

# Konzept für eine lokale Inselnetz- versorgung mit dezentralen Erzeugungsanlagen bei großflächigen Stromausfällen

14. Symposium Energieinnovation

TU Graz, Österreich | 10. -12. Februar 2016

Christoph Steinhart, M.Eng., Prof. Dr.-Ing. Michael Finkel, MBA | HSA  
Dr.-Ing. Georg Kerber, Dipl.-Ing. Kathrin Schaarschmidt | LVN  
Michael Gratza, M.Sc., Prof. Dr.-Ing. Rolf Witzmann | TUM

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Technische Universität München



Hochschule  
Augsburg University of  
Applied Sciences

<u>Auswahl historischer Stromausfälle</u>			
Dauer:	Betroffene:	Region:	Zeitpunkt:
2 h	2,7 Mio.	Niederlande	März 2015
2h	15 Mio.	Europa	November 2006
6 h	670 Mio.	Indien	Juli 2012
7-9 h	76 Mio.	Türkei	März 2015
12 h	2,7 Mio.	Amerika	September 2011
2 Wochen	4,6 Mio.	China	Januar 2008

# Forschungsprojekt LINDA



LINDA (Lokale Inselnetzversorgung und beschleunigter Netzwiederaufbau mit dezentralen Erzeugungsanlagen bei großflächigen Stromausfällen)

Verbesserung des Versorgungsniveaus bei Großstörungen insbesondere für kritische Infrastrukturen

Konzept über alle Spannungsebenen skalierbar

Ergänzung zum bestehenden Netzwiederaufbaukonzept

Verzicht auf eigene Kommunikationsinfrastruktur

## Projektpartner:





1. Ziele des Forschungsprojektes
2. Konzept
3. Testnetz und Simulation
4. Feldversuche
5. Zusammenfassung und Ausblick

# Ziele des Forschungsprojektes

## Agenda:

Ziele des  
Forschungs-  
projekts

## Konzeption und Betriebsführung von Inselnetzen

- Inselnetzaufbau mittels Führungskraftwerk
- Inselnetzbetrieb unter Beteiligung der lokal installierten DEA
- Selektive Versorgung kritischer Infrastruktur
- Weiterentwicklung der Betriebsanlagen

Konzept

## Klassifizierung der Anforderungen an ein Führungskraftwerk

Testnetz und  
Simulation

## Ermittlung des Anpassungsbedarfes bei Schutzsystemen und Netzleittechnik

Feldversuche

- Inselnetzbetrieb
- Rücksynchronisation

Zusammen-  
fassung und  
Ausblick

## Feldversuche

- Erfahrungsgewinn bezüglich des Verhaltens von Kundenanlagen
- Optimierung der Risikoabschätzung beim Netzwiederaufbau

# Konzept Inselnetzaufbau und -betrieb



Agenda:	1	<ul style="list-style-type: none"><li>• Erkennung Notversorgungsfall in Leitwarte</li><li>• Umschaltung Inselnetzmodus</li></ul>
Ziele des Forschungsprojektes	2	<ul style="list-style-type: none"><li>• Trennung von übergeordnetem Netz</li><li>• Abschaltung aller Ortsnetzstränge, Einspeiser und Lasten</li></ul>
Konzept	3	<ul style="list-style-type: none"><li>• Starten Führungskraftwerk</li><li>• Betrieb im Eigenbedarf (EB)</li></ul>
Testnetz und Simulation	4	<ul style="list-style-type: none"><li>• Stufenweise Belastung des Führungskraftwerks unter Berücksichtigung des Rush-Effekts</li><li>• Höhere Kraftwerksauslastung führt zu besserem Regelverhalten bei Lastsprüngen</li></ul>
Feldversuche	5	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lastzuschaltung oder Verschiebung der <math>P/f</math>-Statik des Führungskraftwerks</li><li>• Verschiebung des Arbeitspunktes unter die 50,05 Hz-Schwelle</li></ul>
Zusammenfassung und Ausblick	6	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zuschaltung der dezentralen Erzeugungsanlagen</li><li>• Lastverteilung zwischen Führungskraftwerk und DEA</li></ul>
	7	<ul style="list-style-type: none"><li>• Betrieb des Inselnetzes mit selektivem Lastmanagement</li><li>• Rücksynchronisation mit übergeordnetem Netz, sobald dieses wieder verfügbar ist</li></ul>

