

ForWind Academy / HDT am 16. September 2014, Bremen

„Direktvermarktung von Windstrom – Was ändert sich durch das neue EEG für Anlagenbetreiber?“

Themenblock 4: Markt- und Systemintegration von EE

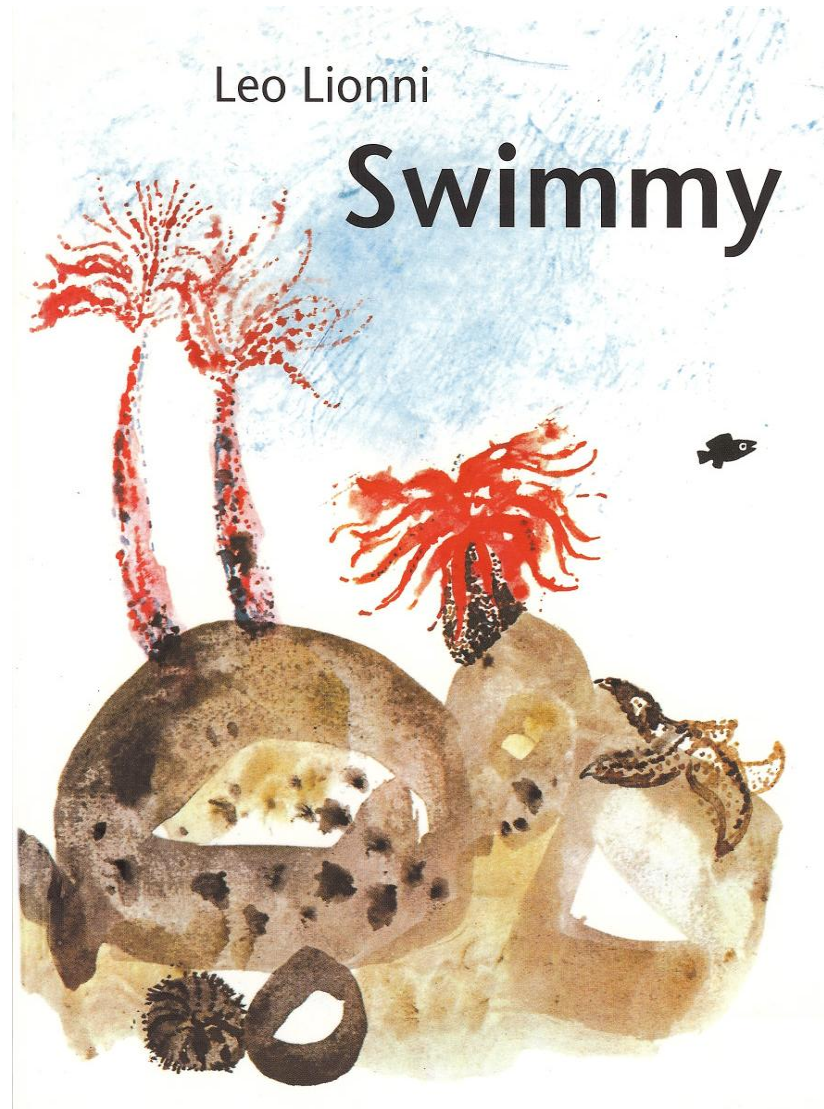
**Dipl.-Ing. Josef Werum
in.power GmbH, Mainz**



- Von der Natur lernen: Swimmy - Der kleine kluge Fisch
- Vom Pilotprojekt zum Marktmodell
- Technische Voraussetzungen
- Stufen der Markt- und Systemintegration
- Regelenergie aus fluktuierender Erzeugung (Wind/PV)
- Blick nach vorne

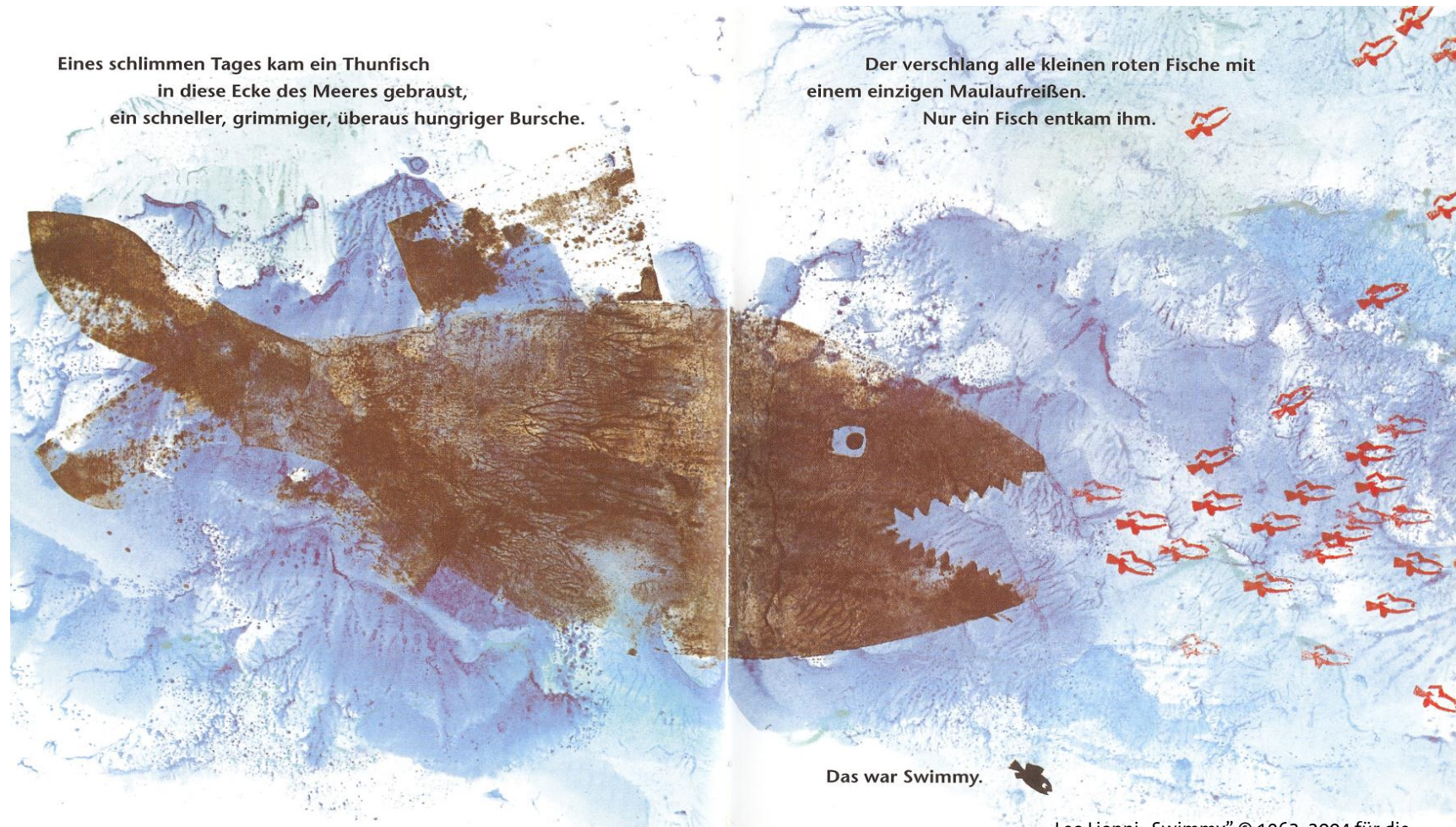
Einführung

in.power



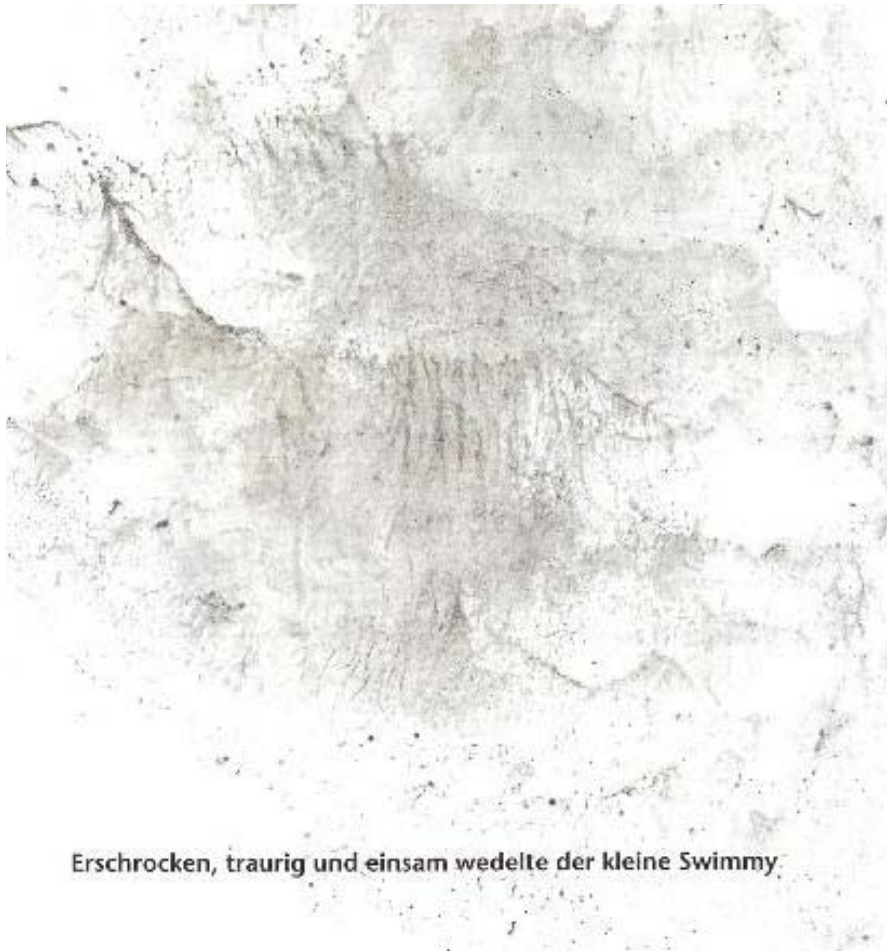
Leo Lionni „Swimmy“ © 1963, 2004 für die deutschsprachige Ausgabe Beltz & Gelberg in der Verlagsgruppe Beltz, Weinheim/Basel

Einführung

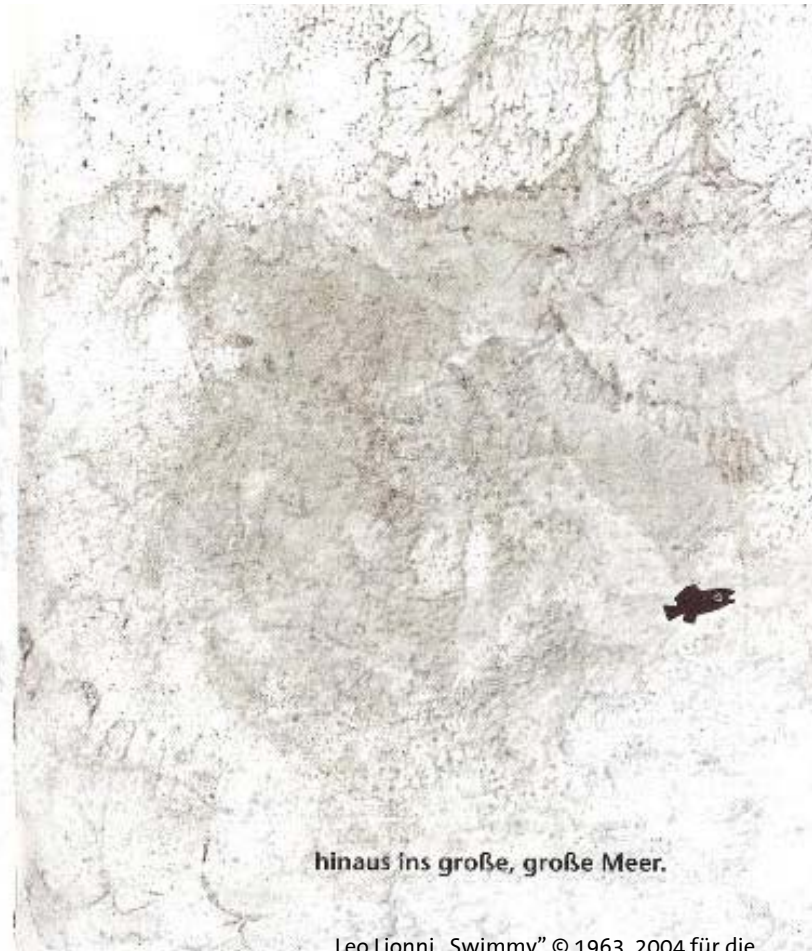


Leo Lionni „Swimmy“ © 1963, 2004 für die
deutschsprachige Ausgabe Beltz & Gelberg
in der Verlagsgruppe Beltz, Weinheim/Basel

Einführung



Erschrocken, traurig und einsam wedelte der kleine Swimmy.



hinaus ins große, große Meer.

