16. Symposium Energieinnovation

Konzeption eines virtuellen Kraftwerks auf Basis von Smart Grids

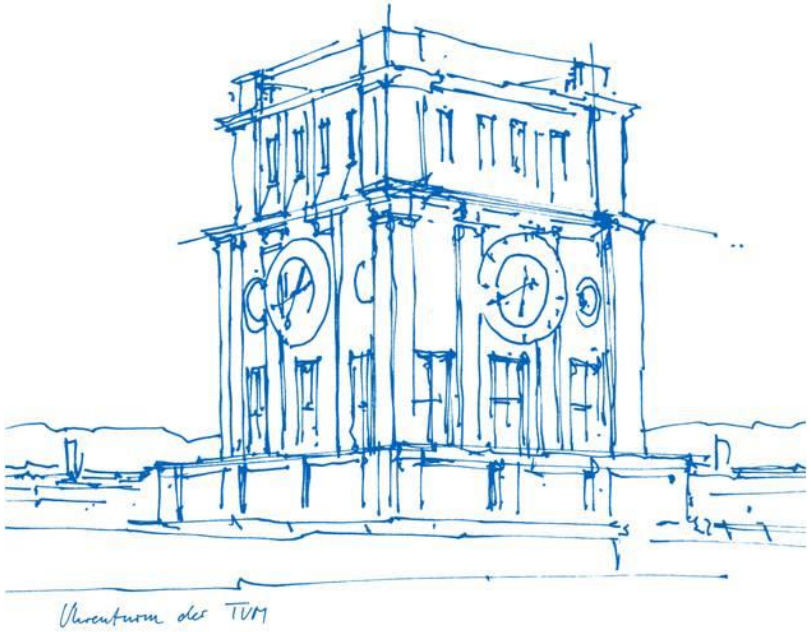
Antonius v. Perger, Philipp Gamper

Technische Universität München

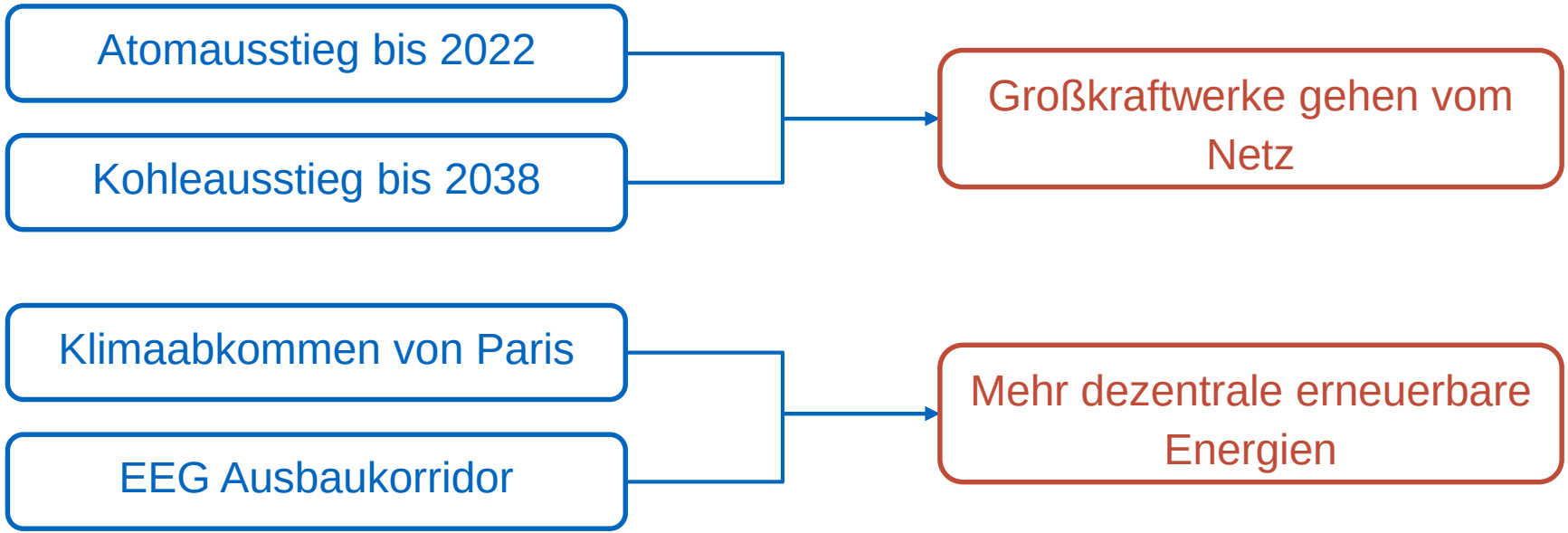
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Professur für elektrische Energieversorgungsnetze

