



Einbindung von Windenergieanlagen in das Übertragungsnetz

Dipl.-Ing. Herbert POPELKA





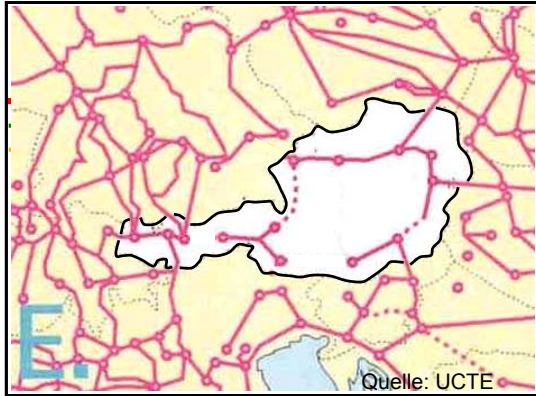
Inhalt

- Das Übertragungsnetz von Verbund-APG
- Aktuelle Netzbelastungen (Winter 2001/2002)
- Windkraftwerke und Standorte
- Auswirkungen auf das Übertragungsnetz



Das Unternehmen

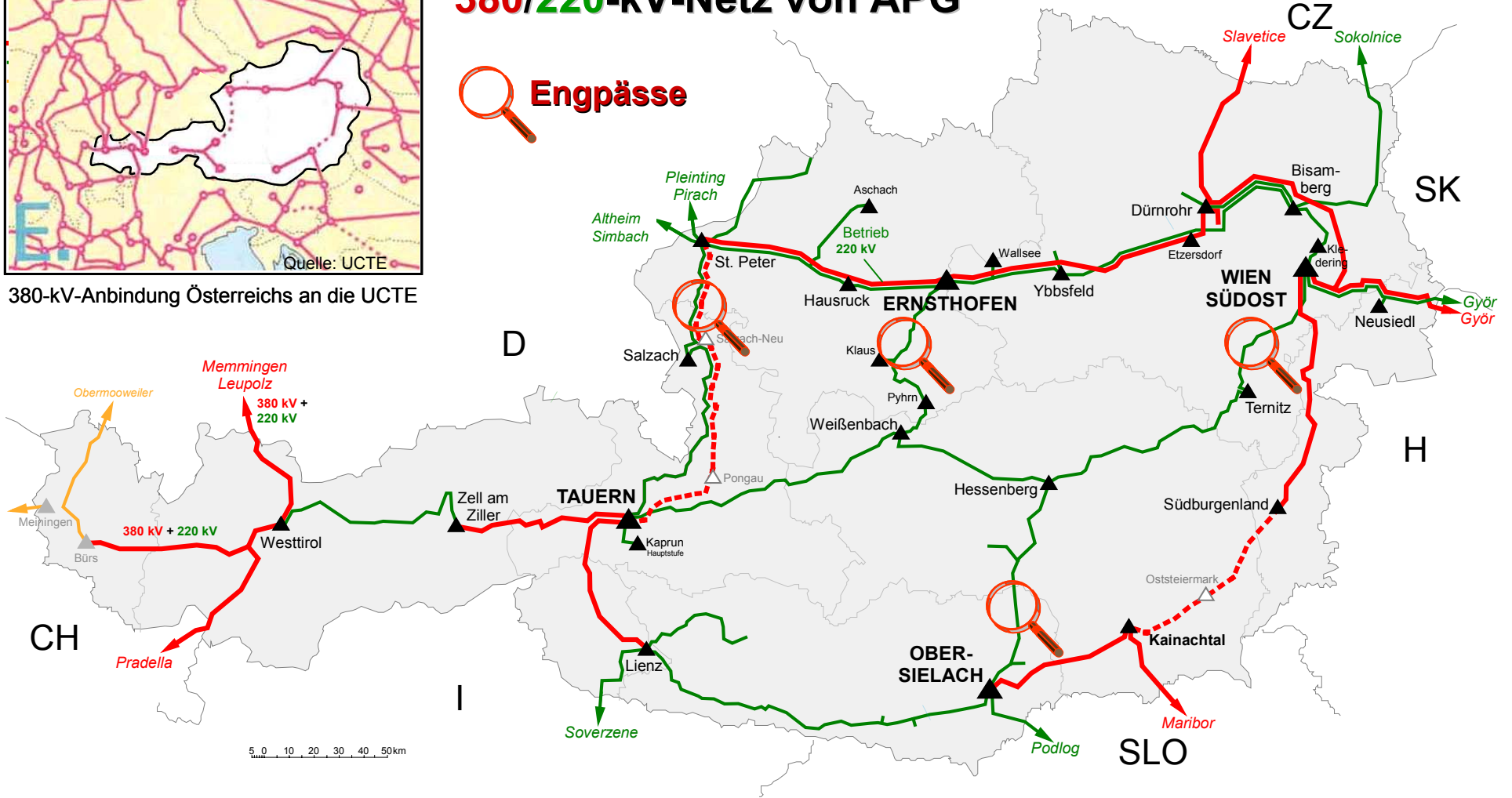
- Gesellschaftsrechtlich eigenständiges und unabhängiges Unternehmen
100%-Tochter der Österr. Elektrizitätswirtschafts-Aktiengesellschaft (Verbundgesellschaft)
- Betreiber des größten überregionalen Hoch- und Höchstspannungsnetzes in Österreich
(Spannungsebenen 110 kV, 220 kV und 380 kV; Trassenlänge 3.300 km)
- Regelzonenführer der größten Regelzone in Österreich (Regelzone APG)
- Stellt den zuverlässigen, preiswerten und umweltfreundlichen Energietransport sicher
(Energietransport: Ausgleich von regionalen Überschüssen bzw. Defiziten an Leistung (Energie) durch überregionalen Transport über das Übertragungsnetz)
- Zuständig für Betriebsführung und Instandhaltung sowie für Planung und Ausbau des Hoch- und Höchstspannungsnetzes
- Teil des europäischen Verbundnetzes mit zentraler Lage in Europa
- Vertretung Österreichs in der europäischen Vereinigung der Übertragungsnetzbetreiber
ETSO (European Transmission System Operators) und in der UCTE



