

Netzintegration der Erneuerbaren Energien im Land Brandenburg

Vortrag zur 2. Konferenz
„Energieversorgung und Klimawandel“

15. Mai 2009

vorgetragen von:

Prof. Dr.-Ing. Klaus Pfeiffer

Brandenburgische Technische Universität Cottbus

Gastprofessur Dezentrale Energiesysteme und

Kraftwerkselektrotechnik

Walther-Pauer-Straße 5

03046 Cottbus

klaus.pfeiffer@tu-cottbus.de



Ausgangslage

- **Stetiger Anstieg der installierten Leistung von EEG-Erzeugungsanlagen, vornehmlich Windenergieanlagen**
- **Brandenburg ist von dieser Entwicklung mit am stärksten betroffen**
- **Problemstellungen für den Betrieb der Übertragungs- und Verteilnetze:**
 - erschöpfte Aufnahmekapazitäten
 - kritische Situationen bei Starkwind und gleichzeitiger Schwachlastsituation im Netz
 - keine bedarfsgerechte Einspeisung
 - Gefährdung der Netzstabilität durch Gefährdung der Kraftwerksbilanz

- **Handlungsbedarf:**

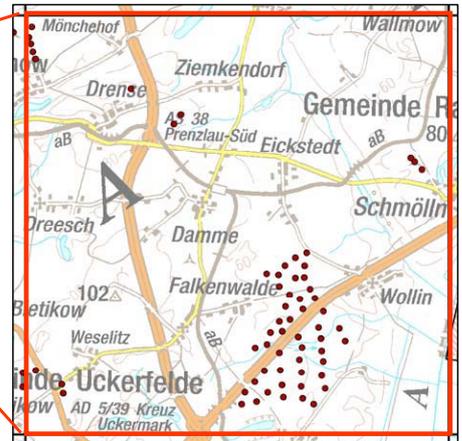
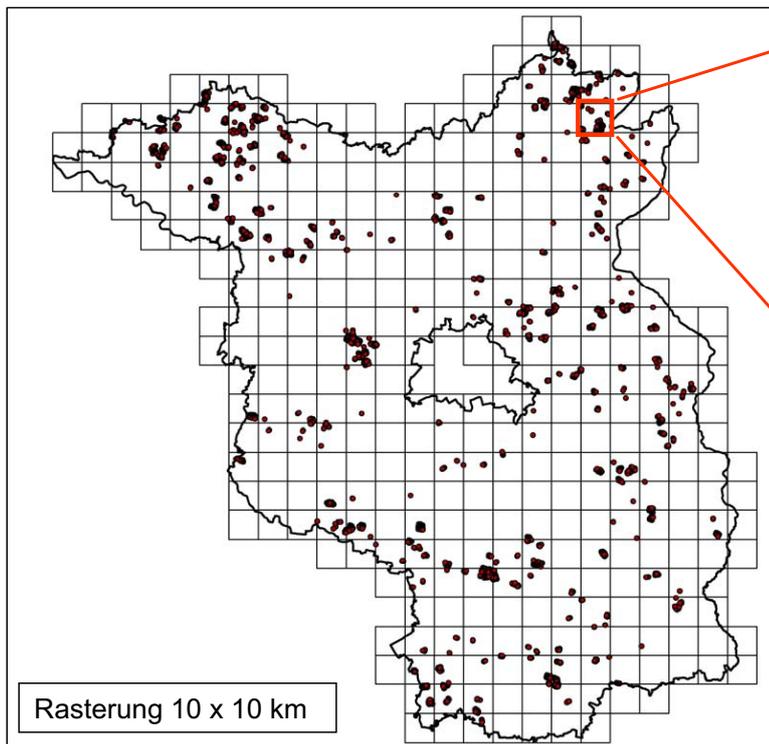
Ableitung von richtigen Schlussfolgerungen für die zukünftigen Entwicklungen

- **Schwerpunkte:**

- Ermittlung der EE-Potenziale
- Beitrag zu einer koordinierten Netzausbauplanung
- Vorschlag von neuen Konzepten zur bedarfsgerechten Energieversorgung mit erneuerbaren Energien (fahrplanbasierte Einspeisung)

