



## Praktische Zeitreihenklassifikation mit Sktime

Prof. Dr. Alexander Schiendorfer

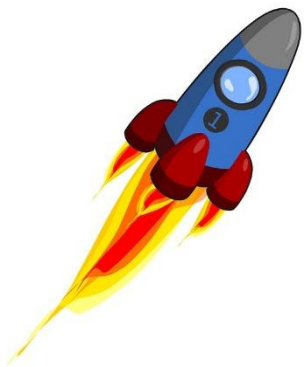


Almotion Bavaria

A I N I N



# Agenda



- Wrap-up und Fragen
- Tipps für die Praxis

15  
min

- Grundbegriffe Zeitreihen
- Machine Learning

15  
min

- Faltungsbasierte Ansätze
  - Rocket
  - CNNs

15  
min

- Nützliche Tools in Sktime
- Transformationen & Pipelines

15  
min

# „Mitmach“-Links

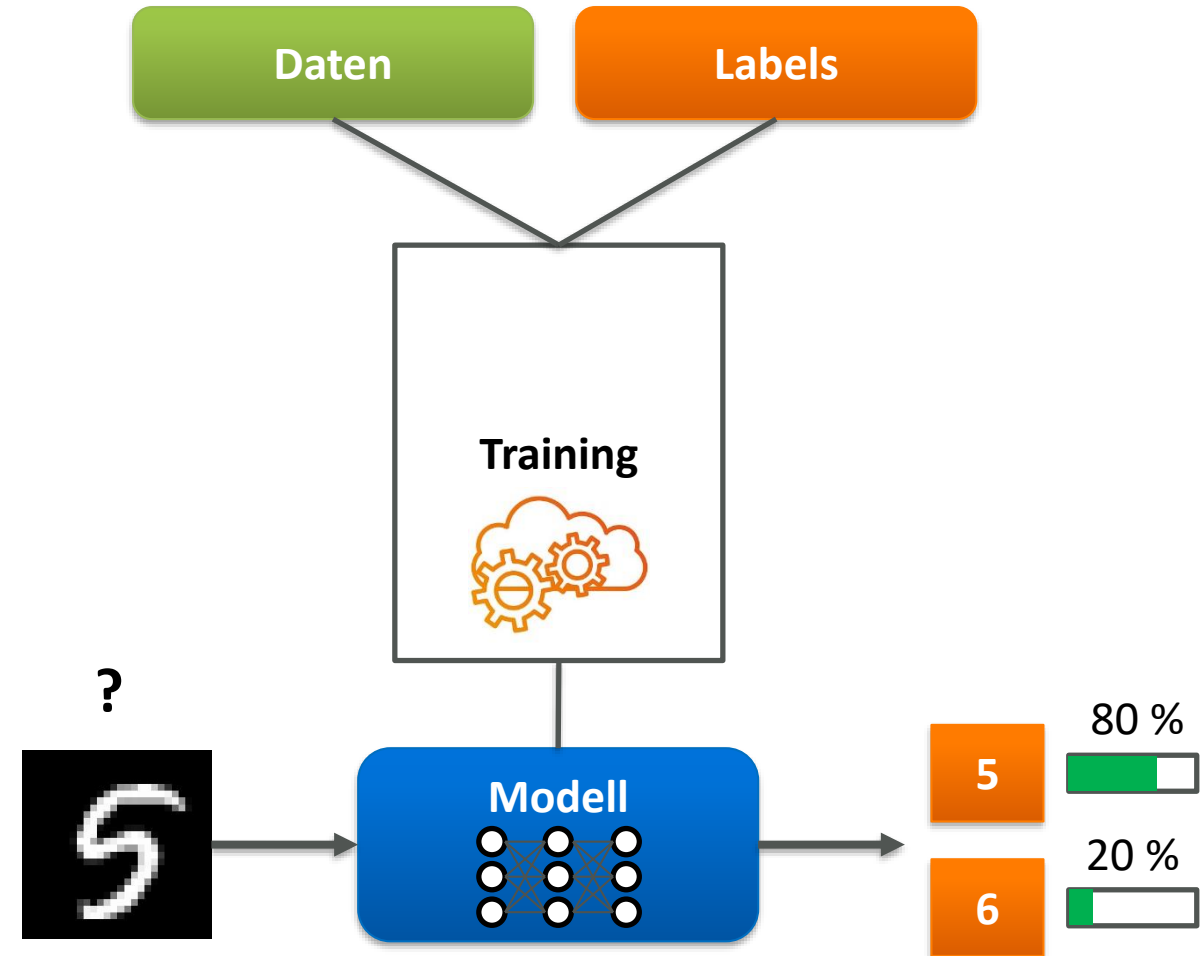
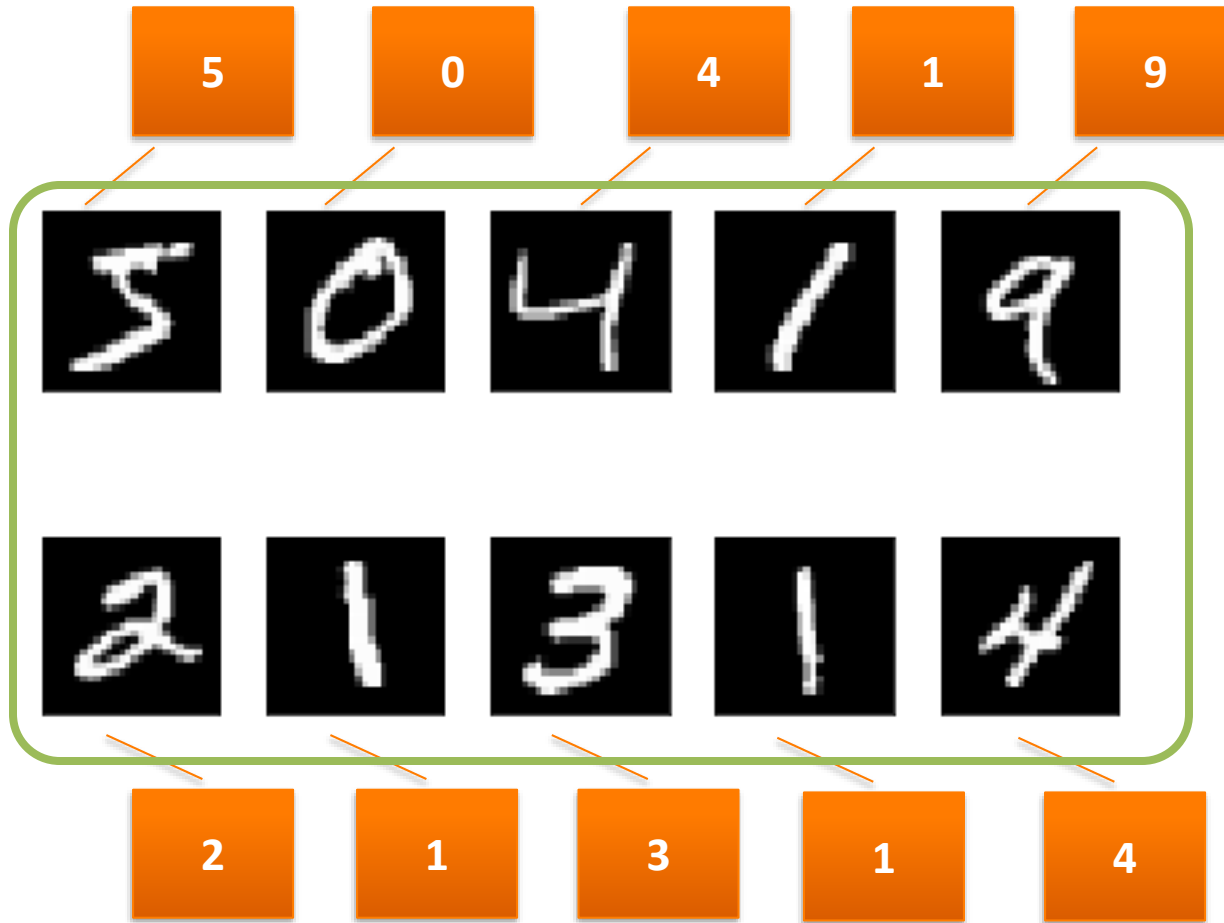


