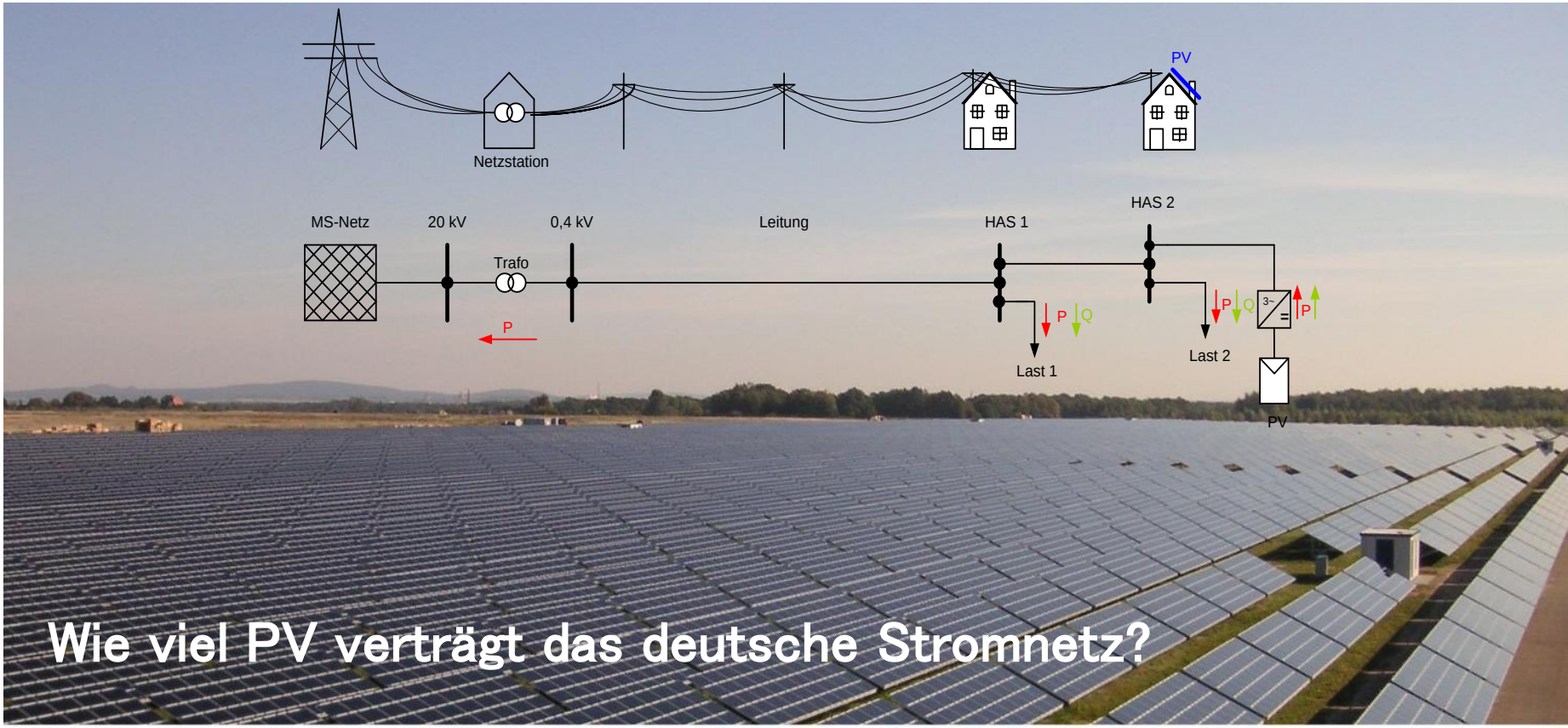


Wie viel PV verträgt das deutsche Stromnetz?

Dr. Bernhard Ernst, Abteilungsleiter Netzintegration, SMA Solar Technology AG

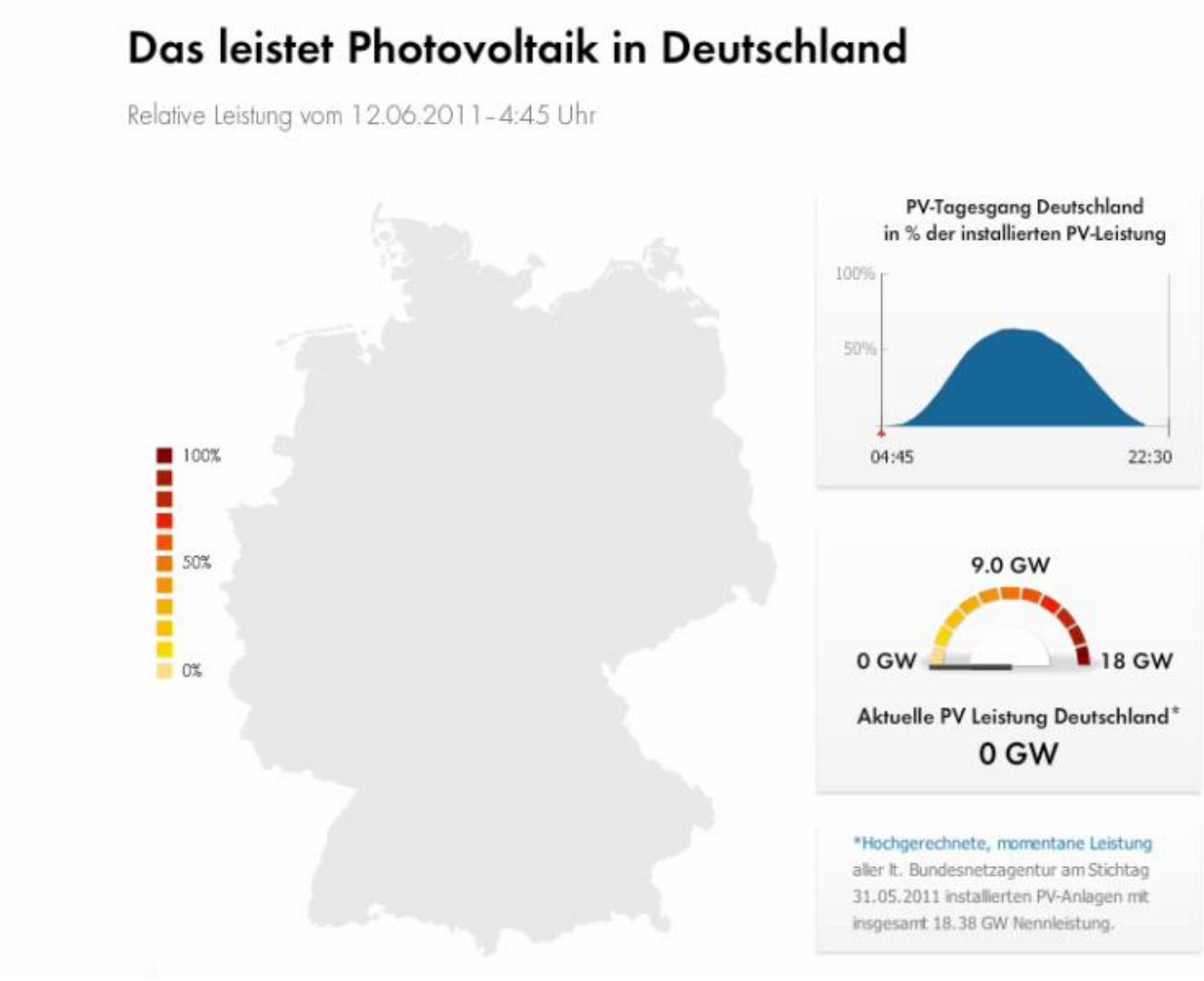
Kassel, 06.02.2014

Disclaimer

Diese Präsentation kann zukunftsgerichtete Aussagen enthalten. Zukunftsgerichtete Aussagen sind Aussagen, die nicht Tatsachen der Vergangenheit beschreiben. Sie umfassen auch Aussagen über unsere Annahmen und Erwartungen. Diese Aussagen beruhen auf Planungen, Schätzungen und Prognosen, die dem Vorstand der SMA Solar Technology AG (SMA oder Gesellschaft) derzeit zur Verfügung stehen. Zukunftsgerichtete Aussagen gelten deshalb nur an dem Tag, an dem sie gemacht werden. Zukunftsgerichtete Aussagen enthalten naturgemäß Risiken und Unsicherheitsfaktoren. Verschiedene bekannte wie auch unbekannte Risiken, Ungewissheiten und andere Faktoren können dazu führen, dass die tatsächlichen Ergebnisse, die Finanzlage, die Entwicklung oder die Performance der Gesellschaft wesentlich von den hier gegebenen Einschätzungen abweichen. Diese Faktoren schließen diejenigen ein, die SMA in veröffentlichten Berichten beschrieben hat. Diese Berichte stehen auf der SMA Webseite www.SMA.de zur Verfügung. Die Gesellschaft übernimmt keinerlei Verpflichtung, solche zukunftsgerichteten Aussagen fortzuschreiben und an zukünftige Ereignisse oder Entwicklungen anzupassen. Diese Präsentation dient lediglich zur Information und ist keine Aufforderung zum Kauf, Halten oder Verkauf von Wertpapieren.

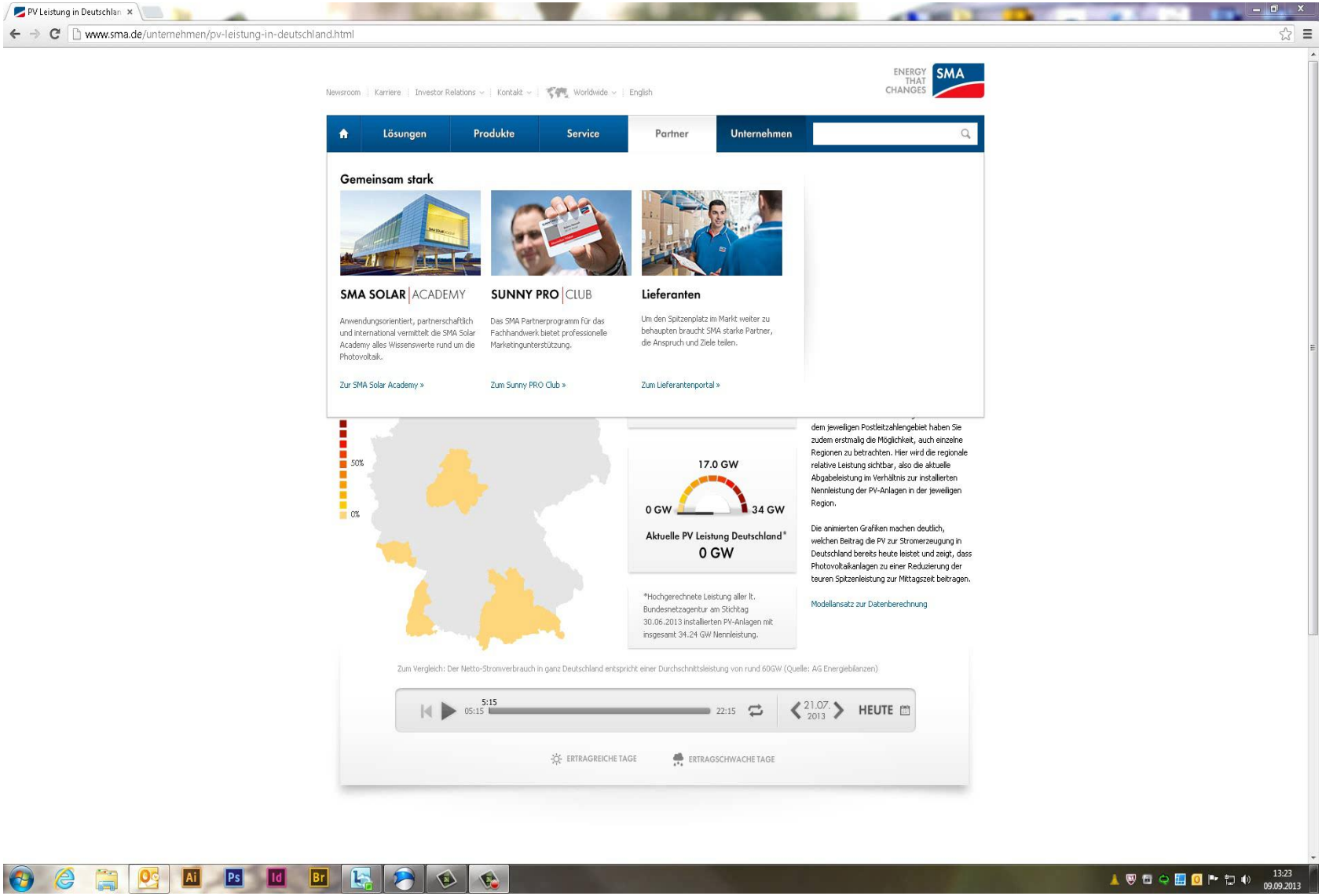
Agenda

1. **Ausbau der Photovoltaik im deutschen Elektrizitätsversorgungsnetz**
2. Kostenentwicklung der Photovoltaik
3. Technische Lösungen zur Erhöhung der Aufnahmekapazität der Verteilnetze
4. Zusammenfassung und Ausblick



