



SwarmGrid – Intelligente Ladestationen für die Elektromobilität

Prof. Dr. Eberhard Waffenschmidt

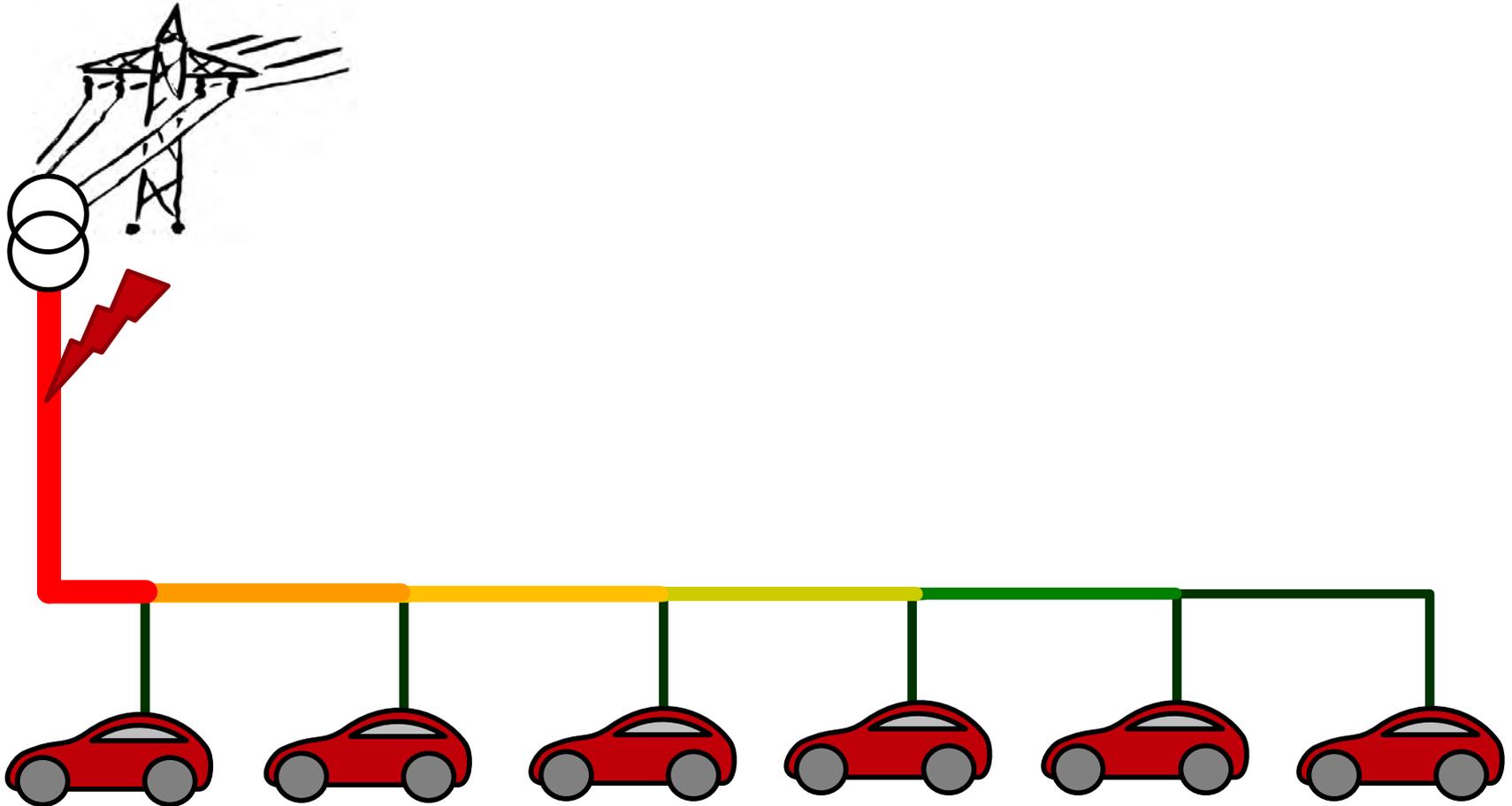
INDUSTRY.forward EXPO
26.10.2023

Strombedarf Elektromobilität

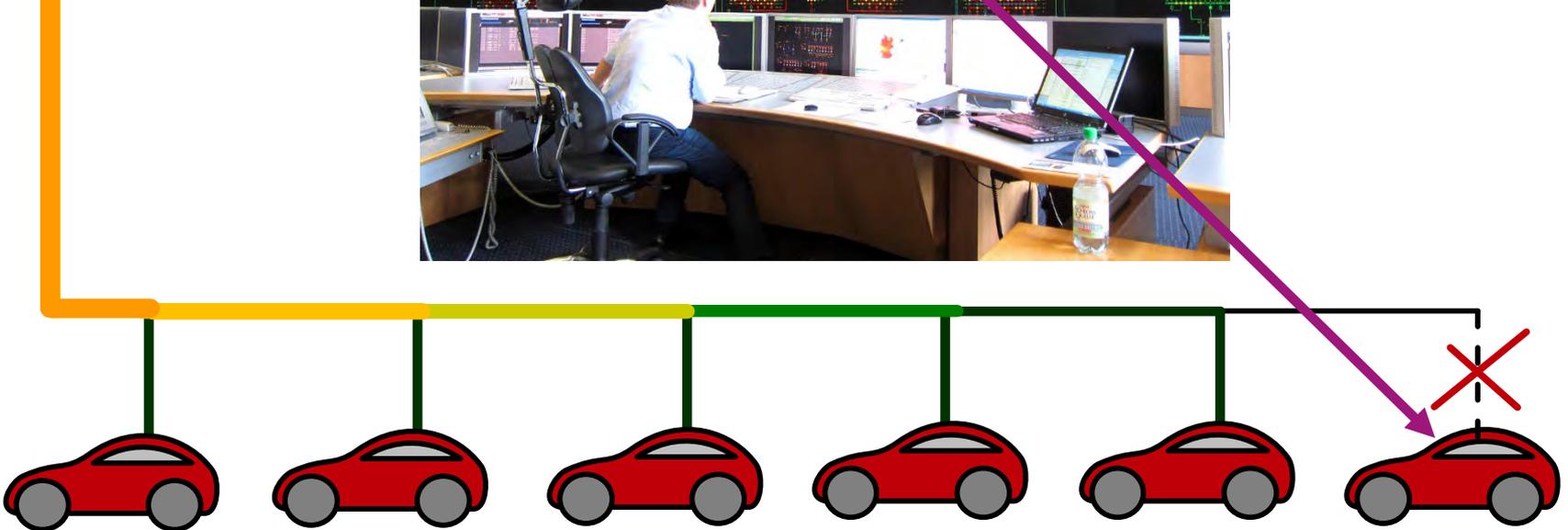
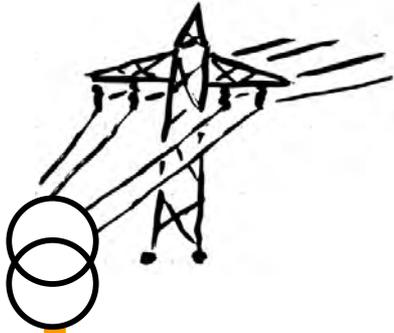


- Tägliche Fahrstrecke ca. 40 km
- Spezifischer Energieverbrauch ca. 15 kWh/100km
- Alle Autos elektrisch:
 - *Energiebedarf* ca. 17% des heutigen Stromverbrauchs
 - *Gleichzeitige Leistung:* 40Mio x 20 kW = 800 GW Viel mehr als aktueller Spitzenbedarf!

