>Insgesamt</b> .....	<b>30.036</b>	<b>41.965</b>	<b>44.534</b>	<b>50.410</b>	<b>56.587</b>	<b>61.821</b>	<b>66.385</b>	<b>63.919</b>
davon:								
Wasserkraft .....	21.240	29.090	31.603	32.491	38.438	43.568	40.365	39.044
Wärmekraft .....	8.796	12.876	12.931	17.919	18.109	18.253	26.114	24.875
Wasserkraft, % .....	71	69	71	64	68	70	60	61
Wärmekraft, % .....	29	31	29	36	32	30	40	39
Import .....	1.371	3.165	6.051	6.839	7.287	13.920	20.397	21.257
Export .....	6.785	7.136	7.770	7.298	9.757	15.216	17.732	14.407
<b>Inlandstromverbrauch <sup>2)</sup></b> .....	<b>24.622</b>	<b>37.995</b>	<b>42.815</b>	<b>49.951</b>	<b>54.117</b>	<b>60.502</b>	<b>69.144</b>	<b>70.769</b>

Q: Bundeslastverteiler, ab 2001 E-Control. - Rundungsdifferenzen nicht ausgeglichen. - <sup>1)</sup> Gesamte Erzeugung der Unternehmen mit Eigenanlagen (jener der Industrie, der Öffentlichen Anlagen und des Verkehrs) sowie der Österreichischen Bundesbahnen. - <sup>2)</sup> Inländische Erzeugung +/- Außenhandelsaldo, inklusive Pumpspeicherung.

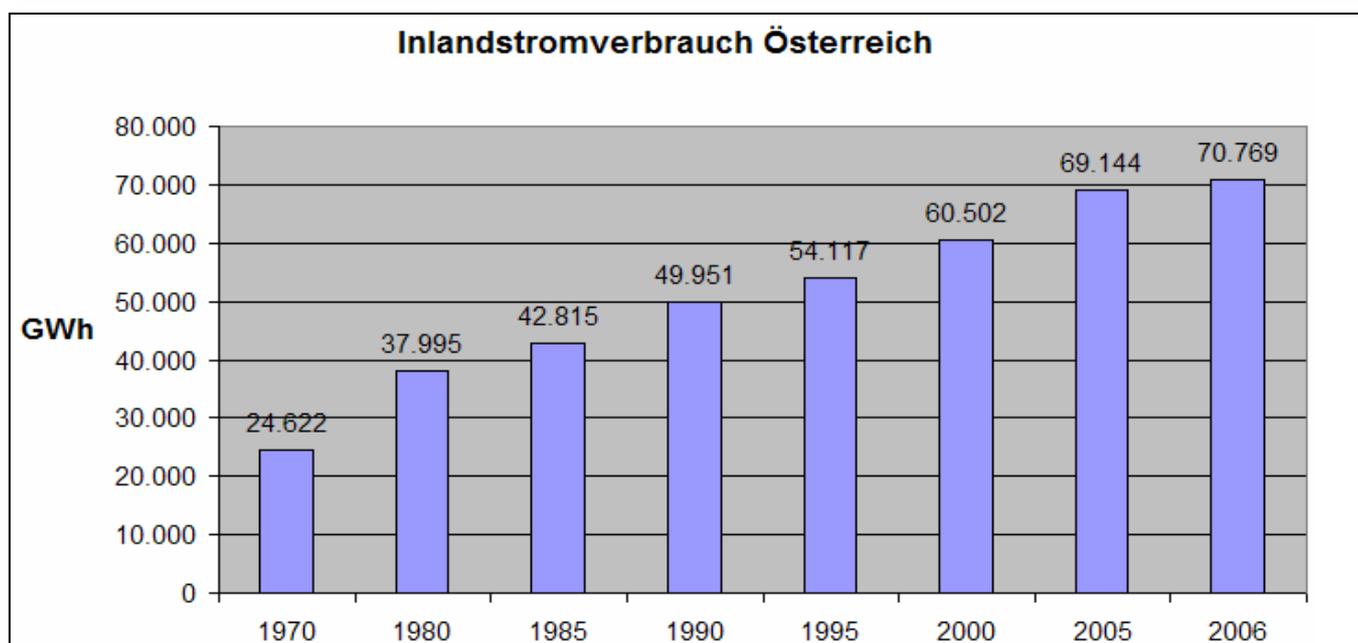


Abb.4 Tabelle: STATISTIK AUSTRIA; Statistisches Jahrbuch 2008; S. 368

Abb.5 Grafik: © Weilguny; Datenquelle: STATISTIK AUSTRIA; Statistisches Jahrbuch 2008; S. 368

<sup>18</sup> Vgl. VEÖ; Tätigkeitsbericht 06; S. 18

<sup>19</sup> Vgl. STATISTIK AUSTRIA; Statistisches Jahrbuch 2008; S. 368

<sup>20</sup> Vgl. VEÖ; Tätigkeitsbericht 06; S. 18

## 2. Steigende Importe:

Österreich befand sich lange Zeit in der glücklichen Lage mehr Strom zu exportieren als zu importieren. Dies änderte sich jedoch im Jahr 2001, als die Importe zum ersten Mal die Exporte übertrafen. Österreich ist somit ein Netto- Strom- Importeur und muss seinen Strom teilweise aus dem Ausland importieren.

Sieht man sich die Zahlen genauer an, so ist von 2001 bis 2003 die Importzahl von 88 GWh auf 5 513 GWh immens gestiegen. In den Jahren 2004 und 2005 fällt ein Rückgang der Importe auf. Dafür verantwortlich ist ein Anstieg der Inland- Stromproduktion im Jahr 2003 von 60,2 auf 64,7 Mrd. GWh. In diesem Jahr gab es in Österreich einen Windkraftboom. Viele neue Anlagen wurden gebaut. Der Stromverbrauch steigt jedoch im Vergleich zur Stromproduktion so rasant an, dass der Bau von neuen Kraftwerken nicht ausreicht, um den Unterschied auszugleichen.<sup>21</sup>

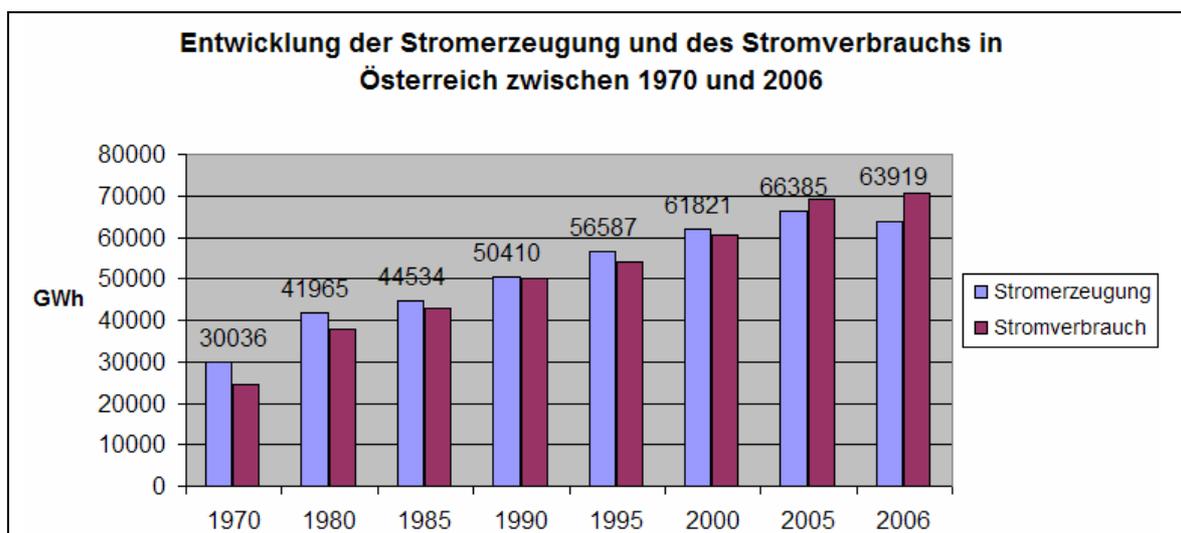


Abb.6

Grafik: © Weilguny; Datenquelle: VEÖ Tätigkeitsbericht 06; S. 18

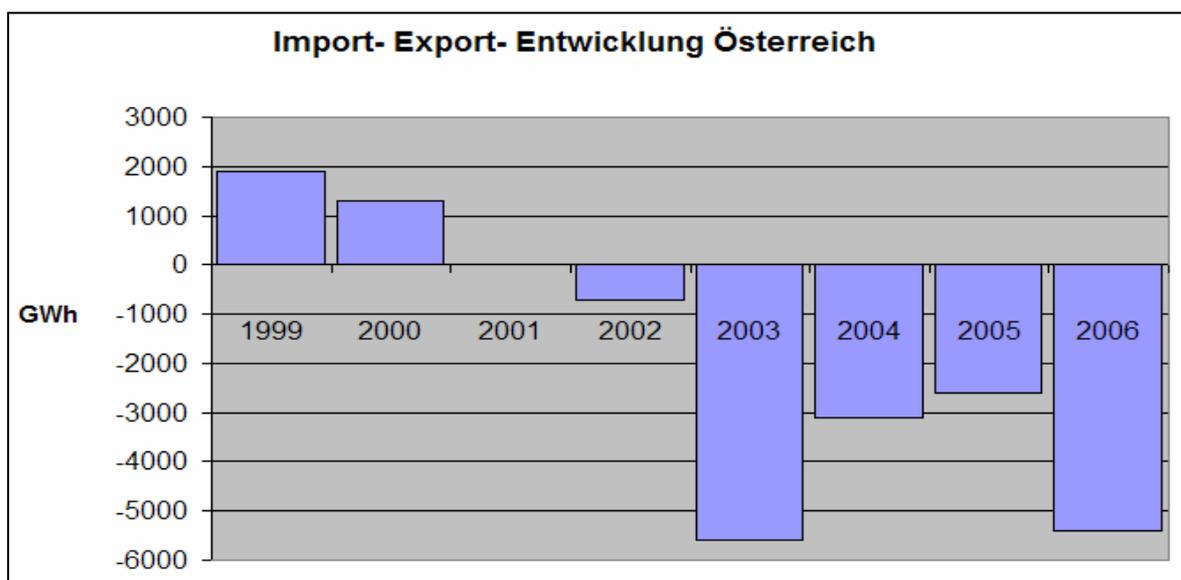


Abb.7

Grafik: © Weilguny; Datenquelle: VEÖ Tätigkeitsbericht 06; S. 18

Was sowohl die Produktion als auch die Netzinfrastruktur betrifft, leben wir von den Reserven der Vergangenheit. So kam es bereits zu Engpässen, der letzte ist noch gar nicht solange her.

<sup>21</sup> Vgl. VEÖ; Tätigkeitsbericht 06; S.18

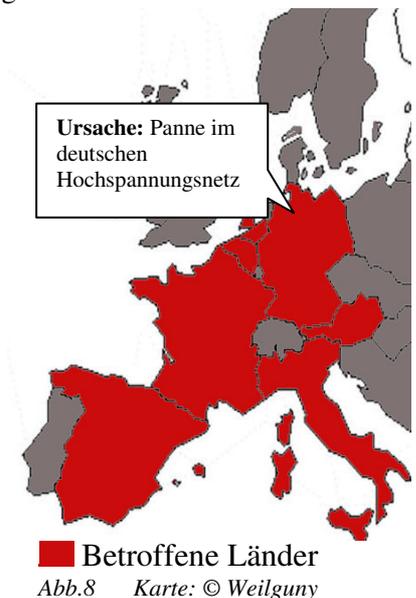
## Blackout in Europa?

### 4. November 06- Westeuropa ohne Strom

Am 4. November 06 war plötzlich das Licht aus. Zehn Millionen Haushalte waren ohne Strom. Über eine Million Menschen in Deutschland und sogar über 5 Millionen in Frankreich waren betroffen. Der Stromausfall dauerte meistens nur etwa eine Stunde, legte jedoch in Belgien und Deutschland den Zugverkehr teilweise lahm. Auch Spanien und Italien waren betroffen, wo zahlreiche Menschen in Aufzügen festsaßen. In Österreich ist man an einem großflächigen Blackout nur knapp vorbei geschrammt. Der Technische Vorstandsdirektor des Verbund sprach von „extraordinärem Glück“.

Die Steiermark bekam den Stromausfall besonders stark zu spüren, denn hier waren 50 000 Haushalte ohne Strom. In Niederösterreich waren es kurzzeitig 1 800 Haushalte. Sogar der Flughafen Wien- Schwechat war für sechs Minuten ohne Strom. In Oberösterreich kam es in der Linzer Industrie zu Stillständen und somit zu Produktionsausfällen.

Die Ursache lag in Deutschland: EON hatte eine Hochspannungsleitung abgeschaltet, um einem neu gebauten, extra hohem Kreuzfahrtschiff auf der Ems die Durchfahrt unter einer Stromleitung zur Nordsee zu ermöglichen. Durch das Abschalten der Leitung mussten andere Hochspannungsleitungen den Transport der Energie übernehmen. Durch den zu hohen Laststrom schalteten sich diese aus Sicherheitsgründen automatisch ab. Es kam zu einer Kettenreaktion, worauf Teile des europäischen Netzes stillgelegt werden mussten, um ein komplettes Blackout zu verhindern.<sup>22</sup>



### Wer war schuld am Strom- Blackout?

Kritik an den europäischen Stromversorgern wurde laut, die ihrer gesetzlich vorgeschriebenen Versorgungspflicht nicht nachgekommen sind. Die Versorgungsunternehmen hätten ihren Profit in die maroden Netze in ganz Europa investieren sollen.

Die Störung ist laut dem Energieexperten Günther Brauner von der Technischen Universität Wien deshalb aufgetreten, weil die europäischen Netze zu schwach sind. Durch die Abschaltungen der beiden Leitungen über die Ems mussten andere Leitungen einspringen. Diese konnten dem erhöhten Lastfluss aber nicht standhalten und brachen zusammen.

Als einen der Gründe für das Blackout nennt der TU- Experte die Liberalisierung des Strommarktes. Seit der Marktöffnung wird um 10% mehr Strom durch die Netze geschickt.

Durch den steigenden Stromverbrauch nehme die Belastung der Netze immer mehr zu, in die aber immer seltener investiert wird. Es ist unbestritten, dass die europäischen Leitungen und auch die österreichischen an ihrer Leistungsgrenze angekommen sind. So plädieren die Versorgungsunternehmen in Österreich schon seit langem für ein Schließen des 380KV Ringes, um die Versorgungssicherheit zu erhöhen.<sup>23</sup>

<sup>22</sup> Vgl. SN; 06.11.06; S.6

<sup>23</sup> Vgl. SN; 07.11.06; S.13

## 3.2 Problematik:

### 3.2.1 Veraltete Netze:

#### Rahmenbedingungen:

Kraftwerke sind meistens relativ weit von den Verbrauchern entfernt. So benötigt man für den Stromtransport ein dichtes Leitungsnetz auf verschiedenen Spannungsebenen. Je nach Entfernung wird eine technisch optimale Spannungsebene gewählt. In Umspannwerken wird der erzeugte Strom auf eine höhere Spannung transformiert. So ist der Verlust von Energie beim Transport über weitere Strecken geringer. Bei den Hochspannungsfreileitungen unterscheidet man zwischen 110kV, 220kV und 380kV Leitungen.

#### Österreichisches Stromnetz:

Das österreichische Stromnetz ist 3 500 km lang und umfasst 51 Umspannwerke. Für die Verteilung innerhalb Österreichs aber auch international sorgt das Verbundnetz. Der größte Stromtransporteur Österreichs ist die Verbund Austrian Power Grid (APG). Sie ist ein Tochterunternehmen der Verbund Gesellschaft.

Wie bereits erläutert, wurde die Österreichische Elektrizitätswirtschafts- AG (Verbund) mit der Einführung des zweiten Verstaatlichungsgesetzes 1947 gegründet. Die Aufgaben des Verbundkonzerns sind unter anderem die Errichtung und Instandhaltung von Großkraftwerken, der Hochspannungsnetze und der Stromhandel mit dem Ausland. Heute ist der Verbund in einige Tochterfirmen aufgeteilt:

Erzeugung	Übertragung	Handel/Vertrieb
<b>AHP</b> Verbund- Austrian Hydro Power AG	<b>APG</b> Verbund- Austrian Power Grid AG	<b>APT</b> Verbund- Austrian Power Trading AG
<b>ATP</b> Verbund- Thermal Power GmbH		<b>APS</b> Verbund- Austrian Power Sales GmbH

Mittlerweile ist die Verbundgesellschaft eine der größten österreichischen Unternehmen an der Börse und ein erfolgreicher Anbieter am europäischen Markt. Sie ist der größte Stromproduzent und Stromtransporteur Österreichs. Sie betreibt das überregionale Hochspannungsnetz in Österreich und auch die wichtigen Auslandsverbindungen. Das österreichische Verbundnetz ist in das große europäische UCTE- Netz eingebunden:

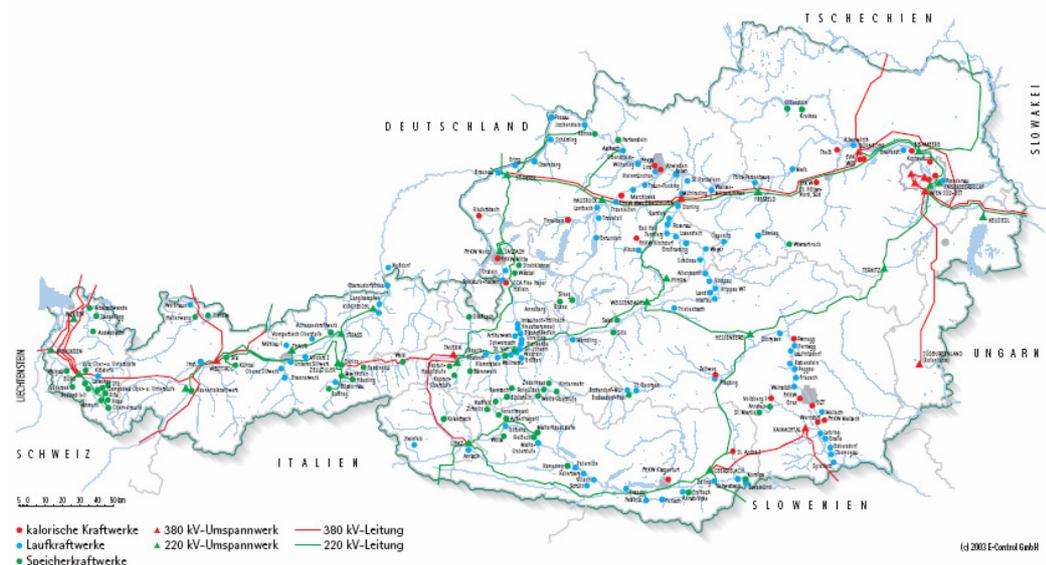


Abb. 9 Karte: E-Control GmbH; Stromnetze; Stand: 2003; URL : [http://www.selectstrom.at/content/download/781/3544/file/Stromnetz\\_und\\_Kraftwerke-in-sterreich.pdf](http://www.selectstrom.at/content/download/781/3544/file/Stromnetz_und_Kraftwerke-in-sterreich.pdf) (Abruf: 18.02.08)

24

<sup>24</sup> Vgl. Biologie, Ökologie und Warenlehre; S. 78-79

Europäisches Netz:

Dabei wurden die vielen kleinen Netze der einzelnen Länder im Laufe der Jahre immer mehr vernetzt und bilden heute das europäische Verbundnetz der UCTE (Union zur Koordinierung von Stromerzeugung und Stromtransport in den westeuropäischen Ländern). 23 Länder sind an dieses Netz angeschlossen und so erhalten 450 Millionen Menschen zuverlässig Strom. Das Netz geht über eine gesamt Systemlänge von 200.000 km.

Die Vorteile eines solchen Zusammenschlusses von vielen Netzen liegen klar auf der Hand. Im Falle von Ausfällen von Teilen des Stromnetzes oder von großen Kraftwerken können weitläufige Stromausfälle, so genannte „Blackouts“ verhindert werden. Dabei springen andere Leitungen und Kraftwerke ein. Die Netzschwankungen werden dabei durch die bereits erwähnte Regelenergie ausgeglichen. Dadurch wird die Sicherheit der Stromversorgung für ein einzelnes Land erhöht.<sup>25</sup>

Die beteiligten Staaten haben sich auf allgemein gültige Normen und Regeln geeinigt.

Um die Anforderungen des freien Marktes nach der Liberalisierung besser bewältigen zu können haben sich die vier bestehenden Organisationen der Netzbetreiber Europas, 1999 zu einem Unternehmen zusammengeschlossen: der ETSO (European Transmission System Operators).<sup>26</sup>

Mitglieder sind:

UCTE: Stromnetze in Belgien, Niederlande, Luxemburg, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Schweiz, Österreich, Slowenien, Tschechien, Slowakei, Bosnien-Herzegowina, Bulgarien, Italien, Kroatien, Mazedonien, Montenegro, Polen, Portugal, Rumänien, Serbien, Spanien, Griechenland und Ungarn.

ATSOI und UKTSOA: Stromnetze in Großbritannien und Irland.

NORDEL: Stromnetze in den skandinavischen Staaten Dänemark, Finnland, Norwegen und Schweden.

