

Umweltwoche in Varazze

1. Sauerstoffbestimmung in Wasser

1.1 Chemisches Prinzip

Der Sauerstoff in Wasser wurde mittels der Titration nach WINKLER bestimmt.

In Wasser gelöster Sauerstoff oxidiert im alkalischen Bereich Mn^{2+} zu Mn^{4+} . Dabei werden Manganoxidhydrate mit unterschiedlicher Zusammensetzung gebildet. Der braune Niederschlag wird mit Phosphorsäure wieder gelöst. Die hochwertigen Manganverbindungen, welche durch die Oxidation entstanden sind, gehen als Mn^{3+} Ionen in Lösung. Diese Mn-Ionen oxidieren Iodid-Ionen zu Iod. Die entstandene Stoffmenge Iod entspricht der Stoffmenge des gelösten Sauerstoffes.

Das freigesetzte Iod wird mit einer Masslösung aus Natriumthiosulfat, mit bekanntem Gehalt, wieder zu Iodid reduziert. Aus dem Natriumthiosulfatverbrauch lässt sich die Menge an gelöstem Sauerstoff berechnen. Der Endpunkt der Titration ist erreicht, wenn die Lösung farblos ist.



1.2 Bedeutung des Sauerstoffes in Wasser

Im Wasser gelöster Sauerstoff wird von den Tieren zum Atmen und von den Bakterien zum Abbau von Verschmutzungen gebraucht. Genügend gelöster Sauerstoff im Wasser deutet auf ein gesundes, wenig verschmutztes Gewässer hin, wenn kein übermäßiges Algenwachstum stattfindet. Denn Algen produzieren ebenfalls Sauerstoff. In einem gesunden Gewässer liegt der Sauerstoffgehalt bei 9.1 mg/L.



Im Frühling bleibt der Sauerstoffgehalt konstant bei 9.1 mg/L, da das Wasser von den Winden durchmischt und mit Sauerstoff versehen wird. Im Sommer nimmt der Sauerstoffgehalt zum Boden hin ab, da die Wasserschichten still stehen. Im Herbst ist die Situation gleich wie im Frühling. Ist ein Gewässer nun verschmutzt, so ist der im Frühling eingetragene Sauerstoff in Bodennähe viel zu schnell verbraucht, da die organischen Überreste der Algen vom Vorjahr den Sauerstoff benötigen, um abgebaut zu werden. Die lebenden Algen allerdings produzieren in Oberflächennähe Sauerstoff durch die Fotosynthese.

Im Winter ist die Situation ähnlich wie im Sommer, nur noch viel kritischer. Denn die Algen, welche im Sommer Sauerstoff produziert haben, sind nun abgestorben und die Bakterien verbrauchen den Sauerstoff beim Abbau.

1.3 Protokoll

An jeder Messstelle wurden je 2 Proben entnommen.

- Die erste Probe wurde direkt aus der Brandung des Meeres entnommen. Auf einer Steinzunge, die ins Meer hinausragte und aus locker aufeinandergeschichteten Steinen bestand.
- Die zweite Probe ist einem Brunnen in Varazze entnommen worden. In diesem Brunnen lebten Fische, er war mit Algen überwuchert und verströmte einen Fäulnisgeruch.
- Die dritte Probe wurde dem Wasserhahn in der Küche des Hauses entnommen.

Der Sauerstoff wurde immer sofort an Ort und Stelle fixiert.