Leo Lionni „Swimmy“ © 1963, 2004 für die deutschsprachige Ausgabe Beltz & Gelberg in der Verlagsgruppe Beltz, Weinheim/Basel

Einführung

in.power



Leo Lionni „Swimmy“ © 1963, 2004 für die deutschsprachige Ausgabe Beltz & Gelberg in der Verlagsgruppe Beltz, Weinheim/Basel

...es ist eigentlich kinderleicht...

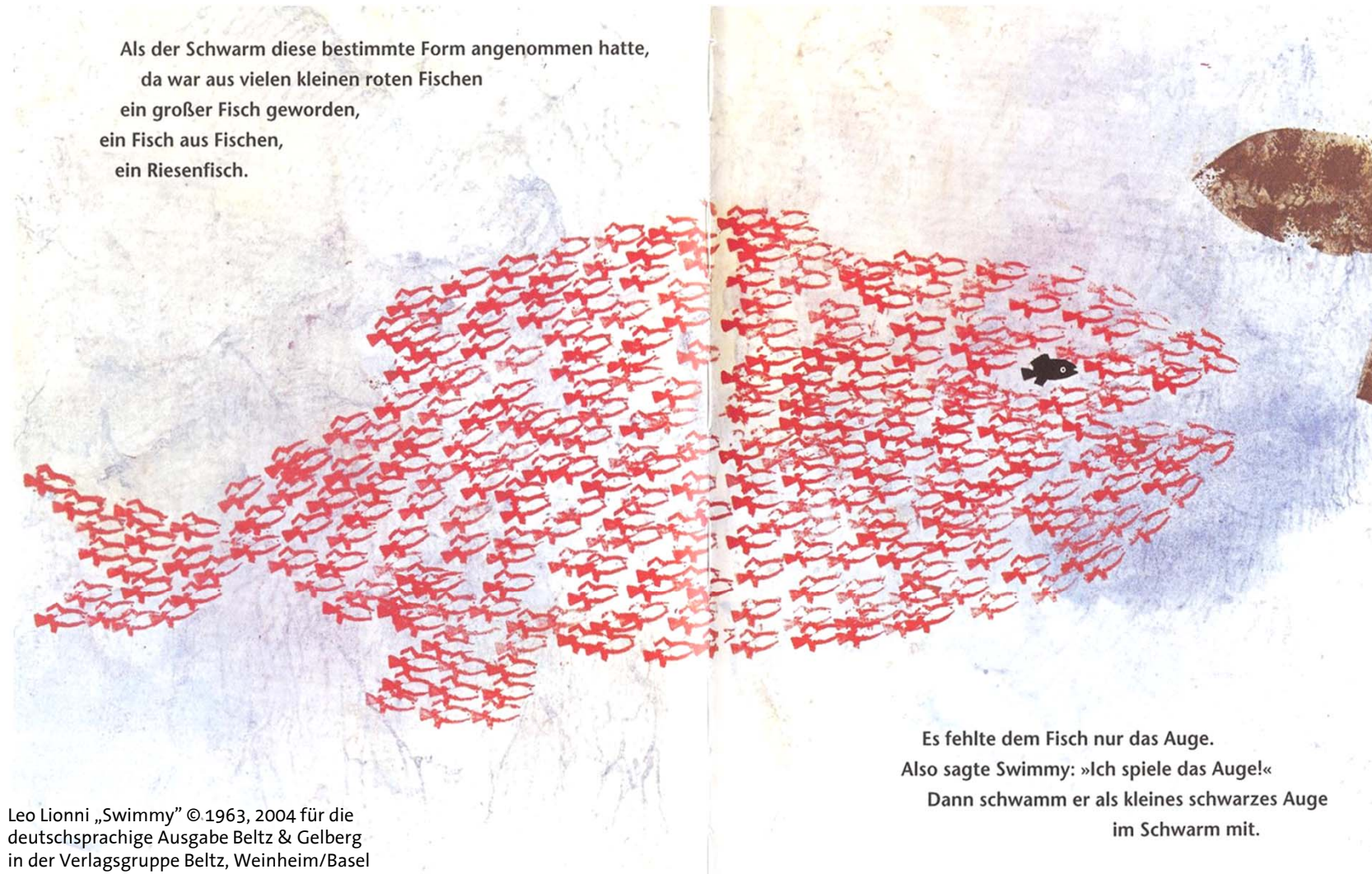
in.power



...nur gemeinsam sind wir stark!

in.power

Als der Schwarm diese bestimmte Form angenommen hatte,
da war aus vielen kleinen roten Fischen
ein großer Fisch geworden,
ein Fisch aus Fischen,
ein Riesenfisch.

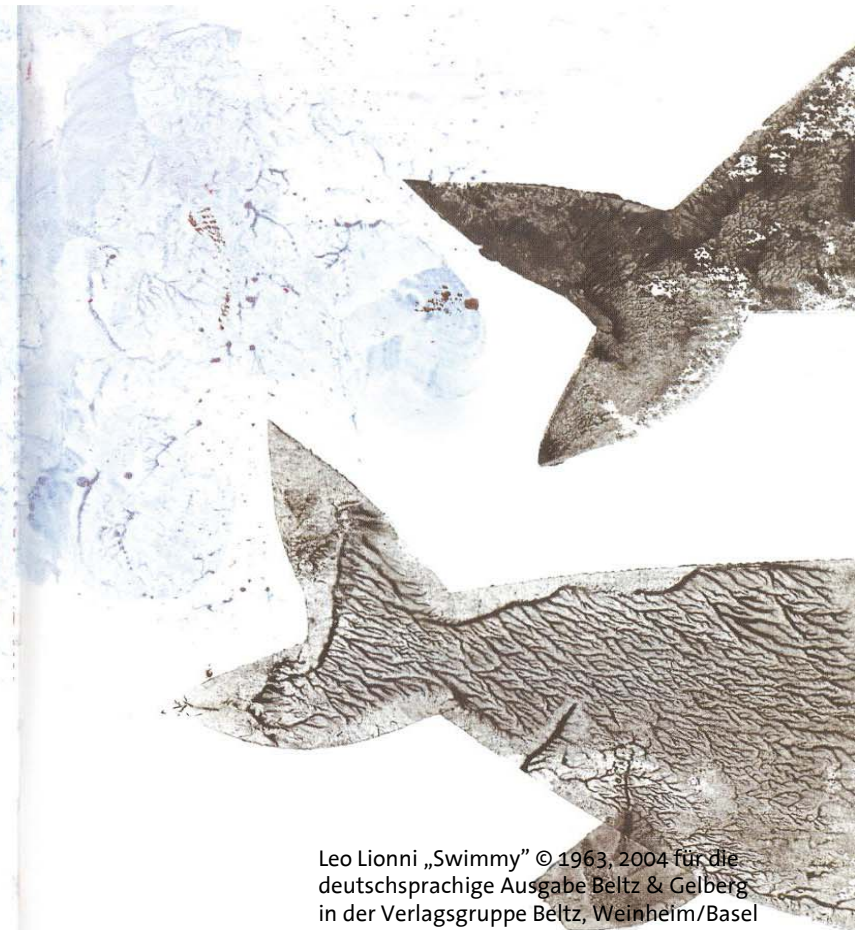
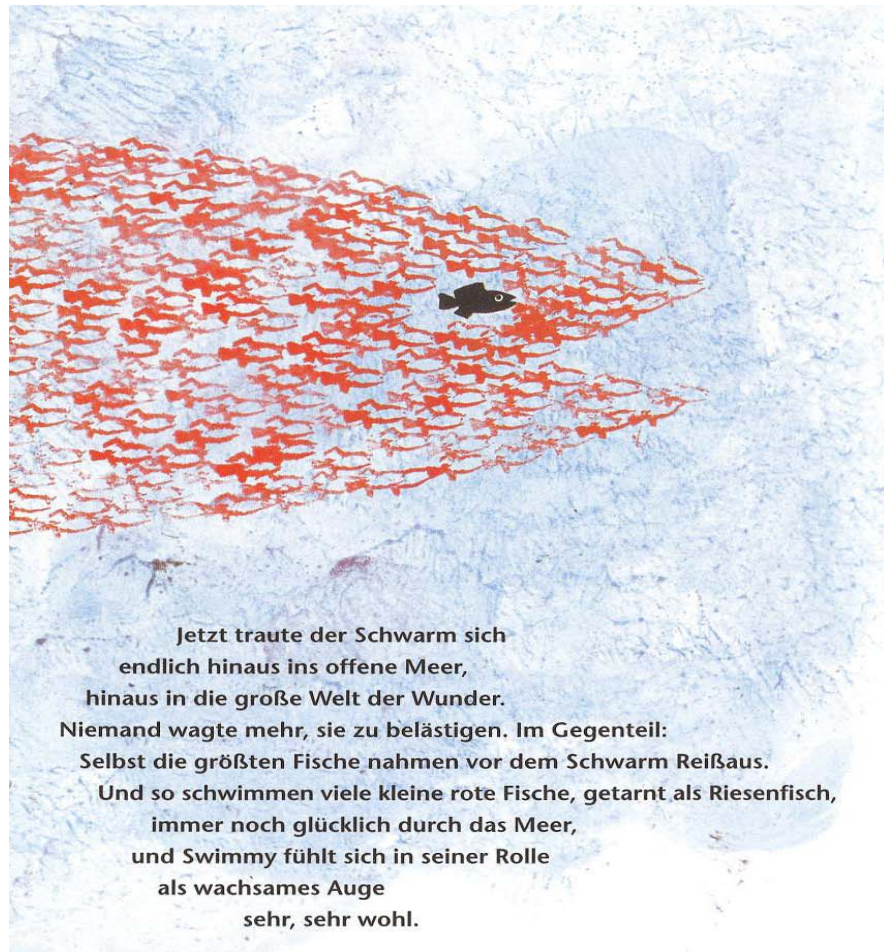


Leo Lionni „Swimmy“ © 1963, 2004 für die
deutschsprachige Ausgabe Beltz & Gelberg
in der Verlagsgruppe Beltz, Weinheim/Basel

Es fehlte dem Fisch nur das Auge.
Also sagte Swimmy: »Ich spiele das Auge!«
Dann schwamm er als kleines schwarzes Auge
im Schwarm mit.

