Direktvermarktung von Offshore-Windstrom - Status quo und zukünftige Potenziale

Burkhard Steinhausen
Marktentwicklung Erneuerbare Energien, Trianel GmbH

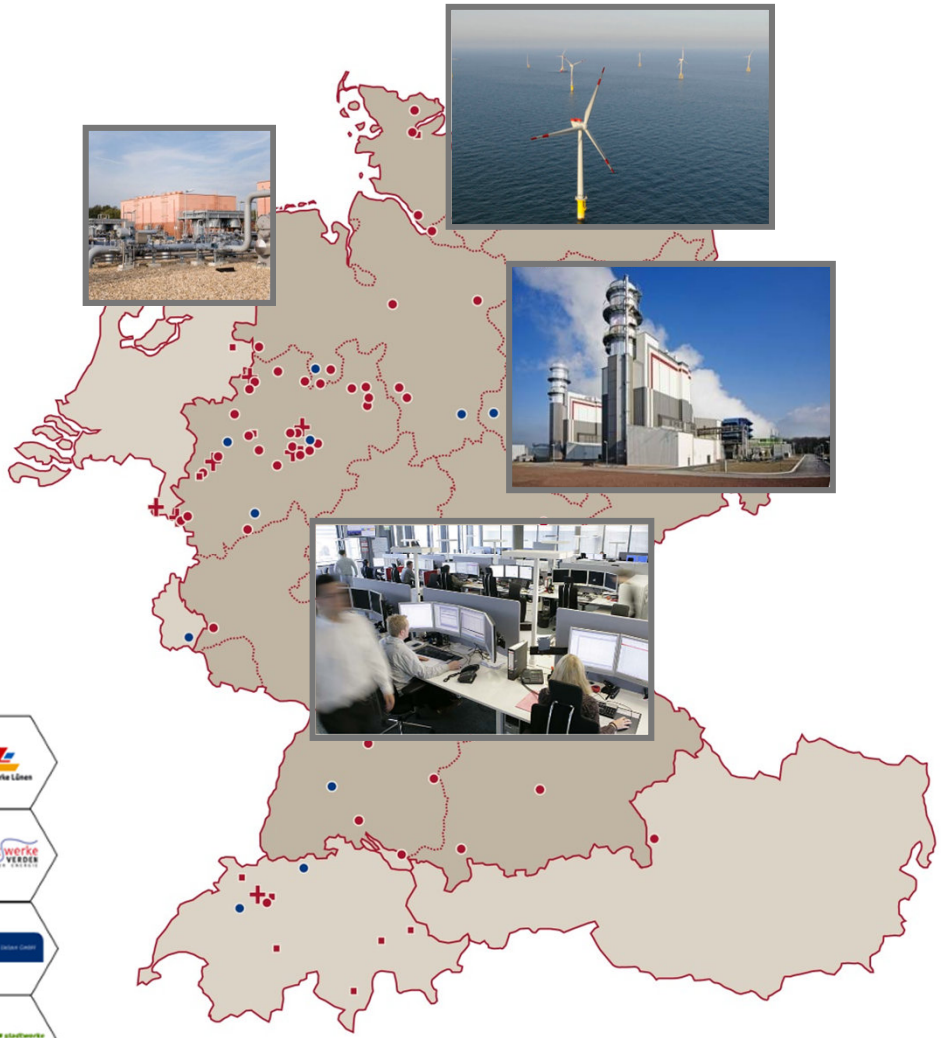
Stiftung Offshore Windenergie, 21.10.2013, Berlin

Agenda

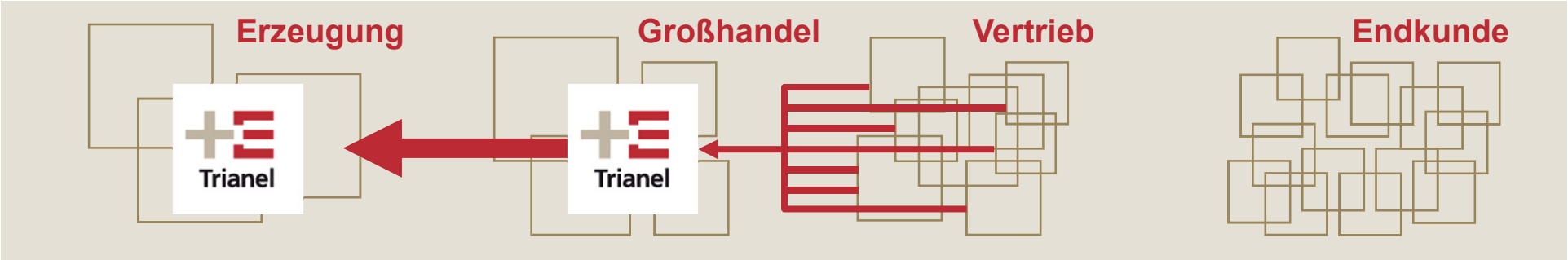
- Kurzvorstellung Trianel GmbH
- Direktvermarktung
- Status Quo
- Ausblick
- Zusammenfassung

Kurzvorstellung Trianel

- **Zusammenschluss von über 50 Stadtwerken aus Deutschland, Niederlande, Österreich und Schweiz**
- **1999 als Handelsunternehmen für Stadtwerke während der Liberalisierung gegründet**
- **Durch Bündelung und daraus resultierenden Skaleneffekten sollen Stadtwerke auch im zunehmenden Wettbewerb unabhängig bleiben können**



Dienstleistungsspektrum der Trianel GmbH



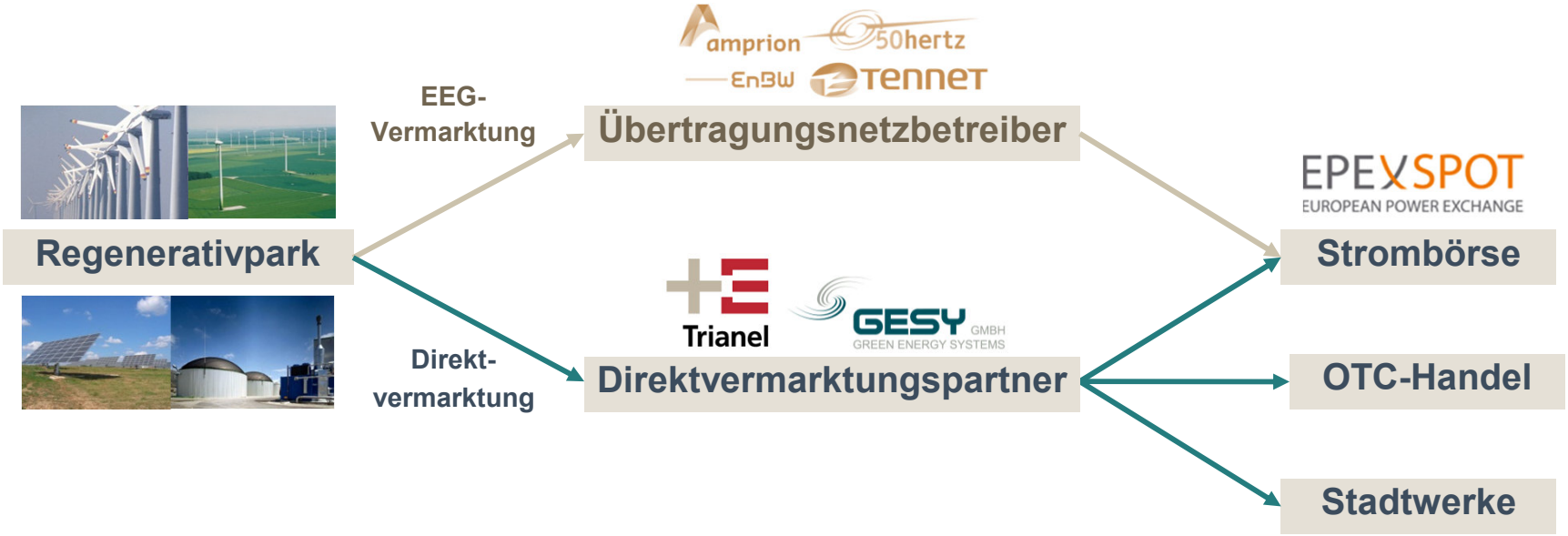
- **Projektierung (Großkraftwerke, Onshore- und Offshore-Windparks)**
- **Stromhandel und Marktzugang auf allen relevanten Energiehandelsmärkten**
- **Portfoliomanagement**
- **Neue Technologien (u.a. Energieeffizienz, Smart Meter und Elektromobilität)**
- **Vertriebsunterstützung für Stadtwerke und Anlagenbetreiber (z.B. beim Aufbau eines Endkundenvertriebs)**
- **Zugang zu Regelleistungsmärkten**
- **EE-Vermarktung (in Kooperation mit GESY)**

	In Planung	In Bau	In Betrieb
Erneuerbar	Trianel Windpark Borkum II	Trianel Windpark Borkum	
	Trianel Onshore Windkraftwerke		Trianel Windpark Eisleben
	Trianel Wasser-speicher-kraftwerke		
Konventionell			Trianel Gasspeicher Epe
	Trianel Gas- und Dampf-turbinenkraft-werk Krefeld		Trianel Gas- und Dampf-turbinenkraft-werk Hamm
	Gas- und Dampfturbinen-kraftwerk Oberrhein		Trianel Kohlekraftwerk Lünen

Agenda

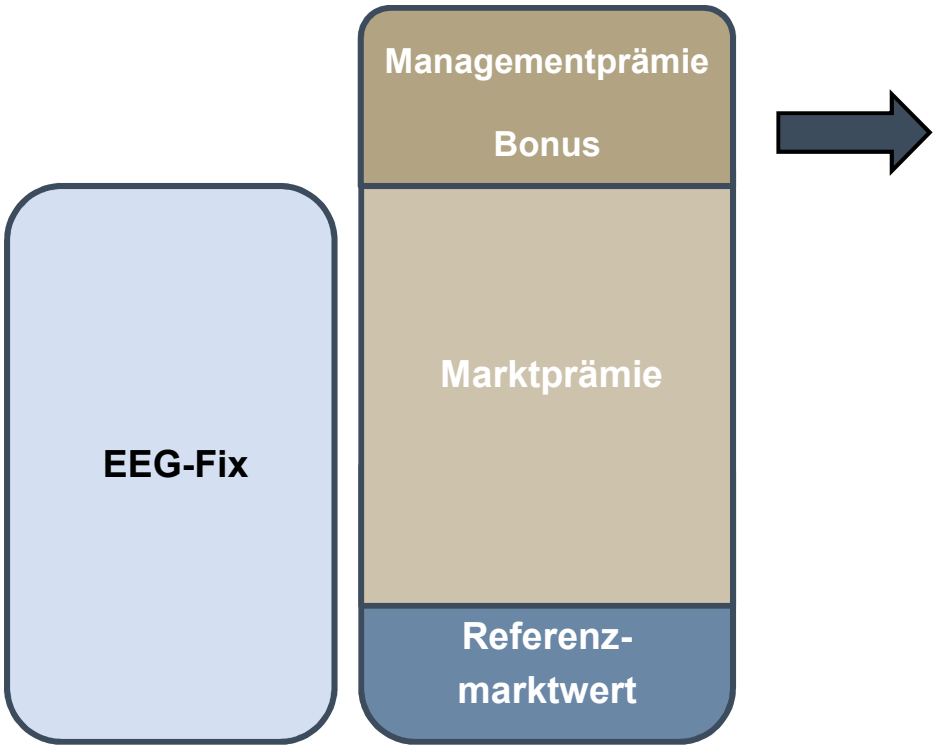
- Kurzvorstellung Trianel GmbH
- Direktvermarktung
- Status Quo
- Ausblick
- Zusammenfassung

Was ist Direktvermarktung nach EEG?



