

Name:	Datum:
-------	--------

## Untersuchung von Autoabgasen

### Stickoxid - Nachweis

**Geräte:** gekühlte Tüpfelplatte  
2 Pipetten  
Plastikschüssel mit Eis

**Chemikalien:**

destilliertes Wasser, Wasserprobe (mit eingeleiteten Autoabgasen), Natriumnitrit-Lösung, 1 %ige Sulfanilsäure-Lösung in 30 %iger Essigsäure, 0,3 %ige  $\alpha$ -Naphthylamin-Lösung in 30 %iger Essigsäure

---

**A. Vergleichsprobe:**

1. Stelle die Tüpfelplatte auf das Eis.
2. Gib in eine Mulde der Tüpfelplatte 2-3 Tropfen Natriumnitrit-Lösung. In eine zweite Mulde gib als Blindprobe destilliertes Wasser.
3. Versetze beide Lösungen mit 2 Tropfen Sulfanilsäure-Lösung und 2 Tropfen  $\alpha$ -Naphthylamin-Lösung.

**Beobachtung:** \_\_\_\_\_

---

**Durchführung:**

1. Gib mit einer Pipette ungefähr 0,5 mL der Wasserprobe (mit eingeleiteten Autoabgasen) in eine weitere Mulde der Tüpfelplatte.
2. Versetze die Lösung mit 2 Tropfen Sulfanilsäure-Lösung und 2 Tropfen  $\alpha$ -Naphthylamin-Lösung.

**Beobachtung:** \_\_\_\_\_

---

**Erklärung:** \_\_\_\_\_

---

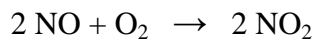
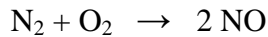
**Entsorgung:**

Gib die Flüssigkeit auf der Tüpfelplatte in das für Abfälle bereitgestellte Becherglas.

## Lehrerinformation

### Stickoxide in Autoabgasen

Die Stickstoffoxide entstehen als Nebenprodukte bei Verbrennungsprozessen. Bei hohen Temperaturen reagiert der Luftstickstoff mit dem Luftsauerstoff zu Stickstoffmonoxid (NO), das in der Atmosphäre zu Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) oxidiert wird.

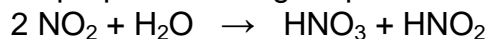


Durch Reaktion von Stickoxiden und der Luftfeuchtigkeit entsteht Salpetersäure, die mit den Niederschlägen als ein Bestandteil des sauren Regens auf die Erde gelangt. Dies verursacht eine Übersäuerung des Bodens, wodurch Metallionen aus dem Boden gelöst werden und zur Vergiftung von Fischen und anderen aquatischen Organismen, zum Waldsterben beitragen, aber auch zu Schäden an Gebäuden führen.

Stickstoffmonoxid ist auch für die Bildung von bodennahem Ozon verantwortlich. Mit dem Luftsauerstoff reagiert es weiter zu Stickstoffdioxid, das mit Sauerstoff zu Monoxid und Ozon reagiert. Ozon wiederum greift die Atemwege an und wirkt phytotoxisch.

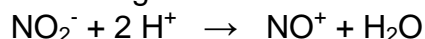
Als Nachweismittel für Stickstoffoxide (Nitrose, giftige Gase) dient das Saltzmann-Reagenz.

Beim Einleiten der Abgase mit Stickoxiden in destilliertes Wasser entsteht durch Disproportionierung Salpetersäure (HNO<sub>3</sub>) und Salpetrige Säure (HNO<sub>2</sub>).



Die sich bildenden Nitriten (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) können mit Saltzmann-Reagenz in einer Farbreaktion nachgewiesen werden.