1.4 Ergebnisse

	Meer-1	Meer-2	Springbrunnen-1	Springbrunnen-2	Hahn-1	Hahn-2
$m(\text{Tara})$ [g]	147.79	145.13	149.81	146.25	147.52	147.83
$m(\text{Brutto})$ [g]	282.15	275.64	279.88	281.57	278.14	283.39
$m(\text{Netto})$ [g]	134.36	130.51	130.07	135.32	130.62	135.56
ϑ [°C]	23.50	23.50	23.50	23.50	23.50	23.50
$\rho(\text{H}_2\text{O})$ [g/mL]	0.997417	0.997417	0.997417	0.997417	0.997417	0.997417
$V(\text{H}_2\text{O})$ [mL]	134.71	130.85	130.41	135.67	130.96	135.91
Verbrauch [mL]	21.28	23.72	16.09	16.18	16.61	15.92
$\beta(\text{O}_2)$ [mg/L]	12.83	14.73	10.02	9.68	10.30	9.511

1.5 Interpretation der Ergebnisse

Die Meerproben sind so sauerstoffreich, weil sie direkt aus der Brandung entnommen worden sind. Da der Sauerstoff sofort nach der Entnahme fixiert wurde, hatte der überschüssige, durch die Brandung eingetragene Sauerstoff keine Zeit zu entweichen.

Erstaunlich ist, dass das stillstehende Wasser im Brunnen den normalen Sauerstoffgehalt eines gesunden, fließenden Gewässers aufweist.

Der Grund dafür sind wahrscheinlich die Algen, welche im Frühling/Sommer mittels der Fotosynthese Sauerstoff produzieren. Das Wasser aus der Casa Henry Dunant stammt wahrscheinlich aus einem gesunden Gewässer, da genügend Sauerstoff gelöst ist.



2. Bakteriologie

2.1 Prinzip



Die Proben werden für die Gesamtkeimbestimmung in einer logarithmischen Reihe verdünnt, z.B. 0.1 mL Probe, 1 mL, 10 mL, 100mL. Diese Probemengen werden, die Kleinste zuerst, mit einem Mikrofilter filtriert. Diese Filter werden auf einen Gesamtkeimnährboden gelegt. Nach 24 h werden diese Petriplatten ausgezählt. Die einzelnen, unsichtbaren Bakterien sind in dieser Zeit zu sichtbaren Kolonien gewachsen. Im Trinkwasser dürfen max. 100 Keime sein.

Von den Proben werden noch mal 100 mL filtriert, aber dieses Mal werden die Filter in eine Petrischale

mit einem Nährboden speziell für Darmbakterien gelegt. Diese Petrischalen werden bei ca. 37 °C (Körpertemperatur) in einem Brutschrank bebrütet. Wenn der Filter mit Bakterien überwachsen ist, wird mit einer abgeflamten Öse darübergestrichen und das was an der Öse geblieben ist, wird auf einem neuen Nährboden ausgestrichen. Die Öse wird wieder abgeflammt und einmal durch das Ausgestrichene auf dem neuen Nährboden gefahren. Dann wird das auf demselben Nährboden auf einem freien Platz weiter ausgestrichen. Das wird noch einmal wiederholt. Dieser ganze Vorgang wird Dreiösenausstrich genannt. So ist die Chance gross, dass es einige freistehende Kolonien gibt. Diese Kolonie wird angestochen und mit einer Enterotube bestimmt.

Des Weiteren werden noch Abklatsch- und Abstrichproben genommen. Bei den Abklatschproben wird das Nährmedium auf die zu beprobende Oberfläche gedrückt. Für Abstrichproben wird ein Wattestäbchen mit sterilisiertem Wasser angefeuchtet und die Oberfläche abgestrichen. Danach wird mit dem Wattestäbchen über ein Nährmedium gestrichen.

2.2 Protokoll

Es wurden zwei Wasserproben zusammen mit den Proben für die Sauerstoffbestimmung genommen. Die erste Probe wurde aus dem Brunnen in Varazze entnommen. Die andere stammt vom Küchenhahn

in der Casa. Diese zwei Proben wurden wie oben beschrieben filtriert. Die Verdünnungsreihe des Brunnen beginnt bei 0.1 mL, die des Küchenhahns bei 1 mL. Beim Brunnen wurde auch noch einen Dreiösenausstrich vom Nährboden für Darmbakterien gemacht. Davon wurde eine Kolonie mit einer Enterotube bestimmt.