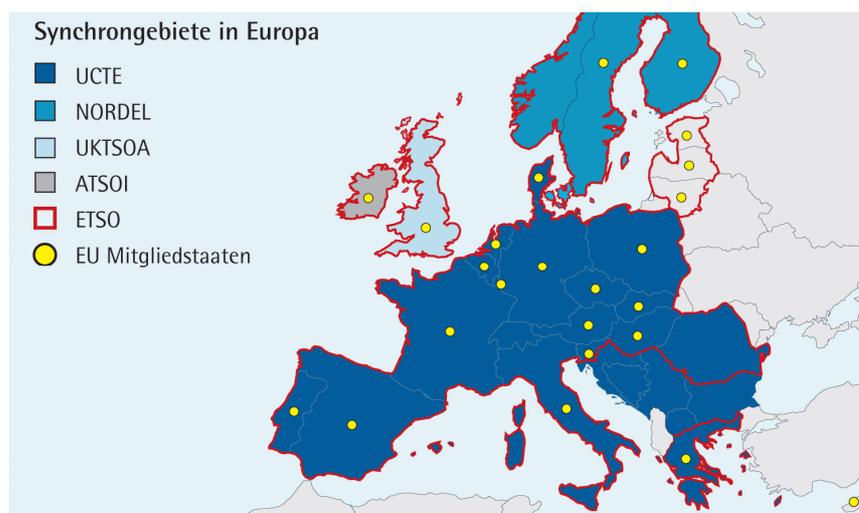


Abb.10 Karte: Verbund; Die Vereinigungen der europäischen Übertragungsnetzbetreiber;  
URL: [http://www.verbund.at/static\\_verbund\\_internet/images/content/ucte-netzverbund\\_Syn62A2A6.gif](http://www.verbund.at/static_verbund_internet/images/content/ucte-netzverbund_Syn62A2A6.gif)  
(Abruf: 18.02.08)

<sup>25</sup> Vgl. Verbund; Das europäische Verbundnetz; URL:

[http://www.verbund.at/cps/rde/xchg/internet/hs.xsl/197\\_1399.htm?lev=5#](http://www.verbund.at/cps/rde/xchg/internet/hs.xsl/197_1399.htm?lev=5#) (Abruf: 24.01.08)

<sup>26</sup> Vgl. Biologie, Ökologie und Warenlehre; S. 80

### Verschärfung der Netzsituation in Österreich:

Seitdem der europäische Markt liberalisiert wurde, haben die Stromtransporte über die Leitungen stark zugenommen. Ein markantes Problem, das nicht nur in Österreich, sondern auch in ganz Europa zu beobachten ist, ist der verstärkte Stromfluss von Norden nach Süden. Die österreichische Nord- Süd-Verbindung besteht ausschließlich aus 220kV Leitungen. Diese stammen aus den 60er Jahren und sind den gestiegenen Anforderungen nicht mehr gewachsen. Durch die Liberalisierung des Strommarktes, der Steigerung des Stromverbrauchs und dem Ausbau der Windenergie im Norden sind diese Leitungen nicht mehr ausreichend. Diese Situation ist auf das unzureichend ausgebaute 380kV Netz zurückzuführen. Durch die Errichtung neuer Windkraftanlagen kommt es im Norden zu einem Erzeugungsüberschuss von 2.000 MW. Der Bedarf im Süden von 2.000 MW kann durch die regionale Erzeugung nicht gedeckt werden. Es entstehen dadurch Leitungsflüsse von Nord nach Süd, die die Belastungsgrenze der 220 kV Leitungen massiv übersteigen.

Um die Versorgungssicherheit weiter zu gewährleisten, ließ die APG 2006 drei Spezialtransformatoren, so genannte Phasenschiebertransformatoren, in diesen Leitungen einbauen. Sie ermöglichen es dem Netzbetreiber, die Stromflüsse auf die drei Leitungen von Norden nach Süden gleichmäßig aufzuteilen (ähnlich dreier Wasserhähne). Dieses sehr kostspielige Projekt schafft jedoch nur eine Aufschiebung des Problems für zwei bis drei Jahre. Die sehr hohen Übertragungsverluste der veralteten 220 kV Leitungen können damit jedoch nicht verhindert werden.<sup>27</sup>

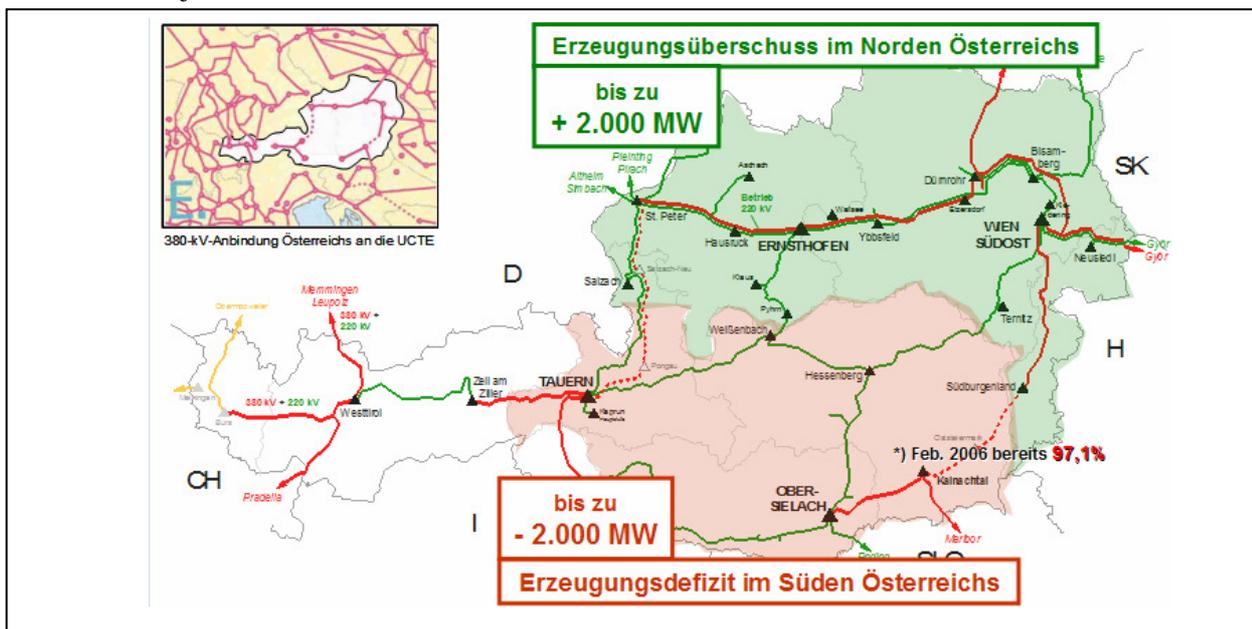


Abb. 11

Quelle: Verbund APG; Windfolien1.ppt; Netzsituation in Österreich; Folie 14;

Als Lösung könnte sich der Verbund eine Marktteilung vorstellen. Dabei soll ab ca. 2010 der Südteil vom Nordteil getrennt werden. Die südlichen Bundesländer müssten ihren Strom aus dem Süden, aus Italien und Slowenien, importieren. Dies würde den Strompreis für diese Länder um 50% ansteigen lassen. Dies entspräche ungefähr dem italienischen Niveau. Doch die APG versucht dies zu verhindern und hofft deshalb auf den schnellstmöglichen Ausbau der 380kV Leitungen.<sup>28</sup>

<sup>27</sup> Vgl. NHB 06; S. 38

<sup>28</sup> Vgl. NHB 06; S. 39

### 3.2.2 Lücke im 380kV Ring

Die vom Verbund geplante Leitung von Oberösterreich nach Salzburg würde zu einer maßgeblichen Entlastung des österreichischen Netzes beitragen. Zurzeit führt von Salzburg nach Kaprun eine aus den 1960er Jahren stammende 220kV Leitung.

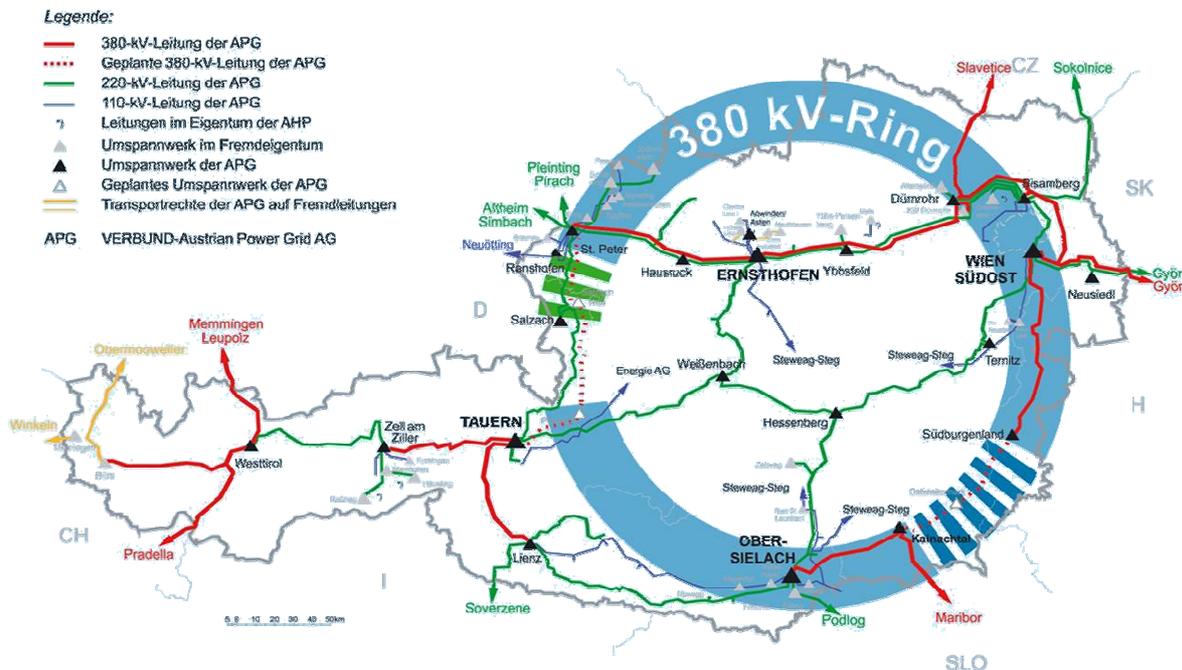


Abb.12 Karte: Verbund APG; Salzburgleitung;  
URL: [http://www.verbund.at/static\\_verbund\\_internet/images/content/Ringschluss-Salzburg.jpg](http://www.verbund.at/static_verbund_internet/images/content/Ringschluss-Salzburg.jpg) (Abruf: 12.02.08)

Dieses Projekt versucht der Verbund schon seit fast zehn Jahren unter großen Schwierigkeiten durchzuführen. Widerstand kommt aus der Bevölkerung, wobei Berufungen von Anrainern bereits bis zum Verwaltungsgerichtshof gegangen sind.

Die geplante Leitung geht über 151 Kilometer von St. Peter am Hart (Braunau) bis Kaprun. Die Anrainer fordern seit Jahren eine Verkabelung, doch was die Investitionen betrifft ist diese erheblich teurer. Um das ganze vergleichen zu können: Eine Verkabelung würde 541 Millionen Euro kosten, eine Freileitung, wie vom Verbund projektiert, 150 Millionen Euro.

Die Bürgermeister reklamieren, dass durch den wesentlich geringeren Leistungsverlust eine Verkabelung sogar billiger kommen würde. Außerdem würde jedes Ortsbild unter den 51 Meter hohen und 19 Meter breiten Masten leiden.<sup>29</sup>

Ein Gutachten der E- Control, das am 18.1.08 auf der Verbundhomepage veröffentlicht wurde, bestätigt, dass eine Verkabelung wesentlich teurer wäre und aus technischen Gründen keine Alternative zur Freileitung darstelle.

Die aktuellste Machbarkeitsstudie stammt vom Dresdner Unternehmen KEMA und wurde am 28. Jänner 08 veröffentlicht. Dabei ging es hauptsächlich um eine Teilverkabelung. Diese Studie kommt entgegen der E-Control Studie zum Schluss, dass technisch gesehen zumindest eine Teilverkabelung Stand der Technik ist.<sup>30</sup>

<sup>29</sup> Vgl. Salzburger Fenster; Ausgabe 06/2007; Lokales; S.15

Die gesamte Landesregierung steht nun hinter einer Teilverkabelung. Es werde auch zu keinen erhöhten Kosten für die Stromkunden kommen, so LH Burgstaller.<sup>31</sup> Die Gutachter stellten fest, dass das Erdkabel sehr wohl gleich belastbar sei, wie eine Freileitung. Außerdem würde ein Erdkabel weniger Konflikte mit der Raumordnung verursachen, da sie besser angepasst werden könnte.

Nach wie vor ist eine Verkabelung um einiges teurer als eine Freileitung. Als aktuellste Studie gilt sie nun als Grundlage für weitere Diskussionen, bei denen es auch um Trassenverlegung der Teilverkabelung geht.<sup>32</sup>

Die Verlegung eines Erdkabels bedeutet einen massiven Natureingriff, da eine 25 Meter breite freie Schneise und ein bis zu 5 Meter tiefer Graben nötig sind.

Ein weiterer Punkt ist die geringe Lebensdauer. So läge die Lebensdauer einer Verkabelungsvariante bei einem Drittel der Lebensdauer einer Freileitung. Außerdem müsste man das Kabel bei Reparaturarbeiten oder Störfällen wieder ausgraben.

Die Europäische Union spricht sich für den Bau dieser Salzburg Leitung aus und bemängelt ebenfalls die schwache österreichische Nord- Süd- Verbindung mit 220 kV Leitungen. Das Projekt 380 kV Salzburg- Leitung wurde als „von gemeinschaftlichem Interesse“ bewertet.<sup>33</sup>

Um den so genannten 380kV Ring zu schließen, fehlt auch noch die Hochspannungsleitung im Kainachtal in der Steiermark. Auch hierbei gab es Untersuchungen und Umweltverträglichkeitsverfahren und darauf folgende Berufungen und Demonstrationen. Man fand einen Kompromiss und so wurde bereits mit den Bauarbeiten begonnen. Die Fertigstellung der Steiermark- Leitung ist für Herbst 2009 geplant.<sup>34</sup>



Abb.13 © Verbund; URL: [http://www.verbund.at/static\\_verbund\\_internet/images/files\\_media/dk\\_ltg1\\_i.jpg](http://www.verbund.at/static_verbund_internet/images/files_media/dk_ltg1_i.jpg)  
(Abruf: 18.02.08)

<sup>30</sup> Vgl. SN; 30. 01. 08

<sup>31</sup> Vgl. Pinzgauer Nachrichten; 31.01.08; S. 4-5

<sup>32</sup> Vgl. SN; 29.01.08

<sup>33</sup> Vgl. Verbund; Salzburgleitung; URL: [http://www.verbund.at/cps/rde/xchg/internet/hs.xsl/197\\_1184.htm?lev=4#](http://www.verbund.at/cps/rde/xchg/internet/hs.xsl/197_1184.htm?lev=4#)  
(Abruf: 19.01.08)

<sup>34</sup> Vgl. Verbund; Steiermarkleitung; URL: [http://www.verbund.at/cps/rde/xchg/internet/hs.xsl/197\\_1413.htm?lev=4](http://www.verbund.at/cps/rde/xchg/internet/hs.xsl/197_1413.htm?lev=4)  
(Abruf: 19.01.08)

### 3.2.3 Wasserrahmenrichtlinie der EU

Die EU- Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) wurde im Jahr 2000 erlassen und sollen den Gewässerschutz europaweit stärken. Ziel ist es, bis 2015 an allen Gewässern das Qualitätsziel „guter Zustand“ herzustellen. Beachtet werden Flüsse, Seen, Küstengebiete und Grundwässer. Doch die Richtlinien stellen für die Betreiber von Wasserkraftwerken eine große Herausforderung dar. Speziell für ein Land wie Österreich, das ca. 2/3 des Stroms aus Wasserkraft gewinnt, wäre eine zu strenge Umsetzung der WRRL fatal. Ist dies der Fall, so kann weniger Strom erzeugt werden und schlimmstenfalls müssen Wasserkraftwerke geschlossen werden.<sup>35</sup>

Es gibt in den Richtlinien einige markante Punkte, die die Existenz von Wasserkraftwerken in Österreich gefährden. Dazu zählt zum einen die Restwasserabgabe bei Ausleitungskraftwerken (Definition siehe 4.1). Wird einem Fluss kein Restwasser belassen, so kann dies verheerende Auswirkungen auf den ökologischen Zustand des Gewässers haben.

Der schwerwiegendste Punkt der WRRL gilt für Speicherkraftwerke. Dies ist die vorgeschriebene Schwallreduktion. Das ist der Unterschied zwischen höchster Wasserführung bei Turbinenvollbetrieb und der niedrigsten Wasserführung bei Kraftwerksstillstand. Das Wasser wird bei den Speicherkraftwerken aufgestaut. Der darunter liegende Fluss führt wenig Wasser. Steigt der Strombedarf, wird das Wasser aus dem Stausee durch die Turbinen abgelassen und plötzlich steigt der Flusspegel. Dieser Wasserschwall kann die Kleinlebewesen im Wasser gefährden.<sup>36</sup> Im Extremfall würden die Richtlinien zum Schutz der Umwelt aus einem Speicherkraftwerk ein Laufkraftwerk machen, was einer totalen Entwertung gleichkommen würde.

Durch die Umsetzung der WRRL werden in Österreich Produktionseinbußen im Bereich zwischen 5% bis zu 15% erwartet. Hinzu kommt noch, dass die WRRL einen kompletten Gegensatz zu den anderen Plänen der EU liefern. Die so hoch gepriesene Forcierung erneuerbarer Energieträger, allen voran die Wasserkraft, wird durch diese Richtlinien stark behindert.<sup>37</sup>



Abb.14

© weilguny; Kaprun

<sup>35</sup> Vgl. VEÖ; Österreichs E- Wirtschaft; Stand 04/2005; S. 5; URL: [http://stadtwerke.amstetten.at/Amstetten/ESicher/Steigender\\_Stromverbrauch.pdf](http://stadtwerke.amstetten.at/Amstetten/ESicher/Steigender_Stromverbrauch.pdf) (Abruf: 18.02.08)

<sup>36</sup> Vgl. Verbund UFD 06, S. 25

<sup>37</sup> Vgl. Dr. Schröfelbauer, VEÖ- Bereichssprecher Wettbewerb; Wasserrahmenrichtlinien; URL: [http://www.veoe.at/fileadmin/allgemein/PDF/Kommentar\\_Schroefelbauer\\_Zanon.pdf](http://www.veoe.at/fileadmin/allgemein/PDF/Kommentar_Schroefelbauer_Zanon.pdf) (Abruf: 7.2.08)

### 3.2.4 Stilllegung von überalterten Kraftwerken

Nicht nur durch die WRRL drohen Produktionseinbußen. Ein weiterer Punkt für mögliche Produktionsausfälle ist die Überalterung der thermischen aber auch hydraulischen Kraftwerke. Bis 2015 werden 60% der thermischen Kraftwerke in Österreich ihre maximale Lebensdauer von 35 Jahren erreicht haben. Falls diese dann geschlossen werden, wird es zu einer Reduktion der Stromproduktion aus thermischen Kraftwerken um 60% kommen. Nimmt man die WRRL dazu, so entsteht bis 2015 eine Erzeugungslücke von 5.000 MW. Trifft dieses Szenario ein, so werden erhebliche Importe nötig sein, um die Bedarfslücken zu füllen.<sup>38</sup>

In den vergangenen Jahren wurden kaum neue Kraftwerke gebaut, doch in Zukunft werden Investitionen in zwei Richtungen notwendig sein. Zum einen müssen neue Kapazitäten geschaffen werden und zum anderen müssen überalterte Kraftwerke in ihrer Effizienz gesteigert werden. Dafür müssen die Genehmigungsverfahren für den Neubau von Kraftwerken beschleunigt werden. Da es immer mehrere Jahre dauert, bis ein neues Kraftwerk gebaut werden kann, müssen zumindest die gesetzlichen Rahmenbedingungen für eine schnelle Lösung geschaffen werden.

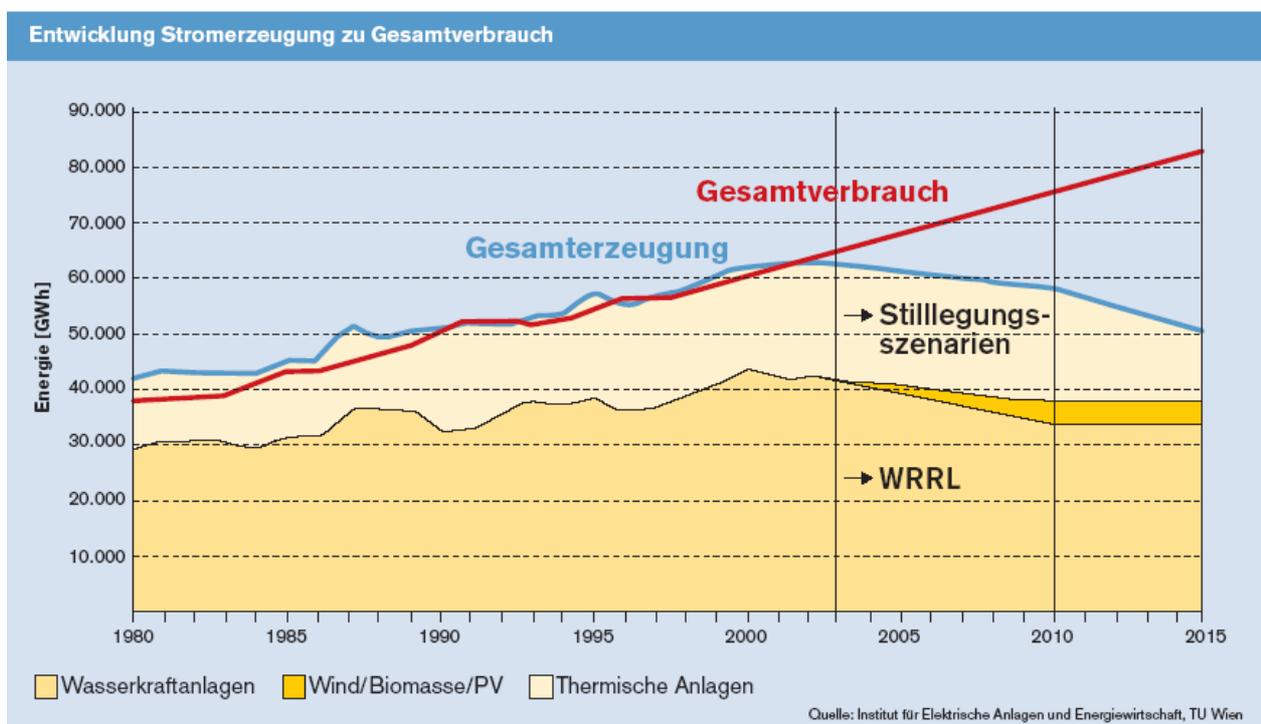


Abb.15 Grafik: Kraftwerk; Das Informationsmedium des Vereins „Kleinwasserkraft Österreich“; Ausgabe 7 – 4/05; S. 6

<sup>38</sup> Vgl. Kraftwerk; Das Informationsmedium des Vereins „Kleinwasserkraft Österreich“; Ausgabe 7 – 4/05; S. 4-5; URL: [http://www.kleinwasserkraft.at/administration/01presse/files/Kraftwerk\\_7\\_LoRes.pdf](http://www.kleinwasserkraft.at/administration/01presse/files/Kraftwerk_7_LoRes.pdf) (Abruf: 18.02.08)

### 3.3 Lösungen und Ansätze zur Versorgungssicherheit:

#### 3.3.1 Europäische Strategie zur Versorgungssicherheit:

Die Abhängigkeit Europas von den Energieeinfuhren, dazu zählen beispielsweise Erdöl und Erdgas, nimmt immer mehr zu. So werden bereits 50% des europäischen Bedarfs an Energie importiert. Es wird prognostiziert, dass dieser Anteil in 20 bis 30 Jahren auf 70% ansteigen wird, falls sich an der momentanen Situation nichts ändert. Hinzu kommt noch, dass der Großteil unserer Energieimporte aus Regionen stammen, in denen unsichere politische Verhältnisse herrschen. Eine Auswirkung dieser Abhängigkeit ist der steigende Strompreis.

