

Ex

14

Si

28.085

19

K

39.098

19

K

39.098

85

At

(210)

8

O

15.999

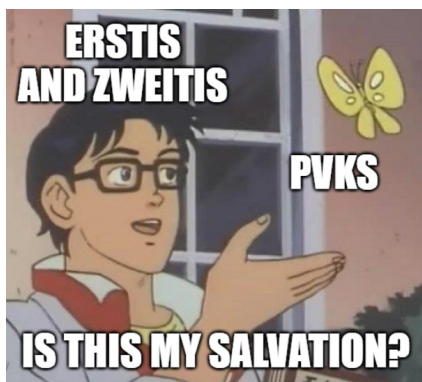
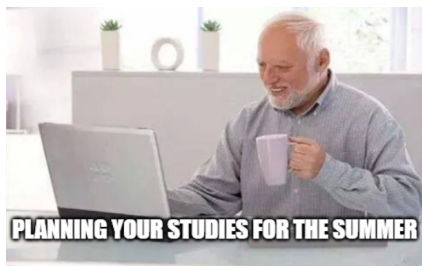
r

Gift

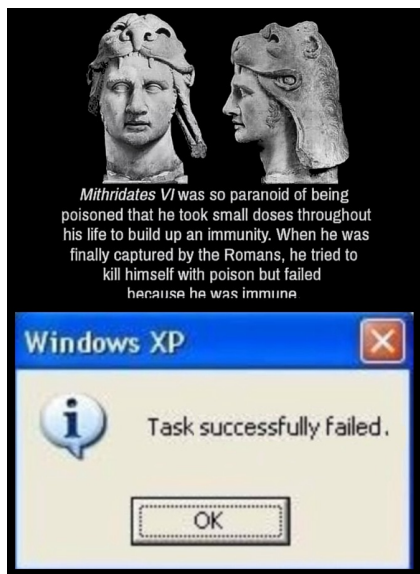
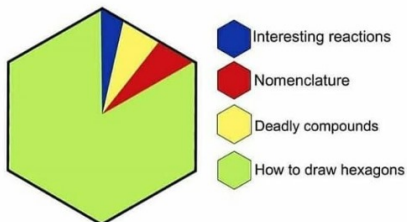


Memes

Nonô Saramago



Things I learned In organic chemistry



Exsitorial

Liebe Exsi-Leser:innen

In dieser nicht ganz pünktlichen¹ Ausgabe dreht sich alles um das Thema [Gift](#).

Als Chemiker:innen denken wir dabei natürlich sofort an unseren Lieblings-Giftpilz oder an Kampfgase wie Sarin. Deshalb hat Emma für Euch die [Pilz-Situation in den Zürcher Wäldern](#) untersucht und Fiona erklärt Euch, wie die [Gifte in Euch bekannten Krimis](#) eigentlich funktionieren. Ausserdem hat Uma sich mit dem äusserst nützlichen [Nervengift Botulinumtoxin A](#) beschäftigt und Silvan und Daniel haben sich mit [chemischen und biologischen Waffen](#) auseinandergesetzt.

Doch Gift kann sich auch in ganz anderen Formen zeigen – vielleicht denkt Ihr gerade an Praktika mit besonders toxischen Arbeitsbedingungen oder sogar an Euren Ex-Freund. Deswegen erwartet Euch hier ein [Modern Murder Mystery](#) mit einem unerwarteten Twist, verfasst von Johanna und regiert von Nonô. Ausserdem könnt Ihr im [Persönlichkeitstest](#) von Lenny, Olga und Donata herausfinden, ob Ihr womöglich selbst das Problem seid. Aber Spass beiseite: Kenny zeigt Euch, [woran Ihr toxische Beziehungen erkennt](#).

Weil die Exsi-Redaktion bekanntlich ein Faible für Doppeldeutungen hat, zeigt Euch Almaz, mit welchen [Geschenken](#) man früher (falsche) Freunde vergiftet hat. Falls Euch

der Ausdruck [«falsche Freunde»](#) nichts sagt, lohnt sich ein Blick in Léonas Artikel.

Wolltet Ihr auch schon immer einmal wissen, wie hoch der [LD50 des Exsis](#) ist? Dieser Frage sind Ana und Anna nachgegangen.² Zudem hilft Euch [Prof. Dr. Exsikkator](#), Eure Ethylacetat-Schnüffel-Sucht zu überwinden.

Für die Zweitis unter Euch ist natürlich auch ein [Spektrenrätsel](#) dabei. Das ersetzt zwar nicht das Lernen für die Analytikprüfung, ist aber eine hervorragende Ausrede, um für den Exsi eine Pause einzulegen.

Wenn Ihr nach der letzten Prüfung noch nichts vorhabt, wäre [Adolescence](#) vielleicht etwas für Euch. Paul hat die Serie geschaut und rezensiert. Alternativ könnt Ihr auch im [Kondi](#) vorbeischaun, das unsere ASVZ-Testerin Aysan ausprobiert hat.

Falls Ihr gerade wirklich genug von der ETH habt, könnten Uma und Connors [Interview mit Prof. Czekelius](#) von der HHU Düsseldorf oder Alex' Exploration des [«verwundeten Heilers»](#) von Interesse sein.

