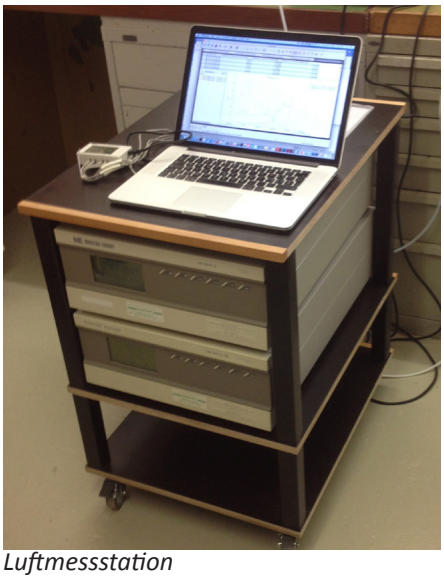
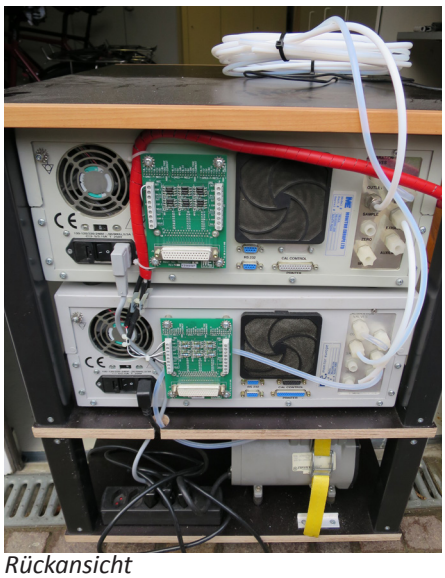
# Bedienunganleitung Luftmessstation

## Aufbau der Messstation

Die Luftmesstation ist in erster Linie zur Messung von Immissionskonzentrationen von Luftschadstoffen (bis 500 µg/m³) konzipiert. Sie besteht aus folgenden Geräten

- Messgerät für Ozon mit eingebauter Pumpe
- Messgerät für Stickoxide (NO, $NO_2$, $NO_x$) mit externer Pumpe
- Datenlogger zur Aufzeichnung von vier Kanälen ($O_3$, NO, $NO_2$ und NO+$NO_2$)
- Laptop (Macintosh MacBook) mit installierter Software HOBOWare zur Kommunikation mit dem Logger und grafischen Darstellung der Messdaten


*Luftmessstation*


*Rückansicht*

*Datenlogger*

## Inbetriebnahme der Messstation

Station mit dem Stromnetz verbinden.Beide Messgeräte mit Schalter auf der Geräte-Hinterseite einschalten, Pumpe einstecken. Die Geräte benötigen eine Aufwärm- und Stabilisierungszeit von mindestens einer Stunde, bevor verlässliche Messwerte angezeigt werden.

Die 3 Sensorkabel an die Logger Box anschliessen (Nummerierung beachten). **Vorsicht!** Die feinen Stecker sind empfindlich und gleiten leicht aus der Buchse!

Logger mit USB-Kabel an den Computer / Laptop anschliessen.

Die beiden Teflon Messschläuche ins Freie führen und mindestens einen Meter über Boden frei anströmbar, zum Beispiel an einem Pfahl befestigen.

**Wichtig! An den Menü-Einstellungen der Messgeräten dürfen keine Veränderung der Einstellungen vorgenommen werden.** Die Geräte sind so konfiguriert, dass der maximale Konzentrationswert für alle Gase 500 µg/m³ beträgt. Die Anzeige an den Messgeräten erfolgt jedoch in mg/m³.

## Datenlogger

Zur Sammlung der Messdaten wird ein batteriebetriebener 4-Kanal-Datenlogger (UX120-006M der Firma ONSET) verwendet. Er ist bereits fest mit den analogen Spannungsausgängen (0 bis 10 Volt) der Messgeräte verbunden und misst und speichert die Messwerte.

Kanal 1: $O_3$
Kanal 2: NO
Kanal 3: $NO_2$

Der 4. Kanal mit $NO_x$ (= Summe von $NO_2$ un NO) ist aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht angeschlossen aber vorbereitet.

Die Anzeige der Werte auf dem Display erfolgt in µg/m³. Auf dem Display wird die Einheit jedoch nicht angegeben.

