

Netzanbindung und Systemdienstleitung von EEG Anlagen

- » Netzanbindung und Netzkapazität werden seit Beginn der dezentralen Erzeugung heftig diskutiert
 - geregelt im EEG
- » sie beschäftigen Planer, Betreiber und Juristen
- » sie sind unerlässlich für die Funktion der WKA

Historie

» Bis 1992: Einzelanlagen bis 300 kW

U_{\max}/U_{\min} & f_{\max}/f_{\min} überwacht, ungenau

Anschluss an Niederspannung / Mittelspannung

Anlagen jederzeit zugängliche Schaltstelle

» Ab 1992: 500 kW Anlagen, erste Windparks

Asynchrongeneratoren, Umrichter mit Thyristoren

Anschluss an Mittelspannung / Hochspannung

Messklemmen für die Prüfung der Netzüberwachung

Historie

- » ab ca. 2000: WKA > 1MW
mehr geregelte Generatorkonzepte /Umrichter
- » 2008: Auftreten bedrohlicher Netzsituationen,
da bei einem Netzfehler hunderte WKA gleichzeitig abschalten
und so die Netzsituation schlagartig verändern
- » 2008: BDEW Mittelspannungsrichtlinie definiert neue
Netzanschlussbedingungen

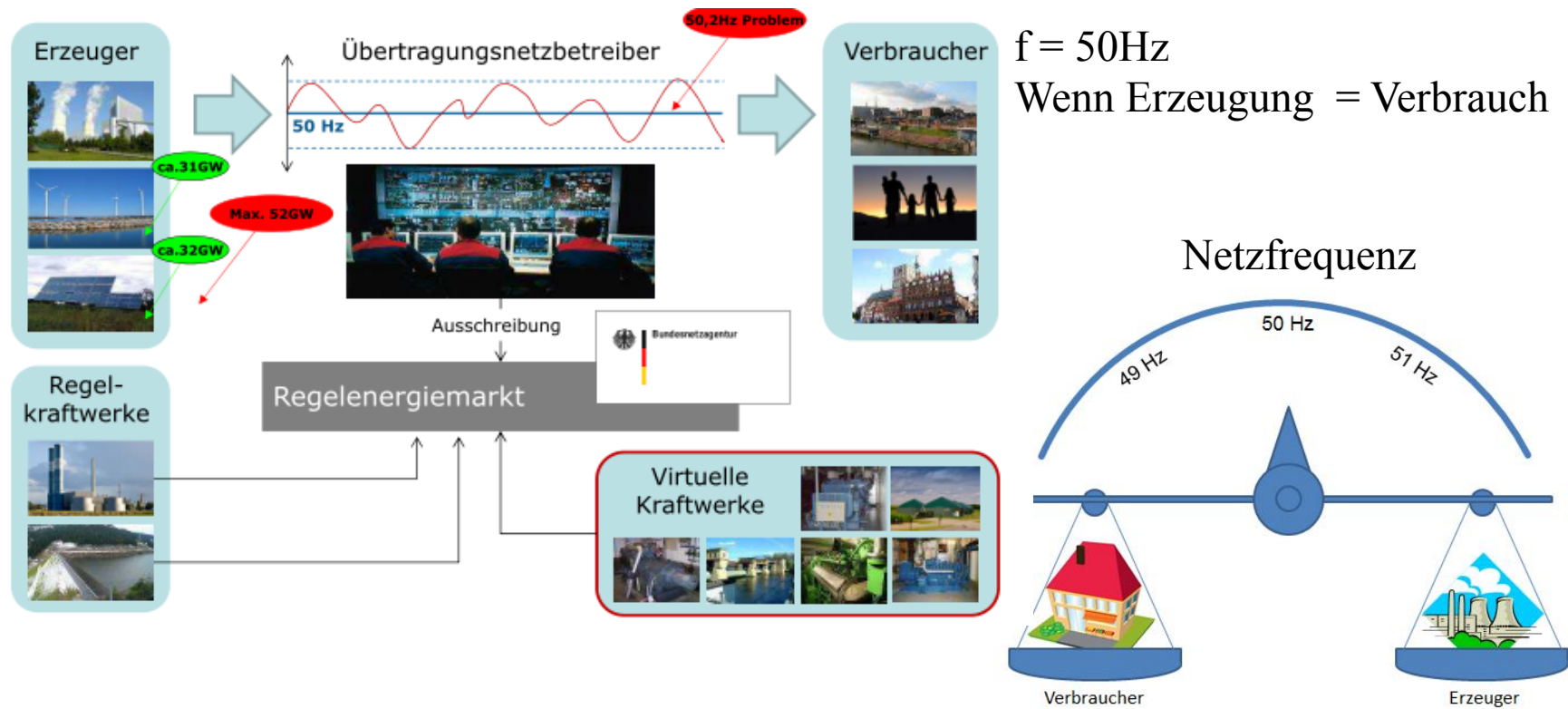
Systemdienstleistung

- » ab 2009: Systemdienstleistungen (SDLWindV)
- » Windkraftanlagen schalten bei einem Netzfehler nicht mehr ab sondern stützen das Netz
- » Die Fähigkeit Systemdienstleistungen zu erbringen wird mit dem SDL Bonus belohnt, viele Anlagen werden umgerüstet.
- » Anlagenzertifizierung für den Netzanschluss
- » SDL wird auf andere EEG Anlagen übertragen