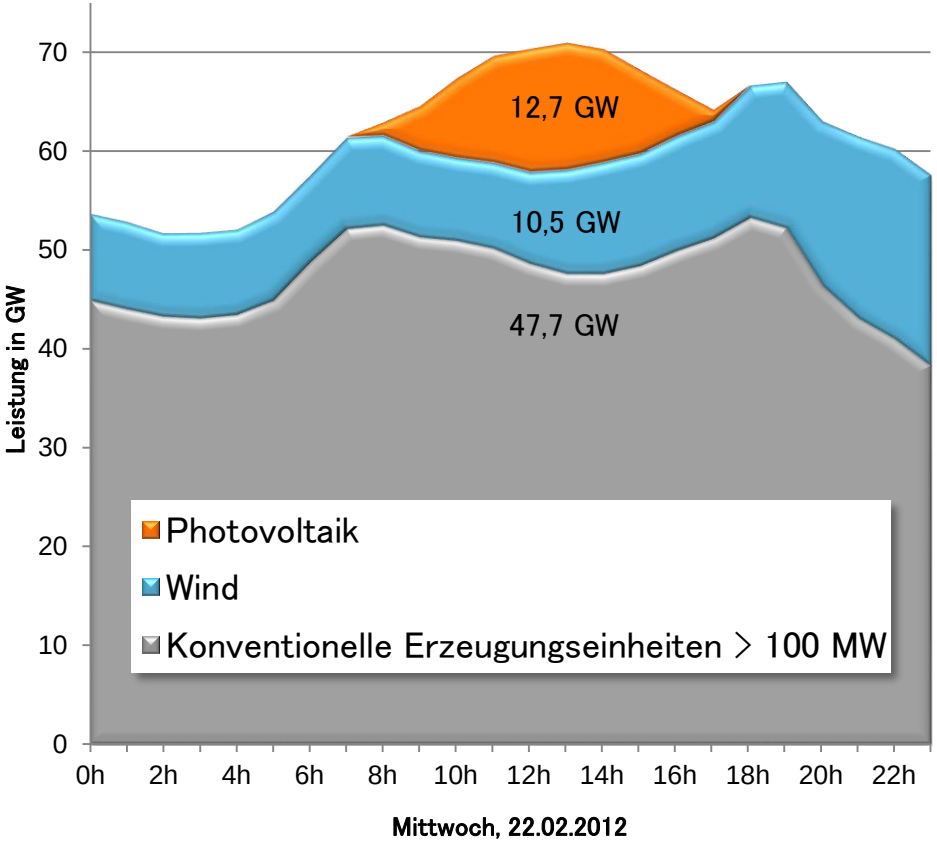
Datenbasis Sunny Portal (~5 GWp): ~2,6 GWp aus Deutschland (~15 %)

http://www.sma.de/de/news-infos/pv-leistung-in-deutschland.html


PV Leistung in Deutschlan
www.sma.de/unternehmen/pv-leistung-in-deutschland.html
Newsroom | Karriere | Investor Relations | Kontakt | Worldwide | English
ENERGY THAT CHANGES
SMA
Lösungen
Produkte
Service
Partner
Unternehmen
Gemeinsam stark
SMA SOLAR | ACADEMY
Anwendungsorientiert, partnerschaftlich und international vermittelt die SMA Solar Academy alles Wissenswerte rund um die Photovoltaik.
Zur SMA Solar Academy »
SUNNY PRO | CLUB
Das SMA Partnerprogramm für das Fachhandwerk bietet professionelle Marketingunterstützung.
Zum Sunny PRO Club »
Lieferanten
Um den Spitzenplatz im Markt weiter zu behaupten braucht SMA starke Partner, die Anspruch und Ziele teilen.
Zum Lieferantenportal »
50%
0%
17.0 GW
0 GW
34 GW
Aktuelle PV Leistung Deutschland*
0 GW
*Hochgerechnete Leistung aller lt. Bundesnetzagentur am Stichtag 30.06.2013 installierten PV-Anlagen mit insgesamt 34.24 GW Nennleistung.
dem jeweiligen Postleitzahlengebiet haben Sie zudem erstmalig die Möglichkeit, auch einzelne Regionen zu betrachten. Hier wird die regionale relative Leistung sichtbar, also die aktuelle Abgabeleistung im Verhältnis zur installierten Nennleistung der PV-Anlagen in der jeweiligen Region.
Die animierten Grafiken machen deutlich, welchen Beitrag die PV zur Stromerzeugung in Deutschland bereits heute leistet und zeigt, dass Photovoltaikanlagen zu einer Reduzierung der teuren Spitzenleistung zur Mittagszeit beitragen.
Modellansatz zur Datenberechnung
Zum Vergleich: Der Netto-Stromverbrauch in ganz Deutschland entspricht einer Durchschnittsleistung von rund 60GW (Quelle: AG Energiebilanzen)
05:15
5:15
22:15
21.07. 2013
HEUTE
ERTRAGREICHE TAGE
ERTRAGSCHWACHE TAGE
13:23
09.09.2013

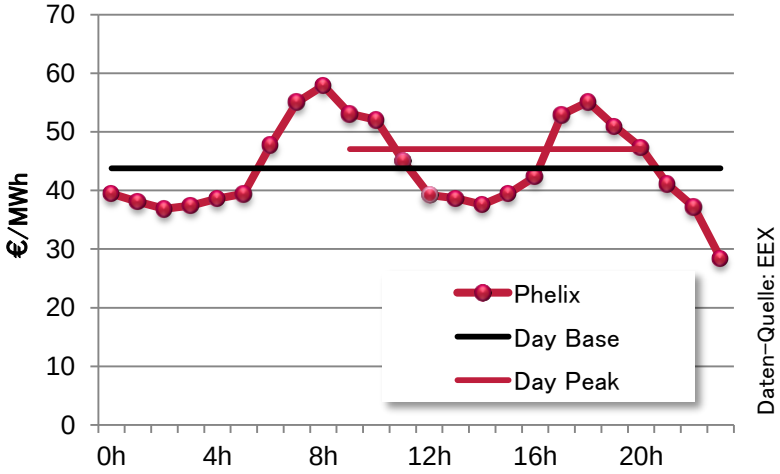
Die Photovoltaik wird wesentliche Säule im Energiemix

PV ersetzt im Wesentlichen Spitzenleistung



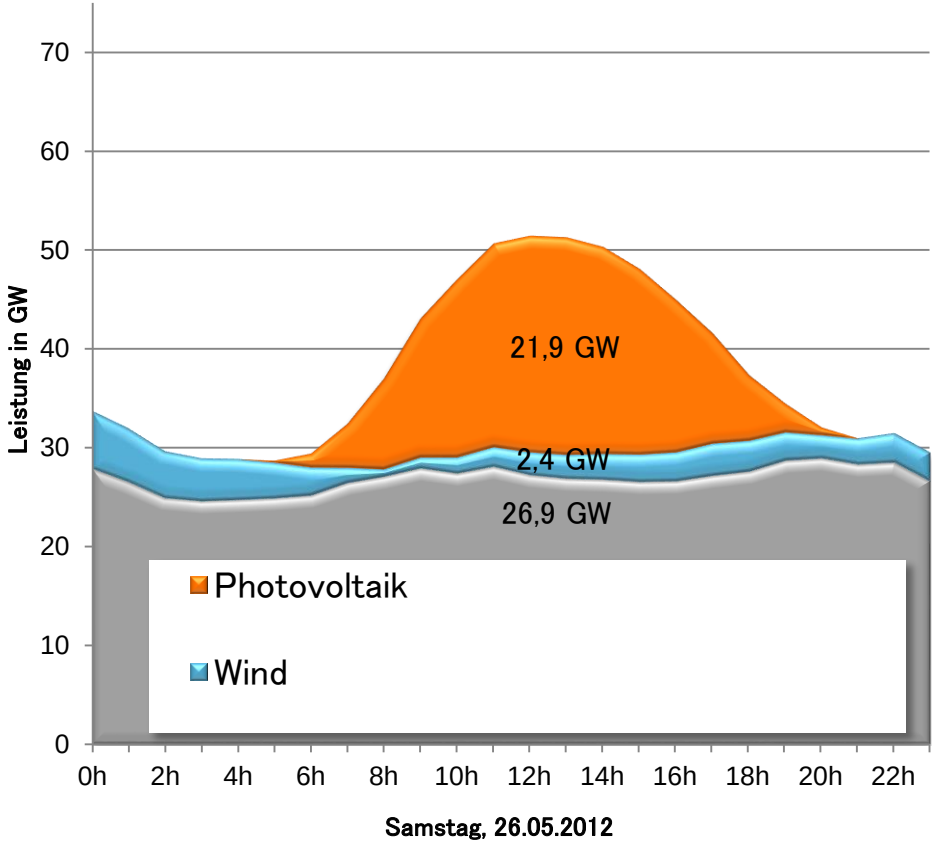
Daten-Quelle: EEX-Transparenzplattform

- Mittagsspitze in Deutschland am sonnigen Wintertag zu 18 % aus PV
- Beitrag wurde auch in Frankreich gesehen
- Abendspitze sollte durch dezentrale Speicher abgedeckt werden