Ich wünsche Euch viel Spass beim Lesen und erfolgreiche Prüfungen.

Eure Samira



¹ Ohne Léona und Uma wäre der Gift-Exsi vermutlich heute noch nicht fertig – danke!

² Fun Fact: Der LD50 vom Biotikum ist aufgrund des halbierten Inhalts etwa doppelt so hoch. Bitte nicht ausprobieren!

Präsi labert

Liebe VCS-Mitglieder

Langsam aber sicher ist das Frühjahrssemester zu einem Ende gekommen und wir sind in die Sommerlernphase eingestiegen. Auch hier wird Euch die VCS natürlich tatkräftig mit unseren **Prüfungsvorbereitungskursen** und unserer Altklausuren- und Zusammenfassungssammlung unterstützen. Vergesst über die Lernphase aber auch nicht, hin und wieder die **sommerlichen Monate** zu genießen.

In den vergangenen Wochen haben einige Events stattgefunden, darunter die Band-night, der Retrosyntheson und natürlich unsere legendäre Maibowle, die wir dieses Mal auch alkoholfrei angeboten haben und wo wir zusammen mit dem VAC auch gegrillt haben. Natürlich haben wir uns auch an einigen Events des VSETH beteiligt, wie dem **Conquering**, bei dem wir eine Station hatten und der **Summerbar**, an der wir das erste Mal teilgenommen haben. Ausserdem haben wir die **Chemieshow mit Dr. Jan Cvengros** wieder erweckt, die uns mit überwältigender Teilnehmendenzahl überrascht hat. Auch dieses Semester konnten wir Euch wieder jede Woche mindes-

tens ein Event anbieten und konnten so hoffentlich zum Ausgleich neben dem Studium beitragen.

In den kommenden Wochen werden wir Euch aber auch nicht vollkommen mit dem Lernen alleine lassen. Wie auch im letzten Sommer werden wir wieder eine **Hüttenwanderung** veranstalten, um mitten in der Lernphase etwas den Kopf durchzulüften. Und natürlich werden Euch durch die VCS in der Lernphase auch wieder Lernräume zur Verfügung gestellt.

Nun bleibt mir nicht mehr viel zu sagen, ausser Euch für dieses Semester zu danken und Euch viel Erfolg in der kommenden Lernphase zu wünschen. Spätestens im September können wir Euch dann wieder ein Semester voller Events der VCS bieten.

Euer Connor

Connor



Gift

4	Menschenmörder im Zürcher Wald	5
5	A Chemist's Handbook to Murder	9
6	Botox	17
7	Chemische und biologische Kriegsführung	21
8	Modern Murder Mystery	28
9	Wie toxisch bist du?	33
10	Toxische Beziehungen	35
11	Veiled Violence	37
13	Wie viel musst du essen, um zu sterben?	42
16	Hässlich, wütend, abgehängt	51
19	Poison, Serpents, and the Archetype of the Wounded Healer	67

Exsi

1	Memes	1
2	Exsitorial	2
3	Präsi labert	3
12	Falsche Freunde: Die hinterhältigen Verräter der Sprache	40
14	Prof. Dr. Exsikkator – Sprechstunde	45
15	Spektrenrätsel	47
17	ASVZ-Tester	55
18	Prof. Czekelius im Gespräch	57
20	Noch mehr Memes!	70

Menschenmörder im Zürcher Wald

Emma Tita

Der gefährlichste Ort ist der Wald. (Prof. Dr. Hansjörg Grützmacher, FS 2025)

Bei manchen ist das eh nicht nötig: Ein Ehepaar geht zusammen Pilze sammeln, isst sie anschliessend und landet eine Stunde später im Notfall. Wir behandeln sie und legen sie in die gleiche Koje, Seite an Seite. Nach einer Weile können sie das Spital verlassen, nach entsprechender Aufklärung und Beratung. Bei der Entlassung fragt einer der beiden trotzdem, ob er den Rest der Pilze fürs Essen verwenden kann. Wir haben sie anschliessend nochmals aufgeklärt, warum sie überhaupt im Notfall gelandet sind und nochmals beraten. (Prof. Dr. med. Dagmar Keller Lang, Direktorin des Instituts für Notfallmedizin am Universitätsspital Zürich^[1])

GHS-Symbole, H- und P-Sätze – all diese Angaben, die schön auf Chemikaliencontainer geschrieben sind, dienen der Gefahren einschätzung und schützen unsere Gesundheit und unser Leben im Labor. So können wir zum Beispiel eine hübsche Tabelle für den OC-Praktikums-Prereport erstellen und sicher experimentieren (da wir uns diese Tabelle natürlich eingeprägt haben). Unglücklicherweise sind die motivierten Pilzsucher der Schweiz nicht immer so vorbereitet wie wir im Labor, wenn sie den Wald betreten: **Jährlich landen bis zu 600 Personen mit einer Pilzvergiftung im Krankenhaus.**^[1] Die ausführli-

che Behandlung aller Giftpilze in den Zürcher Wäldern werde ich an dieser Stelle Prof. Dr. med. Dagmar Keller Lang von dem USZ überlassen.^[1] Damit ihr Prof. Keller jedoch keinen Besuch abstatten müsst und damit erst in euren letzten irdischen Stunden eine Erleuchtung erlebt, werden wir den grausamsten Menschenmörder der Schweizer Wälder, *Amanita phalloides* (ugs. grüner Knollenblätterpilz), jetzt etwas genauer ins Visier nehmen.