Graz, 14. Februar 2020

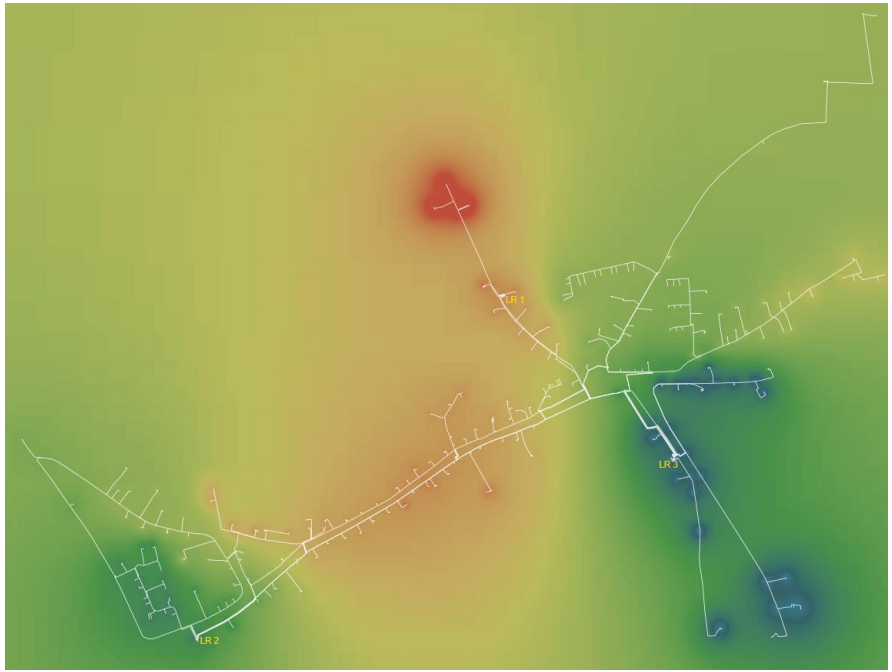


Motivation: aktuelle Situation



Motivation: Herausforderungen

- Volatile Erzeugungsleistung
  - Erschwerte Kraftwerkseinsatzplanung
- Dezentrale Einspeisung
  - Spannungsprobleme
  - Thermische Probleme

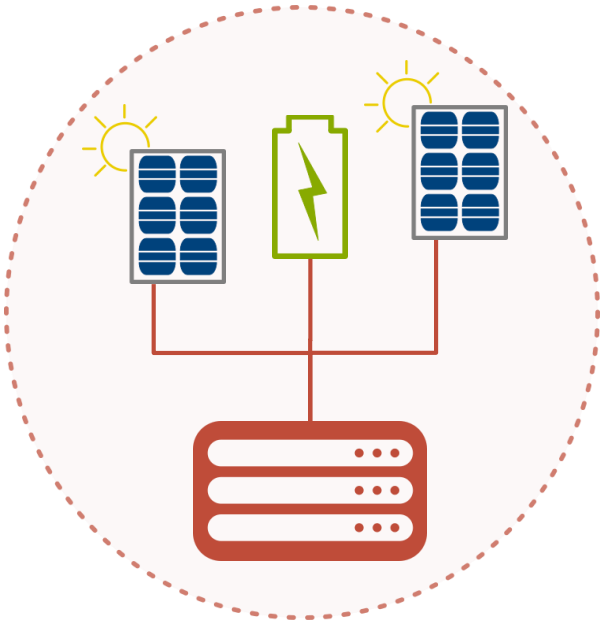


Motivation: Lösungswege

- Einbaupflicht für **Smart Meter Gateways** (SMGWs) ab 2020 in Deutschland
  - Kunden mit über 6000kWh/a: > **3 Mio.** Zähleranschlüsse
  - EEG- & KWK-Anlagen über 7kW: > **1,4 Mio.** Zähleranschlüsse