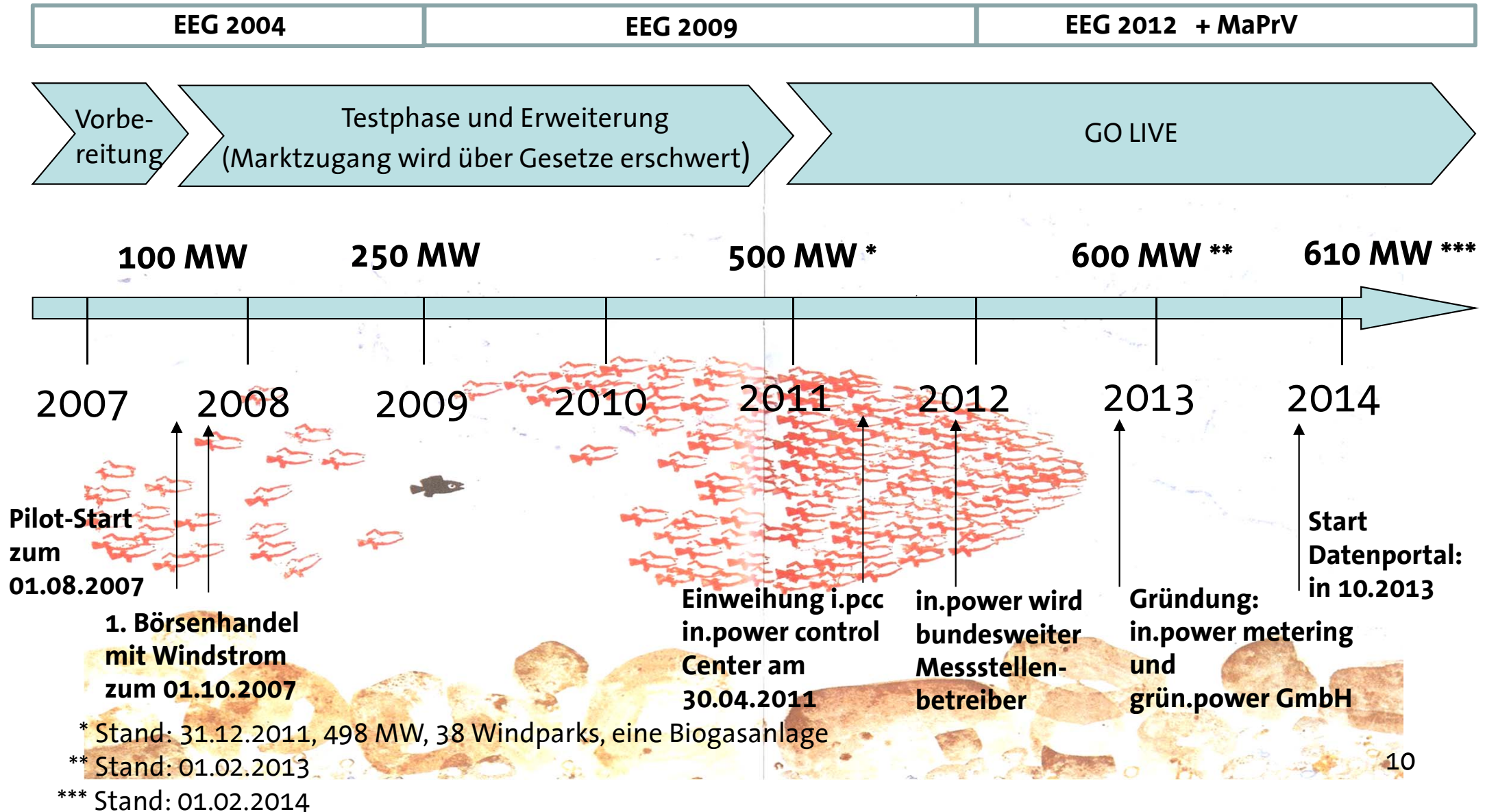
Einführung

in.power



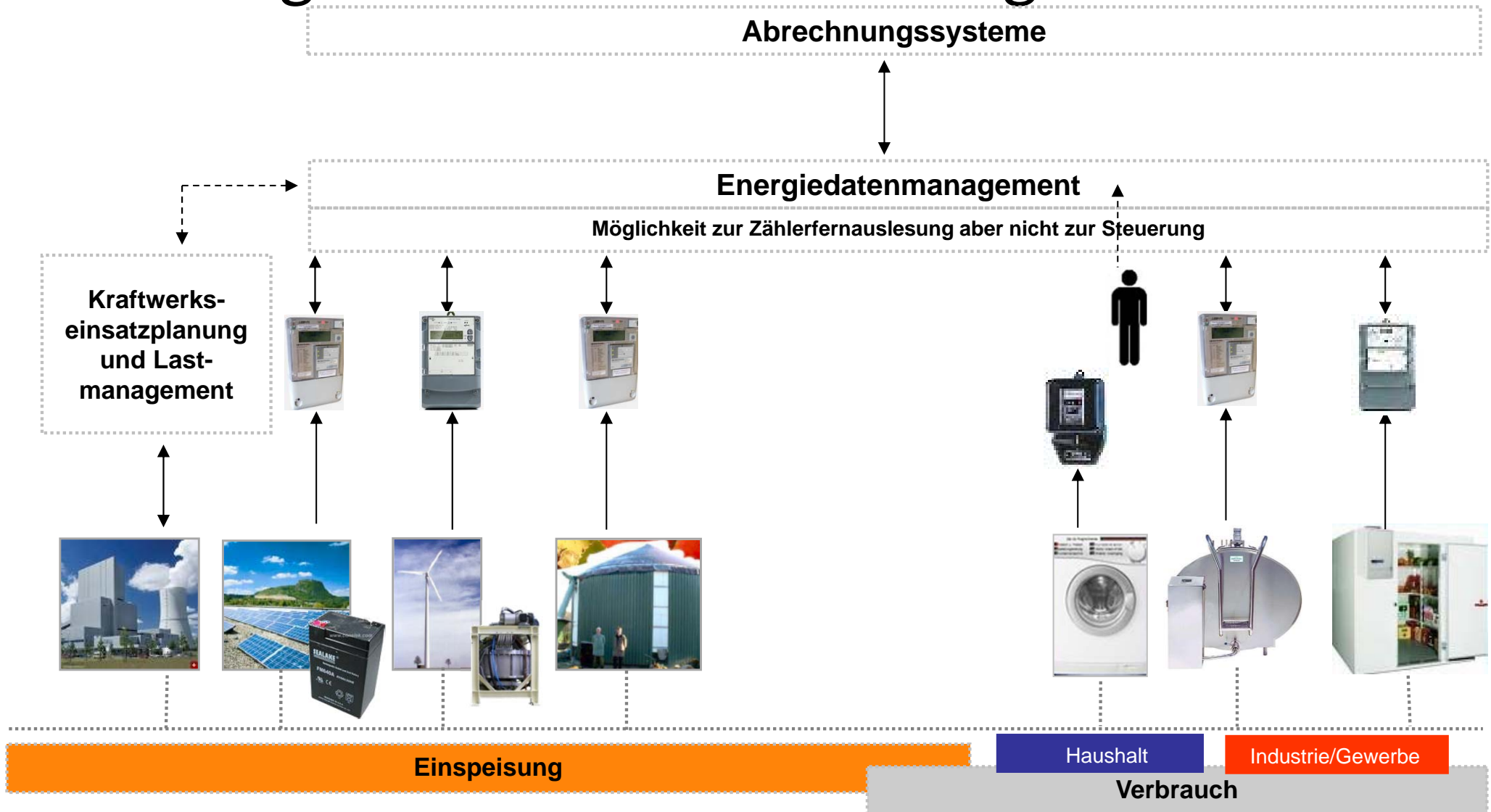
in.power energy network Entstehungsgeschichte - Zeitstrahl

in.power



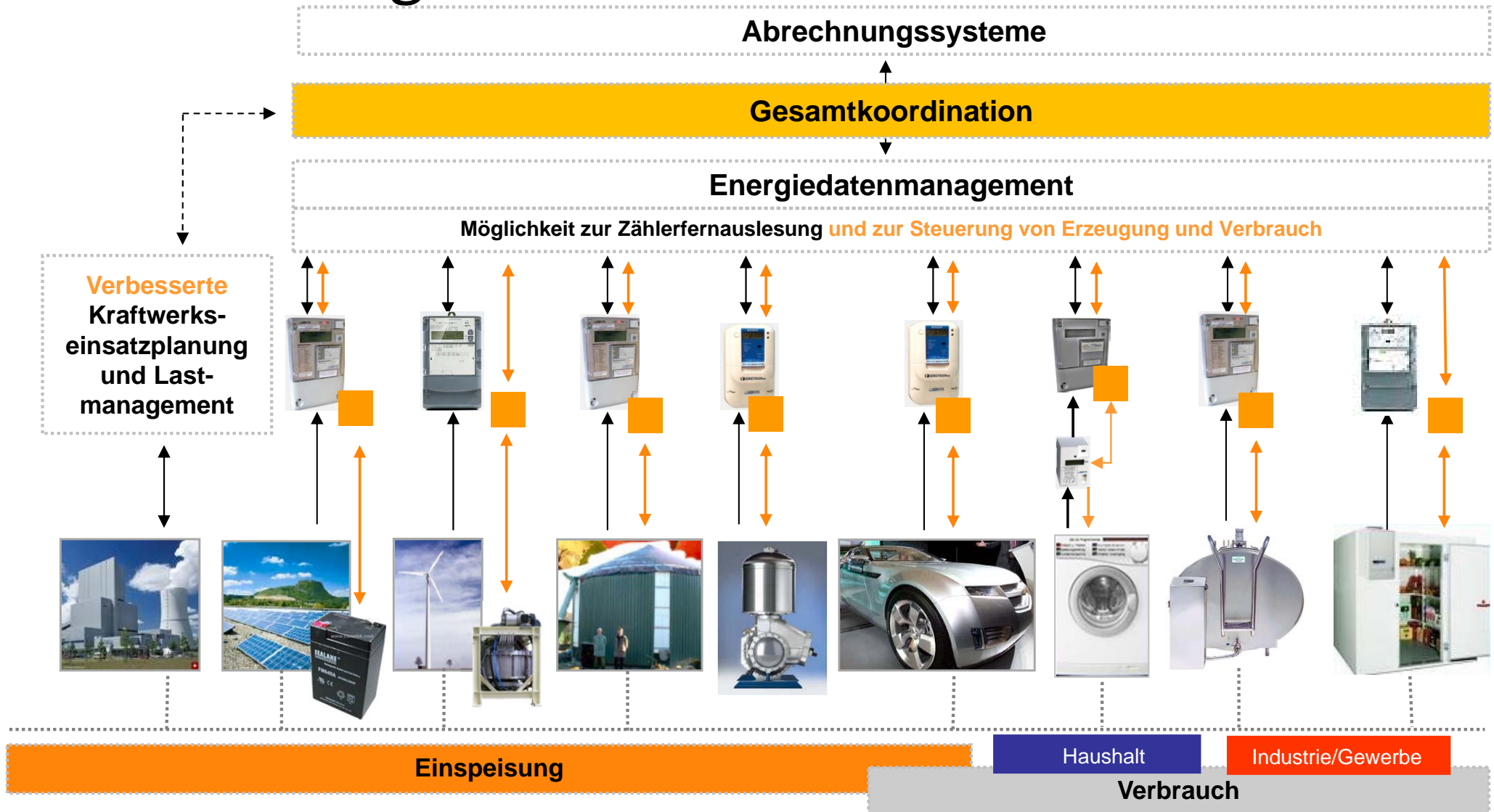
1. Schritt: Einsatz von „Smart Metering“ zur Messwerterfassung