Diesen Problemen widmet sich ein Grünbuch der Europäischen Kommission. Ein Grünbuch ist ein Diskussionspapier zu einem bestimmten Thema. Dadurch soll auf diesem Gebiet eine öffentliche und wissenschaftliche Diskussion herbeigeführt werden. Als nächster Schritt kommt oft ein Weißbuch, das offizielle Vorschläge und Richtlinien umfasst.

Das Grünbuch zum Thema „Eine europäische Strategie für nachhaltige, wettbewerbsfähige und sichere Energie“ erschien am 8. März 2006. Dabei spielt auch das Thema der Erderwärmung besonders mit hinein, die zweifellos bekämpft werden muss. Auf der anderen Seite ist die Öffnung des Marktes ein wichtiger Part, der die einzelnen Mitgliedsstaaten untereinander zusammen arbeiten lässt. Dabei gilt es den schmalen Grad zu schaffen zwischen erschwinglichen Preisen, Umweltschutz und Versorgungssicherheit.

Als langfristige Strategie setzt die EU auf Maßnahmen, die den Verbrauch von Energie verringern sollen. So soll durch steuerliche Maßnahmen das Verbraucherverhalten geändert

oder die Energieeffizienz gesteigert werden. Auf der Seite des Angebots sollen vor allem erneuerbare Energiequellen forciert werden.

Die Kernenergie bildet einen wichtigen Teil der europäischen Versorgungssicherheit, da sie den einzelnen Ländern hilft ihre Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Doch die Meinungen über die Atomkraft gehen nach wie vor weit auseinander. Ein schwerwiegendes Problem stellt die Entsorgung des nuklearen Abfalls dar.

Ein wichtiger Punkt ist die Bildung eines Binnenmarktes. Darunter versteht man einen Wirtschaftsraum ohne Grenzen, der durch den freien Verkehr von Waren, Personen, Dienstleistungen und Kapital gekennzeichnet ist.

Es ist dabei nicht nur wichtig, einen durch den Wettbewerb gesteuerten Preis zu bekommen, sondern auch durch Zusammenarbeit der Länder die Versorgungssicherheit zu erhöhen.

Im Grünbuch der Europäischen Kommission vom 8. März 2006 wurden sechs vorrangige Bereiche genannt:



Abb.16 © Verbund; URL: [http://www.verbund.at/static\\_verbund\\_internet/images/files\\_media/baw\\_te1\\_i.jpg](http://www.verbund.at/static_verbund_internet/images/files_media/baw_te1_i.jpg) (Abruf: 12.02.08)

### **1. „Vollendung der europäischen Binnenmärkte für Strom und Gas“:**

Nur durch einen gesamteuropäischen, wettbewerbsorientierten Markt können die Unternehmen miteinander konkurrieren und niedrige Preise ermöglichen. Ein diskriminierungsfreier Netzzugang bringt zudem eine höhere Versorgungssicherheit mit sich, weil die Unternehmen sich gegenseitig aushelfen können. Darüber hinaus zwingt der Druck des Marktes manche Energieversorger dazu, nicht energieeffiziente Kraftwerke abzuschalten. Dies würde auch die Umwelt schonen.

Damit sich so ein Markt entwickeln kann, ist ein einheitliches europäisches Netz nötig. Um den freien Netzzugang zu ermöglichen, braucht man eine wirksame Markt-Regulierung. Diese Aufgabe soll ein europäischer Energieregulierer erfüllen, der grenzübergreifend arbeitet und sozusagen ein europäisches Zentrum für Energienetze bildet.<sup>39</sup> Dieser Vorschlag wurde jedoch von den Mitgliedsstaaten als verfrüht abgelehnt.

Die Kommission bemängelt im Grünbuch die zu langsam fortschreitende Netzentwicklung. Mit dem aktuellen Netzbestand ist kein Wettbewerb möglich. Als Beispiele werden einerseits die „Energieinseln“ Malta und Irland und andererseits auch die Grenze zwischen Frankreich und Spanien genannt. So müssten endlich mehr Investitionen erfolgen und Genehmigungsverfahren beschleunigt werden.

„Je umfangreicher die Kooperation im europäischen Netz ist, desto geringer ist der Bedarf an europaweiten Reservekapazitäten und desto niedriger sind im Laufe der Zeit daher auch die Kosten“, schreibt die Kommission in ihrem Grünbuch.<sup>40</sup>

Ein weiterer wichtiger Punkt ist der Ausbau der Erzeugungskapazitäten zur Deckung der Verbrauchsspitzen. Die nötige Reserve muss vorhanden sein, um erneuerbare Energiequellen, die nicht immer zur Verfügung stehen, ausgleichen zu können. Dabei spielen Pumpspeicherkraftwerke als umweltfreundliche Energieproduzenten eine wichtige Rolle (Siehe 4.2- Speicherkraftwerke). Dazu sind im Lauf der nächsten 20 Jahr erhebliche Investitionen nötig.

### **2. Solidarität zwischen den Mitgliedstaaten:**

Wichtig für eine sichere Stromversorgung sind die Berechenbarkeit und die Transparenz des Marktes. So soll eine europäische Stelle zur Beobachtung der Energieversorgung eingerichtet werden, die Angebot und Nachfrage auf dem Markt verfolgt. Durch die stärkere Zusammenarbeit zwischen den Mitgliedstaaten und diversen Vereinbarungen zwischen den Netzbetreibern soll es zu einer Verbesserung der Netzsicherheit im Falle von Versorgungsengpässen kommen.<sup>41</sup>

### **3. Diversifizierung des Energiemixes:**

Jedes Energieunternehmen und jedes Land entscheidet sich für seinen eigenen Energiemix. Bei der Versorgung mit elektrischer Energie spricht man vom Strommix.<sup>42</sup> Ein weitgefächerter Strommix hat den Vorteil, dass man keine Abhängigkeit von einem bestimmten Primärenergieträger hat. Hätte ein

---

<sup>39</sup> Vgl. GB; S.6-8

<sup>40</sup> Vgl. GB; S.7

<sup>41</sup> Vgl. GB; S.9

<sup>42</sup> Vgl. GB; S.10

Unternehmen zum Beispiel nur Erdöl zur Stromerzeugung zur Verfügung, so wäre man stark vom Preis oder von der politischen Situation abhängig. Erneuerbare Energien dagegen sind zwar unbegrenzt, dafür aber nur schwankend verfügbar.

Unter Diversifizierung versteht man in der Wirtschaft die Aufnahme neuer und andersartiger Produkte in ein Erzeugungsprogramm. Als Ziel in Europa gilt, dass ein Mindestanteil des Strommixes aus CO<sub>2</sub> armen Energiequellen erbracht wird, also aus Wasser oder Atom.<sup>43</sup> Im Kapitel Energiemix werde ich noch näher auf dieses Thema eingehen.

#### **4. Klimaschutz:**

In Zeiten der Klimaerwärmung und des Treibhauseffekts ist es eine wichtige Aufgabe der Elektrizitätserzeugung, sich auch dieser Themen anzunehmen. Durch den vermehrten Einsatz von erneuerbaren Energien und der Erhöhung der Energieeffizienz wird nicht nur das Klima geschont, sondern auch ein Beitrag zur Versorgungssicherheit geleistet. Auf diese Weise kann die EU ihre Importabhängigkeit begrenzen.

Es soll verstärkt in Maßnahmen investiert werden, die die Energieeffizienz von Gebäuden aber auch Haushaltsgeräten und Fahrzeugen steigern sollen.

Ein wichtiges Thema zum Schutz des Klimas ist die Nutzung erneuerbarer Energien. Nach langen Entwicklungsjahren können erneuerbare Energiequellen bereits preislich mit fossilen Brennstoffen mithalten. Auf politischer Ebene werden derartige Projekte besonders unterstützt. Ich werde auf dieses Thema noch genauer im Kapitel „Erneuerbare Energien“ eingehen.<sup>44</sup>

#### **5. Europäische Energietechnologien fördern**

Die EU will die Forschung und Entwicklung von neuen Energietechnologien unterstützen. Dies beinhaltet vor allem die Steigerung der Energieeffizienz und der Wirkungsgrade von Kraftwerken aber auch die Investition in künftige Energieformen. Dazu zählen zum Beispiel Wasserstoff und Brennstoffzellen. Es soll ein strategischer Plan für Energietechnologien entwickelt werden, der Überschneidungen in der Forschung verhindern soll.<sup>45</sup>

#### **6. Entwicklung einer gemeinsamen Energieaußenpolitik:**

Zusammen mit Energiepartnern auf der ganzen Welt versucht man die gemeinsamen Probleme der Energieversorgung zu lösen. Dabei besteht zwischen den EU- Ländern und ihren Energiepartnern eine wechselseitige Abhängigkeit. Zu den wichtigsten internationalen Energielieferanten zählen Russland, Norwegen, Ukraine und die OPEC Staaten.

---

<sup>43</sup> Vgl. GB; S.11

<sup>44</sup> Vgl. GB; S.12

<sup>45</sup> Vgl. GB; S.15/16

### 3.3.2 Breiter Erzeugungsmix:

Strom kann aus vielen verschiedenen Primärenergieträgern (Wasser, Öl, Kohle oder Atomenergie) erzeugt werden. Die Zusammensetzung der Kraftwerkstypen für die verschiedenen Stromproduktionsarten nennt man den Stromerzeugungsmix.

Jedes Energieunternehmen oder jeder Staat kann sich für einen individuellen Erzeugungsmix entscheiden. Sie speisen ihren Strom in das große Verbundnetz ein, aus dem ihn der Endverbraucher entnehmen kann. Rein rechnerisch kann der Verbraucher bestimmen, aus welcher Erzeugungsart er seinen Strom bekommen möchte. Doch auf Grund von physikalischen Gesetzen kann der Verbraucher nur bestimmen, welcher Strom in das Netz eingespeist wird, nicht welchen er entnimmt. Strom hat kein „Mascherl“.

Ein Beispiel sind Produzenten, die nur Ökostrom verwenden. Sie verzichten beispielsweise auf Atomkraft und thermische Kraftwerke. Wenn sich der Kunde für so ein Ökostrompaket entscheidet, ist der Anbieter verpflichtet, die vom Verbraucher benötigte Strommenge aus diesem Energiemix ins Netz einzuspeisen. Die Unternehmen werben natürlich mit einem „grünen“ Erzeugungsmix.<sup>46</sup>

Ein ausgeglichener Stromerzeugungsmix bedeutet aber gleichzeitig eine erhöhte Versorgungssicherheit. Seit Jahrzehnten bilden Wasserkraft, Wärmekraft und erneuerbare Energieträger die Basis der Österreichischen Versorgungssicherheit.

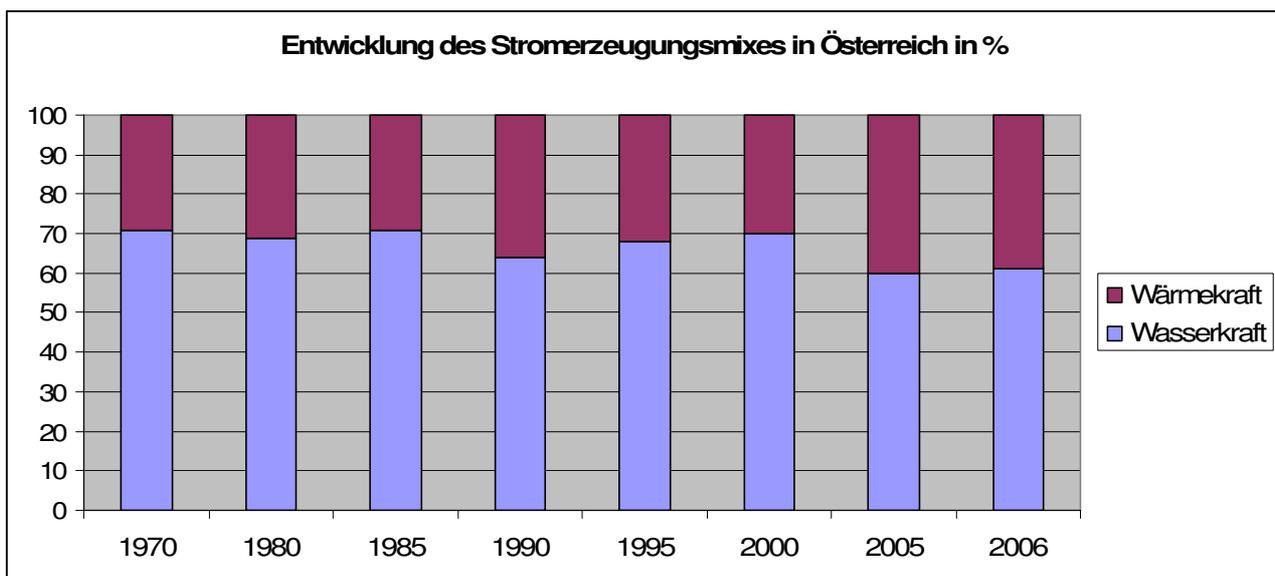


Abb.17

Diagram: © Weilguny; Zahlenquelle: STATISTIK AUSTRIA; Statistisches Jahrbuch 2008; Seite 368

Die Vorteile eines solchen Strommixes liegen klar auf der Hand. In Trockenperioden, wenn die Fluss- und Speicherkraftwerke weniger Strom produzieren können, kann die Lücke durch Wärmekraftwerke geschlossen werden. Es wäre demnach äußerst unklug, nur auf Wasserkraft und Windkraft zu bauen. Es wird auch in Zukunft weiterhin notwendig sein, in alle Arten der heimischen Stromerzeugung zu investieren.

Denn die Wärmekraftwerke bilden einen wichtigen Partner der erneuerbaren Energieträger, da sie wetterunabhängig eingesetzt werden können. Nur so kann die Versorgungssicherheit auch in Trockenperioden sichergestellt werden.

<sup>46</sup> Vgl. NHB 06; S.16/17

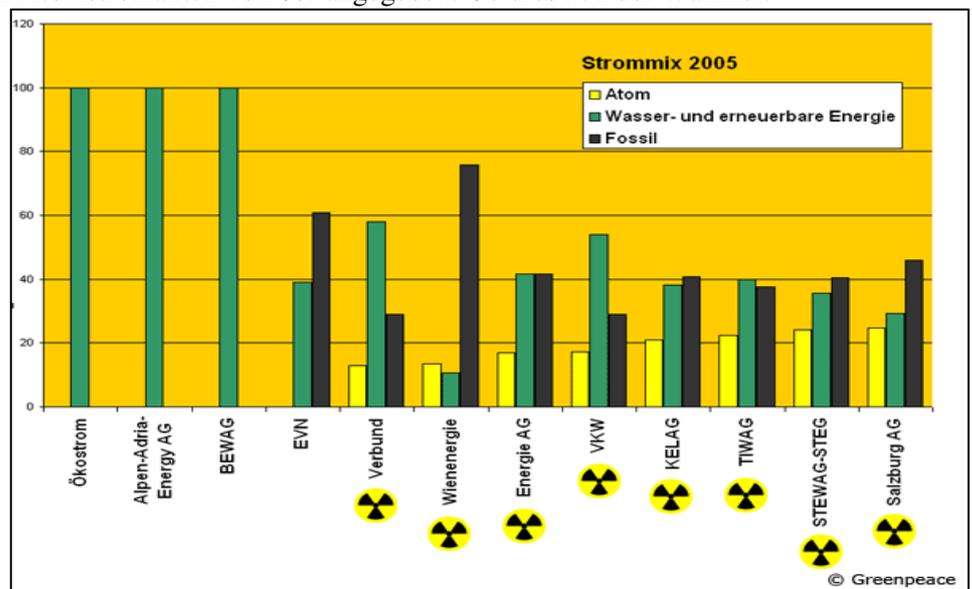
Trotz der Volksabstimmung von 1978 bezüglich des AKW Zwentendorf ist Österreich nicht atomstromfrei. Es ist wahr, dass Österreich selbst keinen Atomstrom produziert, doch durch den internationalen Handel fließt dieser durch die Netze und wird auch von den österreichischen Kunden verbraucht. Somit finanzieren diese auch die AKWs rund um Österreich mit. Auch wenn nun ein österreichisches Versorgungsunternehmen selbst kein Atomkraftwerk betreibt, kann es Atomstrom mitliefern. Zu diesem Thema veröffentlichten GLOBAL 2000 und Greenpeace den österreichischen Strommix aus dem Jahr 2005.

### Ein Beispiel: Der Österreichische Strommix 2005

Die Tabelle zeigt den Strommix der österreichischen Energiegesellschaften aus dem Jahr 2005, mit besonderer Kennzeichnung von Atomstrom. Zahlen aktuelleren Datums sind nicht vorhanden.

Zu den Spitzenreitern am Atomstromanteil zählte demnach die Salzburg AG mit ca. 25%. Im Jahr 2008 wird auf deren Homepage allerdings ein Atomstromanteil von 0% angegeben. Ob dies nun der Wahrheit entspricht ist nicht so leicht nachzuweisen.<sup>47</sup>

Überraschenderweise liegt der Atomstromanteil im Osten Österreichs unter dem im Alpenraum. Überraschend deswegen, da hier doch die Hauptressourcen der Wasserkraft liegen. Diese Zahlen lassen sich aber durch die zahlreichen fossilen Kraftwerke im Osten



Österreichs erklären. Die EVN (Energie Versorgung

Abb.18

Diagramm: URL: <http://www.greenpeace.at/4010.html> (Abruf: 08.10.07)

Niederösterreich) weist einen Anteil von 61% und Wienenergie einen Anteil von 76% an fossiler Energie auf.

Als Stromkunde sollte man sich von diesen Zahlen aber nicht beeinflussen lassen. Die Werte stützen sich auf telefonische Anfragen und Geschäftsberichte, die von Greenpeace ausgewertet wurden. Sie können keinen 100% Aufschluss über die Zusammensetzung geben.<sup>48</sup>

Den Stromversorgern ist durch das EIWOG gesetzlich vorgeschrieben, den Strommix wahrheitsgemäß zu kennzeichnen. Diese Veröffentlichungen sind zwar gesetzeskonform, beinhalten aber laut GLOBAL 2000

<sup>47</sup> Vgl. Salzburg AG; URL:<http://www.salzburg-ag.at/Kennzeichnung.633.0.html> (5.1.08)

<sup>48</sup> Vgl. Greenpeace; GLOBAL 2000 und Greenpeace präsentieren Strom-Mix; URL: <http://www.greenpeace.at/4010.html> (Abruf: 08.10.07)

immer noch zahlreiche Schlupflöcher. Der Stromkunde sollte sich daher nicht durch diese Werte bei der Wahl seines Anbieters beeinflussen lassen. Ein solches Schlupfloch sind die EECS oder die RECS Zertifikate, die im folgenden Kapitel näher beschrieben werden. Sie sollen Strom aus erneuerbaren Energien kennzeichnen und dadurch fördern. Doch bieten sie auch die Möglichkeit fossilen Strom oder Atomstrom „rein zu waschen“.

### **Herkunftsnachweise für Grünstrom:**

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, Strom aus erneuerbaren Energiequellen zu gewinnen. Dazu zählen zum Beispiel Wind, Wasser, Sonne und Biomasse (Siehe 3.4.3). Diesen bezeichnet man dann als Grünstrom, der gemeinsam mit dem Strom aus Atomkraft oder Wärmekraft in das Netz eingespeist wird. Dort kann dann nicht mehr zwischen den verschiedenen Primärenergiearten unterschieden werden. Dies kann nur bei der Erzeugung und beim Einspeisen geschehen. Es gibt in Europa einige anerkannte Systeme für Herkunftsnachweise von Grünstrom wie zum Beispiel RECS oder EECS.

#### **RECS (Renewable Energy Certificate System)**

Der Stromproduzent muss sich und seine Anlagen bei einer unabhängigen Instanz registrieren lassen. Die Organisation, die die Verteilung, Verwaltung und Einlösung von Zertifikaten kontrolliert, ist der so genannte „Issuing Body“ (IB). Dieser stellt dem Stromproduzent für jede von ihm durch erneuerbare Energien erzeugte Einheit ein Grünstrom- Zertifikat aus. Die Speicherung dieser Zertifikate übernimmt ebenfalls der IB. Wird nun von einem Verbraucher, der Ökostrom erhalten will, Strom konsumiert, so wird die passende Anzahl an Grünstromzertifikaten gelöscht. Durch die permanente Erzeugung von Grünstrom wird der Bestand der Zertifikate immer wieder neu aufgefüllt.

RECS Zertifikate sind europaweit handelbar. So werden diese zwischen den Marktteilnehmern gehandelt, ohne entwertet zu werden. Dies kann so lange passieren, bis der Strom an einen Endverbraucher weiter geleitet wird.

Die Zertifikate beinhalten die genaue Quelle und Angaben über die Produktionsform. Darüber hinaus sind auch Quellland, Monat und Jahr der Ausgabe des Herkunftsnachweises vermerkt.

Das System ist so konstruiert, dass der Endverbraucher ein RECS Zertifikat nicht selber erwerben kann. Dies muss der Stromproduzent tun.

Die Zertifikate haben den Sinn, dass regenerative Energieprojekte gefördert werden. Durch den Verkauf von Zertifikaten können die Unternehmen ihre umweltfreundlichen Anlagen weiter ausbauen. Grünstrom soll vermehrt in das europäische Netz eingespeist werden.

Ziel ist es, den Bau von Energieerzeugungsanlagen dort zu fördern, wo es aus ökologischer aber auch ökonomischer Sicht sinnvoll ist.

Der Verbund hat seit 2001 RECS- Zertifikate von mehr als 1 Million Megawattstunden abgesetzt. 90% davon wurden unabhängig von der Stromlieferung, also als eigenständiges Produkt, verkauft.



Abb.19 RECS; URL:  
<http://www.recs-deutschland.de/assets/LogoRecsRGB.jpg>  
 (Abruf: 07.01.08)

Die Stromkennzeichnung bietet aber nicht nur Ökostromanbietern interessante Möglichkeiten. Auch andere Versorgungsunternehmen können durch den Zukauf von RECS- Zertifikaten ihren Strommix im Vergleich zu anderen Konkurrenten aufwerten. Dies verschafft natürlich einen klaren Wettbewerbsvorteil.

Das RECS System wurde von Marktteilnehmern auf freiwilliger Basis gegründet. Die EU nahm das RECS- System als Vorlage und entwickelte das EECS- System:

### ***EECS:***

Das EECS- System ist ähnlich konstruiert wie das RECS- System und dient dem Herkunftsnachweis. Es wird dabei die gleiche Infrastruktur verwendet und beide werden vom „Issuing Body“ verwaltet.

