

Zukünftige Herausforderungen an elektrische Anlagen und Netze

(aus europäischer Sicht)

Prof. Schürhuber (2018-01-15)

Was sagen die Experten?

Anmerkungen zur Windkraft ...

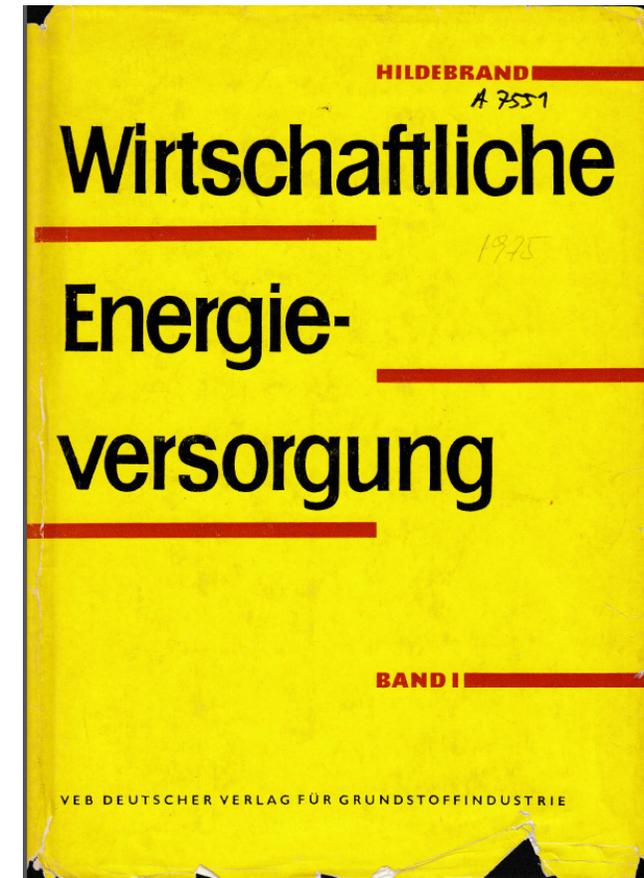
speicherung ausgeglichen werden. Windgroßkraftwerke mit etwa 1000 kW Leistung sind vor längerer Zeit abgebrochen worden, weil sie sich nicht bewährt hatten. Die Energiequelle Windkraft wird wegen ihrer Unversiegbarkeit ständig den Ingenieur und den Ökonomen anspornen, weiterzuentwickeln, aber eine Bedeutung für die Energieversorgung werden Windkraftwerke wohl kaum erlangen.

zur Kernkraft ...

Insgesamt die Entwicklung einschätzend, kann heute mit Recht davon gesprochen werden, daß die Kernkraftwerke in das Stadium der ökonomischen Gleichwertigkeit mit anderen Wärmekraftwerken eingetreten sind und eine weitere Verbesserung der technisch-ökonomischen Kennziffern erwartet werden kann.

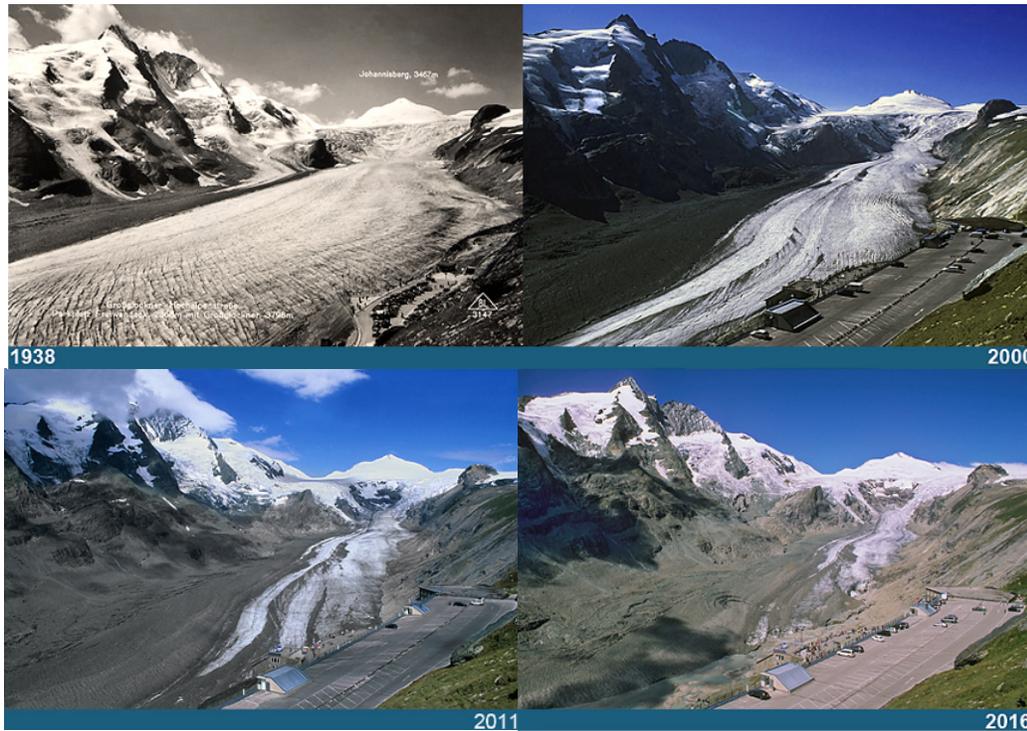
oder zu etwas Ganz anderem!

