STROMNETZE

Elektrische Netze und Energiemanagement

Dr.-Ing. Bernhard Wille-Haussmann

Cerberus Anwendertreffen

Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE

7. November 2018

© Fraunhofer ISE

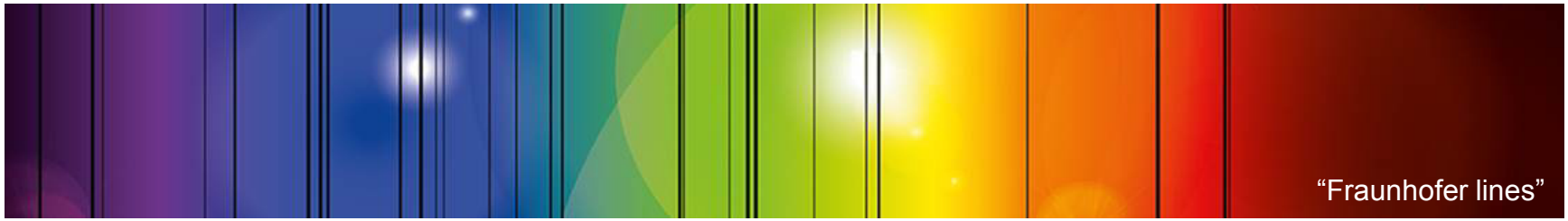
AGENDA

- Motivation
- Synthetische Lastprofile - synPRO
- Adaptive Verteilnetzregelung
- Netzausbau - Beispiel
- Vision für DiGO

© Fraunhofer ISE

Die Fraunhofer-Gesellschaft
Größte Organisation für angewandte Forschung in Europa

- 72 Institute und Forschungseinrichtungen mit rund 25 000 Mitarbeitenden
- Forschungsvolumen: mehr als 2,3 Milliarden Euro, davon 2 Milliarden Euro im Leistungsbereich Vertragsforschung
  - Über 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet Fraunhofer mit Aufträgen aus der Industrie und öffentlich finanzierten Forschungsprojekten
  - Knapp 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert
- Weltweite internationale Kooperationen