- Neue Möglichkeiten durch die **kommunikative Anbindung** von Anlagen

Konzept: Smart Grids

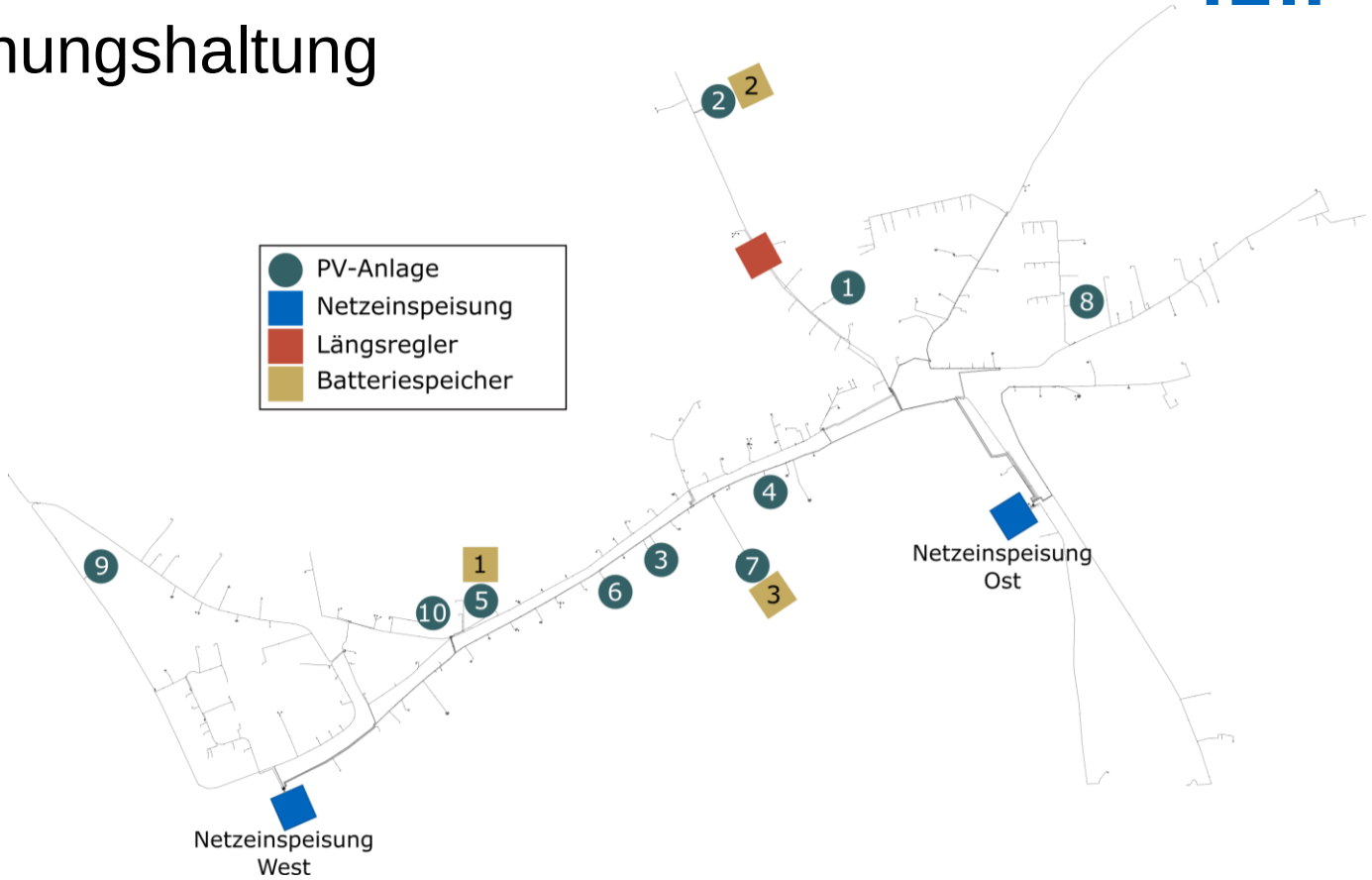


- Geregeltes Verteilnetz mit **steuerbaren Anlagen, Messtechnik** und **Kommunikationsinfrastruktur**
- Erfassung des Netzzustandes
- Primäres Regelziel: **Spannungshaltung** (DIN-EN 50160)
- Umsetzung im Rahmen des Projektes **Verteilnetz 2020**