Es wurden einige Abklatschproben, sowie einige Abstrichproben genommen. Gesamt- und Darmkeime. Zwei Abklatschproben wurden ebenfalls mit einer Enterotube ausgewertet.

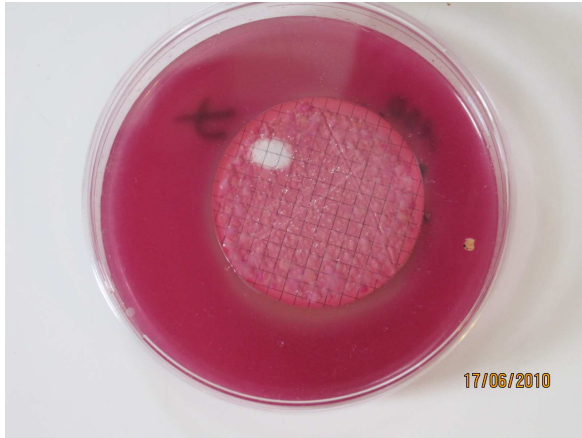


Dreiösenausstrich

2.3 Ergebnisse

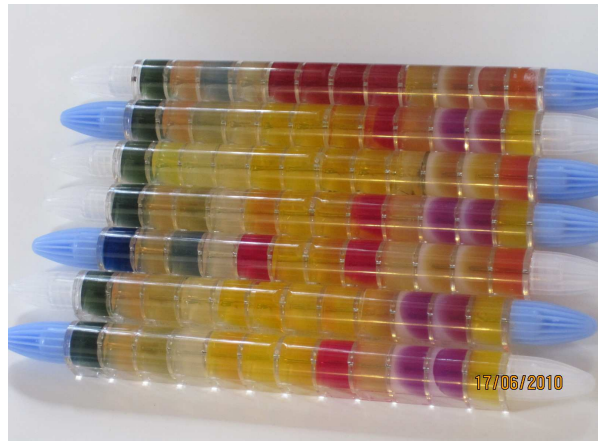
#	Ort	Testart	Auswertung	
1	Essenstheke	Gesamtkeime	voll überwachsen, weisse und grüne Schimmelpilze, honiggelbe Bakterien, sowie ein/zwei orange und viele weisse Bakterien	
2	Speichelprobe Christian	Gesamtkeime	nichts ausser zwei grünen Schimmelpilzen	
3	Lichtschalter	Gesamtkeime	Nichts vorhanden	
4	Waage	Gesamtkeime	ein bis zwei weisse Bakterien	
5	Pingponggriff	Gesamtkeime	vier grüne Schimmelpilze, ein weisser Schimmelpilz, wenig honiggelbe und weisse Bakterien	
6	Fenster	Gesamtkeime	ein Schimmelpilz und eine honiggelbe Bakterie	
7	Stift	Gesamtkeime	ein grüner Schimmelpilz, ein weiss-brauner Schimmelpilz, honiggelbe und weisse Bakterien	
8	Finger	Gesamtkeime	voll überwachsen, meist Schimmelpilze, wenig honiggelbe, zitronengelbe, sowie weisse Bakterien	
9	Putzwasser	E.coli	Kolonien sind gewachsen, milchig-trüber Hof um die Kolonien, Kolonien sind violett, Auswertung Enterotube: E.coli	
10	Stuhl	E.coli	Nichts vorhanden	
11	Schneidebrett	E.coli	Nichts vorhanden	
12	Putzlappen	E.coli	Kolonien sind gewachsen, Kolonien sind violett, gelblich-durchsichtige Mediumverfärbung, Auswertung Enterotube: wahrscheinlich kein Enterobakterium	
13	Türklinke	Gesamtkeime	weisse Bakterien, einige grüne Schimmelpilze	
14	Boden	Gesamtkeime	viele gelbe Bakterien und grosse, weisse Bakterien, wenige braune Schimmelpilze	
15	Stecker	Gesamtkeime	einige grüne Schimmelpilze, wenige weisse Bakterien	
16	100 Euro-Note	Gesamtkeime	Nichts vorhanden	
17	Aloe Vera	E.coli	Nichts vorhanden	
18	Speichelprobe Réne	Gesamtkeime	kleine honiggelbe Bakterien	
19	Hahn Küche	1 mL	Gesamtkeime	21 Keime → 14 Keime/mL
20		10 mL	Gesamtkeime	78 Keime
21		100 mL	Gesamtkeime	überwachsen
22		100 mL	E.coli	Nichts vorhanden
23	Brunnen Varazze	0.1 mL	Gesamtkeime	ungefähr 100 Keime
24		1 mL	Gesamtkeime	128 Keime → 128 Keime/mL
25		10 mL	Gesamtkeime	überwachsen
26		100 mL	Gesamtkeime	überwachsen
27		100 mL	E.coli	Kolonien sind gewachsen, Medium ist milchig-trüb geworden, Kolonien sind violett, Auswertung Enterotube: E.coli

