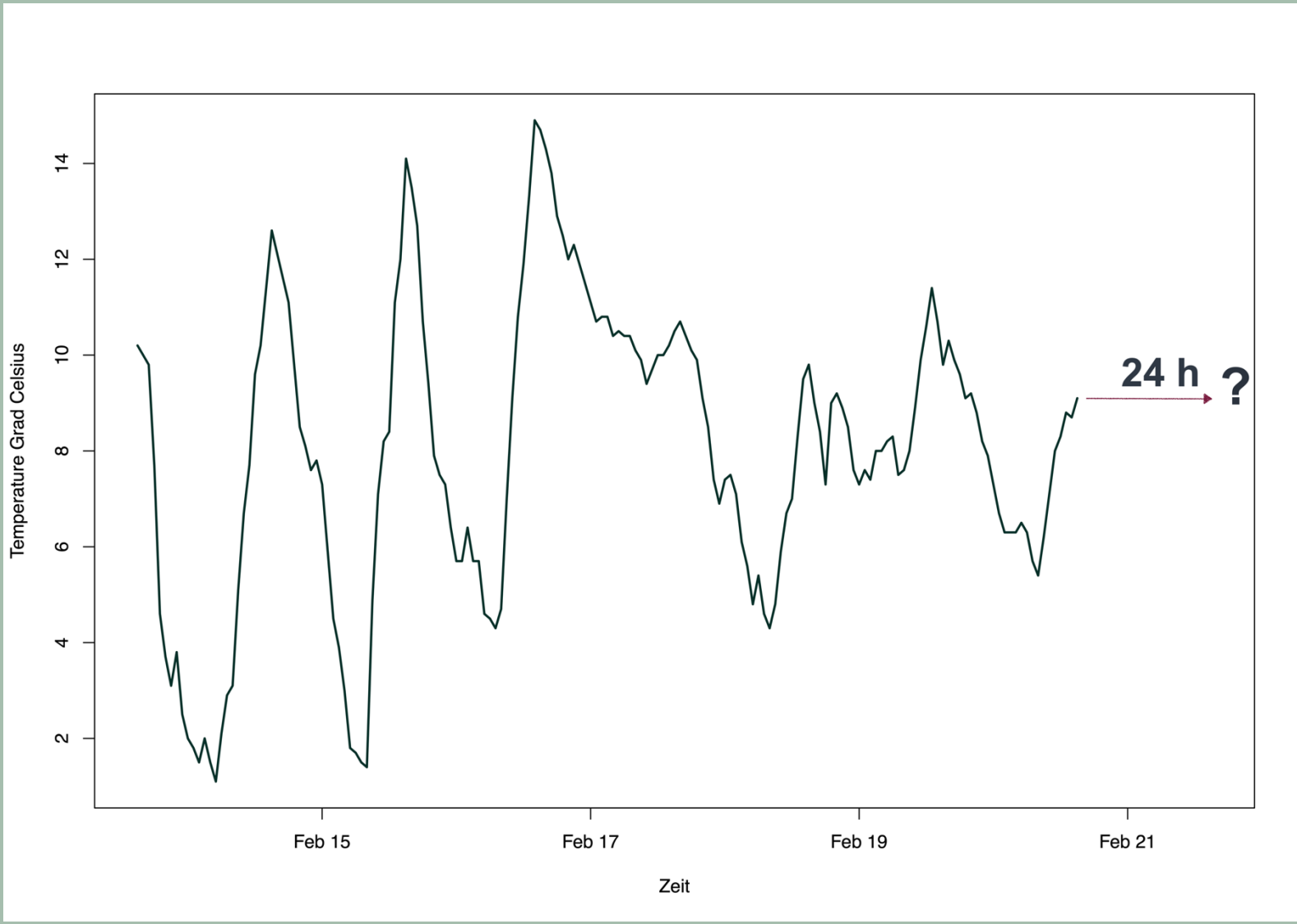


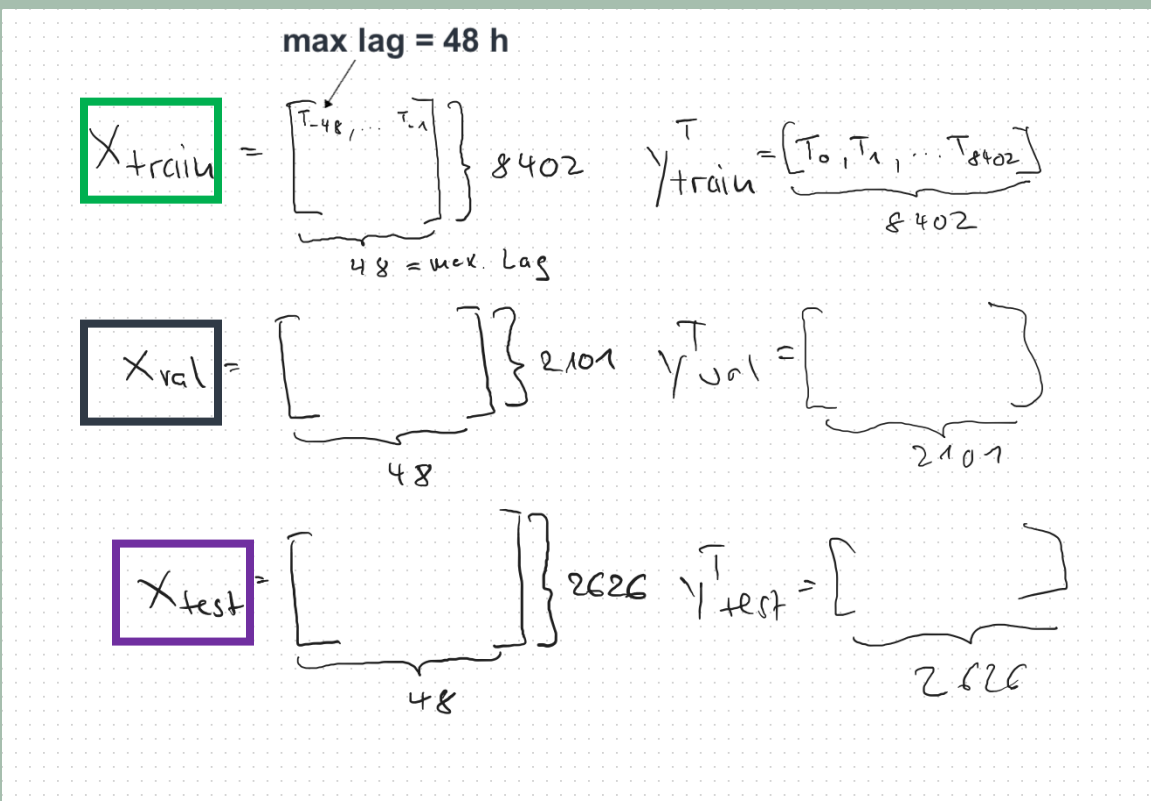
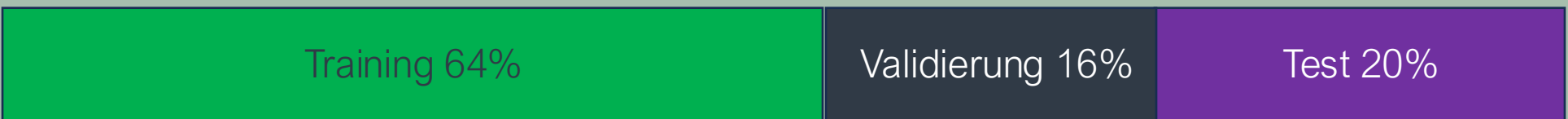