## Agenda:

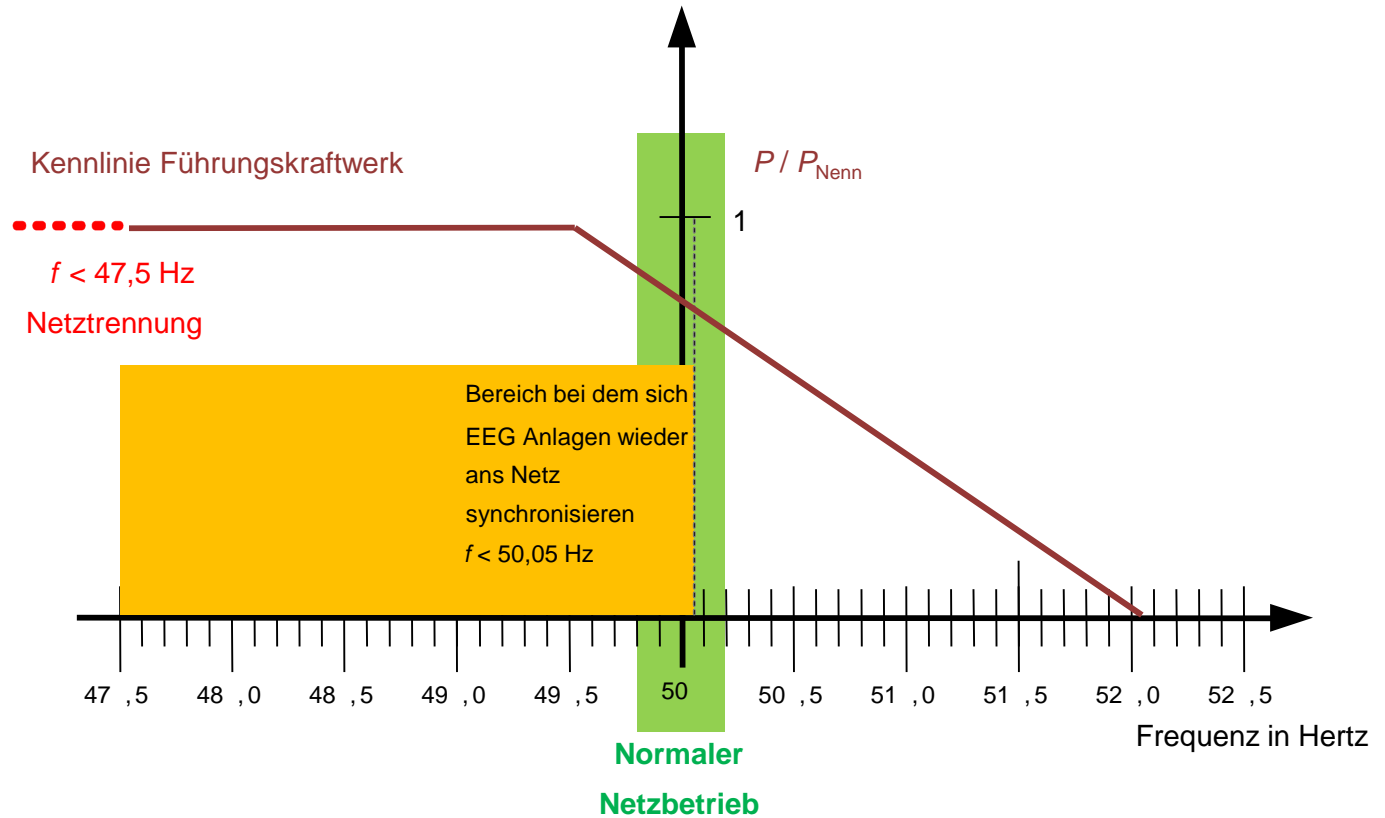
Ziele des Forschungsprojektes

Konzept

Testnetz und Simulation

Feldversuche

Zusammenfassung und Ausblick



# Inselnetzaufbau anhand $P/f$ -Statik

**Agenda:**

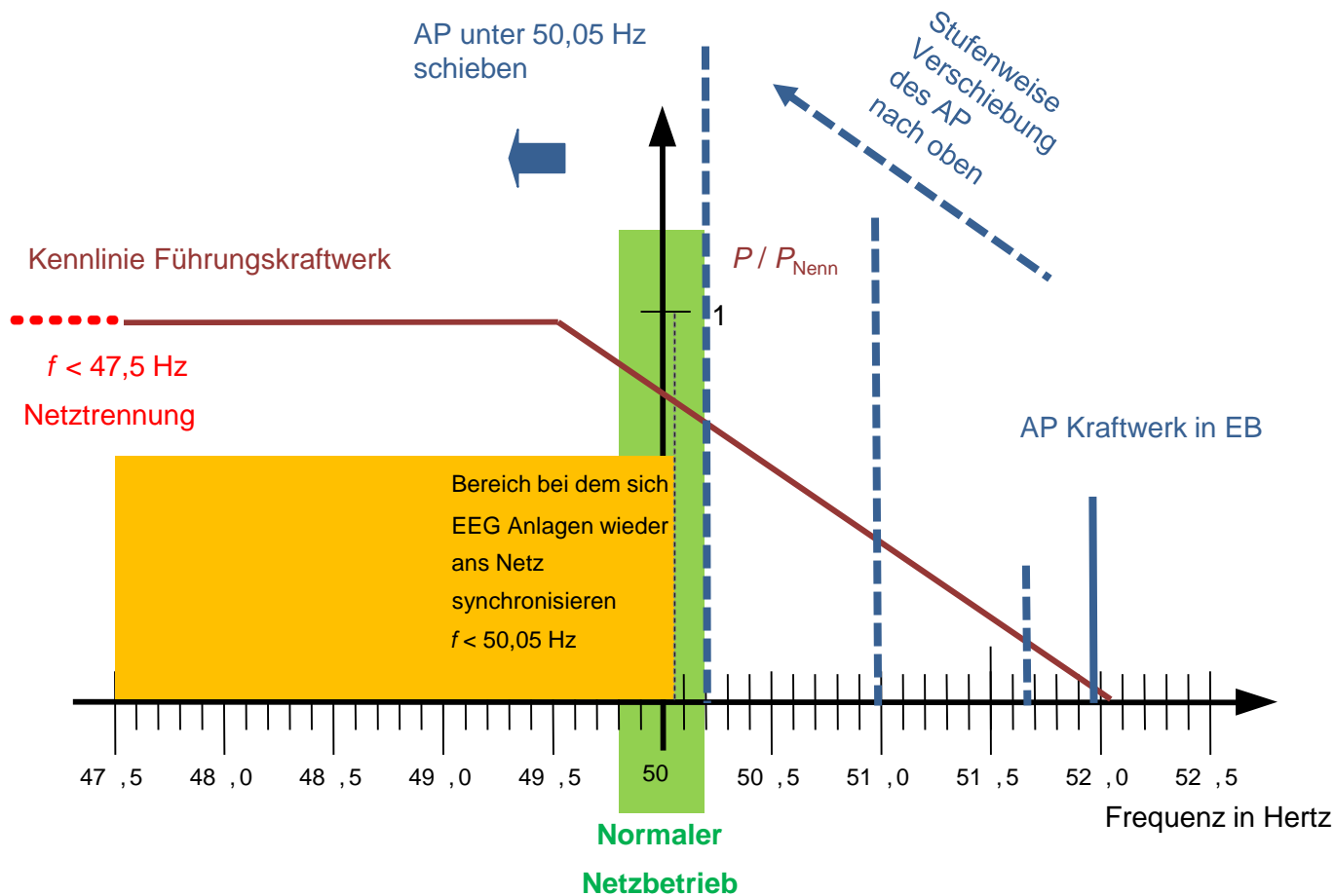
Ziele des Forschungsprojektes

