



Bildung und Kultur

Sokrates
Comenius



LUFTANALYSE



*Chemieprojekt
der 7.c Klasse
des B®G Carnerigasse
mit Mag. Jaritz*

September – Juli 2000/01



Inhaltsangabe:

<u>1.DANKE:</u>	4
<u>2.EINLEITUNG:</u>	5
<u>3.WIR STELLEN UNS UND UNSERE ARBEITSBEREICHE VOR:</u>	6
<u>4.GEOGRAPHISCHE LAGE DER STATIONEN</u>	7
<u>5.BESCHREIBUNG DER MESSSTATIONEN:</u>	8
<u>6. BESCHREIBUNG DER MESSMETHODEN:</u>	11
<u>6.1 Von uns angewandte Messmethoden:</u>	11
6.1.1 Photometrische Messungen:	11
6.1.2 Gravimetrische Messungen:	12
<u>6.2 Weitere Messmethoden:</u>	12
6.2.1 Badge Sammler:	12
6.2.2 Mobile Messstation:	12
<u>7. OZON</u>	14
<u>7.1 Was ist Ozon?</u>	14
<u>7.2 Wie entsteht Ozon?</u>	14
<u>7.3 Auswirkungen von Ozon auf den Menschen</u>	15
<u>7.4 Möglichkeiten zur Verringerung des bodennahen Ozons:</u>	16
<u>7.5 Herstellung der Passivsammler</u>	16
7.5.1 Imprägnieren der Papiere:	16
7.5.2 Ausbringen der Indigo-Papiere:	17
<u>7.6 Messung:</u>	17
<u>7.7 Ergebnisse:</u>	18
<u>7.8 Interpretation der Ergebnisse:</u>	20
<u>8. STICKSTOFFOXIDE</u>	23
<u>8.1 Was sind Stickstoffoxide?</u>	23
<u>8.2 Die Entstehung von Stickstoffoxiden:</u>	23
<u>8.3 Tagesverlauf von Stickstoffoxiden:</u>	24

<u>8.4 Auswirkungen von Stickstoffoxiden:</u>	25
<u>8.5 Gegenmaßnahmen:</u>	26
<u>8.6 Herstellung der Passivsammler:</u>	27
8.6.1 Imprägnieren der Papiere:	27
8.6.2 Ausbringen der Passivsammler:	27
<u>8.7 Messung:</u>	27
<u>8.8 Ergebnisse</u>	28
<u>8.9 Interpretation der Messergebnisse</u>	30
<u>9. STAUB</u>	34
<u>9.1 Was ist Staub?</u>	34
<u>9.2 Auswirkungen von Staub auf den Menschen</u>	34
<u>9.3 Emissionsquellen für Staub:</u>	35
<u>9.4 Gegenmaßnahmen</u>	35
<u>9.5 Depositionen:</u>	36
<u>9.6 Messung nach der Bergerhoff - Methode</u>	37
<u>9.7 Ergebnisse:</u>	37
<u>9.8 Interpretation der Ergebnisse</u>	39
<u>10. ZUSAMMENFASSUNG</u>	42

1.Danke:

Zuallererst möchte ich mich bei allen Mitarbeitern des Referates für Luftgüteüberwachung der Steiermärkischen Landesregierung Fachabteilung 1a bedanken:

Mein besonderer Dank gilt Herrn Mag. Andreas Schopper. Er brachte uns alle Utensilien für die Messstationen und half uns beim Aufstellen derselben. Er zeigte uns auch das Innenleben der mobilen Messstation, welche vom Februar bis März dieses Jahres im Schulgelände aufgestellt war und hielt einen Vortrag über die Messergebnisse .

Dr. Gerhard Semmelrock, Frau Gertrude Zelisko-Mikula und Herr Richard Koudelka versorgten uns immer prompt mit den neuesten Daten von der Messstation Graz Nord.

Herr Dr. Thomas Pongratz stand mir mit Rat und Tat zur Seite, wenn es um Feinheiten in der Messmethodik ging.

An nächster Stelle möchte ich mich bei den Vertretern der Universitäten bedanken:

Herrn Dr. Walter Kosmus vom Institut für Chemie, Karl Franzens Universität für die Imprägnierung der Indigopapiere zur Ozonmessung und für die Bereitstellung von weiteren Materialien.

Herrn Dr. Georg Wäg vom Institut für Biochemie, Karl Franzens Universität, durch ihn haben wir wieder ein funktionstüchtiges Photometer für unsere Messung verwenden können.

Herrn Haru Urban von der Technischen Universität Wien, Institut für Analytische Chemie, für die Auswertung ihrer Passivsammler.

Weiters bedanke ich mich bei Herrn Dr. Stefan Schmidt von der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien. Von ihm haben wir Keramikkerzen bekommen, auf denen wir die imprägnierten Chromatografiepapiere befestigten.

Familie Putz gilt mein besonderer Dank. Sie hat sich bereit erklärt, ihren Balkon für unsere Messzwecke zur Verfügung zu stellen. Seit September hängen nun zwei Schutzhauben auf ihrem Balkon und machen bei windigen Wetterlagen auch etwas Lärm.

Für die rasche Auswertung und Dokumentation der Messdaten der mobilen Messstation danke ich Herrn Oliver Hofmann, der im Vorjahr an unserer Schule maturiert hat.

Ich möchte mich bei den diesjährigen Maturanten der 8.B Klasse bedanken. Sie haben mit ihrem Einsatz für das Projekt im Vorjahr die wesentlichen Grundlagen für die neue Arbeit geleistet.

Den SchülerInnen der 7.C Klasse möchte ich für den pünktlichen Austausch der Messstationen danken, der auch in meiner Abwesenheit erfolgte.

Nicht zuletzt möchte ich mich aber bei allen in unserer Schule bedanken, die unserem Projekt immer positiv gegenüber stehen und uns unterstützen. Ohne alle namentlich zu erwähnen, möchten ich mich dafür bedanken, dass es möglich war manchmal SchülerInnen über den Chemieunterricht hinaus für das Projekt zu beschäftigen, dass es trotz räumlicher Beengtheit im Chemiekabinett nie zu Schwierigkeiten gekommen war und dass ich in der Direktion und im Sekretariat immer offene Ohren für meine Anliegen fand.

Mag. Josefine Jaritz

2. Einleitung:

Zusammen mit Mag. Andreas Schopper stellten wir am 28.09.00 im Bereich der Schule und im Umkreis von einem Kilometer zehn Messstationen zur Überwachung der Luftgüte auf. An diesen Messstationen wurden in 1,5 m Höhe je zwei Schutzhauben vgl. Foto angebracht. Sie schützen die ausgehängten präparierten Papiere (Passivsammler) vor den Witterungseinflüssen. Außerdem befindet sich auf jeder Messstation ein Becher zum Sammeln von Staub.

Schutzhaube



Wir starteten die erste Messperiode am 12.10.00 und haben bis 23.05.01 acht Perioden zu je 28 Tagen gemessen. Zur Zeit verfolgen wir nur mehr die Ozonkonzentrationen.

Die SchülerInnen der 7.C Klasse bildeten Teams zu je zwei Leuten und hatten die Aufgabe, nach 28 Tagen die Messstationen neu zu bestücken und die Messungen der Reaktionsprodukte von Ozon (= Isatin) und den Stickstoffoxiden (= Diphenylnitrosamin) photometrisch durchzuführen, sowie die Staubmenge gravimetrisch zu bestimmen.

Praktisch wurde das so durchgeführt, dass sie eine Chemiestunde und eine Freistunde oder von einem Kollegen zur Verfügung gestellte Stunde die Bestückung der Messstationen austauschten (meistens war es ein Mittwoch). Der Staubinhalt der Bergerhoffbecher wurde noch am gleichen Tag in den Trockenschrank gegeben. Die Chromatographiepapiere wurden in verschließbaren Kunststoffhülsen bis zum nächsten Tag aufbewahrt. Am nächsten Tag fanden die photometrischen Messungen im Rahmen des Laborunterrichtes statt.

Die Analyse in den Weihnachtsferien wurde von mir übernommen.

Mit den so erhaltenen Messwerten können nur Aussagen über die Belastung während der gesamten Messperiode gemacht werden. Diese Art von Messung (Integralmessung) ist zwar ungenauer als eine kontinuierliche Messung (Mittelwerte von halben Stunden). Trotzdem werden sie immer wieder eingesetzt, um zum Beispiel ein möglichst dichtes Messnetz auf kleinen Gebieten zu erreichen oder ein Höhenprofil zu erstellen.

Das Ziel dieser Arbeit ist nicht nur das Durchführen der quantitativen Analyse mit verschiedenen Methoden, sondern auch das Üben Messdaten auszuwerten und zu interpretieren.

3. Wir stellen uns und unsere Arbeitsbereiche vor:

	Austausch	Messung	Verantwortlich für
Dominic Erjautz	31.1.	1.2.	Plakat über Stationen, Infoblatt
Heike Foditsch	6.12. und 31.1.	7.12. und 1.2.	Messmethoden
Florian Friedrich	28.3.	29.3.	Landkarte
Georg Gobetz	28.3.	29.3.	Deckblatt
Andreas Haidmayer	8.11. und 24.5.	9.11.	Auswertung der Daten im Excel
Julia Kellner	8.11. und 31.1.	9.11. und 1.2.	Ozon
Rene Kollmann	25.4. und 24.5.	26.4.	Stickstoffoxide
Stefan Pirker	25.4. und 24.5.	26.4.	Messstationen, Photograph
Cornelia Pölzl	6.12. und 24.5.	7.12.	Staub
Johannes Ritter	28.1. und 24.5.	1.3.	Einleitung
Michael Schalk	28.2. und 24.5.	1.3.	Passivsammler, mobile Messstation
Mag. Josefine Jaritz	3.1.	4.1.	Koordination und Endredaktion



4. Geographische Lage der Stationen



Station 4, Vogelweiderstraße



5. Beschreibung der Messstationen:

Bei der Auswahl der Standorte für die Messstationen wurde darauf geachtet, möglichst umfassend das Schulgelände und die unmittelbare Nachbarschaft abzudecken. Weiters waren wir bemüht unsere Messpunkte sowohl in verkehrsnahe Bereiche als auch in verkehrsberuhigte Zonen zu stellen.

Nr. 1 Schulwarthaus:

Auf einer kleinen Wiese vor dem Haus des Schulwarts, an der Kreuzung Carnerigasse und Theodor-Körnerstraße.



Nr. 2 Atrium:

Im Atrium hinter dem Biotop. Im Atrium befindet sich auch der „Raucherhof“.



Nr. 3 Sportplatz:

Am äußersten Rand des Sportplatzes auf einer Böschung, bei einem direkt an die Theodor-Körnerstraße angrenzenden Heckenzaun. Es schließt die Baustelle „Nordspange“ unmittelbar an. Teilweise wurde bei dieser Messstation auch mit Badge-Sammlern gemessen.



Nr. 4 Hintereingang Turnsaal:

Beim Turnsaaleingang, auf einer Grünfläche an der Rückseite der Schule am Ende der Vogelweiderstraße. In direkter Nähe befindet sich eine Großbaustelle, wo eine Straßenunterführung (Nordspange) gebaut wird. Diese ist aber durch einen Schutzzaun getrennt. Zeitweise wurde hier auch ein Badge-Sammler angebracht. Im Februar und März 2001 stand daneben die Mobile Messstation 2 der Steiermärkischen Landesregierung.



Nr. 5 Kalvarienbergbrücke:

Vor der Kalvarienbergbrücke im Ampelbereich Grabengürtel und Floßendstraße auf einer Verkehrsinsel am rechtem Murofer.



Nr. 6 Familie Dr. Putz:

Die Höhenstation im 7.Stock wurde am Balkon von Familie Putz, Carnerigasse 14, aufgestellt. Hier wurde keine Staubmessung durchgeführt.



Nr. 7 Grabenstraße:

Kreuzung Grabenstraße und Hochsteingasse, auf einer Verkehrsinsel. Mag. Andreas Schopper hat uns beim Aufstellen der Messstation geholfen. Zeitweise wurden hier Badgesammler angebracht.



Nr. 8 Seniorenzentrum:

Auf einem Streifen Wiese vor dem Seniorenzentrum, direkt an der Theodor-Körnerstraße.



Nr. 9 Theodor-Körnerstr. / Robert Stolzgasse:

Neben der Straßenbahnhaltestelle Robert-Stolzgasse an der Theodor Körnerstraße. Diese Station verschwand im Jänner spurlos.



Nr. 10 Andritz Maut:

Im Kreuzungsbereich Grabenstraße, Theodor-Körnerstraße und Korösisstraße. In unmittelbarer Umgebung einer Tankstelle.



6. Beschreibung der Messmethoden:

6.1 Von uns angewandte Messmethoden:

Wir führten bei unserem Projekt die quantitative Analyse folgender Luftschadstoffe durch:
Ozon, Stickstoffoxide und Staub

6.1.1 Photometrische Messungen:

Das Prinzip von photometrischen Messungen besteht darin, dass Licht einer bestimmten Wellenlänge mit einer Intensität I_0 durch eine in einer Küvette befindlichen Probe geschickt wird und ein Teil des Lichtes absorbiert wird. Das bedeutet, die Lichtintensität ist nach der Probe I abgeschwächt. Mit dem Lambert Beerschen Gesetz wird dieser Zusammenhang formuliert:

$$A = \epsilon \cdot c \cdot d = I_0 / I .$$

A = Absorption (früher auch Extinktion genannt)

ϵ = molarer Absorptionskoeffizient, ein für jede Verbindung spezifischer Wert, durch Eichung feststellbar, entspricht der Steigung der Eichgeraden.

D = Schichtdicke der Küvette.

Für die Bestimmung des Ozongehaltes bedienen wir uns der Indigomethode. Indigoblau wurde durch Ozon und andere Oxidantien zu Isatin (gelb) oxidiert. Die Menge des Isatins wurde mittels eines Photometers festgestellt. Wir lasen die Absorption bei einer Wellenlänge von 408 nm ab.

Für die Bestimmung der Stickstoffoxide verwendeten wir Diphenylamin, welches zu Diphenylnitrosamin reagiert. Die Menge des Diphenylnitrosamins stellten wir mit Hilfe von Absorptionsmessungen bei einer Wellenlänge von 390 nm fest.

Wir errechneten aus den Absorptionswerten aber keine Konzentrationen von Isatin bzw. Diphenylnitrosamin, da es uns eigentlich um die Menge an Ozon und Stickstoffoxiden ging. Vielmehr stellten wir diese Werten den kontinuierlichen Messdaten für Ozon und Stickstoffdioxid von der Steiermärkischen Landesregierung (Station Graz Nord) gegenüber. Dazu bildeten wir die Summen aus den Tagesmittelwerten über die jeweiligen Messperioden. Es gibt eine lineare Korrelation zwischen beiden Messmethoden.