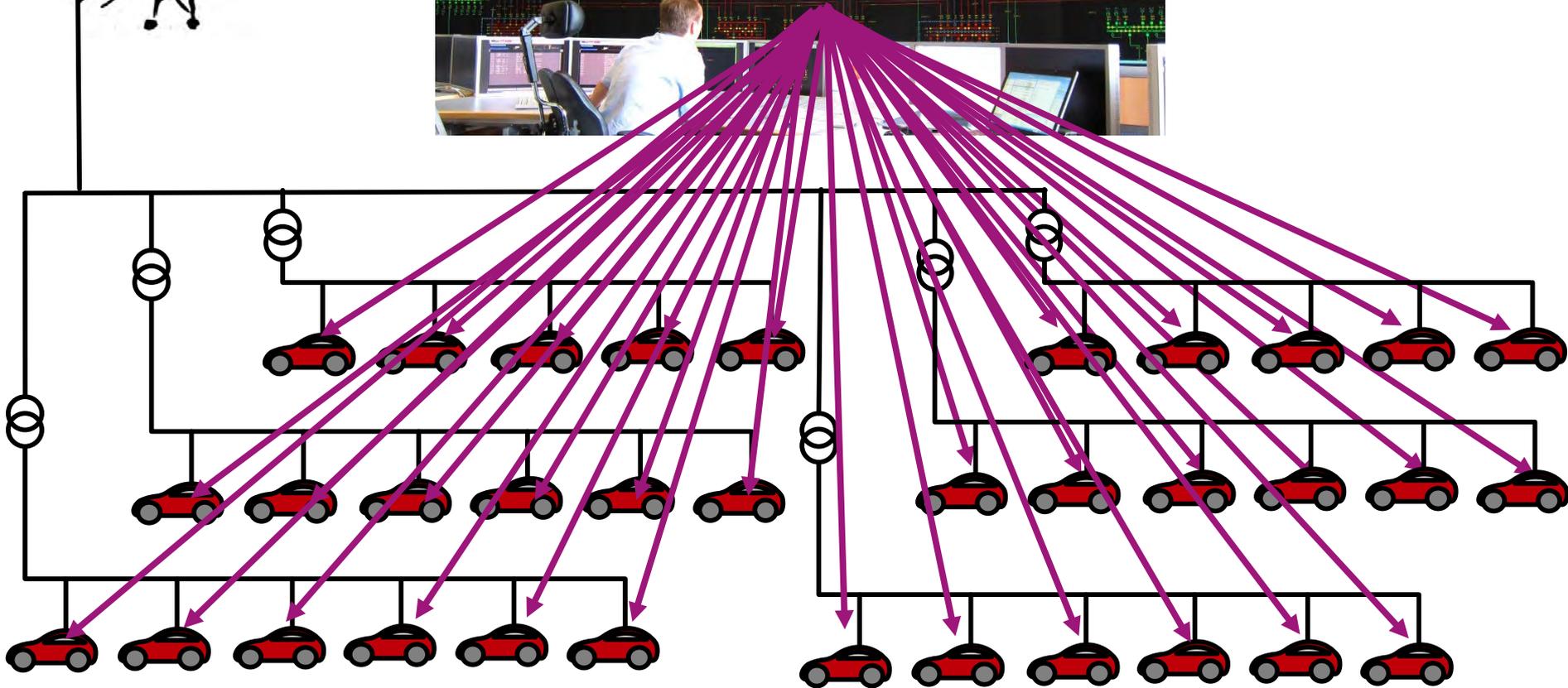
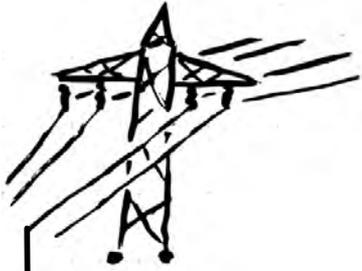
Belastung der Stromleitung