Der Unterschied zwischen den beiden liegt darin, dass EECS auf Gesetzgebungen der EU basiert und daher einen anderen Rechtsstatus hat. In Zukunft wird EECS das RECS ablösen und europaweit eingeführt werden.<sup>49</sup>

### ***Zertifikatshandel ohne Stromlieferung:***

Verbraucherschützer kritisieren den Zertifikatshandel ohne Stromlieferung. Atom- und Kohlestrom können durch den Zukauf von Zertifikaten als Ökostrom verkauft werden. Dabei handelt es sich um eine legale Täuschung des Verbrauchers. Ein Beispiel nennt GLOBAL 2000 in ihrem Bericht über Stromkennzeichnungen.

*„Ein Stromversorger kauft bei der tschechischen CEZ Atomstrom aus Temelin ein und bei einem schwedischen Stromproduzenten für diese Menge Strom billige Wasserkraftzertifikate dazu. Ohne aber tatsächlich Strom von diesem Hersteller beziehen zu müssen.“<sup>50</sup>*

Zertifikate zum Reinwaschen eines Strommixes stammen hauptsächlich aus Finnland, Schweden und Norwegen. In diesen Ländern benötigen die Wasserkraftproduzenten ihre Zertifikate nicht, weil keine EU-konforme Regelung vorhanden ist.

Offiziell bekennen sich zum Beispiel die Energie AG und die Salzburg AG dazu, diesen Mechanismus zu betreiben.

Das Ziel von E-Control sollte es sein, die Schlupflöcher für Konzerne zu schließen. Es sollten nur noch Zertifikate anerkannt werden, die wirklich durch eine durchgeführte Stromlieferung anerkannt wurden.<sup>51</sup>

---

<sup>49</sup> Vgl. RECS Deutschland e.V.; European Energy Certificate System; S.5; URL: <http://www.recs-deutschland.de/ziele.php> (Abruf: 18.02.08)

<sup>50</sup> Vgl. GLOBAL 2000; „Stromwechsel leicht gemacht“; URL: [http://www.global2000.at/pages/tstrom\\_tun\\_wechsel.htm](http://www.global2000.at/pages/tstrom_tun_wechsel.htm) (Abruf: 7.1.08)

<sup>51</sup> Vgl. Greenpeace; GLOBAL 2000 und Greenpeace präsentieren Strom-Mix der Energie-Gesellschaften; URL: <http://www.greenpeace.at/4010.html> (Abruf: 18.02.08)

### 3.3.3 Renaissance der Atomenergie

Den größten Anteil an der Weltstromversorgung hat nach wie vor die Kohle. 28% des gesamten Weltstromaufkommens werden durch Kohle gedeckt. Der elektrische Strom wird dabei in thermischen Kraftwerken erzeugt, die traditionell die größte Umweltbelastung aufweisen.<sup>52</sup> Darum ist man auf der Suche nach klimaneutralen Stromerzeugungsarten. Eine Möglichkeit wäre der verstärkte Einsatz von Atomenergie. Die IEA (Internationale Energieagentur) setzt laut aktuellen Berichten auf den Ausbau der Atomkraft und stößt dabei auf heftige Kritik bei den Umweltschutzorganisationen. Im Jahr 2005 wurden weltweit 368 GWh aus Atomkraftwerken erzeugt. Das sind 15% der Gesamtstromproduktion. Die IEA schlägt einen Ausbau der Atomkraft vor, um die Versorgungssicherheit zu garantieren und den Schadstoffausstoß zu verringern. Dazu müssten jedoch die Sicherheitsfragen rund um die Atomenergie gelöst werden.<sup>53</sup> Eine Renaissance der Kernenergie ist fraglich. Im Jänner hat Großbritannien die Rückkehr zur Atomkraft beschlossen. In Deutschland diskutiert man auf Grund des hohen Ölpreises ebenfalls wieder über den von der Vorgängerregierung beschlossenen Atomausstieg.<sup>54</sup>

Dieses Wiederaufleben der Atomkraft wird laut Experten von der einflussreichen Atomindustrie verursacht. Würden jedoch alle geplanten Kraftwerke gebaut werden, so werde bald das Uran knapp. Die Vorräte

würden nur noch 40 bis 50 Jahre reichen. Eine weitere Schwäche des Atomstroms liegt in den hohen Investitionskosten (etwa 3 Mrd. Euro für einen Reaktorblock), die schlussendlich der Steuerzahler zu tragen habe.

Außerdem ist das Problem der Endlagerung noch immer nicht gelöst und auch die neuen Generatoren sind laut Experten nicht sicher.

Im Moment nutzen 16 EU- Staaten die

Atomkraft. 35% der gesamten Stromerzeugung der EU kommen aus Kernkraftwerken (2005). An der Spitze liegt Frankreich mit einem Atomstromanteil von 78%. Dahinter folgt Litauen mit 70% und Belgien und Slowakei mit 56%. Es gibt jedoch auch atomstromfreie Zonen in elf Ländern. Dazu zählen neben Österreich auch Estland, Lettland, Polen, Portugal, Malta, Zypern, Luxemburg, Irland, Dänemark und Griechenland. Das EU- Parlament hat sich aber gegen einen generellen Ausstieg aus der Atomkraft ausgesprochen. Die Kernenergie sei für eine sichere Stromversorgung in Europa unverzichtbar.<sup>55</sup>



Abb.20 Temelin; URL: <http://thepimmgroupp.org/wp-content/uploads/2007/11/temelin-nuclear-power-plant.jpeg> (Abruf: 12.02.08)

<sup>52</sup> Vgl. Verbund GeBe; S.11

<sup>53</sup> Vgl. SN: Wirtschaft; 08.11.06

<sup>54</sup> Vgl. SN: Wirtschaft; 14.01.08; S.14

<sup>55</sup> Vgl. SN: Wirtschaft; 15.01.08; S.15

### 3.3.4 Erneuerbare Energien

Österreichs Energieversorgung wird durch ein ausgewogenes Verhältnis aus den verschiedensten Energieformen gebildet. Einen wichtigen Beitrag zur Versorgung, im Bezug auch auf umweltschonende Energiegewinnung, leistet die alternative Energie.

64% der Gesamtstromerzeugung stammen aus erneuerbaren Energiequellen (Stand 2005). Damit liegt Österreich im EU- Spitzenfeld. Einen entscheidenden Beitrag leistet dazu die Wasserkraft. Rund 59% des gesamten österreichischen Stroms wurden 2005 aus Wasserkraft erzeugt. Einen Beitrag von 5% leisteten andere alternative Energieträger wie Windkraft, Photovoltaik oder Biomasse.

Doch Österreich hat sich in Bezug auf den Anteil erneuerbarer Energien noch höhere Ziele gesteckt. So soll der Anteil regenerativer Energien erhöht werden. Vor allem setzt man viel Hoffnung in die Wasserkraft, die in Österreich zurzeit zu ca. 70% ausgebaut ist.<sup>56</sup>

#### Pläne der EU:

Unter dem Punkt „Integrierter Einsatz für den Klimaschutz“ findet sich im Grünbuch der EU aus dem Jahr 2006 auch das Kapitel „Verstärkte Nutzung erneuerbarer Energiequellen“. Bereits 1990 wurde mit der Umsetzung der ehrgeizigen Pläne zur Forcierung der erneuerbaren Energien begonnen. Heute können alternative Energiequellen auch preislich bereits mit fossilen Brennstoffen mithalten. Zählt man die Wasserkraft dazu, so sind die erneuerbaren Energien weltweit bereits die dritt wichtigste Quelle bei der Stromerzeugung, hinter Kohle und Gas. Die Zielsetzung, dass bis 2010 21% des in der EU verbrauchten Stroms aus erneuerbaren Energiequellen stammen, wird wahrscheinlich um 1- 2 Prozent verfehlt werden. Trotzdem weist die umweltfreundliche Gewinnung von Strom weiter ein wachsendes Potential auf. Um die Umsetzung aber weiterhin zu ermöglichen, ist auch Unterstützung vom politischen Rahmen her notwendig. Es ist vor allem wichtig, allen Energieformen den fairen Wettbewerb zu ermöglichen.<sup>57</sup>

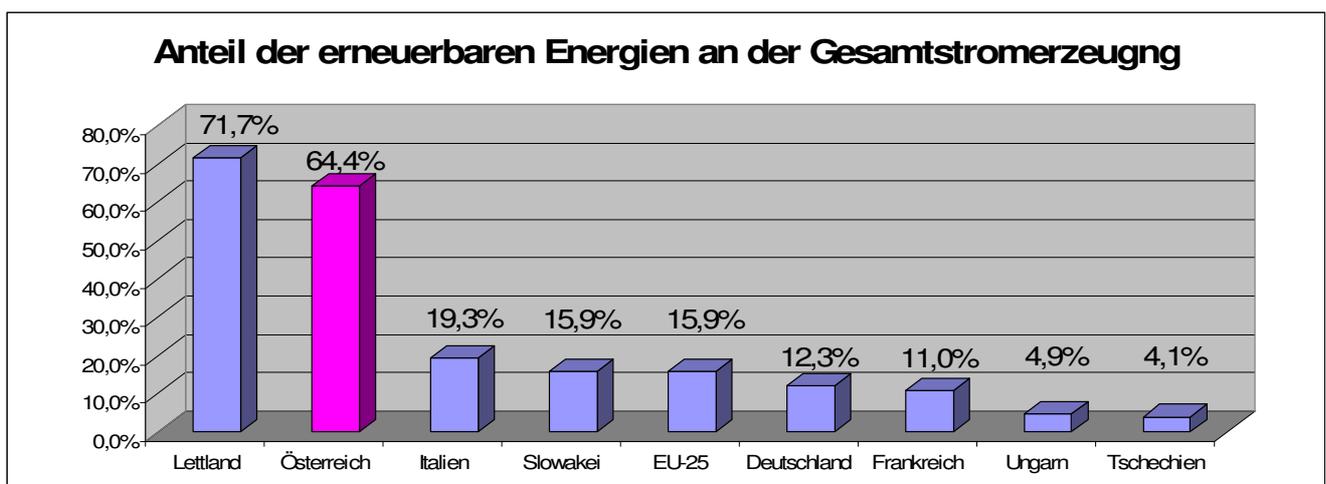


Abb.21

Diagramm: © Weilguny; Zahlenquelle: VEÖ Tätigkeitsbericht 2006; Stand 2005; S.23

<sup>56</sup> Vgl. VEÖ; Tätigkeitsbericht 06; S.23

<sup>57</sup> Vgl.: GB 06; S.14

Die Verwirklichung großer Projekte ist jedoch durch zu lange Genehmigungsverfahren beinahe unmöglich geworden. Dazu kommt dann noch die bereits besprochenen WRRL.<sup>58</sup>

Die bedeutendsten erneuerbaren Energiequellen nach der Wasserkraft sind:

- **Windkraft:**

Die Windenergie gilt als Vorzeigebispiel der erneuerbaren Energien. 2005 waren weltweit 59.322 MW an Windkraftanlagen installiert. 68% davon entfielen auf die Länder der Europäischen Union. Die größten Erzeuger sind Deutschland mit 18.428 MW und Spanien mit 10.027 MW im Jahr 2005. Die Windkraft trifft im Binnenland Österreich nicht gerade auf die besten meteorologischen Voraussetzungen. Dennoch wurde 1993 bereits das erste Windkraftwerk eröffnet, im Jahr 1997 waren es bereits 52 Anlagen.<sup>59</sup>

Derzeit sind in Österreich 607 Windkraftanlagen mit zusammen fast 1000 MW Leistung in Betrieb.<sup>60</sup> Besonders begünstigt sind dabei Oberösterreich, Niederösterreich, Wien und das Nordburgenland. Die Windverhältnisse schwanken über das Jahr verteilt. Zwei Drittel des Windangebotes fallen in den Wintermonaten an, wo die Wassermenge in den Flusskraftwerken am geringsten ist. Besonders in dieser Zeit können Windkraftwerke andere Kraftwerke ersetzen. Das Problem mit der Windkraft in Österreich ist, dass es oft sehr große und rasche Windschwankungen gibt. Die Verhältnisse können sich sehr schnell ändern und sind nur schwer zu prognostizieren. Um diese Schwankungen auszugleichen bieten sich Pumpspeicherkraftwerke an. Näheres unter „Wasserkraft im Dienst von Windstrom“ (4.3.2).

- **Sonnenenergie:**

Sie gilt als der Hoffnungsträger hinter Wind- und Wasserkraft. Bereits seit den 1950er Jahren sind Solartechnik und Photovoltaik bekannt. Diese Technik wurde für die Versorgung von Satelliten entwickelt. Die Gewinnung von Warmwasser durch Solarthermie wird immer bedeutender, doch der gewonnene Strom aus Solaranlagen ist zum momentanen Zeitpunkt noch sehr teuer.

Am Weltmarkt führende Nation in der Verwendung von Solarenergie ist Japan. Hier befinden sich 45% der weltweit aufgestellten Solaranlagen. Dahinter kommt Europa mit einem weltweiten Anteil von 28%.<sup>61</sup>

Die unerschöpfliche Kraft der Sonne wird schon seit einigen Jahren in Österreich genutzt. Bereits Ende 1996 gab es in Österreich rund 1,5 Mio. m<sup>2</sup> Kollektorfläche. Dabei werden die Sonnenstrahlen direkt in Elektrizität umgewandelt.

Für die Stromerzeugung im großen Maßstab sind die Solarzellen aber immer noch zu teuer. Nur teilweise ist ihr Einsatz auch wirtschaftlich, wie zum Beispiel bei einzelnen, entlegenen Gebäuden, z.B. Schutzhütten, die nicht an das Stromnetz angeschlossen sind.

---

<sup>58</sup> Vgl. VEÖ; Tätigkeitsbericht 06; S.23

<sup>59</sup> Vgl. Microsoft ® Encarta ® Enzyklopädie Professional 2005; „Erneuerbare Energien“;

<sup>60</sup> Vgl. SN; Energie- Effizienz; 29. 09.07; S.26

<sup>61</sup> Vgl. Verbund GeBe06; S.12

Der Markt für Solarmodule wächst auf Grund der weltweiten Nachfrage nach erneuerbaren Energien pro Jahr um 15%.

Durch die täglichen und jahreszeitlichen Schwankungen der Sonneneinstrahlung ist es wichtig, eine geeignete Speichermethode für den gewonnenen Strom zu haben. Bei niedrigem Stromverbrauch aber hoher Sonneneinstrahlung kann die überschüssige Energie zum Auffüllen von Pumpspeichern verwendet werden. Zu einem späteren Zeitpunkt, wenn der Verbrauch wieder ansteigt, aber die Sonneneinstrahlung nachlässt, kann der Strom aus dem mittels Sonnenergie gespeicherten Wasser in den Turbinen des Pumpspeicherkraftwerkes erzeugt werden.<sup>62</sup>

- **Biomasse:**

Die bedeutendste erneuerbare Energie nach der Wasserkraft weltweit ist die Gewinnung durch Biomasse. Als Energieträger werden vor allem Holz, Stroh, Getreide, Raps oder auch Bioabfälle verwendet. Es werden rund 1,05% der weltweiten Stromproduktion aus Biomasse gewonnen. Damit liegt sie knapp vor der Solar- und Windenergie. Dieser Wert soll bis 2030 durch moderne Heizkraftwerke verdreifacht werden.<sup>63</sup> Die Stromproduktion hat durch das Kyoto- Protokoll an neuer Bedeutung gewonnen. Die Verbrennung von Biomasse wurde als „klimaneutral“ definiert. Der CO<sub>2</sub> Ausstoß wurde mit Null bilanziert.<sup>64</sup>

---

<sup>62</sup> Vgl. Microsoft ® Encarta ® Enzyklopädie Professional 2005; „Erneuerbare Energien“;

<sup>63</sup> Vgl. Verbund GeBe06; S.12

<sup>64</sup> Vgl. Umweltbundesamt; Siebenter Umweltkontrollbericht; 3.4 Energiewirtschaft; S. 103; URL:

[http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltkontrolle/2004/0304\\_energiewirtschaft.pdf](http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltkontrolle/2004/0304_energiewirtschaft.pdf) (Abruf: 18.02.08)

## 4 Wasserkraft:

### Zahlen und Fakten:

Die Wasserkraft, als sich ständig erneuernde und emissionsfreie Energiequelle, ist die wohl bedeutendste erneuerbare Energiequelle weltweit. Bereits in den 1960er Jahren hat der Ausbau der Wasserkraftanlagen in Österreich die bekannte Entwicklung genommen. Durch Wiederaufbauprojekte wie Kaprun bekam die Wasserkraft den Beinamen „weißes Gold“. Die umweltfreundliche Stromgewinnung hat bis heute mit dem wachsenden Bedarf Schritt gehalten. Es konnte bis über 70% des Strombedarfs in Österreich aus Wasserkraft gedeckt werden. Positive Nebeneffekte reichen von der Verbesserung der Infrastruktur bis hin zum Tourismus. Die Luftbelastung der Wasserkraftwerke ist gleich null und es konnte wertvolle fossile Energie eingespart werden.

In den 1990er Jahren ist der Ausbau der Wasserkraft nahezu zum Stillstand gekommen. Grund dafür war der aufkeimende Widerstand von Umweltschützern, die größere Projekte erschwerten und unmöglich machten.<sup>65</sup> Der Anteil der Wasserkraft an der nationalen Stromerzeugung ist bis heute auf 61% (ca. 39.044GWh) gesunken (Stand 2006).<sup>66</sup> Damit liegt Österreich in der EU aber immer noch im Spitzenfeld.

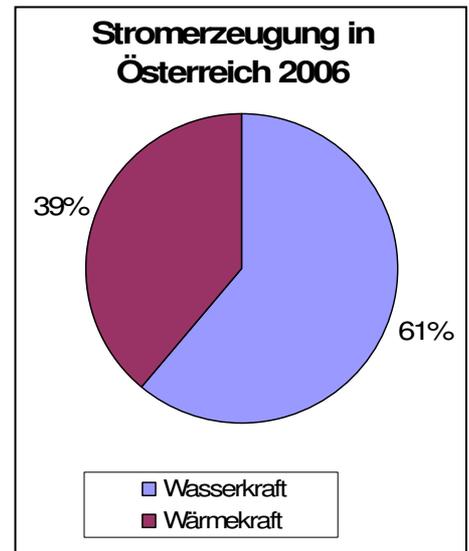


Abb. 22 Diagramm: © Weilguny  
Zahlenquelle: STATISTIK AUSTRIA;  
Statistisches Jahrbuch 2008; Seite 368

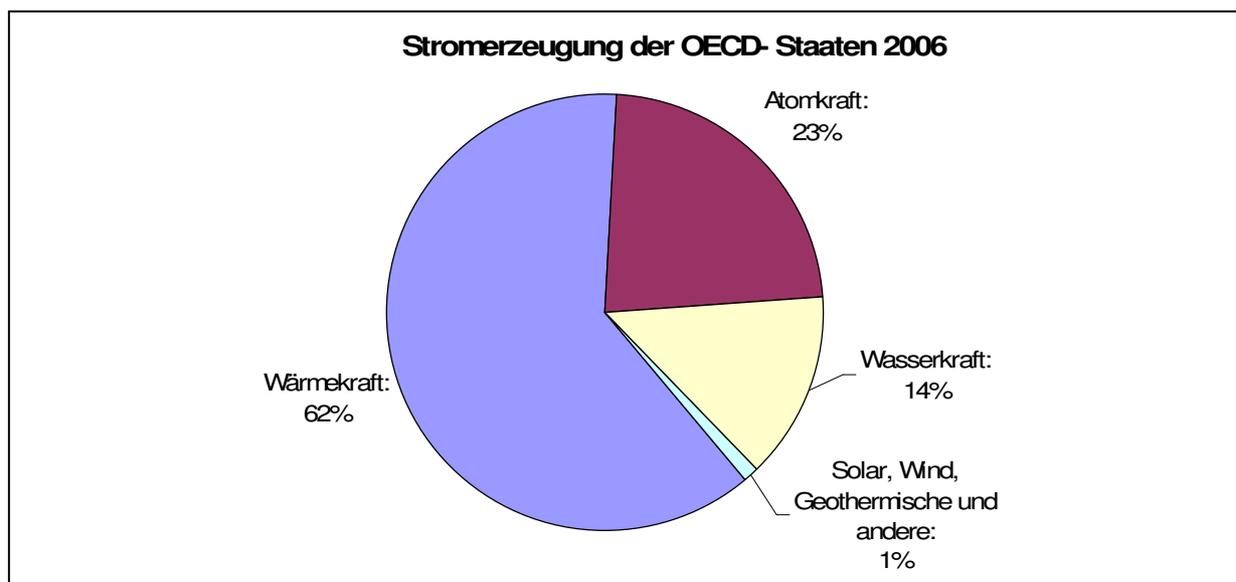


Abb.23

Diagramm: © Weilguny; Zahlenquelle: Verbund GeBe 06; S.13

<sup>65</sup> Vgl. Öster. Wasser & Abfallwirtschaft; Heft 5-6, Mai/Juni 2007; S.a13,

<sup>66</sup> Vgl. STATISTIK AUSTRIA; Statistischen Jahrbuch 2008; S.368

Wasserkraftwerke erzeugen heute ca. 18% der weltweiten Stromproduktion und ca. 14% der Stromproduktion in den OECD Staaten. Somit liegt die Wasserkraft weltweit gesehen in etwa gleichauf mit der Atomkraft. Im Vergleich dazu: Sonne, Wind und Biomasse tragen zusammen ca. 2,1 % der Erzeugung bei. In den OECD Staaten sind es ca. 1%

Mehr als die Hälfte des produzierten Stromes aus Wasserkraft stammt aus fünf Ländern: Brasilien, Kanada, USA, China und Russland. Betrachtet man nur die 25 Mitgliedsstaaten der EU, zählen Frankreich, Italien, Schweden, Österreich, Spanien, Finnland, Deutschland und Portugal zu den größten Stromproduzenten aus Wasserkraft. Betrachtet man den Anteil der Wasserkraft am Strommix eines Landes, so liegt Lettland mit 70% voran. Dahinter kommt Österreich mit einem Wasserkraftanteil von 60% an der nationalen Stromerzeugung. Dahinter findet sich Schweden mit 40%.<sup>67</sup>

### ***Wasserkraftland Österreich:***

Österreich ist dank seiner topographischen Gegebenheiten ein Wasserkraftland und hat somit gegenüber anderen Ländern, die von Kernkraftwerken und Wärmekraftwerken dominiert werden, einen entscheidenden Umweltvorteil.

