

# Virtuelle Kraftwerke als zukunftsweisende Vermarktungsform für Ökostrom? –

Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „Faire  
Wettbewerbsbedingungen für Virtuelle Kraftwerke“ der  
Programmlinie „Energiesysteme der Zukunft“

Lukas Weißensteiner, Energy Economics Group, TU WIEN

Anton Heher, SIEMENS AG Österreich, PSE E&I



SIEMENS

25. April 2006, Energiegespräche: „Effiziente Marktintegration von Ökostrom“

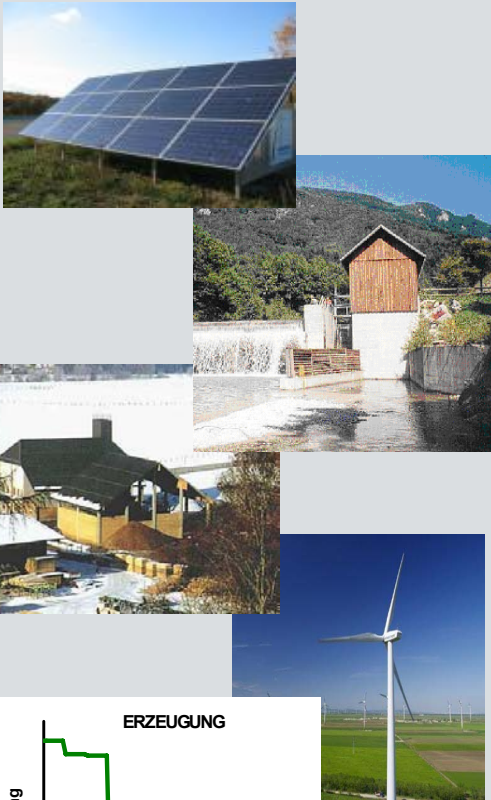
- Projekt
- Begriffsbestimmung
- Motivation
- Ziele
- Methodik
- Ergebnisse
- Schlussfolgerungen
- Ausblick

„Notwendige technische, regulative und ökonomische Bedingungen um für Virtuelle Kraftwerke auf Basis von erneuerbaren Energieträgern faire Wettbewerbsbedingungen zu schaffen“

Das Projekt wurde im Rahmen der Programmlinie „Energiesysteme der Zukunft“ – einer Kooperation des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie mit der Forschungsförderungsgesellschaft – durchgeführt.

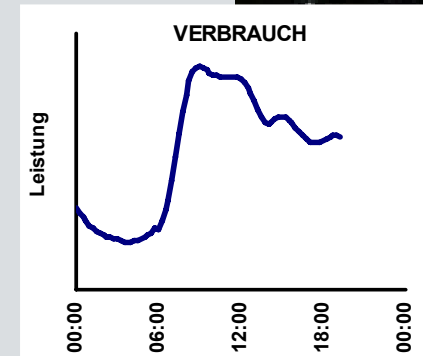
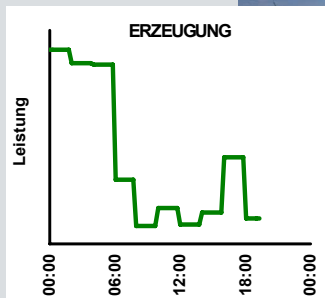
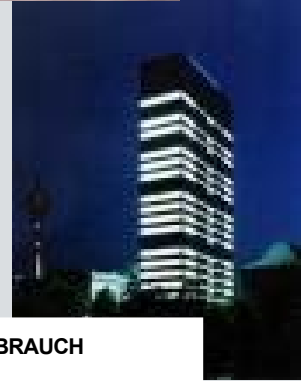
## Team:

- Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft, Energy Economics Group (EEG), TU Wien
- oekostrom AG für Energieerzeugung und -handel, Wien
- SIEMENS AG Österreich, Abteilung Energie & Information (PSE E&I), Wien



## Virtuelles Kraftwerk

- regulatorischer Rahmen
- Technische Kommunikation
- Einflussnahme auf die Betriebsweise
- Wirtschaftlichkeit



