

# Betrieb von PV-Anlagen aus Sicht der Verteilnetzbetreiber

Energiesysteme im Umbruch III  
29.09.-01.10.2014, Wien

Walter Tenschert  
Netz Oberösterreich GmbH  
walter.tenschert@netzgmbh.at

01.10.2014

**NETZÖÖ**  
Ein Unternehmen der Energie AG

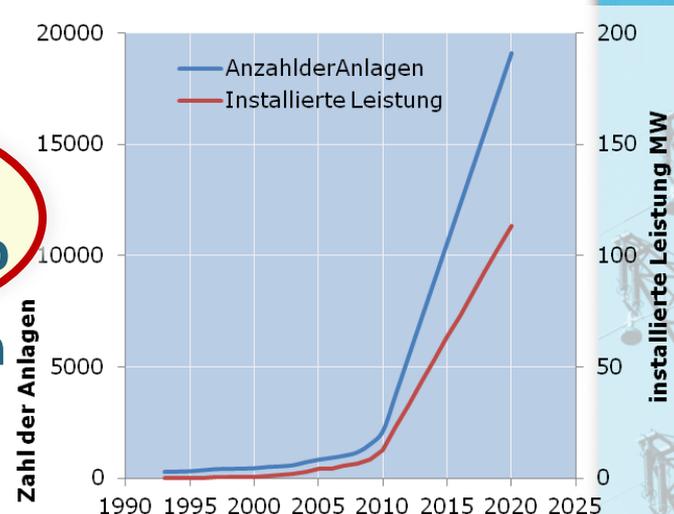
## Stand 29.10.2012

**Anzahl Anlagen in Betrieb** 5.847  
**PV-Leistung in Betrieb** 43,7 MWp  
**Erzeugte elektr. Energie** ca. 40-45 GWh  
**Anteil an verteilter Energie \*)** 0,7 %

## Erwartung 2020

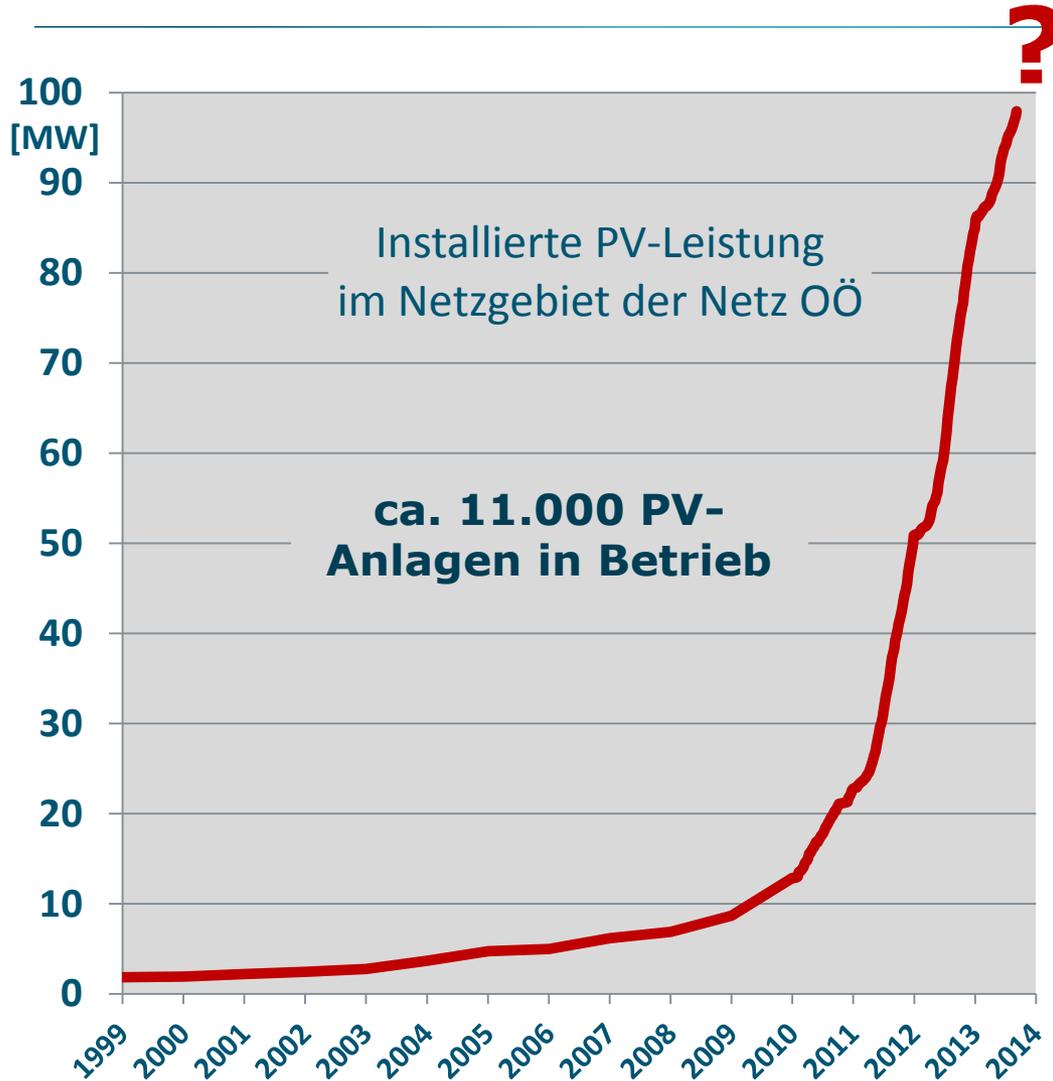
**Anzahl Anlagen in Betrieb** ca. 18.000  
**PV-Leistung in Betrieb** ca. 120 MWp  
**Erzeugte elektr. Energie** ca. 120 GWh  
**Anteil an verteilter Energie \*)** 2 %

**Prognose Photovoltaic Austria  
für Energieanteil 2020: 8%**



\*) Anteil an Gesamtabgabe elektr. Energie  
der Energie AG Oberösterreich Netz GmbH

# Integration Photovoltaik zwei Jahre später



# Was hat sich seit 2012 geändert ?

---

- Forschungsprojekte wurden fortgeführt
  - Erkenntnisse
  - wie geht's weiter
- Tägliche Praxis bei PV-Integration
  - Vermeiden unnötiger Investitionen
  - neue Wege
- Abänderung der Grundlagen des Netzausbaus
- Wie geht es weiter ?

## iGREENGrid (EU FP7)

- internationales Projekt der „Großen“ Europas unter österreichischer Beteiligung
- Änderungen der Verteilnetzstruktur für die Integration dezentraler erneuerbarer Energien
- Empfehlung für einen Grid-Code, der EU-weit anwendbar ist

Électricité Réseau Distribution France SA (ERDF)			Salzburg AG (SAG)		
Enel Distribuzione SPA (ENEL)			Public Power Corporation S.A. (PPC)		
Union Fenosa Distribución, SA (UFD)			Austrian Institute of Technology (AIT)		
RWE Deutschland AG (RWE)			Tecnalia Corporación Tecnológica (TCT)		
ENERGY AG (EAG)			Ricerca sul Sistema Energetico (RSE)		
			KEMA (KEM)		

## iGREENGrid (EU FP7)

- internationales Projekt der „Großen“ Europas unter österreichischer Beteiligung
- Änderungen der Verteilnetzstruktur für die Integration erneuerbarer Energien
- Empfehlung für einen Grid-Code, der EU-weit anwendbar ist

Électricité Réseau Distribution France SA (ERDF)	
Enel Distribuzione SPA (ENEL)	
Union Fenosa Distribución, SA (UFD)	
RWE Deutschland AG (RWE)	
ENERGY AG (EAG)	

## Erkenntnisse

- ein langer Weg, damit man vom Gleichen spricht
- Administration sehr aufwändig
- Österreichs Beitrag wird gehört
- alle kochen mit Wasser
- keine schnellen Ergebnisse