© Fraunhofer ISE
Fraunhofer ISE

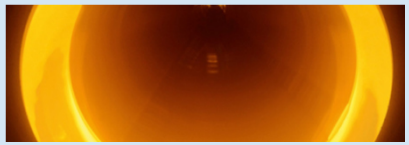
Fraunhofer ISE
Überblick

Institutsleiter:
Prof. Dr. Hans-Martin Henning
Dr. Andreas Bett

Mitarbeiter: ca. 1200

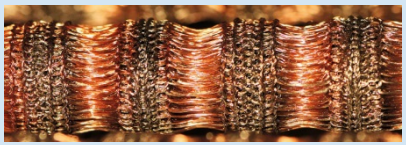
Budget 2017: 89,2 Mio. €

Gegründet: 1981



Photovoltaik

Solarthermie



Gebäudeenergietechnik

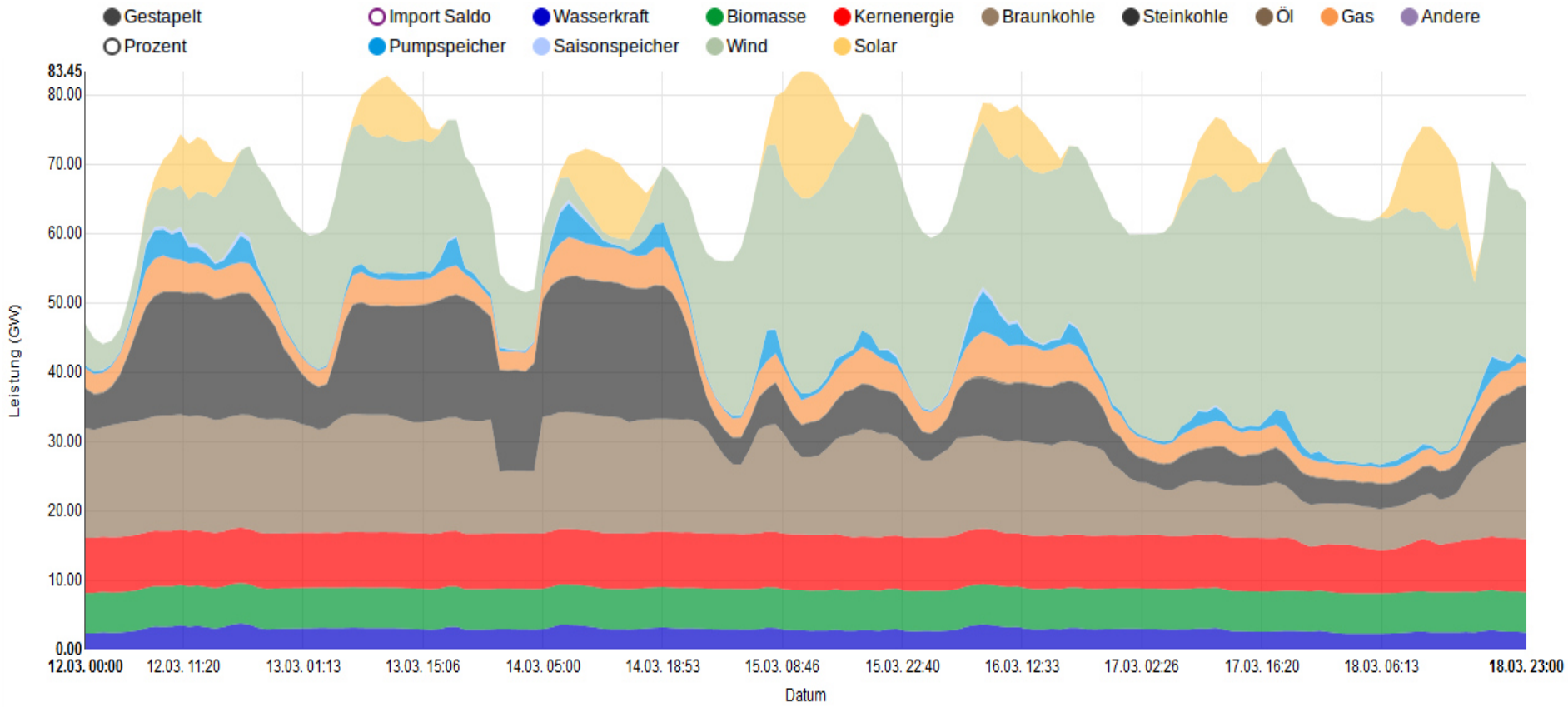
Wasserstofftechnologien

Energiesystemtechnik

© Fraunhofer ISE

Stromproduktion Woche 11 2018

Fraunhofer ISE Energy Charts

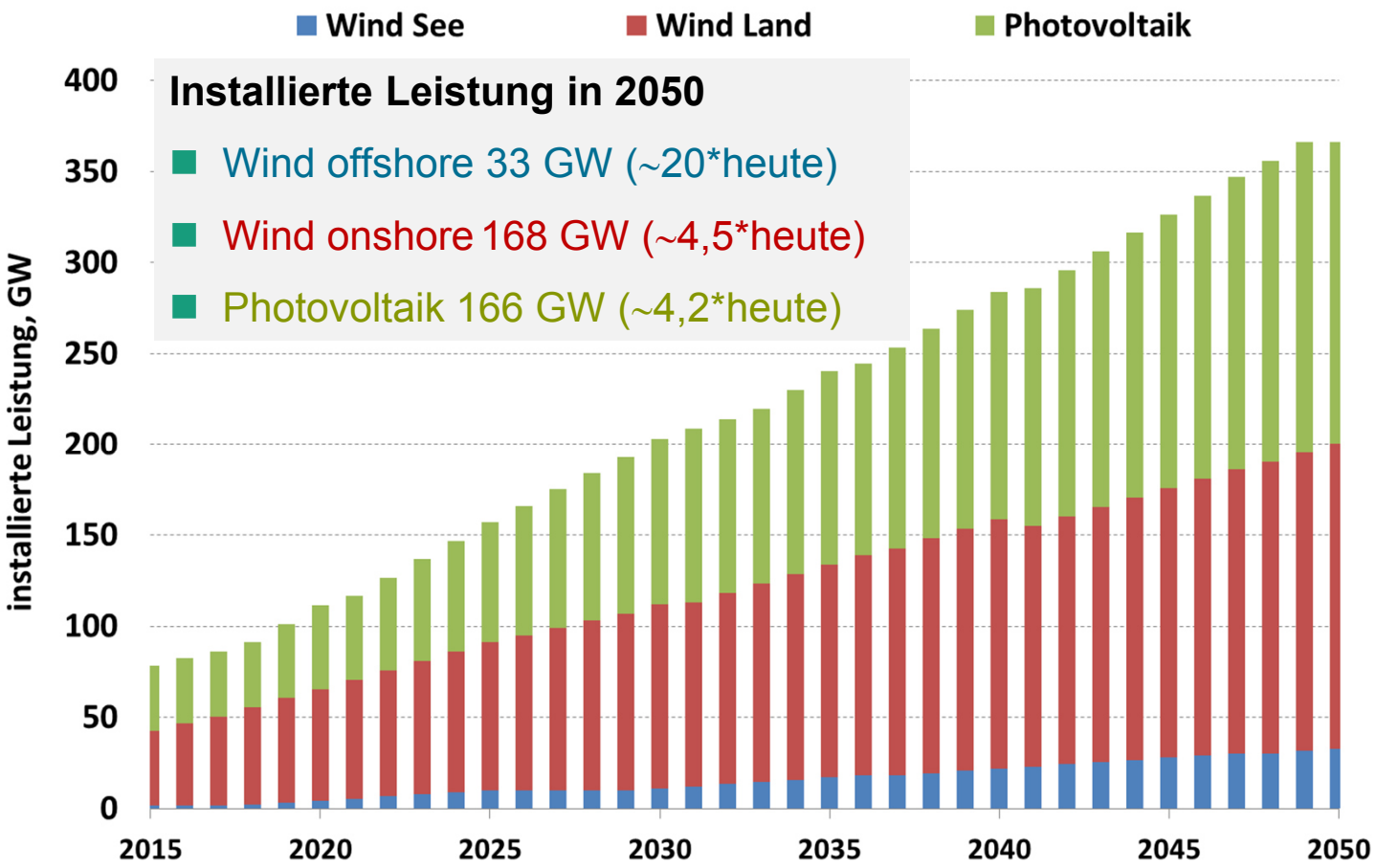


https://energy-charts.de

© Fraunhofer ISE

Fraunhofer ISE

Entwicklung volatiler Energiequellen
– 85-%-Szenario



© Fraunhofer ISE

Source: H.-M. Henning, A. Palzer, Studie "WAS KOSTET DIE ENERGIEWENDE? - Wege zur Transformation des deutschen Energiesystems bis 2050", Fraunhofer ISE, Nov. 2015

Fraunhofer ISE

Elektrische Netze und Energiemanagement
Dienstleistungen

Netzplanung

- Probabilistische Simulationen
- Strukturoptimierung
- **Synthetische Lastprofile**

Netzbetrieb

- **Adaptive Regelung**
- Zustandsschätzung & Hochrechnung
- Micro Grids
- Labor Tests

