

## Fakten zur Energiewende

Verlauf und Perspektiven



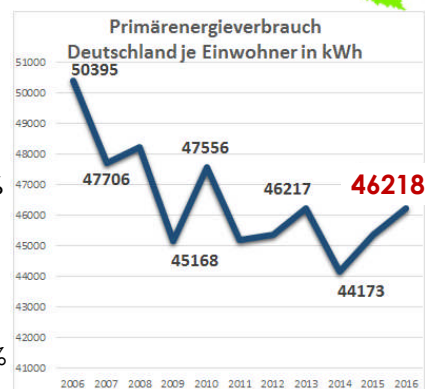
Schönau, 03. August 2017

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

1

## Wo stehen wir?

- Primärenergieverbrauch EU-28: **37300 kWh/Kopf** (Stand: 2016)
- Das unverbindliche **EU-Ziel**: Senkung des Energieverbrauchs um **27% bis 2030** gegenüber Trend
- **Wärme-Strom-Mobilität** verknüpfen
- Trend zu individuelleren und leichteren Produkten.  
3-D-Druck senkt Logistikvolumen um 40 %
- Problem: **Sparen ist unspektakulär**



Quelle: BMWi „Energiedaten 2016“  
BP Statistical Review of World Energy 2017

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

2

## Pariser Klimavertrag 2016



### Die wichtigsten Punkte des Pariser Klimaabkommens:

- Ziel: Temperaturanstieg deutlich unter **2 Grad** begrenzen
- Dekarbonisierung ist jetzt völkerrechtlich verbindlich. Beispiel: Ausstieg aus Verbrennungsmotoren
- Deutschland hat seinen nationalen Klimaschutzplan am 14. November 2016 beschlossen. Die Zielsetzung: Treibhausgasreduktion um **80-95%** bis **2050**.

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

3

## Situation 2017

### Klimaziele sind akut gefährdet!

- 2016 **Anstieg** der **Treibhausgasemissionen** um 4 Mio. Tonnen im Vergleich zu 2015 auf 906 Mio. Tonnen
- **3,4 %** höherer Ausstoß im Verkehrssektor
  - niedrige Spritpreise
  - Zunahme des Güterverkehrs auf der Straße
- Seit 2009 keine erheblichen Einsparungen von CO<sub>2</sub>
- **Klimaziele für 2020 ohne vermehrte Anstrengungen nicht erreichbar**

Quelle: Umweltbundesamt

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

4

## Braunkohle blockiert

2017 noch 10 Tagebaue in Betrieb mit 29700 ha

- 2016 **Strom aus Braunkohle:**  
160 von 620 TWh = **26 %**
- 2016 **CO<sub>2</sub>-Ausstoß** der  
Braunkohle:  
157 von 335 Mio to = **47 %**
- Durchlaufende  
Braunkohlekraftwerke  
blockieren erneuerbaren Strom



Braunkohletagebau Garzweiler

Quelle: BMWi „Energiedaten 2016“  
Öko-Institut (2014): CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Kohleverstromung in Deutschland

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

5

## Enzyklika „Über die Sorge für das gemeinsame Haus“

- „**Wir vergessen, dass wir selber Erde sind.** Unser Körper ist aus den Elementen des Planeten gebildet.“ (Vers 2)
- „Es ist dringend geboten, den **Ausstoß von Kohlendioxid zu reduzieren** indem man die Verbrennung von fossilem Kraftstoff ersetzt und Quellen **erneuerbarer Energie** entwickelt.“ (Vers 26)



Quelle: Enzyklika Laudato si,  
Papst Franziskus, Mai 2015

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

6

## In den Rhythmen der Natur



### Erneuerbare Energien

- nutzen Überwiegend **kostenfreie Naturgüter**
- **Erzeugung** im eigenen Land
- haben kaum Betriebskosten
- Schwankungen mit Informationstechnik immer besser beherrschbar (Prognosegenauigkeit 72 Stunden voraus heute 90%)
- **kleinteilig und dezentral** sind Merkmale der **Industrie 4.0**

