

Dr. Stefan Linder, ABB Power Systems, 13.06.2012

# Muss die Industrie in Zukunft nach dem Takt von Wind + Sonne arbeiten? Powertage 2012: Stromzukunft Schweiz

# Programm



- Künftiger CH-Energiemix
- Herausforderungen eines hohen Anteils an Wind+Sonnenenergie
- Lösungsansätze
- Zusammenfassung

# Erneuerbare Energiequellen Potenziale

1) «Energiezukunft  
Schweiz», ETH  
Studie November  
2011

Erneuerbare Energiequelle	Potenzial bis 2050 <sup>1)</sup> (TWh pro Jahr)
Solar	10 – 20
Biomasse	5 – 8
Wasser (zusätzlich)	4 – 6
Wind	2 – 4
Geothermie	0 – 8
<b>Total</b>	<b>21 – 46</b>

Vergleich: Total nuklear erzeugte Energie CH: 25 TWh/Jahr

## Beurteilung

- PV kann und muss (lokal) die Hauptrolle der Energiewende spielen
- Wind hat ein limitiertes Potenzial in der Schweiz

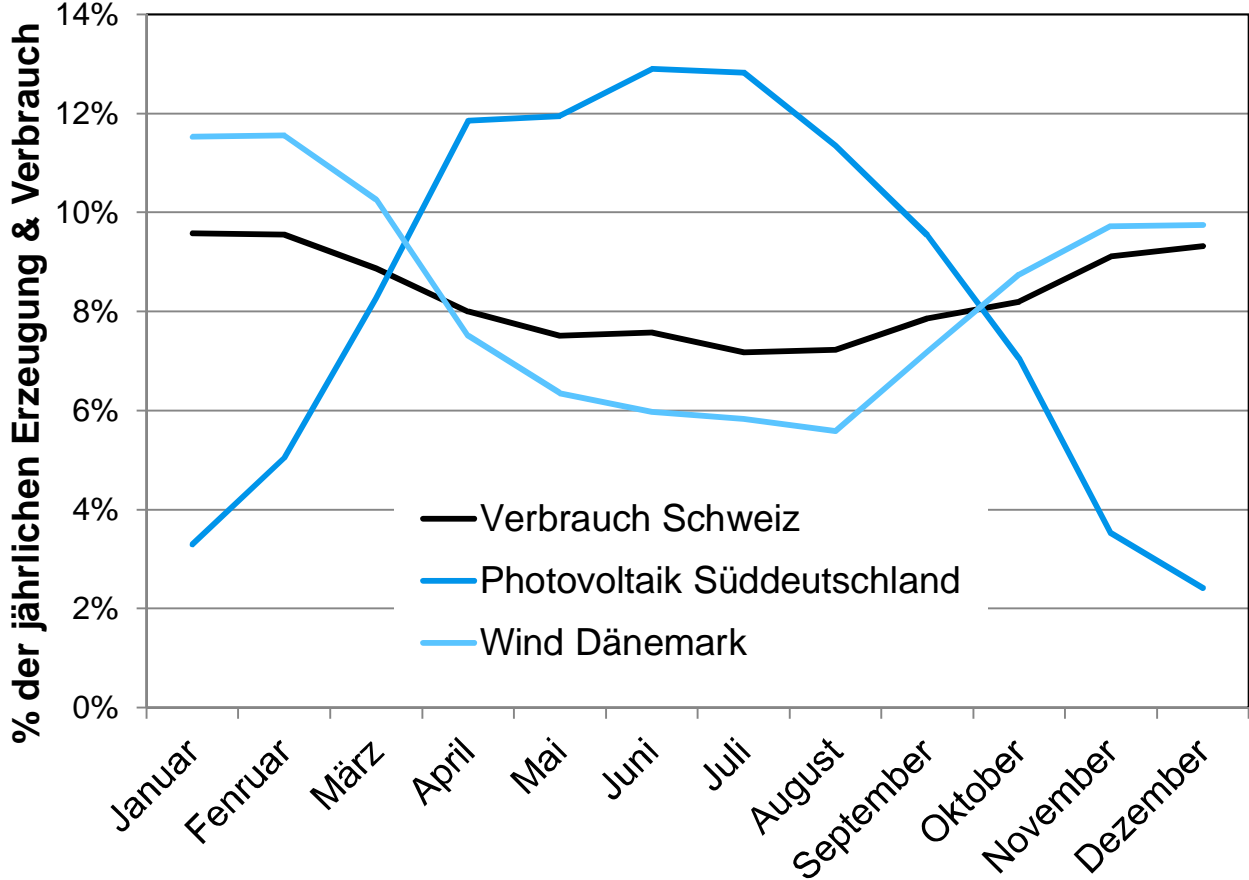
# Generation und Verbrauch Langzeitstatistik

Quellenangaben:

Verbrauch: 15  
Jahres-Durchschnitt  
CH, Quelle BfE

Wind: 25 Jahres-  
Durchschnitt DK,  
Quelle: windstat.dk

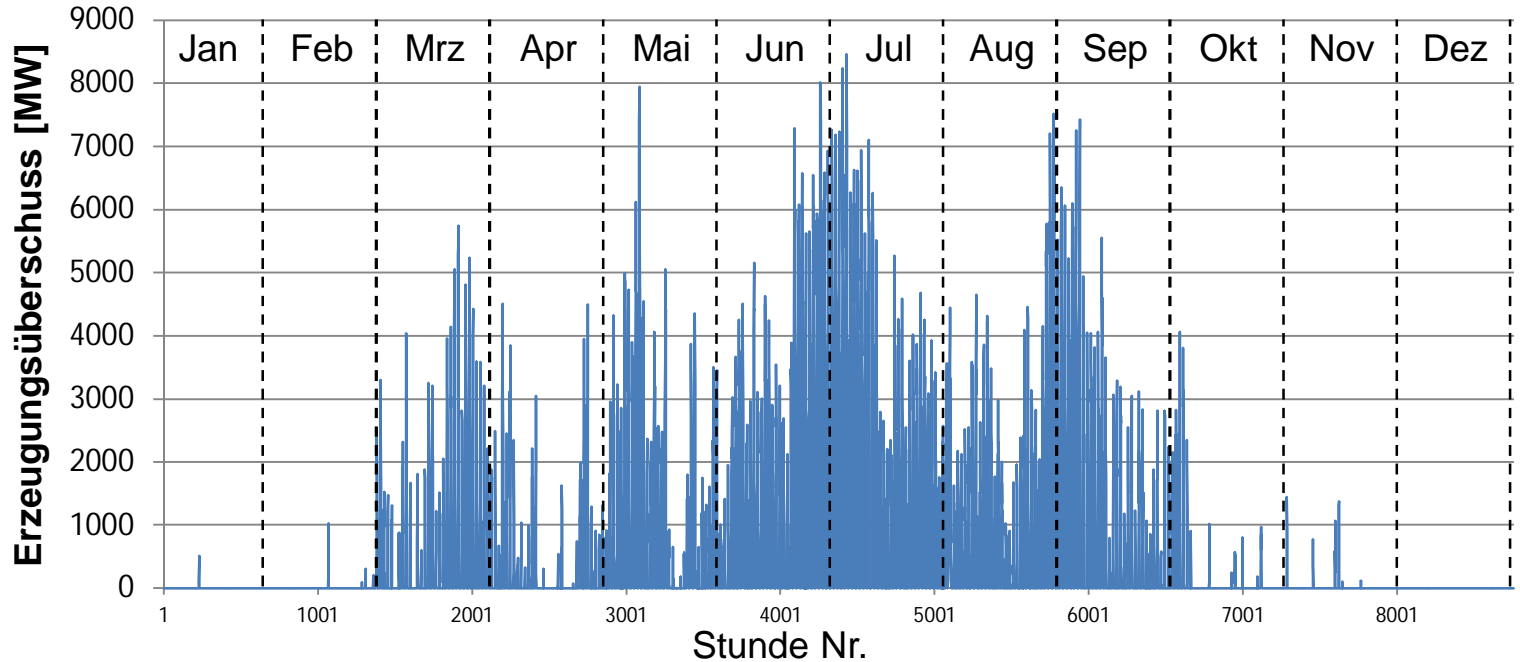
Solar: 10 Jahres-  
Durchschnitt  
Süddeutschland  
(München), Quelle:  
pv-ertraege.de



# Generation und Verbrauch

## Beispiel Schweiz mit 30% Wind+Solar (18 TWh)

Total 18 TWh  
Wind+Solar, mit 80%  
Solar, 20% Wind

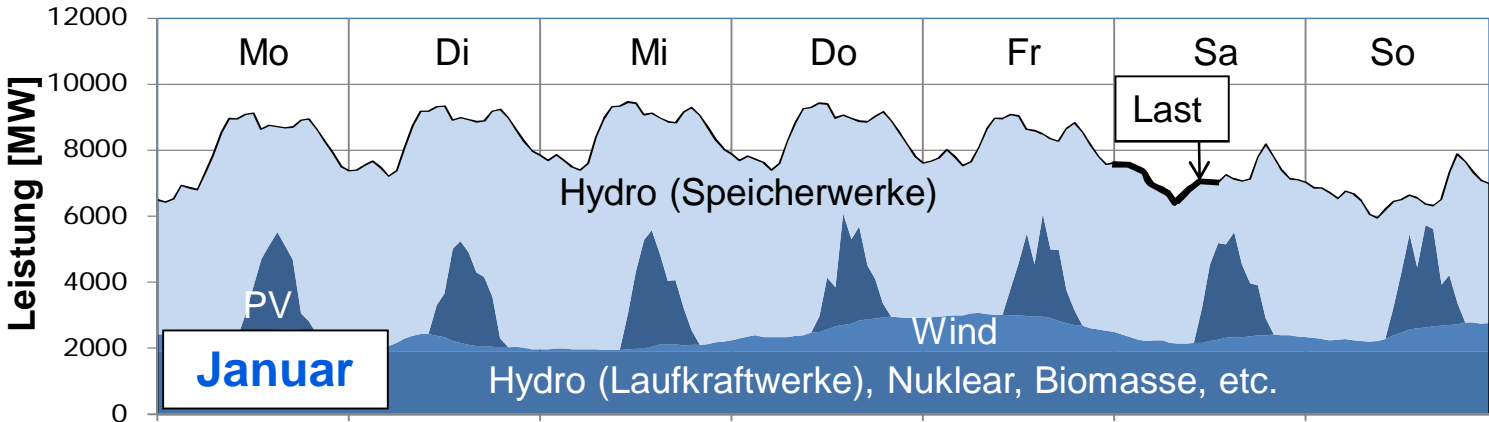
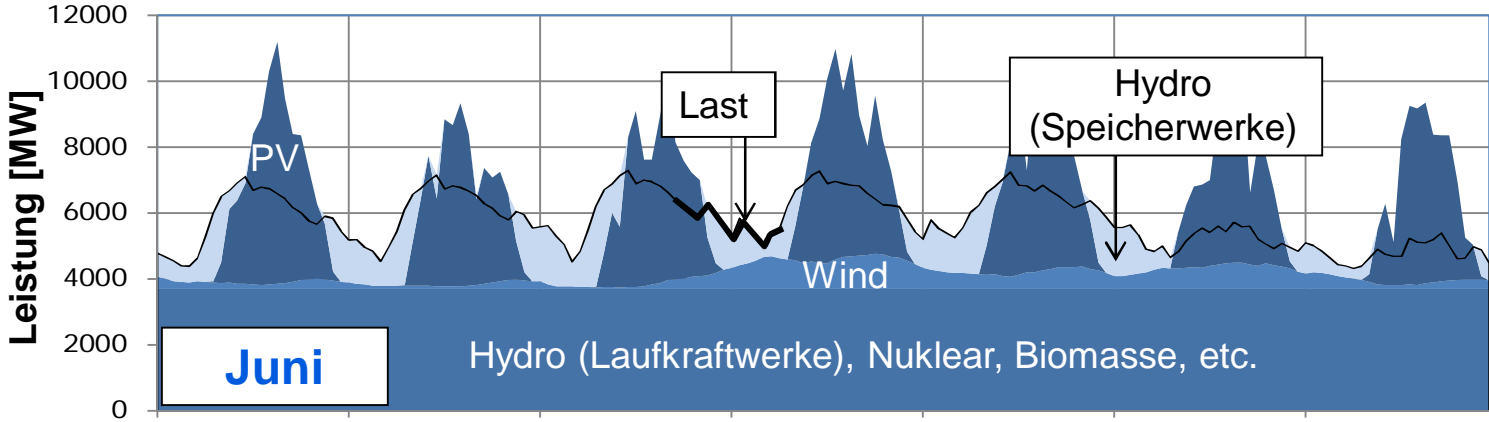