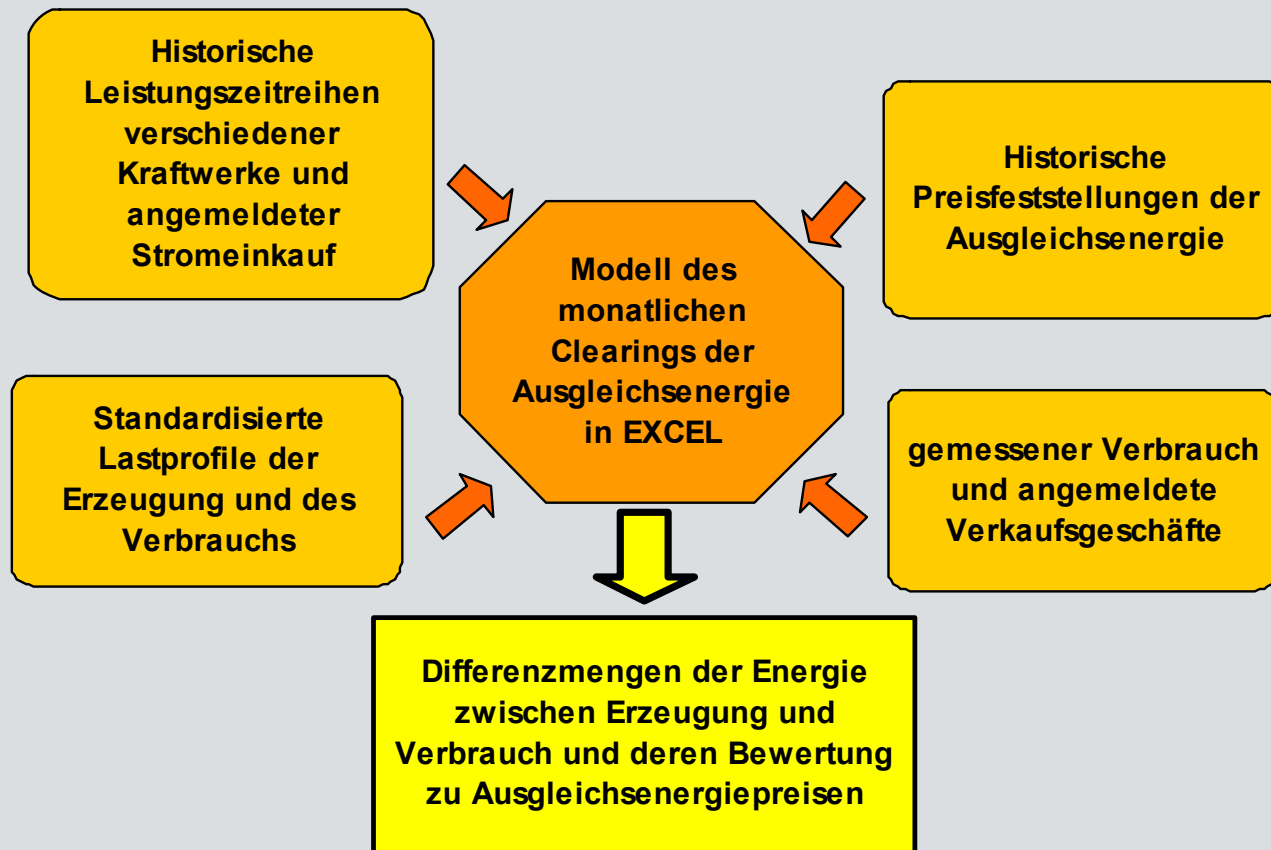
## Das Virtuelle Kraftwerk

- ... wird als interaktives, zentral steuerbares Netzwerk von dezentralen Erzeugern und Verbrauchern,
- ... als (kommerzielle) Bilanzgruppe eingebettet in die (österreichische) Strom-Marktordnung definiert.
- ... stimmt nach einer wirtschaftlichen Optimierung den Kraftwerkseinsatz mit dem Verbrauch wechselseitig ab.
- ... erleichtert die effiziente, ökonomisch vorteilhafte Integration fluktuierender Stromeinspeisung.
  - bietet effiziente Energiedienstleistungen auf Basis erneuerbarer Energieträger.

