

# Zusammenhang zwischen dem bodennahen Ozon und dem Wetter

Sören Klein, 2017

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Problemstellung	3
2	Eigenschaften von Ozon	4
2.1	Chemischer Aufbau und resultierende Eigenschaften	4
2.2	Auswirkungen auf den menschlichen Körper	4
3	Forschungsstand	5
4	Hypothese	6
4.1	Ozon ist abhängig vom Wetter	6
4.2	Ozon kann mit Wettervorhersagen ebenfalls vorhergesagt werden	6
5	Konzeption und Methode	7
5.1	Operationalisierung	7
5.1.1	Daten des Umweltbundesamtes	7
5.1.2	Daten des Deutschen Wetterdienstes	7
5.1.3	Daten des DLR?	7
5.2	Durchführung	7
5.2.1	Download	7
5.2.2	Vorbereitung	7
5.2.3	Trainieren des neuronalen Netzwerkes	8
5.2.4	Testen des neuronalen Netzwerkes	8
5.2.5	Visualisierung	8
6	Ergebnisse	9
7	Zusammenfassung	10
8	Quellen	11
8.1	Literatur	11
8.2	Internetquellen	11

# 1 Einleitung und Problemstellung

In unserer heutigen Gesellschaft gibt es immer mehr Menschen, welche durch Luftschadstoffe beeinträchtigt werden. Hierbei können es nicht nur ältere Personen, sondern auch Kinder, geschwächte Personen aber vor allem auch Menschen mit beeinträchtigtem Atmungssystem sein.

Die Symptome wiederum sind Schadstoffspezifisch, aber oftmals laufen sie auf ein Ergebnis hinaus: Das die Lunge weniger Leistungsfähig ist und dadurch das alltägliche Leben eingeschränkt ist. Eine normale Person mag dies zwar gut verkraften, tritt dies jedoch bei oben genannten Personen auf, kann dies nicht nur unangenehm auffallen, sondern auch gesundheitliche Konsequenzen haben.

Damit dies jedoch nicht passiert, wird mit dieser Arbeit der Zusammenhang zwischen dem bodennahem Ozon und dem Wetter untersucht, um ggf. Vorhersagemöglichkeiten zu entwickeln. Sollte letzteres funktionieren, könnten so gefährdete Personengruppen ihren Alltag besser planen und somit mögliche Beeinträchtigungen umgehen.

## 2 Eigenschaften von Ozon

### 2.1 Chemischer Aufbau und resultierende Eigenschaften

Ozon ist ein Molekül aus drei Sauerstoffatomen und wird zu den stärksten bekannten Oxidationsmitteln gezählt. Weiterhin besitzt es eine Halbwertszeit von 30 min bis 24 h (je nach atmosphärischen Bedingungen) und baut sich dadurch in der Natur selbstständig ab.

### 2.2 Auswirkungen auf den menschlichen Körper

Obwohl der menschliche Körper Sauerstoff als Oxidationsmittel im Stoffwechsel benötigt, führen erhöhte Konzentrationen von  $O_2$  zu Schädigungen der Zellen, welche daraufhin absterben können oder durch Beschädigung mutieren und somit Krebs bilden können.

Somit verwundert es nicht, dass Ozon, ein stärkeres Oxidationsmittel, bereits in weniger hohen Konzentrationen schädliche Wirkungen zeigt.

### 3 Forschungsstand

Sowohl das UBA als auch das DLR versuchen derzeit, Ozon vorherzusagen.

So versucht das Umweltbundesamt mit ca 280 Stationen in Deutschland die Ozonkonzentration dauerhaft zu überwachen und diese Daten großflächig zu interpolieren. Dies führt jedoch zu unverlässlichen Lokalwerten, weshalb das derzeitige Model noch nicht öffentlich zugänglich ist.

Dagegen nutzt das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt hochauflösende Sensordaten von Satelliten, um in einem Pilotprojekt die Vorhersage von Schadstoffen (u.a.  $O_3$ ) in Bayern lokal vorherzusagen. Dies hat zwar den Vorteil der lokalen Relevanz, da alle 3 km ein Datenpunkt vorliegt, jedoch ist auch dieses Modell noch zu ungenau, da die durchschnittliche Abweichung noch 30% beträgt. Jedoch sind gezeichnete Karten ohne Vorhersagedaten in Tabellenform bereits öffentlich zugänglich<sup>1</sup>.

Somit besteht zwar aktuell Interesse an funktionierenden Modellen, jedoch sind die verschiedenen Abhängigkeiten zur Bildung von Ozon (z.B. Bebauung, Straßenverkehr, Industrie, Wetter) noch zu umfangreich, bzw. unkalkulierbar, das aktuelle Modelle keine verlässlichen Vorhersagen treffen können.

---

<sup>1</sup> [wdc.dlr.de/data\\_products/projects/promote/BY-forecast/index.php](http://wdc.dlr.de/data_products/projects/promote/BY-forecast/index.php)

## 4 Hypothese

### 4.1 Ozon ist abhängig vom Wetter

Da zur Bildung von Ozon UV-Licht essentiell ist und dieses durch Wolkenbedeckung teilweise reflektiert werden kann, ist ein Direkter Zusammenhang anzunehmen.

### 4.2 Ozon kann mit Wettervorhersagen ebenfalls vorhergesagt werden

Sollte es eine Abhängigkeit zwischen Ozon und dem Wetter geben, müsste die Veränderung des Wetters eine Änderung in der Ozon-Konzentration bewirken. Sollte dieser Zusammenhang nun noch errechnet werden können, könnte die zukünftige Ozon-Konzentration anhand des erwarteten Wetters vorhergesagt werden.

