



Virtuelle Akademie **Nachhaltigkeit**

# Instandhaltung und Betrieb von Windenergieanlagen

## Episode 2: Betrieb und technische Betriebsführung

Matthias Brandt, Vorstand  
Deutsche Windtechnik AG

 **Universität Bremen**  
\*EXZELLENT.\*

**ZMML**  
Zentrum für Multimedia  
In der Lehre

**DBU** 

Deutsche Bundesstiftung Umwelt



Veranstaltung: Technik, Energie und Nachhaltigkeit *erstellt und gefördert durch*



## Übersicht der Lerneinheit

Episode 1: Instandhaltung von Windenergieanlagen

**Episode 2: Betrieb und technische Betriebsführung**

Episode 3: Interview mit dem Referenten



## Lernziele dieser Episode

### Lernziel 1:

Erläutern Sie wesentliche Aufgaben der technischen- und kaufmännischen Betriebsführung.

### Lernziel 2:

Erläutern Sie die einzelnen Bestandteile der Betriebskosten.

### Lernziel 3:

Zählen Sie einige der Pflichtprüfungen an Windanlagen auf.



[Technik, Energie und Nachhaltigkeit]

Betrieb und Instandhaltung von Windenergieanlagen • Episode 2 • Matthias Brandt

# Aufgabenverteilung

Betriebsführung

Projektentwicklung

Instandhaltung

Beispiele:





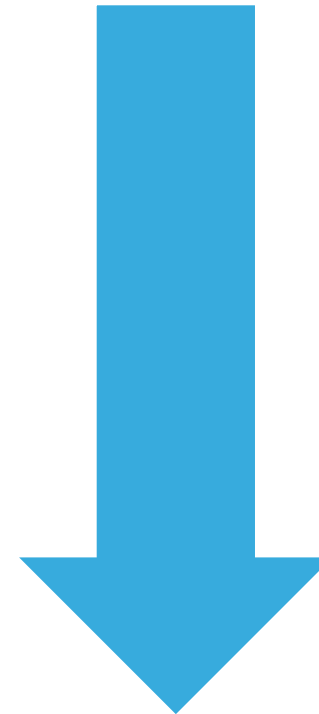
# WEA Lebensphasen



**Inbetriebnahme**

**Betriebsdauer**  
(20 Jahre)

**Außerbetriebnahme**  
(eher einfach geregelt)





## Betrieb / Inbetriebnahme

- **Inbetriebnahme:** Nach der Maschinenrichtlinie die erstmalige bestimmungsgemäße Verwendung einer von dieser Richtlinie erfassten Maschine.
- Die Inbetriebnahme darf erst erfolgen, wenn sie den Anforderungen der relevanten EG-Richtlinien entspricht und durch die EG-Konformitätserklärung und CE-Kennzeichnung nachgewiesen und dokumentiert worden ist.

### Kalte Inbetriebnahme

- Überprüfung auf Funktion
- Voreinstellung der Anlage
- Test des Programmablaufs

### Warme Inbetriebnahme

- Erster Betrieb
- Einstellung der Anlage



# Wirtschaftlichkeitsberechnung

## Wirtschaftlichkeitsberechnung

### Finanzierung (Kapitalbereitstellung)

- Projektfinanzierung
- Eigenkapitalrendite
- Leverage Effekt
- Operativer Cash Flow
- ...

