

**SPF BCH. 3. Kanti Lernblatt zur Prüfung am 21.11.2011**

Autor:  
Linus Metzler

Version:  
**1.1.1b**

Veröffentlichung:  
**22.11.2011**

# LUFTBELASTUNGEN

## INHALTSVERZEICHNIS

Ihr solltet die sieben Probleme, die durch Belastungen unserer Atmosphäre entstehen, prägnant und kompetent umschreiben können.....	3
Ihr solltet die Ursachen der sieben Probleme, die durch Belastungen unserer Atmosphäre entstehen, prägnant und kompetent umschreiben können .....	3
Ihr solltet die chemischen Vorgänge beschreiben können, welche zur Bildung des sauren Regens führen .....	3
Ihr sollt die Auswirkungen des sauren Regens / der Überdüngung verständlich erläutern können .....	3
Ihr könnt den Sommer- und den Wintersmog beschreiben und habt das Phänomen verstanden.....	3
Ihr solltet die chemischen Vorgänge beschreiben können, welche zur Bildung des Ozons in der Troposphäre führen.....	3
Ihr solltet die Ursachen der Klimaerwärmungen kennen und wissen, wie diese vermindert werden kann.....	3
Ihr sollt erklären können, wie das Ozonloch über der Antarktis in Abhängigkeit der Jahreszeit entstehen kann. Dabei könnt Ihr die entsprechenden chemischen Reaktionen beschreiben .....	3
Labor: Sie kennen die Problematik um den Treibhauseffekt und das Ozonloch .....	3
Ihr solltet von den acht Stoffgruppen, welche die Atmosphäre belasten, die Hauptquellen und die Wirkungen nennen können .....	6
Ihr solltet für die Stoffe, welche die Atmosphäre belasten, Reduktionsmöglichkeiten beschreiben und deren Erfolgchancen einschätzen können .....	6
Ihr solltet die Funktionsweise eines Autokatalysators und den entsprechenden chemischen Reaktionen beschreiben können.....	7
Ihr solltet die Methoden zur Reduktion der Luftschadstoffe aus Industrieanlagen mit den entsprechenden Reaktionen beschreiben können.....	7
Ihr könnt die Ursachen und Wirkung der neuen Waldschäden erklären .....	7

Sie kennen die 16 wichtigsten Gase / Schadstoffe der Atmosphäre, ihre typischen Eigenschaften, ihre Folgeprodukte in der Umwelt, ihre natürliche oder antropogene Entstehung, ihre Beteiligung an Umweltproblemen und die Lewisformel..... 8

Sie wissen, wie eine einfache Rauchgasreinigung zur Entfernung von  $\text{SO}_2$  funktioniert..... 8

Sie wissen, welche „Nebenwirkungen“ die als Ersatzstoffe verwendeten H-FKW's haben..... 8

---

## INFO

Dies ist ein Lernblatt von Linus Metzler zum Thema Luftbelastungen, die in der 3. Kanti bei Herrn Uetz/Bosshard behandelt wurde. Es besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit. Jede Haftung wird abgelehnt.



ksrlernblatt von [Linus Metzler](#) steht unter einer [Creative Commons Namensnennung-Keine kommerzielle Nutzung 3.0 Lizenz](#).

## LERNTEIL

**UNBEDINGT DIE CONCEPT MAPS ANSCHAUEN!!! (HABE DIESE (FAST) NICHT FÜR DAS LERNBLATT GEBRAUCHT.**

**AUCH DAS GELBE BUCH (CHEMIE II) IST EMPFEHLENSWERT!**

IHR SOLLTET DIE SIEBEN PROBLEME, DIE DURCH BELASTUNGEN UNSERER ATMOSPHÄRE ENTSTEHEN, PRÄGNANT UND KOMPETENT UMSCHREIBEN KÖNNEN

IHR SOLLTET DIE URSACHEN DER SIEBEN PROBLEME, DIE DURCH BELASTUNGEN UNSERER ATMOSPHÄRE ENTSTEHEN, PRÄGNANT UND KOMPETENT UMSCHREIBEN KÖNNEN

