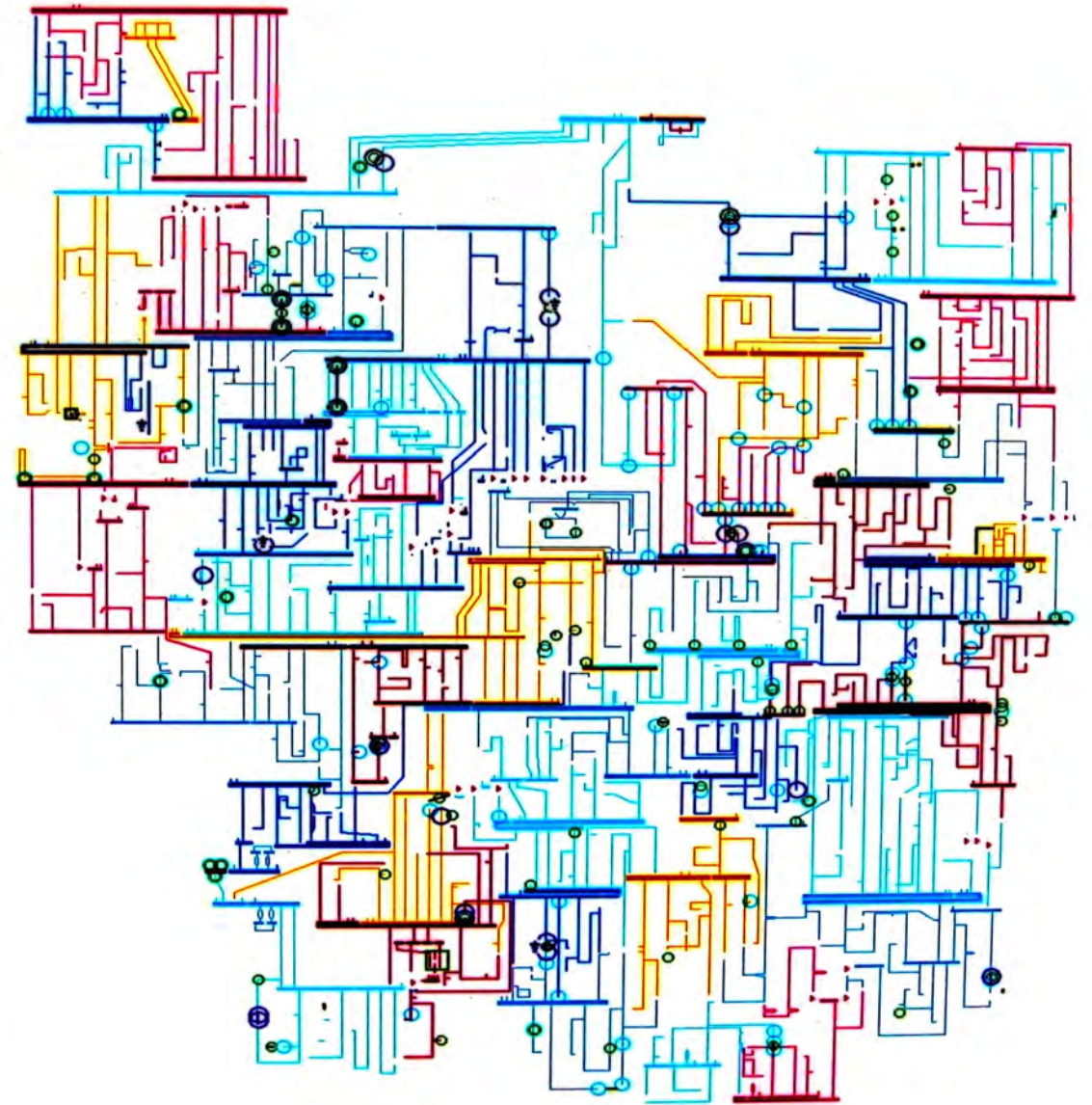


Stromnetze für die Energiewende

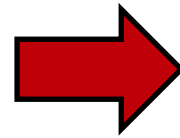
Eberhard Waffenschmidt

Aachen

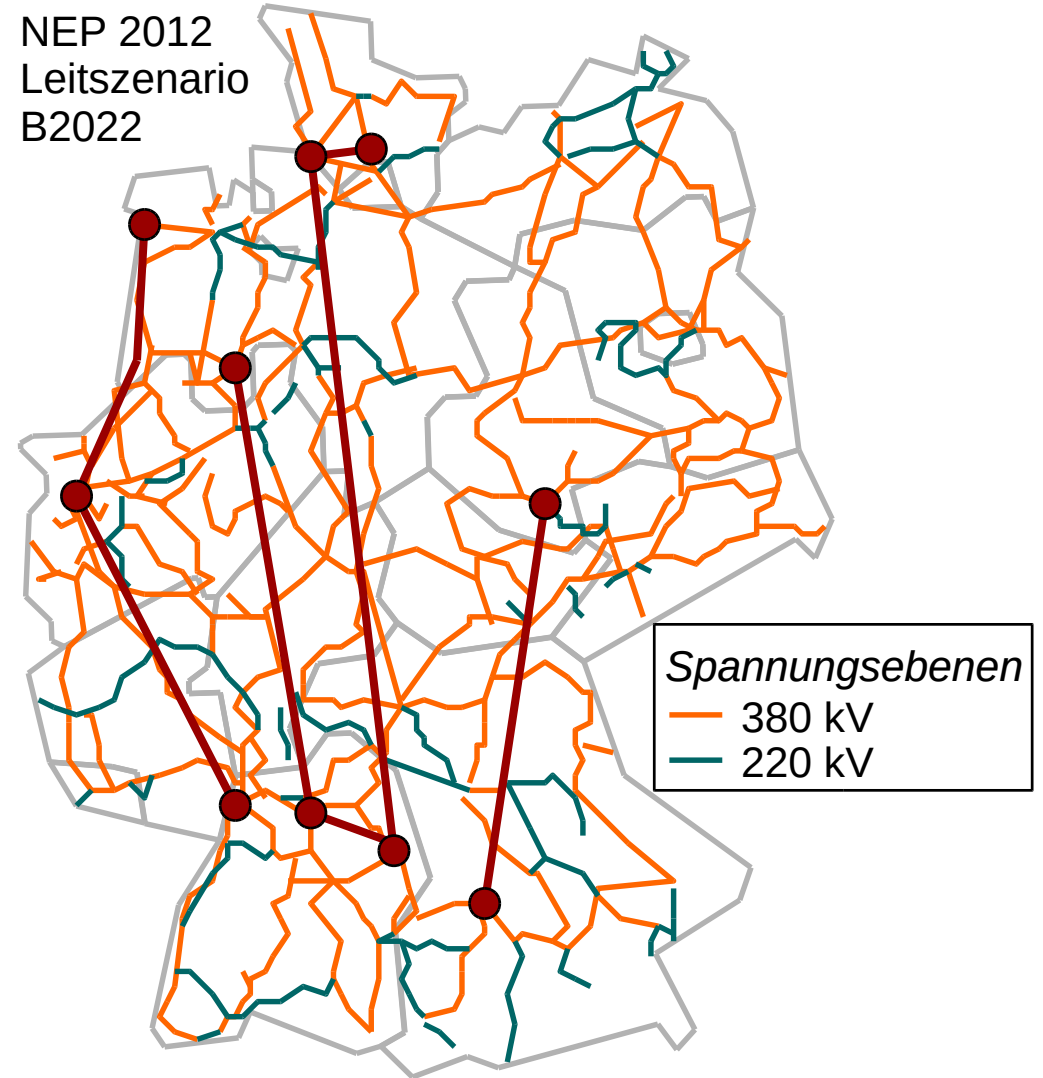
3. Nov. 2025



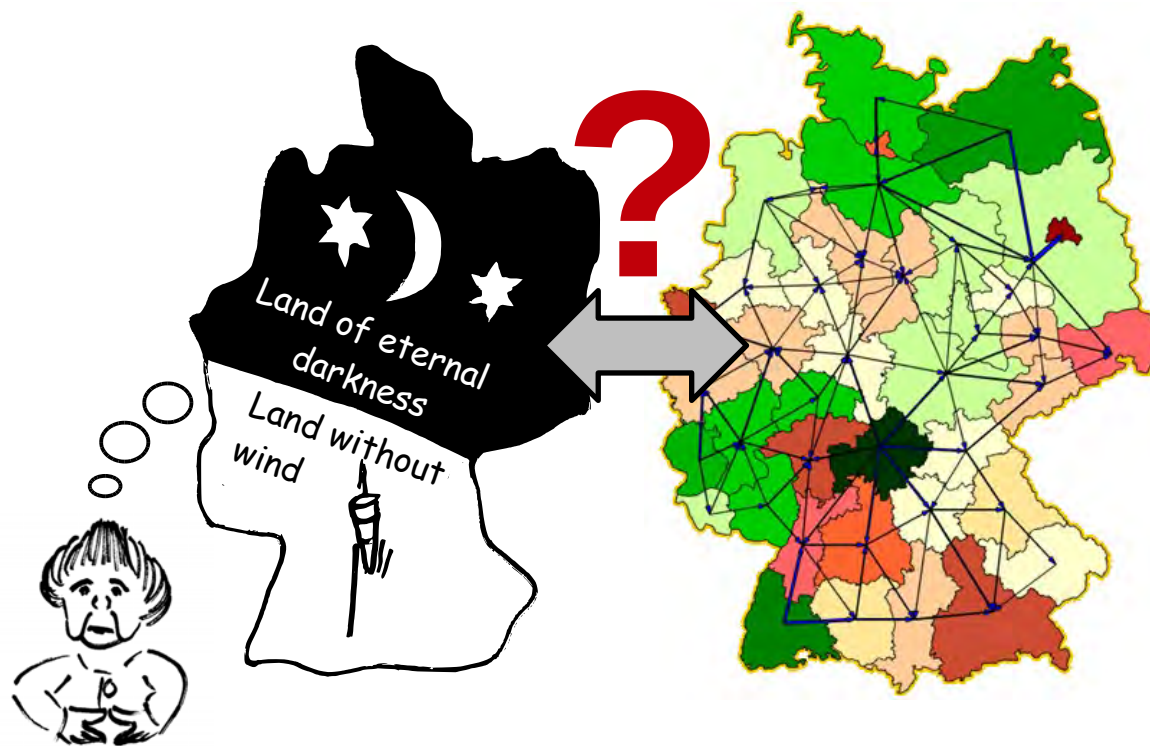
Wie Politiker über Erneuerbare denken



NEP 2012
Leitszenario
B2022



Zukünftige Netzstruktur



Nicht nur Stromleitungen, sondern
Management einer komplexen
Energieverteilung