- Diese Folien
  - [https://github.com/Almotion-Bavaria/sktime-notebooks/raw/main/Praktische Zeitreihen Klassifikation.pdf](https://github.com/Almotion-Bavaria/sktime-notebooks/raw/main/Praktische%20Zeitreihen%20Klassifikation.pdf)
- Git-Repository mit allen Notebooks
  - <https://github.com/Almotion-Bavaria/sktime-notebooks>
  - Colab-Links auf allen Folien



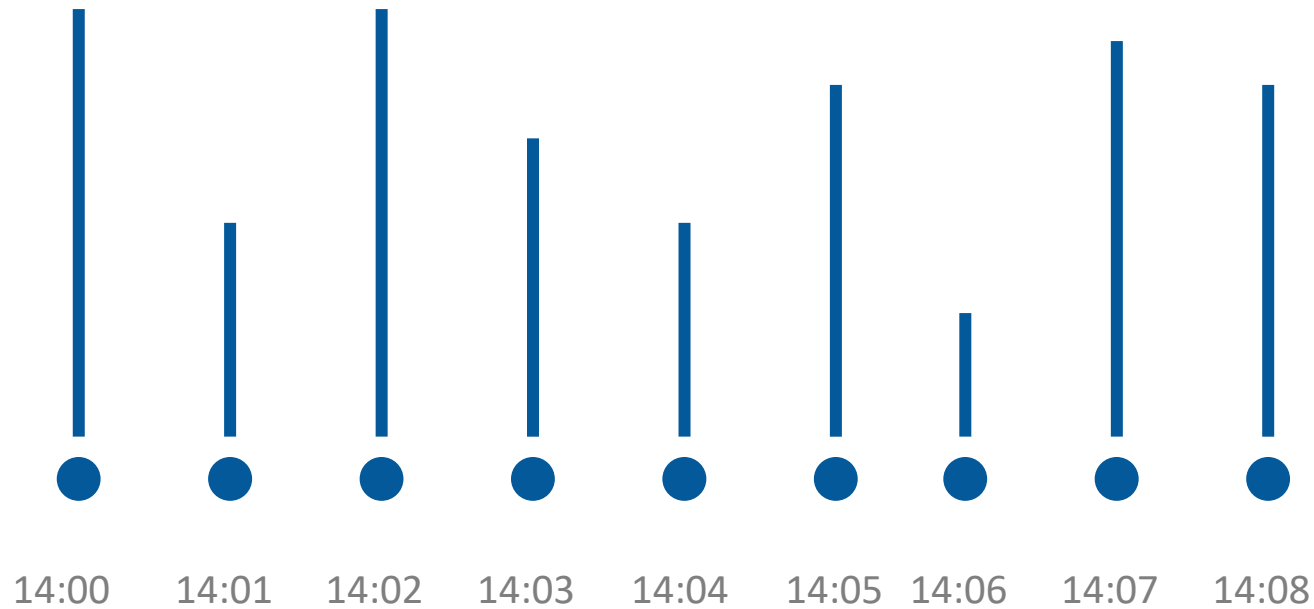
# Grundbegriffe Zeitreihen und ML

# Überwachtes Machine-Learning





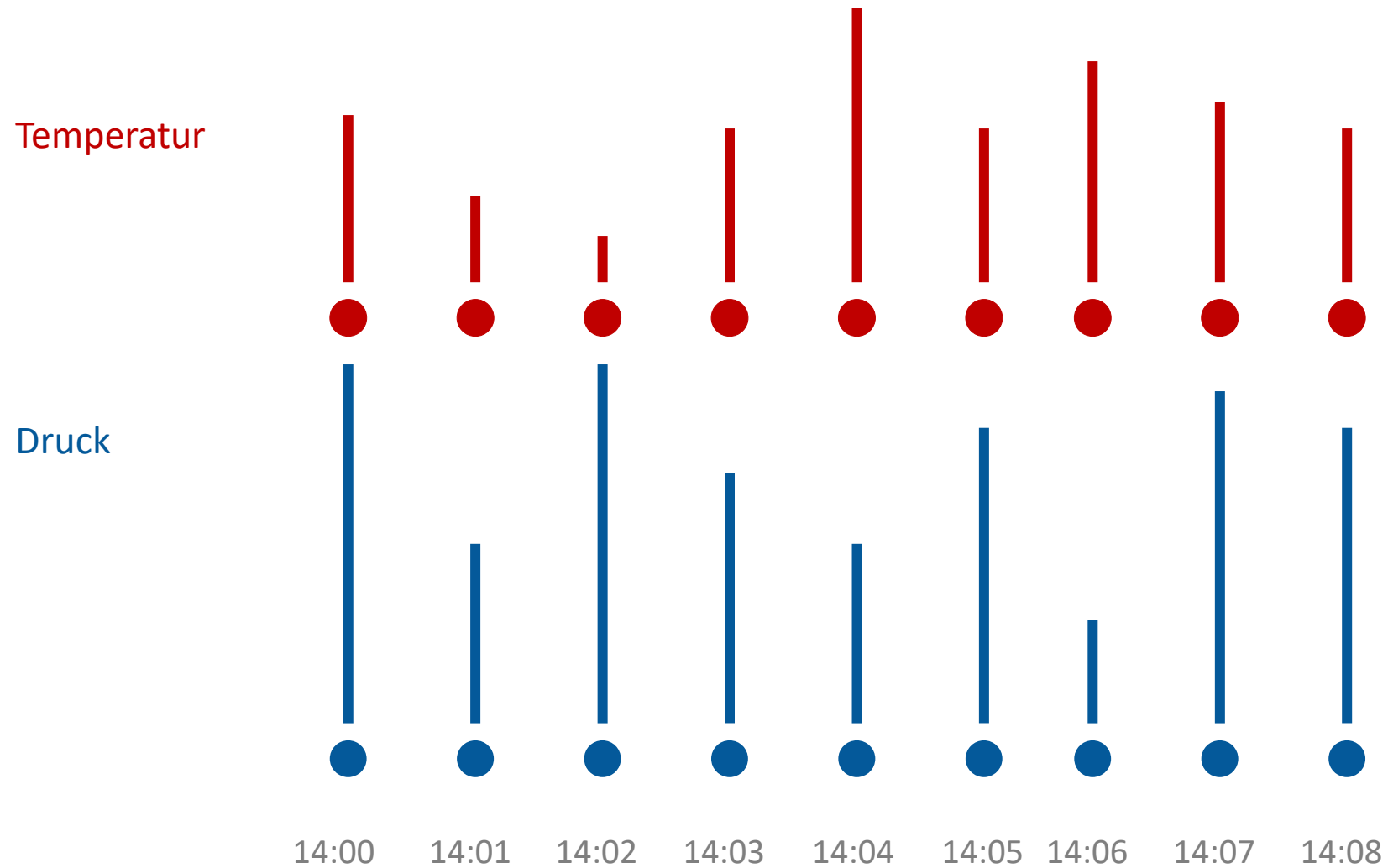
- Fixe Eingabegrößen
  - „tabellarisches Format“ bzw. Bildabmessungen
- Zielwerte als Ausgaben
  - Regression -> numerisch
  - Klassifikation -> kategoriell



## Beispiele

- Messgrößen eines Fertigungsprozesses (Temperatur, Druck, Einsinktiefen, Zerspanungskräfte ...)
- Absatzzahlen
- Stromverbräuche / Einspeisung PV
- Finanzdaten (Aktienkurse)
- Klima / Meteorologie
- ...