» Systemdienstleistungen (SDL) sind:

- für die Elektrizitätsversorgung notwendige Dienste um die Funktionsfähigkeit zu erhalten
- **Frequenzhaltung**
- **Spannungshaltung**
- Versorgungswiederaufbau
- **Management von Netzfehlern**
- Betriebsführung / Netzengpassmanagement
- Die Bereitstellung von Regelleistung zur Frequenzhaltung ist die SDL mit dem ökonomisch höchsten Gewicht

Frequenzabweichung



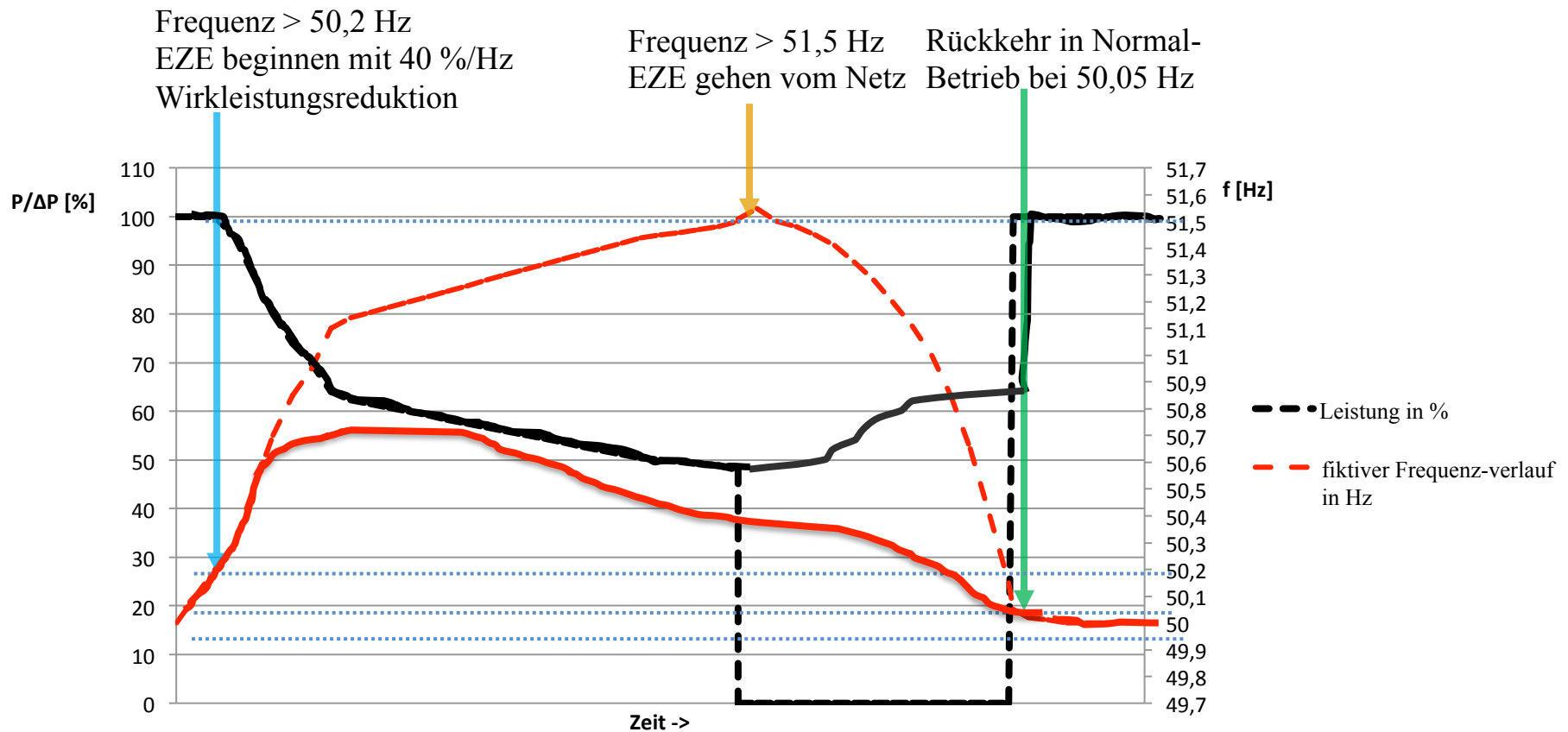
Die Frequenz ist in allen Punkten des Netzes gleich.