2.4 Interpretation der Ergebnisse



Die Abklatschproben beweisen, dass überall eine nicht geringe Anzahl an Keimen vorhanden ist. Auch an Orten, die täglich geputzt werden. Erstaunlich, dass auf den Platten der Speichelproben, des Pingponggriffes und der Türklinke nicht mehr Bakterien gewachsen sind. Denn im Mund ist es warm und feucht, also geeignete Orte für das Bakterienwachstum. Den Pingponggriff und die Türklinke haben am Tag sehr viele Menschen in der Hand. Ich denke, dass wir nicht das richtige Medium für die Mundbakterien verwendet haben. Oder man hätte die Platten, ebenso wie die Platten für Darmbakterien, bebrüten sollen.

Auf dem Pingponggriff und der Türklinke hingegen herrschen einfach nicht die richtigen Bedingungen. Das Wasser, das aus dem Küchenhahn fließt, ist Trinkwasser. In der Schweiz und in Italien gilt ein Grenzwert von 100 aeroben, mesophilen Keimen in 100 mL Trinkwasser. Das Wasser aus der Küche enthielt im Schnitt ca. 14 Keime/ 100 mL. Es ist also hygienisch unbedenklich. Ein ganz anderes Bild bietet hingegen der Brunnen in Varazze. Nicht, dass da jemand freiwillig daraus getrunken hätte, so überwachsen war dieser mit Algen. Aber hätte man es getan, wäre jemand mit einem schwachen Immunsystem unter Garantie krank geworden. Die E.coli-Bakterien stammen vermutlich von den Fischfäkalien. Somit ist zu vermuten, dass noch andere, gefährlichere Darmbakterien in diesem Wasser vorhanden sind.



3. Schadstoffbestimmung in Abwasser

3.1 CSB (Chemischer Sauerstoffbedarf)

3.1.1 Chemisches Prinzip

Oxidierbare Stoffe werden in Schwefelsäure, unter Zusatz von Silbersulfat als Katalysator, mit Kaliumdichromat bei 148 °C oxidiert. Das die Bestimmung störende Chlorid wird mit Quecksilber maskiert. Mit dem Fotometer wird die Abnahme der Gelbfärbung des Cr^{6+} gemessen.



3.1.2 Bedeutung des CSB

Der CSB ist eine Messgröße für die Verschmutzung des Wassers mit Stoffen, die wenn sie abgebaut werden, Sauerstoff benötigen. Der CSB wird vor allem bei Abwässern gemessen. Bei den ARA's wird der CSB vor und nach der Reinigung des Abwassers gemessen. Er dient ebenso wie der BSB_5 zur Kontrolle der ARA.