# Multivariate Zeitreihen



Korreliert,  
unterschiedliche  
Messgrößen, gleiche  
Prozessinstanz

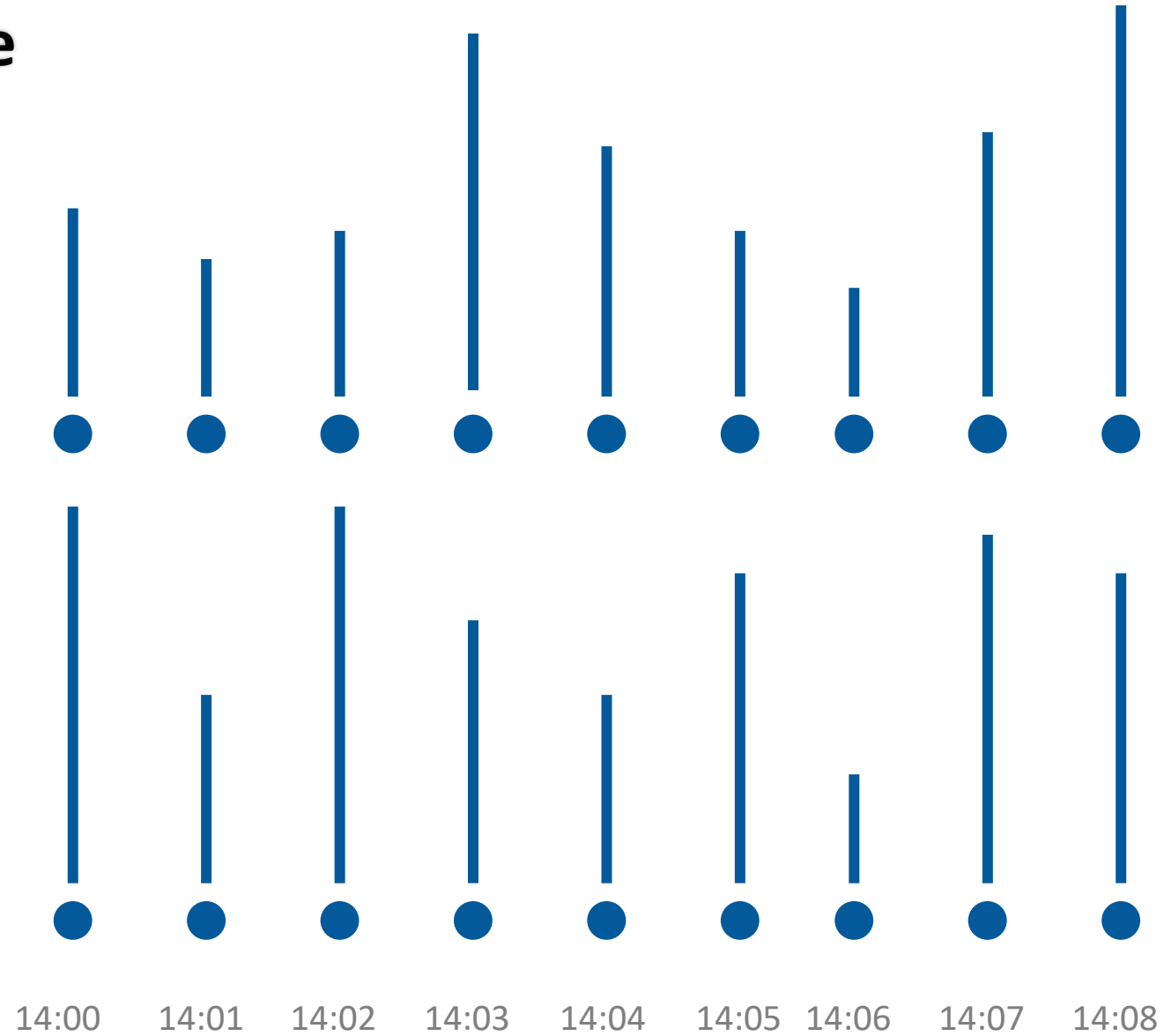


# Panel-Datensätze



25.06.

24.06.



Unabhängige  
Instanzen des  
gleichen Prozess

# Multivariate Panel-Datensätze



25.06.

Temperatur

24.06.