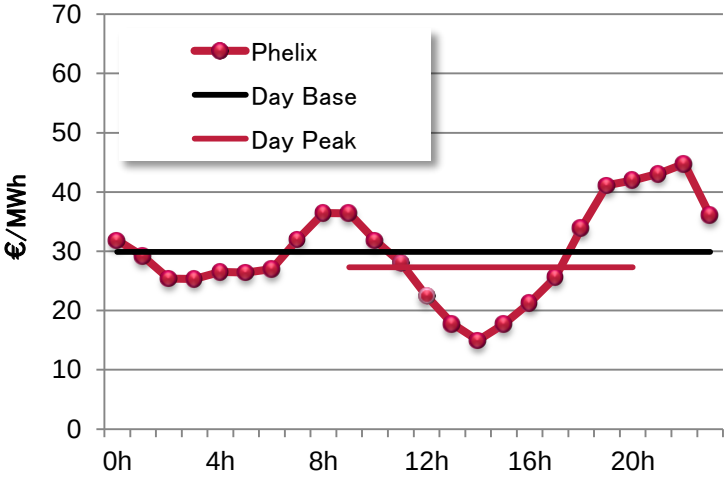


Die Photovoltaik wird wesentliche Säule im Energiemix

PV ersetzt im Wesentlichen Spitzenleistung



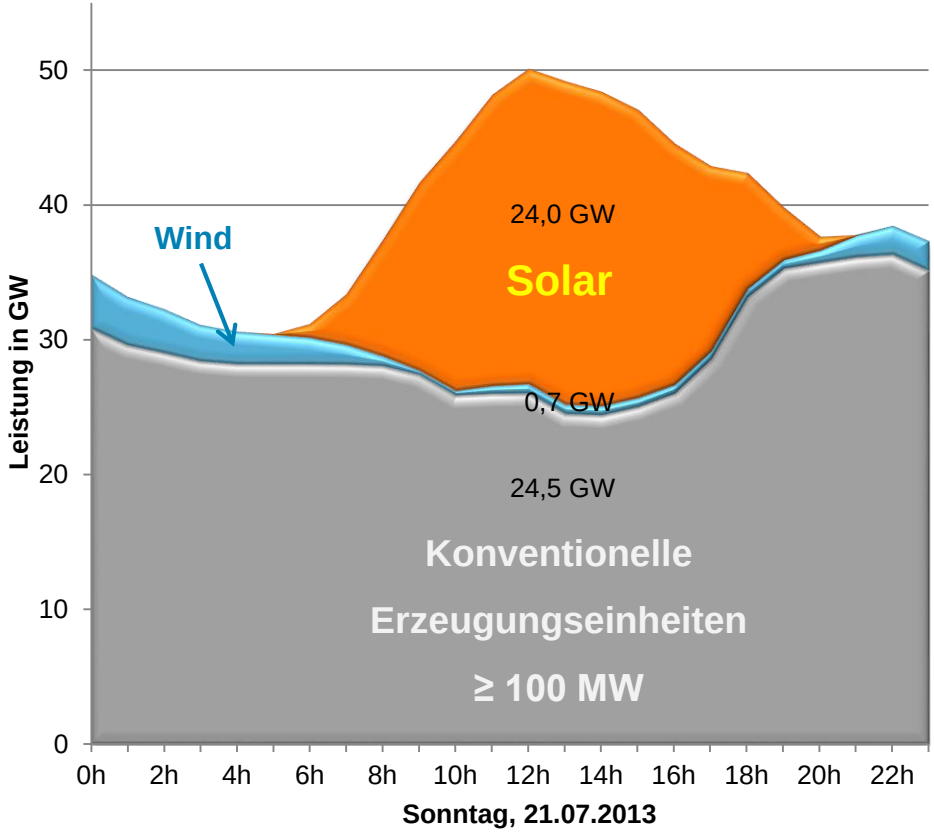
- Mittagsspitze in Deutschland am sonnigen Samstag zu 43 % aus PV
- PV-Leistung ist gut prognostizierbar
- Zuverlässige, regional aufgelöste Folgetags-Prognosen für die Kraftwerkseinsatzplanung



Daten-Quelle: EEX-Transparenzplattform

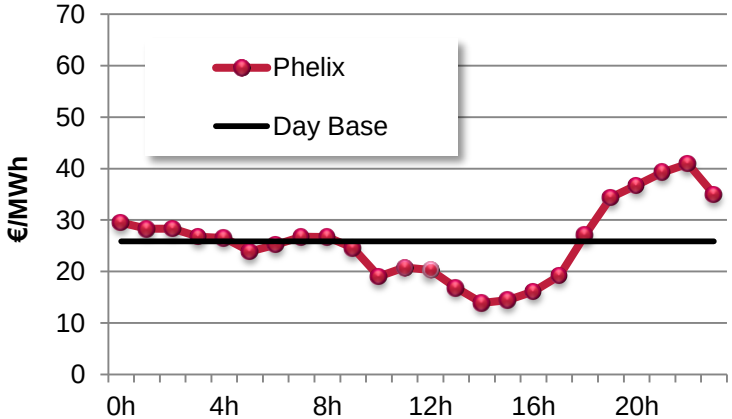
Die Photovoltaik wird wesentliche Säule im Energiemix

PV ersetzt im wesentlichen Spitzenleistung



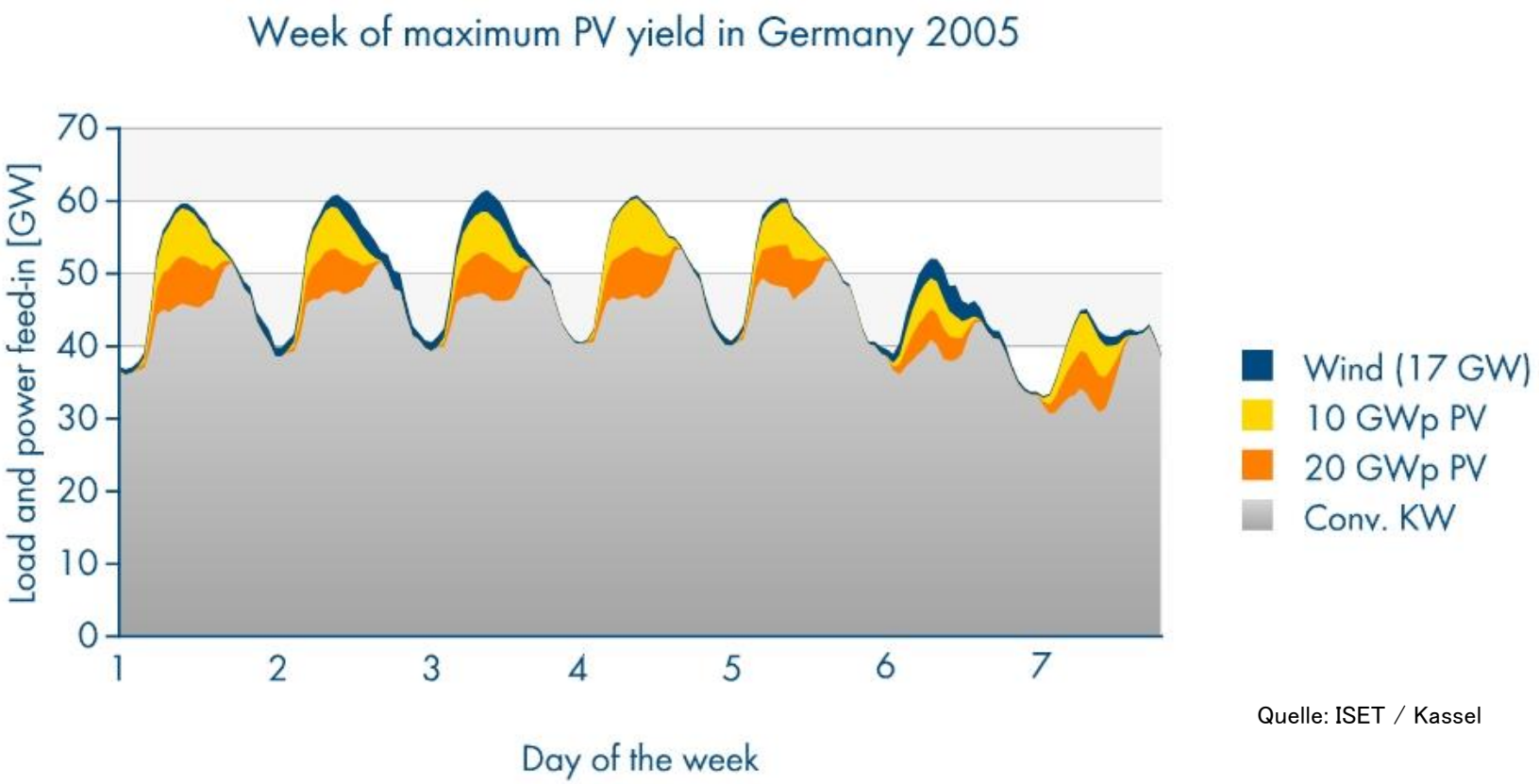
Daten: EEX-Transparenzplattform, Grafik: Soyck

- Mittagsspitze in Deutschland am sonnigen Sonntag zu 48,8% aus PV
- 21,5% der Tagesenergiemenge aus PV (204 GWh)
- Zuverlässige, regional aufgelöste Folgetags-Prognosen



Daten: EEX, Grafik: Soyck

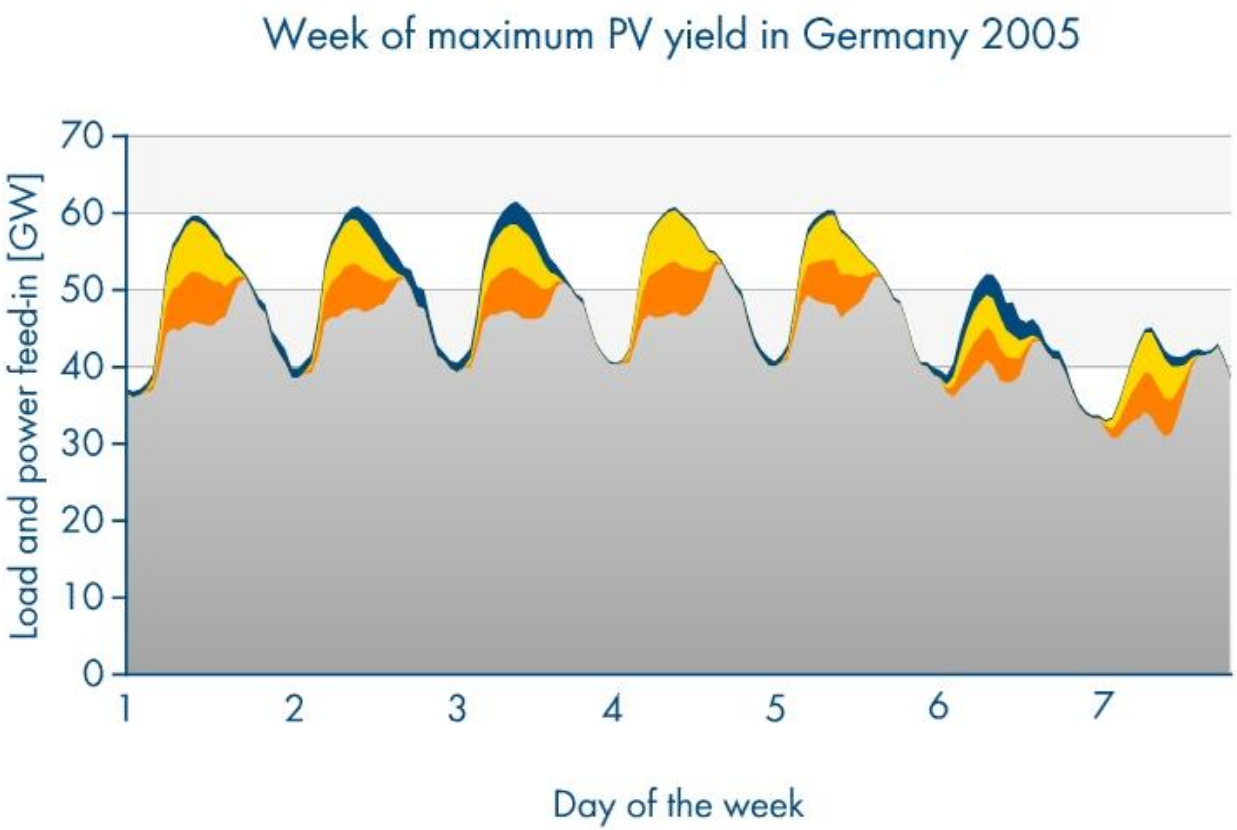
… und wenn wir noch sehr viel mehr PV installieren?

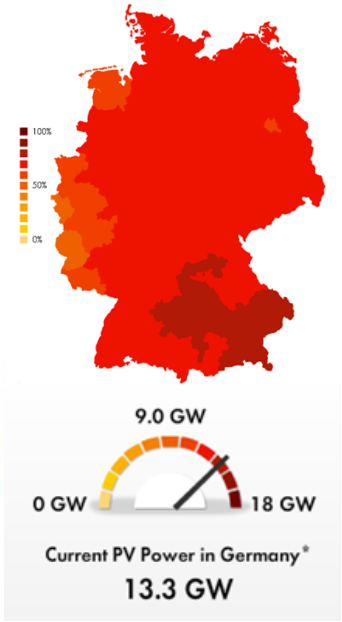


Quelle: ISET / Kassel

- Bei ca. 20 GW, liefert die **PV überwiegend Spitzenstrom!**

… und wenn wir noch sehr viel mehr PV installieren?

