

# Wirtschaftlichkeit der Eigenstromerzeugung

**Prof. Dr.-Ing. Christoph Kail**  
FH Südwestfalen, Soest

11.03.2014

„Photovoltaik und Kraft-Wärme-Kopplung in Lippstädter Unternehmen“  
Veranstalter: Stadt Lippstadt, Wirtschaftsförderung Lippstadt

# Eigenerzeugung von Strom mit erneuerbaren Energien



Quelle:  
juwi

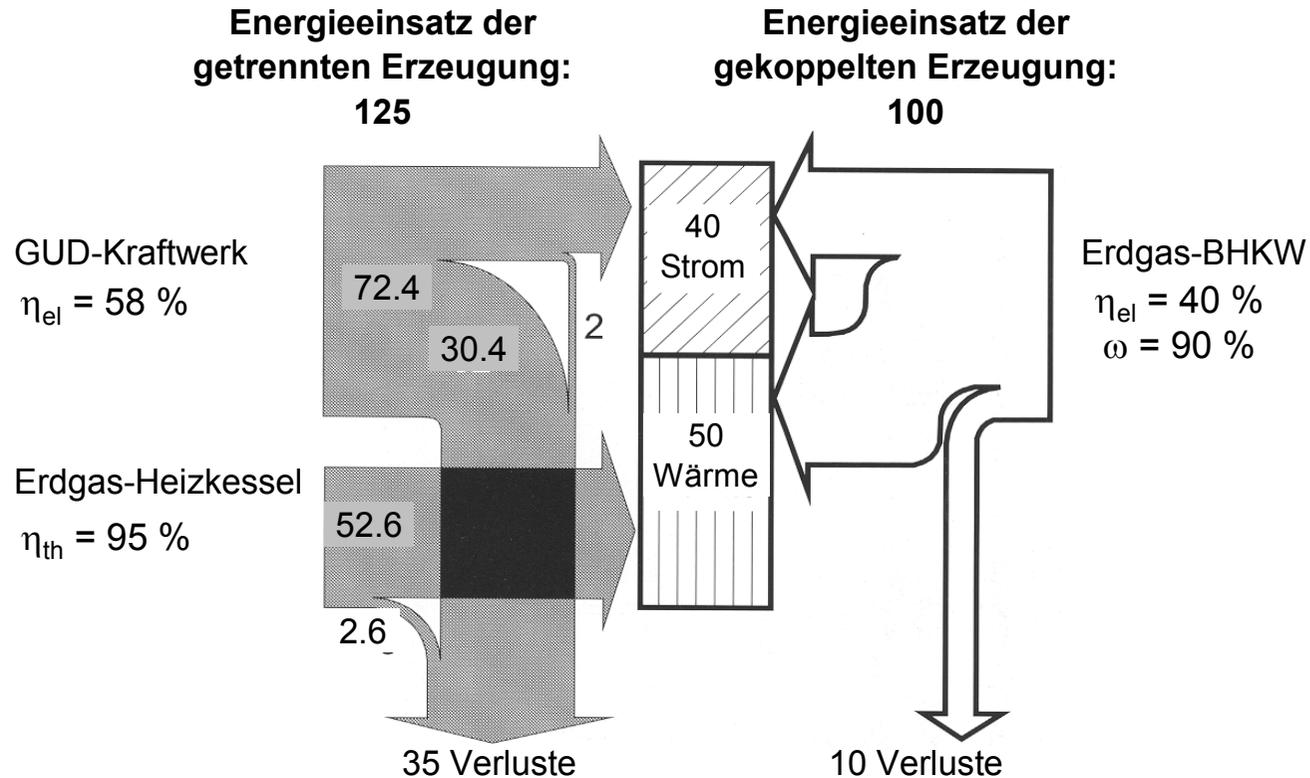
# Eigenerzeugung von Strom mit dezentralen Kraft- Wärme-Kopplungs-Anlagen mit Erdgas oder Bioerdgas