- Zeitweilige *massive* Überproduktion während Sommermonaten

# Generation und Verbrauch

## Beispiel Schweiz mit 30% Wind+Solar (18 TWh)

Total 18 TWh  
 Wind+Solar, mit 80%  
 Solar, 20% Wind





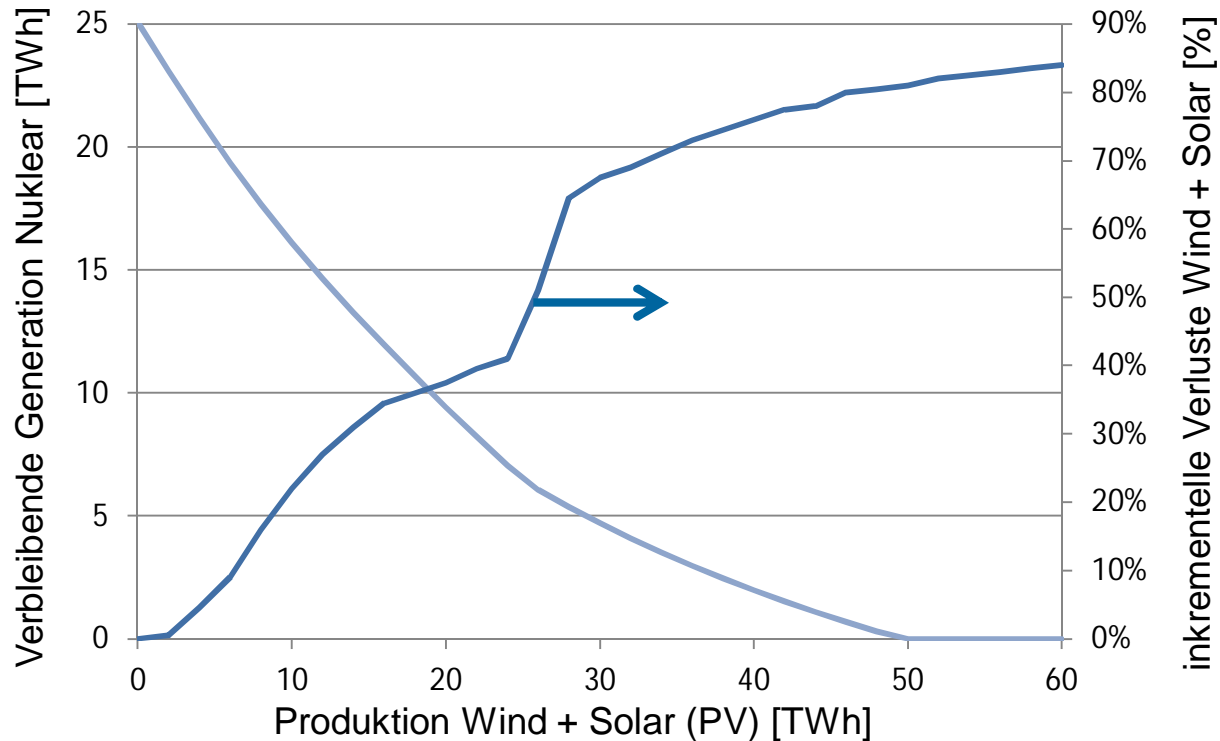
# Generation und Verbrauch

## Substitution Bandenergie durch Wind + Sonne (PV)

Totalverbrauch = 60 TWh. Generation: Laufkraftwerke = 16 TWh, Speicherwerke = 19 TWh, Solar+Wind = variabel (jeweils 80% Solar, 20% Wind)

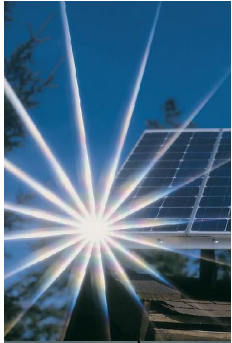
Keine Speicherung, kein Demand Side Management (DMS), keine Importe und Exporte

Definition der inkrementellen Verluste: % nicht integrierbare Erzeugung der letzten ergänzten TWh Wind + Solar



- Substitution von **25 TWh** Bandenergie verlangt ohne Zusatzmassnahmen Generation von **50 TWh** Wind + Solar, d.h. 50% können nicht integriert werden!

# Hoher Anteil von Wind + Solar Erkenntnisse & Konsequenzen



## Erkenntnis

- Grosse Mengen von Wind + Solarenergie sind ohne Massnahmen nicht zu integrieren
  - Bei grossem Anteil (ab 30%) stürzt die «natürliche Integration» gegen Null ab