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

7

## Erneuerbare Energien in Deutschland Ende 2016

- **1,5 Mio.** Solarstromanlagen
- **27.270** Windenergieanlagen an Land
- **947** Offshore-Windenergieanlagen
- **9.928** Biogasanlagen
- **7.300** Wasserkraftanlagen
- **350.000** Geothermieanlagen
- Anteil Stromerzeugung **32 %**
- durchschnittlich vermiedene Energieimporte pro Jahr (2010-2014): **8,3 Mrd. €**
- gesamte Wertschöpfung der Energieversorgung **55 Mrd. €/ Jahr**



Quellen: BDEW, BWE, Fraunhofer ISE, Fachverband Biogas, BDW, BMWi 2016, Bundesverband Geothermie

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

8

## Eigentumsstreuung im Energiesektor



Zentrale Großkraftwerke



Eigentum bei Konzernen



Erneuerbare Energien



Eigentum bei Bürgern und  
mittelständischen Unternehmen

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

9

## Wertschöpfung für wen?



„Der **Sieg der Erneuerbaren** ist **nicht** mehr umstritten.

Jetzt geht es darum, **wer macht dieses Geschäft?**

Bleibt die **Bürgerbeteiligung** erhalten oder gibt es einen **Rückfall in anonyme Großstrukturen?**“

*Josef Göppel beim Treffen der deutschen Energiegenossenschaften 2016*

**Rückfall in anonyme Großstrukturen droht!**

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

10

## Preisentwicklung erneuerbarer Energien

- 1990      **56 ct/kWh**
- 2009      **40 ct/kWh**
- 2016      **9 ct/kWh**

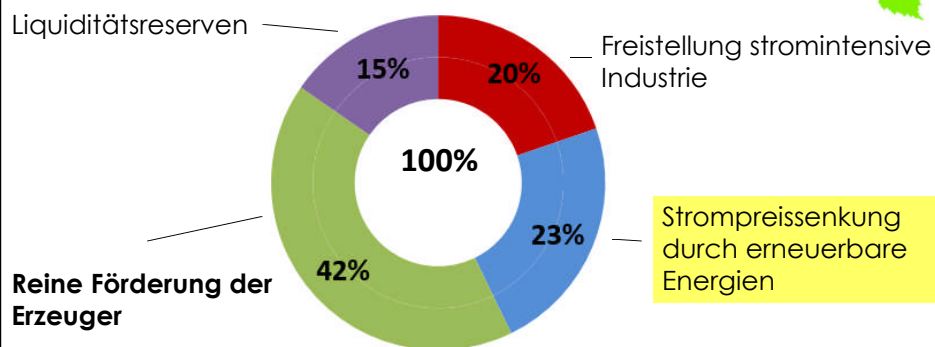
Produktionskosten **neuer Kraftwerke** für Kohle und Atom laut internationaler Energieagentur mit **7,2 bis 9 ct/kWh** auf **demselben Niveau** wie Wind und Sonne



[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

11

## Bestandteile EEG-Umlage



### Systemfehler der EEG-Umlage:

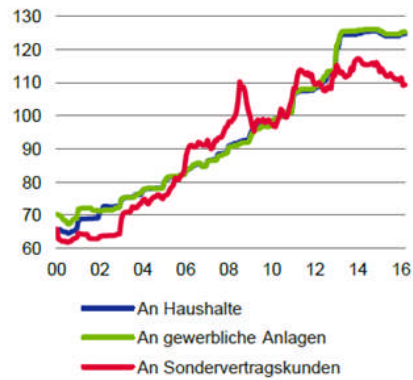
Je niedriger Börsenstrompreis durch regenerativen Strom wird, desto höher steigt EEG-Umlage