- **Grundsätzlich haben EEG-Anlagenbetreiber Anspruch auf eine Einspeisevergütung**
- **Zusätzlich besteht das Recht, erzeugte Energiemengen an Dritte zu vermarkten**
  - Grünstromprivileg nach §39
  - Marktprämienmodell nach § 33g
  - Sonstige Direktvermarktung

Marktprämienmodell



Die Marktprämie gleicht Strompreisschwankungen an den Handelsmärkten aus

Der Bonus über EEG hinaus wird über verschiedene **Werthebel** erwirtschaftet:

- **Hochwertige Prognosen:**
  Geringe Ausgleichsenergiekosten
- **Handelskompetenz:**
  Den Markt schlagen,
  Zugang zu allen Handelsmärkten
- **Großes Portfolio:**
  Ausgleichende Effekte
- **Geringe Kosten:**
  Prozesseffizienz und -qualität

Direktvermarktung – Komplexe Prozesse

- Produkt- und Vertragsentwicklung
- Vertriebsveranstaltung
- Kundenmanagement

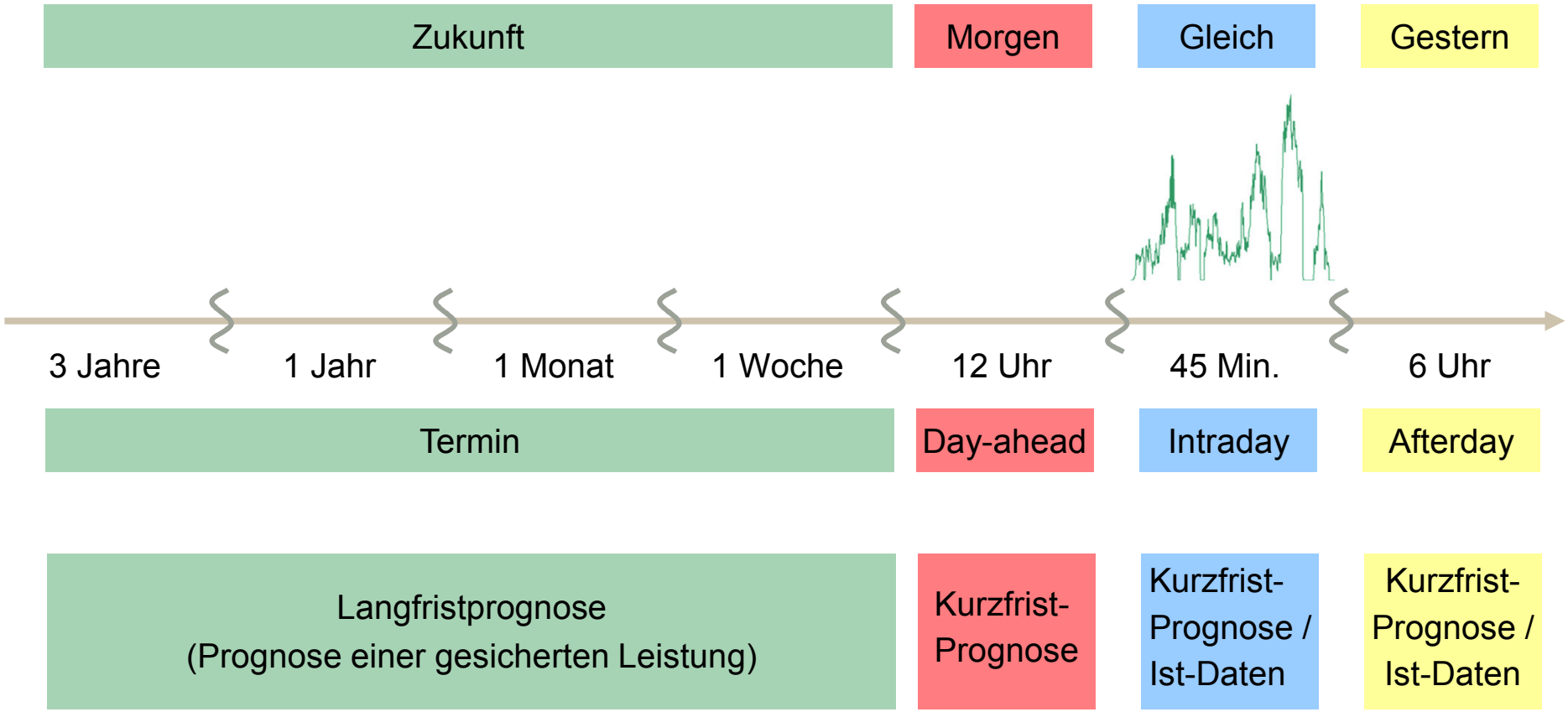
- Bilanzkreis-management
- Prognose
- Messdaten

- Handelsstrategie
- Handelspositionen
- Risikoreporting

- Belegerstellung
- Zahlungen

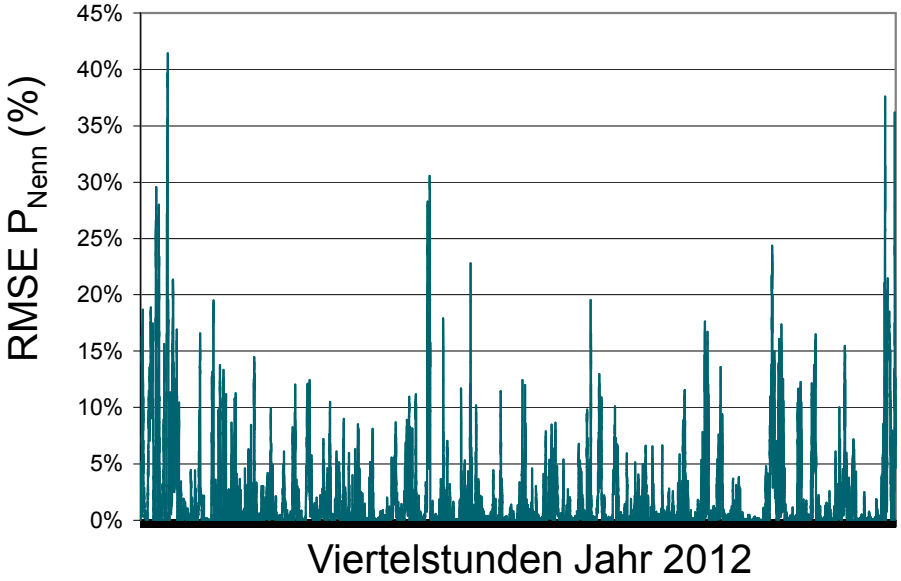
Handelskaskade

Handeln heute für…



Einspeiseprognose – Kurzfrist

Prognoseabweichungen (Day-ahead)



Externe Prognosebereitstellung

- Zahlreiche Prognoseanbieter
- Prognose auf Ebene von Windparks oder Windenergieanlagen

Day-Ahead-Prognose

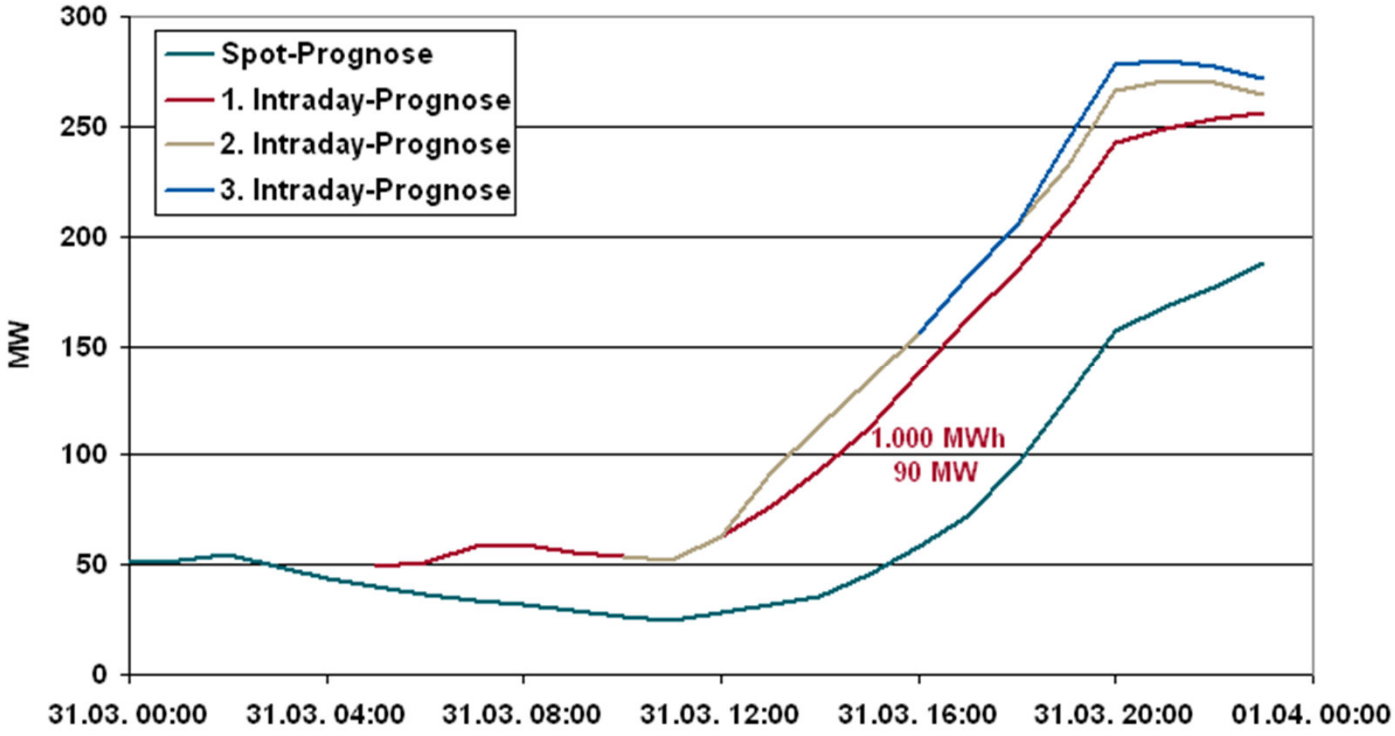
- bis ca. 11:00 Uhr Vormittags beim Händler
- mit steigendem Zeithorizont ungenauer

