

VORHERSAGE DER OZONKONZENTRATION MITHILFE VON NEURONALEN NETZEN

Einführung und Überblick

Ozon (O_3) zählt zu den bedeutendsten bodennahen Luftschadstoffen, da hohe Konzentrationen ein ernstzunehmendes Gesundheitsrisiko darstellen. Die Vorhersage der Ozonkonzentration hat daher in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen. In dieser Arbeit wurden neuronale Netze (KI-Modelle) trainiert, die Ozonkonzentration in der Stadt Zürich für mehrere Stunden in die Zukunft vorherzusagen. Es konnte gezeigt werden, dass die Modelle erfolgreich lernen und präzise Vorhersagen liefern.

Fragestellung

Wie gut eignen sich neuronale Netze/KI-Modelle, um die Ozonkonzentration in der Stadt Zürich vorherzusagen?

Theorie

Neuronale Netze sind eine Art von Rechenmodellen, die durch das Anpassen innerer Parameter in der Lage sind, komplexe Funktionen zu approximieren bzw. zu erlernen. Long Short Term Memory (LSTM)-Modelle sind neuronale Netze, die sich besonders für die Vorhersage zeitlich veränderbarer Grössen eignen. Ihre Grundbausteine sind die LSTM-Layer, deren Aufgabe es ist, zeitliche Muster in den Daten zu erkennen.

Methoden

Datensammlung

Die Daten wurden aus drei Wetterstationen in der Stadt Zürich bezogen (siehe Abb.1).

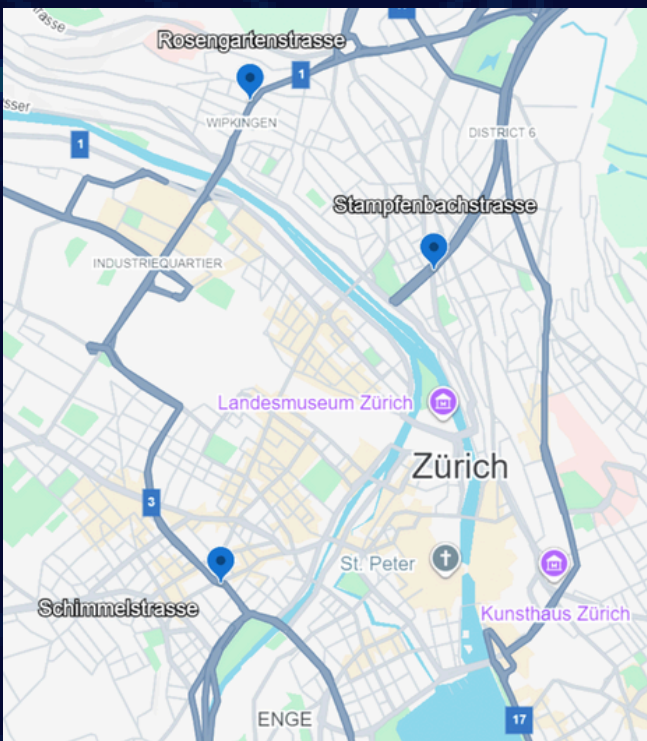


Abb. 1: Karte von Zürich mit den drei Wetterstationen Rosengartenstrasse, Stampfenbachstrasse und Schimmelstrasse

Analyse und Bereinigung der Daten

Die Rohdaten bestanden aus drei Hauptkategorien, alle stündlich gemessen:

Meteodaten



Schadstoffmessungen



Verkehrsdaten



Eine Analyse der Daten zeigte das Vorhandensein von Ausreissern und fehlenden Werten (NaN), die nicht beibehalten werden konnten. Ausreisser verzerren das Training, und nicht-numerische Werte sind unbrauchbar. Daher wurden sie in allen Datensätzen identifiziert und durch den Durchschnitt zeitlich benachbarter, korrekter Werte ersetzt.

Erstellen und Training der Modelle

Die Modelle bestehen aus einem (oder mehreren) LSTM-Layern. Je mehr Layer das Modell enthält, desto komplexer und potenziell lernfähiger ist es. Es wurde mit drei Hauptparametern experimentiert:

1. Wie viele Layer werden im Modell hintereinander gestapelt?
2. Welche und wie viele Daten braucht das Modell, um optimale Vorhersagen zu liefern?
3. Wie weit in die Zukunft liefern die Modelle noch präzise Vorhersagen?

Die Genauigkeit der Vorhersagen wurde mithilfe von Abweichungsmetriken wie RMSE und MAE sowie der Pearson-Korrelation zwischen den echten und den vorhergesagten Werten bestimmt.

Ergebnisse

Die Modelle lieferten für Zeitspannen von 12 bis 24 Stunden in die Zukunft die besten Vorhersagen (siehe Abb. 2).

Zudem konnten folgende zwei Trends festgestellt werden:

1. Je mehr und vielfältiger die Daten sind, die dem Modell zur Verfügung stehen, desto besser werden die Vorhersagen.
2. Kleinere Modelle mit weniger Layern konnten den zeitlichen Verlauf der Ozonkonzentration besser erlernen und präziser modellieren.

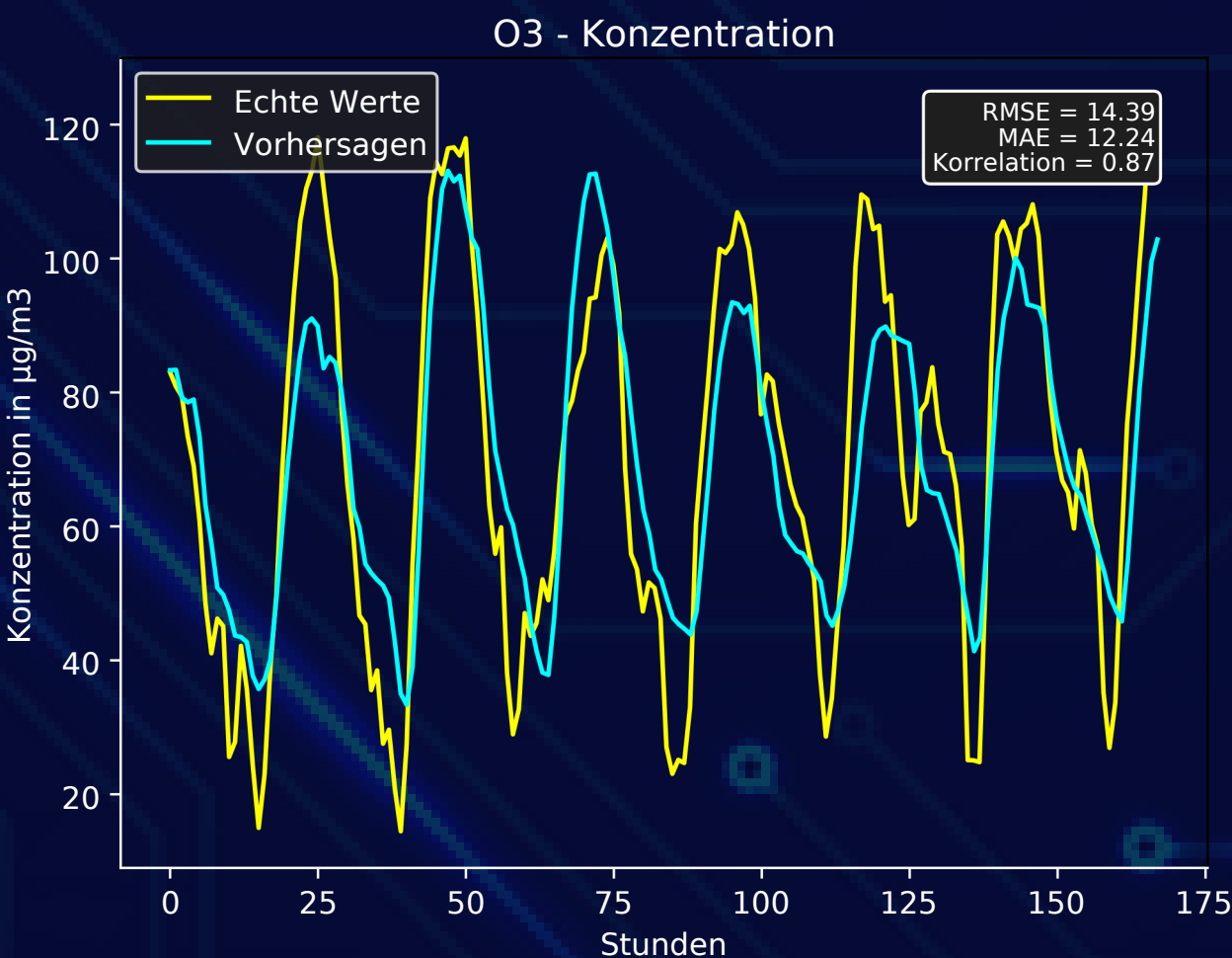


Abb. 2: Vergleich zwischen der Vorhersagekurve des Modells für 12 Stunden in die Zukunft und den echten Ozonwerten