IHR SOLLTET DIE CHEMISCHEN VORGÄNGE BESCHREIBEN KÖNNEN, WELCHE ZUR BILDUNG DES SAUREN REGENS FÜHREN

IHR SOLLT DIE AUSWIRKUNGEN DES SAUREN REGENS / DER ÜBERDÜNGUNG VERSTÄNDLICH ERLÄUTERN KÖNNEN

IHR KÖNNT DEN SOMMER- UND DEN WINTERSMOG BESCHREIBEN UND HABT DAS PHÄNOMEN VERSTANDEN

IHR SOLLTET DIE CHEMISCHEN VORGÄNGE BESCHREIBEN KÖNNEN, WELCHE ZUR BILDUNG DES OZONS IN DER TROPOSPHÄRE FÜHREN

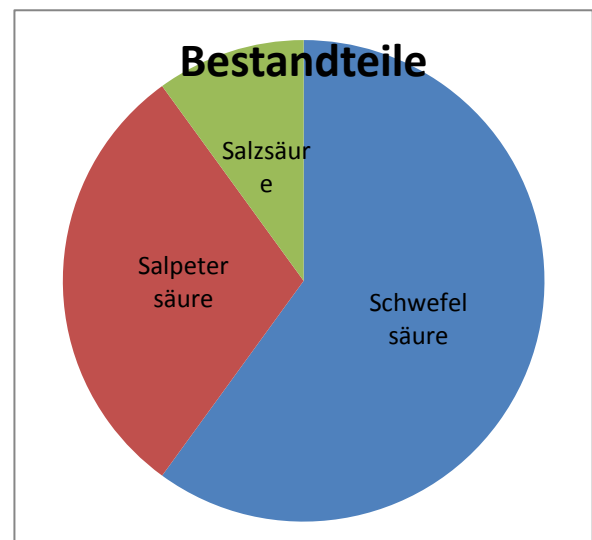
IHR SOLLTET DIE URSACHEN DER KLIMAERWÄRMUNGEN KENNEN UND WISSEN, WIE DIESE VERMINDERT WERDEN KANN

IHR SOLLT ERKLÄREN KÖNNEN, WIE DAS OZONLOCH ÜBER DER ANTARKTIS IN ABHÄNGIGKEIT DER JAHRESZEIT ENTSTEHEN KANN. DABEI KÖNNTIHR DIE ENTSPRECHENDEN CHEMISCHEN REAKTIONEN BESCHREIBEN

Labor: SIE KENNEN DIE PROBLEMATIK UM DEN TREIBHAUSEFFEKT UND DAS OZONLOCH

## SAURER REGEN

- Durch Regen werden Nichtmetalloxide (u.a.  $SO_2$  und  $NO_x$ ) ausgewaschen
- Dadurch wird der Regen sauer  $pH$  4 statt 5 – 5.6
- $SO_2$  Schwefeloxid
  - > Verbrennung von Kohle und Öl → Industrie und Heizungen
  - > Ca. 50% des Schwefeldioxids oxidiert zur Schwefelsäure (die dann zu Regen wird):  
 $SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$
  - > Hemmt Stoffwechselfvorgänge bei Mikroorganismen
- $NO_x$  Stickoxide



- > Entsteht in Verbrennungsmotoren grosser KFZ
- > Reagiert zusammen mit HO-Radikalen zu Salpetersäure:  $NO_2 + OH \rightarrow HNO_3$
- > Kann zu N-Überdüngung der Böden führen
- *HCl Chlorwasserstoff*
  - > Entsteht bei KVA's
- Durch den Säureeintrag werden...
  - > Nährstoffe ausgewaschen → NEUARTIGE WALDSCHÄDEN
  - > Schwermetall-Ionen und Aluminium ausgewaschen (→ giftig)
  - > Wurzeln, Pflanzen und Bakterien geschädigt
  - > Bodenorganismen abgetötet → Auswirkung auf höhere Pflanzen und Bäume
- In kalkigen Gebieten werden die Säuren durch den Kalk neutralisiert → unschädlich
- Massnahmen dagegen
  - > Kohle-Kraftwerke ersetzen → RAUCHGASREINIGUNG
  - > Umweltfreundlichere Autos / Velos
  - > Schwefelfreies Heizöl<sup>1</sup>
- Schwefel (Kohle und Erdöl) kommt ursprünglich aus abgestorbenen Bäumen resp. Kleintieren