Quelle:  
Enervie

Prof. Dr. Christoph Kail

# Primärenergieeinsparung durch Kraft-Wärme-Kopplung am Beispiel eines Blockheizkraftwerkes (BHKW)



⇒ **Primärenergieeinsparung:  $(125 - 100) / 125 = 20\%$**

# Beispielrechnung für ein mit Erdgas befeuertes BHKW mit einer elektrischen Leistung von 50 kW

## Daten des Blockheizkraftwerkes

- elektrische Leistung: 50 kW
- Nutzwärmeleistung: 83 kW
- elektrischer Wirkungsgrad: 34 %
- Gesamtwirkungsgrad: 91 %
- Gesamtinvestition: rund 150 000 €

## Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsrechnung

- Amortisationszeit ohne EEG-Umlage: 5 bis 6 Jahre
- Amortisationszeit mit 70 % EEG-Umlage: rund 9 Jahre
- Primärenergieeinsparung gemäß EU-Richtlinie: 22 %  
(= Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Einsatz von Erdgas für die getrennte Erzeugung von Strom und Wärme)

# Beispielrechnung für ein mit Erdgas befeuertes BHKW mit einer elektrischen Leistung von 400 kW

## Daten des Blockheizkraftwerkes

- elektrische Leistung: 400 kW
- Nutzwärmeleistung: 500 kW
- elektrischer Wirkungsgrad: 40 %
- Gesamtwirkungsgrad: 90 %
- Gesamtinvestition: rund 600 000 €

## Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsrechnung

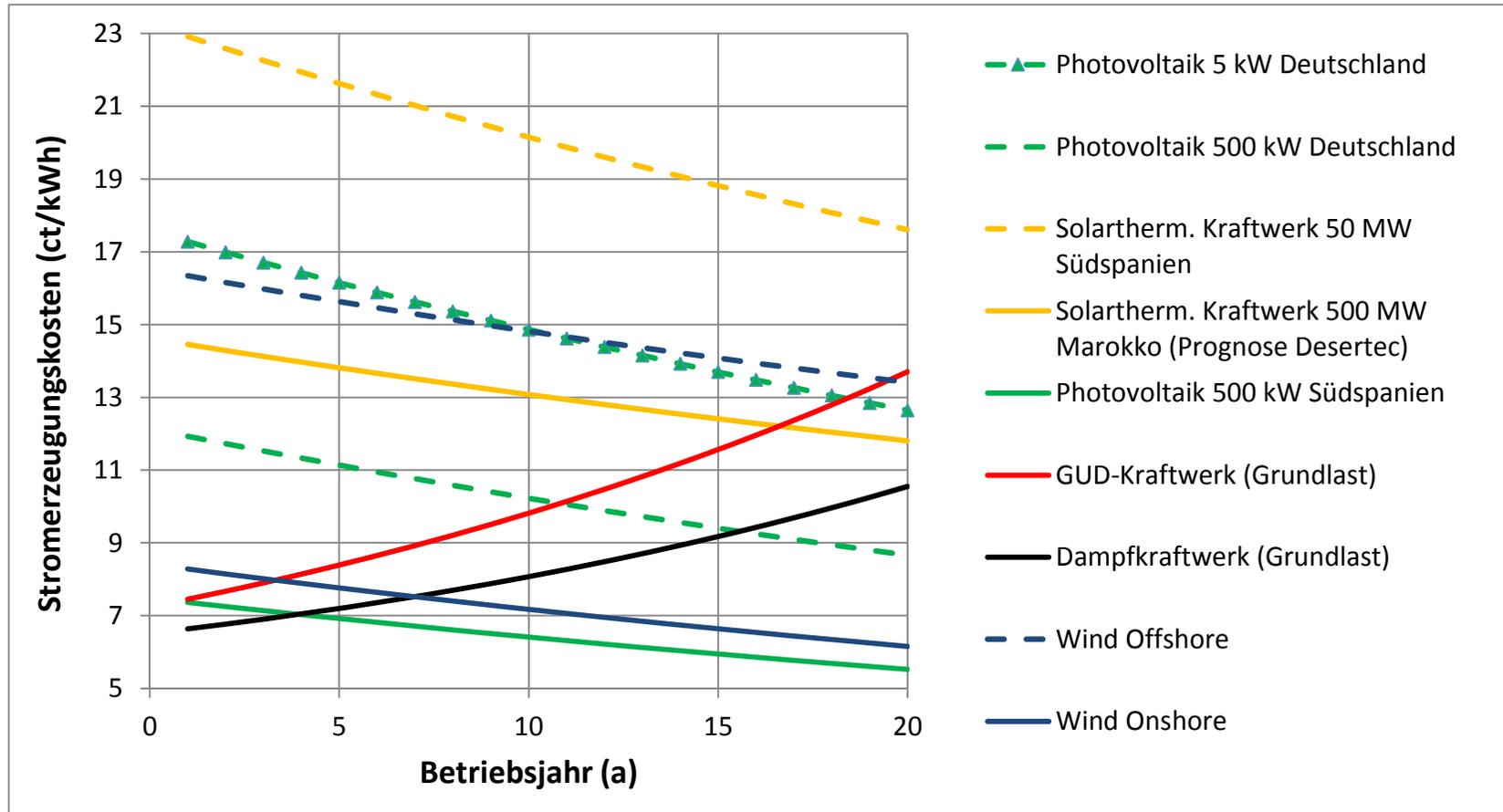
- Amortisationszeit ohne EEG-Umlage: 3 bis 4 Jahre
- Amortisationszeit mit 70 % EEG-Umlage: 5 bis 6 Jahre
- Primärenergieeinsparung gemäß EU-Richtlinie: 24 %  
(= Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Einsatz von Erdgas für die getrennte Erzeugung von Strom und Wärme)

