

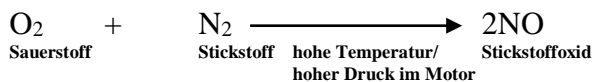
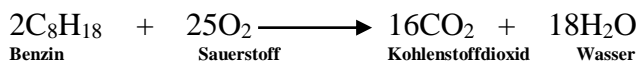
# Kapitel IV Luftverschmutzung

*Lisa Ho & Lukas Michaelsen*

Läuft man durch Griechenland, sieht man viele antike Bauten und Statuen, bei näherer Betrachtung scheinen diese ausgewaschen. Woher diese Verwitterung stammt und in welchem Zusammenhang sie mit der Luftverschmutzung steht, wird im Folgenden ausgeführt.

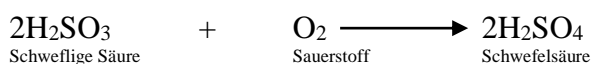
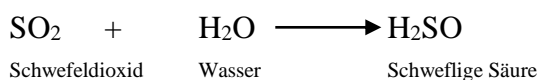
### *Entstehung von umweltschädlichen Gasen in Verbrennungsmotoren*

Zündet man den Motor bei einem Auto, wird Benzin explosionsartig verbrannt. Ein Hauptbestandteil des Benzin ist eine hochentzündliche Flüssigkeit: Octan. Bei der Verbrennung von Benzin mit Luftsauerstoff entstehen neben Kohlenstoffdioxid und Wasser auch Stickstoffoxide durch Reaktion von Luftsauerstoff und Stickstoff. Diese reagieren nur miteinander, da im Zylinder des Automotors hohe Temperaturen und hoher Druck herrschen. Stickstoffoxide sind umweltschädlich und führen zu saurem Regen, dieser wird später erläutert werden.



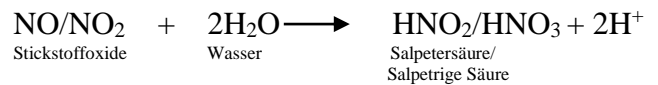
### *Bildung von saurem Regen*

Die Emissionen der Autos und der Industrie gelangen in die Atmosphäre und reagieren mit der Luftfeuchte zu Säuren. Schwefeldioxid, welches bei der Verbrennung schwefelhaltiger Brennstoffe, wie z. Bsp. Kohle, entsteht, reagiert mit Wasser zu Schwefliger Säure, diese reagiert in einer Nachfolgereaktion mit Sauerstoff (griech. οξύς - sauer), zu Schwefelsäure. Die griechische Wortherkunft ist sehr treffend, da Sauerstoff hier als Säurebildner agiert.



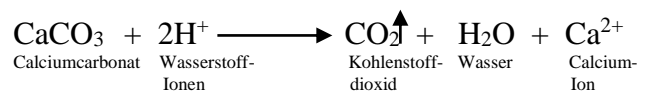
Die in Verbrennungsmotoren entstehenden Stickstoffoxide reagieren mit Wasser

zu Salpetersäure und Salpetriger Säure:

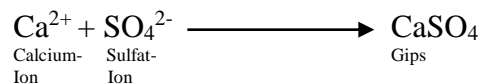


*Schwefelsäure und Salpetersäure sind verantwortlich für den niedrigen pH-Wert des sauren Regens*

Die weiße Gipschicht auf altgriechischen Statuen und Säulen ist eine Folge des sauren Regens. Dabei handelt es sich um eine Reaktion von Wasserstoff-Ionen mit Calciumcarbonat (Marmor): Der Marmor löst sich auf. Durch die Luftverschmutzung verfallen die Tempel und Statuen immer mehr, aufgehalten kann dieser Prozess, nur durch kostspielige Renovationen.



In einer Folgereaktion reagieren die dabei entstandenen Calcium-Ionen mit Wasser und Sulfat-Ionen der Schwefelsäure zu einer Gipschicht. ■ Abb. 1



Dieser weiße Gips ist die Ursache dafür, dass man nach Berühren der antiken Bauwerke oft weiße Hände hat.



Abb.1 Statue vom saurem Regen ausgewaschen und mit einer Gipschicht überzogen.

Um die Autos möglichst emissionsgering fahren zu lassen, werden Katalysatoren eingebaut. Im Folgenden werden die Grundeigenschaften eines Katalysators erklärt und am Beispiel des Drei-Wege-Katalysators bzw. der AdBlue-Abgasreinigung ausgeführt.