Konzept

Testnetz und Simulation

Feldversuche

Zusammenfassung und Ausblick





# Zuschaltung DEA

## Agenda:

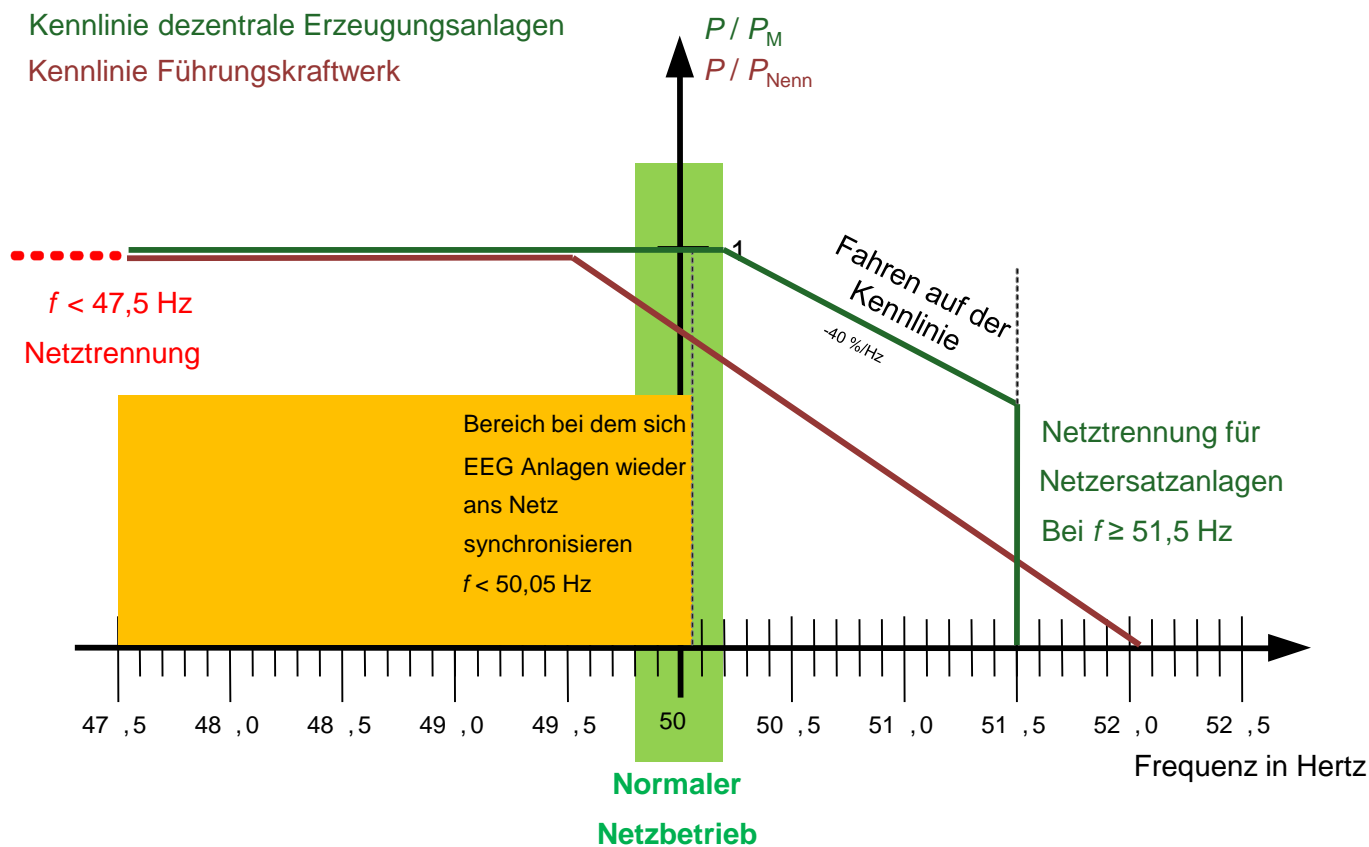
Ziele des Forschungsprojektes

Konzept

Testnetz und Simulation

Feldversuche

Zusammenfassung und Ausblick



