

# Prozess zur modellbasierten Analyse und Optimierung elektrischer Energiesysteme

---

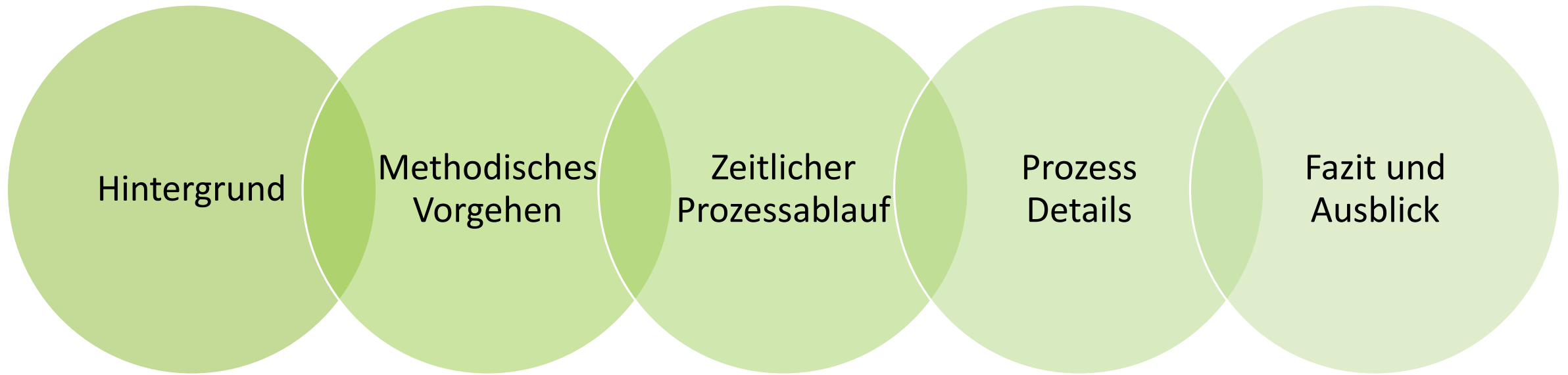
VERONIKA BARTA

13.02.2020



# Inhalt

---



# Hintergrund

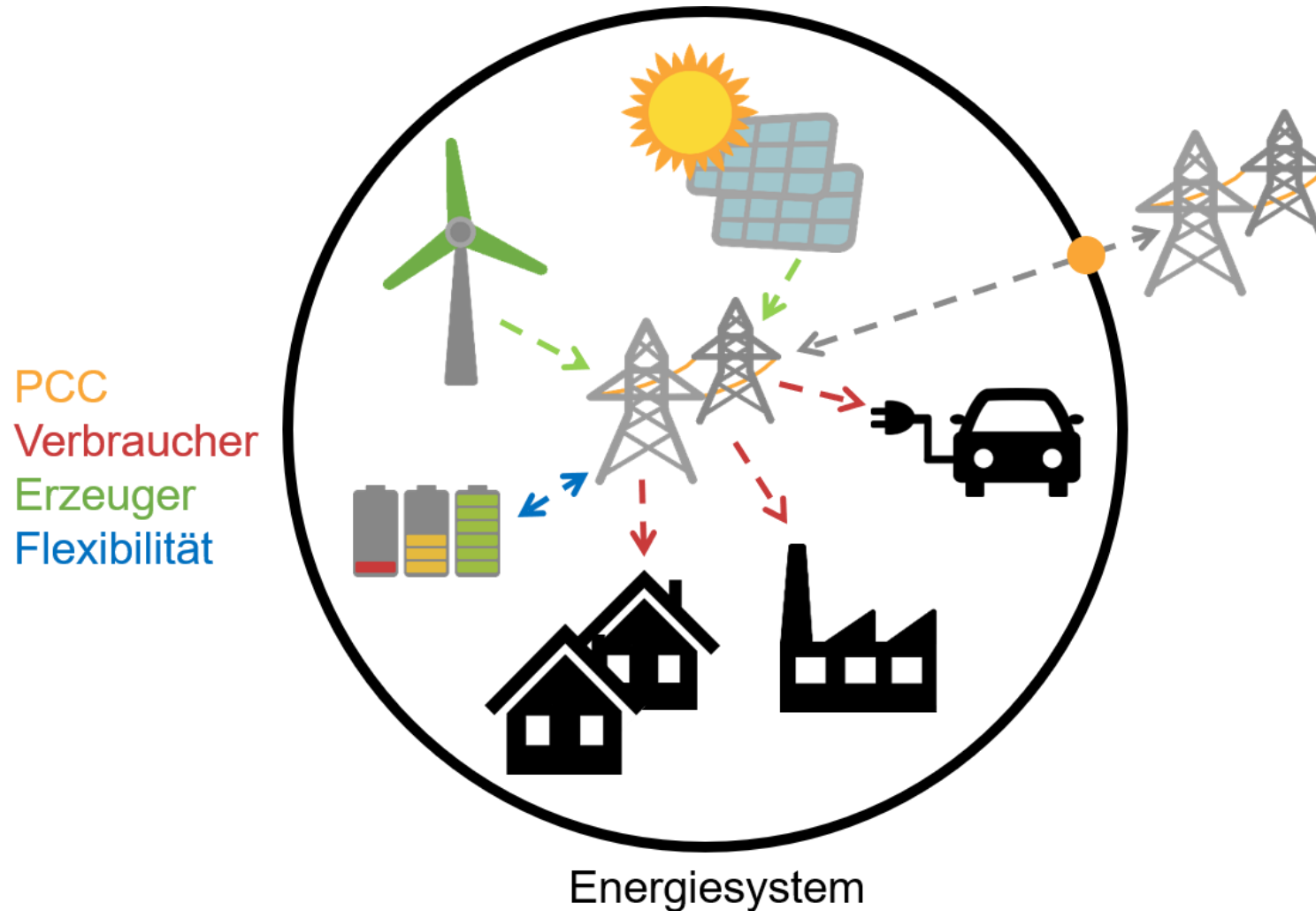
- Steigende Komplexität der Energieversorgungssysteme
- Wunsch nach energetischer Optimierung in u.a. Gemeinden & Betrieben
- Idee: Einheitliche Methodik zur Optimierung von elektrischen Energiesystemen

ABER:

- Individuelle lokale Infrastruktur jedes Energiesystems
- Berücksichtigung variierender Anforderungen (Ziele des Kunden) & Randbedingungen