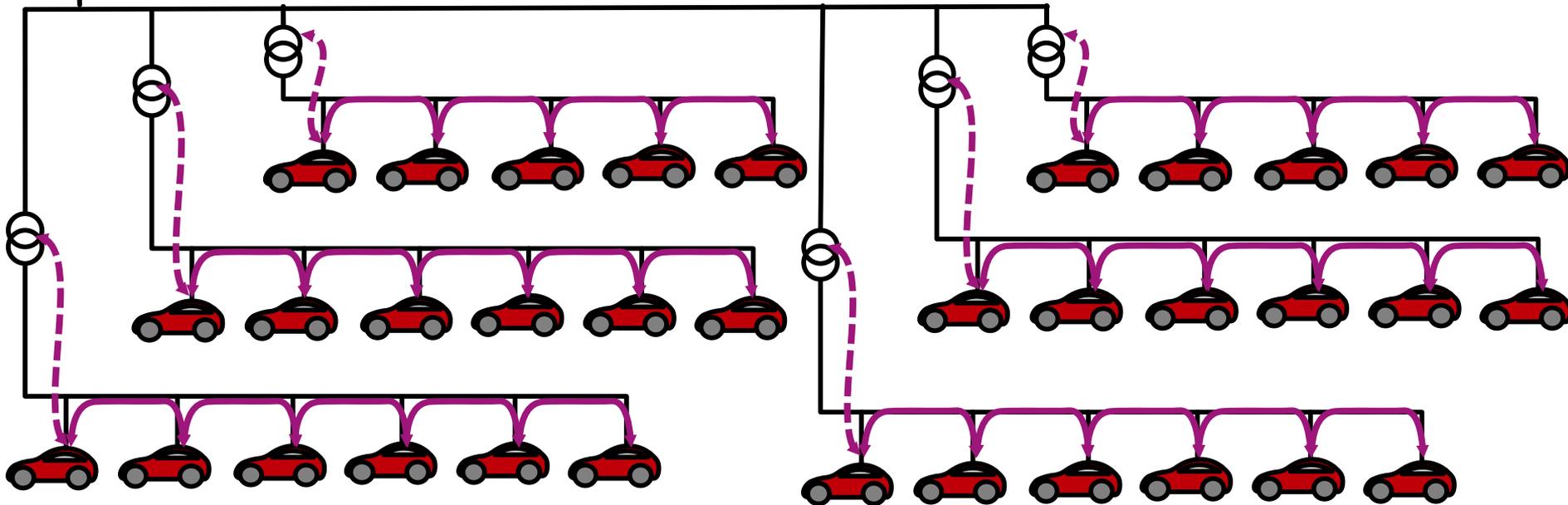
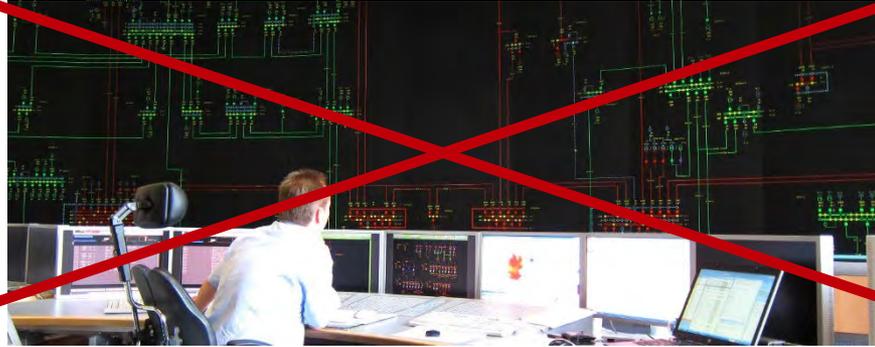
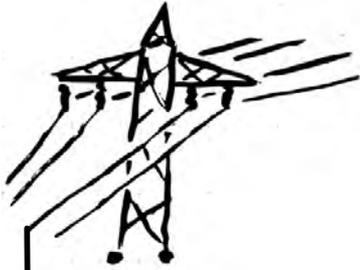
Zentrale Regelung