- **Prognose der EEG-Einspeisung**

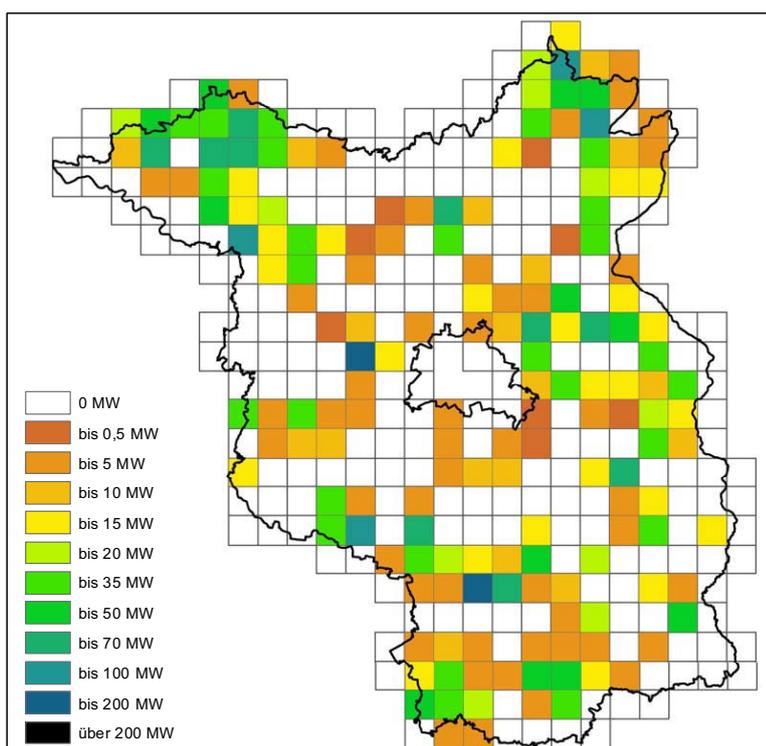
Systematik der Erfassung



Für jede der 2.330 WKA sind erfasst:

- metergenaue Standort, Eignungsgebiet
- Errichtungs-Datum
- WKA-Typ (Hersteller, Leistung, Rotor-durchmesser, Nabenhöhe)
- Netzbetreiber
- Netzanschlusspunkt

Räumliche Verteilung der EE-Einspeisung



Stand 01.01.2007

Windkraftleistung: 3.100 MW
(Quelle: CEBra Research)

Biomasseleistung: 191 MW
(Quelle: CEBra Research)

**Sonstige regenerative Einspeisung
in Summe deutlich unter 100 MW**

Grundszenarien		Übertragungs- netzebene		Verteilungs- netzebene	
S1	Vollständige Bebauung der Windeignungsgebiete in Brandenburg	WEA	1000 MW	WEA BioM	6000 MW 575 MW
S2	S1 + 1.500 MW räumlich konzentriert in Nordost-Brandenburg	WEA	2500 MW	WEA BioM	6000 MW 575 MW
S3	S1 + 375-MW-Erneuerbares Energien-Hybridkraftwerk	WEA HyKW	1000 MW 375 MW	WEA BioM	6000 MW 575 MW
S4	deutliche Ausweitung der Windenergienutzung mit ca. Verdopplung zu Szenario S1 (S1 + diverse Großwindparks)	WEA	~8000 MW	WEA BioM	6000 MW 575 MW