➡ Übertragbarer Prozess  TIMELESS

# Energiesystem - Komponenten

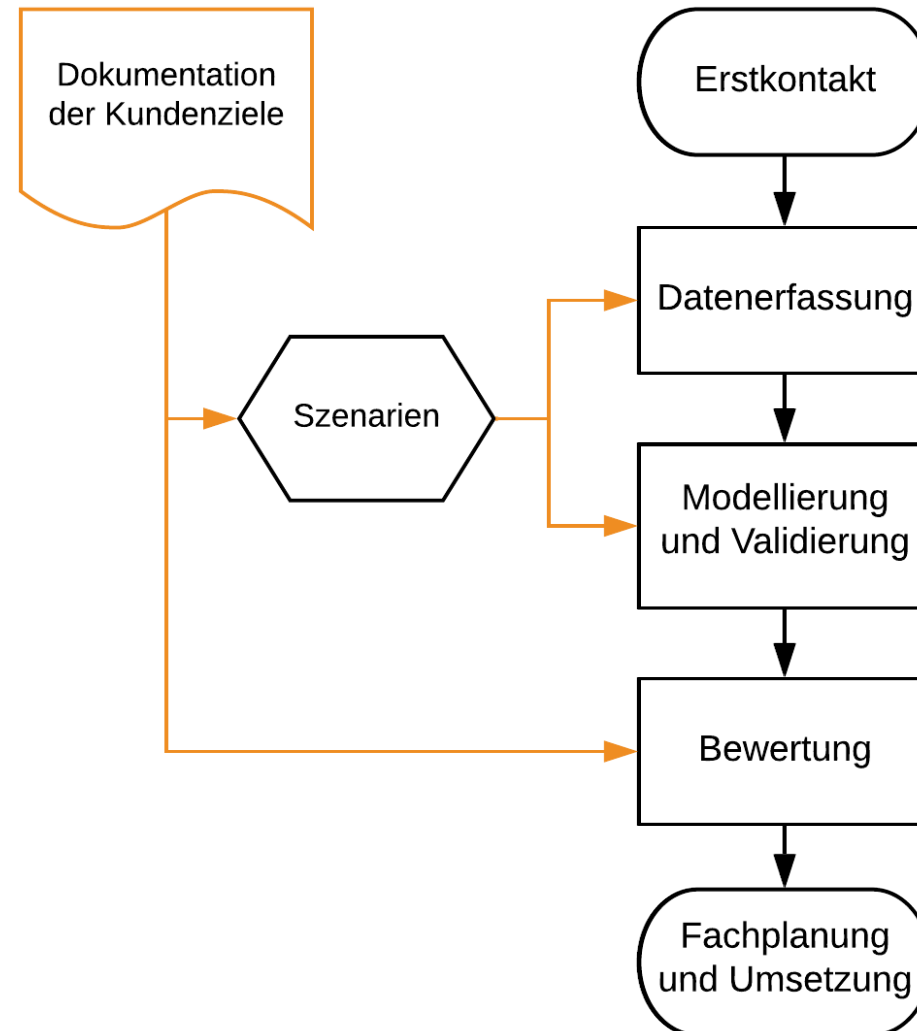


# Vorgehen

---

- Entwicklung anhand Referenzsystem (Bio-Bäckerei Gürtner)
- Übertragbarer Prozess → Abstrahierte Dokumentation der Arbeitsschritte
- Arbeitsschritte
  1. Erfassung aller für die Analyse notwendigen Daten,
  2. Modellierung und Simulation des Systems auf Grundlage dieser Daten und
  3. Bewertung der Simulationsergebnisse zur Identifikation von Optimierungspotentialen

# Zeitlicher Prozessablauf



# Zielfunktionen

- Individuelle Kundenziele übertragbar formulieren
- Technische, energetische & ökonomische Zielfunktionen

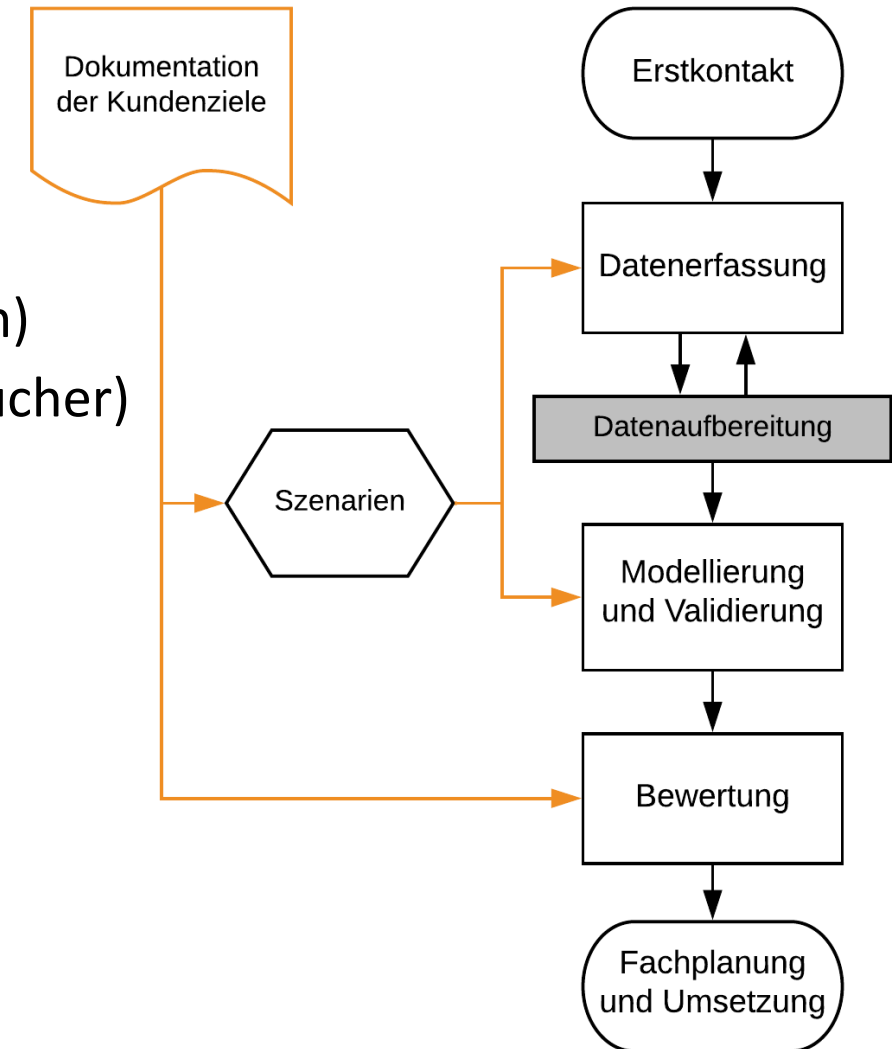
Hauptziele der Bio-Bäckerei: Energetisch autarker und wirtschaftlich rentabler Betrieb

- Bilanzieller Autarkiegrad =  $\frac{\text{Energie}_{\text{Erzeugung}}}{\text{Energie}_{\text{Verbrauch}}}$
- Echter Autarkiegrad =  $\frac{\text{Energie}_{\text{Eigenverbrauch}}}{\text{Energie}_{\text{Verbrauch}}}$

|                                                                                                     |                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Technisch<br>    | Netzqualität,<br>Auslastung der<br>Infrastruktur                                |
| Energetisch<br>  | Strombezug/Einspeisung,<br>Verbrauch,<br>Erzeugung,<br>Spitzenlast,<br>Autarkie |
| Ökonomisch<br> | Investition,<br>Laufende Kosten,<br>Flächenbedarf                               |
| Ökologisch<br> | CO <sub>2</sub> -Emissionen                                                     |

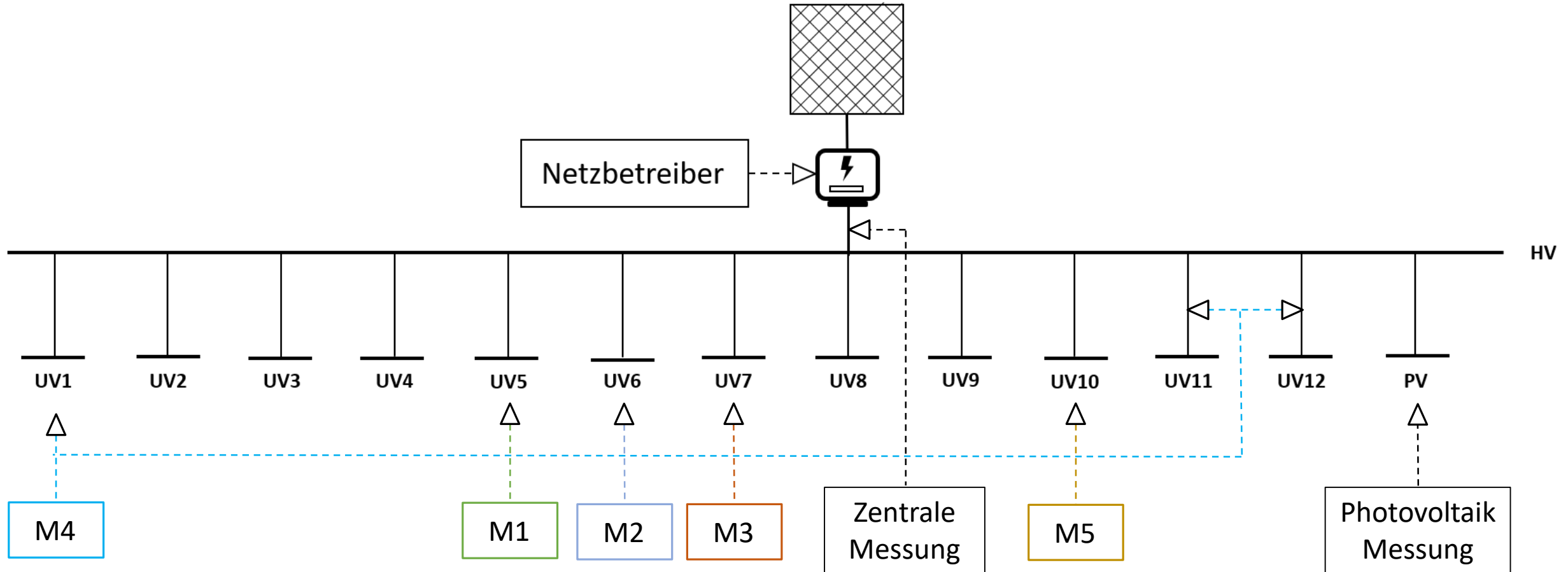
# Erfassung der Systemdaten

- Voranalyse auf Basis von Lastgangdaten des Netzbetreibers
- Kriterien zur Datenerfassung
  - Eingangsgrößen der Komponentenmodelle
  - Ergebnisse der Voranalyse (kritische Zeiträume, Lastspitzen)
  - Kundengespräche, Dokumentenanalyse (relevante Verbraucher)
- Erfasste Daten
  - Lastgangdaten (Residuallast)
  - Messdaten
  - Externe Daten
    - Systemabhängig (Ausbauflächen, Stromtarif)
    - Systemübergreifend (Flächenbedarf pro Leistung)
- Aufbereitung der Daten





# Messstellen Referenzsystem



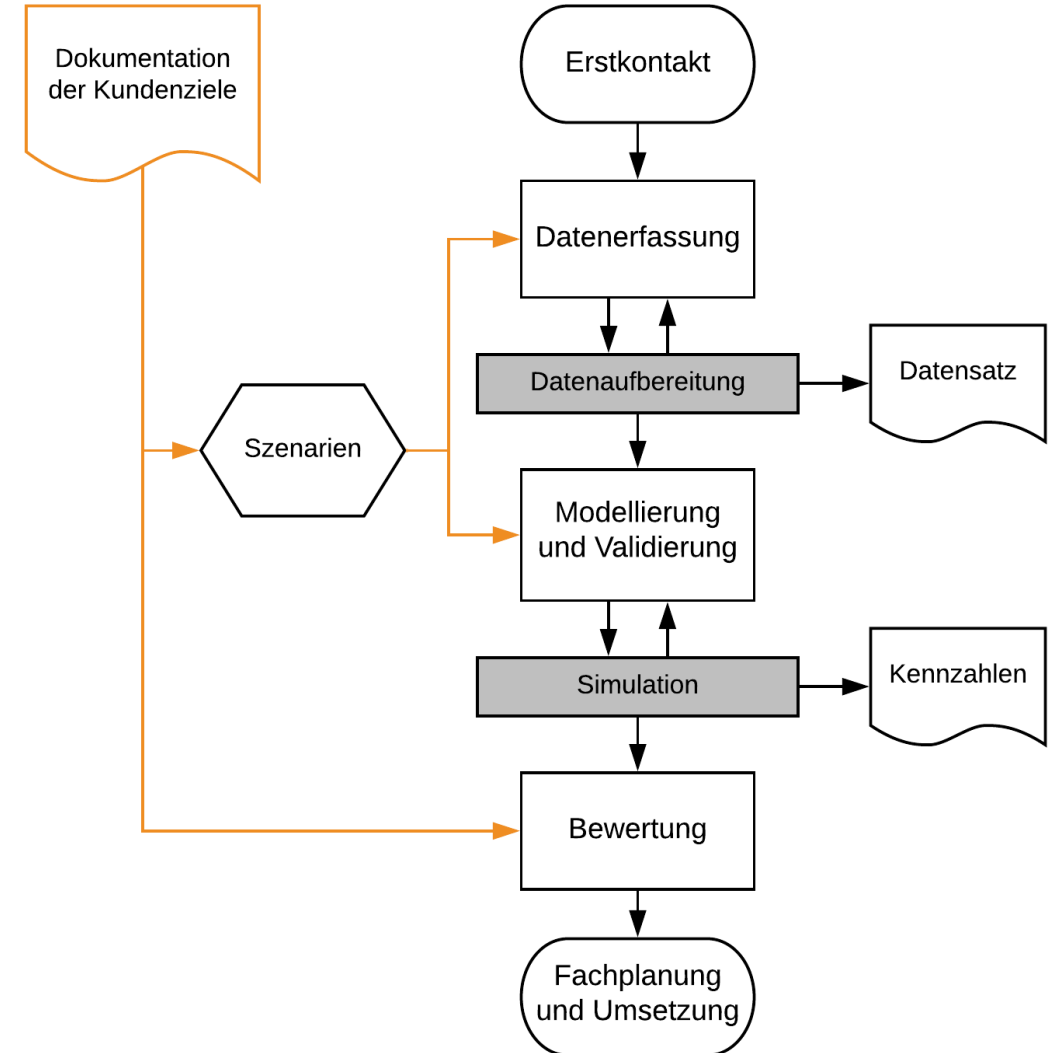
# Ablauf der Modellierung

Input: Variiert je nach Komponentenmodell

- Modellierung des IST-Zustands des Energiesystems auf Grundlage der erfassten Systemdaten
- Simulation des Modells
- Validierung des modellierten IST-Zustands anhand eines unabhängigen Datensatzes
- Variierende Parametrierung und Erweiterung des Modells anhand der entwickelten Szenarien

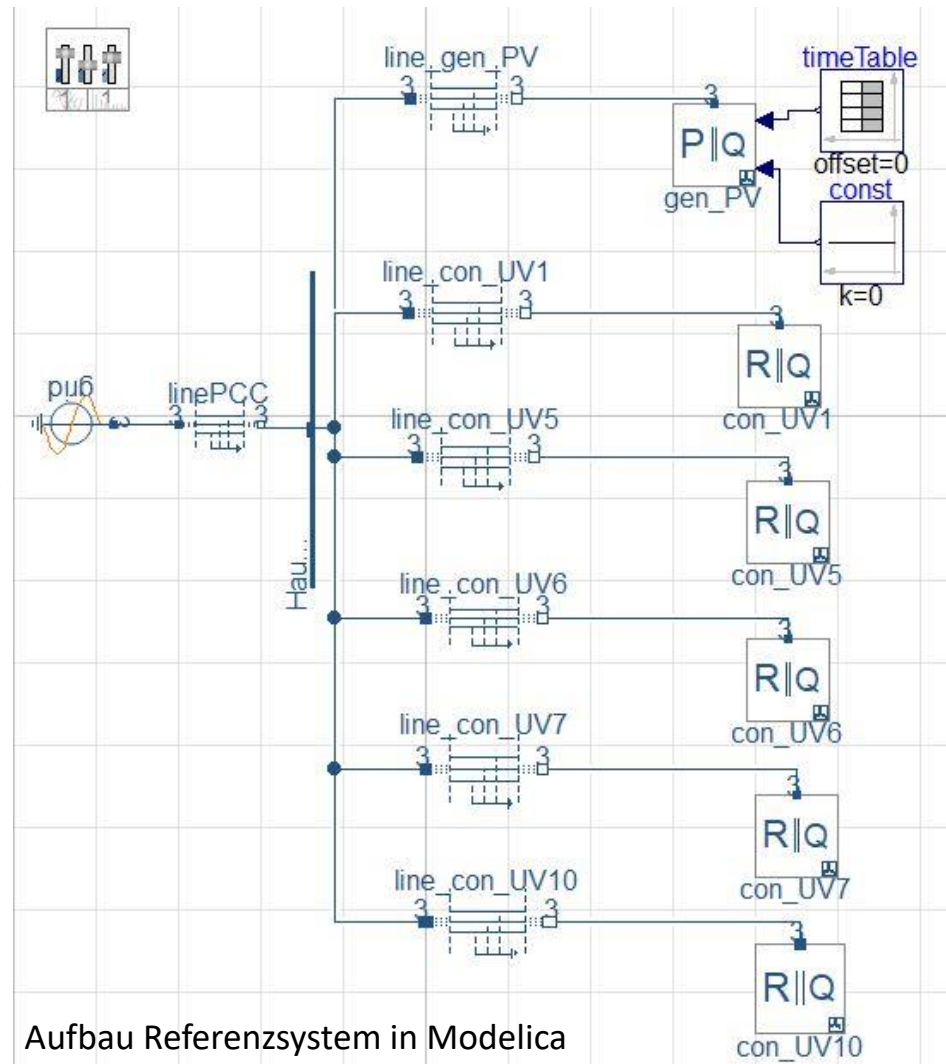
Output:

Kennzahlen der Simulationsergebnisse zu Berechnung der Zielfunktionen



# Entwicklung des ersten Modells

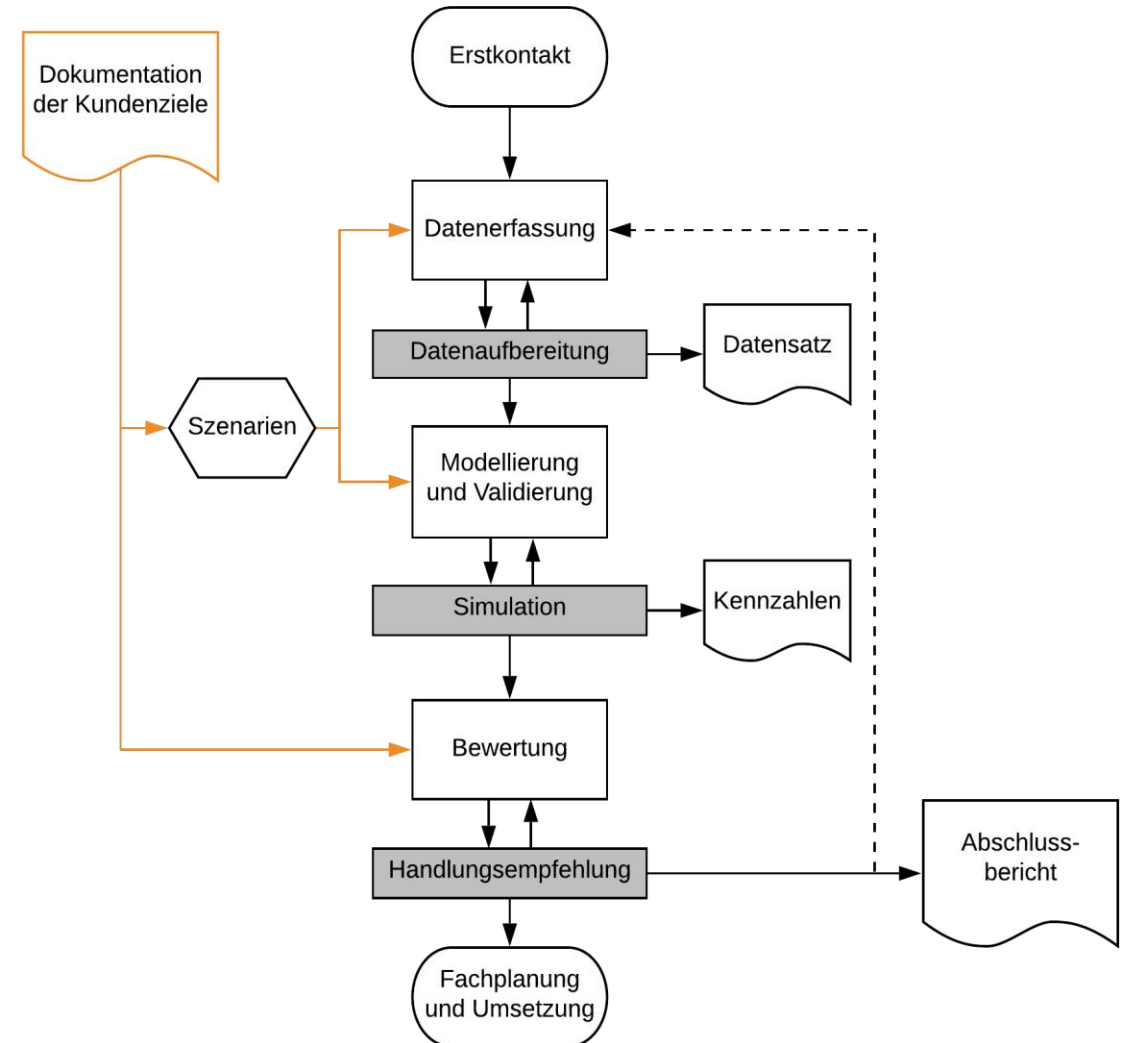
1. Definition der Schnittstellen: Zu übertragende Parameter innerhalb des Modells (u.a. U, I, f,  $\cos\varphi$ ,...)
2. Entwickeln einzelner Komponenten & Festlegen benötigter Eingangsdaten
  - Leitung: Leitungsparameter, Leitungslängen
  - Erzeuger PV: Einstrahlungsdaten + Anlagenparameter, Zeitreihe
  - Verbraucher: Charakteristisches Verhalten, Zeitreihe
3. Definition des Datenformats der Eingangsdaten
4. Festlegen des Zeit- und Frequenzraumes



