

Zukunftsweisende Integration von Elektrofahrzeugen Forschung & Entwicklung

Fachforum

„Sonne bewegt sauber“

Solare Mobilität als Teil einer
ganzheitlichen Klimaschutzstrategie

Bauzentrum München

16. Oktober 2013

Philipp Nobis

1. Die Energiewende
 1. Nationale Herausforderungen
 2. Lokale Herausforderungen
2. Zukunftsweisende Integration von Elektrofahrzeugen
 1. Ladesteuerung zur Kompensation von Ausfallenergie
 2. Netzstabilisierung mit Elektrofahrzeugen
 3. PV-Eigenverbrauchserhöhung mit Elektrofahrzeugen
3. Fazit und Ausblick

Die Energiewende

Nationale Herausforderungen
Lokale Herausforderungen

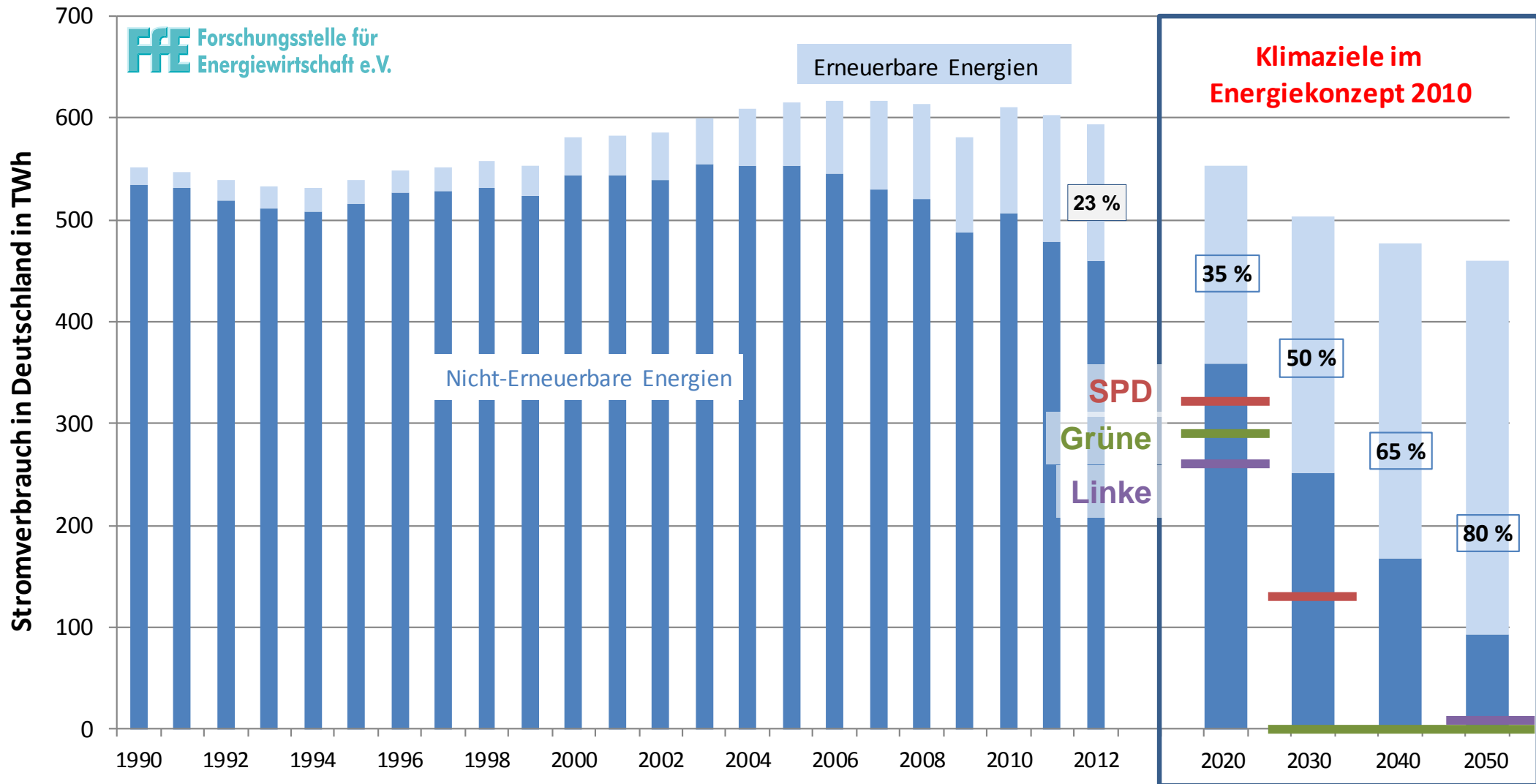


Zielvorgaben Energiekonzept 2010

Stromverbrauch in Deutschland

Abweichende
EE-Anteils-Ziele

www.ffe.de



*Annahme: lineare Verringerung des Stromverbrauches

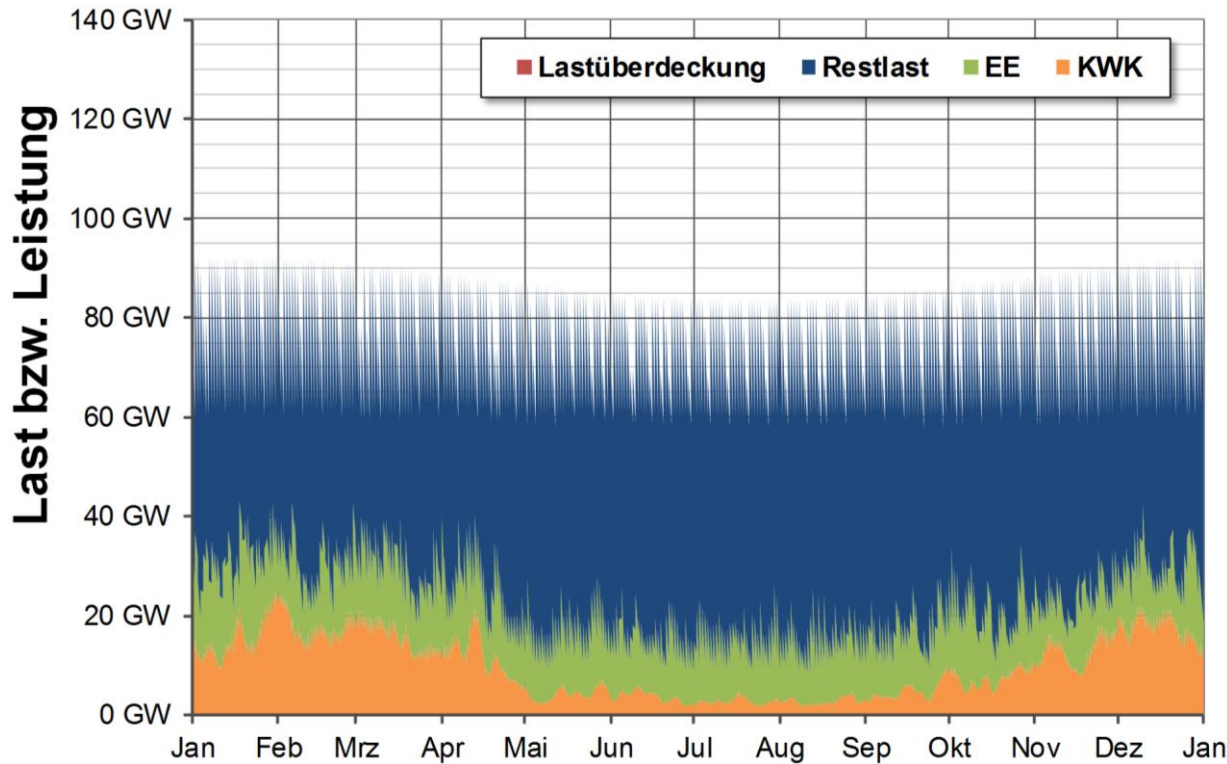
Historischer Verlauf: Erneuerbare Energien in Zahlen - Nationale und internationale Entwicklung.

Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)

Zukünftiger Verlauf: Energiekonzept - Neun Punkte für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung.