Heike Foditsch bedient
das Photometer

6.1.2 Gravimetrische Messungen:

Das Prinzip dieser Methode ist ganz einfach. Es wird mit einer Waage die exakte Menge des Staubes abgewogen. Wir bedienen uns der Berhoff-Methode.

Der Inhalt der Bergerhoff-Becher (meistens Regenwasser, Staub, und größere Verunreinigungen) wird in ein abgewogenes trockenes Becherglas geleert. Die groben Verunreinigungen wie Käfer etc. werden mit einer Pinzette entfernt. Nun wird das Becherglas in den Trockenschrank gestellt und bei 100°C mehrere Tage stehen gelassen. Wenn das Wasser vollständig verdampft ist, kann der zurückgebliebene Staub abgewogen werden. Es erfolgt dann die Umrechnung der Ergebnisse in g/m².

6.2 Weitere Messmethoden:

6.2.1 Badge Sammler:

Diese wurden von der Technischen Universität Wien, Institut für Analytik, Abteilung Umweltanalytik hergestellt.

Mit ihnen erfassten wir die Konzentrationen der Schadstoffe Stickstoffdioxid und Schwefeldioxid. Es sind dies dosenförmige Körper aus Polypropylen mit einer Höhe von 9mm, einem Durchmesser von 29 mm und einer aktiven Sammelfläche von 6,6 cm². Als absorbierende Schicht wird ein mit Triethanolamin (basisch) imprägniertes Stahlnetz eingesetzt. Diese Imprägnierung ist in der Lage die sauren Luftschadstoffe zu binden. Zum Schutz vor Verunreinigungen wird der Badge-Sammler mit einer gasdurchlässigen Teflon-Membran verschlossen. Dieses Verfahren beruht auf der Diffusion der Schadstoffe zu einer aktiven Schicht.

Nach der Exposition werden die Absorbensträger eluiert und die gesammelte Stoffmenge ionenchromatographisch bestimmt. Aus der Menge des absorbierten Gases lässt sich über das 1. Fick'sche Diffusionsgesetz auf die mittlere Umgebungskonzentration der untersuchten Komponente an der Messstelle zurückrechnen.

6.2.2 Mobile Messstation:

Die mobilen Luftgütemessstationen zeichnen den Schadstoffgang von Schwefeldioxid (SO₂), Schwebstaub, Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO₂) und Kohlenmonoxid (CO) auf. Der Messcontainer ist mit kontinuierlich registrierenden Immissionsmessgeräten ausgestattet, die nach folgenden Messprinzipien arbeiten:

Schadstoff	Messmethode	Gerätetyp
Schwefeldioxid	UV-Fluoreszenzanalyse	Horiba APSA 350E
Schwebstaub	Beta-Strahlenabsorption	Horiba ABDA 350E (Mobile 2)
Stickstoffoxide	Chemolumineszenzanalyse	Horiba APNA 350E
Kohlenmonoxid	Gasfilterkorrelation	Horiba APMA 350E
Ozon	UV-Photometrie	Horiba APOA 305E

Neben den Messgeräten für die Schadstofffassung werden an den Messcontainern auch die meteorologischen Geber für Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Windrichtung und Windgeschwindigkeit betrieben. Eine vollständige Aufzeichnung und Überwachung des Messvorganges erfolgt durch Stationsrechner. Automatische Plausibilitätsprüfungen der Messwerte finden bereits vor Ort statt. Die notwendigen Funktionsprüfungen erfolgen ebenfalls automatisch. Die erfassten Messdaten werden in der Regel über Funk in die Luftgüteüberwachungszentrale nach Graz übertragen, wo sie nochmals hinsichtlich ihrer Plausibilität überprüft und anschließend bestätigt werden. Die Kalibrierung der Messwerte wird gemäß ÖNORM M5889 durchgeführt. Die in Verwendung befindlichen Transferstandards werden regelmäßig an internationalen Standards, bereitgestellt durch das Umweltbundesamt Wien, abgeglichen.

Mag. Schopper vor der Messstation



Innenleben der Messstation



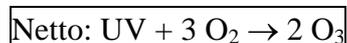
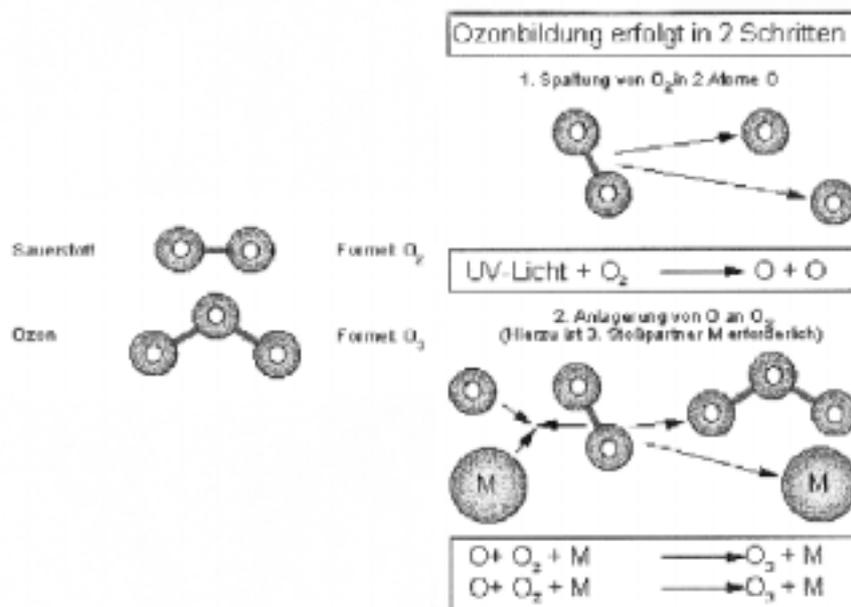
7. Ozon

7.1 Was ist Ozon?

Keinem anderen Bestandteil unserer Atmosphäre ist gerade in den letzten Jahren so viel Aufmerksamkeit geschenkt worden wie dem Ozon. Ozon ist eine der allotropen Formen des Sauerstoffes in der Luft. Im Gegensatz zum zweiatomigen Sauerstoff (O_2) besteht Ozon aus drei Sauerstoffatomen (O_3). O_2 ist in der Luft zu 21% enthalten, Ozon kommt in weitaus geringeren Mengen vor (ppm- Bereich). Es ist ein natürliches Spurengas der Atmosphäre, welches in den verschiedenen Schichten der Atmosphäre in unterschiedlichen Konzentrationen zu finden ist.

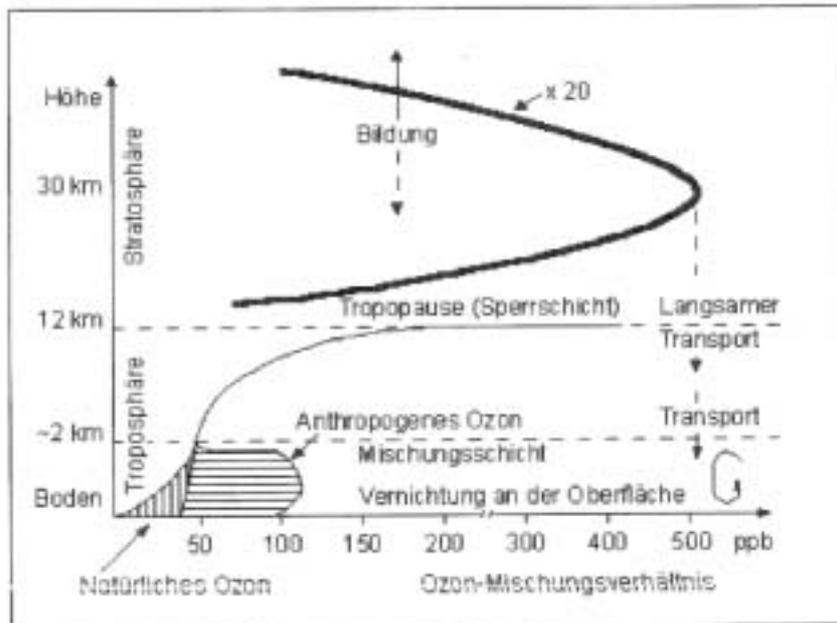
Man unterscheidet einerseits das in der Stratosphäre vorkommende Ozon (15-30 km Höhe), das als Schutz vor UV- Strahlung fungiert und andererseits das bodennahe Ozon, das in hohen Konzentrationen als Schadstoff bekannt ist. Unsere Messungen gelten dem, in den untersten Schichten der Troposphäre vorkommenden Ozon. Natürlich handelt es sich bei diesen zwei Arten chemisch gesehen um die gleiche Verbindung mit den gleichen Eigenschaften.

7.2 Wie entsteht Ozon?



Entstehung von Ozon

Im Gegensatz zum Luftsauerstoff ist der Ozongehalt großen zeitlichen und räumlichen Schwankungen unterworfen, welche durch die Entstehung und den Abbau von Ozon verursacht werden. Damit O_3 gebildet werden kann, muss zusätzlich ein Sauerstoffatom aus den Luftsauerstoffmolekülen oder anderen sauerstoffhaltigen Molekülen abgespalten werden. Dieser Vorgang ist aufgrund der Bindungsstabilität (Doppelbindung) mit großem Energieaufwand verbunden. Deshalb kann Ozon auf natürliche Weise nur dort entstehen, wo elektrische Entladungen stattfinden, zum Beispiel bei Blitzen oder wenn energiereiche(Sonnen-) Strahlung (UV-Licht) vorhanden ist. Das ist am oberen Rand der Atmosphäre- der Stratosphäre- der Fall.



Bildung von Ozon in verschiedenen Schichten der Atmosphäre

In der Troposphäre, dem sogenannten „unteren Stockwerk der Atmosphäre“, ist die Ozonbildung aus O_2 mangels energiereicher Strahlung nicht mehr möglich. Der schwächere, durch die Ozonschicht durchdringende Teil des UV-Lichtes ist jedoch in der Lage, aus Stickstoffdioxiden und ähnlichen Verbindungen mit Luftsauerstoff Ozon zu bilden. Da diese Stoffe in der Atmosphäre nur in sehr geringer Konzentration enthalten sind, kommt es zu einer geringen Ozonkonzentration in der Troposphäre.

Ozon ist eine instabile und reaktionsfreudige Verbindung und wirkt als Oxidationsmittel. Diese Tatsache wird zum Teil begrüßt, da es sich um ein „Reinigungsmittel“ in der Atmosphäre handelt.

Als Vorläufersubstanzen für die Bildung von bodennahem Ozon haben die Emissionen folgender Schadstoffe die größte Bedeutung: NO_2 , CO , CH_4 und NMVOC (Nicht Methan flüchtige organische Verbindungen; VOC = volatile organic compounds). Stickstoffoxide werden in Österreich vor allem vom Straßenverkehr produziert, der für fast zwei Drittel der Gesamtemission an NO_2 verantwortlich ist. Dabei fällt mehr als die Hälfte der Schadstoffmenge auf LKW. Die größten Mengen von Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffen in Österreich werden durch den Gebrauch von Lösungsmitteln frei. Im Jahr 1994 wurden insgesamt 131,8 kt Lösemittel in die Atmosphäre abgegeben.

7.3 Auswirkungen von Ozon auf den Menschen

Ozon wirkt als starkes Oxidationsmittel und kann beim Menschen zu Reizungen der Schleimhäute, Übelkeit und damit verbundenen Gesundheitsproblemen führen. Ozon wurde 1995 in die „MAK- und BAT-Werteliste“ als kranzerogenverdächtiger Stoff aufgenommen.

<u>Grenzwerte:</u>	Vorwarnstufe:	0,200 mg/ m ³
	1. Warnstufe:	0,300 mg/ m ³
	2. Warnstufe:	0,400 mg/ m ³

(Grenzwerte gelten als Dreistundenmittelwert)

Die individuelle Empfindlichkeit gegenüber Ozon ist beim Menschen oft unterschiedlich ausgeprägt. 10-15% der Bevölkerung reagieren empfindlich auf Ozon. Gesundheitliche Beeinträchtigungen sind um so eher zu erwarten, je höher die Ozonkonzentration der inhalierten Luft ist, je länger die Exposition dauert und je höher das Atemminutenvolumen während dessen ist. Ozon reagiert hauptsächlich am Auftreffort, das heißt an der Oberfläche des Atemtraktes. In der Lungenperipherie trifft das Ozon auf nicht von der Schleimhaut geschütztes Gewebe. Es treten entzündliche Reaktionen des Lungengewebes auf. Die schwersten Formen sind die Fibrose und das Lungenemphysem. Weiters können akute Reizerscheinungen an Augen und Schleimhäuten und subjektive Befindlichkeitsstörungen wie Tränenreiz, chronischer Husten, Kopfschmerzen und Atembeschwerden auftreten. Auch eine Beeinträchtigung des Immunsystems wird dem Ozon angelastet.

Über Wirkungen an Pflanzen liegen Untersuchungsergebnisse von landwirtschaftlichen Nutzpflanzen, Waldbäumen und von Wildpflanzen vor. Ozon wird dabei über die Atemöffnungen aufgenommen und greift die Zellstruktur des Pflanzengewebes an. Auftretende Schäden sind Zuwachsminderung, Blattnekrosen und die Verfärbung von Blättern. Bei der Belastung kommt es auf die Konzentration und die Einwirkungsdauer an.

7.4 Möglichkeiten zur Verringerung des bodennahen Ozons:

Wie Paracelsus schon feststellte, hängt die Schädlichkeit einer Verbindung immer eng mit deren Dosis zusammen. Das gilt natürlich auch für das Ozon. Gegenwärtig müssen wir darauf achten, nicht zu häufig überhöhte Ozonkonzentrationen im bodennahen Bereich zu haben. Welche Möglichkeiten gibt es? Wenn die Wetter- oder Ozonprognose einen Anstieg der Ozonwerte erwarten lässt, so wäre es am wirksamsten, wenn wir nicht zwingend gebotene Autofahrten unterlassen, damit möglichst wenig Ozonvorläufersubstanzen gebildet werden.

Es stehen fast überall öffentliche Verkehrsmittel zur Verfügung als Alternative zum eigenen Fahrzeug. Fahrgemeinschaften schonen die Umwelt und die Brieftasche. Die Bahn bietet ebenso gute Verbindungen zu einem günstigen Preis. Kurzstrecken lassen sich problemlos mit dem Fahrrad oder zu Fuß zurücklegen.

Wer an ozongefährdeten Tagen vom Einsatz von Benzinmähern und Kettensägen absieht, hilft ebenfalls die Ozonwerte niedrig zu halten. Da wir uns ja prinzipiell freuen, wenn die Sonne scheint und das Thermometer hohe Werte anzeigt, können und müssen wir darauf achten, die Ozonvorläufersubstanzen zu minimieren bzw. an solchen Tagen extreme Sportaktivitäten vor allem in höher gelegenen Reinluftgebieten zu vermeiden.