# Forschungsprojekt Eberstalzell



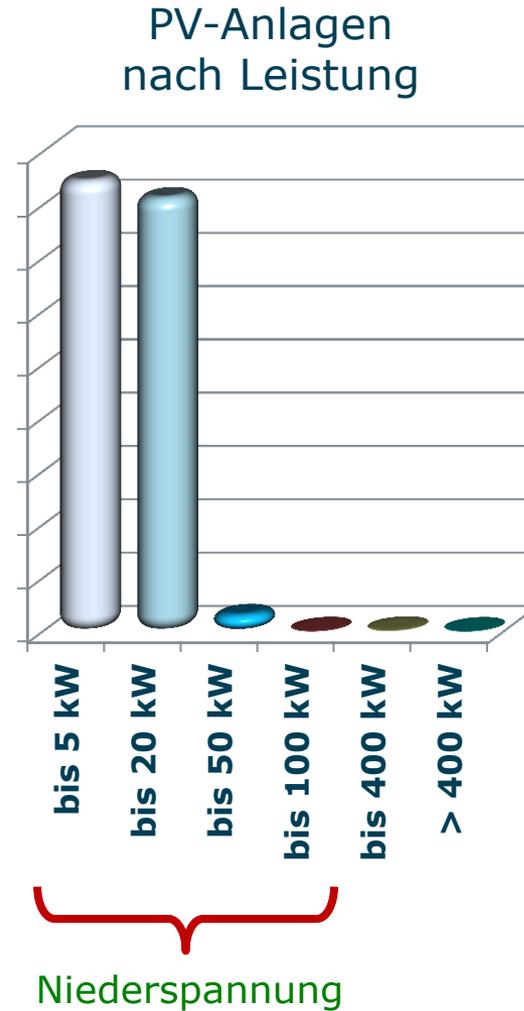
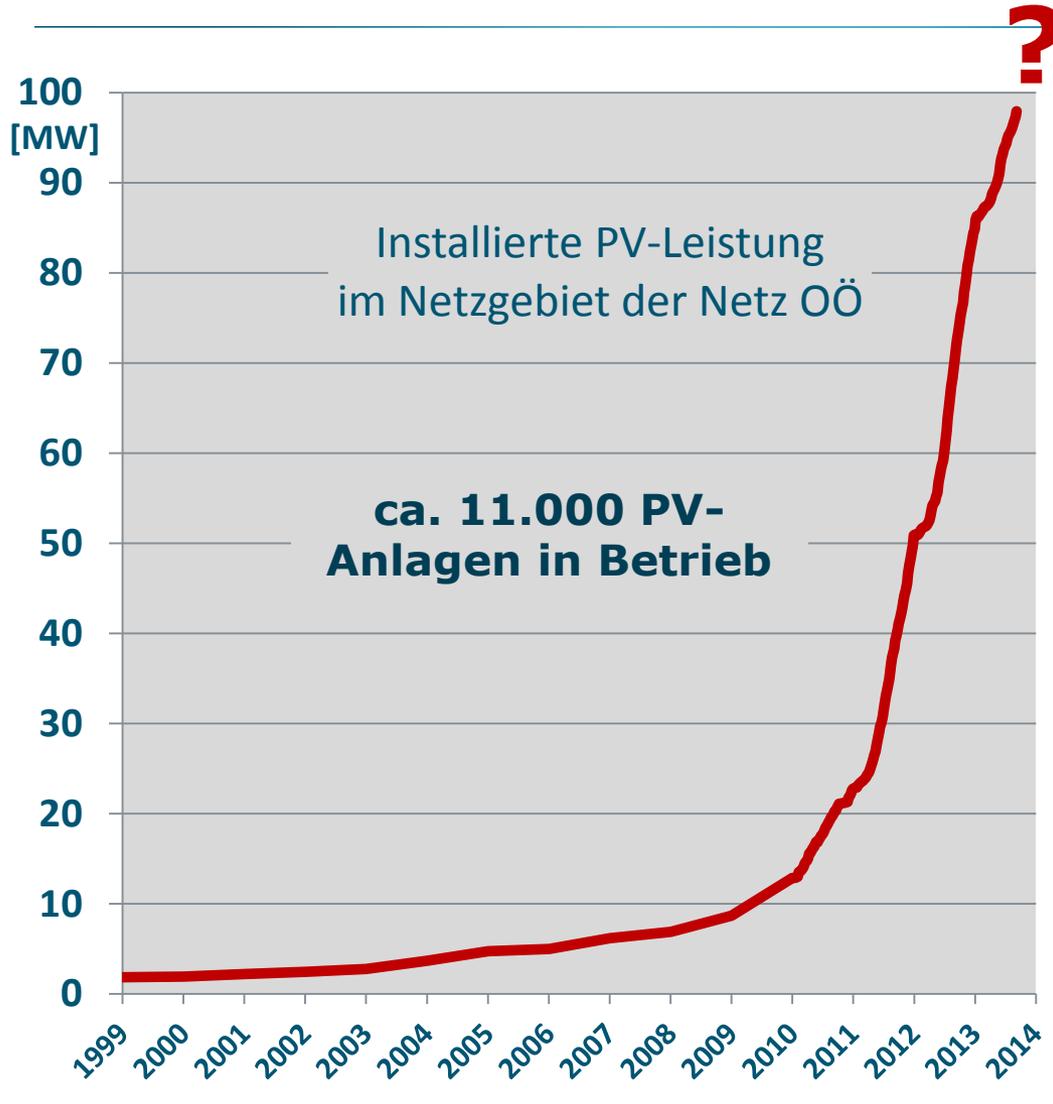
## Ziele

- Sättigen eines ländlichen und Ortsgebiets mit PV
- Anwenden von „smarten“ Verfahren
- Testumgebung für die verschiedensten Fragestellungen

## Erkenntnisse

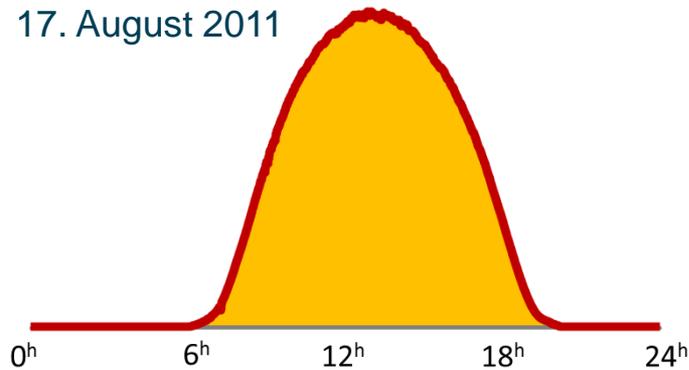
- nur mit aktiver Gemeinde möglich
- Smarte Verfahren weder serienreif, noch robust, noch kostengünstig
- Gefahr der „Komplexitätsfalle“ mit hohen Betreuungskosten
- wichtige Erfahrungen der praktische PV-Auswirkung