*Eigenschaften eines Katalysators* (κατάλυσις-griech. auflösen)


Ein Katalysator ist ein Stoff, der die Geschwindigkeit einer Reaktion verändert, wobei er am Ende der Reaktion wieder unverändert vorliegt.

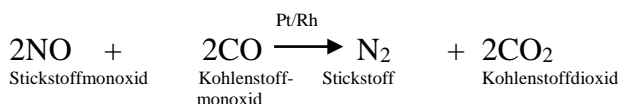
Katalysatoren zeigen eine Reihe auffällender Eigenschaften:

1. Schon geringe Mengen eines Katalysators sind ausreichend.
2. Sie gehen unverändert aus einer Reaktion hervor.
3. Sie katalysieren nur ganz bestimmte Umsetzungen.
4. Katalysatoren können durch manche Stoffe unwirksam bzw. „vergiftet“ werden.

Des Weiteren wird zwischen zwei verschiedenen Katalyse-Formen unterschieden, zum einen die heterogene Katalyse, bei welcher Gase und Feststoffe reagieren, zum anderem die homogene Katalyse, die eine gleichphasige Reaktion, also alle Stoffe liegen im selben Aggregatzustand vor, beschreibt.

#### *Funktionsweise des Drei-Wege-Katalysators*

Der Drei-Wege-Katalysator  Abb.2 verringert den Ausstoß von giftigen Stickstoffoxiden in Benzin-Motoren, indem er die Stickstoffoxide zu harmlosem Stickstoff reduziert. Dazu werden die Abgase über eine mit den Metallen Platin und Rhodium beschichtete Oberfläche geleitet, wodurch es eine heterogene Katalyse ist.



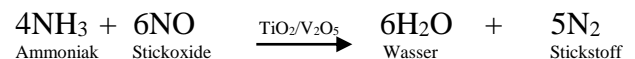
Der Drei-Wege-Katalysator gehört heute zur Serienausstattung aller Benzinautos, er funktioniert aber bei Dieselmotoren wegen des höheren Luftanteils während der Verbrennung nicht.

Deshalb hat man extra für Dieselmotoren eine abgasreinigende Lösung, nämlich das AdBlue, hergestellt.

Was es mit AdBlue auf sich hat und wie es funktioniert, wird im Folgenden geklärt.

#### *Abgasreinigung mit AdBlue bei Dieselmotoren*

Ad Blue ist eine wässrige Harnstofflösung. Unter Hitzeeinwirkung durch die Verbrennungsabgase zerfällt der eingespritzte Harnstoff unter anderem zu Ammoniak. Ammoniak reagiert im SCR-Katalysator gemeinsam mit umweltschädlichen Stickoxiden zu Stickstoff und Wasser. Für diese Reaktion strömen die Abgase und gasförmiges Ammoniak an einer mit Titandioxid und Vanadiumpentoxid beschichteten Oberfläche entlang. Es handelt sich ebenfalls um eine heterogene Katalyse.



Dadurch können auch in Dieselmotoren die giftigen Gase unschädlich gemacht werden.

#### *Dieselskandal*

Standardmäßig wird bei Dieselfahrzeugen ein AdBlue-Tank eingebaut ist, AdBlue ist ein teurer Harnstoff, er wird in die Abgase eingespritzt und bindet einen Großteil der umweltschädlichen Gase. Einige Autohersteller bauten deutlich zu kleine Tanks ein und täuschten mithilfe technischer Kniffe vor, der AdBlue Tank sei noch gefüllt, um Kunden das unattraktive Nachtanken zu ersparen, auch wollten sie keinen größeren Tank einbauen, um das Gewicht des Fahrzeuges möglichst niedrig zu halten. Eine eingebaute Abschaltvorrichtung erkannte, ob sich das Auto gerade in einem Teststand zur Abgasuntersuchung befand. Außerhalb dieser Testsituationen wurde die AdBlue-Einspritzung reduziert. Dies hatte zur Folge, dass lange Zeit zu hohe Emissionen aus Dieselfahrzeugen ausgestoßen wurden und in einigen deutschen Städten Fahrverbote verhängt worden sind.

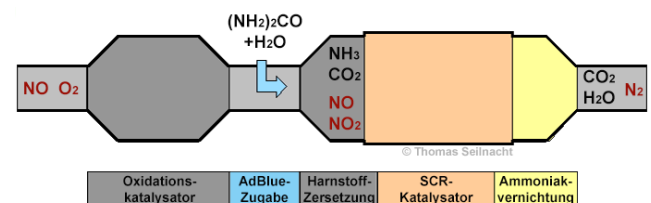


Abb.2  
*Drei-Wege-Katalysator*