7.5 Herstellung der Passivsammler

Methode: Indigo-Summatationsverfahren

7.5.1 Imprägnieren der Papiere:

2g Indigo (Standard Fluka) werden bei 60°C in 1000ml Dimethylformamid p.a. unter Rühren gelöst. (Herr. Dr. Kosmus hat die Lösung für uns bereitgestellt). In diese Lösung werden die Chromatographiepapiere, 10cm * 8cm (Macherey&Nagel Nr. 827) für ca. 10 sec. eingetaucht. vgl. Foto

Imprägnieren der Chromatographie-papiere mit Indigo



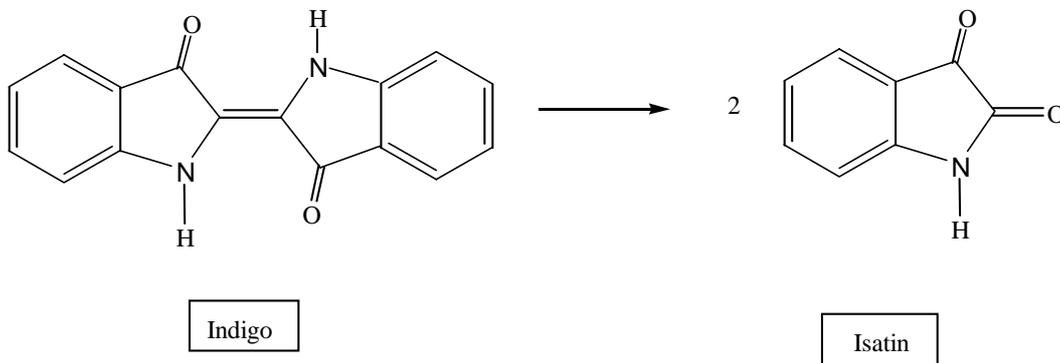
Anschließend lässt man die Lösung abtropfen und trocknet die Papiere im Vakuumtrockenschrank über Nacht. Am nächsten Tag wird der Vorgang wiederholt. Dr. Kosmus hat für uns die Papiere fertiggestellt und luftdicht verschlossen in den vorgesehenen Portionen abgepackt.

7.5.2 Ausbringen der Indigo-Papiere:

Die imprägnierten Papiere werden nun an der Messstation für ca. 28 Tage exponiert.

7.6 Messung:

Danach wird das abgenommene Papier mit 50 ml Ethanol versetzt und ca. 30 Minuten stehen gelassen (öfters schwenken). Ein Teil des blauen Indigo wird während der Expositionszeit zu gelblichem Isatin oxidiert (vgl. Abb. 6) und dieses wird anschließend in 1 cm Küvetten bei 408 nm gegen Ethanol photometrisch gemessen (UV-1202 UV- VIS Spectrophotometer, Shimadzu).



Reaktion von Indigo zu Isatin



Dr. Kosmus
hält einen
Vortrag

7.7 Ergebnisse:

Tabelle 1:

Messwerte für Isatin

Mess- Periode	Ausgebracht		Tage	Station	Messwert [ABS] Bei 408nm
	Vom	Bis			
I	12.10.00	08.11.00	28	1	0,715
I	12.10.00	08.11.00	28	2	1,022
I	12.10.00	08.11.00	28	3	0,899
I	12.10.00	08.11.00	28	4	0,776
I	12.10.00	08.11.00	28	5	0,328
I	12.10.00	08.11.00	28	6	1,073
I	12.10.00	08.11.00	28	7	Kein Wert
I	12.10.00	08.11.00	28	8	1,037
I	12.10.00	08.11.00	28	9	0,757
I	12.10.00	08.11.00	28	10	Kein Wert
II	9.011.00	06.12.00	28	1	0,735
II	9.11.00	06.12.00	28	2	1,313
II	9.11.00	06.12.00	28	3	0,777
II	9.11.00	06.12.00	28	4	0,553
II	9.11.00	06.12.00	28	5	Kein Wert
II	9.11.00	06.12.00	28	6	0,797
II	9.11.00	06.12.00	28	7	0,490
II	9.11.00	06.12.00	28	8	0,343
II	9.11.00	06.12.00	28	9	0,715
II	9.11.00	06.12.00	28	10	0,228
III	07.12.00	03.01.01	28	1	0,404

III	07.12.00	03.01.01	28	2	0,502
III	07.12.00	03.01.01	28	3	0,394
III	07.12.00	03.01.01	28	4	0,608
III	07.12.00	03.01.01	28	5	0,180
III	07.12.00	03.01.01	28	6	0,339
III	07.12.00	03.01.01	28	7	0,292
III	07.12.00	03.01.01	28	8	0,385
III	07.12.00	03.01.01	28	9	0,462
III	07.12.00	03.01.01	28	10	0,409
IV	04.01.01	31.01.01	28	1	0,534
IV	04.01.01	31.01.01	28	2	0,571
IV	04.01.01	31.01.01	28	3	0,345
IV	04.01.01	31.01.01	28	4	0,355
IV	04.01.01	31.01.01	28	5	0,299
IV	04.01.01	31.01.01	28	6	0,002
IV	04.01.01	31.01.01	28	7	0,041
IV	04.01.01	31.01.01	28	8	0,163
IV	04.01.01	31.01.01	28	9	0,449
IV	04.01.01	31.01.01	28	10	Kein Wert
V	01.02.01	28.02.01	28	1	0,473
V	01.02.01	28.02.01	28	2	0,512
V	01.02.01	28.02.01	28	3	0,340
V	01.02.01	28.02.01	28	4	0,602
V	01.02.01	28.02.01	28	5	0,122
V	01.02.01	28.02.01	28	6	0,159
V	01.02.01	28.02.01	28	7	0,922
V	01.02.01	28.02.01	28	8	0,877
V	01.02.01	28.02.01	28	9	Kein Wert
V	01.02.01	28.02.01	28	10	0,829
VI	01.03.01	28.03.01	28	1	0,780
VI	01.03.01	28.03.01	28	2	0,774
VI	01.03.01	28.03.01	28	3	0,965
VI	01.03.01	28.03.01	28	4	1,089
VI	01.03.01	28.03.01	28	5	1,055
VI	01.03.01	28.03.01	28	6	0,760
VI	01.03.01	28.03.01	28	7	0,826
VI	01.03.01	28.03.01	28	8	1,053
VI	01.03.01	28.03.01	28	9	Kein Wert
VI	01.03.01	28.03.01	28	10	0,600
VII	29.03.01	25.04.01	28	1	0,907
VII	29.03.01	25.04.01	28	2	0,789
VII	29.03.01	25.04.01	28	3	1,016
VII	29.03.01	25.04.01	28	4	0,942
VII	29.03.01	25.04.01	28	5	0,860
VII	29.03.01	25.04.01	28	6	0,821
VII	29.03.01	25.04.01	28	7	1,148
VII	29.03.01	25.04.01	28	8	0,523

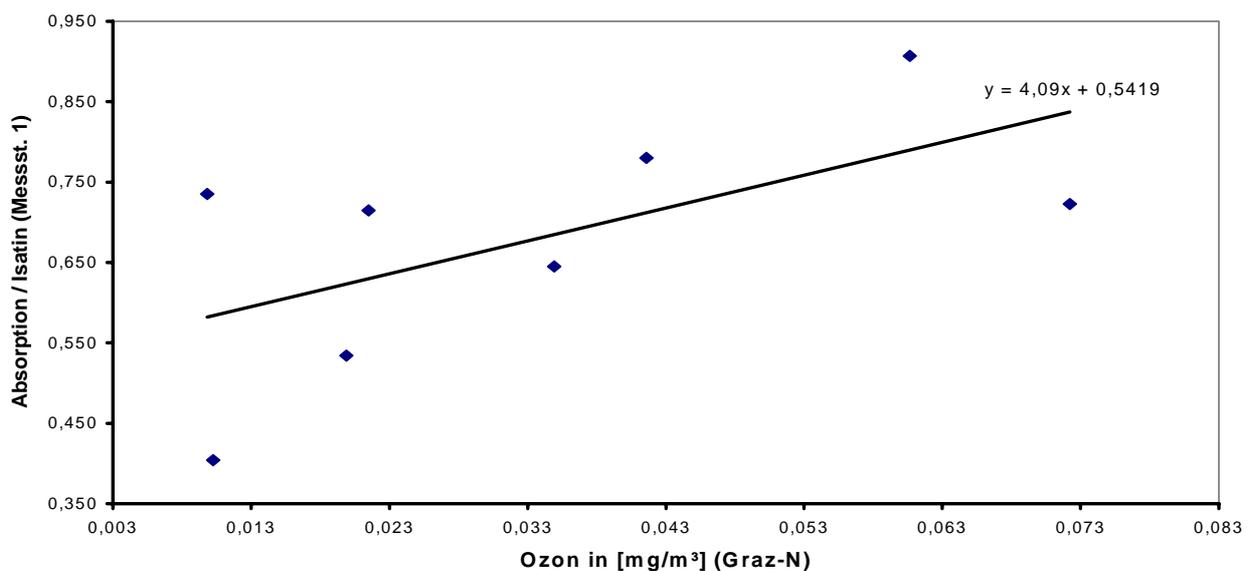
VII	29.03.01	25.04.01	28	9	Kein Wert
VII	29.03.01	25.04.01	28	10	0,931
VIII	26.04.01	23.05.01	28	1	0,723
VIII	26.04.01	23.05.01	28	2	0,487
VIII	26.04.01	23.05.01	28	3	0,695
VIII	26.04.01	23.05.01	28	4	0,613
VIII	26.04.01	23.05.01	28	5	0,807
VIII	26.04.01	23.05.01	28	6	0,507
VIII	26.04.01	23.05.01	28	7	0,844
VIII	26.04.01	23.05.01	28	8	0,910
VIII	26.04.01	23.05.01	28	9	Kein Wert
VIII	26.04.01	23.05.01	28	10	0,691

7.8 Interpretation der Ergebnisse:

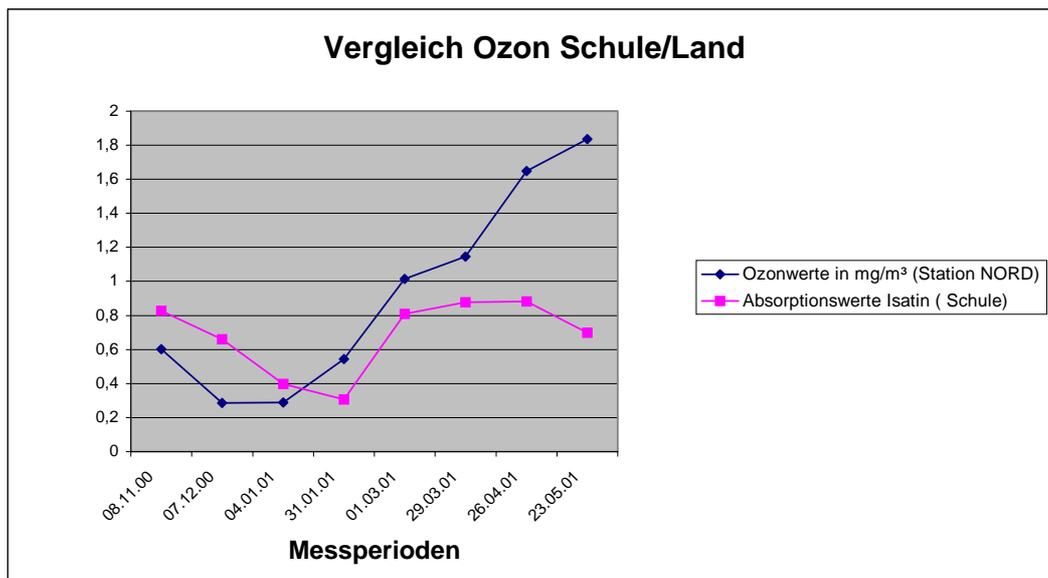
Mit Integralmessungen kann man nur Aussagen über die gesamte jeweilige Messperiode (28 Tage) machen, einzelne Spitzen oder gar Tagesverläufe lassen sich nicht erkennen.

Wir haben die Absorption von Isatin gemessen und mit einer entsprechenden Eichung können wir auch Aussagen über die konkrete Menge an Isatin treffen. Allerdings interessieren uns eigentlich die Ozonwerte. Daher stellen wir eine Korrelation zwischen den von uns gemessenen Isatinwerten und den Ozonwerten der kontinuierlichen Station Graz Nord her. Wir bilden für die jeweilige Messperiode den Mittelwert aus den Tagesmittelwerten und tragen sie gegen die Absorptionswerte von Isatin auf. Erfreulicher Weise ergeben sich gut Übereinstimmungen. Wir kommen zu ähnlichen Ergebnissen wie Dr. Kosmus und Dr. Schmidt. Vgl. Abb.

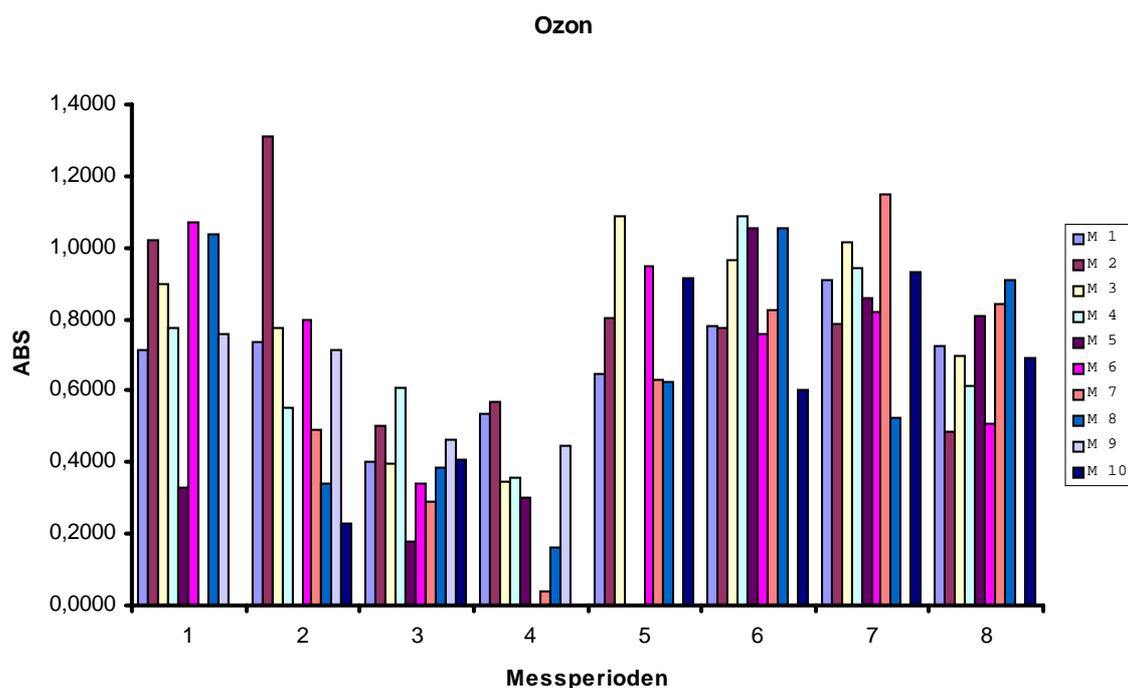
Vergleich der Messwerte von Graz-Nord mit M1



Die in weiten Abschnitten gute Korrelation zeigt sich auch in folgender Darstellung.



