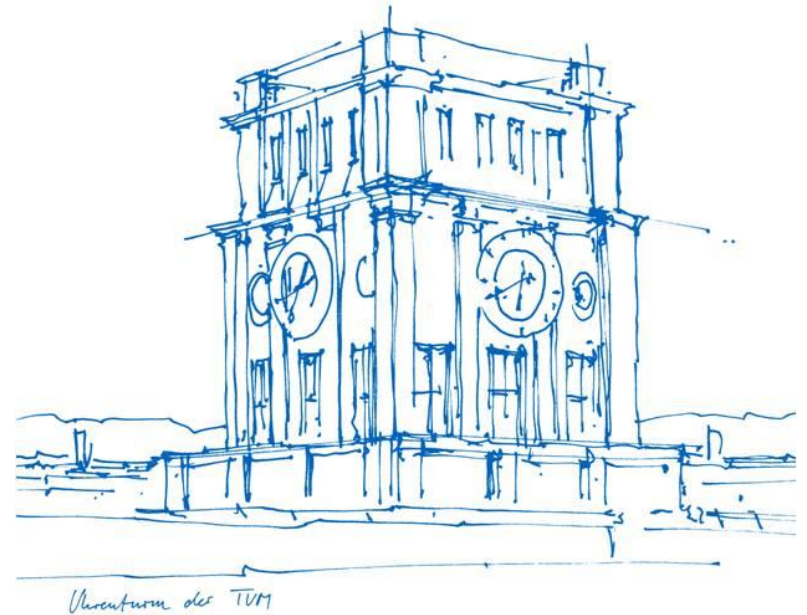


# Prosumenten-zentrierte Koordinierung von dezentralen Energiesystemen mithilfe von lokalen Energiemärkten

FfE-Fachtagung – Doktorand\*innenseminar

Michel Zadé, M.Sc.

München, 27. Oktober 2021



# Forschungsfragen

1. Wie sieht ein **lokaler Energiemarkt** aus, der den direkten Handel zwischen Endverbrauchern ermöglicht, die **Erfüllung heterogener Nutzerpräferenzen sicherstellt**, diskriminierungsfrei und wirtschaftlich ist?
2. Inwieweit lassen sich **lokale Energiemärkte** für die Vermarktung erneuerbarer Energien **auf eine Blockchain** übertragen? Welchen **Mehrwert** liefert eine Blockchain-Lösung gegenüber zentralen Lösungen für die Vermarktung von Energie und Flexibilität für Kleinanlagen?
3. Wie kann die **Flexibilität von Elektrofahrzeugen** quantifiziert und bepreist werden? Zu welchen **Zeiten** wird mit wieviel Flexibilität von Elektrofahrzeugen in Haushalten zu rechnen sein?

# Forschungsfragen

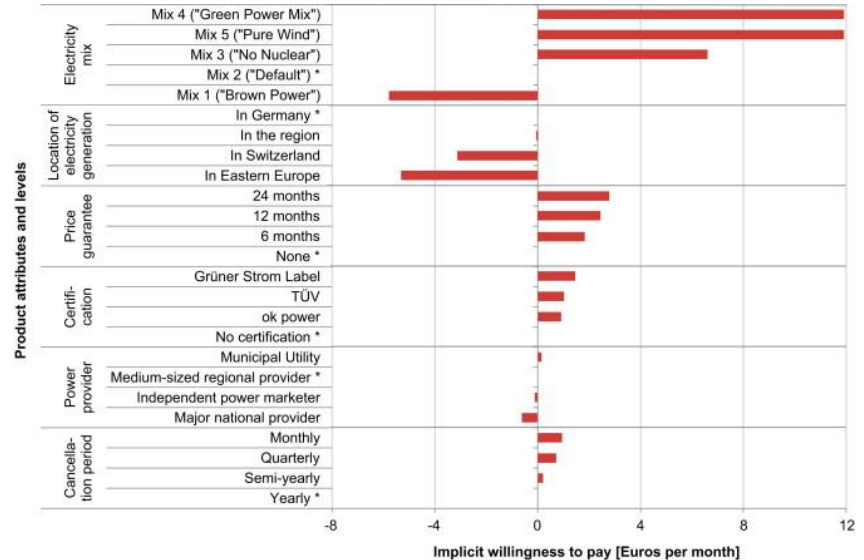
1. Wie sieht ein **lokaler Energiemarkt** aus, der den direkten Handel zwischen Endverbrauchern ermöglicht, die **Erfüllung heterogener Nutzerpräferenzen sicherstellt**, diskriminierungsfrei und wirtschaftlich ist?
2. Inwieweit lassen sich **lokale Energiemärkte** für die Vermarktung erneuerbarer Energien **auf eine Blockchain** übertragen? Welchen **Mehrwert** liefert eine Blockchain-Lösung gegenüber zentralen Lösungen für die Vermarktung von Energie und Flexibilität für Kleinanlagen?
3. Wie kann die **Flexibilität von Elektrofahrzeugen** quantifiziert und bepreist werden? Zu welchen **Zeiten** wird mit wieviel Flexibilität von Elektrofahrzeugen in Haushalten zu rechnen sein?