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

12

## Industriestrompreis sinkt!

Erzeugerpreisindex Strom bei Abgabe an verschiedene Kunden, 2010=100



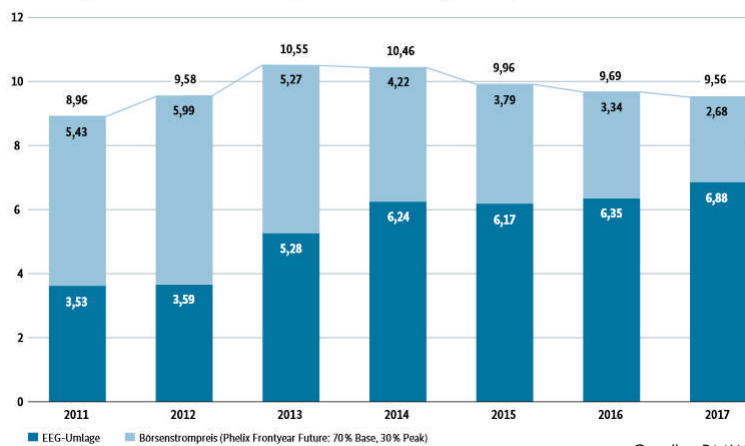
Quelle: Statistisches Bundesamt

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

13

## Sinkender Börsenstrompreis gleicht EEG-Umlage aus

Abbildung 1: Summe aus Börsenstrompreis und EEG-Umlage in Cent/kWh



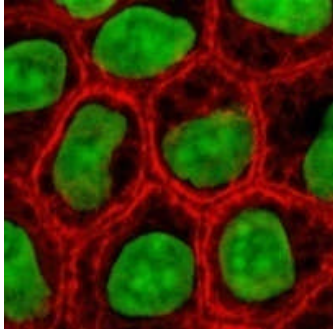
Quelle: BMWi

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

14

## Der zellulare Ansatz

### Organisation des Lebens



Zellen regeln den Großteil der Lebensvorgänge selbstständig

Verband der Elektrotechnik:

- Beste Integration erneuerbarer Energien durch zellularen Ansatz
- Lokale **Erzeugung** und **Verbrauch** auf den niedrigsten machbaren Ebenen **ausgleichen**
- **Zellen** überregional **verknüpfen**
- **Sektoren** Strom, Wärme, Verkehr **lokal am besten verknüpfbar**

Quelle: Studie „Der zellulare Ansatz“, Verband der Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik e.V., Juni 2015

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

15

## Netzausbau verringern

### Zellulärer Ansatz schluckt jede zweite Stromautobahn

**STUDIE** Wird Erzeugung, Speicherung und Verbrauch von Energie lokal ausbalanciert, würde sich der Netzausbau um mehr als die Hälfte verringern

–NÜRNBERG– Was wäre, wenn sich die Rahmenbedingungen zum Ausbau der Übertragungsnetze ändern? Wenn der Süden Deutschlands seinen Strom so intelligent produzieren und verteilen könnte, dass die Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungs-(HGÜ)-Trassen hinfällig würden? Mit diesen Fragen beschäftigt sich eine aktuelle Studie der Prognos AG und der Friedrich Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.

Untersucht wurde, wie sich veränderte Parameter – optimales Einspeisemanagement, Redispatch, die Installation flexibler Verbraucher in Regionen mit hoher erneuerbarer Erzeugung – auf den geplanten Ausbau des Übertragungsnetzes auswirken. Besonderes Augenmerk gilt der Abhängigkeit der Kosten von Erzeugung, Verbrauch und Übertragungsnetz. Würden all diese Maßnahmen im heutigen Marktfeld umgesetzt, ließe sich der Netzausbau demnach mehr als halbieren. In Zahlen heißt das: Von den 14 geplanten HGÜ-Leitungen wären acht überflüssig. Die daraus resultierende jährliche Kosteneinsparung beläuft