- **Deckung des Strombedarfs von Haushalts- und Gewerbekunden aus Erneuerbaren Energieträgern (fluktuierend, dezentral) in „Echtzeit“ (derzeit noch) schwierig**
- **Integration von Ökostrom in den konventionellen Strommarkt auf Dauer wünschenswert**
- **Reduktion des Ausgleichsenergieerisikos für Unternehmen**
- **Überwinden von Wettbewerbshemmnissen für Ökostrom im liberalisierten Strommarkt**

- **ERGEBNIS: Grundlagenkonzept für die Realisierung eines Virtuellen Kraftwerkes**
- **Kompatibilität mit technischen, regulativen und ökonomischen Rahmenbedingungen**
- **Identifikation geeigneter Erzeugungs- und Lastportfolios für das geplante Virtuelle Kraftwerk**
- **Implizit: Steigerung der Marktfähigkeit und der Wettbewerbsfähigkeit der Stromproduktion aus Erneuerbaren Energieträgern**





**+ Variation der relativen Anteile verschiedener Kraftwerke/Technologien**

$$\min_t K_{AE} = \min \sum_t ((\sum_i E_{i,t} - \sum_j V_{j,t}) * AECP_t)$$

$K_{AE}$ : Kosten aus dem Ausgleichsenergiemarkt [€]

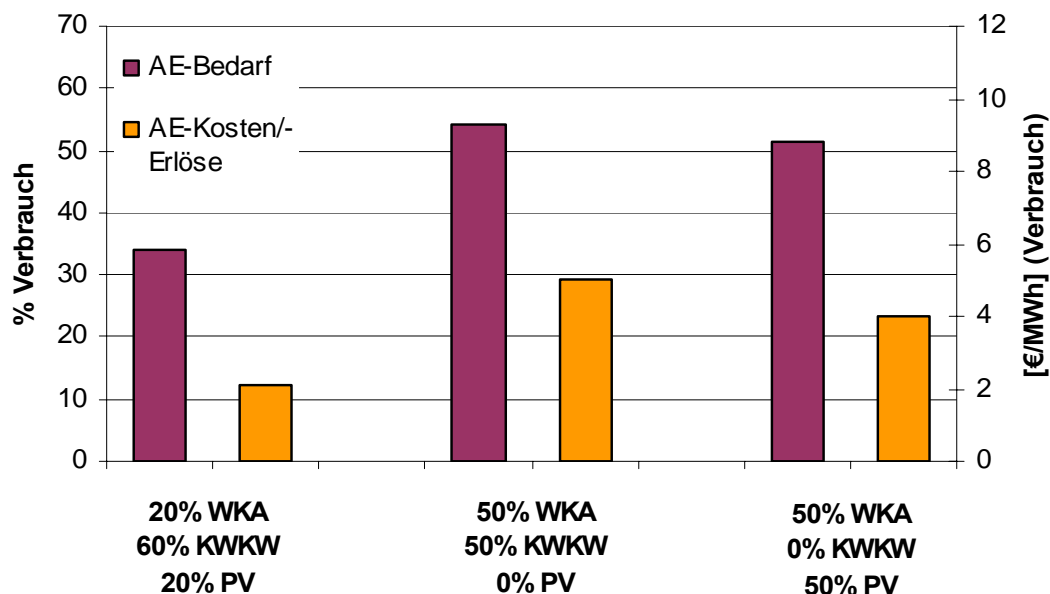
$E_{i,t}$ : Erzeugung oder Einkauf von elektrischer Energie in der Periode t (des Kraftwerks i bzw. gemäß des Vertrags i) [MWh]

$V_{j,t}$ : Verbrauch oder Verkauf von elektrischer Energie in der Periode t (des Verbrauchers oder der Verbrauchergruppe j bzw. gemäß des Vertrags j) [MWh]

$AECP_t$ : Ausgleichsenergieclearingpreis für die Periode t [€/MWh]