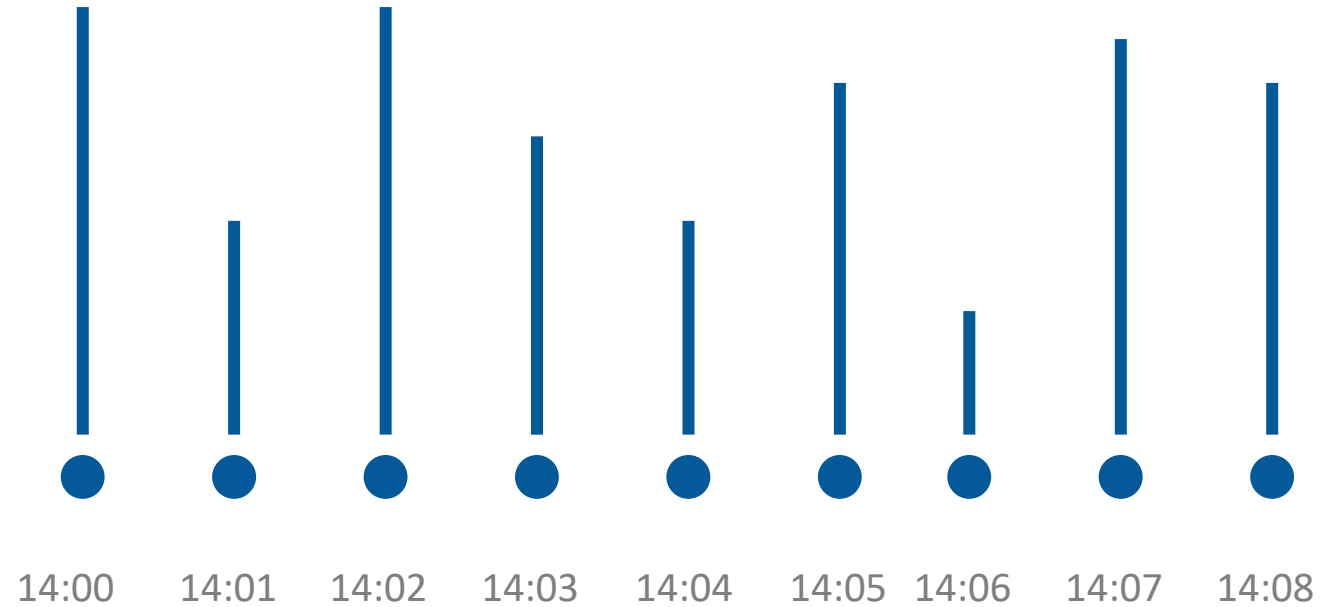
Druck

14:00 14:01 14:02 14:03 14:04 14:05 14:06 14:07 14:08

# Typische Herausforderungen: Fehlende Messwerte

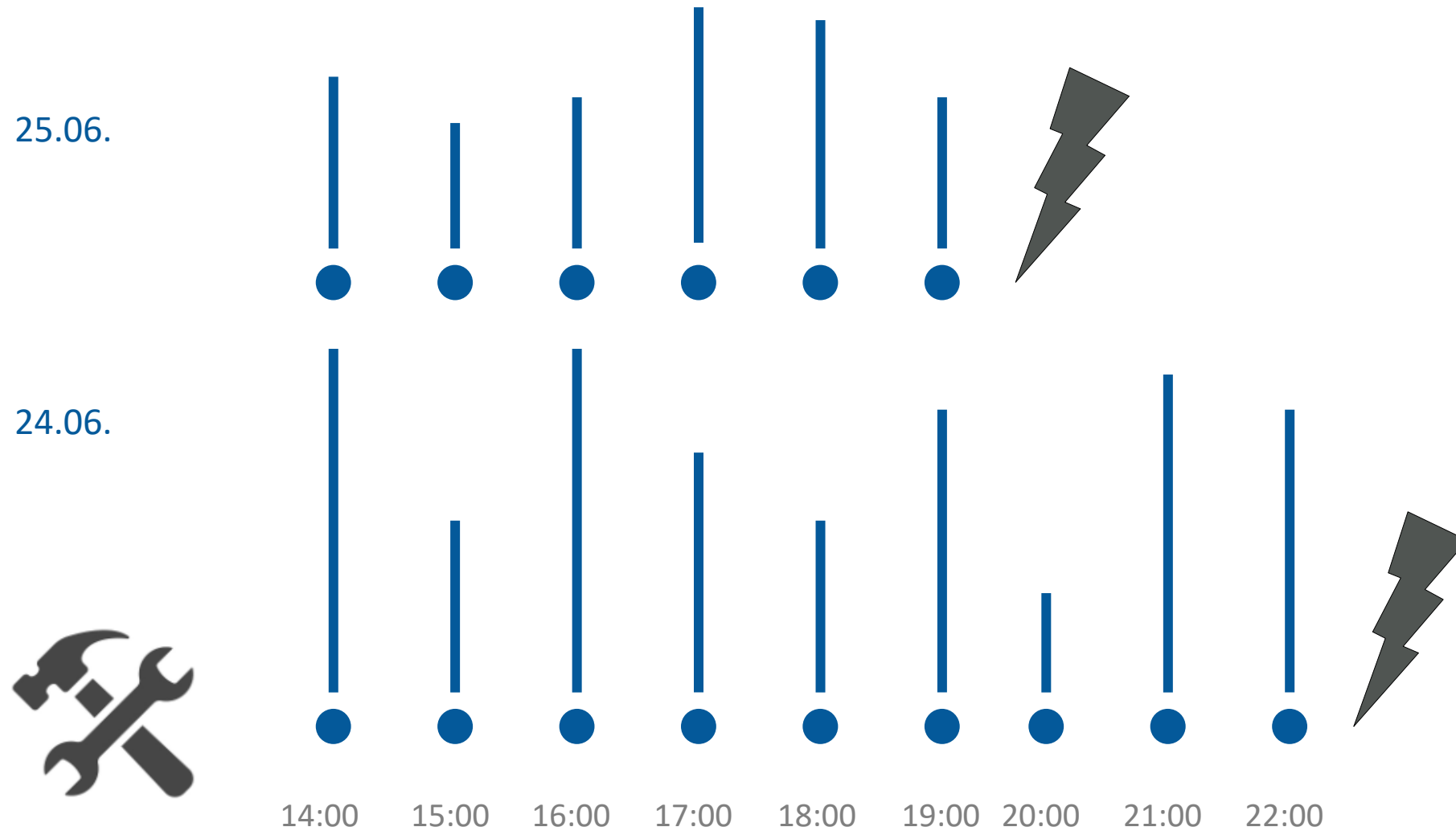


Aufzeichnung nur  
bei Ereignissen



Unterschiedliche  
Sensoraufösungen

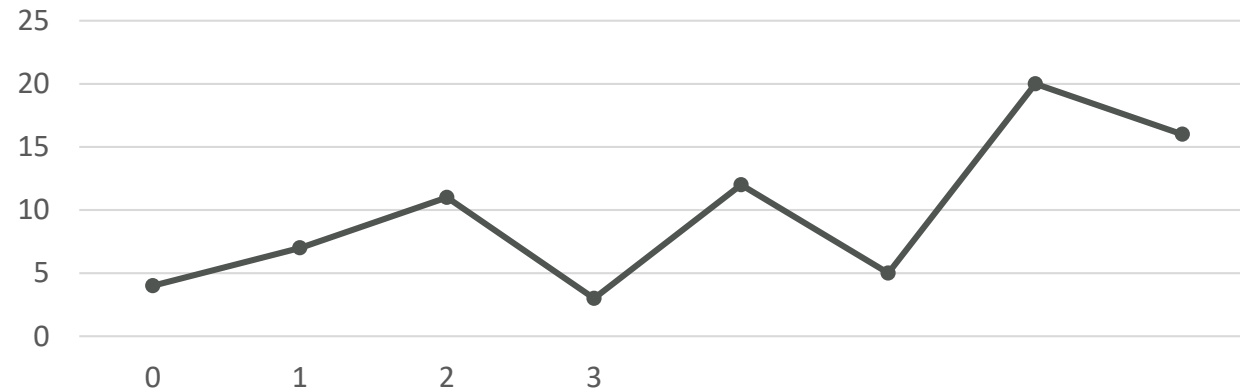
# Typische Herausforderungen: Unterschiedliche Längen



# Beispiel: Zeitreihen in Sktime laden

```
# sktime uses data in dimensions (m, d, t) where
# m ... is the number of distinct instances in the panel
# d ... is the number of features/variables that are measured
# t ... is the number of time steps

test_series = np.array([4, 7, 11, 3, 12, 5, 20, 16])
test_series = np.reshape(test_series, (1, 1, len(test_series)))
X = from_3d_numpy_to_nested(test_series)
```



Open in Colab

[https://www.sktime.org/en/latest/examples/loading\\_data.html](https://www.sktime.org/en/latest/examples/loading_data.html)