Charakteristisches Aussehen (Achtung: Abweichungen sind immer möglich)



Abbildung 4.1: Allgemeines Aussehen von grünen Knollenblätterpilzen.^[2]

Amanita phalloides besitzt einen grünen Hut mit farblicher Abschwächung zum Rand hin.^[2] Die Hutunterseite besteht aus weissen Lamellen, welche mit zunehmendem Alter zunehmend (wer hätte es gedacht) grün werden.^[2] Der auch leicht grün-gelbliche Stiel ist mit einem feinen Zickzack-Muster durchzogen und entspringt einer weissen Knollenstruktur.^[2] Auf den ersten Blick besteht **leichte Verwechslungsgefahr** mit verschiedensten anderen geniess-

baren Arten, was untrainierten Pilzsammler:innen schnell zum Verhängnis werden kann.

Giftwirkung

Amanita phalloides, wie seine engste Verwandtschaft (z. B. *Amanita verna* (weiser Knollenblätterpilz) und *Amanita virosa* (kegeliger Knollenblätterpilz)) enthält zwei relevante Giftarten: Phallotoxine und Amatoxine.

Phallotoxine

Natürliche Phallotoxine bestehen aus sieben Aminosäuren und bilden bicyclische Heptapeptide mit Tryptathionin, einer Verknüpfung von L-Cystein und L-Tryptophan, als Querverbindung. Sieben Vertreter sind bekannt, welche alle das gleiche Grundgerüst besitzen.^[3]

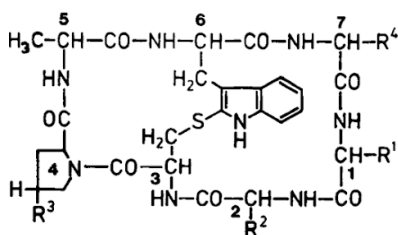


Abbildung 4.2: Allgemeine Struktur von Phallotoxinen.^[3]

Das Phalloidin (R₁: CH₃, R₂: CH(OH)CH₃, R₃: OH, R₄: CH₂ (CH₃, CH₂OH) OH) ist der Hauptvertreter dieser Toxine.^[3,4] Mit der vierten bis sechsten Aminosäure bindet das Gift an einen Rezeptor.^[5] In der menschlichen Zelle ist dieser Rezeptor das F-Aktin, an welches Phalloidin unter den Phallotoxinen mit der höchsten Affinität bindet.^[5]

F-Aktin

Jede menschliche Zelle besitzt lösliche G-Aktin-Proteine, welche sich reversibel unter ATP-Verbrauch zu langen helikalen Filamenten, dem F-Aktin, zusammenlagern können. Diese Polymerisation ist an eine Depolymerisation gekoppelt, sodass **Auf- und Abbau** ein austariertes, flexibles System bilden. Die Aktinstrukturen sind essenzieller Bestandteil des Zytoskeletts und dienen der Zelle unter anderem zur Fortbewegung, zum intrazellulären Transport von Substanzen und zur Teilung des Zellplasmas während der Zellteilung (mehr Details siehe Vorlesung «Grundlagen der Biologie II: Zellen»).

Bindet nun ein Phallotoxin an ein allosterisches Zentrum von F-Aktin (#toxische Beziehungen sind nie gut), wird dieses langfristig stabilisiert und die Depolymerisation so vollkommen gehemmt.^[5] Das Aktinskelett kann seine, auf Flexibilität beruhende, Zellfunktionen, wie die Vollendung der Zellteilung, nicht mehr ausführen. In anderen Worten: **Die Zelle stirbt.**

Amatoxine

Amatoxine sind von ihrem Aufbau her den Phallotoxinen ähnlich. Sie bestehen aus acht Aminosäuren und bilden bicyclische Octapeptide mit Tryptathionin als Querverbindung.^[3] Neun Vertreter sind bekannt, welche auch alle das gleiche Grundgerüst besitzen.

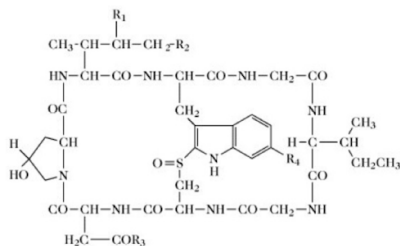


Abbildung 4.3: Allgemeine Struktur von Amatoxinen.^[6]

Nicht alle dieser Spezies sind toxisch. α -Amanitin (R_1 : OH, R_2 : OH, R_3 : NH_2 , R_4 : OH) und β -Amanitin (R_1 : OH, R_2 : OH, R_3 : OH, R_4 : OH) sind mit etwa 70 % in den Pilzfruchtkörpern bzw. etwa 20 % in allen morphologischen Formen die toxischen Hauptvertreter der Amatoxine.^[6,7] Die Ringstruktur ist entscheidend für die Toxizität der Verbindungen, da sie unter anderem zur Rezeptorbindung beiträgt.^[7] Der menschliche Rezeptor ist hier die RNA-Polymerase II.^[5,7]

RNA-Polymerase II

Die RNA-Polymerase ist ein Schlüsselenzym der eukaryotischen Proteinbiosynthese. Sie transkribiert Gene der DNA in verschiedene RNA-Arten, unter anderem in den Vorläufer der mRNA.^[8] Die mRNA trägt die Information für die Biosynthese aller Proteine vom Zellkern zu den Ribosomen im Zytoplasma.