47.000 Photovoltaik-, Wind-, Wasserkraft- und Biomasseanlagen mit rund 2000 MW ein. Hinzu kommen etwa 300 MW bei nachgelagerten Netzbetreibern. Das entspricht laut dem Versorger bundesweit Platz sechs unter den Stromnetzbetreibern. Allerdings: »Die heutige Netzausplanung wird den vielen technischen Entwicklungen zur Integration der Erneuerbaren nicht gerecht«, so N-Ergie-Chef Josef Hasler. Insgesamt investierte der fränkische Versorger in den vergangenen zehn Jahren mehr

»Die heutige Netzausbauplanung wird den vielen technischen Entwicklungen nicht gerecht.«

Herunterladen der Studie unter [www.n-ergie.de](http://www.n-ergie.de)

Quelle: Zeitschrift für kommunale Wirtschaft, November 2016

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

16

## Übertragungsbedarf im zellularen Ansatz



Grundlage einer erfolgreichen, regionenübergreifenden Energiewende

ETG

VDE

- Erneuerbare Energien sind **dezentral**
- Der **Ausbau** sollte deshalb **verbrauchsnahe** erfolgen
- Gegenüber den Planungen der Netzbetreiber bedeutet das mehr Windkraft in Süddeutschland und weniger Meereswindkraft
- In den VDE-Szenarien **sinkt** damit der **Übertragungsbedarf** bei vollständiger EE-Versorgung von **602 TWh** auf **394 TWh/Jahr**
- Die 4 Gleichstromkorridore sind überdimensioniert!

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

17

## Trassenverlauf südlink, südostlink



[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

18

## Strommarkt der Zukunft



### Die drei Ebenen des Strommarkts der Zukunft:

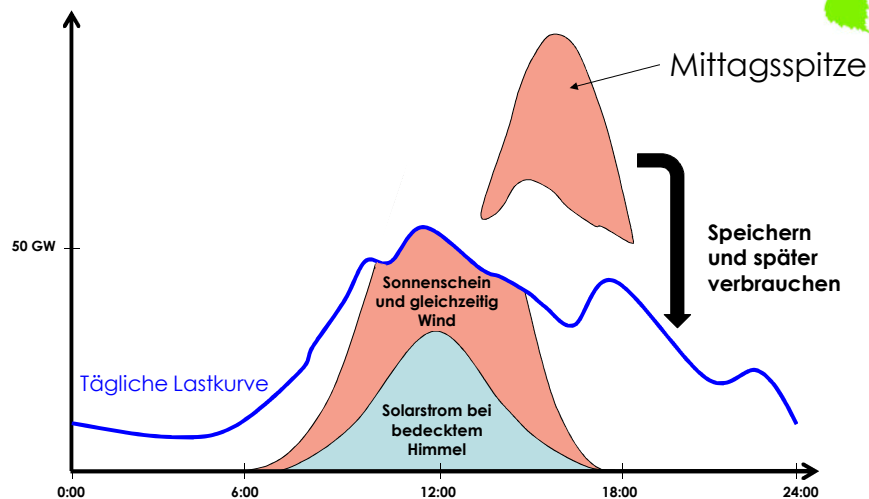
1. **Eigenerzeugung** und Verbrauch ohne Nutzung des öffentlichen Netzes
2. Erzeugung und Verbrauch innerhalb einer **Region** (Innertags-Handel)
3. **Überregionaler Ausgleich** von Erzeugung und Verbrauch (Handel auf Flexibilitätsplattform)

Quelle: Agora 2017 – Energiewende und Dezentralität

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

19

## Der Zwang zu Speichern



[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

20

## Solarstromspeicher für Eigenverbrauch

- **25.000 installierte** Solarstromspeicher
- **Preis für Lithium-Speicher innerhalb eines Jahres um 25% gefallen auf 800 bis 1000 Euro je kWh**
- **KfW-Förderprogramm** zur Eigenverbrauchsoptimierung an PV- Anlagen: **(zinsgünstiger Kredit+19% Tilgungszuschuss)**
- **Verlängerung der Förderung bis Ende 2018 parlamentarisch durchgesetzt**