Konzept: Spannungshaltung

NS-Testgebiet

- 10 ansteuerbare PV
- 3 Batteriespeicher
- 1 Längsregler



Konzept: Spannungshaltung

AUTONOMER MODUS

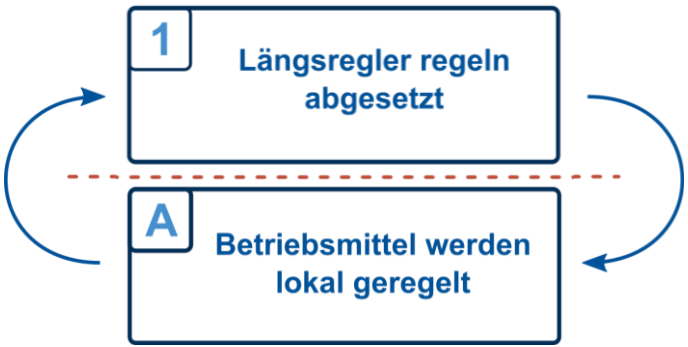
Anlagen regeln auf lokale Messwerte

Q(U)-Kennlinie, cosφ(P), …

Rückfallebene bei Kommunikationsstörung

bei Grenzwertverletzung ⇒ Modus erhöhen

Konzept: Spannungshaltung



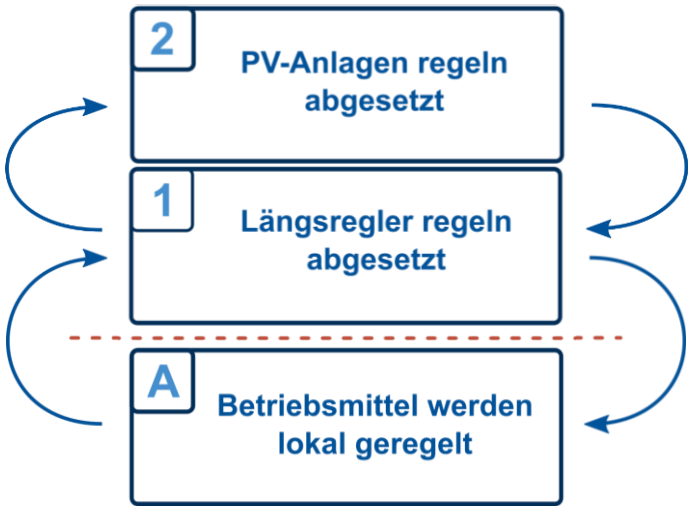
1. MODUS

Längsregler regeln abgesetzt

Einflussbereich der steuerbaren Anlagen muss bekannt sein

bei Grenzwertverletzung ⇒ Modus erhöhen

Konzept: Spannungshaltung



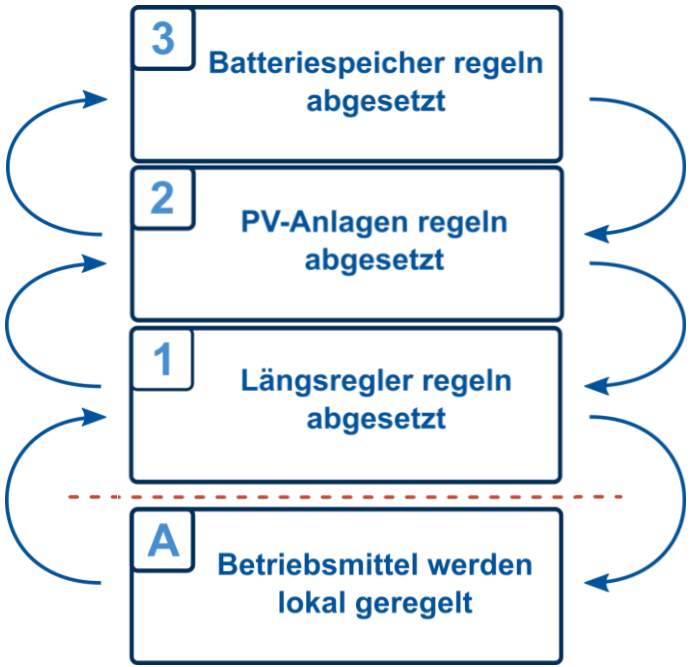
2. MODUS

PV-Wechselrichter regeln abgesetzt

Blindleistung bis an Scheinleistungsgrenze des WR ausregeln

bei Grenzwertverletzung ⇒ Modus erhöhen

Konzept: Spannungshaltung



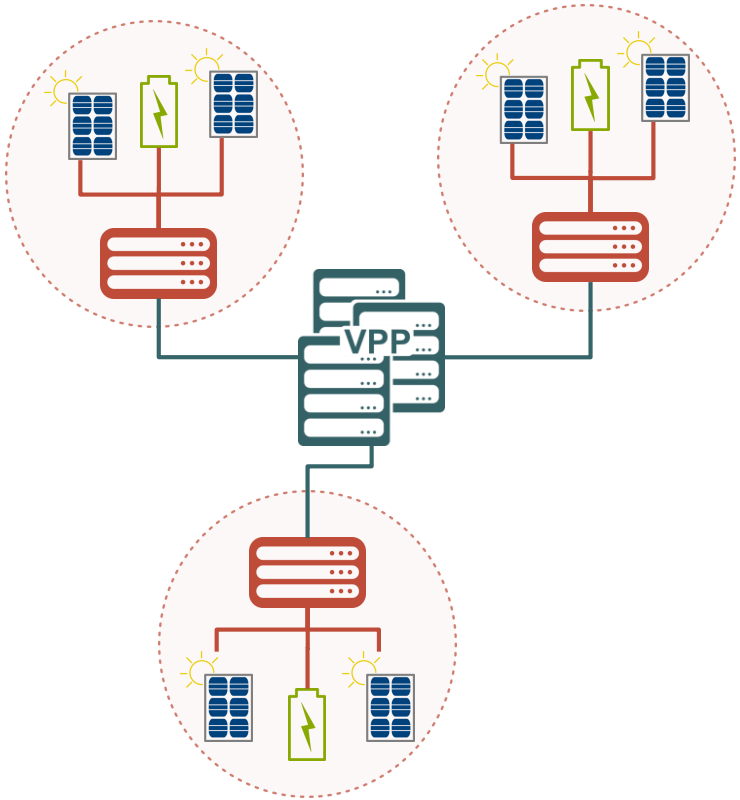
3. MODUS

Batteriespeicher regeln abgesetzt

Wirk- und Blindleistung kann beeinflusst werden

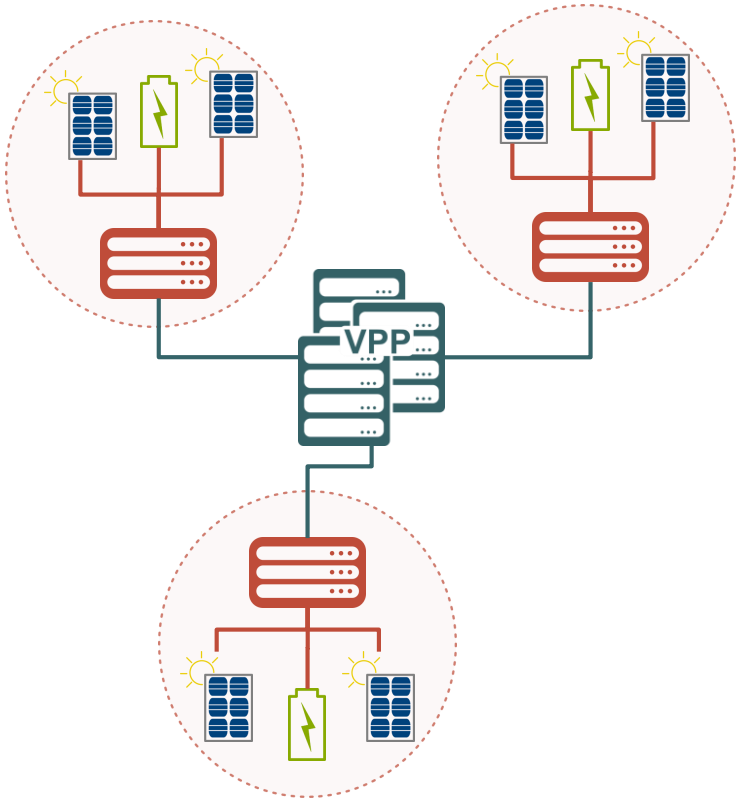
Grenzwertverletzung behoben ⇒ Modus zurückstufen