Anlagen & Märkte

- Betriebsstrategien
- Regelenergiemarkt
- Preissignale

Smart Grid

© Fraunhofer ISE
Fraunhofer ISE

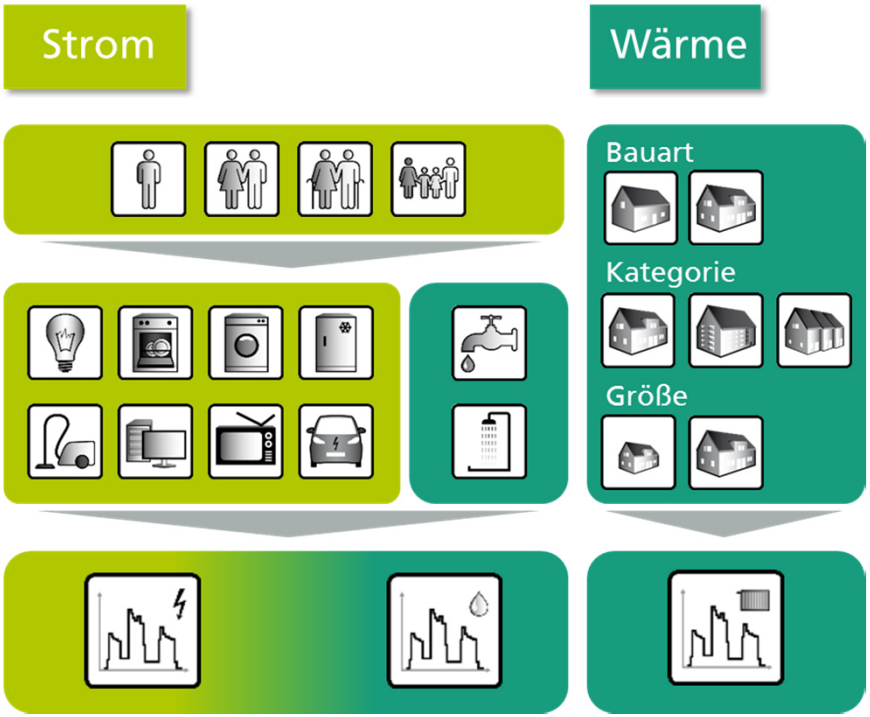
synPRO
Individuelle synthetische Lastprofile

Zielgruppen

Energieversorgung, Forschung, Beratung, Energieerzeugung, Systemplanung

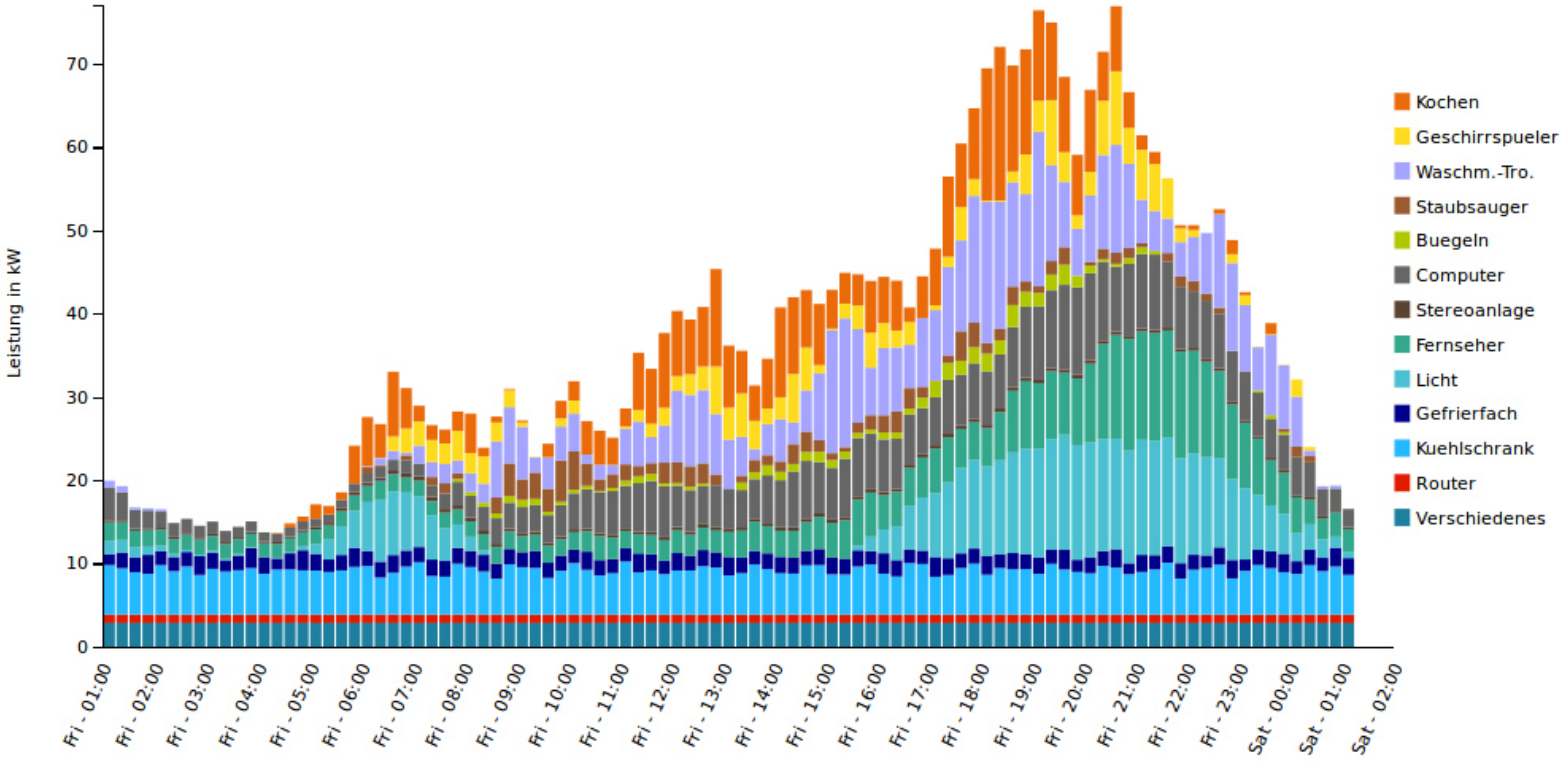
Anwendungen

- Profile ohne Messungen
- Systemdimensionierung
- Netzplanung



© Fraunhofer ISE
Fraunhofer ISE

synPRO
Elektrische Last - Beispiel



www.elink.tools

© Fraunhofer ISE

Adaptive Verteilnetzregelung
Regelungsstrategien

Dezentraler Regler (LNC)