Zur Konfiguration und Auswertung wird der Logger über USB mit einem Computer verbunden. Der Logger sammelt die Daten aber autonom und ohne Verbindung zum Computer. Batterieanzeige überprüfen.

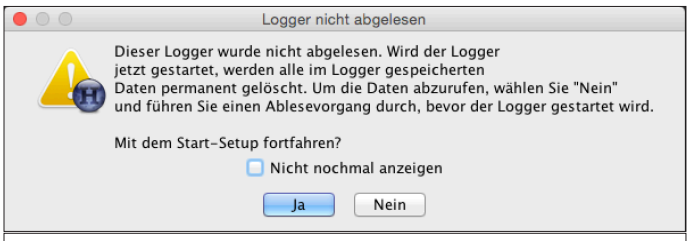
## Logger konfigurieren und starten

Für die Kommunikation mit dem Logger und zur Datenauswertung steht die Freeware *HOBOware (Version 3.7.7)* zur Verfügung. Sie ist gratis und für Macintosh und Windows verfügbar. Download unter http://www.onsetcomp.com/hoboware-free-download.

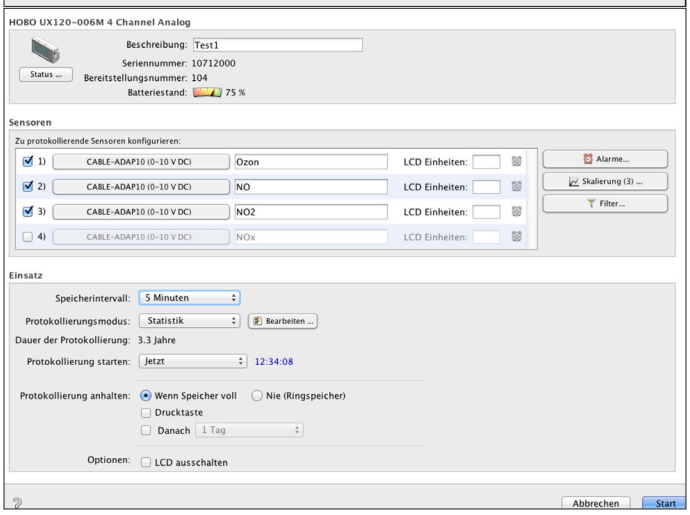
Auf dem mitgelieferten Macintosh Laptop ist die Software bereits installiert. Der Laptop muss ständig an das Ladegerät angeschlossen sein, da die Leistung der Batterie nicht mehr genügt.

Nach dem Start der Software stehen im Menü *Geräte* die 4 Optionen zur Verfügung:

Wird der Logger gestartet, erscheint eine Warnung, dass alle Daten im Logger gelöscht werden, wenn der Vorgang fortgesetzt wird. Eventuell müssen die Daten vor dem Start ausgelesen und gespeichert werden!



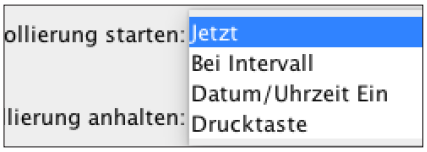

Wird der Startvorgang fortgesetzt, erscheint das nebenstehende Fenster:




Die Konfiguration der Sensoren (Einheiten, Umrechnung der Spannungswerte in µg/m³, etc.) **darf nicht geändert werden.**

Die Speichereinstellungen sind so gewählt, dass die Messwerte alle 15 Sekunden abgefragt, aber nur der **Mittelwert** dieser Werte jeweils nach 5 Minuten abgespeichert wird. **Diese Einstellung sollte ebenfalls nicht verändert werden.** Die Speicherkapazität des Loggers ist sehr gross, so dass problemlos wochenlange Aufzeichnungen gespeichert werden könnten.

Der Start der Datenaufzeichnung kann auf verschiedene Arten erfolgen: sofort (jetzt), bei Beginn des nächsten vollen Intervalls, zu einer bestimmten, wählbaren Zeit oder manuell mit der Drucktaste links oben am Logger.



