

An aerial, fisheye photograph of a white wind turbine with three blades, each with a red tip, standing in a lush green agricultural field. The landscape is a patchwork of green and brown fields, with a small town visible in the distance. The sky is filled with large, white, fluffy clouds against a blue background. A semi-transparent green box with a red border on the left side is overlaid on the lower-left portion of the image, containing white text.

Max Bögl Gruppe

Dezentrale Energieversorgung in  
der betrieblichen Praxis

Josef Bayer Leiter Elektrotechnik Wind



- 85 Jahre erfolgreiche Firmengeschichte
- Familiengeführt seit 3 Generationen
- über 6.000 hoch qualifizierte Mitarbeiter
- 35 Standorte weltweit

# Leistungsspektrum



Hochbau



Infrastruktur



Tunnelbau



Hybridtürme Windanlagen



Tiefbau



Stahlkonstruktion



Fertigteilverke



Baumaterialien



Straßenbau



Brückenbau



Schlüsselfertiges Bauen



Transport

# Transport System Bögl

## Advantages

- flexible and reliable passenger transport with the utmost punctuality
- 300 people per hour in each direction at 150 metres an hour
- Maximum safety and availability
- Elegantly gliding with barely a sound
- No vibrations for the maximum in passenger transport
- optimum drive efficiency and low energy consumption



# Lösungen für erneuerbare Energien

# Überblick



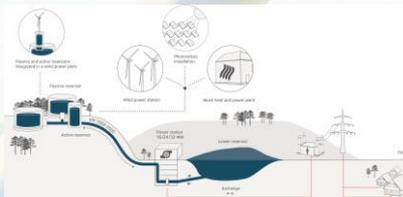
## Hybridturm System

- Infrastruktur
- Fundamente
- Produktion
- Inneneinbau
- Turmmontage
- Mobile Fertigung



## Mobile Fertigung

- Weltweite Produktion vor Ort
- Automatisierte Produktionsketten



## Speicherlösungen

- Wasserbatterie
- Direktvermarktung
- Ökostrom Lieferant



## Service

- Logistik
- Technische Betriebsführung
- WTG Montage
- Kit-Set Lieferant



# Josef Bayer

Leiter Elektrotechnik Wind



# Elektrotechnik Wind Max Bögl



## Sonderprojekte Engineering

- Energiesysteme
- Produktionsanlagen
- Visualisierungssysteme
- Prozesssimulation & Optimierung



## Technisches Büro Elektrotechnik Wind

- TGA Planung für serialisiertes Bauen
- Energiesysteme für Quartierslösungen



## Produktion & Prozessoptimierung

- Produktion und Vorkonfektionierung
- Lean Management



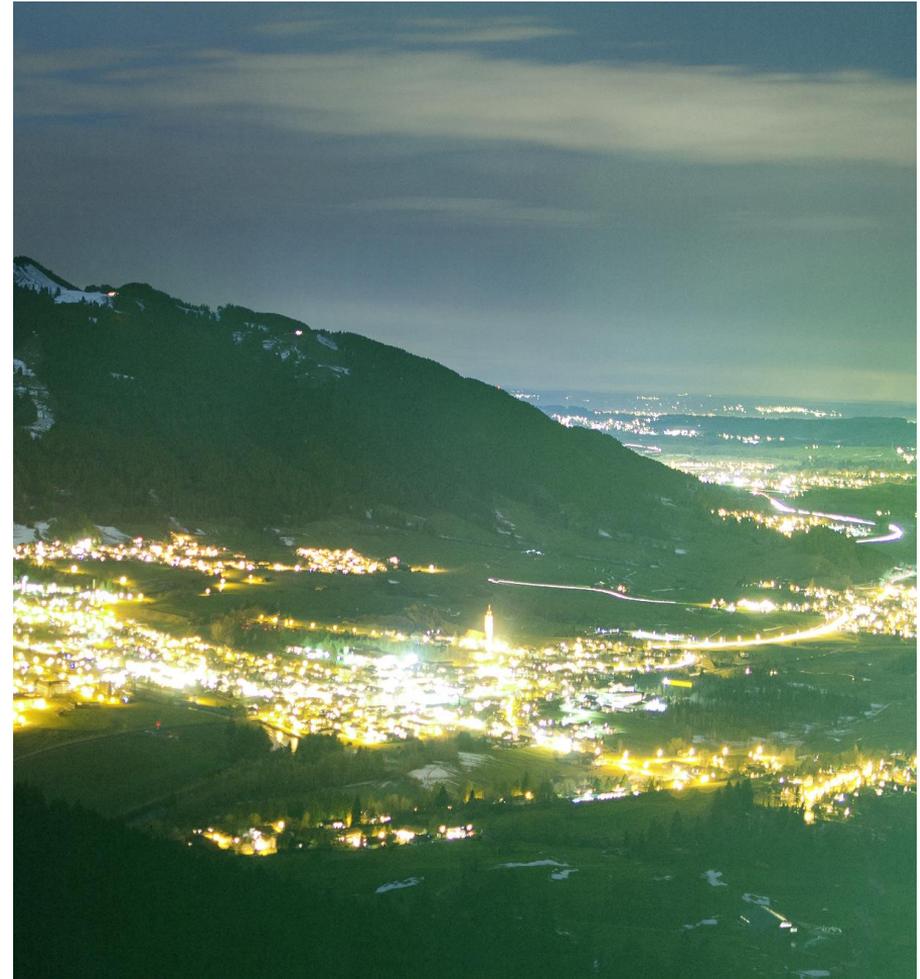
## Service & Technische Betriebsführung

- Wind, PV, BHKW, Wasserkraft
- Speichersysteme
- DGUV V3 Prüfungen

# Dezentrale Energieversorgung in der betrieblichen Praxis

## Agenda

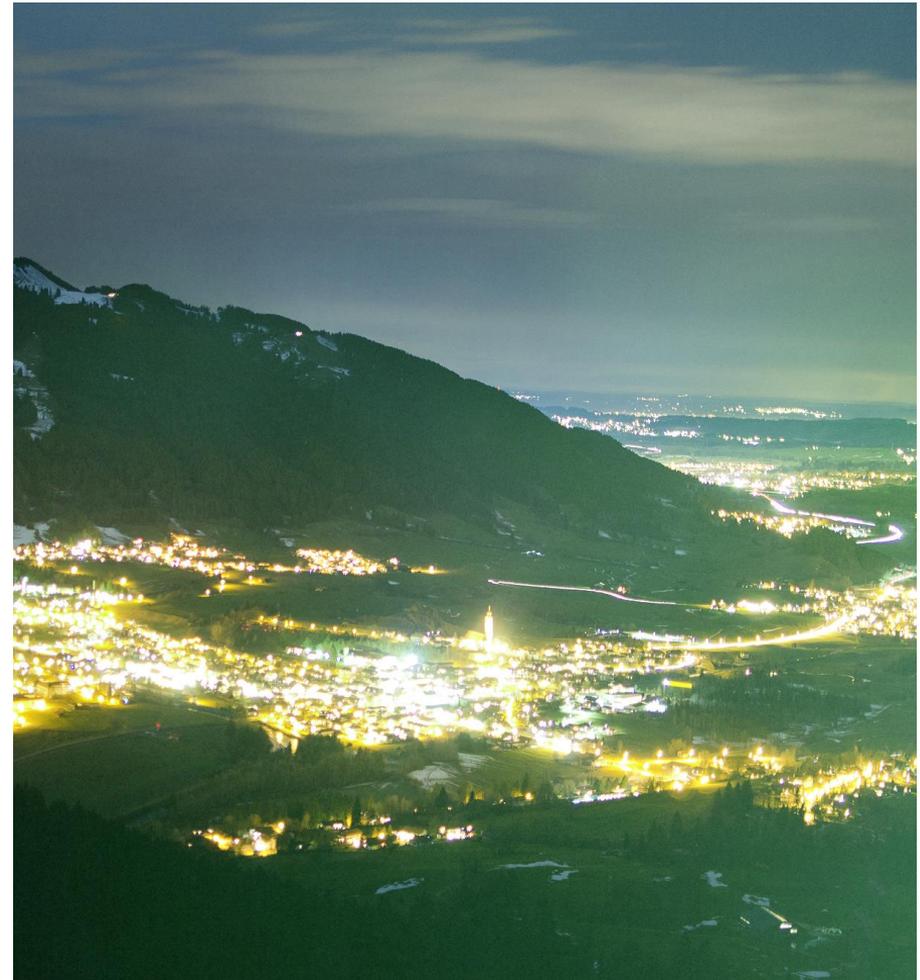
- Reale Strukturen eines Industrienetzes
- Voraussetzungen für die Integration dezentraler Energieerzeuger in betriebliche Netze
- Erste reelle Anwendungsmöglichkeiten
- Zukünftige Ausbaumöglichkeiten und Anwendungen