■ Netzausbau-Erfordernisse

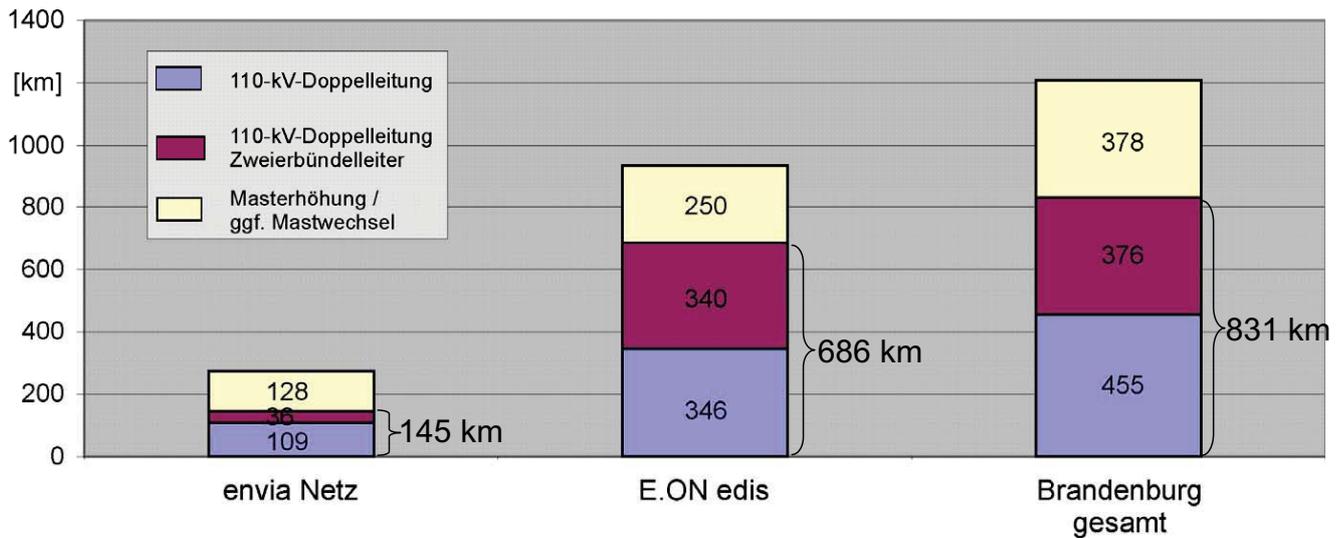
Vorbemerkungen

- Berechnung mit **realen Netzparametern**
 - Verteilnetze der E.ON edis und envia Netz innerhalb Landesgrenze BB
 - Übertragungsnetz: Netzmodell für die gesamte Regelzone von VE Transmission berücksichtigte Einflussfaktoren/Randbedingungen:
 - Entwicklung der konventionellen KW-Einspeisung
 - EEG-Prognosen für übrige BL innerhalb RZ VE Transmission
 - Offshore-Windparks (Bereich Ostsee)
 - Passivität der PSWErmittelt wurde nur den **Netzausbau innerhalb Brandenburg!**
- für Netzausbau relevanter Beanspruchungsfall: **Starkwind / Schwachlast**
- sicherer und zuverlässiger Betrieb der öffentlichen Versorgungsnetze erfordert die **Beherrschung des einfachen Störfalles** (Ausfall eines Betriebsmittels)
 - dimensionierendes Kriterium für den Netzausbau sind die Ergebnisse der **(n-1)-Ausfallrechnungen**
- Netzausbaubetrachtungen berücksichtigen **nur Betriebsmittel der öffentlichen Energieversorgung**, keine EEG-Einspeisernetze

Netzausbaumaßnahmen Brandenburger 110-kV-Netze

- **Anpassung** der ursprünglich ausschließlich für die Versorgung konzipierten Netze an die **Aufnahme und Abführung** von EEG-Leistung
- **Maßnahmen:**
 - Neubau von 380/110-kV-Umspannwerken zur gezielten erzeugernahen Leistungsabführung in das Übertragungsnetz
 - Neubau von Freileitungen
 - zur Einbindung der neuen Umspannwerke
 - zur Entlastung bestehender Leitungen
 - Erhöhung der Übertragungskapazität bestehender Leitungen
 - Mastwechsel / Masterhöhung mit Leiterseilregulierung
 - Ersatzneubau
 - Erhöhung der Transformatorkapazität im Netzgebiet