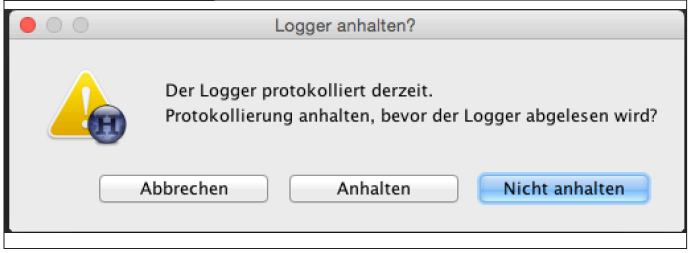
## Daten auslesen und grafisch darstellen

Die Messdaten können zu jedem beliebigen Zeitpunkt auf den Computer ausgelesen und grafisch dargestellt oder in andere Programme exportiert werden, ohne dass der laufende Messvorgang dadurch unterbrochen wird.

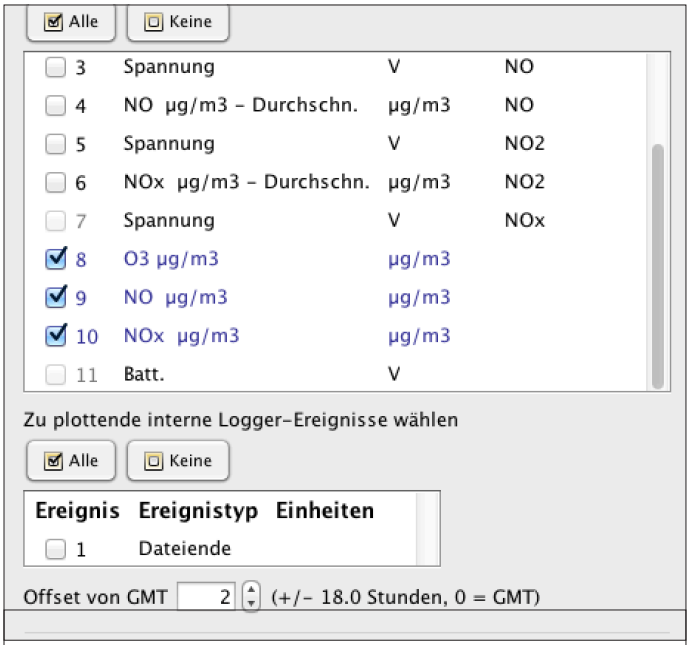
Im Menü *Gerät* wird *Auslesen* gewählt.

Falls der Logger noch Daten sammelt, erscheint ein Warnhinweis, ob dieser Prozess angehalten werden soll oder nicht.

Anschliessend können die Daten in einer Datei gespeichert werden.

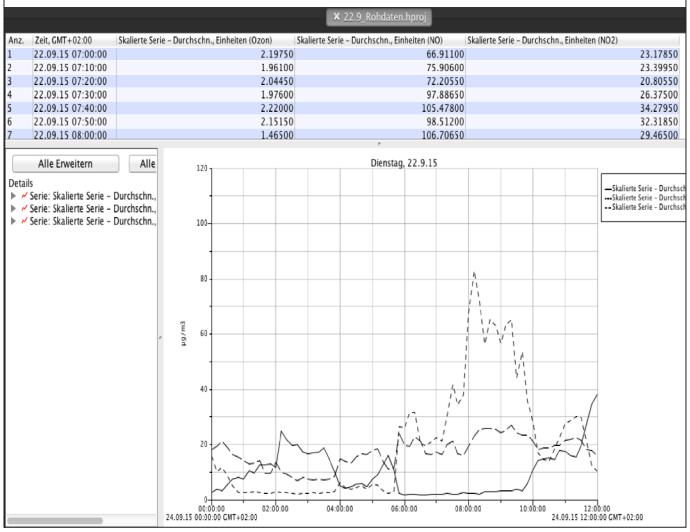



In einem nächsten Fenster kann gewählt werden, welche Daten grafisch dargestellt werden. In der Regel sind dies nur die skalierten Messwerte (µg/m³).