# Lernaufgaben auf Zeitreihen

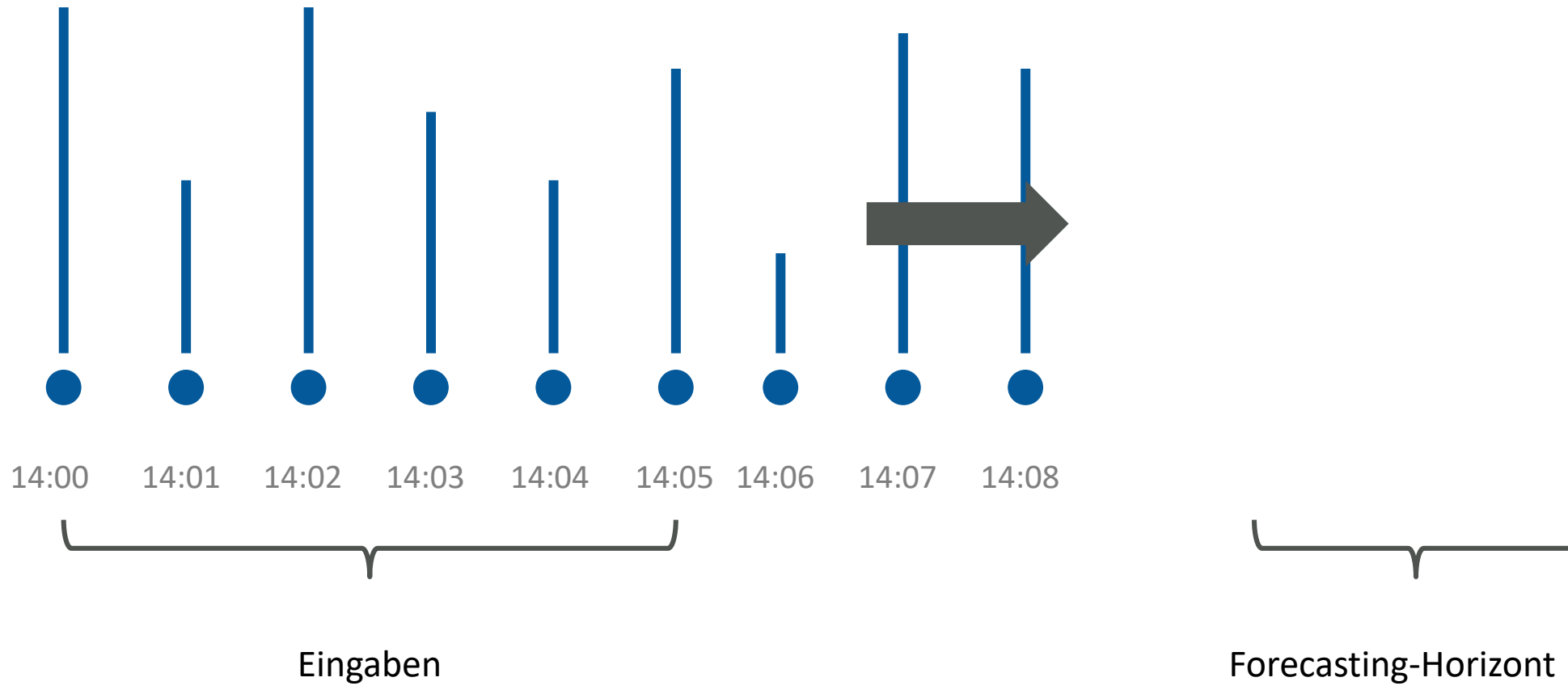
# Forecasting



Absatzprognose

Stromverbrauch

Temperaturentwicklung





# Klassifikation

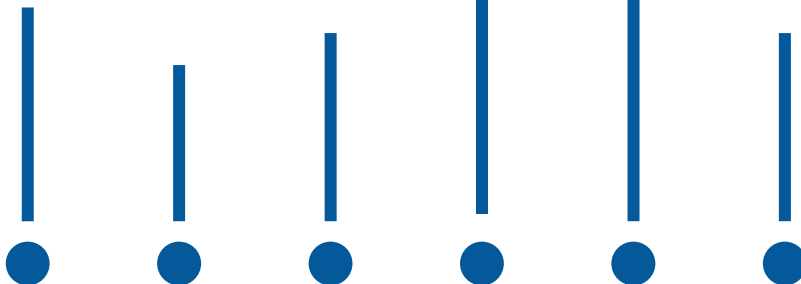


Fehlerklassifikation

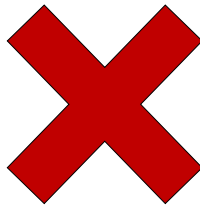
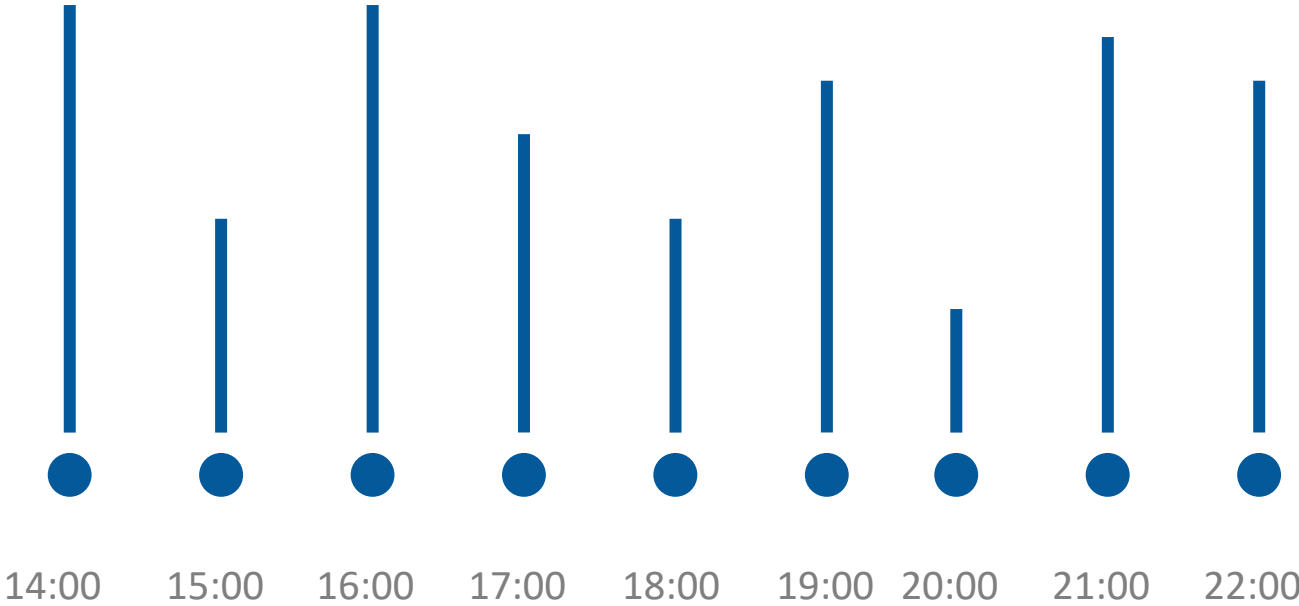
Wartung ja/nein

Aktivitätserkennung

25.06.



24.06.



# Regression



25.06.

Lebensdauer

Qualitätseinstufung

Kosten

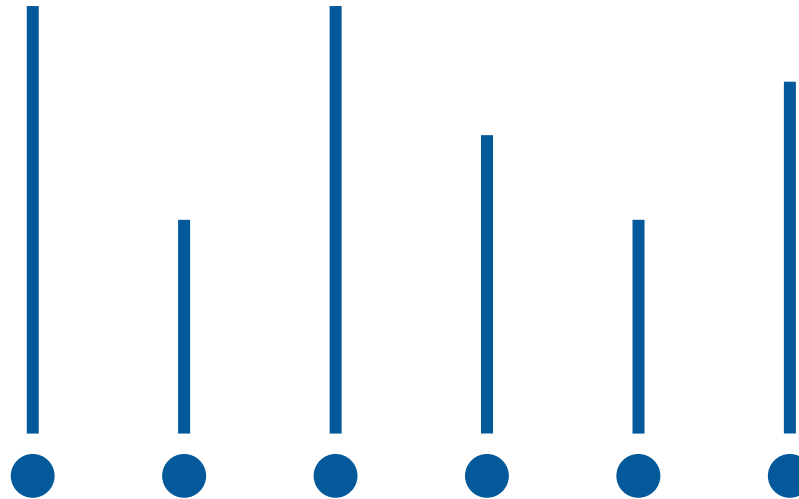


Noch

**150**

Schweißdurchgänge

24.06.



Noch

**250**

Schweißdurchgänge



14:00

15:00

16:00

17:00

18:00

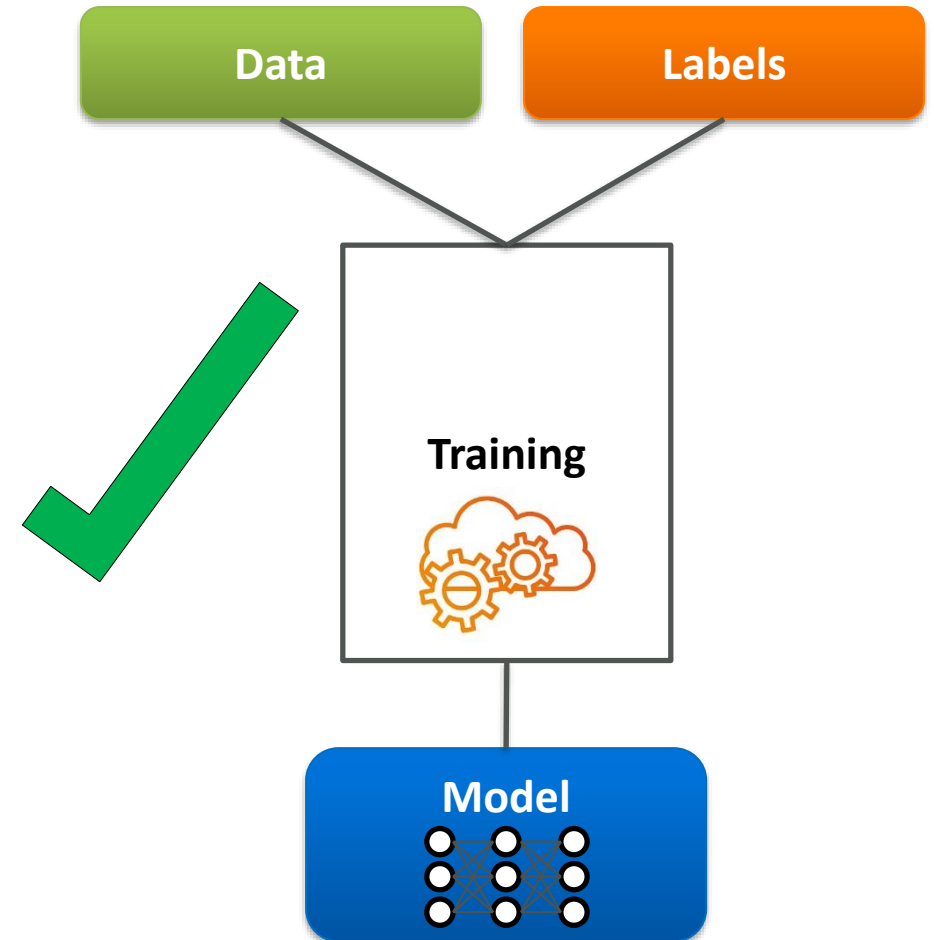
19:00



# Transformation von Zeitreihen: Naive Kodierung

$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$
4	7	11	3	12	5	20	16	8
14:00	14:01	14:02	14:03	14:04	14:05	14:06	14:07	14:08