in.power



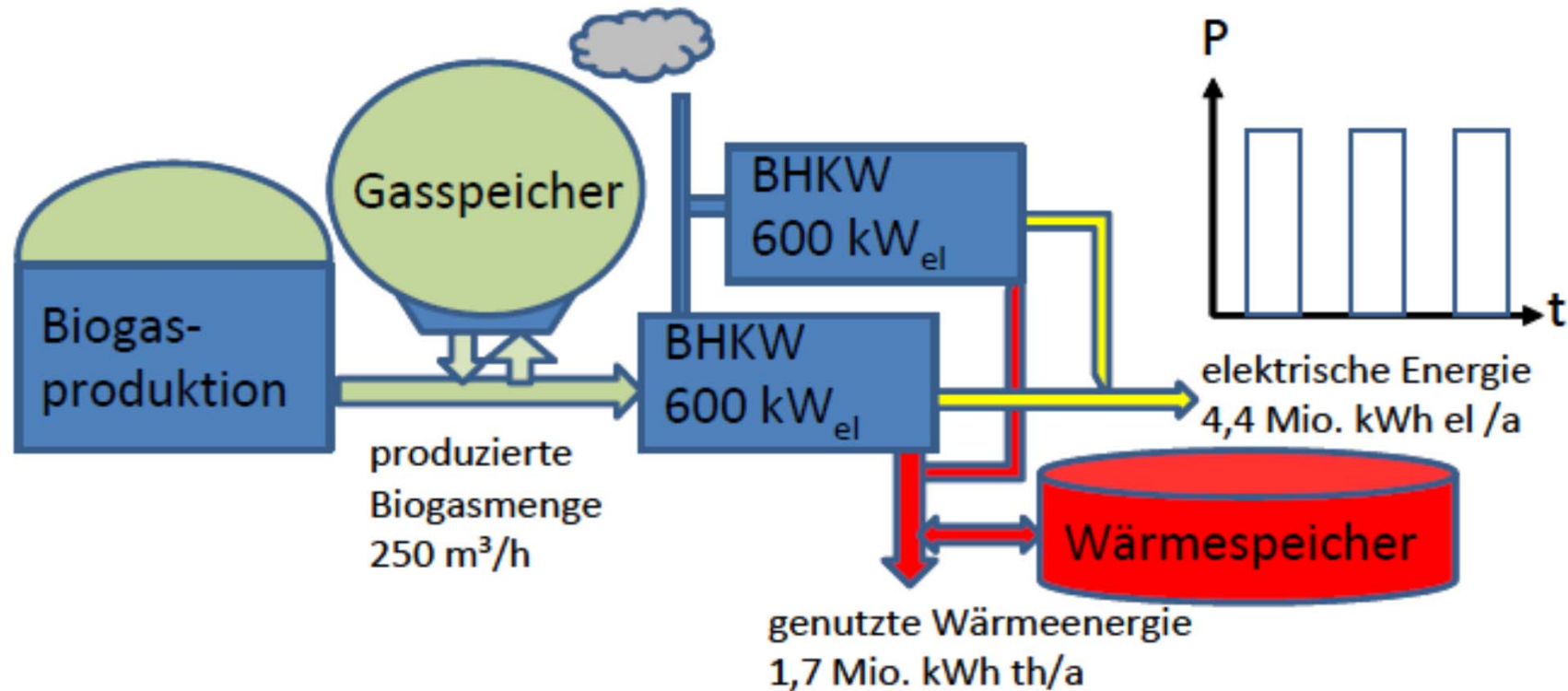
2. Schritt: „Smart Metering“ + Ansteuerung

in.power



Beispiel für steuerbare Anlage

Beispiel Biogasanlage: Auslegung einschließlich Kapazitätskomponente



Bemessungsleistung:	500 kW
Volllaststunden:	3650 h/a
Wärmenutzung:	40 %
Installierte Leistung :	1200 kW

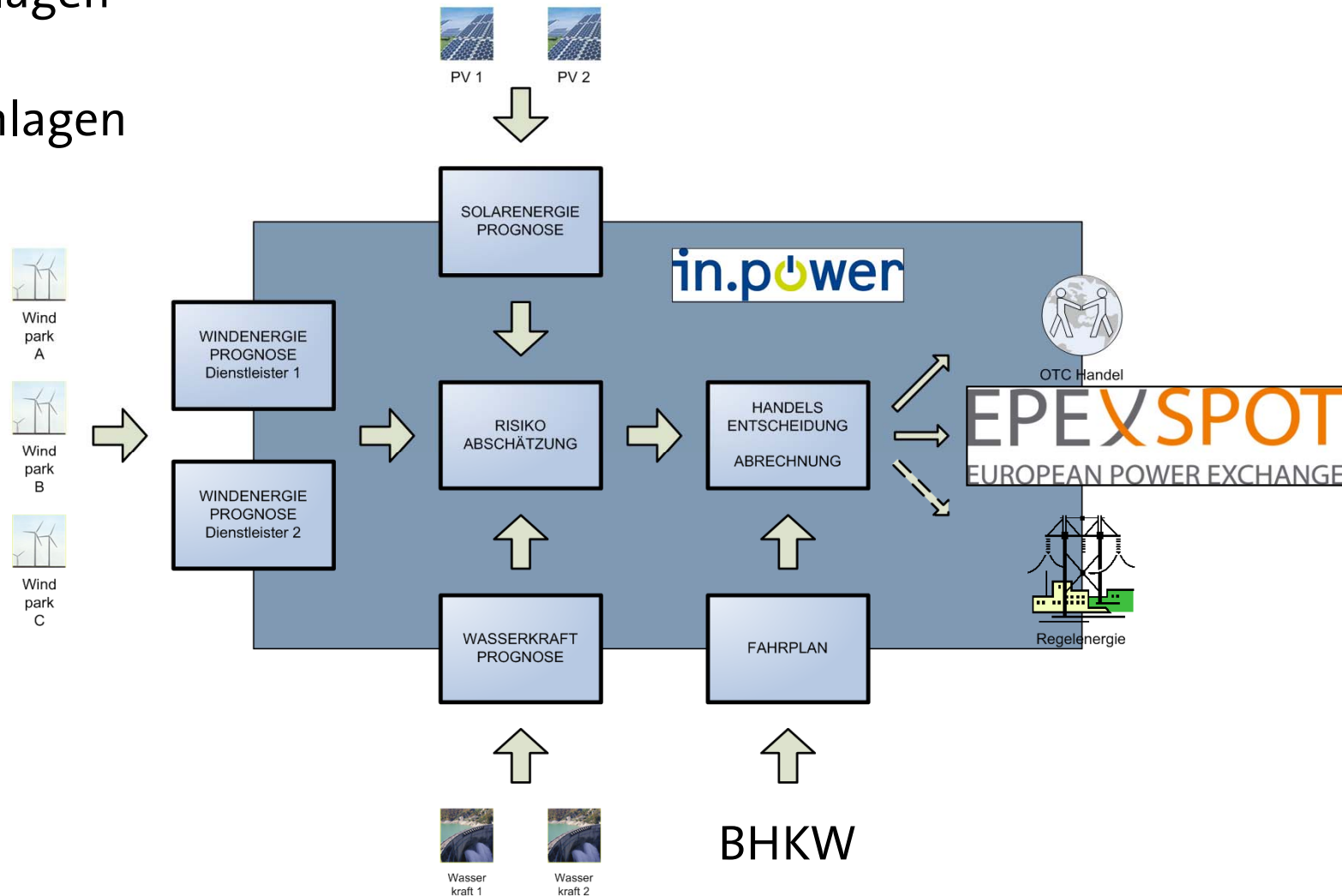
Mögliche Stufen der Markt- und Systemintegration

- (1. Stufe)
Umsetzung der Direktvermarktung:
Marktprämie, Grünstromprivileg, sonstige Direktvermarktung
- (2. Stufe)
Bei steuerbaren Anlagen:
Verlagerung in den peak-Bereich
Verminderung der Erzeugung im off-peak-Bereich
Bei steuerbaren und FEE-Anlagen:
Umsetzung der Fernsteuerbarkeit und Regelbarkeit
- (3. Stufe)
Aufnahme der steuerbaren und FEE-Anlagen in den
Regelenergiemarkt

in.power Kernprozess

1. EEG-Anlagen

2. KWK-Anlagen



in.power control center (i.pcc)



1. Grünstromprivileg

2. Marktprämienmodell

3. Regelenergiebereitstellung

4. BHKW / KWK-Optimierung

A

Fahrplan- und
Prognosemanagement

B

Steuerung

C

Eskalationsmanagement

D

Bilanzkreismanagement

E

Abrechnung

F

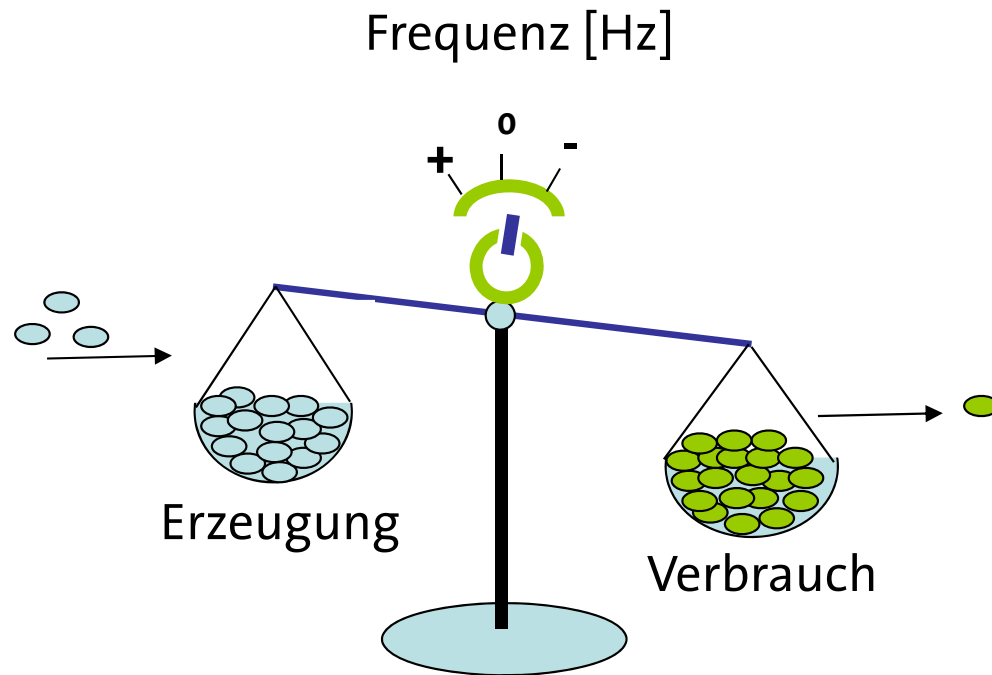
Visualisierung

in.power-Diplomarbeiten (1-16)

