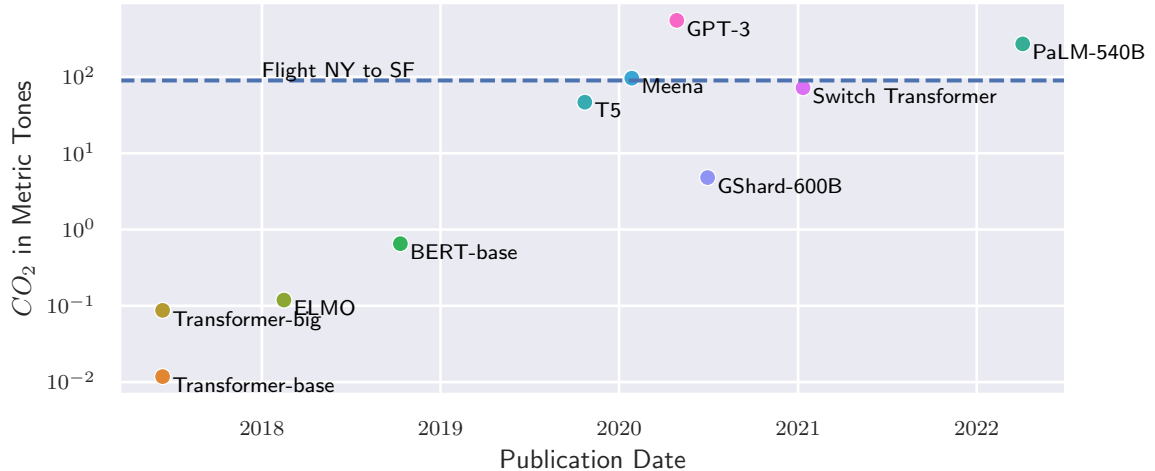


# ReCycle: Effiziente Zeitreihenvorhersage mit KI

Arvid Weyrauch | 16. April 2024

# Emissionen durch KI-Training



# Wozu effiziente KI?

**Nachhaltigkeit**

**Anwendbarkeit**

**Die leichteste Ausrüstung ist die, die man nicht mitnimmt.**

# Brauchen wir KI dafür?

## Klassische Methoden

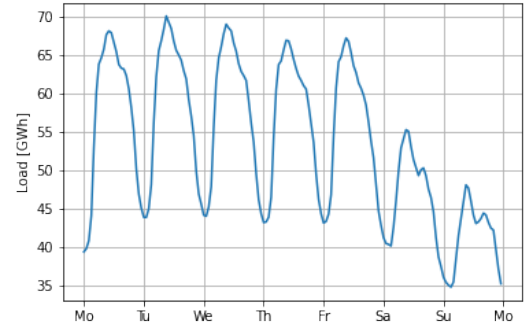
- Geringer Rechenaufwand
- Interpretierbare Algorithmen
- Gut für großskalige, lineare Muster

## KI Methoden

- Hoher Rechenaufwand
- Black box Algorithmen
- Gut für komplexe, nichtlineare Muster

# ENTSO-E Stromverbrauchsdaten<sup>1</sup>

- Stündlicher **Stromverbrauch** für Deutschland
- Relativ stabiles Tagesprofil
- Alle **Wochentage** sind ähnlich
- Samstag und Sonntag haben eigenes Profil
- Sage 1 **Woche** auf Basis der letzten 3 vorher

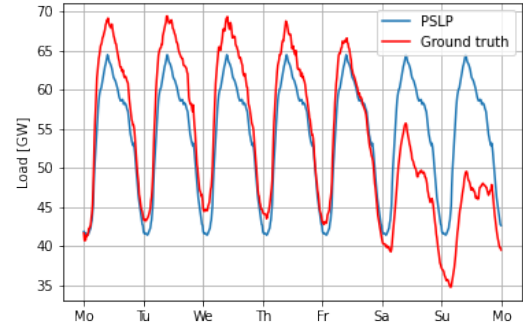


Stromverbrauch Deutschland (2. Juliwoche 2017)

<sup>1</sup><https://www.kaggle.com/datasets/francoisrauent/western-europe-power-consumption>

# Personalisierte Standard Last Profile (PSLP)

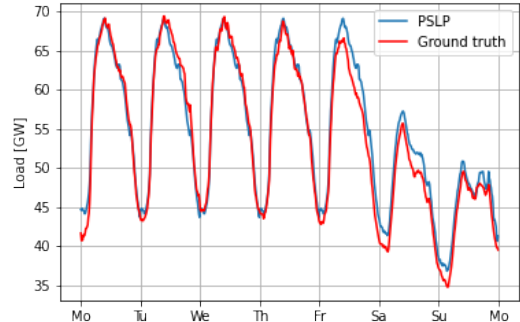
- Last( $n$ )-Vorhersage
  - Mittle die letzten  $n$  **Tage**
  - Einfach und effizient
  - Wochenden und Feiertage sind problematisch



