
Photovoltaik und Speicherlösungen :

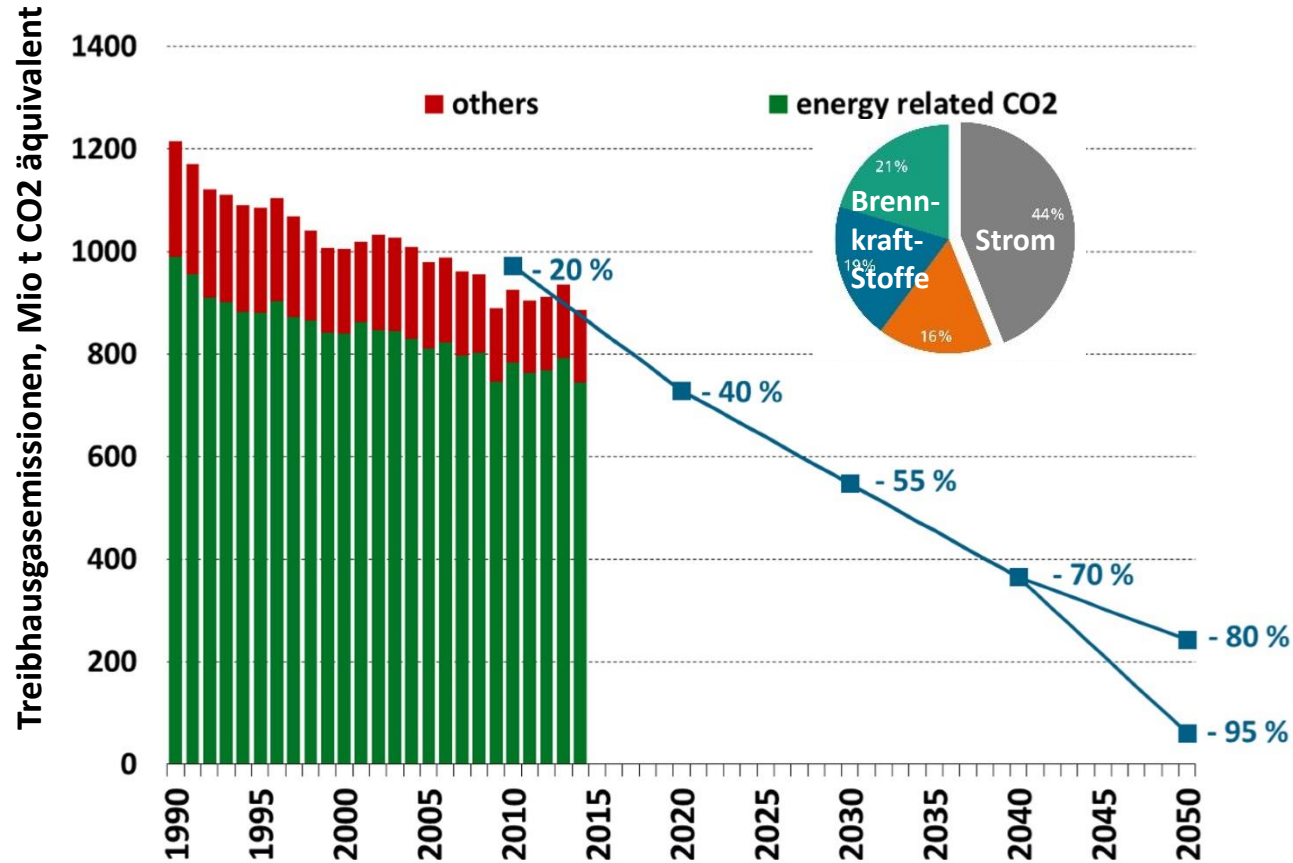
Wie ist ihr Beitrag zur künftigen Energieversorgung und zur Eigenversorgung von KMU?



- **Wandlung unseres Energiesystems: Anforderungen an Erneuerbare Energien**
- **Photovoltaik-Trends: Märkte, Stromgestehungskosten, Energiesystem**
- **Speicher und PV: Trends / Technologien**
- **Neue Technologienentwicklungen : grüner Wasserstoff (power to gas)**

Dr. Karl Heinz Küsters & Team Fraunhofer CSP, Halle, karl.heinz.kuesters@csp.fraunhofer.de

Die Energiewende – Wandlung Energiesystem Deutschlands bis 2050



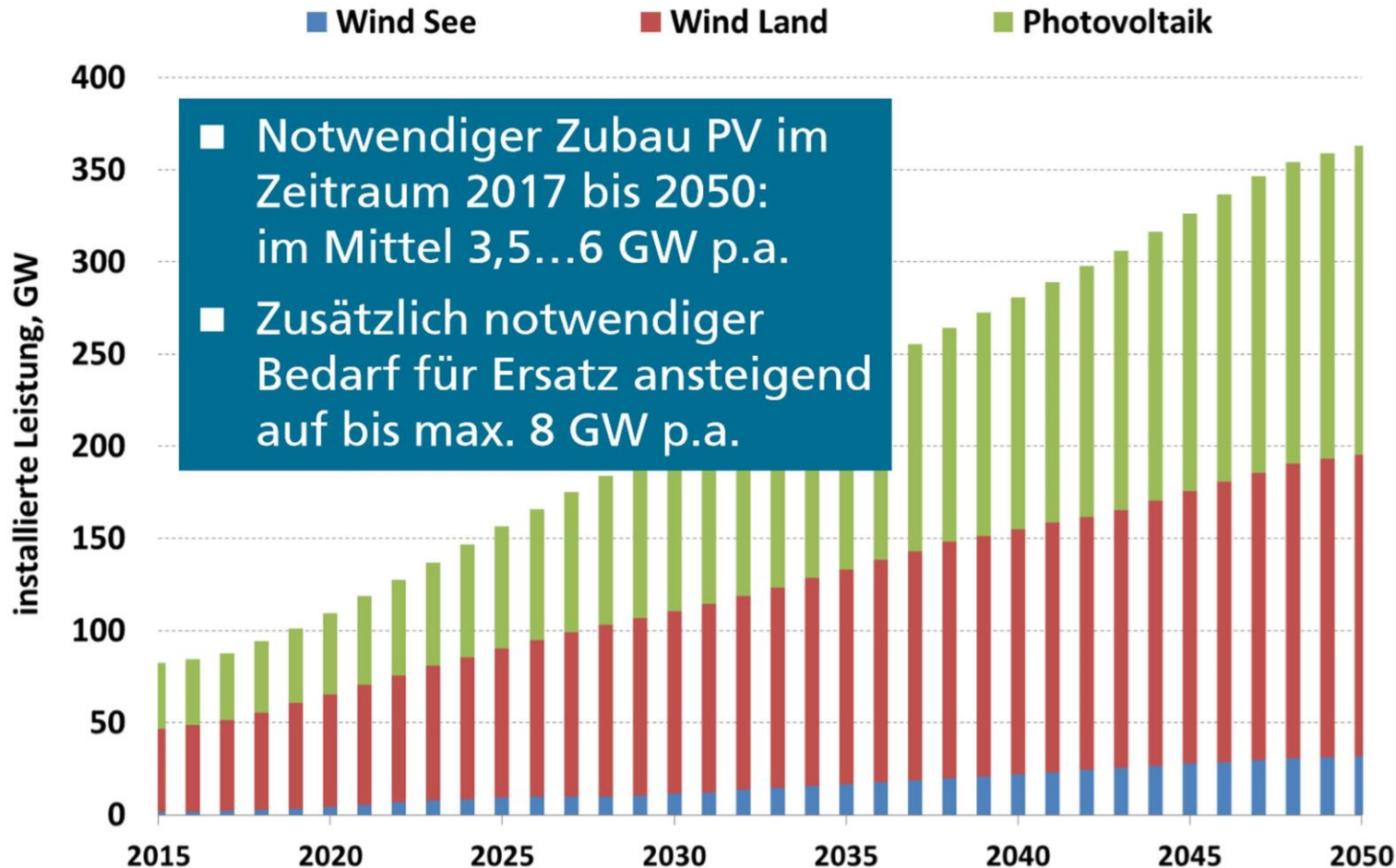
Reduktion Energiebedingte CO₂ Emission um 95% → Transformation des nationalen Energiesystems

Ziel:

1. Ökologisch
2. Ökonomisch
3. Zuverlässig

Basierend auf: Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen. Umweltbundesamt (UBA) Dessau, 29.5.2015

Entwicklung fluktuierende erneuerbare Energien – Szenario ISE

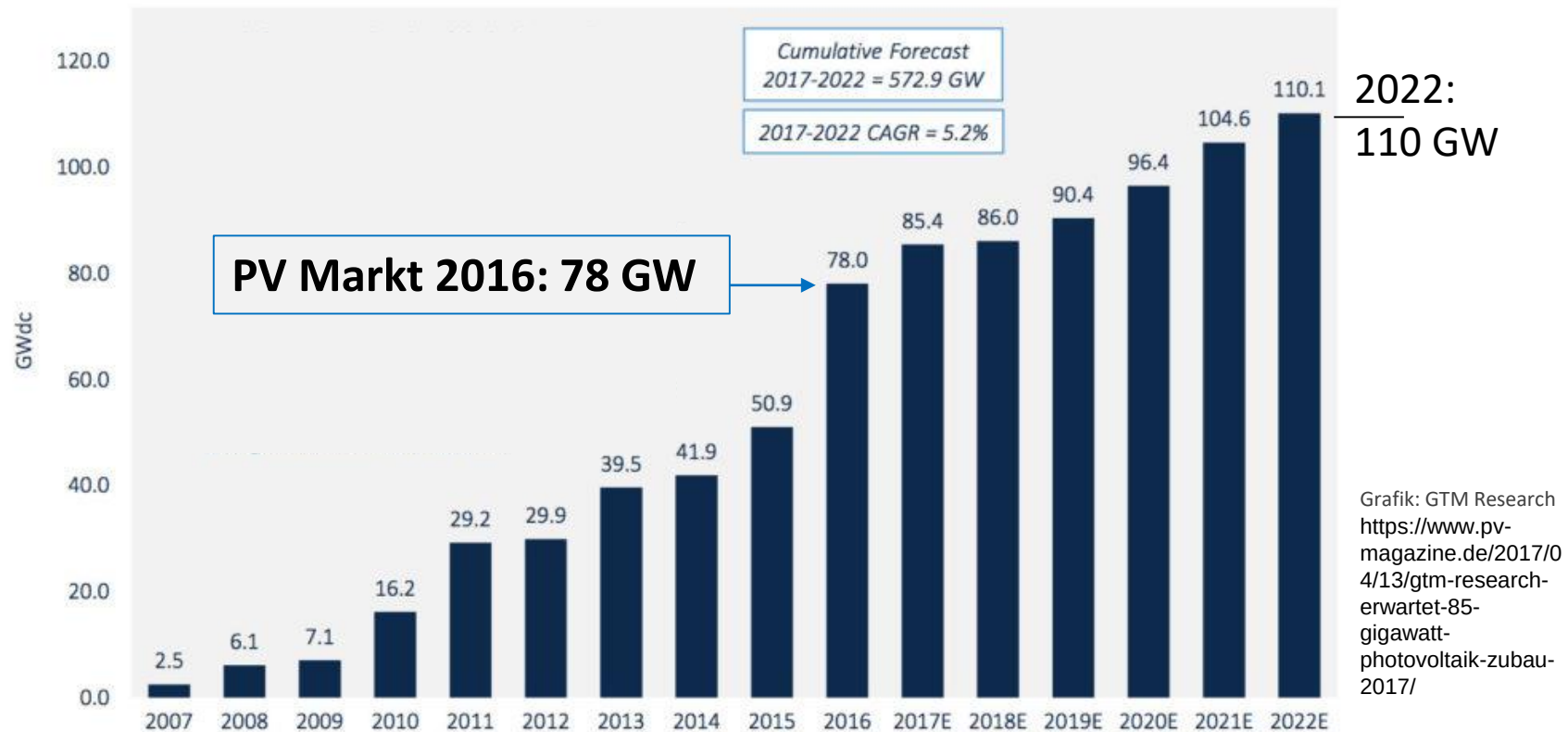


Wir benötigen stark wachsende PV-Leistungen in Deutschland, Europa und global

Photovoltaik und Speicherkonzepte : wie ist ihr Beitrag zur künftigen Energieversorgung?

- Wandlung unseres Energiesystems: Anforderungen an Erneuerbare Energien
- **Photovoltaik-Trends: Märkte, Stromgestehungskosten, Energiesystem**
- Speicher und PV: Trends / Technologien
- Neue Technologienentwicklungen : grüner Wasserstoff (power to gas)

Globaler PV Markt 2007-2022



Erwartung: jährliche Wachstumsraten von 5,2% bis 2022

Markt wird dominiert von China, USA, Japan, Indien (73 % der Nachfrage)

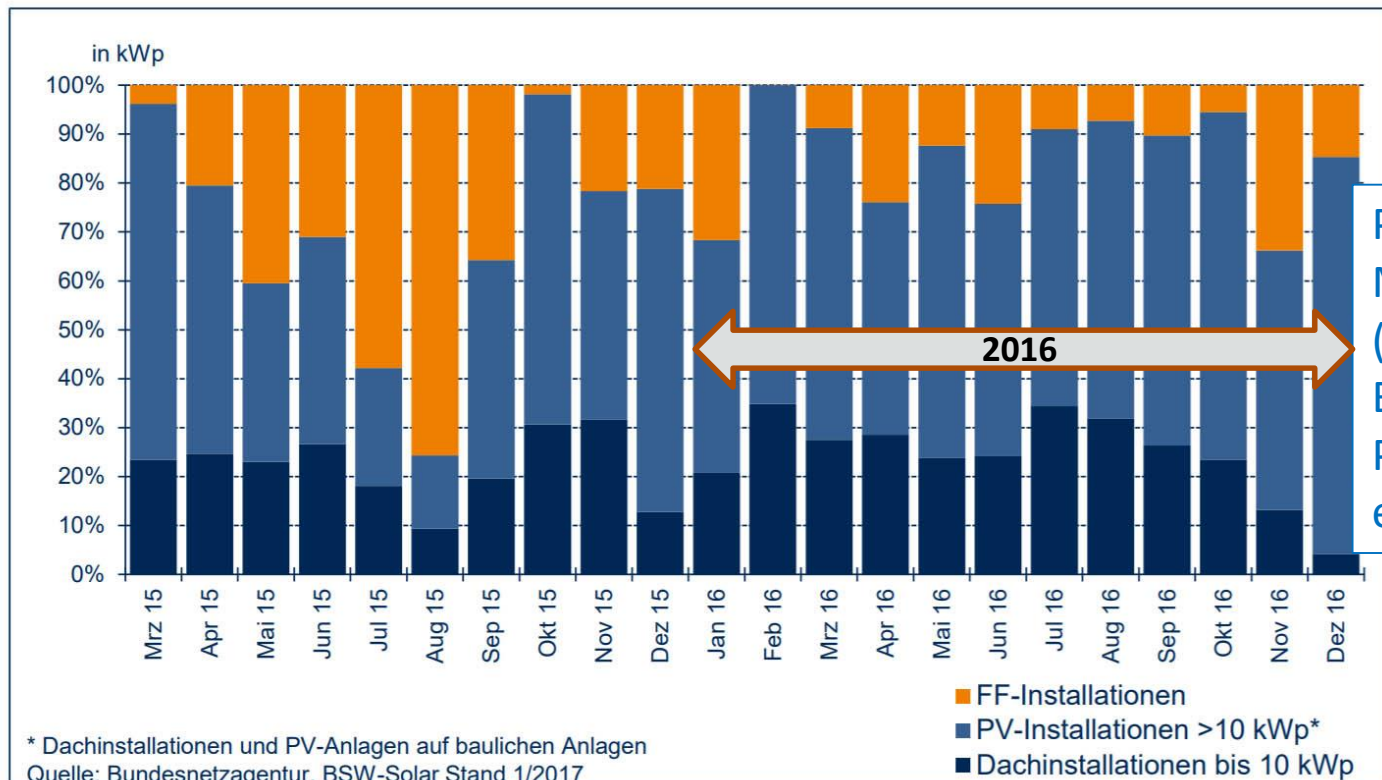
Deutschland 2016 : 1,4 GW

Markt Deutschland nach Segmenten

Monatlicher PV-Zubau nach Segmenten

März 2015 bis Dezember 2016, relativ

5

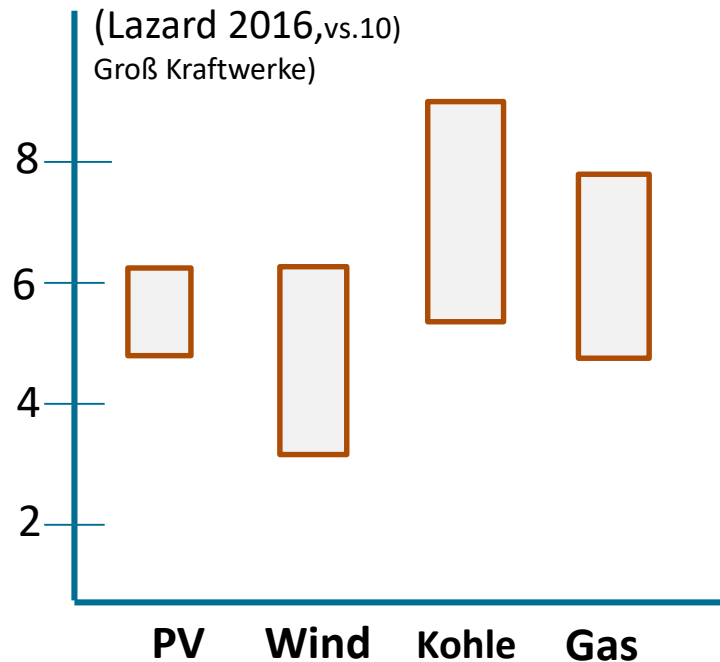


PV Deutschland
Markt > 10 kW
(gewerblicher
Bereich und große
Privatinstallationen)
essentiell

Stromgestehungskosten (LCOE)

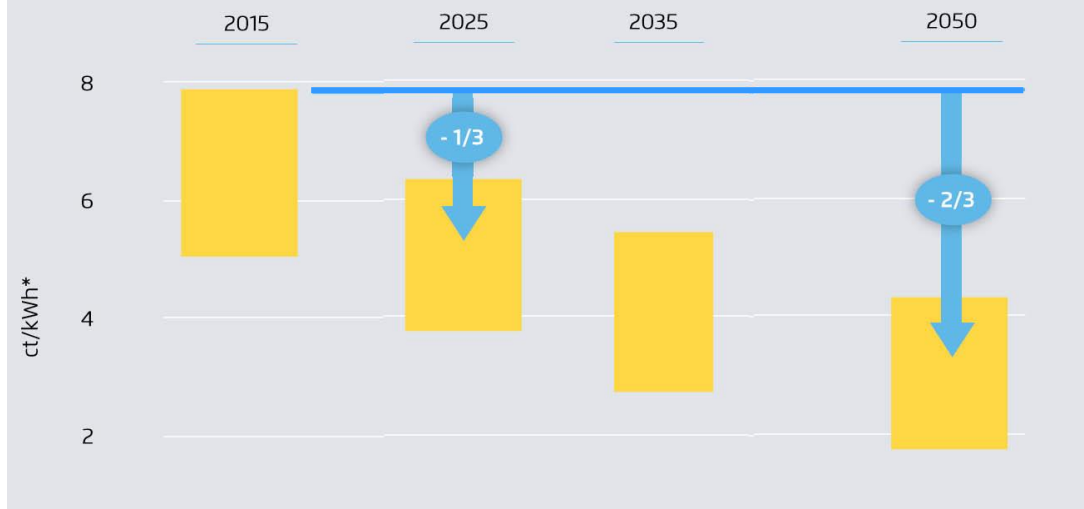
$$\text{LCOE} = \frac{\text{Gesamtkosten (€)}}{\text{Stromertrag (kWh)}}$$

USD/kWh



Cost of electricity from new solar power plants in Southern and Central Europe

(Agora Energiewende, Current and future cost of PV, 2015)



„The results indicate that in future, power produced from large scale solar PV plants will be cheaper than power produced from any conventional technology in large parts of Europe“

(Agora Energiewende)

Vorhersage Energiekosten aus PV (Stromgestehungskosten / LCOE)



➤ Systempreise:

2016: 970 \$/kWp

2027: <690 \$/kWp

➤ Stromgestehungskosten (LCOE), ortsabhängig

2016: 3,9...8 \$cent/kWh

2027: 2,7...5,4 \$cent/kWh

- **5,7 \$cent/kWh** durchschnittl. Preis Photovoltaik-Ausschreibung Deutschland
- **2,4 \$cent/kWh** unterstes Angebot Abu Dhabi 2016

Stromgestehungskosten (LCOE, Levelized Cost of Energy) stark abhängig von lokalen Bedingungen

Trends PV Systeme

PV utility



Stromkosten	3-6 \$/kWh
Größe	10...500 MW
Wettbewerb	Gas, Kohle, Wind

Fokus: PV Kosten

PV Consumer



Stromkosten	7-12 \$/kWh
Größe	5...100 kW
Wettbewerb	Stromtarif

**Fokus: Balance
Generation/Konsum
Autarkie: typ. 25-35%
Gewinn auch durch
Einspeisevergütung**

PV Consumer + Batterie (Haus+ Gewerbe)



Stromkosten	10-40 * \$/kWh
Größe	10 kW...MW
Wettbewerb	Stromtarif

**Fokus: Kostengünstiger
Speicher
Hohe Autarkie
2017: oft günstiger als
Strompreis**

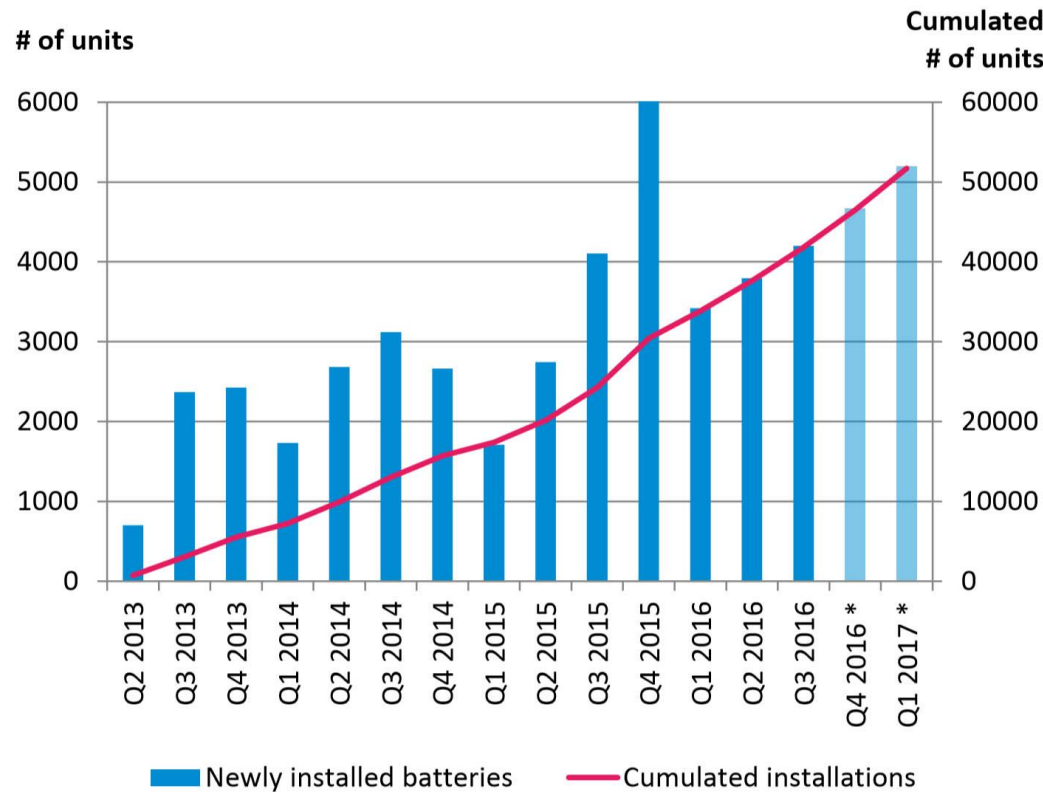
* PV Magazine, June 2017, p.53

Photovoltaik und Speicherkonzepte : wie ist ihr Beitrag zur künftigen Energieversorgung?

- Wandlung unseres Energiesystems: Anforderungen an Erneuerbare Energien
- Photovoltaik-Trends: Märkte, Stromgestehungskosten, Energiesystem
- **Speicher und PV: Trends / Technologien**
- Neue Technologienentwicklungen : grüner Wasserstoff (power to gas)

Installation von PV Systemen mit Speicher

Number of PV-battery systems installed in Germany

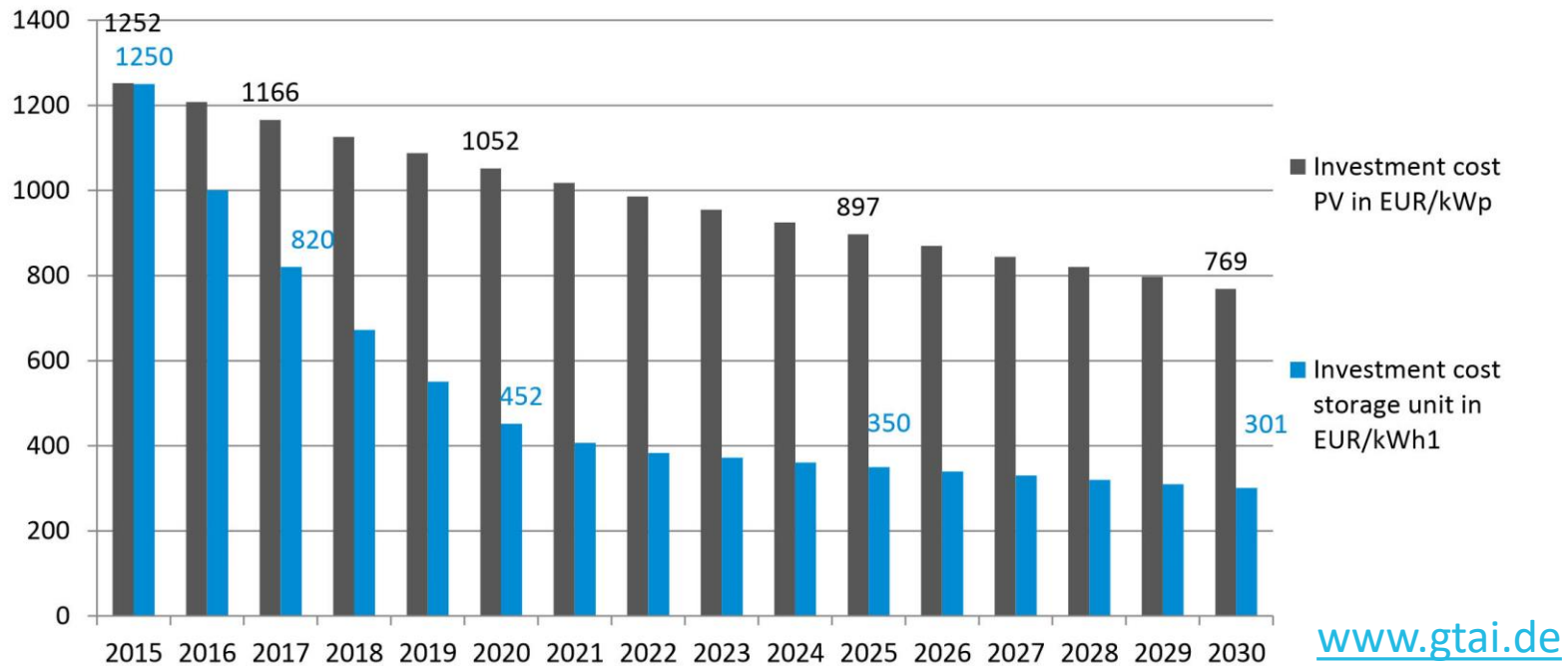


Note: *estimates; Source: KfW, 2016, BSW 2017

- **2017: 50000 Batterie-systeme installiert in D**
(www.gtai.de)
- **Erwartung: in 2020 werden 50000 „home storage systems“ pro Jahr installiert**
- **Gewerblicher Bereich : ebenfalls hohe Wachstumsraten**

Preisentwicklung PV und Energie-Speicher (Investment Kosten)

Development of PV and energy storage investment cost in EUR



Note: Energy storage investment cost do not include cost of installation (assumed at 1330 Euro per system); Source: Agora Energiewende – Eigenversorgung aus Solaranlagen, October 2016

Fallende Batterie Preise machen Speicher profitabel
Kosten von Li-Systemen reduziert um ~18% p.a. in den letzten 2 Jahren

Speichersysteme – Referenzprojekte / Beispiele (TESVOLT)

TESVOLT 2016

40 kWh / 18 kW ON-Grid, Notstrom,
Deutschland

Ferkelzucht – Absicherung Wärmeplatten



TESVOLT 2016

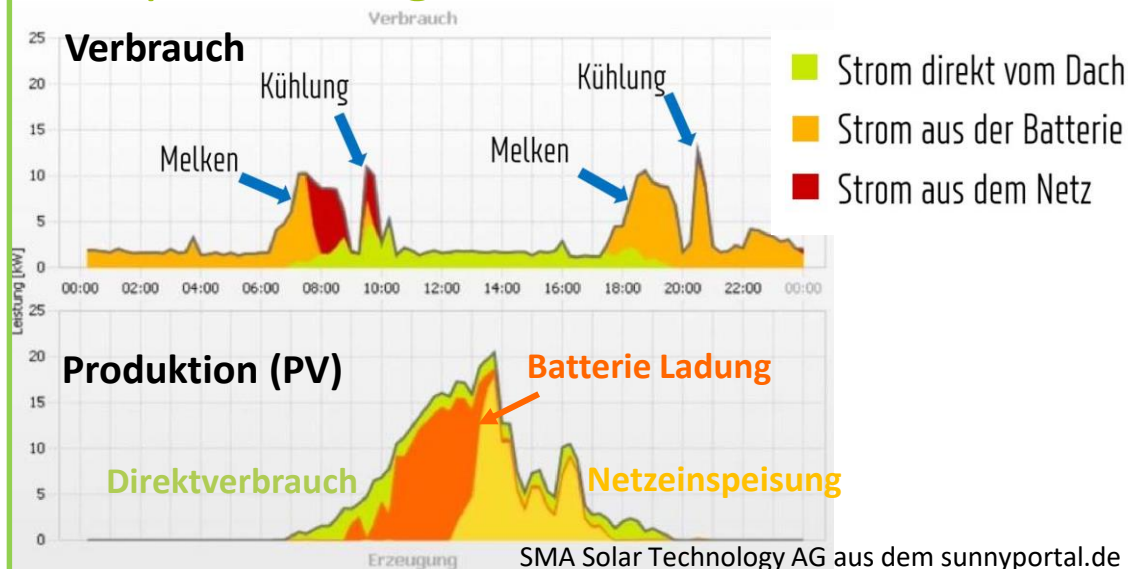
2.68 MWh / 4 MW

Off-Grid, Ruanda @ ideemasun

Wasser für 2.000 Bauern



Beispiel : Energiebilanz MILCHBAUER



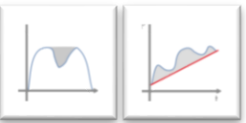
TESVOLT
THE ENERGY STORAGE EXPERTS

ANWENDUNGSBEREICH „Bereitstellung von Netzsystemdienstleistungen“



BLINDLEISTUNGSREGELUNG

Flexible Blindleistungsversorgung (durch Wechselrichter)



LEISTUNGSAusGLEICH

Ausgleich von Schwankungen im Stromnetz



WIRKLEISTUNGSREGELUNG

Frequenzabhängige Regelung der Wirkleistung zur Netzstützung z.B.: PRL (Primärregelleistung)



SPITZENLASTKAPPUNG

Ausgleich von Bedarfsspitzen
Spitzenlastkappung: 30-180 Euro / kW p.a.



DIESEL-HYBRID OPTIMIERUNG **Bessere Systemausnutzung, geringerer Kraftstoffverbrauch**

Quelle: SMA Solar Technology AG, Datenblatt SunnyCentralStorage

Speichersysteme – Wirtschaftlichkeit (TESVOLT)

Kosten je eingespeicherte Energie [kWh]

Zyklen x DOD x Gesamt Wirkungsgrad x 1 kWh = Summe kWh
FAUSTFORMEL

PV-Anlage mit TS HV System

System	60 kWp, TS HV 60 kW / 67 kWh	100 kWp, TS HV 60 kW / 67 kWh
Preis PV-Anlage? (1200 Euro / kWp)	72.000,00 €	120.000,00 €
Stromproduktion PVA in kWh (950 kWh / kWp)	57.000	95.000
Investition Speichersystem (742 Euro / kW und kWh)	50.000,00 €	50.000,00 €
Gesamtinvest für den Endkunden	122.000,00 €	170.000,00 €
Produktionskosten je kWh für den Endkunden	0,11 €	0,09 €
Kosten je kWh mit NRW / Thüringen Förd.	0,09 €	0,08 €

Die Strompreise im kleinen und mittleren Gewerbe liegen bei 15-26 Cent

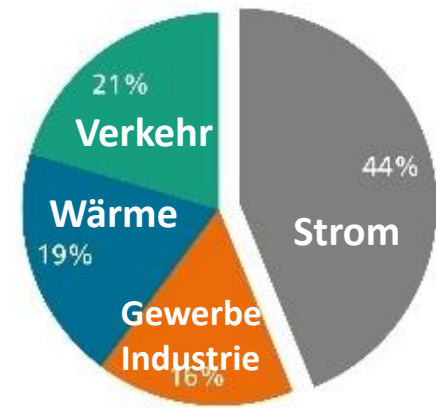
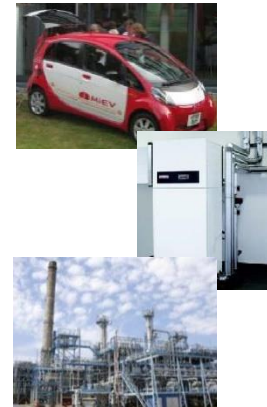
EEG Vergütung bei ca. 10-11 Cent

Ziel muss es bei der Planung sein, den Eigenverbrauchsanteil zu maximieren

* Kalkulation ohne Annahme von Wartungs- und Versicherungskosten, sowie Inflation, Degradation, Finanzierungskosten

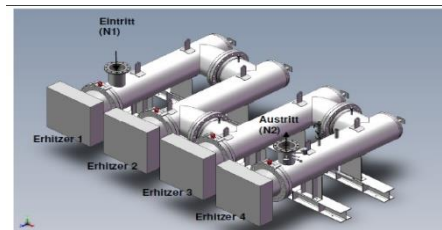
Transformation des Energiesystems : Sektorenkopplung

**Kopplung Stromsektor und
Energiesektoren, wo Brennstoffe
verwendet werden (Verkehr, Wärme,...)**



Verfügbar: PV/Speicher + Wärmepumpe,

Power to Heat



**10 MW
Stadtwerke
München
Fernwärme**

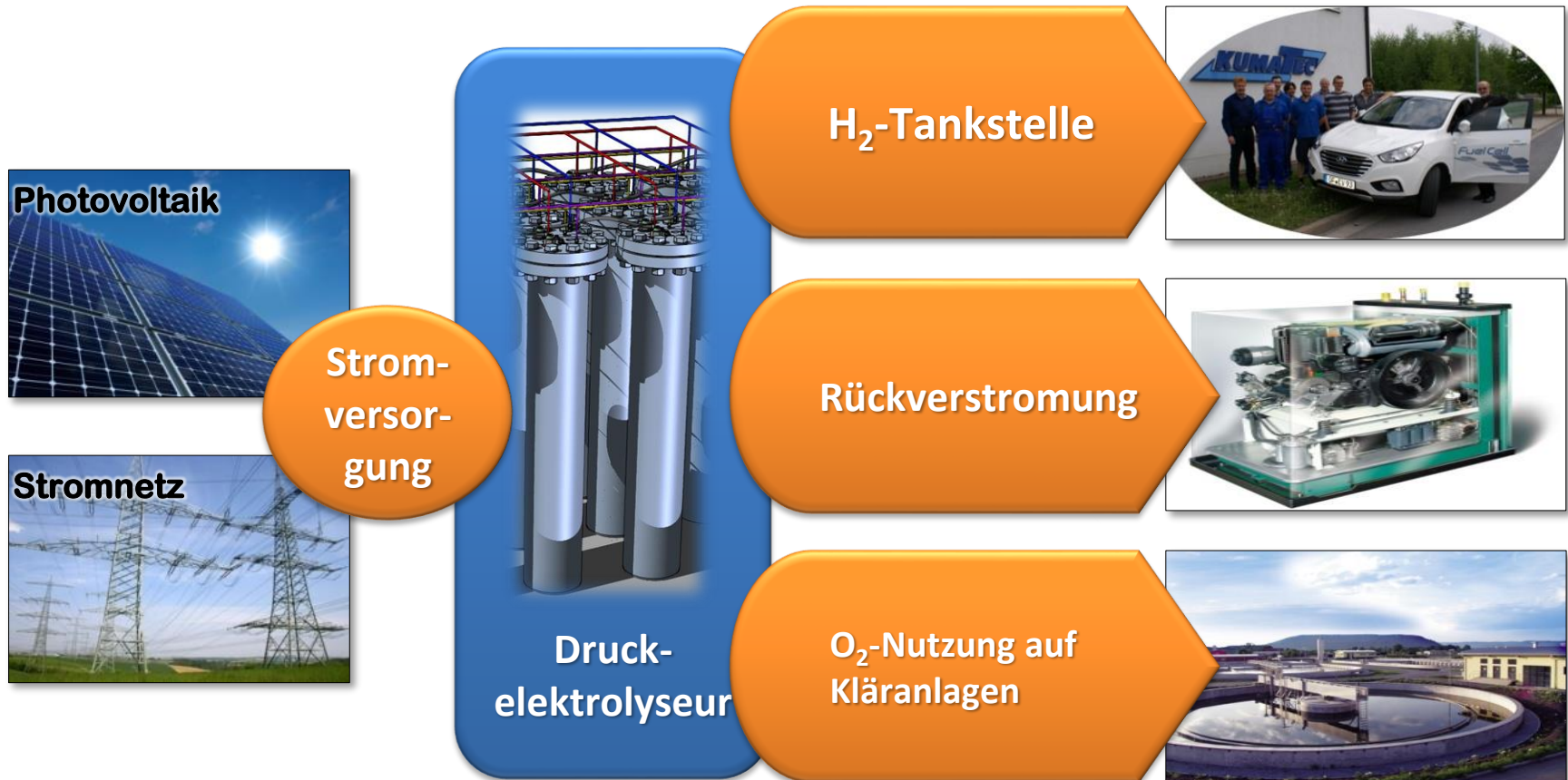
Entwicklung: Kombination Photovoltaik – Solarthermie



Photovoltaik und Speicherkonzepte : wie ist ihr Beitrag zur künftigen Energieversorgung?

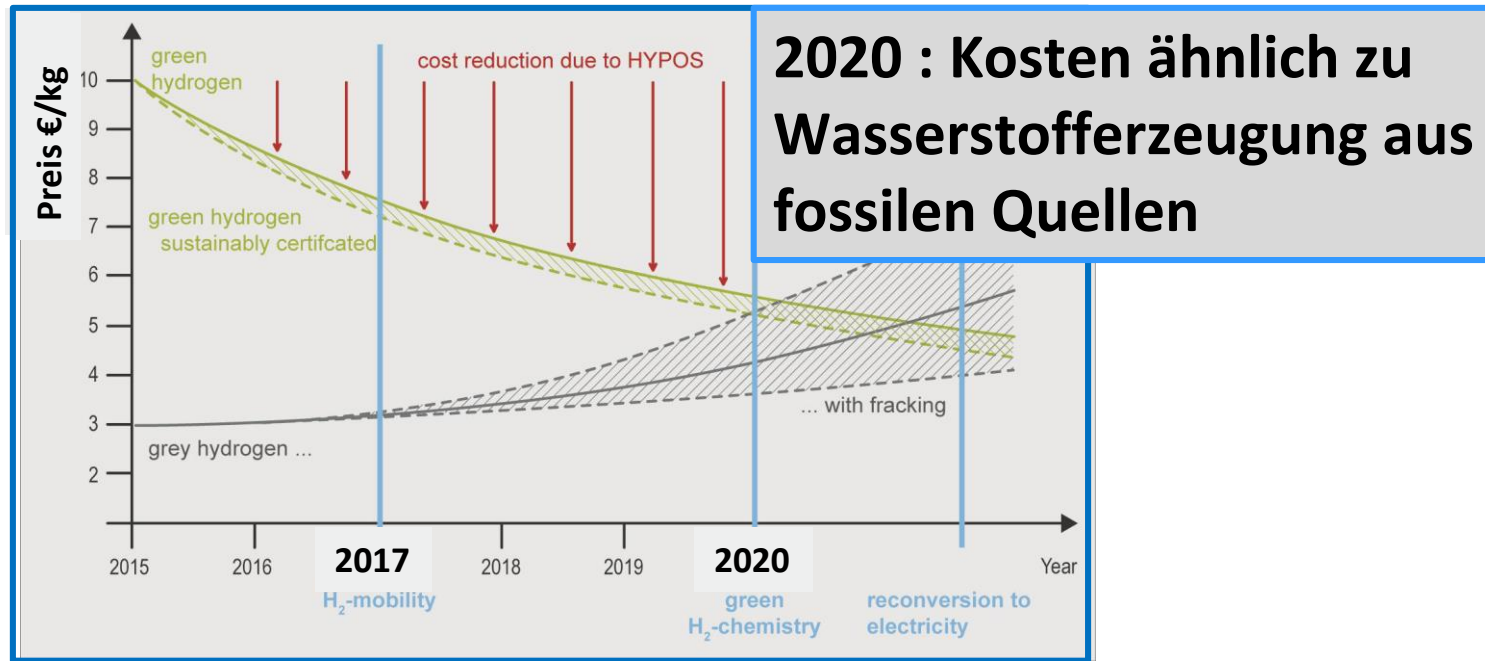
- Wandlung unseres Energiesystems: Anforderungen an Erneuerbare Energien
- Photovoltaik-Trends: Märkte, Stromgestehungskosten, Energiesystem
- Speicher und PV: Trends / Technologien
- **Neue Technologienentwicklungen : grüner Wasserstoff (power to gas)**

Grüner Wasserstoff: Erzeugung (Power to Gas)



Umsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems

Grüner Wasserstoff / Power to Gas - Kostenreduzierung, Hypos



Projekte:

HYPOS (Hydrogen Power Storage & Solutions East Germany), 2015 -2022

114 Mitglieder, davon 72 aus der Wirtschaft, 8 Projekte in Umsetzung, u.a. Elektrolyse-test- und Versuchsplattform Leuna,

Zielmärkte: Chemie und Raffinerie; Urbane Energieversorgung; Mobilität



Wirtschaftliche H₂-Elektrolyse durch Nutzung des Stromüberschusses (Wind/ Sonne)

Forschung und Entwicklung - Schlüsselthemen

**Technologie
Entwicklung**

**Kosten-
senkung**

**Effizienz PV
/ Batterie**

**H2 – Elektrolyse
/ Speicherung**

Anwendung

Systemintegration
Batterie / E Management

Sektorkopplung
Wärme / Verkehr

Flächen Nutzung
BIPV..., Verkehrswege

**Andere Klima-
Zonen**

**F&E muss in Zusammenhang mit Verbreiterung der
deutschen Industriestruktur erfolgen**

Summary

- **Wir benötigen stark wachsende PV-Leistungen in Deutschland, Europa und global, PV muss als Bestandteil des Gesamt-Energiesystems weiterentwickelt werden**
- **Kombination aus PV und Batterietechnik ist wirtschaftlich und wird weiterentwickelt für den gewerblichen und Home – Markt**
- **Sektorenkopplung (Elektrizität & Wärme/Verkehr) wird adressiert, neue Technologien wie „grüner Wasserstoff“ werden vorangetrieben**

Danke für Ihre Aufmerksamkeit !