380-kV-Anbindung Österreichs an die UCTE
Quelle: UCTE

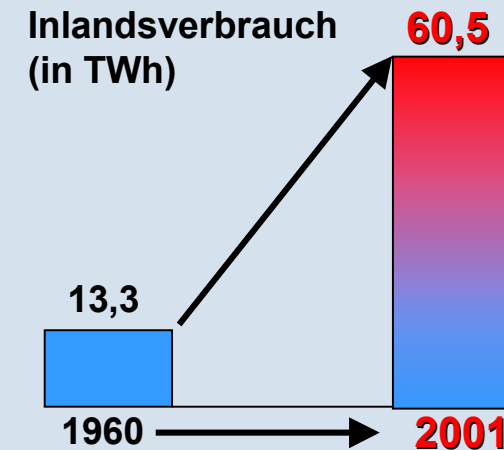
380/220-kV-Netz von APG

 Engpässe





- ➔ Das Hochspannungsnetz in Österreich ist **historisch gewachsen** „Thermo-Hydraulischer Verbund“
- ➔ APG-Netz hat eine **zentrale Lage** im leistungsfähigen UCTE-Netz
- ➔ **Inbetriebnahme der 220 kV Leitungen zwischen 1949 u. 1962**
 - **220-kV-Nord-Süd-Übertragungsnetzinfrastruktur ist seit 50 Jahren unverändert !**
- ➔ **Inlandsverbrauch hat sich in derselben Zeit fast verfünffacht !**
- ➔ **Verschiebung der Verbrauchsschwerpunkte**
Konzentration entlang wirtschaftlicher Entwicklungsräume und Ballungszentren
- ➔ Durch Verschiebungen der **Leistungsbilanzen** (hohe lokale Leistungsüberschüsse im Winter in Nord-Ost-Österreich und hoher Bedarf im Süden) ist die **Transportbelastung im Übertragungsnetz markant angestiegen**