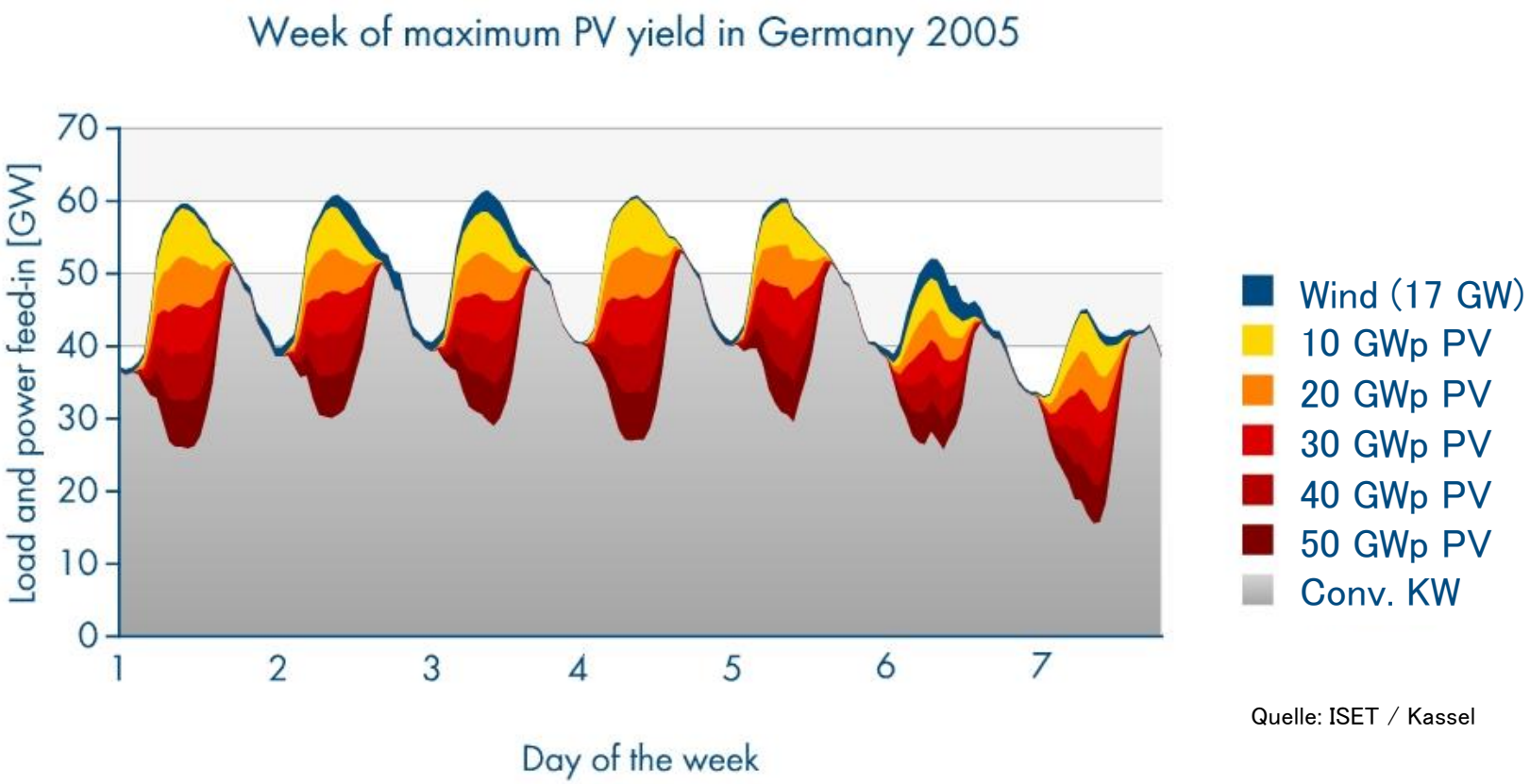




Quelle: ISET / Kassel

- Bei ca. 20 GW, liefert die **PV überwiegend Spitzenstrom!**

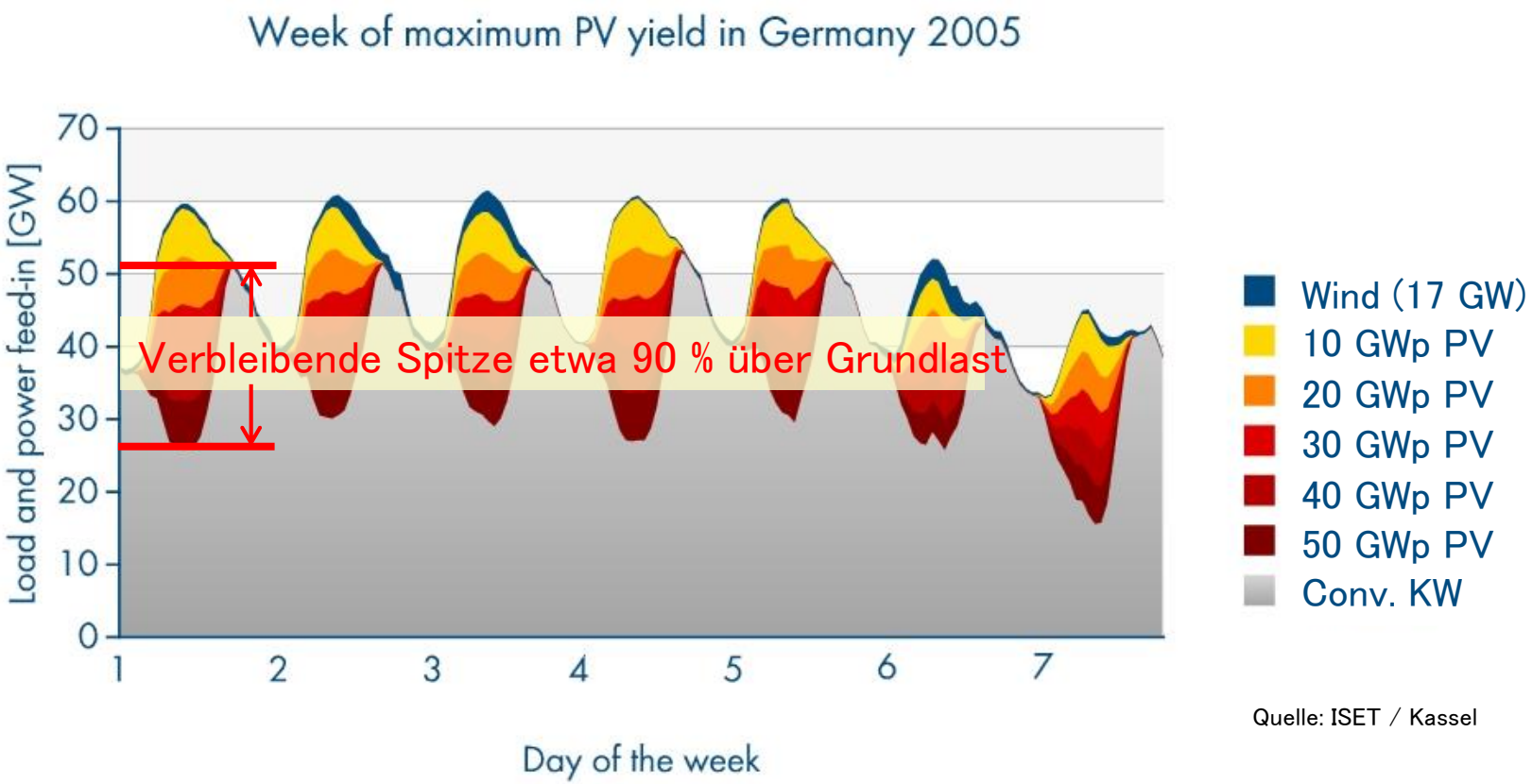
… beispielsweise 50 GW?



Quelle: ISET / Kassel

- Abendspitze wird zunehmend signifikant!

… beispielsweise 50 GW?



Quelle: ISET / Kassel

- Abendspitze wird zunehmend signifikant!

Agenda

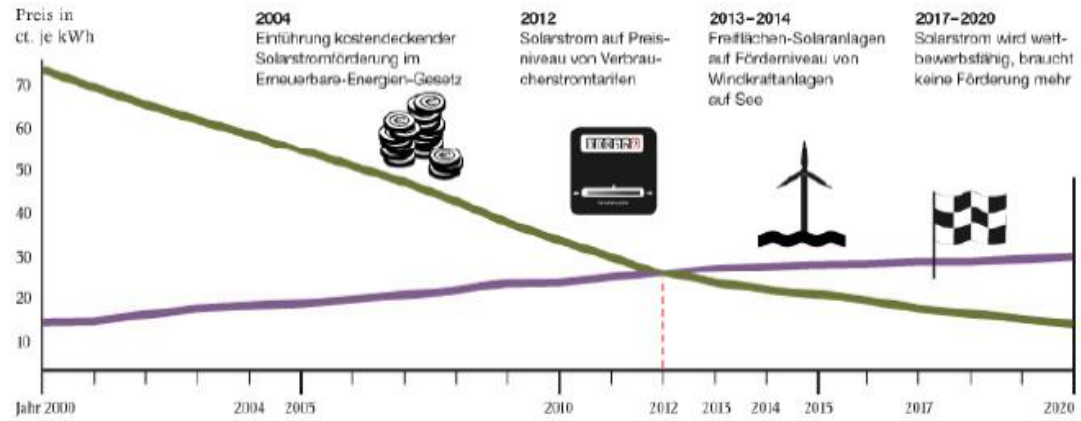
1 Ausbau der Photovoltaik im deutschen Elektrizitätsversorgungsnetz

2 **Kostenentwicklung der Photovoltaik**

3 Technische Lösungen zur Erhöhung der Aufnahmekapazität der Verteilnetze

4 Zusammenfassung und Ausblick

Die EEG-Vergütungen ab 1.4.2012 unterscheiten Offshore-Wind



Quellen: Bundesumweltministerium (Leitstudie 2010), BSW-Solar (PV-Roadmap)

Neue EEG-Vergütungssätze für Photovoltaik-Dachanlagen ab dem 1. Februar 2014

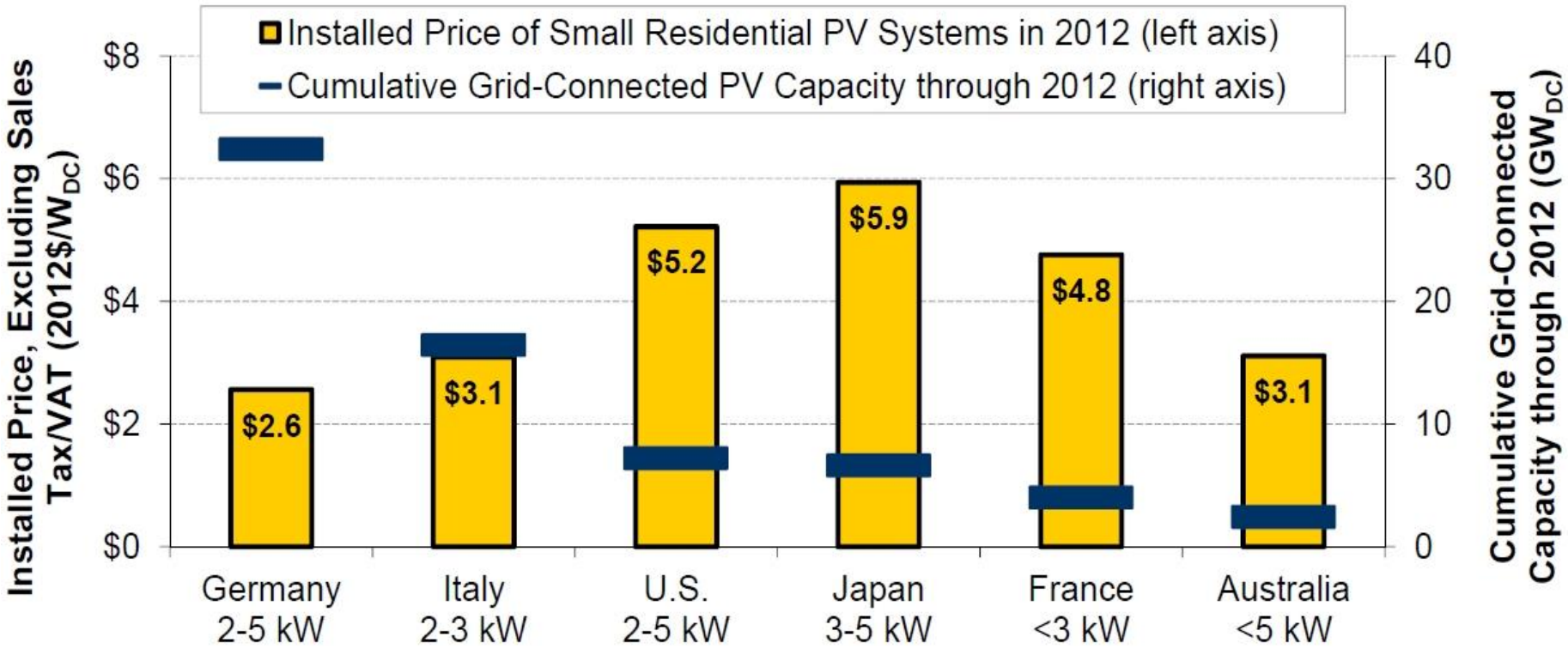
Inbetriebnahme	bis 10 kWp (Ct/kWh)	10 bis 40 kWp (Ct/kWh)
Ab 01.02.2014	13,55	12,85
Ab 01.03.2014	13,41	12,72
Ab 01.04.2014	13,28	12,60

Dachanlagen auf Nicht-Wohngebäuden, im Außenbereich, Dachanlagen über 1 MWp bis 10MWp und Freiflächenanlagen bis 10 MWp (Ct/kWh)

Inbetriebnahme	
Ab 01.02.2014	9,38
Ab 01.03.2014	9,28
Ab 01.04.2014	9,19

Quellen: BMU Leitstudie 2010, BSW-Solar (PV-Roadmap); BSW Solar-EEG Update 2014

Spezifische Kosten der PV
Internationaler Vergleich

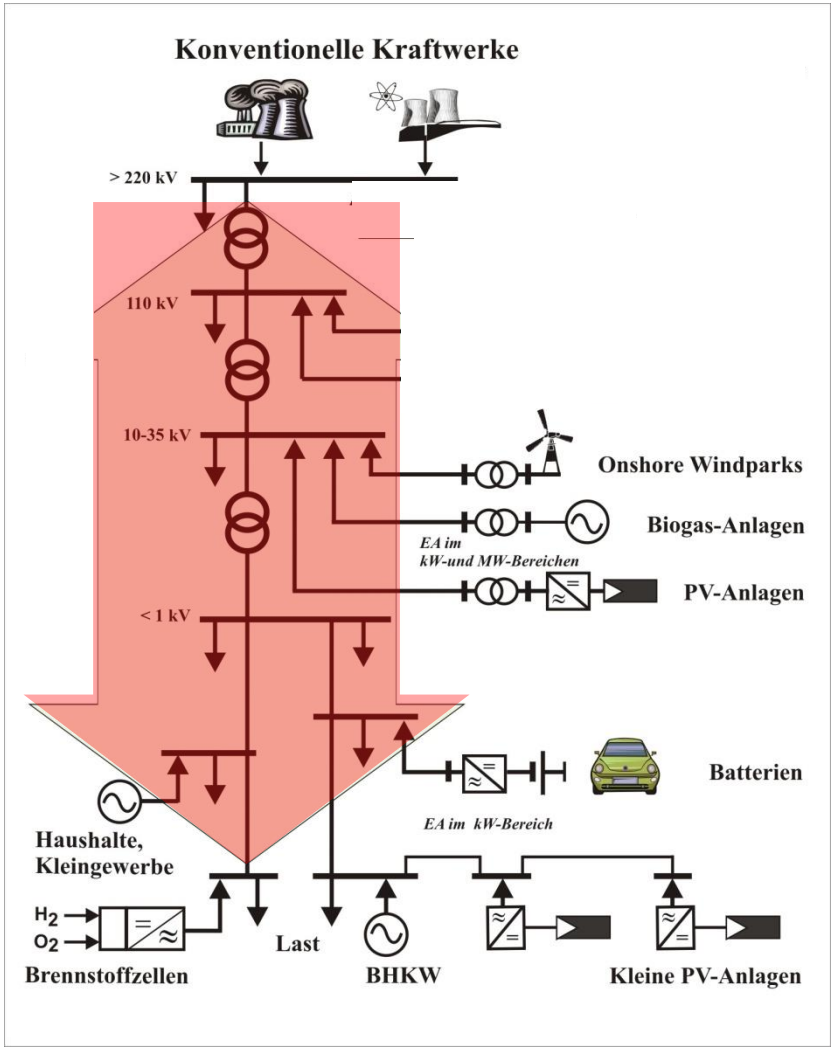


Quelle: Tracking the Sun IV, Report Summery 7/2013, Galen Barbose et. al., Sun Shot, U.S. DOE

Agenda

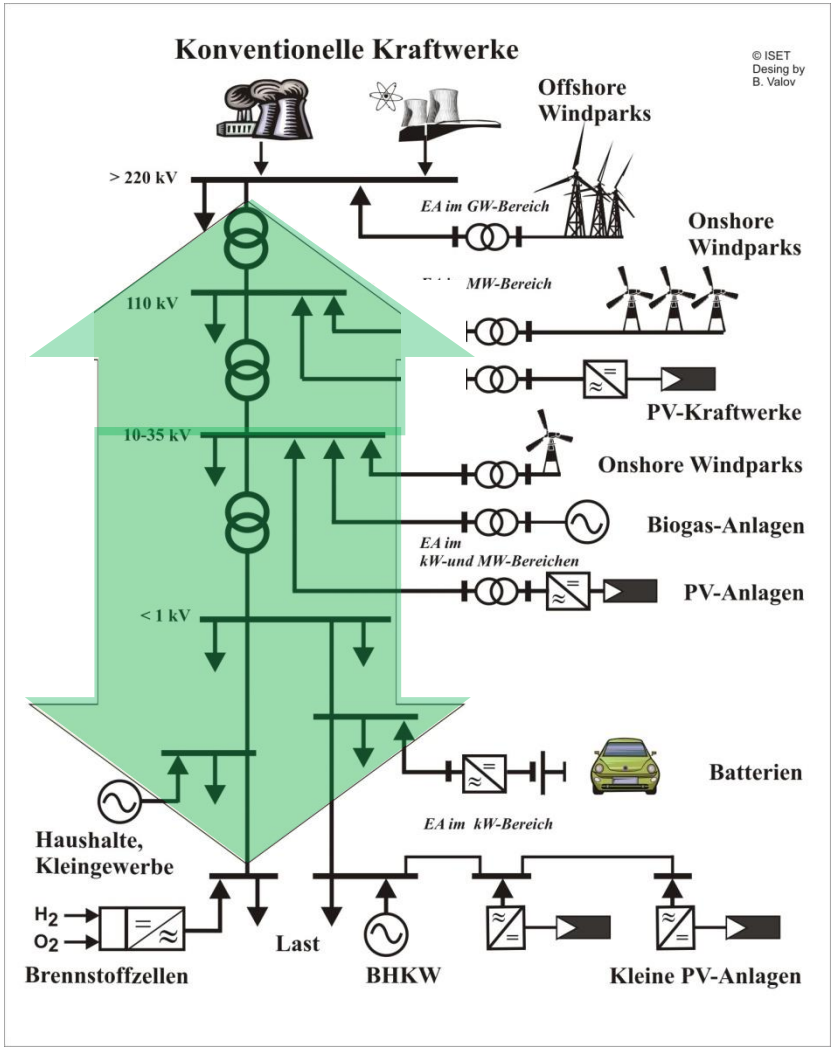
1. Ausbau der Photovoltaik im deutschen Elektrizitätsversorgungsnetz
2. Kostenentwicklung der Photovoltaik
3. **Technische Lösungen zur Erhöhung der Aufnahmekapazität der Verteilnetze**
4. Zusammenfassung und Ausblick

Integration der EE in die Struktur der Netze



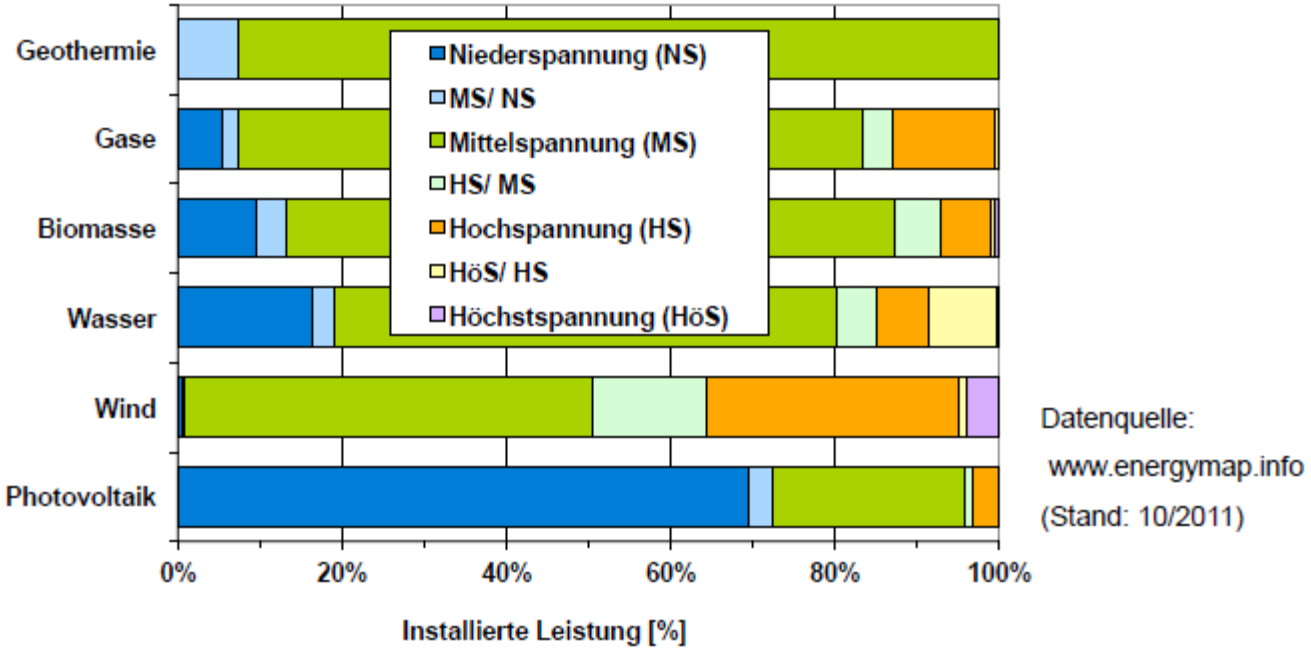
> Typische Einspeisung EE-Erzeugungsanlagen:
  > NS-Ebene (Großteil PV)
  > MS-Ebene (PV, Biogas, Geothermie, kleine Windparks)

Integration der EE in die Struktur der Netze



> Typische Einspeisung EE-Erzeugungsanlagen:
  > NS-Ebene (Großteil PV)
  > MS-Ebene (PV, Biogas, Geothermie, kleine Windparks)
> **Paradigmenwechsel** notwendig in elektrischer Energieversorgung:
  > Von **Top-Down-Struktur** zu **fluktuierenden bidirektionalen Leistungsflüssen**

Photovoltaik ist die dezentralste Erneuerbare Energie
ca. 99 % Einspeisung ins Verteilnetz



- Über 70% der installierten Leistung entfällt auf die Niederspannungsebene (Kleinanlagen mit bis zu einigen 100 kW Leistung)
- Ca.24% der installierten Leistung entfällt auf die Mittelspannungsebene (einige 100 kW bis zu einigen MW Leistung)

Quelle: Studie des Fraunhofer IWES für BSW 2012

„Kollaps in den Netzen“ und „20 Mrd. Ausbaukosten“

Wetter aktuell: Regen 8°C

Berliner Zeitung

BERLIN POLITIK WIRTSCHAFT VERMISCHTES KULTUR SPORT

Wirtschaft

17.10.2010, 13:54 UHR

Energie-Agentur warnt vor Netz-Kollaps

Berlin - Dem deutschen Stromnetz droht nach Einschätzung der Deutschen Energie-Agentur der Kollaps, weil immer mehr Sonnenstrom produziert wird: «Wir bekommen durch die Photovoltaik ein Riesenproblem in den Netzen, das bisher kaum beachtet wurde».

Nach Einschätzung der Deutschen

«Die Netze stehen vor der Überlastung durch Sonnenstrom», sagte Dena-Chef Stephan Kohler der «Berliner Zeitung». Angesichts des massiven Ausbaus bei der Solarenergie wird außerdem der

VKU Verband kommunaler Unternehmen

Der schnelle Netzausbau auf der Übertragungsnetzebene, also den großen Stromtrassen, ist für den Umbau des Energiesystems zu mehr dezentraler Einspeisung und mehr erneuerbaren Energien wichtig. Unverzichtbar ist jedoch auch, dass die Netze auf der Verteilnetzebene, also den Leitungen zum Kunden, fit für die Smart Grids der Zukunft gemacht werden. Im Energiekonzept sind die hierfür notwendigen Investitionen auf Seiten der Stadtwerke von über 20 Milliarden Euro an keiner Stelle erwähnt. In der Konkretisierung des Energiekonzeptes muss diese für die Einbindung des Kunden immens wichtige Ebene noch aufgenommen werden.

Interview Dena-Chef Stephan Kohler in der BZ, 17.10.10

- Photovoltaik mit aktuellen Ausbauszenarien (9,5 GW Zubau jeweils in 2010/11) führt zu „Netz-Kollaps“, „Riesenproblem im Netz“ und „Überlastung durch Sonnenstrom“
- schlägt Deckelung auf ein 1 GW/a vor

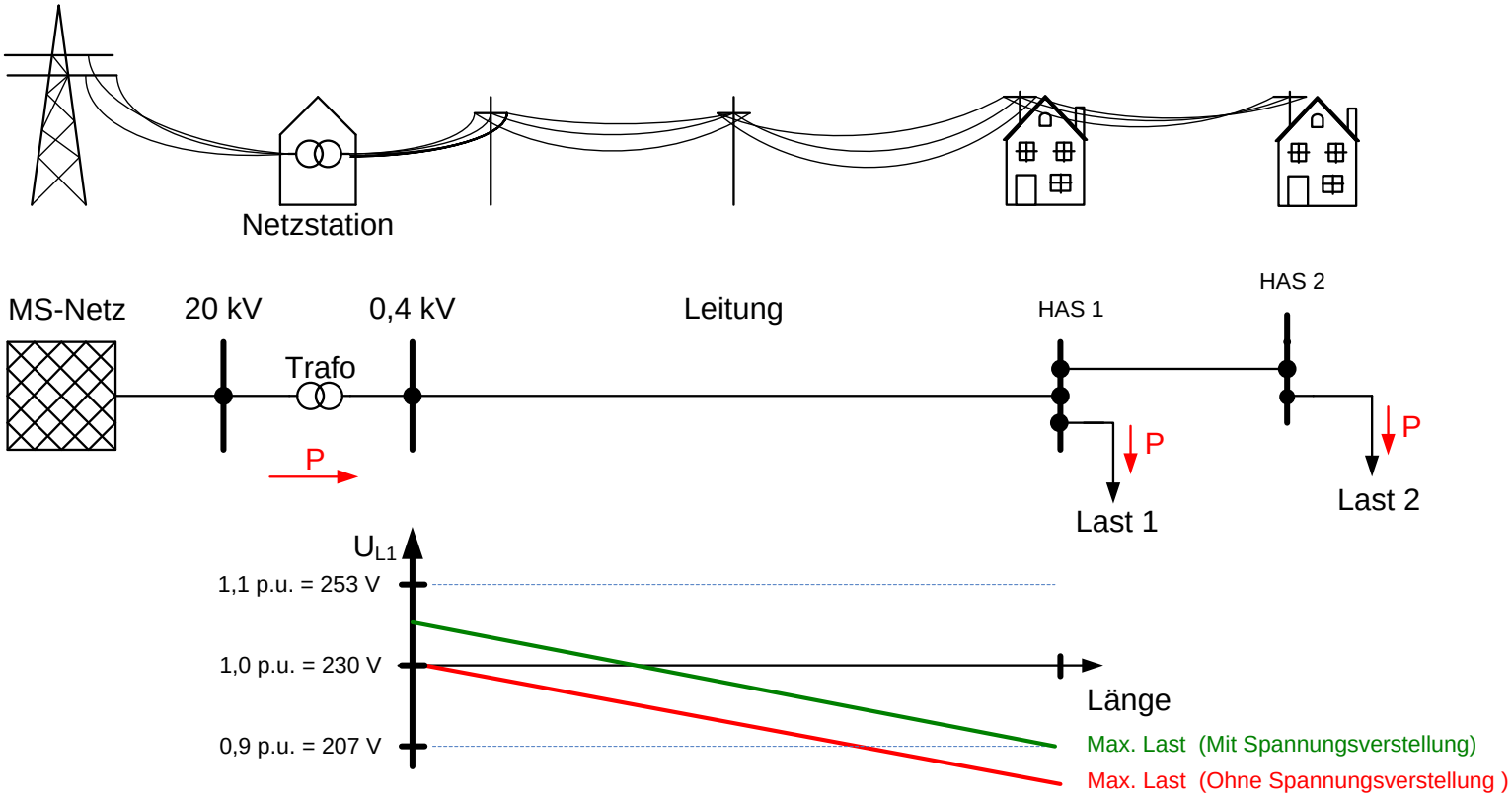
Pressemitteilung Verband kommunaler Unternehmen (VKU) vom 28.9.10 zum Energiekonzept der Bundesregierung:

- Dezentrale Energieerzeugung/Smart Grids führt zu Netzausbaukosten von 20 Mrd. Euro

Spannungshaltung: Leistungsflussumkehr – ein technisches Problem?

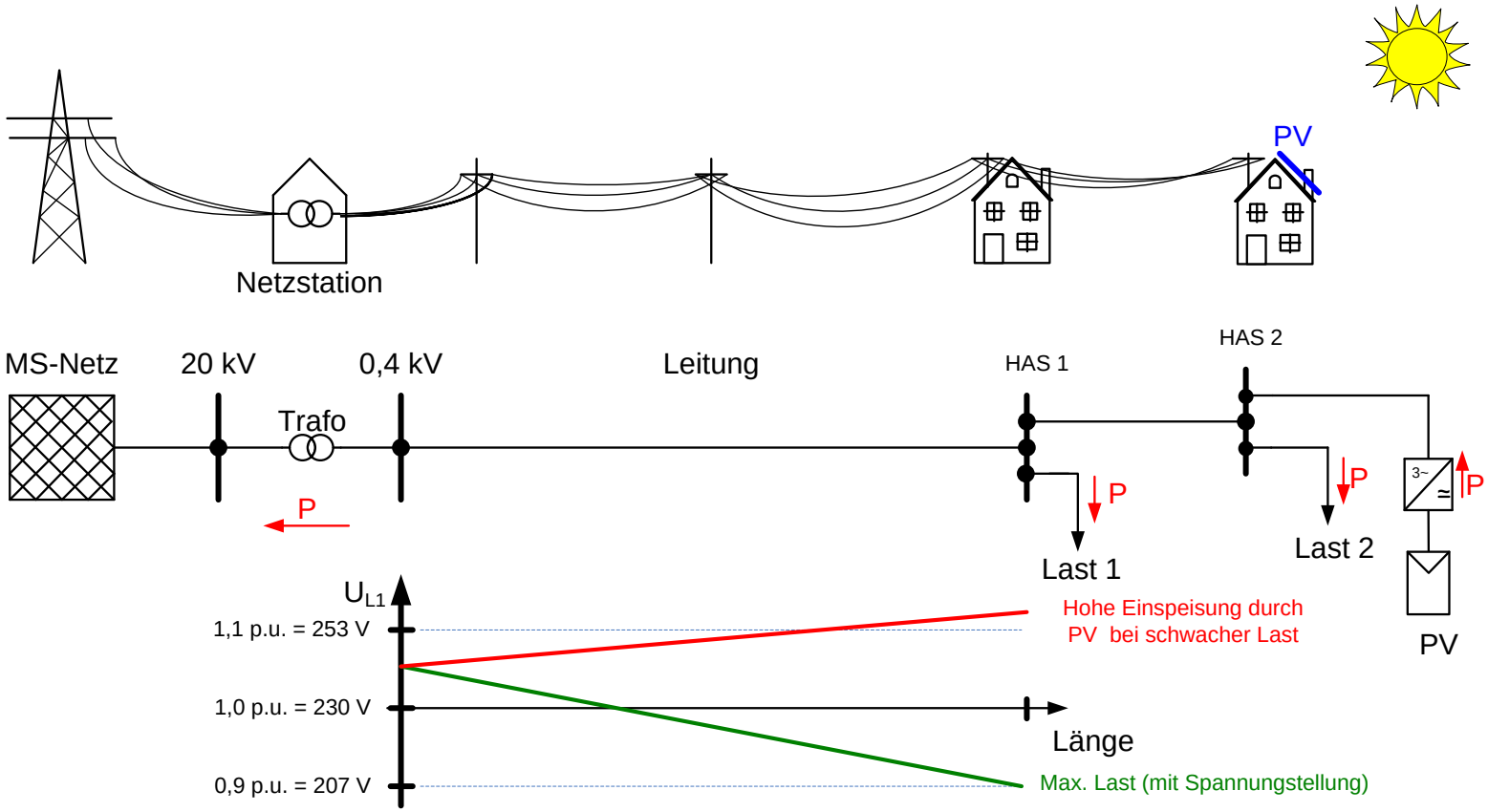
- Ziel: Einhaltung des Spannungskriteriums nach EN 50160 ($U_N \pm 10$ %)
- Beispiel: Zur Kompensation des Spannungsfalls entlang der Leitung:

  stationäre Verstellung des **Übersetzungsverhältnisses** am Transformator der Netzstation

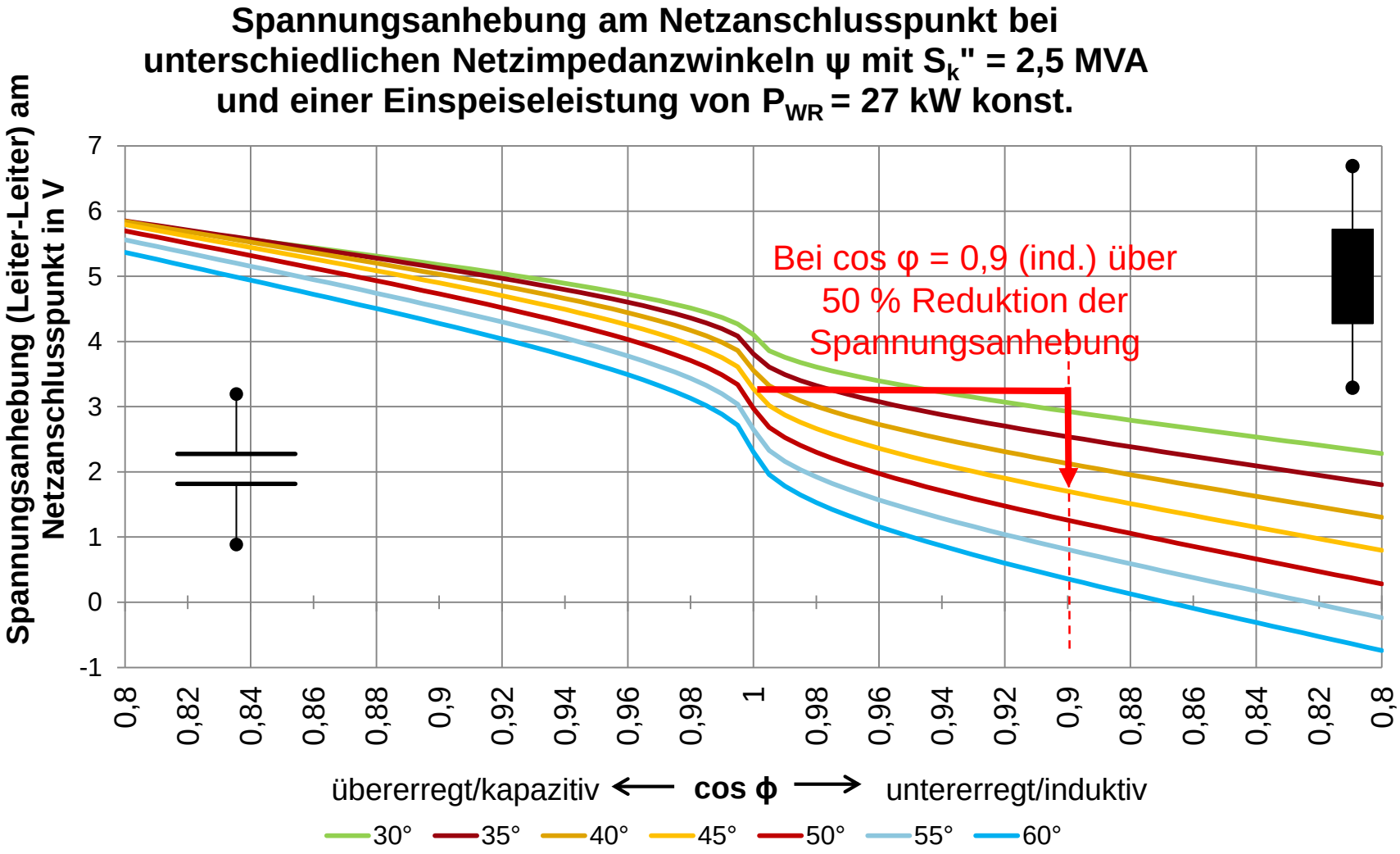


Spannungshaltung: Leistungsflussumkehr – ein technisches Problem?

> Beispiel: Installation PV-Anlage: In den lastarmen Vormittagsstunden kommt es zur **Leistungsflussumkehr**. **Verletzung Spannungskriterium** nach EN 50160

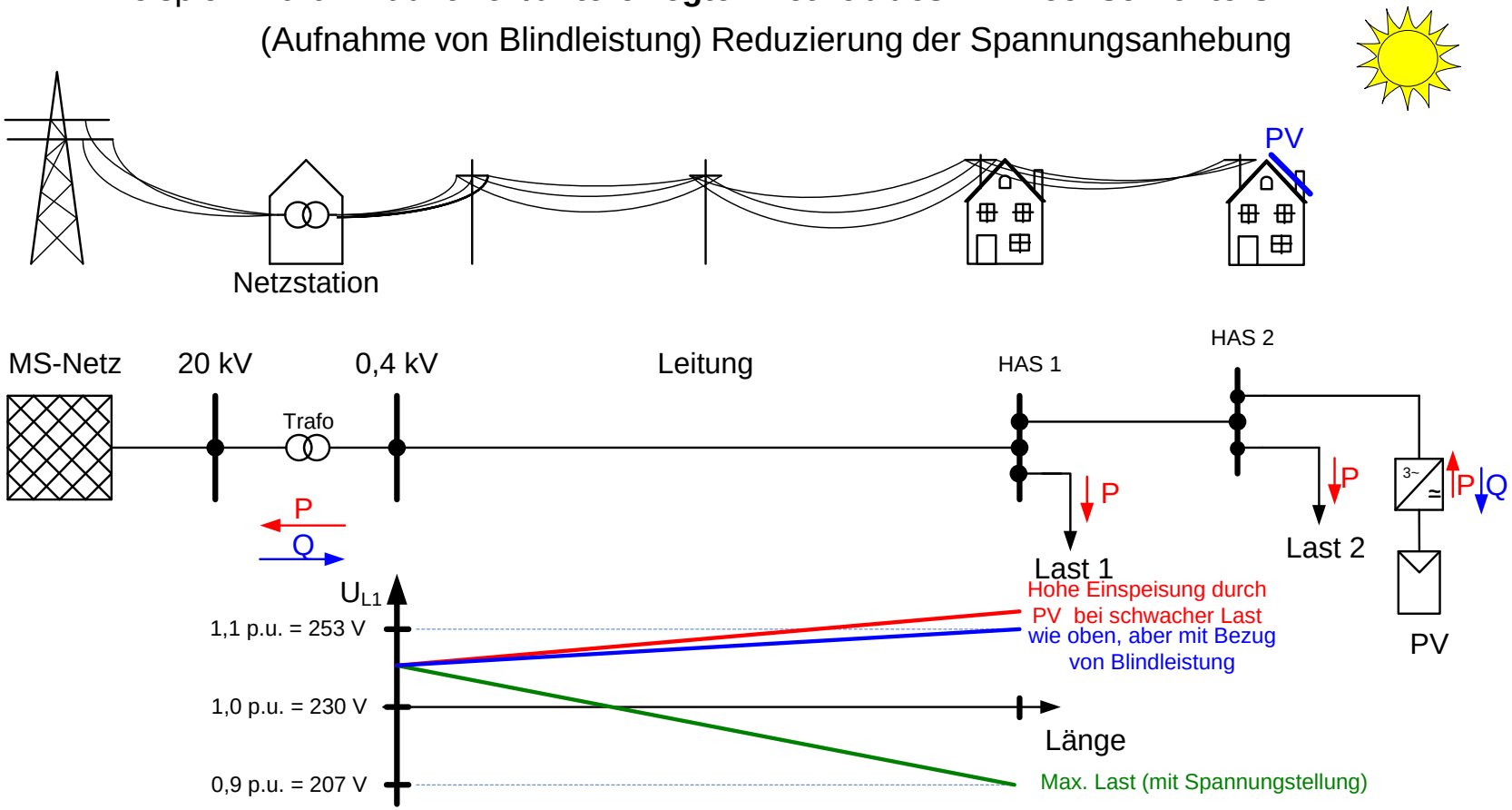


Durch Blindleistungseinspeisung lässt sich die Spannung am Verknüpfungspunkt regeln

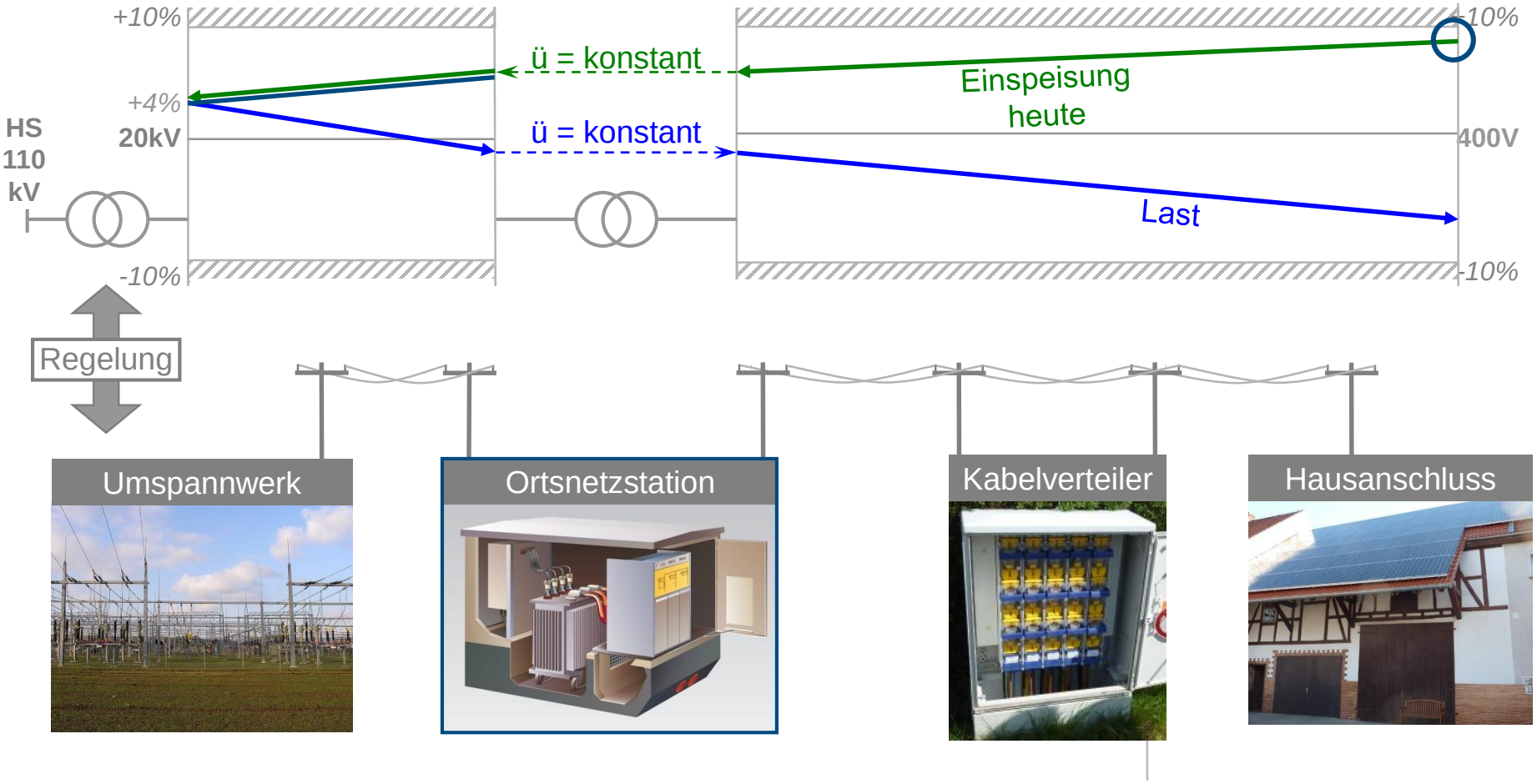


Spannungshaltung durch Blindleistungseinspeisung

> Beispiel: Durch **induktiven/untererregten Betrieb des PV-Wechselrichters** (Aufnahme von Blindleistung) Reduzierung der Spannungsanhebung