Berlin: Bundesrepublik Deutschland, 2010

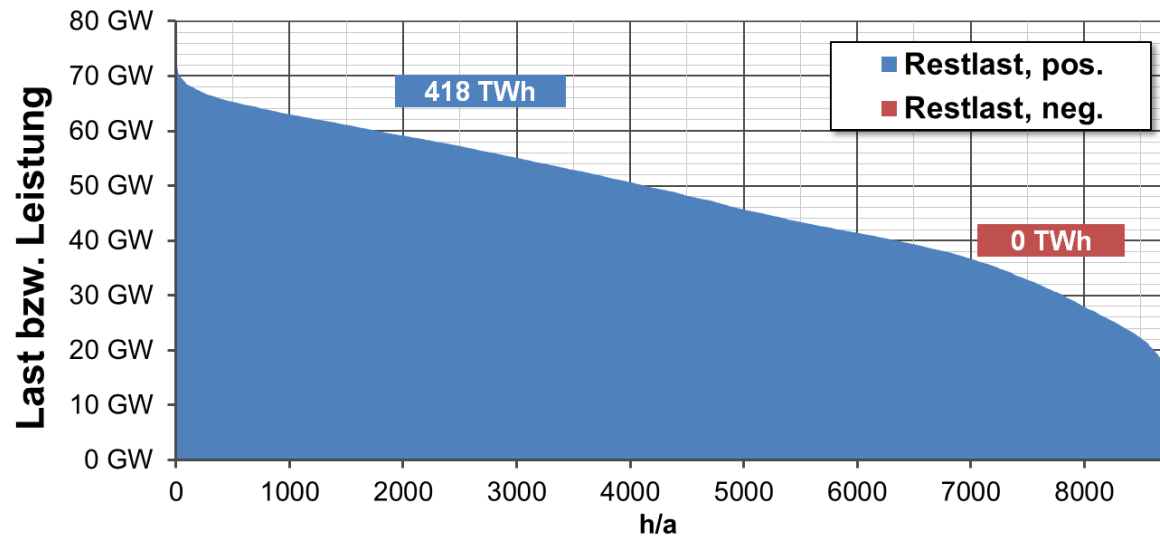
Lastgang 2010 gemäß Leitszenario



PV = 17 GW (2012: 30 GW)
 Wind onshore = 27 GW (2012: 30 GW)
 Wind offshore = 0,09 GW
 Wasser = 4,4 GW

PV = 11,7 TWh
 Wasser = 20,6 TWh

Strombedarf: 610 TWh/a



Dauerlinie Restlastgang

Regenerative Erzeugungsleistung in der EU in GW



Länderauswahl	Wind 2012	Wind 2020	Solar 2012	Solar 2020
Deutschland	30,7	45	30	52
Dänemark	4,1	6	0,2	1
UK	7,7	28	1,8	11-20
Frankreich	6,8	25	3,1	5-20
Spanien	22,3	38	4,2	8
Summe EU	96 <small>(2011)</small>	230 <small>(2011)</small>	51,3 <small>(2011)</small>	120 <small>(2011)</small>

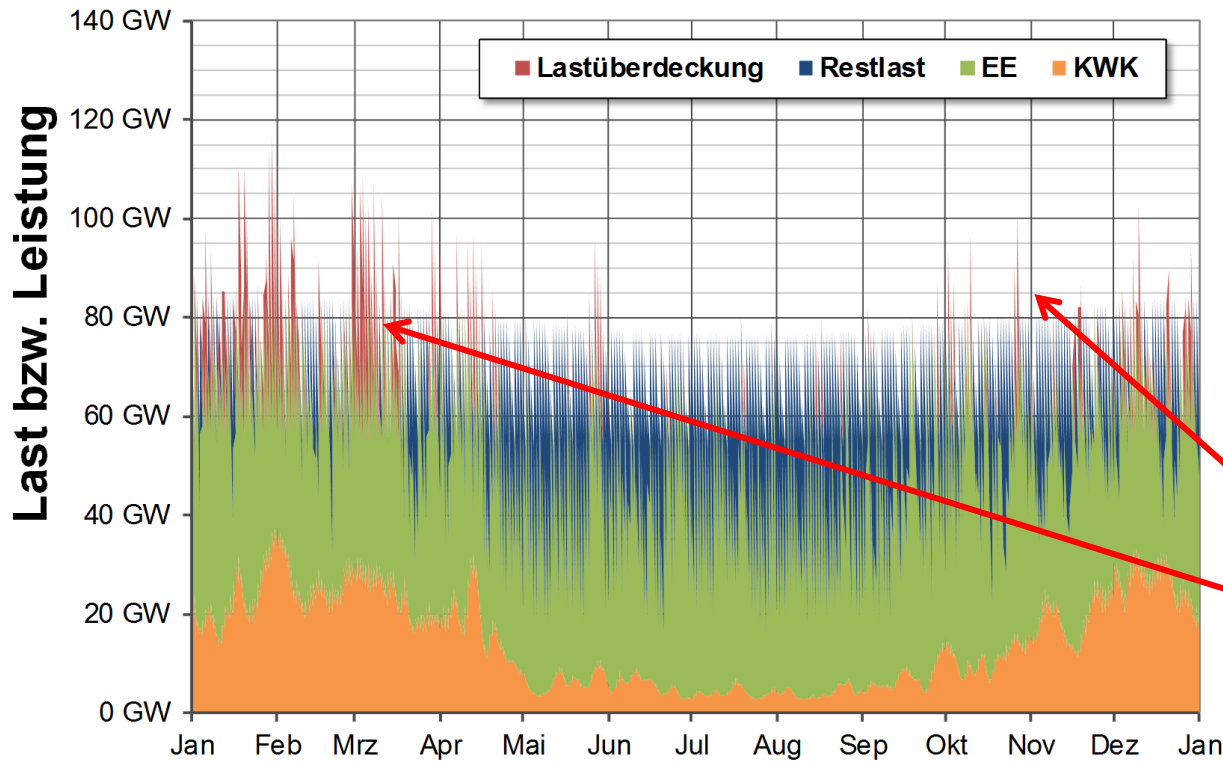
↪ x 2,4 ↻
↪ x 2,3 ↻

- Ausbau der EE in einem Land induziert Rückwirkungen in benachbarten Staaten

Die Energiewende und ihre nationalen Herausforderungen



Lastgang 2030 gemäß Leitszenario (50 % EE)



Installierte PV & Wind-Leistung:

PV = 61 GW

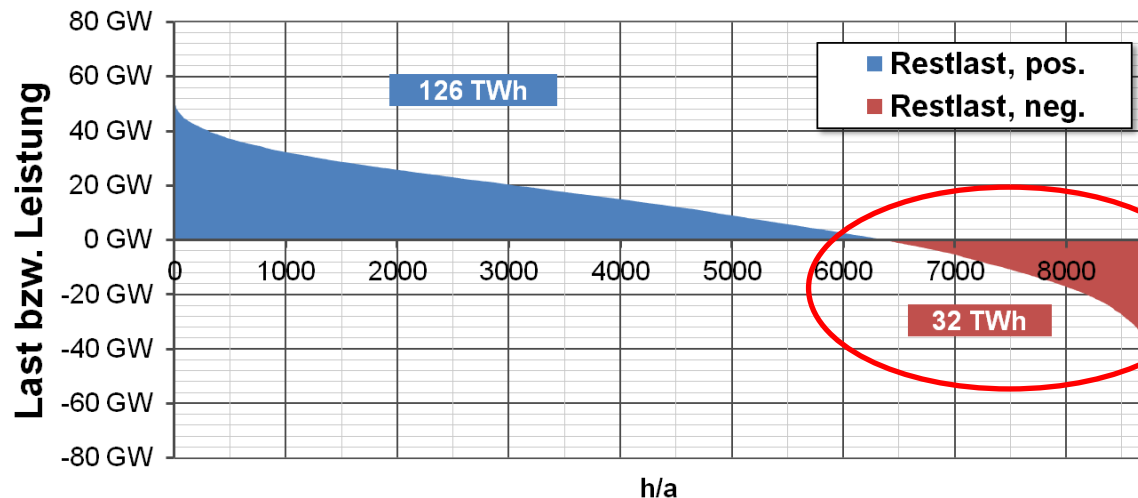
Wind onshore = 44 GW

Wind offshore = 23 GW

Strombedarf: 558 TWh/a

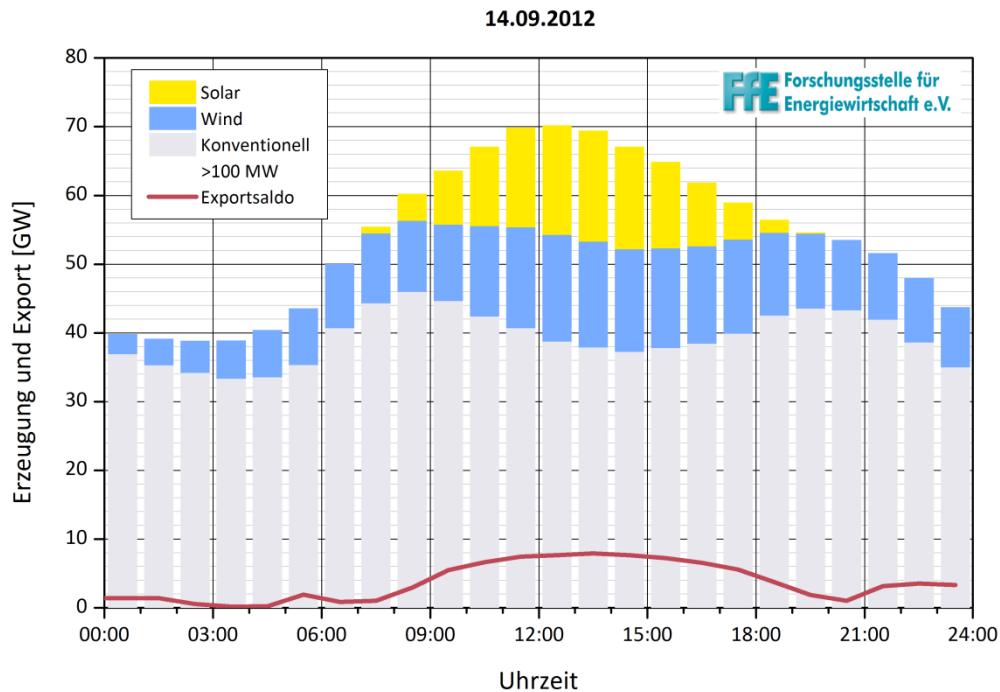
In diesen Zeiten sollten
Elektrofahrzeuge
laden

Dauerlinie Restlastgang

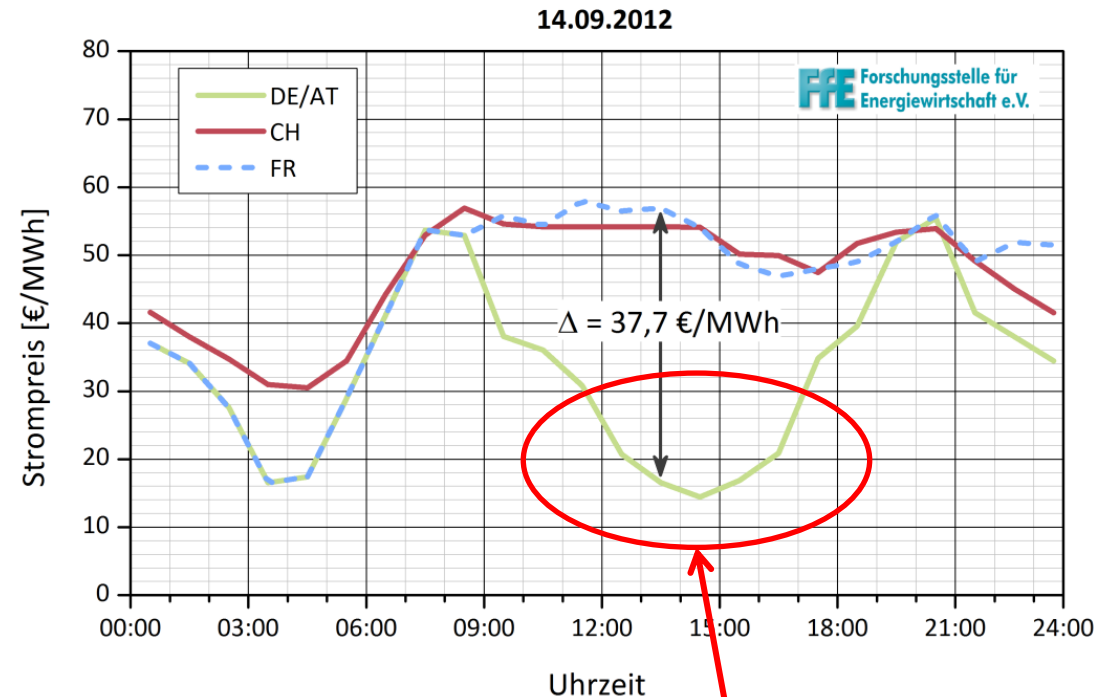


Einfluss Erneuerbarer Energien auf Großhandelspreise

Erzeugung und Export in Deutschland



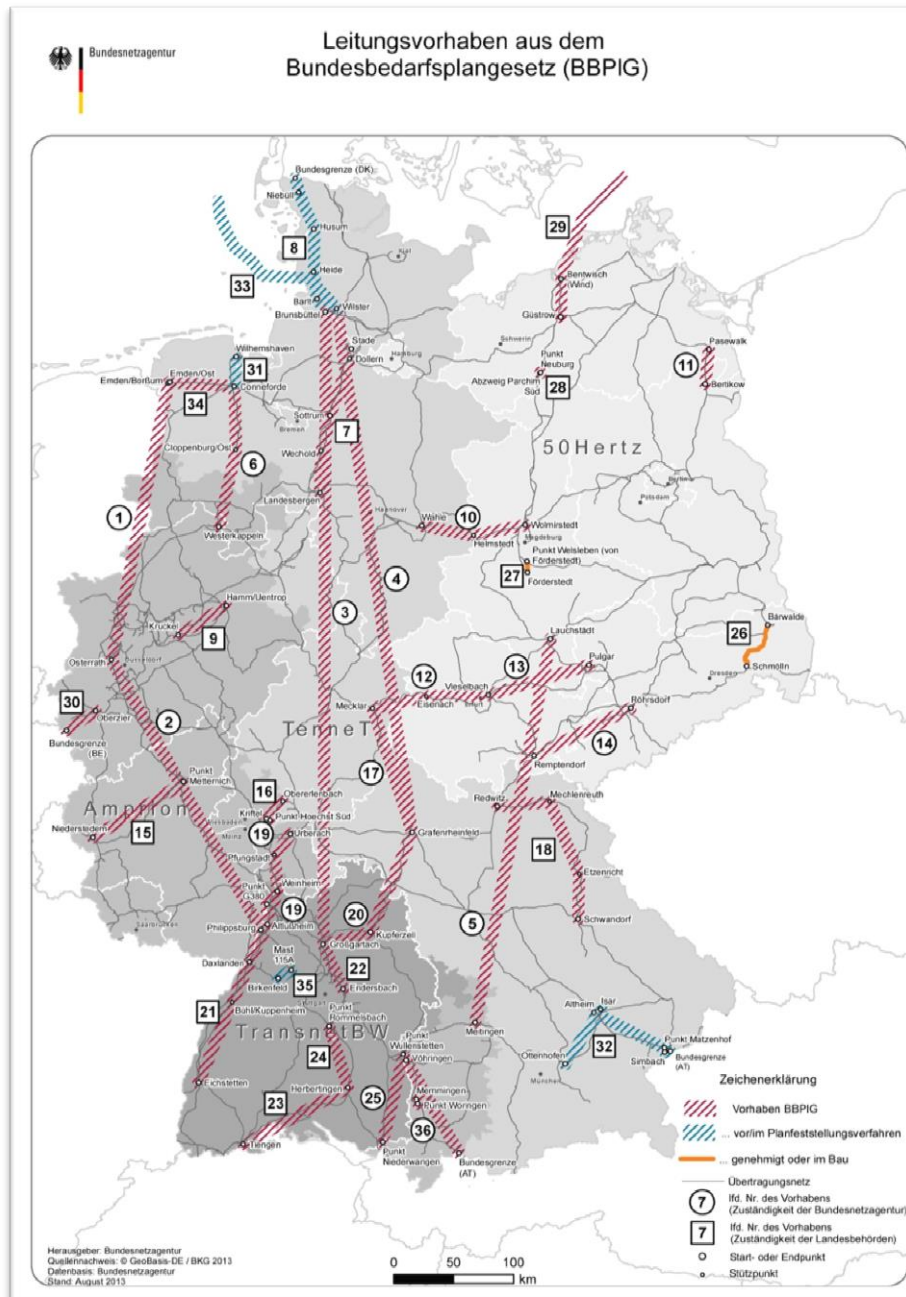
Preise an den Strombörsen



- Bei hoher EE-Erzeugung durch Wind und PV können sich Marktpreise entkoppeln
- Export-Limit ist durch die Kapazität der Grenzkuppelstellen gegeben

Elektrofahrzeuge sollten in Zeiten laden, in denen es eine Überproduktion an Strom gibt.