Die vorhandenen Wassermengen und Höhenunterschiede würden ein ausbauwürdiges Potential von 56.200 GWh ermöglichen. Zurzeit sind 40 000 GWh ausgebaut, also in etwa 71%.<sup>68</sup>

Da der Ausbau der Wasserkraft seit den 1990er Jahren fast zum Stillstand gekommen ist, ist der Anteil der Wasserkraft an der Gesamtstromerzeugung von 70% in den 90er Jahren auf ca. 60% zurückgegangen.<sup>69</sup>

Neben den großen Erzeugern wie Verbund, Salzbug AG oder TIWAG gibt es auch rund 2.000 Kleinwasserkraftwerke (Leistung zwischen 100 bis 300 kW), die ihren Strom in das Netz von übergeordneten Versorgungsunternehmen einspeisen. Diese machen mit 600MW etwa 9% der Gesamtleistung aus.<sup>70</sup>

### ***Was sind die Auswirkungen von Trockenperioden?***

Das Jahr 2003 hat den heimischen Stromproduzenten vor Augen geführt, dass die Nutzung von Wasserkraft von extremen Wetterereignissen abhängig ist. Aber nicht nur Fluss- und Speicherkraftwerke sind davon betroffen. So fehlte den thermischen Kraftwerken zum Beispiel das nötige Kühlwasser.<sup>71</sup>

### **Trend zur Wasserkraft:**

Durch den steigenden Strombedarf, der steigenden Umweltbelastung und den steigenden Stromimporten entwickelte sich wieder ein Trend hin zu Wasserkraft und den anderen erneuerbaren Energien. So sind einige Projekte vor allem im Flussbereich in Planung bzw. in Bau.<sup>72</sup> Bei Pflanzwerfen entsteht in der

<sup>67</sup> Vgl. NHB 06; S. 23

<sup>68</sup> Vgl. NHB 06; S.23

<sup>69</sup> Vgl. Öster. Wasser & Abfallwirtschaft; Heft 5-6, Mai/Juni 2007; S.a13,

<sup>70</sup> Vgl. Biologie, Ökologie und Warenlehre; S. 90

<sup>71</sup> Vgl. Verbund UFD 06; S.53

<sup>72</sup> Vgl. Öster. Wasser & Abfallwirtschaft; Heft 5-6, Mai/Juni 2007; S.a13,

Salzach gerade ein Gemeinschaftskraftwerk der Verbundgesellschaft mit der Salzburg AG, das 2009 in Betrieb gehen soll. Im Pinzgau soll von der Verbundgesellschaft ein Wasserkraftwerk in Bruck an der Großglocknerstraße gebaut werden. Hauptgrund für dieses kleine Projekt ist die Schaffung eines Schwallausgleichs (siehe Kapitel WRRL) für das neue Pumpspeicherkraftwerk Limberg II in Kaprun.<sup>73</sup> Speicherkraftwerke wie Limberg II sind ebenso von Interesse. Doch durch die von der EU vorgeschriebenen WRRL ohne eine entsprechende Ausgleichsmöglichkeit für die Schwallreduktion nur schwer realisierbar.

Ist ein zweiter, tiefer gelegener Speichersee als Unterbecken vorhanden, so ist der Ausbau eines Stausees zu einem Pumpspeicherkraftwerk sinnvoll. Dadurch ist eine Leistungserhöhung möglich und das Potential für solche Projekte ist in Österreich durchaus vorhanden.<sup>74</sup> Gerade die in Kaprun vorhandenen beiden großen Speicher, Mooserboden und Wasserfallboden, bilden ideale Voraussetzungen für die Errichtung eines Pumpspeicherwerkes. (Näheres zu derartigen Projekten unter 4.3.3)

### **Energiewirtschaftliche Begriffe:**

Wichtig für die Nutzung der Wasserkraft ist die Fallhöhe. Diese Differenz zwischen den Energiehöhen ergibt, zusammen mit der vorhandenen Wassermenge, die Leistungsfähigkeit eines Kraftwerkes.

Als Arbeitsvermögen bezeichnet man die erzeugten Kilowattstunden. Das ist die Leistung, die in einer Stunde geliefert werden kann.

Nach der Betriebsart unterscheidet man Laufkraftwerke an den Flüssen und Speicherkraftwerke in alpinen Bereichen.<sup>75</sup>

### **Wie funktioniert ein Wasserkraftwerk?**

Alle Wasserkraftwerke nutzen eigentlich das gleiche Prinzip: Die Energie des fließenden Wassers wird auf eine Wasserturbine übertragen. Diese treibt dann den Generator an, der die mechanische Energie in elektrischen Strom umwandelt.

---

<sup>73</sup> Vgl. SN; Verbund plant neues Laufkraftwerk in der Salzach; 6.11.07

<sup>74</sup> Vgl. Öster. Wasser & Abfallwirtschaft; Heft 5-6, Mai/Juni 2007; S.a13,

<sup>75</sup> Vgl. Bernhard Pelikan; Wasserwirtschaft und allgemeiner Wasserbau; URL:

<http://iwhw.boku.ac.at/LVA816110WAWI/kap7Wasserkraftnutzung.pdf> (Abruf:18.02.08)

## 4.1 Laufkraftwerk (Flusskraftwerk):

### Funktionsweise:

Laufkraftwerke wandeln die Energie von fließendem Wasser in elektrische Energie um.

Das Flusswasser wird dabei durch Wasserturbinen geleitet, die mit einem Generator verbunden sind.

Meistens werden hier wegen der geringen Fallhöhe Kaplan- oder Francisturbinen verwendet.

Die Leistung eines Flusskraftwerkes ist abhängig von der Fallhöhe. Das Wasser wird durch eine Wehranlage auf einem möglichst hohen Niveau gehalten, um die Fallhöhe und die Durchflussmenge zu steigern. Dadurch entsteht flussaufwärts ein Stausee, der so genannte Rückstauraum. Das Wasser in diesem Becken, das sich also oberhalb der Turbine befindet, nennt man Oberwasser. Das Wasser unterhalb nennt man also

Unterwasser. Der Höhenunterschied zwischen Oberwasser und Unterwasser ergibt die Leistung der Anlage. Im Gegensatz zu Speicherkraftwerken ist die Wassermenge bei Flusskraftwerken größer, die Fallhöhe jedoch viel geringer. Die Stromproduktion ist sehr stark von der Wasserführung und somit von der Jahreszeit abhängig. So wird im Sommer mehr produziert als im Winter. Im Laufe eines Tages wird immer in etwa gleich viel produziert und das rund um die Uhr. Somit liefern Laufkraftwerke den so genannten Grundlaststrom (Bandstrom) (Definition siehe 4.2).

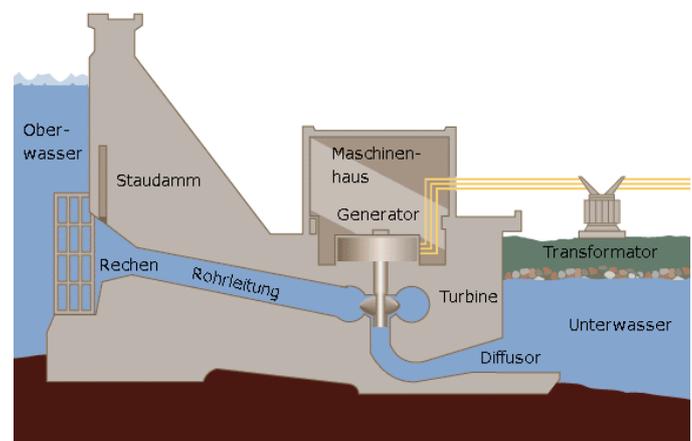


Abb. 24 Schema Laufkraftwerk  
(c) Wikimedia Foundation; URL:  
[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9b/Hydroelectric\\_dam\\_german.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9b/Hydroelectric_dam_german.png) (Abruf: 18.02.08)

### Typen von Laufkraftwerken:

**Staukraftwerk:** Das Wasser wird aufgestaut, um eine größere Fallhöhe zu erreichen. Das Kraftwerk befindet sich hierbei direkt am Fuße der Wehranlage. Der Staupegel bleibt konstant, es wird soviel Wasser abgearbeitet, wie zufließt.

**Kraftwerk mit Schwellbetrieb:** Das Wasser wird über mehrere Stunden im Rückstauraum aufgestaut und der Pegel steigt. Durch das Aufstauen erhöht sich die Fallhöhe und somit die Leistung. Wenn der Bedarf nun steigt, kann das Wasser durch die Turbine geleitet und Strom produziert werden. Der Wasserspiegel im Rückstauraum sinkt wieder.

**Ausleitungskraftwerk:** In einem Ausleitungskraftwerk wird das Wasser durch die Wehranlage zurückgehalten. Über einen Stollen wird das Wasser dann direkt zum Krafthaus gebracht. Dieses befindet sich in diesem Fall nicht direkt bei der Wehranlage, sondern oft kilometerweit von dieser entfernt. Mit dieser Methode kann viel Fallhöhe gewonnen werden, weil der Flusslauf verkürzt wird. Ein Beispiel

dafür ist das Innkraftwerk bei Imst. Dabei wird die Innschleife bei Landeck abgekürzt und eine hohe Fallhöhe erzielt.<sup>76</sup>

Ein besonderes Beispiel eines Ausleitungskraftwerkes ist das Kraftwerk Schwarzach.

Es handelt sich dabei um ein Ausleitungskraftwerk mit Tagesspeicher. Das Wasser der Salzach wird von der Wehranlage Högmoos bei Taxenbach aufgestaut und von einem Triebwasserstollen zum 16 km entfernten Ausgleichsbecken Brandstatt geleitet. Dort wird es zwischen gestaut und bei Spitzenlastbedarf im tiefer liegenden Kraftwerk Schwarzach abgearbeitet.<sup>77</sup>

Die Stromproduktion von Laufkraftwerke ist abhängig von der Wasserführung. Bei Hochwasser steigt der Wasserspiegel unterhalb der Anlage soweit an, das der Höhenunterschied nicht mehr zur Stromproduktion ausreicht. Es kommt dadurch zu einem Erzeugungsverlust, der kurzfristig durch Pumpspeicherkraftwerke ersetzt werden muss.<sup>78</sup>

Die Austrian Hydro Power besitzt in Österreich 88 Flusskraftwerke. Die größten befinden sich an der Donau, am Inn, an der Salzach und an der Drau. Hier werden die Flusskraftwerke aneinander gereiht und bilden eine so genannte Kraftwerkskette. Die witterungsbedingte Abhängigkeit der Wasserführung und damit der Stromerzeugung wird durch die Anzahl der Erzeugungskapazitäten wettgemacht.<sup>79</sup>

Die Speicherkraftwerke der Tauern beeinflussen die Wasserführung der Salzach maßgeblich. Im Winter, wo die Wassermenge in den Flüssen normal niedriger ist, kommt es zu einer Steigerung durch das Leeren der Speicherseen.

### Beispiele für Flusskraftwerke:

#### Drei- Schluchten- Damm in China



#### Krafthaus Schwarzach



#### Ausgleichsbecken Brandstatt



Quellen:

Abb.25: URL: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7c/Dreischluchtendamm\\_hauptwall\\_2006.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7c/Dreischluchtendamm_hauptwall_2006.jpg) (Abruf: 12.02.08)

Abb.26: URL: <http://www.verbund.at/cps/rde/xbcr/SID-3E1B22D8-2AE7D8EF/internet/Prospekt-Salzburg-deutsch.pdf> (Abruf: 12.02.08)

Abb.27: URL: <http://www.verbund.at/cps/rde/xbcr/SID-3E1B22D8-2AE7D8EF/internet/Prospekt-Salzburg-deutsch.pdf> (Abruf: 12.02.08)

<sup>76</sup> Vgl. Wikimedia Foundation; Laufwasserkraft; URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Laufkraftwerk> (Abruf: 18.02.08)

<sup>77</sup> Vgl. VERBUND-Austrian Hydro Power AG (Verleger); Die Wasserkraftwerke der AHP; Auflage: Juli 2007; URL: <http://www.verbund.at/cps/rde/xbcr/SID-3E1B22D8-2AE7D8EF/internet/Prospekt-Salzburg-deutsch.pdf> (Abruf: 10.02.08)

<sup>78</sup> Vgl. Elisabeth Glasner; Pädagogischen Akademie der Diözese Linz; Wasserkraft; URL: <http://gw.eduhi.at/thema/energie/wasser/wasserk.htm> (Abruf: 10.2.08)

<sup>79</sup> Vgl. AustrianHydroPower AG (Verleger); Prospekt Austrian Hydro Power; S.9

## 4.2 Speicherkraftwerk:

### Funktionsweise:

Speicherkraftwerke nutzen das gesammelte Schmelz- und Regenwasser in einem Stausee zur Energiegewinnung. Teilweise wird auch Wasser aus anderen Tälern durch künstlich angelegte Beileitungstollen in den Stausee zusammengeleitet. Das Wasser aus diesem riesigen Einzugsgebiet wird dann mit einer Staumauer (auch als Talsperre bezeichnet) aufgestaut.

Über einen Druckstollen wird das gesammelte Wasser zum Krafthaus und durch die Turbine geleitet. Bei den verwendeten Turbinen handelt es sich wegen der hohen Fallhöhe entweder um Pelton- oder Francisturbinen.

Die Leistung eines Speicherkraftwerkes wird bestimmt durch den Höhenunterschied zwischen Stausee und Krafthaus. Auf Grund dieser enormen Fallhöhe des Wassers entsteht ein so großer Druck, dass man nur wenig Wasser benötigt um den Generator anzutreiben.<sup>80</sup>

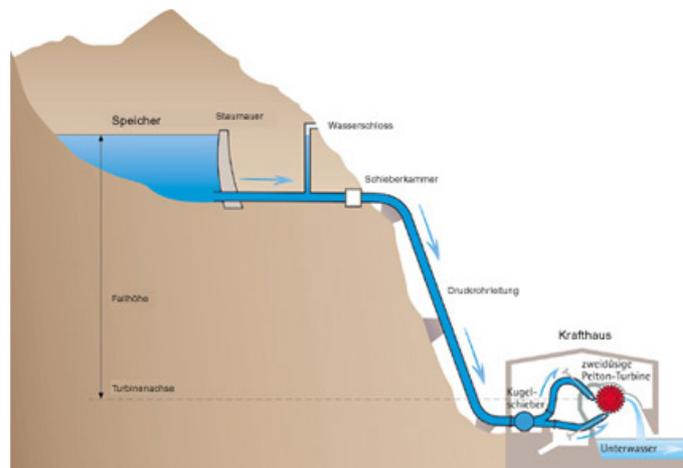


Abb. 28 Schema Speicherkraftwerk  
© Verbund; NHB 06; S.21

### Verschiedene Speicherkraftwerke:

Abhängig von der Größe des Speichers werden Stauseen eingeteilt in Tages-, Wochen- und Jahresspeicher. Bei einem **Tagesspeicher** reicht der Speicherinhalt um die Bedarfsspitzen eines Tages zu decken. In Summe sind das meistens 8 bis 10 Volllaststunden. Ein Beispiel dafür ist der Tagesspeicher Brandstatt des Kraftwerkes Schwarzach. Es ist gleichzeitig auch ein Speicherkraftwerk und wurde bereits im Kapitel Ausleitungskraftwerke besprochen.

Ein **Wochenspeicher** hat genug Wasser, um das dazu gehörige Kraftwerk eine Woche lang Strom liefern zu lassen.

Große Speicherkraftwerke, die man vor allem in den Alpen findet, können über das ganze Jahr hinweg Wasser aufnehmen. Sie nennt man **Jahresspeicher**. Vor allem das Schmelzwasser von den Gletschern im Frühjahr wird aufgefangen. So kann das große Wasserangebot vom Sommer in das Winterhalbjahr umgelagert werden und dann das geringe Wasserangebot für Flusskraftwerke merklich erhöhen.<sup>81</sup>

<sup>80</sup> Vgl. Elisabeth Glasner; Pädagogischen Akademie der Diözese Linz; Wasserkraft; URL: <http://gw.eduhi.at/thema/energie/wasser/wasserk.htm> (Abruf: 10.2.08)

<sup>81</sup> Vgl. Vertrauen in die Kraft des Wassers; S. 33 & S.66

### Hauptaufgaben der Speicherkraftwerke:

- **Saisonale Umlagerung des Wasserangebots**

Speicherkraftwerke ermöglichen es, das im Laufe eines Jahres anfallende Wasser zu sammeln und dann zu elektrischer Energie umzuwandeln, wenn es der Verbrauch erfordert. So kann das große Wasserangebot

des Sommers, das durch die Schneeschmelze und Niederschläge verursacht wird, in das Winterhalbjahr umgelagert werden, wo die Wasserführung in den Flüssen niedriger, der Strombedarf aber hoch ist.

Bei kleinen Stauseen wird diese Ausgleichsfunktion im Bereich von einigen Tagen oder Wochen verwendet. Diese Tages- und Wochenspeicher werden ebenfalls bei Bedarf wieder geleert.

Noch dazu kommt es durch das Leeren der Speicherseen im Winter zu einer Aufwertung der Unterliegerkraftwerke.<sup>82</sup>

- **Ersatz bei Kraftwerksausfällen**

Eine wichtige Funktion von Speicherkraftwerken ist die Reservehaltung für den Fall von Kraftwerksausfällen. Je mehr thermische Kraftwerke es im österreichischen Strommarkt gibt, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine Einheit ausfällt, denn thermische Kraftwerke weisen eine höhere Ausfallswahrscheinlichkeit auf als Wasserkraftwerke.

Bei Ausfällen von einzelnen Maschinen oder ganzen Kraftwerken, die für den Bandstrom zuständig sind, stellt die rasche Verfügbarkeit der Speicherkraft einen bedeutsamen Sicherheitsfaktor dar. Ein Teil der gesamten Last wird übernommen, bis die ausgefallene Anlage wieder zur Verfügung steht oder andere thermische Kraftwerke hochgefahren werden konnten.<sup>83</sup>

Die Abbildung zeigt den Einsatz von Speicherkraftwerken im Reservefall. Im Gegensatz zu den vorherigen Abbildungen, die sich vor allem auf Österreich bezogen haben, sieht man in diesem europäischen Bild auch einen hohen Anteil von Atomenergie an der Gesamtstromerzeugung.

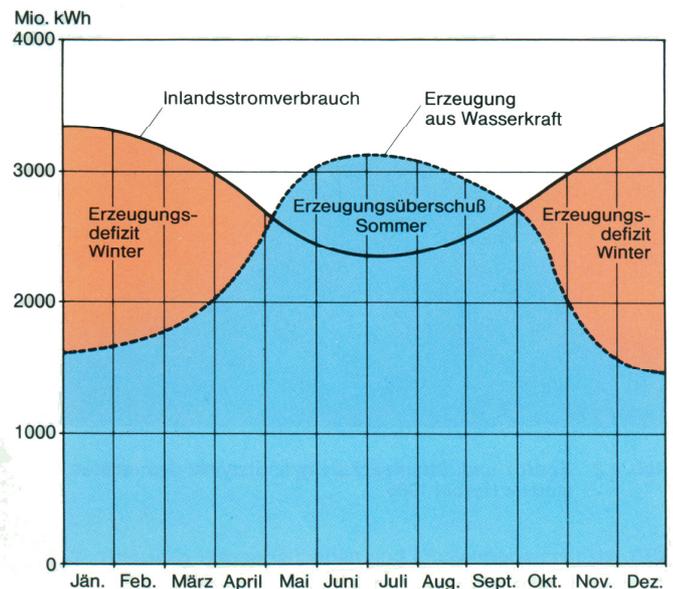


Abb. 29 Elektrizitätsversorgung in Österreich: Gegenüberstellung der Jahrgangslinie des Verbrauches mit jener der Aufbringung in Wasserkraftwerken

Quelle: Vertrauen in die Kraft des Wassers; S.33

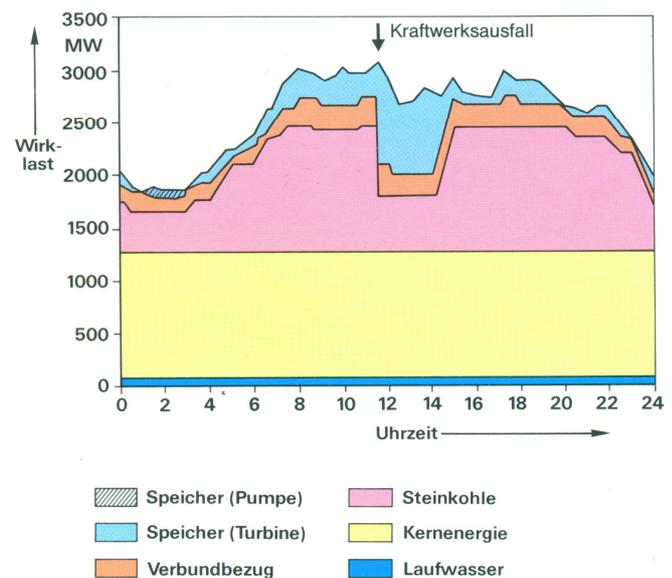


Abb. 30 Einsatz der Speicherkraftwerke im Reservefall  
Quelle: Vertrauen in die Kraft des Wassers; S.84

<sup>82</sup> Vgl. Vertrauen in die Kraft des Wassers; S.33

<sup>83</sup> Vgl. Vertrauen in die Kraft des Wassers, S.65

- **Deckung von Bedarfsspitzen**

Der Bedarf an elektrischer Energie ändert sich im Laufe eines Tages stark. Der Maximalbedarf wird meistens um die Mittagszeit erreicht, der minimale Bedarf zwischen Mitternacht und ca. 6 Uhr. Die Abbildung zeigt ein Beispiel, wie der Bedarf eines Wasserkraftlandes wie Österreich gedeckt wird. Da die Erzeugung und der Bedarf immer gleich sein müssen, braucht es verschiedene Kraftwerkstypen, um dies sicherzustellen.

Für den **Grundlastverbrauch** sind vor allem Laufkraftwerke (LKW), aber auch Wärmekraftwerke (DKW= Dampfkraftwerk) verantwortlich. Sie liefern den so genannten Bandstrom (Grundlaststrom). In anderen Ländern dienen dazu mehrheitlich Kohle- und Atomkraftwerke. Der Grundlaststrom wird von Kraftwerken bezogen, die ihre Leistung nur sehr langsam oder gar nicht verändern können. Die Produktion bleibt über 24 Stunden annähernd konstant. Sie sind nicht oder nur sehr schwer regelbar und sind daher gezwungen,

zu jeder Zeit einen Abnehmer zu finden. Bei niedrigem Bedarf ist diese Energie billiger. Im Gegensatz dazu steht der **Spitzenstrom**, der die stark schwankende Belastung im Spitzenbereich abdecken muss. Dieser kommt vorwiegend aus Speicherkraftwerken (TSP = Tagesspeicher; JSP = Jahresspeicher) oder wird importiert.

Ein besonders hoher Strombedarf kann zu bestimmten Tages- aber auch Jahreszeiten entstehen. So zum Beispiel an besonders kalten Tagen oder bei regionalen Großveranstaltungen. Diese Funktion der Regelenenergie muss innerhalb kürzester Zeit zur Verfügung stehen und ist darum wesentlich teurer als der reguläre Bandstrom. Zu erkennen ist diese Strompreisschwankung an der schwarzen Linie (EEX- Preis). Dieser steigt mit dem Bedarf an Regelenenergie an.