### Betriebskosten

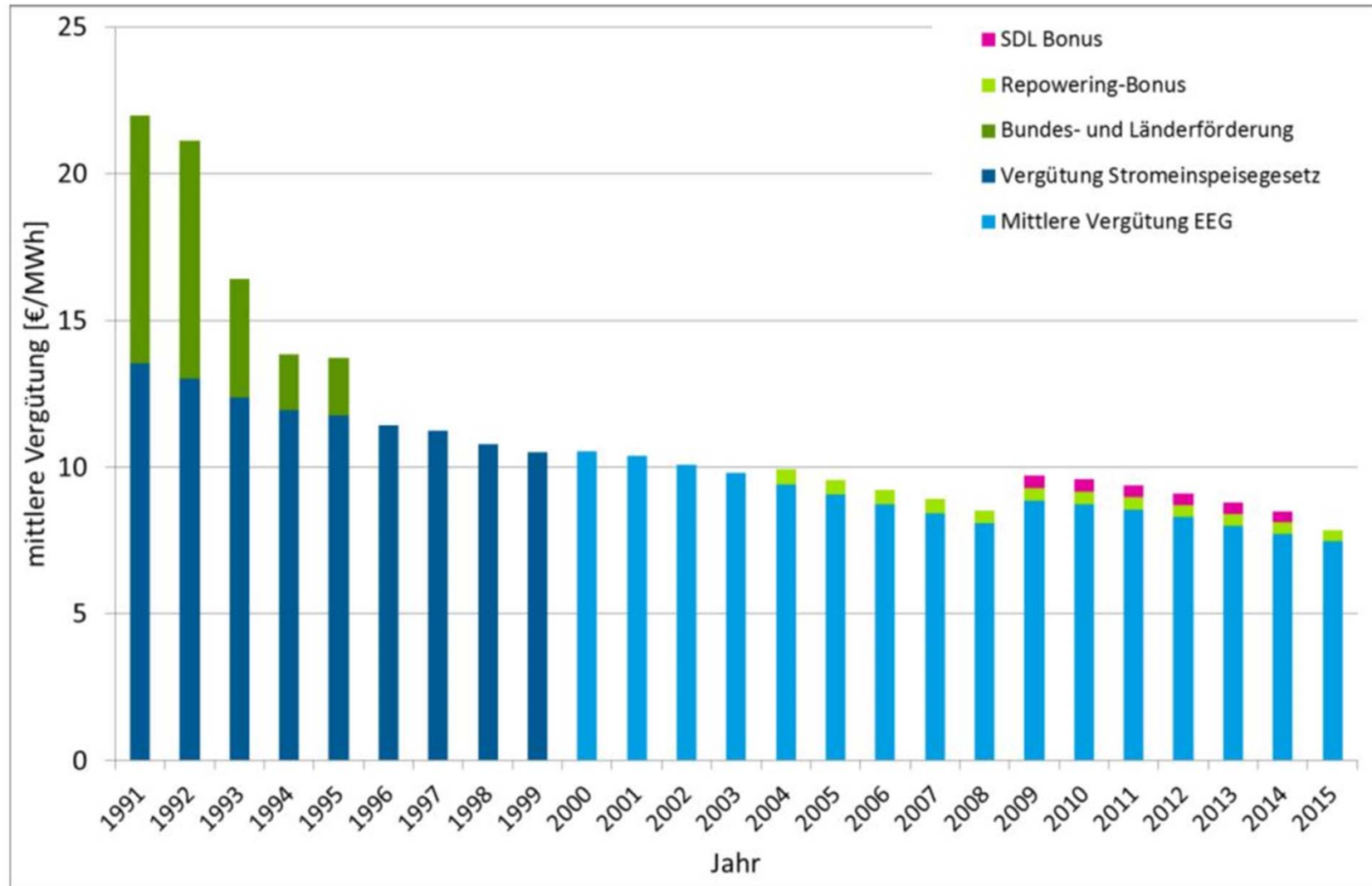
- Wartung und Reparatur
- Pachtzahlungen
- Kaufmännische und technische Betriebsführung
- ...

### Anfangsinvestition (Kapitalbedarf)

- WEA
- Infrastrukturmaßnahmen
- Netzanbindung
- Projektierungskosten
- ...