Konzept: Virtuelles Kraftwerk



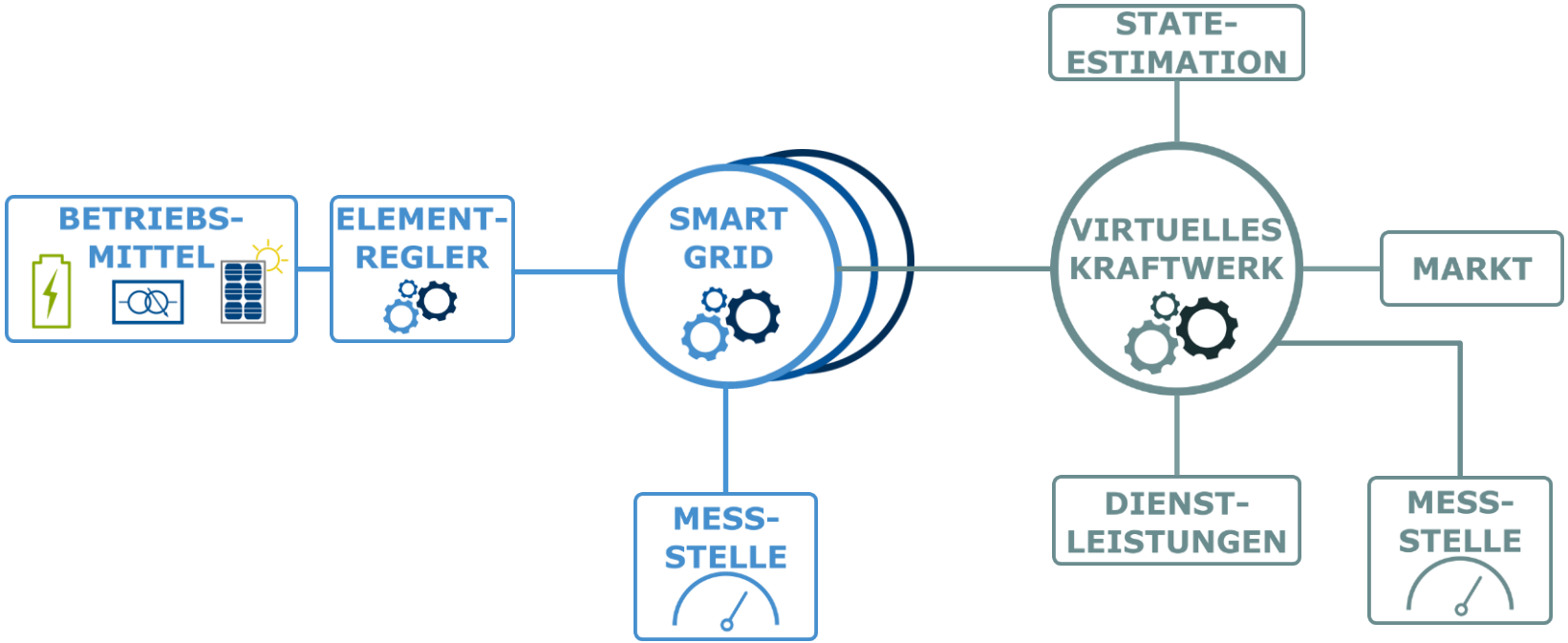
- Mehrere **Smart Grids** auf der selben Verteilnetzebene werden zu einen **Virtuellen Kraftwerk** zusammengeschlossen
- Sekundäres Regelziel: **optimierter Betrieb** des Verbunds
- Blindleistungsneutraler Betrieb
- Netzdienstleistungen, Handel von Erzeugungskapazitäten

Konzept: Virtuelles Kraftwerk

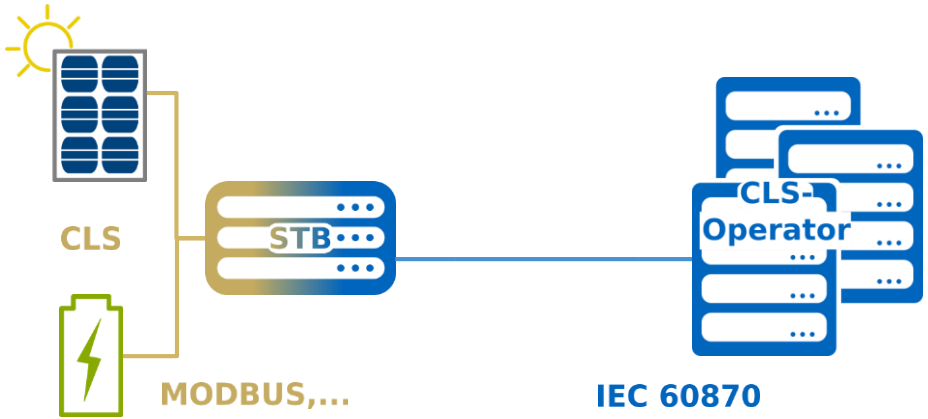


- **Hierarchischer** Aufbau ⇒ **Skalierbarkeit**
- Umsetzung im Rahmen des Forschungsprojektes **Smart Grid Cluster** gefördert durch BMWI