# Integration Photovoltaik

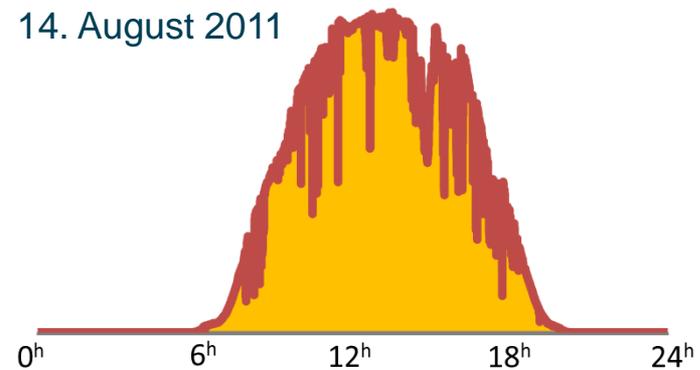


# Solare Erzeugung in der Praxis

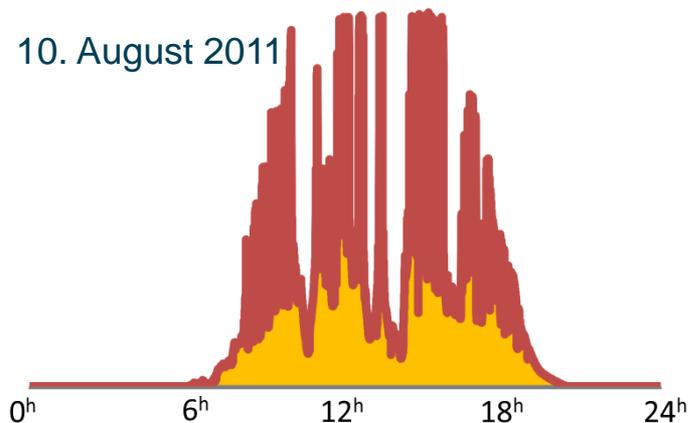
17. August 2011



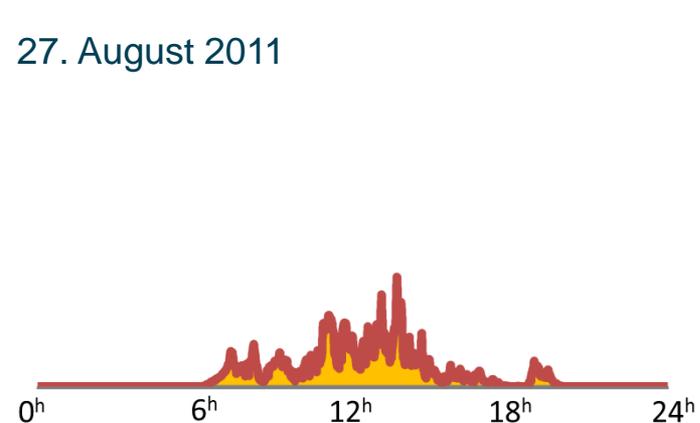
14. August 2011



10. August 2011

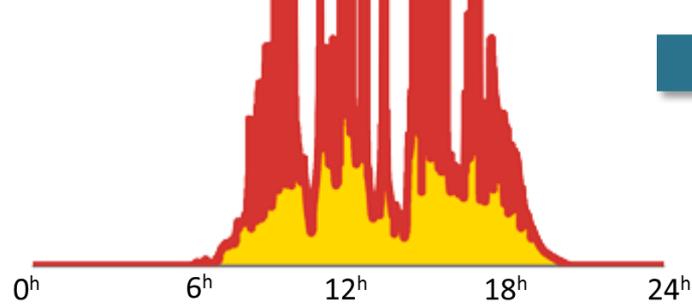


27. August 2011



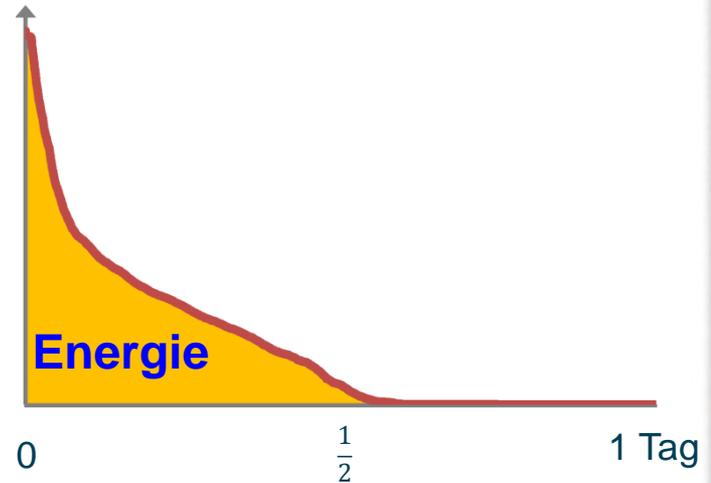
# Tagesdauerline

PV-Leistung  
10. August 2011



**Zeitlicher Verlauf**

**Leistung**



**Dauerlinie**

Quelle: Energie AG Oberösterreich  
1-MW-PV-Anlage Eberstalzell  
ganzjährige 5-Sekunden-Messung 2011

- Wer zahlt für allfälligen Netzausbau ?
  - Gesetzeslage versus politischen Zielvorstellungen
  - Gleichbehandlung wird nicht immer als gerecht empfunden
  - pauschale Beiträge derzeit gesetzlich nicht haltbar
- Höchst volatiler Anfrageprozess
  - getrieben von Fördermodellen, Modulpreisen und lokalen Elektriker-Aktivitäten
  - Anmeldungen, Rücknahmen, Erhöhungen, Veränderungen
  - mehrere Mitarbeiter vollzeitbeschäftigt mit modernster Datenbankunterstützung (SAP, GIS, Behörden)
- bisherige Planungsregeln nicht mehr haltbar
  - Vermeiden von unnötigem Netzausbau
  - Was sagt die Physik ?
  - Herantasten an reale Grenzen



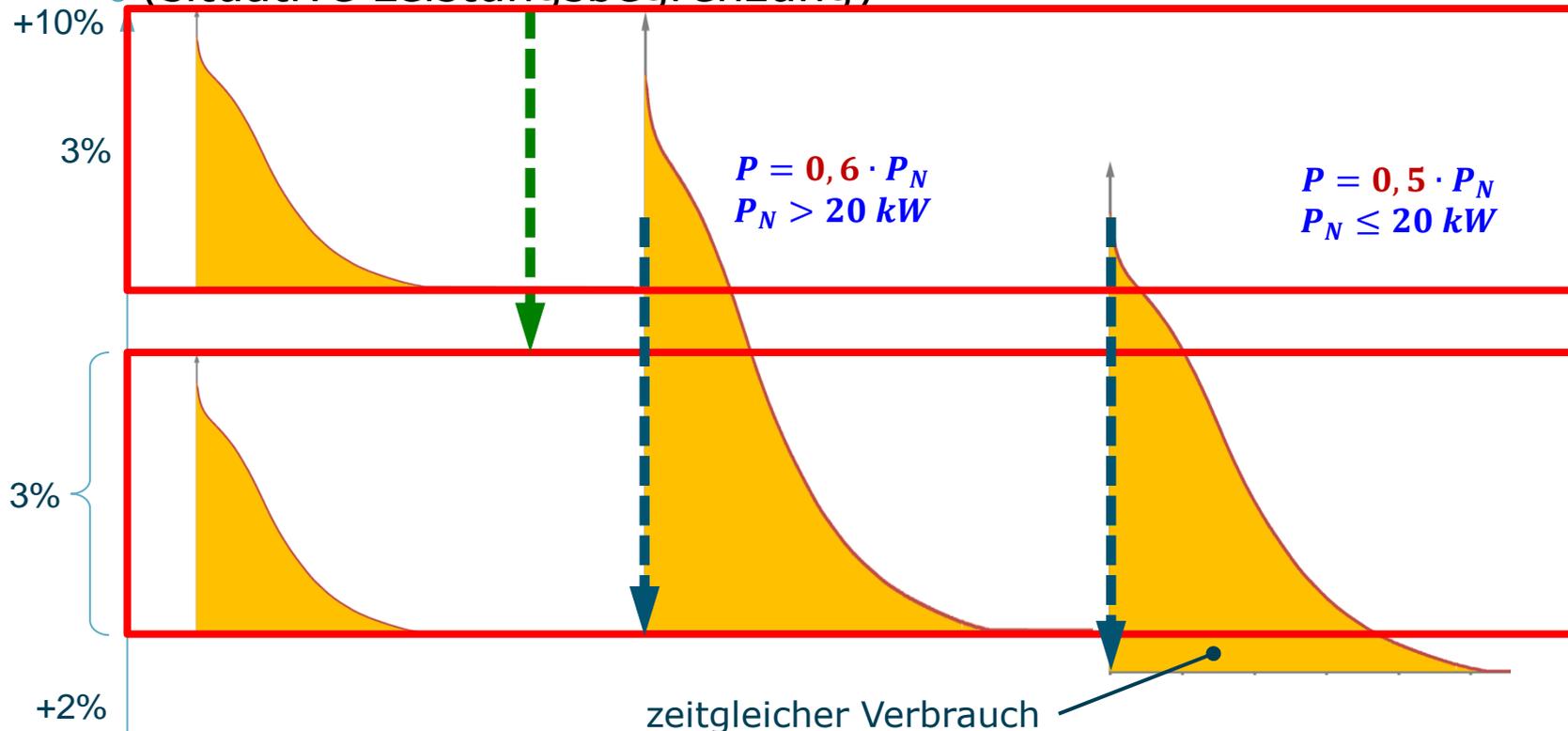
- Abgehen von „Nummer sicher“
- Dynamische Spannungsbandnutzung anstelle statische Zuordnung