# Vergütung



Quelle: Deutsche Windguard / BWE

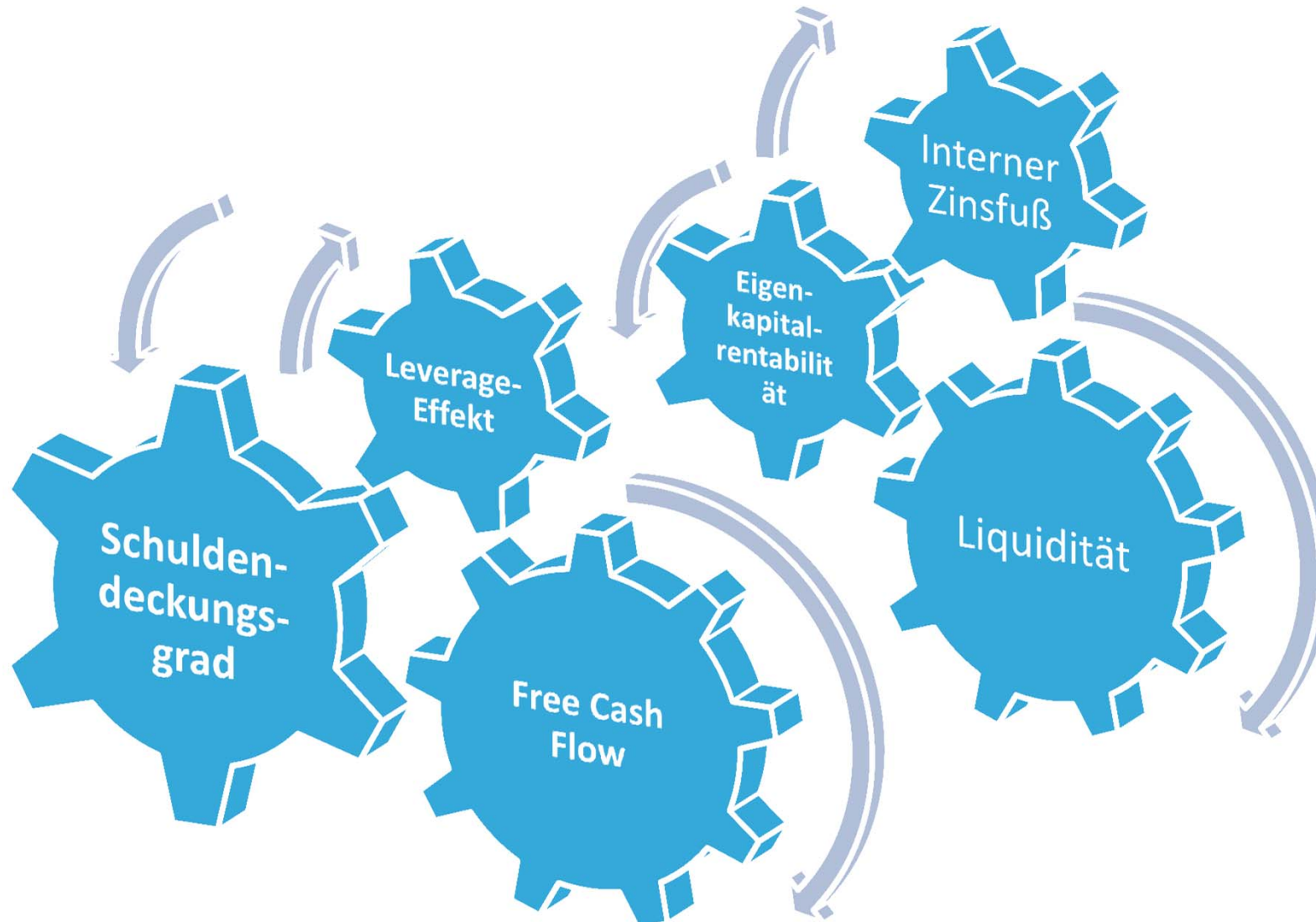
Inflationsbereinigte mittlere EEG-Vergütung am Referenzstandort (100% - Standortqualität)