# Heterogene Nutzerpräferenzen

## Energiequalitäten

- Erzeugungsart (grün, fossil, CO<sub>2</sub>-neutral usw.)
- Ort im Netz (Entfernung, Ortsnetztransformatoren)
- Erzeuger (regionaler Anbieter, Genossenschaft, internationales Unternehmen usw.)

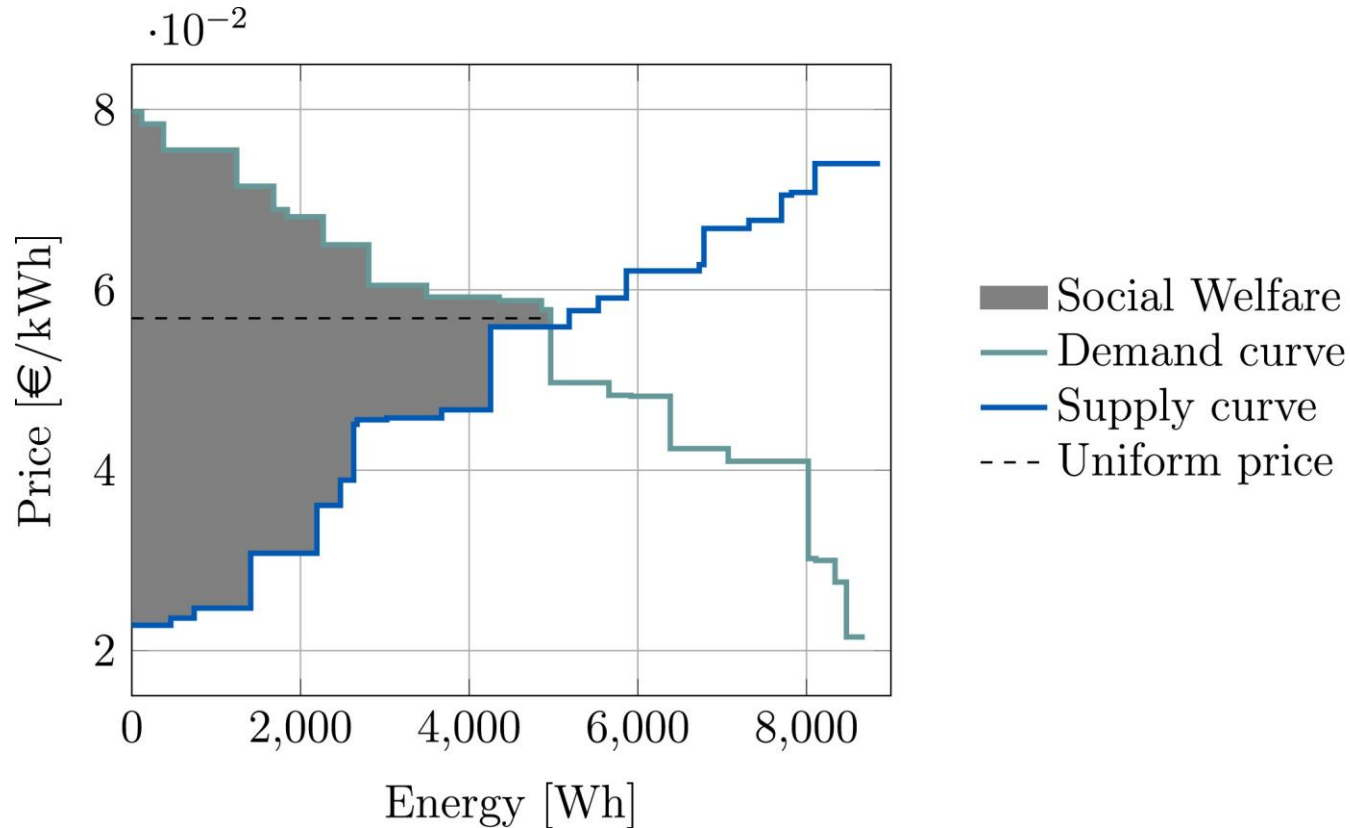
## Zahlungsbereitschaften



T. Morstyn and M. D. McCulloch, "Multiclass Energy Management for Peer-to-Peer Energy Trading Driven by Prosumer Preferences," in IEEE Transactions on Power Systems, vol. 34, no. 5, pp. 4005-4014, Sept. 2019, doi: 10.1109/TPWRS.2018.2834472