**Statische Spannungsbandzuordnung**

	3%	+10% 253/440V	3% Dezentrale Erzeugung Nspg.
+3 % 30,08kV	2%	+7% 246,1/428V	2 % Dezentrale Erzeugung Mspg.
+1 % 29,49kV	1%	+5% 241,5/420V	1% Unsicherheit des Regeltransformators im UW
U <sub>c</sub> 29,2kV	1%	+4% 239,02/416V	1%
- 1 % 28,91kV	5%	+3% 236,9/412V	5% Spannungsabfall in Leitungen
		U <sub>N</sub> 230/400V	
-6% 27,45kV	2%	-2% 225,4/392V	2% Spannungsabfall/Stufentoleranz 30/0,4kV Trafo
		-4% 220,8/384V	
	6%		6% Spannungsabfall in den Ortsnetzleitungen
		-10% 207/360V	

# Dynamische Spannungsbandnutzung

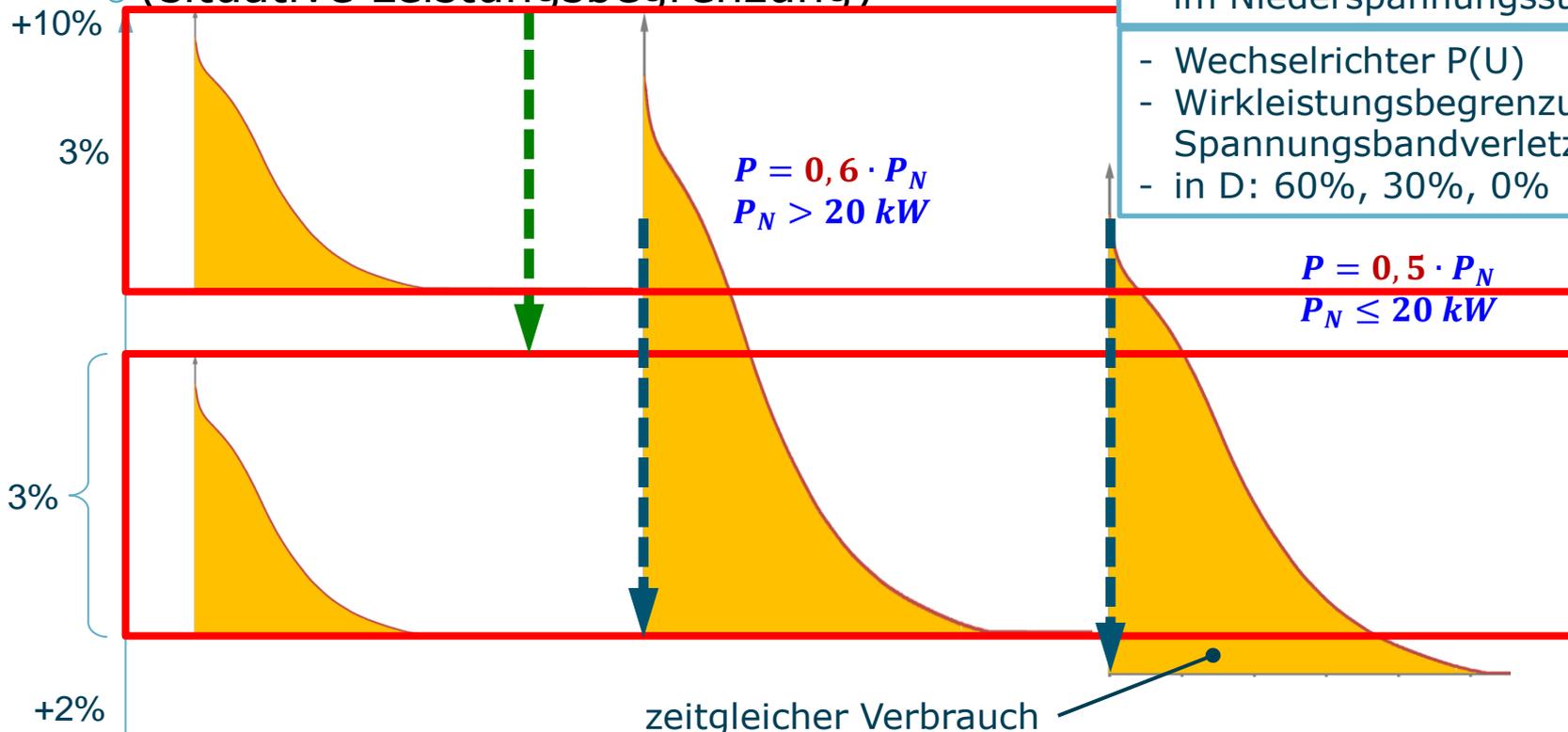
- Zustandsabhängige Maßnahmen
  - **Arbeitspunktverschiebung**
  - regelungstechnische Spannungsbeeinflussung
  - **Wahrscheinlichkeit zeitgleicher Verbrauch**
  - (situative Leistungsbegrenzung)



# Dynamische Spannungsbandnutzung

- Zustandsabhängige Maßnahmen
  - **Arbeitspunktverschiebung**
  - regelungstechnische Spannungsbeeinflussung
  - **Wahrscheinlichkeit zeitgleicher Verbrauch**
  - (situative Leistungsbegrenzung)

- Spannungsabfall Mittelspannung
- regelbarer Ortsnetztrafo
- Längsregler Niederspannung
- Wechselrichter Q(P), Q(U)
- induktiver Blindleistungsbezug bei Wirkleistungslieferung
- zeitgleicher Spannungsabfall im Niederspannungsstrang
- Wechselrichter P(U)
- Wirkleistungsbegrenzung bei Spannungsbandverletzung
- in D: 60%, 30%, 0%



- Alle Welt spricht von „**Energie**“
  - Energie-Erzeugung
  - Energie-Verbrauch
  - Energie-Autarkie
  - Energie-Transport

# Stromnetze sind auf Strom ausgelegt

- Physikalisches Auslegekriterium ist Strom.

$$Energie = \int_{t_0}^{t_1} Strom(t) \cdot Spannung(t) \cdot dt$$

- Als Ersatz für Strom · Spannung wird häufig die elektrische Wirkleistung verwendet und als „Leistung“ bezeichnet.
  - Unter Annahme einer weitgehend konstanten Spannung und eines üblichen Leistungsfaktors (siehe später) ist das in der Praxis vielfach - aber nicht immer - zulässig.
- Als praktisches Auslegekriterium wird häufig Leistung verwendet.