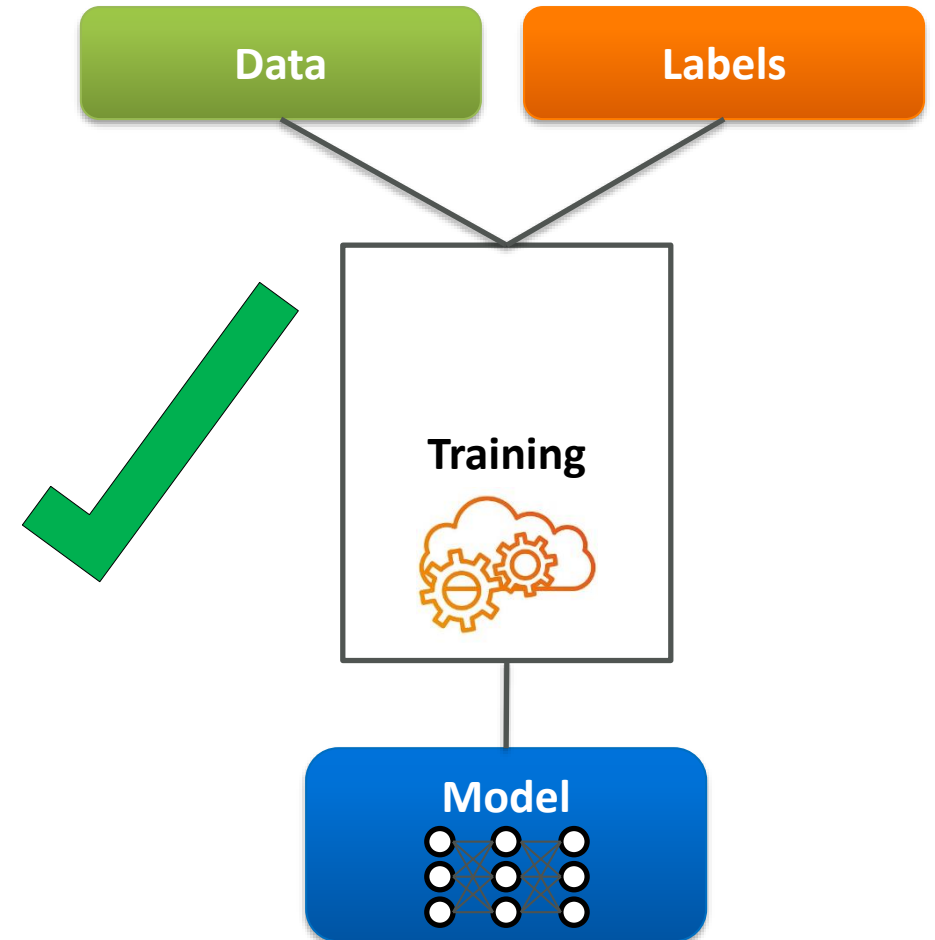
- Kann funktionieren.
- Erfordert gleiche Zeitreihenlänge
- Nutzt Reihenfolge nur bedingt



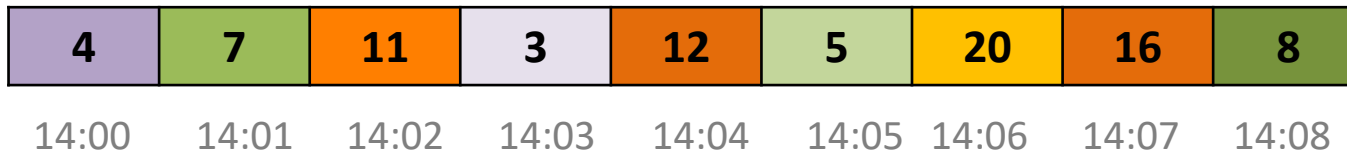
# Transformation von Zeitreihen: Lagged Features



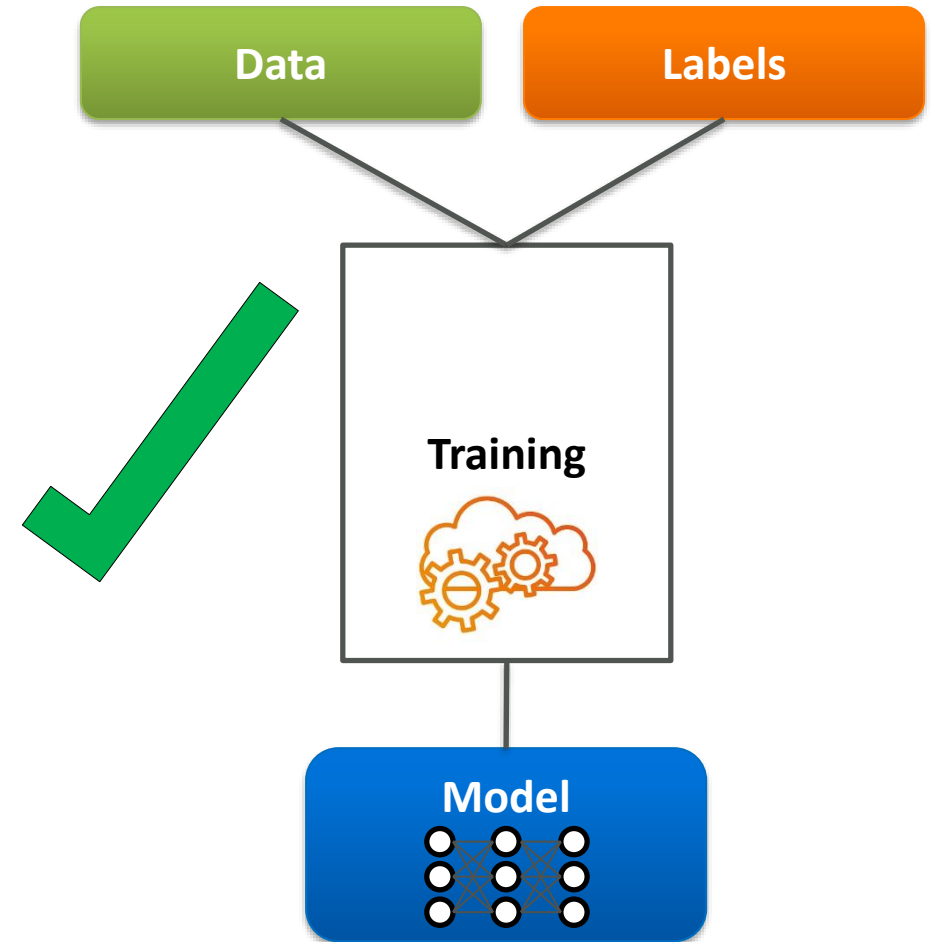
4	7	11	3	12
7	11	3	12	5
11	3	12	5	20
3	12	5	20	16
12	5	20	16	8