## Konsequenz

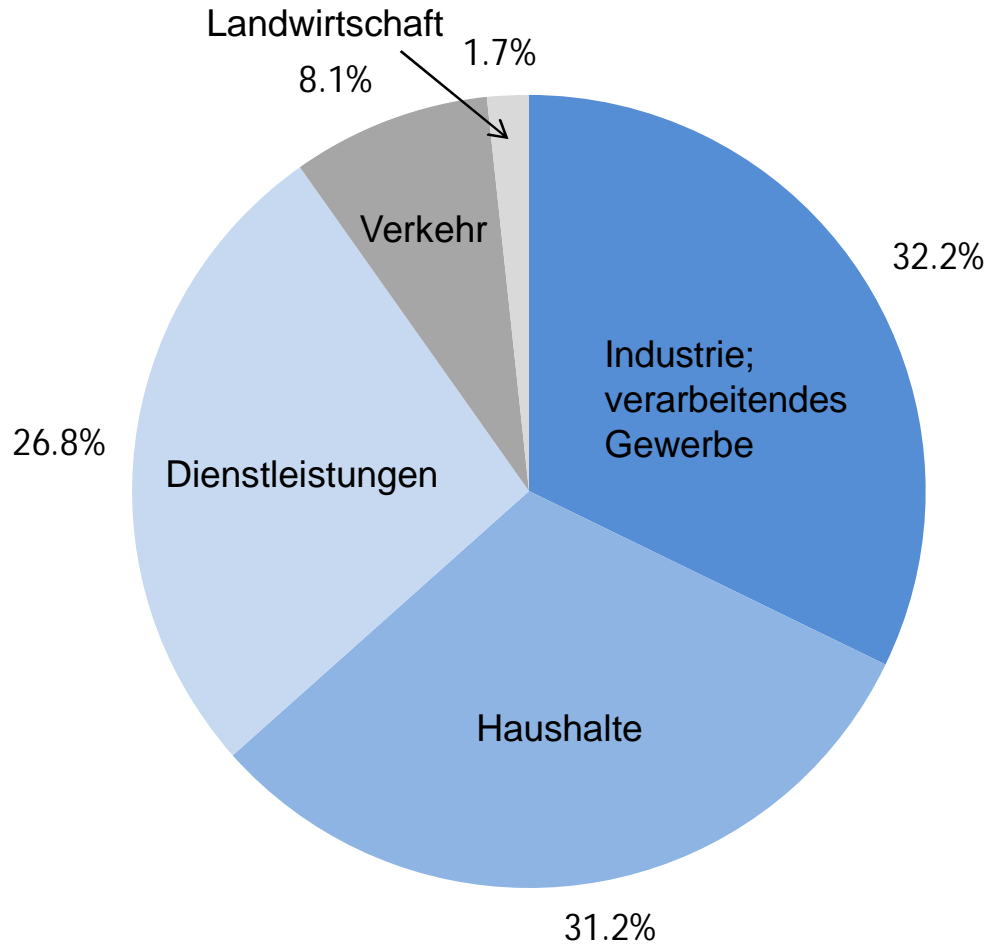
- Integrations-«Katalysatoren» sind notwendig. Möglichkeiten:
  - Verbraucher-Beeinflussung = Demand Side Management (DMS)
  - Speicherung
  - Internationaler Energieaustausch



# Demand Side Management (DMS)

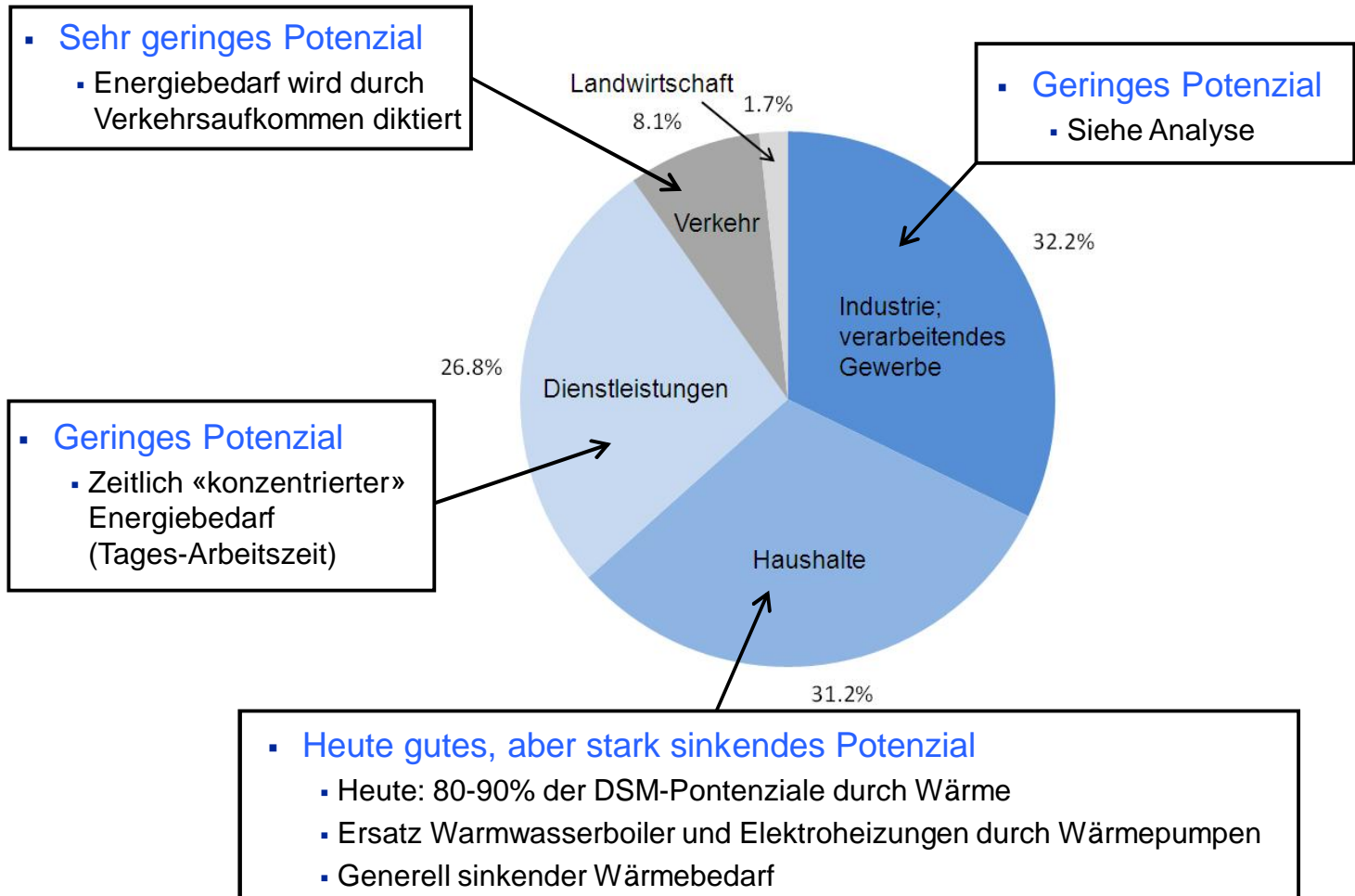
## Aufteilung Stromverbrauch Schweiz (2010)