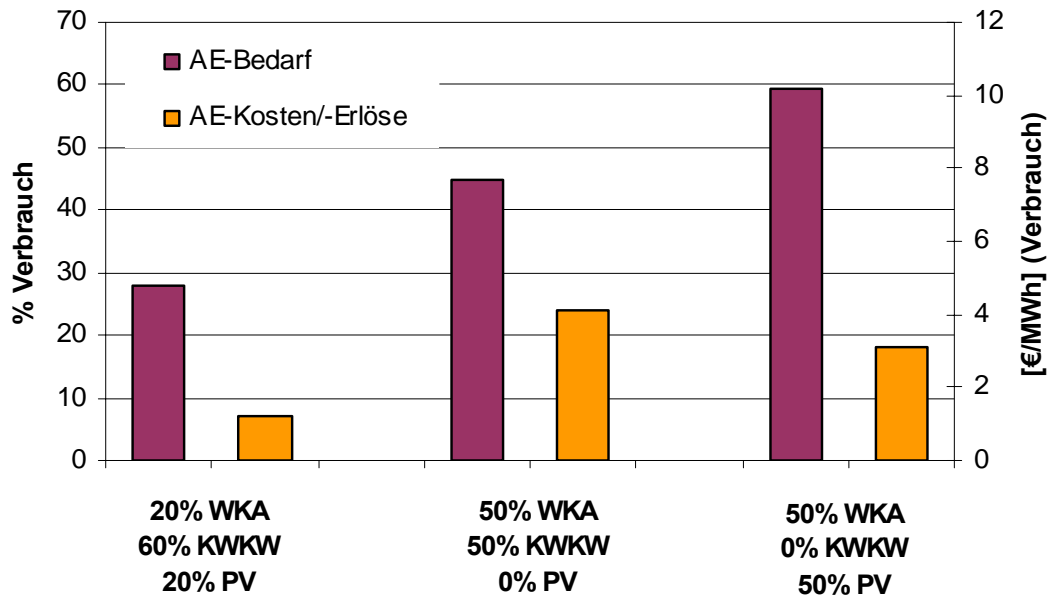
- Systematische Auswertung unterschiedlicher Zusammensetzungen von Erzeugungs- und Verbrauchsportfolios auf Basis historischer Daten (Zeitreihen mit einer Auflösung von 15 min von 2002 bis 2005).
- Bewertung der Sensitivität

Verkauf an Haushalts- und Gewerbekunden  
(Ausgleichsenergiebedarf, -kosten)



Last	Ausgleichsenergie	
	% Verbrauch	[€/MWh]
20% WKA; 60% KWKW; 20% PV	<b>35</b>	<b>2,20</b>
50% WKA; 50% KWKW; 0% PV	<b>54</b>	<b>5,10</b>
50% WKA; 0% KWKW; 50% PV	<b>49</b>	<b>3,93</b>

Verkauf eines konstanten Bandes  
(Ausgleichsenergiebedarf, -kosten)