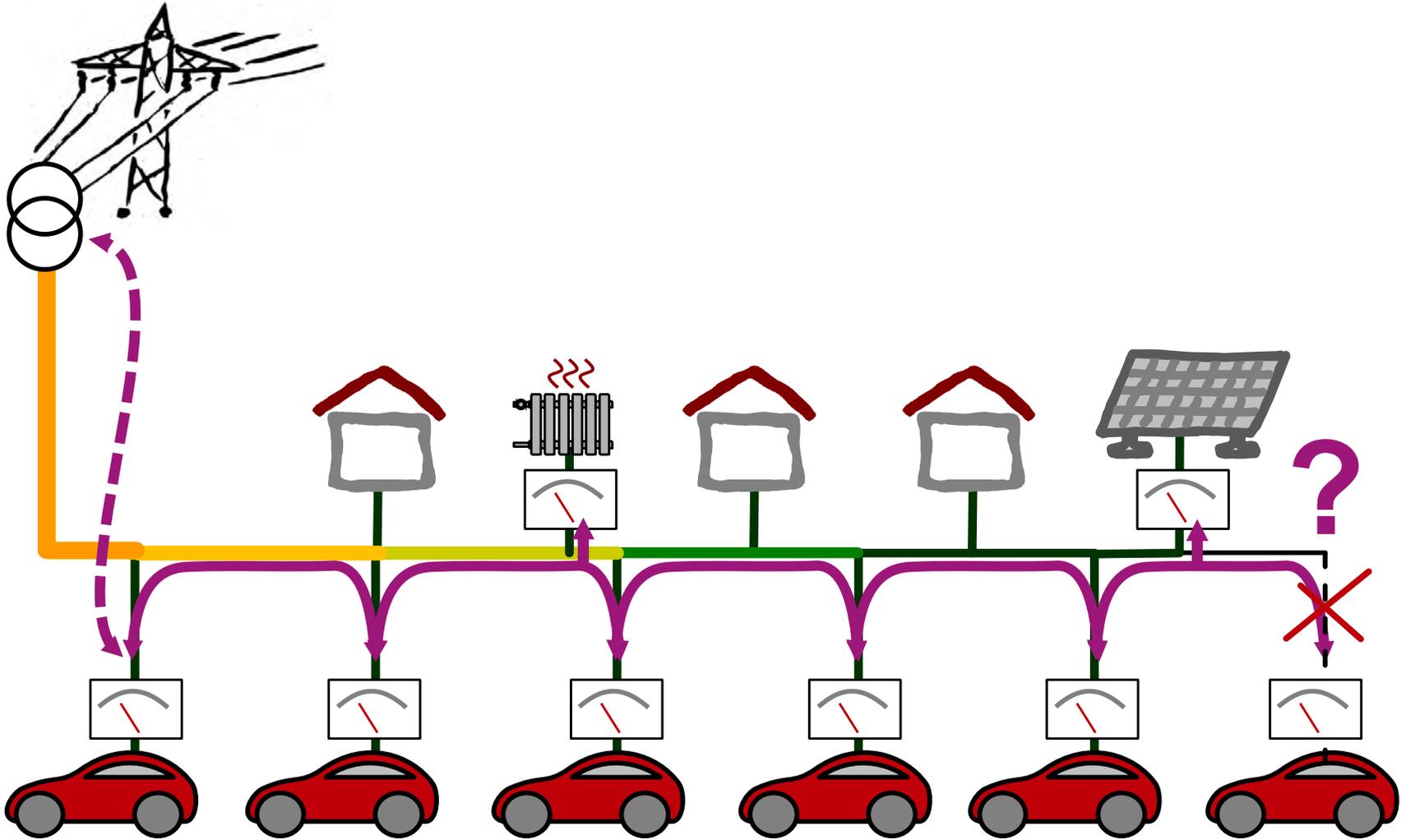
Zentrale Regelung



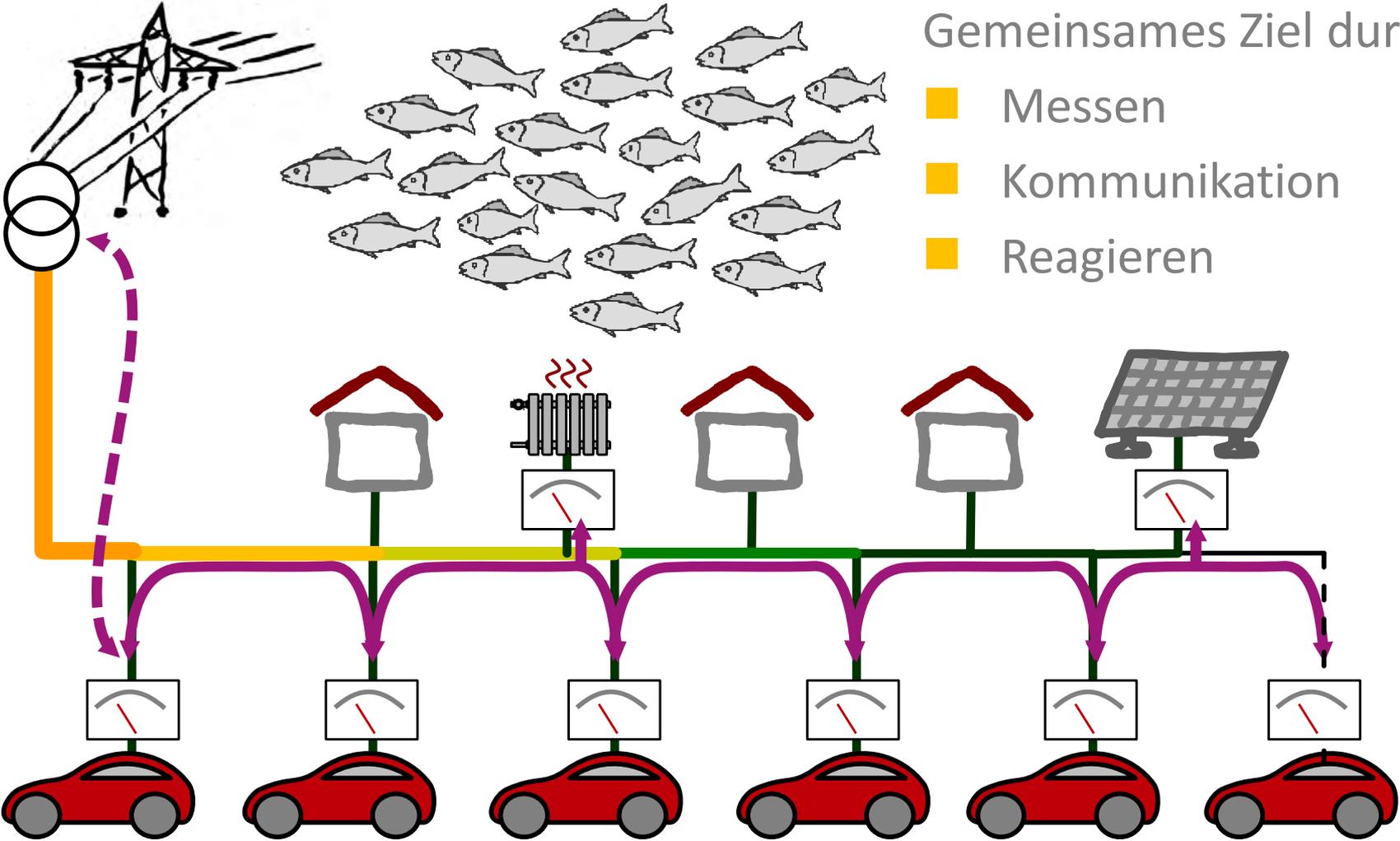
Dezentrale Regelung



Dezentrale Regelung



Schwarmprinzip



Gemeinsames Ziel durch

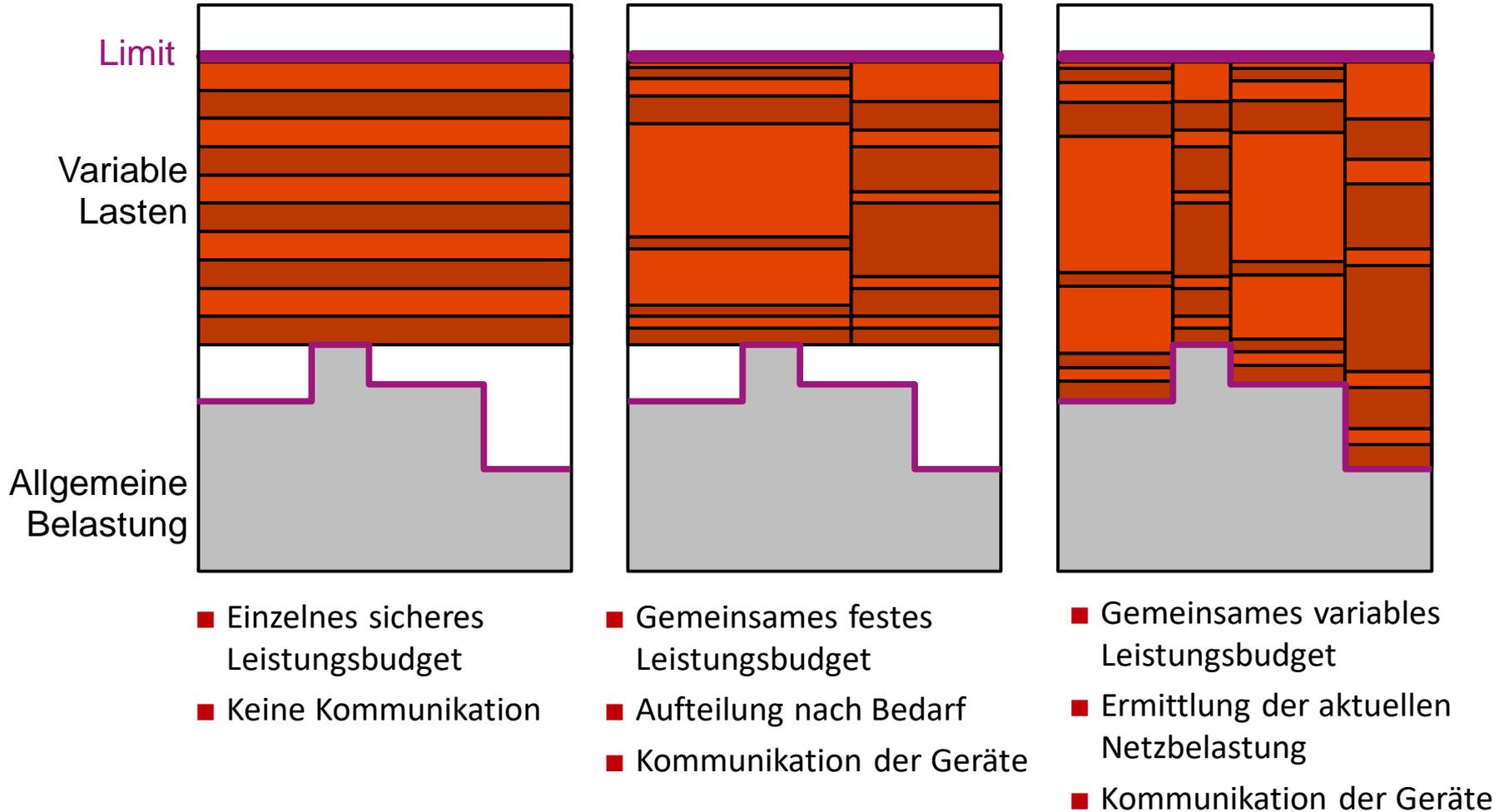
- Messen
- Kommunikation
- Reagieren

