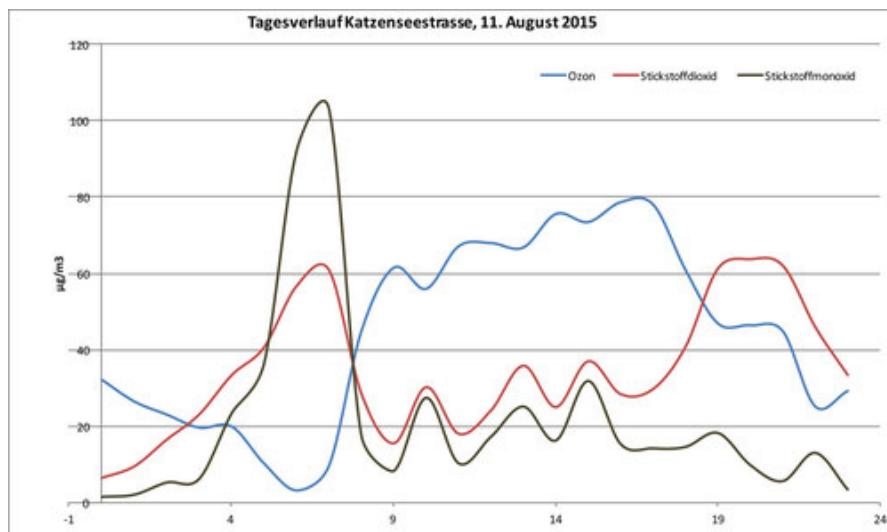


## Arbeitsblatt IV/2: Die Variationen der Schadstoffkonzentrationen während eines Tages. Version für die Lehrkraft

In diesem Arbeitsblatt werden wir die Kenntnisse über die chemischen Reaktionen in der Troposphäre nutzen, um Schadstoffdiagramme zu interpretieren. Wir fangen mit den Veränderungen der Schadstoffkonzentrationen während eines Sommertages an.

Die Grundlage der folgenden Überlegungen bilden die in den früheren Abschnitten diskutierten 13 chemischen Reaktionen, die zur Bildung von Ozon in der Troposphäre führen. Diese Reaktionen sind in der Beilage «Aufstellung der Reaktionen bei der Bildung und Vernichtung des Ozons in der Troposphäre» zusammengefasst. Legen Sie sich bitte dieses Blatt für die weitere Arbeit bereit.

Das nachfolgende Diagramm gibt die Konzentrationen der drei Schadstoffe NO, NO<sub>2</sub> und O<sub>3</sub> während eines warmen Sommertages wieder<sup>1</sup>. Wir werden nun schrittweise die Änderungen der Schadstoffkonzentrationen verstehen lernen.



### 1. Zeitspanne zwischen 0:00 und 6:00 Uhr

Die Ozonkonzentration (blaue Kurve) beträgt um 0:00 Uhr etwas mehr als 30 µg/m<sup>3</sup>, was man als Rest vom Vortag ansehen kann. Im weiteren Verlauf der Nacht wird Ozon langsam

<sup>1</sup> HR. Dütsch, *Versuchsanleitung zu der Schadstoff-Messstation*, VSN-Shop. Lehrkräfte können im VSN-Online-Shop eine Luftmessstation mieten, welche Messgeräte für die kontinuierliche Bestimmung der Konzentrationen aller drei oben aufgeführten Schadstoffe ermöglicht., <https://www.vsn-shop.ch/produkte/luftmessstation/>

an festen Oberflächen wie Häuserwände oder Vegetation abgebaut, sodass seine Konzentration während der Nacht weiter sinkt. Dieser Abbau des Ozons kann jedoch die Abnahme der Ozonkonzentration während dieser Zeitspanne nicht vollständig erklären.

**Auftrag 1:** Finden Sie auf Ihrem Blatt mit Reaktionen diejenige chemische Reaktion, die zu einem Abbau des Ozons während der Nacht führen könnte und gleichzeitig auch den Anstieg der  $\text{NO}_2$ -Konzentration in der gleichen Zeitspanne erklären würde.

Dies ist die Reaktion (4)



Ozon reagiert mit NO, wobei  $\text{NO}_2$  gebildet wird.