Geplanter Netzausbau

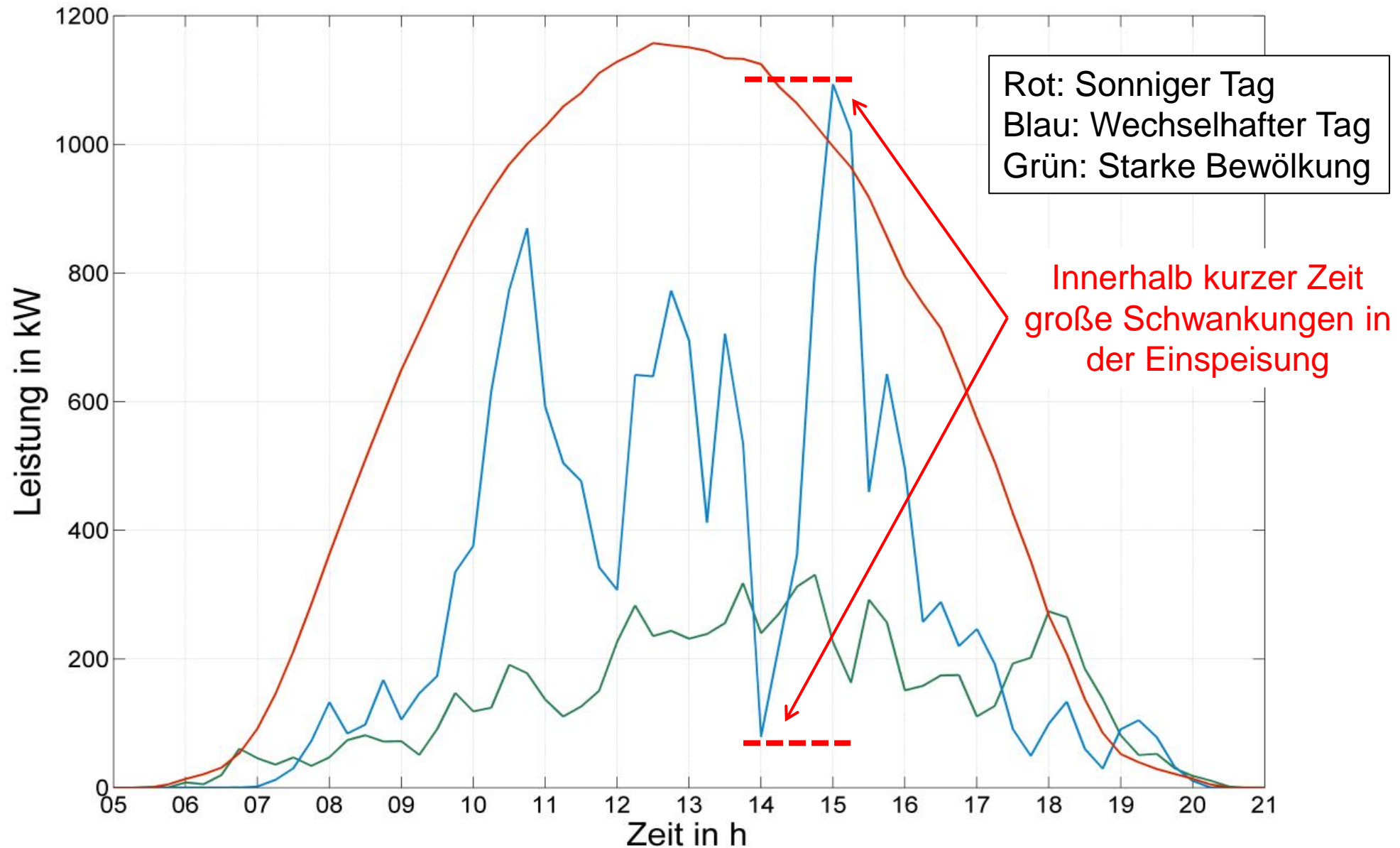


Ladevorgänge von Elektrofahrzeugen sollten regional gesteuert werden um Netze zu entlasten.

Die Energiewende und ihre lokalen Herausforderungen

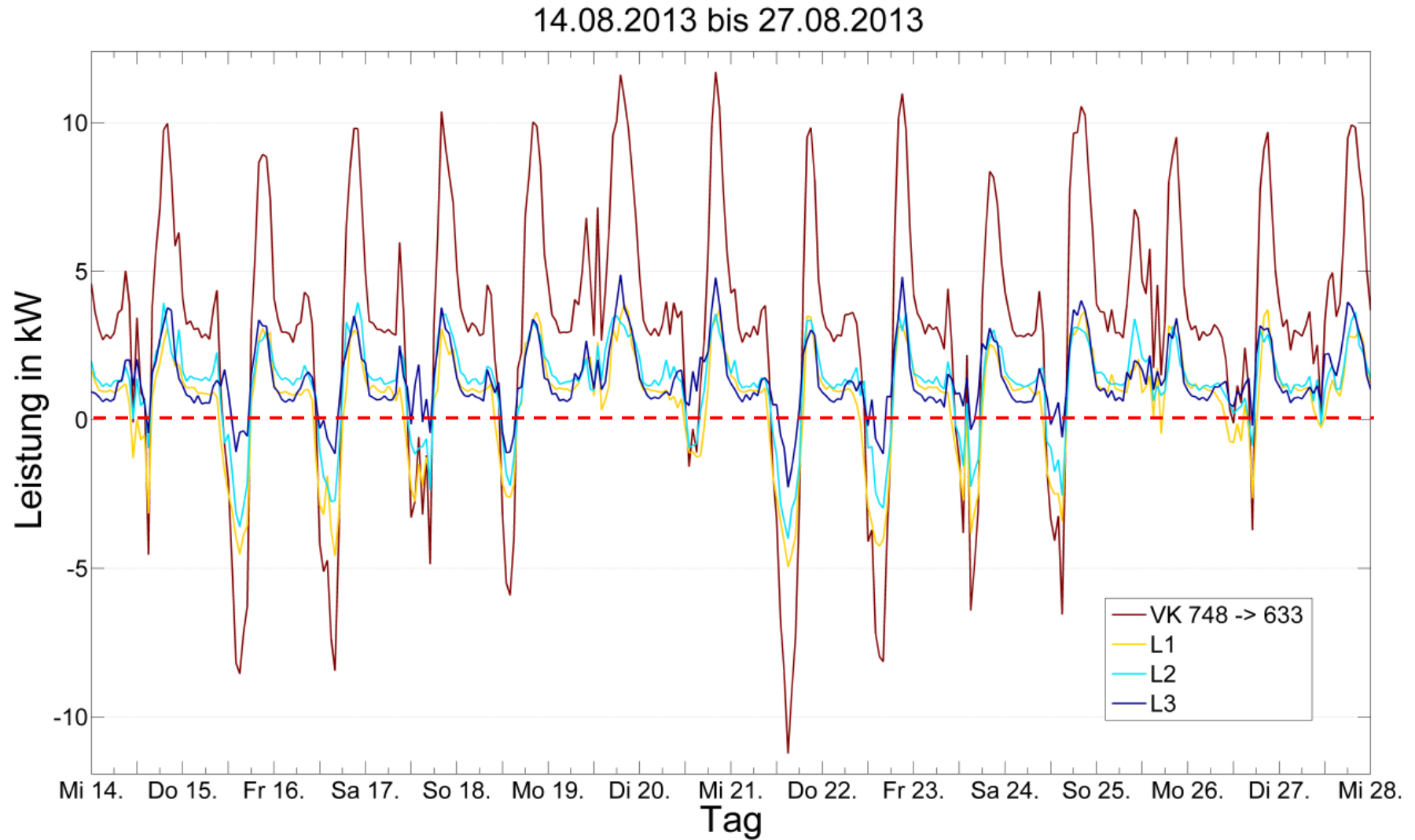


Fluktuierende Einspeisung von Photovoltaik



(Summierte Tageslastgänge von 7 PV-Anlagen aus GAP)