Intraday-Prognose

- Aktualisierung alle 15 Minuten
- Fall-back Position für Afterday-Handel

Prognoseabweichung

Aktualisierung der Prognose

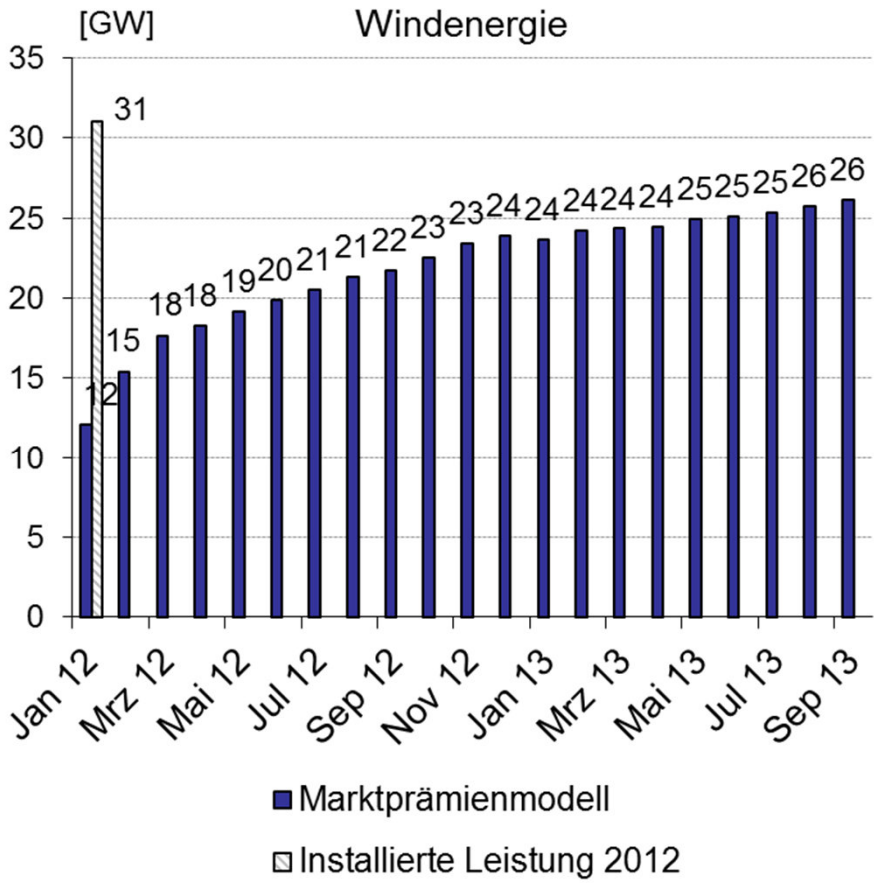


Reduzierung der Ausgleichsenergie durch Intraday-Handel

Agenda

- Kurzvorstellung Trianel GmbH
- Direktvermarktung
- Status Quo
- Ausblick
- Zusammenfassung

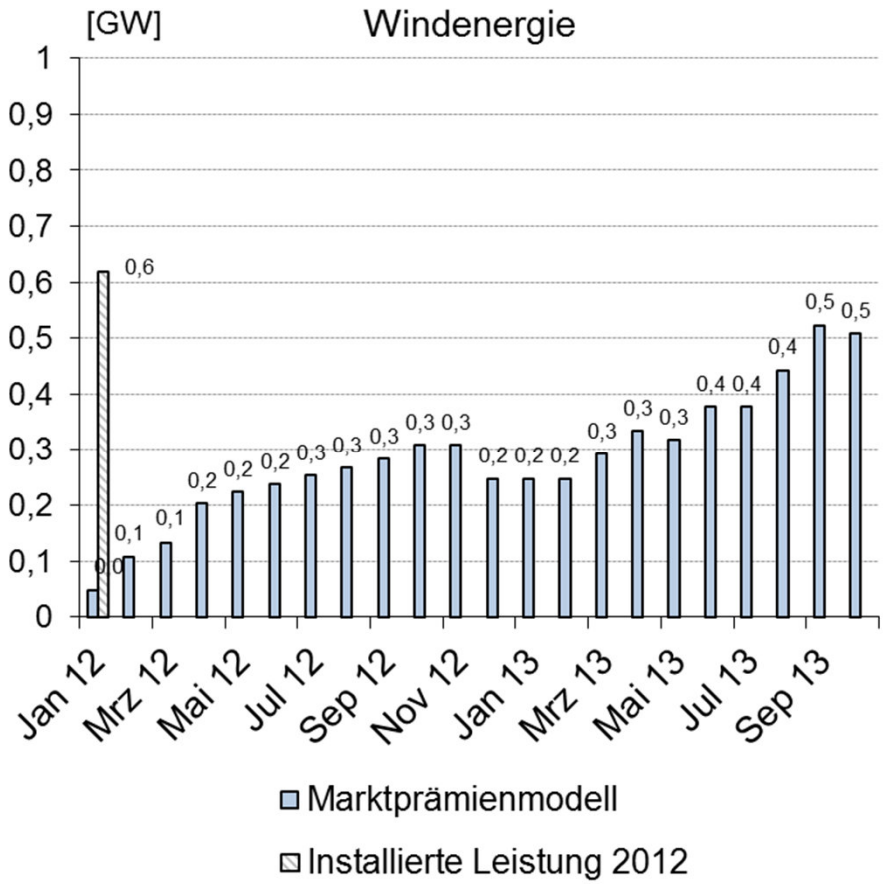
Marktentwicklung – Wind



- Marktanteil von mehr als 80% der installierten Leistung
- Vergleichbar große Leistungseinheiten
- Moderates Wachstum zu erwarten
- **Vergleich:**

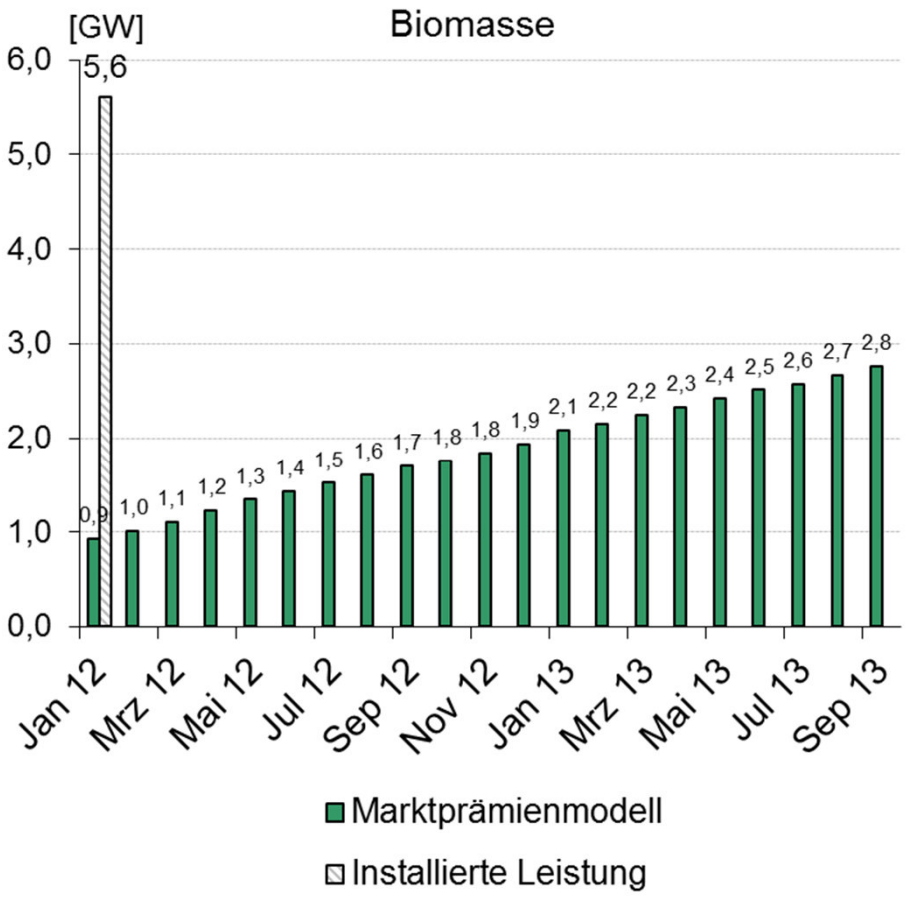
  Grünstromprivileg 2011 ca. 1,7 GW

Marktentwicklung – Offshore Wind



- Marktanteil stets ca. 100% der installierten Leistung
- Wachstum parallel zum Ausbau zu erwarten

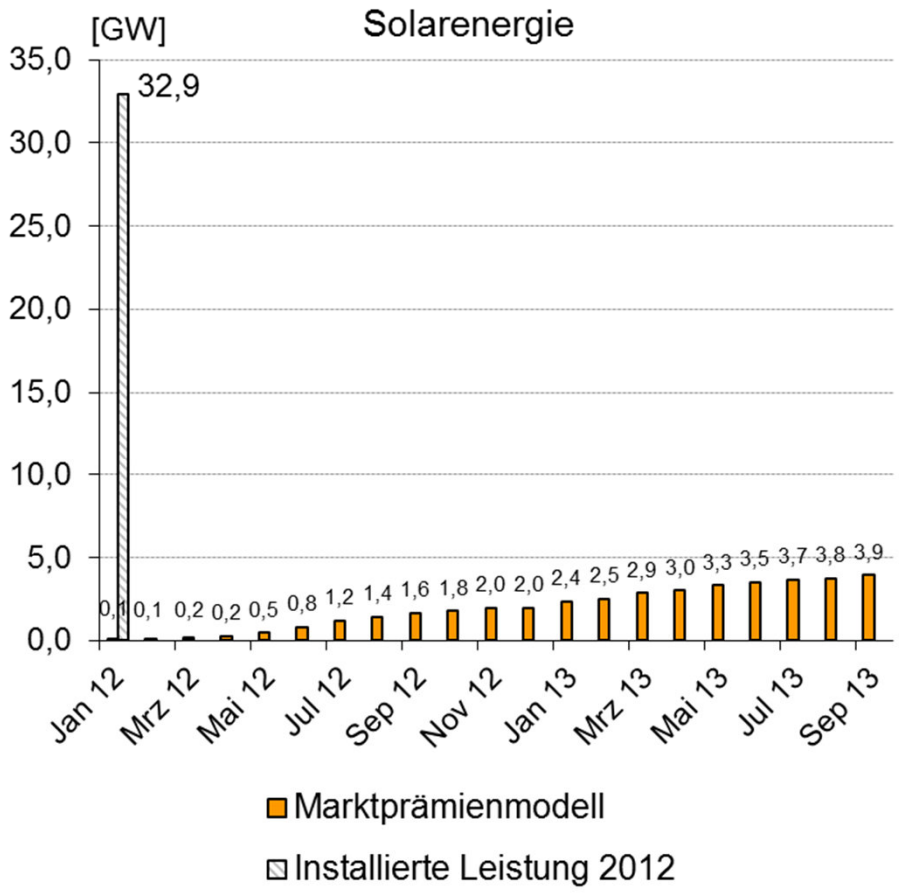
Marktentwicklung – Biomasse



- Marktanteil 50%, leicht unter den Erwartungen zurückgeblieben
- **Vergleich:**

  Grünstromprivileg 2011 ca. 0,7 GW

Marktentwicklung – PV

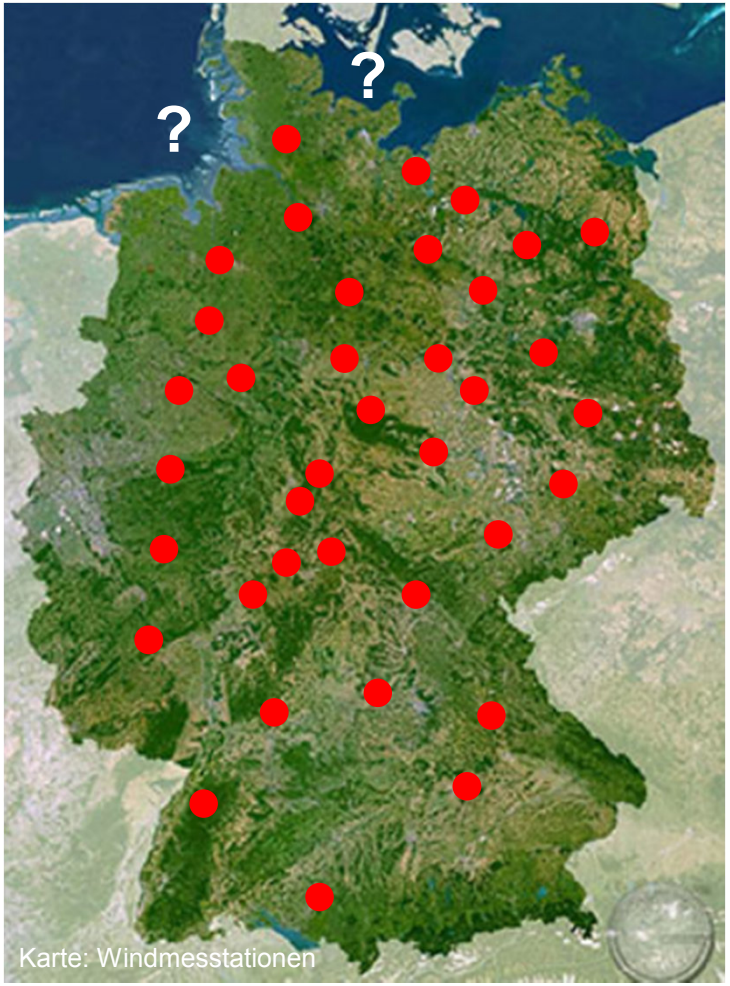


- Marktanteil von 10%
- Erwartungsgemäß geringere Mengen
- Grund: Wenig Volllaststunden und kleine Anlagenleistung
- **Vergleich:**