# Wirkleistungsregelkonzept

## Agenda:

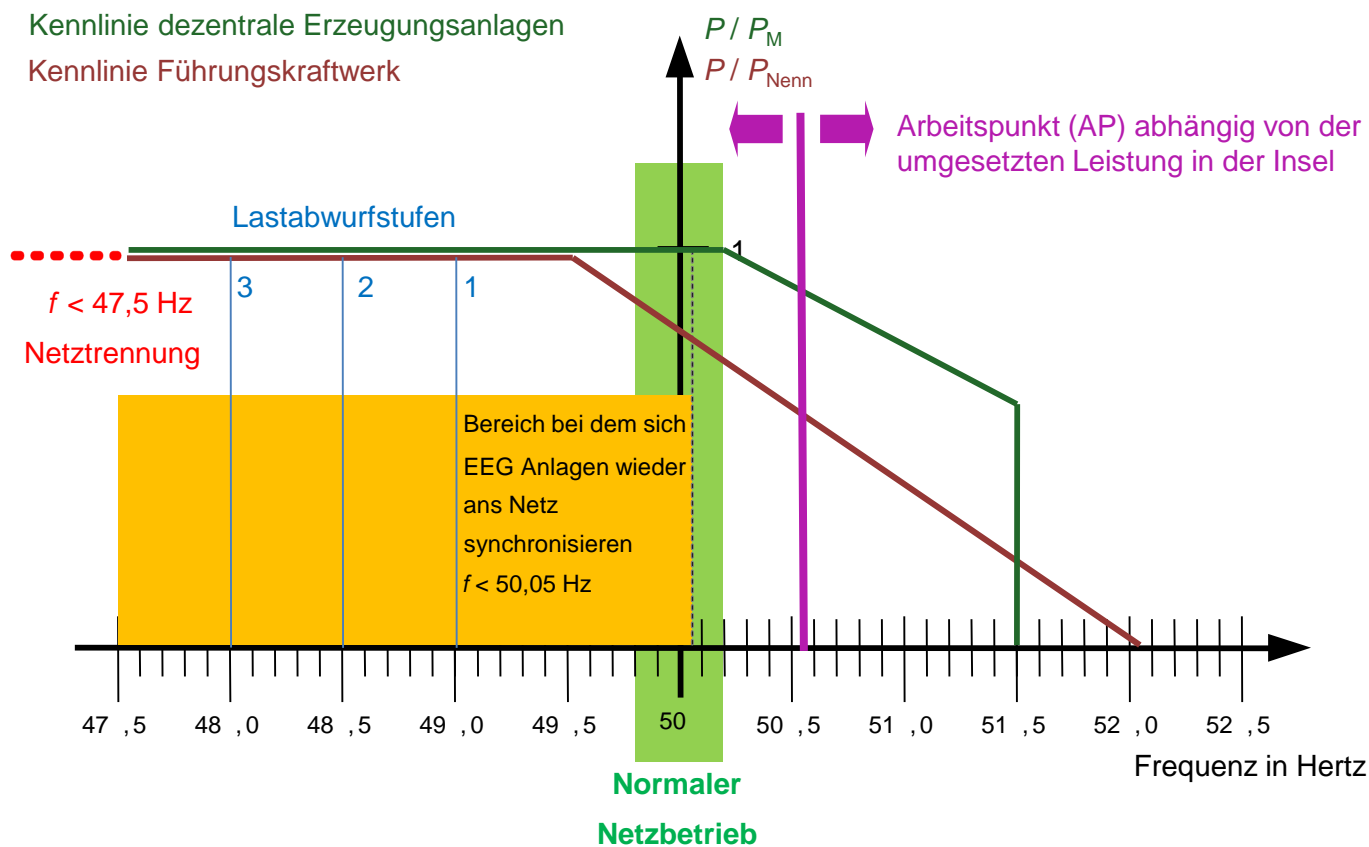
Ziele des Forschungsprojektes

Konzept

Testnetz und Simulation

Feldversuche

Zusammenfassung und Ausblick



Blindleistungsregelungskonzept basiert analog auf  $Q/U$ -Statiken

# Kritische Einflüsse

## Agenda:

## Ziele des Forschungsprojektes

## Konzept

## Testnetz und Simulation

## Feldversuche

## Zusammenfassung und Ausblick

Bei älteren Anlagen sind nichtkontinuierliche Methoden zur Wirkleistungsreduktion bei Überfrequenz zugelassen.

- Abschaltungen führen zu Lastsprüngen
- Kann bei einphasigen Wechselrichtern zu Unsymmetrien im Inselnetz führen

Gradient der Leistungssteigerung bei Zuschaltung von DEA ist bei älteren Anlagen nicht begrenzt.

- Lastsprung bei Unterschreitung der 50,05 Hz-Schwelle muss durch Führungskraftwerk innerhalb der zulässigen Grenzen ausregelbar sein

# Testnetz



Agenda:

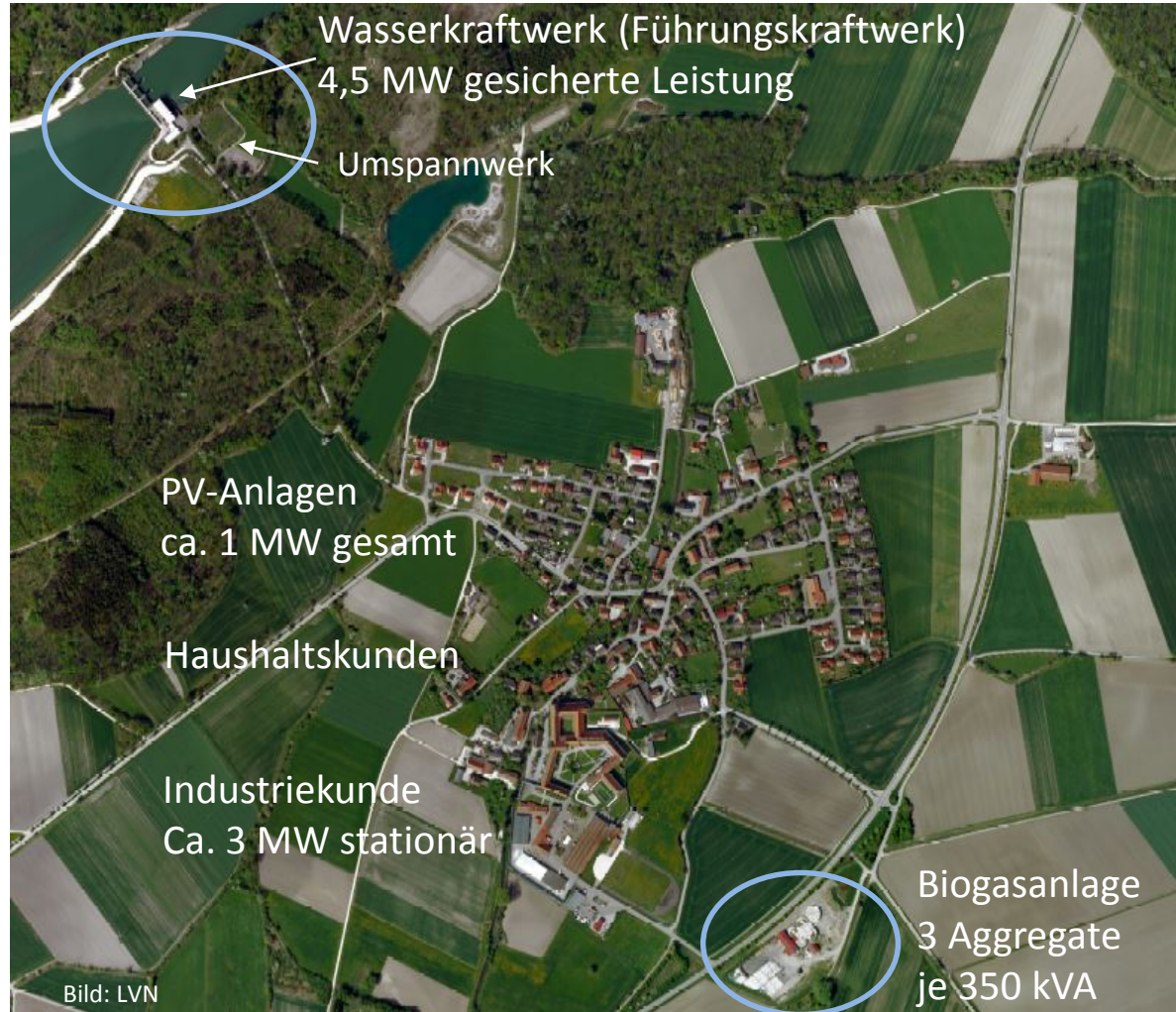
Ziele des  
Forschungs-  
projektes

Konzept

Testnetz und  
Simulation

Feldversuche

Zusammen-  
fassung und  
Ausblick



## Aufgaben des Simulationsmodells:

- Ermittlung des maximalen Leistungsgradienten bei Zuschaltung der DEA, welcher durch das Führungskraftwerk ausregelbar ist
- Festlegung der maximalen Leistungssprünge für automatisches Lastmanagement
- Abschätzung des Robustheitsniveaus des Inselnetzes gegenüber kritischer Einflüsse durch die reale Erzeugerstruktur
- Optimierung des Konzepts  
( $P/f$ - und  $Q/U$ -Statik, Lastmanagement)
- Ableitung von Kriterien für eine Verallgemeinerung des Konzepts