---

## SOMMERSMOG

- Natürlicher Ozonkreislauf
  - >  $NO_2 \xrightarrow{\text{Sonnenlicht}} NO + O$
  - $O + O_2 \rightarrow O_3$
  - $O_3 + NO \rightarrow NO_2 + O_2$
- Gestörter Ozonkreislauf
  - > Durch hohe Verkehrsdichte und intensivere Sonneneinstrahlung
  - > Dadurch gelangen mehr *NO* und *CO* in den Kreislauf
  - > Das *NO* sollte eigentlich das Ozon abbauen, jedoch entstehen durch das *CO* zusätzlich *HO<sub>2</sub>*-Radikale, welche mit *NO* zu *NO<sub>2</sub>* reagieren
  - > Daher fehlt *NO* zur Zerstörung des Ozons
- Tag/Nacht → in der Nacht sinken die Ozonwerte
  - > In der Nacht (→ Sonnenlicht fehlt) kann das *NO<sub>2</sub>* nicht mehr zu *NO* werden
  - > Daher kann auch kein weiteres Ozon mehr gebildet werden
  - > Das *NO* kann jetzt wieder Ozon abbauen und das *NO<sub>2</sub>* wird zu Salpetersäure
- Schädlich weil ...
  - > Es zu viel Ozon ist (kleine Mengen Ozon brauchen Menschen und Pflanzen)
  - > Aggressiv Reaktionen in den Atemwegen → chronische Bronchialerkrankungen und Lungenöden bei Menschen und bleichen (wie Chlor) Pflanzen
- Entsteht in den Städten (viel Verkehr), jedoch sind die Ozonwerte auf dem Land höher, weil dort das *NO* zum Abbau des Ozons fehlt

---

## KLIMAERWÄRMUNG

- Das Sonnenlicht wird auf der Erde als Wärme (IR<sup>2</sup>-Strahlung) reflektiert
- *CO<sub>2</sub>* und *FCKW* die durch den Menschen in die Atmosphäre gelangen, nehmen diese IR-Wellen auf und wandeln sie in Wärme um

---

<sup>1</sup> Ist in der Schweiz heute der Normalfall

<sup>2</sup> Infrarot

- Gase
  - >  $CO_2$ : hat ein kleines relatives Potential, 60% Anteil am anthropogenen Treibhauseffekt, entsteht bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen und Waldrodung
    - Könnte minimiert werden, wenn es mehr Pflanzengabe  $\rightarrow$  erhöhter Verbrauch, jedoch nicht möglich: Dürren, Abholzung, UV-Strahlung, Umweltgifte, Sommersmog und Saurer Regen; wird zunehmen solange es Kohle- und Erdölreserven gibt; kann gebremst werden: Verzicht auf Erdöl und Kohle  $\rightarrow$  alternative Energien, Häuser isolieren, Verzicht auf Auto und Flugzeug  $\rightarrow$  Velo
  - >  $FCKW$ : extrem hohes relatives Potential, 10% Anteil, befinden sich in Treibmittel bei Kunststoffen und Kühlmittel, nahmen ab, da verboten
  - >  $CH_4$ : leicht erhöhtes Potential, 20% Anteil, entsteht bei Ausströmungen von Erdgas, in Deponien und bei Kühen
  - >  $O_3$ : stark erhöhtes Potential, 5% Anteil, im photochemischen Smog aus  $NO_x$  und  $KW$  gebildet
  - >  $N_2O$ : erhöhtes Potenzial, 5% Anteil, entsteht bei Überdüngung und Bodenbearbeitung
- Hauptverursacher: Nordamerika, China, Europa
- Folgen: Katastrophen (Hurricanes, Dürren), Schmelzen der Gletscher und Polkappen, Wasserpegelsteigerung