# Dezentrale Energieversorgung in der betrieblichen Praxis

## Agenda

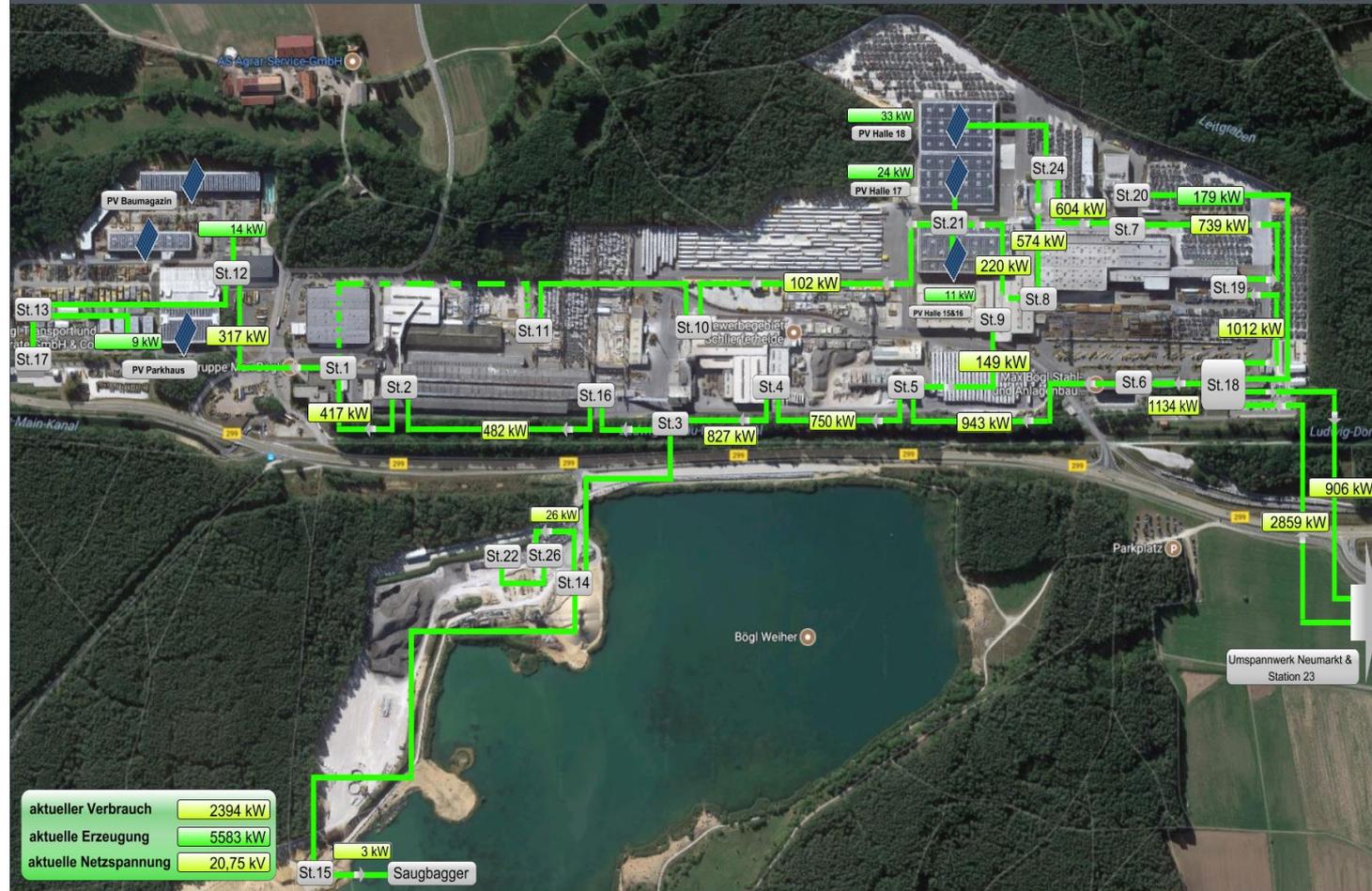
- **Reale Strukturen eines Industrienetzes**
- Voraussetzungen für die Integration dezentraler Energieerzeuger in betriebliche Netze
- Erste reelle Anwendungsmöglichkeiten
- Zukünftige Ausbaumöglichkeiten und Anwendungen





Ansicht: Standort

# Werksnetz Sengenthal

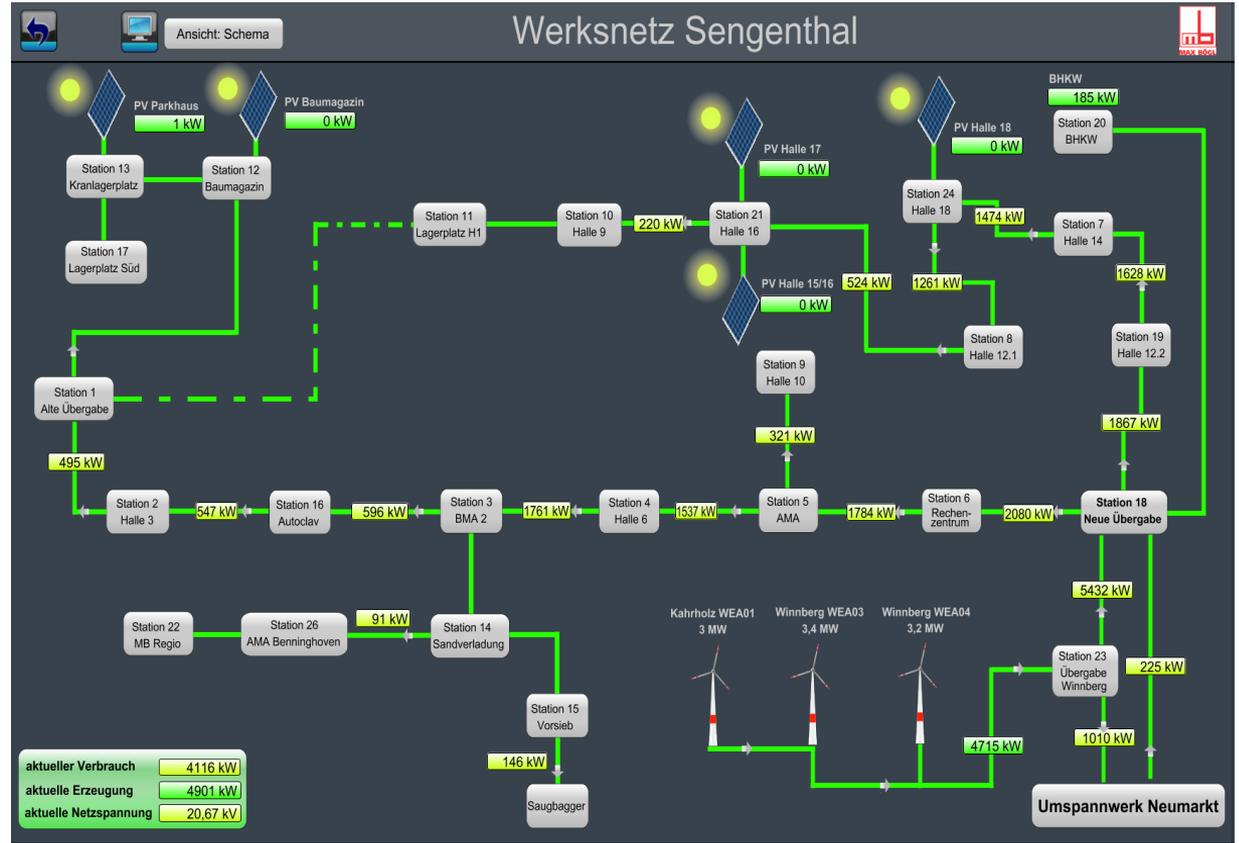


# Reale Strukturen eines Industrienetzes

Industrienetz Max Bögl:

- über 30 Kilometer MS Kabel
- ca. 200 Mittelspannungs-Schutz & Schaltgeräte
- 30 MS Transformatoren
- tausende von Anlagen und Energieverteilungen

Jahresverbrauch von 26 GWh entspricht dem Bedarf einer Stadt mit ca. 30.000 Einwohnern



# Reale Strukturen eines Industrienetzes

Industrienetz Max Bögl  
Erzeugungsanlagen:

- 9,6 MW Wind
- 2,5 MW PV
- 1,5 MW Speicher in Planung

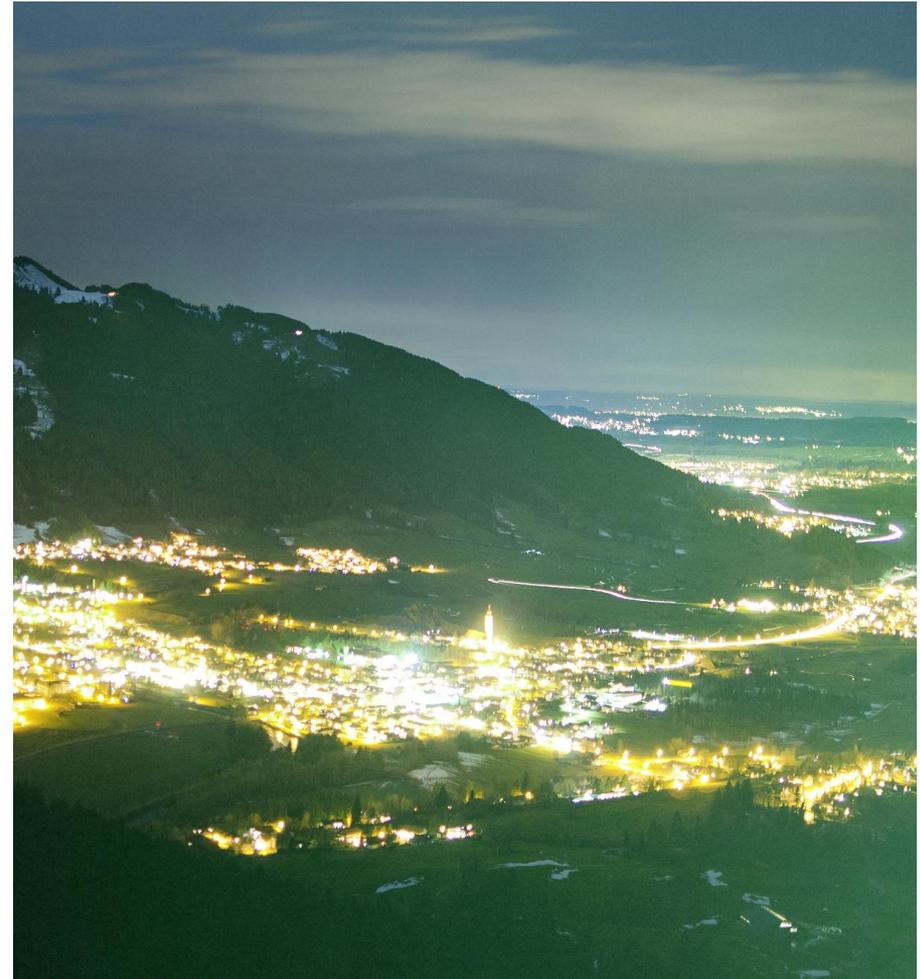
Jahreserzeugung 25,5 GWh  
entspricht dem Verbrauch von  
ca. 6500 Einfamilienhäusern