Für den Ausgleich der täglichen Belastungsschwankungen spielt auch eine andere Art der Speicherkraft eine bedeutende Rolle: Die Pumpspeicherung. Diese wird im Kapitel Pumpspeicherkraftwerk noch näher erklärt.

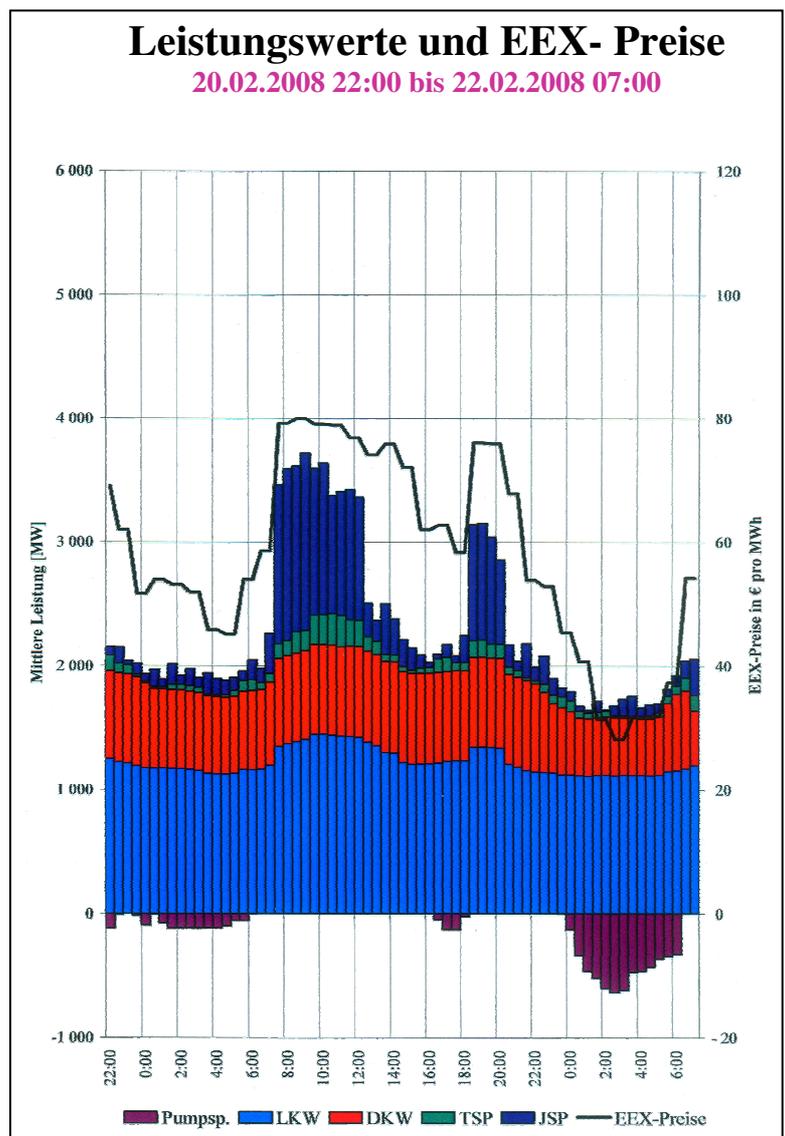


Abb. 31 Quelle: Intranet Verbund; ETP/ Hackl, Kaar, Mayer, 25.02.2008;

- **Netzregelung**

Eine wichtige Aufgabe von Speicherkraftwerken ist die Netzregelung. Die Turbinen können innerhalb kürzester Zeit Leistungsänderungen vornehmen. So können plötzlich auftretende Belastungsschwankungen ausgeglichen werden.<sup>84</sup> Dies trifft nicht nur auf den nationalen Bedarf zu, sondern erlangt durch die fortschreitende Liberalisierung eine internationale Bedeutung. Beim Export bzw. Import von Strom muss eine gewisse Frequenz garantiert werden. Details zur Netzregelung siehe Kapitel Primär-, Sekundär- und Tertiärregelung.

- **Ergänzung zur Windstromerzeugung**

Das schwankende Windangebot kann durch Speicherkraftwerke jederzeit und sekundenschnell ausgeglichen werden. Fehlende Windenergie wird durch den Einsatz von Speicherkraftwerken kompensiert.

- **„Schwarzstartfähige“ Kraftwerke**

Ein Vorteil der Speicherkraftwerke liegt darin, dass sie schwarzstartfähig sind. Darunter versteht man die Fähigkeit, nach einem totalen Netz- Blackout bereits nach kurzer Zeit wieder ein Stromnetz aufzubauen. Ein Speicherkraftwerk braucht keine stundenlangen Vorlaufzeiten und ist schon nach wenigen Minuten einsatzbereit.

Dadurch können andere Kraftwerke, die nicht schwarzstartfähig sind, wieder anlaufen und Strom produzieren. Im Gegensatz dazu brauchen zum Beispiel Atomkraftwerke zum Hochfahren viel elektrische Energie, bevor sie selbst in Betrieb gehen können.<sup>85</sup>

#### Vorteile von Speicherkraftwerken:

- **Lebensdauer und Kosten**

Im Vergleich zu Wärmekraftwerken haben Speicherkraftwerke eine bedeutend längere Lebensdauer. Thermische Kraftwerke erreichen bei etwa 35 Jahren bereits ihre Altersgrenze. Es gibt zahlreiche Speicherkraftwerke, die schon beinahe 100 Jahre in Betrieb sind.

Die Errichtung von Speicherkraftwerken ist wegen der schwierigen Erreichbarkeit im Hochgebirge in der Bauphase ziemlich teuer. Ist es erst einmal fertig gestellt, ist der Betrieb im Vergleich relativ billig, da keine zusätzlichen Rohstoffe nötig sind.<sup>86</sup>

- **Umweltfreundliche Stromgewinnung**

Speicherkraftwerke arbeiten absolut ohne CO<sub>2</sub> Emissionen. Auf Grund des Kreislaufes von Wasser wird diese Form der Energiegewinnung als erneuerbare Energie bezeichnet.

- **Hochwasserschutz:**

Speicherkraftwerke leisten in den Alpentälern einen wichtigen Beitrag zum Hochwasserschutz. Sie dienen als Rückhaltebecken von großen Niederschlagsmengen. Die früher regelmäßig von Überflutungen heimgesuchten Gebirgstäler erhalten durch Speicherkraftwerke einen wirksamen Hochwasserschutz.<sup>87</sup>

<sup>84</sup> Vgl. Vertrauen in die Kraft des Wassers, S.65

<sup>85</sup> Vgl. Wikimeida Foundation; Speicherkraftwerk; URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Speicherkraftwerk> (Abruf: 7.12.07)

<sup>86</sup> Vgl. speicherkraftwerk.com; URL : <http://www.speicherkraftwerk.com/Vorteile-Nachteile.html> (Abruf: 7.12.07)

<sup>87</sup> Vgl. Vertrauen in die Kraft des Wassers; S.37

- **Trinkwasserspeicher:**

In manchen Regionen werden Speicherkraftwerke auch als Trinkwasserreservoir verwendet.

### Beispiele für Speicherkraftwerke:

#### Der Hoover-Staudamm in den USA



#### Speicherkraftwerk Kaprun Hauptstufe



Abb.32: URL: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/34/Hoover\\_dam.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/34/Hoover_dam.jpg) (Abruf: 12.02.08)

Abb.33: URL: <http://www.verbund.at/cps/rde/xbc/SID-3E1B22D8-2AE7D8EF/internet/Prospekt-Salzburg-deutsch.pdf> (Abruf: 12.02.08)

### Kritikpunkte:

- **Wasserangebot:**

Die Unternehmen sind auf das vorhandene Wasservorkommen angewiesen. Vor allem in Zeiten, in denen die Gletscher immer mehr zurückgehen, ist es fraglich, ob sich ein Speicherkraftwerk auch nach dem Verschwinden der Gletscher noch rentieren wird. Ob die Niederschläge ausreichen werden, um Speicherkraftwerke auch in Zukunft sicher betreiben zu können, ist aus heutiger Sicht noch nicht feststellbar. Es wird stark davon abhängen, wie weit sich das Klima noch verändern wird.

- **Umwelteinfluss:**

Die Idee von Speicherkraftwerken klingt nach einer allgemein gültigen Alternative. Doch gibt es weltweit nur sehr wenige Orte auf der Welt, wo solche Projekte verwirklicht werden können. Für die sinnvolle Errichtung eines Speicherkraftwerkes muss ein gewisser Höhenunterschied vorhanden sein.

Darüber hinaus braucht jedes Wasserkraftwerk einen Stausee bzw. einen Rückstauraum, der großen Einfluss auf Natur und Umwelt ausübt. Das empfindliche Gleichgewicht eines Ökosystems kann durch die Bauarbeiten gekippt werden. Lebensräume aber auch Nutzflächen werden weiträumig überflutet und Menschen müssen ihre Wohngebiete verlassen.

Die Veränderung der Wasserführung von Flüssen durch Ausleitung von bestimmten Wassermengen bedeuten ebenfalls einen ökologisch spürbaren Eingriff.

- **Zusätzliche Leitungen**

Speicherkraftwerke brauchen bekannterweise eine große Fläche und müssen deshalb relativ weit entfernt von den städtischen Verbraucherstellen gebaut werden. Diese Strecken müssen durch Stromleitungen überwunden werden, was einen erneuten Investitionsfaktor verursacht und bei der Bevölkerung Unmut verbreitet (Siehe Salzburg 380 kV- Leitung).<sup>88</sup>

<sup>88</sup> Vgl. [speicherkraftwerk.com](http://www.speicherkraftwerk.com); URL : <http://www.speicherkraftwerk.com/Vorteile-Nachteile.html> (Abruf: 7.12.07)

## 4.3 Pumpspeicherkraftwerk

Eine besondere Form der Speicherkraftwerke, die eine wichtige Rolle für die Regelenergie am liberalisierten Markt spielt, ist das Pumpspeicherkraftwerk.

### 4.3.1 Funktionsweise:

Ein Pumpspeicherkraftwerk besteht in der Regel aus zwei Wasserbecken, die unterschiedlich hoch gelegen sind. Wird elektrische Energie benötigt, fließt das Wasser vom oberen Becken in das untere und läuft auf dem Weg dorthin durch eine Turbine, wodurch Strom erzeugt wird. Dieses System funktioniert noch gleich wie bei einem normalen Speicherkraftwerk. Das besondere Kennzeichen eines Pumpspeicherkraftwerkes ist der reversible Anlagenbetrieb. Zu Zeiten, wo nur eine geringe Stromnachfrage herrscht, wie zum Beispiel in der Nacht, wird mit „überschüssigem“ Strom das Wasser aus dem unteren See nach oben gepumpt.

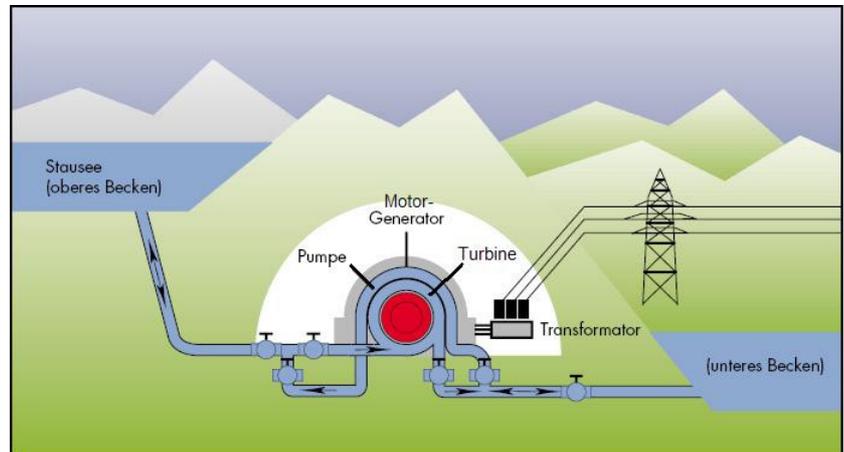


Abb. 34 Schema Pumpspeicherkraftwerk;  
URL: [http://www.thema-energie.de/article/show\\_hbpopup.cfm?aid=4415#](http://www.thema-energie.de/article/show_hbpopup.cfm?aid=4415#)  
(Abruf: 7.12.07)

Technisch gesehen besteht die Anlage eines Pumpspeicherkraftwerkes aus einer Turbine, einem Motor und einer Pumpe, die auf einer Welle montiert sind. Wird nun Strom benötigt, wird die Turbine vom Wasser aus dem oberen Becken angetrieben und der Motor-Generator erzeugt als Generator Energie. Das Wasser fließt vom Oberbecken in das Unterbecken und wird dort gesammelt.

Besteht nun ein Überschuss an Leistung im Netz arbeitet der Motor-Generator als Motor und treibt somit die Pumpe an. Dadurch wird Wasser aus dem unteren Becken in das obere gepumpt.

In manchen Pumpspeicherkraftwerken findet man auch die Variante, dass eine Turbine gleichzeitig auch die Pumpe ist. Diese wird allgemein als Pumpenturbine bezeichnet. Diese kann in beide Richtungen durchströmt werden und entweder als Pumpe oder Turbine fungieren. Sie läuft dabei in unterschiedliche Drehrichtungen.<sup>89</sup>

Zu einem späteren Zeitpunkt kann das hochgepumpte Wasser bei Bedarf wieder zur Stromerzeugung in den Turbinen genutzt werden. Somit wird das gleiche Wasser mehrere Male verwendet.

Durch diese Technik wird die Energie der Schwachlastzeit in die Spitzenlastzeit verlagert und somit die Wertigkeit erhöht.

Erzeugen zum Beispiel Flusskraftwerke zu viel Strom, zum Beispiel in der Nacht, so wird dieser Strom zum Pumpen in den Speicherkraftwerken verwendet.

<sup>89</sup> Vgl. Wikimedia Foundation; Pumpspeicherkraftwerk; URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Pumpspeicherkraftwerk>  
(Abruf: 7.12.07)

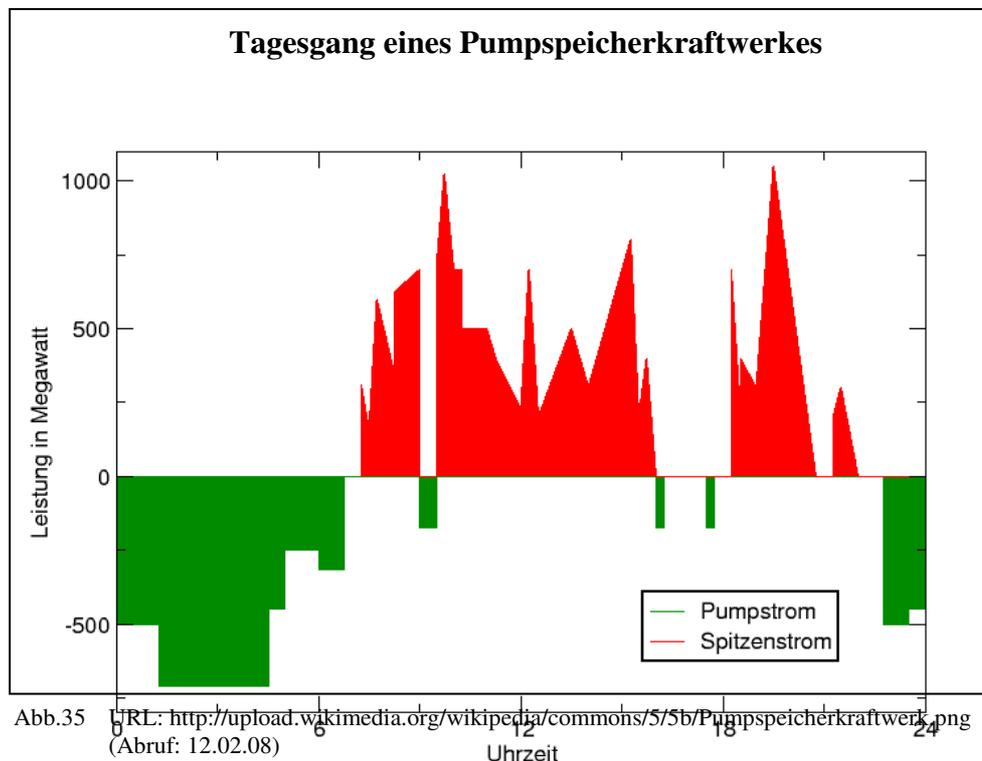
## 4.3.2 Bedeutung:

### 4.3.2.1 Steigerung der flexiblen Leistung durch Regelenergie

Der Begriff Regelenergie wurde in dieser Arbeit bereits erklärt (2.2). Sie ist nötig, um die Versorgung der Verbraucher auch bei plötzlichen, nicht prognostizierbaren Ereignissen und bei schwankendem Verbrauch aufrecht zu erhalten. Die Regelleistung kann nur bei Kraftwerken abgerufen werden, deren Leistung sich rasch anpassen bzw. regeln lässt. Dazu zählen zum einen Gasturbinenkraftwerke aber vor allem Pumpspeicherkraftwerke.

Regelenergie wird heute nicht nur mehr bei Ausfällen von anderen Kraftwerken benötigt. Durch die Forcierung der alternativen Energien, vor allem Photovoltaikanlagen und Windkraftanlagen, kommt es immer öfter zu plötzlichen Frequenzschwankungen. Verursacht werden diese zum Beispiel durch unvorhergesehene Stürme oder Flauten. Näheres dazu folgt im Kapitel „Wasserkraft im Dienste der Windkraft“ (4.3.2). Die fehlende Kapazität muss durch die teure Regelenergie gedeckt werden, zum Beispiel durch Pumpspeicherkraftwerke. Diese stehen innerhalb von Minuten zur Verfügung und können flexibel eingesetzt werden. Im Vergleich dazu benötigen thermische Kraftwerke mehrer Stunden, um ihre Leistung dem Verbrauch anzupassen.

Pumpspeicherkraftwerke bieten vor allem die Möglichkeit, plötzliche Bedarfsspitzen oder Verbrauchseinbrüche aufzufangen.



Wie aus der Grafik ersichtlich, wird der meiste Spitzenstrom in der Früh, zu Mittag und gegen Abend gebraucht. In der Nacht wird der billige Strom für den Pumpbetrieb verwendet. Ausnahmen können durch plötzliche Kälte oder Dunkelheit hervorgerufen werden.

#### 4.3.2.2 Arbeits- und Leistungsdeckung:

Österreich ist wie kein anderes Land von den Laufkraftwerken dominiert. Doch um die Versorgungssicherheit zu garantieren, muss eine ausgewogene Zusammensetzung des Kraftwerkparcs mit den einzelnen Kraftwerkstypen erfolgen. Naturgemäß weisen Laufkraftwerke starke Schwankungen in ihrer Erzeugung auf. Diese entstehen nicht nur durch die Jahreszeiten, also durch Winter und Sommer, sondern auch durch Nass- und Trockenperioden. Um diese Schwankungen auszugleichen, benötigt man in dem hydraulisch- thermischen Verbundbetrieb Speicherkraftwerke.

Pumpspeicherkraftwerke ermöglichen jedoch erst einen sinnvollen Einsatz von thermischen Kraftwerken. Kohlekraftwerke zum Beispiel können nur Bandstrom liefern, können also nicht oder nur schwer reguliert werden und brauchen mehrere Tage, um überhaupt an- oder abgeschaltet werden zu können. So kann bei wenig Stromverbrauch die zur Verfügung stehende Überschussenergie zum Pumpen verwendet werden. Die Wärmekraftwerke steuern jedoch einen immer geringeren Teil bei, weil viele Werke unrentabel wurden und stillgelegt werden mussten.

Neben der Arbeitsreserve müssen Pumpspeicherkraftwerke immer mehr die Leistungsreserve stellen, sowohl für Turbinen- als auch Pumpreserve. Dies erfordert einen erhöhten Pumpbetrieb. Dadurch wird auch die Arbeitsleistung von der natürlichen Wasserführung unabhängig.<sup>90</sup>

---

<sup>90</sup> Vgl. Wagner/EBH; Projekt Limberg II; Technischer Bericht zur Naturschutzrechtlichen Einreichung; S.15

### 4.3.2.3 Wasserkraft im Dienst des Windstroms:

Eines der Hauptargumente für den Bau von Pumpspeicherkraftwerken ist die Partnerschaft mit Windkraftanlagen. Wird das Wasser mit Windkraft in die Speicherseen gepumpt, kann sauberer Strom aus Wasser mit Windkraft kombiniert werden.

Windkraft gilt als Vorzeigeprodukt der erneuerbaren Energien und wird vor allem in Deutschland stark gefördert. In Österreich ist der Windkraftboom jedoch bereits abgeflaut.