ergeben. Obwohl für die genannten Gebiete geeignet, muß eine solche Sonnenkraftanlage mit einer Speicherung gekuppelt sein. Die Vorteile einer außerirdischen Errichtung von Sonnenkraftwerken sind Ausgangspunkt von Untersuchungen in den USA. Geprüft wird die Errichtung eines 10-GW-Sonnenkraftwerkes mit einer Solarzellenfläche von $2 \cdot 16 \text{ km}^2$ und 8facher Zusatzspiegelfläche auf einem Satelliten mit einer Masse von 50000 t, der sich auf einem geostationären Orbit bewegt. Die Energieübertragung erfolgt mittels Mikrowellen.



DDR, 1975

Treiber: Dekarbonisierung



Pasterze, Mölltal, Kärnten



Gepatschferner, Kaunertal, Tirol

(Quelle: gletscherarchiv.de)

Treiber: Digitalisierung



Treiber: Ökonomisierung



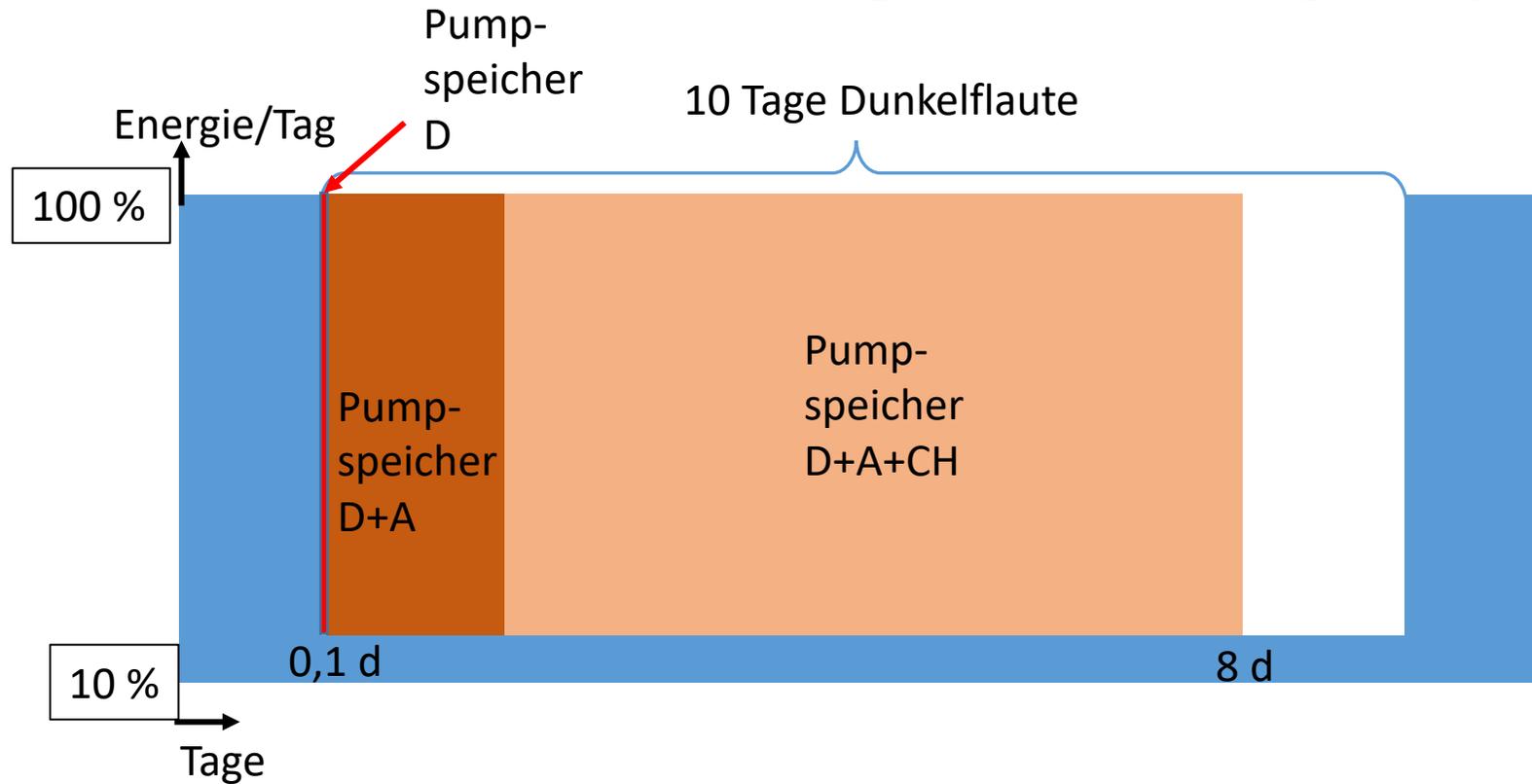
Herausforderungen: Energieerzeugung

Die Bedeutung der Großkraftwerke für die Energieerzeugung wird abnehmen. Der dezentral und regenerativ erzeugte Anteil elektrischer Energie hoher Volatilität wird weiter anwachsen.

- **Kernkraftwerke:** Aus ökonomischer und ökologischer Sicht sind Neubauten schwierig, zunehmend Sicherheitsbedenken, langfristig europaweit größtenteils Ausstieg aus der Kernenergie.
- **Kohlekraftwerke:** Mittelfristig Ausstieg aus der Kohleverbrennung zur Stromgewinnung notwendig, CO₂-Abscheidung wegen fehlender Nachhaltigkeit (wohin mit dem CO₂?) aktuell keine Alternative.
- **Gas- und Dampfkraftwerke (GuD):** Ressourcen vorhanden, technologisch eine geeignete Brückentechnologie bis zur (nahezu) vollständigen Dekarbonisierung.
- **Großwasserkraft:** Aus ökonomischer Sicht langfristig sinnvoll, jedoch realistisch nutzbares Potenzial in Europa weitgehend ausgeschöpft. Repowering von älteren Anlagen in Richtung neuer Anforderungen.
- **Photovoltaik und Windkraft** werden weiter an Bedeutung gewinnen, vor allem im Bereich der Photovoltaik ist noch Potenzial vorhanden. Windkraftausbau vorwiegend Offshore.



Herausforderungen: Energiespeicher