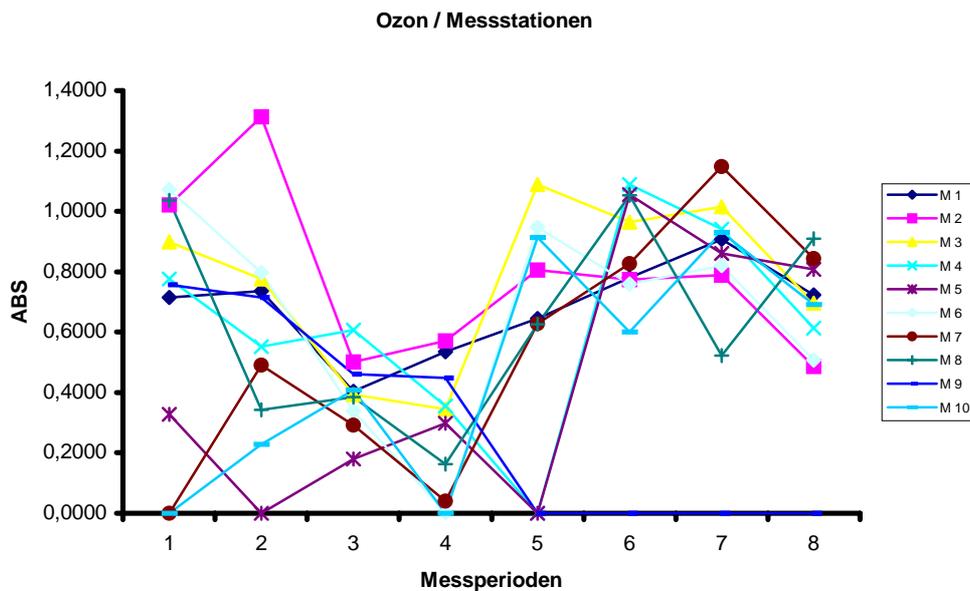
Wenn man nun die Absorptionswerte der einzelnen Messperioden miteinander vergleicht, fällt das Minimum während der Messperioden drei und vier auf. Es handelt sich dabei um den Jänner und Februar. Das entspricht genau der Tatsache, dass in den Wintermonaten die Sonneneinstrahlung gering ist und daher auch weniger Ozon gebildet wird. Im Frühling steigt dann die Ozonkonzentration rasch an. Eigentlich wäre zu erwarten, dass dieser Anstieg fortgesetzt wird und es ist etwas überraschend, dass die Messung der 8. Messphase eine leichte Verringerung aufweist. Wir werden aber mit weiteren Messungen den Trend beobachten und dann klären ob es sich um einen kurzzeitigen Effekt handelte oder vermutlich ein Messfehler vorliegt.



Wir übernehmen aus der Literatur (Johann Leitner, Stefan Schmidt. Summation methods for monitoring O₃ and NO_x in the ambient air. S. 10) die Einteilung in 4 Klassen:

Summationsmethode	Kontinuierliche Methode	Klasse
Extinktion	mg/m ³	
0,00-0,45	0,000-0,040	1
0,46-0,90	0,041-0,080	2
0,91-1,36	0,081-0,120	3
>1,36	>0,120	4

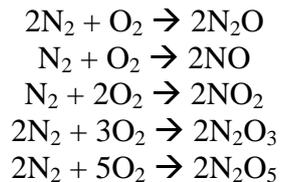
Zu Beginn unserer Messungen im Herbst erhalten wir Werte, die der Klasse 3 entsprechen. Während der Wintermonate sinkt die Belastung auf Werte der Klasse 2 und schließlich 1. Danach wird allerdings rasch wieder die Klasse 3 erreicht und wir erwarten im Sommer Ergebnisse der Klasse 4. Es bestätigen sich somit die Trends aus dem Vorjahr.



8. Stickstoffoxide

8.1 Was sind Stickstoffoxide?

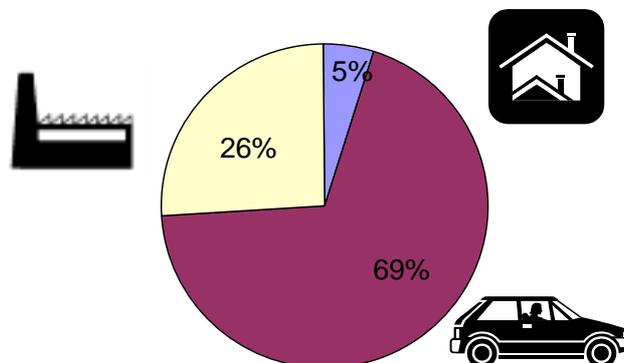
Stickstoffoxide sind Verbindungen aus Stickstoff (N) und Sauerstoff (O). Bei hoher Konzentration haben einige eine rotbraune Färbung und riechen stechend. (In der Luft aufgrund der niedrigen Konzentration aber nicht bemerkbar.) Die wichtigsten Stickstoffoxide sind Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂), bei denen jeweils ein bzw. zwei Sauerstoffatome an ein Stickstoffatom gebunden werden. Es gibt auch noch weitere:



8.2 Die Entstehung von Stickstoffoxiden:

Stickstoffoxide werden in der Troposphäre durch eine Reihe natürlicher und anthropogener (vom Menschen geschaffener) Prozesse gebildet. Zu den natürlichen Quellen gehören die NO-Bildung durch Blitzentladungen, die Oxidation von biogen erzeugtem Ammonium durch OH-Radikale, sowie das direkte Ausgasen von NO und NO₂ aus bestimmten Bodenarten und aus dem Ozean. Wie Kohlenmonoxid entstehen auch große Mengen von NO als Beiprodukt bei der Verbrennung von Kohle, Holz und Erdöl.

Bei der Verbrennung vor allem unter hohen Temperaturen verbindet sich Luftstickstoff mit Sauerstoff zu Stickoxiden ($\text{N}_2 + 2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$). Bei Verbrennungen unter niedriger Temperatur entsteht NO und nur bei Verbrennung unter höheren Temperaturen wird NO₂ gebildet. Im Gegensatz zu CO scheinen aber diese anthropogenen Quellen für das hemisphärische oder globale NO_x-Budget nur geringfügig ins Gewicht zu fallen, denn NO wird rasch über NO₂ in HNO₃ übergeführt und damit im Niederschlag ausgewaschen. Ebenso entstehen Stickstoffoxide bei der mikrobiologischen Umsetzung im Boden, aus Abgasen von Kraftfahrzeugen und Emissionen aus Kohle- und Erdölkraftwerken, sowie aus verschiedenen Industriezweigen (Zement- und Glaserzeugung, chemische Industrie).



Emission von Stickstoffoxiden

Die Emissionen erfolgen zu etwa 95 % in Form von NO, der Rest emittiert in Form von NO₂. Dass dennoch NO₂ nicht nur in Spuren in der Atmosphäre auftritt, ist auf chemische Umwandlungsprozesse von NO zu NO₂ zurückzuführen. So kann zum Beispiel NO thermisch mit Sauerstoff (O₂) reagieren:



oder bei Vorhandensein von Ozon (O₃) ebenfalls NO₂ bilden:

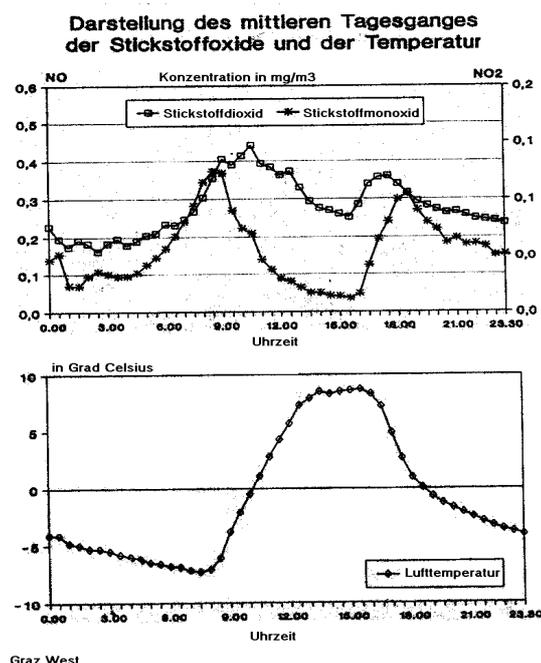


8.3 Tagesverlauf von Stickstoffoxiden:

Aus dem NO-Verlauf der beiden folgenden Diagramme lassen sich deutlich zwei Immissionsmaxima, und zwar in den Morgenstunden sowie in den frühen Abendstunden erkennen. Diese Tatsache ist auf die zu diesen Zeitpunkten auftretenden Verkehrsspitzen – und den somit erhöhten NO-Ausstoß – zurückzuführen.

Ebenso weist der NO₂-Tagesgang zwei Belastungsmaxima auf. Die erste Immissionsspitze ist im Vergleich zum NO zeitlich etwas nach hinten versetzt. Dies ist mit dem vormittäglichen Anstieg der Lufttemperatur in Zusammenhang zu bringen, wodurch die chemischen Umwandlungsprozesse begünstigt werden. Die Bedeutung der Lufttemperatur zeigt sich auch im weiteren Tagesverlauf. Der Rückgang der NO-Konzentrationen ist einerseits durch eine tagesperiodische Abnahme des Verkehrs bedingt und andererseits auch durch die luftchemische Umwandlung von NO in NO₂ während der warmen Tageszeiten. Mit der zweiten Verkehrsspitze, die etwa um 16⁰⁰ Uhr einsetzt, steigen gleichzeitig das NO und das NO₂ an. Wie der Abbildung über den mittleren Tagesgang der Temperatur zu entnehmen ist, herrschen zu diesem Zeitpunkt noch Temperaturen vor, die eine rasche chemische Umsetzung ermöglichen.

Mittlerer Tagesgang der Stickoxide und der Temperatur



8.4 Auswirkungen von Stickstoffoxiden:

Stickstoffoxide – vor allem NO_2 – wirken sich hauptsächlich bei Säuglingen, Kleinkindern und älteren Menschen auf die oberen Atemwege und die Augenbindehäute aus. In schweren Fällen können sie sogar zum Atemversagen führen. Beim Einatmen von Stickstoffoxiden bildet sich mit Wasser Salpetrige Säure (HNO_2), die den pH-Wert herabsetzt. Sie führt zur Verätzung der Schleimhäute.

Sogar bei Gebäuden und Denkmälern sind Schäden erkennbar, z.B. löst sich Kalk schneller auf....

Aber auch Bleichung und vorzeitiges Altern der Blätter, sowie geringes Wachstum von Pflanzen sind Folgen von NO_2 . Die Salpetrige Säure wird vom Regen ausgewaschen und gelangt so als saurer Regen auf die Erde zurück. Saurer Regen ist einer der Hauptverursacher des Waldsterbens.

Als Vorläufersubstanzen für bodennahes Ozon tragen Stickstoffdioxide wesentlich zur übermäßigen Bildung von Ozon und anderen gesundheitsschädlichen Oxidantien (chemische Verbindungen, die ihren Sauerstoff leicht abgeben) bei.

Aus diesem Grund wurden Grenzwerte festgelegt, die die maximale Schadstoffkonzentration in der Luft angeben.

Immissionsgrenzwertverordnung der steiermärkischen Landesregierung (1987):

	NO	NO ₂
Tagesmittelwert (TMW):	0,2 mg/m ³	0,1 mg/m ³
Halbstundenmittelwert (HMW):	0,6 mg/m ³	0,2 mg/m ³

Smogalarmgesetz:

Vorwarnstufe:	0,35 mg/m ³
Smogalarmstufe 1:	0,60 mg/m ³
Smogalarmstufe 2:	0,80 mg/m ³

Diese Grenzwerte von NO_2 gelten als 3-Stunden-Mittelwert.

Für Stickstoffmonoxid gibt es keine Immissions-Grenzwerte.

Der MAK-Wert beträgt 6 mg/m³ (3 ppm). Dieser Wert bedeutet „maximale Arbeitsplatzkonzentration“ d.h. jene Konzentration, die auch bei langzeitlicher Aussetzung (z.B.: 40 Stunden-Woche) keine Schädigung des Arbeitnehmers verursacht.

Zur Überwachung der Grenzwerte hat die Steiermärkische Landesregierung feste Messstationen, die kontinuierlich Werte über die Konzentration der verschiedenen Luftinhaltsstoffe an die Zentrale senden.

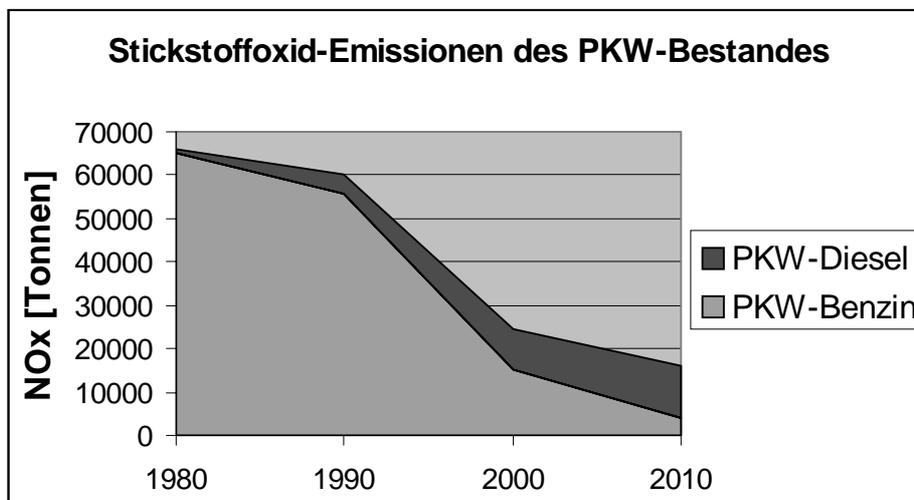
Überschreitungen der Grenzwerte sind dem Rat der Europäischen Union unverzüglich zu melden.

Zusätzlich zu den Grenzwerten gibt es außerdem noch Richtwerte, die aber lediglich der Orientierung dienen.

8.5 Gegenmaßnahmen:

Nachdem der Hauptverursacher der NO_x -Emissionen im Bereich des Kraftfahrzeugverkehrs zu suchen ist, sind als wirksamste Vermeidungsstrategien der Verzicht bzw. sparsamster Einsatz des Kraftfahrzeuges zu nennen.

Durch ständige Verbesserungen und Weiterentwicklungen in der Motorentechnik und den Einsatz von Katalysatoren hat sich in den letzten 20 Jahren die NO_x Emission von PKW deutlich verringert, doch der NO_x Ausstoß von Diesel-betriebenen PKW hat sich durch den erhöhten Einsatz von Diesel als Kraftstoff stark erhöht und wird in den nächsten Jahren noch weiter steigen. Der ständig steigende Einsatz von Kraftfahrzeugen vermindert den Rückgang des NO_x Emissionen aber:



Stickstoffoxid-Emissionen von PKW

1984 wurde erstmals eine Maßnahme zur Schadstoffreduzierung vorgeschlagen. Die Geschwindigkeiten sollten auf 100 km/h auf Autobahnen und 80 km/h auf Freilandstraßen herabgesetzt werden. Studien der EU erwiesen jedoch, dass diese Maßnahme nur etwa 2% der Stickstoffoxidemission reduzieren würden.

Außerdem müssen Industrieanlagen seit einigen Jahren neue Filteranlagen in ihre Abgassysteme einbauen, um die Emissionsgrenzwerte nicht zu überschreiten. In diesen Filteranlagen werden den Stickstoffoxiden genau dosierte Mengen Ammoniak zugeführt. Dieser reagiert mit den Stickstoffoxiden an Katalysatoren zu elementarem Stickstoff und Wasser. Die Katalysatoren, die diese Reaktionen ermöglichen, werden in der Steiermark von der Firma Frauental Keramik AG erzeugt.

8.6 Herstellung der Passivsammler:

8.6.1 Imprägnieren der Papiere:

Die speziellen Keramikkerzen erhielten wir von der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Schönbrunn in Wien – die meisten anderen benötigten Chemikalien und Werkzeuge von Dr. Walter Kosmus von der Grazer Karl-Franzens Universität. Die Kerzen müssen für einige Stunden in Wasser zur Reinigung eingelegt werden. Danach befestigen wir ein Stück Chromatographiepapier, 10cm * 8cm (Macherey&Nagel Nr. 827) mit Kabelbindern fest auf der Außenseite der Kerze. Anschließend tauchen wir die Kerze mitsamt dem Papier in Diphenylaminlösung (0,22g Diphenylamin auf einen Liter Ethanol). Das Innere der Kerze füllen wir mit einer KSCN-Lösung (Kaliumthiocyanat-Lsg.) (0,23 g KSCN in einem Liter Propantriol).

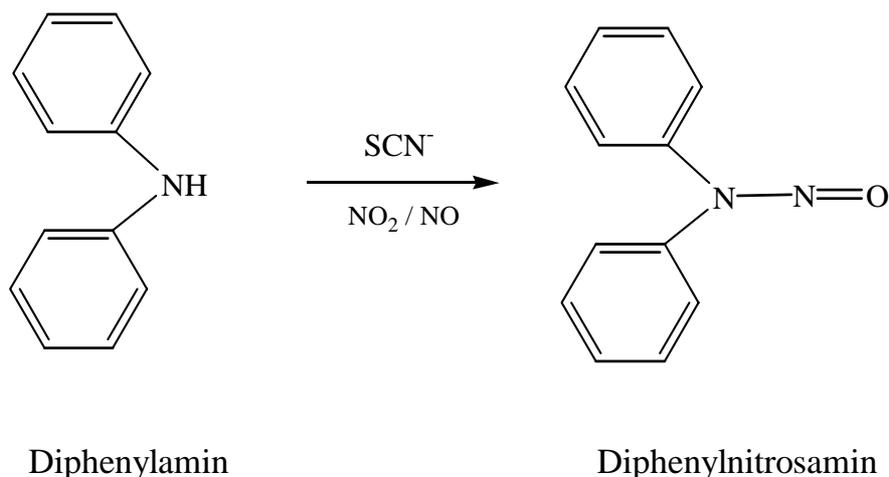
8.6.2 Ausbringen der Passivsammler:

Zuletzt verschließen wir die Kerzen mit einem Gummistopfen und hängen sie an den Messstationen unter die Schutzglocke. Nach etwa 2 Wochen werden die Kerzen zur Analyse eingesammelt und ausgewertet.

8.7 Messung:

Die Papiere müssen verschlossen in Kunststoffhülsen transportiert werden, um weitere Reaktionen zu vermeiden. Im Labor tränken wir jedes Papier mit 50 ml Ethanol (96%) und schütteln 30 Minuten lang vorsichtig. Wir entnehmen mit einer kleinen Pipette eine Probe, die wir in eine viereckige Einwegküvette füllen. Laut Vorschrift sollten wir 5 cm Küvetten verwenden, das war aber bei diesem Photometer nicht möglich

Wir benützen für die Messung ein Spektralphotometer von Shimadzu, UV-1202. Die gelbe Färbung der Diphenylnitrosamine, die bei der Reaktion auf der Kerze entstehen (vgl. Abb.), können bei einer Wellenlänge von 390 nm gemessen werden.



Reaktion von Diphenylamin zu Diphenylnitrosamin

In das Photometer stellen wir gleichzeitig sechs Küvetten. (Vorsicht! Nur an den gerillten Seiten berühren!). In die erste Küvette füllen wir als Blindprobe 96%-iges Ethanol.

8.8 Ergebnisse

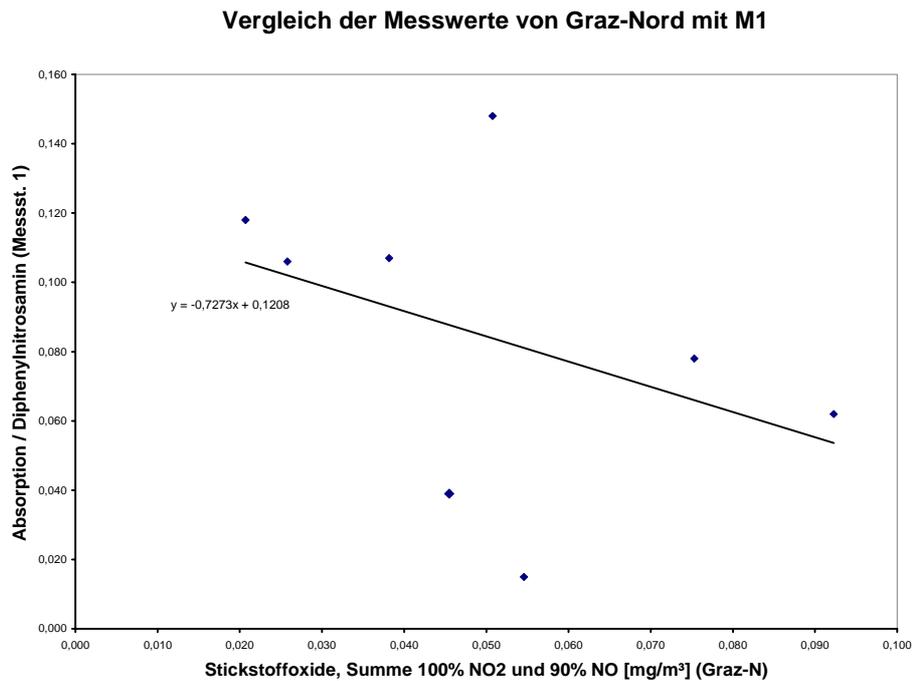
Tabelle 2

Mess- periode	Ausgebracht		Tage	Station	Messwert [ABS] Bei 390nm
	Vom	Bis			
I	12.10.00	08.11.00	28	1	0,008
I	12.10.00	08.11.00	28	2	0,004
I	12.10.00	08.11.00	28	3	0,014
I	12.10.00	08.11.00	28	4	0,007
I	12.10.00	08.11.00	28	5	0,044
I	12.10.00	08.11.00	28	6	0,010
I	12.10.00	08.11.00	28	7	0,009
I	12.10.00	08.11.00	28	8	0,006
I	12.10.00	08.11.00	28	9	0,040
I	12.10.00	08.11.00	28	10	0,039
II	9.011.00	06.12.00	28	1	0,017
II	9.11.00	06.12.00	28	2	0,040
II	9.11.00	06.12.00	28	3	0,116
II	9.11.00	06.12.00	28	4	0,063
II	9.11.00	06.12.00	28	5	0,032
II	9.11.00	06.12.00	28	6	0,210
II	9.11.00	06.12.00	28	7	0,077
II	9.11.00	06.12.00	28	8	0,051
II	9.11.00	06.12.00	28	9	0,030
II	9.11.00	06.12.00	28	10	0,078
III	07.12.00	03.01.01	28	1	0,025
III	07.12.00	03.01.01	28	2	0,010
III	07.12.00	03.01.01	28	3	0,031
III	07.12.00	03.01.01	28	4	0,032
III	07.12.00	03.01.01	28	5	0,059
III	07.12.00	03.01.01	28	6	0,060
III	07.12.00	03.01.01	28	7	0,475
III	07.12.00	03.01.01	28	8	0,067
III	07.12.00	03.01.01	28	9	0,056
III	07.12.00	03.01.01	28	10	0,074
IV	04.01.01	31.01.01	28	1	0,007
IV	04.01.01	31.01.01	28	2	0,002
IV	04.01.01	31.01.01	28	3	0,009
IV	04.01.01	31.01.01	28	4	0,035
IV	04.01.01	31.01.01	28	5	0,024

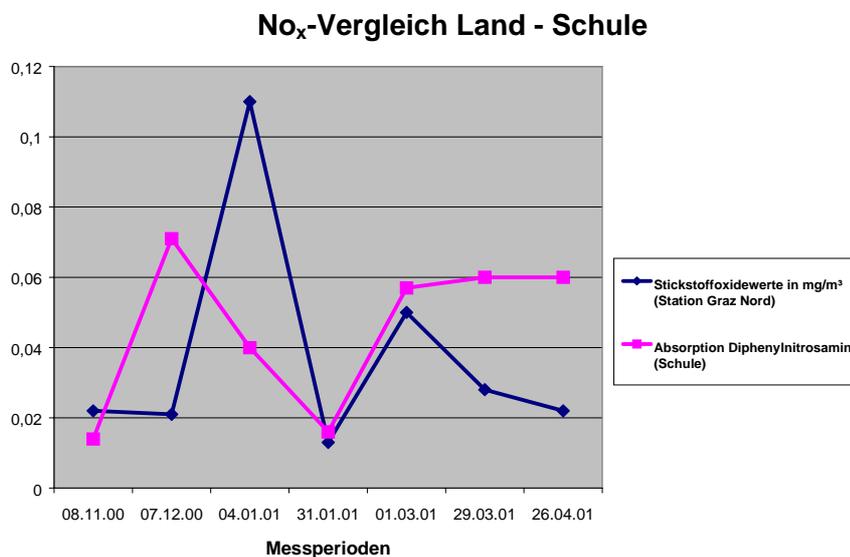
IV	04.01.01	31.01.01	28	6	0,029
IV	04.01.01	31.01.01	28	7	0,004
IV	04.01.01	31.01.01	28	8	0,027
IV	04.01.01	31.01.01	28	9	0,008
IV	04.01.01	31.01.01	28	10	0,015
V	01.02.01	28.02.01	28	1	0,047
V	01.02.01	28.02.01	28	2	0,028
V	01.02.01	28.02.01	28	3	0,038
V	01.02.01	28.02.01	28	4	0,035
V	01.02.01	28.02.01	28	5	0,123
V	01.02.01	28.02.01	28	6	0,412
V	01.02.01	28.02.01	28	7	0,089
V	01.02.01	28.02.01	28	8	0,079
V	01.02.01	28.02.01	28	9	Kein Wert
V	01.02.01	28.02.01	28	10	0,127
VI	01.03.01	28.03.01	28	1	0,024
VI	01.03.01	28.03.01	28	2	0,052
VI	01.03.01	28.03.01	28	3	0,031
VI	01.03.01	28.03.01	28	4	0,029
VI	01.03.01	28.03.01	28	5	0,063
VI	01.03.01	28.03.01	28	6	0,070
VI	01.03.01	28.03.01	28	7	0,078
VI	01.03.01	28.03.01	28	8	0,089
VI	01.03.01	28.03.01	28	9	Kein Wert
VI	01.03.01	28.03.01	28	10	0,107
VII	29.03.01	25.04.01	28	1	0,023
VII	29.03.01	25.04.01	28	2	0,020
VII	29.03.01	25.04.01	28	3	0,046
VII	29.03.01	25.04.01	28	4	0,031
VII	29.03.01	25.04.01	28	5	0,083
VII	29.03.01	25.04.01	28	6	0,102
VII	29.03.01	25.04.01	28	7	0,059
VII	29.03.01	25.04.01	28	8	0,074
VII	29.03.01	25.04.01	28	9	Kein Wert
VII	29.03.01	25.04.01	28	10	0,107
VIII	26.04.01	23.05.01	28	1	0,139
VIII	26.04.01	23.05.01	28	2	0,074
VIII	26.04.01	23.05.01	28	3	0,074
VIII	26.04.01	23.05.01	28	4	0,064
VIII	26.04.01	23.05.01	28	5	0,107
VIII	26.04.01	23.05.01	28	6	0,101
VIII	26.04.01	23.05.01	28	7	0,118
VIII	26.04.01	23.05.01	28	8	0,070
VIII	26.04.01	23.05.01	28	9	Kein Wert
VIII	26.04.01	23.05.01	28	10	0,118

8.9 Interpretation der Messergebnisse

Wir messen die Absorption von Diphenylnitrosamin pro Messperiode (28 Tage) mit einem Spektralphotometer und vergleichen diese Werte mit den Mittelwerten der Messstation Graz Nord von der jeweiligen Messperiode. Wir berücksichtigen NO₂ zu 100% und NO zu 90% und folgen damit den Erfahrungen von Dr. Kosmus und Dr. Schmidt. Am Beispiel der Messstation 1 sieht man, dass die Korrelation nicht optimal verläuft.