# Kennzahlen





# Betriebskosten

## Betriebskosten einer Windenergieanlage

Wartung und  
Reparatur

Pachtzahlungen

Kaufmännische  
und technische  
Betriebsführung

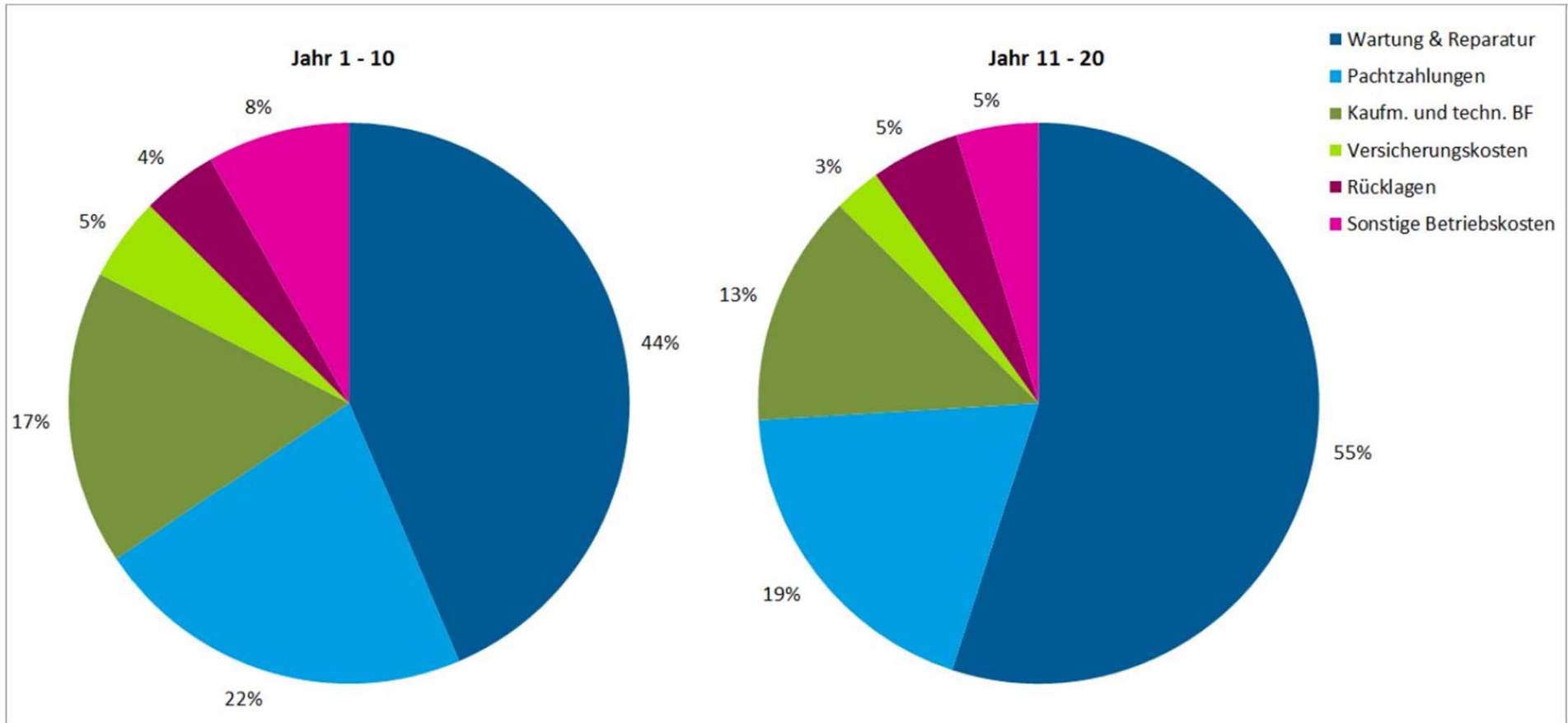
Versicherungs-  
kosten

Rücklagen /  
Bürgschaften

Sonstige  
Betriebskosten



# Betriebskosten



Quelle: Deutsche Windguard / BWE

Anteil der verschiedenen Kostengruppen an den Betriebskosten in den Jahren 1-10 und 11-20