Frequenzhaltung durch Netzanschlussnehmer

Folgendes Diagramm zeigt den Kurvenverlauf bei Überfrequenz

Leistungsreduktion bei Überfrequenz auch für WKA verpflichtend!

40% /Hz der **momentanen** Wirkleistungsproduktion.



Grenzwerte Spannungshaltung

Funktion	Einstellbereich des Schutzrelais	empfohlene Schutzrelais-Einstellwerte	
Spannungssteigerungsschutz U>>	1,00 - 1,30 U _n	1,15 U _c	≤ 100 ms
Spannungssteigerungsschutz U>	1,00 - 1,30 U _n	1,08 U _c *)	1 min
Spannungsrückgangsschutz U<	0,10 - 1,00 U _n	0,8 U _c	2,7 s
Blindleistungs-/ Unterspannungs- schutz (Q _↔ & U<)	0,70 - 1,00 U _n	0,85 U _c	t = 0,5 s

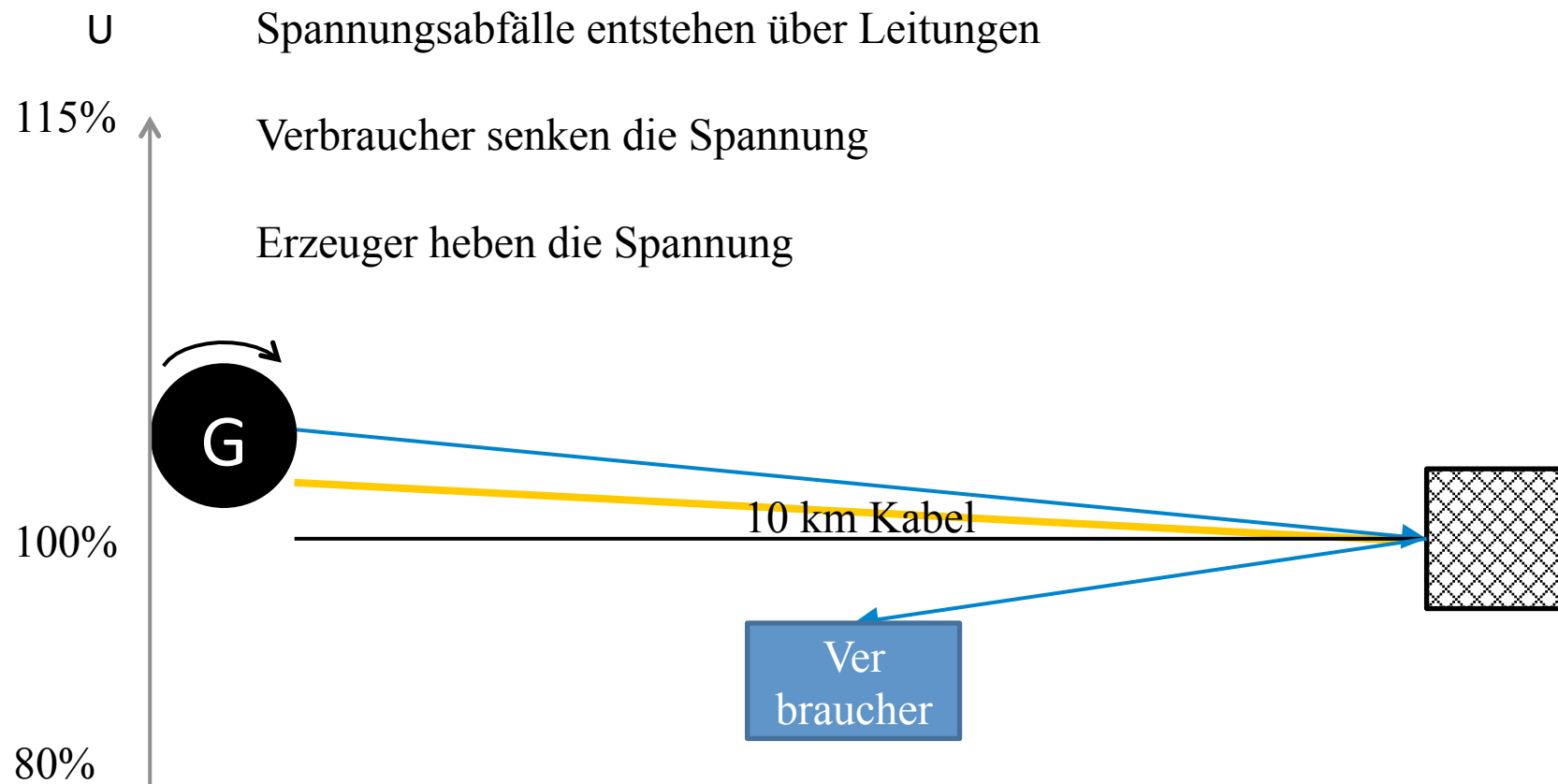
- » Der Windpark oder die Anlage ist so einzurichten, dass die Grenzwerte eingehalten werden
- » Die Grenzwerte ergeben sich aus den technischen Richtlinien und aus den Vorgaben des Netzbetreibers