## 2. Zeitspanne zwischen 6:00 und 9:00 Uhr

**Auftrag 2:** Erklären Sie den starken Anstieg der NO-Konzentration in dieser Zeit.

Der morgendliche Berufsverkehr setzt etwa um 6:00 Uhr ein und verursacht einen starken Anstieg der NO-Konzentration während dieser Zeitspanne.

Wollen wir den ziemlich starken Anstieg der Ozonkonzentration während dieser Zeitspanne verstehen, so benötigen wir noch eine zusätzliche Information.

Nach einem warmen Sommertag kühlt sich die Erdoberfläche rascher als die Luft ab. Dies führt zu einer sogenannten **nächtlichen Inversion**. Somit bleibt die kalte und schwerere Luft unten, die wärmere Luft bleibt oben. Diese Situation hat zur Folge, dass die Luftschichten während der Nacht in der vertikalen Richtung nicht durchmischt werden.

**Auftrag 3:** Erklären Sie den starken Anstieg der Ozonkonzentration ab etwa 8:00 Uhr.

Die Sonne geht auf und fängt an, die Erdoberfläche zu erwärmen, was die Auflösung der nächtlichen Inversion zur Folge hat. Das Ozon wurde während der Nacht in den höheren Lagen nicht abgebaut, weil dort einerseits keine festen Oberflächen zur Verfügung stehen. Andererseits ist die Konzentration des NO in diesen Luftschichten viel niedriger als an der Erdoberfläche. Die vertikale Luftzirkulation setzt wieder ein, sodass grössere Mengen Ozon aus den höheren Lagen zur Erdoberfläche gelangen.

### 3. Zeitspanne zwischen 9:00 und 17:00 Uhr

**Auftrag 3:** Erklären Sie den weiteren Anstieg der Ozonkonzentration in dieser Zeitspanne. Unterstützen Sie Ihre Argumentation mit der Angabe der Reaktionen, die hierfür verantwortlich sind.

Nach 9:00 Uhr wird die Sonneneinstrahlung immer intensiver, sodass die ozonbildenden Reaktionen (6) bis (12) einsetzen und zur Ozonbildung führen. Die Reaktionen (5) und (6) benötigen Sonnenlicht und können demnach nur während dieser Zeitspanne ablaufen.

**Auftrag 4:** Erklären Sie die Tatsache, dass die Konzentrationen der beiden Stickstoffoxide NO und NO<sub>2</sub> während dieser Zeitspanne annähernd konstant bleibt. Unterstützen Sie Ihre Argumentation mit der Angabe der Reaktionen, die hierfür verantwortlich sind.

Die beiden Stickoxide werden in der Reaktionsabfolge (6) – (12) lediglich ineinander überführt aber nicht verbraucht. Deshalb spricht man in diesem Fall von einem *katalytischen Zyklus*. Somit bleiben die Konzentrationen dieser beiden Stoffe in der Atmosphäre während dieser Zeitspanne in etwa konstant.

### 4. Zeitspanne zwischen 17:00 und 20:00 Uhr

**Auftrag 4:** Am Anfang dieser Zeitspanne setzt der allabendliche Stossverkehr ein. Erklären Sie die Tatsache, dass die Konzentration des Stickstoffmonoxids zu dieser Zeit gar nicht ansteigt. Unterstützen Sie Ihre Argumentation mit der Angabe der Reaktionen, die hierfür verantwortlich sind.

Die Ozonkonzentration am späteren Nachmittag ist an einem Sommertag sehr hoch. Das vom Abendverkehr produzierte NO kann nun mit O<sub>3</sub> zu NO<sub>2</sub> reagieren [Reaktion (4)].



**Auftrag 5:** Erklären Sie die starke Abnahme der Ozonkonzentration und den ebenfalls starken Anstieg der NO<sub>2</sub>-Konzentration im gleichen Zeitraum. Unterstützen Sie Ihre Argumentation mit der Angabe der Reaktionen, die hierfür verantwortlich sind.

Die oben erwähnte Reaktion (4) führt zu einer starken Abnahme der Ozonkonzentration und zu einer ebenso starken Zunahme der NO<sub>2</sub>-Konzentration.