  Grünstromprivileg 2011 ca. 380 kW

Windmessung Onshore/Offshore

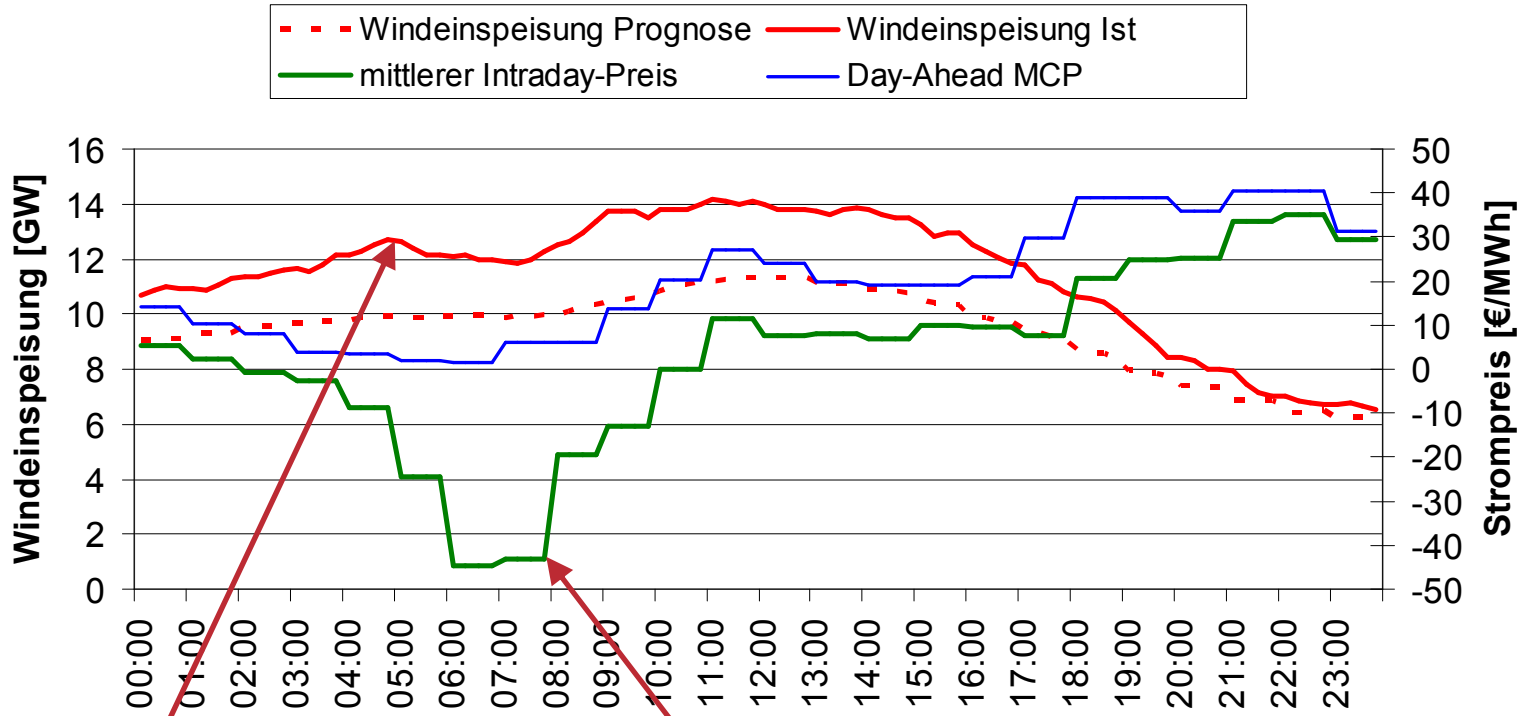
- Große Anzahl an Messstationen für die Prognose der Onshore-Winderzeugung
  - → gute Datengrundlage für verlässliche Prognosen
  - → geringe Ausgleichsenergiekosten
- Keine Messstationen für die Prognose der Offshore-Winderzeugung, geringe Erfahrungswerte
  - → Fehlende Datengrundlage für Prognosen
  - → Hohe Ausgleichsenergiekosten (??)



Karte: Windmesstationen

Beispiele Preisentwicklung

Auswirkungen starker Windprognose-Fehler und Kraftwerksausfälle



Bis zu 3,4 GW höhere Windeinspeisung

Ausfall 941 MW Braunkohle

Gegenüberstellung Onshore /Offshore

- Onshore Erfahrung in der Vermarktung: ca. 20 Jahre durch ÜNB und seit 3 Jahren im Wettbewerb durch Direktvermarkter

- Dezentrale Leistungsverteilung
  - Verteilung der Anlagen über ganz Dtl.
  → Ausgleichende Effekte
- Niedrige Benutzungsstundenzahl
  - ca.1500 – 2000 VLh

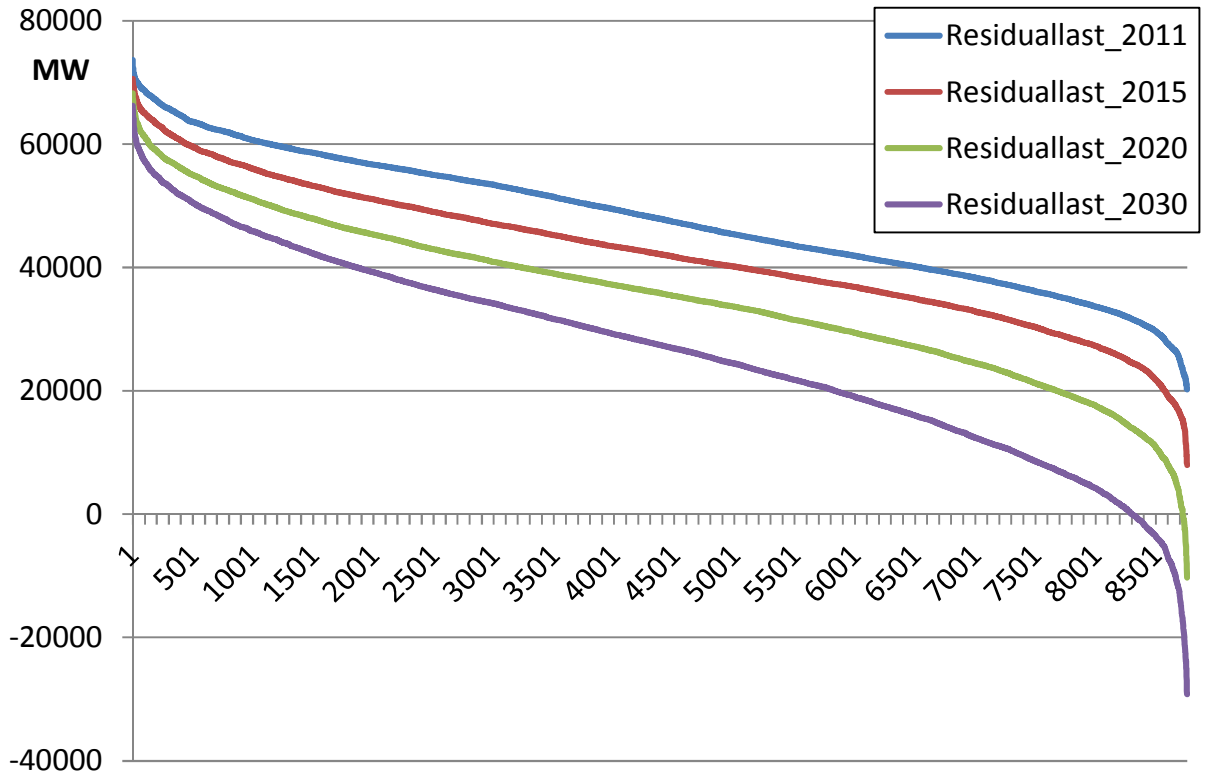
- Offshore Erfahrung in der Prognose und Integration erst seit 2010 (geringer Umfang)

- Zentrale Leistungsbündelung
  - Lokale Konzentration der Anlagenleistung
  → kaum Ausgleichseffekte
- Hohe Benutzungsstundenzahl
  - Ostsee: ca. 3600 VLh
  - Nordsee: ca. 3900 VLh

Agenda

- Kurzvorstellung Trianel GmbH
- Direktvermarktung
- Status Quo
- Ausblick
- Zusammenfassung

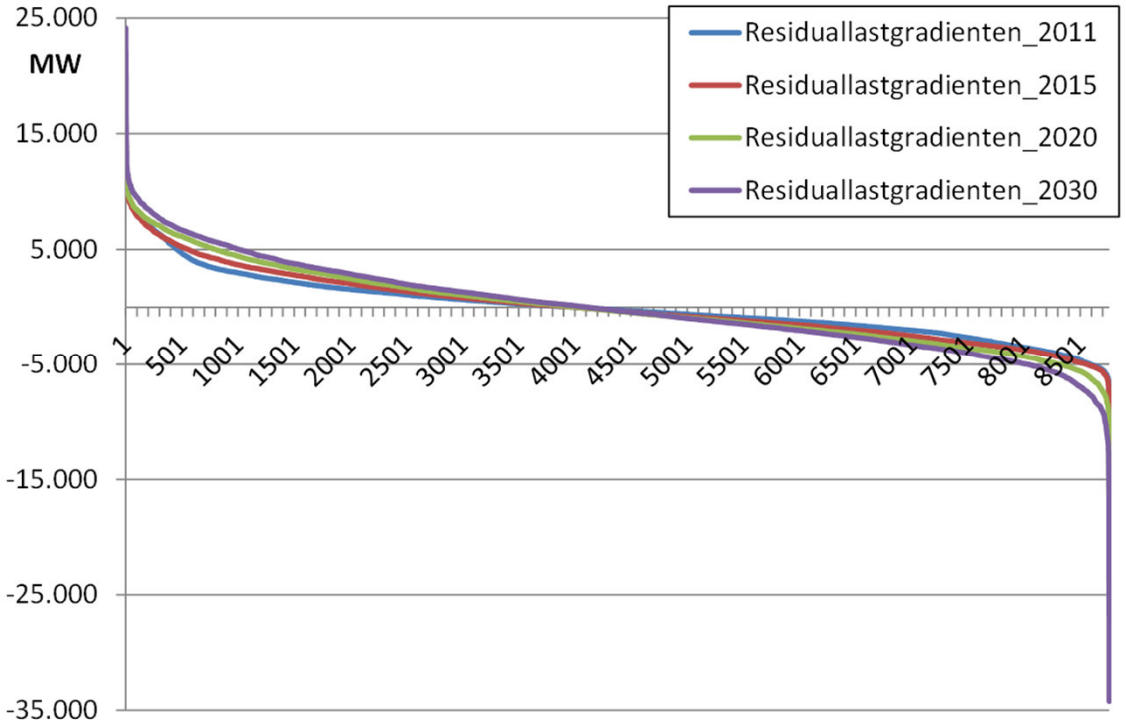
Entwicklung der Residuallast

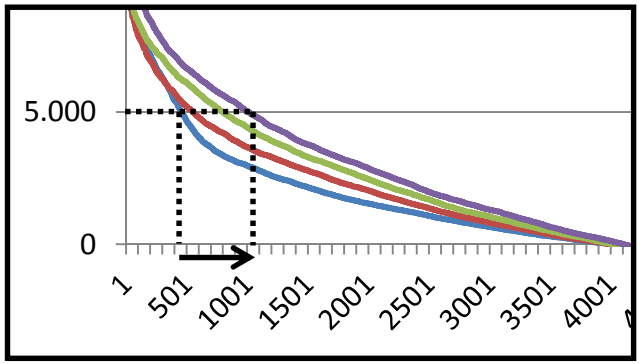


- **Residuallast sinkt in Zukunft (mit dem Ausbau EE)**
- **Zudem wird es Phasen geben, in denen zu viel Energie produziert wird**