3.1.3 Protokoll

Eine Probe wurde aus einem Senkloch entnommen, welches den Zugriff auf die Abwasserleitung erlaubt. Nicht weit von der Casa entfernt gibt es ein Gewässersystem aus zwei Tümpeln, einem oberen und einem unteren. Von beiden Tümpeln wurde je eine Probe genommen. Für die CSB-Messung wurden die Küvettentests mit dem höheren Messbereich genommen, da es keine Küvettentests mit dem tieferen Messbereich mehr hatte.

3.1.4 Ergebnisse

Probe	CSB [mg/L]
Senkloch	770
Senkloch	750
Tümpel oben	<
Tümpel oben	<
Tümpel unten	<
Tümpel unten	<

3.1.5 Interpretation der Ergebnisse

Die Belastung des Abwassers der Casa mit oxidierbaren Stoffen liegt eher an der oberen Grenze, überschreitet diese jedoch nicht. Von den Tümpeln lässt sich nur sagen, dass sie einen kleineren Wert als 750 mg/L an oxidierbaren Stoffen aufweisen, da dies die untere Messgrenze des Küvettentests ist.

3.2 Nitratbestimmung

3.2.1 Chemisches Prinzip

Nitrat-Ionen reagieren im sauren Bereich (Phosphor- und Schwefelsäure) mit 2,6-Dimethylphenol zu 4-Nitro-2,6-dimethylphenol, einem rosaroten Farbstoff. Die Konzentration dieses Stoffes wird mit dem Fotometer gemessen.

3.2.2 Bedeutung des Nitrates

Stickstoff ist ein wichtiger Nährstoff für das Pflanzenwachstum. Nitrat ist die Form, in welcher er im Stickstoffkreislauf zirkuliert. Im Reservoir (Atmosphäre) liegt er als gasförmiger Stickstoff vor. Damit Pflanzen den Stickstoff aufnehmen können, muss er zuerst fixiert werden → Nitrat. Nitrat wird häufig in Düngern verwendet. Wenn in Gewässern zu viel Nitrat vorhanden ist, wachsen die Algen übermässig. Wenn diese im Herbst absterben, verbraucht der Abbau ihrer Überreste viel Sauerstoff. Dieser Sauerstoff fehlt dann im Winter den Wasserlebewesen, da im Winter kein Sauerstoff mehr in das Wasser eingetragen wird.

3.2.3 Protokoll

Wie im Protokoll des CSB, mit Ausnahme, dass für die Nitratbestimmung die richtigen Küvettentests vorhanden waren.

3.2.4 Ergebnisse

Probe	Nitrat [mg/L]
Senkloch	2.2
Senkloch	2.2
Tümpel oben	1.9
Tümpel oben	1.6
Tümpel unten	<
Tümpel unten	<

3.2.5 Interpretation der Ergebnisse

Der Grenzwert für Nitrat liegt laut der Schweizerischen Gewässerschutzverordnung bei 25 mg/L. Weder das Abwasser noch die Tümpel wiesen einen erhöhten Gehalt auf. Bei den Tümpeln kann man gut sehen, dass das Nitrat schnell abgebaut oder von Pflanzen verwendet wird, denn im Wasser des oberen Tümpels gibt es noch einen messbaren Gehalt, im unteren Tümpel schon nicht mehr.



3.3 Phosphatbestimmung

3.3.1 Chemisches Prinzip

Phosphat-Ionen reagieren im sauren Bereich mit Molybdat- und Antimonionen zu einem Antimon-Phosphomolybdat-Komplex. Dieser Komplex wird mit Ascorbinsäure zu einem intensiv blau gefärbten Komplex reduziert. Die Konzentration dieses Komplexes wird fotometrisch bei 895 nm bestimmt.

3.3.2 Bedeutung des Phosphates

Phosphat ist ebenso wie das Nitrat ein Nährstoff. Früher waren die Waschmittel, neben der Landwirtschaft, die grösste Quelle von Phosphat. Heute ist es nur noch die Landwirtschaft. Eine Überdüngung der Gewässer durch Phosphate äussert sich ähnlich wie eine Überdüngung durch Nitrate.