$$Energie = \int_{t_0}^{t_1} Leistung(t) \cdot dt$$

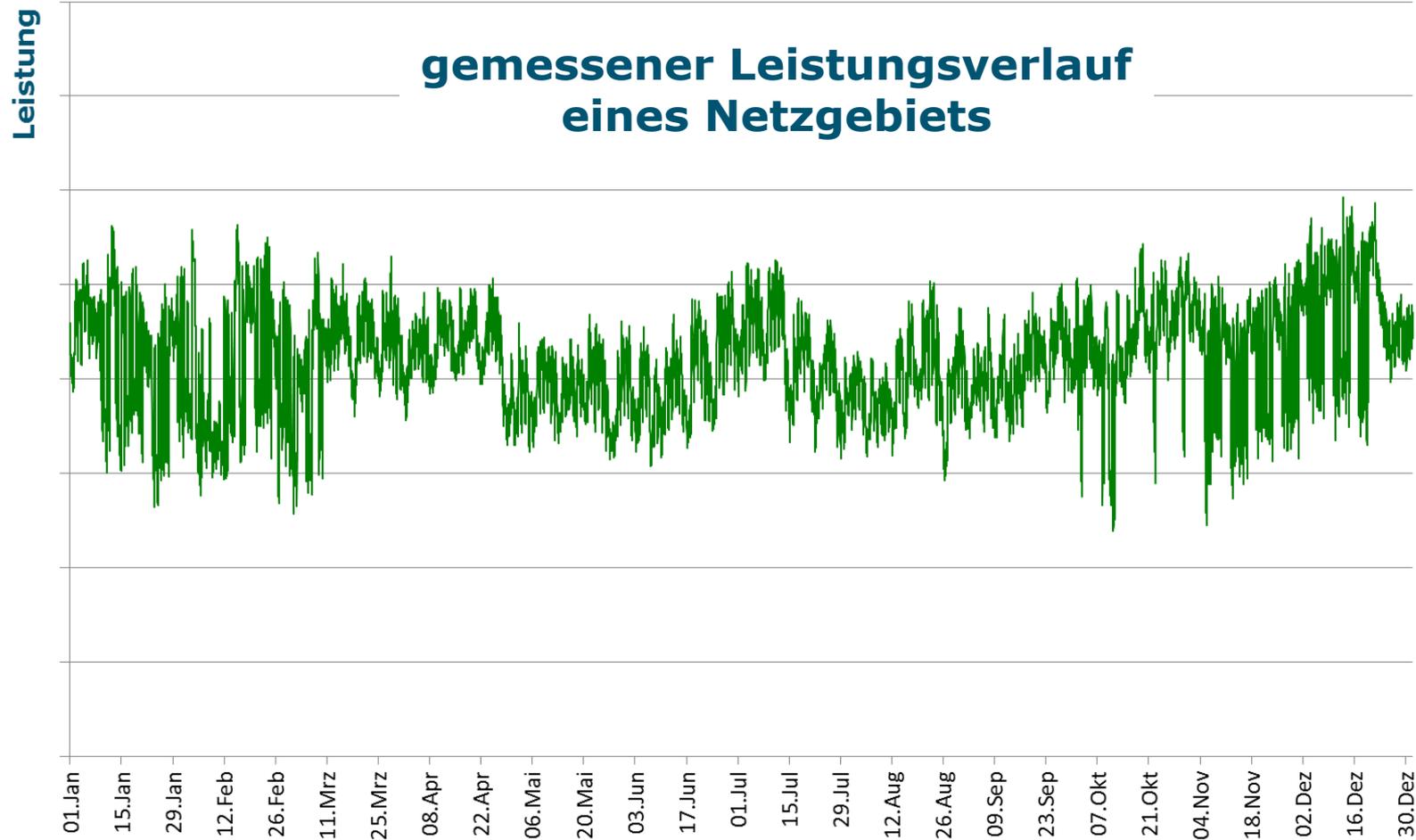
- Bei konstanter Leistung:

$$Energie = \quad \quad \quad = Leistung \cdot \Delta t$$

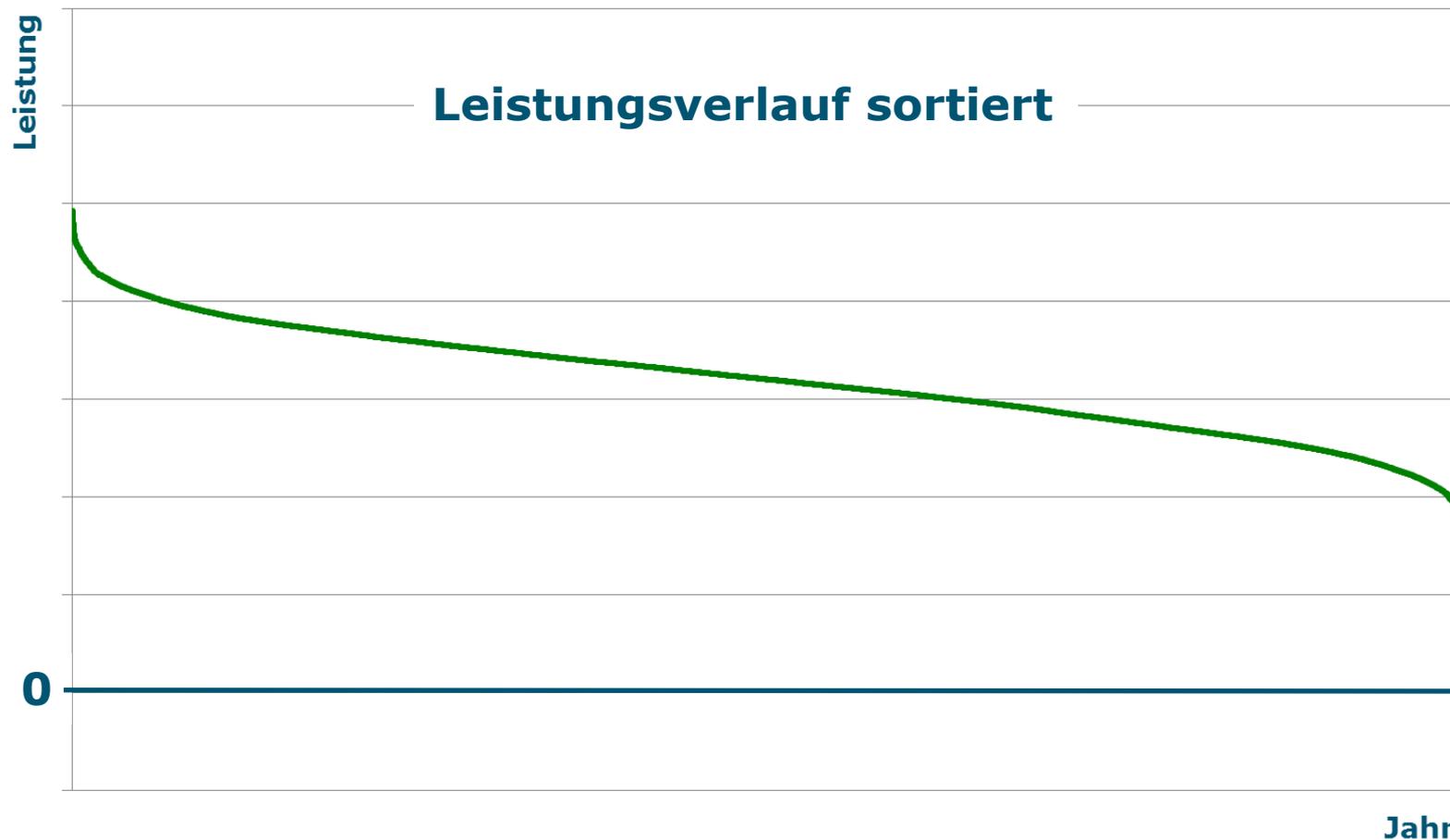
- **Die Leistung ist zeitlich aber nicht konstant.**

- Alle Welt spricht von „**Energie**“
  - Energie-Erzeugung
  - Energie-Verbrauch
  - Energie-Autarkie
  - Energie-Transport
- „**Leistung**“ aus „**Energie**“ über **Dauerlinie**
  - Energie spielt untergeordnete Rolle
  - **bei bekanntem zeitlichem Energiebedarf** ist Energie auch ein Maß für Leistung und Strom
- Bisheriger Planungsvorgang im Verteilnetz
  - Prognose des Energiebedarfs
  - über Zeitverlauf der Energie (**Dauerlinie**) Umrechnung auf Leistung
  - daraus abgeleitet Errichtung von z.B. Umspannwerken, Leitungen
  - lange Vorlaufzeiten