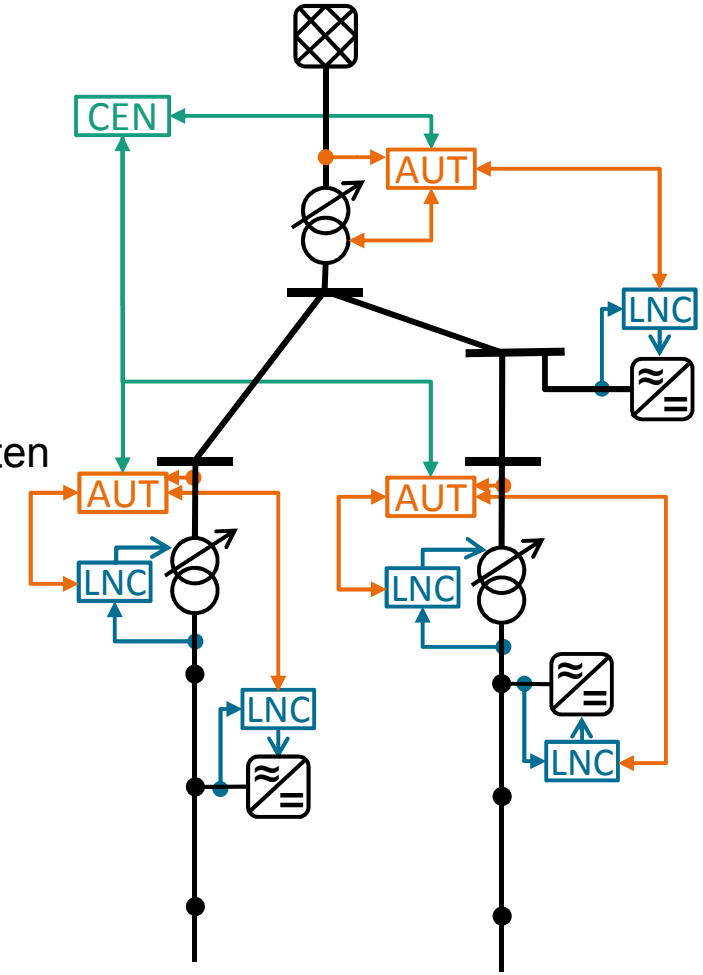
- **Referenz**
  - Mittelspannung Q(U)
  - Niederspannung cos φ = konst.
- **Statcom**
  - Q(U) mit einer großen Reichweite für alle Knoten

Spannungsebenen autarker Regler (AUT)

- Übergeordnete Regelung
- Koordination pro Spannungsebene

Zentraler Regler (CEN)