Quelle: BfE



# Demand Side Management (DMS)

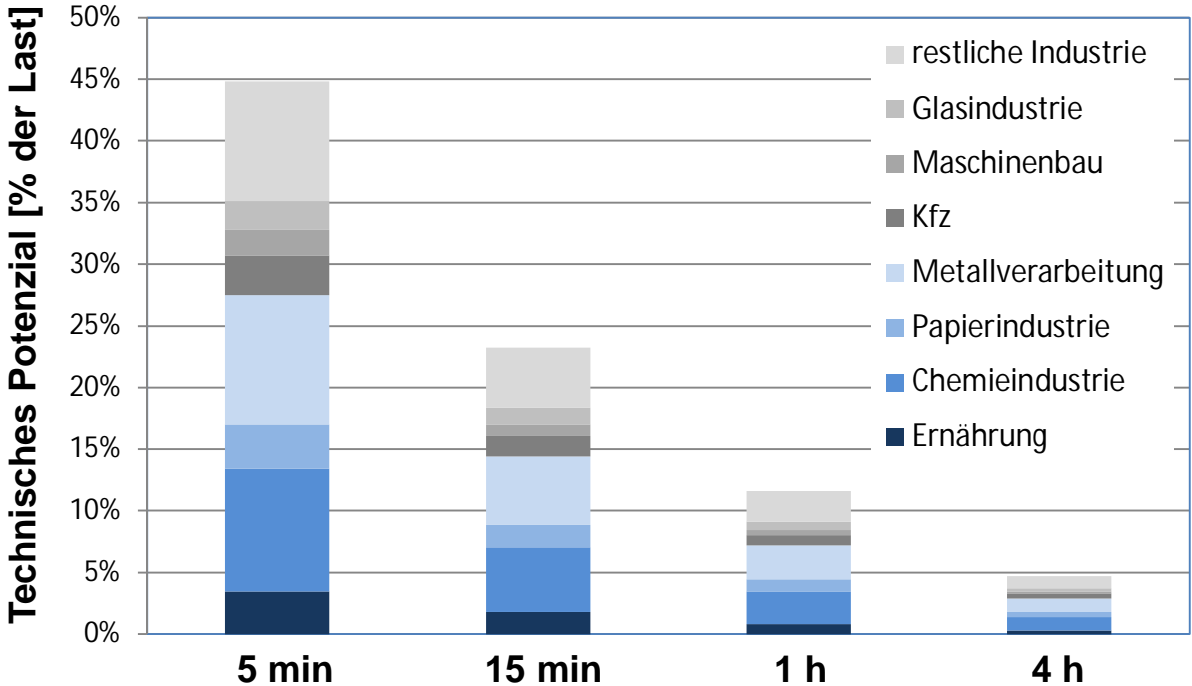
## DSM Potentiale mit Wirkungsdauer > 1-4 h



# Demand Side Management (DMS)

## DSM Potential nach Wirkungsdauer: Sekundärsektor

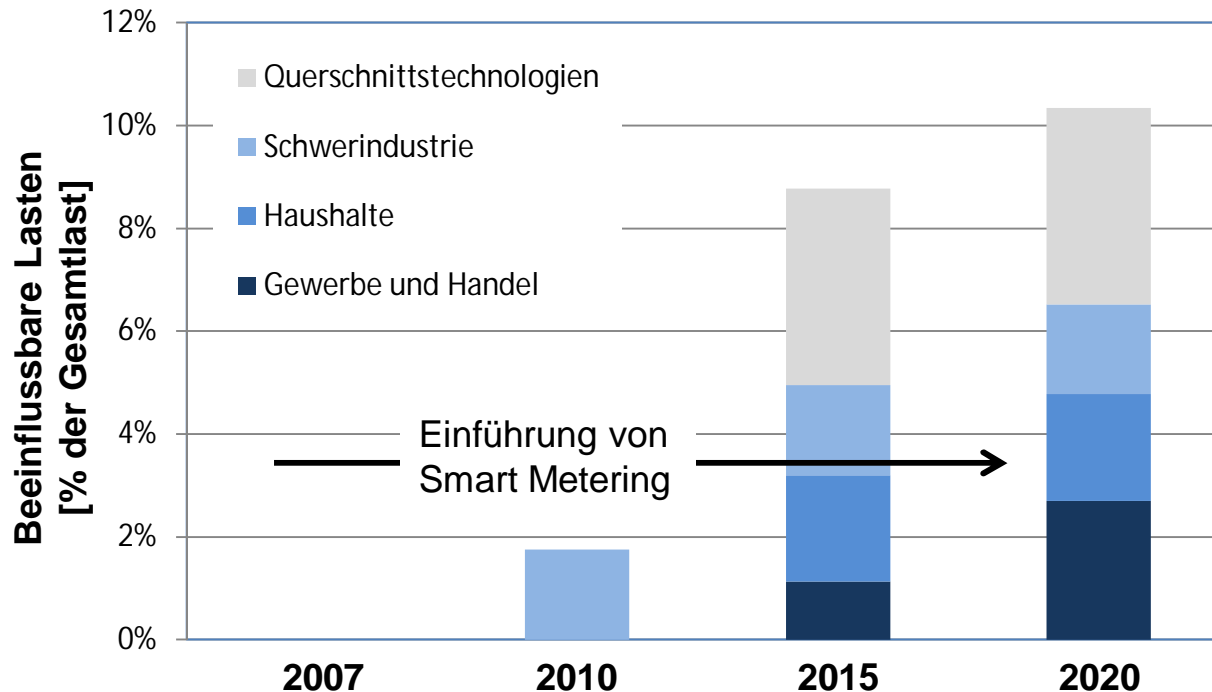
Quelle:  
Forschungsstelle für  
Energiewirtschaft ffE  
e.V. Daten gelten für  
Deutschland