Aufbau: Virtuelles Kraftwerk

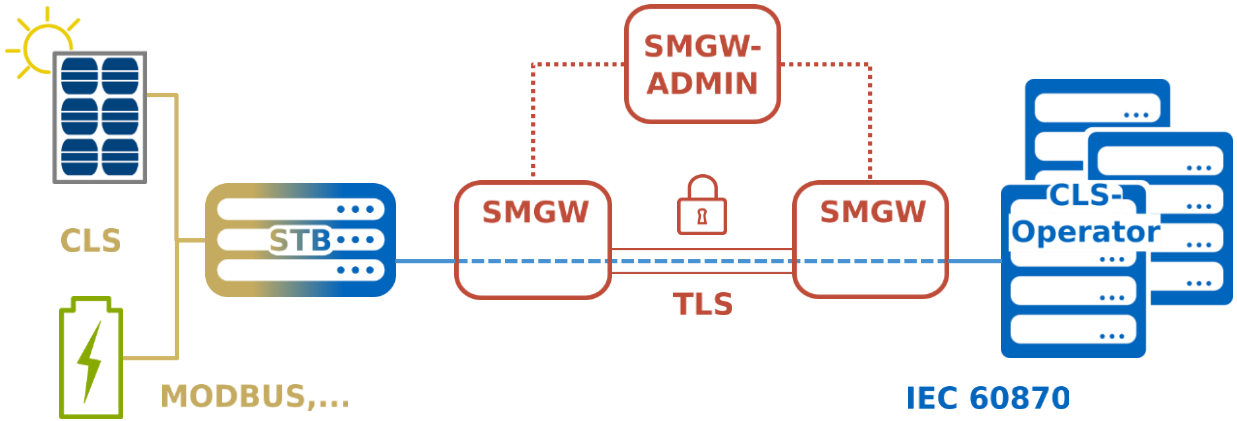


Umsetzung: Kommunikation im Feldtestgebiet



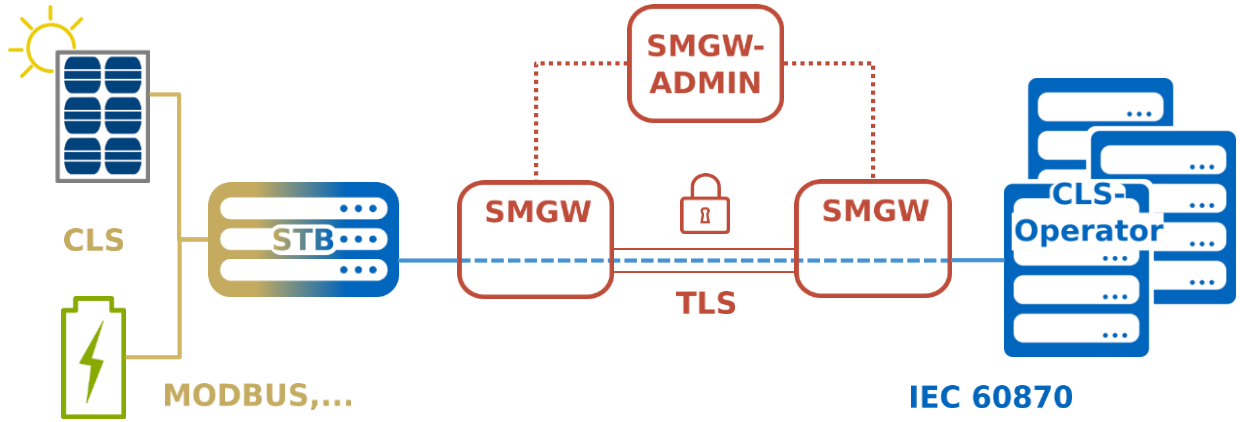
- Steuerbare Anlagen (CLS)
- Steuerbox (STB)
- Übergeordnete Regelung (CLS-Operator)

Umsetzung: Kommunikation nach BSI-Vorgaben



- Smart Meter Gateways (SMGW) nach **TR-03109-1**
- bauen transparenten TLS-Kanal auf (CLS-Kanal)
- Authentifizierung via PKI über SMGW-Administrator

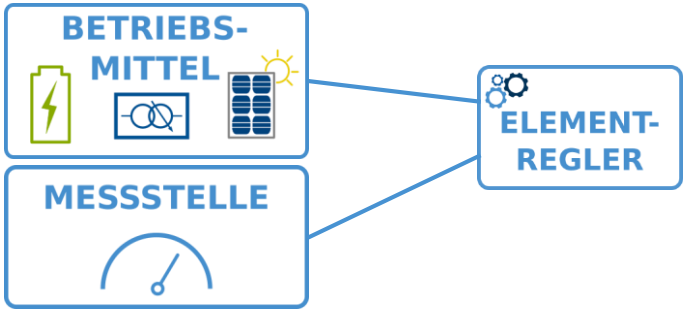
Umsetzung: Kommunikation nach BSI-Vorgaben



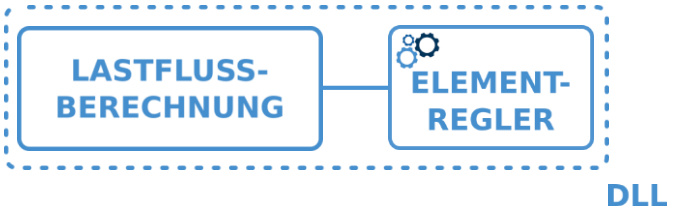
- Verbindungsaufbau nur ausgehend von CLS, SMGW-Administrator hat erweiterte Rechte
- Zwangstrennung nach 48 Stunden; Dauer des Verbindungsaufbaus!
- Geringere Bandbreite und höhere Latenz zu erwarten

Umsetzung: Softwarearchitektur bisher

- Labor und Feld:
  verschiedene Regler in LabView, Matlab, …

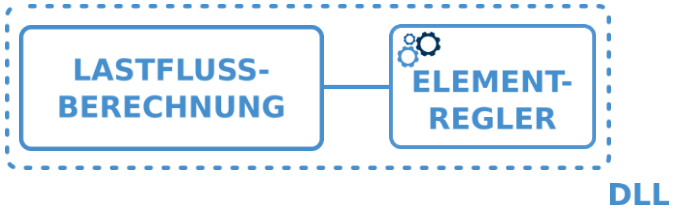


- Simulation:
  externe Lastflussberechnung;
  Regler eingebunden als DLL nach **IEC 61400-27**



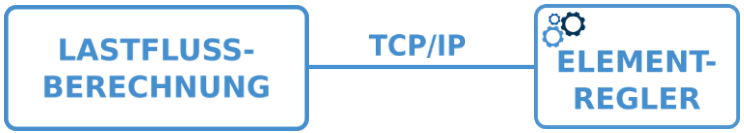
Umsetzung: neues Framework

- Konzeption eines Frameworks: Einheitliche Regler für Simulation / Labor / Feld
- Ziele
  - flexibel
  - wiederverwendbar
  - modular
  - portabel
- Simulation
  - Regler als eigenständiges Programm
  - Datenaustausch über TCP/IP über eigenes Protokoll