- Zustandsschätzung
- Koordination aller Spannungsebenen

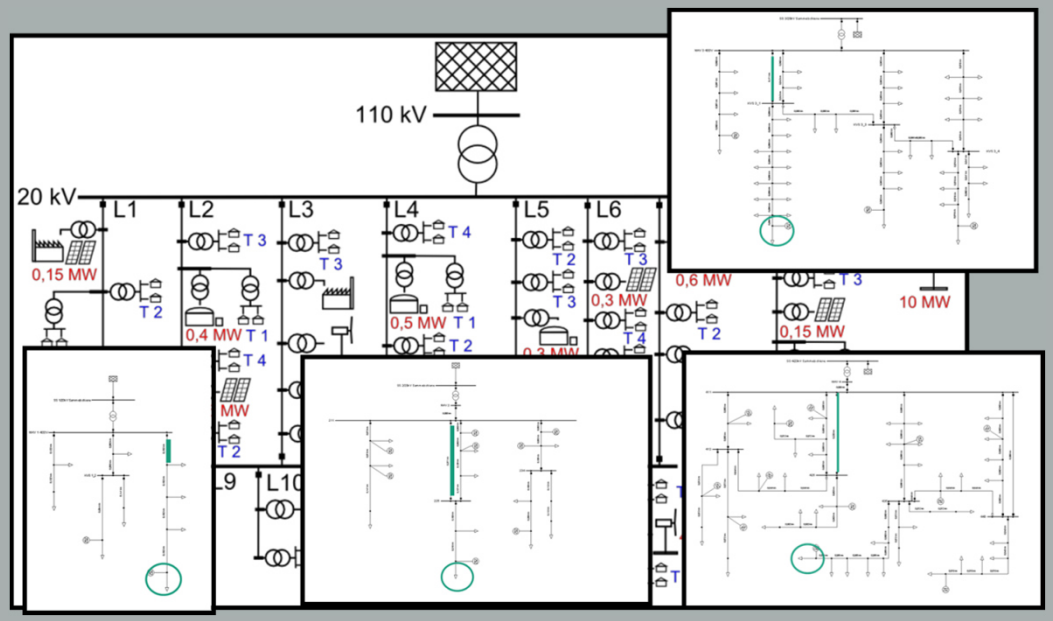


© Fraunhofer ISE

Adaptive Verteilnetzregelung
Probabilistische Simulationen

Synthetisch erzeugtes Referenznetz

- Nieder- & Mittelspannung
- ~ 1000 Knoten



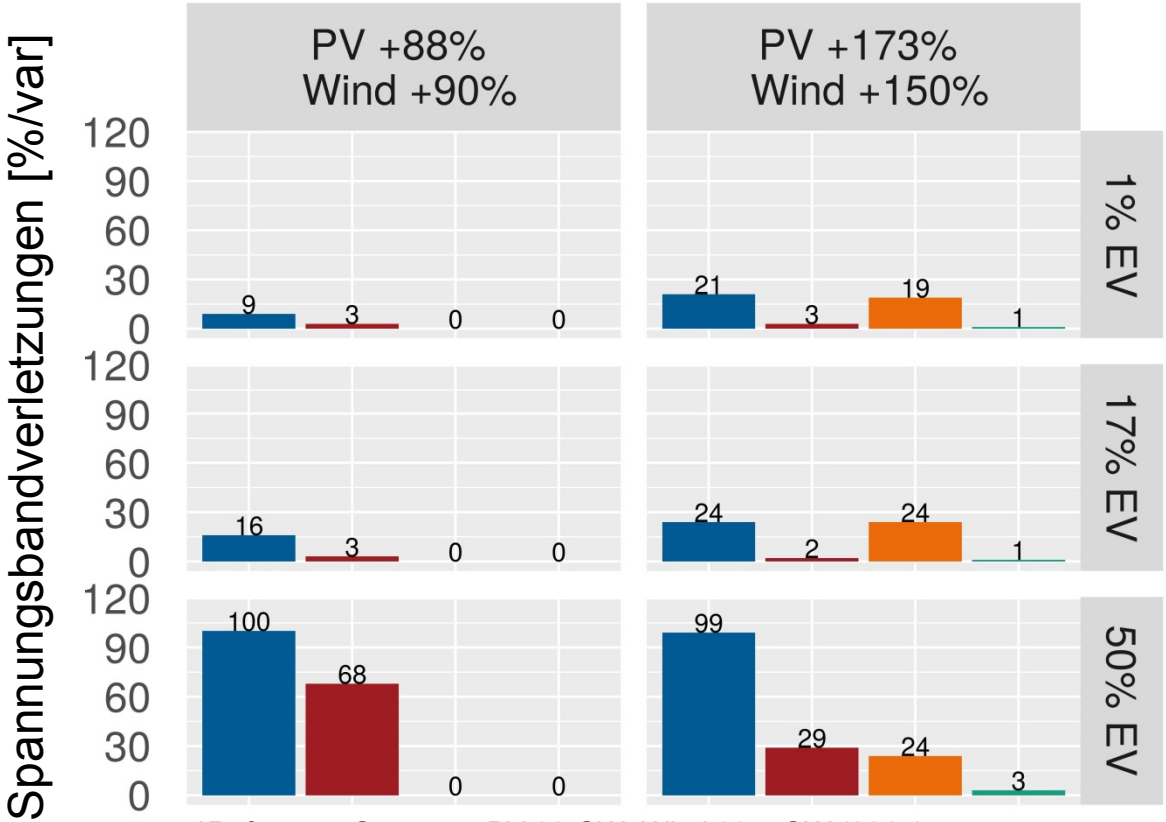
Variation der Verteilung und Standorte

- Photovoltaik
- Wind
- KWK
- Wärmepumpen
- Elektrofahrzeuge

© Fraunhofer ISE

Adaptive Verteilnetzregelung

Spannungsbandverletzung: Netzausbau



*Reference Germany: PV 38 GW; Wind 38.5 GW (2014)

- Statcom kann Netzausbau um bis zu 25% reduzieren
- Zentraler Regler kann Netzausbau komplett vermeiden
- Smart grid Betrieb notwendig

Referenz
Statcom
autark
Zentral

© Fraunhofer ISE

Netzplanung

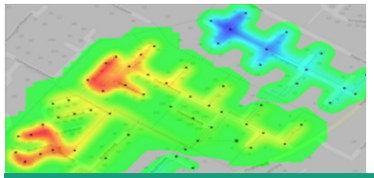
© Fraunhofer ISE

Der Netzplanungsprozess eines lokalen VNB
Beispiel

GIS System

1 Datenexport

3 Datenimport



Netzplanung

2

- Berechnung der Netzlast
- Expertenregeln
- Ersatz von Komponenten
- Wirtschaftliche Bewertung