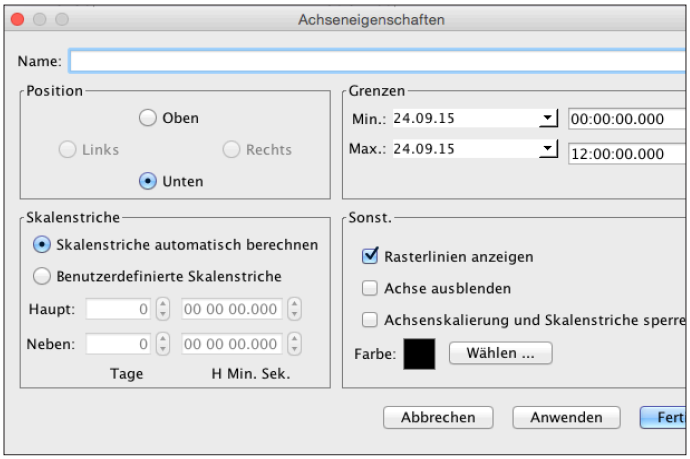



In einem neuen Fenster erscheinen nun ein Plot und eine Tabelle der numerischen Daten.

Die Daten können nun zum Beispiel in Excel exportiert werden (*Datei-->Tabellendaten exportieren)*. In den meisten Fällen ist dies jedoch nicht notwendig, da die grafische Darstellung im HOBOware-Programm weiter formatiert und vergrössert dargestellt werdewerden kann.

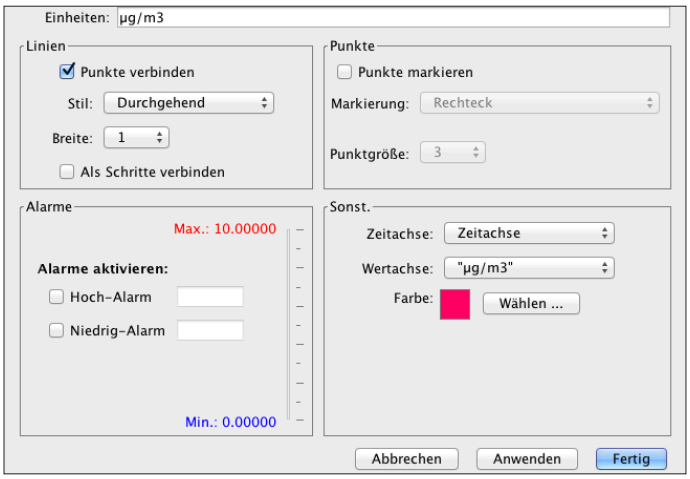


Durch Doppelklick auf eine der Achsen erscheint ein Formatierungsfenster.
So kann zum Beispiel horizontal wie auch vertikal ein entsprechender Ausschnitt gewählt und vergrössert dargestellt werden.