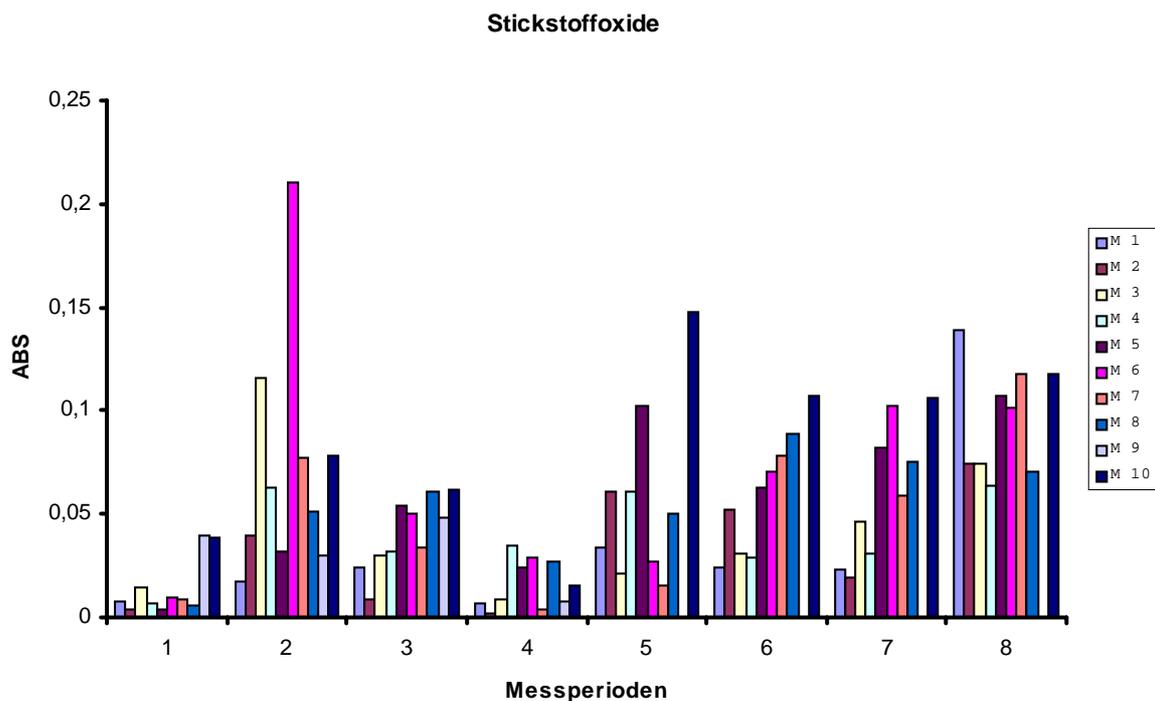
Wie aus der folgenden Abbildung ersichtlich ist, zeigen unsere Ergebnisse und die von der Steirischen Landesregierung (Station Graz Nord) den gleichen Trend. Die Abweichungen am Ende der Messreihe sind vermutlich darauf zurückzuführen, dass sich eine gewisse Nachlässigkeit von der Seite der SchülerInnen eingeschlichen hat.



Wir erhalten sehr geringe Absorptionswerte (ABS): Unsere höchste Absorption liegt bei 0,475, gemessen am 4.1.01 bei der Messstation 7 (Kreuzung Grabenstraße). Unser niedrigster Wert liegt bei 0,002 und wurde am 1.2.01 bei der Messstation 2 (Atrium der Schule) gemessen. Es ist zu bemerken, dass die Messstation 2 (Atrium) meistens den niedrigsten Wert aufzeigt. Im Vergleich zu den Messungen im Vorjahr ist das erfreulich. Damals hatten wir große Schwankungen an dieser Messstation zu vermerken, die wahrscheinlich durch die versammelten RaucherInnen in diesem Bereich verursacht worden waren. Den SchülerInnen ist offensichtlich der Sinn und Zweck der Messstation bewusst geworden.

Die Höchstwerte finden sich naturgemäß im Bereich von stark befahrenen Kreuzungen z.B. Messstation 10 Andritzer Maut, Messstation 7, Grabenstraße und Messstation 5, Kalvarienbergbrücke.

Bemerkenswert ist, dass wir auch für die Höhenstation bei Dr. Putz zweimal Höchstwerte feststellen konnten (am 7.12.00 und am 1.3.01). Ein Blick auf den Kalender legt die Vermutung nahe, dass es als Folge von Krampus- bzw. Faschingsfeierlichkeiten hier zu erhöhten Emissionen durch Raucher am Balkon gekommen ist. Natürlich kann aber auch eine Verwechslung der Proben 5 (Kalvarienbergbrücke) und 6 (Dr. Putz) nicht ausgeschlossen werden.

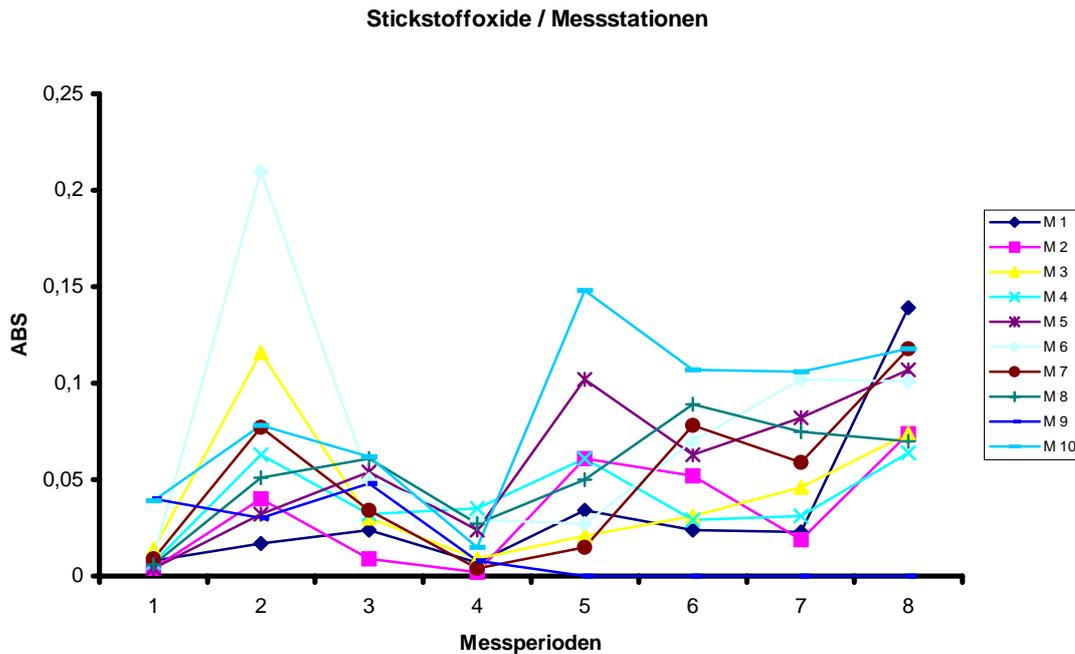


Abschließend ist zu vermerken, dass wir mit diesen Konzentrationen auch heuer wieder im unteren Bereich der Messgenauigkeit liegen.

Und dies obwohl wir bei allen Messungen neue gut getränkte Keramikkerzen verwendet haben. Dadurch konnten wir vermeiden, dass die Messwerte wie im Vorjahr von Messperiode zu Messperiode kontinuierlich sinken. Allerdings sind in den Wintermonaten durch die Niederschläge die Papiere teilweise tropfnass geworden.

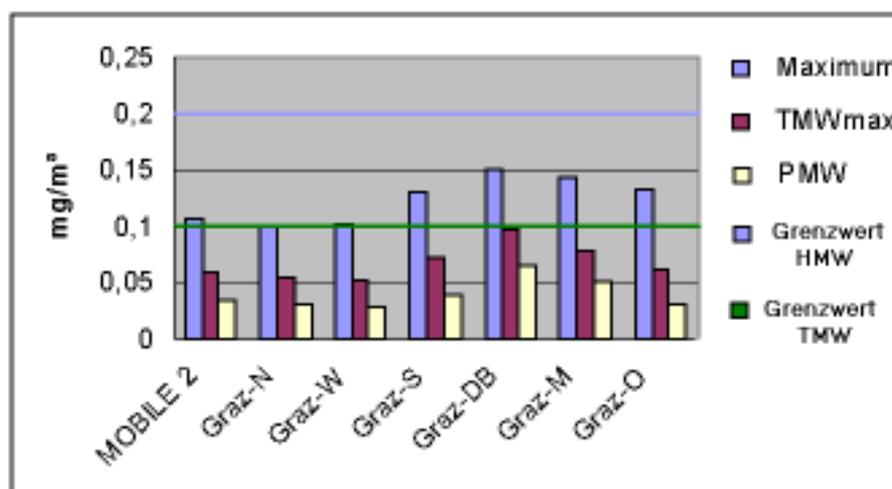
Wir fanden in der Literatur (Leitner, Schmidt) eine Einteilung in 4 Klassen und übernahmen diese.

Unsere Werte fallen mit wenigen Ausnahmen in die 1. Klasse von 0,0 bis 0,35 für die Absorption, was bedeutet, dass nicht mehr als 0,05 mg pro m³ gefunden wurden. Außerdem konnten wir auch dieses Jahr keine Messungen mit 5cm-Küvetten durchführen. Da wir vom Elternverein ein neues Spektralphotometer erhielten, wird es bei zukünftigen Messungen möglich sein, mit größeren Küvetten zu experimentieren. Gewisse Abweichungen, die ich bereits zuvor angesprochen habe, sind sogar in der Literatur zu finden, was bedeutet, dass wir mit unseren etwas beschränkteren Mitteln doch recht annehmbare Werte herausbekommen haben.

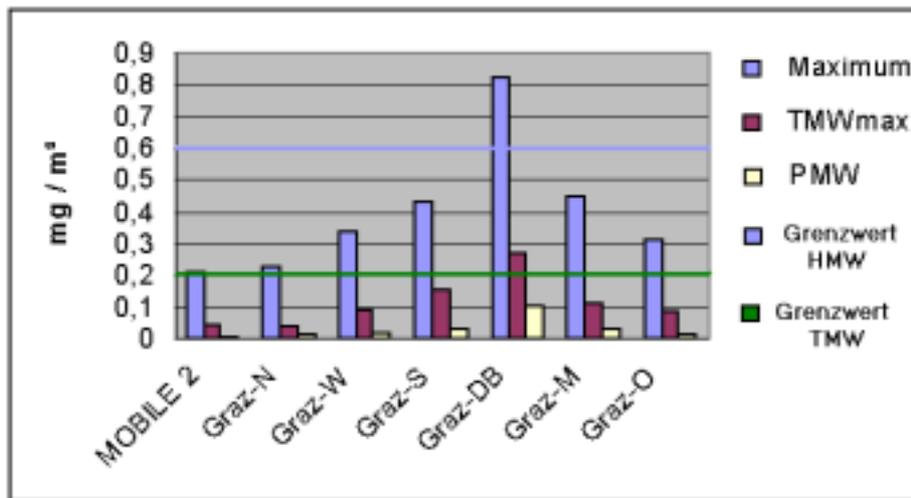


Wie die folgenden Graphiken für die Stickstoffmonoxid und -dioxidkonzentrationen zeigen, befinden sich die Werte der Mobilen Messstation und der Station Graz Nord im gleichen Bereich. Unsere Annahme, dass zwischen Gösting (Station Graz Nord) und Geidorf / Andritz (Mobile Messstation) ähnliche vorliegende Luftgüteverhältnisse vorliegen, war also gerechtfertigt.

Stickstoffdioxidbelastung (Steirische Landesregierung)



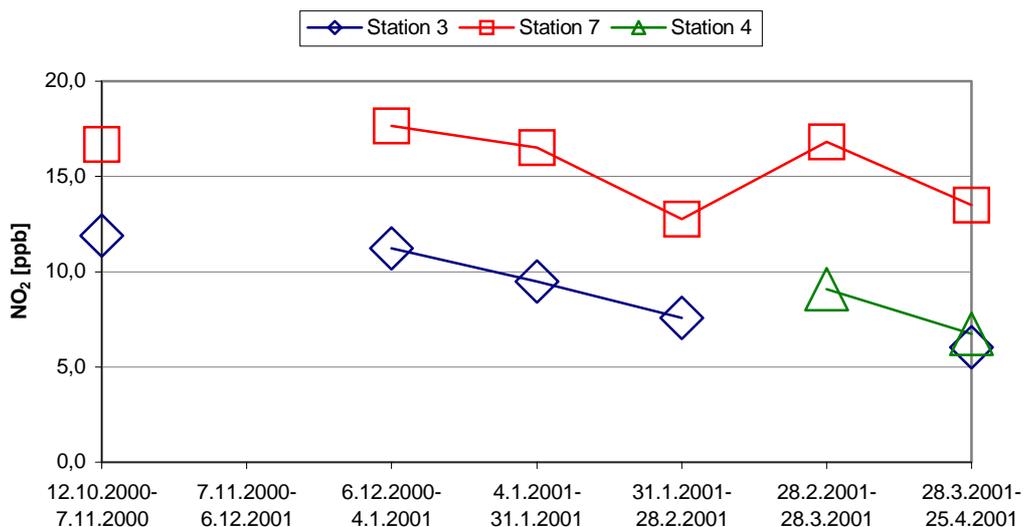
Stickstoffmonoxidbelastung (Steirische Landesregierung)



Wie aus der letzten Graphik ersichtlich ist, befinden wir uns in der Carnerigasse in einer günstigen Luftgütesituation, zumindest was die Belastung durch Stickstoffmonoxid betrifft. Im Vergleich zu Graz West, Süd, Mitte und Ost weisen wir wesentlich geringere Schadstoffkonzentrationen auf. Graz Don Bosco (Kärntnerstraße) weist sogar den vierfachen Konzentrationswert auf. Die Nähe zum Grenzwert für den Tagesmittelwert macht allerdings deutlich, dass wir im verkehrsdichten städtischen Gebiet wohnen.

An einigen Messstationen verfolgten wir die Stickstoffdioxidkonzentrationen mittels Passivsammler der Technischen Universität Wien. Dort wurde auch die Auswertung gemacht und wie deutlich zu erkennen ist, liegen die Werte für die Messstation 3 (Sportplatz) und für die Messstation 4 (Hintereingang, Vogelweiderstraße) niedriger als an der verkehrsnahen Station Nr.7 (Grabenstraße)

NO₂ - Carnerigasse (Winter 2000/2001)



9. Staub

9.1 Was ist Staub?

Staub gehört zu den Aerosolen (= schwebende Feststoffe in der Luft) und wird in Grob- und Feinstaub unterteilt. Er ist der „bedeutendste“ Bestandteil der Luftverschmutzung, da er nahezu überall enthalten ist und nur mit Hilfe von Überdruck und elektrostatischen Entstaubungsanlagen ferngehalten werden kann.

Die Ausbreitung von Staub erfolgt durch Druck- und Temperaturunterschiede, sowie durch Bewegungsvorgänge (Aufwirbeln). Neben der emittierten Gesamtstaubmenge sind für die lufthygienische Situation solche Staubanteile von besonderer Bedeutung, die z. B. aufgrund kanzerogener (krebserregender) Inhaltsstoffe ein besonderes Wirkungspotential haben.