# Demand Side Management (DMS) Ermittelte Potenziale in Deutschland

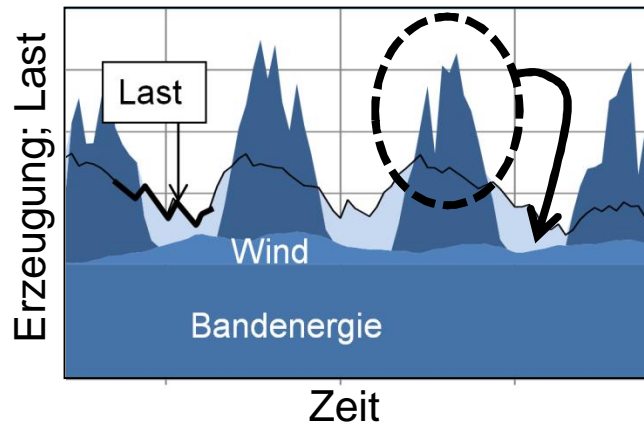
Gemäss dena II  
Studie (2010)

Annahme:  
100% Smart Meter  
Durchdringung bis  
2020



- Nur ca. 10% der Lasten sind zugänglich für DSM
  - Kapazität und Wirkungskdauer entspricht nicht den Anforderungen der Energiewende

# Energiespeicherung Technologien

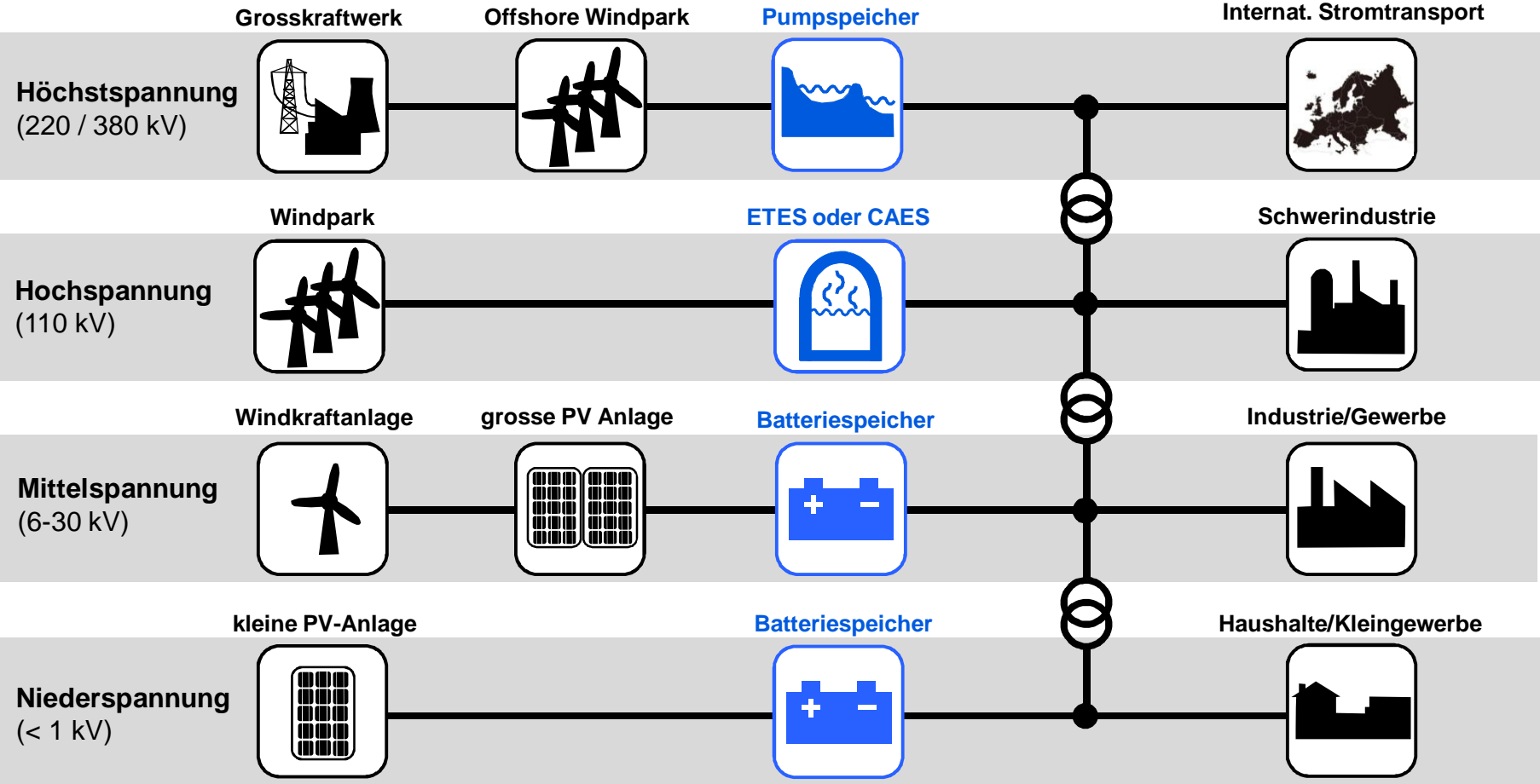


- Es gibt nicht DIE beste Speichertechnologie:
  - Jede Technologie hat ihr spezifisches Anwendungsfeld

Speicherlösung	wirtschaftliche Kapazität	Netzebene
Hydro-Pumpspeicherwerke	> 200 MWh	1
Druckluftspeicher (CAES)	100 – 1000 MWh	1,3
Elektrothermischer Speicher (ETES)	20 – 500 MWh	3,5
Batteriespeicher (BESS)	< 20 MWh	5,7