# Zeitverlauf durch Dauerlinie

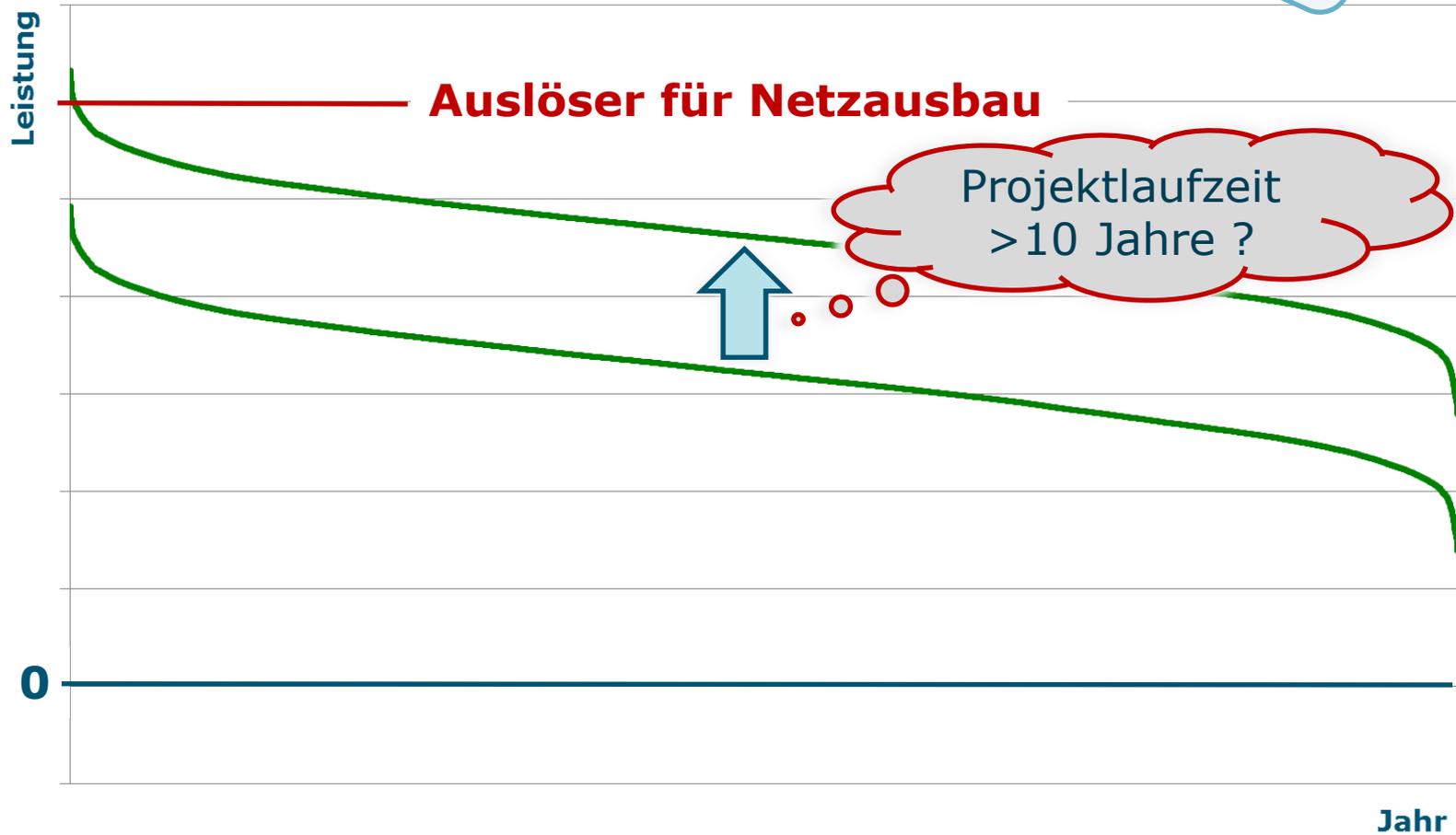


# Zeitverlauf durch Dauerlinie

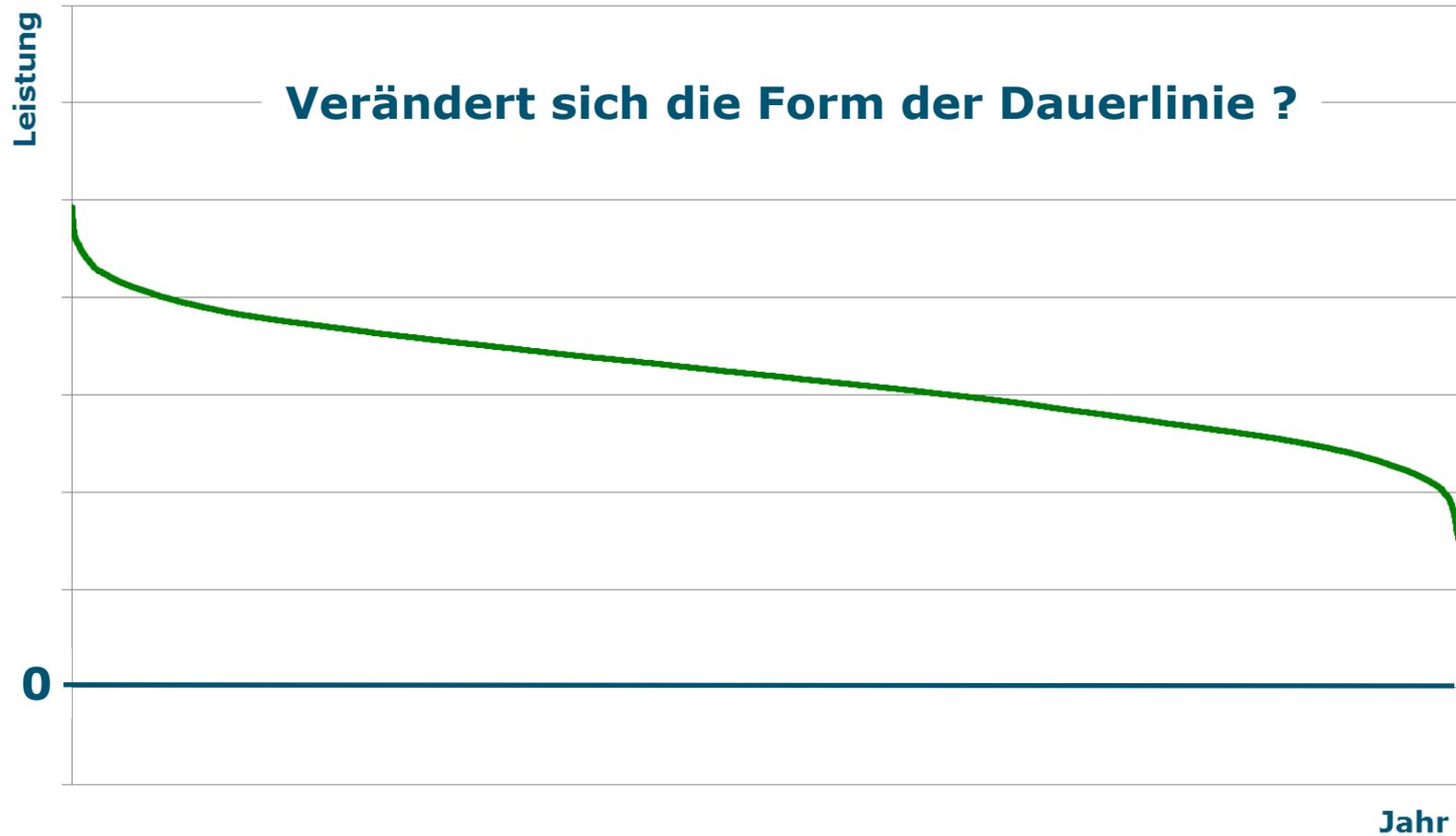


# Prognose der Dauerlinie

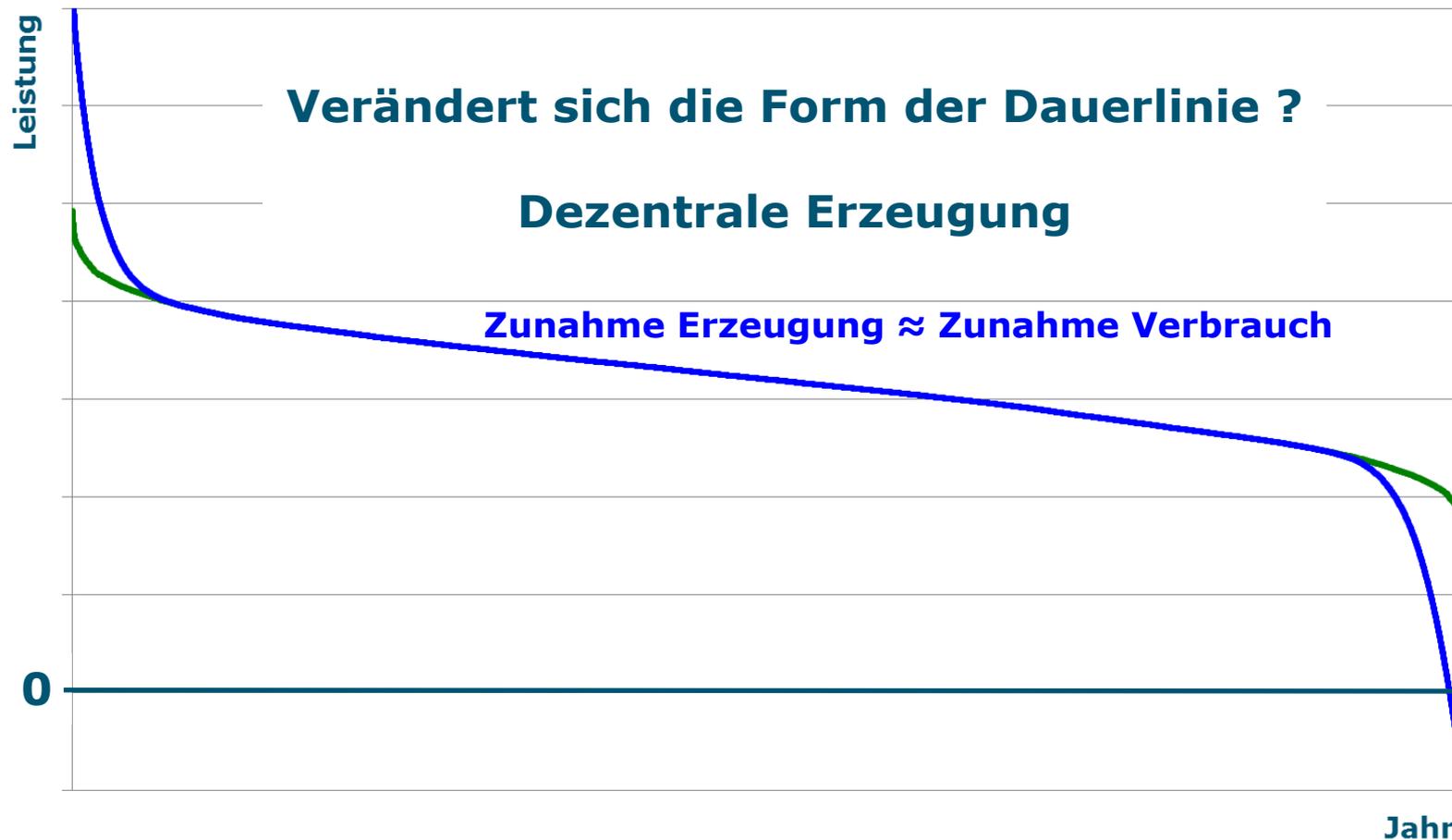
bisher



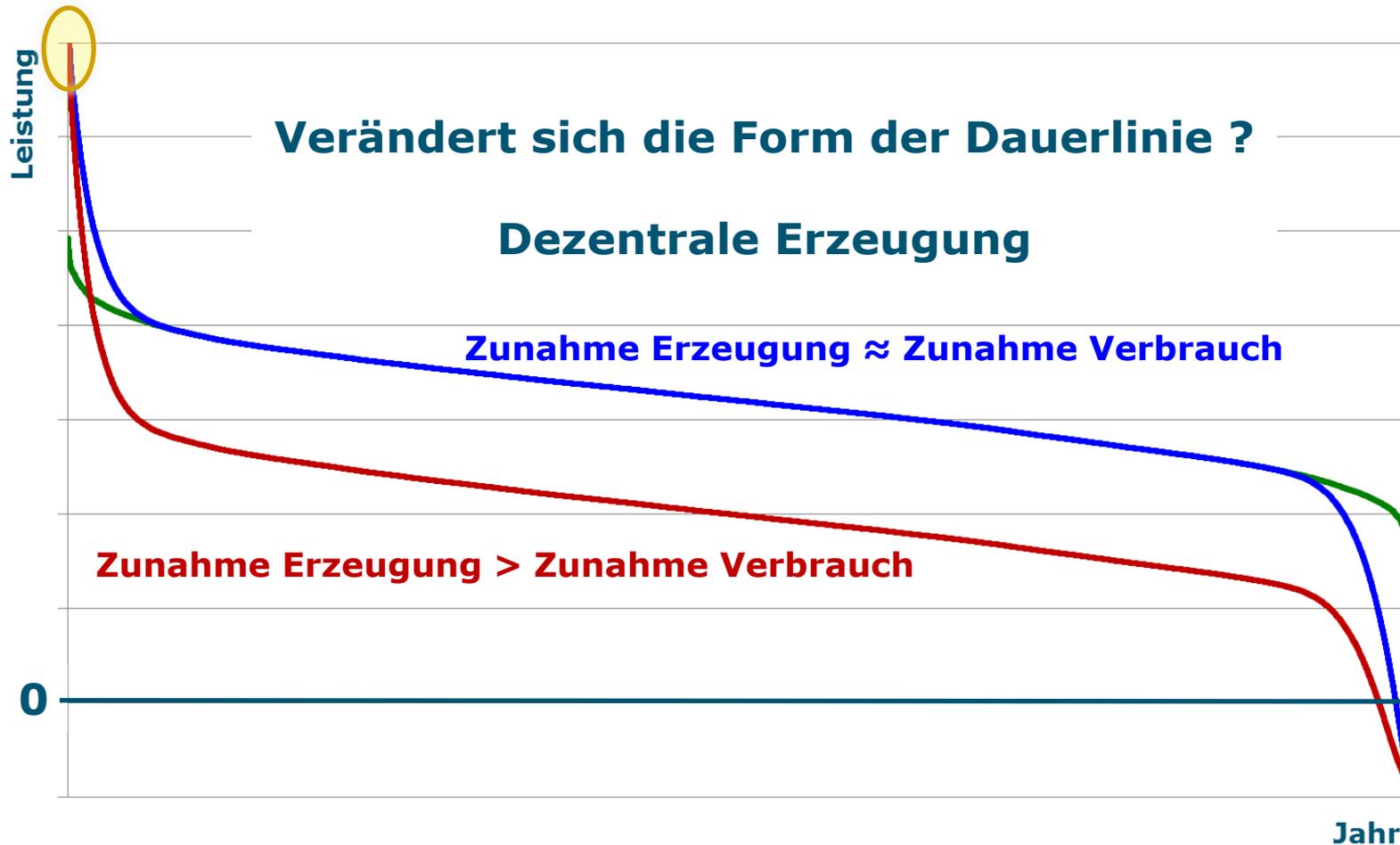
# Veränderung der Dauerlinie

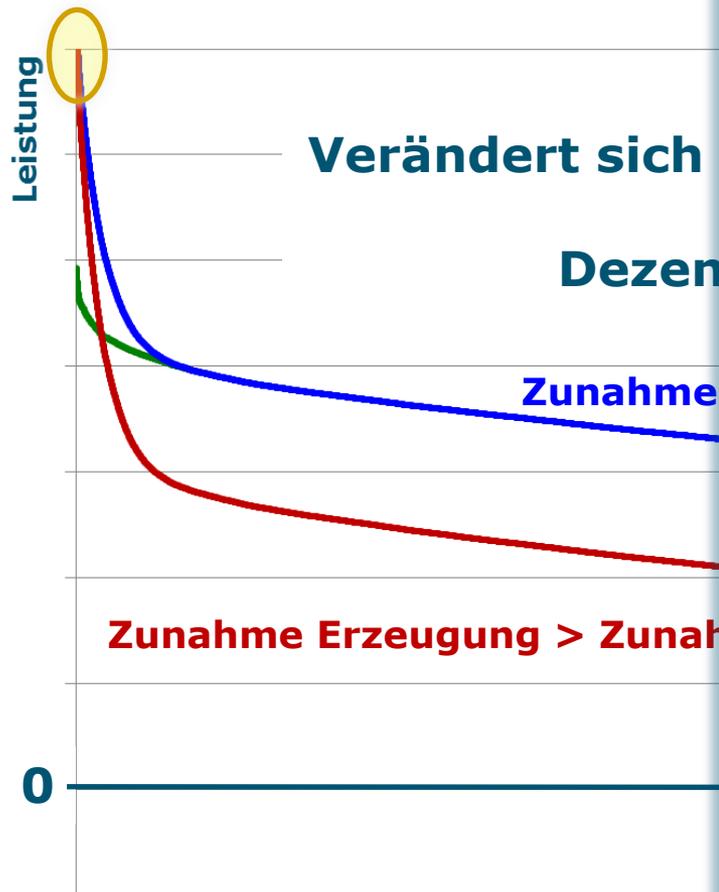


# Veränderung der Dauerlinie



# Veränderung der Dauerlinie

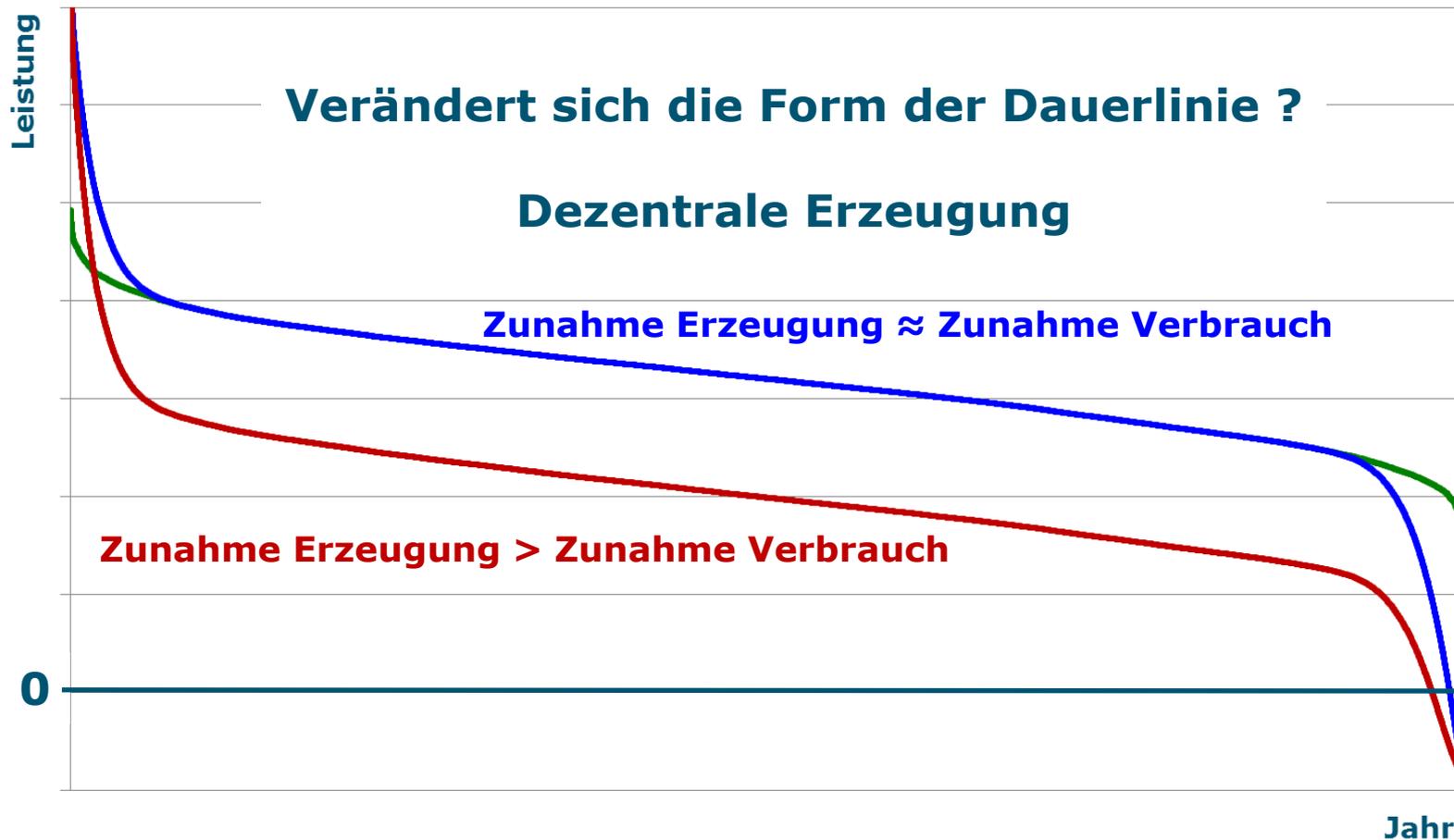