Mengengerüst für 110-kV-Freileitungen

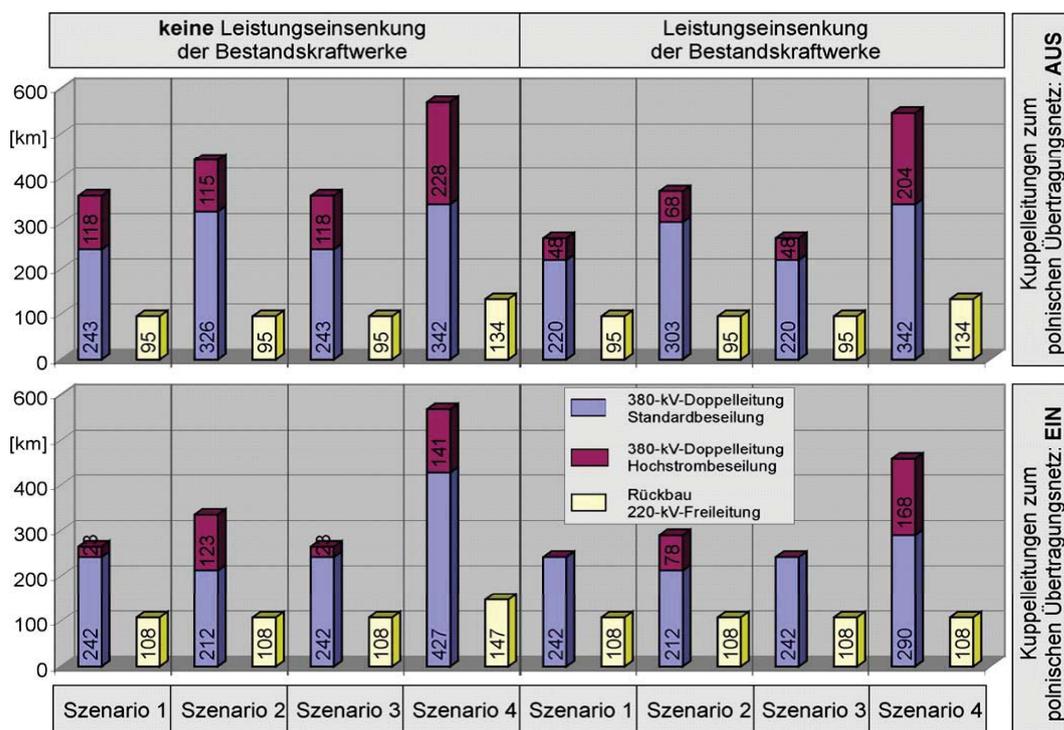


Zusätzlich benötigte Transformatorkapazität zur Beherrschung der EEG-Rückspeisung aus den Brandenburger Verteilnetzen in die Übertragungsnetzebene:

- für 110-kV-Netzgruppe Brandenburg der **envia Netz: 1.200 MVA**
- für 110-kV-Netzgruppe Brandenburg der **E.ON edis: 1.800 MVA**

Mengengerüst für 380-kV-Freileitungen

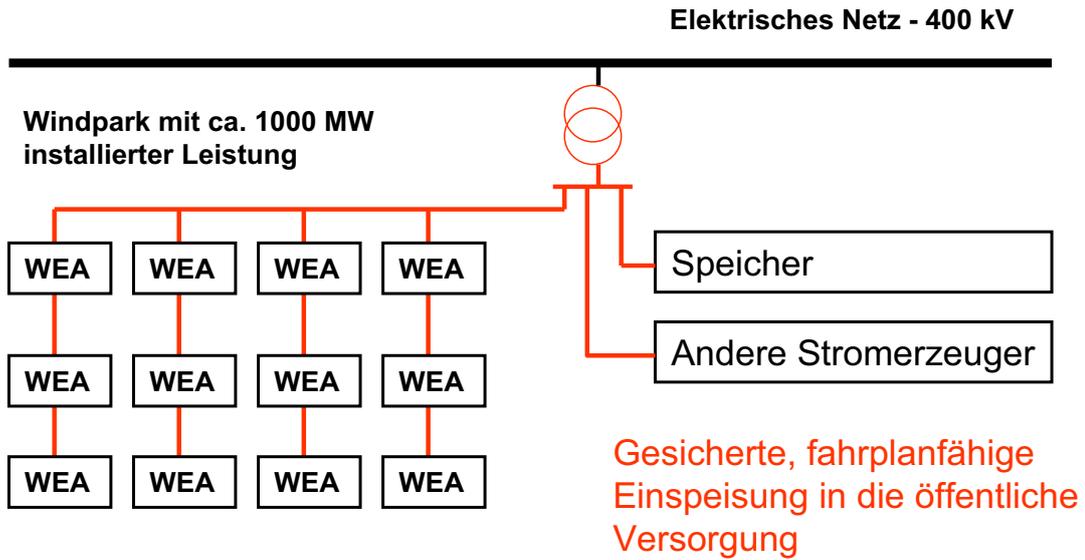
Brandenburger Teil des Übertragungsnetzes von VE-T