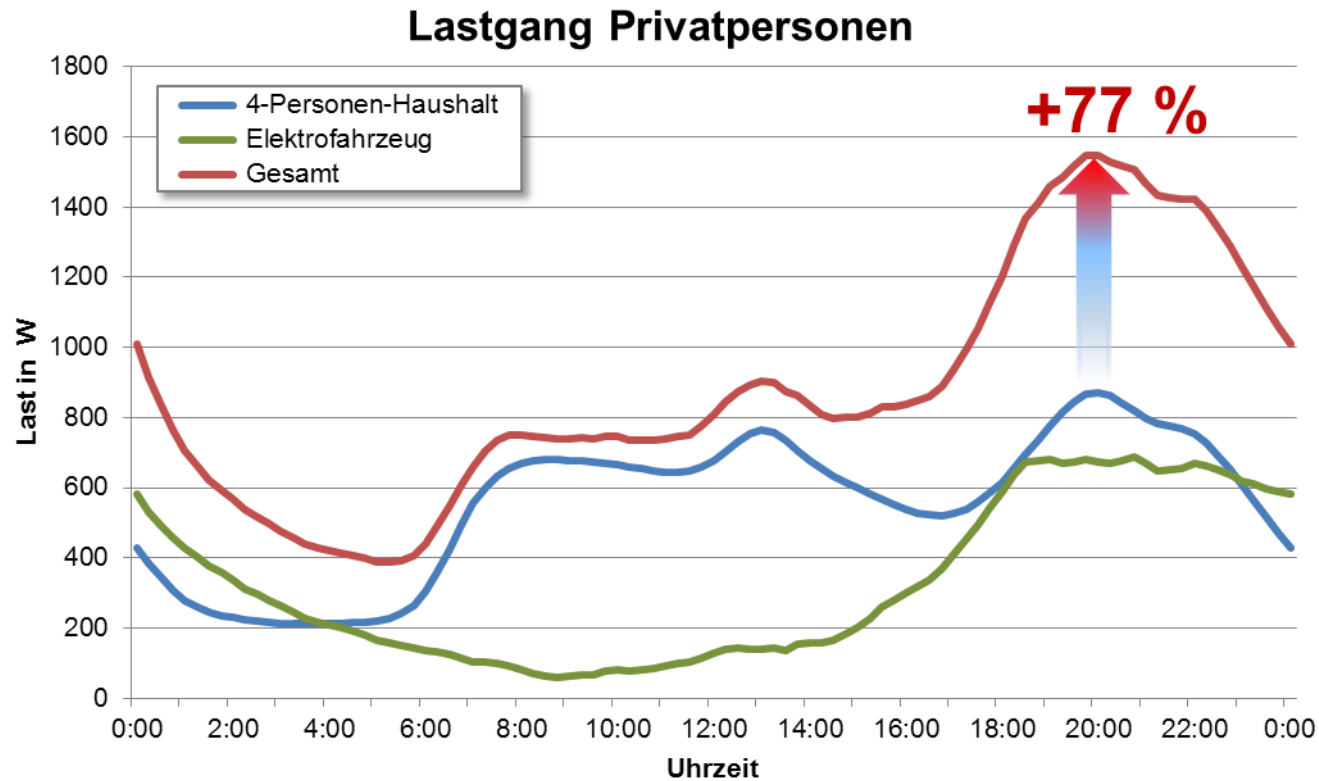
Heute: Erzeugungsspitzen z.T. ähnlich hoch wie Lastspitzen



Zukunftsweisende Integration von Elektrofahrzeugen

Ladesteuerung zur Kompensation von Ausfallenergie
Netzstabilisierung mit Elektrofahrzeugen
PV-Eigenverbrauchserhöhung mit Elektrofahrzeugen

Elektrofahrzeuge erhöhen die abendliche Lastspitze



Ohne Ladesteuerung kommt es bei einer großen Anzahl an Elektrofahrzeugen zu Überlastungen im lokalen Stromnetz.

Aufgrund der langen Koppelzeit mit dem Stromnetz und der relativ geringen Ladedauer können Ladevorgänge häufig gut verschoben werden.

Ladesteuerung zur Kompensation von Ausfallenergie

Energiebedarf:

- Energienachfrage in Feldversuchen zwischen 4,3 kWh und 14,4 kWh
- Tagesfahrleistung des motorisierten Individualverkehrs in Deutschland nach (18):
37,45 km \rightarrow 7,02 kWh

Jahr	2015	2020	2025	2030
Jahresenergieverbrauch (GWh)	720	2.050	6.243	14.020

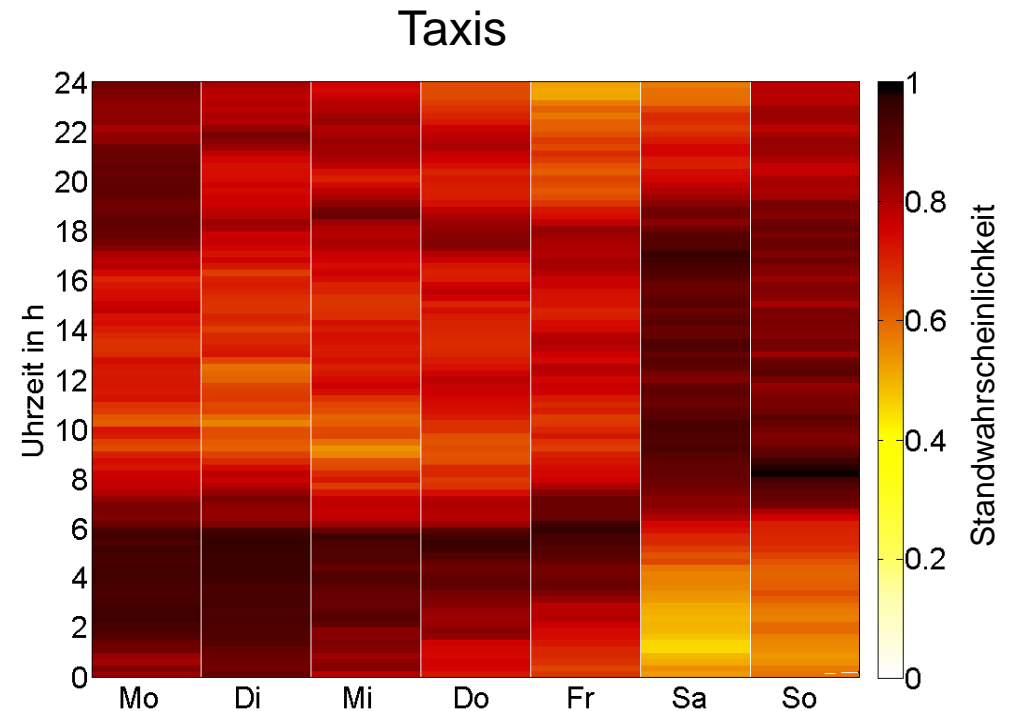
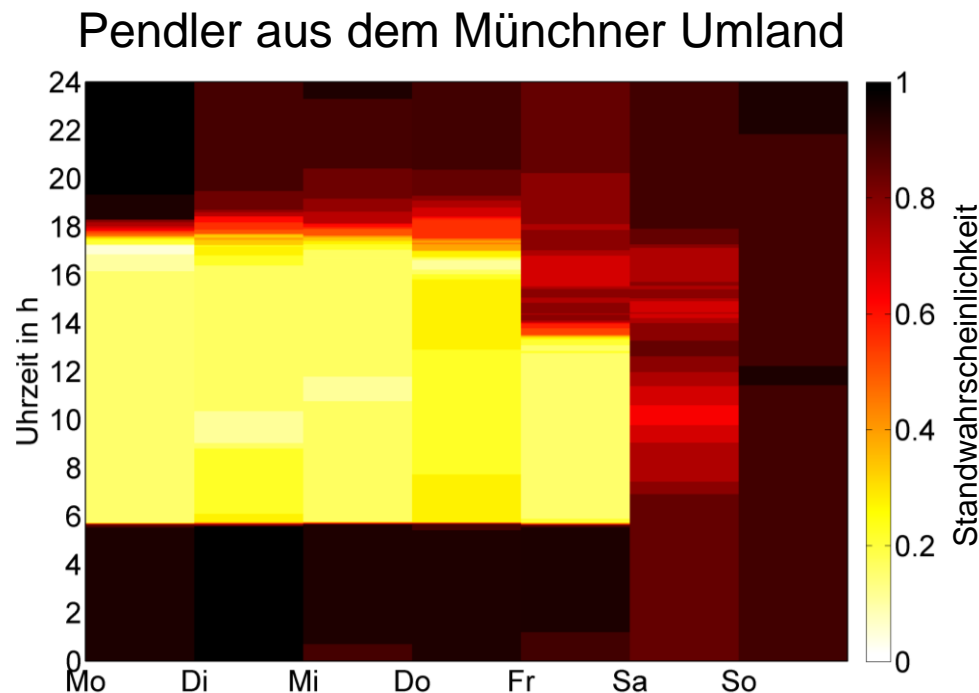
(Vgl. Deutschland 2030 ~ 550 TWh)