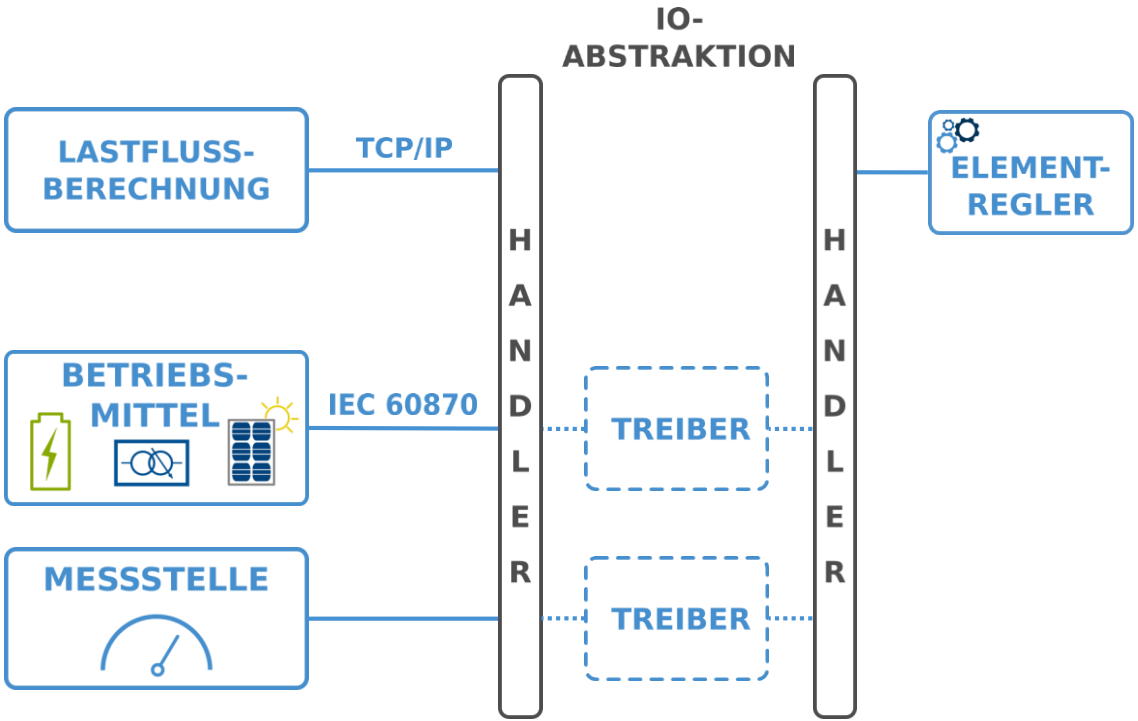


Umsetzung: neues Framework

- Konzeption eines Frameworks: Einheitliche Regler für Simulation / Labor / Feld
- Ziele
  - flexibel
  - wiederverwendbar
  - modular
  - portabel
- Simulation
  - Regler als eigenständiges Programm
  - Datenaustausch über TCP/IP über eigenes Protokoll



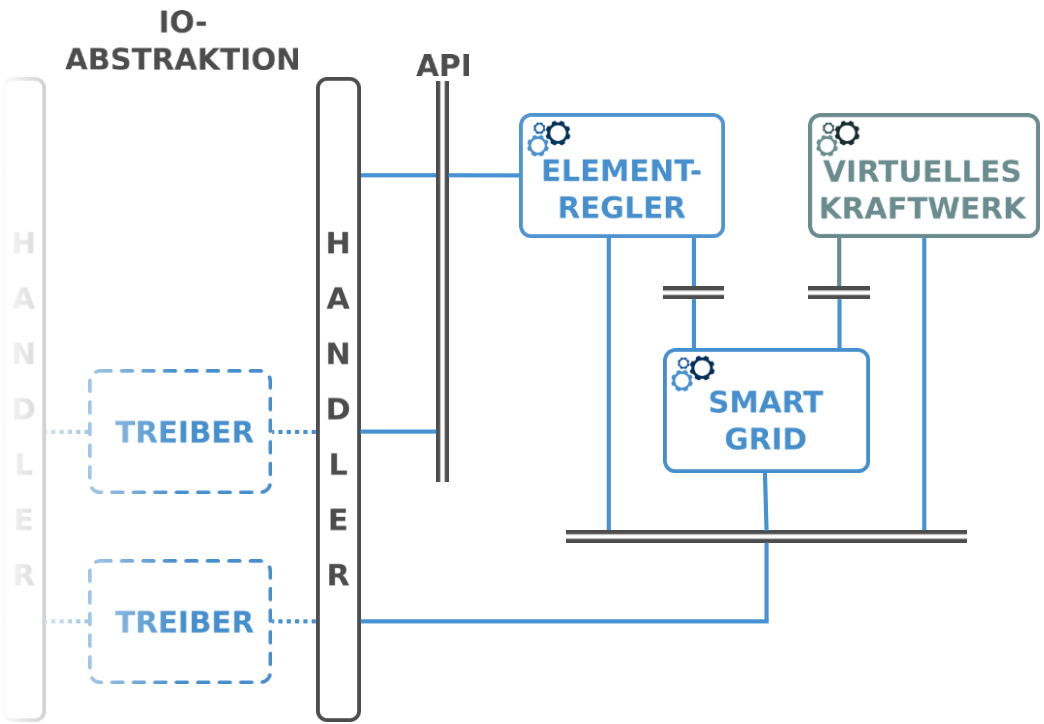
Umsetzung: Framework



Abstraktion der Ein- und Ausgabe

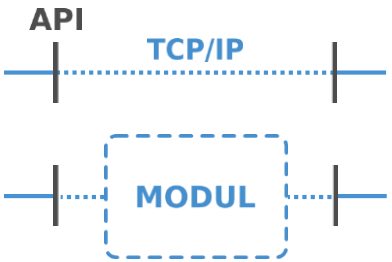
- Protokoll-Handler
- Eingangsdaten in Zustands- und Messwerttabelle
- Ausgangsdaten in Stellwerttabelle
- Treiber für gerätespezifische Ansteuerung