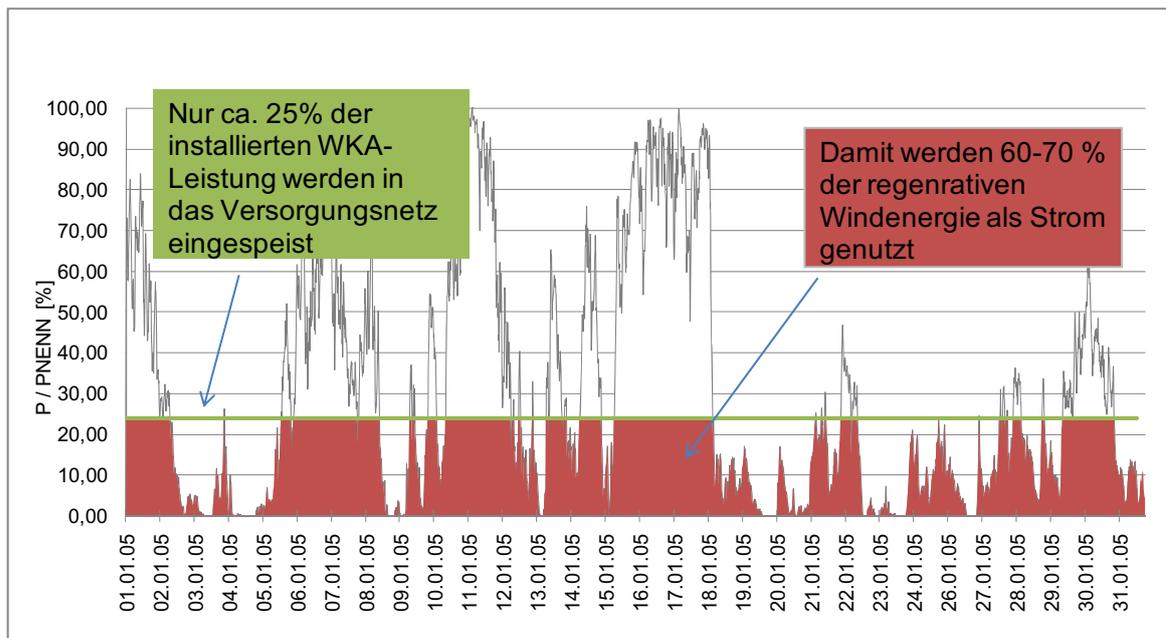
Schlussbemerkungen

- Netzbetreiber muss zuverlässige Energieversorgung gewährleisten
 - das bedeutet **erhöhten Aufwand für Netzausbau** gegenüber reinen EEG-Erzeugungsnetzen, da **(n-1)-Sicherheit als Planungskriterium** zugrunde zu legen ist
- weiterführende EEG-Netzausbaumaßnahmen sind außerdem in Schaltanlagen, Leittechnik, Netzschutz und Netzautomatisierung erforderlich
- Einbeziehung der WEA bei **Blindleistungsbereitstellung** unbedingt erforderlich
 - erhöhter Aufwand für die Systemführung
- **Leistungsbaumaßnahmen** werden aus technischen und ökonomischen Gründen **ausschließlich als Freileitungen** vorgeschlagen
- **Netzausbau läuft** dem Ausbau der Erzeugerkapazitäten **deutlich hinterher**
 - NSM-Systeme mit erheblichem Aufwand bei Netz- und Anlagenbetreibern
- Leiterseilmonitoring **könnte temporär** EEG-Netzintegration unterstützen
 - vermeidet aber perspektivisch keinen Netzausbau
 - erheblicher technischer und finanzieller Aufwand