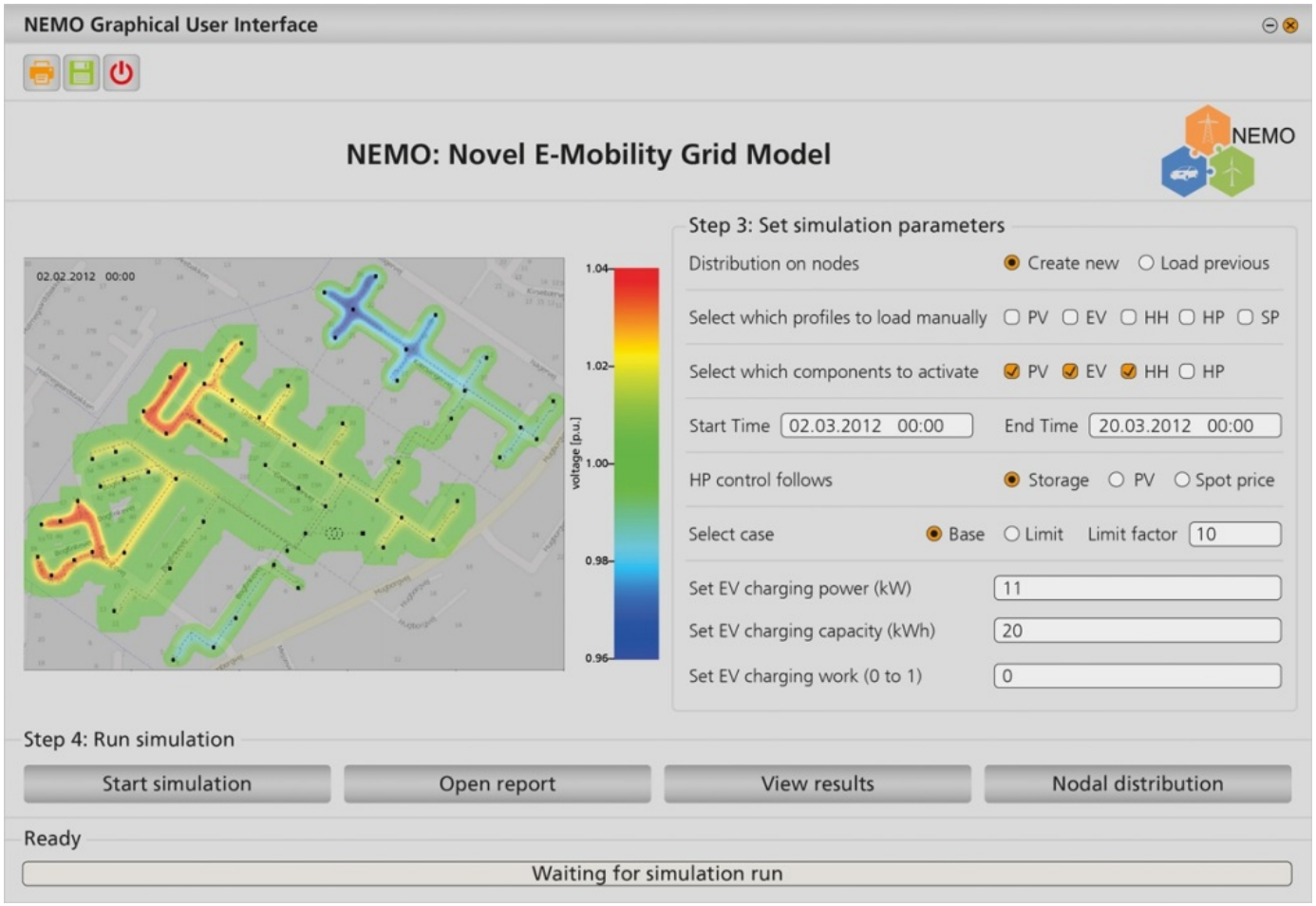
© Fraunhofer ISE

NEMO

Fraunhofer ISE

Methodik der NEMO Tool Suite

NEMO Nutzeroberfläche



© Fraunhofer ISE

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

NEMO

Fraunhofer ISE

NEMO Use Case – Referenz Ringkøbing

Schritt 1: Problem

Erwartete Entwicklung Netz

- **Dezentrale Erzeugung**

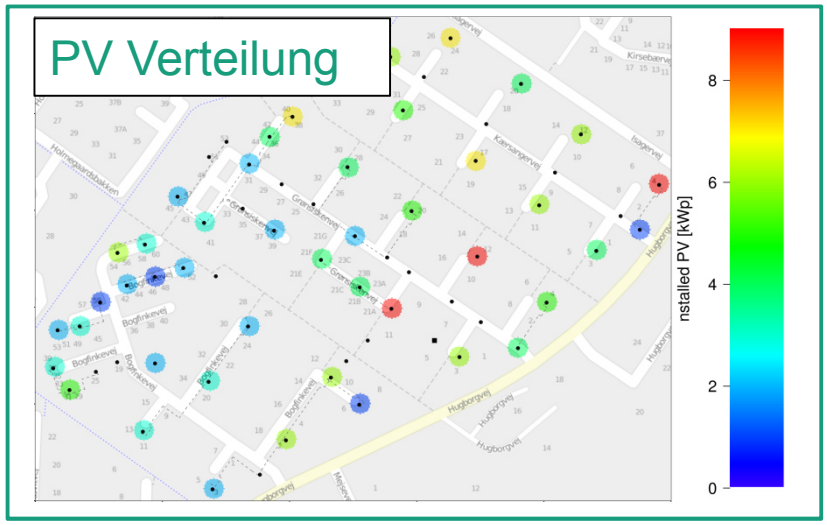
Photovoltaik:	180 kWp
Blockheizkraftwerk:	0 kW

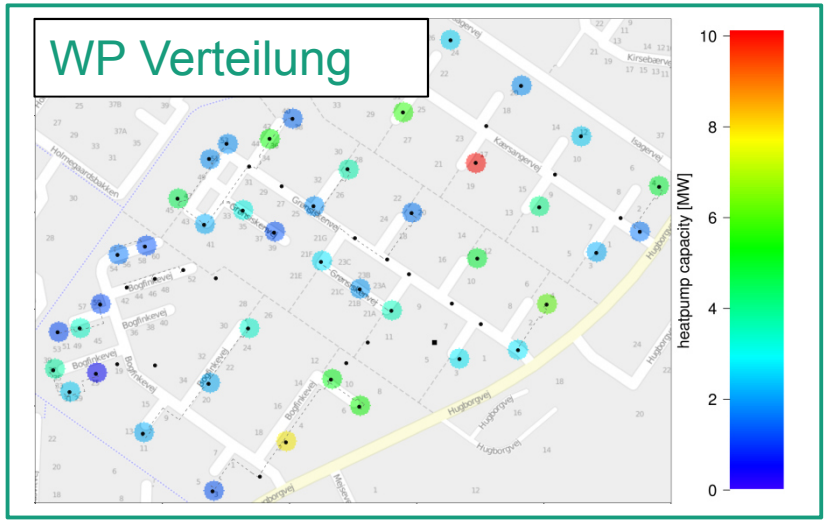
- **Wärme**

Benötigte Wärme:	50 MWh
Wärmepumpe:	50 %
Speicher pro WP:	3 h

- **Elektrischer Speicher**

EV:	0
PV-Batterien:	0 kWh





© Fraunhofer ISE

NEMO

Fraunhofer ISE

NEMO Use Case – Referenz Ringkøbing

Schritt 2: Identifikation

© Fraunhofer ISE

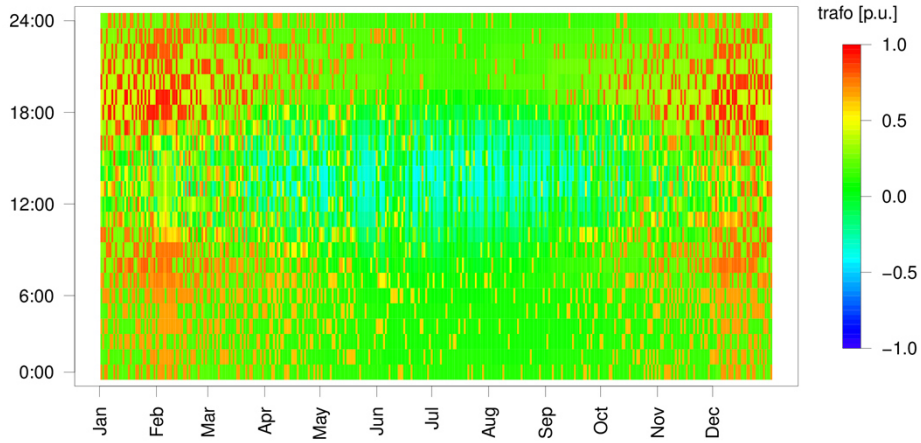
NEMO Use Case – Referenz Ringkøbing

Schritt 2: Identifikation

Spannung

- Wärmepumpen dominieren
- Niedrige Spannungen

Transformatorlast



- Winter: hohe Belastung des Trafos durch WP
- Sommer: Umgekehrter Leistungsfluss aufgrund von PV