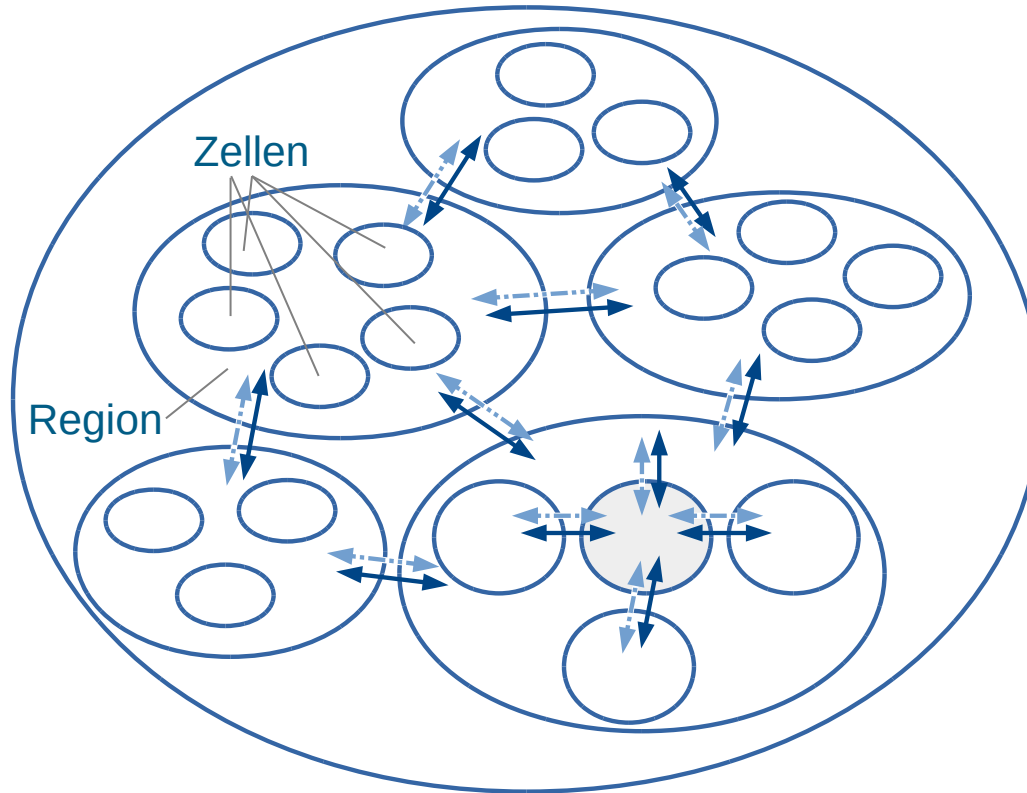
Herausforderungen

- Dezentralität
 - Erzeugung
 - Verbrauch
- Komplexität
 - Anzahl Erzeuger
 - Neue Verbraucher

Anforderungen

- Modularität
- Wandlungsfähigkeit
- Resilienz
- Einfachheit

Zellulares Stromnetz



■ Dezentralität
Organisation der
Netzstruktur:

- Dezentral
- Regional

■ Komplexität

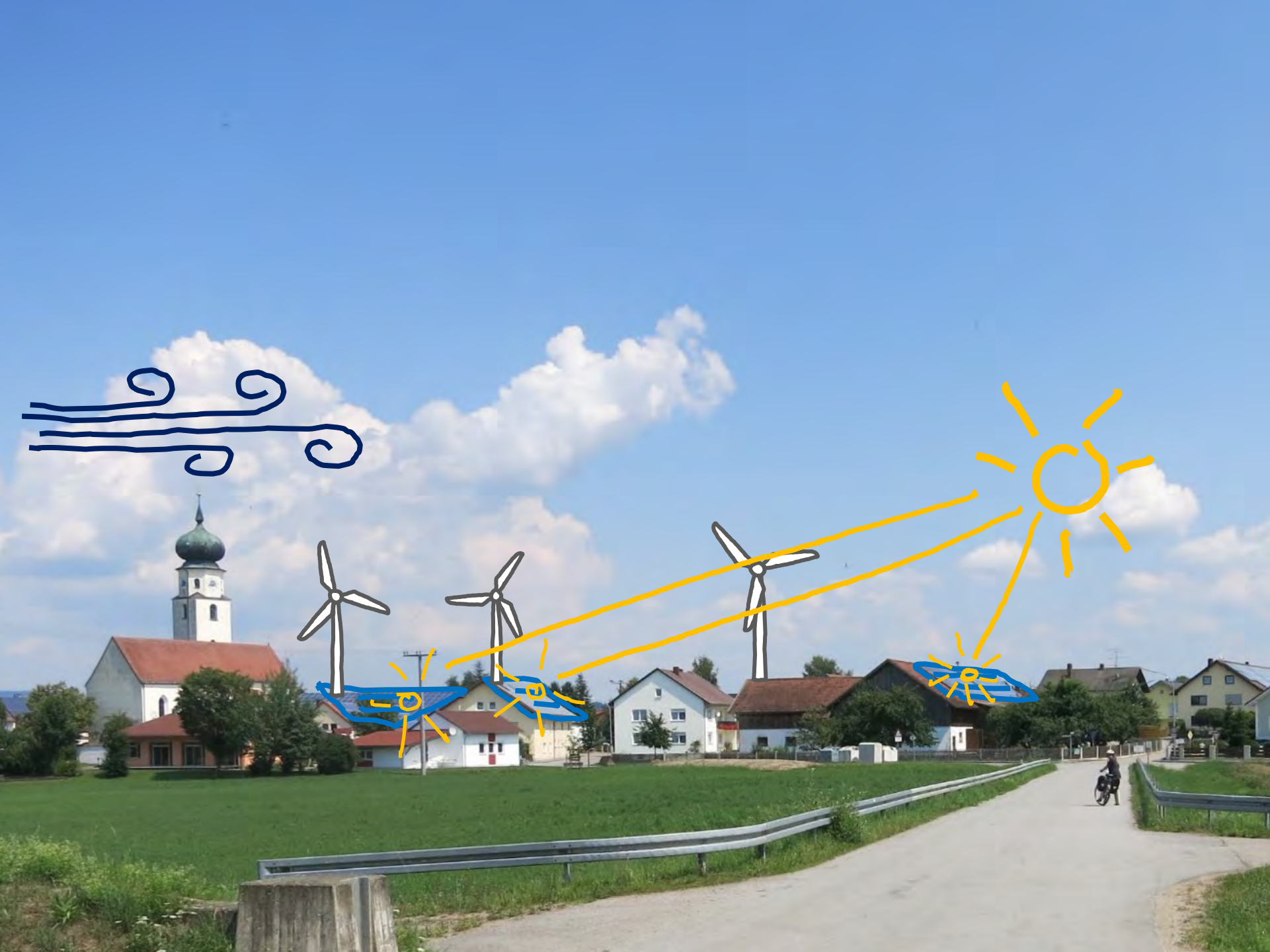
- Aufgaben aufteilen
- Eigenständige, kooperierende Einheiten
- Hierarchie