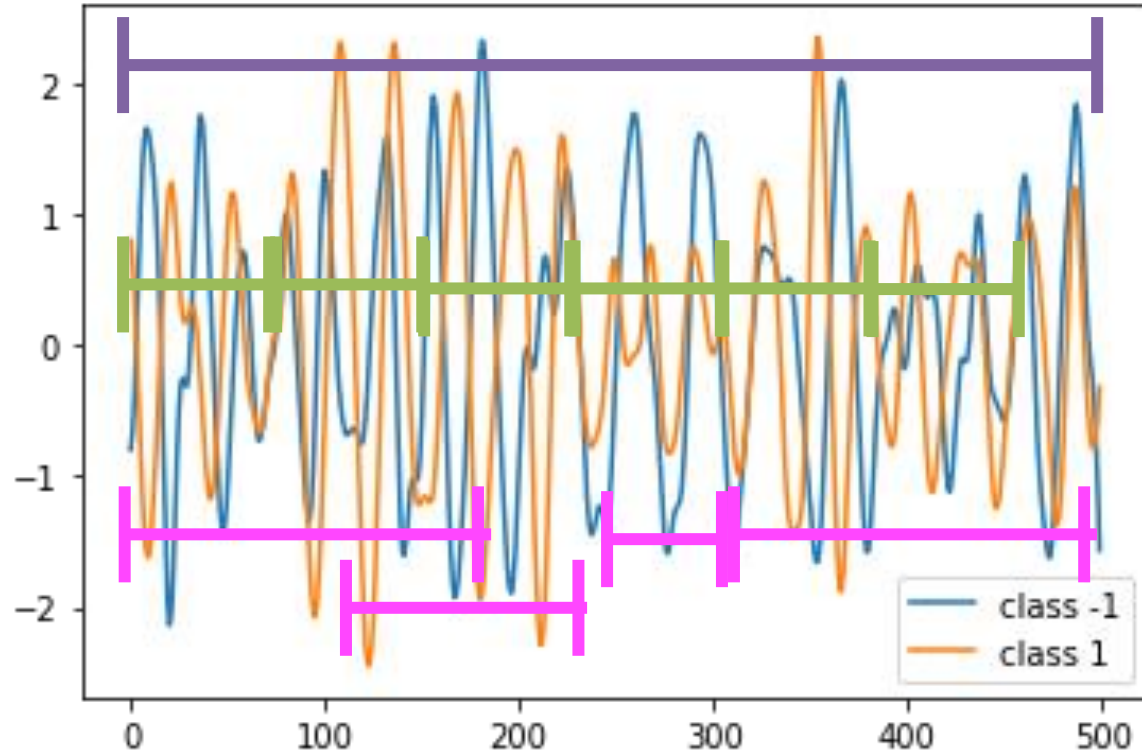
# Transformation von Zeitreihen: Feature-Extraktion



Länge	Min	Max	Median
9	4	20	8



# Wie können wir Zeitreihen und ML zusammen bringen?



FordA Datensatz von UCR

- Motorenlärm aufgezeichnet durch Sensor
- Klasse 1 *OK*, Klasse -1 *nicht OK*

## ■ Globale Features

- Min, Max
- Durchschnitt, Median
- Transformationen (z.B. Fourier)