Typische Lastkurve und Last(3) PSLP

# Personalisierte Standard Last Profile (PSLP)

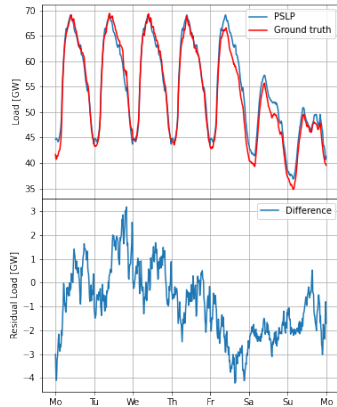
- Last( $n$ )-Vorhersage
  - Mittle die letzten  $n$  **Tage**
  - Einfach und effizient
  - Wochenden und Feiertage sind problematisch
- Last( $n$ )category-Vorhersage
  - Mittle die letzten  $n$  **Wochentage, Samstag oder Sonn/Feiertage**
  - Etwas mehr Aufwand, aber solides Ergebnis
  - Last(3)categories ist unsere Basismethode



Typische Lastkurve und Last(3)categories PSLP



# Höhere Präzision mit Residuen



- Sage Differenz zu PSLP voraus
- KI gut um verbleibende Muster zu finden
- Kompatibel mit beliebigen Architekturen
  - Hauptsächlich Transformer

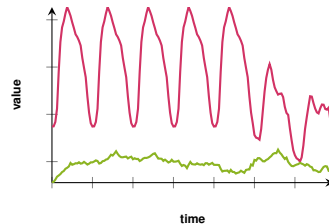
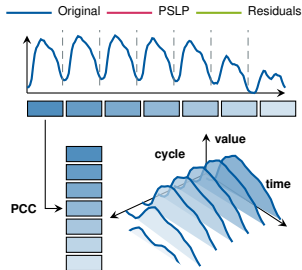
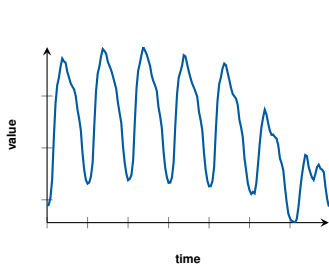
# Was haben wir, was brauchen wir

- Wöchentliche Vorhersagen
- Multivariate Vorhersagemodelle
- Rechenkomplexität  $\mathcal{O}(n^2)$
- Sind beliebige Startstunden nötig?
- Univariate Vorhersagen
- Kürzere Sequenzen wären dramatisch effizienter

# Was haben wir, was brauchen wir

- Wöchentliche Vorhersagen
- Multivariate Vorhersagemodelle
- Rechenkomplexität  $\mathcal{O}(n^2)$
- Sind beliebige Startstunden nötig?
- Univariate Vorhersagen
- Kürzere Sequenzen wären dramatisch effizienter

⇒ Statt einer Woche mit 168h nutze sieben Tagesvektoren mit 24h



## Ursprungsdaten

- Zusätzliche Metadaten

## Primärzykluskompression

- stelle Serie als Tagesvektoren dar

## Zerlegung der Ursprungsdaten

- Historisches Profil (PSLP)
- Residuen

		MSE [10 <sup>6</sup> ]	MAPE	Time [s]		Energy [W h]	
ENTSO-E DE	Transformer + ReCycle	8.53±0.31 <b>5.80±0.58</b>	3.59±0.14 <b>3.19±0.17</b>	161.09 <b>56.96</b>	×2.8	111.0 <b>12.3</b>	×9.0
	FEDformer + ReCycle	11.5±0.14 6.36±0.22	4.03±0.03 3.25±0.05	1242.81 123.61	×10.1	723.0 30.4	×23.8
	PatchTST + ReCycle	14.5±0.13 7.97±0.10	4.54±0.02 3.49±0.02	315.62 85.71	×3.7	164.0 16.2	×10.1

Publikation bei IEEE CAI 2023, Sourcecode wird auf Github verfügbar sein  
<https://github.com/Helmholtz-AI-Energy/ReCycle>

# Zusammenfassung

- Wachsende KI-Modelle können zum Problem für Anwendbarkeit werden
- Testen Sie, ob KI tatsächlich nötig ist
- Spezifische Aufgaben sparen Zeit und Energie