Einbindung erneuerbarer Energien

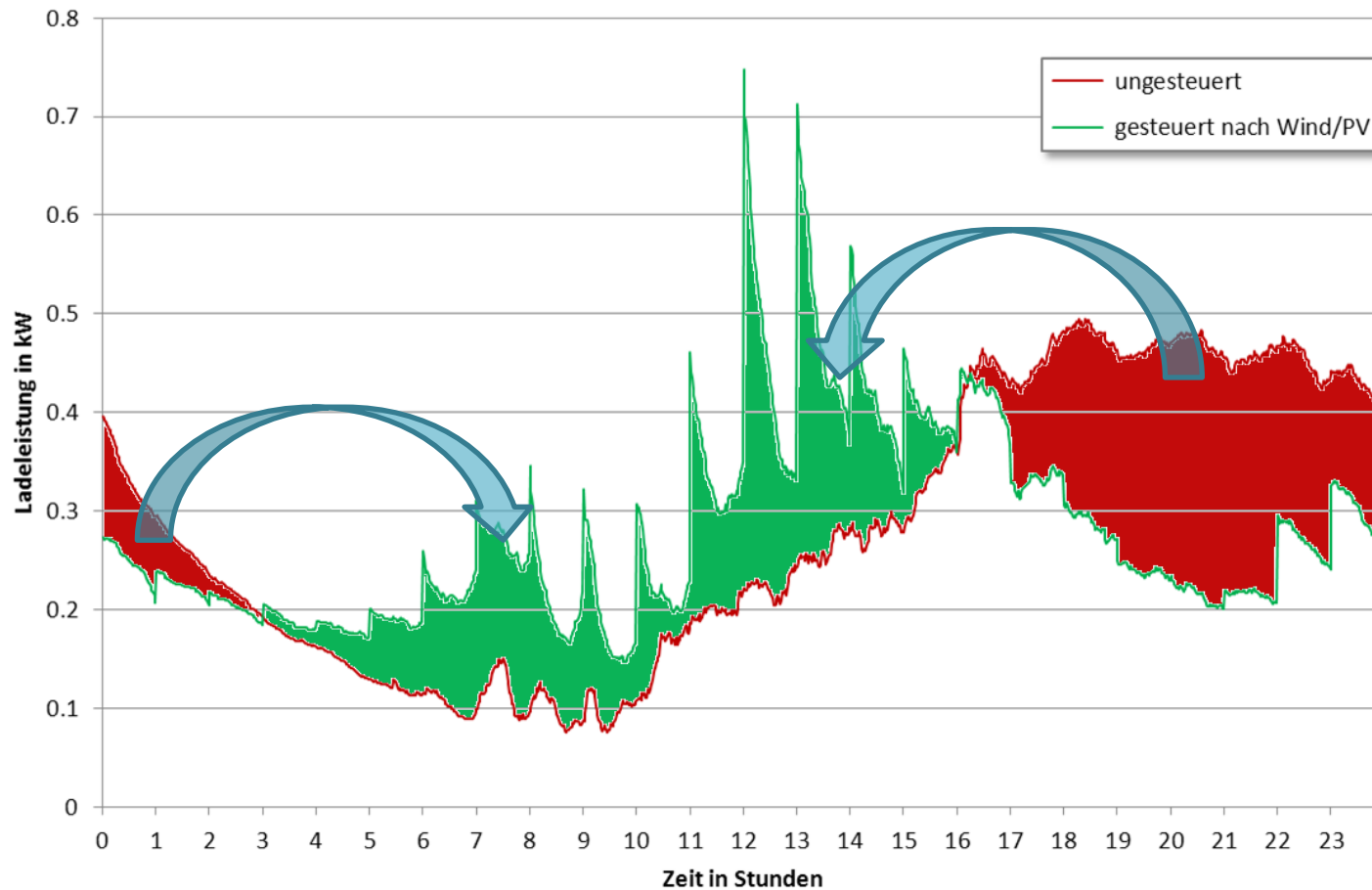
- 295 – 529 GWh Ausfallarbeit der Windenergie im Jahr 2011
- ca. **0,89%** der eingespeisten Windenergie
- Elektrofahrzeuge müssen regional vorhanden sein
- Mindestens 1 Mio. Elektrofahrzeuge notwendig um Ausfallarbeit zu kompensieren
- Studie „*Gesteuertes Laden V2.0*“ (BMW, Vattenfall,...)
„Im Jahr 2020 könnten mit einer Million Fahrzeuge (...) 60% der Abschaltungen vermieden werden“

Verfügbarkeit von Elektrofahrzeugen für Netzdienstleistungen

- Verfügbarkeit
 - Starke Volatilität der Fahrzeugnutzung und daher schlechte Vorhersagbarkeit des Lastprofils
 - Geringe Korrelation zwischen Standzeit und benötigter Ladeenergie
 - Vorhersagbarkeit der Standzeiten hängt von der Nutzergruppe ab



Lademanagement zur Integration erneuerbarer Energien



- Zur Integration von Wind und PV konnten in einer Simulation pro Tag und Fzg. **2,33 kWh** an Ladeenergie zeitlich verschoben werden (ohne den Nutzer zu beeinflussen)

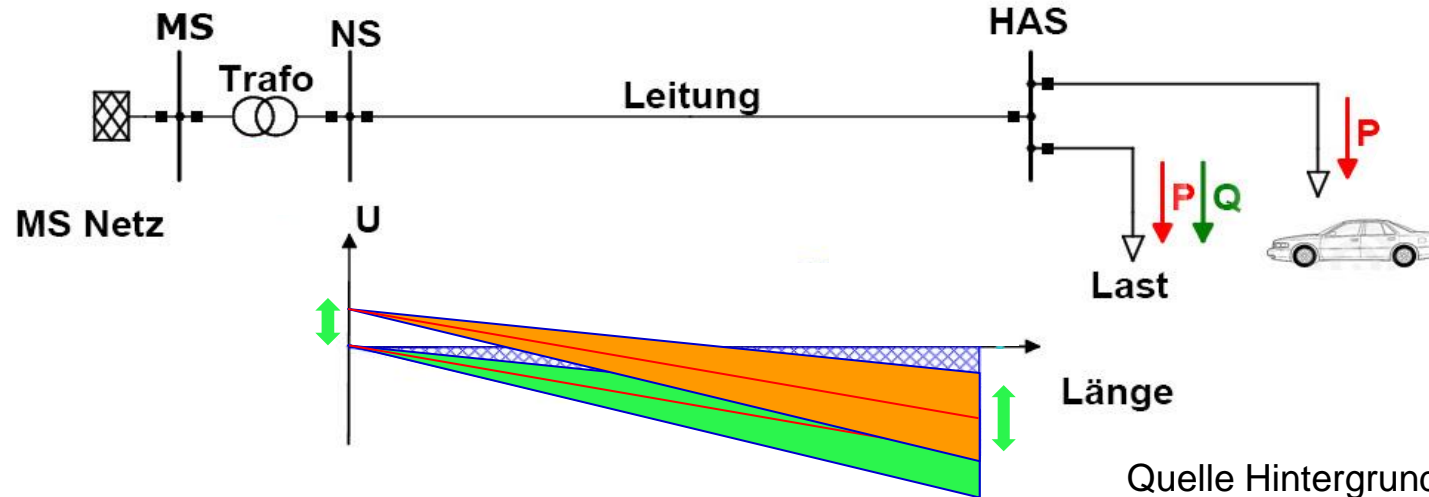
➔ Entspricht **34 %** der geladenen Energie

Netzstabilisierung mit Elektrofahrzeugen



Netzstützung mit Elektrofahrzeugen

Spannungsregelung mit Elektrofahrzeugen:



Quelle Hintergrundgrafik: Kerber, TUM

- ➔ Regulierung der Ladeleistung zur Beeinflussung des Spannungsabfalles
- ➔ Bereitstellung von Blindleistung kann lokale Spannung erhöhen oder absenken. Elektrofahrzeuge könnten dies mit wenigen Anpassungen durchführen
- ➔ Automatische Stufensteller erhöhen Spannungsniveau, Fahrzeuge könnten wertvolle Daten zur Steuerung liefern