#### Windkraftboom:

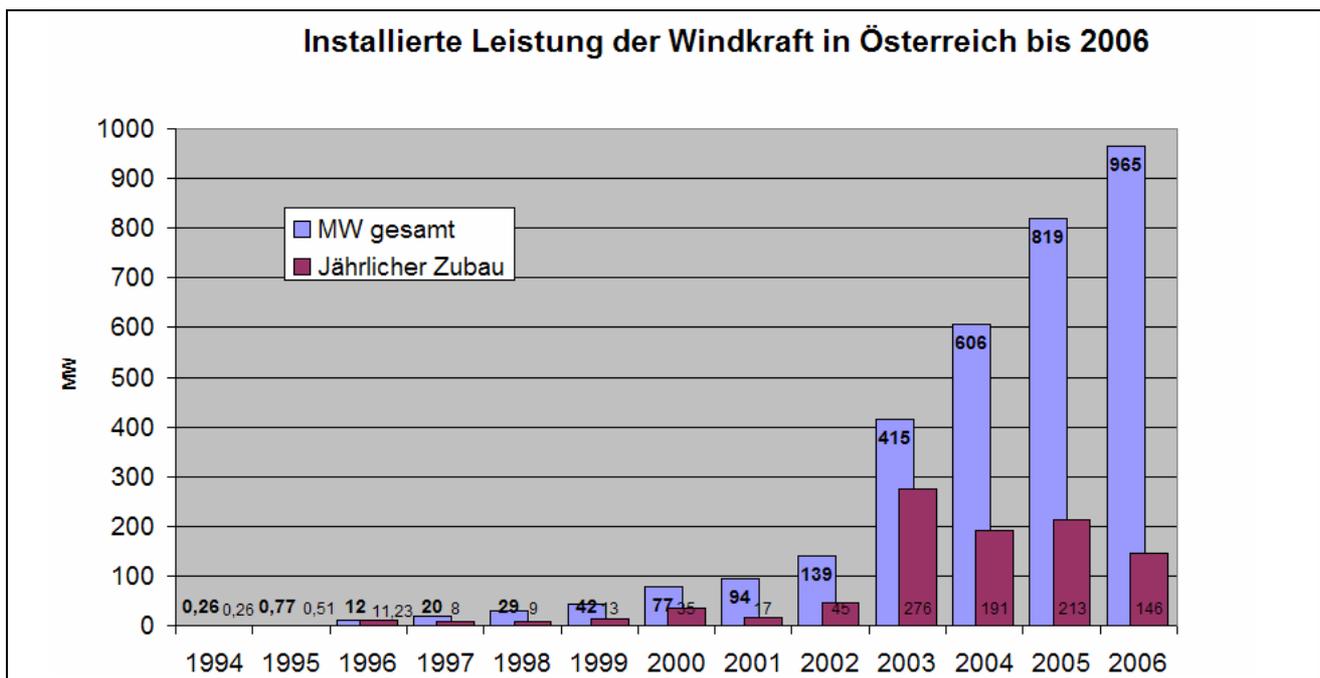


Abb. 36 Installierte Leistung der Windkraft in Österreich bis 2006  
 Diagramm: © Weilguny; Datenquelle: Austrian Wind Energy Association;  
 URL: [http://www.igwindkraft.at/?mdoc\\_id=1005374](http://www.igwindkraft.at/?mdoc_id=1005374) (Abruf: 18.02.08)

Wie aus der Grafik ersichtlich, kam es 2003 zu einem beeindruckenden Anstieg der Windkraftkapazität. Das neu beschlossene Ökostromgesetz machte den Bau vieler neuer Anlagen erst möglich. Wenn man sich die Import- Export Tabelle im Kapitel „Steigender Stromverbrauch“ (3.1) ansieht, so kann man hier einen kurzzeitigen Rückgang der Stromimporte in den darauf folgenden zwei Jahren feststellen. Doch durch den weiter ansteigenden Stromverbrauch und fehlende Neuinvestitionen wurde der Importwert bald wieder höher. Ebenfalls verdeutlicht ist in dieser Grafik der Rückgang des Ausbaus der Windkraftanlagen. In Österreich wurden im Jahr 2006 rund 146 MW an Windkraftleistung neu installiert. Im Jahr zuvor waren es noch 213 MW. Die seit 2006 geltende Novelle des Ökostromgesetzes hat den Ausbau der österreichischen Windkraft stark gebremst. Durch das reduzierte Fördersystem konnten weniger Windkraftwerke gebaut werden. Mit der Novelle ging die Rechtssicherheit und die Planungssicherheit für Betreiber von Windkraftparks verloren. Es wird befürchtet, dass 2007 gerade einmal 75 MW neuer Leistung ans Netz gingen. Die Boomjahre 2003, 2004 und 2005 bleiben ungeschlagen.

Mit einer Erzeugungskapazität von 965 MW liegt Österreich innerhalb der EU- 27 an der neunten Stelle.<sup>91</sup> Ein Grund für den Rückgang des Windkraftbooms sind auch die raren Standorte. Die besten Gebiete, wie das Weinviertel und das Nordburgenland, sind bereits ausgebaut. So entscheiden sich viele Unternehmen in geographisch günstigere Regionen zu investieren.<sup>92</sup> Ein Beispiel dafür ist die Salzburg AG, die gemeinsam mit anderen Energieversorgern aus Deutschland und der Schweiz an einem großen Off- Shore- Windprojekt in der Nordsee beteiligt ist.<sup>93</sup> Die größten Windkraftunternehmen in Österreich sind Vestas (mit einem Marktanteil von 56,9%) und Enercon (36,9%).<sup>94</sup>

International setzt sich der Windkraftboom jedoch weiter fort. Die größten Windkraftkapazitäten befinden sich in Deutschland mit 20.622 MW und Spanien mit 11.615MW.<sup>95</sup> Das Jahr 2005 war ein Rekordjahr für die Windkraft. Die gesamte installierte Nennleistung betrug 59.322 MW.<sup>96</sup>

### Problematik der Windkraft:

- *Prognose schwierig*

Der Wind weht, wann er will. Das Auftreten, die Dauer und auch die Stärke von Windströmungen sind schwer zu prognostizieren. Bei zu wenig Wind ist eine Stromerzeugung nicht möglich, bei zuviel Wind müssen die Anlagen ebenfalls aus Sicherheitsgründen abgeschaltet werden. Die Grafik verdeutlicht die extrem hohen Schwankungen der Windkraft im Vergleich zur Wasserkraft vom 20. bis zum 23.09.2004.

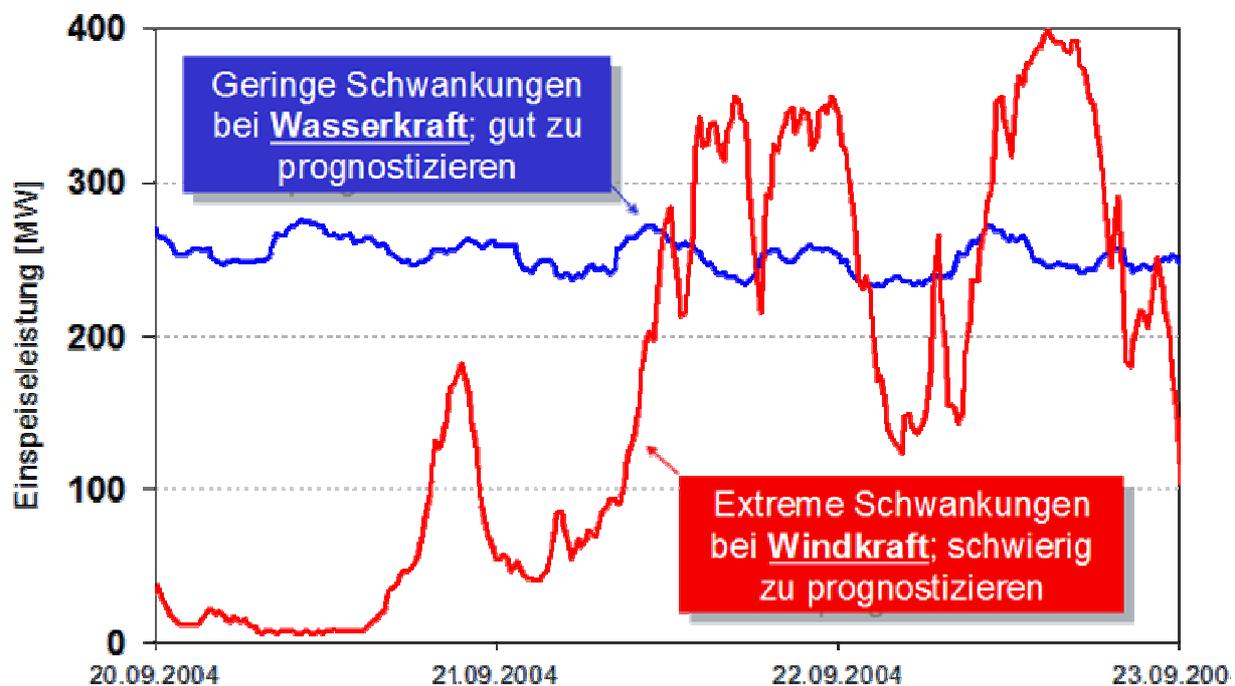


Abb. 37

Grafik: Verbund APG; Windfolien.ppt; Folie 4

<sup>91</sup> Vgl. SN; 02.02.07

<sup>92</sup> Vgl. SN; 30.06.06

<sup>93</sup> Vgl. Sigi Kämmerer u.A.: Lebens.linien. Nachrichten für Kunden der Salzburg AG; Nr.32/FEB. 2008; S.8

<sup>94</sup> Vgl. Austrian Wind Energy Association ; URL: [http://www.igwindkraft.at/?mdoc\\_id=1005374](http://www.igwindkraft.at/?mdoc_id=1005374) (Abruf: 12.02.08)

<sup>95</sup> Vgl. Wikimedia Foundation ; URL : <http://de.wikipedia.org/wiki/Windenergie> (Abruf; 12.02.08)

<sup>96</sup> Vgl. Austrian Wind Energy Association; [http://www.igwindkraft.at/index.php?mdoc\\_id=1003446](http://www.igwindkraft.at/index.php?mdoc_id=1003446) (Abruf: 12.02.08)

- **Extreme Windkraftschwankungen führen zu Überkapazitäten**

Durch extreme Windkraftschwankungen kann es zu Frequenzabweichungen im Netz kommen. Seit dem Beschluss des EEG (Erneuerbare- Energien Gesetz) genießt die Windkraft das Privileg, dass die Windenergie ohne Rücksicht auf den Verbrauch ins Netz geschickt werden muss. Dabei schiebt man die technisch problematischen Folgen einfach weiter auf den Netzbetreiber, der die Energie abnehmen muss. Dadurch kommt es zu Netzüberlastung, die bis an die technischen Grenzen gehen können. Der zunehmende Ausbau der Windkraftanlagen in Mitteleuropa destabilisiert also die Netze. Beim Verbund warnt man vor massiven Problemen, wenn erst die Marke der 1000 MW in Österreich überschritten werde. Gleichzeitig drängt man auf die Schließung der Lücke des 380 kV Ringes.<sup>97</sup>

Ein Beispiel dafür ist die Nacht vom 2. auf den 3. Jänner 2005, in der es in den österreichischen Netzen beinahe ein Blackout gegeben hätte. Es fegte ein starker Sturm über Österreich und so wurden von den Windkraftanlagen plötzlich rund 500 MW Leistung in das Stromnetz eingespeist. Dieses Ereignis war vorher nicht in der Art prognostiziert worden und so mussten auf Anweisung der APG die Pumpen der Speicherkraftwerke aktiviert werden, um den überschüssigen Strom zu verwerten.

Elektrizität kann man nicht nennenswert in größeren Mengen speichern und verliert sofort an Wert, wenn sie nicht verbraucht wird. Langfristig werden durch den zusätzlichen Ausbau der regenerativen Energien riesige Energiespeicher notwendig sein.<sup>98</sup>

#### **Pumpspeicherkraftwerke als Reservekraftwerke:**

Pumpspeicherkraftwerke bieten eine Möglichkeit, die schwankende Leistung aus natürlichen Energiequellen

besser in das Netz integrieren zu können. Durch den Bau von Windkraftwerken steigt der Bedarf an Energiespeichern. Produziert eine Windanlage auf Grund von plötzlichen Sturmböen mehr Strom als vorhergesehen, so muss Strom aus dem europaweiten Netz verbraucht werden. Dieses Überangebot wird verwendet, um die Speicher der Pumpspeicherkraftwerke zu füllen. So kann mit umweltfreundlich gewonnenem Strom aus Windkraft Wasser gespeichert werden.

Herrscht nun Flaute in den Gebieten der Windkraftanlagen, so kann die fehlende Energie von den Pumpspeicherkraftwerken geliefert werden.



Abb.38 Windkraft in Österreich (Fotomontage)  
URL: [http://www.alpenverein.at/naturschutz/windkraft\\_montage1.jpg](http://www.alpenverein.at/naturschutz/windkraft_montage1.jpg) (Abruf: 12.02.08)

<sup>97</sup> Vgl. SN; 29.01.05

<sup>98</sup> Vgl. SN; 29.01.05

Windkraft kann also ohne Pump- und Regelkraftwerken gar nicht richtig betrieben werden, da keine sichere Stromverwertung möglich wäre. Dasselbe gilt auch für Solarkraftwerke, die in diesem Fall an die schwankende Sonneneinstrahlung gebunden sind.<sup>99</sup> Da jedoch die Photovoltaikanlagen noch nicht in einem so großen Stil betrieben werden, fällt der Anteil relativ gering aus.

Ziel der Ökostromerzeuger in Verbindung mit den Betreibern der Pumpspeicherkraftwerke ist die effiziente Nutzung von Strom aus Windenergie. Dabei wird versucht, überschüssigen Windstrom in einem Pumpspeicherkraftwerk wirtschaftlich zu speichern. Ein Abschalten der Windkraftanlagen bei geringem Verbrauch wäre ökologisch und wirtschaftlich der komplett falsche Weg, weil die Energie verschenkt werden würde.

### **Benötigen mehr Windkraftanlagen wirklich mehr Regel- und Ausgleichsenergie?**

Durch die schwankende Windkraft kommt es zu einem Ungleichgewicht zwischen Erzeugung und Verbrauch. Dieser Unterschied muss mit Speicherkraftwerken, als regelbare Kraftwerke, ausgeregelt werden. Im Zuge meiner Recherchen bin ich auf einen Artikel des Bundesverbands WindEnergie e.V. gestoßen, der behauptet, dass der Ausbau der Windkraftanlagen keinen erhöhten Bedarf an Regelenergie bedeutet.

Laut dieser dena- Netzstudie ist der Bedarf an Regelenergie von 2002 bis 2004 um 12% gesunken. In diesem Zeitraum wurden aber große Mengen an Windleistung dazu gebaut. Dies liege vor allem daran, dass das Windaufkommen sehr gut prognostizierbar geworden sei. Die zu erwartende Windleistung könne bereits mit einem Fehler von nur 8% vorausgesagt werden. Um diesen Fehler auszuregeln, seien keine zusätzlichen Kraftwerke mehr nötig.

Es liegen jedoch ansonsten keine unabhängig ermittelten Zahlen vor, die einen Beleg für einen erhöhten Regelbedarf durch die Windenergie liefern würden.

Die großen Energieunternehmen wie Eon und Verbund sehen das anders. Man gebe jährlich Millionen von Euro für die Regelenergie aus.<sup>100</sup>



Abb.39 Windräder

URL: [http://www.vem-group.com/mediadb/image\\_1/windrad.jpg](http://www.vem-group.com/mediadb/image_1/windrad.jpg)  
(Abruf: 12.02.08)

<sup>99</sup> Vgl. TIWAG- Tiroler Wasserkraft AG; URL: [http://www.tiroler-wasserkraft.at/service/presse\\_service/pressemitteilungen/01502/index.php](http://www.tiroler-wasserkraft.at/service/presse_service/pressemitteilungen/01502/index.php) (Abruf: 18.02.08)

<sup>100</sup> Vgl. Bundesverband WindEnergie e.V.; Wie hoch ist der Bedarf wirklich?; URL: <http://www.windenergie.de/de/themen/windenergie-im-stromnetz/regelenergie/regelenergie-bedarf/> (Abruf: 12.02.08)

Um die Frage zu klären, ob Windkraftwerke wirklich unsere Netze destabilisieren und ob mehr Windkraft auch mehr Regelenenergie braucht, habe ich mich einer Diagrammdatenbank auf der Verbund- Webseite bedient. Darin sind seit dem Jahr 2006 die Elektrizitätsdefizite und -überschüsse, aber auch die Abrufe der Minutenreserve innerhalb der Regelzone der APG vermerkt und dargestellt. Diese werden jede ¼ Stunde aktualisiert. Um die Auswirkung der Windkraft heraus zu finden, habe ich das Diagramm vom Sonntag, dem 12.03.2006 gewählt.

Das Diagramm „Windkrafteinspeisung in MW“ zeigt die extremen Windkraftschwankungen am 12.03.2006. Verglichen werden dabei die prognostizierte Windkrafteinspeisung (blau) und die tatsächlich eingetretene Windkrafteinspeisung (rot). Innerhalb von nur einer Stunde ist um 500 MW mehr Strom aus Windkraft eingespeist worden.

Das Windvorkommen lag bis ca. 6:00 unter der Prognose. Aus dem zweiten Diagramm ist zu erkennen, dass auf Grund dieser zu niedrigen Prognose ein Defizit in der Regelzone APG zu vermerken war. Gegen 6:00 ist dann die Windkrafteinspeisung um 500 MW innerhalb einer Stunde angestiegen. Es kommt zu einem Ungleichgewicht in der gesamten Regelzone APG. Es muss innerhalb kürzester Zeit anstatt eines Defizits von 200 MW ein Überschuss von 250 MW ausgeregelt werden.

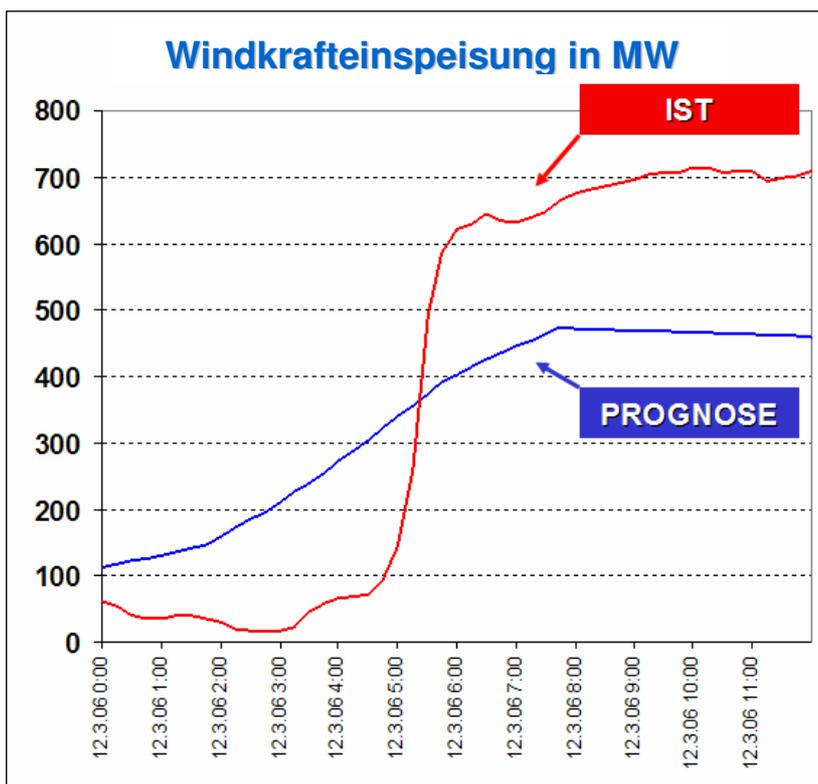


Abb.40

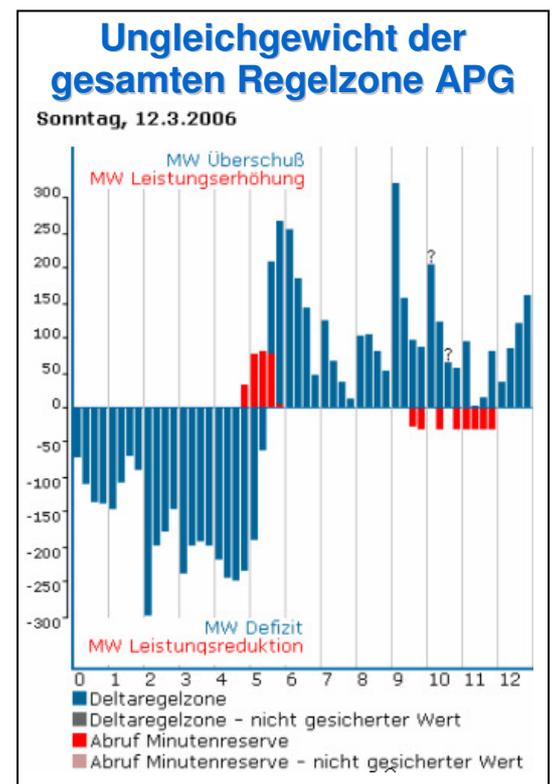


Diagramm Quelle: Windfolien1.ppt; Folie 20

**Folgerung:** Durch den Ausbau der Windkraft, der in Zukunft mit Sicherheit noch weiter forciert wird, werden die Netze noch weiter destabilisiert. Um die Versorgungssicherheit dennoch zu gewährleisten, werden Regelkraftwerke weiter an Bedeutung gewinnen.

#### 4.3.2.4 Das Pumpspeicherkraftwerk als Steuerungsorgan:

In Österreich obliegt der Verbund Gesellschaft die Führung über die Kontrolle des Ausgleichs zwischen Erzeugung und Bedarf. Es stellt sich nun die Frage, wie man das Gleichgewicht zu jedem Zeitpunkt aufrecht erhalten kann.

Auf der einen Seite steht die Summe der Abnehmer:

- Verbraucher
- Exportverträge
- Bedarf von Industrie und ÖBB
- Eigene Pumpspeicherung

Auf der anderen Seite die Summe der Aufbringungsmöglichkeiten:

- Angebot der Flusskraftwerke
- Speicherkraftwerke
- Wärmekraftwerke
- Importverträge
- Erneuerbare Energiequellen



Abb.41 Speicherkraftwerk Malta  
[http://www.verbund.at/static\\_verbund\\_internet/images/files\\_media/dmo\\_spk6\\_i.jpg](http://www.verbund.at/static_verbund_internet/images/files_media/dmo_spk6_i.jpg) (Abruf: 12.02.08)

Dazu gibt es, wie bereits ganz zu Beginn erklärt, einen durch Prognosen erstellten Fahrplan. Darin sind die Einsätze von thermischen Kraftwerken, Flusskraftwerken, Speicherkraftwerken, Importe, usw. festgelegt. Dazu hat der Hauptlastverteiler der Verbund Gesellschaft sowohl auf der Aufbringungsseite als auch auf der Bedarfsseite Möglichkeiten des Eingriffes. Kurzfristig kann mit Hilfe von regelbaren Kraftwerken wie den Speicherkraftwerken der Verbrauch gedeckt werden. Es gibt jedoch auch Komponenten, auf die der Hauptlastverteiler keinen Einfluss hat. Dazu zählt zum Beispiel das Angebot der Laufkraftwerke. Auf der Bedarfsseite hat der Hauptlastverteiler naturgemäß wenige Eingriffsmöglichkeiten. Die einzige Möglichkeit den Stromverbrauch gezielt zu ändern, ist die eigene Pumpspeicherung. Bei freier Energie können Pumpspeicherkraftwerke als zusätzlicher Bedarfsträger eingesetzt werden. Überflüssige Energie, die nicht sofort verbraucht wird, ginge sonst verloren.

Aufgrund dieser Tatsachen ist ersichtlich, dass Speicher- und vor allem Pumpspeicherkraftwerke für den Hauptlastverteiler ein wichtiges Instrument zum Ausgleich darstellen.

Bei steigendem Bedarf können Speicherkraftwerke diesen rasch abdecken. Bei freier Energie, die meistens aus dem reichlichen Laufwasserangebot im Sommer stammt, kann durch den Einsatz von Pumpspeicherkraftwerken billiger Strom in Spitzenstrom verlagert und somit veredelt werden.