→ (Weitere) Speicher nötig!

→ Ohne Speicher wird die Energiewende nicht funktionieren.

Verschiedene Technologien, z.B.:

- Pumpspeicher
- Batteriespeicher
- Power-to-Heat
- Druckluftspeicher
- (mittelfristig) **Power-to-Gas**

Voraussetzungen:

- Speicher anfangs voll gefüllt und danach komplett leer (kein Speichermanagement)
- Benötigte Übertragungsleistung ist stets vorhanden

Herausforderungen: Leistungselektronik

- **Leistungselektronik im Netz:**

Wandel zu einem Energiesystem, in dem der Großteil der Elemente (Erzeuger, Verbraucher, Speicher, (AC/DC-)Leitungen) über leistungselektronische Komponenten (Umrichter) an die Netze gekoppelt ist.

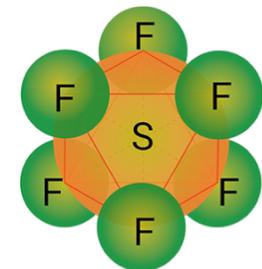
- Herausforderung für:

- Bereitstellung von Systemdienstleistungen
- Spannungs- und Frequenzhaltung
- Schutz und Schutzmaßnahmen (Kurzschlussleistung und Fehlerströme wesentlich geringer, Komponenten nur gering überlastfähig, Messwandler)
- Stabilität durch fehlende Schwungmasse rotierender Einheiten im Fall einer unausgeglichene Leistungsbilanz
- Gegenseitige Beeinflussung der Komponenten, Resonanzen, Regler-Instabilitäten



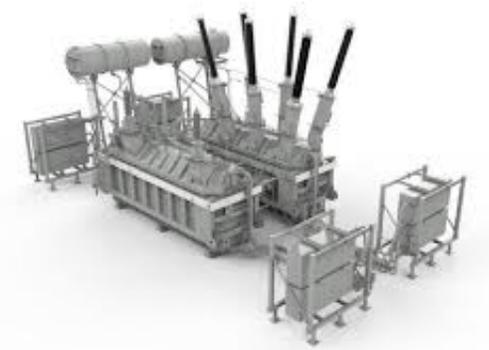
Herausforderungen: Elektrische Anlagen

- **Steigende Energieflüsse** bewirken eine Erhöhung von Anlagenbemessungsleistungen sowie große Leistungsvarianz im Betrieb.
 - Zunehmend **Kombination luftisolierte/gasisolierte Anlagen** (Anforderungen an EMV, elektromagnetische Felder, Erdung).
 - Zunehmende **Verkabelung** der Systeme, auch im **Höchstspannungsbereich** (Herausforderung u. a. Zuverlässigkeit).
 - Anforderungen an Leittechnik und Schutz steigen.
- **Ersatz von SF₆** als Isolier- und Löschgas:
SF₆ hat hervorragende Eigenschaften für energietechnische Anwendungen, ist jedoch das stärkste bekannte Treibhausgas und überaus inert. Mittelfristig ist ein Ersatz nötig (Einsatz in Schaltanlagen, Leistungsschaltern und gasisolierten Leitungen).