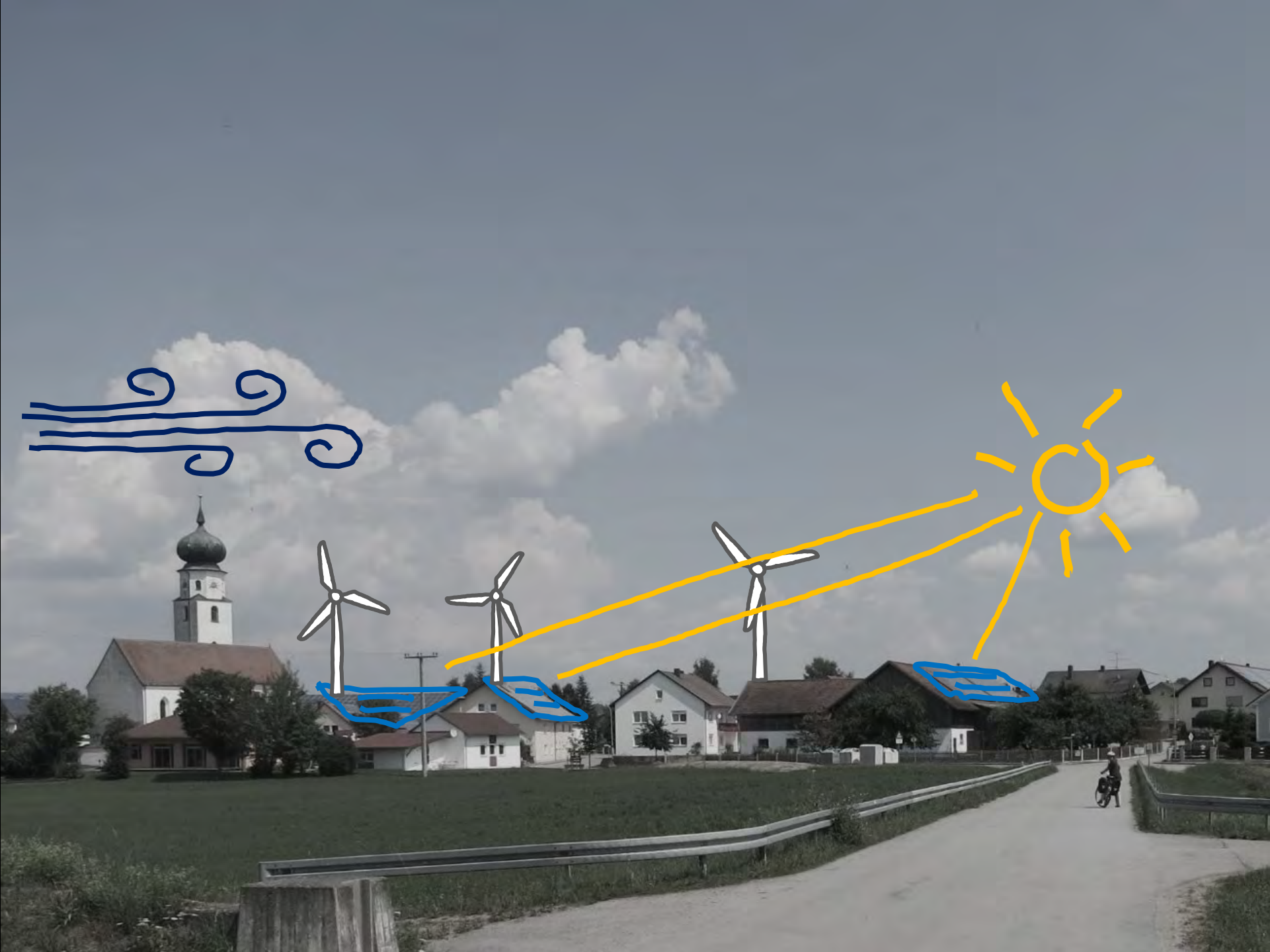
Zellulare Struktur



Blackout









Ganz Europa ist
vom Blackout
betroffen...

ganz Europa?
Nein! Ein von
unbeugsamen
Energieaktivisten
bevölkertes Dorf
hört nicht auf, der
Dunkelheit
Widerstand zu
leisten.

Und es werden
mehr!

Batterie Bordesholm



- bis zu 15 MWh / 12.5 MW
- 7 unabhängige Batteriestränge
- **Im Normalbetrieb:**
Primärregelenergiemarkt
- **Im Notfall:**
Batterie versorgt Inselnetz

Primärregelbetrieb



- Normaler Netzbetrieb
- Börsenhandel
- Zur Finanzierung
- Präqualifizierte
Primärregelleistung: 10 MW
- Seit Sommer 2019
- Wechselrichter im
stromgeregelten Betrieb

Inselbetrieb



- Batterie als Netzbildner, auch für dezentrale Einspeiser
- Wechselrichter im **spannungsgeregelten** Betrieb
- Spannungs- und Frequenz-Droop
- Synchron-Kuppelschalter

Der Schalter wird geöffnet

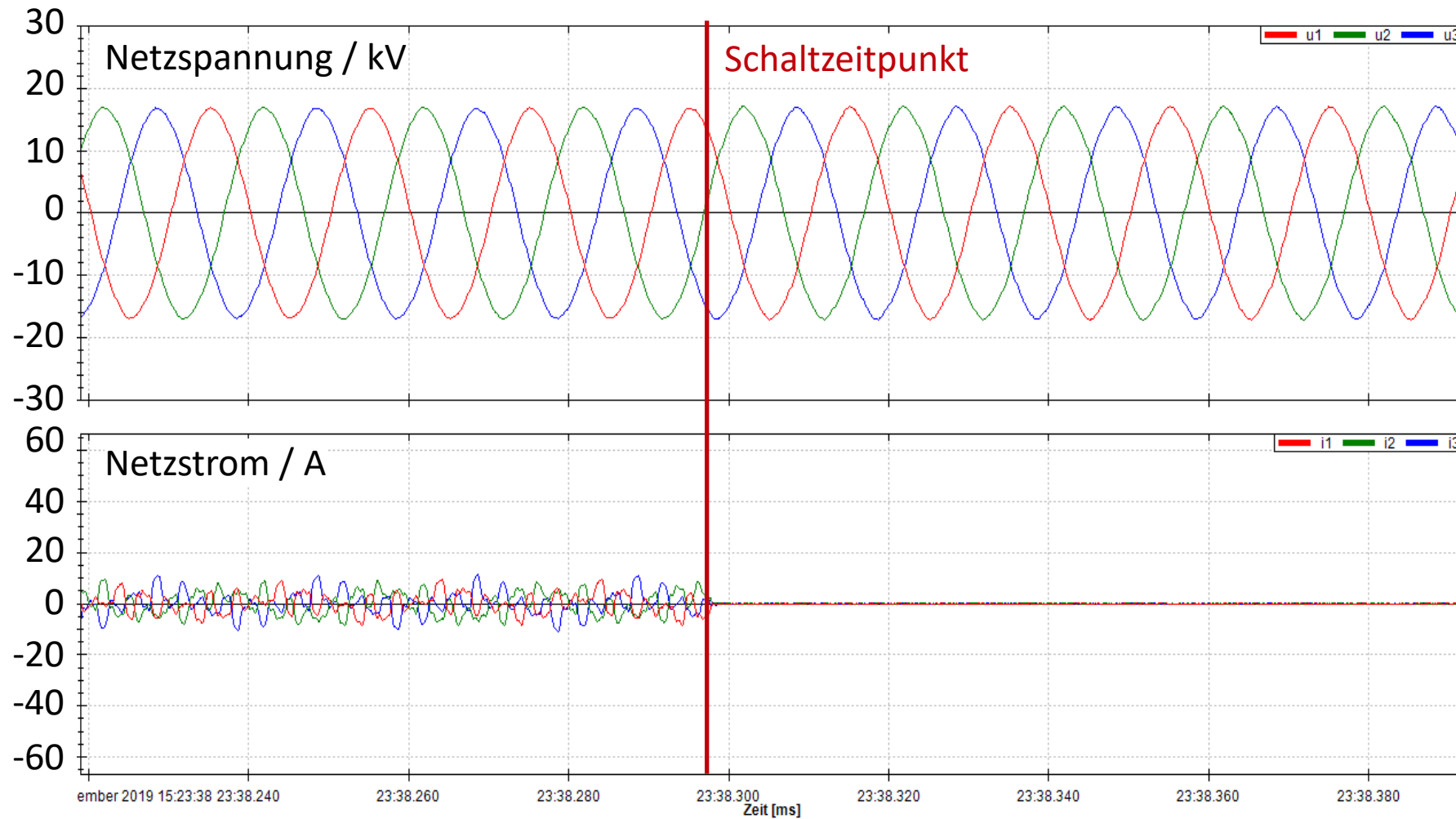


Der Schalter wird geöffnet



Inselnetzversuch

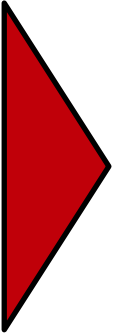
Übergang zum Inselnetz ohne Residuallast