Folgen von Spannungsabweichungen

» Auswirkung bei zu großen Spannungsabweichungen

- Leuchten verlieren ihr Leuchtkraft
- Motoren erbringen zu wenig Leistung
- Umrichter schalten ab
- Steuerungen funktionieren nicht
- Die Funktion elektrischer Geräte ist nicht sicher

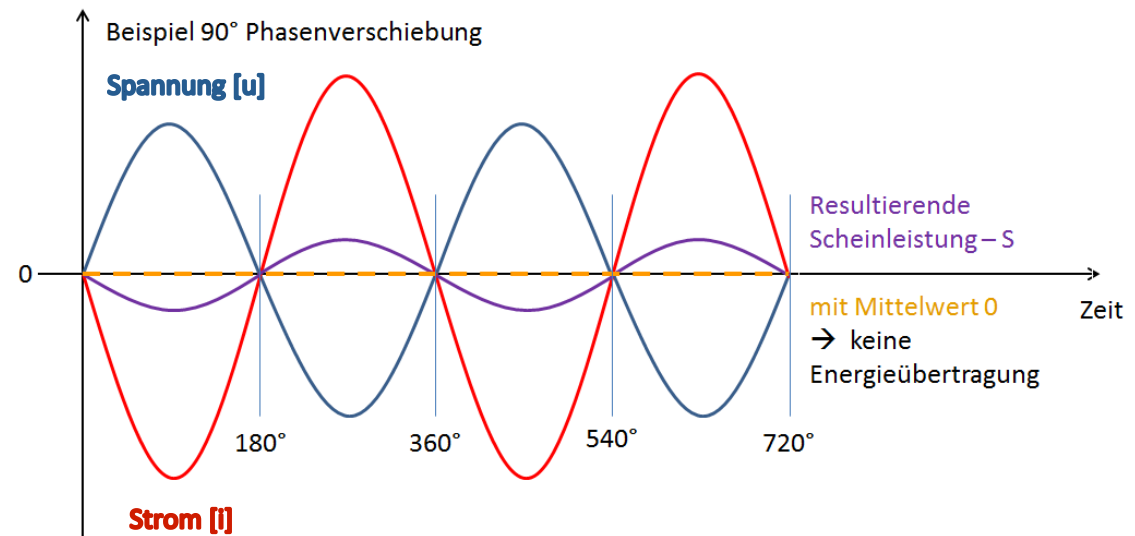
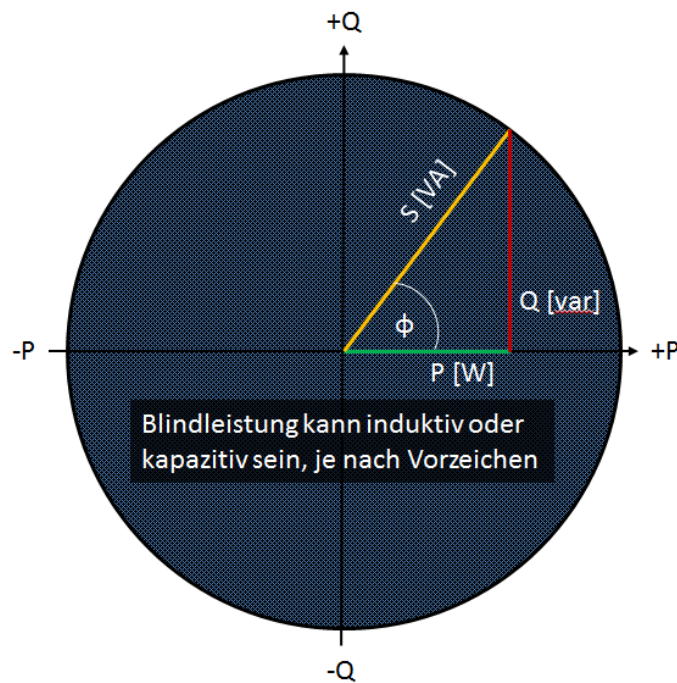
Spannungsverlauf an einer langen Leitung



Die Spannung ist in jedem Punkt des Netzes anders. Sie wird bestimmt von den Erzeugern und Verbrauchern und dem Verhalten der Betriebsmittel.