Die Zusammensetzung der Stäube verändert sich während des Transportes. Die von anthropogenen Quellen abgegebenen Stäube vermischen sich mit natürlichen Stäuben, die vom Wind aufgewirbelt und fortgetragen werden. Hinzu kommen feste oder flüssige Reaktionsprodukte gasförmiger Luftschadstoffe, die als Aerosol den Stäuben zugemischt werden. Des Weiteren können gasförmige Luftschadstoffe an Staubkörnern adsorbiert werden oder auf dem Staubkorn können chemische Reaktionen stattfinden und so die Beschaffenheit der Staubkörner verändern.

Die Immissionen gasförmiger Luftschadstoffe können als Einzelstoff gemessen und ihre schädigenden Wirkungen anhand der Immissionskonzentrationen direkt bewertet werden. Dies ist bei Stäuben nicht möglich, da sie aus einem komplexen Gemisch vielfältiger Substanzen bestehen. Sie unterscheiden sich abhängig von der Art der einwirkenden Quellen von Ort zu Ort nach Korngrößenverteilung, Zusammensetzung des primären Materials und der ihm anhaftenden chemischen Verbindungen. So enthalten Stäube Körner sehr unterschiedlicher Größe und Verteilung mit Durchmessern von einigen 10 µm bis hinunter zu Zehntel oder Hundertstel µm.

Die chemische Zusammensetzung der einzelnen Korngrößenklassen (Fraktionen) ist in der Regel nicht konstant. Im oberen Maximum der Korngrößenverteilung um 10 µm (=Grobstaub) sind zum Beispiel bei anorganischen Inhaltsstoffen (z.B.: Schwermetalle wie Blei, Cadmium) vorzugsweise Bestandteile zu finden, die auch in der Natur häufig auftreten (natürliche Staubanteile), während im unteren Maximum mit Korngrößen kleiner als 2,5 µm (=Fein-, bzw. Schwebstaub) hauptsächlich Elemente und Verbindungen nachgewiesen werden, die anthropogenen Ursprungs sind.

9.2 Auswirkungen von Staub auf den Menschen

Die schädigende Wirkung von Stäuben hängt zunächst unabhängig von den Inhaltsstoffen davon ab, welche Mengenanteile in die Lunge gelangen können und dort abgelagert werden; ein Vorgang, bei dem wieder die Größe der einzelnen Staubkörner entscheidend ist. Grobe Partikel werden entweder gar nicht eingeatmet oder, falls sie in den oberen Atemtrakt gelangen, schnell wieder ausgeschieden. Feinere Staubteilchen jedoch können im Atemtrakt abgesetzt werden. Sie werden aber durch die Selbstreinigungsmechanismen der Lunge zumindest teilweise nach einiger Zeit wieder ausgeschieden.

Die feinsten Anteile gelangen bis tief in die Lunge und werden dort in den Lungenbläschen abgelagert (weniger als 10 µm Durchmesser). Die Wirkung der abgelagerten Staubkörner hängt von ihrer Größe, ihrem Material, ihrer Form, aber auch von ihrer chemischen Zusammensetzung ab. Größe, Material und Form sind z. B. für die kanzerogene Wirkung von Asbest und einigen künstlichen Mineralfasern im Staub verantwortlich. Ähnliches gilt für die

ultrafeinen Rußteilchen. Andere Staubinhaltsstoffe, wie z. B. Blei, können toxische Wirkungen haben.

9.3 Emissionsquellen für Staub:

Man unterscheidet zwischen natürlichen, anthropogenen und diffusen Quellen.

Natürliche Quellen:

Staubstürme, Wald- und Steppenbrände, Vulkanausbrüche, Erosionen
Natürliche Staubemissionen: Blütenpollen, Gesteinsstaub, Meersalz

Anthropogene (vom Menschen verursachte) Quellen:

Industrielle Prozesse, Bergbau, Verbrennungsvorgänge

Diffuse Quellen:

z.B. Mit Salz und Split gestreute Gehwege

9.4 Gegenmaßnahmen

Staub kann aus Abgasen mit verschiedenen Techniken abgeschieden werden:

Massenkraftabscheider (z.B. Zyklon):

Umlenkung des Abgases, wobei die Staubpartikel der Umlenkung nur schlecht folgen können und so abgeschieden werden.

Ein Verfahren mit schlechtem Wirkungsgrad, da insbesondere die gesundheitsgefährdenden Feinstäube nur schlecht abgeschieden werden.

Nassarbeitende Abscheider (z.B. Venturiwäscher)

In das Abgas wird eine Flüssigkeit gesprüht, deren Tropfen die Staubpartikel binden und somit aus dem Abgas waschen. Das Waschwasser muss anschließend von den Staubpartikeln gereinigt werden.

Elektrofilter

Elektrische Aufladung der Staubpartikel und Umleitung zu den sog. Niederschlagselektroden. Elektrofilter haben auch bei den Feinstäuben einen sehr guten Wirkungsgrad und werden deshalb z.B. bei der Reinigung von Kraftwerksabgasen eingesetzt.

Filternde Abscheider

Abscheidung des Staubs mit Gewebefiltern. Die Reinigungswirkung wird verstärkt durch den auf der Anströmseite sich aus den Staubpartikeln selbsttätig aufbauenden "Filterkuchen". Filternde Abscheider besitzen eine noch bessere Reinigungswirkung als Elektrofilter, haben jedoch auch einen höheren Energiebedarf.

Die Staubemissionen konnten in den letzten 20 Jahren deutlich reduziert werden. Dabei galten die Anstrengungen nicht nur der Entstaubung von Großfeuerungsanlagen, sondern auch Anlagen der Grundstoffindustrie. Durch technische Vorschriften wurde ebenfalls dazu beigetragen, den Staub- und Rußauswurf aus Kleinfeuerungsanlagen und aus dem Hausbrand zu verringern. So gingen in den letzten Jahren auch noch die Staubemissionen aus öffentlichen Kraftwerken und industriellen Feuerungsanlagen deutlich, aus dem Hausbrand

aber leider kaum noch zurück. Auch die Staubemissionen des Verkehrs steigen noch immer geringfügig an.

9.5 Depositionen:

Die sedimentierenden Staubanteile werden auf dem Erdboden abgelagert und können als Staubniederschlag bestimmt werden (trockene Deposition). Mit Regen und Schnee werden ebenfalls zusätzliche Staubanteile ausgewaschen und zum Boden gebracht (nasse Deposition). Die Staubniederschläge werden in der Einheit mg/m^2 je Tag gemessen.

Für die Bestimmung von Depositionen besteht eine technische Möglichkeit darin, Niederschläge in einem Gefäß mit definiertem Öffnungsquerschnitt (bei uns ca. 10 cm) aufzufangen, die Gesamtmenge und den Anteil der Inhaltsstoffe zu bestimmen und als Deposition pro Quadratmeter und Tag anzugeben.

Die einfachste Ausführung besteht aus einem Becherglas, frei aufgestellt für 30, plus minus 2 Tage, auf einer Stange von etwa 1,50 m Höhe (Bergerhoff-Gerät). Diese werden auch als "Bulk"-Sammler bezeichnet, da alle Einträge in der Summe erfasst werden. Sollen aber die tatsächlichen Stoffeinträge in den Boden ermittelt werden, ist zu beachten, dass z. B. die Art und Höhe des Bewuchses zusammen mit der Luftbewegung zu unterschiedlichen Effekten des "Auskämmens" von Staub und Regen führen und so auf die Menge der aus der Luft in den Boden gelangenden Stoffe Einfluss hat. Wenn auch aus den Ergebnissen der Depositionsmessungen unmittelbar schwerlich quantitative Aussagen über den Schadstoffeintrag in Boden und Oberflächengewässer abgeleitet werden können, so geben die Daten der Bergerhoffmessungen doch langfristig wichtige Auskünfte über den Trend des atmosphärischen "Angebotes" an Schad- und Nährstoffen für Boden, Vegetation und Wasserflächen.



Bergerhoff
Becher

9.6 Messung nach der Bergerhoff - Methode

Anleitung:

Becherglas leer abwägen, nummerieren und falls kein Niederschlagswasser enthalten ist mit 20 ml (od. weniger) destilliertem Wasser den Staub mit Hilfe eines Glasstabes mit Gummiwischer aus dem Bergerhoff- Gefäß herausschwemmen. Große Verunreinigungen werden mit der Pinzette herausgeholt.

In den Trockenschrank bei 105°C für ca. 9 Stunden geben; danach abwägen.

Umrechnung:

$$X = \frac{G}{F \cdot T} \text{ [g/m}^2 \cdot \text{d]}$$

GDifferenz in Gramm

FAuffangfläche =

$$= r^2 \cdot \pi = 78,53 \text{ cm}^2 \text{ (r=5)}$$

TTage

9.7 Ergebnisse:

Tabelle 3

Messperiode	Ausgebracht		Tage [d]	Stat. Nr.	Differenz Staub [g]	Ergebnis [g/m ² .d]	Ergebnis [g/m ² .28d]
	Vom	Bis					
I	12.10.00	08.11.00	28	1	0,0196	0,0909	2,5468
I	12.10.00	08.11.00	28	2	0,015	0,0559	1,5663
I	12.10.00	08.11.00	28	3	0,0192	0,0477	1,3371
I	12.10.00	08.11.00	28	4	0,0262	0,0468	1,3116
I	12.10.00	08.11.00	28	5	0,0568	0,2015	5,6411
I	12.10.00	08.11.00	28	6	Kein Wert	Kein Wert	Kein Wert
I	12.10.00	08.11.00	28	7	0,1075	0,2588	7,2456
I	12.10.00	08.11.00	28	8	0,0952	0,1451	4,0621
I	12.10.00	08.11.00	28	9	0,0895	0,3720	10,4164
I	12.10.00	08.11.00	28	10	0,0471	0,2210	6,1887
II	09.11.00	06.12.00	28	1	0,0196	0,0891	2,4959
II	09.11.00	06.12.00	28	2	0,015	0,0682	1,9101
II	09.11.00	06.12.00	28	3	0,0192	0,0873	2,4449
II	09.11.00	06.12.00	28	4	0,0262	0,1191	3,3363
II	09.11.00	06.12.00	28	5	0,0568	0,2583	7,2329
II	09.11.00	06.12.00	28	6	Kein Wert	Kein Wert	Kein Wert
II	09.11.00	06.12.00	28	7	0,1075	0,4889	13,6890
II	09.11.00	06.12.00	28	8	0,0952	0,4329	12,1227
II	09.11.00	06.12.00	28	9	0,0895	0,4070	11,3969
II	09.11.00	06.12.00	28	10	0,0471	0,2142	5,9977

III	07.12.00	03.01.01	28	1	0,1036	0,4711	13,1924
III	07.12.00	03.01.01	28	2	0,0105	0,0477	1,3371
III	07.12.00	03.01.01	28	3	0,0157	0,0714	1,9992
III	07.12.00	03.01.01	28	4	0,0750	0,3411	9,5505
III	07.12.00	03.01.01	28	5	0,0638	0,2901	8,1243
III	07.12.00	03.01.01	28	6	Kein Wert	Kein Wert	Kein Wert
III	07.12.00	03.01.01	28	7	0,0777	0,3534	9,8943
III	07.12.00	03.01.01	28	8	0,0536	0,2438	6,8250
III	07.12.00	03.01.01	28	9	0,0915	0,4161	11,6516
III	07.12.00	03.01.01	28	10	0,0745	0,3388	9,4868
IV	04.01.01	31.01.01	28	1	0,0353	0,1605	4,4951
IV	04.01.01	31.01.01	28	2	0,0069	0,0314	0,8786
IV	04.01.01	31.01.01	28	3	0,0089	0,0405	1,1333
IV	04.01.01	31.01.01	28	4	0,0070	0,0318	0,8914
IV	04.01.01	31.01.01	28	5	0,0602	0,2738	7,6659
IV	04.01.01	31.01.01	28	6	Kein Wert	Kein Wert	Kein Wert
IV	04.01.01	31.01.01	28	7	0,0745	0,3388	9,4868
IV	04.01.01	31.01.01	28	8	0,0482	0,2192	6,1378
IV	04.01.01	31.01.01	28	9	0,0172	0,0782	2,1902
IV	04.01.01	31.01.01	28	10	0,0629	0,2833	7,9333
V	01.02.01	28.02.01	28	1	0,0421	0,1915	5,3610
V	01.02.01	28.02.01	28	2	Kein Wert	Kein Wert	Kein Wert
V	01.02.01	28.02.01	28	3	0,0234	0,1064	2,9735
V	01.02.01	28.02.01	28	4	0,0527	0,2397	6,7108
V	01.02.01	28.02.01	28	5	0,0593	0,2697	7,5512
V	01.02.01	28.02.01	28	6	Kein Wert	Kein Wert	Kein Wert
V	01.02.01	28.02.01	28	7	0,0715	0,3252	9,1048
V	01.02.01	28.02.01	28	8	0,1594	0,7249	20,2980
V	01.02.01	28.02.01	28	9	Kein Wert	Kein Wert	Kein Wert
V	01.02.01	28.02.01	28	10	0,0505	0,2297	6,4307
VI	01.03.01	28.03.01	28	1	0,0360	0,1637	4,5842
VI	01.03.01	28.03.01	28	2	0,0105	0,0477	1,3371
VI	01.03.01	28.03.01	28	3	0,0403	0,1833	5,1318
VI	01.03.01	28.03.01	28	4	0,0138	0,0628	1,7573
VI	01.03.01	28.03.01	28	5	0,0811	0,3688	10,3273
VI	01.03.01	28.03.01	28	6	Kein Wert	Kein Wert	Kein Wert
VI	01.03.01	28.03.01	28	7	0,1196	0,5439	15,2298
VI	01.03.01	28.03.01	28	8	0,0423	0,1924	5,3865
VI	01.03.01	28.03.01	28	9	Kein Wert	Kein Wert	Kein Wert
VI	01.03.01	28.03.01	28	10	0,1053	0,4789	13,4089
VII	29.03.01	25.04.01	28	1	0,0642	0,2920	8,1752
VII	29.03.01	25.04.01	28	2	0,2620	1,1915	33,3630
VII	29.03.01	25.04.01	28	3	0,0505	0,2297	6,4307
VII	29.03.01	25.04.01	28	4	0,0264	0,1201	3,3618
VII	29.03.01	25.04.01	28	5	0,1472	0,6694	18,7444
VII	29.03.01	25.04.01	28	6	Kein Wert	Kein Wert	Kein Wert
VII	29.03.01	25.04.01	28	7	0,1023	0,4652	13,0269
VII	29.03.01	25.04.01	28	8	0,0614	0,2792	7,8187
VII	29.03.01	25.04.01	28	9	Kein Wert	Kein Wert	Kein Wert