© Fraunhofer ISE

NEMO

Fraunhofer ISE

NEMO Use Case – Referenz Ringkøbing

Schritt 3: Definition möglicher Lösungen

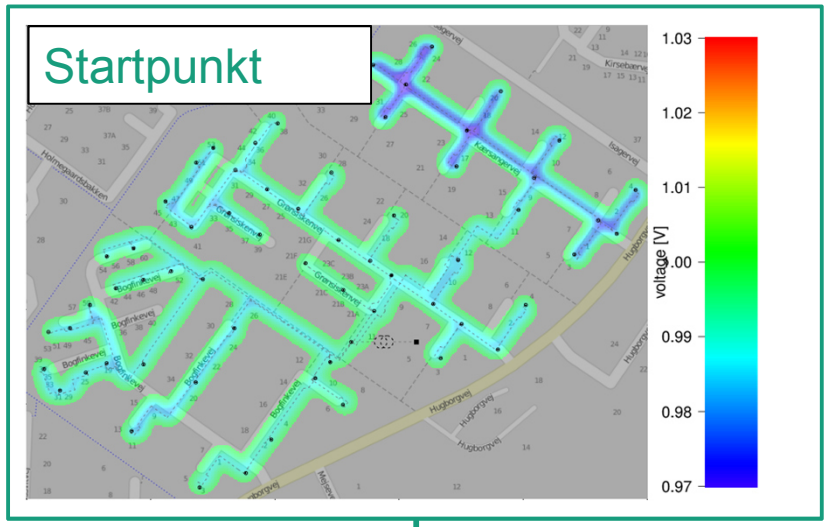
Lösungsmöglichkeiten

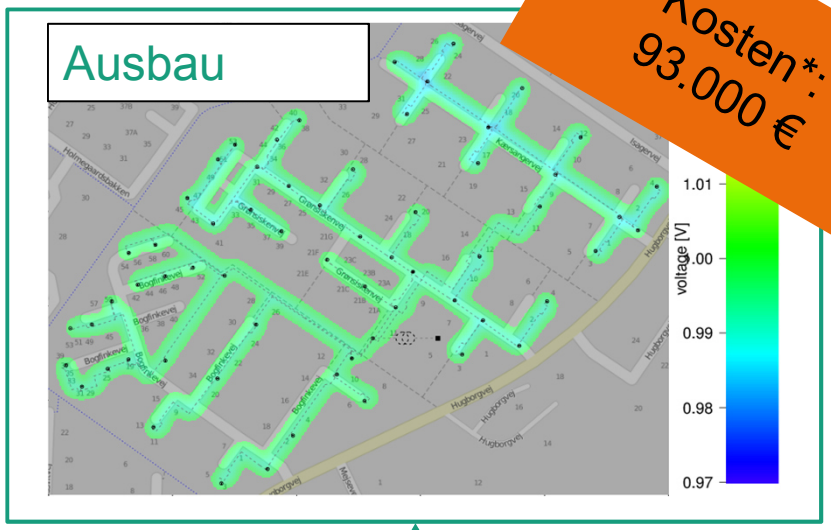
- **Netzausbau**
  - ☑ konventionell
  - ☐ regelbarer Ortsnetztrafo
  - ☐ Q-Regelung
- **Intelligente Regelung**
  - ☑ Demand Side Management
  - ☐ Lokales Energiemanagement
  - ☐ Netzfreundliche PV

© Fraunhofer ISE

NEMO Use Case– Referenz Ringkøbing

Schritt 4: Lösung konventioneller Ausbau





Kosten*: 93.000 €

Konventioneller Ausbau

- Kabelaustausch: 1,1 km NAYY 4x240
- Transformatortausch: 400 kVA

© Fraunhofer ISE

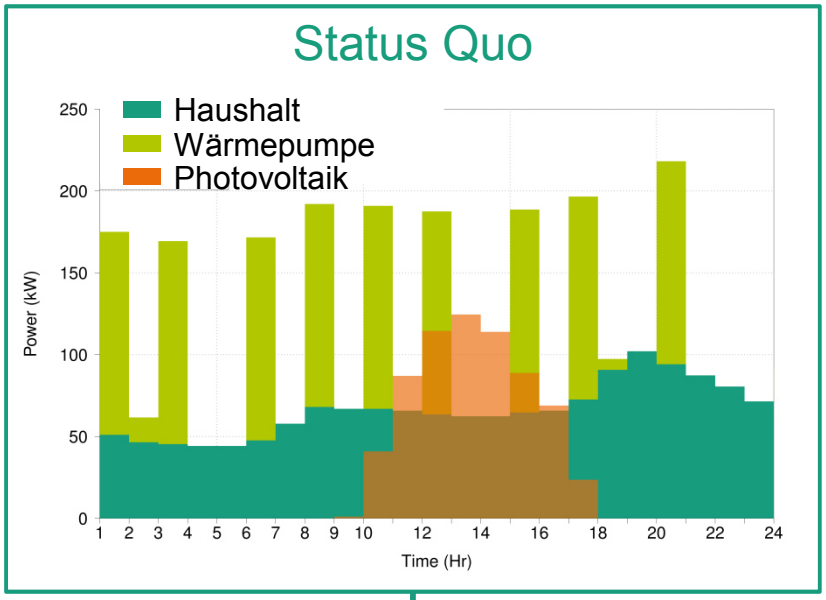
* 1km NAYY240 57.000€ (inkl. Verlegung)
Transformator 400 kVA: 9.000 €