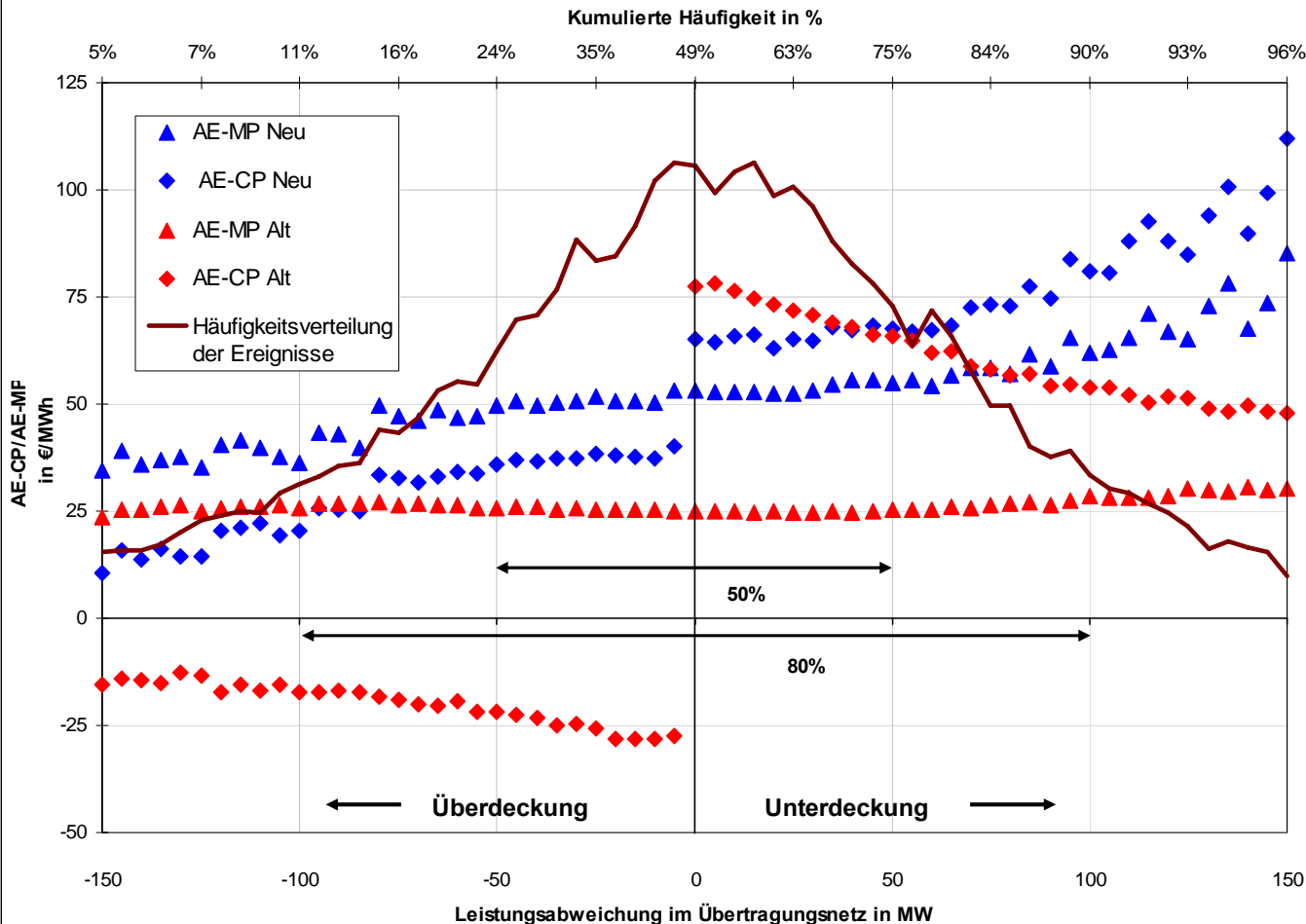


Band	Ausgleichsenergie	
	% Verbrauch	[€/MWh]
20% WKA; 60% KWKW; 20% PV	<b>28</b>	<b>1,23</b>
50% WKA; 50% KWKW; 0% PV	<b>45</b>	<b>4,15</b>
50% WKA; 0% KWKW; 50% PV	<b>59</b>	<b>3,12</b>