# Wirtschaftlichkeit und Verfügbarkeit verschiedener Kraftwerkstypen (Neubau 2014)

Kraftwerkstyp	Elektr. Leistung (MW)	Elektr. Wirkungsgrad (%)	Spez. Investition (€/kW)	Äquival. Volllaststunden (h/a)	Nutzungsdauer (a)	Kapitalkosten (ct/kWh)	Brennstoffkosten (ct/kWh-H <sub>i</sub> )	CO <sub>2</sub> -Kosten (20 €/t CO <sub>2</sub> ) (ct/kWh-el)	Kosten f. Betrieb u. Wartung (ct/kWh)	Stromerzeugungskosten 1. J. (ct/kWh)
<b>GUD-Kraftwerk (Erdgas)</b>	580	61	850	<b>2000 - 7500</b>	25	0,9 - 3,3	3,3	0,7	0,5	<b>7,5 - 9,9</b>
<b>Dampfkraftwerk (Steinkohle)</b>	800	46	1600	<b>2000 - 7500</b>	30	1,5 - 5,8	1,2	1,5	1,0	<b>6,6 - 10,9</b>
<b>Wind Onshore</b>	3		1400	<b>1800</b>	20	6,8			1,5	<b>8,3</b>
<b>Wind Offshore</b>	5		4500	<b>4200</b>	20	9,3			7,0	<b>16,3</b>
<b>Photovoltaik</b>										
Deutschland	0,005	(40 m <sup>2</sup> )	1700	<b>900</b>	25	14,8			2,5	<b>17,3</b>
Deutschland	0,5		1200	<b>900</b>	25	10,4			1,5	<b>11,9</b>
Südspanien	0,5		1200	<b>1600</b>	25	5,9			1,5	<b>7,4</b>
<b>Solarthermisches Kraftwerk mit Speicher</b>										
Südspanien	50		8000	<b>3700</b>	25	16,9			6,0	<b>22,9</b>
Marokko	500		4000	<b>3700</b>	25	8,5			6,0	<b>14,5</b>
(Prognose Desertec)										