## ■ Fenster

- gleiche aggregierte Features

## ■ Unregelmäßige Intervalle

# Sktime-Demo





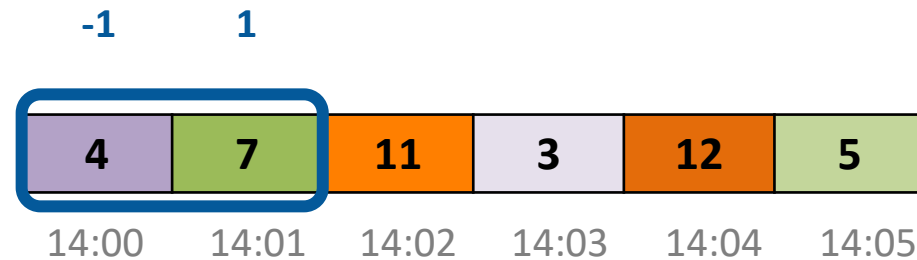
# Faltungsmodelle

# Diskrete Faltungen (Convolutions) als Merkmalsextraktoren

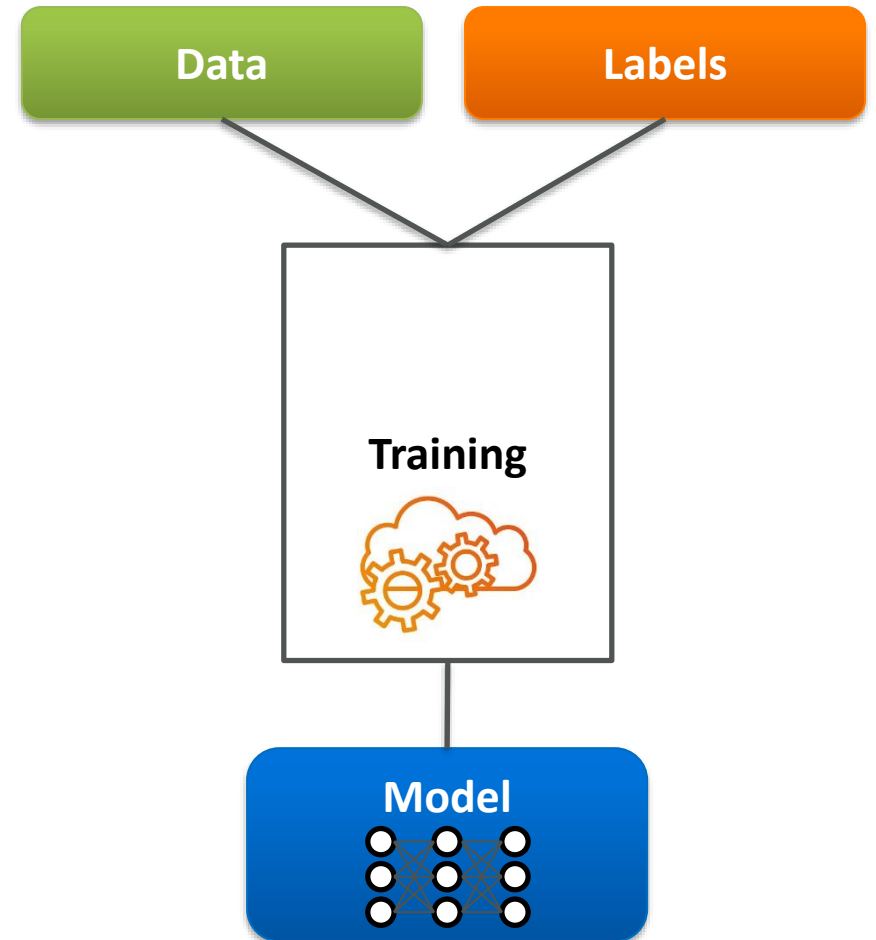


Filterkern

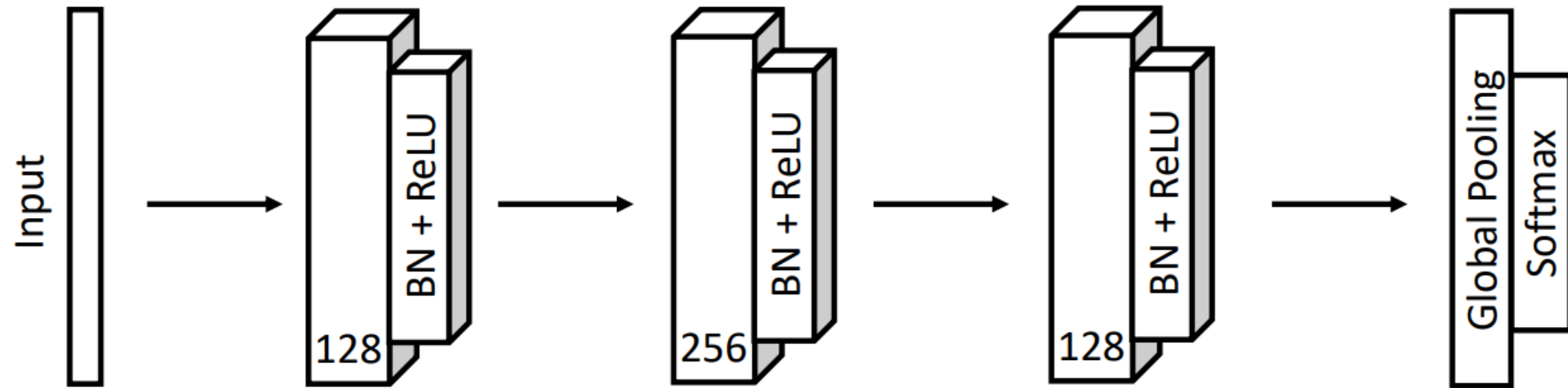
-1	1
----	---




3	4	-8	9	-7
---	---	----	---	----



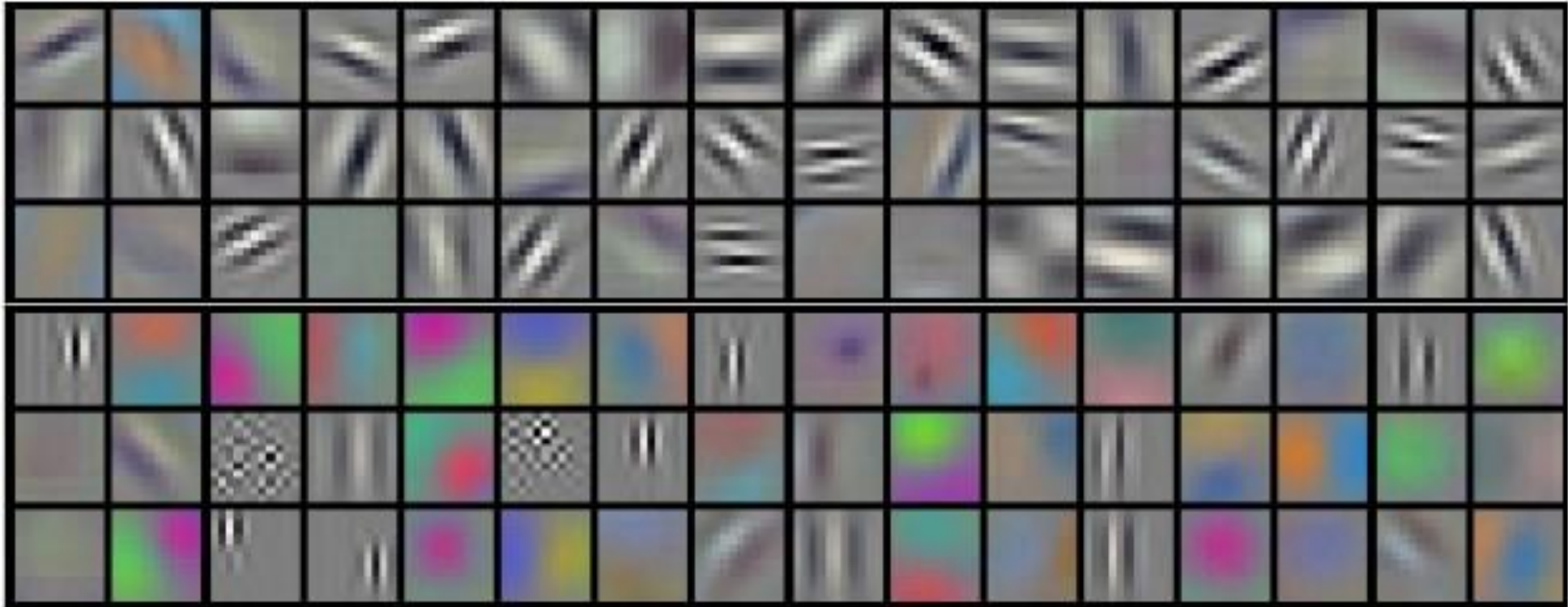
# Typischer Einsatz in neuronalen Netzen



Time series classification from scratch with deep neural networks: A strong baseline; Wang, Zhiguang and Yan, Weizhong and Oates, Tim; 2017 IJCNN

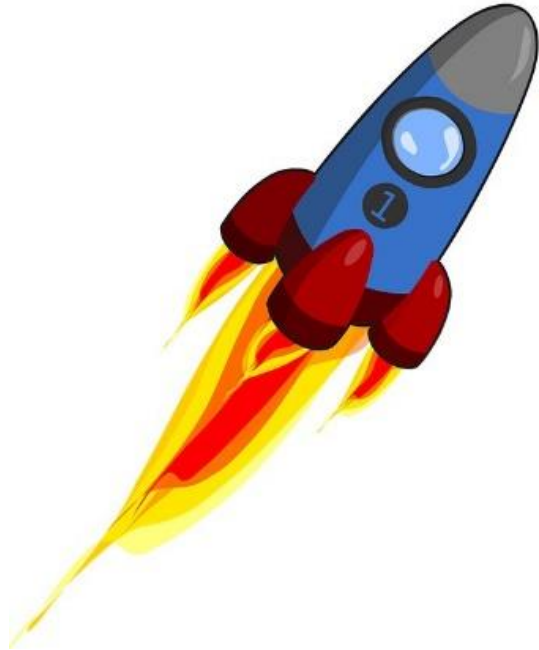
 Open in Colab

# Beispiel für trainierte Faltungskerne



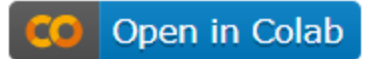
[Krizhevsky et al., 2012]

# Rocket-Algorithmus (RandOm Convolutional KErnel Transform)



- 108 Datensätze in UCR:
  - Rocket 2 Stunden
  - Mini-Rocket 8 Minuten
  - Stand der Technik 14 Stunden

## Grundidee



1. Verwende zufällig gewählte Faltungskerne (Gewichte, Shift, usw)
2. Extrahiere Merkmale durch Faltung
3. Verwende genau 2 Pooling-Operationen über resultierende Reihe (pro Faltungskern)
  - Max-Wert
  - Proportion positiver Werte
4. Trainiere herkömmlichen Klassifizierer

*ROCKET: Exceptionally fast and accurate time series classification using random convolutional kernels*

*Angus Dempster, François Petitjean, Geoffrey I. Webb*

# Tipps & Tricks

- Wichtige Ereignisse per Zeitstempel genau speichern
  - Defekt, planmäßige Wartung, etc.
  - Möglichst ergonomisch für Mitarbeitende (Smartwatch o.ä.)
- Einordnung des richtigen Zeitreihenproblems ist wichtig
  - Forecasting am weitestend verbreitet, aber
  - Prädiktive Wartung aber eher Regression / Klassifikation
- Fangen Sie früh mit der Datenaufzeichnung an
  - Vorlauf mehrere Monate vor KI / Data Science Projekt

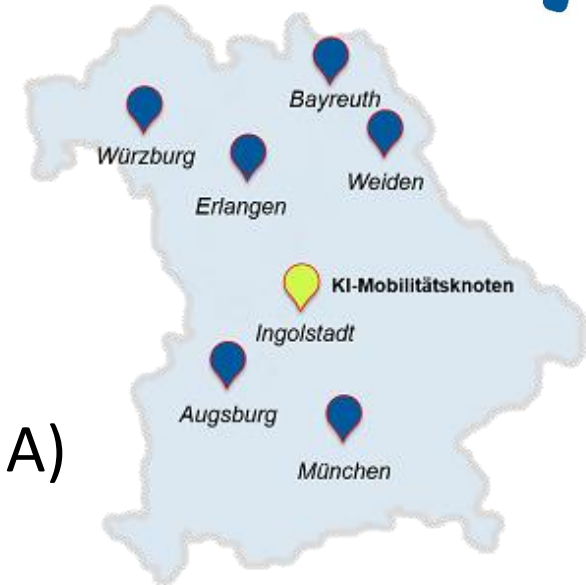


# Key facts „Almotion Bavaria“ [aimotion.de](https://aimotion.de)

Bayerischer KI-Mobilitätsknoten an der TH



Bayerische Staatsregierung



- 20 neue Forschungsprofessuren (halbes Lehrdeputat + 1 wiss. MA)
  - 10 aus der Hightech-Agenda Bayern <https://aimotion.de>
  - 10 aus Stiftungsmitteln (u.a. Audi, Stadt Ingolstadt, Klinikum, etc.) <https://ainin.de/>
  - *Schwerpunkte*: Autonome Mobilität (Fahren, Fliegen), **KI-gestützte Produktion**
  - *Zielsetzung*: Aufbau von bis zu 120 Wissenschaftler:innen durch Drittmittelforschung
- Geplant: Einzug in den Digitalbau (Kavalier Dalwigk)
  - 4.000 m<sup>2</sup> Fläche, Seminarräume, KI-Labore
  - Ausbau Informatik, KI im Mobilitätsknoten