Aufbau Referenzsystem in Modelica

# Bewertung

- Bewertung der Simulationsergebnisse hinsichtlich gewählter Zielfunktionen
  - Abwägung der mit- und gegenläufigen Zielfunktionen
  - Lokale Gegebenheiten begrenzen Zielfunktionen
  - Optimum variabel hinsichtlich persönlicher Präferenzen des Kunden
- Formulierung konkreter Handlungsempfehlungen



# Bewertung

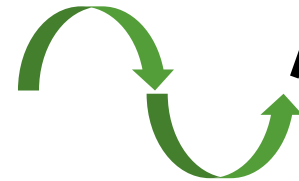
- Bewertung der Simulationsergebnisse hinsichtlich gewählter Zielfunktionen
  - Abwägung der mit- und gegenläufigen Zielfunktionen
  - Lokale Gegebenheiten begrenzen Zielfunktionen
  - Optimum variabel hinsichtlich persönlicher Präferenzen des Kunden
- Formulierung konkreter Handlungsempfehlungen

| <i>0: kein eindeutiger Zusammenhang</i><br><br><i>+: mitläufig, positive Zusammenhang</i><br><br><i>-: gegenläufig, negativer Zusammenhang</i> | Eigenverbrauchsanteil [%]                                                            | Eigene Erzeugung [kWh] | Kosten Strombezug [€]                                                                | Investitionskosten [€] | CO <sub>2</sub> Emissionen [kg]                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                |  |                        |  |                        |  |
| Bilanzielle Autarkie [%]                                                                                                                       | 0                                                                                    | +                      | +                                                                                    | -                      | +                                                                                    |
| Echte Autarkie [%]                                                                                                                             | +                                                                                    | +                      | +                                                                                    | -                      | +                                                                                    |

# Fazit & Ausblick

---

- Erster Prozessablauf sowie die Schnittstellen sind definiert
- Ergebnisse in einem weiteren Paper ausgewertet ‚Identifizierung von Optimierungspotentialen in elektrischen Energiesystemen anhand von Last- und Erzeugungsprofilen‘
- Prüfen der Übertragbarkeit des Prozesses
- Verfeinerung des Prozesses
- Ausarbeitung der Details
  - Anwendbarkeit der Zielfunktionen auf diverse Energiesysteme
  - Notwendige Detailgrad in der Modellierung
  - Einfluss der Abtastrate der Eingangsdaten auf die Genauigkeit der Ausgangsdaten



# TIMELESS

Veronika Barta, Carolin Vogel, Marcel Eggemann,  
Stephanie Uhrig und Simon Schramm

**[timeless@ee.hm.edu](mailto:timeless@ee.hm.edu)**

Hochschule für angewandte Wissenschaften München

Fakultät für Elektro- und Informationstechnik

Labor für Solartechnik und Energietechnische Anlagen