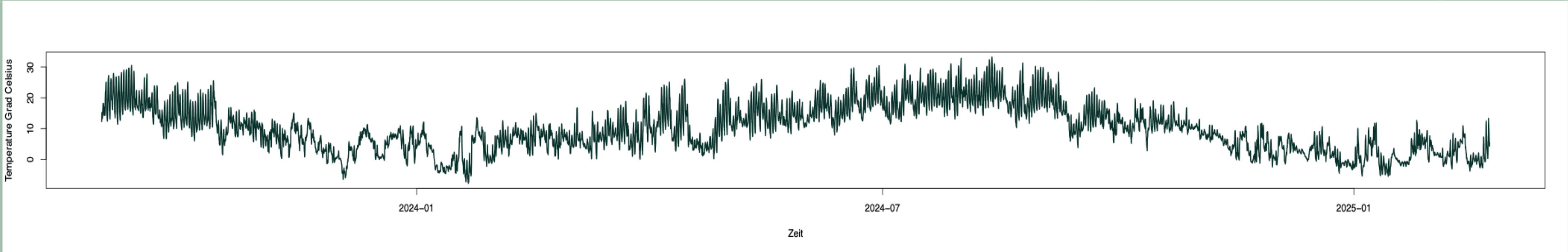
Probabilistic Deep Learning für univariate Zeitreihen