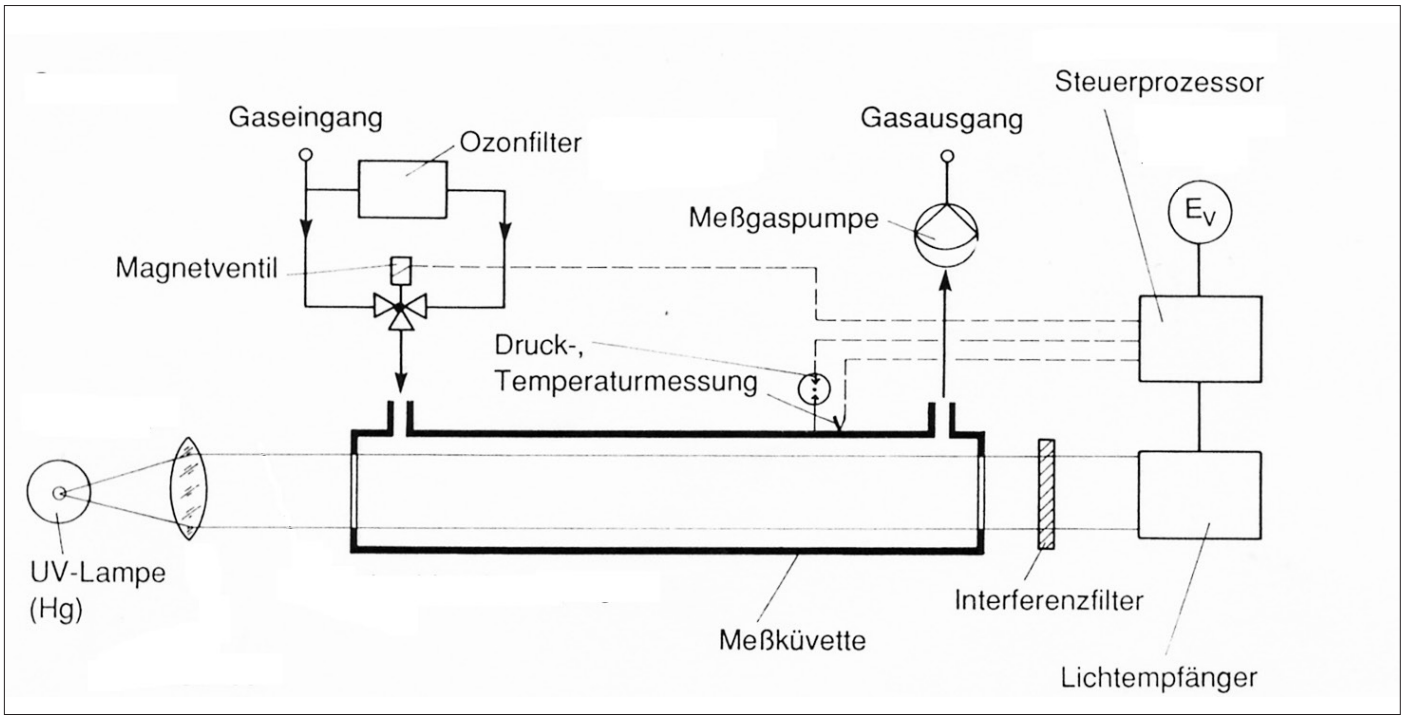

Durch Doppelklick auf eine der Messkurven kann auch diese formatiert und zum Beispiel Strichart, Strichstärke, Farbe, etc. angepasst werden.