Mit Bindung von einem Amatin wie α -Difluorolysin an die RNA-Polymerase wird diese allosterisch gehemmt. Dabei ist die Affinität von Amatin zu RNA-Polymerase so hoch, dass pro Enzym nur ein Molekül für die Funktionshemmung ausreichend ist.^[5] Ist die RNA-Polymerase II stillgelegt, bricht die ge-

samte Proteinbiosynthese der Zelle zusammen, d. h. die Zelle wird **brutal ermordet**.

Auswirkungen auf den Körper

Nachdem wir nun den allgemeinen molekularbiologischen Wirkmechanismus kennen, sollten wir klären, wie sich dieser ganz konkret auf unseren Körper auswirkt. Phallotoxine sind schnell wirkende Gifte, welche nach Verabreichung mit einer mittleren letalen Dosis von $2 \pm 3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Körpergewicht in 2–7 Stunden zum Tod einer Maus führen.^[7] Die gute Nachricht: Glücklicherweise entfalten Phallotoxine ihre volle Wirkung nur bei direkter Einführung in den Blutkreislauf, z. B. über kleine Wunden. Bei oralem Verzehr ist dieses Gift also nicht sehr gefährlich, da die Aufnahme in das Blut über einen gesunden Magen-Darm-Trakt nicht erfolgt.^[7] Damit hätten wir ein Gift vom Tisch. Doch was ist mit den Amatinen (aka Amatoxinen)? Diese hinterhältigen Messerstecher fallen nicht gerade mit der Tür ins Haus. Bei einer mittleren letalen Dosis von ca. $0.3\text{--}20 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ für Mäuse führen sie erst nach 2–10 Tagen zu der **tödlichen Überraschung**.^[7] Nach oraler Einnahme werden sie schnell im Darm absorbiert und zuerst zur Leber transportiert. Dort werden die toxischen Moleküle durch organische, anionentransportierende Polypeptide in die ahnungslosen Leberzellen aufgenommen und ... na ja, den Rest könnt ihr euch denken.^[7] Ich glaube, das Phänomen bezeichnet man als Massensterben. Ähnliches geschieht auch im Nierengewebe.

Klinischer Verlauf

Als Letztes wollen wir uns noch mit der Frage beschäftigen, wie das ganze nun für die betroffene Person von aussen aussieht. Die **Sterblichkeitsrate** beim Genuss von *Amanita phalloides* beträgt «nur» 10–20 %.^[7] Wie schwerwiegend es verläuft, hängt von mehreren Faktoren ab, wie der allgemeinen Gesundheit, der eingenommenen Menge und der unbehandelten Zeitspanne. Manche erholen sich, andere nicht. Damit ihr im Ernstfall die Lage einschätzen könnt, beleuchten wir hier den unbehandelten tödlichen Verlauf. Die pathologische Entwicklung lässt sich in vier Stadien einteilen: latente, gastrointestinale, rekonvaleszente und terminale Phase. In der latenten Phase, den ersten 6–18 Stunden nach der Einnahme, passiert erstmals gar nichts. Diese Zeitverzögerung ist übrigens ein grosses Problem für Kliniken, da die betroffene Person ihre leckere Pilzmahlzeit natürlich nicht sofort mit 18 Stunden später eintretenden gastrointestinalen Problemen (Phase 2) wie Bauchschmerzen, Erbrechen, Übelkeit und wässrigem Durchfall assoziiert (weil sie diesen Artikel nicht gelesen hat).^[7] Gemeinerweise klingen diese Symptome 36 bis 48 Stunden nach der Einnahme ab und rein äusserlich geht es einem wieder einigermaßen gut.^[7] Diese **scheinbare Erholung** kann über mehrere Tage anhalten (noch ein paar Tage leben, juhu!).^[8] Aber dann die tödliche Überraschung: akutes Leber- und Nierenversagen. Tod innerhalb von ein bis

drei Wochen.^[7]

Fazit

Ihr wollt nächste Saison selbst gesammelte Pilze verspeisen und überleben oder sucht noch ein schönes Gift für eure Liebsten? Den *Amanita phalloides* solltet ihr auf jeden Fall bei der Auswahl beachten!

Quellen

- [1] «Der falsche Pilz kann tödlich sein», *USZ-Redaktionsteam*, zu finden unter <https://www.usz.ch/180927-pilzvergiftungen/>, **2021**.
- [2] J. Voss, «Pilze sammeln: Die gefährlichsten Giftpilze in Deutschland», zu finden unter <https://www.nationalgeographic.de/umwelt/2023/09/pilze-sammeln-die-gefaehrlichsten-giftpilze-in-deutschland>, **2023**.
- [3] T. Wieland, *Int. J. Pept. Prot. Res.* **1983**, 22, 257–276.
- [4] «Phallotoxin», *DocCheck Flexikon*, zu finden unter <https://flexikon.doccheck.com/de/Phallotoxin>, **2024**.
- [5] T. Wieland, *Chem. Unserer Zeit* **1979**, 13, 56–63.
- [6] «Amatoxine», *Spektrum*, zu finden unter <https://www.spektrum.de/lexikon/biochemie/amatoxine/277> (abgerufen 25. Mai 2025).
- [7] T. Kayes, V. Ho, *Int. J. Mol. Sci.* **2024**, 25, 13028.
- [8] «Amatoxin-Syndrom», *DocCheck Flexikon*, zu finden unter <https://flexikon.doccheck.com/de/Amatoxin-Syndrom>, **2024**.



