

# Maschinelles Lernen im Stromhandel

Paul Offner – 29. November 2019

# Gliederung

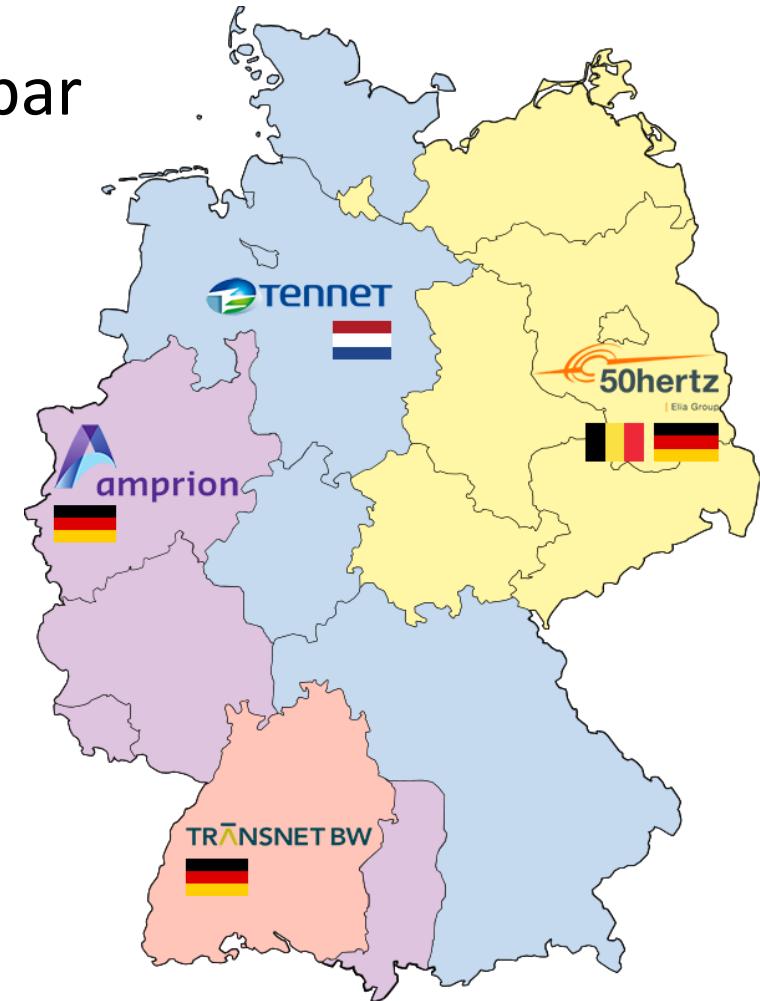
- Stromhandel
- Marktsegmente
- Hypothesen und Forschungsansätze
- Einsatz von maschinellem Lernen

# Stromhandel – Netzbetreiber

- Strom ist immateriell, homogen, nicht lagerbar
  - Warenlieferung?
  - Wareneingang?