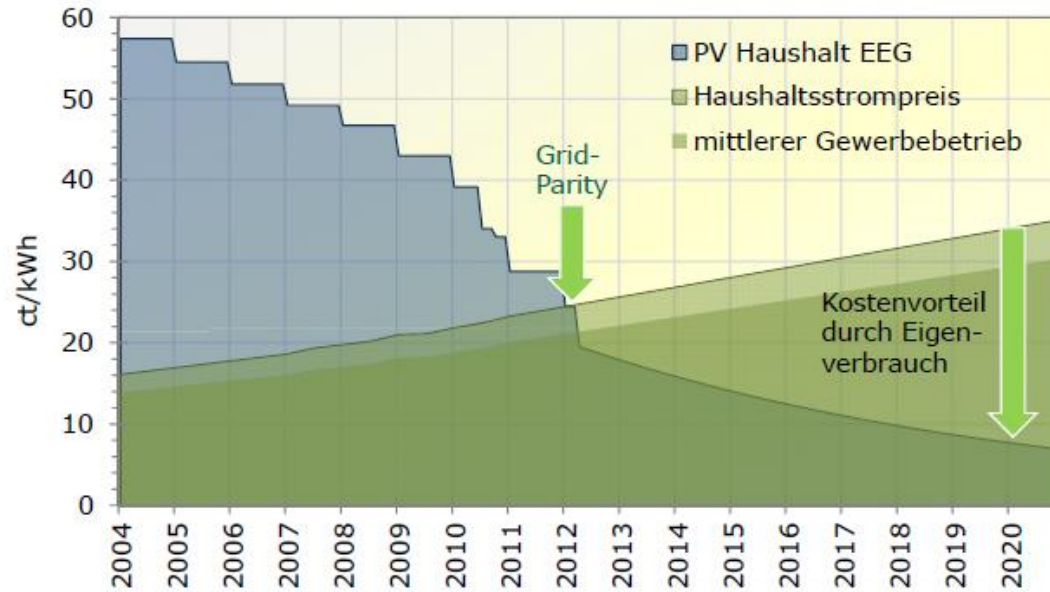
➔ **Netzstützung mit Elektrofahrzeugen hilft auch mehr PV in die Niederspannungsnetze zu integrieren**

PV-Eigenverbrauchserhöhung mit Elektrofahrzeugen



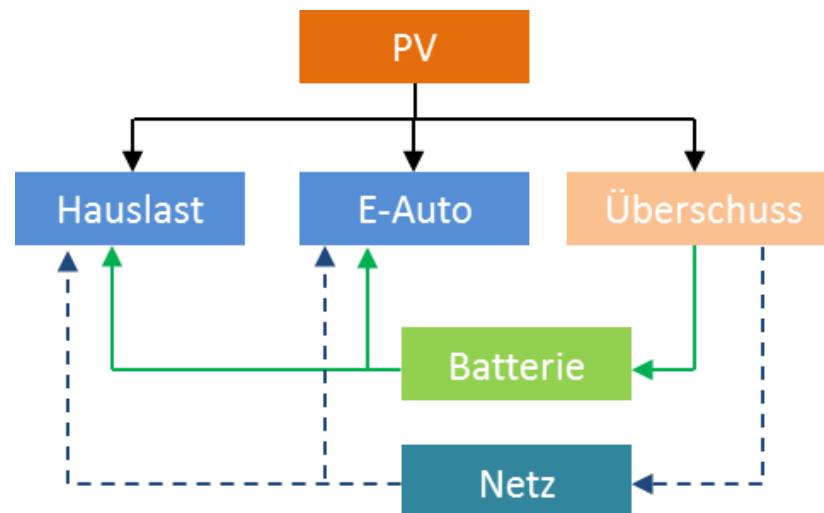
Motivation für Eigenverbrauch

- Grid-Parity ist erreicht (für Endverbraucher)

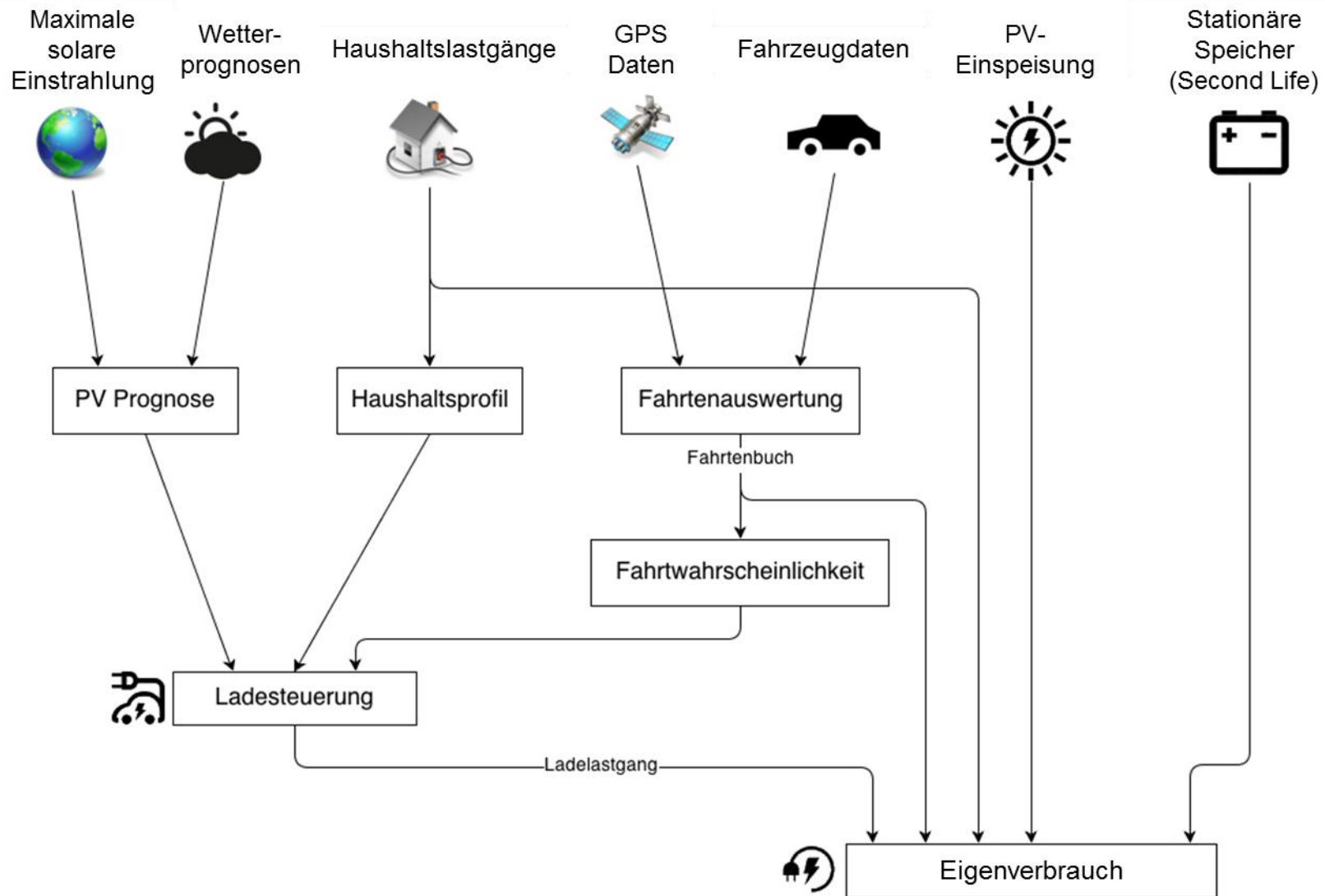


Quelle: Volker Quaschnig

- Prinzip zur Erhöhung des Eigenverbrauchs:

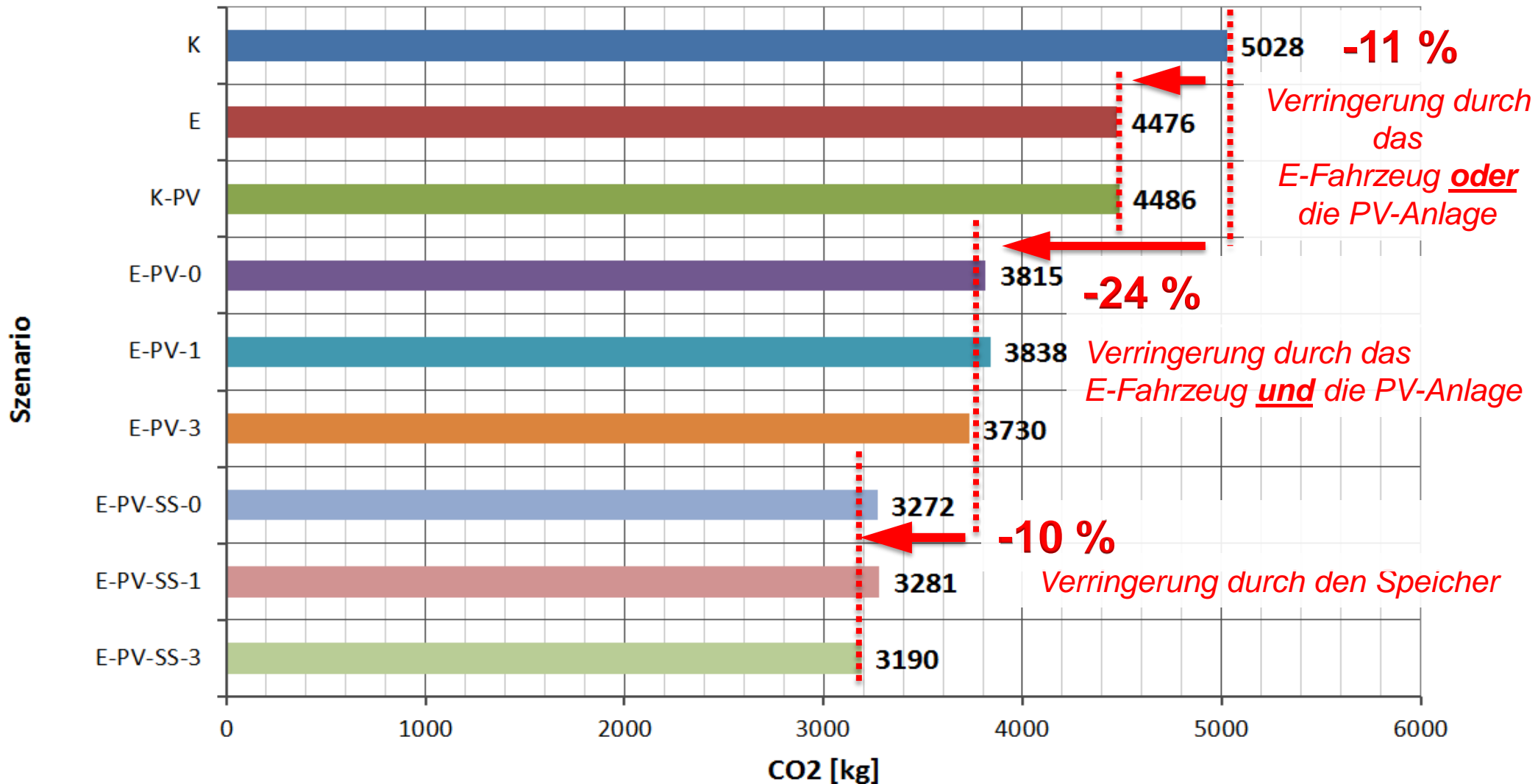


Wie müsste eine intelligente Eigenverbrauchssteuerung aufgebaut sein?



Beispielauswertungen für einen Fahrzeugbesitzer - Eigendeckung

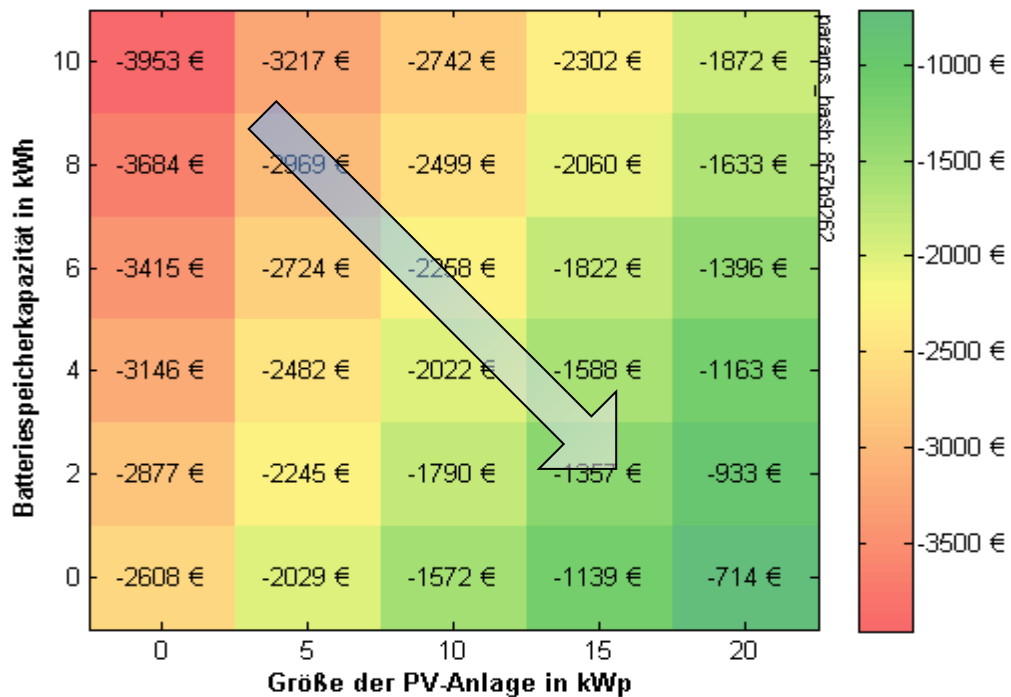
Jährliche CO₂-Bilanz



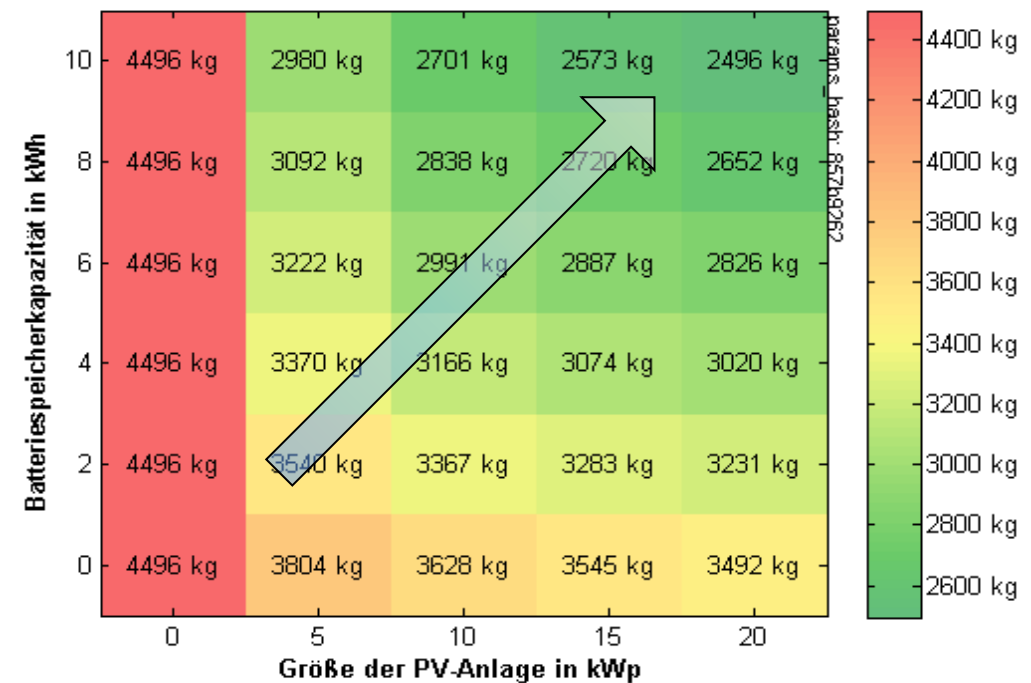
Beispielauswertung für einen Fahrzeugbesitzer

Kompromiss zwischen Wirtschaftlichkeit und CO₂-Ausstoß:

Annuität der Jahresgesamtzahlungen 67494015
Zeitraum: Mon 02 Apr 2012 - Mon 01 Apr 2013



Kumulierter CO₂ Ausstoß 67494015
Zeitraum: Mon 02 Apr 2012 - Mon 01 Apr 2013



Fazit und Ausblick



Fazit und Ausblick

- Die Energiewende bedeutet eine große Herausforderung für Deutschland
- Die Elektromobilität kann einen Beitrag zum Gelingen beitragen:
 - Kompensation von Wind-Ausfallenergie
 - Netzstabilisierung in Niederspannungsnetzen
 - PV-Eigenverbrauch erhöhen und dadurch die Erzeugungsspitzen dämpfen
- Netzfremdliche Integration ins Stromnetz = umweltfreundliches Fahren
- In Zukunft werden Ladesteuerungen für Elektrofahrzeuge wichtig, um den erzeugten PV-Strom – der keine EEG-Vergütung mehr erhält – selbst zu verbrauchen.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Ansprechpartner:
Dipl.-Ing. Philipp Nobis

+49 (89) 158121-33
PNobis@ffe.de

Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.
Am Blütenanger 71
80995 München
www.ffe.de