➢ **Benutzungsstunden von zentralen Großkraftwerken gehen zurück**

Residuallastgradienten (MW pro Stunde)





	2011	2015	2020	2030
≥ 5.000	458	555	798	1.008
≤ -5.000	165	200	439	729

Quelle: Auswertung durch das EWL, Universität Duisburg-Essen, im Rahmen des gemeinsamen Forschungsvorhabens DESIRE

- **Entsprechend der sinkenden Residuallast müssen hohe Residuallastgradienten nachgefahren werden**

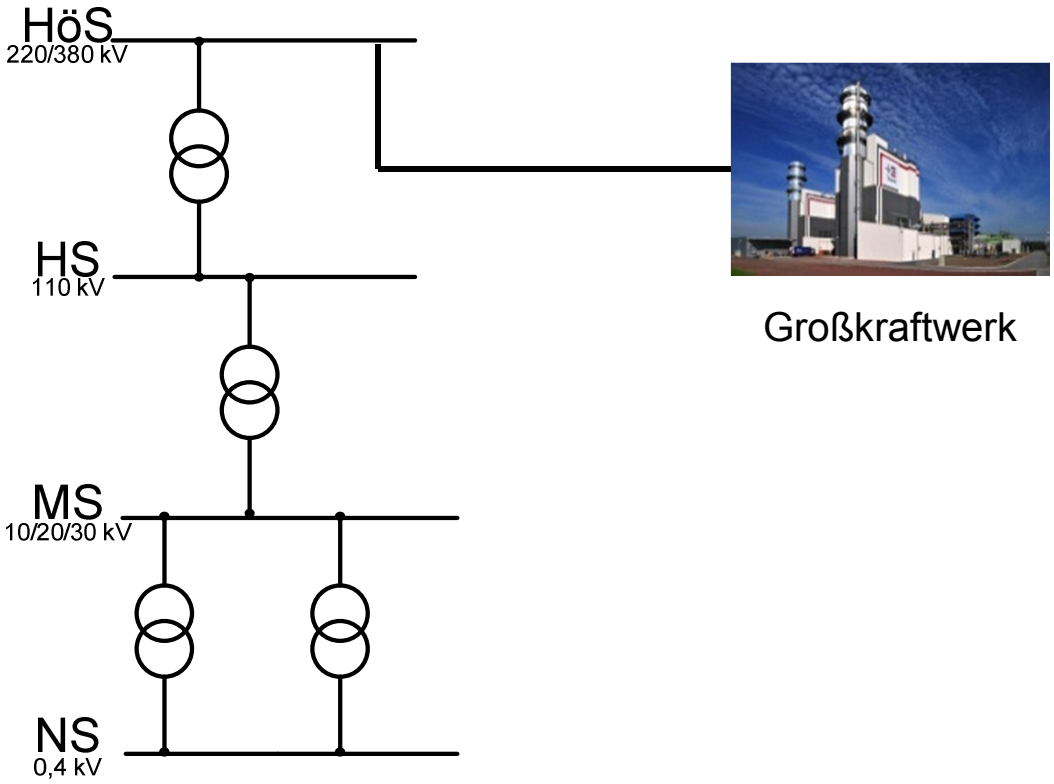
➢ **Dezentrale Erzeugung kann wichtige Lösungsbeiträge für die Systemsicherheit bieten**

Einige Konsequenzen aus der Energiewende für EE

- **Einspeisung insbesondere fluktuierender EE steigt in Zukunft weiter deutlich an**
- **Im Hinblick auf die Versorgungssicherheit kann es vermehrt zu folgenden Situationen kommen**
  - Abweichungen zwischen Prognose- und Ist-Leistung
  - (Weiter ansteigende) steile Gradienten der zu deckenden Residuallast – wer/womit fahren wir diese Gradienten ab?
  - Überangebot von EE-Einspeisung, sinkende Marktpreise
- **Lösungsansätze/Konsequenzen sind**
  - EE werden sich auch in Zukunft nicht nur über Marktpreise refinanzieren können
  - Steuerung von EE
  - Abschaltung bei (negativen) Preisen – ergo Preissignale müssen bei EE ankommen
  - Einsatz bei Regelenergie
  - Marktoptimale Auslegung der EE-Anlagen

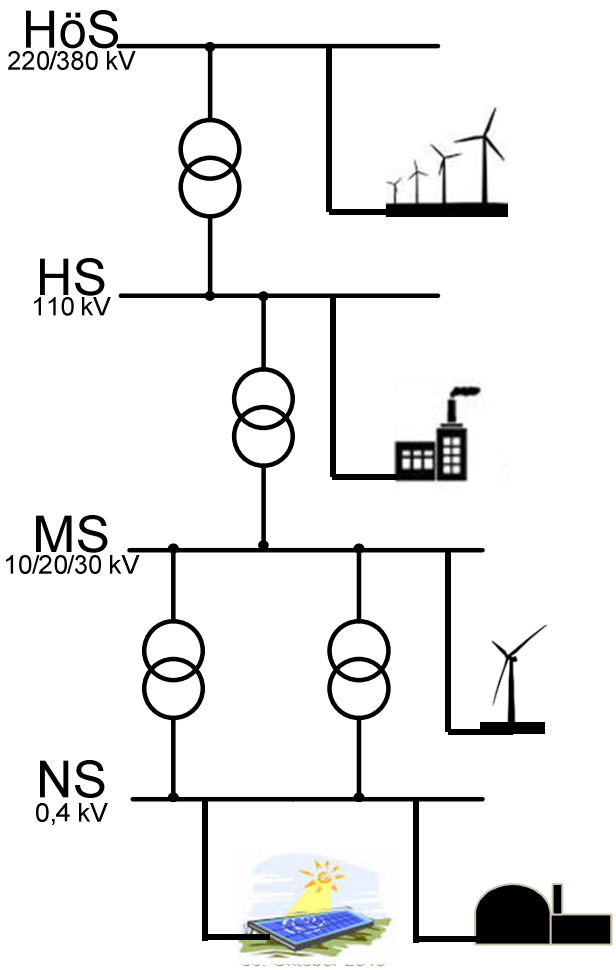
Erzeugung in der alten Energie-Welt

- **Zentrale Erzeugung: Großkraftwerke auf Ebene des Höchstspannungsnetzes (Übertragungsnetz)**



Erzeugung in der neuen Energie-Welt

- **Erzeugungsseite**
  - Dezentrale Kraftwerkskapazitäten (u. a. BHKW, Gasturbinen, Notstromaggregate, Wasserkraft)
  - EEG-Anlagen in der Direktvermarktung
  - Einbindung Sub-Pools (z. B. Mikro-BHKW)
- **Verbraucherseite**
  - Großverbraucher (z. B. Grundstoffindustrie)
  - Querschnittstechnologien (z. B. Pumpen)
- **Speicher**
  - Power-to-Heat (Elektroheizer) und Power-to-Gas (Methanisierung)
  - Batteriespeicher



Das Virtuelle Kraftwerk der Trianel

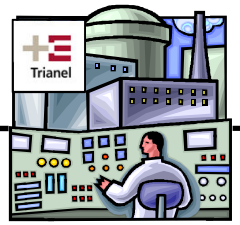
+ **Verschaltung von dezentralen Erzeugungseinheiten, Verbrauchern und Speichern zur Bereitstellung von Flexibilität für verschiedene Märkte**

Wind Onshore

Wind Offshore

PV

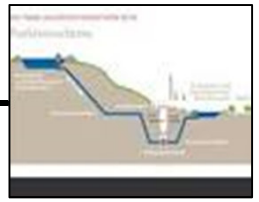
Biogas



Zentrale Steuerung

Notstromdiesel

Hochflexible Großkraftwerke



Pumpspeicher

Verbraucher

Standardisiertes Energy Management System (EMS): Voraussetzung für virtuelle Kraftwerke („Plug & Play“)

Grid and Market:

- IEC 60870 (Serial or TCP)
- IEC 61970 CIM (TCP)
- DNP V3.0 (TCP)
- IEC 61850 sub-station/distributed generation (TCP)
- Electronic Ripple Control (radio)

PV Plant Components:

- Modbus (Serial or Serial)
- RS-485 (Serial)
- Proprietary inverters protocols (Serial or TCP)

EMS

Local Energy Systems:

- M-Bus (radio/wired)
- ZigBee Smart Energy Profile (radio)
- Konnex KNX
- CANopen (CAN)
- 6LoWPAN (radio)
- LON
- BACnet
- Enocean

Industry

- OPC (TCP)
- Modbus (Serial or TCP)
- IEC 61131-3 (TCP)
- Fieldbuses

Metering

- M-Bus (radio/wired)
- ZigBee Smart Energy Profile (radio)
- Smart Message Language SML (Serial/TCP/Optical)
- DLMS/COSEM IEC 62056-21
- EDL21/SML
- IEC 62056-21
- OSGP
- IEC 61107

