



**SMART
CHARGING
COMMUNITY**

Tägliche Optimierung der Mehrfachteilnahme in Energiegemeinschaften

Ergebnisse der Simulation und Ausblick
Projekt: Smart Community Charging (SmaChaCo)

Dipl. Ing. Martin Mayr



Agenda (15min)

- Mehrfachteilnahme, kurz erklärt
- Intelligentes Laden von Elektroautos in Energiegemeinschaften
- Realdatensätze von Energiegemeinschaften
- Optimierung des Teilnahmefaktors mit
 - Nichtlinearer Optimierung und
 - Genetischem Algorithmus
- Diskussion der Ergebnisse
- Auswirkungen des EIWG

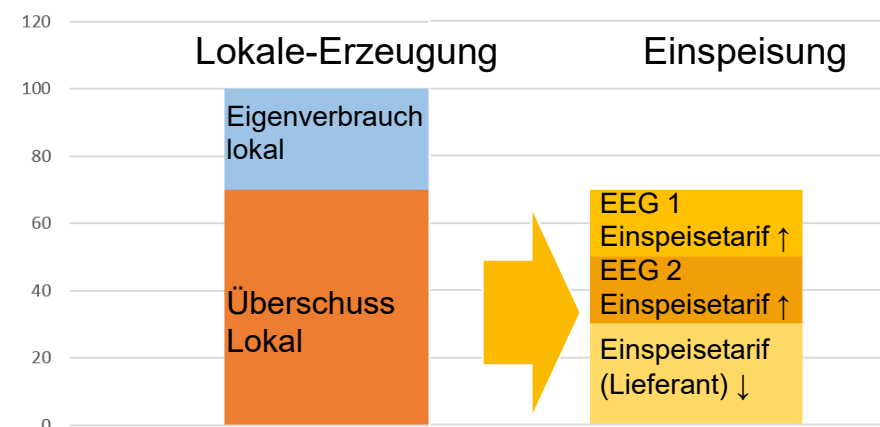
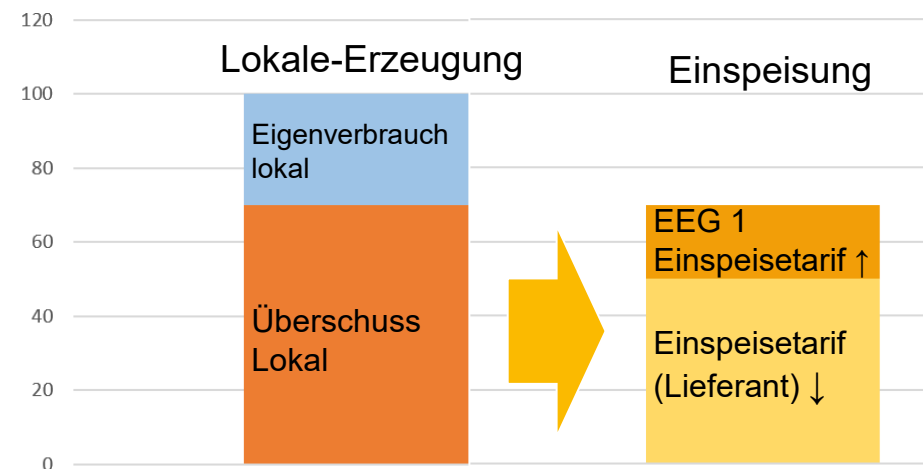
Energiegemeinschaften im Kontext dieser Arbeit

- **Lokaler Energieaustausch** von erneuerbarer Energie zwischen Teilnehmern
- **Nachträgliche Gegenrechnung** von Smart-Meter Verbrauch und Erzeugung
 - 15-Minuten Zeitschritte
- **Reduzierte Netzentgelte** je netztopologischer Nähe (Standort, Lokal, Regional, ganz Österreich)
 - Beeinflusst etwa 30-50% der Strom-Kosten
- Typischerweise **günstiger Arbeitspreis**
 - Beeinflusst anderen 50% der Strom-Kosten

Warum ist Mehrfachteilnahme spannend?

- Seit 2024: Teilnahme an **mehreren** Energiegemeinschaften möglich
- Unterschiedliche Erzeugungsprofile → **Synergiepotenzial**
- **Umsatz in EEGs** ↑

Beispiel Mehrfachteilnahme Erzeuger



Relevanz

- **Senkung der Stromkosten** für Verbraucher
- **Höhere Erlöse** für EEG-Erzeuger
- **Regionale Wertschöpfung** (Grundlage für weitere Investitionen)
- **Minimaler Aufwand** mit Abrechnungsdienstleister
- **Keine negativen Auswirkungen** auf Stromnetz
- **Potenzial aktuell voll genutzt?** -> Wahrscheinlich nicht!

Was ist das aktuelle Problem?

- Erzeugung und Verbrauch zeitlich dynamisch:
 - Überschuss und Verbrauch schwanken stark im Zeitverlauf (Wetter, Jahreszeiten)
- Optimale individuelle Teilnahmefaktoren für die Maximierung des Energieaustausches innerhalb der EEGs: **Komplex und Aufwändig!**
 - Annahme: „Soziales“ Optimum über die gesamte EEG
 - Gesamtkosten in EEG werden minimiert. Einzelne Teilnehmer profitieren mehr oder weniger
 - Möglichkeit eines „Fairness-Faktors“ zur Verteilung des Mehrwerts -> wird hier noch nicht näher betrachtet

Projekt SmaChaCo

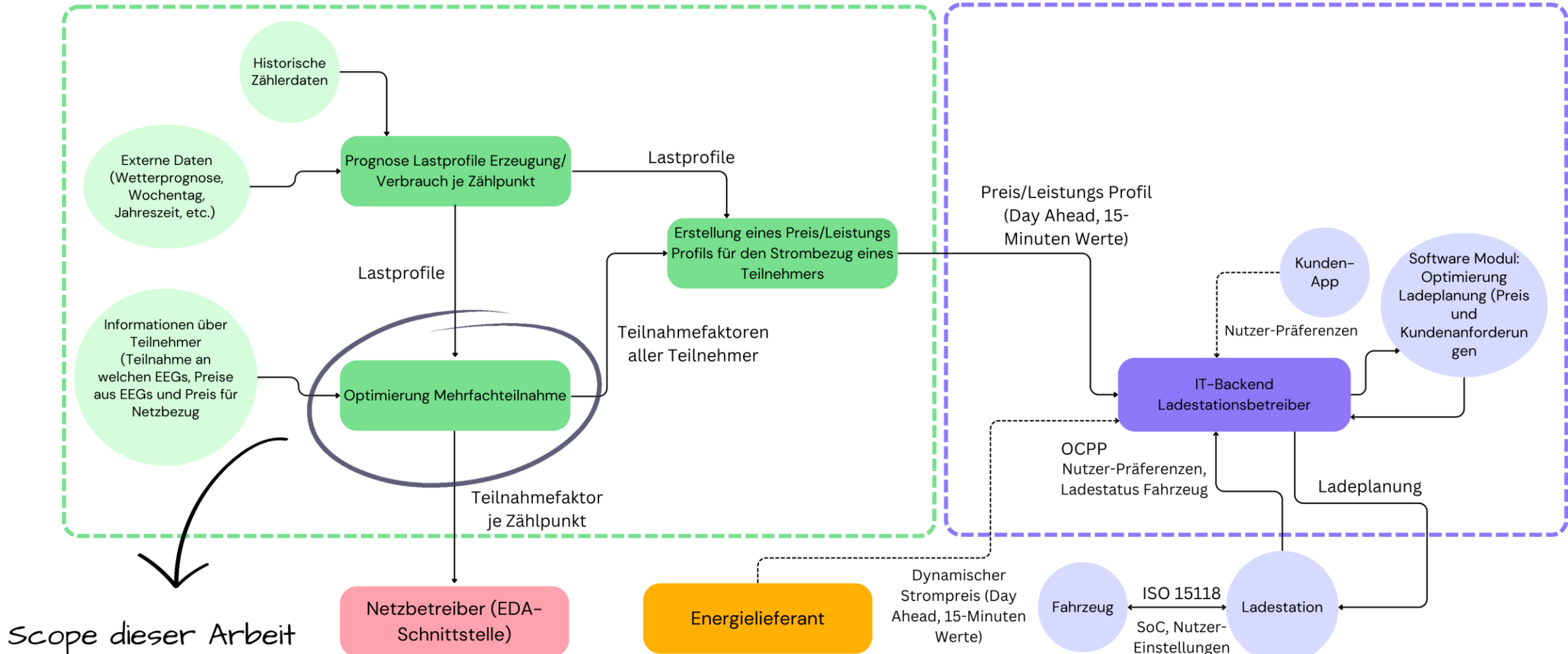
- Intelligentes Laden von Elektroautos zur zielgerichteten Nutzung von Strom aus Energiegemeinschaften
- Prognose von Erzeugung und Verbrauch und automatische Aktivierung von verfügbaren Flexibilitäten
- Projektpartner:
 - RISC Software GmbH (Software, Hagenberg)
 - Energyfamily GmbH (EEG-Dienstleister, Amstetten)
 - Easily (Ladelösungen, Graz)
 - AVL List GmbH (Mobilität und Technologie, Graz)



**SMART
CHARGING
COMMUNITY**



Kurzer Überblick über das übergeordnete Projekt zum intelligenten Laden von Elektroautos in EEGs



Scope dieser Arbeit

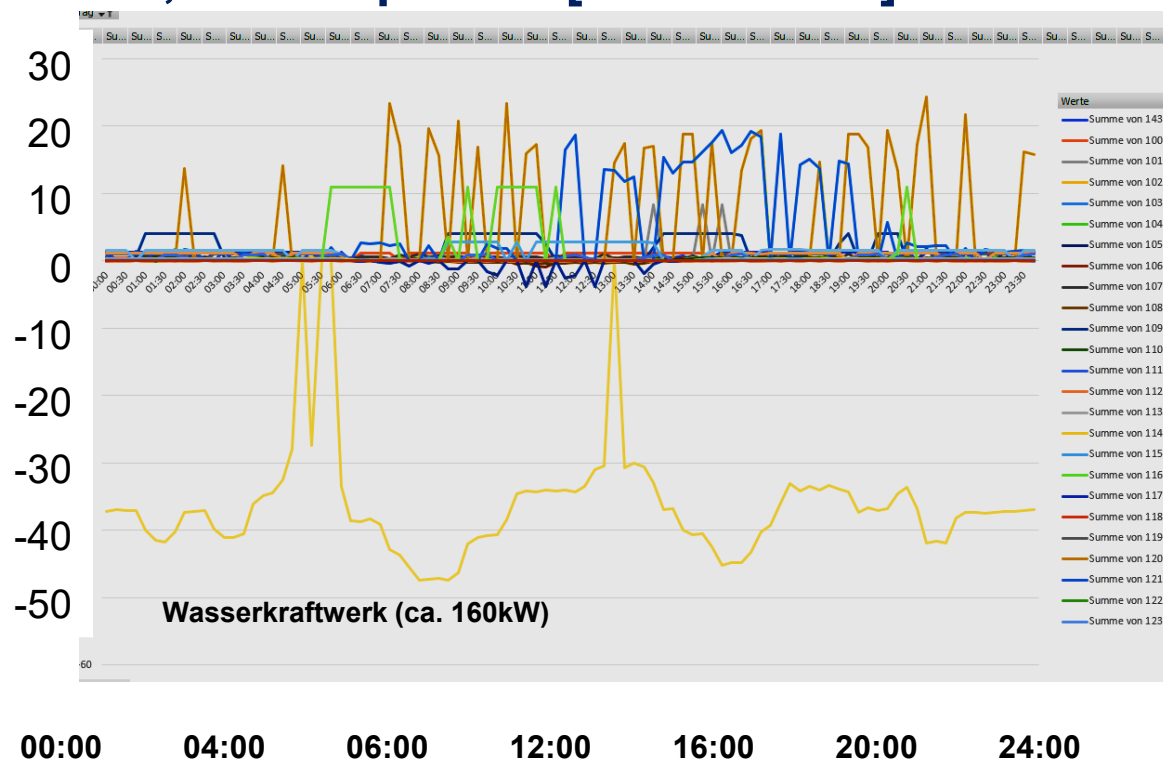
Zentrale Forschungsfragen

- Wie groß ist der **finanzielle** Mehrwert der Mehrfachteilnahme?
- Wie groß ist der Mehrwert der **täglichen** Optimierung der Teilnahmefaktoren?
- Welche konkreten **wirtschaftlichen** Auswirkungen ergeben sich **für die jeweiligen Teilnehmer** der Energiegemeinschaften?

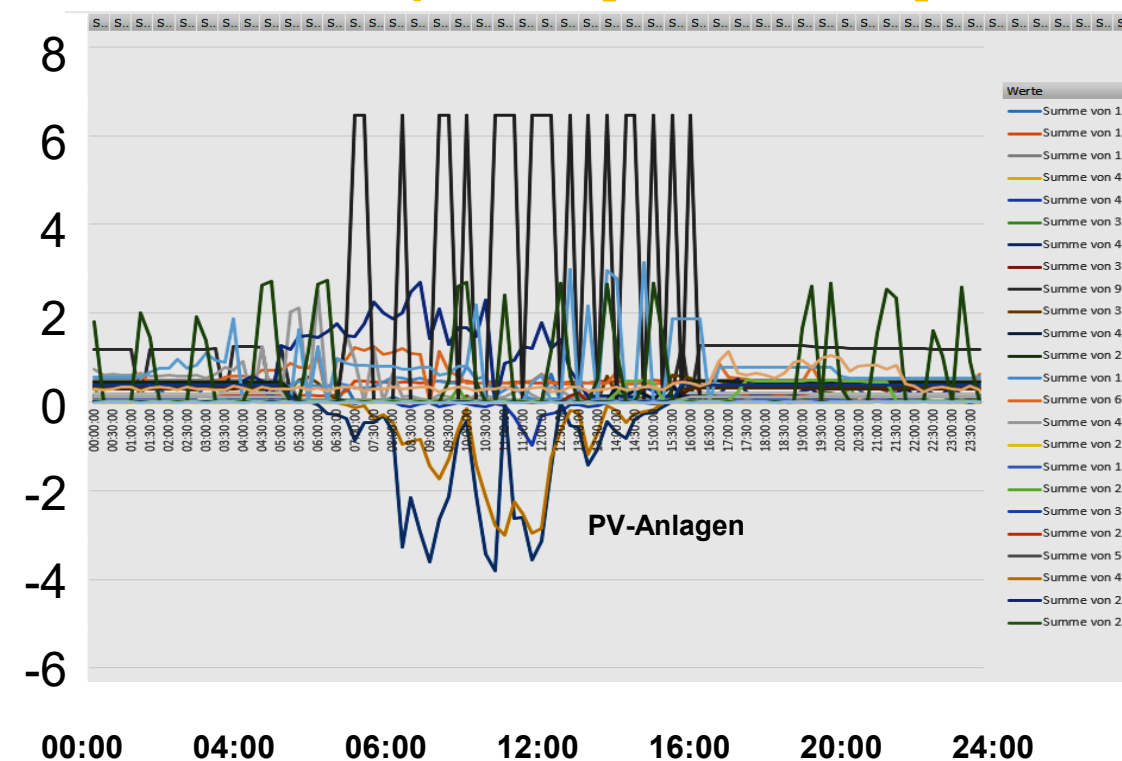
Datensatz

- Zwei reale Energiegemeinschaften
- 29 Tage ~November 2025

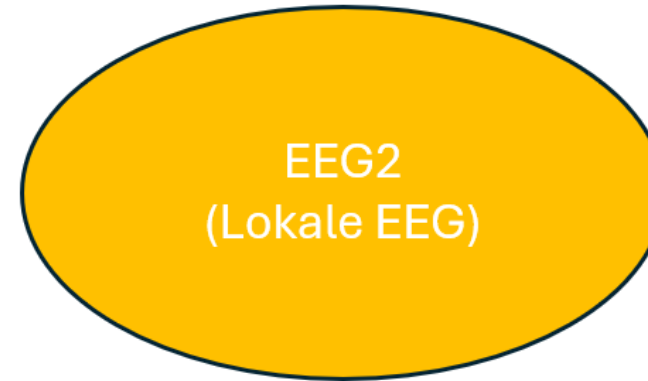
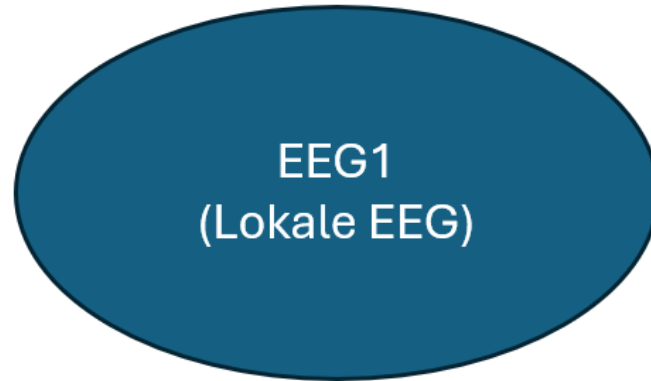
EEG1, 44 Zählpunkte [kWh/15-Min]



EEG2, 50 Zählpunkte [kWh/15-Min]



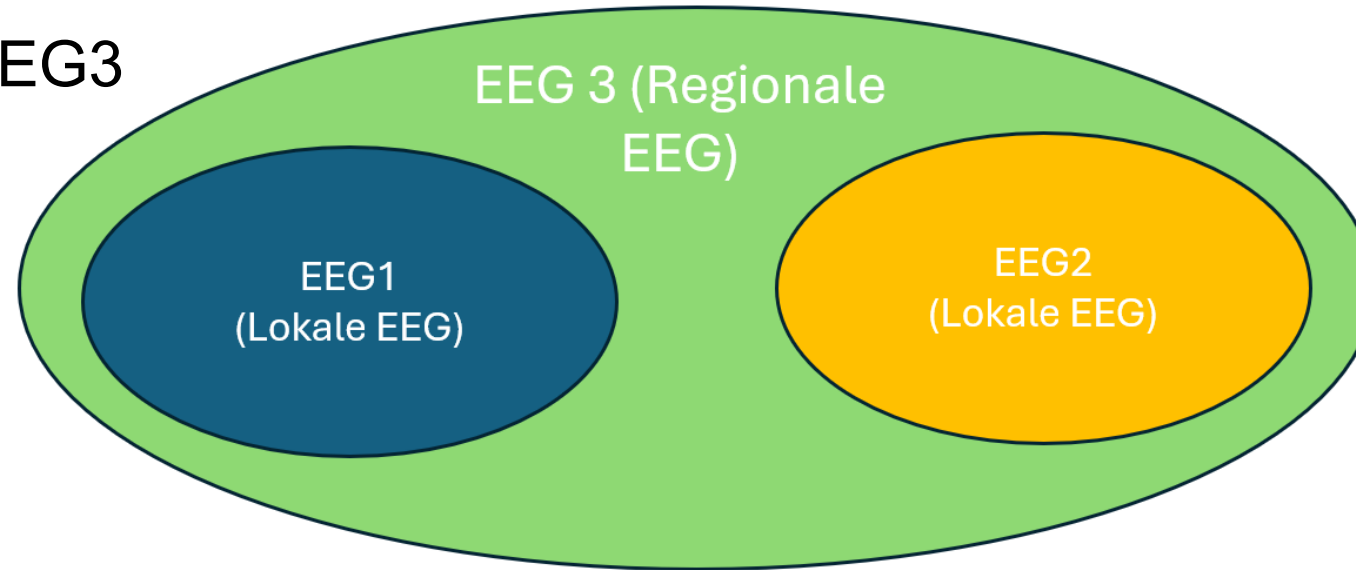
Referenzszenario/ Annahmen



Preise	Einkauf	Verkauf	Einheit
EEG1 (Lokal)	0,146	0,08	€/kWh
EEG2 (Lokal)	0,146	0,08	€/kWh
	Bezugstarif	Einspeisetarif	
Externer Stromlieferant	0,246	0,06	€/kWh

Testscenario

Gründung einer übergeordneten EEG3



Preise	Einkauf	Verkauf	Einheit
EEG1 (Lokal)	0,146	0,08	€/kWh
EEG2 (Lokal)	0,146	0,08	€/kWh
EEG3 (Regional)	0,176	0,08	€/kWh
	Bezugstarif	Einspeisetarif	
Externer Stromlieferant	0,246	0,06	€/kWh

Optimierungsansatz (zusammengefasst*)

Zielfunktion

$$\min Z = \sum_{t,a,ec} (B_{t,a,ec} \cdot p_{ec}^B - S_{t,a,ec} \cdot p_{ec}^S) + \sum_{t,a} (SUP_{t,a} \cdot p_a^{sup} - FI_{t,a} \cdot p_a^{fi}) + \sum_{t,a,ec} (S_{t,a,ec} \cdot p^{ser})$$

\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow

Kosten Z = **Strommenge Einkauf in EEG * Preis in EEGs** - **Strommenge Verkauf in EEG * Einspeisetarif EEGs** + **Strom aus Netz * Preis** - **Strommenge Einspeisung in Netz* Einspeisetarif** + **Servicegebühren EEG**

Nebenbedingungen:

$$g_{t,a} + \sum_{ec \in \mathcal{M}_a} B_{t,a,ec} + SUP_{t,a} = c_{t,a} + \sum_{ec \in \mathcal{M}_a} S_{t,a,ec} + FI_{t,a} \quad \forall t, a \quad \rightarrow \text{Globale Energiebilanz für jeden Zeitschritt ausgeglichen}$$

$$\sum_{a \in \mathcal{M}_{ec}} B_{t,a,ec} = \sum_{a \in \mathcal{M}_{ec}} S_{t,a,ec} \quad \forall t, ec \quad \rightarrow \text{Energiebilanz für jede EEG für jeden Zeitschritt ausgeglichen}$$

*detailliertere Beschreibung in der Langfassung

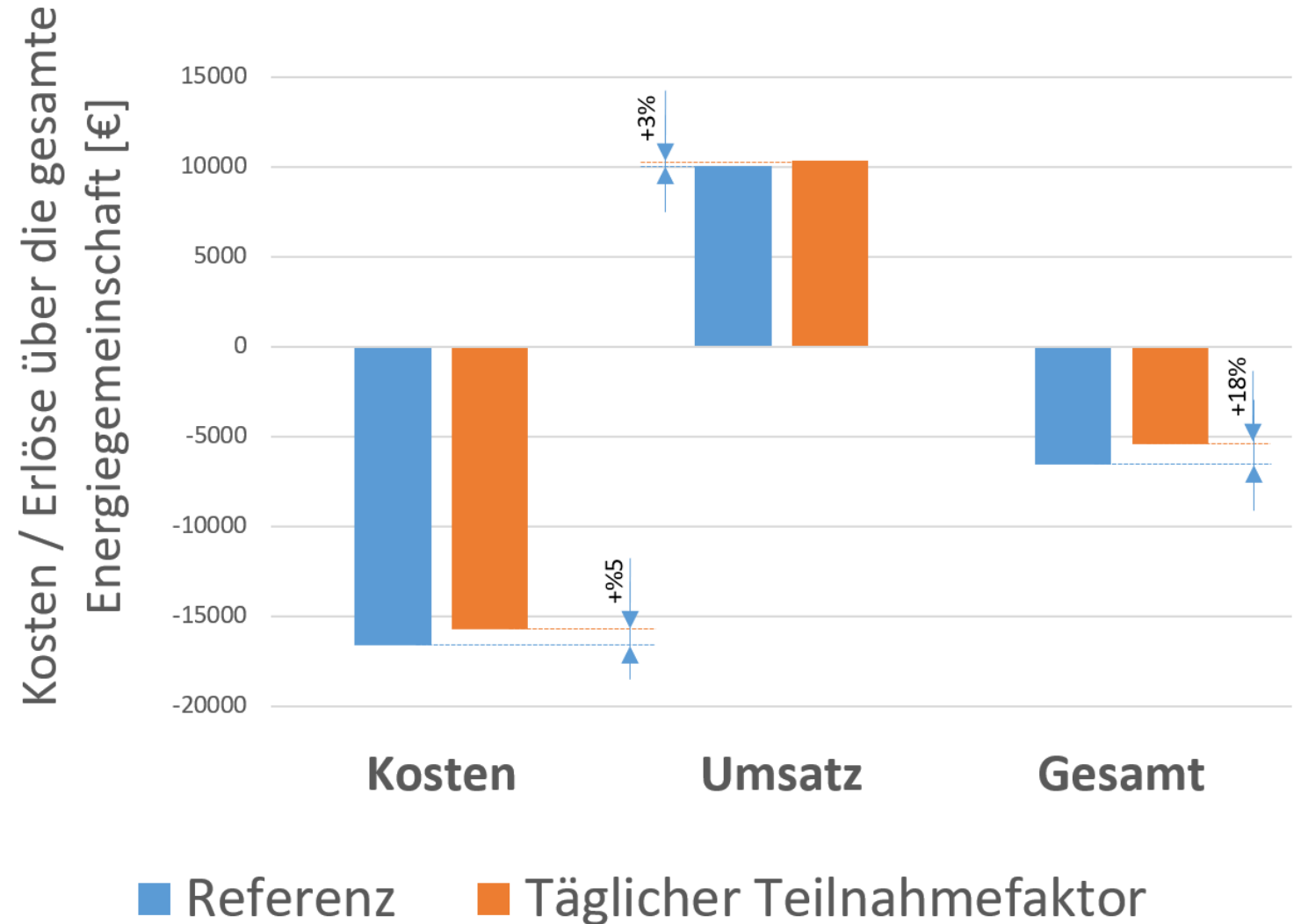
Lösungsansätze

- 2 unabhängige Ansätze für Vergleich der Performanz und Validierung
 - Beides iterative Lösungsansätze
 - Entscheidungsvariablen: Teilnahmefaktoren je Zählpunkt
- Ansatz 1: Discontinuous non-linear Programming (DNLP)
 - GAMS (General Algebraic Modeling System)
 - Solver IPOPT (Interior Point Optimizer)
- Ansatz 2: Genetischer Algorithmus
 - Initiale Population von 100 Vektoren mit allen Entscheidungsvariablen mit zufälligem Wert
 - Mutation(prob=0,8 ; eta=5) -> Fitnessbewertung (Gesamtkosten) -> Selektion -> Neue Population
 - Nach 350.000 Auswertungen oder 5 Minuten -> Abbruch
- **Ergebnis: Teilnahmefaktoren nach beiden Ansätzen identisch! -> Optimale Lösung**

Ergebnisse

- Im Vergleich zur Referenz:
 - **5% reduzierte Stromkosten** für Verbraucher
 - **3% höhere Erlöse** für Erzeuger
 - Insgesamte Bilanz für Strom (Kosten – Erlöse) sinkt um **18%**

Absolute Auswirkung auf Kosten und Umsatz



Aufteilung des wirtschaftlichen Mehrwerts

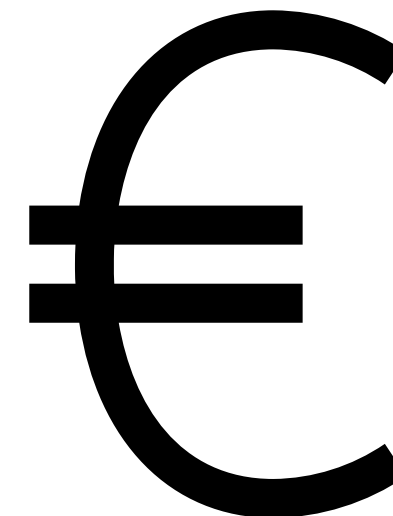
- Hinweis: Etwa **5 Erzeuger** und **89 Verbraucher**
- **Wasserkraftwerk profitiert** am stärksten (**+3,1% Ertrag**)
- Erzeuger mit PV-Anlagen kommen weniger stark zum Zug (**-7% Ertrag**)
- **Verbraucher bezahlen 5% weniger für Strom**



Resultate laut Annahmen

Annahme: Einspeisung in EEG: 8 Cent /kWh, Einspeisung Stromlieferant: 6 Cent/kWh

- Für 90 Verbraucher:
 - Durchschnittlich 112 € / Zählpunkt und Jahr Einsparungen
 - Insgesamt **mindestens 10.500 € Einsparungen** pro Jahr
- Für 1 Wasserkraftwerk
 - Etwa **3.600 € mehr Erlöse** pro Jahr
- Für ~5 PV-Zählpunkte
 - Durchschnittlich 40€ weniger Erlöse pro Jahr
 - **Insgesamt etwa 200€ weniger Erlöse** pro Jahr



Klarer Synergieeffekt

Szenario 2: Berechnung des Teilnahmefaktors über 29 Tage

- 1 einzelner Teilnahmefaktor je Zählpunkt für gesamten Zeitraum
- Ergebnisse sehr ähnlich wie tägliche Optimierung
 - Statt 18%
 - Einsparung **17%**
- **ABER:**
 - Rechnung mit historischen Daten, also „perfekte Prognose“
 - Für realen Betrieb nur **Verbrauchs/Erzeugungs-Prognose wenige Tage im Voraus** möglich
 - Zeitraum hier nur 29 Tage im Winter -> **über längeren Zeitraum höhere Varianz** des Teilnahmefaktors wahrscheinlich (PV, Windkraft \propto Wetter)

Interpretation und Diskussion

- **Einfache und wirkungsvolle** Möglichkeit die **Wirtschaftlichkeit** von Energiegemeinschaften zu erhöhen
- **Wasserkraftwerk profitiert, PV „Verliert“**
 - Unterschied für einzelnen Erzeuger gering
 - Hohe Grundlast in der Erzeugung wird belohnt
- **Unterschiedliche Preise für Wasserkraft und PV in EEG** könnten das Optimum wieder in Richtung PV verschieben
- In dieser Optimierung wurden die **Gesamtkosten** aller Teilnehmer optimiert
 - **Individuelle Optimierung** einzelner Zählpunkte möglich (Nur einzelne Teilnehmer mit Teilnahmefaktor)
 - Optimierung nach **anderen Zielfunktionen** möglich (Autarkie, CO₂,...)

- **Bessere Ausnutzung** von autarkie-dienlichen Technologien wie **Wasserkraft, Windkraft aber auch PV-Anlagen mit Speicher**
- **Teilnahme von Wind- und Wasserkraft Anlagen an mehreren EEGs** (Lokale und Regionale Beteiligung!)
- Ermöglicht Teilnahme auf **mehreren EEG-Ebenen** (GEA, L-EEG, R-EEG, BEG)
 - Teilnahme oder Gründung von **Unter- und Über-EEGs** zur verstärkten Nutzung des „Ortsnetz-Tarifes“
 - Auch mit **neuem ELWG** relevant (Teilnahmefaktor erhöht **Energiemengen** aus günstigen EEGs)
- Möglichkeit der Teilnahme von **Gewerbebetrieben an mehreren EEGs** (Maximal 6 MW Bezug)

Fragestellungen im Bezug auf EIWG

- Zukünftige **dynamische Netztarife**
 - Beeinflussen Berechnung des Teilnahmefaktors
 - Welche **Informationsschnittstelle von Verteilnetzbetreiber?**
 - Zeitliche und Räumliche Auflösung?

Zu Überprojekt SmaChaCo:

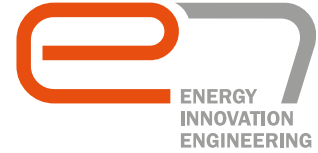
- Wie wird „**Systemdienlichkeit**“ von **Batteriespeichern** definiert?
 - Netzentgeltbefreiung auch für **intelligentes Laden/ Bidirektionales Laden von Elektrofahrzeugen?**
- **Herkunftsnachweise** von Strom aus **Batterien / Elektrofahrzeugen**
 - Momentan **Grauzone**: Für gewerbliche Teilnehmer kritisch
 - EDA-Prozess noch nicht klar
 - Mit **IT-Backend von Abrechnungsdienstleistern** leicht umsetzbar (Strommengen sind dokumentiert)

Ausblick Teilnahmefaktoren und Smart Charging

- **Automatische Prognose** des Energiehaushaltes in Energiegemeinschaften
- **Automatische Aktivierung von Flexibilitäten** (Ladung/Entladung von Elektrofahrzeugen, etc.)
- Sowie Berücksichtigung von **System- Bedürfnissen**
 - Über **dynamische Netztarife**
 - Über **Vermarktung von Flexibilität** für Netzstabilität (Lokale Flexibilitätsmärkte)
- Ermöglichen eine **wirtschaftliche, netzschonende Integration von zusätzlicher E-Mobilität**
 - Vermeidet übermäßigen **Netzausbau**
 - Erhöhter **Komfort** für Nutzer
 - Starke **Reduktion von Emissionen** durch E-Mobilität und erneuerbarem Strom

- Mehrfachteilnahme eröffnet neue Optimierungsmöglichkeiten
- Prognosebasierte Steuerung erzeugt messbaren Mehrwert
 - 18% geringere Kosten in der Energiebilanz
- Flexibilität wird ein zentraler Bestandteil zukünftiger Energiesysteme
 - Wechselhafte erneuerbare Erzeugung
 - Intelligente Speichermöglichkeiten
 - Intelligenter Energieverbrauch

Kontakt



Martin Emanuel MAYR

martin.mayr@e-sieben.at

+43 1 907 80 26 - 18

e7 energy innovation & engineering

Ingenieurbüro für Energie- und Umwelttechnik

Hasengasse 12/2, 1100 Wien

Tel.: +43 1 907 80 26

www.e-sieben.at