---

## OZONLOCH

- Bildung/Abbau in der **Stratosphäre**
  - > Bildung
 
$$O_2 \xrightarrow{UV-C} O + O$$

$$O + O_2 \rightarrow O_3$$
  - > Abbau
 
$$O_3 \xrightarrow{UV-B} O_2 + O$$

$$O_3 \rightarrow O_2 + O_2$$
- Wenn sich das Ozonloch vergrößerte ergeben sich folgende Gefahren
  - > Mehr und stärkerer Sonnenbrand, Hautkrebs
  - > Schädigung der Augen, Erblindung
  - > Unfruchtbarer Boden  $\rightarrow$  UV-B-Strahlung
  - > Plankton<sup>3</sup> wird zerstört
- Ein Grossteil der UV-Lichtes wird durch die Stratosphäre vernichtet
  - > UV-C wird zur Bildung von Ozon verwendet und dabei vernichtet
  - > UV-B wird zur Spaltung von Ozon gebraucht und dabei vernichtet
- Dank anthropogenen Gase wird die Ozonsicht abgebaut
  - >  $FCKW$ :  $CClF_3 \xrightarrow{UV-Strahlung} Cl + F_3$  aus Spraydosen, Kühlmittel, ...  
Effekt wird erst in 50 Jahren sichtbar sein, da FCKW enorm lange bis sie überhaupt in der Stratosphäre sind, sie dann lange wirken und ewig nicht abgebaut werden
  - >  $Cl + O_3 \rightarrow ClO + O_2 \rightarrow$  Zerstörung von Ozon; pro  $Cl$  kann dieser Vorgang 100'000 geschehen
    - Besonders intensiv im Frühsommer in den Polarregionen während dem Winter konnten sich viel Chloratome dort ansammeln; wenn diese Chloratome mit UV-Strahlen in Kontakt kommen, wird das inaktive Chlor wieder aktiv  $\rightarrow$  schneller Ozonabbau
  - >  $NO$  von Flugzeugen sowie aus Reisfeldern und überdüngten Boden (via  $N_2O$ )