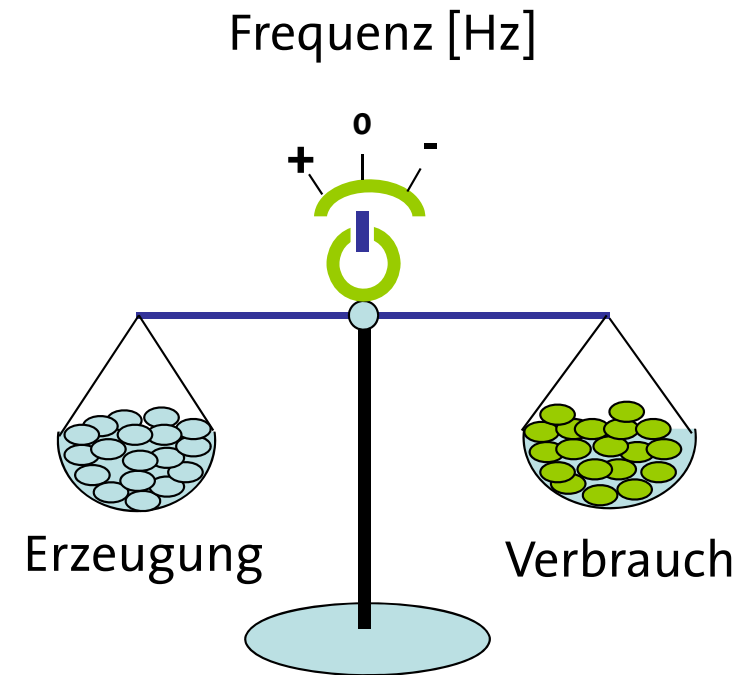


- **Teilnahme von Windkraftanlagen am Minutenreservemarkt**
(Technische Universität Berlin, Dezember 2007)
- **Optimierung von Prozessen im Stromhandel und in der nachgelagerten Abwicklung zur Direktvermarktung von Strom aus Erneuerbaren Energien**
(Hochschule Darmstadt, Fachbereich Wirtschaft, Studiengang Energiewirtschaft, Januar 2008)
- **Erstellung einer Online-Erfassung zur Direktvermarktung von Strom aus erneuerbaren Energien**
(Hochschule Darmstadt, Fachbereich Elektrotechnik, Mai 2008)
- **Planung und Erstellung eines Datenwarenhouses als Grundstein für ein virtuelles Kraftwerk (zwei Diplomarbeiten)**
(FH Wiesbaden, Fachbereich DIM, Studiengang Allgemeine Informatik, August 2008)
- **Möglichkeiten der Direktvermarktung von Erneuerbaren Energien in Österreich** (Hochschule Darmstadt, Fachbereich Wirtschaft, Studiengang Energiewirtschaft, Januar 2009)
- **Direktvermarktung von Erneuerbaren Energien auf dem spanischen Energiemarkt**
(Hochschule Darmstadt, Fachbereich Elektrotechnik, Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen, März 2009)
- **Energiewirtschaftliche Auswertung und Modellierung eines Virtuellen Kraftwerks am Beispiel des Pilotprojektes der in.power GmbH**
(Hochschule Darmstadt, Fachbereich Wirtschaft, Studiengang Energiewirtschaft, April 2009)
- **Markt- und Systemintegration von Erneuerbaren Energien – rechtliche Rahmenbedingungen und möglicher Handlungsbedarf**
(Hochschule Darmstadt, Fachbereich Wirtschaft, Studiengang Energiewirtschaft, August 2009)
- **Erweiterung des in.power energy networks um BHKW- und KWK-Anlagen**
(Hochschule Darmstadt, Fachbereich Elektro- und Informationstechnik, August 2010)
- **Entwicklung und Automatisierung von Analyseschnittstellen und Simulationsfunktionen innerhalb des in.power energy managers (i.pem)**
(FH Wiesbaden, Fachbereich DIM, Studiengang Allgemeine Informatik, August 2010)
- **Wirtschaftliche Optimierungsmethoden und Risikomanagement für BHKW-Direktvermarktung**
(Hochschule Darmstadt, Fachbereich Elektrotechnik, Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen, September 2010)
- **Konzeption und Umsetzung eines in.power Kontrollplatzes (in.power control center – i.pcc) zur Überwachung / Steuerung virtueller Kraftwerke**
(FH Bingen, Fachbereich Elektrotechnik, Juli 2011)
- **Steuerung und Regelung eines virtuellen Kraftwerks unter Verwendung des in.power control center (i.pcc)**
(Hochschule Darmstadt, Fachbereich Wirtschaft, Studiengang Energiewirtschaft, August 2011)
- **Evaluation und Optimierung der Windleistungsprognose im Rahmen des in.power energy network**
(Hochschule Darmstadt, Fachbereich Wirtschaft, Studiengang Energiewirtschaft, März 2012)
- **Bereitstellung von Regelenergie durch Windkraftanlagen**
(FH Bingen, Fachbereich Maschinenbau, Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen, August 2012)
- Weitere Arbeiten folgen...

Regelenergie



Abruf positiver Regelenergie durch:
- Erhöhung der Erzeugung und/oder
Verminderung des Verbrauchs



Erzeugung und Verbrauch
im Einklang

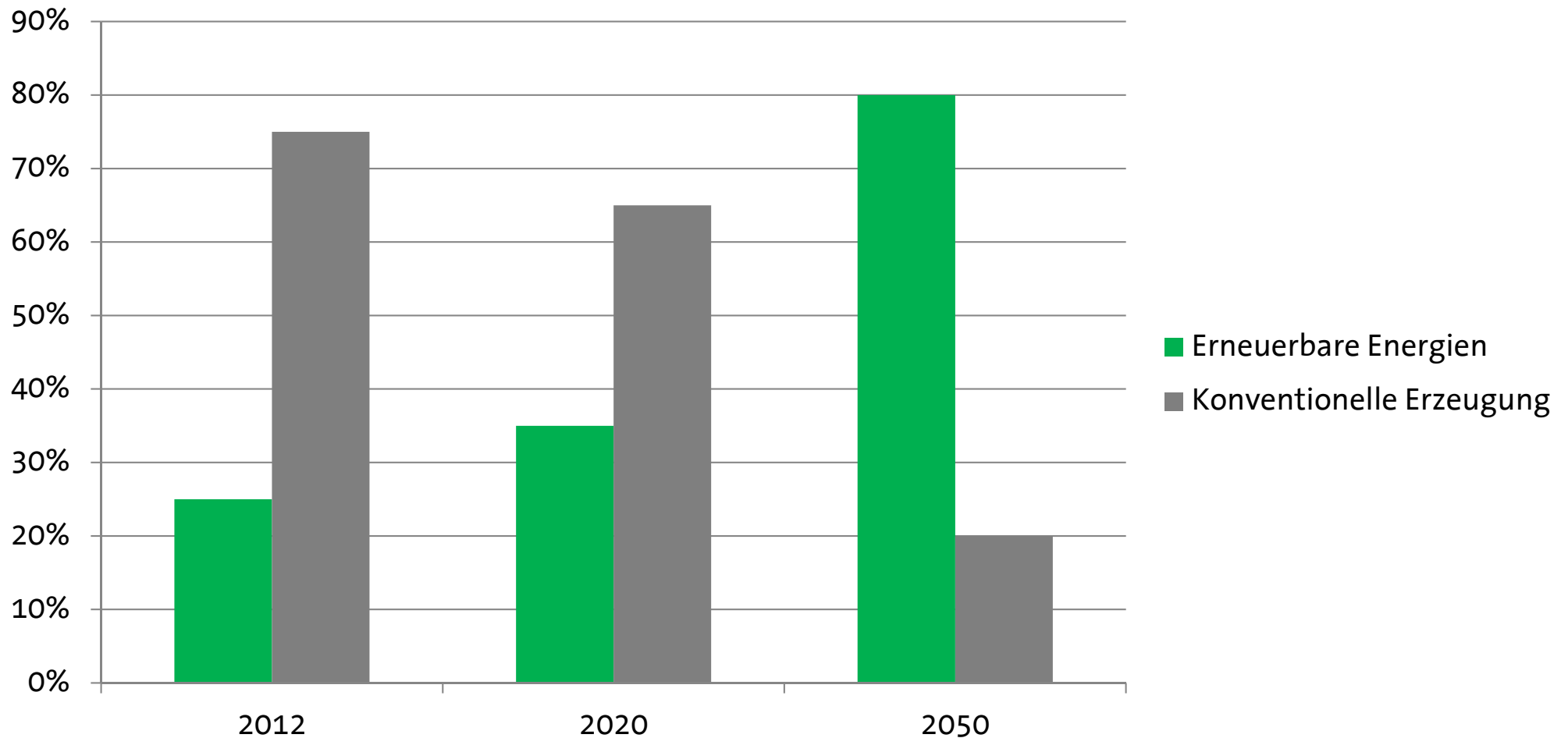
- Primärregelung
 - Aktivierungsgeschwindigkeit: < 30 Sekunden
 - Typische Anlagen: Überwiegend thermische Großkraftwerke / PSW
- Sekundärregelung
 - Aktivierungsgeschwindigkeit: < 5 Minuten
 - Typische Anlagen: Pool aus thermischen und hydraulischen Kraftwerken / PSW
- Tertiärregelung (Minutenreserve)
 - Aktivierungsgeschwindigkeit: < 15 Minuten
 - Beliebiger Pool aus Erzeugern und Lasten

RegelleLeistungsprodukte

	Primär- regelleistung (PRL)	Sekundär- regelleistung (SRL)	Minuten- reserveleistung (MRL)
Aktivierung	Automatisch	Automatisch	Automatisch
Vollständige Aktivierung innerhalb	30 Sekunden	5 Minuten	15 Minuten
Erbringungsdauer	max. 15 Minuten	max. 60 Minuten	max. 4 Stunden
Mindestangebotsgröße	1 MW	5 MW	5 MW
Ausschreibung	Wöchentlich	Wöchentlich	Täglich