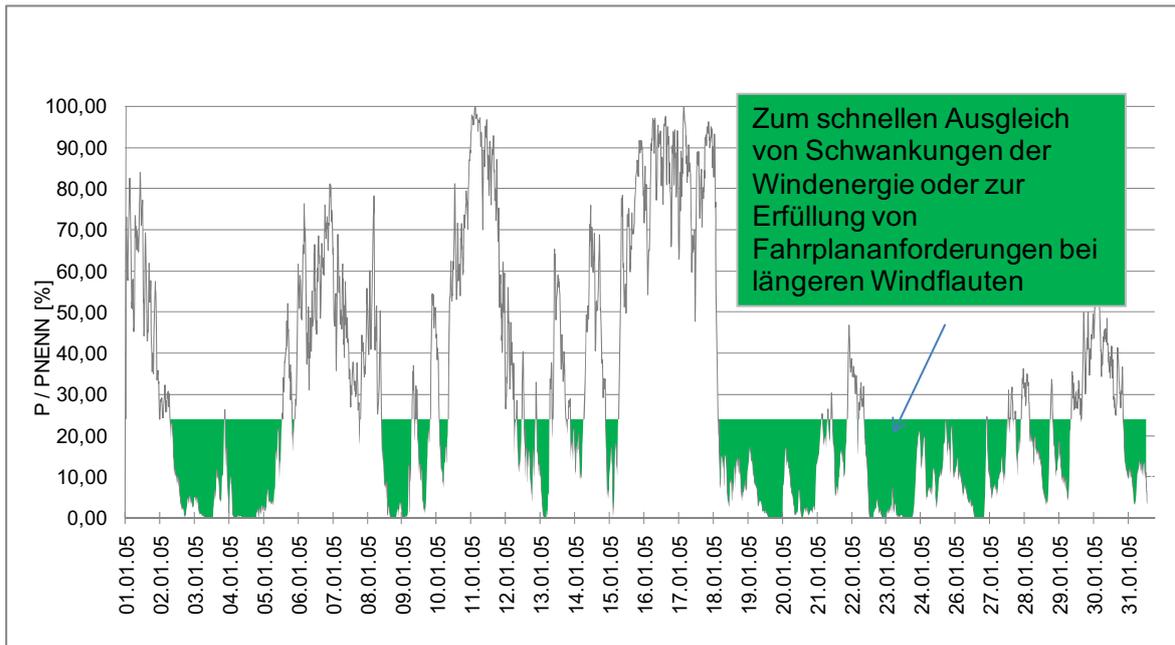
■ EE-Hybridkraftwerk



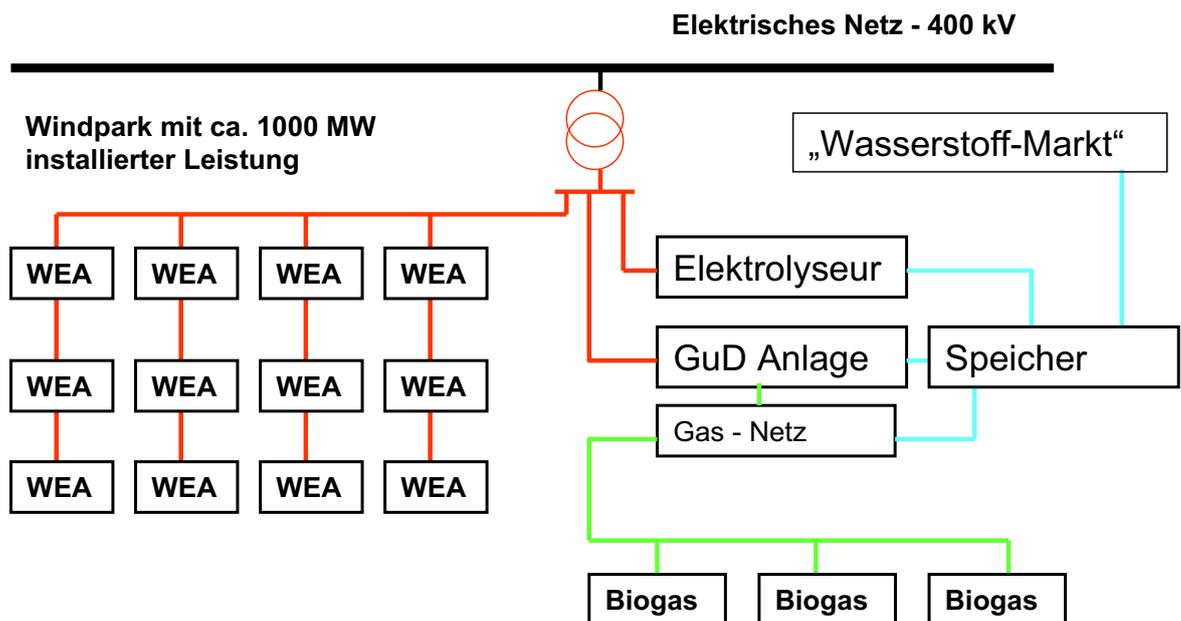
Grundkonzept beim Aufbau eines Hybrid-Kraftwerkes