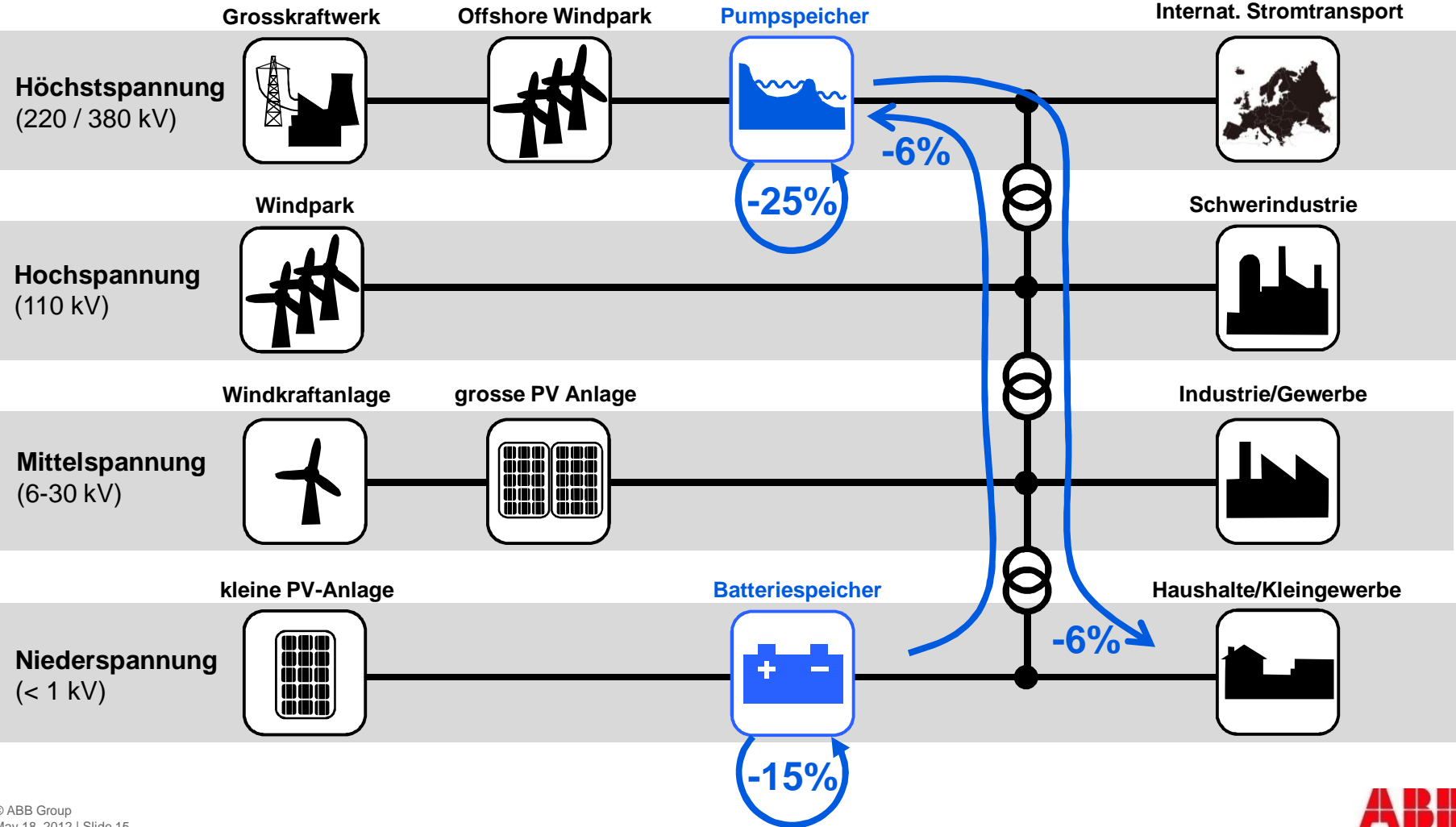
# Energienetz

## Optimale Platzierung der Speicher im Energienetz



# Energienetz

## Optimale Platzierung der Speicher im Energienetz





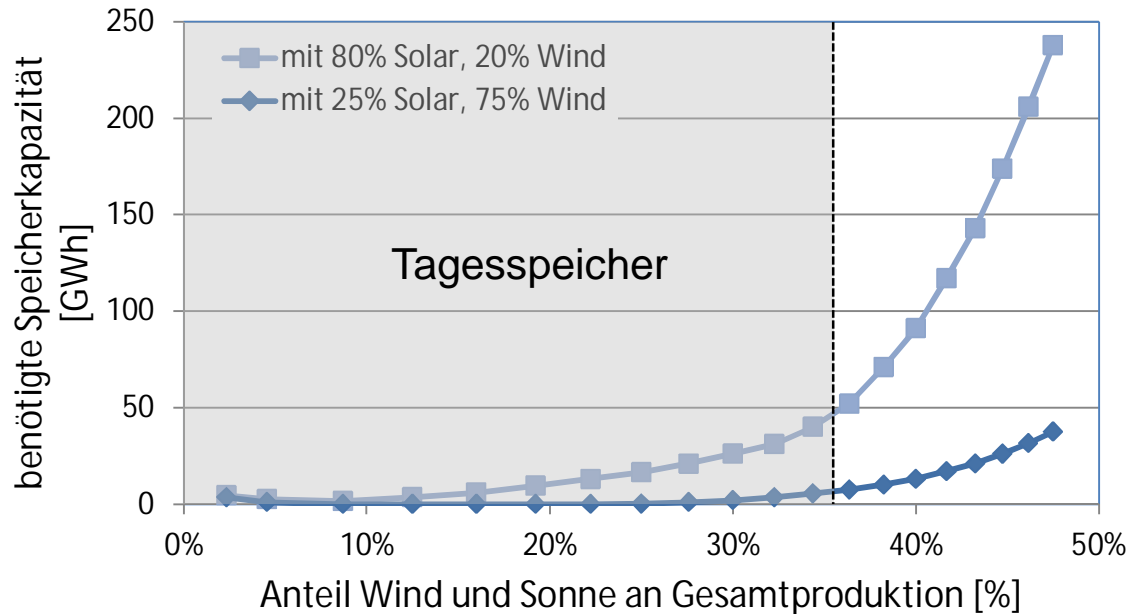
# Energiespeicher

## Benötigte Speicherkapazität

Bedingungen:

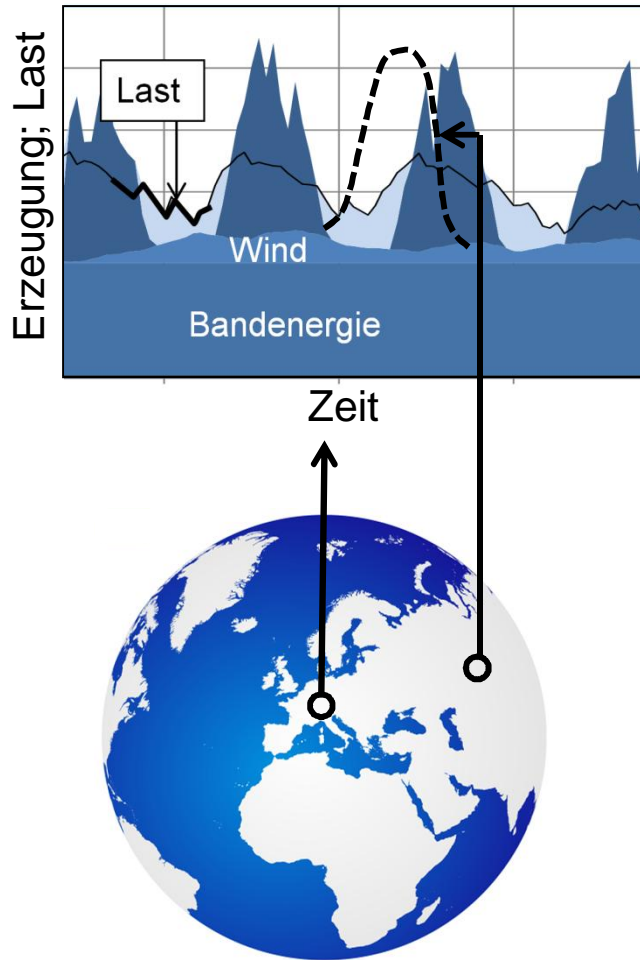
1) Max 5% der Energiegewinnung aus Wind + Sonne müssen abgeregelt werden

2) Keine zusätzlichen Limitierungen durch Leitungskapazitäten etc.



- Wochen- bis Saisonspeicher müssten sehr gross sein und wären nicht wirtschaftlich. Alternativen:
  - Umwandlung in gasförmige und flüssige Brennstoffe (H<sub>2</sub>, Ethanol, oder Methanol)
  - Langdistanz-Energietransport

# Elektrizitätstransport West-Ost Achse



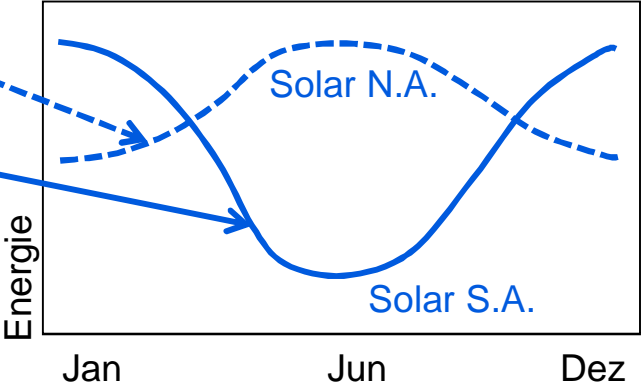
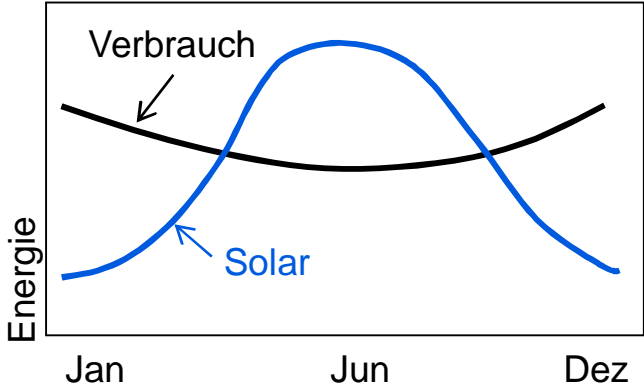
## Wirkungsmechanismus

- Energie-Zeit Verschiebung
- Dämpfung von Produktionsschwankungen durch grossräumige Wetterlagen

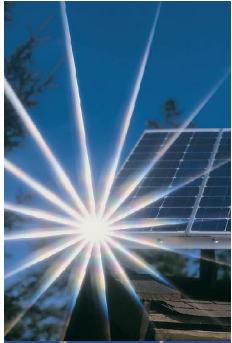
## Konsequenzen

- Reduzierung der Speichieranforderungen für Tage bis Wochen

# Elektrizitätstransport Nord-Süd Achse



# Zusammenfassung



- Ersatz von konventionell erzeugter Bandenergie durch erneuerbare Quellen scheint in der Schweiz bzgl. Potenzialen prinzipiell möglich
- Netzintegration von grossen Mengen an Wind und v.a. Solarenergie ist sehr anspruchsvoll
  - Demand Side Management (DMS) kann das Problem nicht lösen
  - Speicher sind sehr wichtig zum Ausgleich der Tageszyklen
  - Langstrecken-Elektrizitätstransport: Notwendigkeit eines [Supergrid<sup>2</sup>](#)
- Erzeugung von gasförmigen und flüssigen Brennstoffen aus temporären Überschüssen
  - Reduktion der benötigten Speicherkapazitäten
  - Gewinnung von (zukünftig dringend benötigten) Treibstoffen