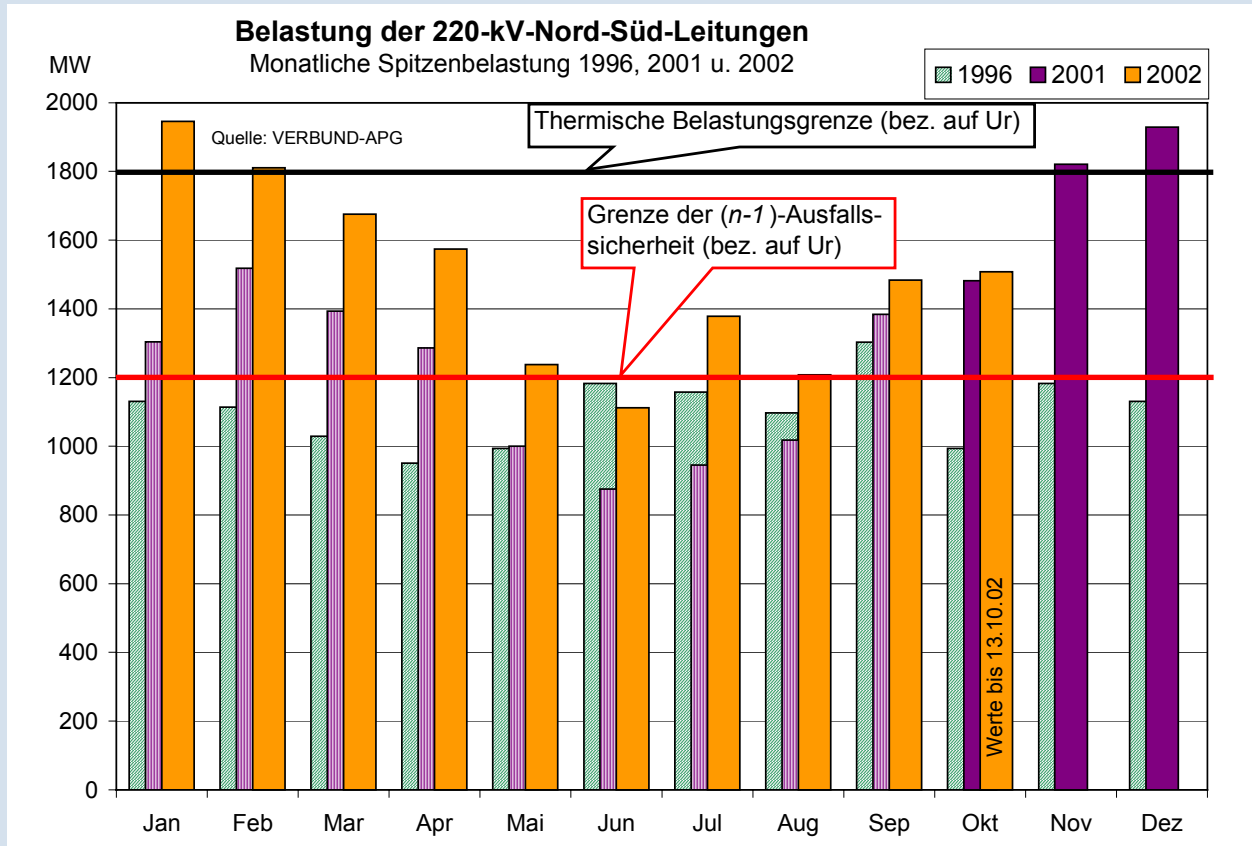


Gestiegene Netzbelastung



Ausgelöst durch den veränderten Kraftwerkseinsatz ist die Netzbelastung bei Verbund-APG stark gestiegen. Das internationale (n-1) - Sicherheitskriterium wird im Netzbetrieb teilweise langfristig verletzt - die im Netzbetrieb vorzuhaltenden Reserven werden bis an die absolute Grenze ausgenutzt.

→ Engpassmanagement ist erforderlich !