# Dezentrale Energieversorgung in der betrieblichen Praxis

## Agenda

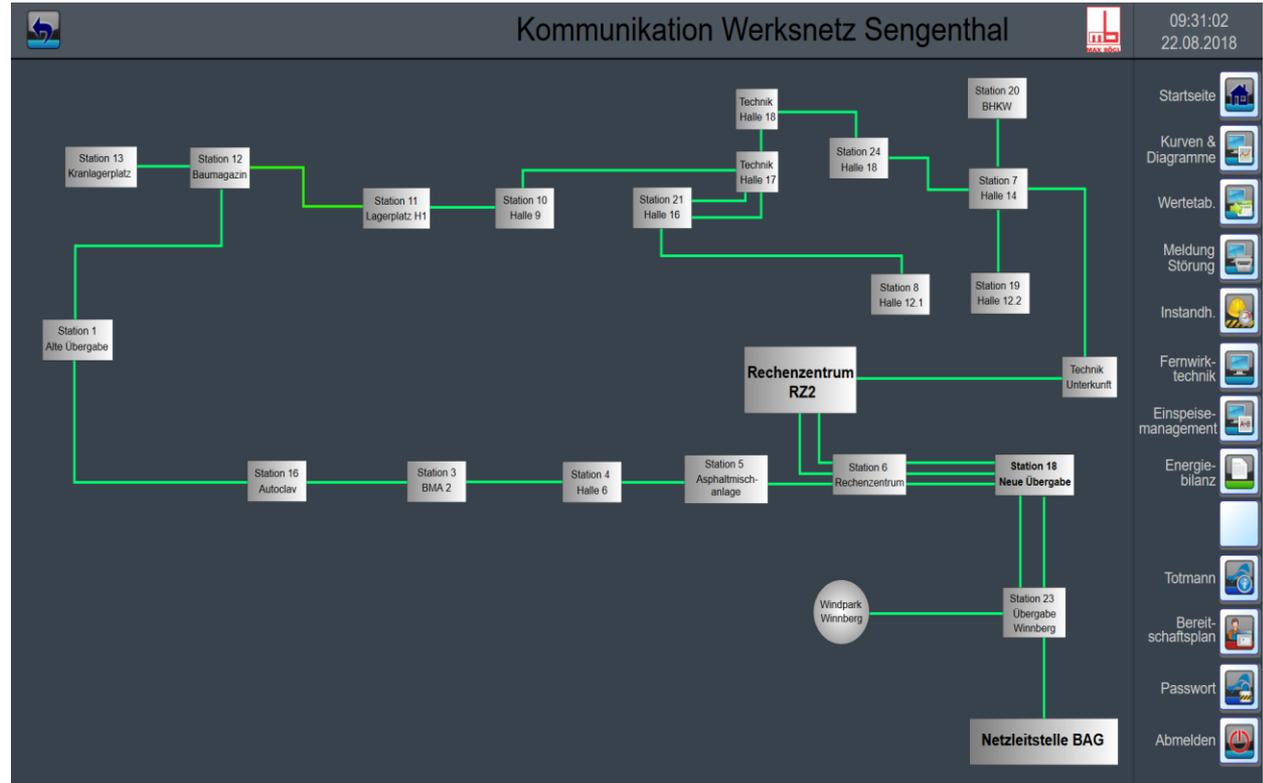
- Reale Strukturen eines Industrienetzes
- **Voraussetzungen für die Integration dezentraler Energieerzeuger in betriebliche Netze**
- Erste reelle Anwendungsmöglichkeiten
- Zukünftige Ausbaumöglichkeiten und Anwendungen



# Voraussetzungen für die Integration dezentraler Energieerzeuger in betriebliche Netze

## Erste Schritte

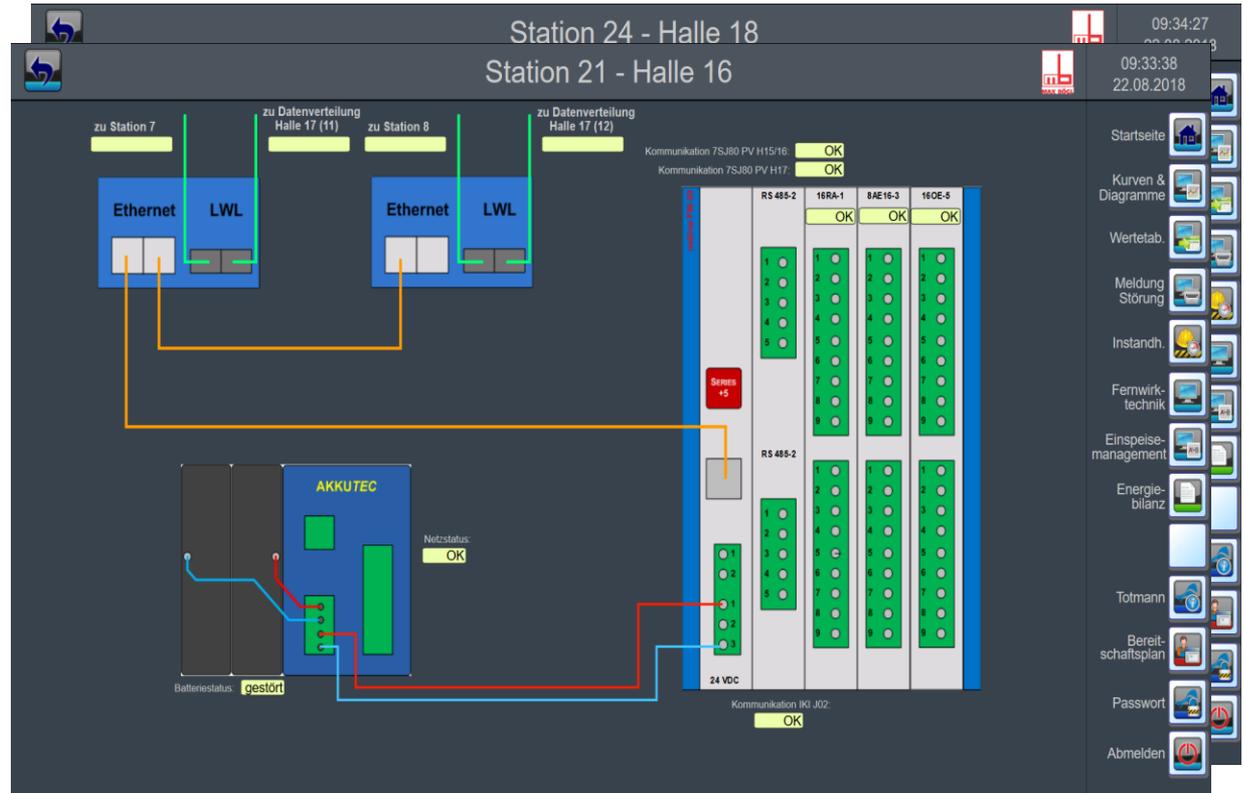
- Aufbau und Vernetzung von Fernwirktechnik an allen Mittelspannungsstationen



# Voraussetzungen für die Integration dezentraler Energieerzeuger in betriebliche Netze

## Erste Schritte

- Standardisierung bei der Fernwirktechnik und Datenaufnahme



# Voraussetzungen für die Integration dezentraler Energieerzeuger in betriebliche Netze

## Erste Schritte

- Zentrales Einspeisemanagement für unterschiedliche EEG Erzeugungsanlagen

**Einspeisemanagement Werksnetz Sengenthal** 09:36:06 22.08.2018

Parameter	Sollwert	Messwert
Leistungsschalter	aktiv	
Wirkleistung	100 %	36,83 %
CosPhi	1,00	-0,92 MW
Kommunikation EisManSlave	OK	0,01 MVAr

Parameter	Sollwert	Messwert
Leistungsschalter	aktiv	
Wirkleistung	100 %	12,68 %
CosPhi	1,00	-0,57 MW
Kommunikation EisManSlave	OK	0,03 MVAr
Nennspannung		20,30 kV
Windgeschw.		4,40 m/s
Außentemperatur		21,80 °C

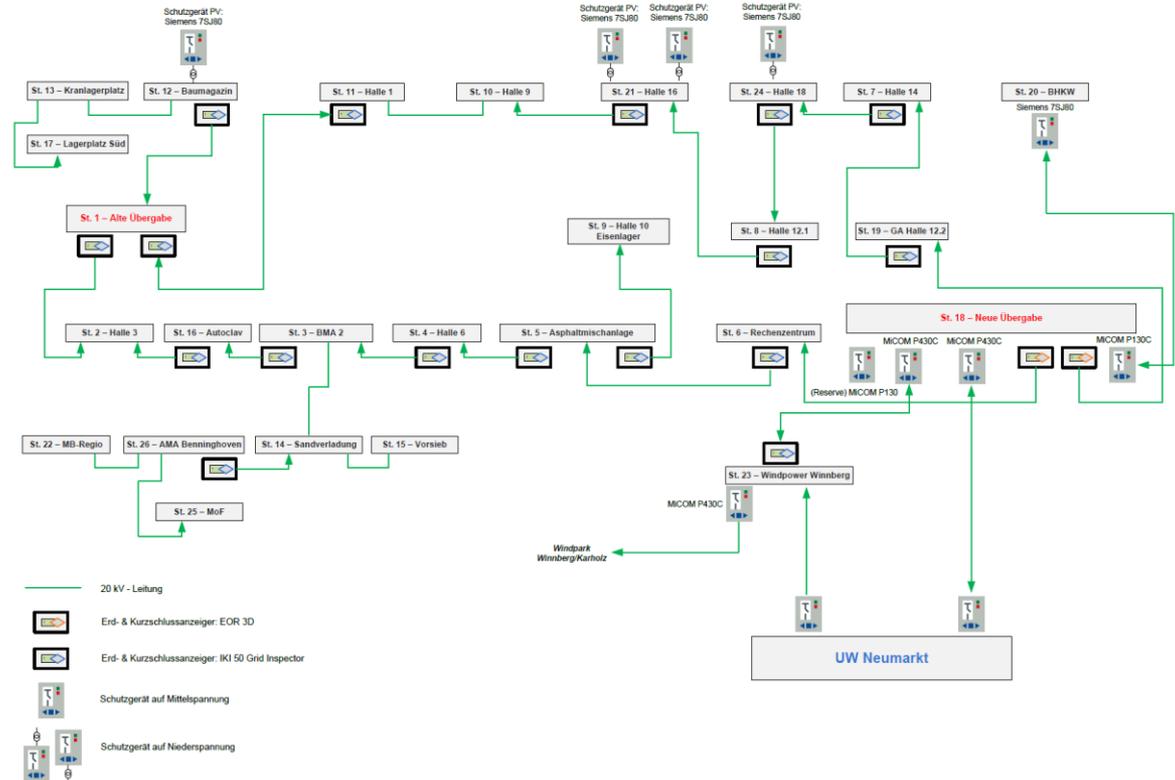
Parameter	Sollwert	Messwert
Leistungsschalter	inaktiv	
Wirkleistung	100 %	0,00 %
CosPhi	1,00	0,00 MW
Kommunikation EisManSlave	OK	0,00 MVAr

Kommunikation EisManMaster OK

# Voraussetzungen für die Integration dezentraler Energieerzeuger in betriebliche Netze

## Erste Schritte

- Nachrüstung aller MS Kabelsektionen mit Erdschluss- und Kurzschlussüberwachung
- Anbindung aller MS Schutzgeräte auf die Fernwirktechnik
- Aufschaltung aller MS Schaltgeräte auf die Fernwirktechnik