Drei Stufen-Kommunikation

Stufe I: Einzel

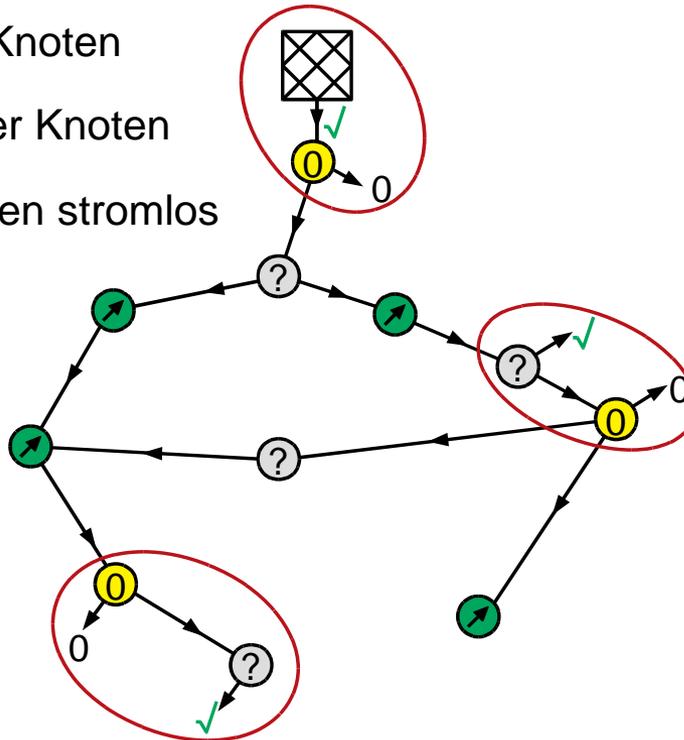
Stufe II: Gemeinsam

Stufe III: Gemeinsam mit Netzzustand



Zustandsschätzung

-  Bekannter Knoten
-  Unbekannter Knoten
-  Angenommen stromlos



Knotenpotential-Verfahren

-  Für mehr als 2 Knoten
-  Ermittelt Ströme aus Spannungen
-  Umstellen des Gleichungssystems:
-  **Ströme und Spannungen an ungemessenen Knoten**

$$\begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ I_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \end{pmatrix}$$

Realisierung

- externes Zusatzgerät für Ladeboxen
- Kommunikation mit Ladebox:
 - Standardprotokoll, z.B. OCCP
- Kommunikation der Knoten:
 - Power-Line-Communication, ggf.
 - Funkverbindung
- Ggf. Einbindung in Smart-Meter-Gateway-Infrastruktur

Vorteile

- Schnelle Umsetzbarkeit bei Netzengpässen
- *Für Netzbetreiber:*
 - Keine Investitionskosten
 - Wenig Personaleinsatz
- *Für Kunden:*
 - Kurzfristige Inbetriebnahme mit hoher Ladeleistung

Umsetzung

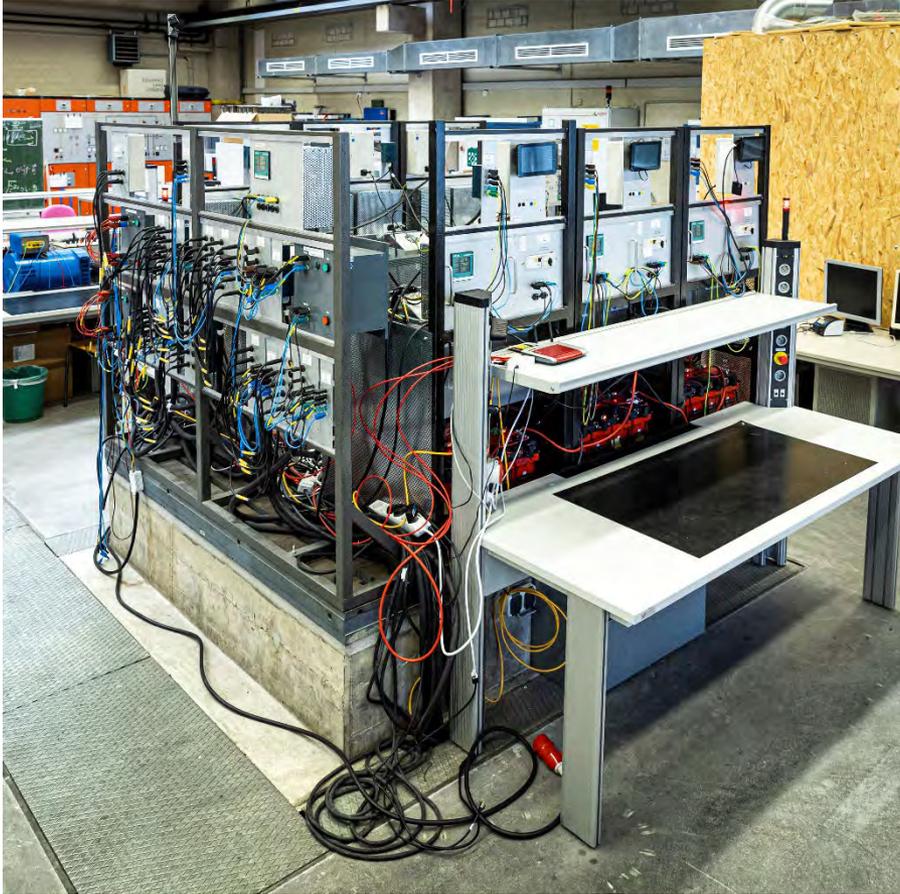


Foto: Heike Fischer

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

Fazit



Dezentrale Steuerung nach dem Schwarmprinzip

- Nützt Netzbetreibern und Kunden
- Verringern die Notwendigkeit für Stromnetzausbau
- Beschleunigt die Energiewende

Kontakt und weitere Info

Prof. Dr. Eberhard Waffenschmidt

Elektrische Netze

CIRE –

Cologne Institute for Renewable Energy

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