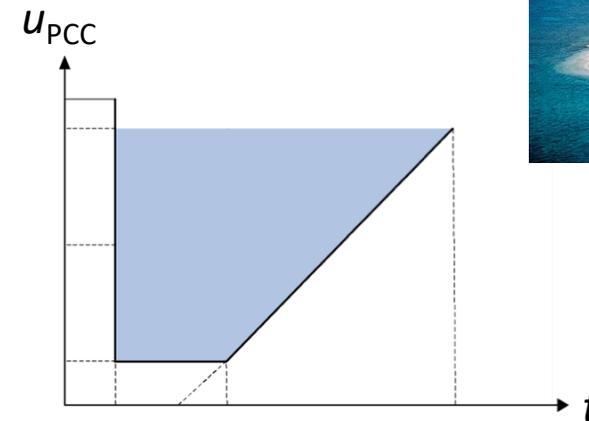
Herausforderungen: Übertragungsnetz

- Die Energiewende bedingt größere Energieströme. Dafür ist eine **Verstärkung des Übertragungsnetzes** nötig.
- Auf europäischer Ebene werden Hochspannungs-Gleichstromsysteme an Bedeutung gewinnen.
- Wide Area Monitoring und Wide Area Control.
- **Optimale Leitungsausnutzung und Trassenausnutzung.**
- Verstärkter Einfluss von Regelelementen zur **Lastflusssteuerung und Spannungshaltung.**
- Verstärkter Einsatz von Simulations- und Überwachungstools sowie Automatisierung der Eingriffe, Resilienz und Testen.
- **Intensiver Informationsaustausch** mit Übertragungsnetzbetreibern und Verteilnetzbetreibern.



Herausforderungen: Verteilnetz (Hochspannung und Mittelspannung)

- **Flexiblere Betriebsführung**
- **Systemdienstleistungen** aus dem **Verteilnetz**, Informationsaustausch mit Übertragungsnetzbetreiber
- Sternpunktbehandlung (Erdung, Elektromagnetische Verträglichkeit)
- Schutz (Leistungselektronik, bidirektionale Lastflüsse)
- Umgang mit Inselnetzen, Wiederschaltung
- Spannungshaltung (Leistungselektronik, regelbarer Ortsnetztrafo)
- Prognose der Einspeisung im Mittelspannungsnetz
- **Netzanschluss verschiedenster Erzeugungsanlagen und Verbraucher.**

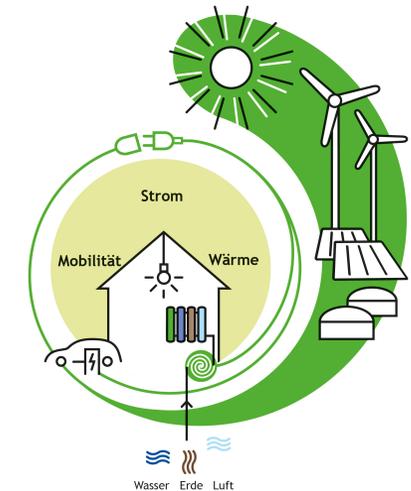


Herausforderungen: Niederspannungsverteilstnetz

- **Integration** von **E-Mobilität**, **Speichern**, **Prosumern** (birektionaler Lastfluss, Power Quality)
- Schutztechnik (**intelligenter** bzw. adaptiver **Schutz**) und Schutzmaßnahmen (Schutzvorkehrungen)
- (Kleinst-)Inselnetzbildung
- Smart Meter Daten für Demand Response: **Datensicherheit**, **Cybersecurity**
- Kopplung verschiedener Netze zu **Hybridnetzen** (Strom, Wärme, Kälte)
- Erhöhung der Anforderungen an Lastmanagement, Automatisierung, Monitoring und **Optimierung** (Lastfluss, Topologie, Sektorkopplung, Informations- und Kommunikationstechnik)



(Tesla Supercharger: 135 kW pro Ladesäule)



Zusammenfassung

Es gibt viel zu tun!



Auflösung

Kernkraftwerk Zwentendorf
(723 MW)



Dampfkraftwerk Dürnrohr
(352 (+405) MW)



Gas- und Dampfkraftwerk Mellach
(838 MW)



Laufkraftwerk Ybbs-Persenbeug
(237 MW)



Windpark Neusiedl am See
(79 MW)



PV Park Flachau
(3,2 MWp)