---

<sup>3</sup> Grundlage vieler Wasserlebewesen

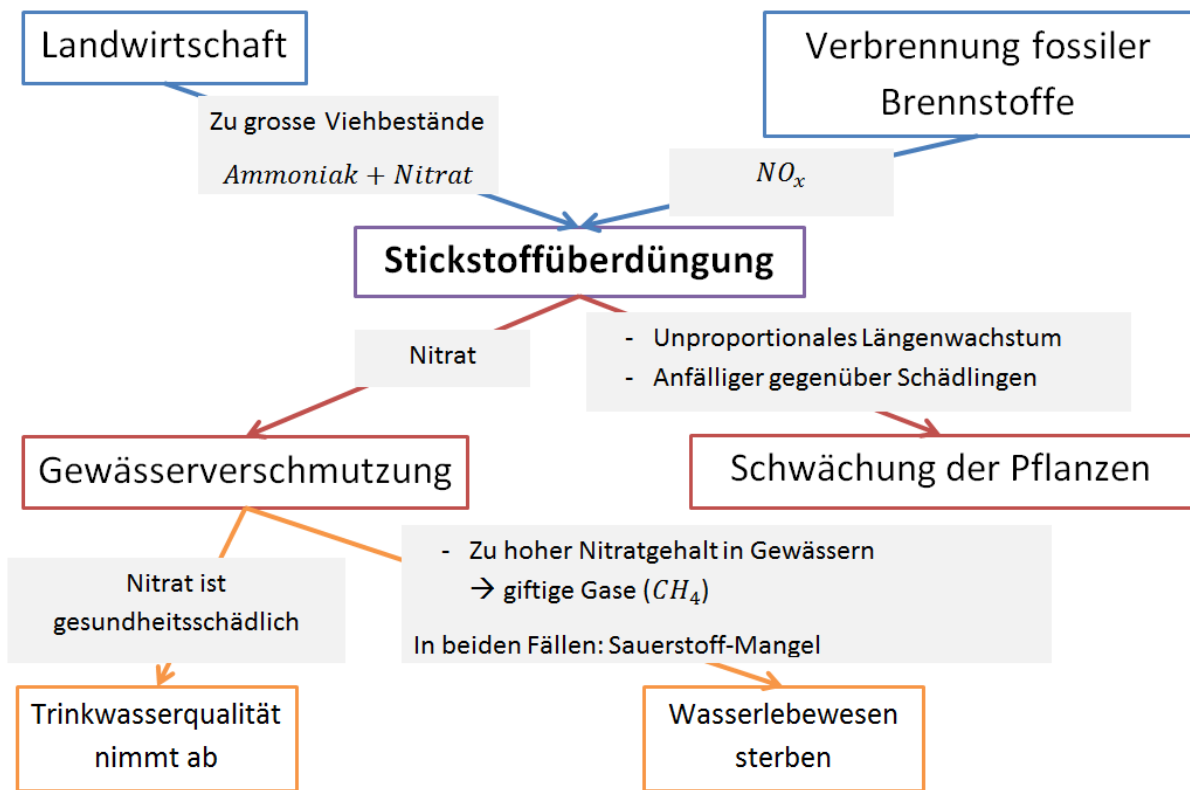
WINTERSMOG

- Bei Inversionslage<sup>4</sup> kann der Smog nicht entweichen → Atembeschwerden, Schädigung der Lunge

FEINSTAUB

- Wenn Feinstaub in die Lungen gelangt, kann dieser zu Asthma und Lungenkrebs führen
- Kann mittels Elektrofilter aus den Rauchgasen eliminiert werden

STICKSTOFFÜBERDÜNGUNG



IHR SOLLTET VON DEN ACHT STOFFGRUPPEN, WELCHE DIE ATMOSPHERE BELASTEN, DIE HAUPTQUELLEN UND DIE WIRKUNGEN NENNEN KÖNNEN

IHR SOLLTET FÜR DIE STOFFE, WELCHE DIE ATMOSPHERE BELASTEN, REDUKTIONSMÖGLICHKEITEN<sup>5</sup> BESCHREIBEN UND DEREN ERFOLGSCHANCEN EINSCHÄTZEN KÖNNEN

Stoff	(anthropogene) Hauptquellen	Wirkungen
SO <sub>2</sub>	Verbrennung Schwefelhaltiger Brennstoffe	Saurer Regen
NO <sub>x</sub>	Verbrennung bei hoher Temperatur	Saurer Regen Photochemischer Smog
KW	Unvollständige Verbrennung,	Photochemischer Smog

<sup>4</sup> Hochnebel → warme Luft oben, kalte Luft unten

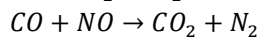
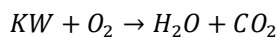
<sup>5</sup> Sind in den übrigen Lernzielen enthalten

	Verdunsten von Treibstoff und Lösemitteln	
CO	Verbrennung bei hoher Temperatur	Photochemischer Smog
CH <sub>4</sub>	Reisfelder, Viehhaltung, Mülldeponien, Erdgasverlust	Photochemischer Smog Anthropogener Treibhauseffekt
CO <sub>2</sub>	Verbrennung fossiler Brennstoffe, Brandrohdung	Anthropogener Treibhauseffekt
FCKW	Kältemittel, Treibgas in Kunststoffen	Anthropogener Treibhauseffekt
N <sub>2</sub> O	Stickstoffdünger, Bodenbearbeitung	Anthropogener Treibhauseffekt

### IHR SOLLTET DIE FUNKTIONSWEISE EINES AUTOKATALYSATORS UND DEN ENTSPRECHENDEN CHEMISCHEN REAKTIONEN BESCHREIBEN KÖNNEN

Der Fahrzeugkatalysator, auch kurz Katalysator (umgangssprachlich Kat), dient der Abgasnachbehandlung in Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor. Durch den Katalysator können die Schadstoffemissionen im Abgas drastisch reduziert werden.<sup>6</sup>