Kaenzig J., Heinzle S.L., Wüstenhagen R. Whatever the customer wants, the customer gets? Exploring the gap between consumer preferences and default electricity products in Germany. Energy Policy, 53 (2013), pp. 311-322. [10.1016/j.enpol.2012.10.061](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.10.061)

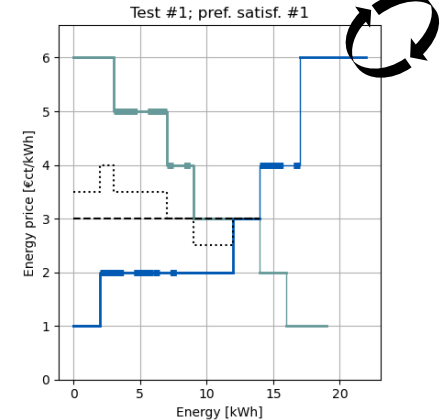
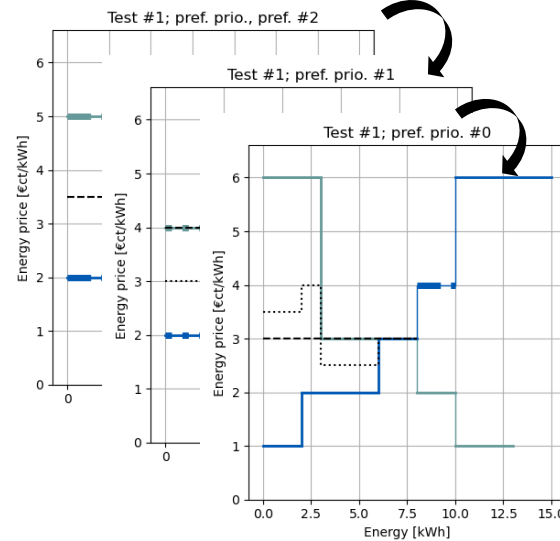
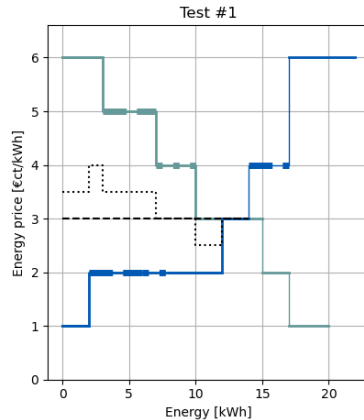
# Energiehandel