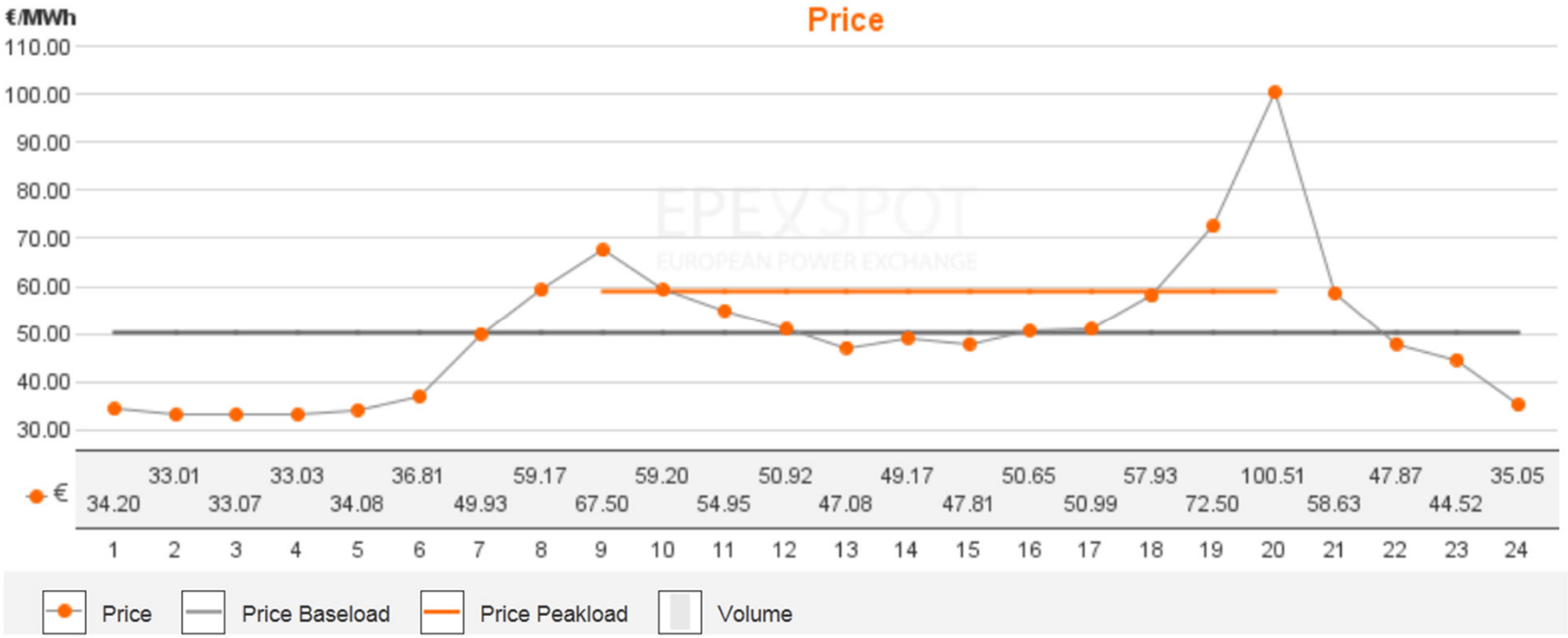
Electric Vehicles

- IEC 15118 (PLC)
- CHAdeMO (CAN)
- Open Charge Point Protocol (OCPP)

Quelle: Fraunhofer ISE

Strompreisverlauf an einem Werktag

- Beispiel: Mittwoch, 20. März 2013



Quelle: www.epexspot.com

Strompreisverlauf am Sonntag 24. März 2013

- PV-Einspeisung: 16,2 GW
- Windeinspeisung: 15,7 GW

Preisverlauf der Day-Ahead Auktion:

Quelle: www.epexspot.com

Strompreisverlauf am Sonntag 16. Juni 2013

- PV-Einspeisung: 20,1 GW
- Windeinspeisung: 9,9 GW

<u>Preisverlauf der Day-Ahead Auktion:</u>

Quelle: www.epexspot.com

Technische Möglichkeiten zur Integration der Erneuerbaren Energien

Windkraft:

- Regionale Differenzierung
- Anlagengröße (Verhältnis Rotorfläche/Leistung)
- Nachfragegesteuerte Einspeisung

Photovoltaik

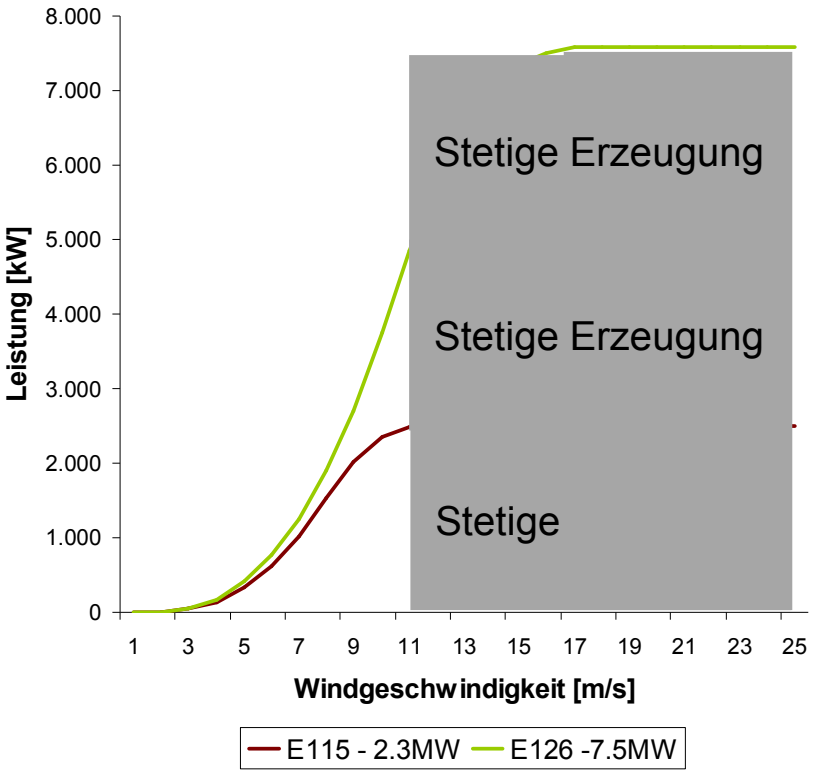
- Veränderte Anlagenausrichtung zur besseren Anpassung an Nachfrage
- Kopplung mit anderen Systemtechnologien
- Systemintegration durch Optimierung von Wechselrichterleistung//Modulfläche
- Nachfragegesteuerte Einspeisung

Bereitstellung von Systemdienstleistungen durch EE-Anlagen

Standardisierte Kommunikationswege für EE-Anlagen

Große vs. Kleine Anlagen

- **Kennlinien von Windenergieanlagen**



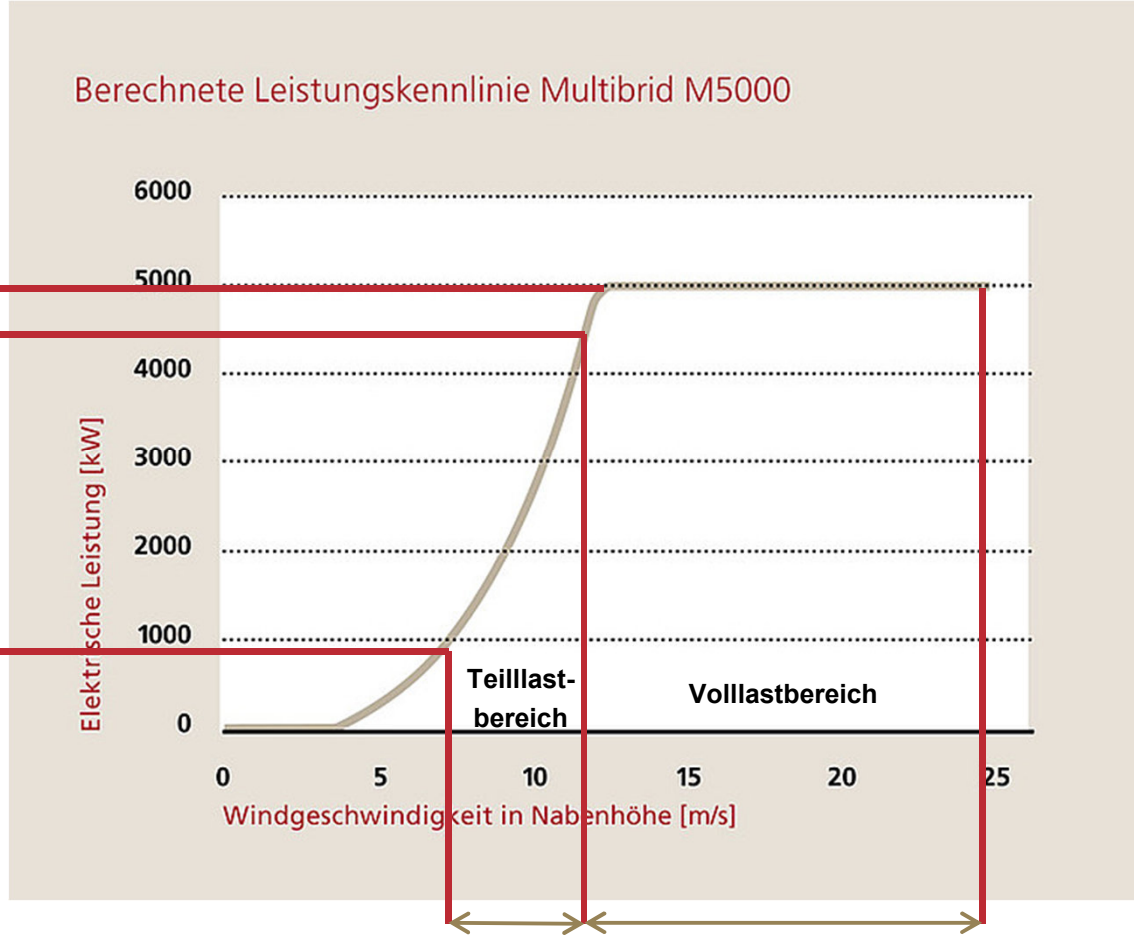
Quelle: www.windenergie-im-binnenland.de

- **Zielgröße nach EEG: Energieertrag bzw. Stromgestehungskosten**
- **Stromangebot und –nachfrage bleiben außen vor**
- **Nebenaspekte wie**
  - Prognosequalität
  - Verfügbarkeit
  - Leistungsgradienten

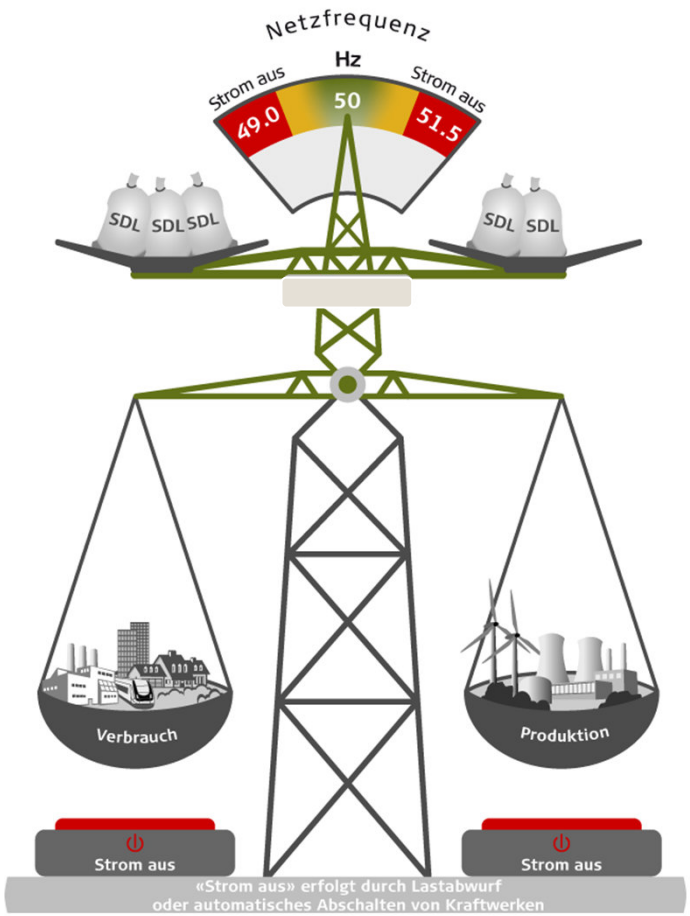
  werden nach EEG nicht berücksichtigt

Kleine Leistungsänderung bei großen Änderungen der Windstärke

Große Leistungsänderung bei kleinen Änderungen der Windstärke



Flexibilitätsprodukt: Regelleistung



Quelle: Vortrag Paul Niggli, Swissgrid, Olten November 2009

- **Ziel des Einsatzes von Regelleistung: Einhaltung der Soll-Frequenz (50 Hz)**
- **Notwendig zum Ausgleich von Bilanzkreis-abweichungen, z. B. hervorgerufen durch:**
  - Lastschwankungen
  - Einspeiseschwankungen
  - Kraftwerksausfälle
  - Prognosefehler (z. B. Wind)

Regelleistungsrichtungen

+ Positive Regelleistung durch Erhöhung von Erzeugungsleistung oder Senkung des Verbrauchs

Verbrauch > Erzeugung

= Unterspeisung, Netzfrequenz fällt unter 50 Hz

Stromerzeuger
(z. B. Kraftwerke, Notstromdiesel, Fernwärmeabwurf)

Leistung erhöhen oder „EIN“

Stromverbraucher
(z. B. Schmelzöfen, Elektrolysen etc.)