Begrenzung der elektrischen WEA-Direkteinspeisung



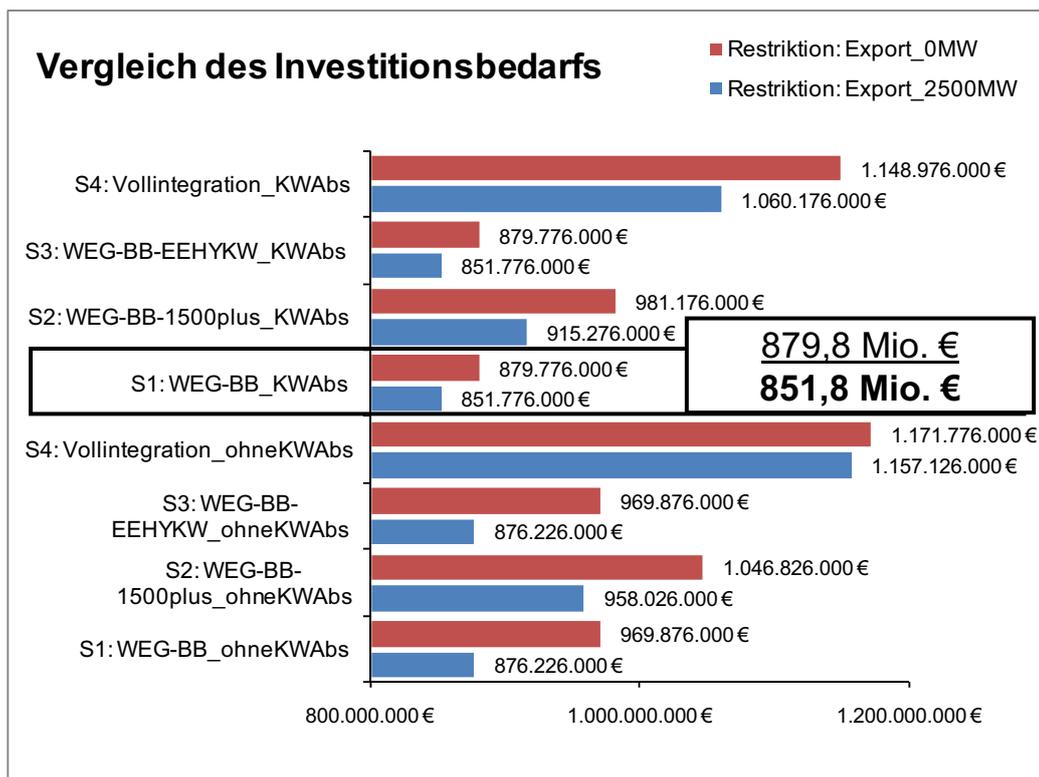
Gesicherte Leistung durch GuD-Anlage im EE-Hybrid-Kraftwerk

