

Ökologische Stöchiometrie

Am Beispiel Schwefeldioxyd und saurer Regen

Die Stöchiometrie, so Knauers Lexikon, ist die „Zusammenfassung der Gesetze, nach denen chemische Umsetzungen in Bezug auf Raum- und Gewichtsverhältnisse verlaufen“. Ein trockenere Gebiet im Chemieunterricht, unbeliebt auch deswegen, weil die Ergebnisse stöchiometrischen Rechnens allenfalls für die Zeugnisnote bedeutsam sind.

Daß stöchiometrische Betrachtungen auch hilfreich sein können, das Unvorstellbare anschaulich zu machen, das sollen folgende Beispiele zeigen, die von Schülern berechnet wurden.

Jahr für Jahr entweichen aus bundesdeutschen Schornsteinen (von Kraft-

werken, Industrie und Heizungen) ca. 4 Millionen Tonnen Schwefeldioxyd. Ein Teil kommt aus den (westlichen) Nachbarländern dazu, ebensoviel verläßt unser Land (in überwiegend nordöstlicher Richtung). Und alles kommt ebenso wieder aus der Atmosphäre heraus, herunter als Saurer Regen oder als „trockene Deposition“.

Die Größenverhältnisse dieser Vergiftung aber sind kaum vorstellbar – ebenso wenig, wie andere große Zahlen: 3 Millionen Arbeitslose, 100 Milliarden Tonnen TNT, Megatonnen usw. Sie bleiben abstrakt und machen umso weniger betroffen, je öfter man sie hört. Dabei ist eine Umset-

zung in menschlich überschaubare Dimensionen gar nicht so schwer.

Die Gesamtemission von SO_2 in der BRD beträgt also 4 Mio t pro Jahr. Andererseits umfaßt die BRD eine Gesamtfläche von ca. 250000 Quadratkilometern. Damit kommen auf den km^2 jährlich 16 t SO_2 .

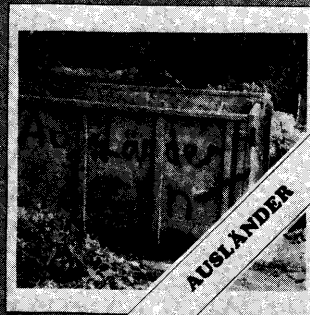
Da eine Tonne 1 Millionen Gramm sind und ein km^2 gleich 1 Mio m^2 , ergibt sich ein SO_2 -Niederschlag von 16 g/ m^2 und Jahr.

16 Gramm eines unsichtbaren, dafür stechend riechenden aggressiven Gases sind aber immer noch ein Problem für die Vorstellungskraft. Daher weiter mit der Rechnerei:

Variante A: Nach Avogadro nimmt ein Mol eines (beliebigen) Gases bei Normalbedingungen ein Volumen von 22,4 Litern ein. Ein Mol SO_2 sind 64 g (Summe

ABONNIEREN, BITTE!

BRD und
«Dritte Welt» 10



48 Seiten, 3 DM, im Abo 2,10 DM

Magazin Verlag, Königsweg 7,
2300 Kiel 1, 0431 / 63 1 43
Gegen Einsendung dieser Anzeige erhalten Sie das abgebildete Heft kostenlos (pro Person nur einmal!)



Versuch mit „Sauerm Nebel“ in der Nebelkammer an der Landesanstalt für Immissionsschutz in Essen
Foto: Thomas Pflaum

MANNER
'84

ein kalender
im
verlagskollektiv
"männerröte"

288 S., 8.50 DM

AIB-Sonderheft 2/1984

AIR LAND BATTLE

und die Rolle der
Bundesrepublik



„Air Land Battle“, oder kurz ALB, ist seit 1982 die verbindliche Kampfdoktrin der US-Streitkräfte für Europa und die 3. Welt. Die ALB-Konzeption eines präventiven Angriffskrieges sieht den frühzeitigen Einsatz chemischer und atomarer Waffen vor. Als Stationierer der Pershing II und Cruise Missiles, als einziger Mitunterzeichner des Perspektivkonzeptes ALB 2000 und als Drehscheibe für eine US-Intervention im Nahen Osten spielt Bonn eine Schlüsselrolle im ALB-Konzept.

Das AIB-Sonderheft 2/1984 dokumentiert das ALB-Konzept und analysiert erstmals umfassend seine Bedeutung für die BRD und die 3. Welt.

Inhalt: Einschätzung des ALB-Konzeptes und seiner Auswirkungen für die 3. Welt ● Standort der BRD im NATO-Konzept gegenüber der 3. Welt ● **Dokumentation:** Originalfassungen von ALB 1986 und ALB 2000 ● Stimmen aus dem Pentagon und von NATO-Militärs ● Beiträge zum BRD-Engagement im Nahen und Mittleren Osten von J. Reents (Grüne), H. Hoffmann (SPD), H. J. Wischniewski (SPD) und A. Mertes (CDU)

Umfang ca. 48 Seiten, Preis 4 DM, 33,- Rabatt ab 10 Ex. Erhältlich im linken Buchhandel oder gegen Einsendung des Coupons. Vorauszahlung in Briefmarken bei Bestellungen unter 10 DM. Porto 0,60 DM je Heft. Jahresabo 25 DM.

Coupon/Bitte einschicken!

Ich bestelle:

_____ Ex. AIB-Sonderheft 2/1984 ALB

ein kostenloses Probeheft des AIB

ein Jahresabo ab Nr. _____

Name: _____

Adresse: _____

Unterschrift: _____

AIB
DIE DRITTE-WELT-ZEITSCHRIFT
Liebigstraße 46, 3550 Marburg 1

der Atomgewichte in Gramm). 16 g entsprechen dann

$$22,4 \cdot \frac{16}{64} = 5,6 \text{ Liter;}$$

d.h., könnte man ein ganzes Jahr lang das herunterkommende SO₂ als Gas auffangen, so könnte man auf jedem Quadratmeter gut einen 5-Liter-Auto-Reservekanister damit füllen.

Für das Stadtgebiet von Kassel bräuchte man dazu z.B. 106 Millionen Benzin-kanister – entsprechend einer Fläche des Stadtgebietes von 106 km² – aber das ist bereits wieder eine kaum vorstellbare Zahl.

Variante B: 16 g SO₂ entsprechen 8 g Schwefel (siehe Tabelle), das ist etwa ein gehäufte Eßlöffel Schwefelpulver. Füllt man diese 8 g in einen leeren Gewürzstreuer und steckt man auf dem Fußboden des Klassenzimmers 1 m² (1 x 1 Meter mit Kleband oder Kreide) ab, so läßt sich leicht eine flächendeckende gelbe Bestäubung durch Verstreuen des Schwefels erreichen (und diese Modell gilt für jeden einzelnen m² in der BRD – und nicht nur hier).

Bei Windstille eignet sich diese Demonstration auch für draußen, vor dem Schulgebäude z.B. oder vor dem Rathaus. Da Schwefel selber nicht giftig oder gesundheitsschädlich ist, bedarf es keiner besonderen Sicherheitsvorkehrungen. Wer genauer sein will und die regionalen Unterschiede berücksichtigen will, kann exaktere Daten nachsehen bei: R. Griesshammer: Letzte Chance für den Wald, dreisam Verlag, 1983.

Variante C: Diese Variante kann nur als Gedankenexperiment durchgeführt werden! Akute Gesundheitsgefahr! Nehmen wir an, unser Klassenraum wäre oben offen und wir könnten das Schwefeldioxid des ganzen Jahres darin sammeln (SO₂ ist schwerer als Luft), dann erhielten wir wieder 16 g SO₂/m².

Bei einer Grundfläche von z.B. 60 m² wären das 60 · 16 = 960 g SO₂. Genausoviel SO₂ würden wir erhalten, wenn wir 480 g Schwefel verbrennen würden ...

(Zum Vergleich kann man ja mal 5 g S anzünden!). Eine reizvolle weitere (Rechen-)Aufgabe könnte lauten:

Erkundige Dich nach der Grundfläche des Plenarsaales des Deutschen Bundestages/des Innenministeriums/... Wieviel Gramm Schwefel müßte man dort abrennen, um ein Äquivalent der entsprechenden jährlichen SO₂-Menge zu erhalten?

Variante D: Ein großer Teil des SO₂ wird bereits in der Atmosphäre weiter oxidiert zu SO₃ bzw. H₂SO₄ (Schwefelsäure). Aber auch der Rest des SO₂ wird in Schwefelsäure bzw. in deren Salze überführt, spätestens am Boden. Die 16 g SO₂/m² ergeben dabei jährlich:

$$16 \cdot \frac{98}{64} = 24,5 \text{ g reine Schwefelsäure.}$$

Auf 41 m² fallen jährlich schon 1 kg H₂SO₄, das ist ca. ½ Liter 10%ige Schwefelsäure. 41 m², auf diese Fläche bringt es z.B. ein mittlerer einzeln stehender Baum mit einem Laubdach von 7 Metern Durchmesser;

41 m² groß ist auch eine Marmor- oder Kalksandsteintreppe von 4 Metern Länge und 10 Metern Breite, auch keine ungewöhnliche Größe vor einem öffentlichen Gebäude – nur, dort einen halben Liter konzentrierte Schwefelsäure auszuschütten würde sicherlich als schwere Sachbeschädigung geahndet.

Die 24,5 g Schwefelsäure pro Quadratmeter können übrigens theoretisch (auch das läßt sich durch stöchiometrische Betrachtungen zeigen) die folgenden Mengen von Baustoffen auflösen: 4,5 g Aluminium oder 14 g Eisen oder 25 g Marmor. Aufgrund zusätzlicher Effekte (Sprengwirkung der entstandenen Reaktionsprodukte, Auswaschung usw.) können es in der Praxis oft auch größere Mengen sein.

Noch ein Mengenvergleich: Ein Kleinbauer mit 4ha Landwirtschaft bekommt von dem Schwefel-

säure-Segen immerhin 24,5 · 40000 Gramm Schwefelsäure = 980 kg ab.

Im Boden werden dadurch einerseits Nährstoffe schneller freigesetzt – aber auch ausgewaschen, andererseits werden sonst ungiftige Leicht- und Schwermetalle und Spurenelemente gelöst und alleine durch die höheren Konzentrationen zu starken Pflanzengiften. (Eine Modellrechnung dazu gibt es z.B. im Materialheft „Saurer Regen“, von Sozant, Marburg, 4,- DM).

Variante E: Schwefelsäure ist ein wichtiger Grundstoff der chemischen Industrie, blubbert in Autobatterien und wird besonders in der Kunststoffherstellung eingesetzt. 1975 wurden in der BRD 3,4 Mio t Schwefelsäure erzeugt. Die 4 Mio t SO₂ hätten fast die doppelte Menge Schwefelsäure ergeben, nämlich

$$3,4 \cdot \frac{98}{64} \text{ Mio t} = 6,125 \text{ Mio t.}$$

Bei einer konsequenter Entschwefelung von Brennstoffen hätte man in der Tat einen Großteil der benötigten Säure so nebenbei herstellen können, momentan etwas teurer, aber gesamtgesellschaftlich billiger als jetzt mit toten Wäldern und ruinierten Denkmälern, Brücken und Lungen. Daß es möglich ist, haben einige Ostblockstaaten seit längerem gezeigt.

Bei uns bleibt erst mal alles beim Alten... Was für ein Land, was für eine Industrie, was für eine Regierung (und nicht nur die jetzige)!

Lutz Ständel

c/o Gesamthochschule Kassel,
Fachbereich 19;
Postfach 101 380, 3500 Kassel.

Lehrer I

| | |
|--|----|
| Teachers know: Apocalypse no! | 20 |
| Pädagogen im Zirkus und anderswo | 25 |
| Lehrer als soziale Netzwerker? | 27 |
| GEW und alternative Ökonomie | 33 |
| GEW und Lehrerarbeitslosigkeit | 34 |
| Arbeitsplätze Umweltladen und Fahrradhof | 36 |
| Aktionshandbuch für arbeitslose Lehrer | 38 |

Lehrer II

| | |
|----------------------------|----|
| Kumpel- und Schweinelehrer | 17 |
|----------------------------|----|

Schulen

| | |
|------------------------------|----|
| Bildungsbankrott in Bremen | 10 |
| Privatschulkraich in Hamburg | 12 |

Bildungspolitik

| | |
|---------------------------------|----|
| Grüne Bildung: Die Basis knurrt | 12 |
| Die elastische Einheitsschule | 16 |

Praxismarkt

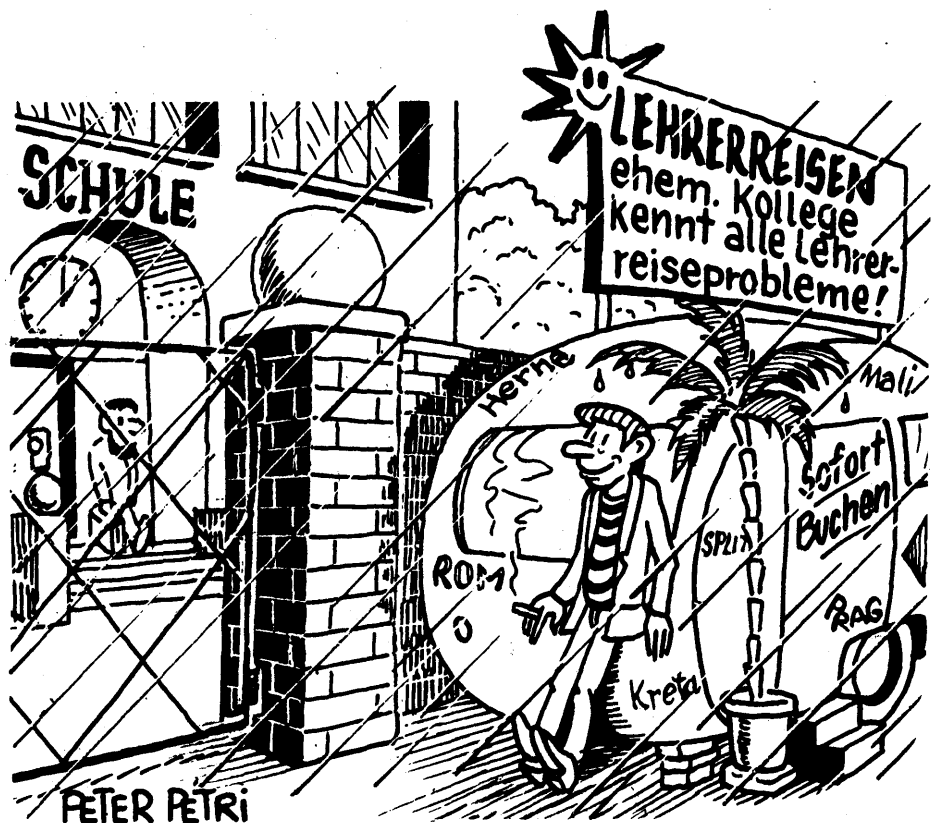
| | |
|---|----|
| Indianer, autogenes Training, ökologische Stöchiometrie | 29 |
|---|----|

Ausländer

| | |
|--|----|
| Wie Geschichtsbücher Ausländerfeindlichkeit verfestigen können | 40 |
|--|----|

Rubriken

| | |
|----------------------|----|
| Redaktionsjournal | 4 |
| Leserforum | 5 |
| Daxners Einmischung | 7 |
| Kreidestriche | 8 |
| Besprechungen | 52 |
| Frisch auf den Tisch | 51 |
| Termine/Markt | 54 |



16 Unterrichtsstunden sind genug!

„Ogottogott“, jammerte Oberstudienrat D. aus H., „die spinnen total. Wollen die mir nicht nur Arbeitszeit verkürzen (wogegen ich ja, hähä, nichts habe), sondern mir auch noch einen Teil meines Gehalts nehmen“. H. hatte den Beitrag von Gerald Scholz und Gerhard de Haan gelesen, der in diesem Heft abgedruckt ist.

Lehren: zwischen Utopie und Apokalypse + weitere Beiträge zum Thema Lehrer, Arbeitslosigkeit, Alternativen 20

Daß Schüler um den Erhalt ihrer Schule kämpfen, kommt nicht häufig vor. In Bremen geschieht's. Dort sollen drei Dutzend Schulen dicht gemacht werden.

Die Landesregierung hat dort kaum noch Geld für Bildung übrig.

Bankrott in Bremen 10

Jeder kennt sie: die „Graue Eminenz“, den Kumpellehrer, aber auch den Ausfall- und den scheinbaren Lehrer. Beate Günsche hat eine Sozialtypologie des Lehrerkollegiums entwickelt.

Das Lehrerkollegium 17

Die Kreuzzüge sollten das „heilige Land“ von den „Heiden“ befreien. Solcher Quark steht, wenn auch gemäßigt, immer noch in vielen Büchern. Hans Göpfert untersucht, welche Bedeutung solche Mythen für Ausländerfeindlichkeit haben können.

Von edlen Rittern, Kreuzzügen und Ausländerhaß 40