# Betriebsführung

Betriebsüberwachung

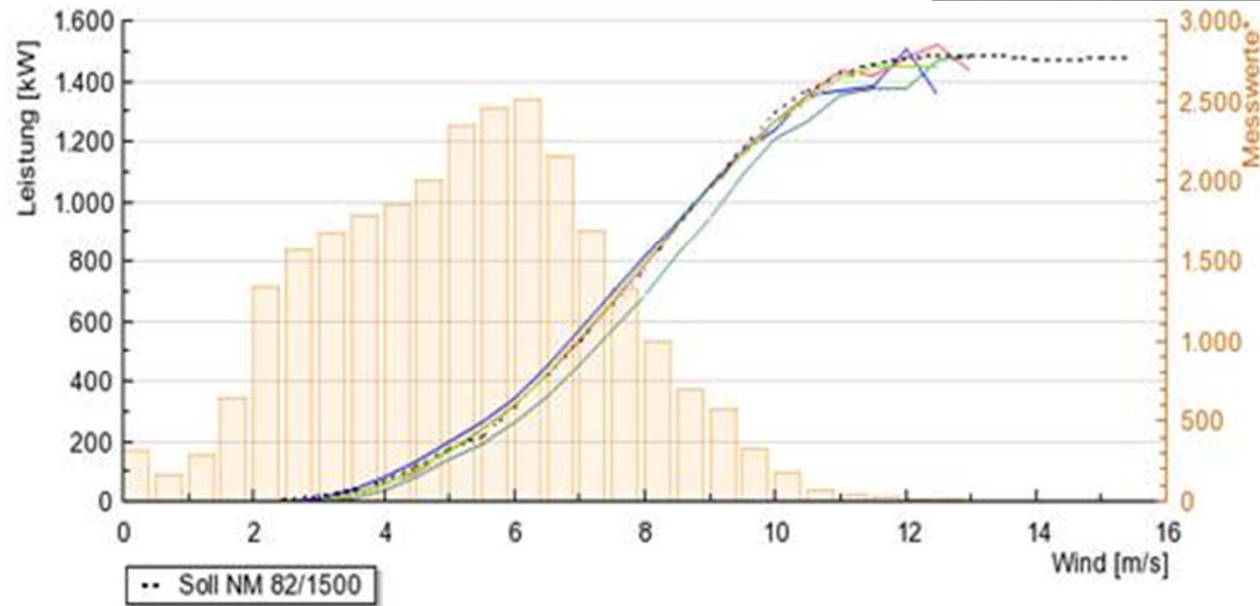
Datenfernüberwachung

Leistungskennlinienüberwachung



Quelle: wpd AG

Sollkennlinie "NM 82/1500"







# Betriebsführung

## Technische Betriebsführung

Fernüberwachung

Organisation der Störungsbeseitigung

Organisation der planbaren  
Instandhaltungsmaßnahmen

Kontrollen vor Ort

Lebenslaufakte und Dokumentation

Fristenüberwachung / Terminmanagement

Berichtserstellung

Beratung in technischen Fragen des  
Windparks

## Kaufmännische Betriebsführung

Abrechnung der Einspeiseerlöse

Abwicklung Zahlungsverkehr /  
Führung Berichtswesen

Buchhaltung

Vertragscontrolling

Monats-, Quartals-, Jahresberichte

Jahresabschlüsse

Führung der Gesellschafterbücher

Ansprechpartner für Betreiber, Banken etc.



# Überblick Gesetze und Normen

- Beispiel relevanter Normen, Richtlinien, Gesetze etc.

<b>Herstellung Inverkehrbringen</b>	<b>Betrieb Inbetriebnehmen, Betreiben, Instandhalten</b>	<b>Maschinenrichtlinie</b>	<b>AS-Richtlinien</b>
<b>Geräte- und Produktsicherheits- gesetz</b>	<b>BetrSichV</b>	<b>Arbeitsschutzgesetze</b>	<b>Maschinenver- ordnung (9. VO zum GPSG) weitere Verordnungen</b>
<b>Harmonisierte europäische Normen DIN EN</b>	<b>Weitere nationale Normen und Vorschriften</b>	<b>DIBT Richtlinie</b>	<b>Technische Berichte &amp; Spezifikationen</b>
<b>IEC Normen</b>	<b>VDE Normen</b>	<b>BImSchG</b>	<b>Baugenehmigung</b>



# Pflichtprüfungen an Windenergieanlagen

Art der Prüfung	Betriebsjahr Windenergieanlage																				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Inbetriebnahme WEA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Prüfung vor Ende der Gewährleistung WEA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Wiederkehrende Prüfung WEA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Zustandsorientierte Prüfung WEA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
BGV A3 Elektrische Anlagen, Betriebsmittel	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Befahranlagen / Lift (ZÜS)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Druckgeräte (ZÜS)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	11	12	13	14	15	16	17	18	19	A
Krane und Winden	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Blitz- (überspannungs-) schutz	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Brandbekämpfungsmittel (Feuerlöscher, Decke...)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Rettungsmittel (Verbandkasten, ...)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Kennzeichnung / Beschilderung	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

= Aus-tausch

## Sicherheitstechnik

- Steigweg, Anschlagpunkte, Plattformen  
Leiter, Absturzsicherung mitlauf. Auffanggerät
- Persönliche Schutzausrüstung (PSAgA)
- Abseil- und Rettungsgerät
- Winden, Hub- und Zuggeräte
- Brandschutzsystem optional -meldeanlage