Deutscher Solarpreis



Gemeinsame Energie-Nutzung: Quartierspeicher



Individuelle Speicher vs. Quartierspeicher



Quartierspeicher

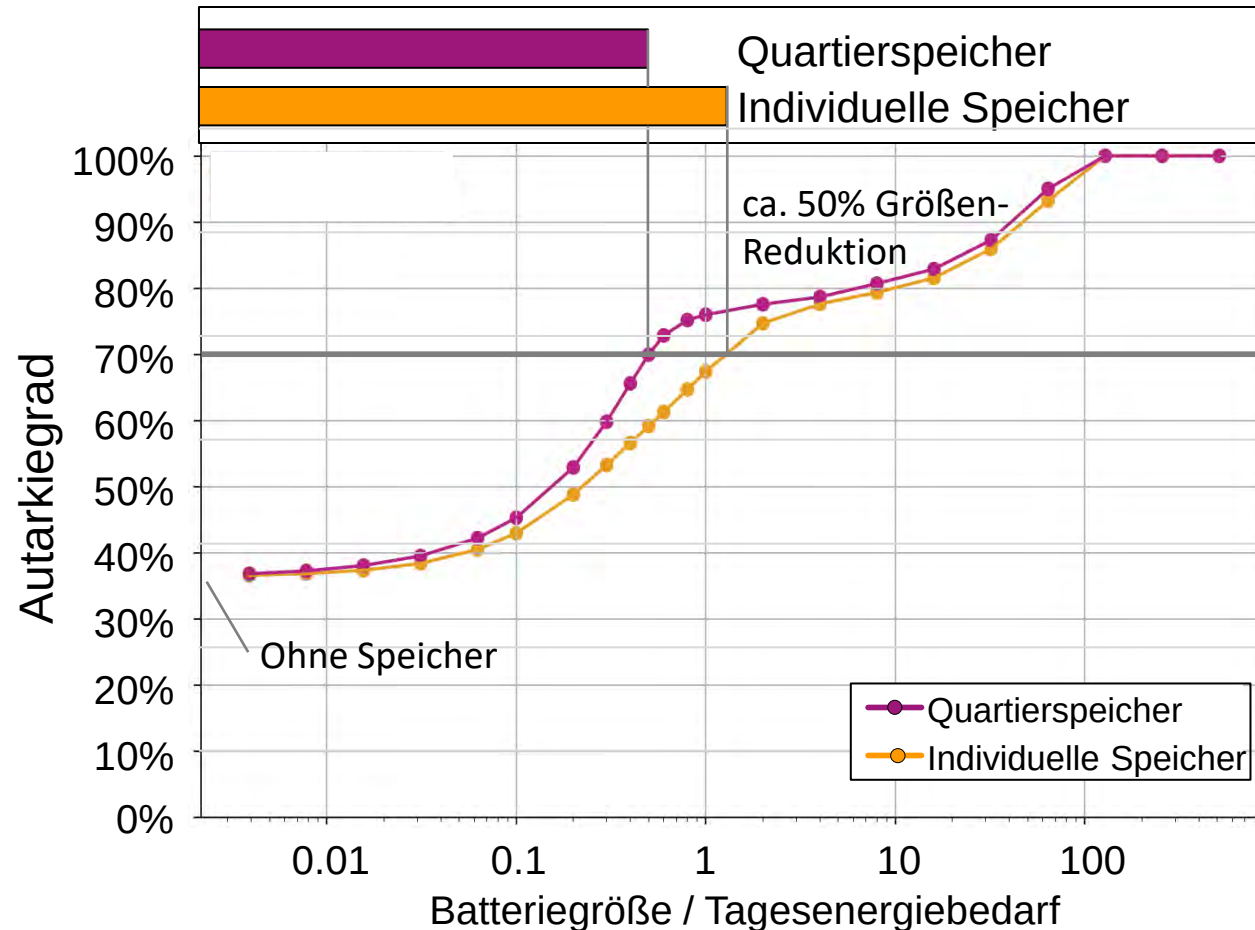


- Anwendungsfall:
Batterie-Speicher in Kombination mit PV
 - Speichert Überschuss an PV-Energie
 - Liefert Energie bei Dunkelheit
- Ziel:
 - Autarkiegrad erhöhen (nutze “grüne” Energie)
 - Reduziere Bedarf aus dem Stromnetz (“Graue” Energie)

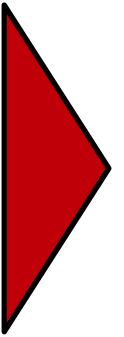


Batterie-Größe

- Optimale Größe:
- Tages-Speicher
- ca.50% Größenreduktion bei gleichem Autarkiegrad



Gerechtigkeit



Kommerzielle Gerechtigkeit



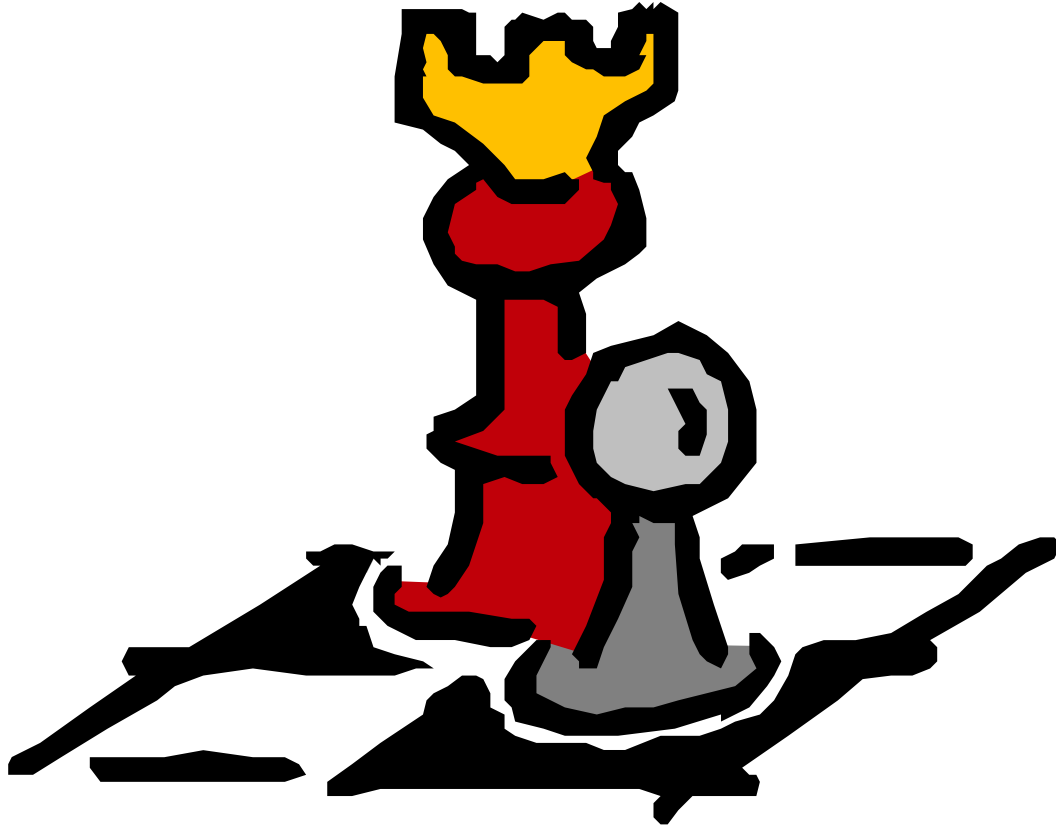
- Zahle was du bekommst – become was du zahlst
- Individuelles Eigentum
- *Beispiel:* Markthalle

Soziale Gerechtigkeit



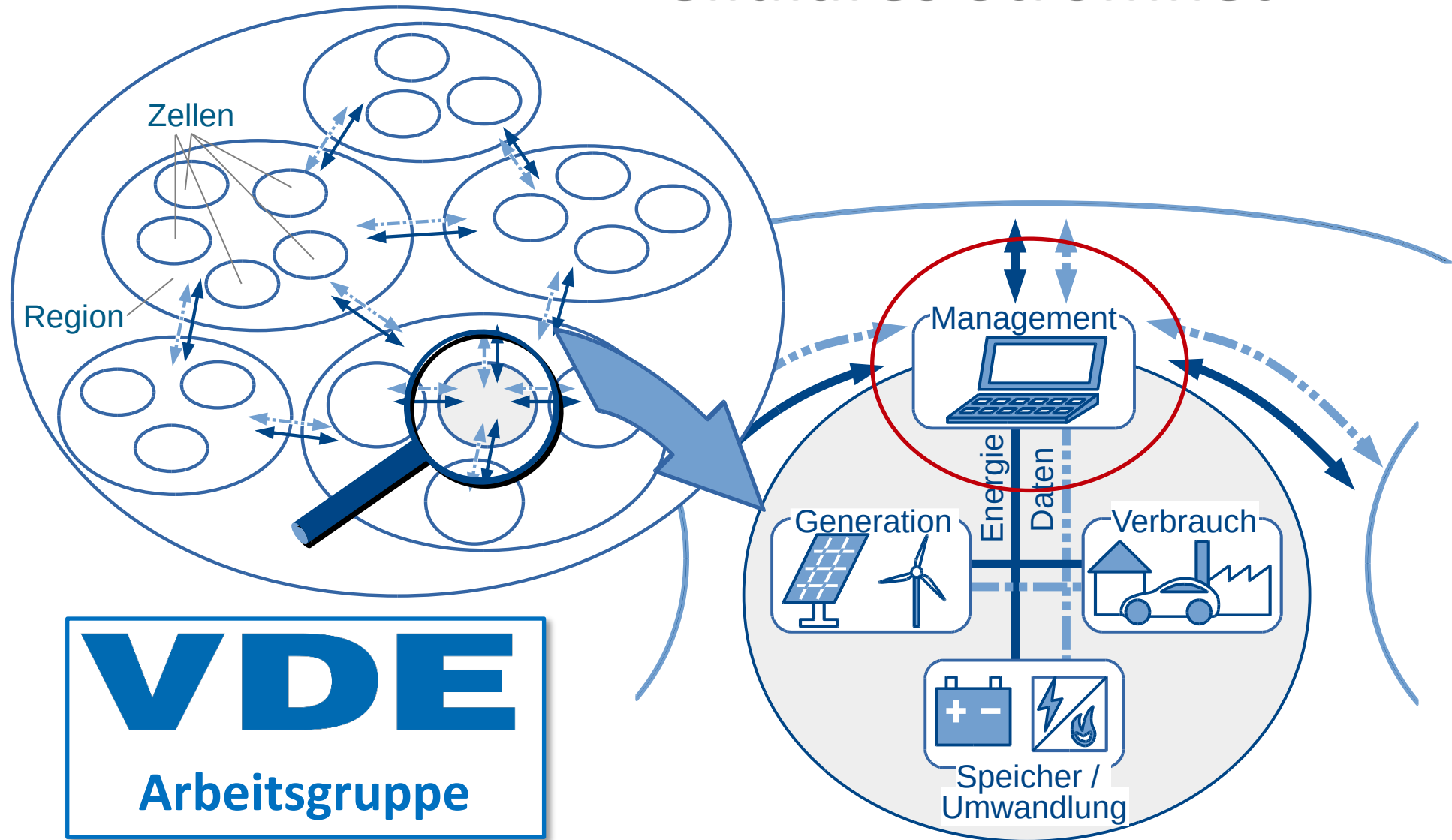
- Jede Person bekommt, was sie braucht
- Gemeinsames Eigentum
- *Beispiele:*
 - Familie
 - Freunde