# Ergebnisse regulatorischer Rahmen

## Durchschnittliche Clearingpreise (CP) und Marktpreise (MP) für Ausgleichsenergie (AE)

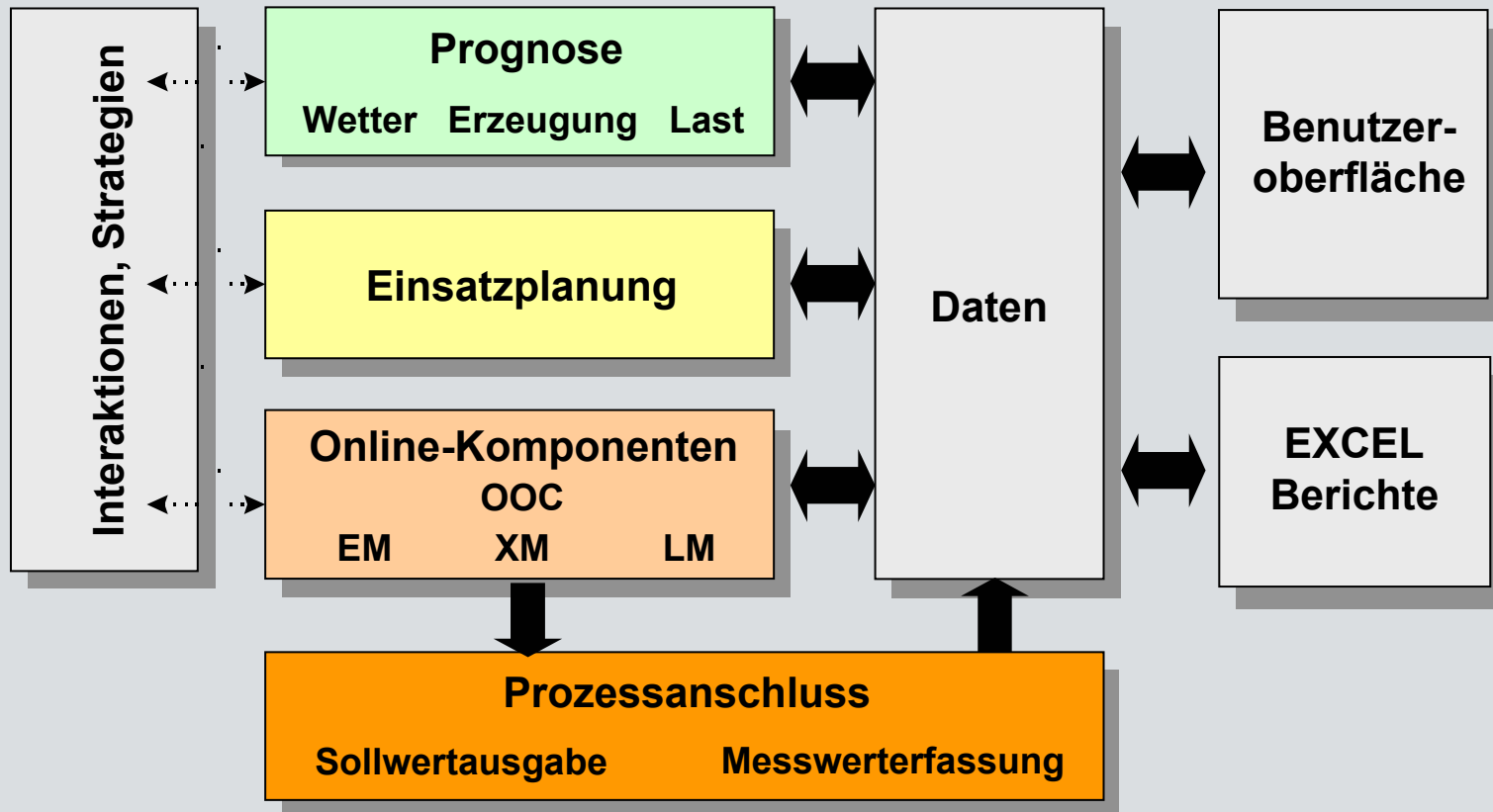
Datenbasis: APG, CP/MP von 1. 1. 2004 bis 30.6.2005 und von 1. 7. 2005 bis 31. 12. 2005 gereiht nach d. Leistungsabweichung d. Regelzone ( $\alpha \approx 0,05/0,95$ )