Kapazitätsreserven, die bis an die absolute Grenze ausgenutzt werden

(n-1) - Sicherheitsstandard verletzt

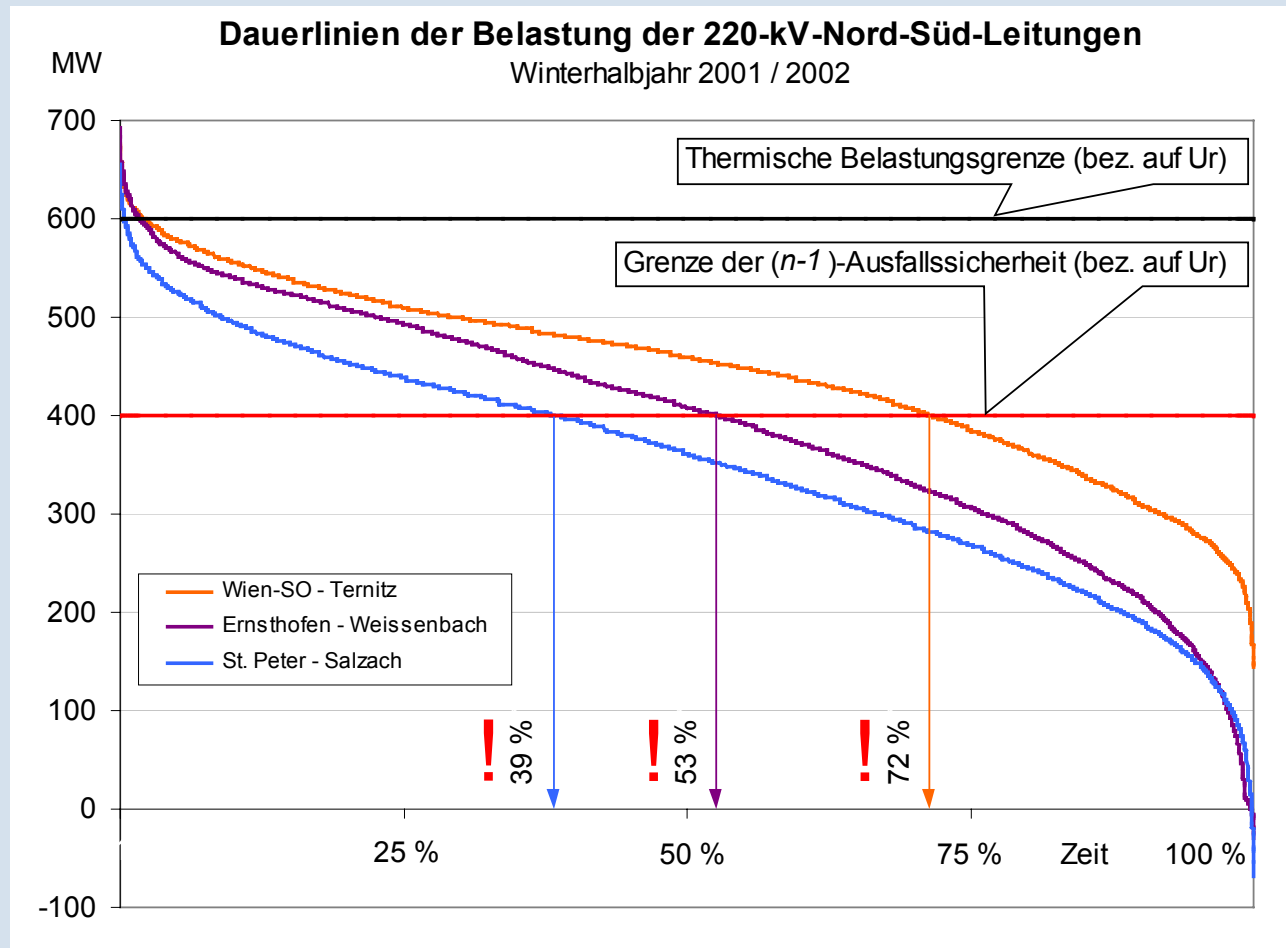
100 %
(EIWOG, TOR)

Summe des Wirkleistungsflusses auf den drei zweisystemigen 220-kV-N-S- Leitungen (SO->TE, EH->WB, SP->SZ),
 Grenzen bezogen auf Netzennspannung Ur = 220 kV, thermische (absolute)
 Kapazitätsgrenze 3 x 2 x 305 = 1830 MVA

Netzbelastung Winter 2001/2002



Langfristige Verletzung der (n-1) - fachen Sicherheit im Netzbetrieb auf den drei 220-kV-Nord-Süd-Leitungsverbindungen der APG im Winterhalbjahr 2001/2002



Kapazitätsreserven, die bis an die absolute Grenze ausgenutzt werden

(n-1) - Sicherheitsstandard verletzt

100 %
(EIWOG, TOR)