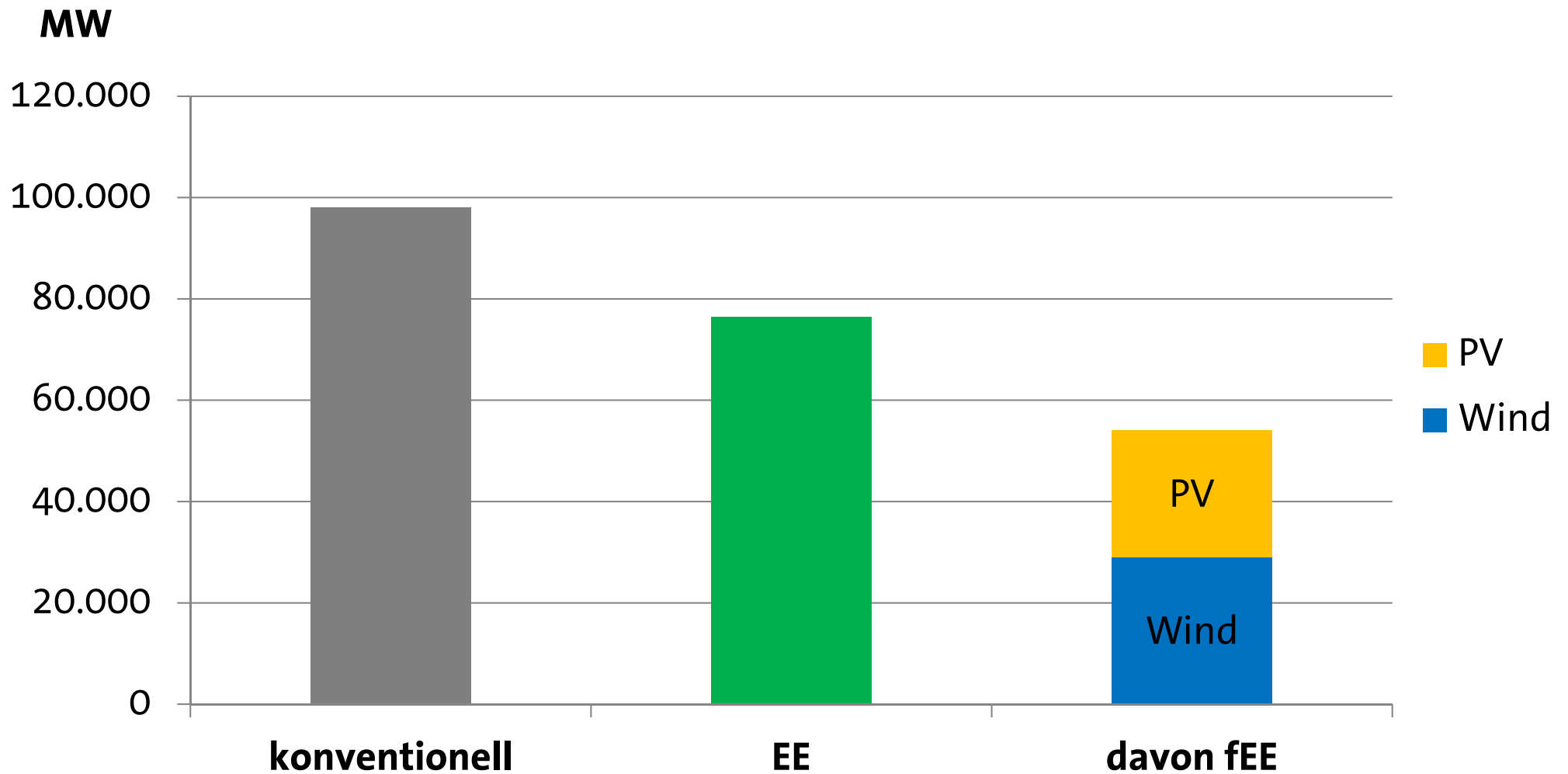
Motivation

Entwicklung des Anteils der Erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung



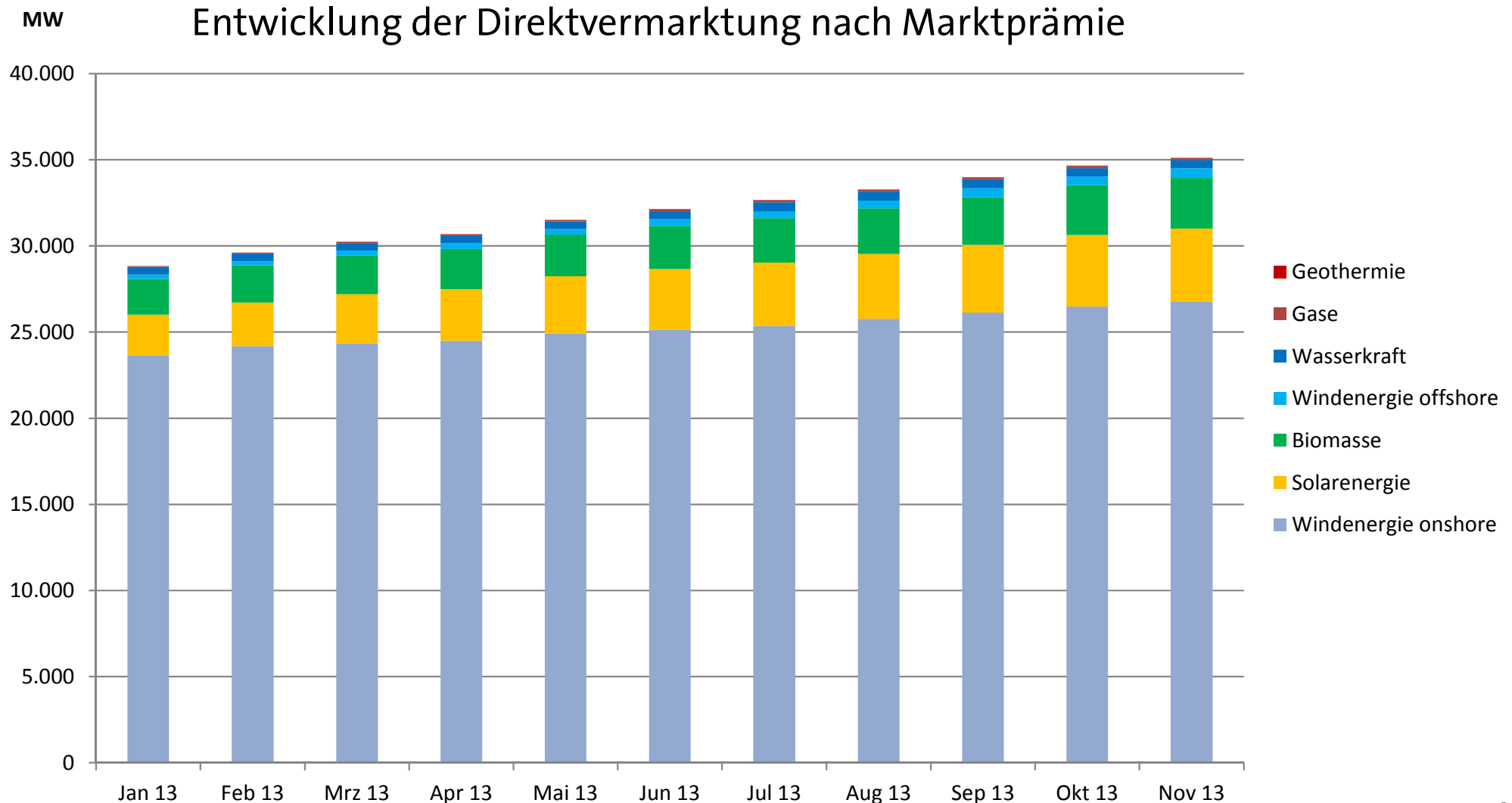
Quelle: Dena, Netzstudie 2; Bundesregierung, Energiekonzept

Kraftwerkspark in Deutschland

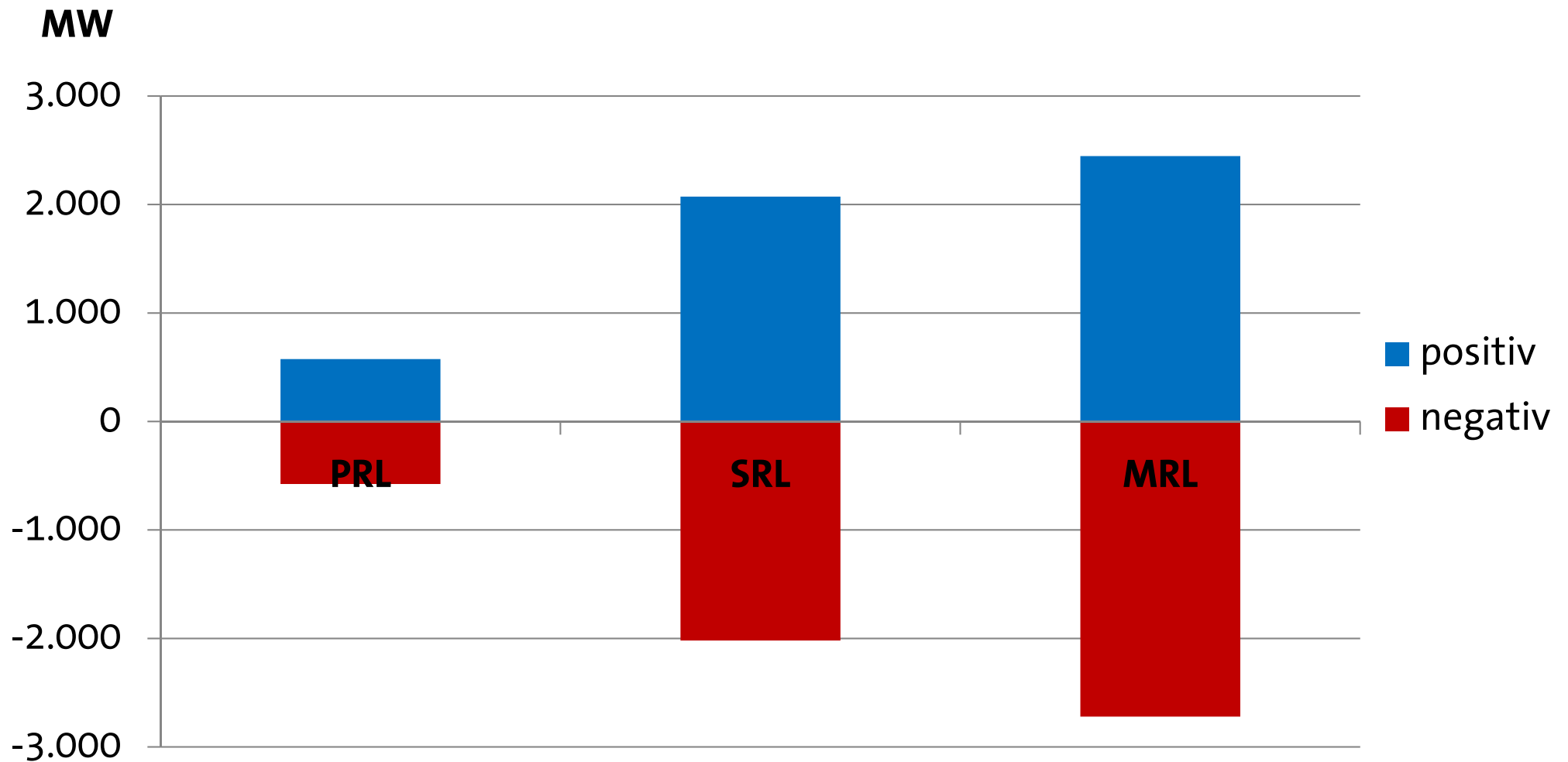


Bruttostromerzeugungskapazität in 2011 (Quelle: BMU)