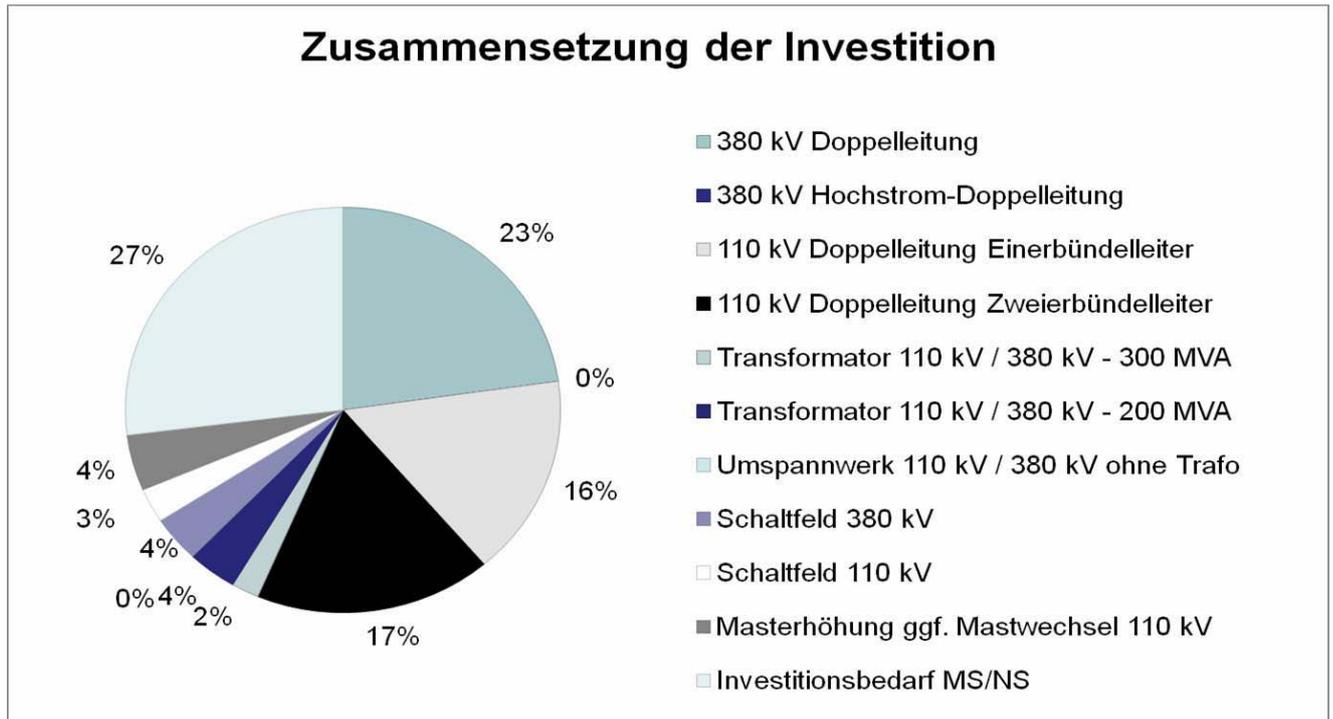


Grundkonzept beim Aufbau eines EE-Hybrid-Kraftwerkes

■ Ökonomische Berechnungen

Ökonom. Berechnungen zum Netzausbau





Zusammensetzung des Investitionsbedarfs für das Szenario 1 (WEG-BB_KWAbs/Exp_2.5GW)

Zusammenfassung der Ergebnisse zum EE-HyKW

- 1) Stromgestehungskosten des EE-HyKW in der untersuchten Konfiguration liegen für das Jahr 2020 bei etwa **15,6–16,3 ct/kWh**
- 2) EE-HyKW in der untersuchten Konfiguration benötigt umfangreiche landwirtschaftliche Nutzflächen zum Biomasseanbau
 - ca. **200 bis 220 ha/MWeI**
 - ein EE-HyKW mit einer elektrischen Einspeiseleistung von 480 MWeI benötigt insgesamt bis zu 94.205 ha.
- 3) Weiterer Forschungsbedarf: Nutzung des Erdgasnetzes, Nutzungskonkurrenzen landwirtschaftlicher Flächen, Wasserstoffnutzung im GuD-Kraftwerk und im Sekundärmarkt

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit