

Photovoltaik

&

Speicher

Photovoltaik & Speicher

Die sinnvolle Alternative, seine Energie selbst zu erzeugen

Oliver Geissler (M. Sc.), Themengebiet Photovoltaik, EnergieAgentur.NRW

Agenda

- 1. Einleitung**
2. Rahmenbedingungen
3. Anwendung
4. Wirtschaftlichkeit



1. Einleitung – Die EnergieAgentur.NRW

Die EnergieAgentur.NRW GmbH arbeitet im Auftrag der Landesregierung von Nordrhein-Westfalen als operative Plattform mit einer breiten Kompetenz im Energiebereich:

Themengebiete

| | | | |
|------------|--|-------------|--|
| T 1 | Windenergie Claudia Bredemann | T 9 | Mobilität (erneuerbare Systeme & Antriebe) Dr. Frank Köster |
| T 2 | Biomasse Heike Wübbeler | T 10 | Brennstoffzellen, Wasserstoff Dr. Thomas Kattenstein |
| T 3 | Geothermie, Wärmepumpen Leonard Thien | T 11 | Energieanwendung, Klimaschutz in Industrie & Gewerbe Bernd Geschermann |
| T 4 | Photovoltaik Carl-Georg von Buquoy | T 12 | Energieanwendung, Klimaschutz in Kommunen & Regionen Jochem Pferdehirt |
| T 5 | KWK, Nah- & Fernwärme, Kraftwerke der Zukunft Margit Thomeczek | T 13 | Geschäfts-, Finanzierungs- & Vermarktungsmodelle Dr. Katrin Gehles, Christian Tögel |
| T 6 | Wasserkraft Stefan Prott | T 14 | Querschnittsthemen Klimaschutz & Energie Jochem Pferdehirt, Akram El Bahay, Stephanus Linker |
| T 7 | Netze, Speicher, Pumpspeicher, Systemtechnik & -dienstleistungen Frank Schäfer | T 15 | Energieforschung Dr. Stefan Rabe, Georg Unger |
| T 8 | Wärme, Gebäude Dirk Möbers, Andreas Gries | T 16 | Energie-, Bergbauwirtschaft & -technik Dr. Eckehard Büscher |

1. Einleitung – Begriffserklärung

Kilowatt Peak (kWp)

Elektrische Leistung von Solarmodulen unter Standardtestbedingungen, d. h.

Sonneneinstrahlung: 1.000 W/m²

Temperatur: 25 °C

Eigenverbrauchsgrad

Direkt verbrauchter Solarstrom (ggf. plus Speicher**be**ladung) im Verhältnis zum jährlich produzierten Ertrag.

„Wie viel selbsterzeugten Solarstrom nutze ich?“

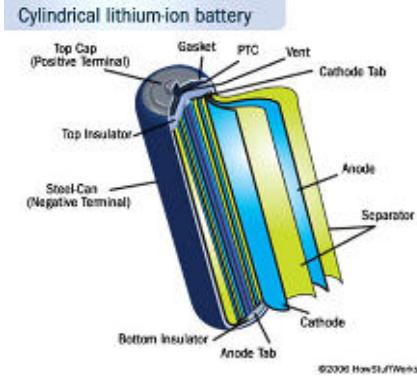
Autarkiegrad / Eigendeckungsgrad

Direkt verbrauchter Solarstrom (ggf. plus Speicher**ent**ladung) im Verhältnis zum jährlichen Energieverbrauch.

„Wie unabhängig bin ich vom Stromversorger?“

1. Einleitung – Begriffserklärung

Zelle



Modul / Pack



ca. 300-400 \$/kWh

System



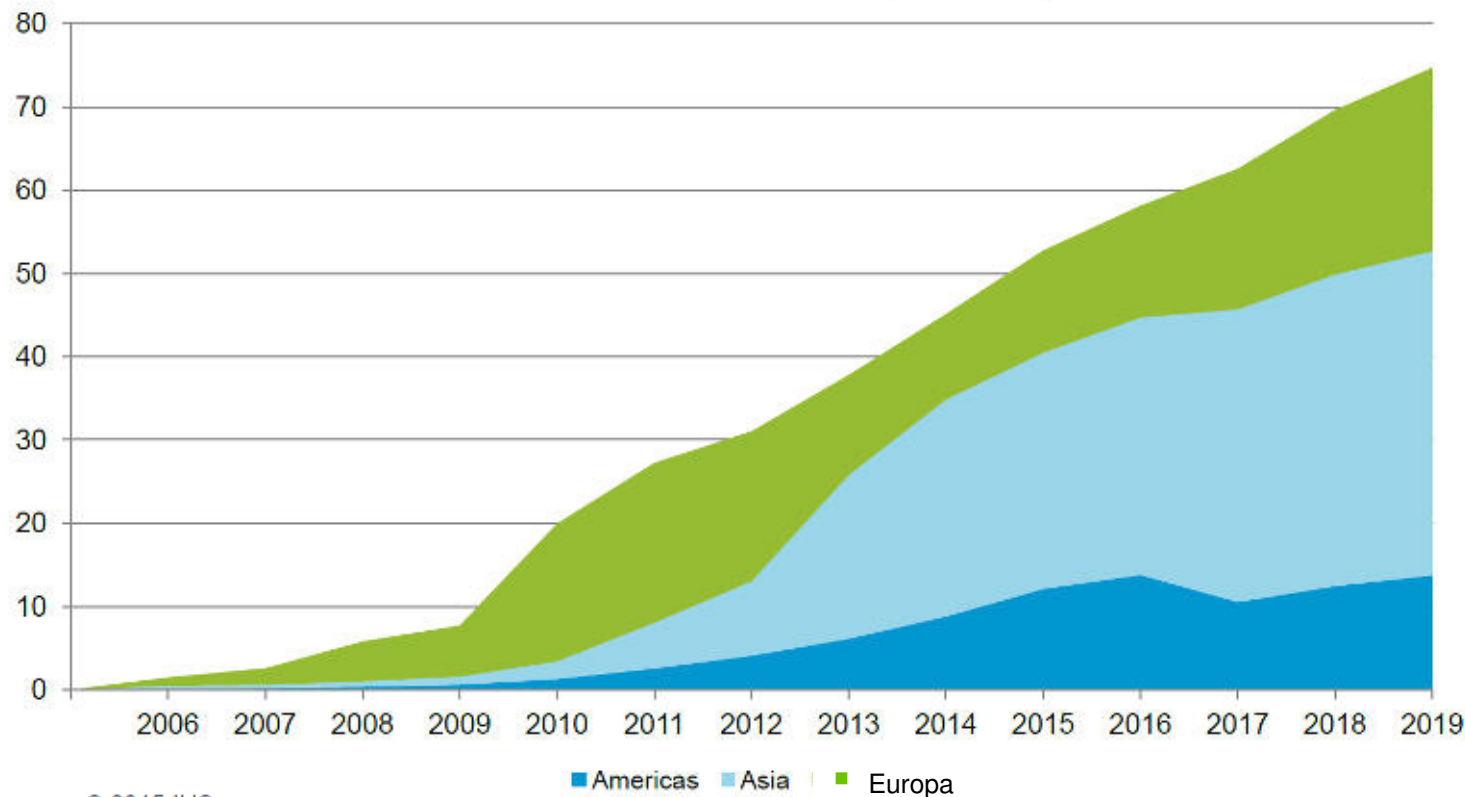
Agenda

1. Einleitung
2. Rahmenbedingungen
3. Anwendung
4. Wirtschaftlichkeit



2. Rahmenbedingungen – Stand der Industrie

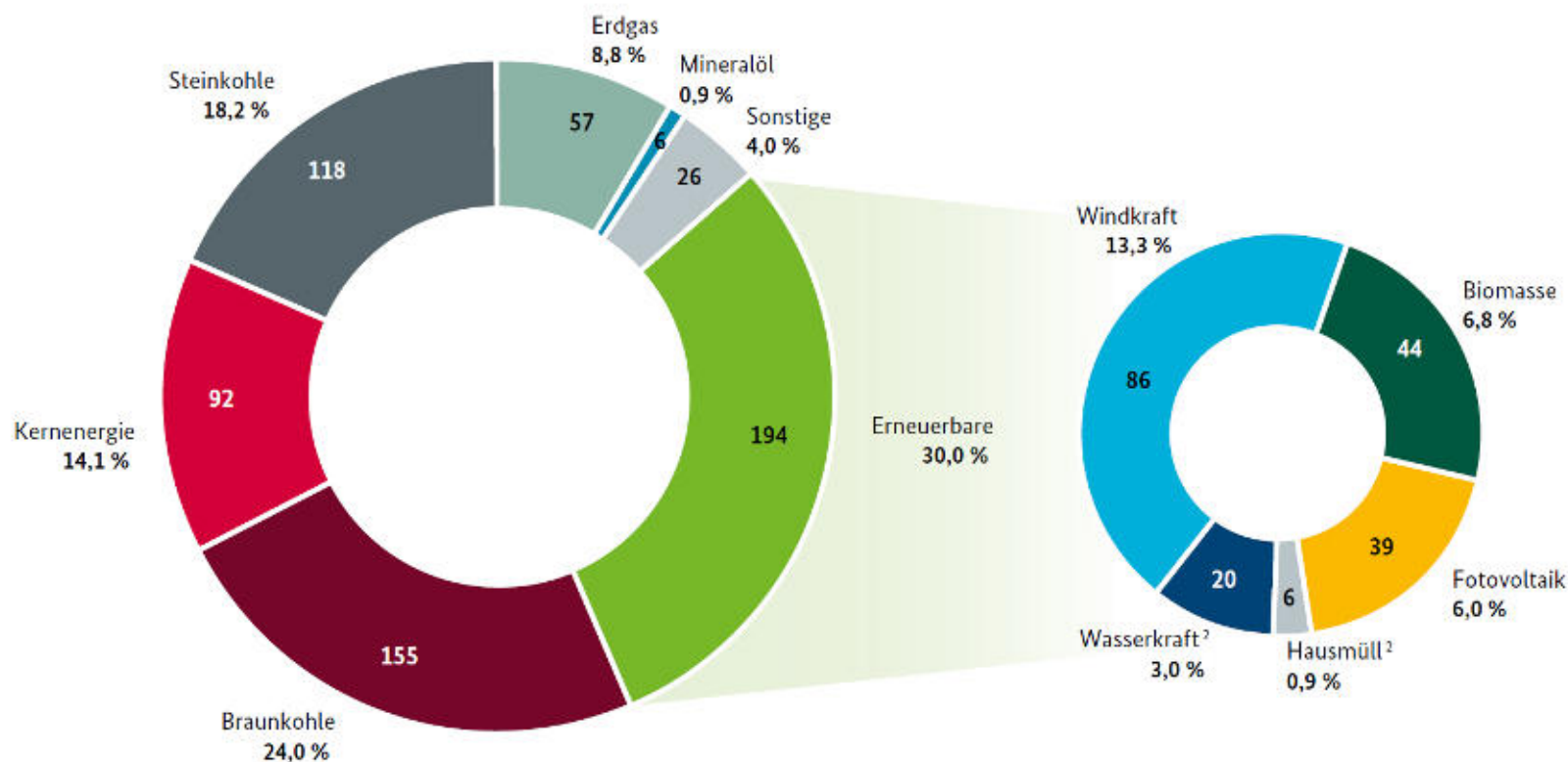
Annual PV Installations (GW-DC)



| | | |
|-----------|------|---------|
| ■ China: | 2014 | 12,6 GW |
| | 2015 | 17,3 GW |
| ■ Japan: | 2014 | 10,0 GW |
| | 2015 | 10,4 GW |
| ■ USA: | 2014 | 7,0 GW |
| | 2015 | 9,0 GW |
| ■ Austr.: | 2015 | 4,1 GW |
| ■ Chile: | 2015 | 2,6 GW |
| ■ Deut.: | 2014 | 2.0 GW |

2. Rahmenbedingungen – Stand der Industrie

Bruttostromerzeugung in Deutschland 2015 in TWh*



1 Vorläufig

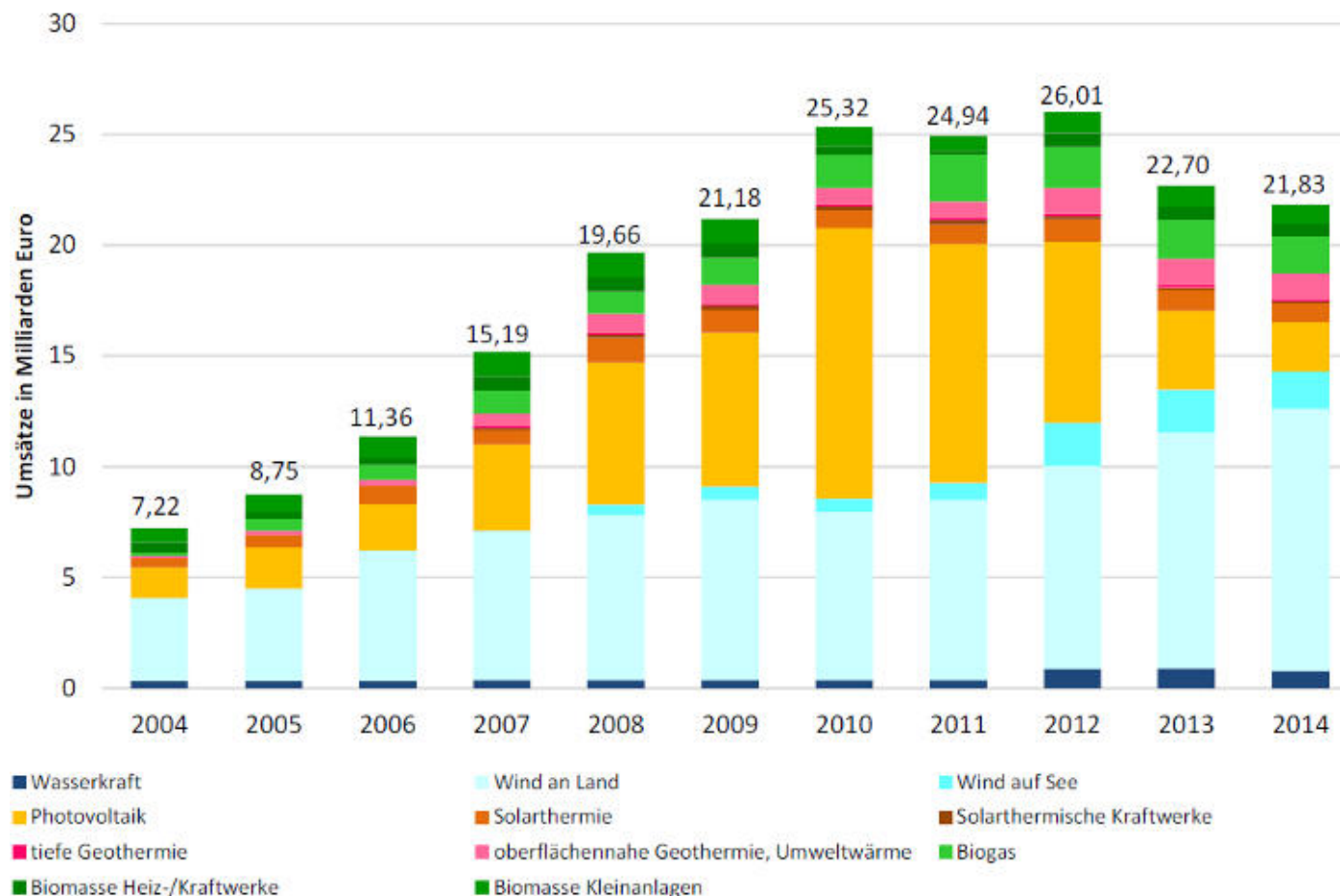
2 Regenerativer Anteil

Geothermie aufgrund der geringen Menge nicht dargestellt

Quelle: AG Energiebilanzen, Stand Dezember 2015

2. Rahmenbedingungen – Stand der Industrie

Umsätze EE

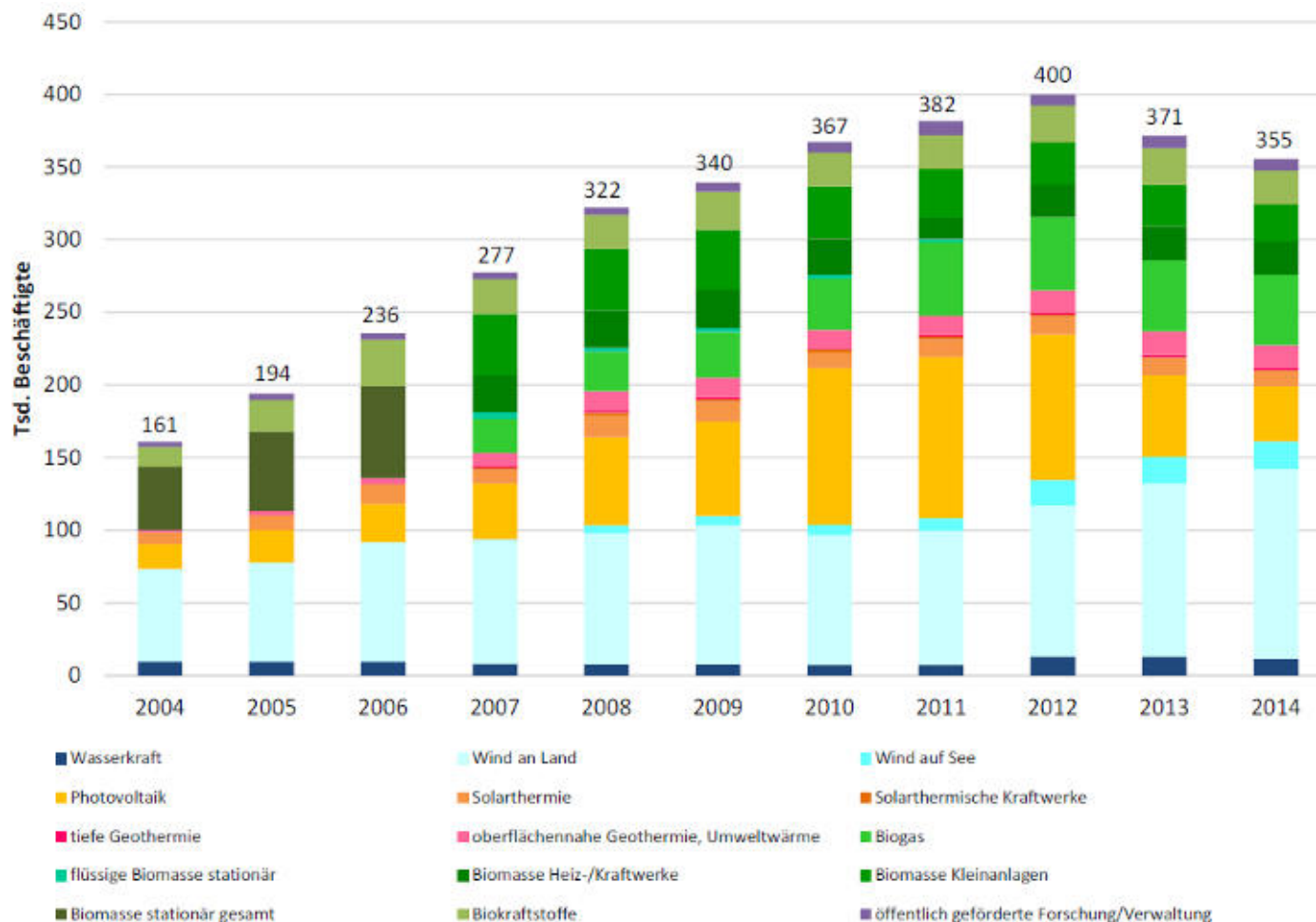


- Umsätze
-38%
- Gestiegener Zubau weltweit:
40 GW
- Gesunkener Zubau Europa:
6,95 GW → -28 %
- Zubau Deutschland:
1,95 GW (2014)
1,44 GW (2015)
0,52 GW (2016, Q1+2)

Quelle: BMWi

2. Rahmenbedingungen – Stand der Industrie

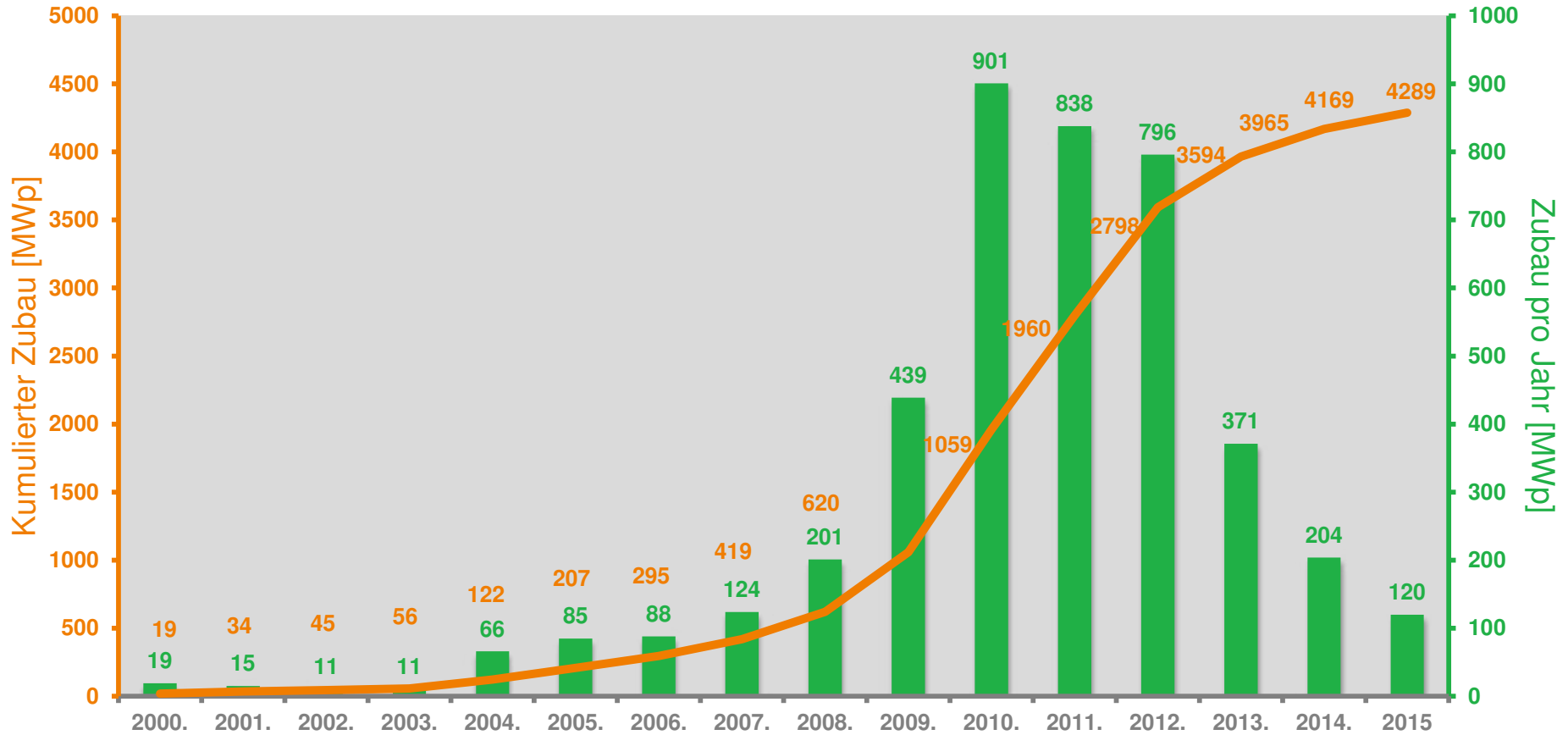
Beschäftigungszahlen EE



Quelle: BMWi

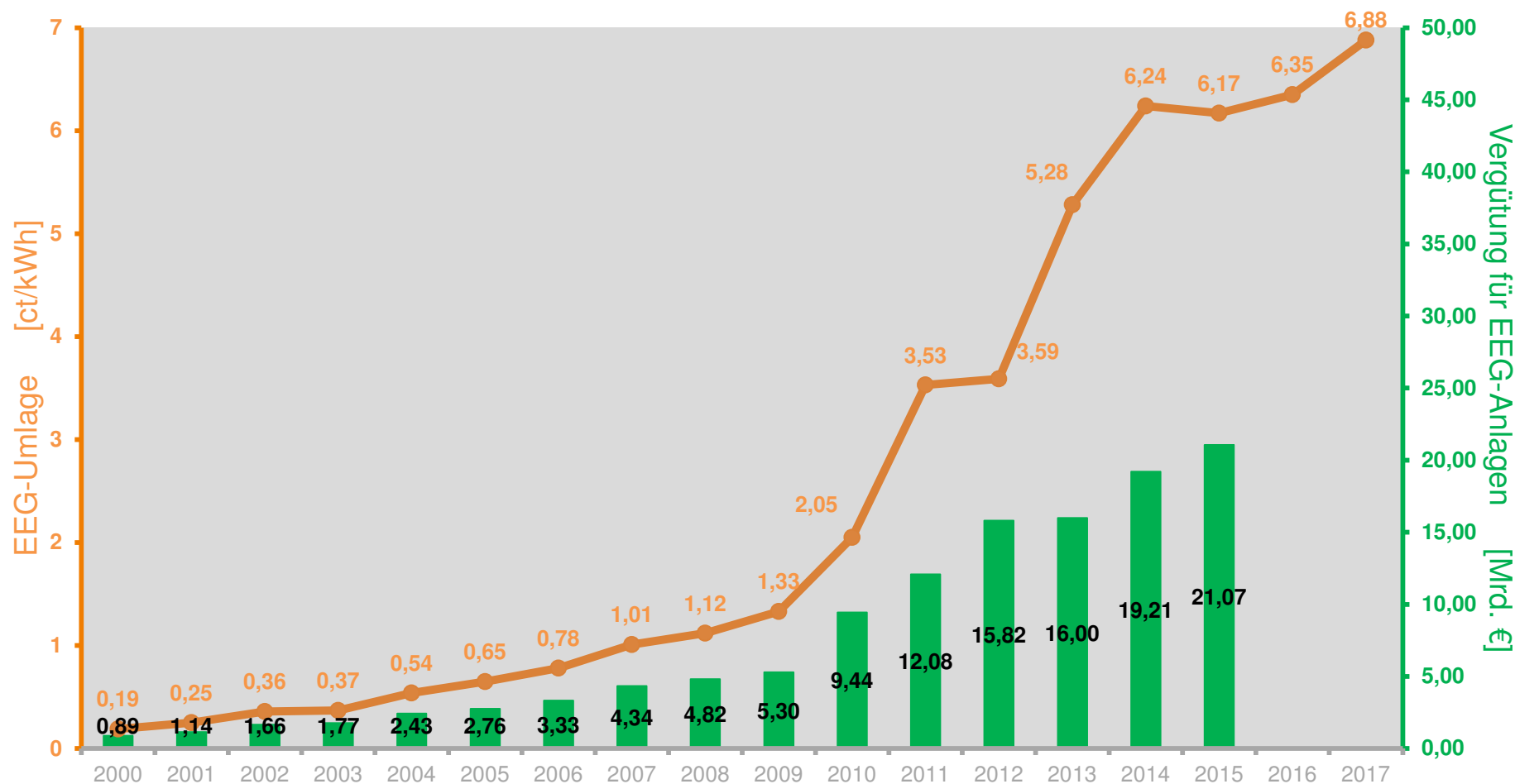
2. Rahmenbedingungen – Zubau

Installationen in NRW



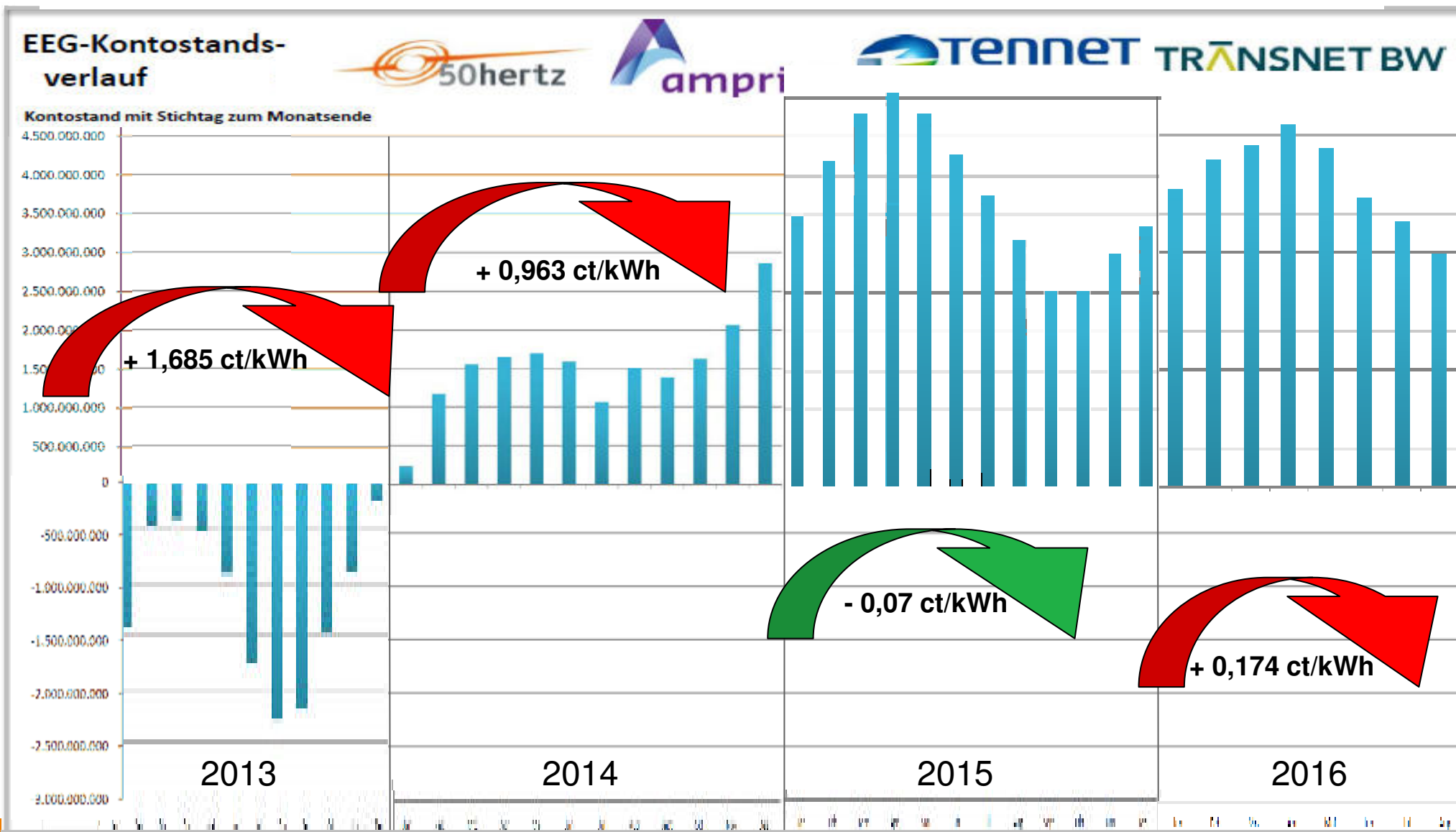
2. Rahmenbedingungen – EEG-Umlage

EEG-Umlage vs. EEG-Vergütung



Quelle: Fraunhofer ISE

2. Rahmenbedingungen – EEG-Umlage



Kostenentwicklung der Photovoltaik

Durchschnittspreise in Deutschland in Euro pro Kilowatt (peak)



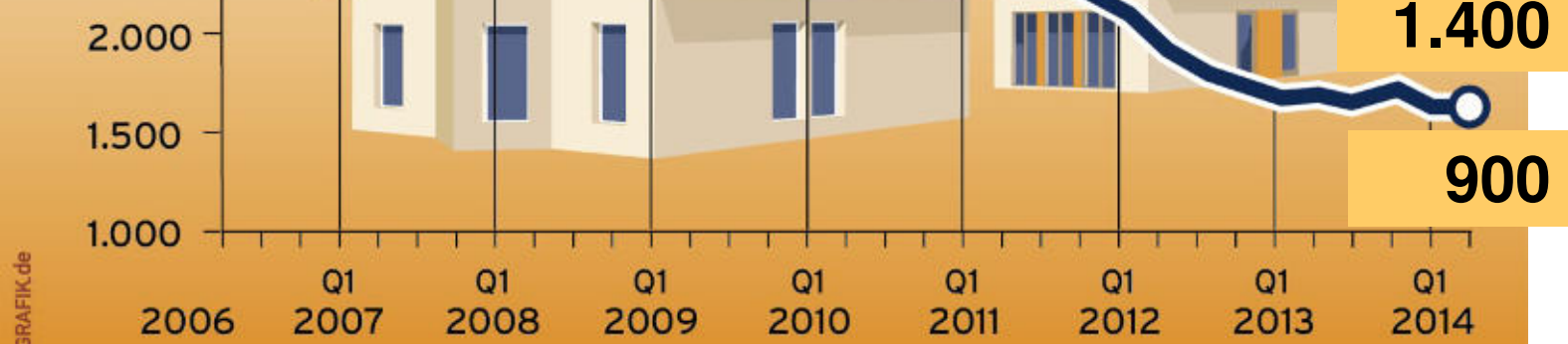
Kostenreduktion um ca. 75% (seit 2006)

4. Quartal 2009:
3.135 Euro

Durchschnittlicher Endkundenpreis für fertig installierte PV-Aufdachanlagen bis 10 kWp (ohne USt)

Quellen: Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie, Bundesverband Solarwirtschaft; Stand: 06/10

www.unendlich-viel-energie.de

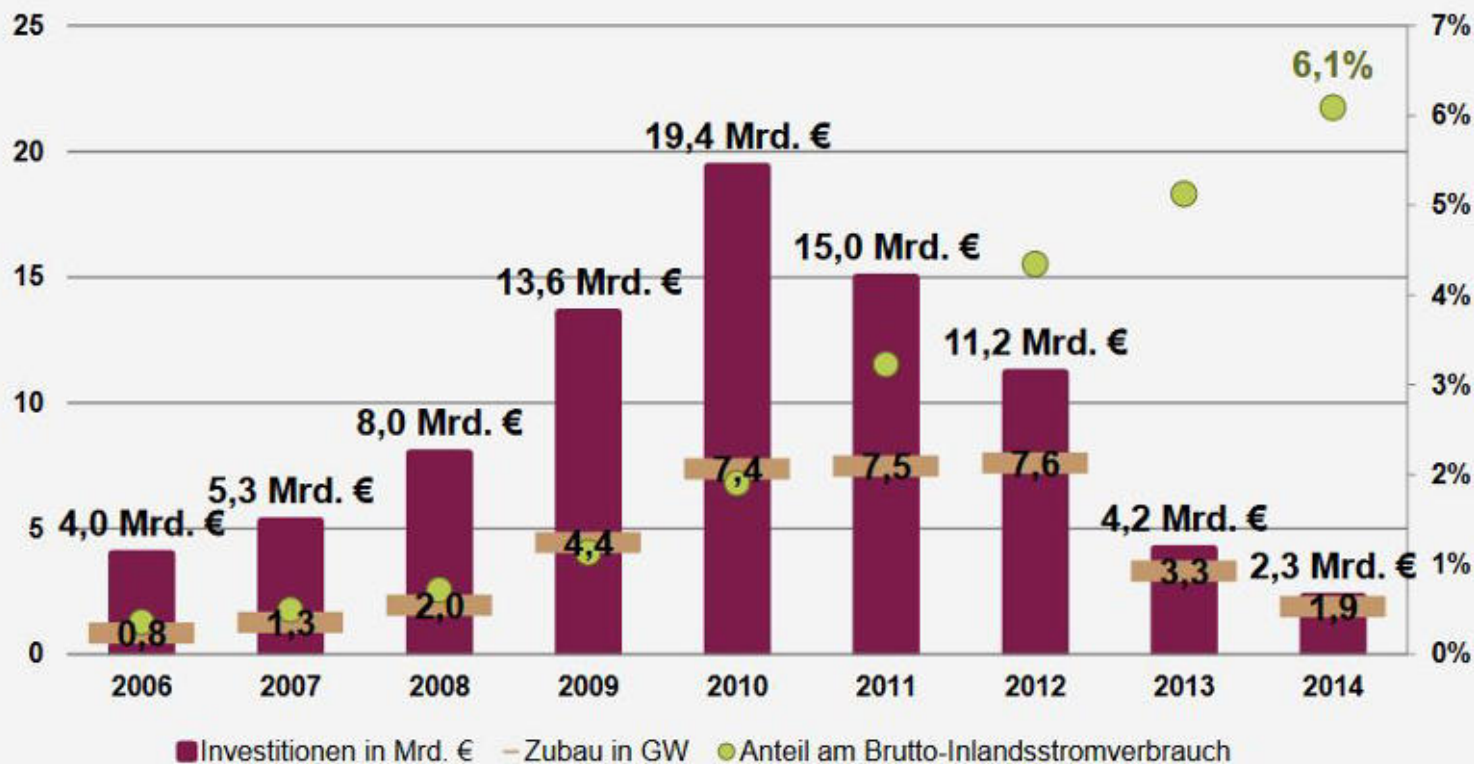


Quelle: Unabhängige, repräsentative Befragung von 100 Installateuren durch EUPD-Research im Auftrag des BSW-Solar. Stand 5/2014. Weitere Infos: www.solarwirtschaft.de/preisindex

SOLARGRAFIK.de

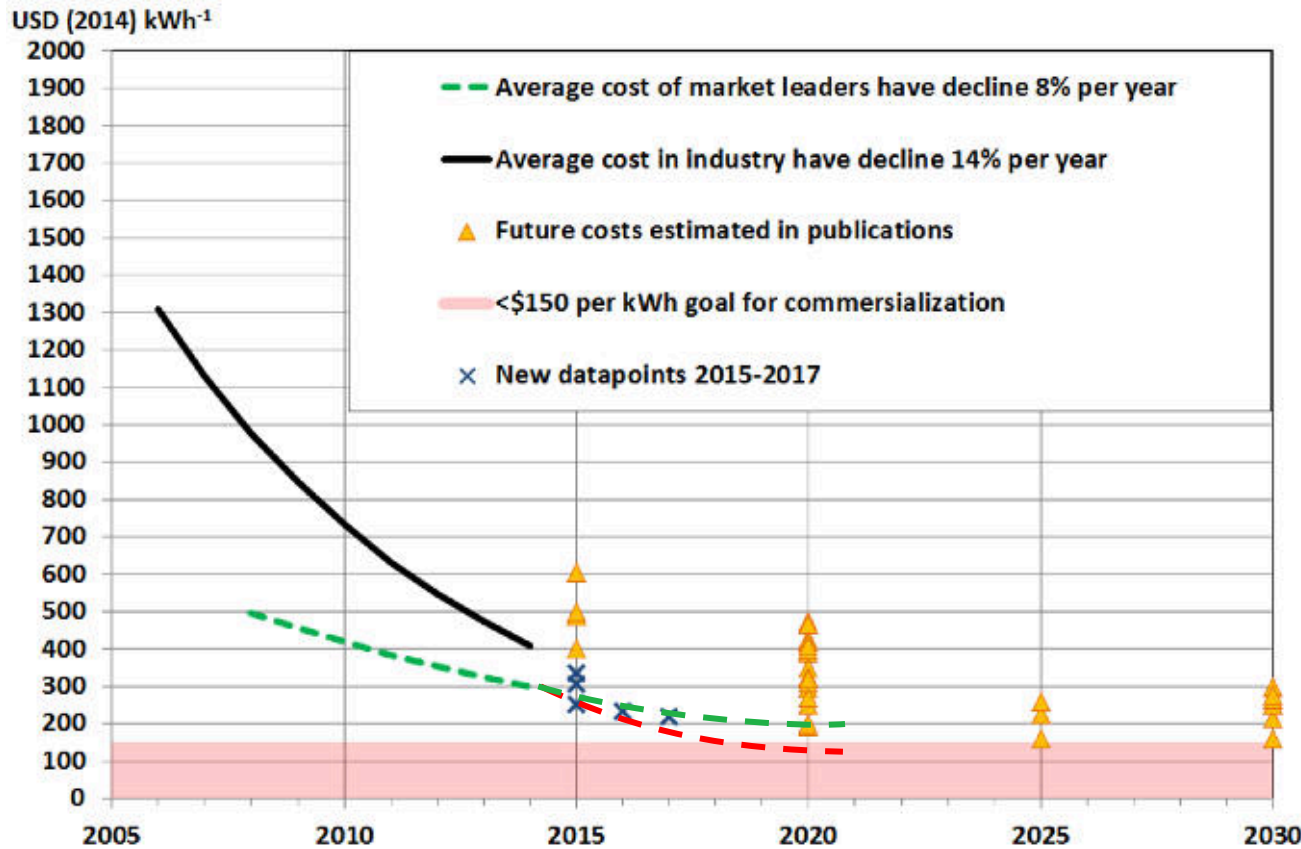
2. Rahmenbedingungen – Kosten

Photovoltaik – Investition und Wirkung



2. Rahmenbedingungen – Batteriemodulkosten

Recent reported costs in 2015



- Kostenreduktion von 2006 bis 2014:
→ 14% pro Jahr
- Modulkosten der Marktführer heute (Nissan, GM, Tesla):
→ ca. 300 \$/kWh
- Ziel: 100 – 150 \$/kWh
→ ca. 2020 der Fall

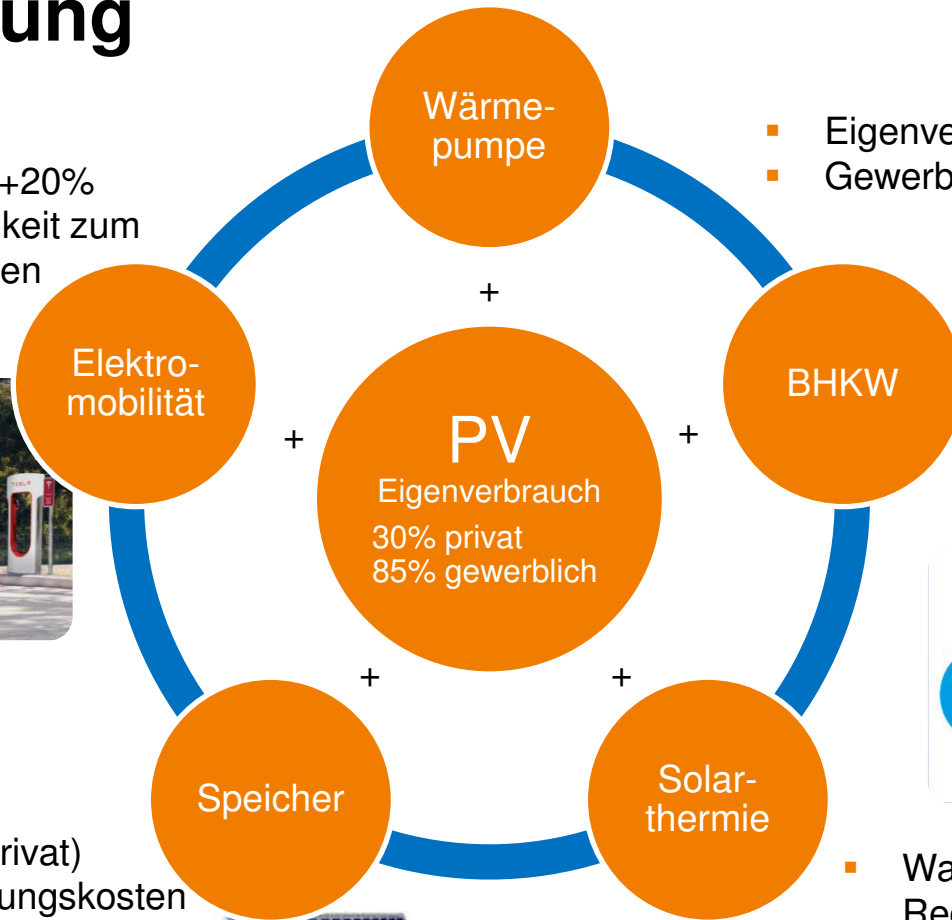
Quelle: Björn Nykvist & Måns Nilsson, Magazin: Nature - Climate Change (2015)

Agenda

1. Einleitung
2. Rahmenbedingungen
3. **Anwendung**
4. Wirtschaftlichkeit



3. Anwendung



- Eigenverbrauch: +5 bis +20%
- Kostengünstige Möglichkeit zum Betrieb von E-Fahrzeugen



- Eigenverbrauch: 60% (privat)
- Gewerblich: Bürokühlung



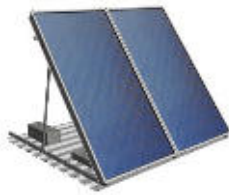
- Im Privatbereich wenig sinnvoll
- Gewerblich: Autarkiegrade mit Wärme 95 -100%



- Eigenverbrauch: 70% (privat)
- Gewerblich sind Gestehungskosten unter 15 ct/kWh darstellbar



- Warmwasser Reduktion des Gasbedarfs ca. 49 - 74%
- Wasser und Heizung Reduktion des Gasbedarfs ca. 19 - 49%



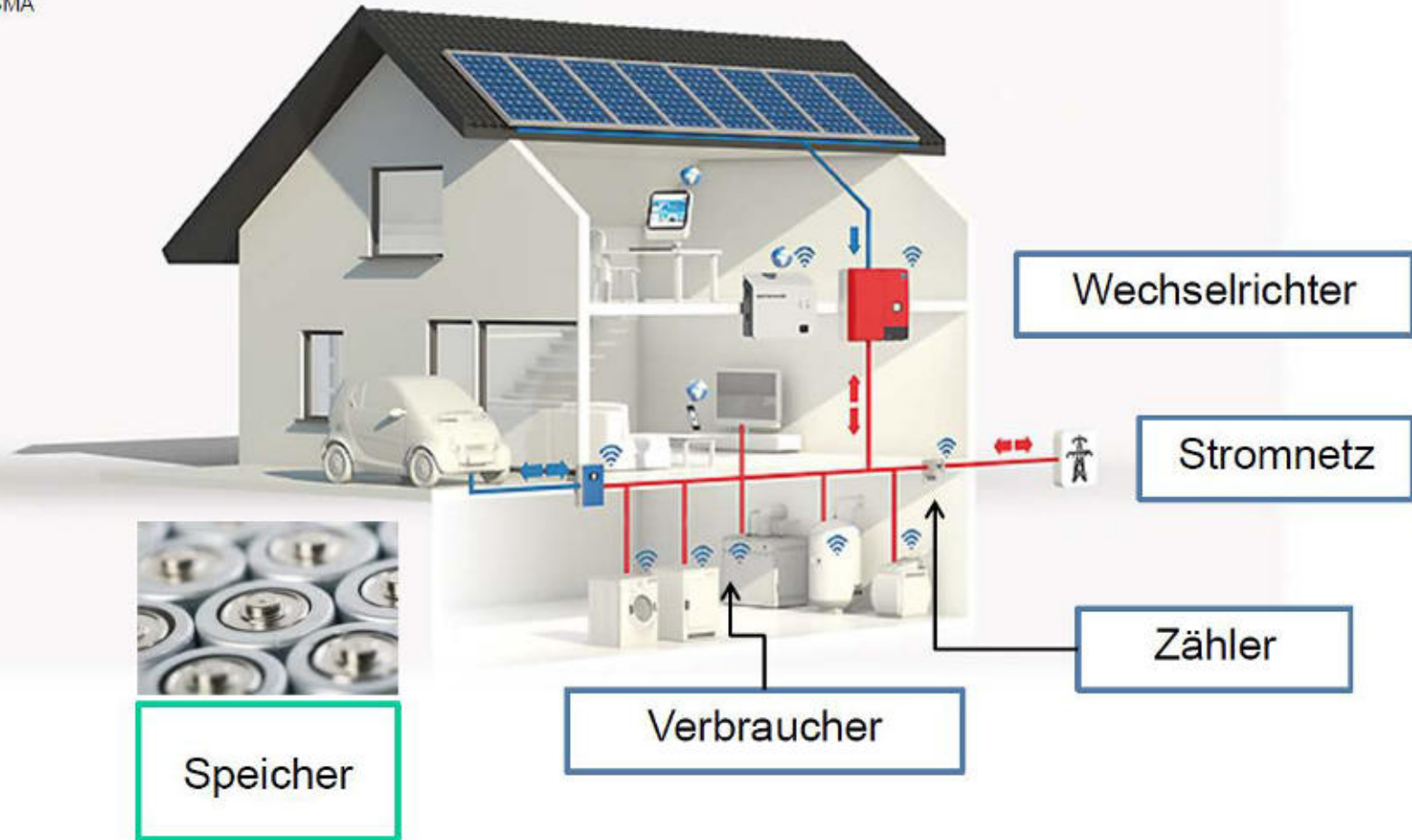
Quelle: SWW 3/2015

3. Anwendung

Solarstrommodul

Ertrag: 1 kWp → 880 kWh pro Jahr

Bild: SMA



Wechselrichter

Stromnetz

Zähler

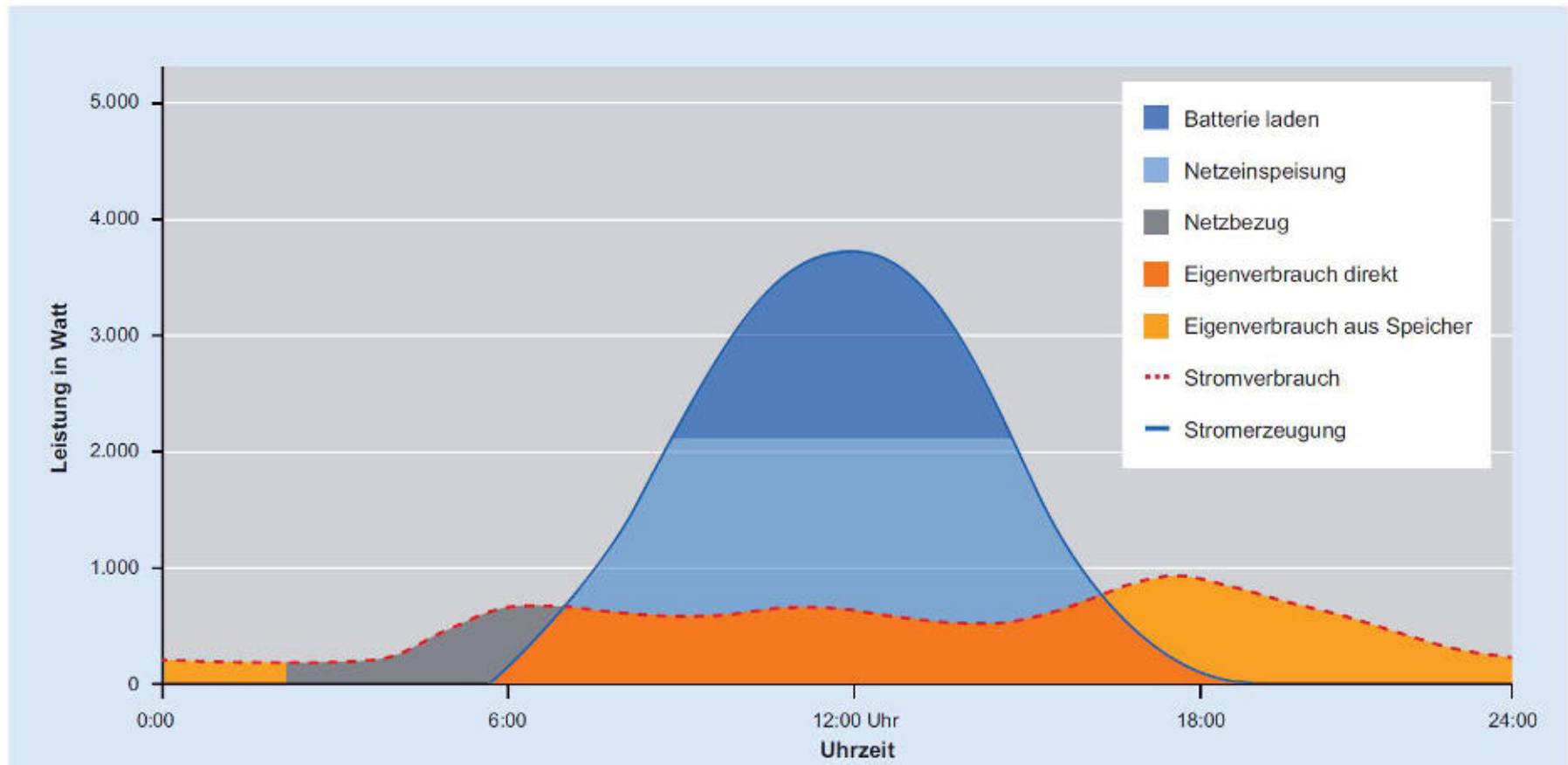
Verbraucher



Speicher

3. Anwendung

Leistungsprofil mit Speicher



3. Anwendung – Praxisbeispiele

TEDi-Logistikzentrum in Dortmund

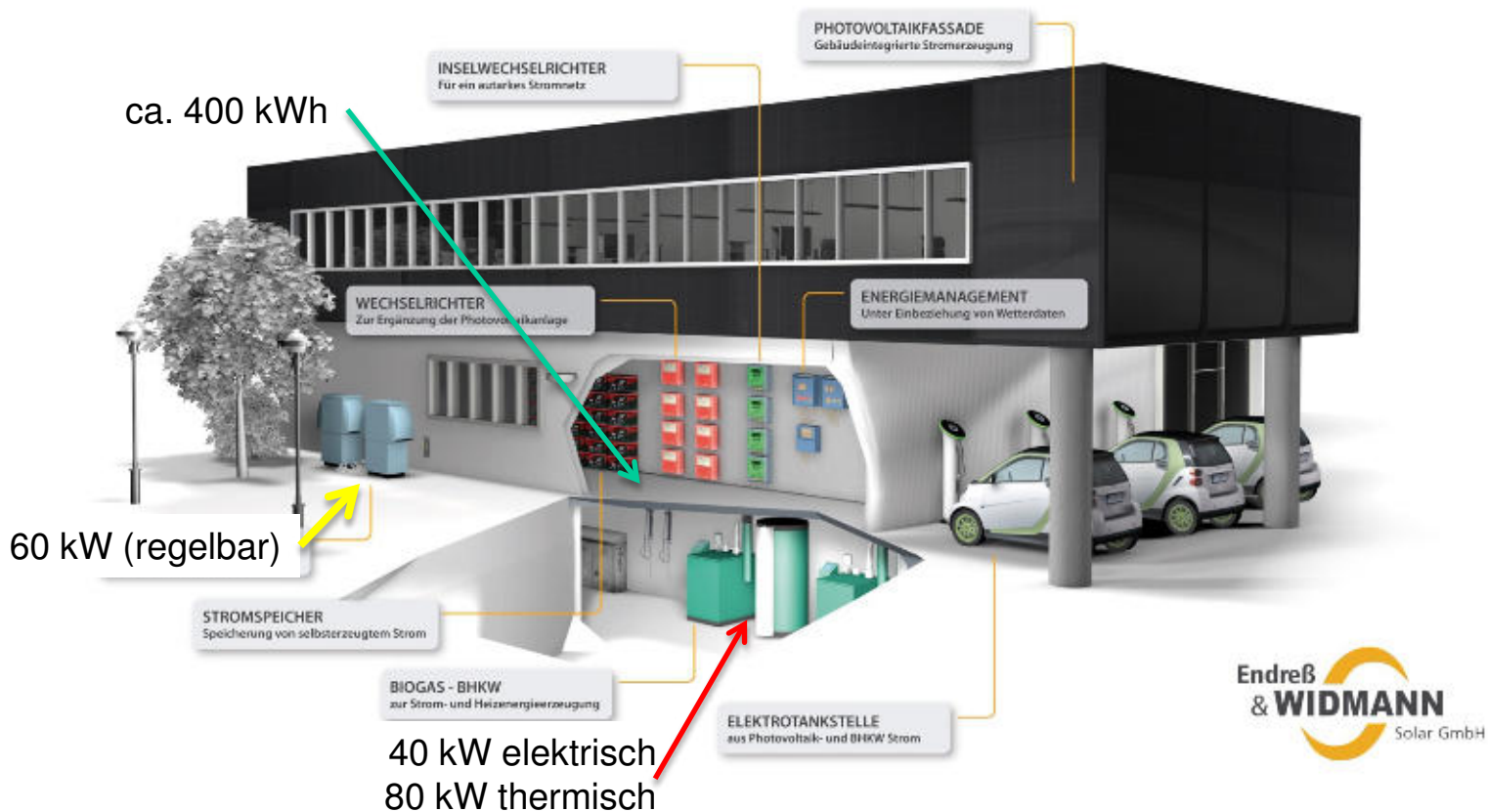
- Installierte Leistung **970 kWp**
- Eigenverbrauchsquote **85%**
- Strom**gestehungs**kosten **12 ct/kWh**
- Strom**bezug**kosten **16 ct/kWh**
- Ertrag **870.000 kWh/Jahr**



3. Anwendung – Praxisbeispiele

ENFA Die Energiefabrik

Autarkes Energiesystem - ohne Anschluss an das öffentliche Stromnetz



3. Anwendung – Praxisbeispiele



- Installiert Leistung **112 kWp**
- Grundpreis **1.300 €/kWp**
- Gesamtpreis: **145.600 €**

- Gestehungskosten PV **6,5 ct/kWh**
- Gestehungskosten PV-Speicher **14,0 ct/kWh**
- Gestehungskosten BHKW-Strom **20,0 ct/kWh**

- Ertrag **90.049 kWh/a**

- Energiekosten pro 100 km

- Elektrofahrzeug: **2,52 €** (18 kWh/100km)
- Diesel: **6,60 €** (6,0 l/100km)*
- Benziner: **9,75 €** (7,5 l/100km)*

Strom: 14 ct/kWh
 Diesel: 1,10 €/l
 Benzin: 1,30 €/l

3. Anwendung – Praxisbeispiele



Edeka Krawczyk in Schwabach (2012)

- Installierte Leistung **340 kWp**
- Kredit (Sparkasse) **1,2 Mio. €**
- Amortisationszeit **15 Jahre**
- Ladesäulen für Fahrräder und Fahrzeuge

Zusatzfaktoren:

- **10%** mehr Umsatz an heißen und regnerischen Tagen (Überdachung)
- **Halbierung** des Winterdienstes
- **Wegfall** der Pflegekosten für Grünflächen

3. Anwendung – Praxisbeispiele



Aldi Süd

- Mehr als **jede zweite** Filiale im Westen und Süden nutzt bereits Photovoltaik
- Gesamtertrag **95 GWh** pro Jahr
- Eigenverbrauch **85%**

3. Anwendung – Praxisbeispiele

Wattway in Frankreich

- Geplant: 1000 km
- Im Bau: 1 km Länge, 2 m Breite



- 1 km soll für die öffentliche Beleuchtung einer 5000 Einwohner großen Stadt ausreichen
- Demonstrations- und Forschungsanlage

3. Anwendung – Praxisbeispiele

Ta'ū, Amerikanisch-Samoa – Tesla/Solarcity

Microgrid-System:

- 1,4 MW PV Leistung
- 6,0 MWh Batteriespeicher
- 3 Tage Notstromfähigkeit
- 7 Sonnenstunden für Vollbeladung
- 414.500 L Dieseleinsparung
- 1 Jahr Projektlaufzeit



Agenda

1. Einleitung
2. Rahmenbedingungen
3. Anwendung
4. **Wirtschaftlichkeit**



4. Wirtschaftlichkeit

Wirtschaftlichkeit mittels der Generierung von finanziellen Rückflüssen

- Einsparungen:

Verringerte Stromkosten durch geringeren Netzbezug

→ selbst erzeugter Strom ist günstiger Netzstrom

→ **Netzparität**

- Einspeisevergütungen

Die Vergütung (0,12 €/kWh) liegt deutlich unter der Ersparnis (ca. 0,20 €/kWh) infolge geringerer Gestehungskosten

→ **Eigenverbrauch steigern!**

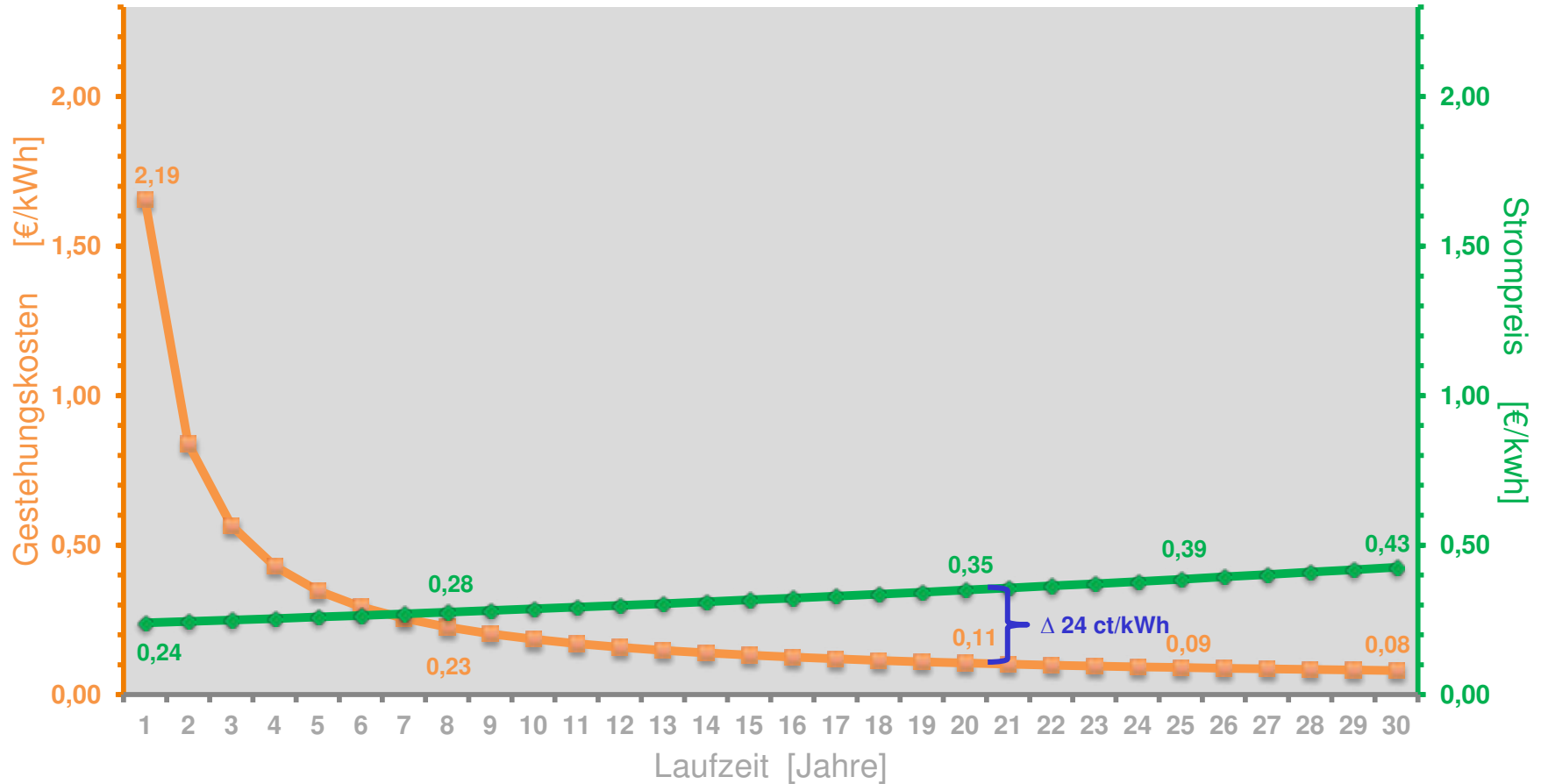
4. Wirtschaftlichkeit – Warum in PV investieren?

- Strompreissteigerungen sind zu erwarten
 - EEG-Umlage 2017: + 8% (+0,53 ct/kWh)
 - Netzentgelte 2017: + 10% bis 80% (+0,70 bis +5,69 ct/kWh)
- Einspeisevergütung ist für 20 Jahre konstant
- Stromgestehungskosten sind für bis zu 30 Jahre nahezu konstant
- Produkt- und Leistungsgarantie bis zu 30 Jahre

→ Photovoltaik schafft Planungssicherheit und eine erhöhte Unabhängigkeit gegenüber Veränderungen des Strommarktes

4. Wirtschaftlichkeit – PV-Anlage

PV-Stromgestehungskosten vs. Strompreis



4. Wirtschaftlichkeit – PV-Anlage

Beispiel

| | | |
|-------------------|------------|---|
| Stromverbrauch: | 4000 kWh | |
| Anlage: | 5,00 kWp | |
| Investition: | 7.500 € | netto |
| Ertrag: | 4.400 kWh | Süd |
| Strompreis: | 0,24 €/kWh | im Jahr 0 |
| EEG-Vergütung: | 0,12 €/kWh | |
| Gestehungskosten: | 0,11 €/kWh | inkl. Wartung, Degradation, Abzinsung, Kostensteigerungen |

Amortisationszeit

100% Einspeisung: **25,5 Jahre** (0% Autarkie)

30% Eigenverbrauch: **13,9 Jahre** (33% Autarkie)

70% Eigenverbrauch: **8,7 Jahre** (77% Autarkie)

90% Eigenverbrauch: **7,3 Jahre** (100% Autarkie)

4. Wirtschaftlichkeit – PV-Anlage

Beispiel

| | | |
|-------------------|-------------------|---|
| Stromverbrauch: | 4000 kWh | |
| Anlage: | 5,00 kWp | |
| Investition: | 7.500 € | netto |
| Ertrag: | 4.400 kWh | Süd |
| Strompreis: | 0,28 €/kWh | im Jahr 0 |
| EEG-Vergütung: | 0,12 €/kWh | |
| Gestehungskosten: | 0,11 €/kWh | inkl. Wartung, Degradation, Abzinsung, Kostensteigerungen |

Amortisationszeit

| | | | |
|----------------------------|-------------------|-----------------|------------------------|
| 100% Einspeisung: | 25,5 Jahre | | (0% Autarkie) |
| 30% Eigenverbrauch: | 12,6 Jahre | ↓ (-1,3) | (33% Autarkie) |
| 70% Eigenverbrauch: | 7,5 Jahre | ↓ (-1,2) | (77% Autarkie) |
| 90% Eigenverbrauch: | 6,2 Jahre | ↓ (-1,1) | (100% Autarkie) |

4. Wirtschaftlichkeit – Förderinstrumente

1. EEG-Vergütung (Bund)

Feste Vergütung pro eingespeister Kilowattstunde Strom

2. KfW-Kredite für stationäre Speicher (Bund)

Zinsgünstiger Kredit für Komplettfinanzierung eines PV-Speicher-Systems und einmaliger Tilgungszuschuss

3. Mieterstrom Förderung (Land)

Zuschuss für die Investition in Zählerinfrastruktur, sowie Abrechnungshard- und software

4. Speicherförderung ab 30 kWp Anlagenleistung (Land)

Zuschuss für die Investition in stationäre Speicher für PV-Großanlagen ab 30 kWp

5. (Ladeinfrastruktur Förderung (Bund, 2017))

Zuschüsse für die Investition in Ladestationen, Netzanschlüsse und ggf. stationäre Speicher



**Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit!**

Oliver Geissler (M. Sc.), Themengebiet Photovoltaik, EnergieAgentur.NRW

geissler@energieagentur.nrw