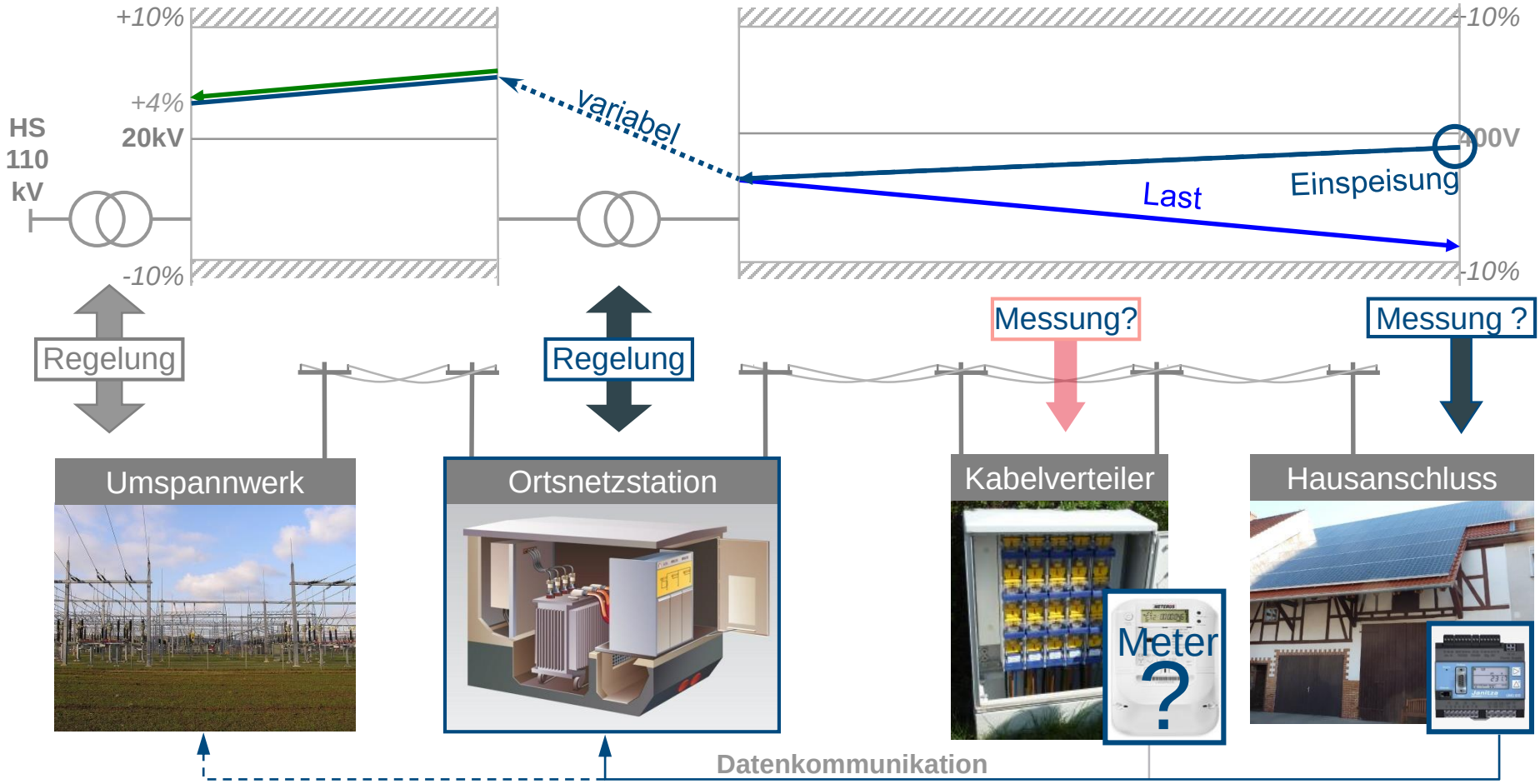


Spannungshaltung durch intelligente Ortsnetzstation



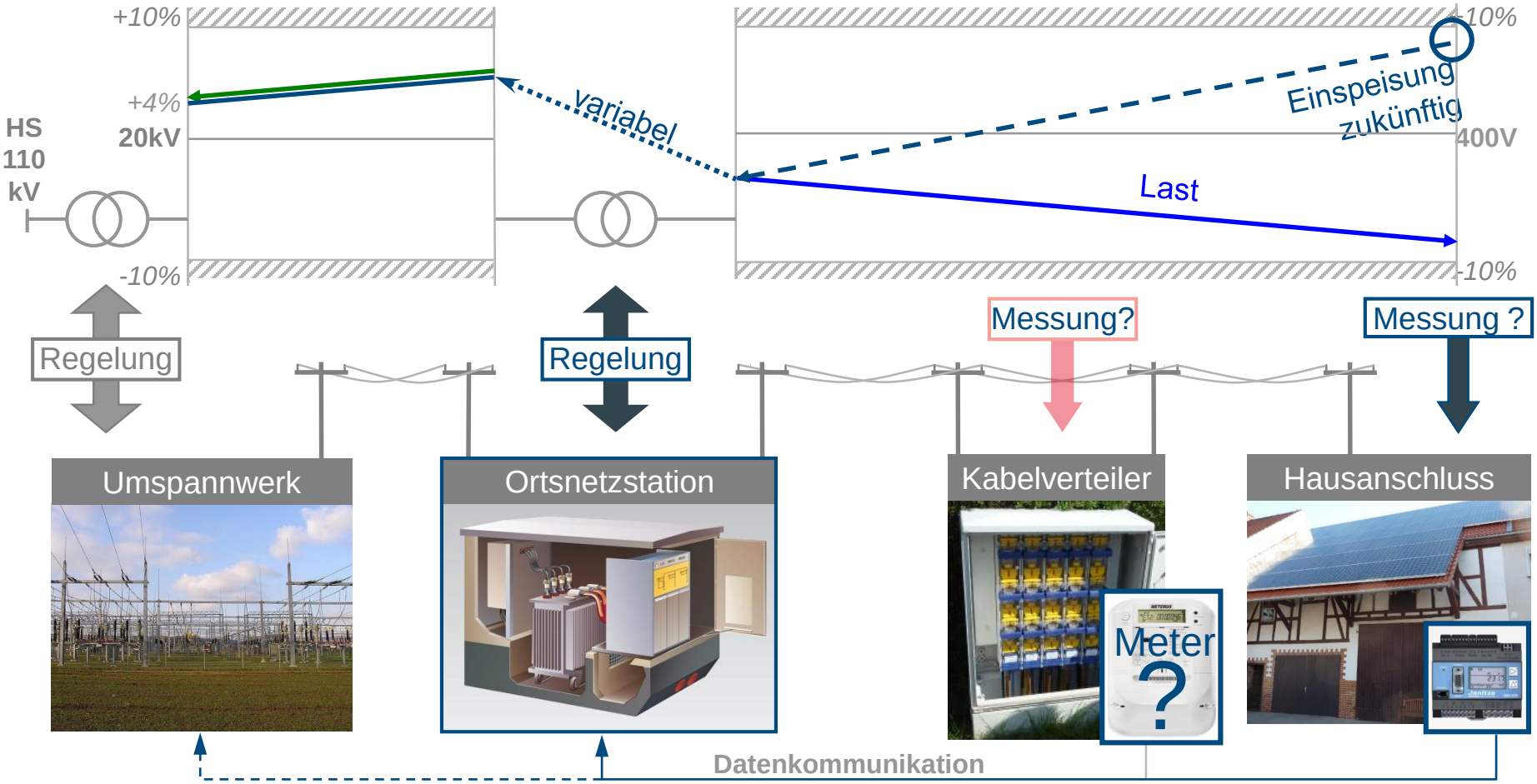
Quelle: E.ON-Mitte

Spannungshaltung durch intelligente Ortsnetzstation



Quelle: E.ON-Mitte

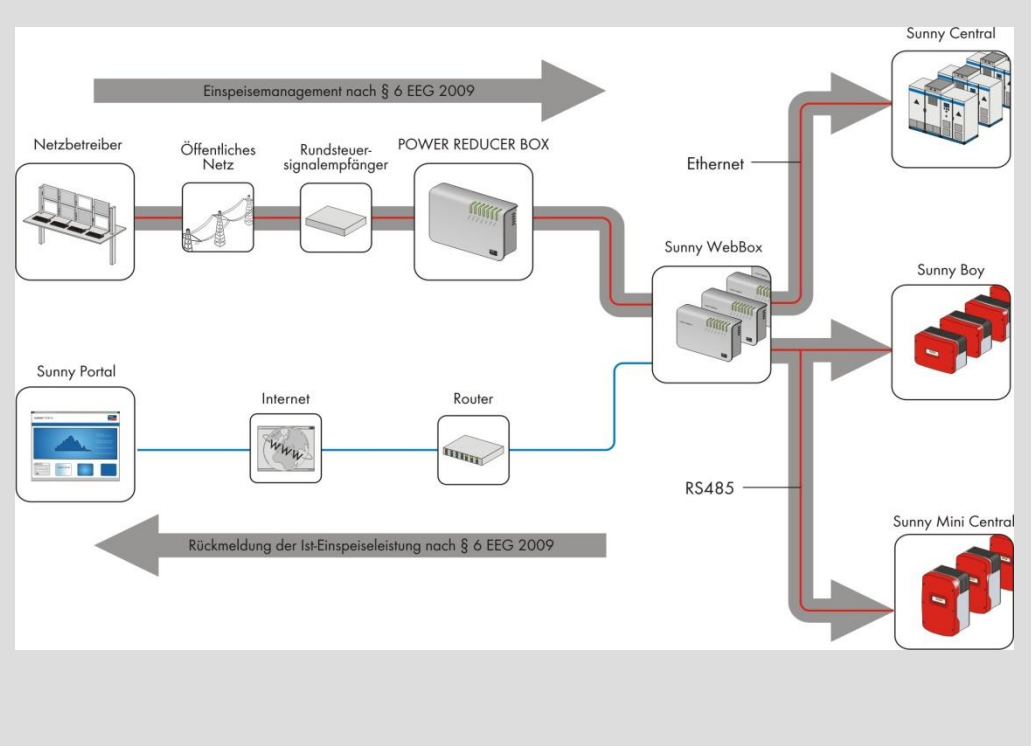
Spannungshaltung durch intelligente Ortsnetzstation



Quelle: E.ON-Mitte

Erzeugungsmanagement / Einspeisemanagement

- Rechtliche Basis:
- § 6 Abs. 1 EEG 2009 ab 100 kW
- § 13/14 EnWG: Gewährleistung der Netzsicherheit durch den ÜNB/VNB§6
- In EEG 2012 nachrangig ab 0 kW, wenn nicht bis 30 kWp optionale Leistungsbegrenzung auf 70 % gewählt
- Verluste dann ca. 3–8 % wenn kein Eigenverbrauch
- Bewährte Abstufung für über 100kW : Begrenzung auf 100%, 60%, 30%, 0% P_{NENN}



- Die Maßnahme ist sowohl für das Übertragungs- als auch das Verteilnetz sinnvoll
- Leider ist jetzige Rundsteuertechnik nicht „Smart grid“-geeignet, wegen der zu großflächigen Adressierung

Agenda

1. Ausbau der Photovoltaik im deutschen Elektrizitätsversorgungsnetz
2. Kostenentwicklung der Photovoltaik
3. Technische Lösungen zur Erhöhung der Aufnahmekapazität der Verteilnetze
4. **Zusammenfassung und Ausblick**

Roadmap Netzintegration Ebene Verteilnetz

> Spannungshaltung

Blindleistung am MS-Netz (BDEW-RL ab 2010)

Blindleistung am NS-Netz (FNN-RL ab 2011/2012)

Intelligente regelbare Ortsnetzstationen

> Energiemanagement im Smart Grid

Optimierung Eigenverbrauch, auch mit dezentralen Batteriespeichern

Einspeisemanagement lokal im NS-Netz << 100 kWp (spannungsabhängig/Smart Grid)

Dezentrale Batteriespeicher mit lokales Peak-Shaving im Verteilnetz

Schwarzstart-Fähigkeit

2010 2015 2020 2025

Bewertung der Maßnahmen im Hinblick Erleichterung Netzintegration im Niederspannungsnetz

Maßnahme	Welcher PV-Zubau ist möglich (1)?	Bemerkung
Spannungshaltung Blindleistung	40 – 200 %	
Spannungshaltung regelbare Ortsnetzstation	40 – 100 %	
Einspeisemanagement lokal/zentral	20 – 50 %	senkt Ertrag
Eigenverbrauch	< 5 – 30 %	senkt die Wälzungssumme
Peak Shaving mit Batterie	> 100 %	teuerste Variante

- Die **Aufnahmefähigkeit des Niederspannungsnetzes** lässt sich auch **ohne teuren Netzausbau** erhöhen.

Roadmap Netzintegration Systemstabilität (verantwortlich ÜNB)

> Einspeisemanagement

Erzeugungsmanagement > 100 kW (EEG)

> Frequenzhaltung

Frequenzabhängige Leistungsreduktion (BDEW-RL ab 2009/FNN-RL ab 2011/2012)

Nachbildung rotierenden Synchrongeneratoren mit positiver Regelreserve (Momentanreserve, Primärregelung)

> Energiewirtschaftliche Maßnahmen

Solar-Prognose

Eigenverbrauch mit variablen, erzeugungsabhängigen Tarifen (Smart metering), Demand-side-management (z.B. Wärmepumpe)

zentrales Peak-Shaving mit Batteriespeicher, virtuelle Kraftwerke

DSM: elektrische Speicherheizung, Elektromobilität/Methanisierung von PV

2010 2015 2020 2025

Zusammenfassung

- **Netzsystemdienstleistungen** von Photovoltaikanlagen im Verteilnetz möglich
- Damit **Reduktion** der notwendigen konventionellen Kraftwerke „**must run units**“ auf ein Minimum – möglichst 0!
- **Verringerung Netzausbaukosten** durch neue **intelligente Maßnahmen** im Verteilnetz:
  - **Blindleistungseinspeisung** durch Wechselrichter
  - **Intelligente Ortsnetzstation**
- **Forschungsbedarf** insbesondere bei **Netzintegration** und Einbindung **dezentraler und zentraler Speichersysteme**

- Szenarien „**Netzkollaps**“ und „**20 Mrd € Netzausbau**“ sind **vermeidbar** – trotz Ausbau der Erneuerbaren Energien

- Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit
- Ich freue mich auf Ihre Fragen

Dr. Bernhard Ernst
Abteilungsleiter Netzintegration
SMA Solar Technology AG
Sonnenallee 1, D-34266 Niestetal
Tel.: 0561/9522-1450
Bernhard.Ernst@SMA.de
www.SMA.de