**Regulatorischer Rahmen als wesentlicher ökonomischer Einflussfaktor (Ausgestaltung der Marktregeln)**

# Ergebnisse Technisches Lastenheft (1)

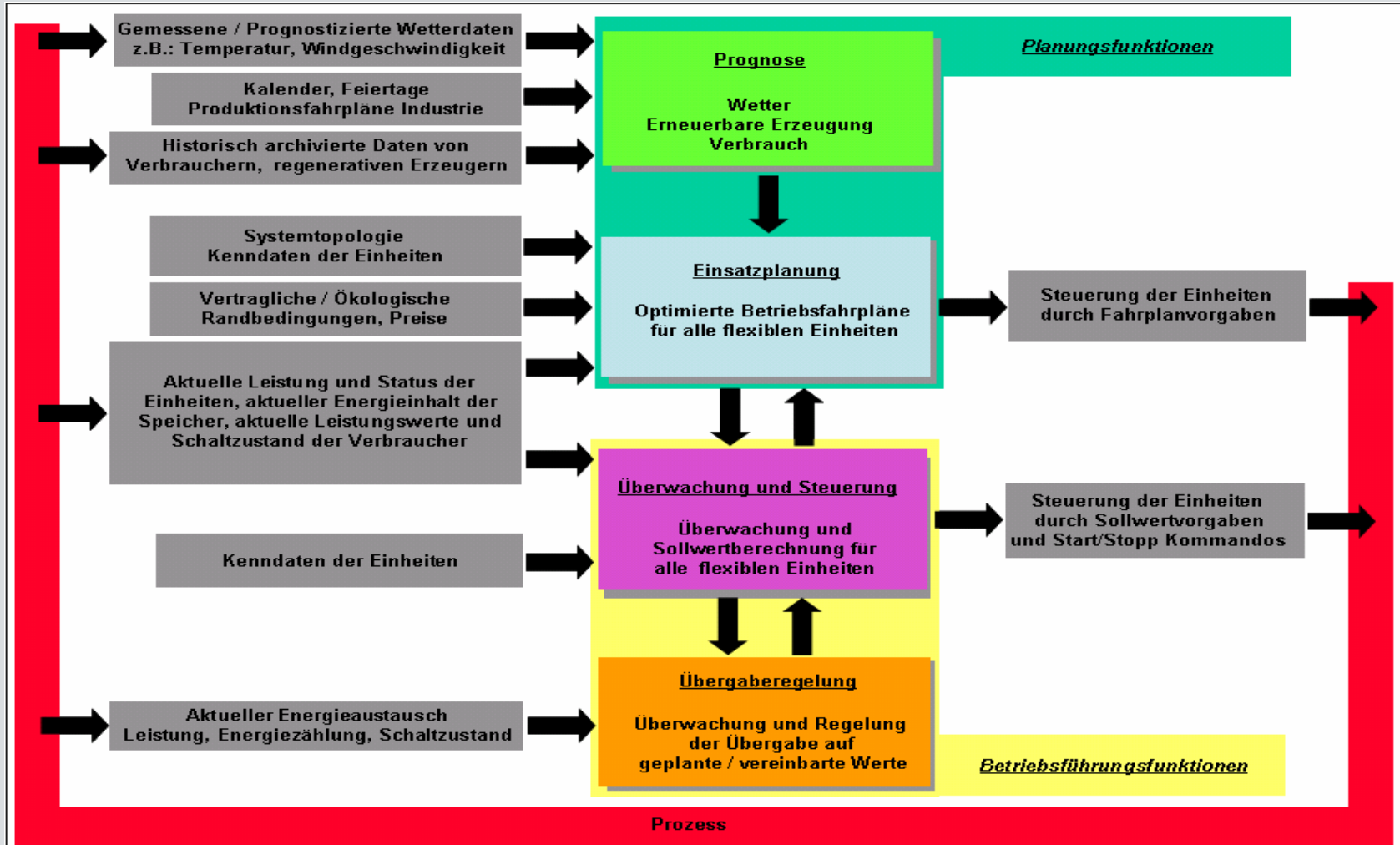
Funktions-Anforderungen einer Leitstelle für virtuelle Kraftwerke