3.3.3 Protokoll

Wie im Nitrat-Protokoll. Es wurden alle Proben zusammen genommen.

3.3.4 Ergebnisse

Probe	Phosphat [mg/L]
Senkloch	3.54
Senkloch	3.27
Tümpel oben	0.3
Tümpel oben	0.3
Tümpel unten	0.28
Tümpel unten	0.28

3.3.5 Interpretation der Ergebnisse

Die Verschmutzung des Abwassers aus dem Senkloch mit Phosphat hält sich in Grenzen. Nach der EU-Richtlinie für Trinkwasser darf ein Wasser maximal 6.95 mg/L Phosphat enthalten. Der Richtwert liegt bei 0.56 mg/L. Als Trinkwasser wäre es minderwertig, aber als Abwasser ist es nicht so schlimm. Die beiden Tümpel sind mit Phosphaten leicht überdüngt. Ein natürlicher Gehalt von ca. 0.1 mg/l wäre normal, wenn diese Tümpel in der Nähe von phosphathaltigem Gestein liegen würden.

4. Stickstoffdioxidbestimmung in der Atmosphäre

4.1 Chemisches Prinzip

4.1.1 Funktionsweise der Passivsammler

Ein Passivsammler besteht aus einem Plexiglasröhrchen, welches auf einer Seite mit einem Polyethylen-Stopfen, auf der anderen Seite mit einer festen Kappe aus demselben Material verschlossen ist. In der Abdeckkappe sind drei Edelstahlnetze integriert, welche mit Triethanolamin imprägniert sind. Der Stopfen wird während der Messung entfernt, damit die Luft ungehindert in den Passivsammler strömen kann.

4.1.2 Prinzip der Stickstoffdioxidbestimmung

Das Stickstoffdioxid wird von dem Imprägnierungsmittel Triethanolamin komplexiert. Dieser Komplex reagiert mit N-(1-Naphthyl)-ethyldiamin und Sulfanilsäure zu einem violetten Azofarbstoff. Dieser Azofarbstoff wird fotometrisch bei 530 nm bestimmt.

4.2 Bedeutung der Stickoxide

Der LRV-Grenzwert für die Stickoxide liegt bei $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Zweimal pro Jahr dürfen mehr als $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen werden. Nur 5% der Stickoxide sind natürlichen Ursprungs. Die Meisten stammen aus dem Verkehr, nämlich 83%. Der Rest entsteht beim Verbrennen von Erdöl, also von den Heizungen. Bei Pflanzen bewirken sie, dass sich das Pflanzenwachstum reduziert. Sie bilden mit Wasser zusammen Salpetersäure. Das heisst, Stickoxide in der Atmosphäre bilden mit Nebel oder Wolken Säure, die als saurer Regen zur Erde fällt. Diese Säure mobilisiert die im Boden vorhandenen Schwermetalle und wäscht die Nährstoffe aus. Die Stickoxide, genauer, das Stickstoffdioxid ist ein Vorläufer der Photo-Oxidantien, dem so genannten Los Angeles-Smog, welcher oxidierend wirkt, sowie dem Ozon.