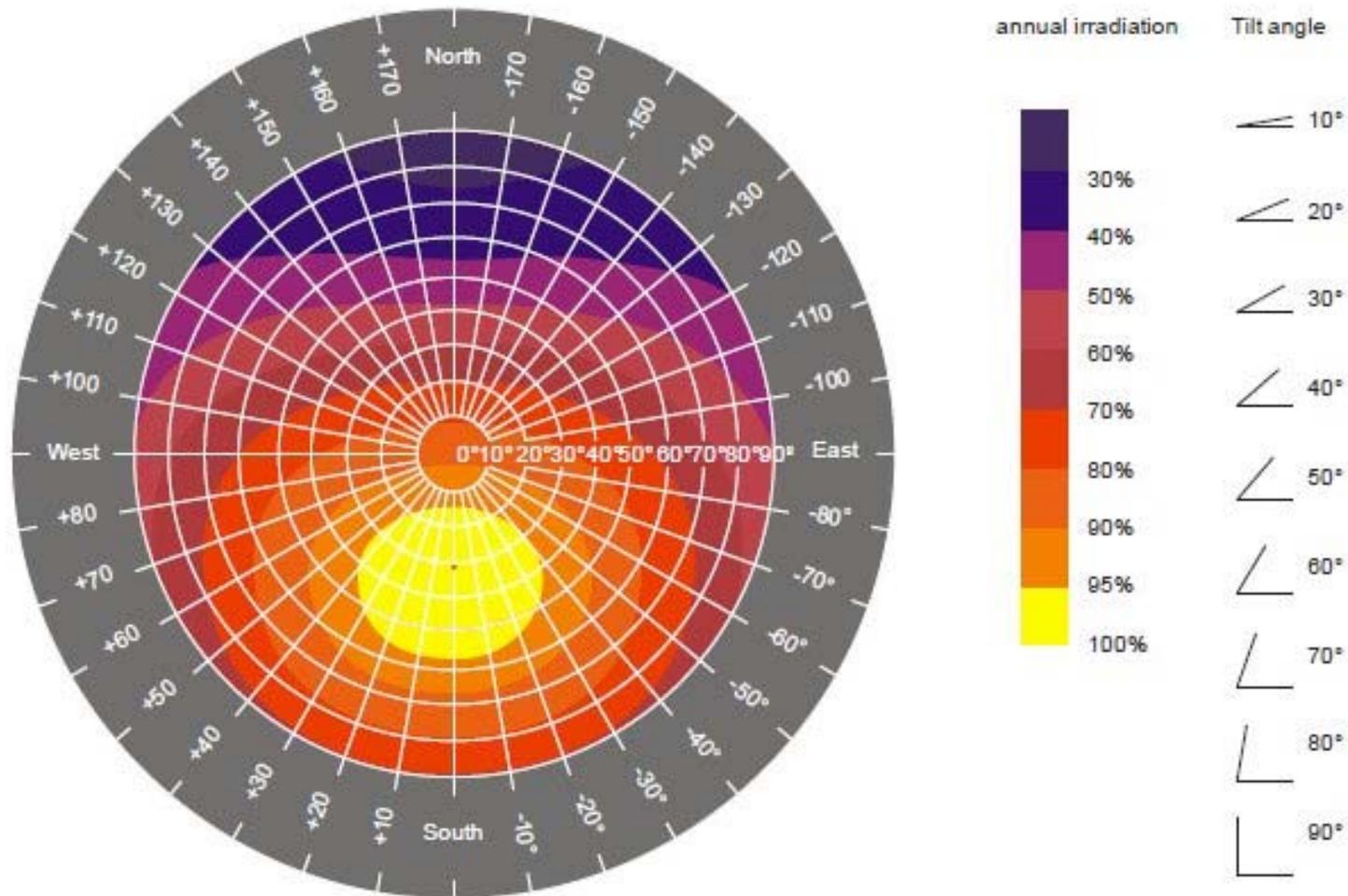
+ 70 % EEG-Umlage (= 4,37 ct/kWh) bei Eigenerzeugung?

# Inflationsbereinigter Verlauf der Stromerzeugungskosten verschiedener Kraftwerkstypen (Neubau 2014)



+ 70 % EEG-Umlage (= 4,37 ct/kWh) bei Eigenerzeugung?

# Relative solare Einstrahlung in Abhängigkeit von Orientierung und Neigung in Zentraleuropa



Quelle: Fraunhofer ISE, 2013

Prof. Dr. Christoph Kail

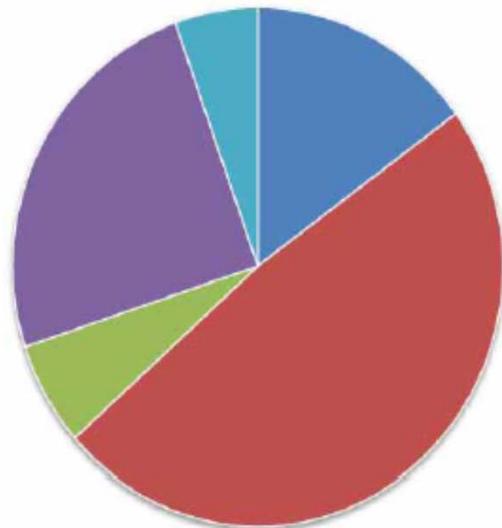
# Kostenanteile der Speicherung von elektrischer Energie in Akkumulatoren am Bsp. eines PV-Systems

PV: 5 kWp

Verbrauch: 4.000 kWh

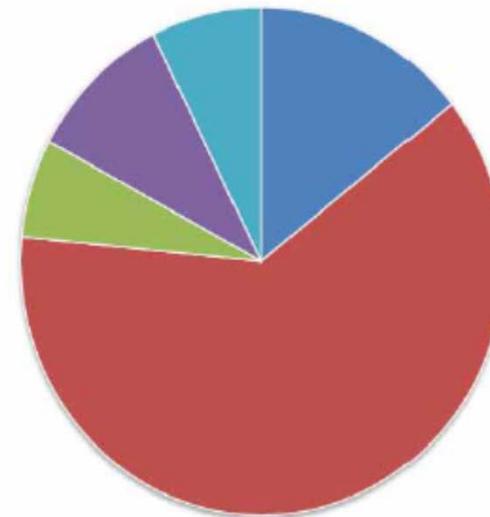
Speicher 4 kWh

Blei-Säure-Speicher



System-Kosten ca. 1000 €  
Speicherungskosten: ca. 18 €/kWh

Lithium-Ionen-Speicher



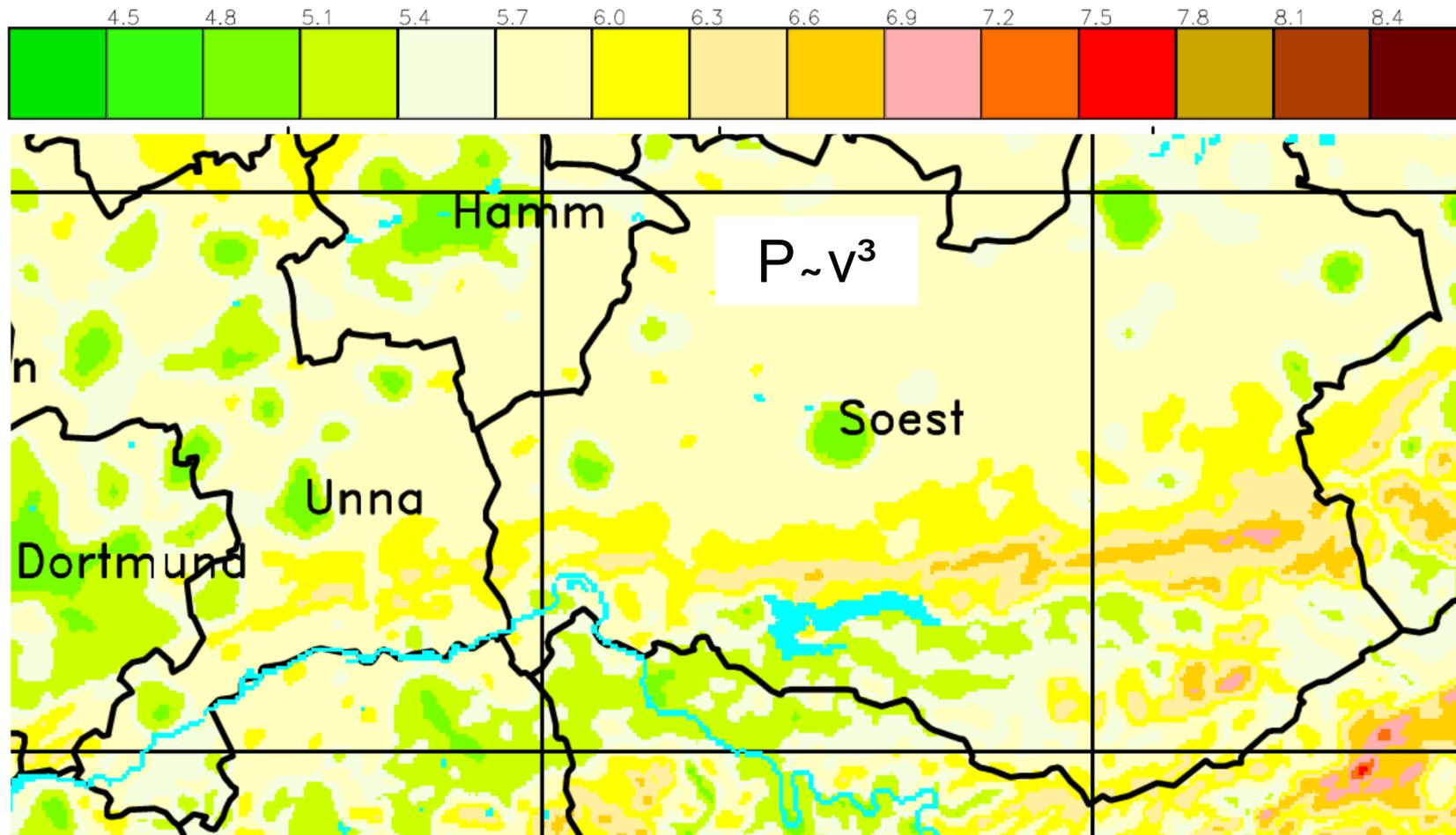
System-Kosten ca. 1650 €  
Speicherungskosten: ca. 20 €/kWh

- Umrichter
- Speicher
- Peripherie
- Verluste
- Wartung

Quelle: E.ON Energy Research Center, RWTH Aachen, 2013

# Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in 80 Meter über Grund

WINDGESCHWINDIGKEIT (M/S)



Quelle: DWD 2014

Prof. Dr. Christoph Kail

# Fazit

Die Amortisationszeiten von Blockheizkraftwerken verlängern sich durch die geplante Beteiligung der Eigenerzeugung an den Kosten der Energiewende um zwei bis vier Jahre. Bei günstigen Bedingungen (große Anlagen, lange Laufzeiten) können diese immer noch wirtschaftlich attraktiv sein.

Die Eigenerzeugung mit Solar- oder Windenergie ist stark fluktuierend. Da der Einsatz von Stromspeichern zurzeit noch teuer ist, kann mit diesen nur ein Teil des benötigten Stroms erzeugt werden. Im Vergleich zur Photovoltaik erreichen Windenergieanlagen höhere Verfügbarkeiten und niedrigere Stromerzeugungskosten.

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**