Die fertig formatierte Grafik kann über die Zwischenablage in andere Dateien eingefügt werden (*Bearbeiten -->Diagrammm in Zwischenablage einfügen*).



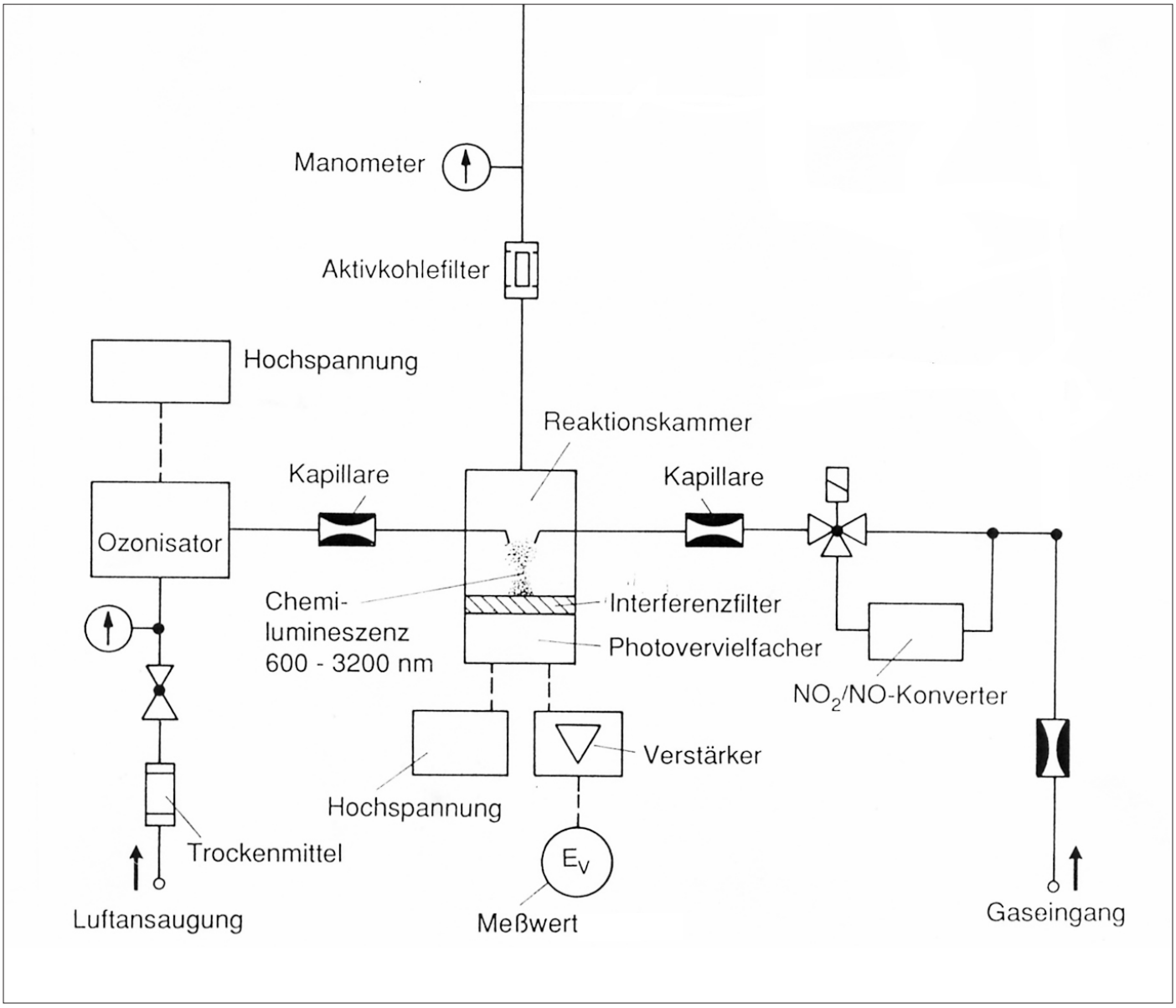
## Anhang A: Das Prinzip der Ozonmessung