Blindleistung

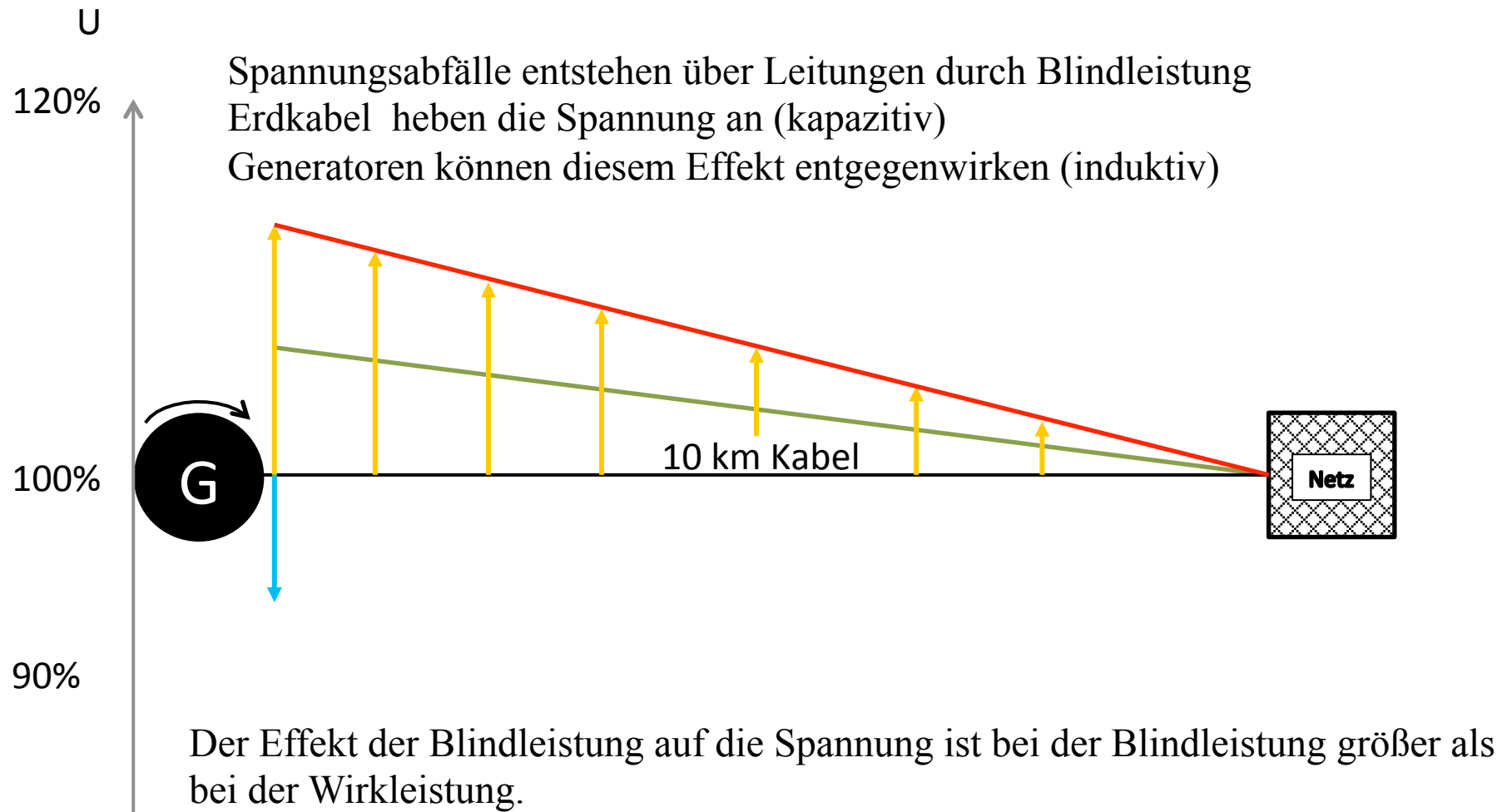
Blindleistung entsteht durch eine Verschiebung zwischen Spannung und Strom. Sie wird hervorgerufen durch die Betriebsmittel wie z.B. Generator, Kabel Transformatoren, Leuchten, Computer.....



Blindleistung im Netz

- » Blindleistung überträgt keine Arbeit (-)
- » Blindleistung verursacht Verluste (-)
- » Blindleistung beeinflusst die Netzspannung (o)
 - **Kapazitiv** → hebt Spannung an
 - **Induktiv** → senkt Spannung ab
 - Kapazitiv wirkt induktiv entgegen
- » Durch den richtigen Einsatz von Blindleistung wird die Netzspannung gestützt und optimiert (+)

Spannungshaltung und Blindleistung



Verursacher von Blindleistung

» Erzeugt durch Betriebsmittel:

- Transformatoren (induktiv)
- Motoren (meistens Induktiv)
- Erdkabel (kapazitiv)
- Generatoren (induktiv und kapazitiv einstellbar)
- Kompensationseinrichtungen (kapazitiv und induktiv einstellbar)
- Umrichter (induktiv und kapazitiv)

» Die elektrischen Eigenschaften werden in den Einheitenzertifikaten (EZE) festgehalten und in einem Softwaremodell wiedergegeben

LVRT-Verhalten

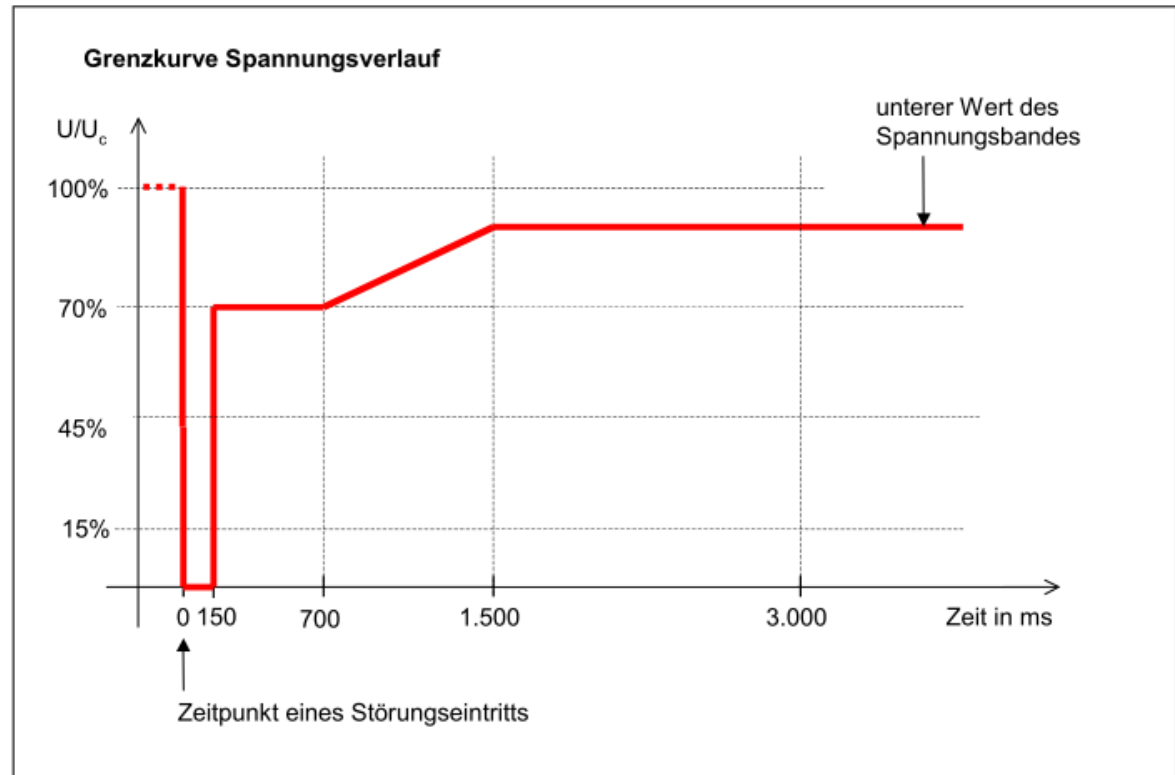
Regenerative EZA müssen bei einem kurzzeitigen Spannungseinbruch eine gewisse Zeit am Netz bleiben.

Bei Spannungen oberhalb der Grenzkurve müssen die EZE am Netz bleiben.

Unterspannungsursache:
Netzfehler wie z.B. Kurzschlüsse

Zweck ist ein aktives Mitwirken am Wiederaufbau des Netzes

Vor dieser Regelung haben sich regenerative Erzeuger bei $<U$ oder $>U$ vom Netz getrennt
→ Bei heutiger Anzahl wären starke Frequenz- und Spannungsschwankungen die Folge.

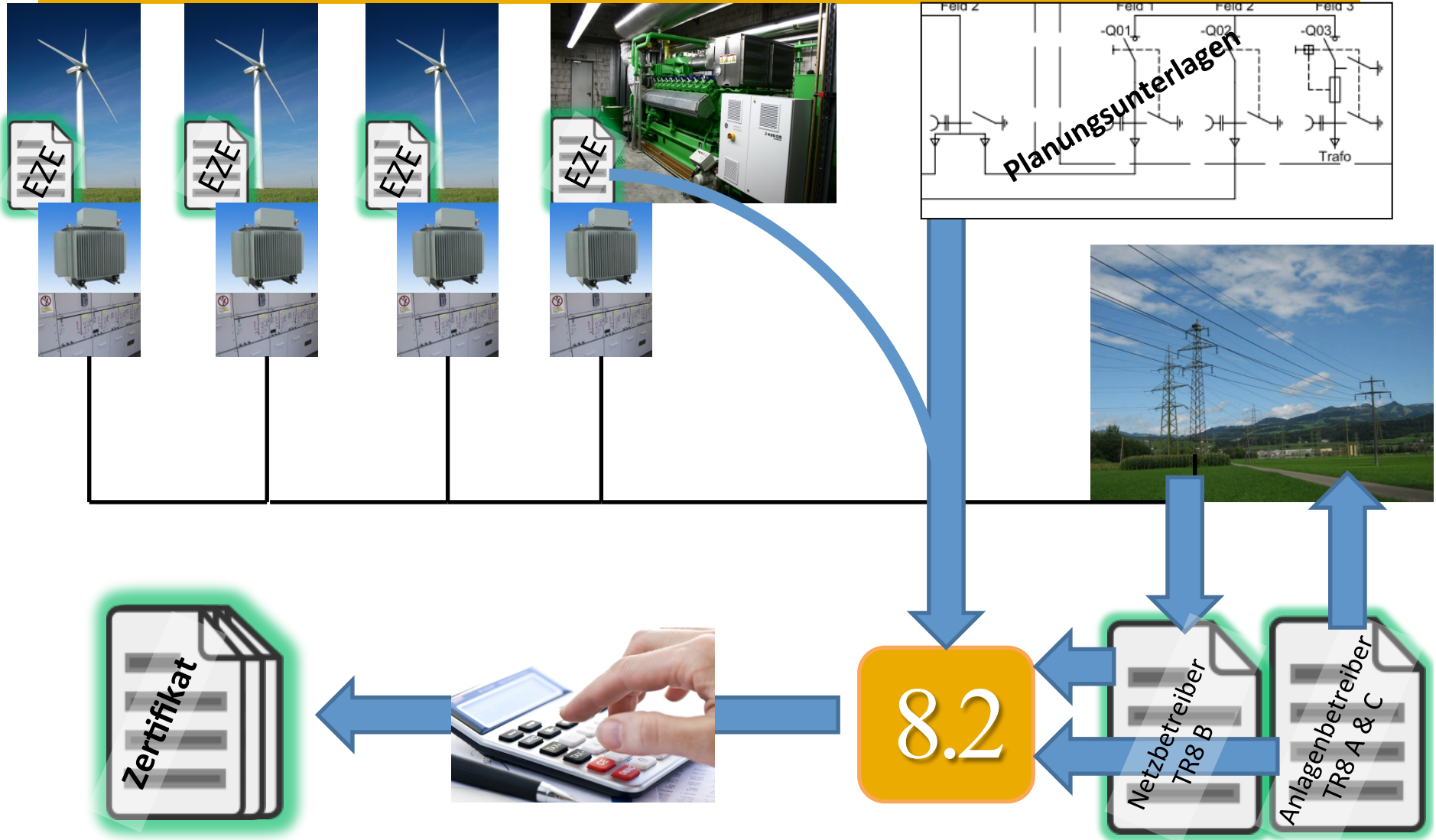


nicht abschalten sondern durchhalten

Anlagenzertifizierung

- » Es wird betrachtet, ob der Windpark zu dem Netzanschluss punkt passt
- » Es wird geprüft ob die technischen Vorgaben eingehalten werden können
- » Die große Anzahl an EEG-Anlagen erfordert einen koordinierten Betrieb der Anlagen am Netz
- » Ohne technische Richtlinien wie SDLWindV und BDEW MR ist die Netzqualität geringer
- » Ohne Anlagenzertifikat erfolgt bei vielen Netzbetreibern keine Zuschaltung. Das Anlagenzertifikat ist vergütungsrelevant