Vertrauenswürdige Autorität



- Monitoring des Energieverbrauchs
- Einfaches Mess-System möglich
- *Nachteil:*
Zusätzliche Kosten an den Betreiber

Zellulares Stromnetz



VDE

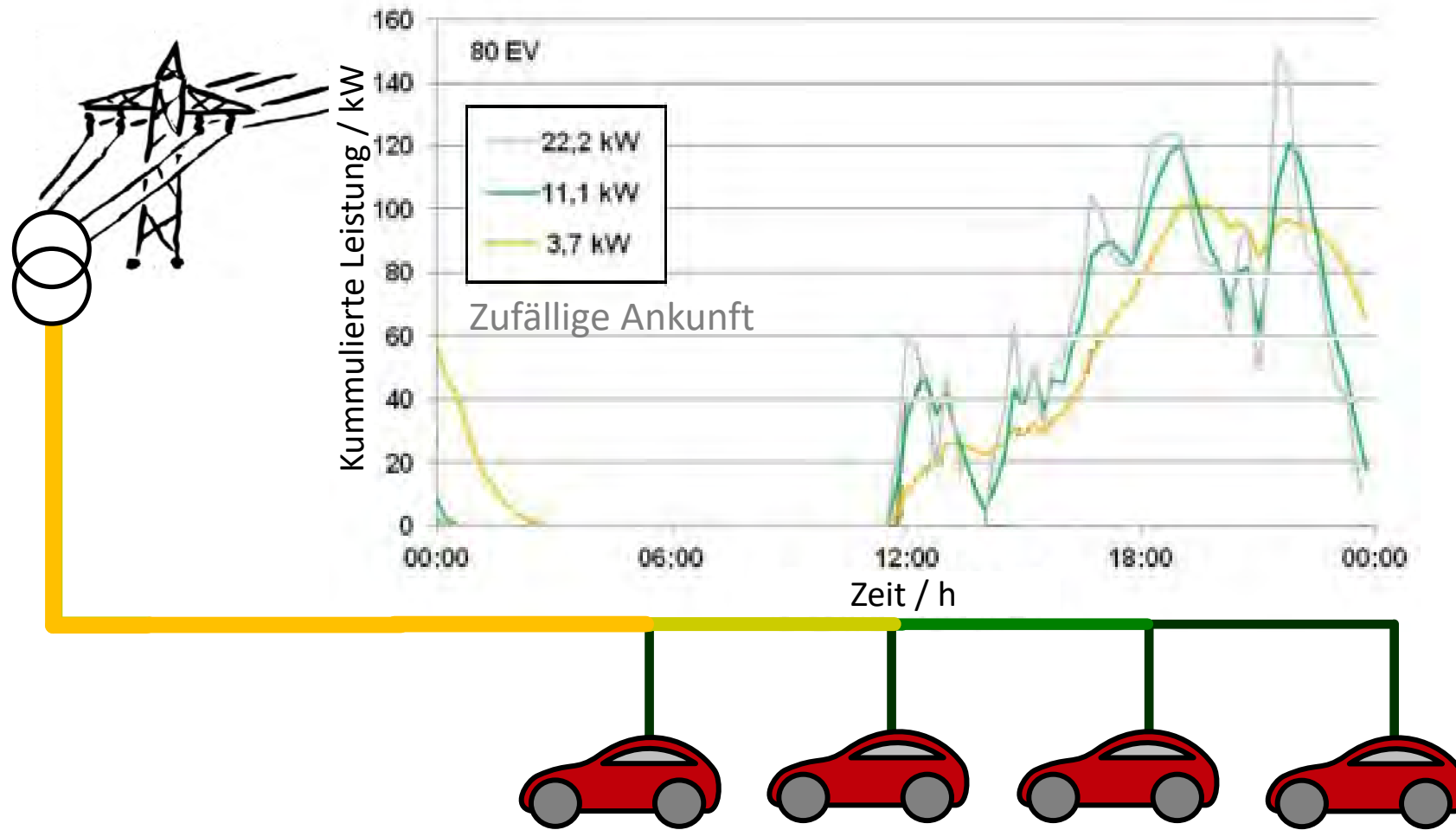
Arbeitsgruppe

Strombedarf Elektromobilität

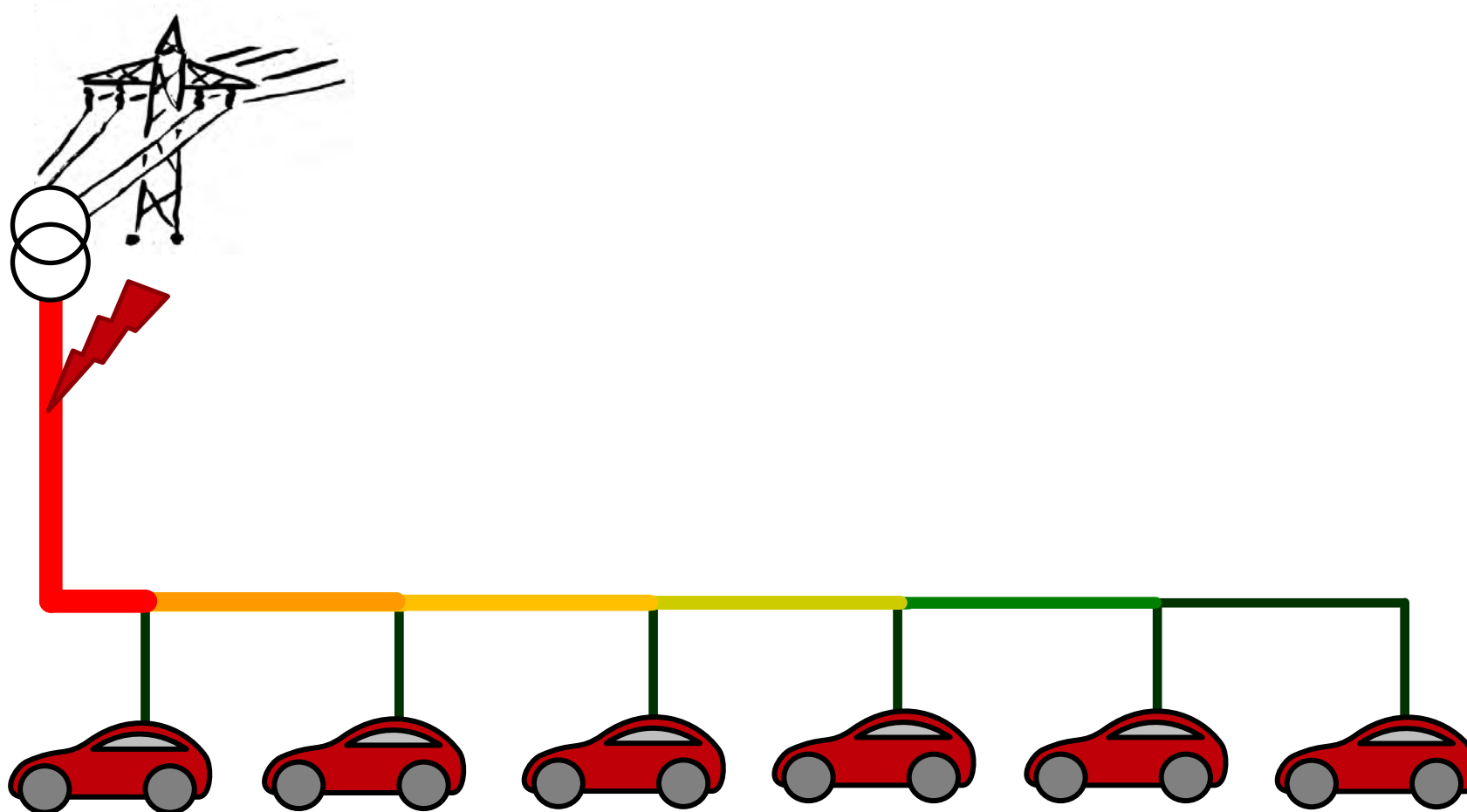


- Tägliche Fahrstrecke ca. 40 km
- Spezifischer Energieverbrauch ca. 15 kWh/100km
- Alle Autos elektrisch:
 - *Energiebedarf* ca. 17% des heutigen Stromverbrauchs
 - *Gleichzeitige Leistung:* 40Mio x 20 kW = 800 GW Viel mehr als aktueller Spitzenbedarf

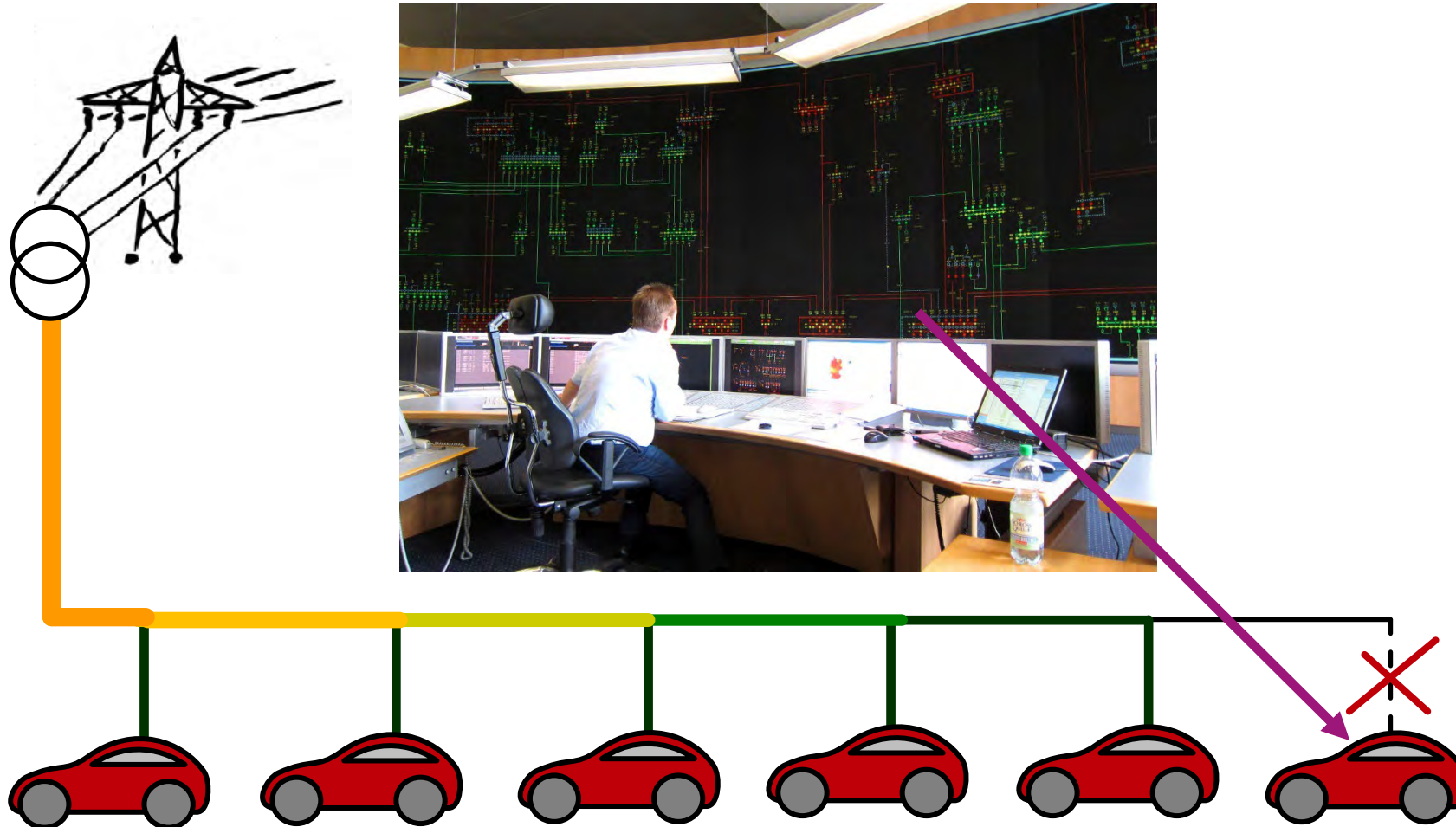
Verteilte Ankunft



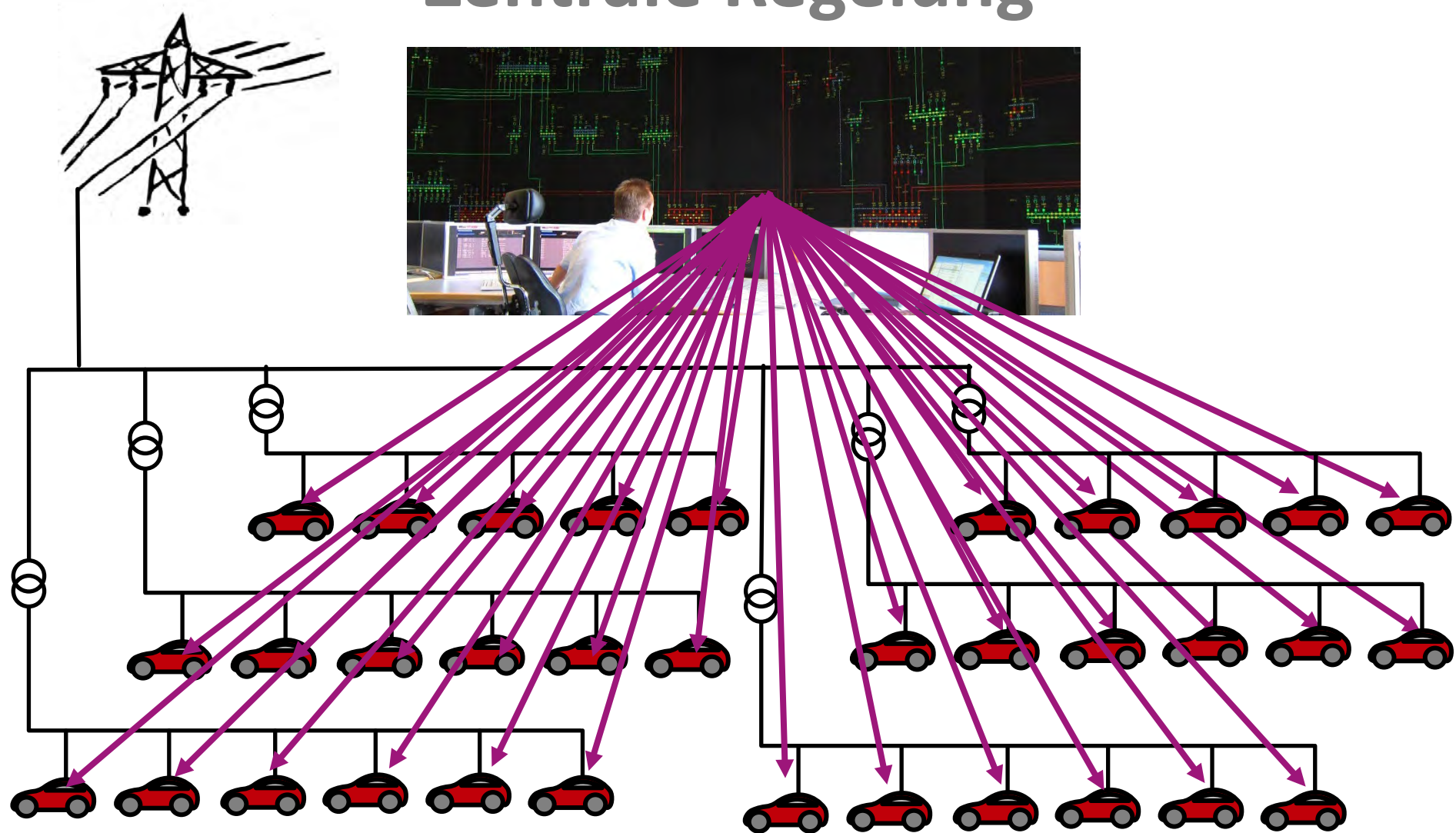
Belastung der Stromleitung



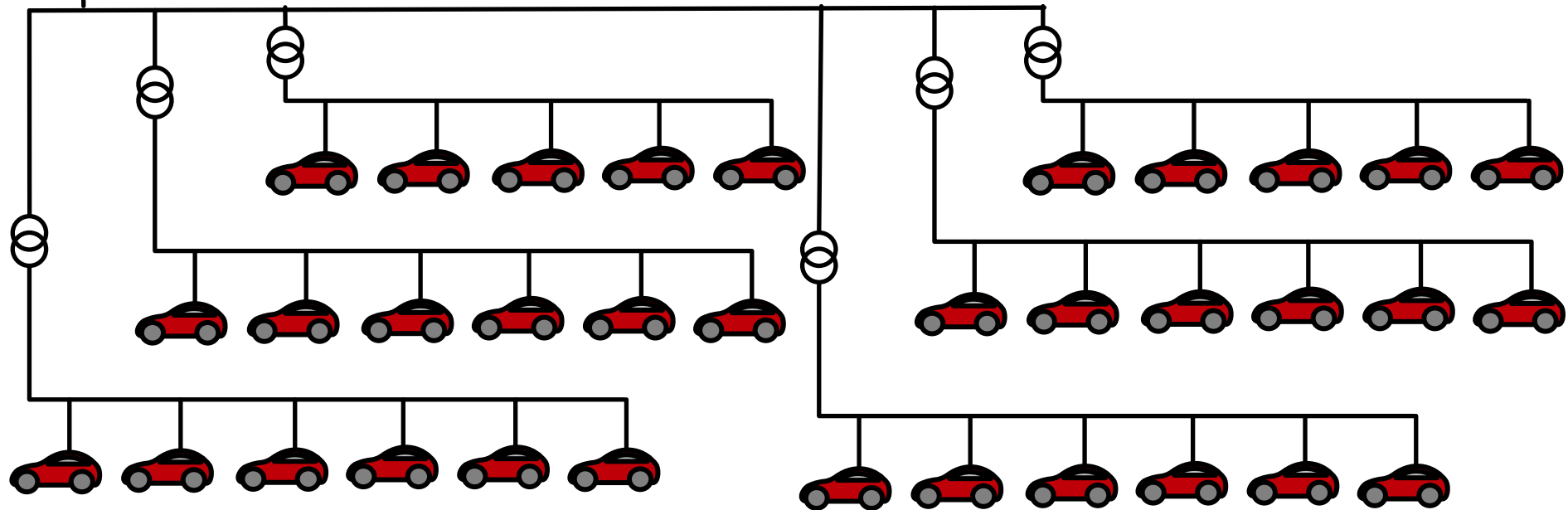
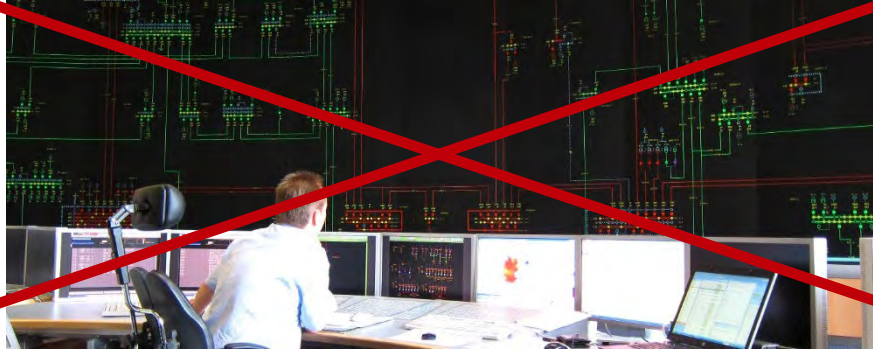
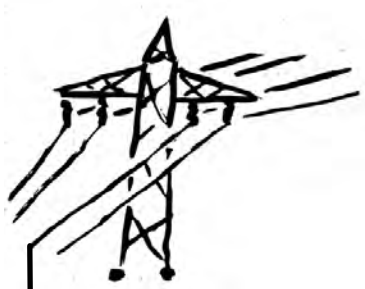
Zentrale Regelung