A Chemist's Handbook to Murder

The Biochemistry of Poisons

Fiona Buchholz Have you ever seen a film where an agent kills himself with a cyanide capsule and asked yourself how cyanide actually causes death? Do you know how many cigarettes one has to eat to die? Do you know how to eat a puffer fish without dying painfully? If not, this article is here to help you out.

One of the most interesting topics from my school biology class was when we studied neurotoxins and their mechanisms. I found it fascinating to learn where compounds bind and what they inhibit, and to make the connection to the resulting symptoms. Studying chemistry and biology opened up the possibility to understand these mechanisms on a molecular basis. So, if you share a little bit of this fascination or in case you plan to murder someone and need some inspiration,¹ lean back and enjoy this little guide through the most common poisons.

Arsenic

Probably the most famous poison in crime novels is arsenic. Due to its **sweet taste**, it can easily be slipped into food. It typically exists in sulphide compounds. Arsenic-contaminated sulphur can be deadly and can occur naturally, for example in wine. Arsenic(III)-oxide is especially toxic. The lethal dose of inorganic arsenic for adults is estimated to be $0.6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.^[1] Symptoms include seizures, vomiting, internal bleeding and finally, liver and kidney failure.^[2]

The poisonous effect is caused by the **inhibition of numerous enzymes** in the body (about 200), especially in the glycolytic

pathway and Krebs cycle. Notably, hexokinases 1 and 2, and the pyruvate dehydrogenase complex and the α -ketoglutarate dehydrogenase complex are affected. The latter inhibition leads to uncoupling of mitochondrial respiration and the synthesis of adenosine triphosphate (ATP), the ultimate energy carrier in the body. Arsenate can also be substituted for phosphorus groups in pyruvate or ATP, which are essential in glycolysis.^[3]

Arsenic has been used a lot in the history of crime. There are so many interesting (and horrible!) stories about murderers using arsenic. If you are interested, you can find many books and articles on the topic.

Thallium

Besides arsenic, thallium is another poison often used in both real life and novels, for example in Agatha Christie's "The Pale Horse".^[4] It also has the advantage of being water-soluble, colourless and tasteless, making it easy to be mixed into food. In the past, thallium was freely accessible because it was an ingredient in rat poison, but nowadays, it is prohibited.^[2]

Once in the body, thallium is widely distributed by **binding to transferrin**, a trans-

¹No, seriously, do not murder anyone. Only enjoy the science.

port protein in the blood serum. In the body, TI^+ ions replace K^+ ions in many places because they have similar ionic diameters and are both univalent ions. This leads to damage to the nervous system, since the Na^+/K^+ -ATPase is inhibited, which is essential for the transmission of nervous signals. Other potassium-dependent enzymes such as the aldehyde dehydrogenase or pyruvate kinase also get into trouble, leading to problems with cellular respiration. This is reinforced by reactive oxygen species, which are produced in higher amounts upon thallium poisoning. Furthermore, thallium binds to SH groups in cysteine residues, like other heavy metals that inhibit enzyme activity, which is bad for many vital metabolic processes.^[4]

Thallium poisoning can be treated with the potassium salt of Prussian blue ($\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$, Berliner Blau), which exchanges thallium ions in the stomach against potassium ions, slowly removing the poison.^[4]

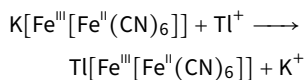


Figure 5.1: Prussian blue (Berliner Blau).^[5]

Cyanide

Cyanide is perhaps more famous for suicide than for murder, but either way, it is deadly. Cyanide capsules contain potassium cyanide, which forms hydrogen cyanide upon contact with a strong acid, such as gastric acid. Hydrogen cyanide is also called prussic acid (the name derives from the Prussian blue mentioned above) and smells a bit like marzipan or bitter almonds. Symptoms of prussic acid poisoning include deep and heavy breathing, red-coloured skin and cramps.^[2]

Once in the body, the cyanide ion binds to the iron ion in the cytochrome oxidases, which are essential for respiration in mitochondria. As a consequence, the oxygen supply to the mitochondria is inhibited and the poisoned person suffocates internally. This explains the red-coloured skin of the affected person, because the cells can no longer take up oxygen. Small concentrations of cyanide can be removed by the body, when the enzyme rhodanase binds cyanide to sulphur and the generated thiocyanide can be segregated. Additional sodium thiosulfate can facilitate this process. Since cyanide can also develop in fires, therapies have been developed to treat cyanide poisonings of firefighters. Methemoglobin producers, for example dimethylaminophenol (DMAP), can oxidise the Fe^{2+} ions in haemoglobin to Fe^{3+} ions which withdraw cyanide from the cytochrome oxidases. The conversion of a fraction of haemoglobin to methemoglobin is not harmful for an average person. This

way, a person can take up to **five times the normally lethal dose** of cyanide.^[6]

Mercury

Many things about mercury are fascinating: The temperature difference on its surface is more than 500 K,² he has an incredible voice,³ and it is a liquid metal at room temperature. But let us stick to the latter mercury. In the past, mercury was used in some common products, such as thermometers and dental care products. However, exposure to mercury-contaminated food can lead to deadly outcomes, especially if there is a lack of regulation and safety measures. By direct or indirect emission of mercury into the atmosphere, it can end up in the Earth's waters and, subsequently, in our food. Eating contaminated food can not only lead to **severe health problems** but also to **death**.