# Voraussetzungen für die Integration dezentraler Energieerzeuger in betriebliche Netze

## Netzschutz

- Ausarbeitung eines teileselektiven Netzschutzkonzept
- Vervielfachung der Schutzszenarien durch Energieflussumkehr und gemischte Erzeugung und Verbrauch

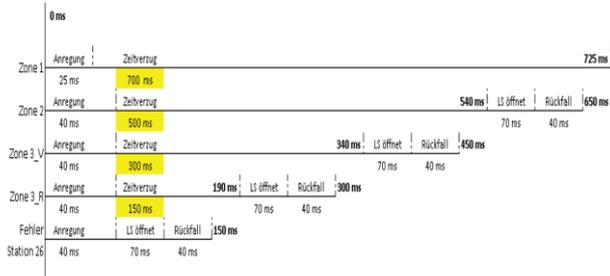
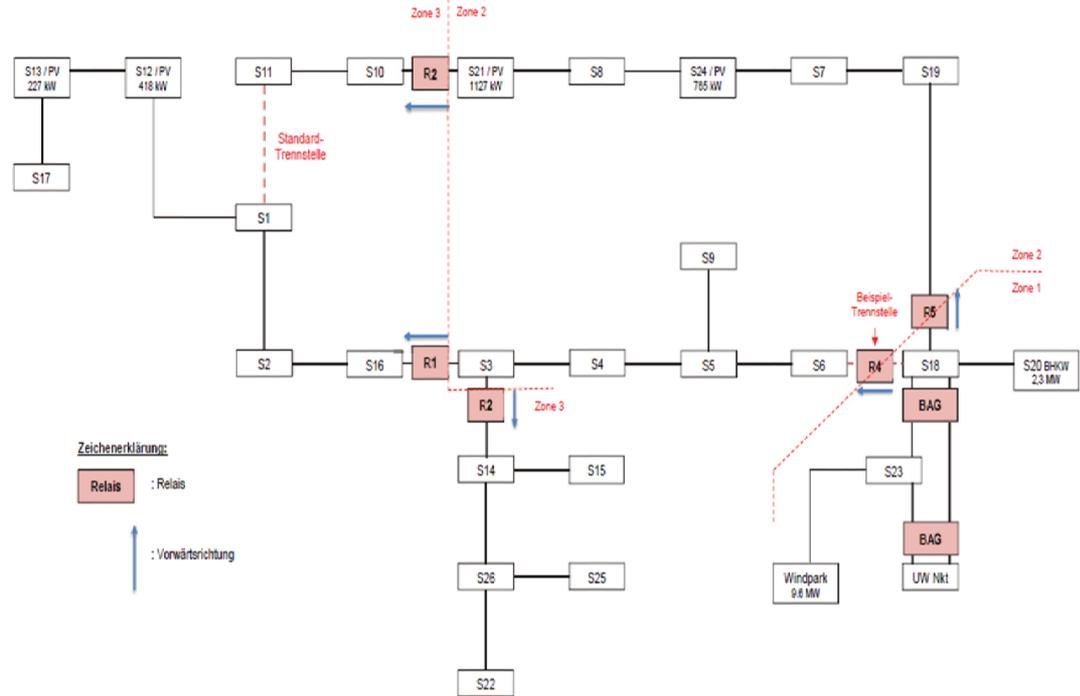


Abbildung 17 Überprüfung der Auslösezeiten bei Annahme des Kurzschlusses in Station 26 und Trennstelle bei Kabel S18—S6; V = Vorwärtsrichtung, R = Rückwärtsrichtung



# Voraussetzungen für die Integration dezentraler Energieerzeuger in betriebliche Netze

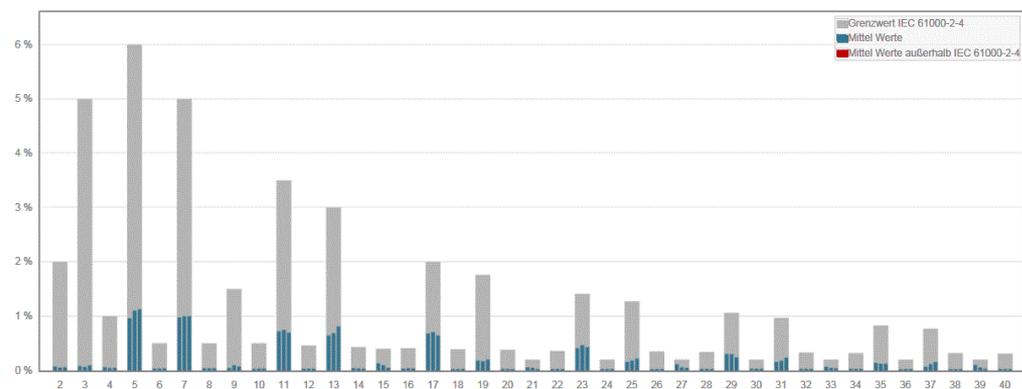
## Netzüberwachung

- Detaillierte kontinuierliche Analysen der Netzqualität in allen Netzbereichen und Spannungsebenen

Realtime IEC61000-2-4 Indication					
Bezeichnung	Momentanwerte		Mittelwerte (letzte 15 min.)	Untere Grenzwert gem. IEC 61000-2-4	Oberer Grenzwert gem. IEC 61000-2-4
Gerätename	UV 18.2 Gesamtmessung	Phasenspannung L1	235,56 V	207 V	253 V
Gerätezeit	16:54 / 03.05.2018	Phasenspannung L2	235,76 V	207 V	253 V
Nennspannung	230 V (LN)	Phasenspannung L3	236,02 V	207 V	253 V
		Außenleiterspannung L1-L2	408,11 V	358,53 V	438,21 V
		Außenleiterspannung L2-L3	408,88 V	358,53 V	438,21 V
		Außenleiterspannung L3-L1	408,18 V	358,53 V	438,21 V
		THD-U L1	1,94 %		8 %
		THD-U L2	2,07 %		8 %
		THD-U L3	2,08 %		8 %
		Frequenz	49,99 Hz	49 Hz	51 Hz
		Asymmetrie	0,12 %		2 %



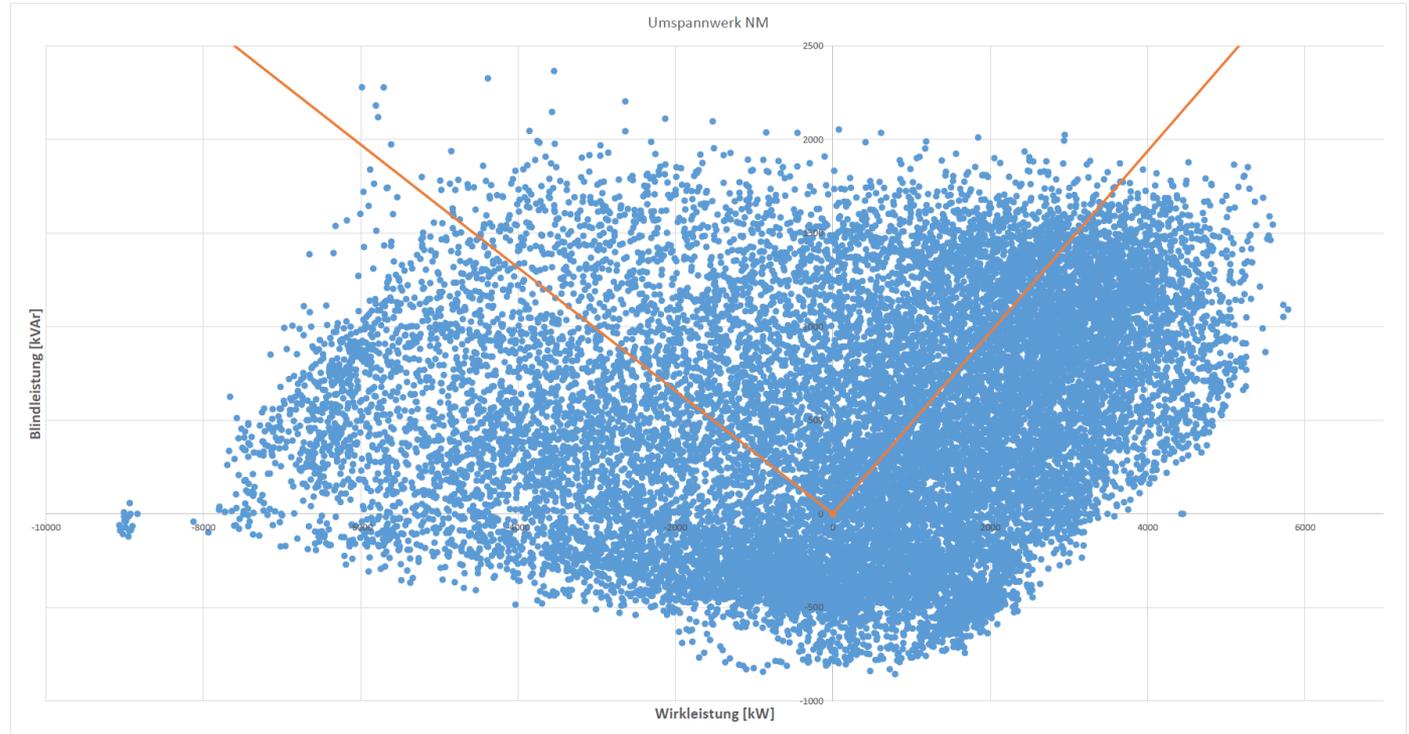
Individuelle Harmonische Komponenten



# Voraussetzungen für die Integration dezentraler Energieerzeuger in betriebliche Netze

## Erste interessante Ergebnisse

Blindleistungsbereich am Anschlusspunkt UW wird nicht eingehalten?