## 5 Konzeption und Methode

### 5.1 Operationalisierung

#### 5.1.1 Daten des Umweltbundesamtes

Das Umweltbundesamt bietet stündliche Ozondaten zur Verfügung, welche von bis zu 280 Stationen Deutschlandweit gemessen wurden. Diese sind zwar nicht gesichert, d.h. der reale Wert kann abweichen, aber generell betrachtet sind diese "Rohdaten" aussagekräftig genug, um Trends anzuzeigen.

Die Daten liegen im CSV-Datenformat vor und können mit einer REST-ähnlichen Schnittstelle vom Server<sup>2</sup> des UBA herunter geladen werden.

Die Daten sind nach Typ, Zeit und Ort sortierbar und reichen bis ins Jahr 2015 zurück.

#### 5.1.2 Daten des Deutschen Wetterdienstes

Die Daten des Deutschen Wetterdienstes werden täglich aktualisiert und werden öffentlich einsehbar auf einem FTP-Server gehostet. Die eigentlichen Daten liegen als CSV-Dateien komprimiert in ZIP-Dateien vor und Daten einzelner Stationen reichen bis ins Jahr 1950 zurück.

Die Daten können nur nach Typ und Station sortiert werden. Weiterhin wird zwischen kürzlichen Erhebungen (die letzten 500 Tage) und den historischen Daten, letztendlich alle verbleibenden Daten, unterschieden.

---

<sup>2</sup> URL zum Server einfügen

### 5.1.2.1 Abkürzungen des DWD

Abkürzung	Bezeichnung
TT_TU	Lufttemperatur in 2m Höhe
RF_TU	relative Feuchte
V_N_I	Art der Messerhebung
V_N	Bedeckungsgrad aller Wolken
R1	stündliche Niederschlagshöhe
RS_IND	Index
WRTR	WR-Niederschlagsform
P	Luftdruck auf Meereshöhe NN
P0	Luftdruck auf Stationshöhe
V_TE002	stündliche Erdbodentemperatur in 2 cm Tiefe
V_TE005	stündliche Erdbodentemperatur in 5 cm Tiefe
V_TE010	stündliche Erdbodentemperatur in 10 cm Tiefe
V_TE020	stündliche Erdbodentemperatur in 20 cm Tiefe
V_TE050	stündliche Erdbodentemperatur in 50 cm Tiefe
V_TE100	stündliche Erdbodentemperatur in 100 cm Tiefe
ATMO_LBERG	Stundensumme der atmosphärischen Gegenstrahlung
FD_LBERG	Stundensumme der diffusen solaren Strahlung
FG_LBERG	Stundensumme der Globalstrahlung
SD_LBERG	Stundensumme der Sonnenscheindauer
ZENIT	Zenitwinkel der Sonne bei Intervallmitte
SD_SO	stündliche Sonnenscheindauer
F	mittlere Windgeschwindigkeit
D	mittlere Windrichtung

### 5.1.3 Daten des DLR?

Können Satellitendaten des DLR genutzt werden, bzw. hat es eigene Messstationen?

## 5.2 Durchführung

### 5.2.1 Download

Damit die Analyse aller Daten möglichst schnell verläuft, werden die Datensätze aller Quellen zunächst runtergeladen, aufbereitet und anschließend in einer lokalen Datenbank gespeichert.



### 5.2.2 Vorbereitung

Damit neuronale Netzwerke möglichst Effizient arbeiten, müssen die Rohdaten einheitlich formatiert werden. Hierbei hat sich der Standard "Float" herausgebildet, d.h. die einzelnen Daten müssen zwischen 0 und 1 liegen.

Dies führt jedoch dazu, dass die herangezogenen Daten ein Minimum und ein Maximum aufweisen müssen, da sie sonst außerhalb dieser Grenzen liegen würden.

$$z_i = \frac{x_i - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

### 5.2.3 Trainieren des neuronalen Netzwerkes

Das neuronale Netzwerk basiert auf Tensorflow und damit Python. Somit kann mithilfe einer Funktionsbibliothek direkt auf die lokalen Datensätze via REST-API zurückgegriffen werden.

Die KI durchlief 50 Epochs, lief 12 Tage, machte ... Durchbrüche, ...

### 5.2.4 Testen des neuronalen Netzwerkes

Die Vorhersage von Werten macht nur dann Sinn, wenn diese mit den real erreichten Werten möglichst identisch sind.

Hierzu werden 10.000 zufällige lokale Datensätze ausgewählt, deren weiterer Verlauf bekannt ist, und werden von der KI, welche die Zukunft nicht kennt, vorhergesagt. Die statistische Abweichung beträgt nur 2%, in Einzelfällen maximal 70%.

### 5.2.5 Visualisierung

Sowohl gespeicherte als auch erzeugte Daten sind in ihrer Rohform - Tabellen mit mehreren Tausend Zeilen pro Stunde - nur selten auswertbar.

Hierzu werden im Folgenden die Daten mithilfe des Kriging-Algorithmus in einer Karte dargestellt:

// Deutschland-Karte

## 6 Ergebnisse

Die Vorhersage von bodennahen Ozonwerten mithilfe Wettervorhersagen ist mit einer künstlichen Intelligenz ...

## 7 Zusammenfassung

## 8 Quellen

### 8.1 Literatur

// WIP

### 8.2 Internetquellen

// WIP