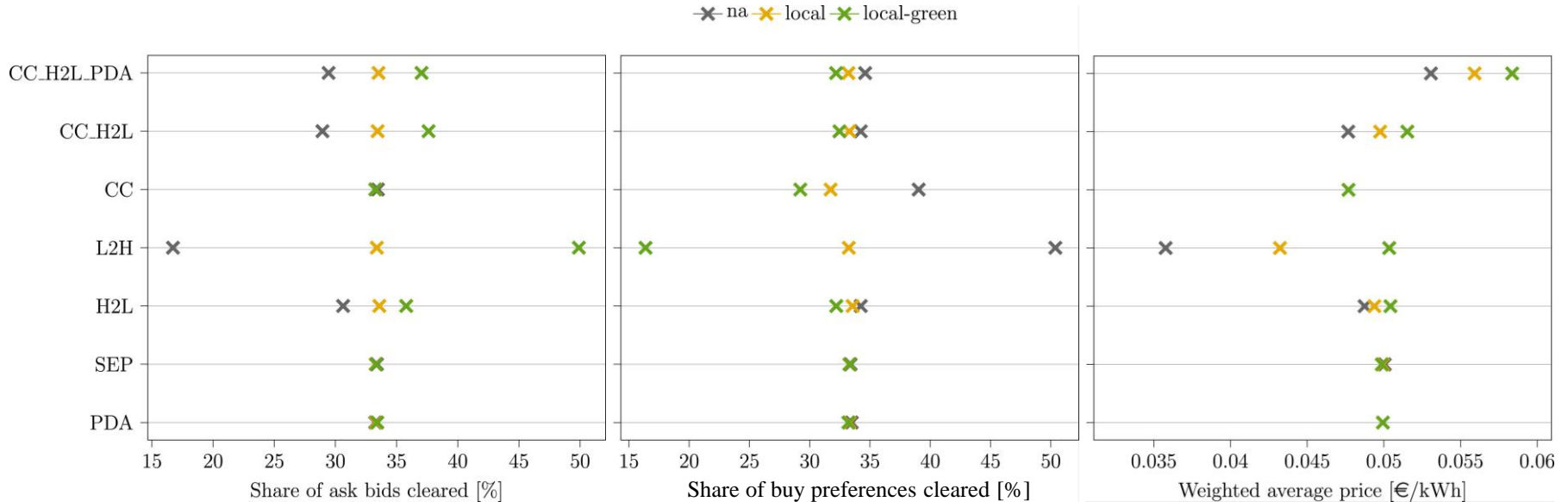
# Auktionsmechanismen für heterogene Nutzerpräferenzen

Name	Double Auction	Preference Prioritization	Check & Curtail
------	----------------	---------------------------	-----------------

Algorithm



# Monte Carlo Simulationsergebnisse



**CC-H2L-PDA** - Check and Curtail combined with Highest-to-Lowest and Periodic Double Auction clearing algorithm (includes willingness-to-pay a price premium)