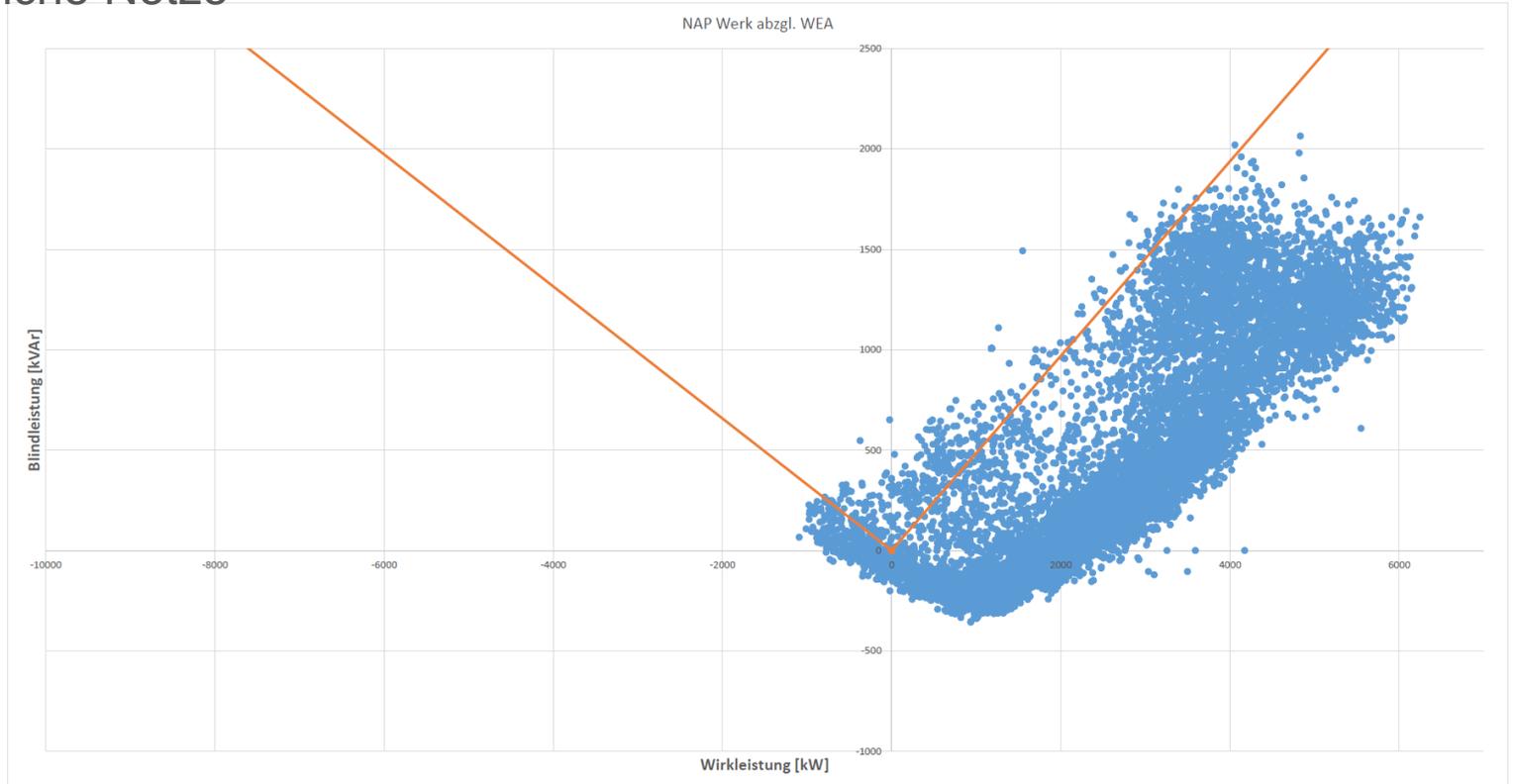
# Voraussetzungen für die Integration dezentraler Energieerzeuger in betriebliche Netze

Am MS Ringknoten im Werk noch immer unzulässige Blindleistungswerte.



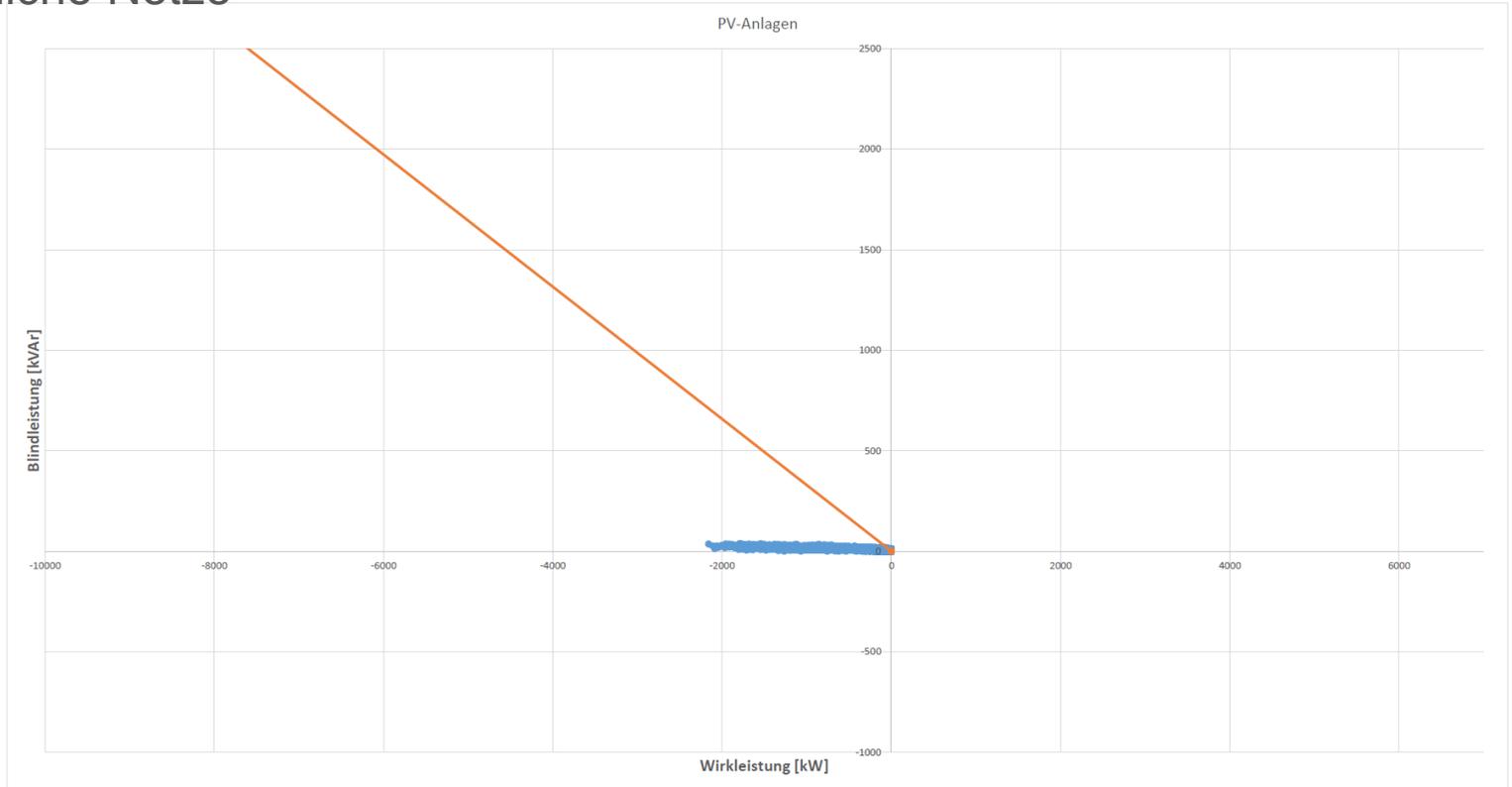
# Voraussetzungen für die Integration dezentraler Energieerzeuger in betriebliche Netze

Nach Abzug der Windrückspeisung ins Werk verbessern sich die Werte.



# Voraussetzungen für die Integration dezentraler Energieerzeuger in betriebliche Netze

PV alleine betrachtet  
keine Auffälligkeiten

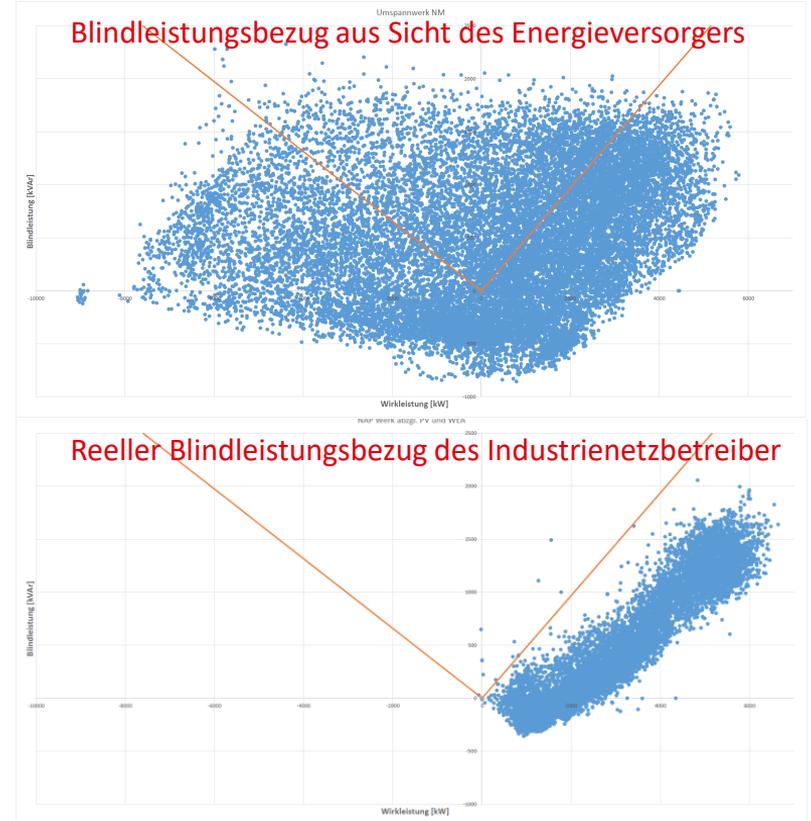


# Voraussetzungen für die Integration dezentraler Energieerzeuger in betriebliche Netze

## Blindleistung

- Der reelle Blindleistungsbezug kann erst nach der rechnerischen Eliminierung der Erzeugungsenergieflüsse ermittelt werden