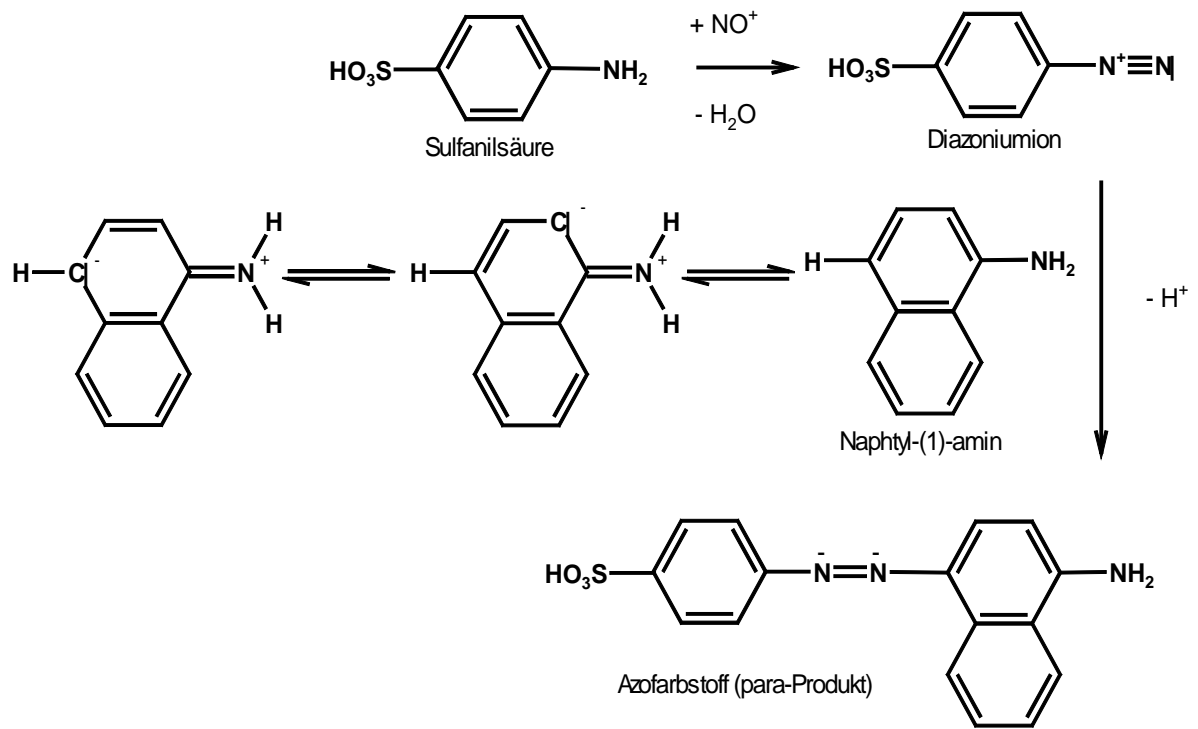
Nitrit reagiert in saurer Lösung zum Nitrosylkation.



Durch das Nitrosylkation werden Sulfanilsäure und Naphtyl-(1)-amin zu einem rotvioletten Azofarbstoff gekuppelt.

Zunächst findet eine Diazotierungsreaktion statt, bei der aus einem primären Amin ein Diazoniumion entsteht. Dann folgt eine elektrophile Substitution, bei der das Diazoniumion an einen Aromaten gekuppelt wird. Diese Reaktion nennt man Azokupplung. Es entsteht ein Azofarbstoff, dessen Farbtiefe dem Stickstoffoxidgehalt proportional ist.

Für ältere Schüler ist es wichtig, dass wegen des +M-Effektes der NH<sub>2</sub>-Gruppe am Naphtylamin sowohl das para- wie auch das ortho-Produkt entstehen.



## Herstellung und Entsorgung der Lösungen

1 %ige Sulfanilsäure-Lösung in 30 %iger Essigsäure

0,3 %ige  $\alpha$ -Naphthylamin-Lösung in 30%iger Essigsäure

Das Lösen nimmt etwas Zeit in Anspruch, es muss eine Zeitlang gerührt werden.

### Hinweis:

Es ist umstritten, ob Naphthyl-(I)-amin krebserregend ist. Alternativ können N[Naphthyl(1)]ethylen-diammoniumdichlorid oder N[Naphthyl(1)]ethylen-hydrochlorid verwendet werden (molare Äquivalenz).

### Entsorgung:

Die Abfälle werden mit den organischen Abfällen entsorgt.

### Herstellung der Wasserprobe mit Autoabgasen:

Die Herstellung der Wasserprobe erfolgt nach dem Versuchsaufbau des Kohlenstoffmonoxidnachweises. Statt des Tollens-Reagenzes wird destilliertes Wasser in die Gaswaschflasche gegeben.

Zur Herstellung der **Wasserprobe mit Autoabgasen** werden ungefähr 100 bis 120 Liter Autoabgase in 150 mL destilliertes Wasser eingeleitet.

Die Wasserproben werden in Schnappdeckelgläser gefüllt und gut verschlossen. Dabei ist darauf zu achten, dass der Gasraum über der Probe möglichst klein ist, damit nicht zu viel Gas in den Gasraum entweicht.

Aus demselben Grund sollten die Wasserproben erst kurz vor Versuchsbeginn hergestellt werden.

Es sollte vor den Versuchen getestet werden, ob die Konzentrationen der Gase für einen positiven Nachweis ausreichen, um gegebenenfalls mehr Gas einzuleiten.