Similar to other heavy metals, mercury can bind to thiol, phosphoryl, carboxyl and amide groups, thereby inhibiting many molecules and enzymes, causing a lot of trouble for our membrane potentials, microtubule formation, immune function, and protein and DNA synthesis. In short, it is really bad.^[7]

But enough inorganic chemistry. There are also many fascinating organic compounds which can beat even the heaviest metals in terms of deadliness.

Aflatoxin B1

Aflatoxins, which occur in moulds, are more commonly known as carcinogenic compounds rather than toxins, but they can be just as deadly. The most studied aflatoxin is aflatoxin B1. Aflatoxin B is converted to a highly reactive epoxide, which goes on to react with various macromolecules in the cell, **degrading DNA** and **inhibiting protein synthesis**. Sooner or later, this leads to organ failure and death. More recent research suggests that the dihydrodiol of aflatoxin B1, which derives from the epoxide, plays a major role in its acute toxicity.^[8]

Alpha-amanitin

One of the most famous toxic mushrooms is the *Amanita phalloides*, commonly known as death cap (grüner Knollenblätterpilz). Eating one death cap suffices to kill an adult. The alpha-amanitin from the mushroom, which is not destroyed by heat or cold, is rapidly absorbed by the intestine and binds to a subunit of the RNA polymerase II, irreversibly inhibiting mRNA synthesis. Since the liver is the organ with the highest rate of protein synthesis, it is affected the most by alpha-amanitin poisoning. Furthermore, alpha-amanitin causes increased levels of **reactive oxygen species**, leading to inflammation and apoptosis. Symptoms such as nausea, vomiting and diarrhoea start 6–12 hours after ingestion of the death cap, liver and kidney failure follow after 2–4 days. An antidote does not exist, but gastric lavage and ac-

²Yes, I am talking about the planet Mercury

³Yes, I am talking about Freddy Mercury

tivated charcoal can **save lives** if applied early enough.^[9]



Figure 5.2: A deadly chap: a death cap (grüner Knollenblätterpilz).^[10]

Orellanine

Another toxic compound appearing in mushrooms is orrellanine, a bipyridine N-dioxide. The fool's webcap (Orangefuchsiges Raukopf) and the deadly webcap (Spitzgebuckelte Raukopf), which both contain orrellanine, are considered **two of the world's most toxic** mushrooms.

Orellanine inhibits the synthesis of proteins, RNA and DNA and is a competitive inhibitor for several enzymes. Moreover, ATP synthesis in microvilli-covered surfaces in the kidneys is interrupted, limiting the reabsorption of essential molecules. Again, free radicals can also play a role in inducing oxidative stress in the cell. One hypothesis is that the stable anion radical *ortho*-semiquinone is generated by biological oxidising agents like cytochrome c, for example. The anion radical can then produce reactive oxygen species responsible for ox-

idative stress in the cell if it occurs in large amounts.

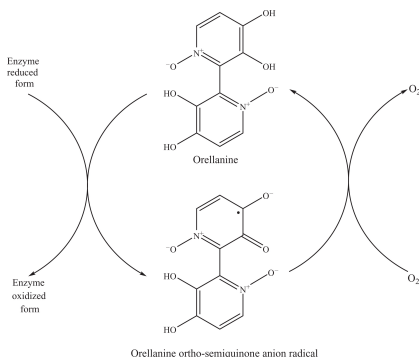


Figure 5.3: Production and reaction of the orrellanine *ortho*-semiquinone anion radical.^[11]

An antidote for orrellanine poisoning does not exist. Therefore, treatment in the hospital mainly consists of **dialysis**. Even if a patient survives the poisoning, dialysis might be needed for life. A kidney transplantation might even be necessary, since complete recovery is rare.^[11]

Ricin

Ricinus (Castor oil plant) is a lovely plant, with nicely patterned seeds, growing in more southern regions. Besides looking interesting, the seeds also taste nutty and are very deadly because they contain the toxic protein ricin.^[2]

The protein A chain of ricin hydrolyses the N-glycosidic bond of an adenosine residue in the 28S ribosomal RNA in eukaryotic cells. This makes it impossible for elongation factors to bind, **completely blocking protein synthesis**. A single ricin A chain can inactivate 1500 ribosomes per minute. One ricin molecule can already cause the cell it en-

ters to die. The lethal dose to kill a human is between 1 and $20 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ body weight. It is difficult to state a lethal dose of ricinus beans because their ricin content can vary. But to give you a rough scale, a lethal dose is somewhere between **5 and 10 beans**.^[12,13]