! *) ... % von 4368 h war die (n-1) - Sicherheit verletzt



- ➔ Übertragungsnetzbetreiber sind zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit **gesetzlich verpflichtet** eine ausreichende Netzinfrastruktur zu errichten und zu erhalten - ... sowie das Übertragungsnetz sicher und zuverlässig zu betreiben.
- ➔ Bedingt durch die Verbrauchssteigerungen und die Liberalisierung in Europa ist die Netzbelastung bei APG stark angestiegen → **Engpässe**
- ➔ Das im UCTE-Netz angewandte **(n-1) - Sicherheitskriterium** für den Netzbetrieb **wird längerfristig verletzt** - die hohe Netzbelastung führt an die Grenze der Ausfallssicherheit
- ➔ **Engpassmanagement als kurzfristige Lösung (Kosten !)**
- ➔ Zukünftige **langfristige Versorgungssicherheit** erfordert den raschen 380-kV-Netzausbau

➔ **Priorität für 380-kV-Leitung Kainachtal - Südburgenland und den 380-/220-kV-Ringschluss**



Aus dem Zeitplan des Ökostromgesetzes abgeleitete Prognose für Windenergienutzung

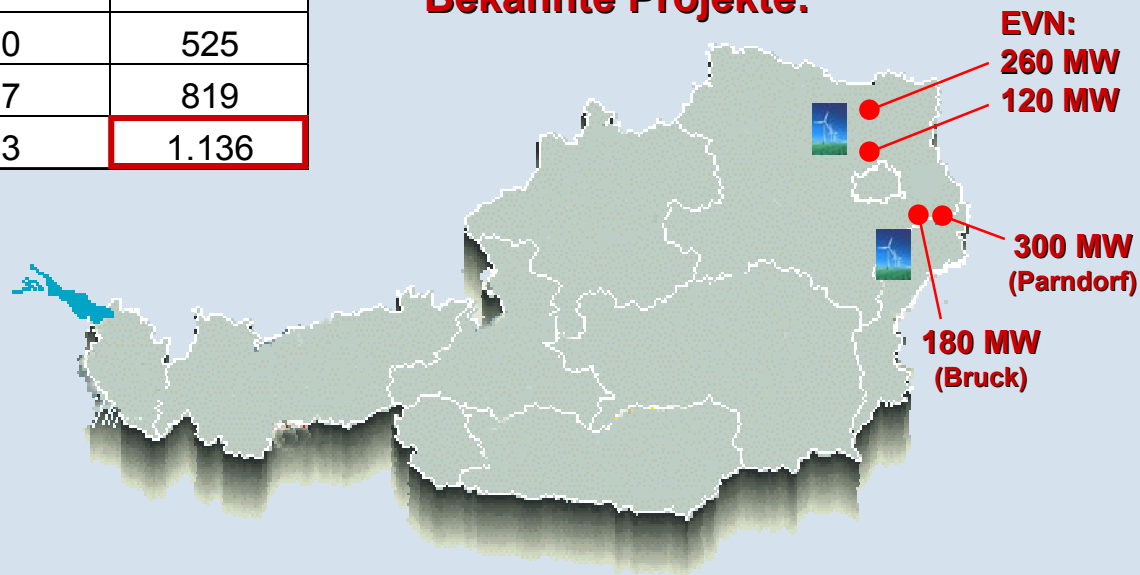
➔ bis 2008 über 1.000 MW installierte Windleistung (?)

Quelle: TU-Wien (373)

Jahr	Endenergie- bedarf [GWh]	Ökoanteil	Ökoenergie- bedarf [GWh]	Windkraft- leistung * [MW]
2001	52.837			
2004	56.007	2%	1.120	525
2006	58.248	3%	1.747	819
2008	60.577	4%	2.423	1.136

*) Annahme: 75% des Ökoenergiebedarfs wird mit Windkraftanlagen gedeckt, Windkraftanlagen mit 1600 Volllaststunden

Bekannte Projekte:

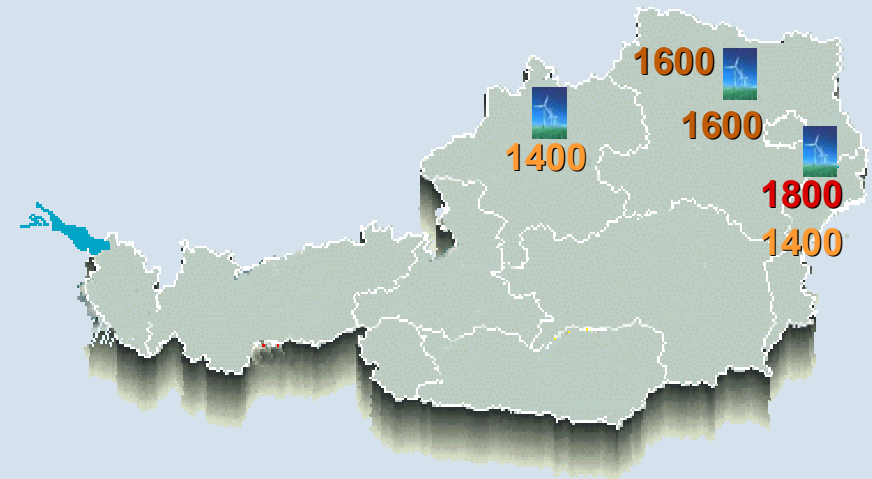




Standorte für Windkraftanlagen

Quelle: TU-Wien (373)

Volllaststunden [h/a]	Bundesland / Lage
1800	NÖ Ost, BGL Nord
1600	NÖ Mitte, NÖ Waldviertel
1500	OÖ / Hügelkuppen sonstige BL / alpine Kammlagen
1400	BGL Mitte, OÖ sonstige Regionen
900	BGL Süd
800	sonstige BL / Tallagen



- Standorte für effiziente Windanlagen liegen **im Nord-Osten Österreichs**
- Flächen stark begrenzt (➔ koordinierte Ausbauplanung mit größeren Anlagen)
- Standardgröße 1,5 - 2 MW pro Windgenerator
- Volllaststunden: bis 2200 h möglich (beste Werte)
- **gute Standorte liegen nahe beieinander**
➔ **Leistungsspitzen kompensieren sich nicht**



Auswirkungen auf den Netzbetrieb und die Regelzone APG

➔ **Stark schwankende Erzeugung**

(Vorhaltung von Leitungs- und Kraftwerkskapazitäten ?)

➔ **Prognoseunsicherheit**

(Problem: Prognose 0 MW und tatsächlich max. Windleistung, Ausgleich durch RZF, hohe Zusatzbelastung Richtung Süd (Speicherkraftwerke))

➔ **hoher zusätzlicher Bedarf an Regelleistung !**

ca. 1/4 der installierten Windanlagenleistung
(2008: zusätzlich 300 MW) ! - Kosten !

➔ **hohe Dynamik** (voller Regelhub kurzfristig u. innerhalb 1/4 h) !

➔ **Verschärfung der Nord-Süd-Problematik** (Erzeugungsüberschuss im Norden)

➔ **Einschränkungen durch dzt. Netzausbauzustand !**



Die Erfahrungen aus Deutschland sind auf Österreich übertragbar:

- ⇒ 9.500 MW installierte Windleistung in Deutschland (50 % von Europa)
- ⇒ 4.500 MW bei E.ON, Spitzeneinspeisung 3.800 MW bei Starkwind
- ⇒ **Vorhaltung von konventionellen Erzeugungskapazitäten**
- ⇒ Auftreten von Engpässen, Einspeisung > regionaler Last
- ⇒ Verhältnis Stark- u. Schwachlast bzw. Übertragungskapazitäten der Netze
- ⇒ **Beschränkungen im Netzanschluss** (TOR; Kurzschlussleistung)
- ⇒ **Netrückwirkungen** (Power-Quality, Spannungsschwankungen)
- ⇒ Anbindungen an 110-kV-Netze bzw. 380-/220-kV-Übertragungsnetz
- ⇒ **Ausbau der Übertragungsnetze**
- ⇒ **Zusätzliche Bereitstellung von Regelleistung** (>> als dzt., enorme Kosten !)
- ⇒ Leistung vs. energetischer Beitrag, $P_{\text{Wind}} \sim v^3 (v_{\text{min}}, v_{\text{max}})$
- ⇒ Einspeiseprognose ist stark abhängig von der Wetterprognose (Peak ✓, problematisch ist Δt von 0,5 - 1 h)
- ⇒ Neue Speichertechnologien (dezentral (Warmwasser), H₂, ...) ?