EM ... Erzeugungsmanagement  
XM ... Energiebezugsüberwachung

LM ... Lastmanagement  
OOC ... Online Optimierung

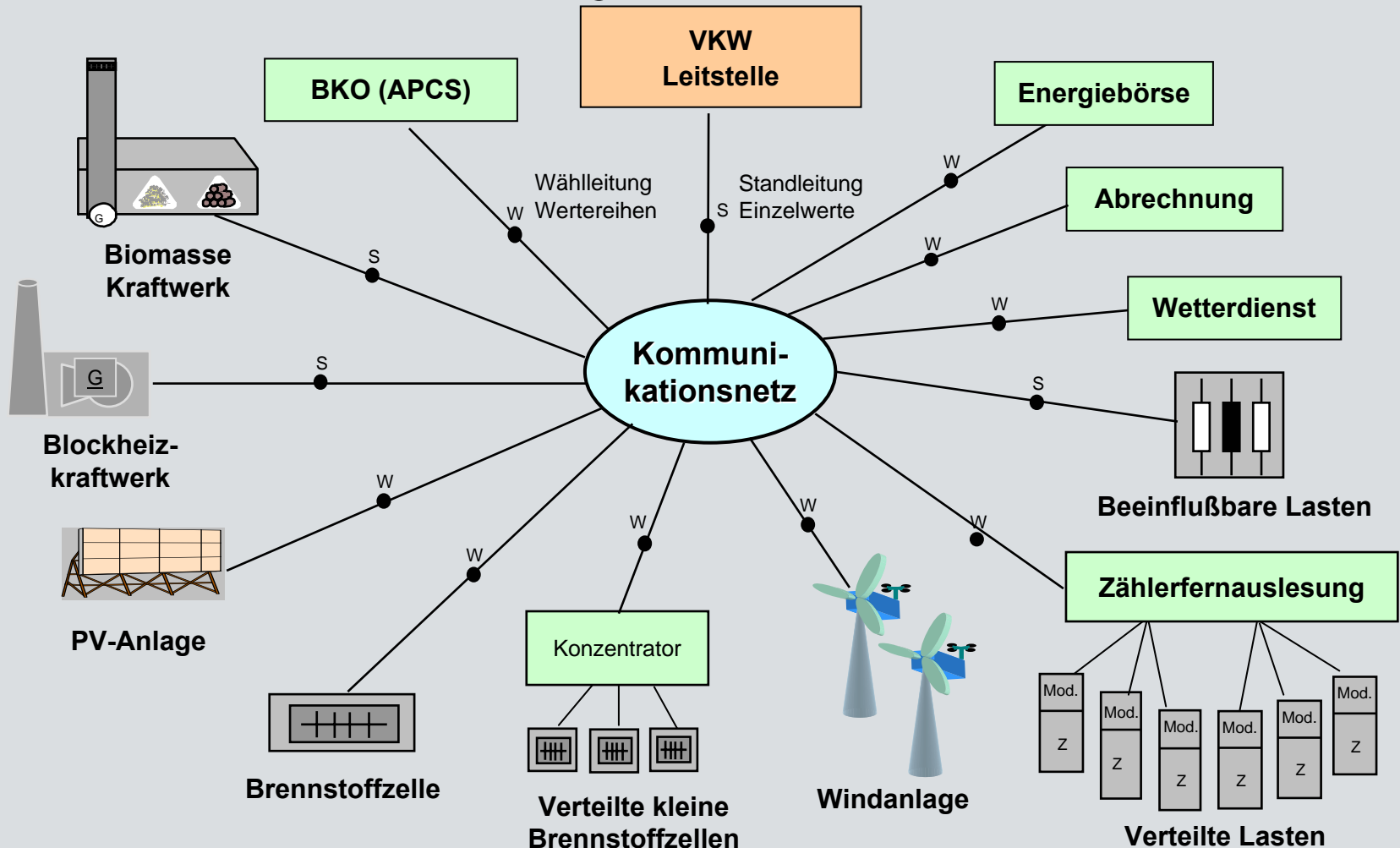
### Daten-Anforderungen einer Leitstelle für virtuelle Kraftwerke





# Ergebnisse Technisches Lastenheft (3)

Kommunikations-Anforderungen einer Leitstelle für virtuelle Kraftwerke



- **Windkraft ist derzeit mit hohem Ausgleichsenergiebedarf und hohen Ausgleichsenergiekosten verbunden:**
  - **Anpassung des regulatorischer Rahmens: Einführung eines Marktes mit kürzerer Fristigkeit (Verkürzung des Prognosehorizonts)**
  - **Schaffung von Voraussetzungen und Anreizen für den kurzfristigen wechselseitigen Ausgleich zwischen Erzeugung und Last**
- **Kleinwasserkraft und PV leisten einen willkommenen Beitrag zur Deckung des Verbrauchsprofils**
- **Regulatorischer Rahmen: Schaffung eines endogenen Anreizes für den Ausgleich von Leistungsabweichungen**
- **Wettbewerbsnachteil für Windstromanbieter: deutliche Beeinflussung der Ausgleichsenergiepreise durch die gebündelte Windenergie in der Ökobilanzgruppe**

- **Detaillierte Vorbereitung der Realisierung eines Virtuellen Ökostrom Kraftwerkes als Modellsystem im Rahmen eines Folgeprojektes im Zuge der Zweiten Ausschreibung EDZ**
- **umfassende Einbindung von Verbrauchern aus verschiedenen Kundengruppen und Definition von Kompensationsleistungen**
- **Simulation des optimierten Betriebes in einem Energiemanagementsystem**
- **Ausarbeitung eines konkreten Umsetzungsplanes für die Demonstration**

→ Detaillierte Vorbereitung der Realisierung eines Virtuellen Ökostrom Kraftwerkes als Modellsystem im Rahmen eines Folgeprojektes im Zuge der Zweiten Ausschreibung ED7

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit ...**

→ umfassende  
verschiedene  
Kompensa

**Für Fragen und Anmerkungen ...**

**[weissensteiner@eeg.tuwien.ac.at](mailto:weissensteiner@eeg.tuwien.ac.at)**

→ Simulation des optimierten Betriebes in einem Energiemanagementsystem

→ Ausarbeitung eines konkreten Umsetzungsplanes für die Demonstration