Mittels eines Katalysators<sup>7</sup> (Platen-Rhodium-Legierung) werden umweltschädliche Stoffe in umweltneutrale Stoffe umgewandelt



Die sogenannte Lambda-Sonde regelt die optimale O<sub>2</sub>-Konzentration; zu viel Sauerstoff vermindert den Abbau von NO<sub>x</sub>, zu wenig vermindert den Abbau von CO

- Nachteile
  - > Platin ist giftig im An- und Abbau
  - > Der Katalysator braucht eine Aufwärmphase
  - > Wirkungslos bei Geschwindigkeiten >130 km/h

### IHR SOLLTET DIE METHODEN ZUR REDUKTION DER LUFTSCHADSTOFFE AUS INDUSTRIEANLAGEN MIT DEN ENTSPRECHENDEN REAKTIONEN BESCHREIBEN KÖNNEN

- Rauchgasentschwefelung  
*Schwefeldioxid + Kalkmilch → Gips*  
 $SO_2 + Ca(HO)_2 \rightarrow CaSO_3$
- Rauchgasentstickung  
*Ammoniak + Stickoxid → Wasser + Stickstoff*  
 $NO_x + NH_3 \rightarrow H_2O + N_2$

### IHR KÖNNT DIE URSACHEN UND WIRKUNG DER NEUEN WALDSCHÄDEN ERKLÄREN

- Ursachen/Gründe
  - > Photochemischer Smog  
zu viele Stickstoffdioxide und CO; Automotoren

<sup>6</sup> Absatz nach entsprechendem Wikipedia-Artikel

<sup>7</sup> Begünstigt eine chemische Reaktion, nimmt daran teil wird aber **nicht** verbraucht

- > Saurer Regen  
Stickoxide und Schwefeldioxid im Regenwasser; Industrie Autos
- > Anthropogener Treibhauseffekt  
Treibhausgase, v.a.  $CO_2$  und Methan
- > Überdüngung des Waldes  
gasförmiger Ammoniak-Dünger und Stickoxide im Regenwasser; als Salpetersäure auf den Boden und dort in Nitrat umgewandelt
- > UV-Strahlung durch Ozonloch
- Zukünftige Entwicklung
  - >  $SO_2$  durch Entschwefelung der fossilen Brennstoffe gesenkt
  - >  $NO_x$  kann durch Verbesserung von Autokatalysatoren und Elektromotoren verringert werden
  - > Überdüngung kann durch vorsichtigere Düngungsmethoden gesenkt werden
  - > Verstärkung der Klimaerwärmung
  - > Weniger Sommersmog

## LABOR

~~SIE KENNEN DIE 16 WICHTIGSTEN GASE / SCHADSTOFFE DER ATMOSPHERE, IHRE TYPISCHEN EIGENSCHAFTEN, IHRE FOLGEPRODUKTE IN DER UMWELT, IHRE NATÜRLICHE ODER ANTROPOGENE ENTSTEHUNG, IHRE BETEILIGUNG AN UMWELTPROBLEMEN UND DIE LEWISFORMEL<sup>8</sup>~~

SIE WISSEN, WIE EINE EINFACHE RAUCHGASREINIGUNG ZUR ENTFERNUNG VON  $SO_2$  FUKTIONIERT

- Das geschwefelte Gas wird durch Kalkmilch geleitet
- Effizienter: das Gas mit Kalkmilch-Tröpfchen besprühen (→ grösser Oberfläche)

SIE WISSEN, WELCHE „NEBENWIRKUNGEN“ DIE ALS ERSATZSTOFFE VERWENDETEN H-FKW'S HABEN

- Keine Einflüsse auf Ozon(-loch)
- Treibhausgas (von erhöhtes bis enormes Potential)

## QUELLEN

- Blätter
- Concept Maps (vereinzelt!!!)
- Wikipedia (selten)

---

<sup>8</sup> Siehe eigenes Gasblatt!