Direktvermarktung als Voraussetzung für die Regelenergie



Regelenergie Ausschreibung

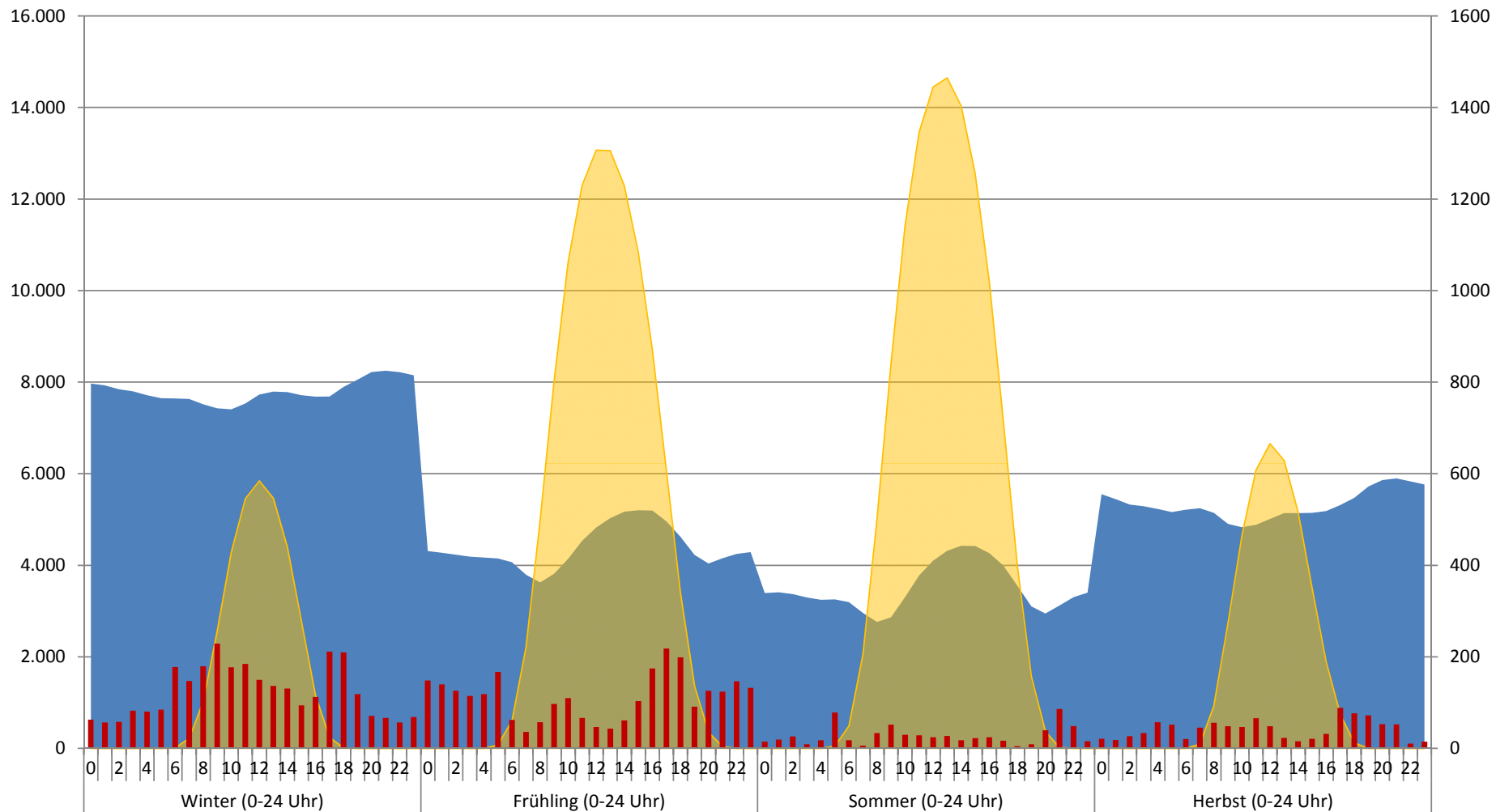


Eignung Wind/PV zur Abdeckung nMRL (Daten 2012)

Einspeiseleistung [MW]

Abruf nMRL [MW]

Skalierung:
Faktor 10



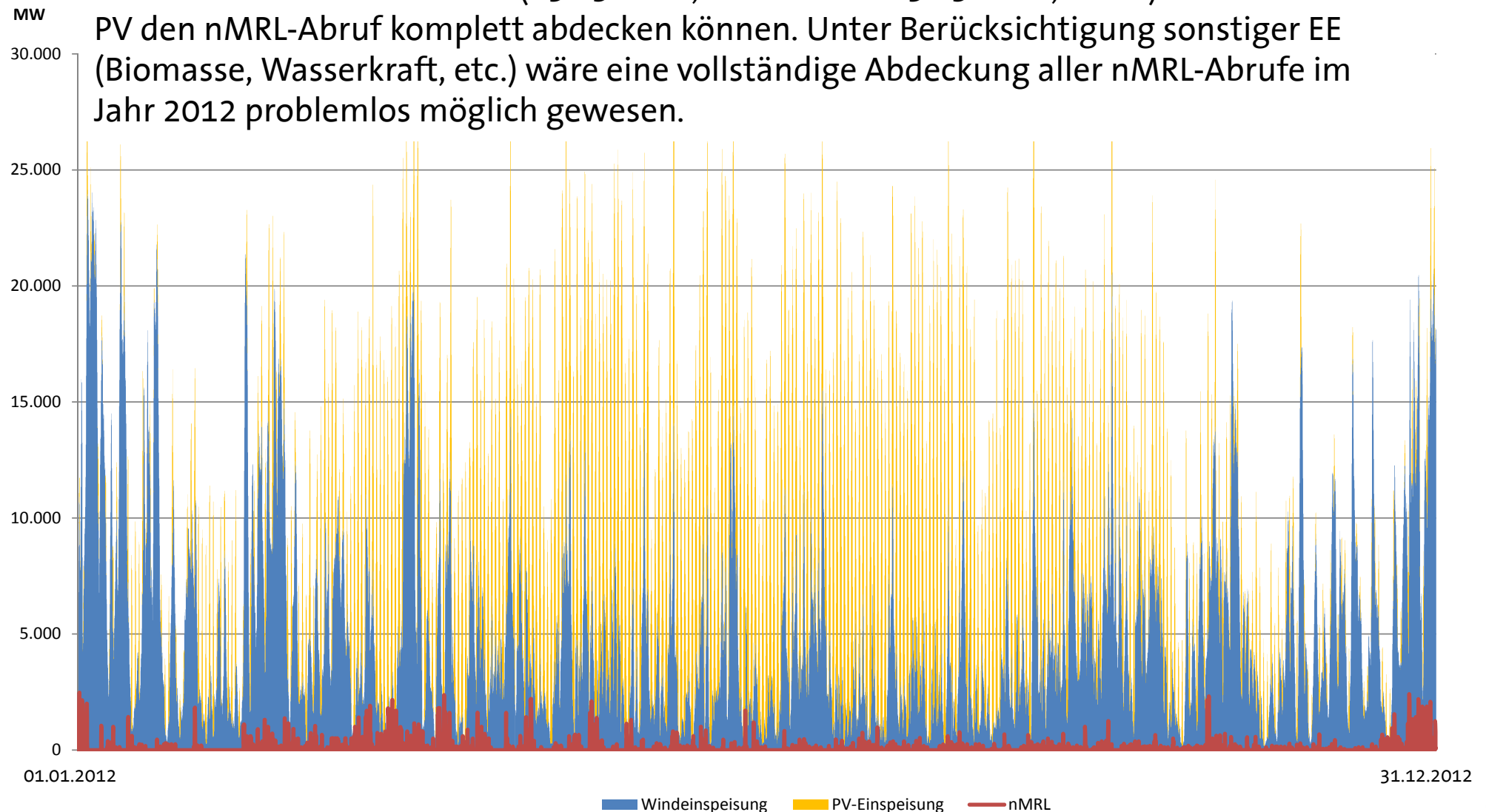
durchschnittlicher Tageslastgang im Quartal

■ Windeinspeisung (Mittelwert) ■ PV-Einspeisung (Mittelwert) ■ nMRL-Abruf (Mittelwert)

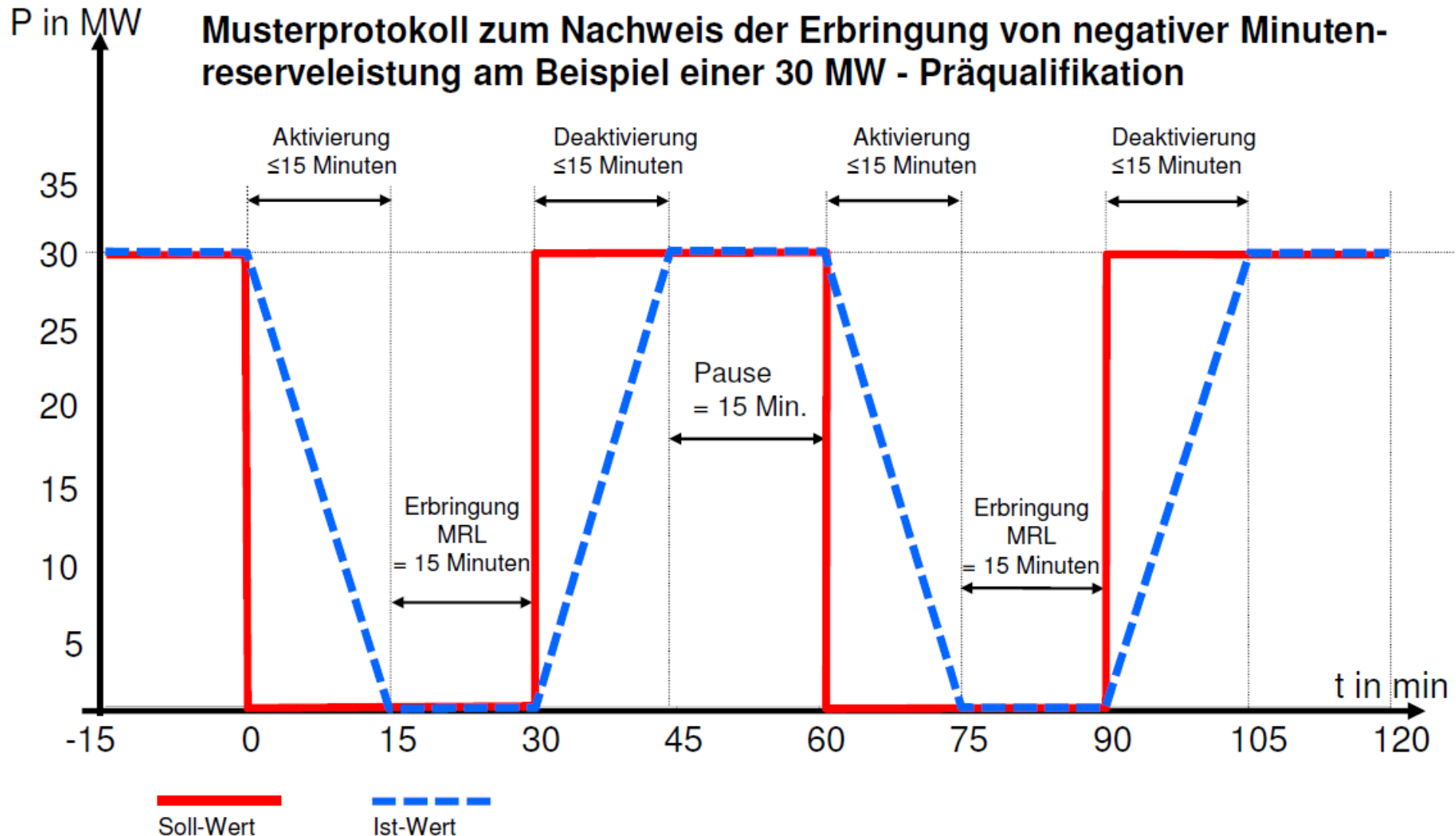
Quelle: Daten: eeg-kwk.net, regelleistung.net

Eignung Wind/PV zur Abdeckung nMRL (Daten 2012)

Bis auf 2 Stunden des Jahres (15.03.2012, 18 Uhr und 25.03.2012, 2 Uhr) hätten Wind + PV den nMRL-Abruf komplett abdecken können. Unter Berücksichtigung sonstiger EE (Biomasse, Wasserkraft, etc.) wäre eine vollständige Abdeckung aller nMRL-Abrufe im Jahr 2012 problemlos möglich gewesen.