Symptoms occur after a few hours and include nausea, feebleness, and seizures. Death follows between 36 and 72 hours after ingestion. There is no antidote. Activated charcoal and gastric lavage are the only options that might help to remove the poison.^[2]

More deadly stuff

What else is still missing? Well, some of the most famous, deadliest and cruel poisons: **neurotoxins**. The strongest and therefore very famous neurotoxin botulinum toxin. 0.0002 mg is sufficient to kill a 70 kg person.^[2]

Botulinum toxin is a protein produced by the bacterium *Clostridium botulinum*, which can occur in adulterated meat. The bacteria may also reproduce in improperly canned food. For babies, spores of *Clostridium botulinum* in honey can already be very dangerous because their immune system is not yet developed enough to prevent the spores from germinating. Therefore, **honey should not be fed to infants** before the age of one.^[14]

The toxic protein has a light and a heavy chain held together by a disulfide bond. The heavy chain binds to a receptor in the neuronal membrane so that the pro-

tein can enter the cell via endocytosis. Inside, the light chain then cleaves SNAP-25, which is part of the SNARE complex that mediates the fusion of vesicles containing neurotransmitters with the synaptic membrane. Therefore, the vesicles cannot release the transmitters and **signal transmission is blocked**.^[15]

The first symptoms occur after 5–15 hours and ends with the victim dying from paralysis. Luckily, antidotes do exist, one just has to be fast enough to administer one.^[2]

Better company than *Clostridium botulinum* is probably a funny-looking puffer fish. Should you ever encounter a puffer fish when diving or snorkelling, be sure to keep your distance because the neurotoxin tetrodotoxin (TTX) can kill you very fast and an antidote does not exist. One might wonder why in some parts of the world, for example in Japan, puffer fish can be found on restaurant menus. TTX occurs mainly in the skin, the liver and in the ovaries of the fish and if these parts are thoroughly removed, the fish can be eaten and you will survive until dessert.



Figure 5.4: A poisonous puffer fish.^[16]

TTX blocks the Na^+ channels in the peripheral nervous system, leading to **respiratory paralysis**. But if heart and body circulation are kept going, the effect of the poison can decrease and one might live to tell the tale. Not only puffer fish, but many other sea animals also carry TTX, for example octopuses, worms, and some jellyfish. TTX is also an antidote to another very strong poison.^[2]

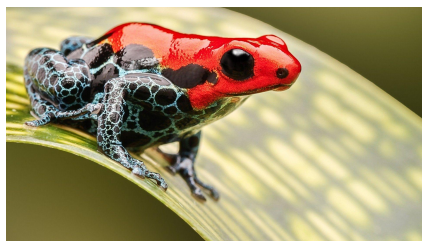


Figure 5.5: A poison dart frog.^[17]

In the skin of the tiny little poison dart frogs, a strong neurotoxin called batrachotoxin (BTX, Figure 5.6) can affect the Na^+ channels so that they never close, causing cramps which can lead to death. BTX only has an effect if it enters the bloodstream, for example through a small injury on the skin. If you did touch a poison dart frog and BTX enters your body, remember that **TTX has the opposite effect** on the Na^+ channels. You have just to be lucky to get your hands on some TTX before it is too late.^[2]

The name “dart frog” originates from the fact that their poison (amongst others) is used by indigenous people in South America for poisonous blow darts.

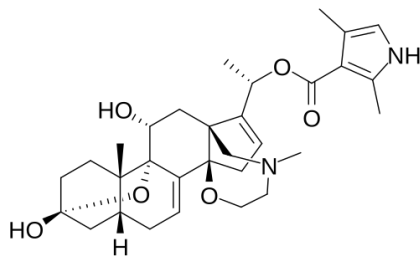


Figure 5.6: The chemical structure of BTX.^[18]
This looks like one hell of a retrosynthesis.

A quite similar result is achieved by aconitine, an alkaloid from the aconite plant (blauer Eisenhut), which blocks the inactivation of the Na^+ channels.^[19] Aconitine is considered one of the strongest poisons in plants and can, contrary to BTX, enter the body through normal skin and the intestine.^[2]

A plant that you can touch, but should not eat too many fruits of, is the Atropa (Tollkirsche). The fruits look similar to other wild cherries, making them very dangerous for children, who can already die after eating **two to five of the cherries**.^[2] For adults, the lethal dose is higher, but not determined exactly. The poison, atropine, blocks the transmission of signals in the nervous system by competitively inhibiting the acetylcholine receptors in the synaptic cleft, which can lead to respiratory paralysis.^[20]

Atropine is also called “Belladonna” because it also leads to big pupils, which was considered beautiful in the Renaissance. Other symptoms of atropine poisoning are reduced saliva and sweat, an increased heartbeat and wide bronchi.^[2]

That nicotine can shift the death date of a person into a closer future is common knowledge. Lesser known is the fact that nicotine can be an acute poison. Quite a lot of nicotine is needed to kill an adult person – estimations say 40–60 mg – which is why nicotine poisoning is relatively rare. For comparison, a cigarette contains 12 mg of nicotine on average. Another issue with nicotine is, that it is taken up slowly and eliminated rather quickly from the body, so if you wanted to commit suicide by eating four or five cigarettes, you would have to eat them all at once and maybe still encounter timing issues. How many cigarettes one has to eat exactly to die has not yet been determined.