→ Übertragungsnetzbetreiber

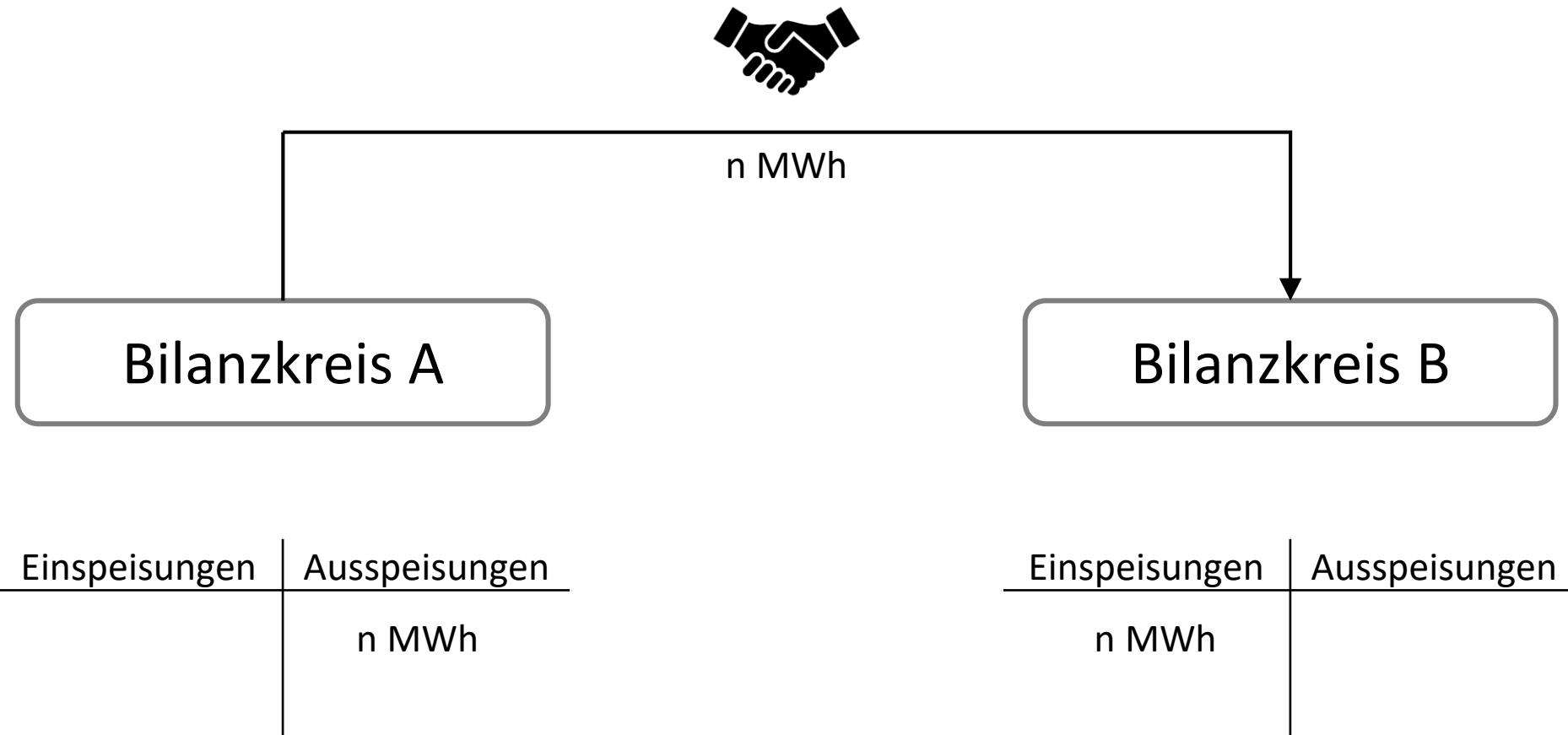
→ Bilanzkreise



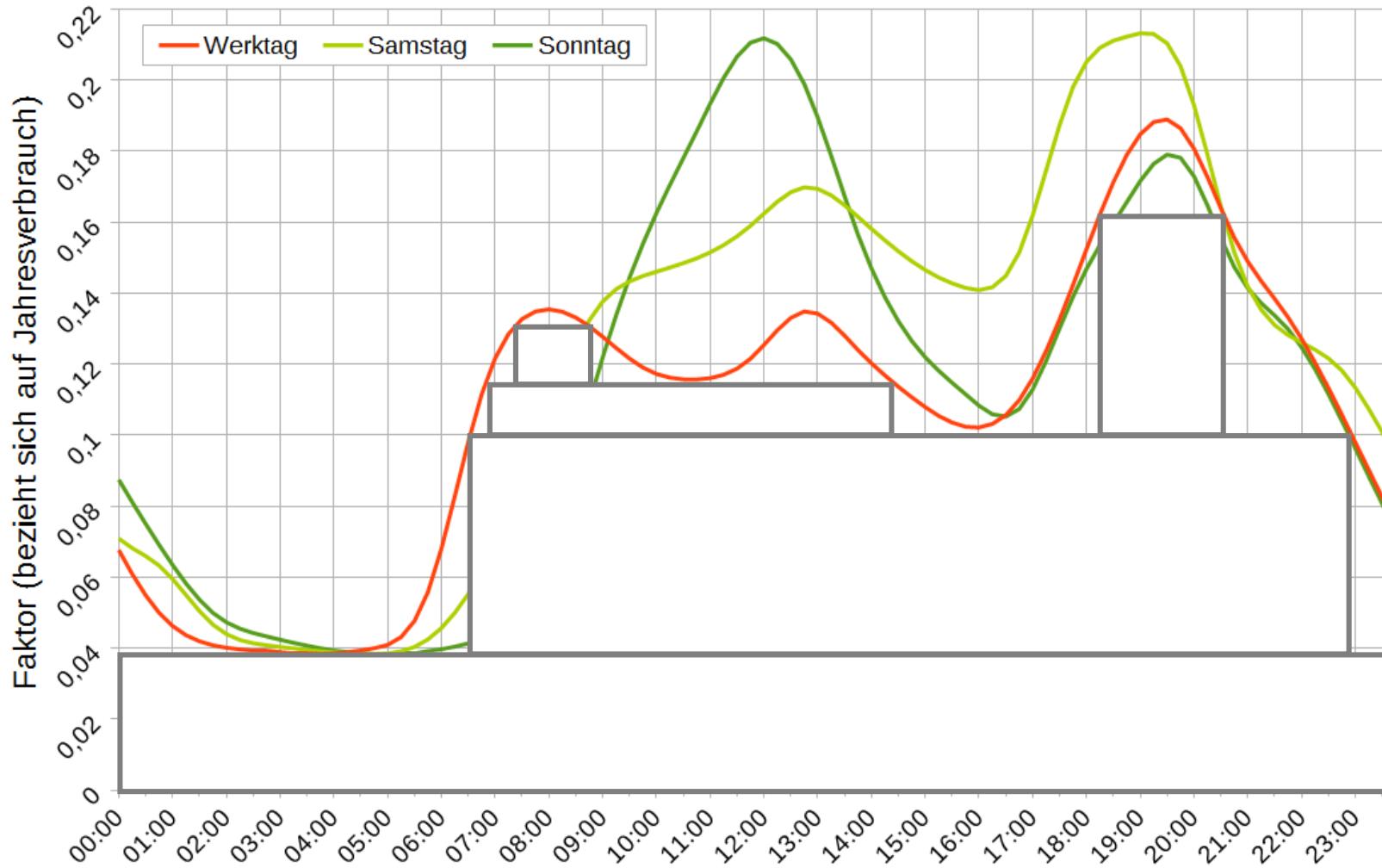
# Stromhandel – Bilanzkreise

- Alle Erzeuger und Verbraucher erfasst
- Fahrplanmeldung für den Folgetag im Viertelstundentakt
- Einspeisungen – Ausspeisungen = 0

# Stromhandel – Bilanzkreise



# Stromhandel – Standardlastprofile



# Marktsegmente

## Terminmarkt

- Lieferzeiträume:  
1 Woche bis 1 Jahr
- Bis zu 6 Jahre im Voraus
- EEX in Leipzig:  
Volumen (2016) 1.466 TWh

## Spotmarkt (Day-Ahead)

- Lieferung: Stunden- und Viertelstundenkontrakte
- Bis Mittag des Vortages
- EPEX in Paris

## Intraday-Markt

- Lieferung: Stunden- und Viertelstundenkontrakte
- Ab 30 Minuten im Voraus
- EPEX in Paris

Volumen (2018) 567 TWh

# Ausgleichsenergie und Regelenergie

- Einspeisungen - Ausspeisungen = 0
- Schwankungen im Verbrauch oder Einspeisung
  - Ausgleichsenergie
- Entgegengerichtete Schwankungen kompensieren sich
  - Bilanzierte Ausgleichsenergie übersteigt benötigte Regelenergie
- Ausgleichsenergiekosten können positiv oder negativ sein