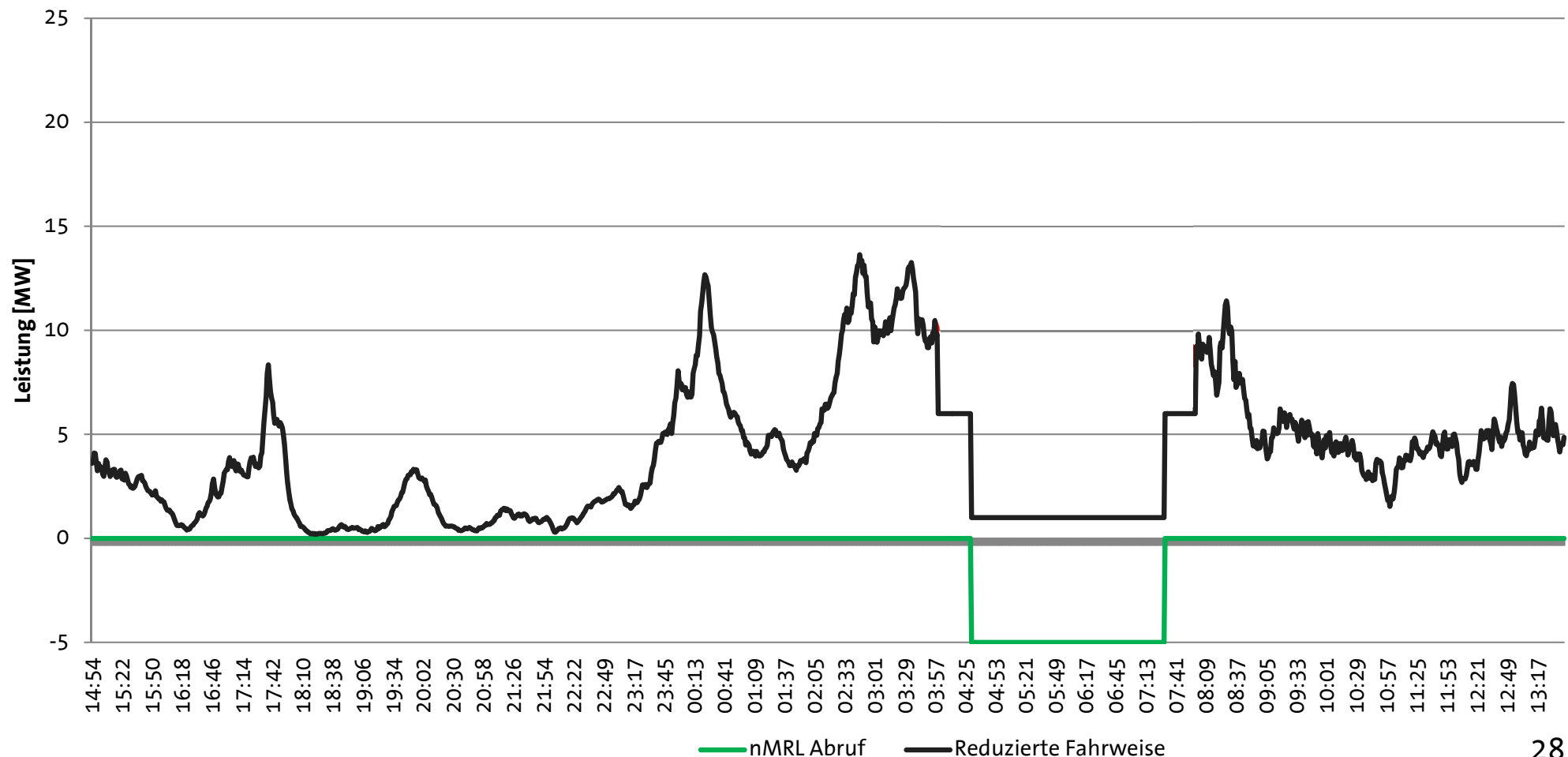


Bereitstellung negativer Regelleistung



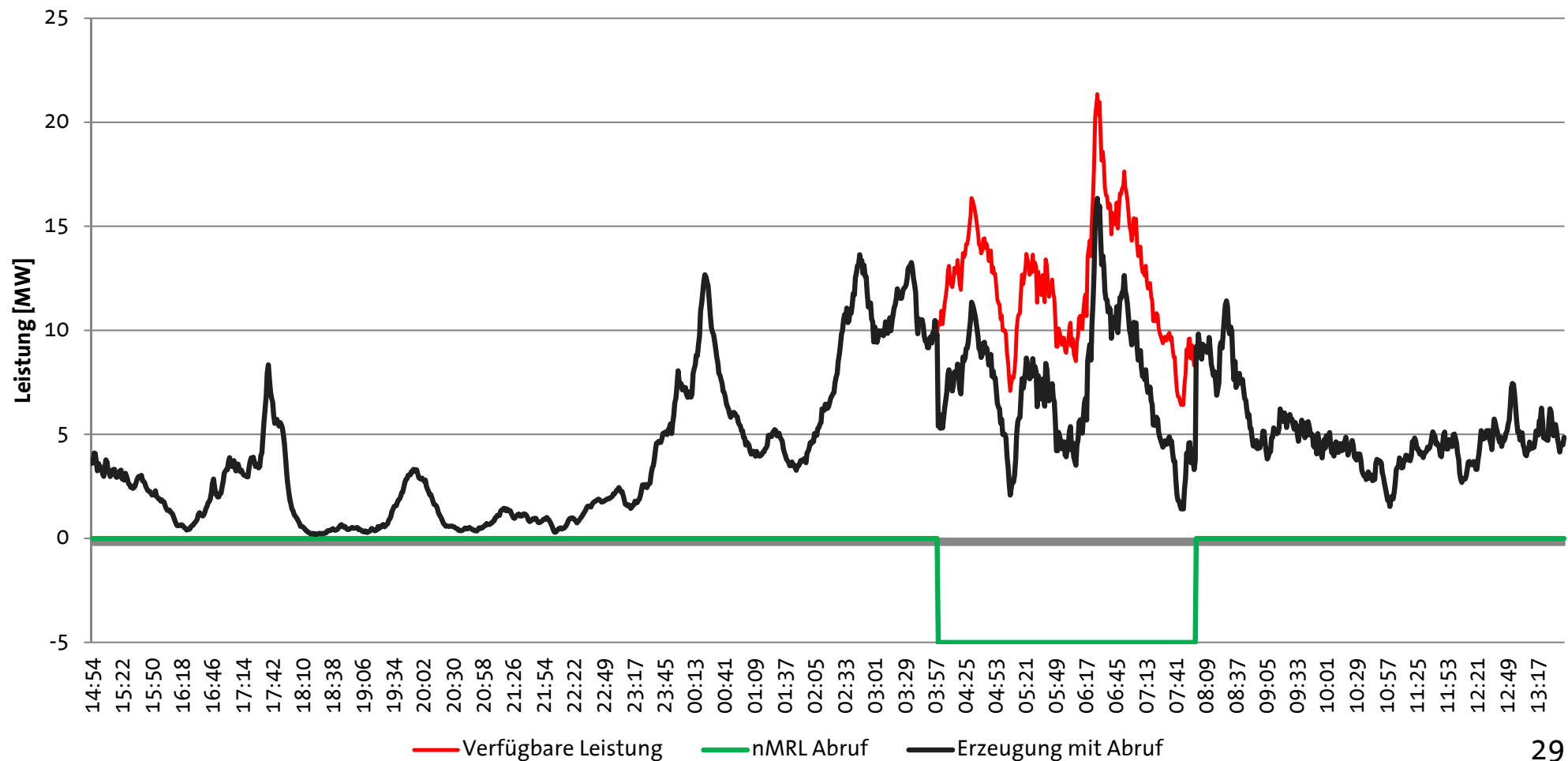
Bereitstellung von Regelleistung durch Windkraftanlagen

Theoretische Bereitstellung von 5 MW negative MRL,
Variante I: Bereitstellung aus abgeregeltem Zustand



Bereitstellung von Regelleistung durch Windkraftanlagen

Theoretische Bereitstellung von 5 MW negative MRL,
Variante II: Paralleles Abfahren der verfügbaren Leistung



in.power-Rückblick: Regelenergie mit Windkraftanlagen



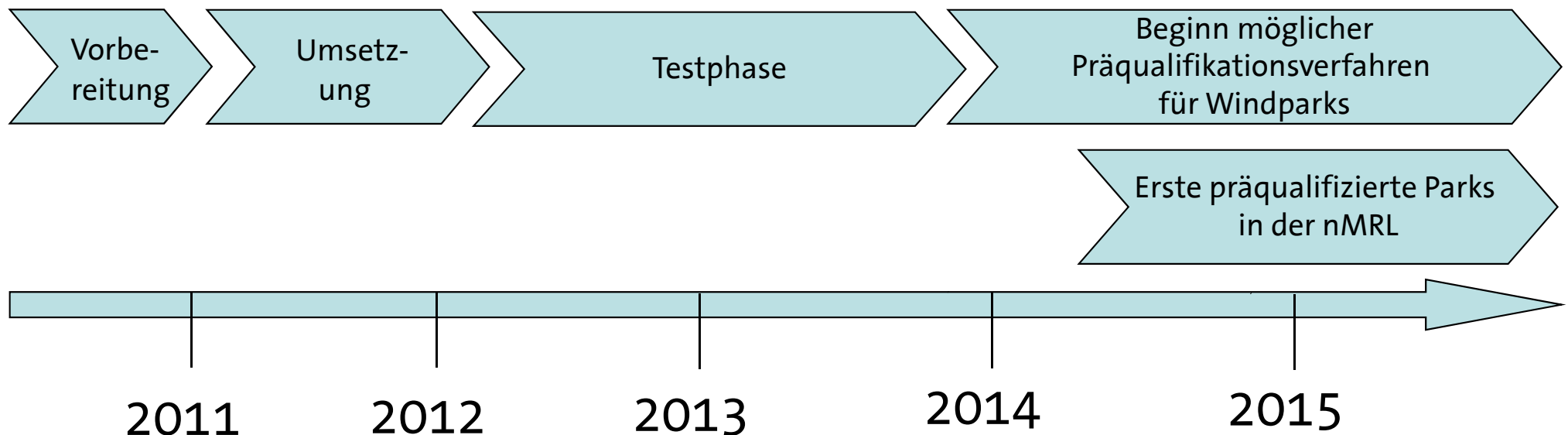
- Erste Diplomarbeit bei in.power bereits vor 5 Jahren:
„Regelenergie aus Windkraftanlagen“ Diplomarbeit, TU Berlin, 2007
- weitere Forschungsprojekte bei in.power:
RegModHarz, BMU, 2008 bis Januar 2013
Harz-EE-Mobility, BMU, 2010 bis 2011
- Zusammenarbeit mit Anlagenherstellern
- unzählige Regelenergie tests mit Windkraftanlagen: 2012 bis 2013

Voraussetzungen für eine erfolgreiche Umsetzung

1. Day-Ahead-Prognose
2. Reserven vorhalten (Redundanz)
3. Angebot abgeben für Folgetag
4. Intraday-Prognosen bzw. Nowcasting
5. Bei Regelenergieabruf:
 - Einsatzoptimierung des Pools
 - Leistungsreduzierung
 - Nachregelung

Regelenergie aus Windkraft

Zeitstrahl und Ausblick



Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



**in.power GmbH
Geschäftsführung
Dipl.-Ing. Josef Werum
An der Fahrt 5
55124 Mainz**

**Telefon: +49 6131 – 696 57-0
josef.werum@inpower.de
www.inpower.de**