Umsetzung: Framework

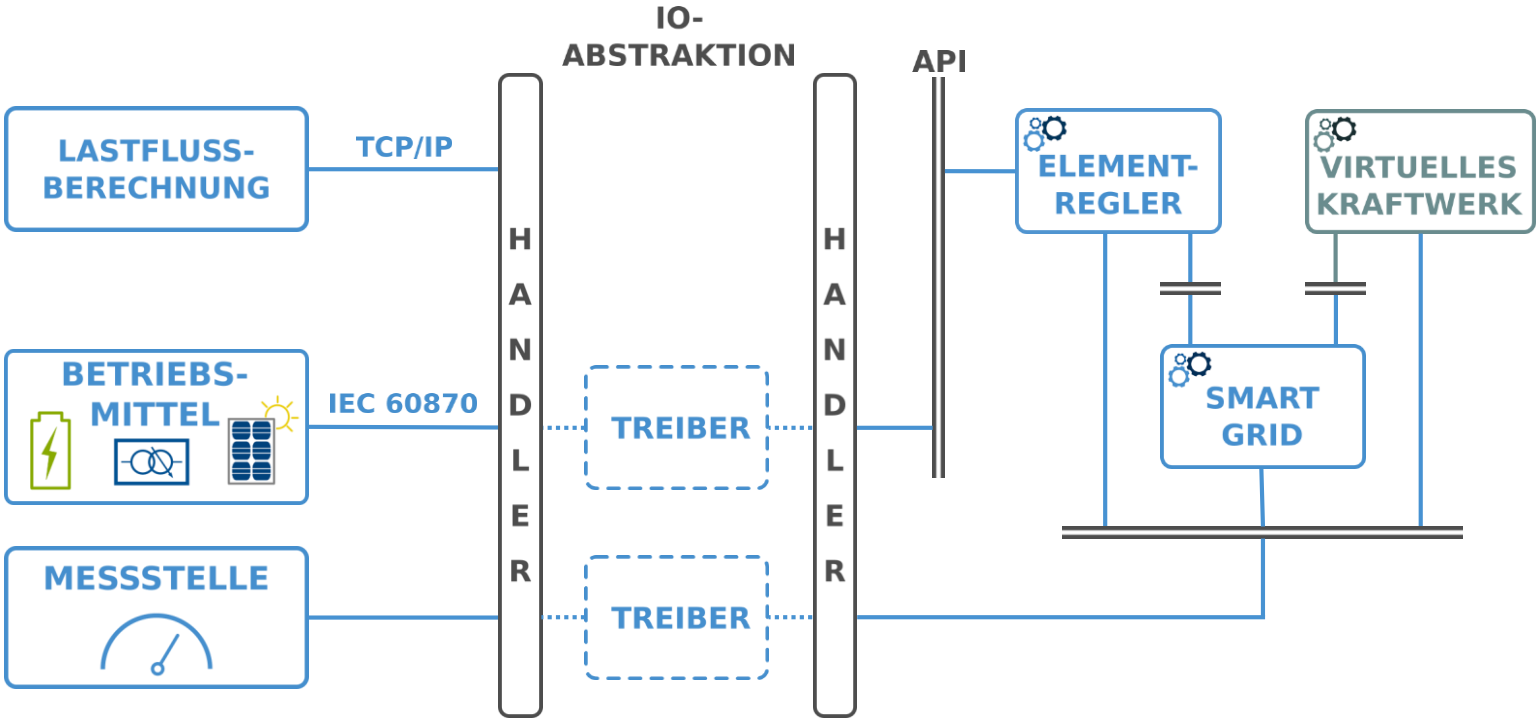


Modulare Regelung

- Datenaustausch über definierte Schnittstellen (API)
- Ebenen der Hierarchie austauschbar
- Auftrennung an Schnittstellen

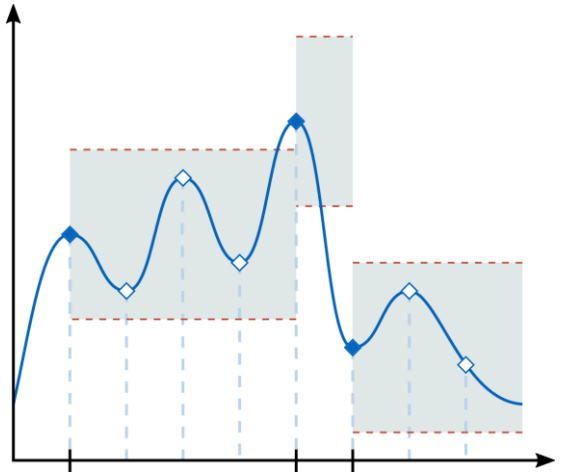


Umsetzung: Framework



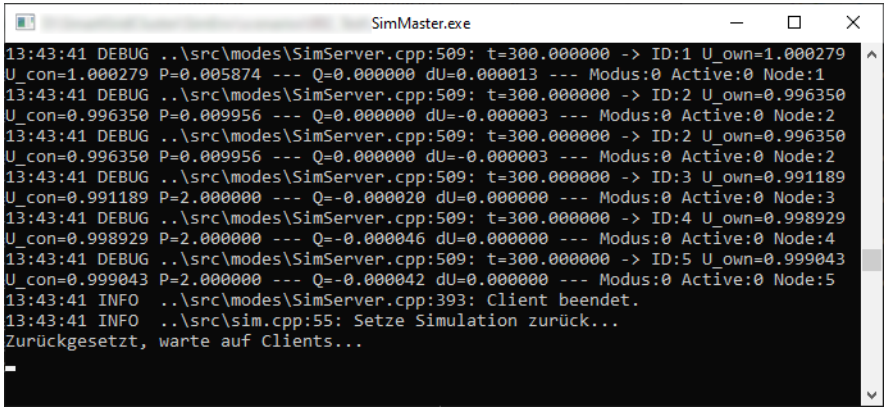
Umsetzung: Datenhaltung und -auswertung

- Kontinuierliche Aufzeichnung von Mess- und Statusdaten
- Reduktion von Datenvolumen
  - Passende Datentypen (z.B. Festkomma statt Gleitkomma)
  - Filtern von Messrauschen durch Änderungsschwellwert
  - Reduzierte Genauigkeit



- Aufzeichnungsmodul in Framework für interne Zustände: Werte mit Metadaten
- Modulare Auswertungsfunktionen

Vielen Dank!



Gefördert durch:

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages