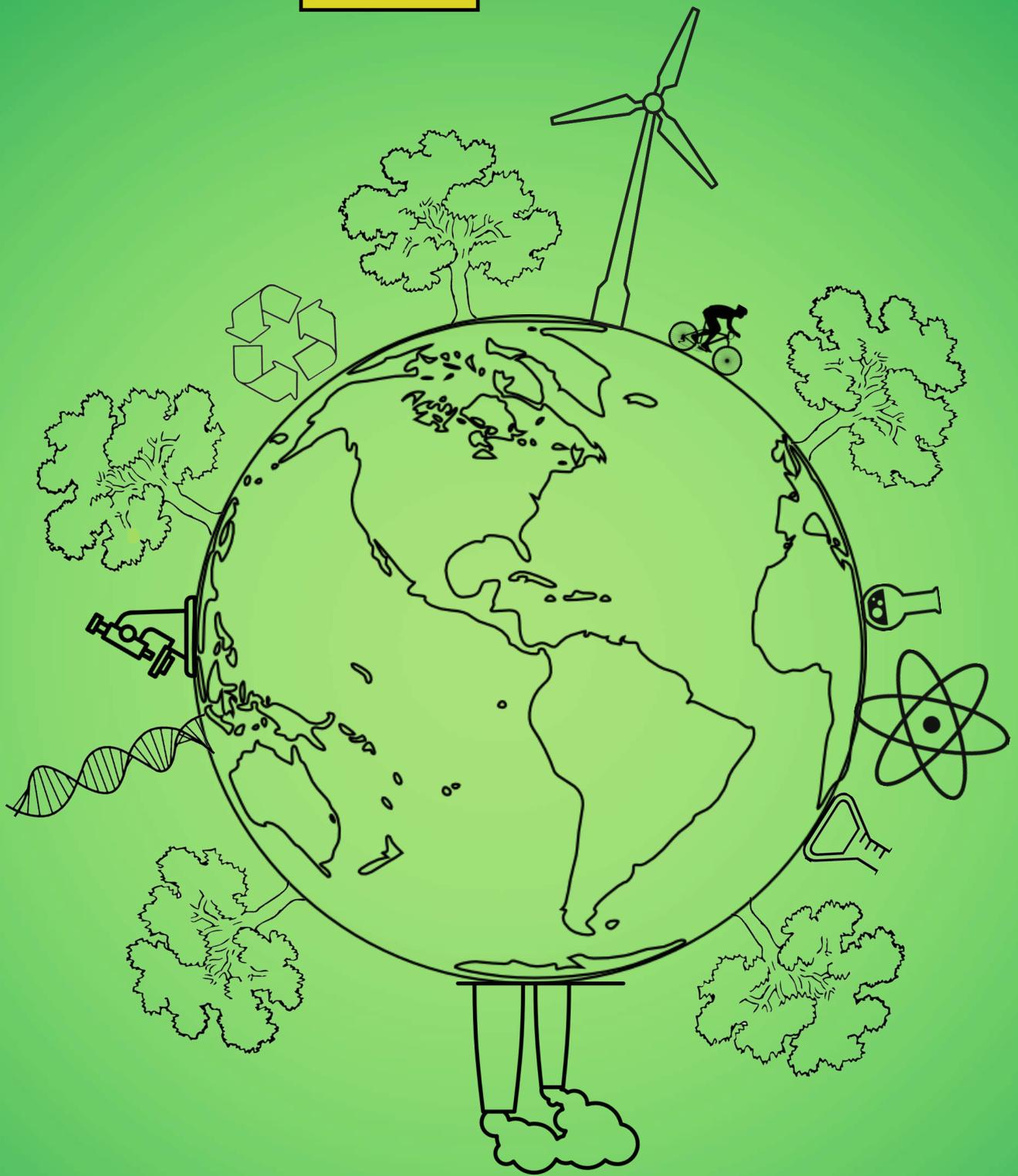
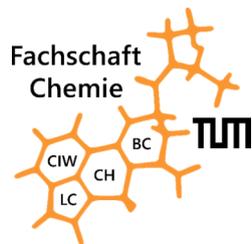


DER | | | |----------|----| | 6 | 12 | | C | | CHEMIST



CHEMIE UND UMWELT

Im Fokus: Prof. Gädt | Quo vadis, lingua scientia | Langmuirs Regentanz



Impressum

Der Chemist – Zeitschrift der Fachschaft Chemie

Ausgabe Sommersemester 2020

Copyright Fachschaft Chemie e.V.

Fachschaft Chemie der TU München e.V.

Lichtenbergstraße 4

85747 Garching bei München

Telefon: 089/289-1 3006

Email: chemist_fsch@lists.lrz.de

Die Redaktion

Unter Verantwortung des Chemist-Referats 2020

V.i.S.d.P Ilias Asimakopoulos

Anna-Lena Holtmannspötter

Armin Römer

Franziska Schwimmer

Julian Leberfing

Maryke Kouyate

Moritz Eder

Titelbild

Erika Keil

Im Eigenverlag erschienen.

Alle Rechte vorbehalten, Angaben ohne Gewähr.

Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben ausschließlich die Meinung ihrer Verfasser wieder. Für die Inhalte sind die Autoren zuständig.

Liebe Leserin, lieber Leser,

in den letzten Wochen und Monaten hat sich in der Welt einiges verändert. Dass ein kleiner Virus unser alltägliches Leben so aus den Fugen bringt und die gesamte Weltbevölkerung mit nie dagewesenen Problemen in der Wirtschaft, aber auch im Sozialleben konfrontiert, wäre davor undenkbar gewesen. Es gab aber Stimmen, die schon lange warnten, dass in dieser globalisierten und intensiv vernetzten Welt ein Ereignis dieses Ausmaßes nur eine Frage der Zeit ist.

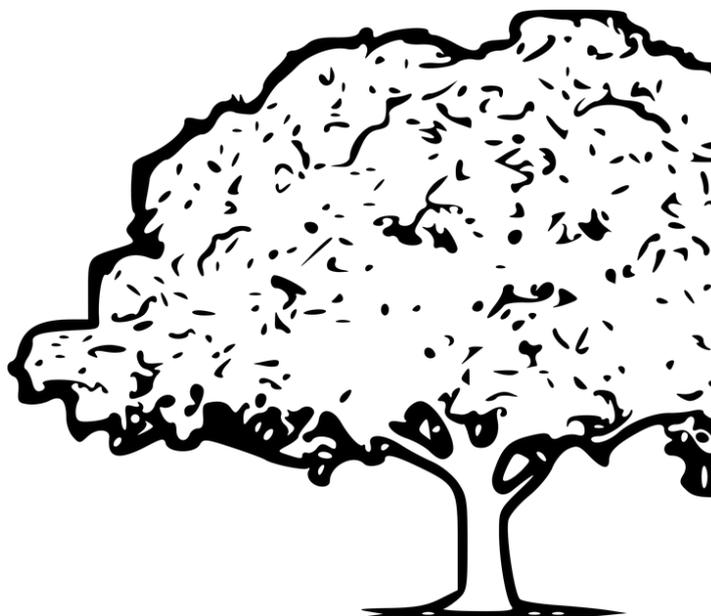
Auch der Chemist ist mit den Herausforderungen konfrontiert gewesen, die Covid-19 mit sich bringt. Deshalb erscheint diese noch junge Zeitschrift zum ersten Mal ausschließlich online. Ein Experiment, bei dem der Erfolg noch nicht ganz absehbar ist. Aber an diese Situation sind wir als Chemiker glücklicherweise quasi gewöhnt.

Dass es letztendlich zu der Situation einer „Coronakrise“ gekommen ist hat wahrscheinlich viele Gründe. Ein Puzzlestück dieses Komplexes könnte die Beziehung des Menschen zur Umwelt sein.

Diese Ausgabe beschäftigt sich mit dieser Beziehung, wengleich der Fokus, unabhängig der Corona-Situation, vor allem auf der chemischen Sicht der Dinge liegen soll. Vielleicht hast du dich ja schon einmal gefragt, ob Bioplastik oder E-Autos wirklich gut für die Umwelt sind. Eine Antwort darauf erwartet dich in dieser Ausgabe mit dem Titel „Chemie und Umwelt“.

Viel Spaß beim Lesen! Und vor allem, bleibt gesund.

Ilias Asimakopoulos
Redaktionsleitung



Inhalt

- 04_ Unsere Luft: Mehr als nur O₂, N₂ und Argon
- 06_ Biologisch abbaubares Plastik:
Panic at the Wertstoffhof
- 08_ Im Fokus: Prof. Torben Gädt
- 11_ Langmuirs Regentanz:
Das Oberflächengenieur als Amateurmeteorologe
- 14_ In 60 seconds: Prof. Angela Casini
- 15_ Quo vadis, scientia?
- 18_ Wie umweltfreundlich sind Elektroautos?
- 21_ Kieselalgen - Die Lungen der Erde
- 22_ Clair Cameron Patterson
- 24_ Umweltschädlichkeit von Zigarettenfiltern
- 26_ Meme-Page

Unsere Luft: Mehr als nur O₂, N₂ und Argon

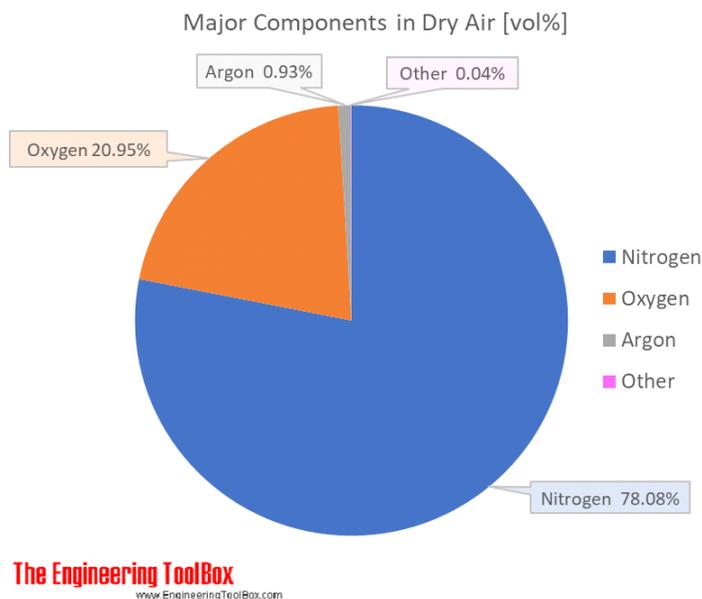
von Moritz Eder

Um als Chemiestudent in manchen gesellschaftlichen Kreisen nicht völlig in's Abseits geschossen zu werden, kann ab und zu ein gezielter Griff in die Trickkiste des Angeberwissens helfen. Bereits in den ersten Semestern lernt man ein paar nette Zahlen und Fakten, die dem Umfeld zumindest suggerieren, dass man den Bezug zum alltäglichen Leben als Laborratte nicht völlig verloren hat. Ein klassisches Beispiel hierfür ist die prozentuale chemische Zusammensetzung der Atmosphäre, die wohl in keiner Vorlesung der Experimentalchemie fehlt. Nach dem ersten Semester weiß (hoffentlich) jeder Chemiker in spe, dass sich die Luft um uns herum ungefähr zu 78% Stickstoff und 21% Sauerstoff zusammensetzt und das verbleibende Prozent großteils aus Argon und anthropogenen Molekülen wie Kohlendioxid besteht. Für's gekonnte Gscheidhaherln in Fachkreisen reichen diese Zahlen selbstverständlich nicht. Vielleicht auch aus chemischer Sicht interessanter sind

nämlich die Moleküle, welche lediglich in Spuren in der Atmosphäre herumschwirren - und die Frage, wie sie dorthin gelangt sind.

Stark vertreten sind Schwefelhaltige Verbindungen wie Schwefeldioxid und Schwefelwasserstoff. Ihr Vorkommen in vermeintlich "verschwindend geringen" Mengen (0,00001 ppm bzw. 0,000005 ppm) lässt sich auch so ausdrücken, dass man mit jedem Atemzug 120 bzw. 60 Milliarden dieser dem Menschen nicht sehr bekömmlichen Moleküle aufschmeckt. Sowohl der Homo Sapiens als auch die Natur tragen ihren Teil dazu bei: so stammt ein gutes Drittel der jährlichen SO₂-Emission von Menschenhand, beispielsweise aus der Verbrennung des Schwefels in Kraftstoffen. Es gibt zudem kontinuierliche, natürliche Produzenten schwefelhaltiger Gase wie Algen und Cyanobakterien (Plankton), welche Dimethylsulfid, Methanthiol etc. freisetzen, welches weiter oxidiert wird. Zudem spielen unregelmäßige Quellen eine wichtige Rolle: Vulkanausbrüche setzen auf einen Schlag enorme Mengen frei.*

Ebenso große Mengen wie Schwefeldioxid gibt es an Ammoniakmolekülen. Wer jetzt den Haber-Bosch-Prozess als menschengemachte Ursache vermutet, liegt etwas daneben: In Deutschland ist mit 95% die Landwirtschaft der Emissionsmeister, vor allem durch Tierhaltung und Düngung. Stickoxide wie Lachgas (Distickstoffmonoxid - 0,33 ppm) sind ebenfalls ein ungesunder Luftbestandteil. Direkt davon betroffen sind eher Großstadtbewohner, da der anthropogene Beitrag vor allem durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe entsteht. Allerdings sind neben dem Verkehrsmog der Ozonschichtabbau, Klimawandel und saurer Regen weitere Folgen von Stickoxiden in der Luft, denen man auch als Landbewohner schwer entkommen



Hauptbestandteile trockener Luft.

Quelle: https://www.engineeringtoolbox.com/air-composition-d_212.html

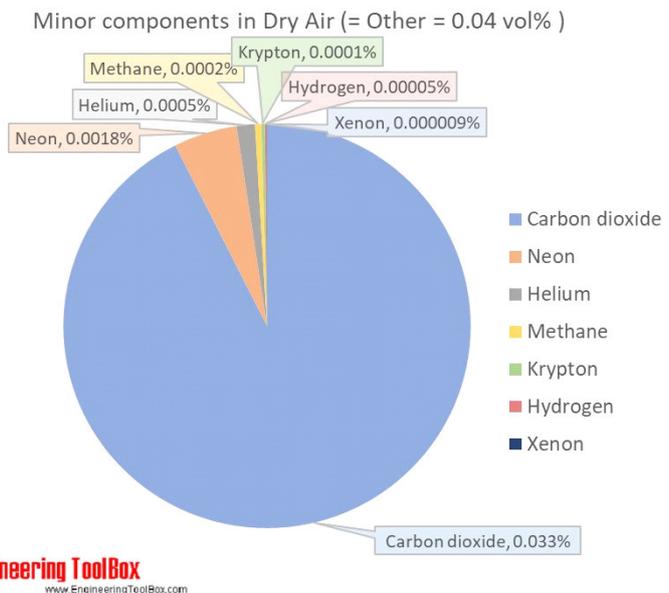
dürfte. Die Natur steuert ihren Teil durch die starken Blitzentladungen im Gewitter bei, die auch träges N₂ zu etwas mehr Reaktivität animieren.

Vom Kohlenstoffdioxid soll hier nur kurz die Rede sein, um auf seinen für die Erderwärmung ebenfalls relevanten C-ollegen überzuleiten: das Methan. In der Natur kommt es in enormen Mengen vor - Vulkanausbrüche setzen riesige Volumina frei, die unter der Erdoberfläche bei hohen Drücken und Temperaturen entstehen. Läuft dieser Prozess nahe des Meeresbodens ab, treten die Moleküle in die untersten Wasserschichten ein, wodurch Methaneis (Methanhydrat) entsteht. Über dessen Nutzen für die Energiewirtschaft wird fleißig spekuliert, wodurch aber auch die Freisetzung enormer Mengen in die Atmosphäre droht. Fracking, Landwirtschaft und Rinderzucht sorgen zusammen mit den natürlichen Austritten für einige hundert Millionen Tonnen pro Jahr. Immerhin: Die atmosphärische Verweilzeit ist mit gut zehn Jahren relativ kurz...

Nachdem die bisher aufgeführten Spurengase alle mehr oder weniger schlecht für Mensch und Umwelt sind, kann man erfreulicherweise auch festhalten, dass haufenweise neutrale Gase herumschwirren - Wasserstoff (0,55 ppm) und Wasser (dessen Menge stark ortsabhängig ist) ebenso wie Helium, Krypton, Xenon und Radon.** Letzteres ist übrigens das seltenste der Luftbestandteile - mit nur einem Atom von 10²¹. Und vielleicht haben manche dieser Gase auch einen positiven Nutzen - vielleicht gibt es ja in der Klausur über die Aufzählung von Stickstoff, Sauerstoff und Argon hinaus einen Extrapunkt!

* Auch der Mensch setzt hin und wieder bedenkliche Mengen an Elementen frei, die sonst in der Atmosphäre nicht vorkämen: Nach den Reaktorkatastrophen von Tschernobyl und Fukushima waren dies stark strahlende Isotope wie z.B. Cäsium-137 und Iod-131. Diese verschwinden relativ schnell aus der Atmosphäre und sind dann in Tieren und Pflanzen zu finden, oft z.B. in Schwammerln und Wildschweinen.

** Radon ist zwar "selten", wird aber über die radioaktive Zerfallsreihe aus Urangestein "nachgebildet" und steigt als Gas durch die Erdoberfläche in die Atmosphäre. Heute wird vermutet, dass es nach dem Rauchen der Hauptverursacher von Lungenkrebs sei. Problematisch ist dies vor allem bei undichten Kellerböden, durch welche das radioaktive Gas in's Haus gelangt und bei seltener Lüftung auch relativ lang verbleibt.



Hauptvertreter der 0,04% trockener Luft, welche nicht aus N₂ O₂, und Ar besteht.

Quelle: https://www.engineeringtoolbox.com/air-composition-d_212.html

Biologisch abbaubares Plastik: Panic at the Wertstoffhof

von Anna-Lena Holtmannspötter

Wer kennt es nicht. Mit guten Vorsätzen näherte ich mich mal wieder der Gemüseabteilung im Supermarkt. Nein, diesmal wird es keine Tiefkühlpizza geben. Es wird gesund! Angekommen zwischen Tomaten, Salatköpfen und Auberginen dann aber das nächste Problem für mein Gewissen: Verpackungen, soweit das Auge reicht. Auch wenn in den letzten Jahren der Aldi wiederverwendbare Gemüsebeutel anbietet und Biotomaten in Papier verkauft, die Mehrzahl der Gemüse liegt immer noch in Plastikschaalen und Hüllen. Mulmig denke ich an die 6 Mio. Tonnen Plastikmüll pro Jahr in Deutschland. Tote Wale mit hunderten Tüten im Bauch, Mikroplastik am Strand letzten Sommer. Den Recyclingprozess, welcher oft so energetisch aufwändig sind, dass er sich nicht lohnt und der Müll verbrannt werden muss, um noch wenigstens Energie rückzugewinnen.

Ich denke an die Erdölraffinerien, die **ausgezeichneten** Materialeigenschaften von Polyethylen. Wie beständig! Wie sicher für unsere Lebensmittel! Erleichtert greife ich nach den Paprikas und Zucchini ohne Verpackung. Ha, Problem gelöst. Jetzt noch diese schicken grünen Biomülltüten und ich kann nach Hause.

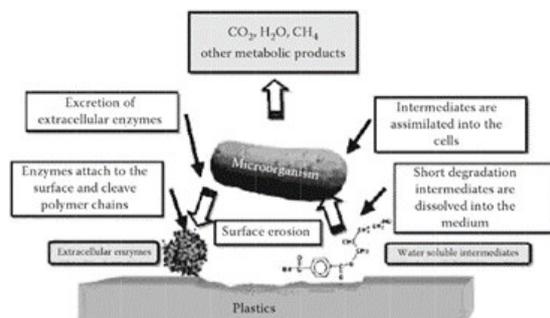
Aber sind diese abbaubaren Mülltüten wirklich die Lösung? Was heißt abbaubar denn überhaupt?

Laut DIN Norm 54900 müssen 60% des org. Kohlenstoffs in 6 Monaten umgewandelt werden und 90% der Fragmente müssen unter 2 mm Größe sein. Dies heißt nicht, dass es sich hierbei um natürliche Materialien handelt. Neben bio-basierten Polymeren wie Polymilchsäure (bekanntester Biopolymer) oder

z.B. PHA (Polyhydroxyalkanoat) sind auch einige öl-basierte Polymere wie PCL (Poly(ϵ -caprolacton)) abbaubar. Und es gibt biologisch basierte Polymere, die es nicht sind, wie z.B. aus biol. Materialien hergestelltes PE oder PET. Verwirrend, aber so weit so gut.

Wie werden diese Materialien denn abgebaut?

In einem ersten Schritt werden abiotisch/extrazellulär die Polymerketten durch Enzyme aufgebrochen. Die kürzeren Polymerfragmente werden dann von Mikroben aerob oder anaerob in CO_2 , Wasser, Biomasse und ggf. Methan umgewandelt. Die enzymatisch spaltbaren Bin-



General mechanism of plastic biodegradation under aerobic conditions. (From Mueller, R.J., Biodegradability of polymers: Regulations and methods for testing, in *Biopolymers*, Steinbüchel, A., Ed., vol. 10, Wiley-VCH, Weinheim, Germany, 2003.)

dungen sind vor allem Ester, Amide, und Ether. Auch wichtig ist, dass der Kunststoff nicht kristallin, sondern amorph ist. Wenn wir uns Polyethylen in Erinnerung rufen, dieses wird durch radikalische Polymerisation von Doppelbindungen hergestellt. Keine der oben genannten, spaltbaren Bindungen sind vorhanden.

Woraus bestehen denn diese Müllbeutel überhaupt?

Meine Aldimüllbeutel von **opti home** sind angeblich überwiegend aus nachwachsenden Rohstoffen und kompostierbar. Letzteres

überrascht mich. Häufig brauchen biologisch abbaubare Kunststoffe eine entsprechende ind. Kompostieranlage mit Temperaturen von 50 bis 70 Grad. Der Müllbeutel ist nach DIN 13432 zertifiziert, d.h. in 90 Tagen wird in einer entsprechenden Anlage bei 60 Grad 90% abgebaut. Die DIN-Norm sagt nicht, dass es für den Abbau auf dem Komposthügel geeignet ist oder man die Tüte einfach in den Park werfen kann (selten 60 Grad da). Die entsprechende DIN Norm für Gartenkompostierbarkeit fehlt. Außerdem, viele Plastiktüten werden vor der Kompostierung schon aussortiert, da die Anlage sie nicht von normalen Tüten unterscheiden kann. Und die Zeit, die der Biomüll in der Anlage verbringt reicht auch oft nicht für die Zersetzung aus, normalerweise ist der Müll nur ca. 45 Tage im Fermenter.

Eine genaue Angabe zu den enthaltenen Kunststoffen habe ich weder im Internet noch auf der Packung finden können. Es muss sich um eine Mischung verschiedener Kunststoffe handeln. Dies ist eine sehr häufige Technik, um den Biomaterialien die gewollten Eigenschaften zu geben. Ich gehe davon aus, dass die nachwachsenden Rohstoffe Mais, Kartoffeln, Rüben etc. sind, aus denen Stärke gewonnen wird (Glucoseketten bestehend aus 20-30% Amylase und 70-80% des verzweigteren Amylopektins). Die Stärke kann vergärt werden zu Polymilchsäure oder als Blends mit erdölbasiertem Polyester oder Polyesteramiden verwendet werden (damit wird z.B. die Wasserfestigkeit sichergestellt). Aufgrund der Angabe **überwiegend nachwachsend** schätze ich letzteres als wahrscheinlicher ein.

Ok. Einen Komposthügel habe ich leider nicht im Studentenwohnheim, diese Angabe kann ich also nicht testen. Bleibt also für die Bewertung nur die Ökobilanz durch die Biotonne. Eine Recherche für den Fermenter in Freimann, wo mein Biomüll hingehet, ergab sogar nur eine Verweilzeit von 4 bis 5 Wochen. In der Zeit wird wohl eher keine Plastiktüte abgebaut. Auf der Seite der Abfallwirtschaftsbetriebe München wird sogar explizit geraten **bitte niemals so genannte „biologisch abbaubare“ Plastiktüten verwenden**. Es scheint als wäre ich in die Falle geraten. Also ab jetzt wieder Papierbeutel und Zeitungspapier.

Müll ist ein Thema was viele von uns wahrscheinlich eher selten beschäftigt. Als ich vor einigen Jahren nach München gezogen bin, habe ich mich erst einmal gewundert, dass es hier keinen gelben Sack bzw. Plastiktonnen gibt. In meinem Wohnheim gibt es stattdessen riesige Restmüllcontainer, an denen steht, man solle kein Plastik einwerfen. Wohin also mit dem Plastik? Ich muss zugeben, lange wusste ich das nicht. Und wenn ich mir die Restmüllcontainer anschau, wissen dass auch 95% meiner Mitbewohner nicht.

München hat die Entsorgung des Plastikmülls an private Unternehmen ausgelagert. Die Bürger müssen ihren Plastikmüll an entsprechende Wertstoffinseln bringen. Dies geschieht selten, die Menge an gesammelten Müll ist im Vergleich zu anderen Städten sehr gering. Die Anzahl der Container nimmt außerdem ab, sie sind oft überfüllt. Der Standpunkt der AWM dazu ist, dass das Verpackungsplastik, welches in der Gelben Tonne gesammelt würde, nur selten überhaupt verwendet werden kann. Aufwändiges Trennen gehe einem hohen Anteil von Verbrennen und Verschiffen nach Asien voraus. Man kann natürlich auch einwerfen, dass die AWM kein Interesse daran hat, den vielen Müll, der zurzeit unrechtmäßig im Restmüll landet, abzugeben. Denn Restmüllabholung bringt am meisten Geld.



Im Fokus: Prof. Torben Gädt

von Ilias Asimakopoulos

Herr Gädt, vielleicht können Sie sich kurz vorstellen:

Ich bin Torben Gädt. Seit dem 01.04. Bin ich Lehrstuhlinhaber für Bauchemie an der Fakultät für Chemie hier an der TUM. Bevor ich nach München gekommen bin, war ich 11 Jahre lang in der bauchemischen Forschung bei BASF in Trostberg tätig, zuletzt in der Rolle eines Senior Principal Scientists. Meine Heimat ist der Norden Deutschlands, genauer gesagt bin ich in Ostfriesland aufgewachsen. Später habe ich in Tübingen Chemie studiert und dort mit einem Thema aus der Boranchemie promoviert. Nach einem 2-jährigen PostDoc Aufenthalt in Bristol UK, wo ich mich mit anorganischen Polymeren beschäftigt habe, ging ich 2006 zu BASF.

Wie sind Sie eigentlich zur Bauchemie gekommen?

Am Ende meiner Postdoc-Zeit habe ich sowohl nach Möglichkeiten innerhalb des akademischen Umfelds geschaut, als auch einige Bewerbungsgespräche in der Industrie geführt. Dabei lernte ich dann bei einem Gespräch bei BASF in Trostberg Menschen kennen, mit welchen die "Chemie" sofort gestimmt hat und welche auf einem Thema arbeiteten, welches mich ebenfalls sofort begeistert hat: die Bauchemie. Diese war dort in einer Forschungsgruppe mit dem Titel "Polymers for Inorganics" organisiert und mir war sofort klar, dass ich dort mein Interesse an anorganischer Chemie, Polymerchemie und Anwendungsorientierung sehr gut ausleben können würde.

Bauchemie ist in der Wahrnehmung vieler auch eher ein Nischenfach.

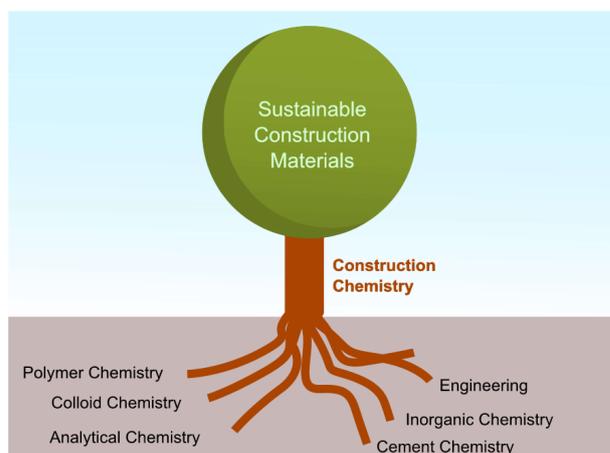
Sie können Bauchemie in dieser Form (also als Bestandteil eines Chemiestudiums) in Deutschland nur an der TU München studieren. Vielleicht sind wir die Pioniere schlechthin. Eine Nische ist es aber nicht wirklich, da eine



sehr große Industrie dahintersteht. So ist der Bau durch die sehr großvolumigen Produkte eine der größten Abnehmerindustrien für die chemische Industrie.

Was sind die Schwerpunkte Ihrer Forschung auf dem Gebiet der Bauchemie?

Die Bauchemie ist relativ breit definiert. Darunter fallen Kunststoffe für Bodensysteme wie z.B. in Turnhallen oder Industriefußböden, sowie Asphalt und natürlich auch anorganische Bindemittel. Also letztlich Beton, Mörtel und Gips. Wir arbeiten vor allem an chemischen Additiven für technische Mörtel, Gipsprodukte und Beton.



Quelle: <https://www.department.ch.tum.de/cc/startseite/>

Was unterscheidet den Werdegang eines Chemikers in der Industrie und an der Universität?

Der Werdegang eines Chemikers in der Industrie ist extrem vielfältig. Die Arbeit unterscheidet sich schon allein deswegen, weil die Tätigkeitsfelder die Sie in der Industrie ausüben viel breiter sein können als das, was sie im Rahmen des Studiums machen.

Worin besteht dann der Unterschied zwischen universitärer und industrieller Forschung?

Am liebsten würde ich die Frage gerne andersherum beantworten, bevor ich auf die Unterschiede eingehe. So gibt es auch einige Gemeinsamkeiten, die ich spannender finde. In der Universität geht es meistens darum: Sie definieren ein Ziel (im Forschungsantrag oder in der Doktorarbeit), legen dafür einen Zeitrahmen fest und überlegen sich die dazu nötigen Mittel. Das machen Sie in der industriellen Forschung genauso, Sie definieren das Ziel nur anders. So möchte man keine Doktorarbeit schreiben, sondern ein Produkt entwickeln, welches produziert wird und ein bestimmtes Verkaufsvolumen erreicht. Ein Unterschied zwischen industrieller und akademischer Forschung ist, dass die zusammenarbeitenden Teams in der Industrie meist größer und von den Kompetenzen breiter aufgestellt sind. So brauchen Sie von Anfang an in einem Projekt neben synthetischen Chemikern auch Mitarbeiter aus dem Marketing, der Produktion oder der Patentabteilung.

Spürt man in der industriellen Forschung diesen Gewinndruck von oben, dass man schnell Ergebnisse liefern muss?

Ich habe nie den persönlichen Druck gespürt, dass ich als synthetischer Chemiker verantwortlich wäre, ein Gewinnziel erfüllen zu müssen. Die Motivationsfaktoren während der Arbeit sind eher andere. So haben Sie beispielsweise einen Kunden mit Problemen oder Sie wollen ein nachhaltigeres Produkt entwickeln. Meistens entsteht eine große intrinsische Motivation daraus, dass Sie Ihren Kunden helfen

wollen noch erfolgreicher zu sein oder ein bestimmtes Problem zu lösen.

Wie lassen sich die vorhandenen Materialien weiterentwickeln?

Ein großes Produkt im Bau ist natürlich der Beton. Auf dem Weg des Betons von einer Suspension aus Zement, Füllstoffen und Wasser zu einem Material mit bestimmten mechanischen Eigenschaften können Sie mit Chemie eine ganze Menge machen. So kann die Reaktivität des Zements oder die Grenzflächeneigenschaften der reagierenden Phasen unter anderem durch Dispergiermittel verändert werden, so dass Beton mit weniger Wasser und höherer Festigkeit hergestellt werden kann. Das Material an sich ist schon etwa 2000 Jahre alt. Dennoch entstanden erst in den letzten Jahren überzeugende Forschungsarbeiten, die einige der chemisch-physikalischen Eigenschaften korrekt beschreiben. Klingt absurd, aber da liegt eine große Chance für uns.

Zum Titelthema Chemie und Umwelt: Kann Ihre Forschung einen Beitrag zum Klimaschutz leisten?

Das ist eine meiner Hauptmotivationen, vielleicht die Motivation schlechthin. Der Ressourcenverbrauch durch die globale Bauindustrie ist riesengroß. China allein produziert mehr als eine Milliarde Tonnen Zement. Daher müssen wir alle Anstrengungen fokussieren, so ressourceneffizient wie möglich diese Baustoffe herzustellen. Konkret bedeutet das, dass wir weniger Zement, höhere Festigkeiten und alternative Bindemittel brauchen. Für die Herstellung von Zement werden außerdem Temperaturen von über 1450°C benötigt, wobei auch CO₂ durch die Decarboxylierung des Kalksteins entsteht. Da so ein hoher primärer Energieaufwand gefordert ist, hat gerade die Chemie eine sehr wichtige Rolle dabei zu spielen, die Eigenschaften des Zements während seiner Reaktion mit Wasser zu verbessern.

Was halten Sie von nachwachsenden Rohstoffen als Baumaterialien, wie

Holz, in „Konkurrenz“ zu chemischen Rohstoffen?

Zement entsteht durch eine chemische Reaktion zwischen Festkörpern bei hohen Temperaturen. Insofern ist Zement ein chemisches Produkt. Wie ist nun Holz im Vergleich zu anorganischen Baustoffen zu bewerten? Die Antwort ist nicht so einfach, aber grundsätzlich sehe ich keine Konkurrenz. Die Frage stellt sich immer vor dem Hintergrund des Ortes und des Bauwerks. Einerseits können Baustoffe wie Holz oder Beton nicht unendlich weit transportiert werden, da sonst der Transportaufwand zu hoch wird. In Ländern ohne große Bewaldung stellt sich deshalb die Frage „Holz als Baumaterial“ nicht. Andererseits sind Infrastrukturbauten wie Brücken, Dämme oder Straßen in ihren modernen Formen nur eingeschränkt aus Holz ausführbar. Im Hausbau gerade hier in Bayern ist Holz aber ein spannendes Material. Nicht zuletzt braucht der moderne Holzbau die synthetische Chemie, da Holz verklebt wird und vor biologischem Abbau geschützt werden muss. Insofern sehe ich zwischen anorganischen Baumaterialien, synthetischer Chemie und Holz spannende Beziehungen.

Stimmt es, dass Bauen dem Klima schadet wie Autos und Fleisch. Lässt sich diese Aussage bestätigen?

Global gesehen belasten natürlich alle drei Industrien das Klima. Der globale Impact der Bautätigkeiten ist auf einer gewaltigen Größenordnung, insofern gibt es ähnliche Herausforderungen bei den drei Industrien. Aus meiner Sicht geht es beim Bau vor allem um nachhaltigere Baustoffe, weniger Materialeinsatz und innovative Reparaturkonzepte. Ein Unterschied zwischen Fleisch, Auto und Bau ist, dass Sie als individueller Verbraucher wenig Einfluss auf große Bauprojekte haben. Während Sie wählen können, ob Sie Auto oder Zug fahren, oder ob Sie Fleisch essen, ist die Durchführung großskaliger Bauprojekte keine individuelle Entscheidung. Das bedeutet, dass es beim Bau umso wichtiger ist, dass wir dessen Nachhaltigkeit schnell verbessern.

Sind große Entwicklungen auf dem Gebiet der Nachhaltigkeit zeitnah zu erwarten?

Es gibt einige vielversprechende Forschungsansätze, die in Summe dazu beitragen werden, dass Beton noch ressourceneffizienter wird. Ohnehin muss man sagen, dass Beton im Vergleich zu anderen Baustoffen wie Kunststoffen, Stahl oder Glas eine gute Ökobilanz hat. Aktuelle Ansätze basieren einerseits darauf, dass das Material nur dort verwendet wird, wo es statisch wirklich gebraucht wird (hier ist vor allem der 3D Druck von Beton zu nennen) und andererseits auf der Reduktion der CO₂ Intensität des Bindemittels Zement – hier ist der wichtigste Ansatz die Verwendung von kalzierten Tonen in Kombination mit Zement. Das Problem für die schnelle Umsetzung liegt in der Normung der aktuell verwendeten Materialien. Wenn ein neuer Ansatz nicht in die bestehenden Normen hineinpasst, wird es viel Zeit benötigen, bis das neue Material in die Normung aufgenommen ist.

Fehlt dazu eventuell auch der gesellschaftliche Druck, wie beispielsweise bei der schnellen Impfstoffentwicklung in der Corona Krise?

Es gibt Stimmen die sagen, dass die Klimakrise mit einer ähnlichen Dringlichkeit wie die Corona-Krise angegangen werden muss. Dabei ist es natürlich sehr wichtig, dass man die richtige Balance findet aus Geschwindigkeit und Sicherheit. Genau wie die Sicherheit eines Impfstoffs gewährleistet sein muss, muss auch die dauerhafte Tragfähigkeit eines Baumaterials garantiert sein.

Was möchten Sie zum Schluss noch den Studenten sagen?

Ich habe im Rahmen meiner Industrielaufbahn eine Menge Bewerbungsgespräche geführt und festgestellt, dass überraschend viele Bewerber keine sehr genaue Vorstellung von Ihren eigenen Stärken und beruflichen Interessen hatten. Daher würde ich den Studierenden gerne sagen: Seien Sie mutig. Finden Sie heraus, was gut zu Ihnen passt und wagen Sie selbstbewusst Ihren eigenen Weg zu gehen.

Langmuirs Regentanz:

Das Oberflächengenie als Amateurmeteorologe

von Moritz Eder

Die Wetterlage bietet nicht nur das erlesenste aller Themen der gepflegten Unterhaltung (Neudeutsch: Smalltalk). Lange schon ist auch die Kontrolle des Wetters ein Wunsch der Menschheit. Die Assoziation zum Regentanz liegt nahe und ist angebracht, doch Riten zur Beeinflussung des Wetters waren keine exklusive Spezialität einiger Nordindianer; Ähnliches ist von vielen alten Völkern und Kulturen auf dem europäischen und asiatischen Kontinent aufgezeichnet, wenn auch nicht immer in Form einer Tanzeinlage. In Indien und Tibet hat man vielen Menschen die Macht über Regen und Unwetter nachgesagt, und im alten Rom lagerte man einen Stein (*lapis manalis*) außerhalb der Stadtmauern in einem dem Mars geweihten Tempel, der in Zeiten der Trockenheit in die Stadt gebracht wurde. Bis ins zwanzigste Jahrhundert hinein nahmen manche Seefahrer keine Finnen in ihre Schiffsmannschaften auf, da es hieß, sie hätten Macht über das Wetter - ein Relikt der Wikingerzeit. Es gibt zahllose Beispiele wie diese durch sämtliche Jahrhunderte der Menschheit.*

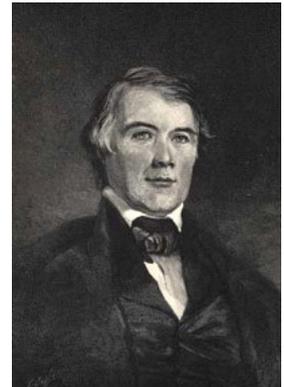


Hexen erschaffen einen Hagelsturm durch ein dubioses Gebräu.

Quelle: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1171533>

Man kann Aberglauben getrost als solchen abtun, ob sich der Mensch in dieser Richtung aber geändert hat, ist die Frage. Das Wetter beeinflusst den Menschen; wie viel Einfluss der Mensch auf das Wetter genau hat, ist aber bis heute schwer zu sagen. Meteorologische Zusammenhänge und Parameter sind enorm komplex, weshalb eine klare Ursache-Wirkungs-Beziehung selten gegeben ist. Daher sind heute Wetterkontrolle und Geoengineering umstrittene Themen, auf dem sich Wissenschaftler, Politiker, Verschwörungstheoretiker, Skeptiker und Technophile tummeln.

Ein Pionier der Wetterkontrolle der Neuzeit war der US-Amerikaner James Espy, welcher bemerkte, dass Lagerfeuer der Indianer sowie der Rauch aus Fabrik-schornsteinen Regenwolken anziehen schienen. Tatsächlich wurde auch von Veteranen der Napoleonkriege berichtet, dass auf kanonenreiche Schlachten oftmals Niederschlag folgte. Nach einer kurzen Extrapolation seiner Beobachtungen postulierte Espy, dass der ein oder andere gezielt gelegte Waldbrand eventuelle Trockenheitsprobleme rasch lösen würde, was bei seinen Zuhörern entweder Begeisterung oder blankes Entsetzen auslöste. An dieser Stelle muss fairerweise angemerkt werden, dass sich Espys wissenschaftliche Leistung durchaus sehen lässt, wie z.B. eine weitestgehend korrekte thermodynamische Beschreibung der Wolkenbildung und den großen Einfluss von Wasserdampf auf Wetterveränderungen.



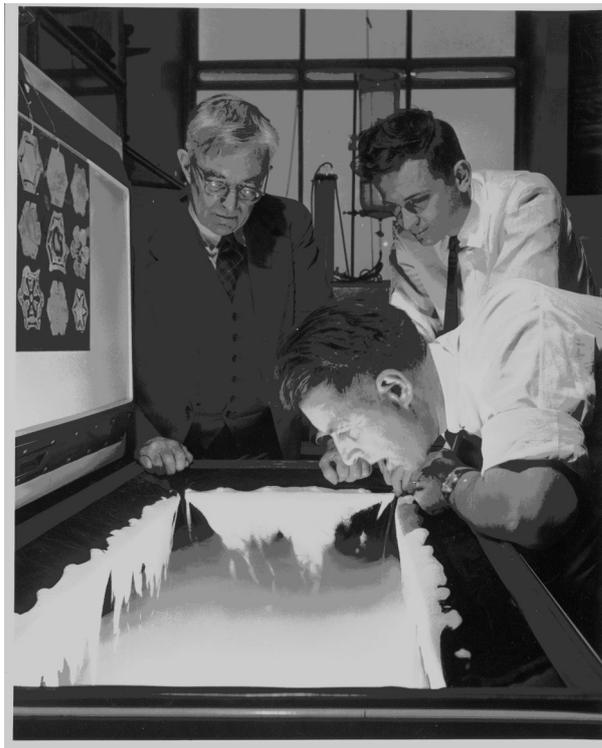
Der US-amerikanische Meteorologe und Pionier der Wetterkontrolle James Espy.

Quelle: <https://www.sciencehistory.org/distillations/manufacturing-the-weather>

Der Einfluss des Wassers brachte auch einen

der großartigen Wissenschaftler des zwanzigsten Jahrhunderts auf den meteorologischen Plan. Irving Langmuir verdiente sein Brot als Wissenschaftler nicht an einer Universität oder einem Forschungsinstitut, sondern in den Entwicklungslaboren von General Electric, wo er mit freier Hand experimentieren durfte. Während des zweiten Weltkriegs interessierte er sich für die Entstehung von Eis auf Flugzeugflügeln (ein Problem beim Flug durch Wolken) und führte im Zuge dessen Feldstudien auf dem Mount Washington durch, um dort die Bildung von Eis zu beobachten. Bei den dort herrschenden extremen Wetterbedingungen beobachtete er das Phänomen von "supercool water", d.h. flüssige Wassertropfen, die unterhalb von 0°C nicht fest werden. Da sie zunächst nicht schlau daraus wurden, vereinfachten Langmuir und sein Gehilfe Vincent Schaeffer ihr System (alter Naturwissenschaftlertrick) und machten Experimente mit einem hochwertigen, nach oben aufklappbaren Eisschrank (Marke GE, versteht sich). Doch auch der Eisschrank machte das Wasser war "supercool", aber eine Eisnukleation war nicht zu sehen. Der Durchbruch kam an einem heißen Julitag, als Schaeffer Probleme hatte, tiefe Temperaturen bei offener Eisschrankklappe zu erreichen. Er warf kurzerhand etwas Trockeneis hinein, um der Kühlung nachzuhelfen - prompt bildeten sich unzählige kleine Kristalle im Volumen des Geräts und sanken zu Boden. Die Trockeneisstücken waren ideale Ansatzpunkte für die Keimung der Eiskristalle. Das brachte Langmuir auf eine gewagte Idee: Zum Zeitpunkt ihrer Eisschrankexperimente war bereits bekannt, dass Wolken im Prinzip Beutel voll superkalten Wassers sind und Regen meist beginnt, sobald dieses fest wird, nach unten fällt und auf dem Weg abwärts schmilzt. Also mieteten sie ein Flugzeug, und über den Wolken warf Schaeffer einige Kilo Trockeneis hinein, woraufhin Langmuir ekstatisch zu jubeln begann - es regnete. Bei einem weiteren Versuch jedoch (einer mehr oder weniger exakten Wiederholung des Experiments) konnte man war Bewegungen in der Wolke nach Abwurf des Eises beobachten, doch es regnete zunächst nicht. Dafür erlebte New York in der Nacht einen extremen Schneefall und Langmuir war überzeugt, dass sie den ersten künstlichen Schneesturm geschaffen hatten. Dumm nur, dass der Wetterbericht diesen

vorausgesagt hatte, und die Wolke (das "Testobjekt") ohnehin aussah, als würde sie bald für Niederschlag sorgen. Es war die ewige Zwickmühle der Wetterbeeinflussung - hätte es ohne den Eingriff dasselbe Wetter gegeben? Aber Langmuir blieb unbeirrbar. Trotz der Tatsache, dass ihm GE zum ersten Mal untersagte, eine Experimentierreihe weiter zu verfolgen (die Anwälte hatten starke Bedenken wegen der Wetterschäden und möglicher Klagen), spinn er seine Idee weiter. Er wollte den bestmöglichen Keimbildner zur Regenerzeugung, und zusammen mit dem Chemiker Bernard Vonnegut** suchte er nach einer Verbindung, die der Eisstruktur möglichst nahekam. Beim Durchkämmen der gängigen kristallografischen Wälzer stießen sie schließlich auf Silberiodid, welches sich im GE-Eisschrank als probater Eiserezeuger erwies. Aber Langmuir wollte mittlerweile mehr als die bloße Überführung des Regentanztes in eine wissenschaftliche Methode: sein Ziel war die gezielte Zerstörung von Hurricanes.

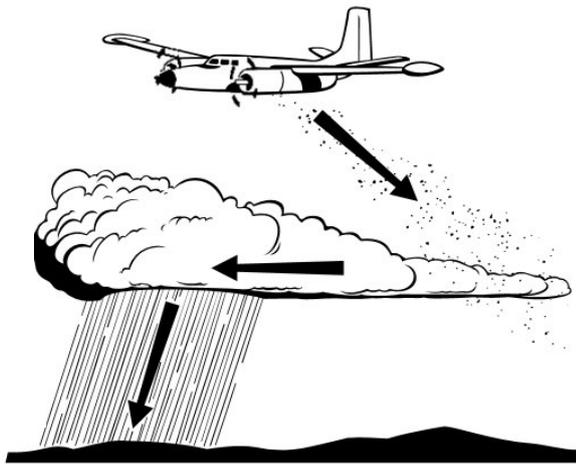


Irving Langmuir (links) und Bernard Vonnegut (rechts) beobachten, wie Vincent Schaeffer in einen GE-Eisschrank haucht.

Quelle: <http://www.sciencefriday.com/segments/kurt-vonnegut-in-the-house-of-magic/>

Der Gedankengang ist simpel: Im Prinzip be-

steht ein Hurricane aus dem Auge im Zentrum, wo es relativ windstill ist, und dem zirkulierenden Sturm darum herum, der schon mal 250 km/h erreichen kann. Der Grund für die "Stabilität" eines solchen Wirbelsturms besteht darin, dass sich die zentrifugale Kraft, welche den Sturm auseinanderreißen würde, durch eine Druckdifferenz ausgeglichen wird - im Auge herrschen niedrigere Drücke als im zirkulierenden Sturm. Um einen Hurricane zu zerstören, müsste man lediglich dieses Gleichgewicht der Kräfte stören. Langmuir sah die einfachste Lösung im idealen Gasgesetz: wenn man etwas an der Temperatur im Hurricane regelt, verändert sich infolgedessen der Druck - damit wäre das Gleichgewicht gestört und die Arbeit erledigt.



Impfen von Wolken zur Wettermanipulation.

Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/K%C3%BCnstlicher_Regen#/media/Datei:Cloud_Seeding.svg

Praktisch sollte das so aussehen: Ein paar Flugzeuge stechen in die Wolkendecke über dem Sturm und sähen etwas Silberiodid oder Trockeneis aus, wodurch Eiskristalle entstehen. In "normalen" Wolken führt das zwar zu Niederschlag, doch Langmuir war an etwas anderem Interessiert: An der Exothermie der Eisbildung. Wenn die Eiskristalle sich in den Wirbeln um das Auge bildeten, sollte das der Umgebung so viel latente Wärme zuführen, dass der höhere Druck die Luftpartikel auseinandertreibt. Somit würde die Druckdifferenz zwischen Auge und umgebenden Sturm sinken. Die Zentrifugalkraft sollte so den Sturm auseinandertreiben oder zumindest so ausweiten, dass die Windgeschwindigkeit signifikant sinkt (bei runden, sich drehenden Körpern hängen Durch-

messer und Drehgeschwindigkeit zusammen). GE war bei diesen Plänen schon längst nicht mehr an Bord. Stattdessen hatte Langmuir ein Projekt mit dem US-Militär angeleiert, das auf den Namen "Cirrus" getauft wurde.

Im Oktober 1947 sah das Team seine Chance, als der Hurricane "King" in Miami zu Werke war und gerade auf das Meer zusteuerte. Man versuchte es zunächst mit dem probaten Trockeneis, warf einige Kilo hinein und wartete lässig auf das Ende des Spektakels. Das begann nun aber erst so richtig: Anstatt sich irgendwie aufzulösen oder abzuschwächen, schien der Sturm an Intensität sogar zuzunehmen. Schlimmer noch: er machte eine unvorhersehbare Wende, brauste wieder über das Land und wütete durch die Stadt Savannah. Verständlich, dass seitens des Cirrus-Projekts zunächst die Köpfe unten gehalten wurden, aber ein findiger Meteorologe deckte das Spektakel auf, wonach sich die Zeitungen auf Langmuir und seine Helfer stürzten. Aber mehr denn je von seinen meteorologischen Künsten überzeugt, verlegte der Nobelpreisträger sein Experimentierfeld kurzerhand in die Wüste New Mexicos und setzte seine Studien fort, wobei er stets von durchschlagenden Ergebnissen berichtete. Berufsmeteorologen waren jedoch skeptisch angesichts seiner angeblichen Erfolge, da es stets andere gewichtige Einflüsse gab, welche für diese Erfolge gesorgt haben könnten. So uneindeutig wie die Ergebnisse blieb Langmuirs Unbeirrtheit bis an sein Lebensende (1957). Da er jedoch ein exzellenter Redner war und bereits einen Chemie-Nobelpreis in der Tasche hatte, fiel es ihm nicht schwer, große Audienzen von sich und seinen Künsten zu überzeugen. In jeden Fall war sein Einfluss dahingehend groß genug, dass er die Politik zu weiteren Projekten verleitete, die nun griffige Namen wie "Stormfury" und "Popeye" trugen. Nach eher fragwürdigen Erfolgen im Vietnamkrieg und ziemlich horrenden Kosten, die dem Steuerzahler nach Bekanntwerden einiger interner Memos nur schwer zu vermitteln waren, kam die finanzielle Unterstützung der Politik jedoch zum Erliegen. Zumal der Erfolg nie klar festzumachen war. Langmuir selbst bezeichnete diese Forschung als die bedeutendste seines Lebens - zu einem Zeitpunkt, an welchem er den Nobelpreis für seine oberflächenchemischen Studien

längst in der Tasche hatte. Rückblickend ist aber schwer zu sagen, ob er wirklich signifikantes gefunden hat, oder ein Opfer seiner Euphorie wurde.***

Wenngleich das Zähmen von Stürmen seitens der USA erst einmal ad acta gelegt wurde, bleibt das Impfen von Wolken bis heute eine angewandte, aber umstrittene Methode. Die Sowjetunion warf massig Silberiodid in jede Wolke, die über Tschernobyl nach Moskau reiste. Die Regierung der VR China tat ähnliches anlässlich der olympischen Spiele in Peking 2008, um für die Eröffnungszeremonie einen klaren, blauen Himmel zu gewährleisten. Viele Meteorologen sind nach wie vor skeptisch über den Sinn derartiger Vorhaben. Freilich wäre das Eingeständnis, dass der Mensch dem Wetter quasi machtlos gegenüber steht, mehr als hart in einer Gesellschaft, die zu großen Teilen den Respekt gegenüber der Natur und dem Leben verloren hat.

* Weitere Beispiele und Bräuche, Mythologien und "Magie" vieler Völker und Kulturen beschrieb der schottische Anthropologe Sir James Frazer in seinem bekanntesten Werk "The Golden Bough".

** Bernard Vonnegut war der Bruder von Kurt Vonnegut, dem Autor von u.A. *Slaughterhouse Five* und *Cat's Cradle*, welches von einem verrückten Wissenschaftler handelt, der eine tödliche Modifikation von Eis geschaffen hat (siehe letzte Chemist-Ausgabe).

*** Wäre Langmuir tatsächlich einem Wunschdenken unterlegen, wäre dies ausgesprochen ironisch, da er selbst den Begriff der "pathologischen Wissenschaft" prägte. Dies beschreibt das Erforschen bzw. Beobachten eigentlich nicht vorhandener Phänomene, an deren Präsenz wie durch Selbstsuggestion fest geglaubt wird und die objektive Selbstkontrolle versagt.

In 60 seconds: Prof. Angela Casini

In this series of interviews, we want to give lecturers and professors the opportunity to present themselves and their highly interesting research within 60 seconds of time. Prof. Angela Casini is chair of medicinal and bioinorganic chemistry since 2019. She completed her PhD in chemistry at the University of Florence, Italy, before she continued her research in Switzerland, The Netherlands, the UK and now at the TUM.



My main research interest is in the understanding of the mechanisms of metal ions and metal-based compounds in living systems. Metal ions play crucial roles in cells being essential components of different biomolecules (proteins) and as cofactors. The normal concentration range for each metal in biological systems is narrow, with both deficiencies and excesses causing pathological changes. What is less known to the public is that metal ions embedded within well-designed molecules constitute a great resource for the medicinal pharmacopoeia. In fact, both essential and non-essential metals can be used in therapy and diagnosis and constitute essential components of pharmacologically active molecules. One of the elements we like to study the most in my lab is Au, featuring a rich chemistry which enables us to perform 'catalysis in cells'!

Quo vadis, scientia?

Die Kluft zwischen Gesellschaft und Wissenschaft

von Armin Römer

Die Atmosphäre im Land war in den vergangenen Monaten mehr als nur turbulent. Wenn die Coronamaßnahmen eines verdeutlicht haben, dann, dass unsere Gesellschaft zunehmend in eine Diskussionskultur abdriftet, die nur noch Extreme kennt und in der man eher über Andere redet als miteinander. Empörung und Emotionalität scheinen Sachlichkeit und Ergebnisoffenheit abgelöst zu haben. Und normale Diskussionen, in denen Für und Wider ausgeglichen und emotionsfrei diskutiert werden, scheinen immer seltener zu werden, sowohl unter den Befürwortern als auch unter den Kritikern der Maßnahmen. Für eine freiheitliche, aufklärerische Gesellschaft ist das alles andere als ein gesunder Trend, im Gegenteil, es ist eine gefährliche Entwicklung, denn erstarrte Meinungsfronten haben noch nie zu etwas Gutem geführt.

Als akademische Wissenschaftler müssen wir uns hier fragen, was von unserer Seite aus getan werden kann, um der Diskussionskultur zur Sachlichkeit zurückzuhelfen. Als jene, die die Datenlage für gesellschaftliche Diskussionen erarbeiten, ist uns hier eine wichtige Rolle zugewiesen. Wir sollten uns daher auch nicht außen vornehmen, wenn es darum geht, was mit diesen Daten gemacht wird.

Das Thema Datenlage ist vielleicht auch schon der erste große Knackpunkt in der Problematik, denn der Großteil der Menschen kennt die genaue Datenlage überhaupt gar nicht. Und die rühmenswerten Interessenten beziehen ihre Informationen nicht aus der wissenschaftlichen Literatur, sondern wenn überhaupt nur aus Meldungen darüber. Ob das für die Bewältigung der großen gesellschaftlichen Herausforderungen von heute ausreichen wird, wage ich zu bezweifeln, denn das verantwortungsvolle Mitwirken aller Beteiligten ist gefordert und das wird nur dann möglich sein, wenn die Leute eine Überzeugung haben. Aber wie will man die Leute überzeugen, wenn durch die enorme Menge an Informationen Irrtum und

Wahrheit immer schwerer auseinanderzuhalten sind? Und welche Verlässlichkeit haben die kommerziellen Medien in einer Zeit, in der sie immer mehr von Klickzahlen und Werbeschaltung abhängig werden und ihren Nachrichtenoutput mehr auf Quantität auslegen als auf Qualität.

Die einzig logische Schlussfolgerung scheint es zu sein, die Leute dazu anzuregen sich selbst kritisch mit der Datenlage auseinanderzusetzen. Aussagen, Positionen und Entscheidungen müssen von jedem selbst vor dem Hintergrund der Datenlage bewertet werden. Dass das wie eine Utopie klingt, ist mir durchaus bewusst, und keiner sollte sich der Illusion ergeben, alle Menschen würden sich rasch zu selbstständigen Denkern und Prüfern entwickeln. Aber dennoch, wenn wenigstens ein Teil derer, die heute noch Meldungen aus Presse und Internet völlig unkritisch schlucken, in den kommenden Jahren zu selbstdenkenden Köpfen werden, haben wir als Gesellschaft unglaublich viel gewonnen. In diesem Artikel soll vor allem darum gehen, was sich in der wissenschaftlichen Literatur tun könnte, um dieses Ziel erreichbar zu machen. Um zwei Aspekte soll es dabei gehen: zum einen die horrenden Preise für Publikationen bei wissenschaftlichen Verlagen und zum anderen die zunehmend komplizierter werdende Wissenschaftssprache.

Die eingeschränkte Verfügbarkeit und die hohen Preise von Artikeln in Fachzeitschriften

Würde ein Interessierter Laie einmal die Originalstudien zu einem Thema lesen wollen, z.B. um zu erfahren wie genau eine bestimmte Statistik erhoben wurde, so ist er bei fast allen Fachzeitschriften mit horrenden Preisen pro Artikel konfrontiert. Einen einzigen Nature Artikel für nur 48 Stunden zu leihen kostet schon ungeheure 8.99€. Und das komplette PDF mit allen Printoptionen kostet stolze 32€. Alles für

einen einzigen Artikel wohlgemerkt. Ohne Institutionszugang muss man entweder sehr tief in die Tasche greifen oder sich illegal bei Copyright-Umgehungsseiten wie SciHub bedienen. Beides nicht gerade optimale Optionen. Die wahrscheinliche Folge ist, dass ein Interessierter sein Bestreben sich selbst schlau zu machen frustriert aufgibt. Im besten Fall sieht er sich stattdessen nach Sekundärliteratur um. Die Preisgestaltung der wissenschaftlichen Verlage stößt schon länger auf große Kritik. 2018 bekam das Thema größere Aufmerksamkeit, als es zu einem offenen Streit zwischen deutschen Bibliotheken und dem Weltmarktführer Elsevier kam. Letzterer umfasst rund 2500 Zeitschriften. Rund 180 deutsche akademische Bibliotheken haben damals ihre Verträge mit Elsevier aus Protest nicht verlängert.^[1]

Solche Vorkommnisse sind wahrscheinlich nur die sichtbare Spitze des Eisbergs, der ein wesentlich tiefer liegendes Problem verkörpert. Schon länger erachten viele die aktuelle Form des kommerziellen wissenschaftlichen Verlagswesens als veraltet. Früher war die typographische Aufarbeitung der Publikationen und das Drucken durchaus aufwändig und rechtfertigten angesichts der exklusiven Leserschaft hohe Preise. Doch im Jahre 2020 sieht die Sache schon lange anders aus. Heute kann jeder halbwegs Kompetente mit LaTeX (in manchen Fällen auch mit Word) seine Ergebnisse optisch ansprechend präsentieren und mit dem Internet ist es nun auch möglich, Forschungsergebnisse weltweit zum Nulltarif zugänglich zu machen, ganz ohne Verlag. Peer-Reviews werden sowieso unentgeltlich durchgeführt und die Editorial Boards der Fachzeitschriften (quasi die Kuratorien einer akademischen Fachzeitschrift) arbeiten in der Regel auch unbezahlt. Für die eingereichten Artikel wird den Wissenschaftlern meist kein Cent von den Verlagen bezahlt. Die Finanzierung der Forschungsergebnisse, an denen die Verlage sich eine goldene Nase verdienen, kommt auch nicht aus den Verlagstaschen, sondern in der Regel aus Steuereinnahmen und Drittmitteln aus der Industrie.

Letzten Endes scheint es nicht allzu viel zu geben, was für die Notwendigkeit kommerzieller wissenschaftlicher Verlage im 21. Jahrhundert spricht. Die einzige effektive Rechtfertigung, die den Fachzeitschriften bleibt, ist ihr

guter Ruf, den sie über die Jahre aufbauten und mit dem sie Leser anwerben können. Würde es aber so einen großen Unterschied für die aktuelle Forschung machen, wenn sich die Mitglieder eines Editorial Boards zusammenschließen würden und auf Basis ihrer Reputation eine eigene Open Access Fachzeitschrift (also freier uneingeschränkter Zugang) im Internet gründen würden? Wahrscheinlich nicht und deshalb versuchen auch schon einige Universitäten und Wissenschaftlerkreise neue Wege mit dem Open Access Konzept zu gehen.

Leider haben sie dabei noch sehr mit dem Einfluss der wissenschaftlichen Verlage zu kämpfen. Um sich gegen letztere auf dem Publikationsmarkt durchsetzen zu können, brauchen sie Geld, z.B. Serverkosten, Wartung, Admins etc. Leider sind viele Open Access Journale daher dazu übergegangen von den Autoren Publikationsgebühren zu verlangen (*author pays model*). Zwar gibt es auch Förderorganisationen, die die Veröffentlichungsgebühren teilweise oder ganz übernehmen, wenn ihre Mitglieder in Open Access Journalen veröffentlichen, allerdings scheint das keine langfristige Lösung zu sein. Vielleicht ist es aber auch gar nicht nötig, die Verlage auf dem Markt herauszufordern. Vielleicht wäre es besser, gleich im akademischen Milieu zu bleiben und die Infrastruktur von Bibliotheken und Universitäten für Open Access Journale zu nutzen. Mehrere Universitätsbibliotheken könnten ihre Ressourcen auch kombinieren. Da gäbe es viele Möglichkeiten. Welche Lösung langfristig die beste sein wird, wird sich noch zeigen müssen. Die wissenschaftliche Gemeinde kann hier durch Offenheit und Experimentierfreudigkeit viel bewirken und vorantreiben. Aufmerksamkeit und Diskussion waren ja stets große Triebkräfte der Veränderung.

Die Zugänglichkeit der Wissenschaftssprache

Das zweite große Hindernis für eine breite Auseinandersetzung mit der wissenschaftlichen Literatur ist die Wissenschaftssprache. Damit ist nicht so sehr gemeint, dass der Großteil der wissenschaftlichen Literatur auf Englisch veröffentlicht wird, sondern ganz allgemein die Art zu schreiben.

Als die Autoren wissenschaftlicher Arbeiten können wir hier eine Verbesserung erwirken, indem wir mehr auf unsere Wissenschaftssprache achten. Denn vieles deutet darauf hin, dass sich die Verständlichkeit der Wissenschaftssprache im Abwärtstrend befindet. 2017 veröffentlichte ein Forscherteam des Karolinska Instituts in Schweden eine Studie, die sich mit der Verständlichkeit der wissenschaftlichen Literatur über die Jahre auseinandergesetzt hat. Dabei wurden fast 710 000 Abstracts aus dem Zeitraum 1881 bis 2015 aus 123 englischsprachigen Fachzeitschriften ausgewertet. Für jeden Abstract rechnete man sprachwissenschaftliche Messwerte für die Lesbarkeit aus. Darin werden beispielsweise berechnet, wie viele Wörter ein Satz durchschnittlich enthält oder aus wie vielen Silben ein Wort durchschnittlich besteht. Auch der Anteil an schwierigen Wörtern wird miteinbezogen. Das Ergebnis war ernüchternd. Die durchschnittliche Anzahl Silben pro Wort und der Anteil schwieriger Wörter stieg seit Ende des 19. Jahrhunderts kontinuierlich an. Seit 1960 werden auch die Sätze signifikant länger. Und 2015 waren mehr als ein Fünftel aller Abstracts auf einem Englischniveau verfasst, das laut sprachwissenschaftlichen Maßstäben nur von Universitätsabsolventen verstanden werden kann. Die Forscher stellten auch fest, dass der Anstieg an schwierigen Wörtern zum Großteil auf die Zunahme an Wissenschaftsjargon zurückzuführen war. Unter diesen fallen Wörter wie "substantially", "established", "furthermore", "novel", "apparently" usw. Dieser Jargon ist durchaus gewöhnungsbedürftig und man muss sich erst an ihn gewöhnen. Jeder Leser kann sich ja selbst einmal daran zurückerinnern, als er sein erstes Paper gelesen hat.

Diese Ergebnisse deuten klar darauf hin, dass sich die akademische Wissenschaftssprache unnötig unverständlicher wird und in Sachen Lesbarkeit von der Normalbevölkerung abkapselt. Auch wenn es noch keine verlässlichen Messmethoden dafür gibt, wie sich schlechte Lesbarkeit auf die Rezeption auswirken, neh-

men die Forscher an, dass die Menschen durch die reduzierte Lesbarkeit zunehmend auf Sekundärquellen wie z.B. journalistische Artikel über den Originalartikel, angewiesen sein werden.^[2] Doch auch hier birgt die zurückgehende Lesbarkeit Gefahren, denn auch Wissenschaftsjournalisten werden es durch die abnehmende Lesbarkeit schwerer haben und laufen Gefahr wissenschaftliche Erkenntnisse falsch zu kommunizieren. Hinzu kommt, dass zu brisanten Themen nicht nur Wissenschaftsjournalisten, sondern auch „reguläre Journalisten“ berichten. Deren Wissenschaftsverständnis ist oft nicht unbedingt besser als das seiner Leser. Es muss hier klar ein Trendwechsel stattfinden, der bei uns beginnt.

Fazit

Wir können die hitzigen Meinungskämpfe der letzten Monate als Chance betrachten, denn sie haben uns daran erinnert, dass sich die Wissenschaft von den Normalbürgern nicht abkapseln darf. Auch beim Thema Wissensvermittlung hat sie eine große Verantwortung und das fängt schon dabei an, wie wir unsere Ergebnisse präsentieren und welche Verlagspraxis wir unterstützen. Unzeitgemäße Strukturen im wissenschaftlichen Verlagswesen und verfallende Lesbarkeit der Wissenschaftssprache sind Themen, bei denen jeder einen kleinen Beitrag leisten kann, um die Gesellschaft zurück zu einer sachlichen Diskussionskultur zu lenken. Als Mitglieder einer aufklärerischen Gesellschaft müssen wir geradezu danach streben, dass alle, deren Leben wir mit unserer Arbeit beeinflussen, die Möglichkeit haben, unsere Arbeit auch zu lesen und zu verstehen. Ich bin mir sicher, dass sich Wissenschaft und Gesellschaft durch solche Bestrebungen wieder annähern können.

Quellen:

- [1] https://www.deutschlandfunkkultur.de/debatte-um-wissenschaftsverlage-deutschland-vs-elsevier.1270.de.html?dram:article_id=409106
- [2] <https://elifesciences.org/articles/27725>

We want YOU!

Du magst die Meme-Page und diese Zeitschrift? Du hast Lust Artikel zu schreiben oder zu Layouten? Wir freuen uns immer über neue motivierte Mitglieder! Melde dich einfach bei chemist_fsch@lists.lrz.de oder direkt bei einem von uns.

Wie umweltfreundlich sind Elektroautos?

von Maryke Kouyate

Reduktion der Treibhausgase im Verkehrssektor um 42% zwischen 1990 und 2030: Mit der UN Klimakonferenz in Paris 2015 und dem Klimaaktionsplan im Jahre 2016 setzte man sich definierte Klimaziele bis 2050. Doch wie sieht die Umsetzung aus? Einen wesentlichen Baustein der Verkehrswende soll die Elektromobilität darstellen. Bis 2022 sollen 1 Mio. Elektroautos in Deutschland in Betrieb sein. Dies steht derzeit 47 Mio. PKWs gegenüber, von denen nur rund 0.2 % (83.175) reine Elektroautos sind (Stand Januar 2019). [1,2]



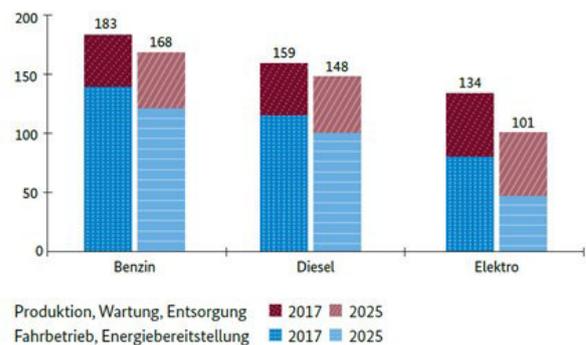
Quelle: <https://de.statista.com/infografik/4733/anzahl-von-elektroautos/>, zuletzt geprüft am 28.06.2020

Elektromobilität gilt häufig als Allheilmittel für eine klimafreundliche und zugleich unabhängige Mobilität in der Klimakrise. Fern von öffentlichem Nah- und Fernverkehr, verspricht das Auto immer noch individuelle Freiheit und eine bequeme Fortbewegung. E-Autos scheinen sehr verlockend, da sie angepriesen als emissionsfreie Automobile, sowohl das Gewissen befriedigen, als auch weiterhin die Freiheiten eines eigenen Autos mit sich bringen. Es stellt sich jedoch die Frage: Ist es wirklich so „einfach“? Wie umweltfreundlich und nachhaltig ist ein E-Auto? Wie sieht es mit der Energiebilanz aus?

1. Emissionen

1.a Die CO₂-Bilanz

Zunächst stehen derzeit im Zuge des Klimawandels besonders die CO₂ Emissionen im Fokus. Hier steht das Elektroauto äußerst gut da. Obwohl der deutsche Strommix heutzutage nur zu 42,1% (Stand 2019)^[3] aus erneuerbaren Energien besteht, ist ein Elektroauto derzeit schon umweltfreundlicher hinsichtlich seiner CO₂ Bilanz als Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor. [4]



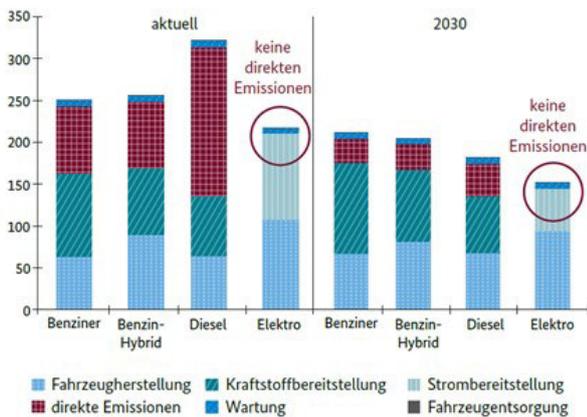
Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) Oktober / 2019

Elektroautos sind jedoch keine Nullemissionsautos: Sowohl im Zuge der Energiebereitstellung als auch bei der Produktion kommt es zu CO₂ - Emissionen. Die Flottengrenzwertregulierung der EU definiert E-Autos aber rein juristisch als „Null-Emissionsfahrzeuge“. Durch sie können Hersteller Emissionsgrenzwertüberschreitungen durch große, energiefressende Autos, wie SUV, kompensieren. In Summe ist das kontraproduktiv für die CO₂ Bilanz. [5]

1.b Stickoxide und Feinstaub

Vorteil von Elektroautos ist, sie fahren ohne direkte Feinstaubemissionen und belasten dadurch die Luft in Städten nicht zusätzlich. Jedoch tragen E-Autos auch in gewisser Weise zur Feinstaubbelastung durch Reifen- oder Bremsabrieb bei. In der Fahrzeugherstellung und der Strombereitstellung schneiden E-Autos sogar schlechter ab in Ihrer Feinstaubbilanz als Benzin- oder Dieselfahrzeuge. [4]

Auch Elektroautos führen über ihren Lebenszyklus zu Stickoxidemissionen. Besonders bei der Fahrzeugherstellung werden Stickoxide ausgeschieden. Jedoch sind E-Autos in ihrer Gesamtbilanz bei den Stickoxidemission umweltfreundlicher als Diesel oder klassische Verbrennungsmotoren. Mit steigendem Anteil an erneuerbaren Energien ist bis 2030 eine Verbesserung in der Stickoxidbilanz zu erwarten.^[4]



Direkte Emissionen für das Jahr 2030 nach HBEFA 4.1; September 2019

Hinweis: Nicht dargestellt sind die bei allen Fahrzeugtypen auftretenden Feinstaubemissionen durch Reifenabrieb und Bremsen.

Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) Oktober / 2019

2. Ressourcenbedarf

Elektromotoren sind hoch effizient und reduzieren dadurch die Gesamtenergiebilanz eines Elektroautos im Vergleich zu Verbrennungsmotoren. Die energieaufwendige Herstellung wird dadurch mehr als kompensiert. Je größer in Zukunft der Anteil der erneuerbaren Energien wird, desto besser fällt auch die Energiebilanz der Elektroautos aus.^[4] Nicht außer Acht gelassen werden darf der Mehrbedarf an Strom durch eine zunehmende Anzahl an E-Autos. Betrachtet man den Grenzfall und geht von 100% E-Autos aus, wäre ein zusätzlicher Stromverbrauch von ca. 25% die Folge.^[5]

Jedoch kann der Energiebedarf, der durch die steigende Zahl an Elektroautos entsteht, rein rechnerisch, auf mittlere Sicht, gut durch die bestehende Stromversorgung bedient werden: Beispielsweise wurden 2018 49 TWh an überschüssigem Strom exportiert, dies würde, in der Theorie, den Energiebedarf von über 10 Mio. E-Autos locker decken können. Es gibt jedoch ein anderes Problem: es wird immer schwieriger Schwankungen im Strombedarf

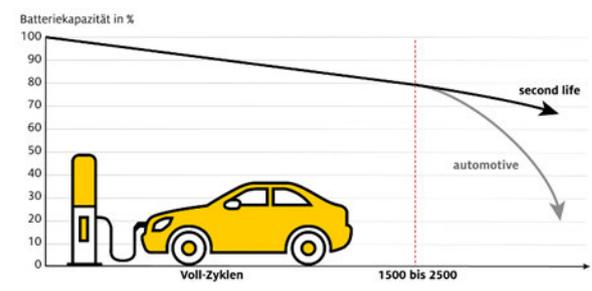
passend auszugleichen. Je mehr Elektroautos Strom benötigen, desto größer ist die Gefahr einer lokalen Netzüberlastung. Daher werden auch Speichermöglichkeiten immer wichtiger.^[6]

3. Rohstoffe

Elektroautos besitzen einen höheren Rohstoffbedarf in ihrer Herstellung als Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor. Der Rohstoffabbau bringt negative Konsequenzen für Mensch und Umwelt vor Ort mit sich. Da wären zum einen menschenunwürdige Arbeitsbedingungen, wie Kinderarbeit in Kobaltminen im Kongo oder Verschmutzung von Gewässern. Hier ist es nötig auch von Seiten der Autohersteller mehr auf Nachhaltigkeit und faire Bedingungen zu achten. Des Weiteren gilt es die Förderung von Rohstoffen weitestgehend zu begrenzen, indem die Materialeffizienz verbessert, sowie die Wiederverwendung wertvoller Rohstoffe durch Recycling ermöglicht wird.^[6]

4. Haltbarkeit der Batterie

Garantiert von den Herstellern wird eine Lebenszeit von acht Jahren (mind. 100.000 Kilometern Laufleistung). Doch was geschieht danach? Nach ca. 1500 bis 2500 Ladezyklen beträgt die Kapazität immer noch 70–80%, jedoch nimmt sie bei weiterem Einsatz im Automobil ab diesem Zeitpunkt rapide ab. Daher bietet sich, um nicht unnötig Ressourcen zu verschwenden, der Einsatz im „second life cycle“ an.^[7]



Quelle: ADAC e.V.

©ADAC e.V. 12.2019

Nach über 1500 Aufladungen nimmt die Akku-Kapazität rapide ab • © ADAC e.V.

Quelle: <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/elektromobilitaet/info/elektroauto-akku-recycling/>, zuletzt geprüft am 28.06.2020.

Ein Beispiel für den „second life“ Einsatz von Batterien ist das BMW-Werk in Leipzig: Hier wurden 700 neuen und alten Akkus des BMWi3 zusammengeschaltet. So ist ein Großspeicher entstanden, der Solar- und Windenergie der Umgebung speichert. Der Strom wird dann

weiter für die Produktion genutzt. Denkbar ist auch die Verwendung alter Akkus als Speicher für private Haushalte. Mehr als 20 kWh Puffer wären in einem Haushalt nicht nötig, dafür reicht ein einziger Akku. Auf diese Weise kann es gelingen Ressourcen einzusparen und die Nachhaltigkeit der E-Autos zu steigern.^[7]

5. Recycling

Gängige Recyclingmethoden, wie das Schreddern von Autos, führen zu hohen Verlusten im Bereich wertvoller Metalle.^[2] Mit der steigenden Nachfrage nach Lithium-Ionen-Batterien, schnellten auch die Preise für die verwendeten Rohstoffe in die Höhe. Für Lithium verdreifachte sich beispielsweise der Preis zwischen 2016 und 2018. So wird die Rückgewinnung von Lithium, Kobalt, Mangan und Nickel, sowie Kupfer, Graphit und Aluminium aus Lithium-Ionenbatterien immer wirtschaftlicher. Dass das Recycling von Lithium aus Lithium-Ionen-Batterien profitabel wird, ist besonders in Hinblick auf den sehr geringen Anteil von 3% Lithium in der Batterie im Elektrofahrzeug, bemerkenswert.^[8] Eine Rückgewinnung der Rohstoffe in Elektroautos ist für eine nachhaltige und durchdachte Zukunft im Transportsektor langfristig unumgänglich. Man kann also sagen, man befindet sich auf dem Weg in die richtige Richtung.

Fazit

Elektroautos sind eine vielversprechende Alternative zu klassischen Verbrennungsmotoren. E-Autos sind jedoch nicht das Allheilmittel, um den Verkehrssektor umweltfreundlicher und nachhaltiger zu gestalten. Seitens der Politik müssen die richtigen Anreize geschaffen werden, damit E-Mobilität auch den notwendigen Beitrag zum Abwenden der Klimakrise liefern kann. Allgemein muss aber auch die Bereitschaft größer werden Alternativen zum Auto zu nutzen und damit das eigene Verhalten zu hinterfragen: Brauche ich wirklich ein Auto? Kann ich den öffentlichen Nahverkehr stattdessen nutzen? Welches Auto brauche ich? Können Fahrgemeinschaften genutzt werden? Ist die Besorgung auch zu Fuß oder mit dem Rad möglich? - Der Mensch möchte gerne einfache und bequeme Lösungen; die Klimakrise ist jedoch zu komplex und akut, als dass der

Einzelne sich aus seiner Verantwortung ziehen könnte. Ja, E-Autos sind vergleichsweise umweltfreundlich, aber nur mit den entsprechenden Rahmenbedingungen.

Referenzen

- [1] <https://de.statista.com/infografik/4733/anzahl-von-elektroautos/>, zuletzt geprüft am 28.06.2020.
- [2] *Waste Management & Research*, 2018, Vol. 36(4) 311-320
- [3] <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#strom>, zuletzt geprüft am 28.06.2020
- [4] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) (Hg.) (Oktober / 2019): Wie umweltfreundlich sind Elektroautos? Eine ganzheitliche Bilanz. 4. Aufl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU). Online verfügbar unter <https://www.bmu.de/service/publikationen/>, zuletzt geprüft am 24.05.2020.
- [5] Teufel, Dieter; Arnold, Sabine; Bauer, Petra; Schwarz, Thomas (2019): Ökologische Folgen von Elektroautos. Ist die staatliche Förderung von Elektro- und Hybridautos sinnvoll? 3. Aufl. Hg. v. Umwelt- und Prognose- Institut e.V. Umwelt- und Prognose- Institut e.V. (79). Online verfügbar unter http://upi-institut.de/UPI79_Elektroautos.pdf, zuletzt geprüft am 04.07.2020.
- [6] <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/elektromobilitaet/info/elektroauto-pro-und-contra/>, zuletzt geprüft am 28.06.2020.
- [7] <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/elektromobilitaet/info/elektroauto-akku-recycling/>, zuletzt geprüft am 28.06.2020.
- [8] *Helicon*, 2019, Vol. 5 (6), e01866, DOI:<https://doi.org/10.1016/j.helicon.2019.e01866>



Kieselalgen - Die Lungen der Erde

von Julian Leberfing

Kieselalgen, auch Diatomeen genannt, sind eine von vielen vernachlässigten Spezies. Ihre Aufgaben sind immens, doch wissen viele nur rudimentär über ihre Existenz bescheid. Die faszinierenden Algen sind auf der Erde einmalig.

Als Protisten besiedeln sie etwa zwei Drittel der Erdoberfläche, allerdings unter Wasser. Dort machen sie den Hauptbestandteil des Phytoplanktons aus und stellen mitunter den wichtigsten Lieferanten für Photosynthese dar; denn durch ihre photoautotrophe Lebensweise zählen sie zu den maritimen Versorgern, sowie als wichtige Vertreter der Primärproduzenten der Nahrungskette. Dem Phytoplankton wird nach heutigem Stand der Kenntnisse bis zu 80% der weltweiten Sauerstoffproduktion zugeschrieben. Dadurch gebührt der Titel „Lunge der Erde“ eigentlich nicht dem Regenwald, sondern den kleinen Organismen unter Wasser. Der Fakt, dass es sich hier um das Meer handelt, macht die eigentliche Lunge der Erde jedoch nicht weniger gefährdet. Denn es kommt ökologisch zu zunehmender Hypoxie – Sauerstoffmangel – was Ökologen auf einen drastischen Rückgang der Kieselalgen schließen lässt. Das ist durch die Erwärmung der Meere und den Klimawandel bedingt, welche den Kreislauf aus seiner bisherigen Bahn wirft. Das Thema Klimawandel betrifft eben nicht nur uns alle, sondern auch alle Anderen.

Doch nicht nur wir profitieren durch den produzierten Sauerstoff als Zellatmer, auch stellen die Kieselalgen den wichtigsten Grundstoff der Nahrungskette dar. Als einige der kleinsten Aufbereiter des Sonnenlichts versorgen diese so Zooplankton mit Nährstoffen, deren Energie wiederum durch Planktonfresser in die Unterwasserwelt der Tiere getragen wird. Es ist zwar eine lange Kausalkette, doch am Ende werden auch Menschen von Kieselalgen ernährt. Die gleichmäßige Verteilung der durch die Kieselalgen produzierten Nährstoffe in der Meeresfauna lässt auch darauf schließen, dass in jedem vom Menschen verzehrten Fisch ein nicht unerheblicher Anteil durch Kieselalgen bereitgestellte Energie steckt. Der Kreislauf der Natur, wie wir ihn am Land kennen spielt sich nahezu 1:1 auch unter Wasser ab. Von Phy-

toalgen über Krill bis hin zu den größten Lebewesen der Erde – den Walen. Mit dem kleinen, aber feinen Unterschied, dass Fische keine Autos fahren und Kraftwerke betreiben, was die CO₂-Bilanz der Meere positiv ausfallen lässt. Am Ende ist durch einen Rückgang der Phytoalgen eben nicht nur die Sauerstoffversorgung der Zellatmer bedroht, sondern es steht auch die Versorgung aller chemoheterotrophen Lebewesen auf der Kippe.

Und ob damit nicht schon genug sei, nutzen wir die Kieselalgen auch noch auf eine ganz andere Art. Die Kieselalge macht eine Eigenschaft besonders aus, die sie weltweit als Lebewesen so einzigartig macht. In ihrer klaren, festen Zellwand findet man das Anhydrid der Kieselsäure vor, welche ihnen auch ihren Namen verleiht. Anders ausgedrückt haben sie „Quarzpartikel“ in ihrer Zellwand. Diese nutzen die Kieselalgen als den häufigsten anorganischen Rohstoff der Erde zur Stabilisierung ihrer Schale. Die sedimentierten Schalen der toten Algen – genannt Kieselgur – nutzen uns in vielen Bereichen. Ob zur Filtration, als Ungezieferpulver oder als reflektorischer Bestandteil in Farben, Kieselgur stellt einen natürlich in Massen vorkommenden, jedoch synthetisch nicht reproduzierbaren Rohstoff der Natur dar.

Es sind manchmal einfach nicht nur die großen Dinge, die eine wichtige Rolle spielen. Mitochondrien werden bildlich oft als Kraftwerke der Zelle beschrieben; Kieselalgen hingegen stellen in vielerlei Hinsicht die Kraftwerke der Erde dar. Ob als Rohstofflieferant, Sauerstoffproduzent oder Nährstoffversorger, den Kieselalgen gebührt weitaus mehr Aufmerksamkeit als ihnen bisher zugesprochen wird.

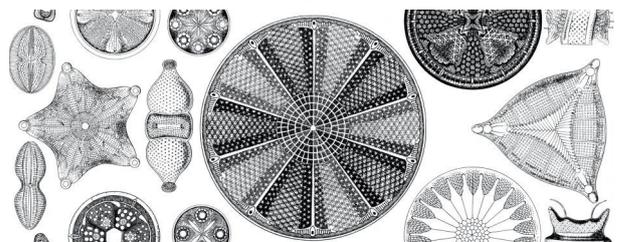


Abb.: <https://www.wwf.at/de/vorlesegeschichte-kieselalge/?useMobile=false>

Chapman (2013) Algae: the world's most important "plants"—an introduction. *Mitig Adapt Strateg Glob Change* **18**, 5–12.

Siegel, Franz (2010): Century of phytoplankton change. *Nature* **466**, 569–571.

Die Benennung naturwissenschaftlicher Zusammenhänge nach ihren Entdeckern – der Cotton-Effekt, das Einstein-Bose-Kondensat, die Sandmeyer-Reaktion – bringt diesen auch posthum einen gewissen Ruhm ein. Im Laufe eines Naturwissenschaftsstudiums führt man im Oberstübchen irgendwann eine gigantische Namensliste, deren gnadenlos präzises Abrufen samt zugehöriger Erklärung vor allem in OC-Kolloquium schnell zur Tortur ausarten kann. Problematisch an dieser Nomenklatur ist aber nicht nur die Prokrastinationserscheinung, dass man anstelle des Lernens einer Namensreaktion plötzlich in der Biografie von Erlenmeyer auf Wikipedia schmökert. Es führt nämlich auch dazu, dass so mancher Forscher in Vergessenheit gerät, wenn sein Werk nicht aus einem nach ihm getauften Gesetz besteht, obwohl sein Beitrag zur Wissenschaft oder für die Menschheit bedeutend ist. Zu oft ist es auch vorgekommen, dass ein Forscher aus persönlichen Eitelkeiten und Intrigen heraus schlicht um seinen Ruhm gebracht wurde. Um dieser himelsschreienden Ungerechtigkeit Abhilfe zu schaffen, stellen wir in dieser Reihe bedeutende Menschen vor, deren Namen auch vielen Wissenschaftlern nicht bekannt sind, obwohl ihr Werk Anerkennung verdient.

Clair Cameron Patterson

von Moritz Eder

Patterson war ein amerikanischer Geochemiker, der sowohl als erster relativ exakt das Alter der Erde bestimmte und noch dazu unser Verhältnis zu Blei entscheidend veränderte – zwei enorme Leistungen, die wissenschaftlich zusammenhängen.

Nach einem Master in Chemie an der Universität Iowa wurden Patterson und seine künftige Frau, Lorna McLeary, für das Manhattan-Projekt verpflichtet. Der Abwurf der Atombomben schockierte Patterson, doch im Rahmen des Projekts lernte er, mit Uran und Massenspektrometrie zu arbeiten, was den Grundstein für seine spätere Forschung setzte. Nach dem Manhattan-Projekt begann er einen PhD und beschäftigte er sich zunächst mit Zirkon (Zirkoniumsilikat), welches natürlicherweise Spuren von Uran enthält. Dieses zerfällt über die bekannte Reihe bei bekannter Halbwertszeit zu stabilem Blei. Patterson wusste, dass es vier Bleiisotope gibt (204, 206, 207, 208), welche seit der Erdentstehung jeweils in einer bestimmten Menge gebildet wurden. Uran zerfällt nur zu ^{206}Pb und ^{207}Pb (^{208}Pb ist das Zerfallsprodukt von Thorium), d.h. die Menge an ^{204}Pb bleibt unverändert. Das bedeutet, dass sich das Verhältnis

der Isotope 206 bzw. 207 zu 204 über den Zerfall berechenbar verändert hat; über Extrapolation zum ursprünglichen Verhältnis wäre nun das Alter der Erde bestimmbar. Doch wie wäre das ursprüngliche Verhältnis herauszufinden?

Patterson und sein Partner George Tilton nahmen Meteoriten als Referenz. Diese sind aus demselben „Sternenstaub“ der Supernova wie die Erde, und bestehen daher vor allem aus Eisen. Sie enthalten allerdings praktisch kein Uran, da sich Eisen und Uran nicht mischen – Eisen und Blei hingegen schon, weswegen die untersuchten Meteoriten das ursprüngliche Verhältnis an Blei enthalten, wie es auch auf der Erde einmal bestanden haben musste. Doch Pettersons Proben waren immer mit zu hohen Konzentrationen an Blei kontaminiert – das Element war Mitte des zwanzigsten Jahrhunderts



omnipräsent. Hauptanwendungen waren neben Farbstoffen auch Antiklopfmittel in Benzin, wodurch die Konzentration des Metalls in der Luft stetig anstieg. Patterson griff zu immer drastischeren Hygienemaßnahmen in seinem Labor, sicherte die Luftzu- und -abfuhr, destillierte standardmäßig seine Chemikalien und kochte seine Geräte in Säure – im Prinzip baute er einen der ersten Reindräume. In einem In-

terview sagte er: „Wenn sie ein superreines Labor wie meines betreten, kontaminiert das Blei in ihren Haaren den ganzen Raum“. Seine Bemühungen waren erfolgreich: 1956 publizierte die Gruppe „Ages of Meteorites and the Earth“, in welchen sie als Erste das korrekte Alter des Sonnensystems (etwa 4.55 Milliarden Jahre) berechneten. Als einer der Hauptakteure stand Patterson im Rampenlicht, beharrte jedoch stets darauf, dass das gesamte Team diese Leistung vollbracht hatte.

Wahrscheinlich motiviert durch seinen immerwährenden Kampf gegen Bleikontamination, beschäftigte sich Patterson von nun an vor allem mit der Verteilung der Bleiisotope in der Umwelt, wobei ihn dabei die anthropogene Bleiemission interessierte. Bei der Untersuchung von Sedimenten des Atlantiks und des Pazifiks sowie von Proben aus dem Innern von Eisbergen aus Grönland und der Antarktis stellte er fest, wie dramatisch die Umwelt kontaminiert war. Der Bleigehalt der Atmosphäre war vor allem seit der Einführung von Tetraethylblei als Antiklopfmittel dramatisch angestiegen. Patterson nahm sich zum Ziel, sowohl die Öffentlichkeit über das toxische Problem aufzuklären als auch bleihaltige Additive zu verbannen – was bedeutete, dass er sich mit einer ziemlich mächtigen Wirtschaftslobby anlegte. Die „Ethyl Corporation“ (welche das Wort „Blei“ wohl bewusst nicht in den Unternehmensnamen aufnahm) heuerte ebenfalls Wissenschaftler an, die jedes Bedenken der Öffentlichkeit ausräumen sollten. Wie leicht zu erraten waren deren Studien, freundlich formuliert, nicht ganz unvoreingenommen: EC behielt sich ein Veto über den Inhalt und die Veröffentlichung der Studien vor. Dies hatte nicht nur im Bezug auf die Umweltverschmutzung mit Blei einen faden Geschmack, denn es gab in den Additiv-Fabriken viele Arbeitsunfälle, welche offiziell stets mit mangelnder Arbeitssicherheit oder Überarbeitung ad acta gelegt wurden, faktisch aber wohl schlicht schwere Vergiftungen der Arbeiter mit Tetraethylblei waren. Tatsächlich wurde die Forschung zur Toxizität der Produkte der Ethyl Corporation jahrzehntelang durch Wissenschaftler wie Robert Kehoe geprägt, die auf der Gehaltsliste des Unternehmens standen. Patterson legte sich also nicht nur mit einer reichen Wirtschaftslobby, sondern auch – wie viele andere große Wissenschaftler – mit einem Teil der

Wissenschaftscommunity an, der behauptete, der Bleigehalt in Umwelt und in Organismen sei völlig natürlich. Wahrscheinlich waren die Industrieforscher auch nicht aktiv böse, denn Kolhoe beispielsweise setzte sich durchaus dafür ein, Blei nicht in Kinderspielzeuge verarbeiten zu lassen. Doch während Patterson Bleigehalte von antiken mit modernen Proben verglich (wie z.B. im menschlichen Körper), verglich die Industrieforschung lediglich lebende Amerikaner untereinander, deren Körper jedoch bereits alle hohe Bleigehalte enthielten. Diese hohe Metallkonzentration wurde nun schlicht als „normal“ deklariert.

Der Kampf mit so einflussreichen Kontrahenten hatte durchaus berufliche Folgen für Patterson. Viele Forschungsorganisationen verweigerten Zusammenarbeit und Gelder, wie auch der vermeintlich neutrale United States Public Health Service oder National Research Council, obwohl er ausgewiesener Experte auf dem Gebiet war. Der Mediziner Herbert Needleman, welcher mit Patterson auf die hohe Toxizität von Bleiverbindungen aufmerksam machte, wurde in den 1980ern fälschlicherweise seitens der Industrieforschung des „scientific misconduct“ bezichtigt. Doch sie blieben beharrlich, und hatten letzten Endes mit ihrem Kreuzzug gegen anthropogenes Blei in der Umwelt Erfolg. Patterson zeigte, dass die Bleikonzentration der Amerikaner im zwanzigsten Jahrhundert vielfach höher waren als die früherer Menschen (ca. um einen Faktor tausend) – eine Zeitskala, die für den Körper nicht ausreicht, um sich natürlich anzupassen, zumal die Barium- und Kalziumgehalte gleich geblieben waren. Außerdem lag nach seinen Studien im Reinraum die Bleikonzentration mancher Fische in Dosen (damals aus bleihaltigen Legierungen) bei 1400 ng/g, verglichen mit 0,3 ng/g in frischem Fisch. Derartige Ergebnisse überzeugten schließlich auch gegen den Widerstand der Wirtschaftslobby die Öffentlichkeit und Politik, und bleihaltige Produkte wurden ab den 1980ern verboten und verschwanden vom Markt.

Clair Patterson hat mit der ersten recht exakten Abschätzung des Erdalters nicht nur wissenschaftlich enormes geleistet, sondern durch seinen Kampf gegen Bleiverbindungen im Alltag vor allem der Menschheit einen unschätzbaren Dienst erwiesen.

Bildquelle: <https://247sports.com/college/kansas/Board/103726/Contents/People-who-never-seem-to-get-credit-for-being-a-genius-71628462/?Page=2>

Umweltschädlichkeit von Zigarettenfiltern

von Franziska Schwimmer

Egal wo man hingehet, man sieht sie eigentlich überall – Raucher. In den letzten Jahren sind die Zahlen zwar etwas zurück gegangen, jedoch waren in Deutschland im Jahr 2018 laut der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung dennoch rund 23% der Erwachsenen abhängig von den Glimmstängeln. So werden bundesweit etwa 204 Millionen Zigaretten täglich geraucht, aber leider nicht vollständig. Denn bei den allermeisten dieser Stängel bleibt am Ende etwas zurück – der allseits bekannte Stummel. Dieser besteht vor allem aus dem Filter und einem Tabakrest. Doch auch wenn bei den meisten Rauchern der Wille besteht (zumindest kann ich dies aus meiner persönlichen Erfahrung berichten) diese direkt in einem Aschenbecher zu entsorgen, ist dies in der Öffentlichkeit aufgrund fehlender Behältnisse oftmals nicht möglich. Und so landen viele Millionen Kippen Tag für Tag auf unseren Straßen, in Wäldern und wo die Raucher sonst noch so unterwegs waren. Doch was ist daran eigentlich so schlimm? Also ich meine, wenn man mal den rein optischen Aspekt außen vorlässt.

So ein Stummel besteht nun aus dem Filter und einer gewissen Menge an Resttabak. Um den hier gesetzten Rahmen nicht zu sprengen, werden wir uns im Nachfolgenden auf die Folgen der Filter in freier Natur beschränken. Dieser besteht in den allermeisten Fällen aus Cellulose-Acetat, welches mit Chemikalien versetzt wird. So zersetzen sich diese erst nach bis zu 15 Jahren vollständig und bis dahin stellen sie eine erhebliche Belastung für die gesamte Umwelt dar. Ein Problem, das sich hier sofort zeigt, ist, dass Vögel und andere Tiere diese mit Nahrung verwechseln, was dank des miserablen Nährwerts nicht selten zum Tode führt. Doch der Abfall bleibt nicht nur auf unseren Straßen. Wie wir bereits alle im Film „Findet Nemo“ gelernt haben, landen alle Abwässer irgendwann im Meer. Und dies gilt nicht nur für Abwässer und auch nicht nur in Sydney. Weltweit wird eine Unmenge an Müll (Schätzungen zu Folge besteht ein Drittel da-

von aus Zigarettenfiltern) in unsere Meere gespült und sammelt sich dort aufgrund der Strömungen zu riesigen Inseln an. Aber auch hier ist das Ende noch nicht erreicht. Durch Sonneneinstrahlung, das Salzwasser und Bewegungen im Wasser werden diese immer weiter zerkleinert und so nicht nur direkt als Nahrung von Fischen aufgenommen, sondern sogar teilweise über die Kiemen absorbiert. So landet unser eigener Dreck auf kurz oder lang auch wieder bei uns, die wir die Fische essen.

Auszug aus über 4000 Inhaltsstoffen die im Zigarettenrauch enthalten sind



Quelle: <https://e-zigaretten-dampfen.blogspot.com/2013/10/inhalt-der-zigarette-kurzubersicht.html>

Wie Eingangs bereits erwähnt besteht ein solcher Filter aber nicht nur aus einem fabrikfrischen Cellulose Filter. Vor dem achtlosen Wegwerfen wurde die Zigarette ja auch geraucht, und so hat sich eine nicht zu vernachlässigende Menge an verschiedenen Giften in ihm angesammelt, die mit der Zeit ausgewaschen werden. So kann eine einzige Kippe bis

zu 200 Liter Grundwasser ungenießbar machen. Hierbei möchte ich vor allem auf Arsen, Cadmium und das allseits bekannte Nikotin näher eingehen.

Arsen

In natürlichen Gewässern spielt Arsen vor allem bei zahlreichen Oxidations- und Reduktionsreaktionen, Ionenaustausch, Ausfällung und Adsorptionsreaktionen eine Rolle. Elementares Arsen ist nur schwer wasserlöslich, seine Verbindungen jedoch meist recht gut, weswegen bei Trinkwasserkontrollen auch auf den Arsengehalt überprüft wird. So ist zwar für viele Lebewesen eine geringe Menge essenziell, ab etwas höheren Konzentrationen kommt aber immer mehr die schwer karzinogene Wirkung zum tragen, was dann letztendlich zum Tode führen kann. Nicht umsonst war Arsen ein in früheren Zeiten beliebtes Mordhilfsmittel. Auch heute findet es bei der Trinkwasseruntersuchung höchste Beachtung und wird in aufwendigen Verfahren herausgefiltert, um den in Deutschland geltenden Grenzwert von 10 µg/L einhalten zu können.

Cadmium

Die gesundheitsschädlichen Eigenschaften von Cadmium fanden in den letzten Jahren einige Beachtung bei verschiedenen Studien, die ein deutliches Risiko nachweisen konnten. Da die Aufnahmemengen im Allgemeinen eher gering sind, ist vor allem die stete Belastung in Verbindung mit einer Anreicherung im Körper und einer daraus folgenden chronischen Cadmiumvergiftung zu beachten. Beim Menschen führt sich auf lange Sicht zu verschiedenen, schwerwiegenden Problemen. So reichen die Symptome von einer Nierenschädigung über Knochenabbau und Unfruchtbarkeit bis hin zu Erbgutveränderungen und Krebs. Daraus folgend wurden in den vergangenen Jahren die Grenzwerte für Cadmium in unserem Trinkwasser immer weiter auf aktuell 0,003 mg/L herunterschraubt.

Nikotin

Ein Stoff, der immer wieder Beachtung in den Medien findet, ist das Nikotin. Immer wieder wird berichtet, wie schädlich dieses Nervengift sowohl für die aktiven aber auch für die passiven Raucher ist. Nicht grundlos wurde sein Einsatz als Insektizid verboten (wobei fraglich

ist, ob der Einsatz synthetischer Pflanzenschutzmittel so viel besser ist, aber das soll hier nicht die Frage sein). Was jedoch oft außer Acht gelassen wird, ist die Tatsache, dass sich Nikotin auch in unserem Trinkwasser finden lässt. Zwar scheint dies bei einer letalen Dosis von 100mg und einem Grenzwert von 2,5 mg/L Trinkwasser ein geringes Problem zu sein, doch dieser Eindruck täuscht. Denn auch wenn es nicht direkt tödlich endet, fördert seine Annahme sicherlich nicht die Gesundheit.

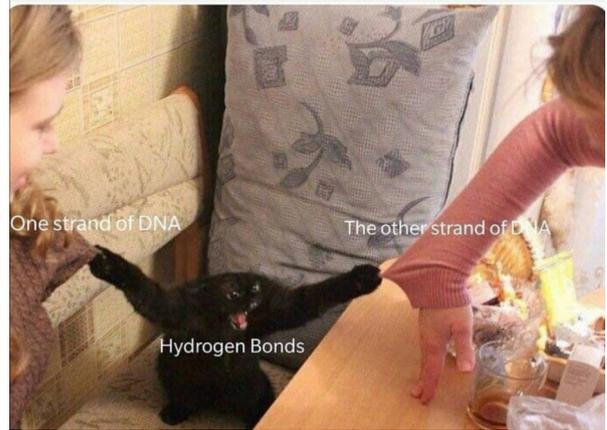


Quelle: <https://www.mopo.de/news/politik-wirtschaft/kommentar-zigaretten-hersteller--entsorgt-euren-kippen-muell-gefaelligst-selbst--31768910>

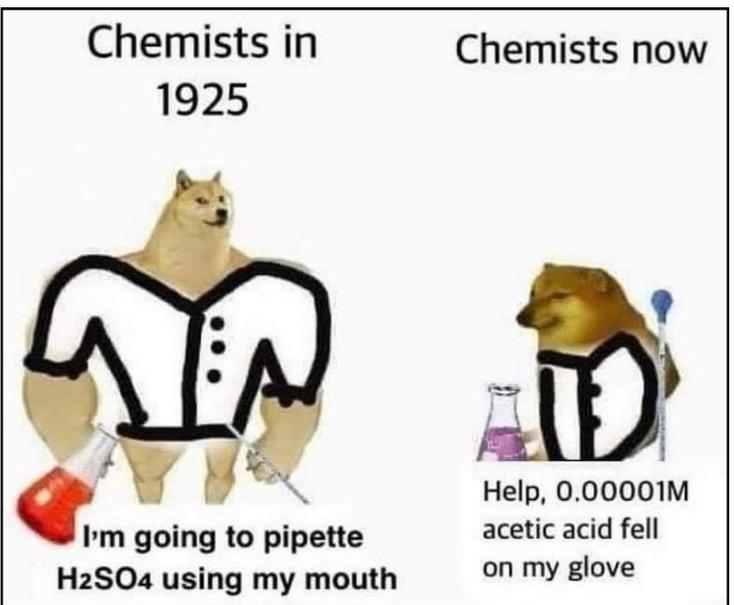
Es zeigt sich also, dass Rauchen noch deutlich weitreichendere Folgen hat als lediglich der unangenehme Geruch und ein erhöhtes Krankheits- und Sterberisiko. Doch was kann jeder Abhängige dagegen tun? Nun die pragmatische Lösung wäre natürlich einfach den Konsum zu stoppen, doch dies ist bekanntermaßen gar nicht so leicht. Grundlegend sollte dafür gesorgt werden, dass immer weniger (oder bestenfalls keine) Stummel mehr dort landen, wo sie nicht hingehören. So kann man sich einfach einen Taschenaschenbecher in die Tasche packen und hat so immer gleich ein Entsorgungsbehältnis bereit. Auch gibt es inzwischen einige Alternativen zu den herkömmlichen Cellulose-Acetat Filtern. Von wiederverwendbaren Glasfiltern bis hin zu Aktivkohlefiltern steht der Raucherlunge fast jeder weg offen, solange der Lungenträger bereit ist etwas zu ändern. Eine andere Möglichkeit bietet auch der Umstieg auf eine E-Zigarette, die ganz ohne Filter auskommt. Der einfachste Weg dürfte allerdings sein, wenn man falsch entsorgte Kippen entdeckt, sich nicht nur über diese zu beschweren, sondern selbst tätig zu werden, in die Hocke zu gehen, den Stummel zu beseitigen und dabei gleich auch noch anderen herumfliegenden Müll zu entfernen. Und das können übrigens Raucher ebenso wie Nichtraucher.



Quelle: <https://apps.derstandard.de/privacywall/story/2000072873976/foescher-warnen-es-gibt-kein-sicheres-rauchniveau>



Lawmakers: plastic straws are ruining the oceans, we must ban them!
People who use a whole box of pipet tips in one 3-hour lab:



When you accidentally drink from the acetone bottle instead of the water bottle.	Panik
When you remember you are wearing safety goggles.	Kalm

von Julian Leberfing