Last absenken oder „AUS“

+ Negative Regelleistung durch Senkung von Erzeugungsleistung oder Erhöhung des Verbrauchs

Verbrauch < Erzeugung

= Überspeisung, Netzfrequenz steigt über 50 Hz

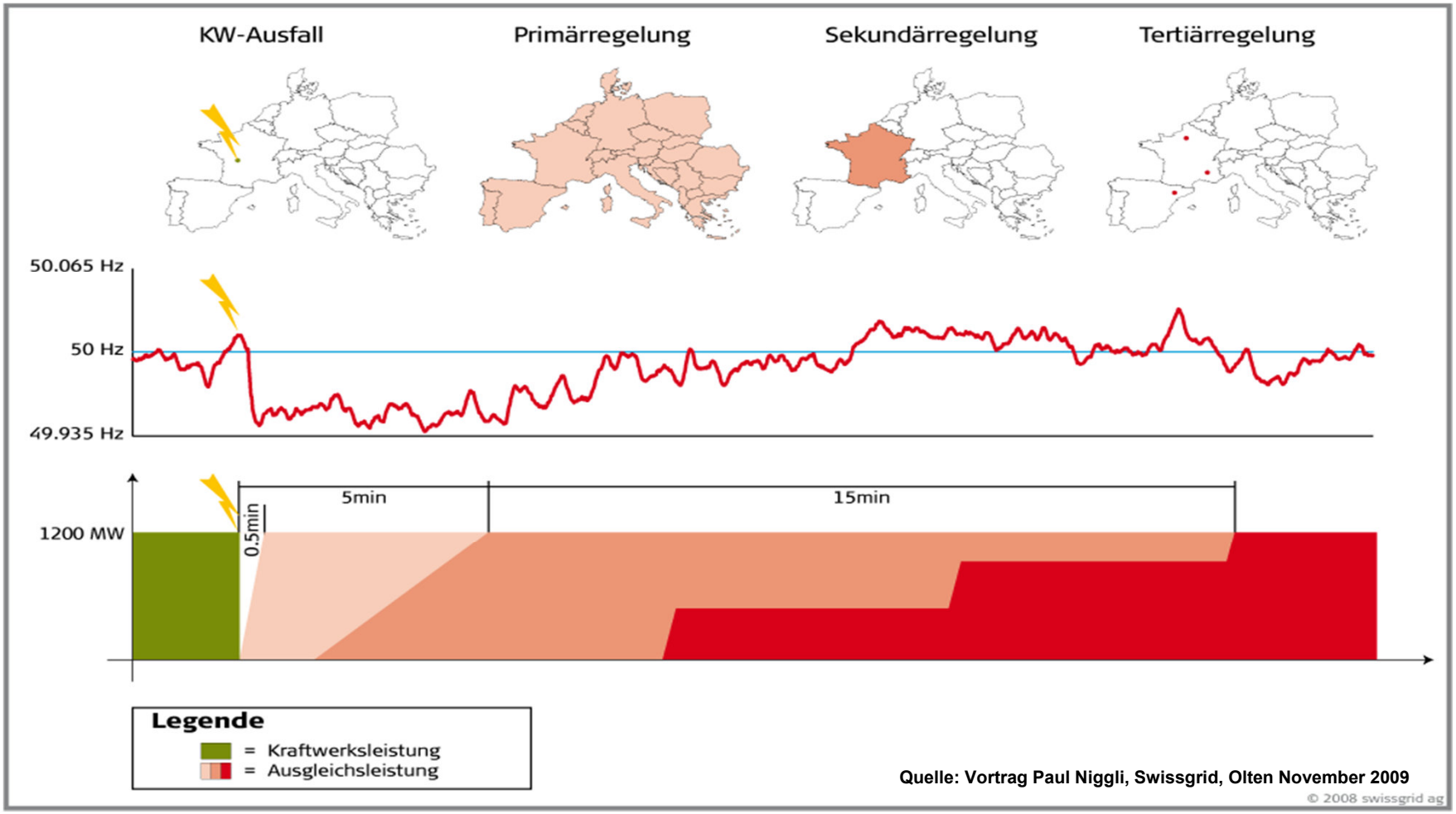
Stromerzeuger
(z. B. Kraftwerke, BHKW etc.)

Leistung reduzieren oder „AUS“

Stromverbraucher
(z. B. Mühlen, Pumpen, Verdichter etc.)

Last erhöhen oder „EIN“

Abruf von Regelenergie: Kraftwerksausfall in der ENTSO-E

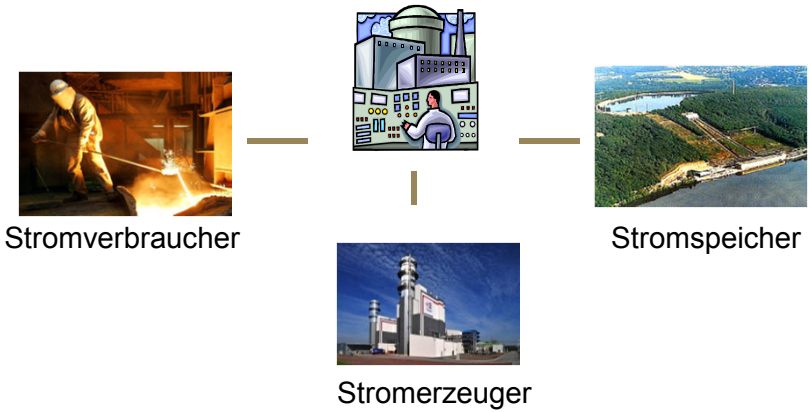


Quelle: Vortrag Paul Niggli, Swissgrid, Olten November 2009

Trianel Sekundärregelpool

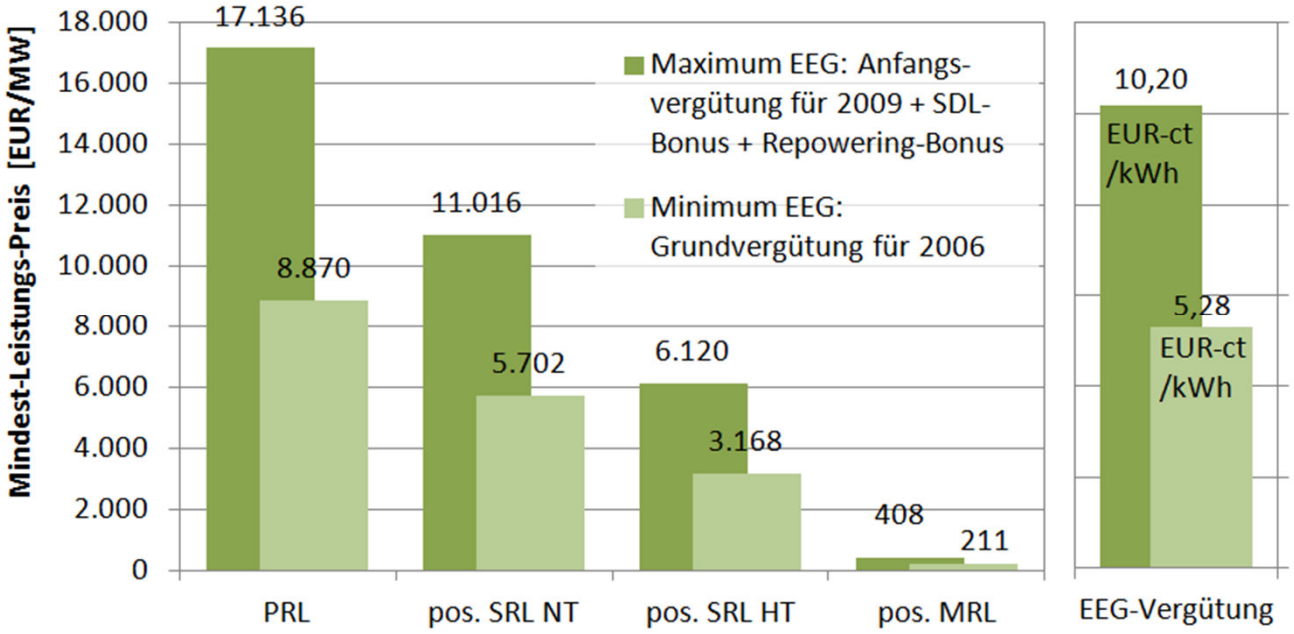
Gefördert durch:
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

- **Verschaltung von dezentralen Erzeugungseinheiten, Verbrauchern und Speichern zur Vorhaltung und Erbringung von Regelenergie**
- **Erzeugungsseite**
  - Flexibel einsetzbare, dezentrale Kraftwerkskapazitäten (BHKW, Gasturbinen, Notstromaggregate, Wasserkraft u. a.)
  - EEG-Anlagen in der Direktvermarktung
  - Einbindung Sub-Pools (z. B. Mikro-BHKW)
- **Verbraucherseite**
  - Großverbraucher (z. B. Grundstoffindustrie)
  - Querschnittstechnologien (z. B. Pumpen)
- **Speicher**
  - Power-to-Heat (Elektroheizer) und Power-to-Gas (Methanisierung)
  - Batteriespeicher



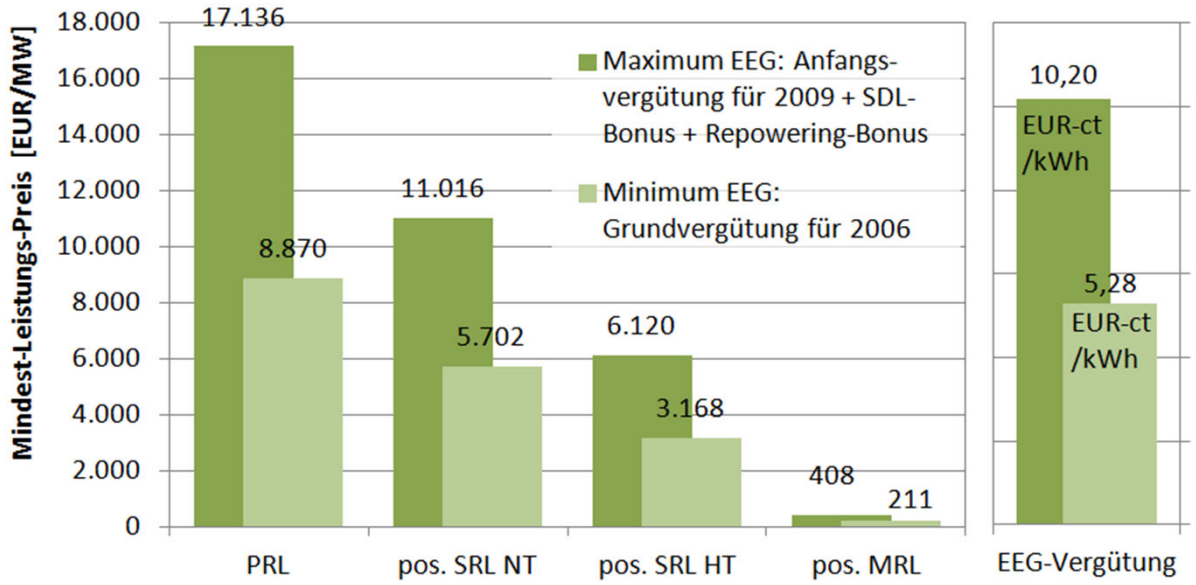
Betriebswirtschaftliches Erlöspotenzial
Positive Regelleistung