[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

21

## Batteriespeicher im Großmaßstab

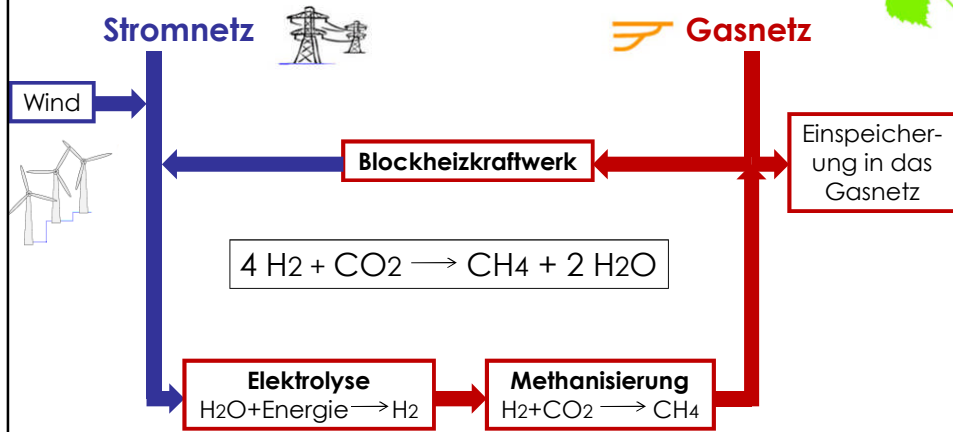
- Werden zum wichtigen **Bestandteil der Netzinfrastruktur**
- Standorte an PV-Freiflächenanlagen, Windparks, Netzknoten oder energieintensiven Unternehmen
- **Systemdienstleistungen** wie Primärregelenergie und Blindleistung zur Spannungshaltung oder Schwarzstartfähigkeit
- Aufnahme von Spitzenerzeugung
- **Alternative zum Verteilnetzausbau**



[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

22

## Überschüssigen Windstrom speichern im Gasnetz



Quelle: Büro Göppel nach Vorlage des Zentrums für Solare Wasserstoffforschung Stuttgart 2011

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

23

## Länderöffnungsklauseln im EEG 2017

- Wind:** Bundesländer können Bürgerenergieprojekte zusätzlich unterstützen, z.B. landeseigene Flächen vergünstigt bereitstellen
- Photovoltaik:** Jedes Bundesland kann nutzbare Flächen auf Äckern und Grünland (innerhalb landwirtschaftlich benachteiligter Gebiete) selbst festlegen



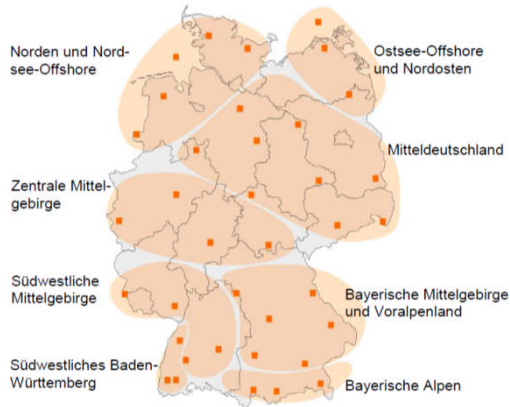
Benachteiligte Agrarzone  
Berggebiet  
Natur-Gebiete

Landwirtschaftlich benachteiligte Gebiete in Bayern

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

24

## Windwellen in Deutschland



Quellen: Deutscher Wetterdienst „Windpotenzial in Deutschland“, 2012  
Studie „Windpotenzial im räumlichen Vergleich“,  
Stiftung 100% erneuerbar, 2012