VII	29.03.01	25.04.01	28	10	0,0797	0,3624	10,1490
VIII	26.04.01	23.05.01	28	1	0,0328	0,1492	4,1767
VIII	26.04.01	23.05.01	28	2	0,0646	0,2940	8,2260
VIII	26.04.01	23.05.01	28	3	0,0587	0,2669	7,4750
VIII	26.04.01	23.05.01	28	4	0,0285	0,1296	3,6292
VIII	26.04.01	23.05.01	28	5	0,0927	0,4216	11,8044
VIII	26.04.01	23.05.01	28	6	Kein Wert	Kein Wert	Kein Wert
VIII	26.04.01	23.05.01	28	7	0,1703	0,7745	21,6860
VIII	26.04.01	23.05.01	28	8	0,1441	0,6553	18,3497
VIII	26.04.01	23.05.01	28	9	Kein Wert	Kein Wert	Kein Wert
VIII	26.04.01	23.05.01	28	10	0,0970	0,4411	12,3520

Kategorie I: 0,00 – 1,14 g/m² . 28d
1,15 – 2,29 g/ m² . 28d

Kategorie II: 2,30 – 3,44 g/ m² . 28d
3,45 – 4,59 g/ m² . 28d

Kategorie III: 4,60 - 9,40 g/ m² . 28d

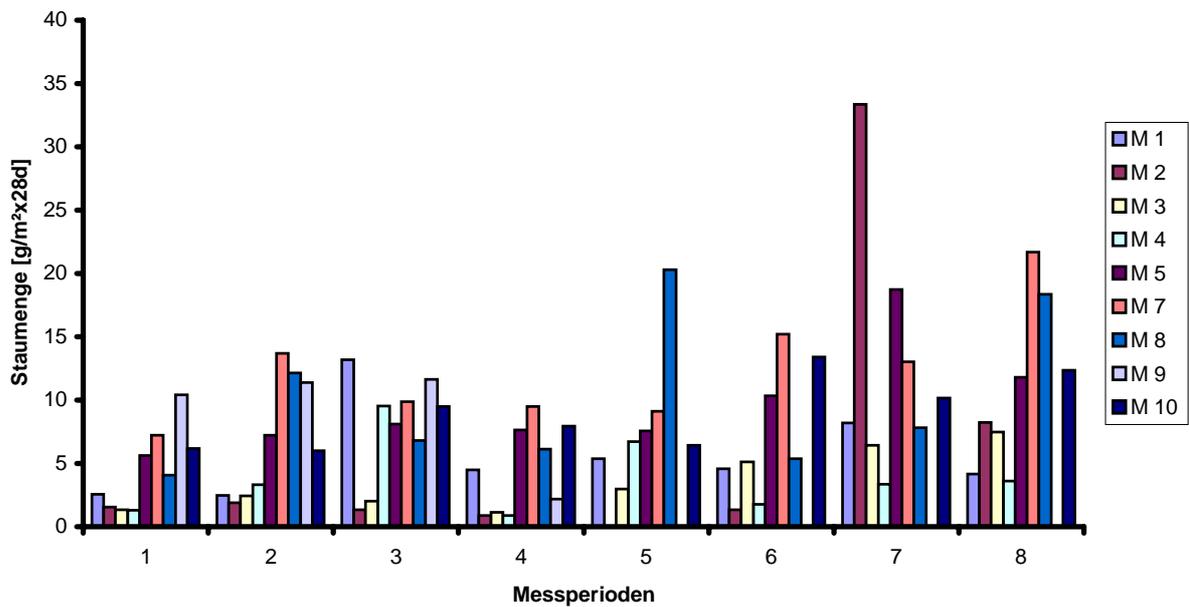
9.8 Interpretation der Ergebnisse

Anhand dieser Tabelle kann man den Staubniederschlag der jeweiligen Messperioden ablesen. Wir haben 10 Messperioden zu 28 Tagen.

Prinzipiell bestätigen sich die Ergebnisse des Vorjahres. Es ist festzustellen, dass wir sehr viel Staub bei unseren Messstationen gesammelt haben. Die niedrigsten Werte fanden wir immer bei der Messstation 2 (Atrium), wobei die geringste Staubmenge am 1.2. 2001 mit 0,87g/m²*28d bestimmt wurde. Die Werte der Messstation 2 sind größtenteils in der Kategorie 1 (0 – 2,29 g/m².28d) anzutreffen. Die höchsten Werte fanden sich naturgemäß in den verkehrsnahen Bereichen, z.B. Station 5 (Kalvarienbergbrücke), Station 7 (Grabenstraße) und Station 10 (Andritzer Maut). Dabei erreichen wir häufig Werte um 20g/m².28d (Spitzenwert 21g/m².28d bei Messstation 7 und letzter Messung). Diese Werte befinden sich jenseits jeder kategorischen Einteilung. Aber auch die Stationen 8 (Seniorenzentrum) und 9 (Theodor Körner Straße, sie verschwand allerdings im Jänner) zeigen häufig Werte über 10g/m².28d.

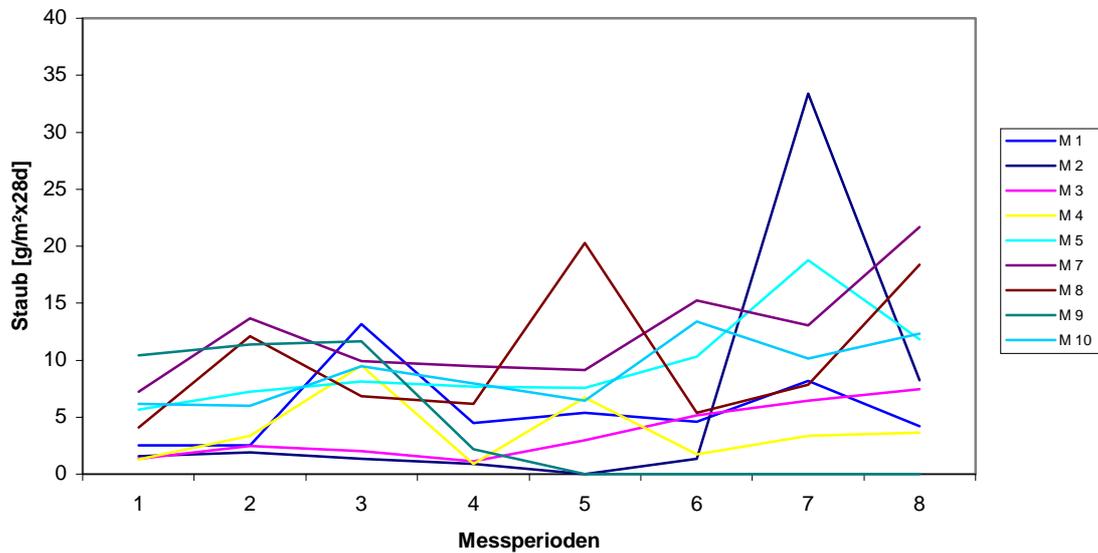
Allgemein lässt sich erkennen, dass die Staubdepositionen im Winter zurück gehen. Die relativ niedrigen Werte bei der Messstation 1 (Schulwarthaus) und 3 (Sportplatz) zeigen die positive Staubfilterwirkung eines lebenden Zaunes. Bei der Messstation 6 auf dem Balkon der Familie Putz haben wir natürlich keine Staubsammlung vorgenommen. Der letzte Wert der Messstation 1 (33g/m².28d) ist dadurch zu erklären, dass der Staubbecher von der Station geworfen wurde und deshalb Erdreich in den Becher gelangte.

Staub



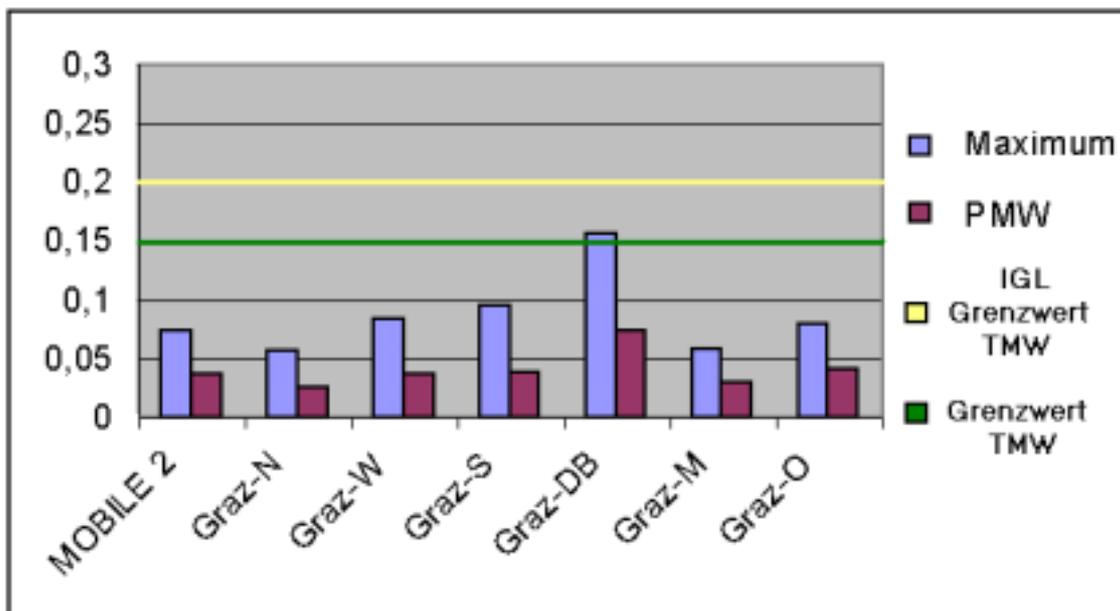
Der Jahresmittelwert für Staub liegt bei $210\text{mg/m}^2\cdot\text{d}$ nach dem Bergerhoff-Verfahren. Anhand der Wertetabelle kann man sehen, dass die Staubdeposition von insgesamt 67 Messungen 39 mal den Grenzwert überschritten hat. Dabei ist zu bemerken, dass die Werte von Messstation 10 (Andritzer Maut) und Messstation 7 (Grabenstraße) bei allen acht Messungen jenseits des Grenzwertes liegen, gefolgt von Messstation 5 (Kalvarienbergbrücke), die sieben Grenzwertüberschreitungen zeigte. Selten wurde der Grenzwert bei den Messstationen 1 (Schulwarthaus), 2 (Atrium), 3 (Sportplatz) und 4 (Hintereingang Turnsaal) überschritten.

Staub / Messstationen



Die folgende Tabelle zeigt, dass die Staubmesswerte der Mobilten Messstation 2 der Steiermärkischen Landesregierung, die direkt neben unserer Messstation 4 (Hintereingang Turnsaal) positioniert war, ähnliche Werte lieferte wie die Station Graz Nord, mit der wir während der ganzen Messphase unsere Daten verglichen. Zu beachten ist bei diesen Staubmessungen, dass die Konzentration des Staubes in der Luft gemessen wird im Gegensatz zu unseren Depositionsmessungen.

Staub (Steirische Landesregierung)



10. Zusammenfassung

Seit Jänner 2000 beschäftigen sich die Schülern und Schülerinnen des BRG Carnerigasse und ich mit der konkreten Luftqualität um unser Schulgebäude (Graz, Geidorf).

Schon im Vorjahr erstellten wir eine Arbeit über unsere Analysen und konnten diese präsentieren.

Mit dem Schuljahr 2000/2001 setzten wir unsere Untersuchungen fort. Wir bauten 10 Messstationen und führten acht Messungen durch.

Wir bestimmten folgende Luftschadstoffe: **Ozon, Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid und Staub** quantitativ. Dabei haben wir den Schadstoffeintrag über eine Messperiode von 28 Tagen gesammelt.

Die Analyse erfolgte ausschließlich im Schullabor, das wir dankenswerter Weise durch einige Leihgaben der Steiermärkischen Landesregierung und der Karl-Franzens-Universität aufbessern konnten (Photometer, Waage usw.).

Ozon und die Stickstoffoxide wurden photometrisch bestimmt, Staub gravimetrisch.

Wir haben unsere Messergebnisse mit den Tagesmittelwerten der kontinuierlichen Messungen der Messstation Graz-Nord verglichen und die Einteilung in Kategorien aus der Literatur übernommen.

Für die Bestimmung des **Ozongehaltes** bedienten wir uns der Indigo-Methode. Indigo(blau) wird durch Ozon und andere Oxidantien zu Isatin (gelb) oxidiert. Die Menge an Isatin bestimmten wir photometrisch bei 408nm. Dabei lässt sich das Minimum im Winter deutlich erkennen. Beim Vergleich mit den Messwerten der Station Graz Nord ist ein deutlicher Zusammenhang zwischen den Ozonkonzentrationen und unseren Absorptionswerten für Isatin zu erkennen. Zur Zeit finden wir bereits Konzentrationen der dritten Kategorie vor und es ist mit einem weiteren Anstieg zu rechnen.

Für die Bestimmung der **Stickstoffoxide** verwendeten wir Diphenylamin, welches zu Diphenylnitrosamin reagiert. Die Menge an Diphenylnitrosamin bestimmten wir durch Absorptionsmessungen bei 390nm. Auch hier versuchten wir, einen Vergleich mit den Tagesmittelwerten für Stickstoffmono – und dioxid der Messstation Graz Nord herzustellen. Obwohl wir die Messmethode seit dem Vorjahr verbessert haben und versucht haben mögliche Fehlerquellen auszuschließen, erhalten wir auch dieses Mal wieder sehr niedrige Werte und liegen am unteren Ende der Messgenauigkeit.

Wir hatten aber die Möglichkeit, Passivsammler der Technischen Universität Wien aufzuhängen, und diese zeigen deutliche Konzentrationsunterschiede zwischen den verkehrsnahen und verkehrsfernen Messstationen.

Auch die Ergebnisse der Mobilien Messstation zeigen im Grazer Vergleich sehr geringe Belastungen auf.

Staub bestimmten wir nach der Berhoff-Methode. Wir fanden auch heuer wieder eine sehr hohe Staubbelastung vor. Der für ein städtisches Gebiet übliche Wert von 5-6 g/m²*28Tage wurde von den verkehrsnahen Messstationen immer überschritten, zum Teil sogar um das Vielfache. Auch der Jahresmittelwert für Staub (210mg/m².d) wurde häufig überschritten.

Es wurde der Staub in seiner Quantität der Gesamtstaubdeposition gemessen. Mit unseren schulischen Mitteln ist es nicht möglich, die Zusammensetzung des Staubes zu bestimmen. Aber erst mit dieser könnten wir über mögliche gesundheitliche Folgen Auskunft geben.

Abschließend lässt sich anmerken, dass wir durch diese Arbeit einen größeren Bezug zu Messwerten und Daten bekommen haben und dass uns bewusst geworden ist, was alltäglich mit unserem wichtigsten "Lebenmittel" Luft passiert.