Christoph Hofer

Ziel: Präzise Punktschätzung 24 h im Voraus für μ_h (Erwartungswert) und σ_h (Standardabweichung) der Lufttemperaturverteilung (T_h) in Konstanz in 24 Stunden.
Annahme: $T_h|h \sim \mathcal{N}(\mu_h, \sigma_h^2)$
Loss: Negative log likelihood
Gütekriterium: RMSE



Daten: Stündliche Temperaturmessungen zwischen 1 Uhr am 31.8.23 und 24 Uhr am 23.02.25 (13009 Messungen)

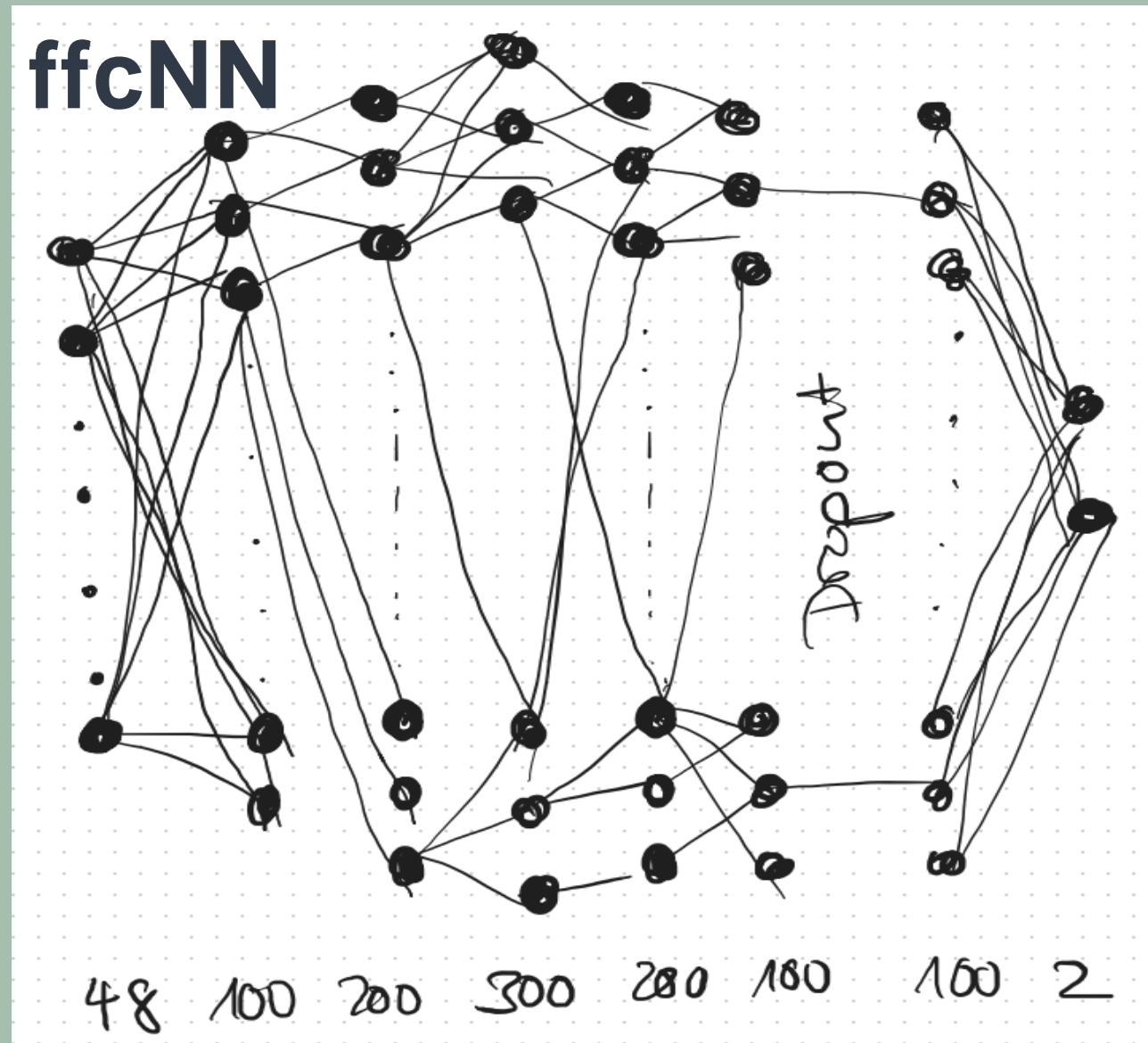


Verwendete Architekturen:

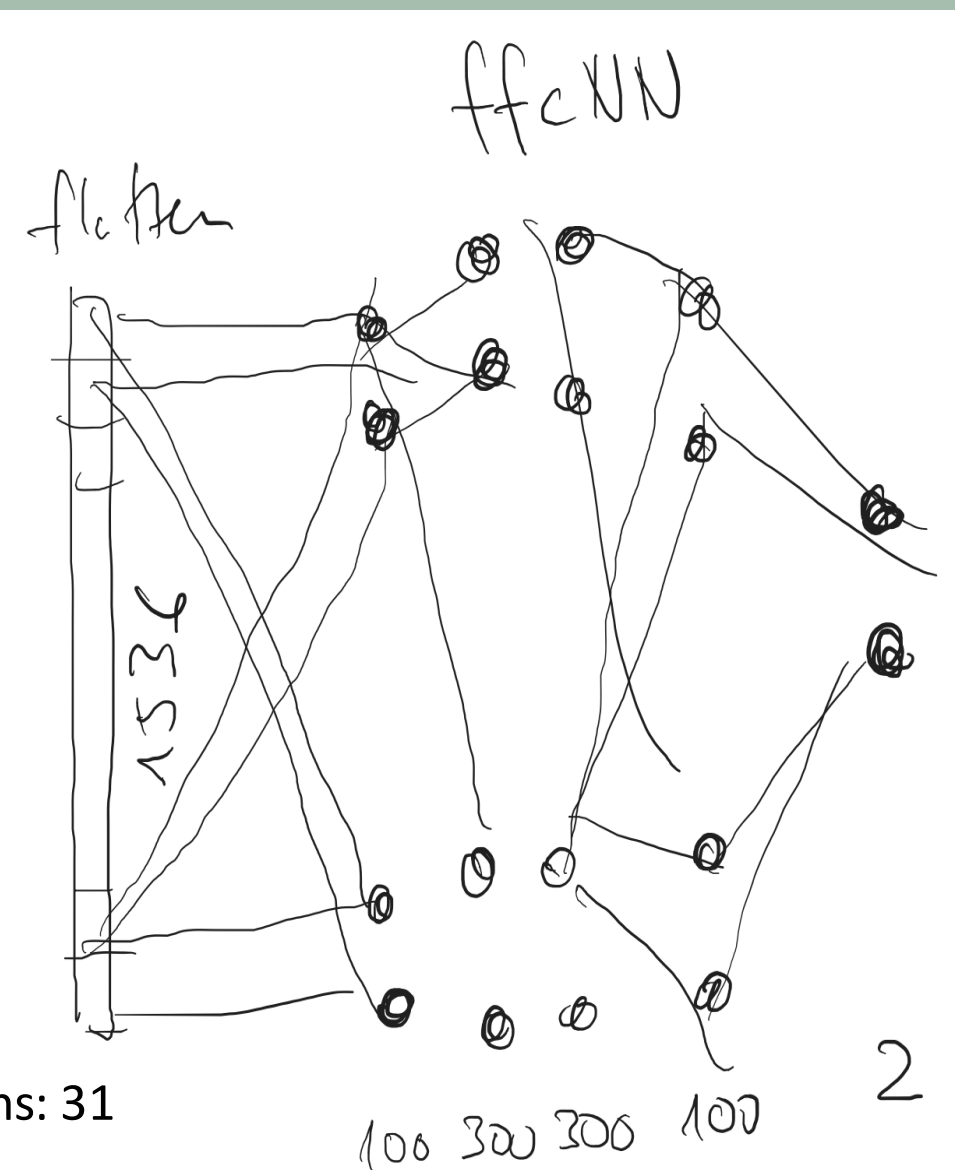
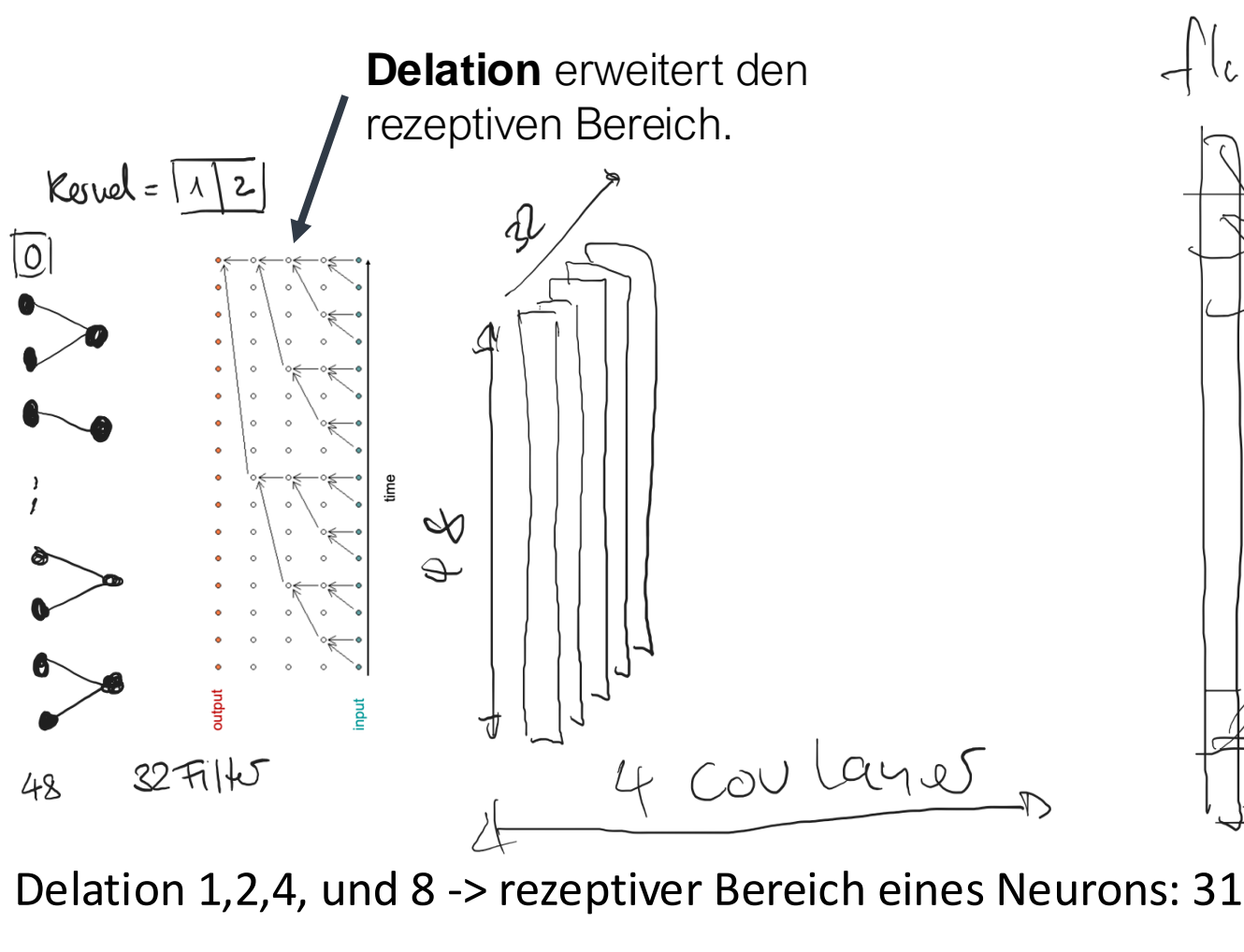
- ffcNN
- 1D convolution NN mit delation
- tabPFN (Transformer NN)

Benchmark:

- Naive Prognose $\hat{T}_t = T_{t-24}$
- Randomforest (500 Bäume)
- Mittelwert $\hat{T}_t = \frac{1}{48} \sum_{z=t-48}^{t-1} T_z$



1D Convolution



Learning rate = 10^{-4}
Wahl der Anzahl Epochen mit EarlyStopping()

Resultate für Testdaten:

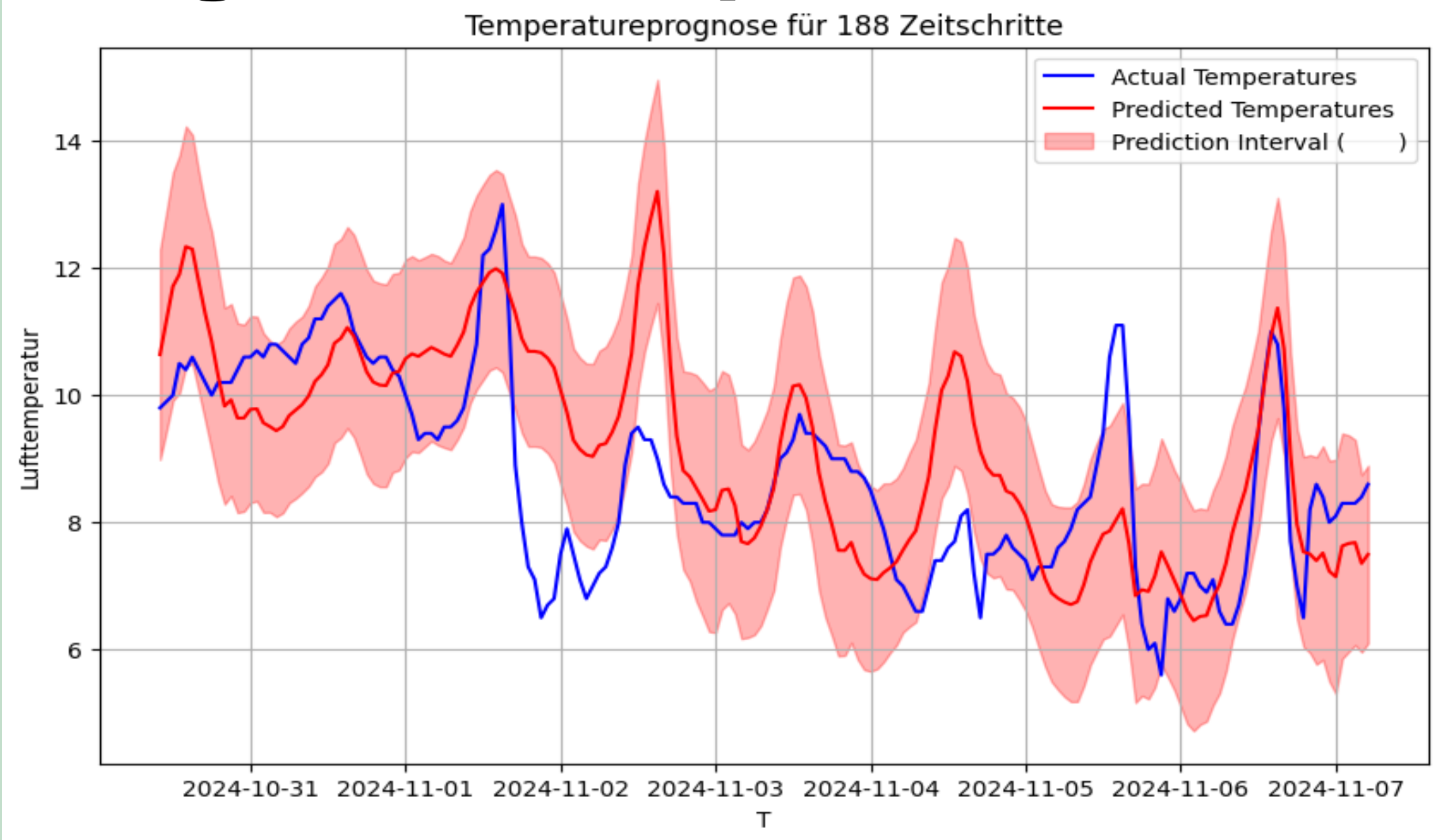
Methode / Gütekriterim	RMSE (°C)	Coverage Probability
Naive	3.0	-
RF	3.1	-
Mittelwert Lag(-1) - Lag(-48)	3.2	nicht gerechnet
ffcNN	2.9	0.43 ($\hat{\mu} \pm 2 \cdot \hat{\sigma}$)
1D Convolution	3.1	0.49 ($\hat{\mu} \pm 2 \cdot \hat{\sigma}$)
tabPFN	3.3	0.27 ($q_{0.9} - q_{0.1}$)

Fazit (nicht abschliessend):

- predictive power von Lufttemperaturen mit Lag < -1 sehr gering
- DP Methoden für die Lufttemperatur (univariat) nur gering im Vorteil
- RMSE der DP Prognosen stimmen mit Werten aus der Literatur¹ überein
- Optimierungsbedarf für die Auswahl von Training-, Validierung- und Testset
- Coverage Probability unbrauchbar (wird σ unterschätzt aufgrund der Autokorrelation?)

Next Steps: ffcNN und 1D Convolution besser verstehen, Modellerweiterung mit Zeitreihen die Prognosekraft für T besitzen, evlt. Meteokarten (multimodale Modelle)

Prognosebeispiel 1DConv:



1) Kreuzer et al. (2020). Short-term temperature forecasts using a convolutional neural network - An application to different weather stations in Germany. [Machine Learning with Applications](https://doi.org/10.1016/j.mlwa.2020.100007) (2), pp. 1-11, <https://doi.org/10.1016/j.mlwa.2020.100007>