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

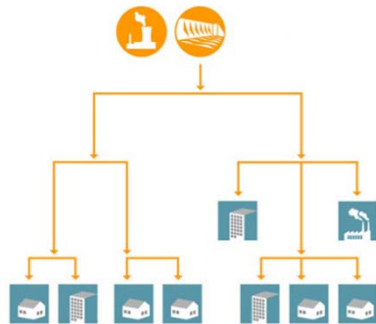


# Energieversorgung der Zukunft

**Zentrale** Energieversorgung  
durch konventionelle  
Großkraftwerke



**Dezentrale** Energieversorgung  
durch die Kombination vieler  
kleiner peripherer Erzeuger

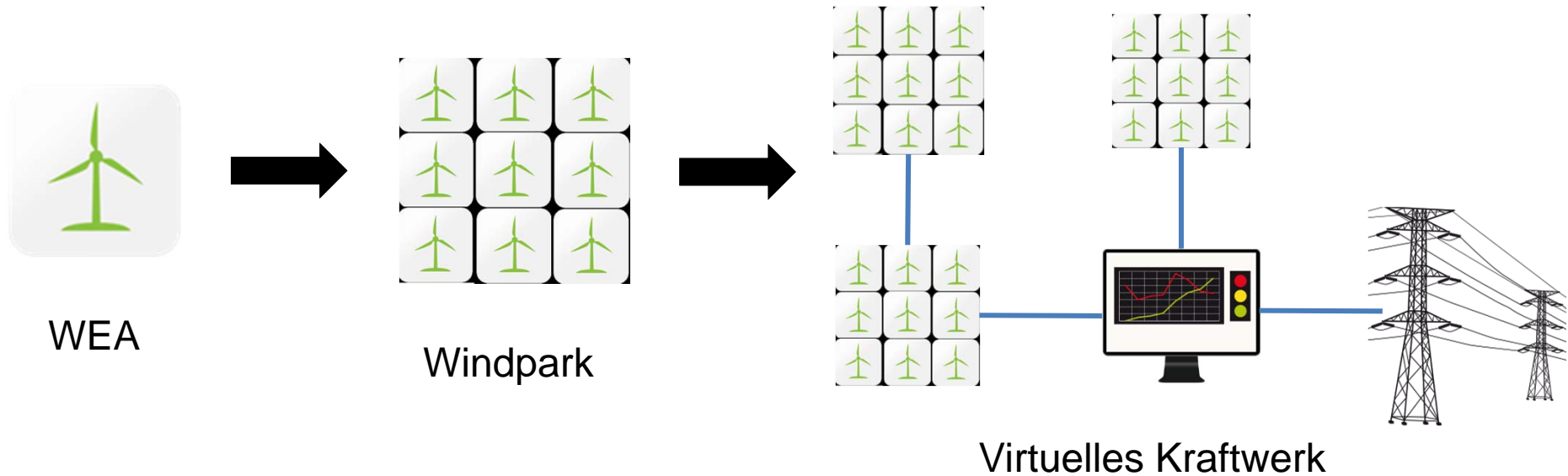


- Windenergie spielt zentrale Rolle bei der Umgestaltung der Stromversorgung!
- Windanlagen werden zu eigenständigen Kraftwerken!



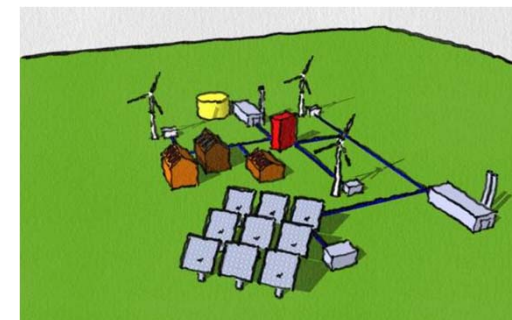


# Energieversorgung der Zukunft



## Zukünftiger Entwicklungsbedarf:

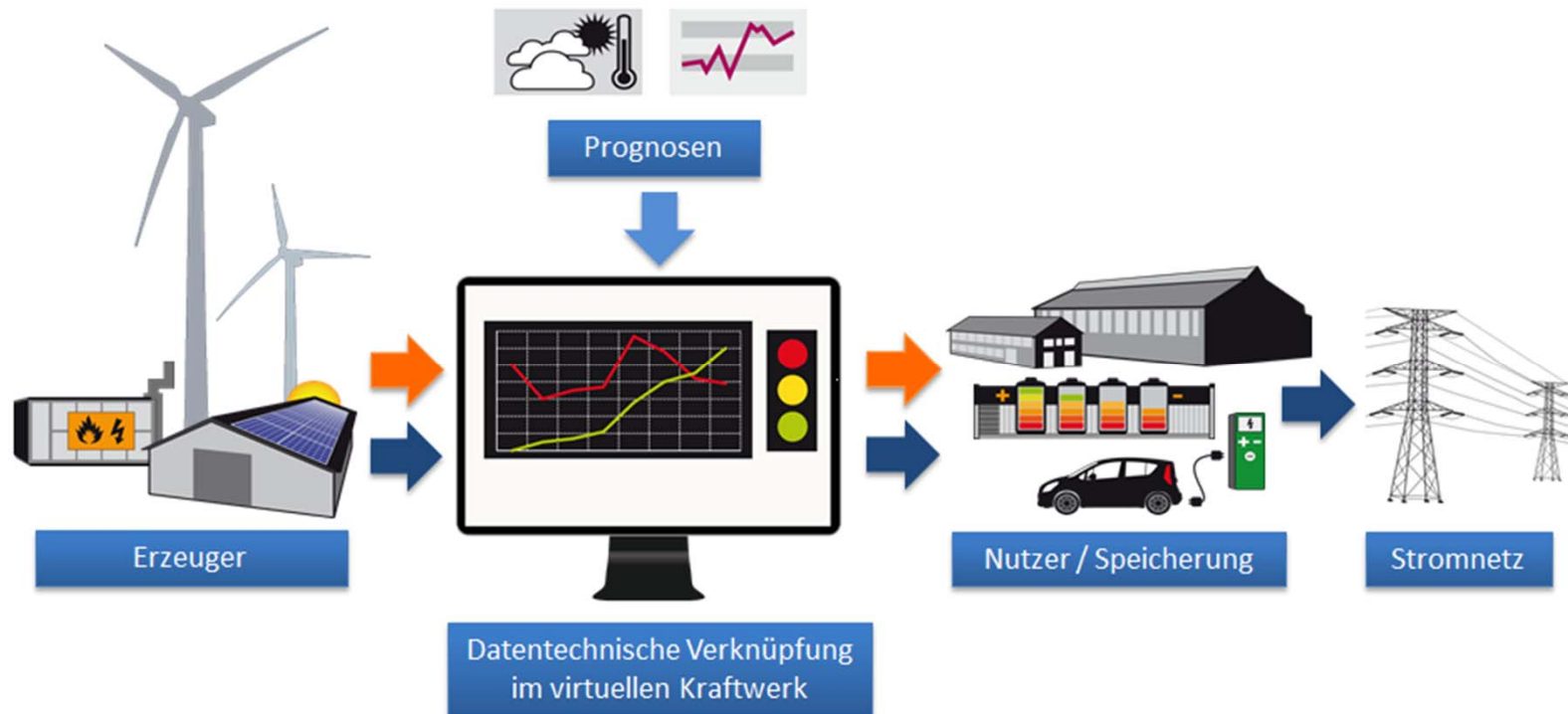
- Die Regelbarkeit von Windenergieanlagen
- Die Bereitstellung von Systemdienstleistungen mit der Windenergie
- Anforderungen an das Stromnetz (intelligente Netze – „Smart Grid“)
- Netzausbau um Engpässe beim Stromtransport zu verhindern





# Energieversorgung der Zukunft

## Virtuelles Regenerativkraftwerk Bremen



- Selbstversorgung des Standortes der Deutschen Windtechnik in Bremen mit Strom und Wärme durch erneuerbare Energien



## Aufgaben für das Selbststudium

1. Verfolgen/ untersuchen Sie die Gründe für eine Veränderung der Betriebskosten im zweiten Lebensabschnitt einer WEA!
2. Diskutieren Sie die Vor- und Nachteile, die eine dezentrale Energieversorgung bietet!
3. Reflektieren Sie welchen Einfluss eine steigende Anzahl von WEA auf die Stromversorgung haben könnte!



## Literatur und Quellen

- Kaltschmitt, M. (2013). *Erneuerbare Energien*. Berlin: Springer Vieweg.
- Lynn, P. A. (2012). *Onshore and Offshore Wind Energy*. West Sussex, UK: John Wiley & Sons Ltd.
- Maegaard, P. (2014). *Wind Power for the World - International Reviews and Developments*. Singapore: Pan Stanford Publishing Pte. Ltd.
- Pubantz, M. (29. Juni 2014). *buergerwindpark.de*. Von <http://www.buergerwindpark.de/content/technik> abgerufen
- Quaschning, V. (2006). *Regenerative Energiesysteme*. Carl Hanser Verlag: München.
- Quaschning, V. (2008). *Erneuerbare Energien und Klimaschutz*. München: Carl Hanser Verlag.