Die Rolle der Speicherkraftwerke und im Speziellen der Pumpspeicherkraftwerke wird in Zukunft an Bedeutung zunehmen. Gründe dafür sind zum einen die Deckung des steigenden Spitzenstrombedarfs und zum anderen die Umlagerung der Energie aus Laufkraftwerken im Sommer in die Wintermonate. So können Exporte der heimischen Wasserkraft im Sommer vermieden und im Winter die Zahl der Importe reduziert werden. Für diese Umlagerung ist jedoch eine ausreichende Leistung aus Pumpspeicherkraftwerken nötig.<sup>101</sup>

<sup>101</sup> Vgl. Vertrauen in die Kraft des Wassers, S.67

#### 4.3.2.5 Stromveredelung:

##### Allgemeine Definition:

Unter Stromveredelung versteht man die Aufwertung von billigem Grundlaststrom zu teurem Spitzenstrom. Bei niedrigem Stromverbrauch wird die überflüssige Energie dazu verwendet, um Wasser aus dem unteren Becken in den oberen Stausee zu pumpen. Dies geschieht meistens nachts, wo der Verbrauch am geringsten ist. Dieser Grundlaststrom wird dann als Regelstrom in Form von Wasser zwischengespeichert. Steigt die Nachfrage, wird das Wasser wieder durch die Turbinen hinunter geleitet und es wird Spitzenstrom produziert. Dieser kann aufgrund der gestiegenen Nachfrage wieder teuer verkauft werden. Durch die relativ hohe Preisdifferenz zwischen billigem Grundlaststrom und Spitzenstrom ist diese Technik wirtschaftlich.

Doch der Begriff Stromveredelung klingt schon nicht mehr so positiv, wenn man über die Bestandteile des europäischen Strommixes nachdenkt.

##### Problematik: Wasserkraft im Dienst von Kohle- und Atomstrom

Die Idee, billigen Strom zum Hinaufpumpen zu verwenden, um ihn dann später wieder teuer zu verkaufen klingt einleuchtend und ökonomisch. Vor allem, weil immer mit der natürlichen Energie des Wassers gearbeitet wird. Doch laut dem Energieexperten Heini Glauser haben Pumpspeicherkraftwerke oft nichts mehr mit natürlicher Wasserkraft zu tun.<sup>102</sup> Denn der billige Strom für das Hinaufpumpen kommt zeitweise aus deutschen, tschechischen und russischen Kohle- und Atomkraftwerken. Diese können bei weniger Bedarf nicht einfach stundenweise herunter geregelt werden. Außerdem würde es wieder mehrere Tage dauern, sie wieder hochzufahren. Deshalb verwendet man den überschüssigen Bandstrom dieser Grundlastkraftwerke zum Hochpumpen des Wassers in die Stauseen und kann diesen dort zwischenlagern.<sup>103</sup>

Durch diesen Mechanismus finanziert der Wasserkrafterzeuger auch Atomkraftwerke. Ein Beispiel dafür ist die TIWAG, die beim Energiekonzern EON Bezugsrechte für Atomstrom hat. Sie finanziert daher den Urankauf, die Zwischenlagerung, die Wiederaufbereitung und auch die Endlagerung.

Diese Tatsache wird von den Energieunternehmen heute oft unter den Tisch gekehrt. Schließlich will man den Gedanken



Abb.42 Atomstromspeicher  
[http://www.dietiwag.org/mat/atom\\_tiwag.pdf](http://www.dietiwag.org/mat/atom_tiwag.pdf)  
 (Abruf: 12.02.08)

<sup>102</sup> Vgl. dietiwag.org; Die andere Seite der Tiroler Wasserkraft; Interview mit dem Schweizer Energieexperten Heini Glauser; URL: <http://dietiwag.org/index.php?id=1350> (Abruf: 21.12.07)

<sup>103</sup> Vgl. Schweizer Fernsehen: Kassensturz; 24.10.2006

der reinen Wasserkraft nicht zerstören.<sup>104</sup> Doch in den 80er Jahren hat sogar der Verband der Schweizer Elektrizitätsmärkte damit geworben, dass in Zukunft Pumpspeicherkraftwerke umso wichtiger werden, je größer der Anteil nuklearer Grundlastenergie sein wird.

Meiner Meinung nach wird in diesem Zusammenhang etwas vernachlässigt. Wie schon erklärt, wird mit Kohle- und Atomkraftwerken bzw. mit Importen gleichmäßiger Bandstrom produziert. Dieser kann nicht reguliert werden. Sinkt nun der Bedarf der Verbraucher in der Nacht unter das Niveau des Bandstroms, so besteht überschüssige Energie. Die beste Möglichkeit wäre, die Kraftwerke einfach weniger produzieren zu lassen. Da dies technisch nicht möglich ist, muss man eine andere Lösung finden. Ohne Pumpspeicherkraftwerke wäre ein Betrieb von thermischen Kraftwerken bzw. Atomkraftwerken nicht wirtschaftlich, da überschüssige Energie verschenkt werde bzw. verloren gehe.

In Zukunft werden die Uran-, Gas- und Kohleressourcen irgendwann zur Neige gehen und dann wird man die Pumpspeicherkraftwerke brauchen, um die erneuerbaren Energieformen zu unterstützen. Zum jetzigen Zeitpunkt ist eine Trennung von Atomkraft und Wärmekraft nicht möglich und um deren Betrieb zu garantieren, sind Pumpspeicherkraftwerke unverzichtbar.

- Stromvernichter:

Ein Kritikpunkt befasst sich mit den Pumpspeicherkraftwerken als Stromvernichter. Dieser Ausdruck zielt darauf hinaus, dass für das Hinaufpumpen um ein Drittel mehr Strom verbraucht wird, als durch das spätere Abarbeiten gewonnen werden kann. 30 % des eingesetzten Pumpstroms gehen also verloren. Das System des Pumpens ist also nur deshalb rentabel, weil die Preisdifferenz zwischen billigem Pumpstrom und teurem Spitzenstrom sehr groß ist.<sup>105</sup>

Auch hier möchte ich wieder betonen, dass Pumpspeicherkraftwerke immer noch die wirtschaftlichste Methode darstellen, um überschüssige Energie zu verwenden und die Netzfrequenz stabil auf 50Hz zu halten.

---

<sup>104</sup> Vgl. Dr. W. Retter; Netzwerk Wasser Osttirol, URL: [http://www.dietiwag.org/mat/atom\\_tiwag.pdf](http://www.dietiwag.org/mat/atom_tiwag.pdf) (Abruf: 12.02.08)

<sup>105</sup> Vgl. Schweizerische Energie-Stiftung; Pumpspeicherung; URL: <http://www.energiestiftung.ch> (Abruf: 12.02.08)

- Pumpspeicherkraftwerke bald nicht mehr wirtschaftlich?

Die Pumpspeicherung ist deshalb wirtschaftlich, weil der Preisunterschied zwischen Grundlaststrom und Spitzenstrom so groß ist. Doch man wird sich in ganz Europa darauf spezialisieren mehr Regelkraftwerke zu bauen. Dadurch wird der unregelbare Bandstrom abnehmen und mehr Regelenergie zur Verfügung stehen. Diese Energie soll aus Gaskraftwerken kommen, die ebenfalls regelbar sein werden. Es werden weniger Überkapazitäten auftreten und der Bandstrom wird teurer werden.

Es ist bekannt, dass der Preis für Öl und Kohle in den nächsten Jahren immer weiter steigen wird. Da der Bandstrom weltweit vor allem durch Öl- und Kohlekraftwerke gewonnen wird, führt dies ebenfalls zu einer weiteren Verteuerung des Bandstroms. Fällt die Preisdifferenz zwischen Billigstrom und teurem Strom unter ein gewisses Verhältnis, so wird die Pumpspeicherung zum Verlustgeschäft.<sup>106</sup> Obwohl in Österreich der Bandstrom zu 2/3 aus Wasserkraft erzeugt wird, könnte dieses Phänomen auch für Österreich zutreffen.

Bei diesem Punkt finde ich besonders interessant, dass in der Literatur über Kohlekraftwerke negativ berichtet wird, da deren Ressourcen begrenzt sind und sie massiv CO<sub>2</sub> ausstoßen. Doch nun plötzlich empfiehlt man den Bau von Gaskraftwerken als die Lösung. Diese werden mit Erdgas betrieben und erzeugen ebenfalls wieder CO<sub>2</sub> Abgase.

Darüber hinaus kann kein anderes Kraftwerk als das Pumpspeicherkraftwerk auch wieder überschüssige Energie aus dem Netz aufnehmen. Es bildet die einzige Möglichkeit eines bundesweiten Lastverteilers auf Bedarfsseite einzugreifen.

Es wird sich in Zukunft zeigen, inwieweit man in Europa auf Atomstrom verzichten können wird. Auf den Rückgang der Bedeutung von Öl- und Kohlekraftwerken werden wir uns jedoch mit Sicherheit einstellen müssen. Die Zukunft der Pumpstromspeicherung liegt aber vor allem in der Zunahme von erneuerbaren Energien.

---

<sup>106</sup> Vgl. [dietiwag.org](http://dietiwag.org); Die andere Seite der Tiroler Wasserkraft; Interview mit dem Schweizer Energieexperten Heini Glauser; URL: <http://dietiwag.org/index.php?id=1350> (Abruf: 21.12.07)

### 4.3.3 Beispiele für zukünftige Pumpspeicherprojekte

Der Bau von neuen Pump- bzw. Speicherkraftwerken wird auf Grund von Umweltauflagen und öffentlichen Initiativen immer schwieriger. Deshalb entschließt man sich immer öfter, bestehende Stauseen, die auch über ein Unterbecken verfügen, zu einem Pumpspeicherkraftwerk auszubauen. Zwei solche Projekte möchte ich hier vorstellen:

#### **Stubachtal: Pumpspeicherkraftwerk Tauernmoos:**

Ein weiteres geplantes Großprojekt im Pinzgau ist die Errichtung eines Pumpspeicherkraftwerkes der ÖBB. Die Kraftwerksgruppe im Uttendorfer Stubachtal ist eines von 8 eigenen Wasserkraftwerken zur Produktion von Bahnstrom. Diese Form von Strom wird extra für den Zugbetrieb produziert und unterscheidet sich vom „normalen Haushaltsstrom“ in der Frequenz.

Die ÖBB sind der größte Stromverbraucher in ganz Österreich. Jährlich wird von den Österreichischen Bundesbahnen gleich viel Strom verbraucht wie von ganz Vorarlberg. Durch die steigenden Stromkosten und den steigenden Stromverbrauch (bis zu 35%) ist der Bau eines eigenen Kraftwerkes wieder rentabel geworden.

Im Juni 2007 ist das Konzept für das neue Kraftwerk „Tauernmoos“ vorgestellt worden.

Das Pumpspeicherkraftwerk wird in die bestehenden Anlagen integriert. Die Turbinenhalle wird zwischen die beiden Speicherbecken Weißsee und Tauernmoossee unter Tage errichtet. Läuft alles nach Plan, soll der Bau im Frühjahr 2009 beginnen und 2012 fertig gestellt sein.

Wie beim Kraftwerk Limberg II werden nur geringe Eingriffe in die Natur notwendig sein. Für den Bau werden großteils bestehende Verkehrswege genützt und das Kraftwerk wird als Kavernenkraftwerk im Berg errichtet.

Die Bahnstromversorgung folgt, im Gegensatz zu dem bisher erklärten, eigenen Gesetzen. Fahren gleichzeitig mehrere Elektrolokomotiven los, so sind kurzzeitig enorme Strommengen erforderlich. Die daraus entstandenen Schwankungen können durch die Wasserkraft optimal ausgeglichen werden.

Mit der momentan existierenden Kraftwerksgruppe Stubachtal (Schneiderau, Uttendorf 1, Uttendorf 2 und Enzingerboden) können bis zu 40% des ÖBB- Spitzenstrombedarfs gedeckt werden.<sup>107</sup>

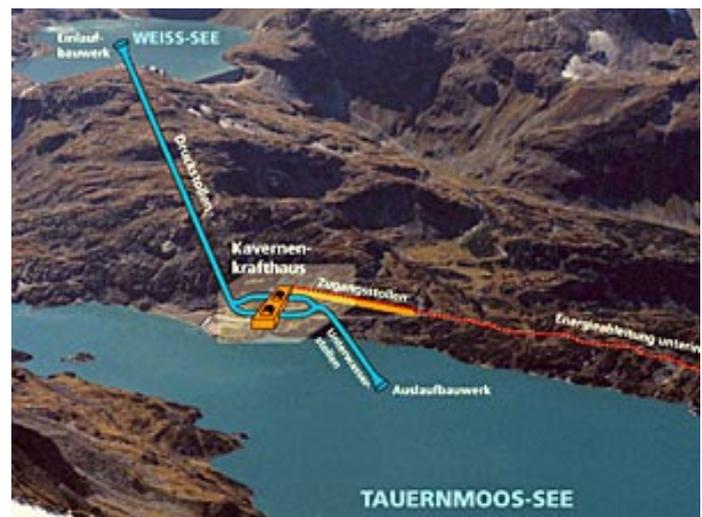


Abb.43 Pumpspeicherwerk Tauernmoos  
Pinzgauer Nachrichten; Thema der Woche; 06.06.07; S.5

<sup>107</sup> Vgl. Pinzgauer Nachrichten; Thema der Woche; 06.06.07; S.5

## Kaprun: Limberg II

Die derzeitige Kraftwerksanlage im hinteren Kapruner Tal wurde von 1938 bis 1955 errichtet und seither zweimal (1973 und 1986) erweitert. Sie besteht aus den beiden Jahresspeichern Mooserboden und Wasserfallboden und den Kraftwerken Kaprun- Oberstufe und Kaprun- Hauptstufe. Die damals eingebauten Turbinen gehörten zu den modernsten ihrer Art und leisten auch heute noch zuverlässig ihren Beitrag zur österreichischen Stromversorgung.

Als Ergänzung zu den bestehenden Anlagen der Kraftwerksgruppe Glockner- Kaprun errichtet die AHP im hinteren Kapruner Tal das neue Pumpspeicherwerk Limberg II. Es handelt sich dabei um ein Ausgleichs- und Regelkraftwerk. Mit den beiden Maschinensätzen kann nicht nur Strom produziert werden, sondern es kann auch Wasser aus dem Speicher Wasserfallboden in den höher gelegenen Speicher Mooserboden gepumpt werden. Die Gesamtinvestitionen belaufen sich auf 365 Millionen €.

Limberg II wird die Höhendifferenz zwischen den beiden Speichern Wasserfallboden und Mooserboden nutzen. Die Turbinenleistung der gesamten Kraftwerksgruppe wird dadurch von 353MW auf 833MW mehr als verdoppelt werden. Die Leistungsaufnahme im Pumpbetrieb wird von 130 MW auf 610 MW gesteigert. Landschaftlich gesehen wird Limberg II sehr verträglich errichtet, denn die Maschinensätze werden in eine unterirdische Kaverne eingebaut. Nach der Fertigstellung wird von Limberg II nur mehr das Tunnelportal der Zufahrtsstraße zu sehen sein.

In der rechten Talflanke wird ein rund 5,4 km langer Triebwasserstollen gebohrt, der die beiden Jahresspeicher miteinander verbinden wird.

Nach Fertigstellung wird Limberg II einen wichtigen Beitrag zur österreichischen Stromversorgung leisten, indem es wichtige Aufgaben der in vorderen Kapiteln beschriebenen Leistungserhöhung, der Leistungsreserve und des Netzregelvermögens übernehmen wird. Künftig wird Kaprun 10% der in Österreich benötigten Netzleistung zu Spitzenverbrauchszeiten zur Verfügung stellen.<sup>108</sup>

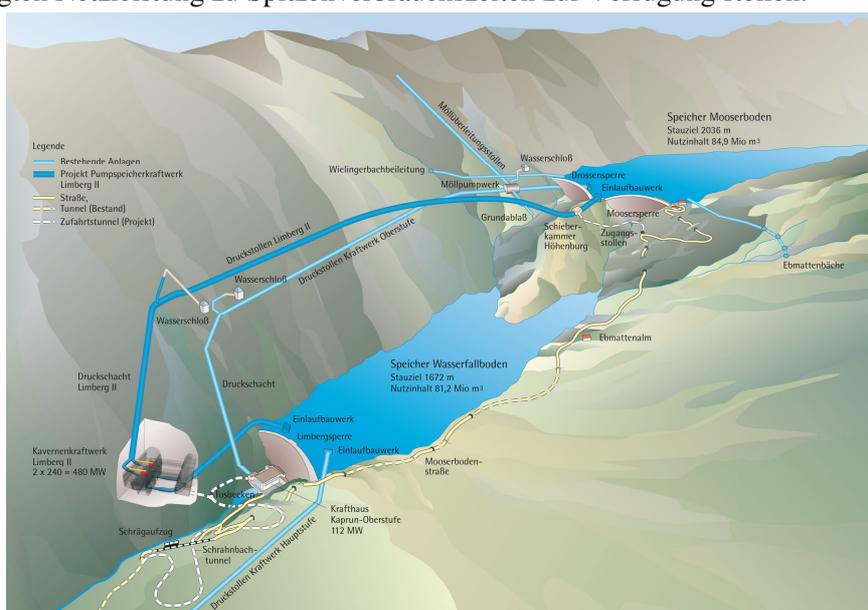


Abb.44 Schema Limberg II

URL: [http://verbund.at/static\\_verbund\\_internet/images/content/Limberg\\_II\\_Schema.jpg](http://verbund.at/static_verbund_internet/images/content/Limberg_II_Schema.jpg)  
(Abruf: 21.02.08)

<sup>108</sup> Vgl. Verbund AHP; Broschüre Pumpspeicherwerk Limberg II; S.4-5

## Zusammenfassung und Schlussfolgerung:

Der europäische Strommarkt ist im Wandel. Die Liberalisierung eröffnet neue Märkte und neue Möglichkeiten. Monopole werden aufgelöst und fairer Wettbewerb als oberstes Ziel anvisiert. Österreich ist bestimmt durch den Anstieg des Stromverbrauchs, durch veraltete Netze und durch den Rückgang der Erzeugungskapazität. Überalterte Kraftwerke werden geschlossen, die EU- Wasserrahmenrichtlinie bremst die Wasserkraft und die Stromimporte steigen. Das oberste Ziel, die Versorgungssicherheit, kann nur durch einen ausgeglichenen Erzeugungsmix aus verschiedenen Energiequellen erreicht werden. Die knapper werdenden fossilen Rohstoffe und die Angst vor dem Klimawandel sollen den Weg frei machen für die erneuerbaren Energien. Doch durch die Forcierung von Windkraft und Solarenergie steigt gleichzeitig auch der Bedarf an Regel- und Ausgleichsenergie, die nur in schnell regelbaren Kraftwerken erzeugt werden kann. Die flexible Leistung von Pumpspeicherkraftwerken hat daher am liberalisierten Strommarkt eine wichtige Rolle eingenommen.

- Sie arbeiten als Ergänzungskraftwerke zur schwankenden Wind- und Solarstromerzeugung.
- Sie bieten als einzige Kraftwerksanlage auch die Möglichkeit, Elektrizität wirtschaftlich und in einem nennenswerten Umfang über längere Zeit zu speichern.
- Sie verfügen über eine hohe Leistungsreserve und eine entsprechende Regelleistung für einen sicheren und ausgeglichenen Netzbetrieb.
- Sie können Schwankungen des Strombedarfs innerhalb kürzester Zeit ausgleichen. Keine anderen Kraftwerke sind dazu in der Lage.
- Sie nutzen optimal die vorhandenen Ressourcen, wie zum Beispiel im neuen Kraftwerk Limberg II die beiden großen Speicherseen, Mooserboden und Wasserfallboden in Kaprun.

Die flexible Leistungsregelung der Pumpspeicherkraftwerke hat im Hinblick auf die optimale Nutzung von erneuerbaren Energien am liberalisierten Strommarkt eine bedeutende Zukunft.

## Literaturverzeichnis für abgekürzte Quellenangaben in der Arbeit:

### Bücher und Zeitschriften:

Abkürzung	Titel
VEÖ Tätigkeitsbericht	BARBARA SCHMIDT: Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs (VEÖ); Wien; 2007
Vertrauen in die Kraft des Wassers	BRANDSTETTER, FRIEDRICH: Vertrauen in die Kraft des Wassers; Verlag: A.F. Koska, Wien- Berlin; 1987
Verbund UFD 06	FELIX DREXLER, u. A.: Schriftenreihe der Forschung im Verbund. Verbund Umwelt- und Forschungsdaten 2006; Schriftenreihe Band 98; 2007
Biologie, Ökologie und Warenlehre	HÖDL, GRASSECKER, GILLIGSBERGER: Biologie, Ökologie und Warenlehre. V HAK; Schulbuch- Nr. 110.704; Trauner Verlag, Linz; 2. Auflage 2005
NHB 06	KICHLER, KARIN; Caring for Future. Verbund Nachhaltigkeitsbericht 2006; Herausgeber: Österreichische Elektrizitätswirtschafts- Aktiengesellschaft (Verbundgesellschaft), Wien, 2007
GB 06	KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFT: Grünbuch. Eine europäische Strategie für nachhaltige, wettbewerbsfähige und sichere Energie; Brüssel, den 8.3.2006
Lichtenberger	LICHTENBERGER, ELISABETH: Österreich. Geographie, Geschichte, Wirtschaft, Politik; 2. Überarb. und ergänzte Auflage; Wien, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 2002
Verbund GeBe06	MATHENAUER, WINNIE: Dicover Future. Verbund Geschäftsbericht 2006; Herausgeber: Österreichische Elektrizitätswirtschafts- Aktiengesellschaft (Verbundgesellschaft); Wien; 2007
Öster. Wasser & Abfallwirtschaft	ÖSTERREICHISCHER WASSER- UND ABFALLWIRTSCHAFTSVERBAND (Herausgeber): Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft; Heft 5-6; Mai/Juni 2007; 59. Jahrgang; SpringerWienNewYork Verlag; Wien; 2007
Technischer Bericht	WAGNER/EBH: Projekt Limberg II. Technischer Bericht zur Naturschutzrechtlichen Einreichung; Wien; 2005

### Andere Quellen:

Kraftwerk Info	KRAFTWERK: Das Informationsmedium des Vereins „Kleinwasserkraft Österreich“; Ausgabe 7- 04/05; URL: <a href="http://www.kleinwasserkraft.at/administration/01presse/files/Kraftwerk_7_LoRes.pdf">http://www.kleinwasserkraft.at/administration/01presse/files/Kraftwerk_7_LoRes.pdf</a>
TW1	TW1: Unser Haus Europa. Elektrizität und Gas- Sie wählen; 30.08.07; 15:28 Uhr Mastra Communications; 2007
Statistisches Jahrbuch 2008	STATISTIK AUSTRIA: Statistisches Jahrbuch Österreichs. Energie; Wien; 2008; URL: <a href="http://www.statistik.at/web_de/static/energie_stat_jahrbuch_028696.pdf">http://www.statistik.at/web_de/static/energie_stat_jahrbuch_028696.pdf</a>
Siebenter Umweltkontroll- bericht	UMWELTBUNDESAMT: Siebenter Umweltkontrollbericht. 3.4 Energiewirtschaft; 2003/04; URL: <a href="http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltkontrolle/2004/0304_energiewirtschaft.pdf">http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltkontrolle/2004/0304_energiewirtschaft.pdf</a>

Einmalig verwendete Internetquellen sind am unteren Bildrand angeführt.

Titelblatt: © Weilguny; Bild: Mooserboden; Verbund Archiv;