Das Ozon-Messgerät beruht auf der Messung der UV-Absorption durch Ozon (254 nm). Über ein Magnetventil wird die Probeluft abwechlungsweise während je ca. 5 Sekunden direkt in die Küvette geleitet oder über einen Ozonfilter, der das Ozon vollständig zerstört. Dadurch wird die UV-Absorption sowohl von ozonhaltiger Umgebungsluft wie auch von ozonfreier ‚Nullluft' gemessen und aus der Differenz die Ozonkonzentration berechnet und ausgegeben.

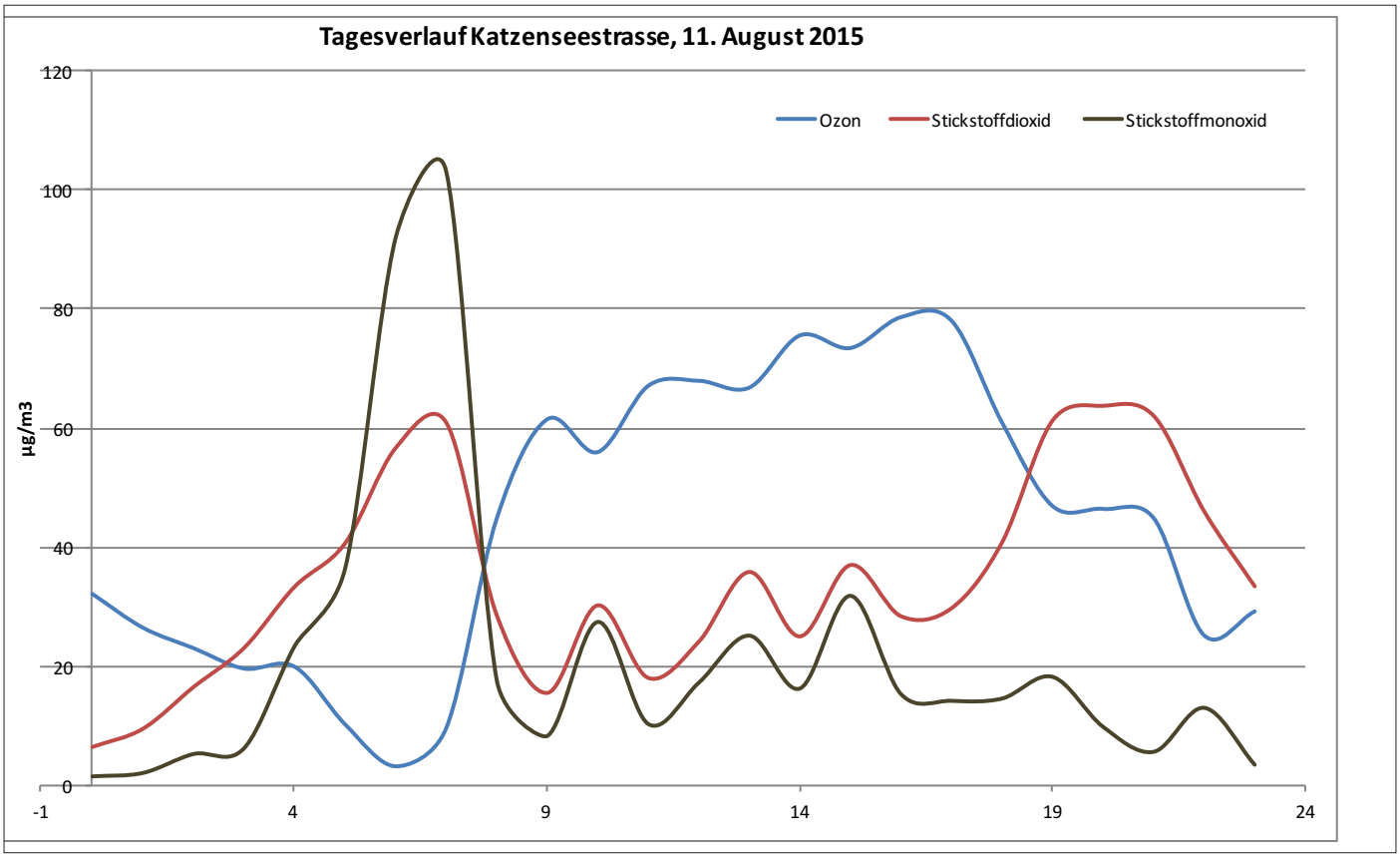


## Anhang B: Das Prinzip der Stickoxidmessung

Das Prinzip der $NO_x$-Messung beruht auf der chemilumineszierenden Reaktion von NO mit Ozon (die auch in der Atmosphäre eine wichtige Rolle spielt). Das emittierte Licht wird mit einem Photomultiplier detektiert und dient als Mass für die vorhandene NO-Konzentration. Die Probeluft wird in einem ersten Schritt direkt in die Reaktionskammer geleitet, wo sie mit Ozon, das mit einem Hochspannungsgenerator erzeugt wird, reagiert und die Lumineszenz erzeugt. In einem zweiten Schritt wird die Probeluft über einen Molybdänkonverter geleitet, der vorhandenes $NO_2$ vollständig in NO umwandelt, bevor in der Reaktionskammer wieder die Reaktion mit Ozon und die Chemilumineszenz erfolgt. So wird einerseits die NO-Konzentration, anderseits die Summe von NO und $NO_2$ erfasst und es lässt sich als Differenz die $NO_2$-Konzentration berechnen. Das überschüssige Ozon in der Abluft muss anschliessend an einem Aktivkohlefilter absorbiert oder thermisch zerstört werden, um Ozonmessungen, die eventuell in der unmittelbaren Umgebung durchgeführt werden, nicht zu verfälschen, bzw. um eine Gesundheitsgefährdung durch ausströmendes Ozon auszuschliessen.



## Anhang C: Beispiel eines Tagesgangs von $O_3$, NO und $NO_2$




Der abgebildete Tagesgang der Schadstoffe $O_3$, NO und $NO_2$ wurde an einem heissen, sonnigen Sommertag in der Nähe einer stark befahrenen Autobahn (A1) von Mitternacht bis Mitternacht aufgenommen.

Der Verlauf der NO-Konzentration zeigt sehr deutlich am frühen Morgen ein Maximum, das durch den Berufsverkehr hervorgerufen wid. Fast gleichzeit sinkt die Ozonkonzentration auf nahezu Null, da dieses mit NO zu $NO_2$ reagiert, was durch den Anstieg der $NO_2$-Konzentration belegt wird. Um etwa 8 Uhr setzt eine Durchmischung der Luftschichten ein (Auflösung der sommerlichen Bodeninversion), die die Werte der Stickoxide absinke, den Konzentrationswert von Ozon aber stark ansteigen lässt. Im Laufe des späteren Vormittags ist der durch $NO_2$ induzierte photochemische Ozonaufbau erkennbar. Die Ozon-Werte übersteigen den Grenzwert von 120 µg/m³ jedoch nicht. Ein Anstieg der NO-Konzentration, verursacht durch die abendliche Verkehrsspitze, ist nicht zu erkennen, da das produzierte NO sofort mit dem reichlich vorhandenen Ozon zu $NO_2$ reagiert. Entsprechend sinkt die Ozonkonzentration und die $NO_2$ Konzentration steigt an.