- Die Vorhaltung positiver Regelleistung erfordert eine permanente Anlagendrosselung, es entstehen Opportunitätskosten



Quelle: Eigene Berechnungen

Betriebswirtschaftliches Erlöspotenzial
Positive Regelleistung



[EUR/MW/Woche]	PRL	SRL HT	SRL NT	MRL
Max. LP	19.995	589	704	-
Max. Durchschnitts-LP	3.706	206	658	43
Mindest-Forderung aus EEG	8.870	3.168	5.702	211

⇨ Das Anbieten von positiver Regelleistung war 2012 betriebswirtschaftlich nicht sinnvoll

Quelle: Eigene Berechnungen

Betriebswirtschaftliches Erlöspotenzial

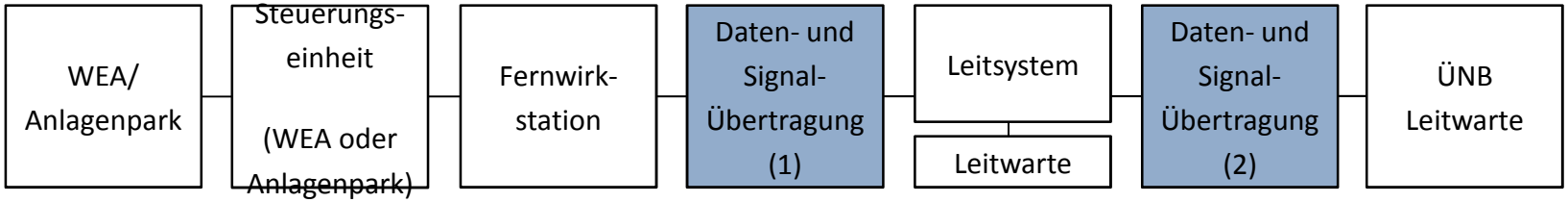
Negative Regelleistung

- Die prognostizierte Erzeugungsleistung kann mit Abschlägen zur Teilnahme am Regelenergiemarkt genutzt werden
- Abgeregelte Mengen werden über Arbeitspreis vergütet

Di-Sa (99,994%)		Durchschn. Einspeise-leistung [MW]	Reduktion geg. neg. MRL [%]	Umsatzpotential [EUR/MW/Jahr]
Windenergie	Prognose	226,2	-	-
	Einspeisung	221,1	-	-
Neg. MRL	Abschlag (4h-Blöcke)	182,6	-	2.387
	Abschlag (Verfügb.)	178,0	2,5%	2.326
	Prognosevorlauf (1)	22,2	87,9%	429
	Prognosehöhe (2)	67,3	63,2%	928
	Pauschalabzug (3)	48,2	73,6%	629

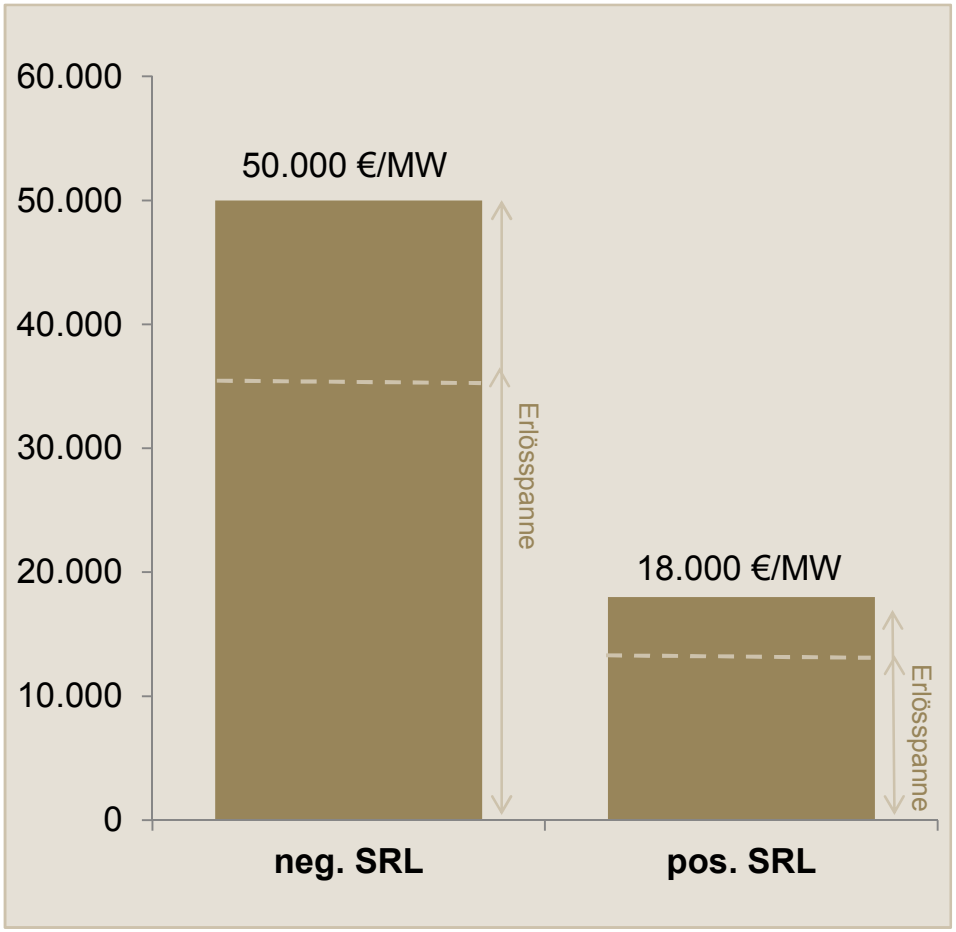
Quelle: Eigene Berechnungen

Investitionsbedarf



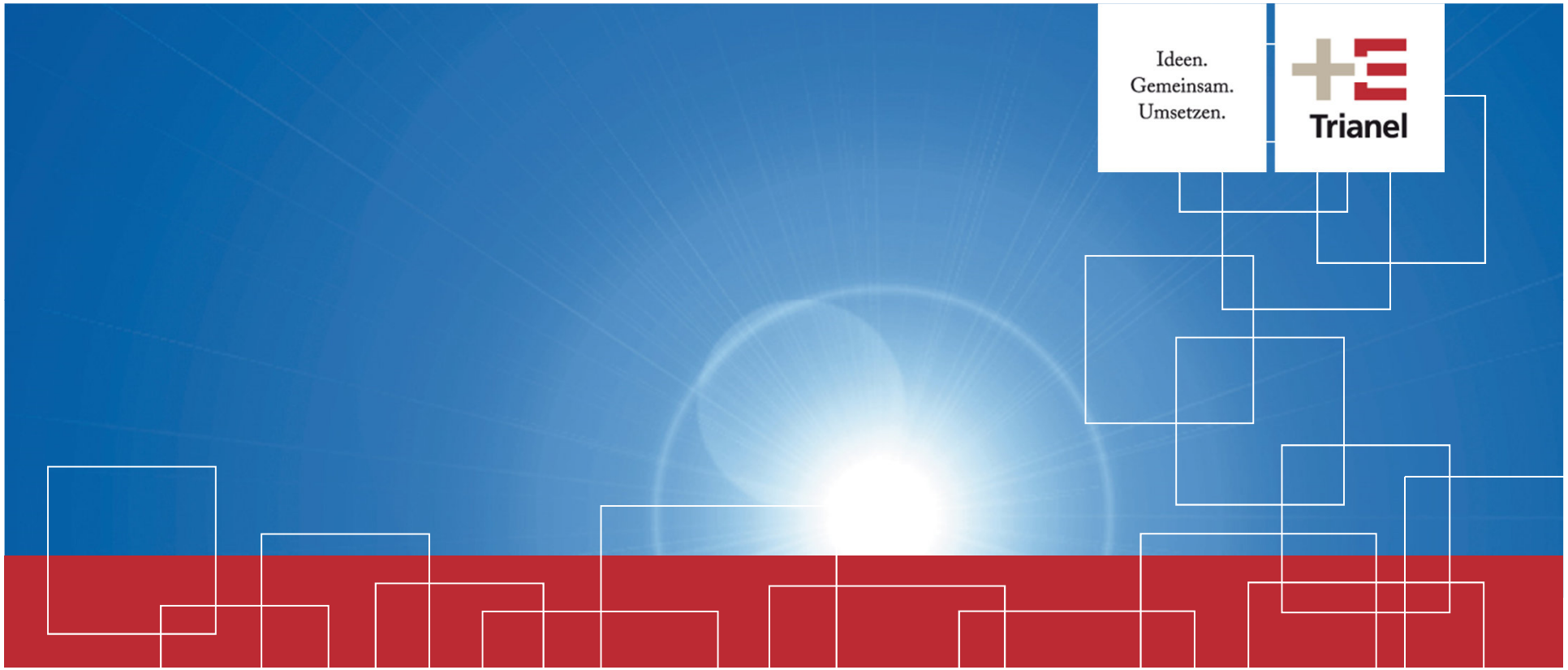
Trianel (Tennet)	je Einheit		Bedarf an Einheiten	Gesamt	
	Einmalige Fixkosten	Fixe Betriebs-kosten		Einmalige Fixkosten	Fixe Betriebs-kosten
Fernwirkstation (WEA)	2.900 €	0 €	27	78.300 €	0 €
Kommunikationseinheit (KE)	700 €	360 €	27	18.900 €	9.720 €
Fernwirkstation (Windpark)	2.900 €	0 €	95	275.500 €	0 €
KE (redundant)	1.520 €	1.620 €	113	171.760 €	183.060 €
Leitzentrale	313.179 €	25.517 €	1	313.179 €	25.517 €
KE (Festnetz, vollredundant)	2.100 €	8.880 €	1	2.100 €	8.880 €
			Gesamt:	859.739 €	227.177 €
			pro MW:	**591 €**	**156 €**

Zusatzerlöse für Anlagenbetreiber (pos. & neg. SRL)



Zusatzerlöse für Anlagenbetreiber: Sie erhalten für

- **Abschaltung von Erzeugungsleistung ca. 37.000 bis 50.000 EUR/MW und Jahr sowie**
- **Zuschaltung von Erzeugungsleistung ca. 13.000 bis 18.000 EUR/MW und Jahr.**



Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!

Sprechen Sie uns an!

Burkhard Steinhausen

Leiter Marktentwicklung Erneuerbare Energien

Tel. + 49 241 413 20 - 991

Fax + 49 241 413 20 - 580

b.steinhausen@trianel.com

Trianel GmbH

Lombardenstraße 28

52070 Aachen