- Wind weht stärker im **Winter** als im Sommer
- Ab 80 m Höhe Maximum der Windgeschwindigkeit in der **Nacht** und am frühen Morgen
- Seestandorte haben die höchsten Windgeschwindigkeiten (9,1 m/sec), sind aber instabil
- Raumzeitliche Ergänzung zum Norden in den südwestlichen **Mittelgebirgen** (8,5 m/sec)
- Fazit: Windangebot in Deutschland durch breite **räumliche Verteilung am besten** erschließbar

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

25

## 10-H-Regelung

Anwendungshinweis des **Bayerischen Innenministeriums**:

„Für WEA, die aufgrund der 10 H-Regelung im Außenbereich nicht mehr nach § 35 Abs. 1 Nr. 5 BauGB privilegiert zulässig sind, können Gemeinden durch einen Bebauungsplan Baurecht schaffen. Die Gemeinden sind hier **nicht an den Abstand von 10 H gebunden.**“

Orientierungspunkt ist dann der Windenergieerlass:

- 800 m zu Wohngebieten
- 500 m zu Dörfern und Einzelgehöften
- 100 m zu Autobahnen, 40/30 m zu sonstigen Straßen

Ausführliche Informationen der Staatsregierung zum Genehmigungsverfahren:

[www.energieatlas.bayern.de/thema\\_wind/genehmigung.html](http://www.energieatlas.bayern.de/thema_wind/genehmigung.html)

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

26

## Freiflächenphotovoltaik

- Ständerwerk wird in den Boden gebohrt
- **Kein Betonfundament!**
- Problemloser Rückbau
- Natürliche Bodenschichtung bleibt erhalten



Agrophotovoltaik-Pilotanlage in Heggelbach am Bodensee

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

27

## Zweitnutzung von Solarfeldern öffnen



Quelle: IBC Solar



Anlage FH Weihenstephan-Triesdorf  
(Quelle: Dr. V. Koch)

- Landwirtschaftliche **Nutzung** möglich und sinnvoll
- **Deutliche Zunahme** Vogelarten, Tagfalter und Heuschrecken
- Fundamente mit **Stahlschrauben**:
  - Keine Störung der Bodenstruktur
  - Kompletter Rückbau möglich

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

28

## Mieterstrom

### Erneuerbare Energien kommen in die Stadt



[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

29

## Mieterstromgesetz

In Kraft getreten am 25.07.2017

1. Strom vom Hausdach für Mieter ohne Netzgebühren, Stromsteuer und Konzessionsabgabe
2. Zuschlag aus dem EEG für Mehrkosten der Messung
3. Strom muss im selben Gebäude oder im unmittelbaren räumlichen Zusammenhang und ohne Leitung durch das öffentliche Netz erzeugt und verbraucht werden

Quelle: Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG 2017, § 21

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

30

## Elektromobilität erneuerbar möglich

- Fahrleistungen in Deutschland  
PKW 625 Mrd. km  
LKW 64 Mrd. km  
Busse 5 Mrd. km
  - Verbrauch Elektro PKW Durchschnitt **15 kWh/100 km**
  - Gesamtverbrauch 46 Mio. PKW elektrisch **94 TWh**
  - Stromerzeugung erneuerbar 2016 **190 TWh**
  - Gesamtstromverbrauch Deutschland 2016 **595 TWh**
- **Speicher ausbauen statt abregeln**
- **Ausbaukorridor anheben von 2,5 auf 4 GW/Jahr**

Quellen: [https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/VerkehrKilometer/verkehr\\_in\\_kilometern\\_node.html](https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/VerkehrKilometer/verkehr_in_kilometern_node.html)  
<https://www.nissan.de/fahrzeuge/neuwagen/leaf/varianten-preise.html#grade-LEAFZE0A-0|specs>