Ablauf Anlagenzertifizierung



Techniken zur Netzstabilisierung

» Leistungselektronik bietet neue Möglichkeiten

- Längsregler (Spannungsregler)
- Dynamische Kompensation

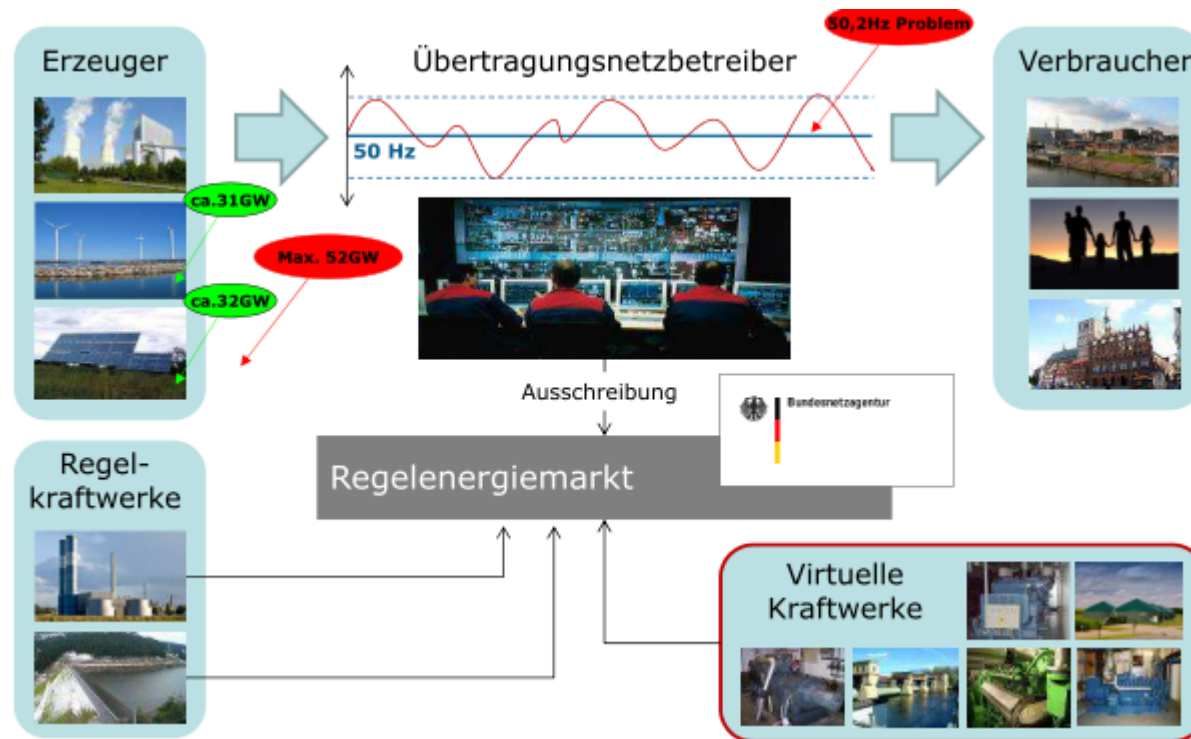
» Speicher

- Kurzzeitspeicher um Spannungsschwankungen abzufangen
- Tagesspeicher – Tag Nacht Ausgleich

» Anforderbare Erzeuger und Verbraucher

- Biogas BHKW mit Speicher
- Power to Heat
- Verbrauchersteuerungen

Direktvermarktung und Regellenergie



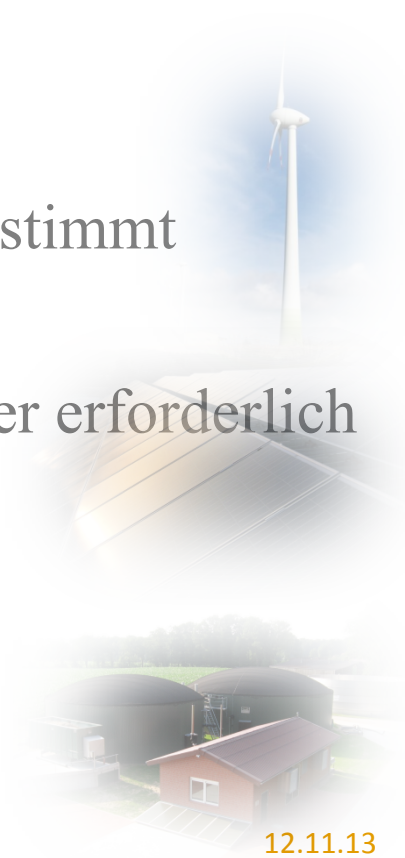
Direktvermarktung und Regelenergie

- » Ca. 80 % der Windkraftanlagen sind in der Direktvermarktung
- » Windkraftanlagen können negative Regelenergie erbringen
 - D.h. die Anlagen werden bei Bedarf abgeschaltet
- » Biogasanlagen können auch positive Regelenergie erbringen
- » Der Mix der Erneuerbaren Energien ist entscheidend



Der optimale Betrieb von EEG-Anlagen wird zukünftig:

- » nicht nur technisch orientiert sein
- » verstärkt kaufmännisch durch den Strompreis bestimmt
- » steigenden Datenaustausch mit dem Netzbetreiber erforderlich machen



Status der Windenergie heute

- » Windkraftanlagen erbringen gleichwertige Systemdienstleistungen wie Kraftwerke
- » Windkraftwerke halten die internationalen Anforderungen an die Grid Codes ein und können bei Bedarf noch mehr
- » Die technischen Möglichkeiten der Systemdienstleistungen werden bei weitem noch nicht genutzt
- » Dezentrale Energieerzeugung und Netze werden enger vermascht
- » Der Schlüssel dazu ist Kommunikation zwischen Anlagen und Netzkomponenten



Danke!

Ich danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt:

8.2 Consulting AG

Dipl. Ing. Joachim Kohrt

joachim.kohrt@8p2.de

8.2

Die Sachverständigen
für Erneuerbare Energien
*The Experts in
Renewable Energies*

www.8p2.de

12.11.13