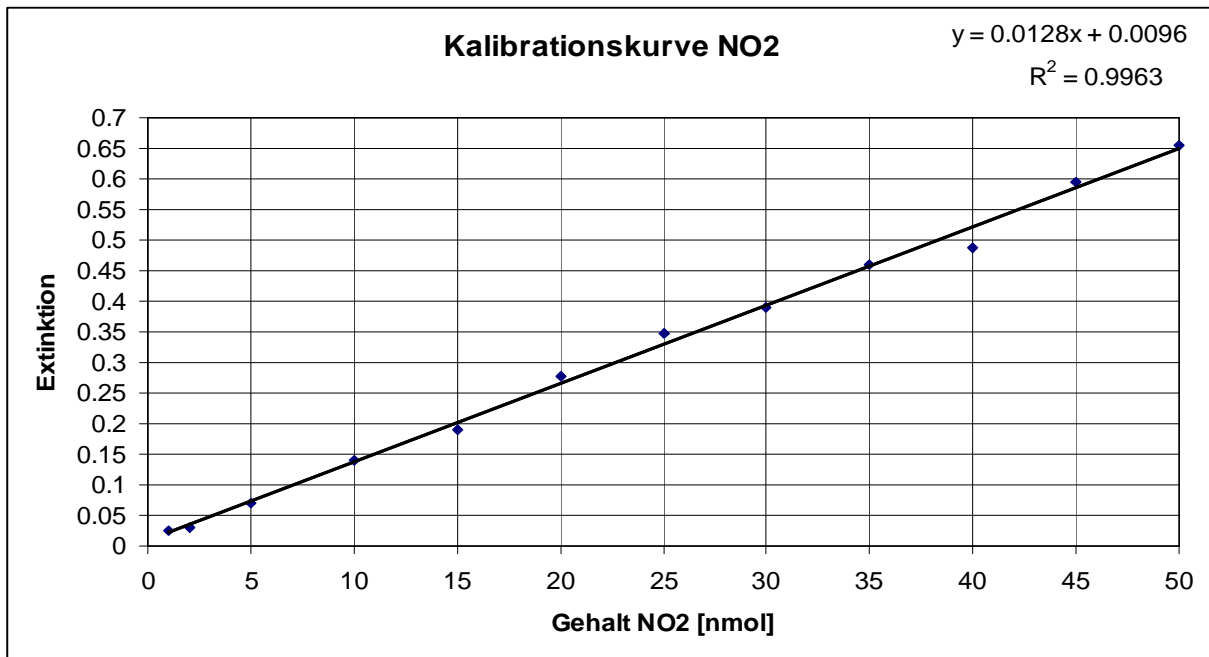
4.3 Protokoll

In Varazze wurde die Kalibrationsreihe aufgenommen. In Bern wurden am 21.6.2010 zwei Messbehälter mit je drei Passivsammlern für eine Woche aufgehängt. Der erste wurde an einer Ampel nach einem Kreiseln in der Seftigenstrasse aufgehängt. Der zweite wurde ebenfalls in der Seftigenstrasse aufgehängt, nur etwas weiter die Strasse hinunter, an einer Kreuzung.

Nach einer Woche wurden die Messbehälter abgehängt. Leider wurden die Passivsammler nicht beschriftet, als sie herausgenommen worden sind. So lässt sich nicht mit Sicherheit sagen, welche an welchem Standort gewesen waren.

4.4 Ergebnisse

Kalibration:



Messungen:

	Messwerte Probe 1	Messwerte Probe 2
Wert 1	0.086	0.097
Wert 2	0.071	0.097
Wert 3	0.090	0.103
Mittelwert	0.082	0.099
nmol NO ₂	5.7	7.0
Formel Umrechnung n	$(0.0823 - 0.0096) / 0.0128$	$(0.099 - 0.0096) / 0.0128$
β (NO ₂) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	29	35
Formel für Umrechnung zu β	$(847 \cdot 5.7) / 168$	$(847 \cdot 7.0) / 168$

4.5 Interpretation der Ergebnisse

Da der Grenzwert bei $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegt, heisst das, dass im Fall der Probe 2 die Grenze überschritten worden ist. Im anderen Fall ist der Wert sehr nahe an der Grenze. Ich vermute, dass die Probe 2 bei der Ampel und Probe 1 bei dem Kreisell stationiert war. Bei der Ampel, wo die Autos für einige Zeit mit laufendem Motor warten, konzentrieren sich grössere Mengen Schadstoffe an einem kleineren Ort, als wenn die Autos einfach vorbeifahren würden.