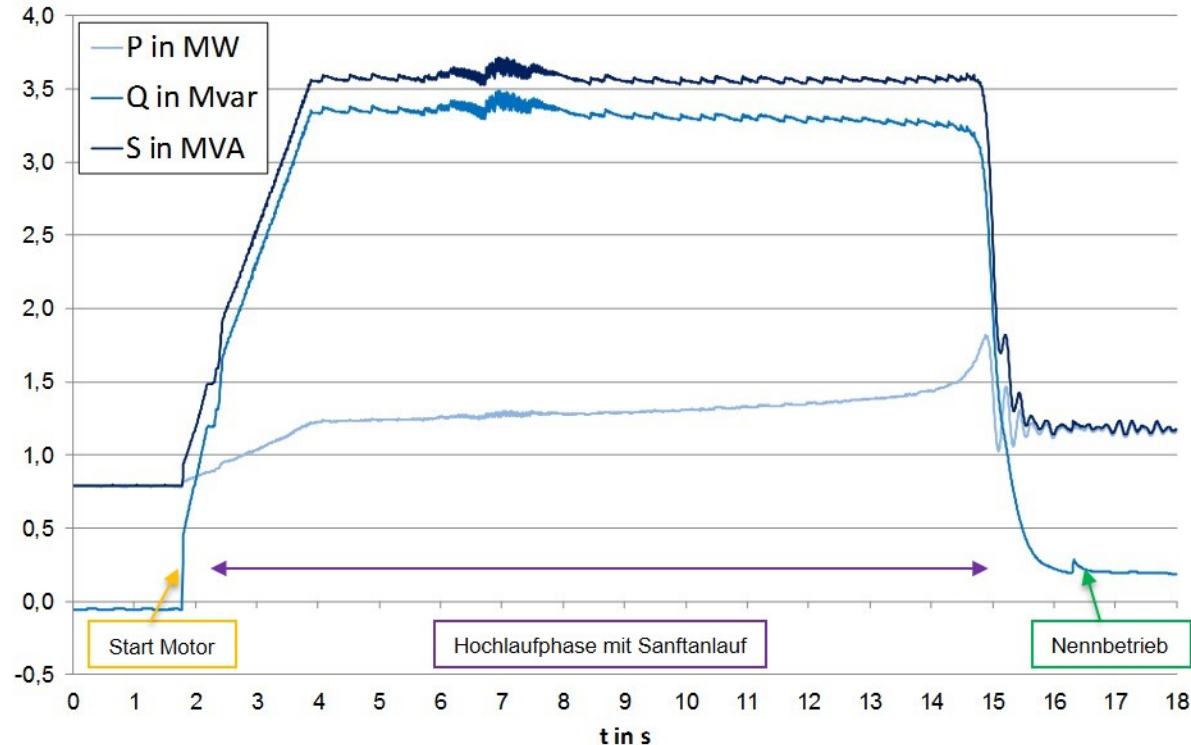
# Notwendigkeit für dynamische Simulation



Agenda:

Im Netzgebiet sind Lasten vorhanden, welche beim Zu- und Abschalten einen hohen Leistungsgradienten aufweisen

Transientes Verhalten kann Stabilität im Inselnetzbetrieb gefährden  
→ Klärung über dynamische Simulation



# Ziele der Feldversuche

## Agenda:

Untersuchung des realen Verhaltens der historisch gewachsenen Erzeugerstruktur

## Ziele des Forschungsprojektes

Verifikation des Simulationsmodells

## Konzept

Messung der Sprungantwort des Inselnetzes

## Testnetz und Simulation

- Zusammenwirken der Regler unterschiedlicher DEA
- Robustheit gegenüber Lastsprüngen
- Dynamisches Verhalten im Übergang zwischen zwei stationären Betriebszuständen

## Feldversuche

Stabiler Betrieb des Inselnetzes mit selektivem Lastmanagement

## Zusammenfassung und Ausblick

Unterbrechungsfreie Rücksynchronisation in das übergeordnete Netz

## Agenda:

Ziele des  
Forschungs-  
projektes

LINDA: Konzept zur Versorgung kritischer Infrastrukturen und beschleunigtem Netzwiederaufbau durch lokale Inselnetze mit DEA bei Großstörungen

Konzept

Weiterentwicklung des Konzepts anhand eines dynamischen Simulationsmodells und Feldversuchen

Testnetz und  
Simulation

Feldversuche

Ergänzung zum bestehenden Netzwiederaufbaukonzept der Übertragungsnetzbetreiber

Zusammen-  
fassung und  
Ausblick



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Christoph Steinhart, M.Eng.  
Hochschule Augsburg  
Fakultät für Elektrotechnik  
An der Hochschule 1  
86161 Augsburg

Tel.: +49 821 5586-3362

Fax: +49 821 5586-3360

E-Mail: [christoph.steinhart@hs-augsburg.de](mailto:christoph.steinhart@hs-augsburg.de)

[www.hs-augsburg.de](http://www.hs-augsburg.de)