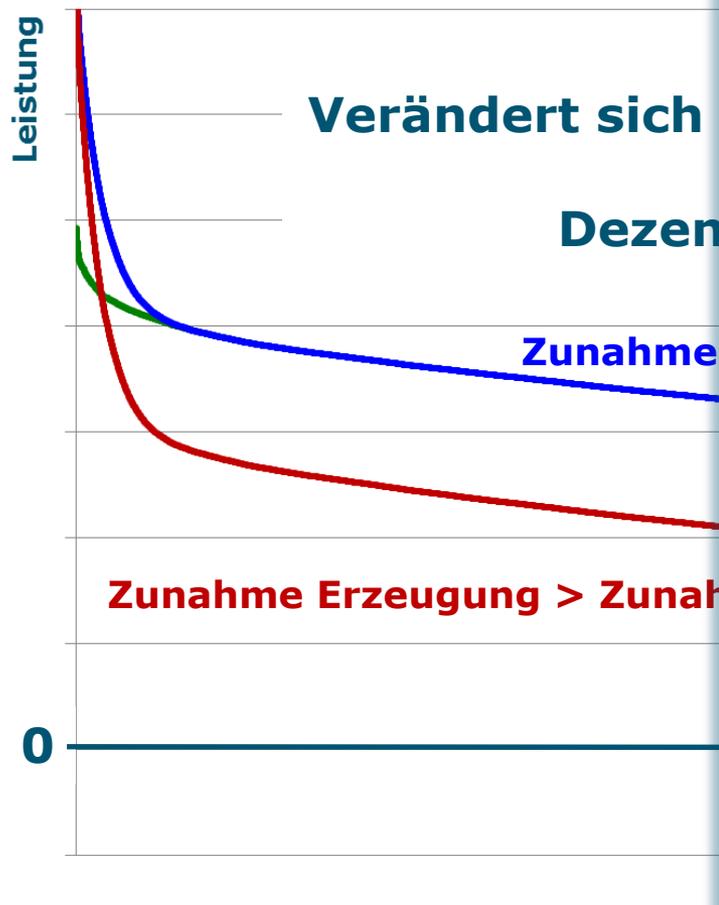


## Konsequenzen

- Viel Netz für ganz kurze Zeit
- Funktion des Netzes ändert sich
  - Ausfallslieferung
  - Spitzenabtransport
  - Frequenz- und Spannungshaltung
- Ertragsbasis bricht weg
  - energiebezogener Netztarif nicht Physik-konform

# Veränderung der Dauerlinie





## Lösungsansätze

- Netzausbau auf Basis Ist-Bedarf
- Probabilistischer Netzbetrieb
- Aktives Netzmanagement
- „non-firm connections“
  - bedingte Anschlüsse
- Leistungsbasierter Netztarif
  - ehestmöglich

# Wie geht es weiter ?

---

- Forschungsprojekte werden fortgeführt
  - neue Erkenntnisse, neue Technologien
  - Schwerpunkt Speicher und Energieeffizienz
- Wo sind die smarten Lösungen für das Netz ?
  - robust
  - stabil
  - kostengünstig (TCO – Total Cost of Ownership)
- Geht der PV-Boom tatsächlich weiter ?
  - irgendwer muss das bezahlen
- Ich freue mich auf „Energiesysteme im Umbruch V“ !