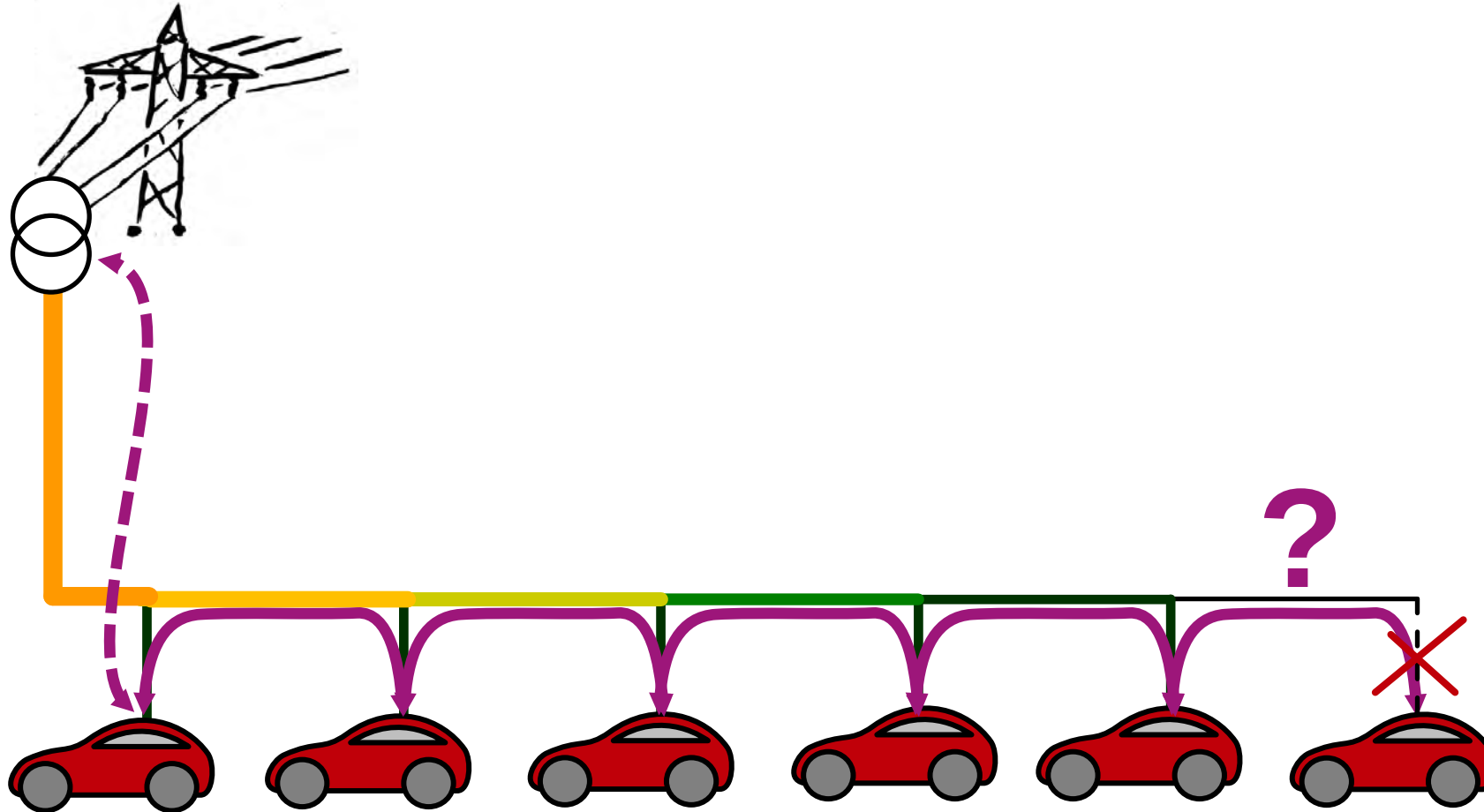
Zentrale Regelung



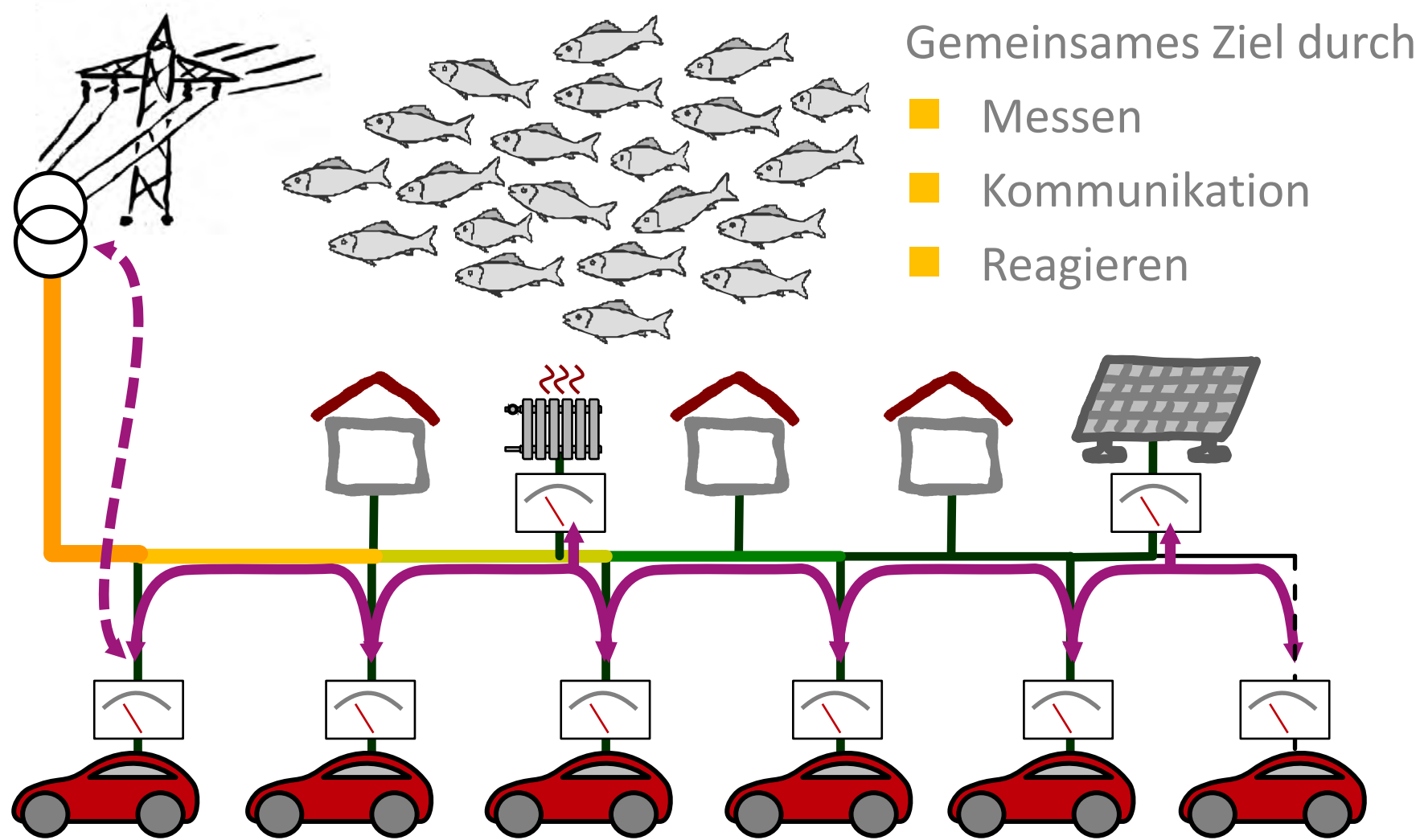
Dezentrale Regelung



Dezentrale Regelung



Schwarmprinzip



Umsetzung

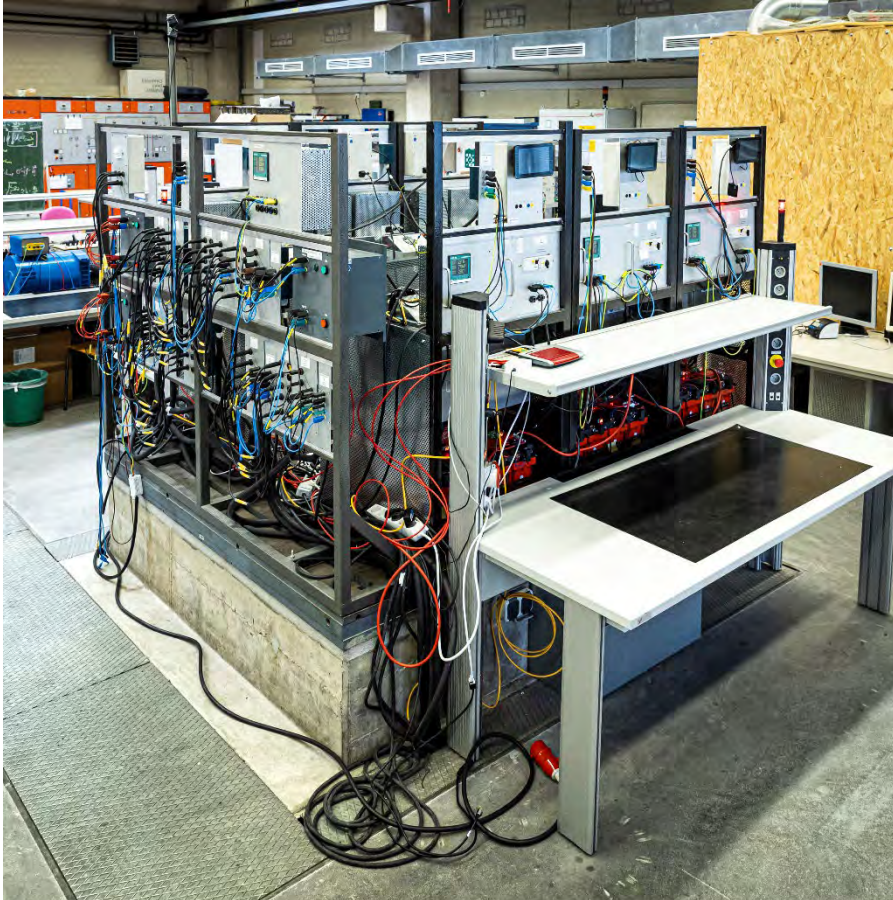


Foto: Heike Fischer

- *Aktueller Stand:*
 - Patent angemeldet, in USA erteilt
 - Prinzip dargestellt im Labor
- *Nächste Schritte:*
 - Hersteller
 - Demonstrator
 - Rechtliche Fragen klären
 - Standardisierung

Nächste Schritte

Demonstration im Labor



A. Tamsamani, J. Milde, K.N. Kilzer,
K. Batmaz, T. Mertens, N.M. Schmitt

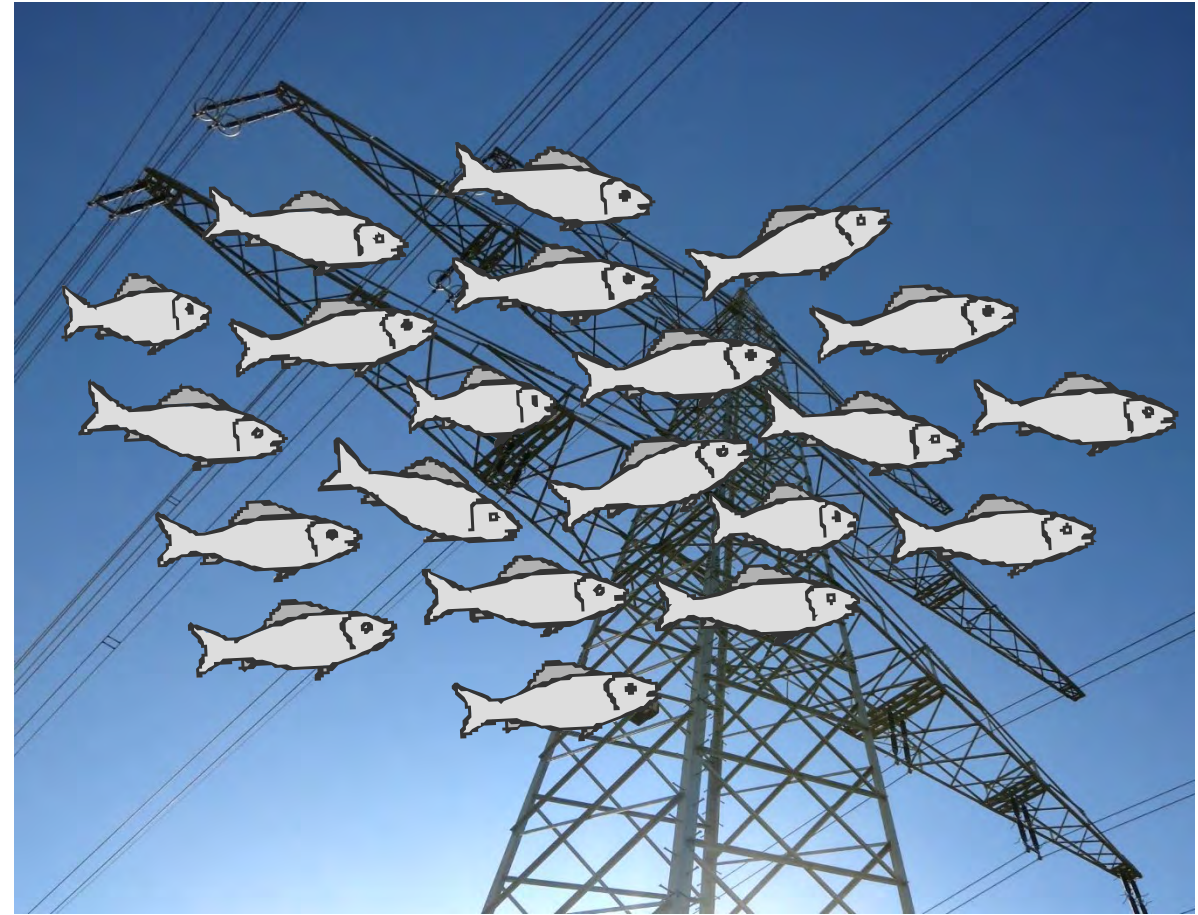


Fazit

Dezentrale Netzsteuerung

- Resilient
bei Blackout
- Gemeinsame Energienutzung
zur Einbindung der Bürger
- Schwarm-Netz
um Komplexität aufzuteilen

Netzausbau reduzieren und
Energiewende beschleunigen



Kontakt und weitere Information

Prof. Dr. Eberhard Waffenschmidt

Elektrische Netze

CIRE – Cologne Institute for Renewable Energy

TH-Köln (Technische Hochschule Köln)

Betzdorferstraße 2, Raum ZO 9-19

50679 Köln

Tel. +49 221 8275 2020

eberhard.waffenschmidt@th-koeln.de

<https://www.th-koeln.de/personen/eberhard.waffenschmidt/>



Weitere Info:

www.100pro-erneuerbare.com