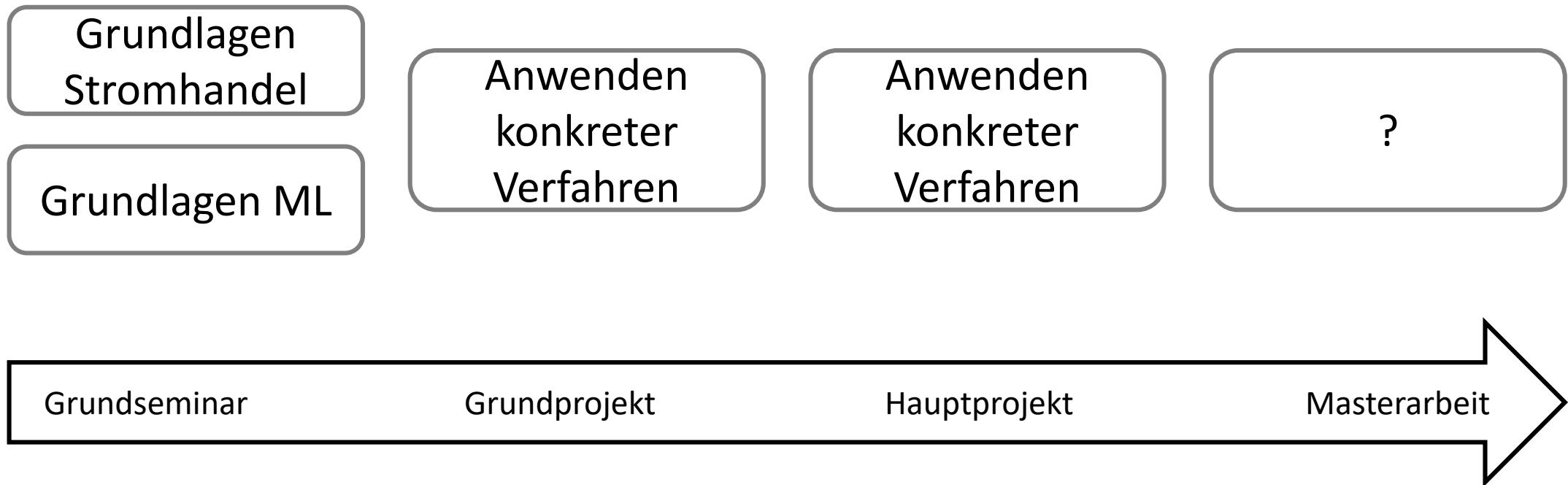
# Hypothesen

- Der Anteil an erneuerbaren Energien steigt
  - Größerer Einfluss des Wetters
  - Größere Volatilität des Strompreises
  - Größere Bedeutung von Ausgleichsenergiekosten
  - Häufiger negative Strompreise
- Feinere Untergliederung der Strommärkte
  - Genaue Vorhersage notwendig
- Anomalien im Planungsverhalten

# Forschungsansätze

- Vorhersage Day-Ahead vs. Intraday?
  - Vorhersage der Ausgleichsenergiekosten
  - Vorhersage negativer Strompreise
  - Analyse von Planungsverhalten
- Maschinelles Lernen? (Wetterdaten und Strompreise generell verfügbar)

# Meine Vorgehensweise



# Quellen

- Panos, K – Praxis Energiewirtschaft
- Gaeber, D – Handel mit Strom aus erneuerbaren Energien
- Bundesnetzagentur – Monitoringbericht 2017 Elektrizitätsmarkt – Großhandel
- Soroudi, Alireza – Power System Optimization Modeling in GAMS
- Cleve J, Lämmel U – Data Mining
- Bild: [https://de.wikipedia.org/wiki/Standardlastprofil#/media/Datei:Lastprofil\\_VDEW\\_H0\\_Winter.png](https://de.wikipedia.org/wiki/Standardlastprofil#/media/Datei:Lastprofil_VDEW_H0_Winter.png)
- Bild: [https://de.wikipedia.org/wiki/%C3%9Cbertragungsnetzbetreiber#/media/Datei:Regelzonen\\_mit\\_%C3%9Cbertragungsnetzbetreiber\\_in\\_Deutschland.png](https://de.wikipedia.org/wiki/%C3%9Cbertragungsnetzbetreiber#/media/Datei:Regelzonen_mit_%C3%9Cbertragungsnetzbetreiber_in_Deutschland.png)