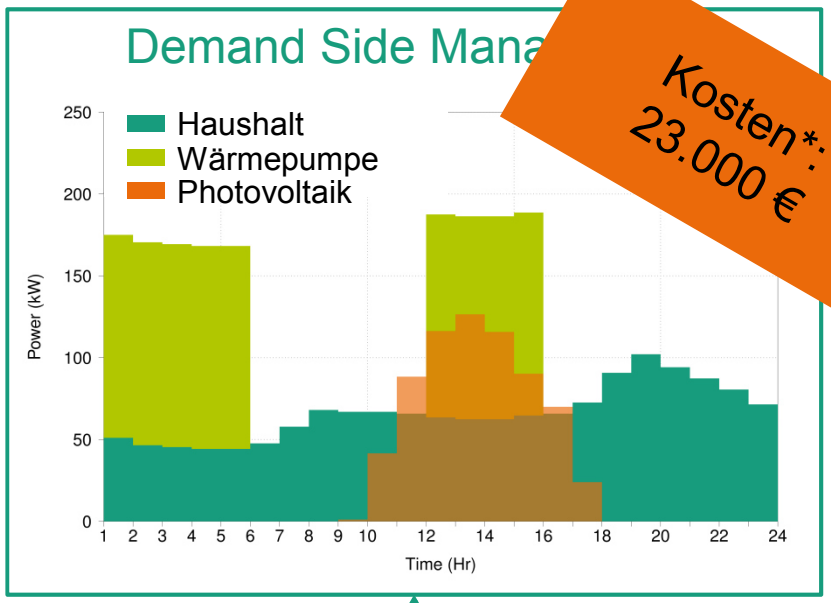
NEMO

Fraunhofer ISE

NEMO Use Case– Referenz Ringkøbing

Schritt 5: Lösung mit Demand Side Management





Kosten*: 23.000 €

Demand Side Management

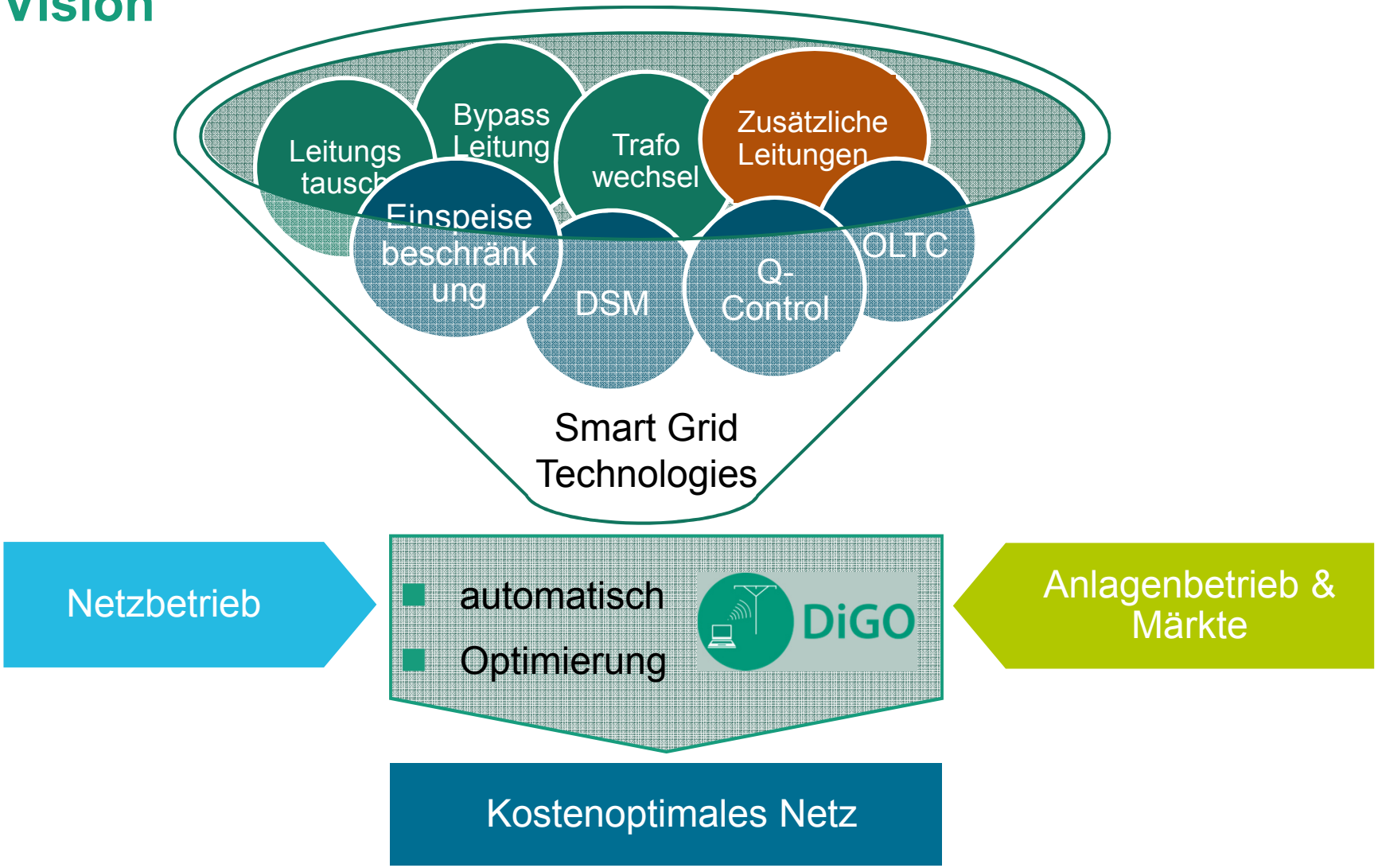
- Reduzierung Spitzenlast: 220 kW → 170 kW
- Kabelaustausch: 0,3 km NAYY 4x240
- Transformatortausch: nicht notwendig

* 1km NAYY240 57.000€ (inkl. Verlegung)
Transformator 400 kVA: 9.000 €

© Fraunhofer ISE

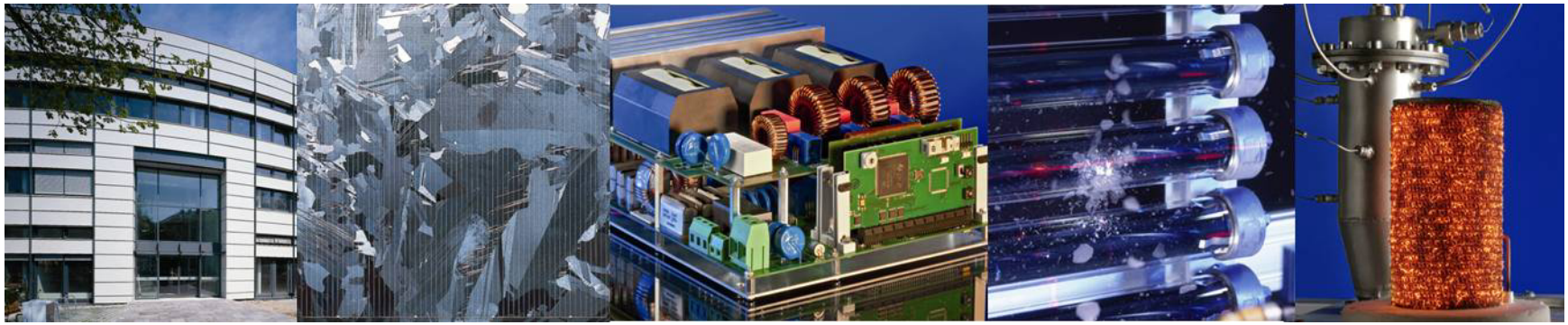
Distribution Grid Optimization - DiGO

Vision



© Fraunhofer ISE

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Dr.-Ing. Bernhard Wille-Haussmann

www.ise.fraunhofer.de

bernhard.wille-haussmann@ise.fraunhofer.de

© Fraunhofer ISE

Fraunhofer ISE