**CC-H2L** - Check and Curtail combined with Highest-to-Lowest clearing algorithm

**CC** - Check and Curtail clearing algorithm

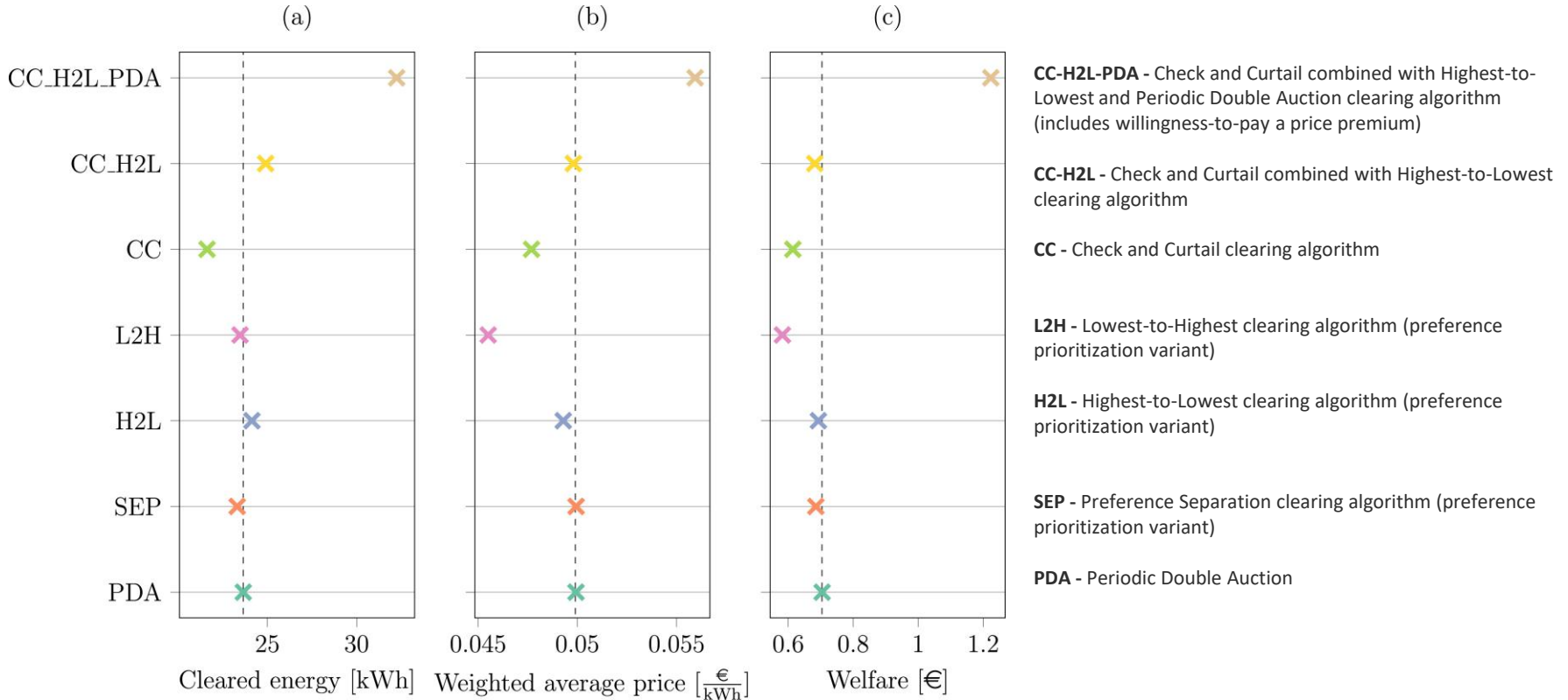
**L2H** - Lowest-to-Highest clearing algorithm (preference prioritization variant)

**H2L** - Highest-to-Lowest clearing algorithm (preference prioritization variant)

**SEP** - Preference Separation clearing algorithm (preference prioritization variant)

**PDA** - Periodic Double Auction

# Monte Carlo Simulationsergebnisse





# Anforderungsüberprüfung

Eigenschaft	PDA	SEP	H2L	L2H	CC	CC-H2L	CC-H2L-PDA
Energiequalitäten	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
zusätzliche Zahlungsbereitschaften	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja
Erhöhter lokaler Deckungsgrad	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Motiviert hohe Energiequalitäten	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Individuell rational	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Berechenbar	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja

**CC-H2L-PDA** - Check and Curtail combined with Highest-to-Lowest and Periodic Double Auction clearing algorithm (includes willingness-to-pay a price premium)

**CC-H2L** - Check and Curtail combined with Highest-to-Lowest clearing algorithm

**CC** - Check and Curtail clearing algorithm


**L2H** - Lowest-to-Highest clearing algorithm (preference prioritization variant)

**H2L** - Highest-to-Lowest clearing algorithm (preference prioritization variant)

**SEP** - Preference Separation clearing algorithm (preference prioritization variant)

**PDA** - Periodic Double Auction

# Zusammenfassung & Ausblick

- Neues Gebotsformat und neue Aktionsmechanismen für heterogene Nutzerpräferenzen
- Open-source Programmcode in  **lemlab** <https://github.com/tum-ewk/lemlab>
- Applied Energy Artikel: <https://authors.elsevier.com/a/1dxu%7E15eif0fqB> (50 Tage kostenlos)
  
- Validierung der Auktionsmechanismen im Forschungsprojekt *RegHEE – Regionaler Handel von erneuerbaren Energien und Stromkennzeichnung über eine Blockchain-Plattform*
- Veröffentlichung einer Blockchain-Toolbox für lokale Energiemärkte



Michel Zadé, M.Sc.

[Technische Universität München](#)  
[TUM School of Engineering and Design](#)  
[Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik](#)

Tel.: +49 89 289 23972  
[michel.zade@tum.de](mailto:michel.zade@tum.de)