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

31

## Regionale Wertschöpfung

- Erneuerbare Energien bringen Arbeitsplätze im Handwerk und in mittelständischen Unternehmen
- Einkommen, Gewinne, Pachteinnahmen und kommunale Steuereinnahmen kommen den Menschen vor Ort zugute
- Beispiel: Ein 2 MW-**Windrad** bringt pro Jahr **7000 Euro Gewerbesteuer**; insgesamt in 20 Jahren **2,3 Mio. Wertschöpfung** vor Ort
- Beispiel: Eine 20 kW-**Photovoltaikdachanlage** bringt über 20 Jahre **4100 Euro** Steuern und eine Wertschöpfung von **62 000 Euro**



[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

32

## Vorschlag der EU-Kommission für neue EE-Richtlinie

1. Elemente der Bürgerenergie erstmalig europarechtlich verankert
2. Recht für Endverbraucher und lokale Initiativen auf Erzeugung, Speicherung und Veräußerung von Strom. Vergütung auf Marktniveau
3. Kombination von Eigenverbrauch und Verkauf überschüssiger Energie wird möglich
4. Begünstigung von Bürgerenergie in Ausschreibungen
5. Herkunft muss für Verbraucher deutlich erkennbar sein



Quellen: <http://stiftung-umweltenergierecht.de/e-letter/e-letter-maerz-2017/das-winterpaket-der-eu-kommission/>  
<http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/europaeische-energiepolitik.html>

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

33

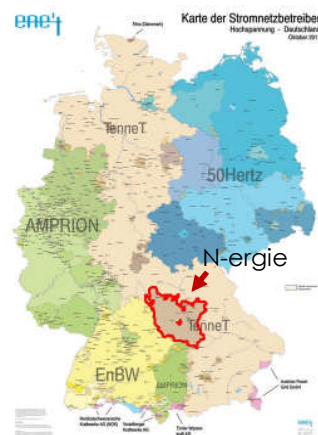
## Regionale Direktvermarktung

vom Erzeuger zum Endkunden

Beispiel:



- Bündelt die Strommengen der Kleinerzeuger
- Geschäftsanteil einmalig 100€
- Nachschusspflicht ausgeschlossen
- Schnürt aus Wind, Sonne, Wasser und Biogas bedarfsgerechte **Angebote**
- Liefert **über** Regional- und **Stadtwerke** an die Endkunden in der Region
- Im Netzgebiet Main-Donau 46 000 Stromerzeuger und 36 Stadtwerke



[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

34

## Zentral und dezentral in Afrika



Das Großprojekt NOOR I in der südmarokkanischen Steinwüste. In kilometerlangen Parabolrinnen zirkuliert ein Thermoöl, das Dampf und schließlich Strom zu 12 Cent/kWh erzeugt. In weiteren Ausbaustufen folgen Solarfelder und Windräder. Das gesamte Areal umfaßt 3 000 Hektar. Es soll am Ende 1,3 Mio Menschen mit Strom versorgen. Über Land gibt es jedoch keine Leitungen.



Ein Bauernhof erzeugt Strom für das Haus und die Tröpfchenbewässerung der Felder - noch die große Ausnahme

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

35

## Energiepartnerschaften mit Afrika



Josef Göppel im Gespräch mit dem Energieminister Kameruns, Basile Atangana-Kouna

- **Ausbildung** junger Afrikaner im Elektrohandwerk
- Starthilfen für **Unternehmensgründungen**
- **Partnerschaften** mit deutschen Stadtwerken und Energiegenossenschaften

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

36

## Solarhandwerker in Afrika



Foto Haase: Solarhandwerker in Bahir Dar, Äthiopien

- **80%** der ländlichen Gebiete in Afrika ohne elektrischen Strom
- Leitungen zu teuer
- dezentrale erneuerbare Energien sind wirtschaftlichste Lösung

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

37



**Bundesminister Gerd Müller:**

„80 Prozent der Afrikaner müssen noch abends mit dem Schein der Kerze und ohne Strom leben. Wenn heute in China 170 Kohlekraftwerke im Bau sind, dann wissen Sie: An der Stelle wird sich in der Tat die Überlebensfrage der Menschheit entscheiden.“

[www.Goeppel.de](http://www.Goeppel.de)

38