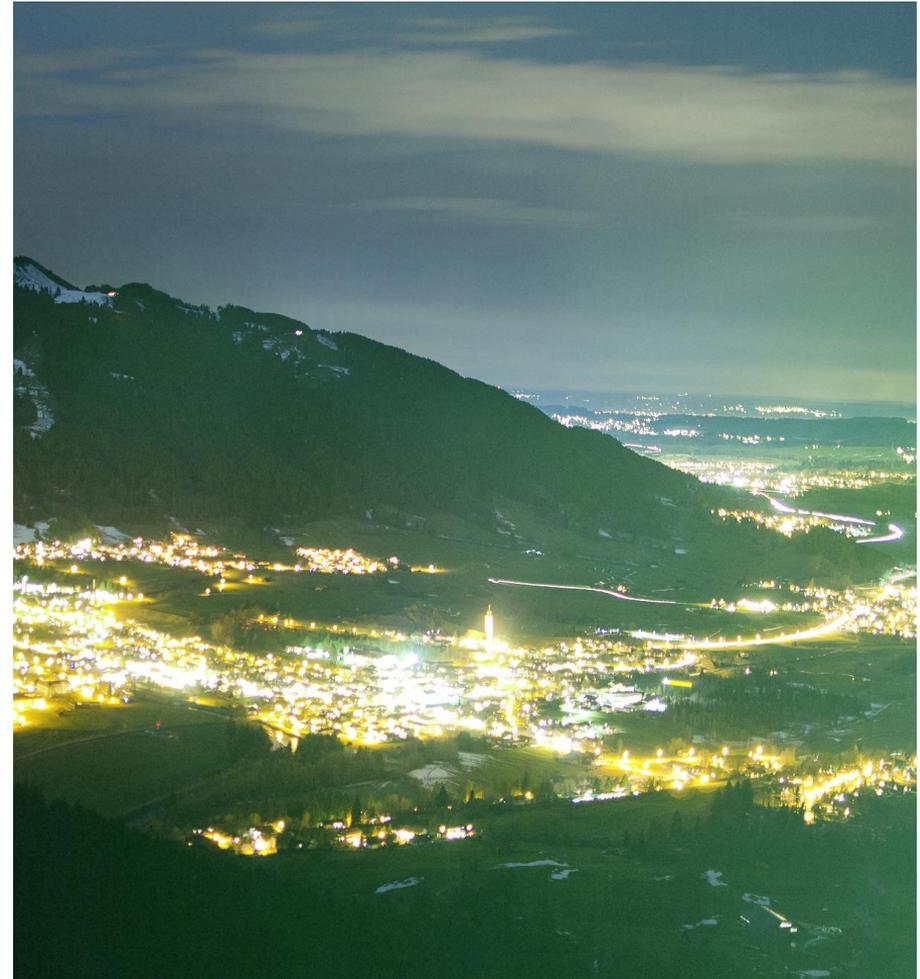
Eingliederung von Erzeugungsanlagen in komplexe Verbrauchsnetze sind technisch nur mit umfassenden Monitoring der Netze beherrschbar



# Dezentrale Energieversorgung in der betrieblichen Praxis

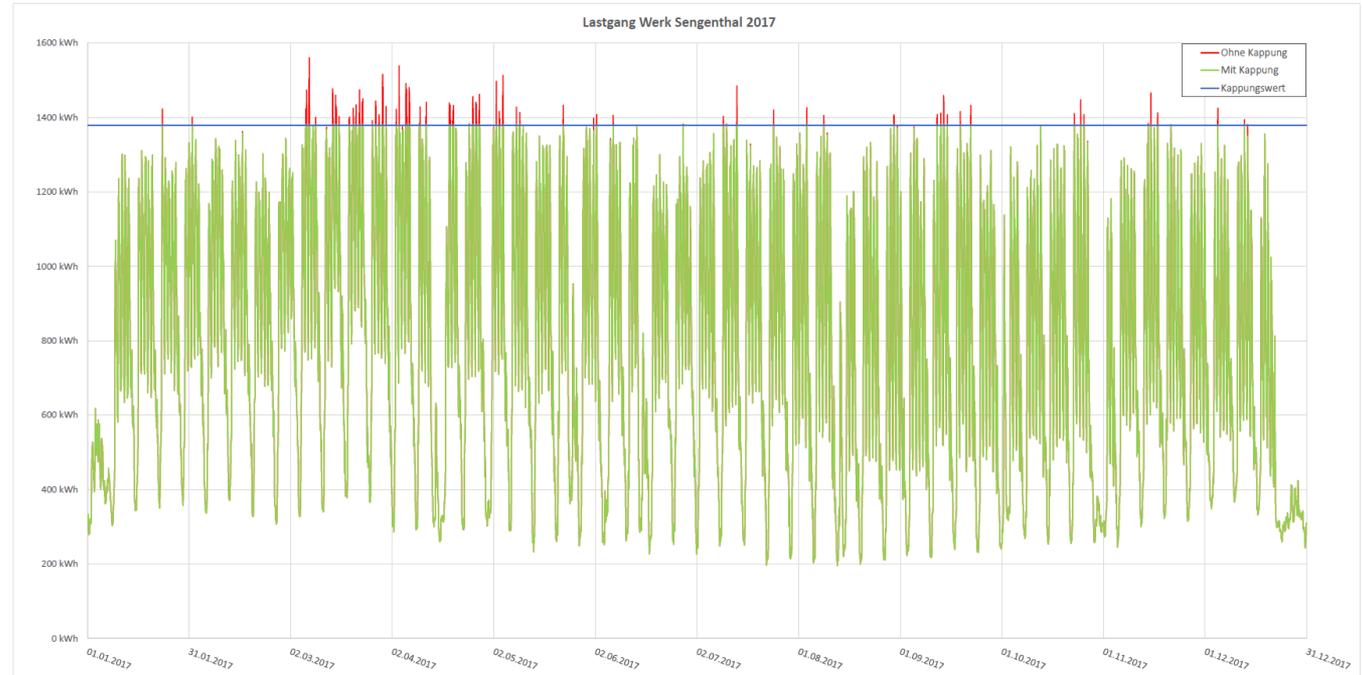
## Agenda

- Reale Strukturen eines Industrienetzes
- Voraussetzungen für die Integration dezentraler Energieerzeuger in betriebliche Netze
- **Erste reelle Anwendungsmöglichkeiten**
- Zukünftige Ausbaumöglichkeiten und Anwendungen



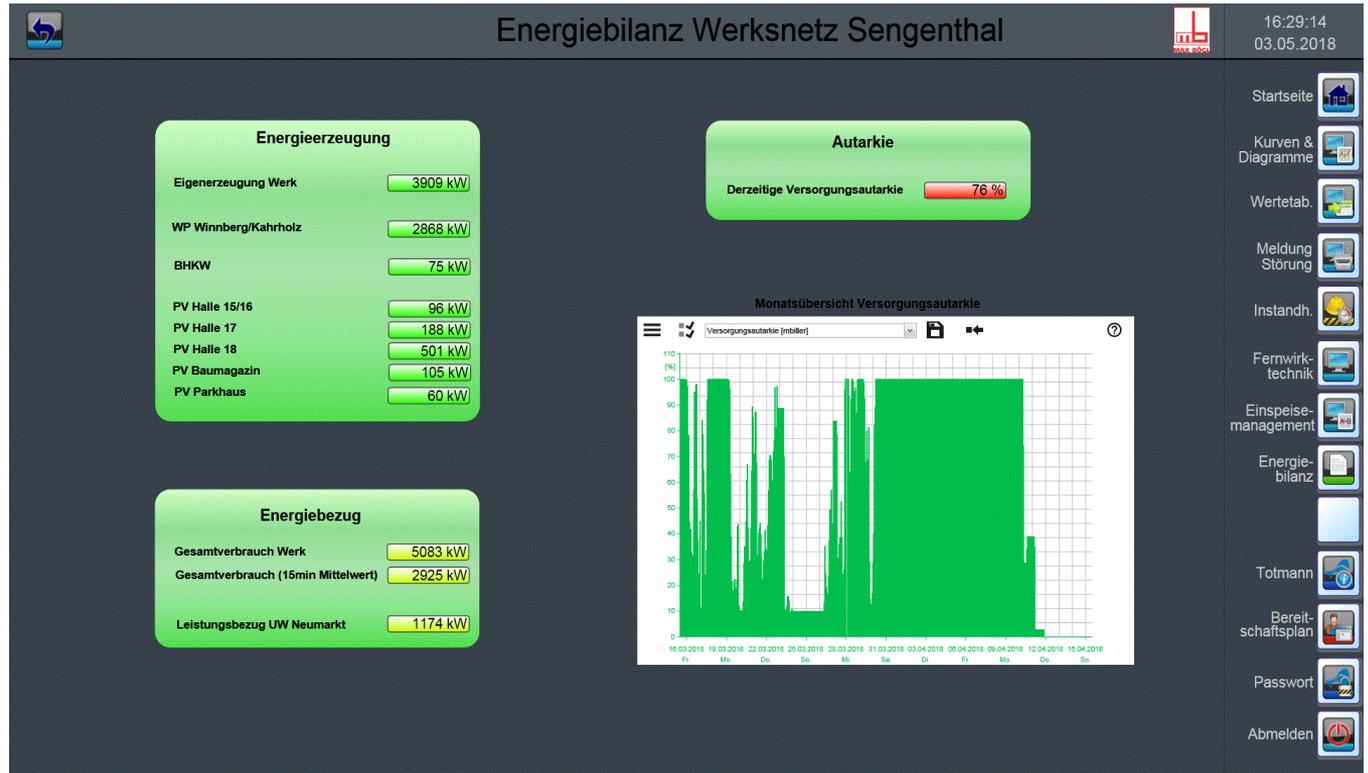
# Erste reelle Anwendungsmöglichkeiten

- Lastspitzenreduktion



# Erste reelle Anwendungsmöglichkeiten

- CO<sup>2</sup> neutrale Energieversorgung



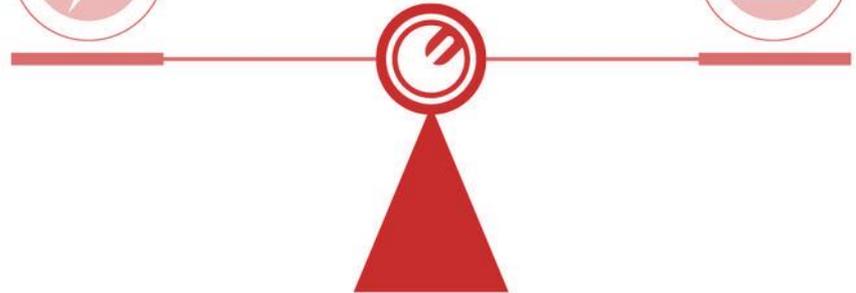
# Erste reelle Anwendungsmöglichkeiten

- Bereitstellung von Regelenergie
- Blindleistungsbereitstellung

Stromerzeugung



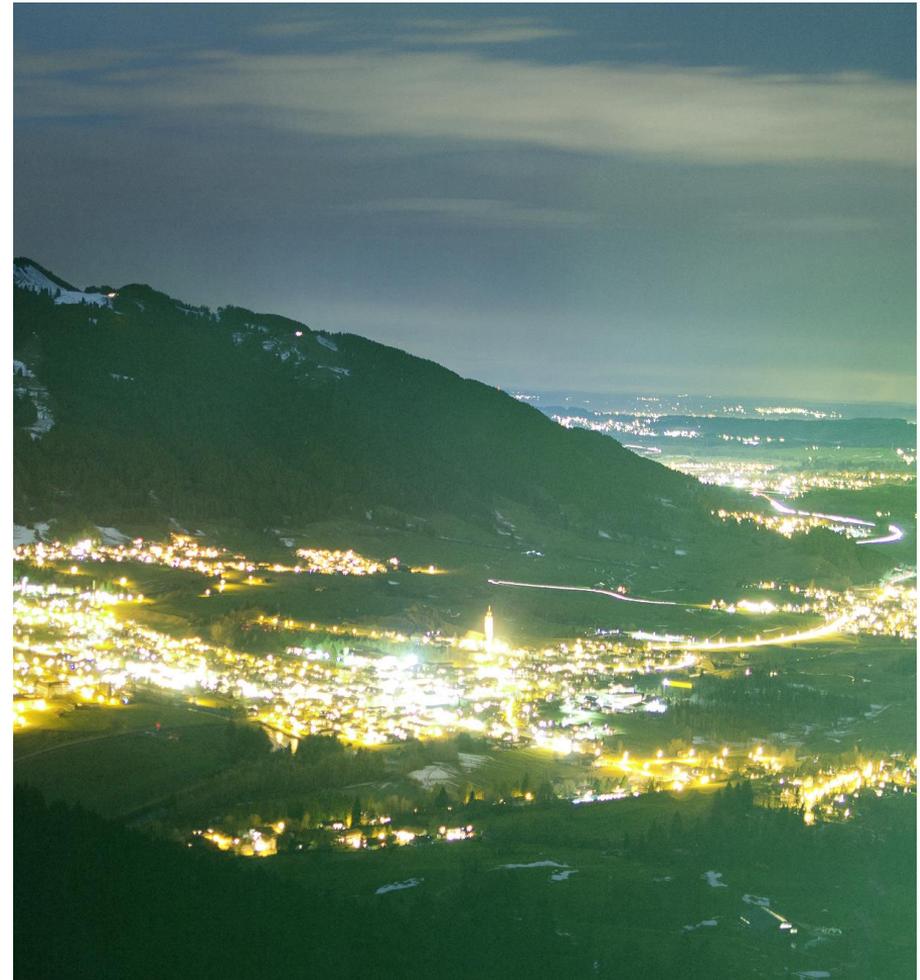
Stromverbrauch



# Dezentrale Energieversorgung in der betrieblichen Praxis

## Agenda

- Reale Strukturen eines Industrienetzes
- Voraussetzungen für die Integration dezentraler Energieerzeuger in betriebliche Netze
- Erste reelle Anwendungsmöglichkeiten
- **Zukünftige Ausbaumöglichkeiten und Anwendungen**



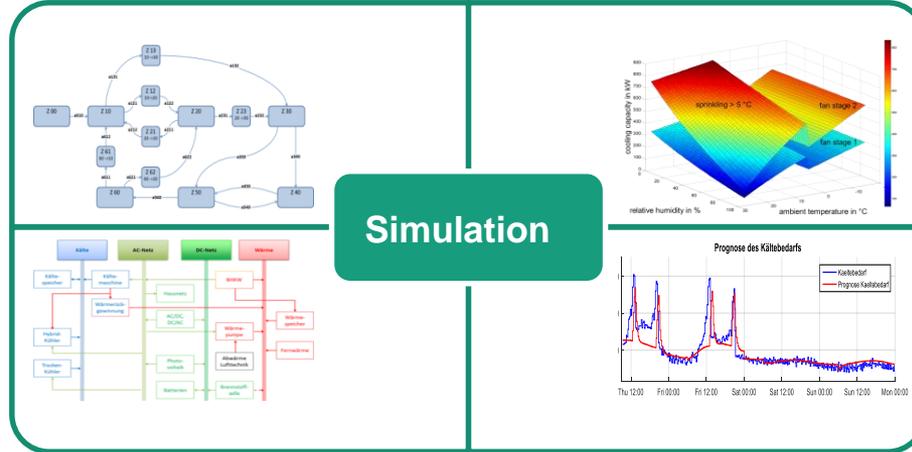


# Energieflusssteuerung und -optimierung

## Einsatz von Simulation

*Entwicklung von Betriebsstrategien mit Optimierungsalgorithmen*

*Verwendung eigener Komponentenmodelle*



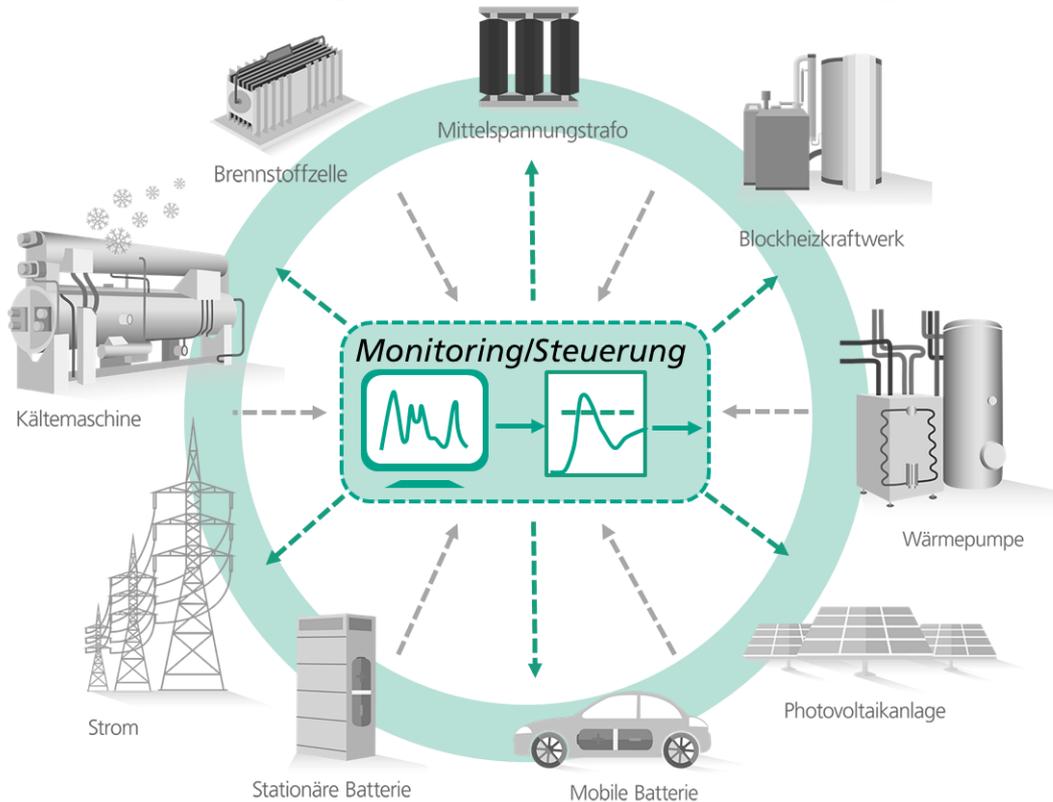
*Abbildung der Interaktion von Einzelkomponenten auf Systemebene*

*Optimierung durch Last- und Wetterprognosen*

**Ergebnis:**

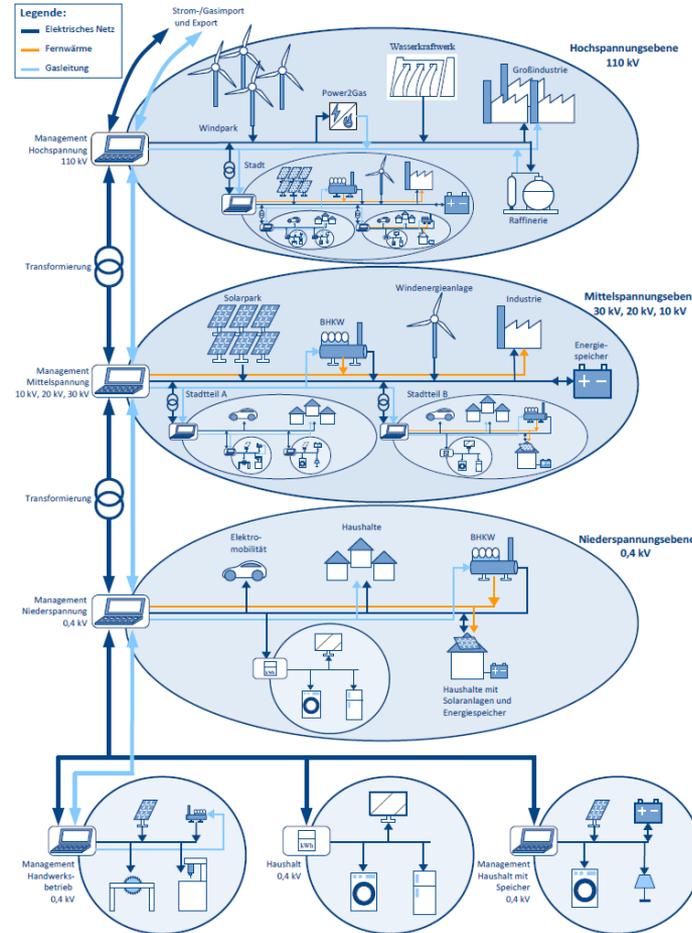
Einsparpotenziale, Steuerungsalgorithmen, Dimensionierungen, Technologieauswahl

# Energieflusssteuerung und -optimierung



# Zukünftige mögliche Organisationsstruktur unserer Energienetze

## Zellulare Systeme in den einzelnen Netzebenen



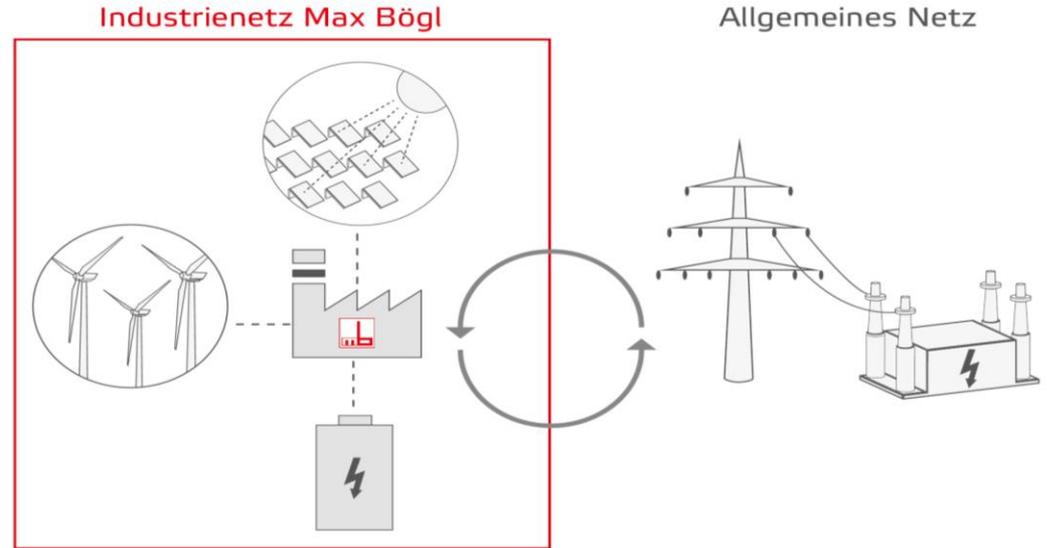
### Definition Zelle

Eine Energiezelle besteht aus der Infrastruktur für verschiedene Energieformen, in der durch ein Energiezellenmanagement in möglicher Koordination mit Nachbarzellen der Ausgleich von Erzeugung und Verbrauch über alle vorhandenen Energieformen organisiert wird.

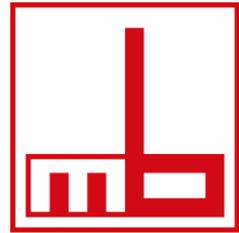
### VDE Arbeitskreis Energieversorgung 4.0

# Zukünftige Ausbaumöglichkeiten und Anwendungen

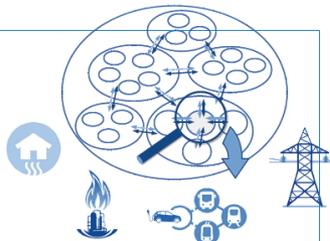
- Inselbetrieb unter Einbindung der regenerativen Erzeugungsanlagen
- Schwarzstartfähigkeit
- Unterstützung beim Wiederaufbau der vorgelagerten Netze



**Industrienetze können die Keimzellen und die Stabilitätsanker für unsere zukünftige dezentrale Energieversorgung sein**



**MAX BÖGL**



## Zellulares Energiesystem

18.–19. Februar 2019  
Bad Wilhelmshöhe, Kassel

### Vorwort und Motivation

Nachdem auf dem Workshop „Der zelluläre Ansatz“ am 24.01.2019 im Wesentlichen die Anforderungen an ein „zelluläres Energiesystem“ (ZES) gesammelt wurden, nimmt nun die Folgeveranstaltung technische Rahmenbedingungen in den Blick. Dabei steht im Vordergrund, den Teilnehmern aufzuzeigen, wie aus derzeit unabhängig voneinander betriebenen Energiesystemen und Infrastrukturen – Erdgasnetze, Wärmenetze, el. Übertragungs- und Verteilnetze, Ladeinfrastrukturen für eMobilität, etc. – durch geordnete Bildung und Einbettung zellulärer Strukturen ein effizientes Energiesystem erwachsen wird. Im zellulären geprägten Energiesystem wird dabei die physikalische Balance zwischen Energieangebot und -nachfrage sowie wie möglich bereits auf regionaler, lokaler Ebene hergestellt. Der Ausbau der erneuerbaren Energien kann zügig vorangetrieben werden. Der primär zelluläre Ausgleich unterstützt die Stabilität und Effizienz in den elektrischen Verteil- und Übertragungsnetzen, in Gasnetzen und der Wärmeversorgung.

Das geplante Forum soll durch Fachbeiträge und Workshops Handlungsempfehlungen liefern, die helfen Unternehmensstrategien, Roadmaps und Langfristplanungen für zukünftige Investitionen auf den unumgänglichen Wandlungsprozess unseres Energiesystems abzustimmen.

Wir freuen uns auf Ihre aktive Teilnahme!

Ihre Veranstaltungsführer  
H. Hoppe-Oehl und G. Kleinedam



Dr. Heinrich Hoppe-Oehl  
Westnetz GmbH, Arnberg



Dr. Gerhard Kleinedam  
Kompetenznetzwerk Wasser und Energie e.V., Hof

### Zielgruppe

Die Veranstaltung richtet sich an Fachexperten, Projekt- und Entwicklungsleiter, Netzplaner, die sich mit der Umsetzung von Lösungen zur Beherrschung fluktuierender Energieflüsse auf Basis dezentraler, zellulärer Ansätze beschäftigen. Angesprochen sind insbesondere Netzbetreiber, Netzdienstleister, Versorgungsbetriebe, Hersteller, Planungs- und Ingenieurbüros für kommunale bzw. regionale Entwicklungsplanung sowie Wissenschaftler auf den genannten Forschungsgebieten.

[www.vde.com/zellularesenergiesystem](http://www.vde.com/zellularesenergiesystem)



### Programmstruktur

#### Montag, 18. Februar 2019

- 15:00 **Begrüßung und Einführung in die Workshops durch die Tagungsleiter**  
*Dr. Heinrich Hoppe-Oehl (Westnetz GmbH); Dr. Gerhard Kleinedam (Kompetenznetzwerk Wasser und Energie e.V.)*
- 15:10 **Motivation zum zellulären Ansatz**  
*Prof. Dr.-Ing. Peter Schnager (Technische Universität Dresden)*
- 15:40 **Keynote 1: Versorgung sicherstellen im zellulären Energiesystem**  
*Michael Wübbels (VKU Verband kommunaler Unternehmen e.V.)*
- 16:10 **Keynote 2: Systemdienstleistungen erbringen, Netzstabilität garantieren**  
*Dr. Thessa Noll (Westnetz GmbH)*
- 16:40 **Kaffeepause**
- 17:00 **Impuls 1: Die Rolle von Wärme im zellulären Energiesystem**  
*Dr. Jans Kühne (AGFW Dar Energieforumverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.)*
- 17:20 **Impuls 2: Die Rolle von Gas**  
*Dr. Matthias Krumbach (Westnetz DVGW)*
- 17:40 **Impuls 3: Die Rolle von eMobilität und elektrischen Speichern**  
*Urban Windtken (BVES Bundesverband Energieeigischer e.V.)*
- 18:00 **Get Together und Networking beim Abendessen**  
–21:00

#### Dienstag, 19. Februar 2019

- 09:00 **Begrüßung und Einführung in die Workshops durch die Tagungsleiter**  
*Dr. Heinrich Hoppe-Oehl (Westnetz GmbH); Dr. Gerhard Kleinedam (Kompetenznetzwerk Wasser und Energie e.V.)*
- 09:30 **Workshop 1: Planung zellulärer Energiesysteme**  
*Björn Uhlsmeyer, Heiko Schroeder (Bergische Universität Wuppertal)*
- Workshop 2: Sektorenkopplung und Speicherung**  
*Finn Grohmann (DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.); Philipp Jahnik (Bocker Büttner Hald Consulting AG)*
- 11:30 **Mittagspause**
- 12:30 **Workshop 3: Betrieb zellulärer Energiesysteme**  
*Silvan Rummeny (Technische Hochschule Köln); Josef Bayer (Max Bögl)*
- Workshop 4: Digitalisierung, Automatisierung und IT-Sicherheit**  
*Gerhard Jost (Ingenieurbüro Köhn); Martin Stiegler (FSI Nentec GmbH); Dr. Guido Rammers (FSI Software AG)*
- 14:30 **Kaffeepause**
- 15:00 **Zusammenfassung in Form einer Podiumsdiskussion mit: Handlungsempfehlungen und Hinweisen zu Rahmenbedingungen**  
*Gunnar Braun (Verband kommunaler Unternehmen e.V., Landesgruppe Bayern)*
- 16:00 **Ende der Veranstaltung**

[www.vde.com/zellularesenergiesystem](http://www.vde.com/zellularesenergiesystem)

unter Mitwirkung von



Veranstalter



VDE-Forum

### Kontakt

**VDE Konferenz Service**  
Jasmin Kayadelen  
Stressemannallee 15  
60596 Frankfurt am Main  
Tel. 069-6308-275  
Email: jasmin.kayadelen@vde.com

### Veranstalter

Energetechnische Gesellschaft im VDE (ETG)  
Informationstechnische Gesellschaft im VDE (ITG)

- in Zusammenarbeit mit:
- OGE Österreichische Gesellschaft für Energietechnik im OVE
  - ETG Electrosuisse
  - DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn
  - VKU Verband kommunaler Unternehmen e.V., LG Bayern

### Tagungsleitung

- **Heinrich Hoppe-Oehl**, Westnetz GmbH, Arnberg
- **Gerhard Kleinedam**, Kompetenznetzwerk Wasser und Energie e.V., Hof

### Teilnahmegebühren und Anmeldung

	Frühbucher bis 16.01.2019	Normalpreis ab 17.01.2019
Persönliches VDE-Mitglied	420,00 €	440,00 €
Korporatives VDE-Mitglied	440,00 €	460,00 €
Hochschulangehöriges VDE-Mitglied	210,00 €	230,00 €
VDE-Berufsanfänger (limitiert)	135,00 €	155,00 €
VDE-Jungmitglied (limitiert)	35,00 €	55,00 €
Nichtmitglied	490,00 €	510,00 €
Hochschule (Nichtmitglied)	265,00 €	285,00 €
Promotionsstudent	265,00 €	285,00 €
Student	70,00 €	80,00 €

Anmeldung online unter [www.vde.com/zellularesenergiesystem](http://www.vde.com/zellularesenergiesystem)

Die Teilnahmegebühr beinhaltet die Teilnahme an dem VDE-Forum, Speisen und Getränke während der Tagung an beiden Tagen sowie das Get Together am ersten Tag.

### Programmausschuss

Der Programmausschuss setzt sich aus den Mitgliedern des VDE Arbeitskreises „Energieversorgung 4.0“, dem Autorenteam der VDE Studie „Der zelluläre Ansatz“ und Mitgliedern des AGFW, DVGW, BVES und des VKU zusammen.

### Tagungsort & Hotelübernachtung



**Schlosshotel Bad Wilhelmshöhe, Kassel**  
Schlosspark 8  
34131 Kassel  
Tel. 0561-3068-0  
[www.schlosshotel-kassel.de](http://www.schlosshotel-kassel.de)

Ein Abruflcontingent im Tagungshotel sowie in Hotels in der Umgebung sind für Sie reserviert. Bitte nutzen Sie das Buchungsformular auf der Website.