Nicotine binds to the nicotinic acetylcholinesterase receptor in the postsynaptic membrane, allowing the influx of different cations, causing inadvertent signal transmission. In the worst case, the intoxication can cause seizure, hypotension and respiratory paralysis and result in death. Very dangerous nowadays are e-cigarettes because they contain **liquid nicotine**. Drinking this is a really bad idea if you love your life. But apparently, liquid nicotine tastes absolutely disgusting, so drinking it might actually result in throwing up instead of dying.^[2,21]

I hope you now have new insights into the biochemical mechanisms of famous poisons. Please only use your new knowledge as science fun facts, ideas for crime stories, or to potentially save lives. Even if poisons are fascinating, death is not. And remember: Never kiss cute little frogs – no prince

is worth your life.

Bibliography

- [1] M. Kuivenhoven, K. Mason, “Arsenic Toxicity”, can be found under <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541125/>, **2023**.
- [2] M. Büttner, C. Lehmann, *Von Arsen bis Zielfahndung, Das aktuelle Handbuch für Krimiautorinnen und Neugierige*, Argument, Hamburg, Germany, **2009**.
- [3] S. Muzaffar, J. Khan, R. Srivastava, M. S. Gorbatyuk, M. Athar, *Cell Biol. Toxicol.* **2022**, 39, 85–110.
- [4] J. Fujihara, N. Nishimoto, *Curr. Res. Toxicol.* **2024**, 6, 100157.
- [5] “Prussian blue”, *Wikipedia*, can be found under https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Prussian_blue&oldid=1292063989, **2025**.
- [6] A. Rump, *Notfall + Rettungsmedizin* **2013**, 16, 382–388.
- [7] M. Rafati-Rahimzadeh, M. Rafati-Rahimzadeh, S. Kazemi, A. A. Moghadamnia, *DARU J. Pharm. Sci.* **2014**, 22, DOI: 10.1186/2008-2231-22-46.
- [8] N. Benkerroum, *Int. J. Env. Res. Pub. He.* **2020**, 17, 423.
- [9] M. A. Arici, Y. Tuncok in *Toxicology*, (Eds.: V. B. Patel, V. R. Preedy), Elsevier, London, England, **2021**, Chapter 43, pp. 447–456.
- [10] “Grüner Knollenblätterpilz”, *Wikipedia*, can be found under https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Gr%C3%BCner_Knollenbl%C3%A4tterpilz&oldid=255869916, **2025**.
- [11] R. J. Dinis-Oliveira, M. Soares, C. Rocha-Pereira, F. Carvalho, *Hum. Exp. Toxicol.* **2016**, 35, 1016–1029.
- [12] M. A. Hayoun, E. L. Kong, M. E. Smith, “Ricin Toxicity”, can be found under <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441948/>, **2023**.
- [13] J. Audi, M. Belson, M. Patel, J. Schier, J. Osterloh, *JAMA* **2005**, 294, 2342–2351.

- [14] “Botulism”, *World Health Organization*, can be found under <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/botulism>, **2023**.
- [15] A. Wheeler, H. S. Smith, *Toxicology* **2013**, 306, 124–146.
- [16] “Le changement climatique crée des poissons mortels cousins du fugu”, *Futura-sciences*, can be found under <https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/poisson-changement-climatique-cree-poissons-mortels-cousins-fugu-74319/> (accessed May 19, 2025).
- [17] “Poison Dart Frog Wallpapers”, *Wallpaper-Access*, can be found under <https://wallpaperaccess.com/poison-dart-frog> (accessed May 19, 2025).
- [18] “Batrachotoxin”, *Wikipedia*, can be found under <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Batrachotoxin&oldid=1289330742>, **2025**.
- [19] F. Zheng, J. Zhang, B. Wang, J. Yan, *Forensic Sci. Int.* **2025**, 371, 112478.
- [20] K. McLendon, C. V. Preuss, “Atropine”, can be found under <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470551/>, **2025**.
- [21] T. Alkam, T. Nabeshima, *Neurochem. Int.* **2019**, 125, 117–126.



Botox

Wundermittel oder Nervengift

Uma Grotefeld Gift – davon versucht sich der Mensch im Allgemeinen fernzuhalten. Vor allem Nervengifte klingen intuitiv gefährlich und abschreckend. Nun ist es jedoch längst zur Norm geworden, sich Nervengift verabreichen zu lassen, um ein paar Jahre jünger aussehen zu können. Es schockiert nicht mehr, eine faltenfreie Stirn zu sehen oder einen Menschen, dessen Gesichtspartie sich trotz starker Emotionen kaum bewegt. Wie passt also dieses instinktive Misstrauen gegenüber Nervengiften mit heutzutage üblichen Botoxanwendungen zusammen?

Botulinumtoxin Typ A (nachfolgend als Botox abgekürzt) ist ein Sammelbegriff für bestimmte ähnliche neurotoxische Proteine. Es handelt sich um ein von Bakterien produziertes Nervengift, welches viel mehr leistet, als wir denken. Das Gift, welches einen LD_{50} -Wert von $3 \text{ ng} \cdot \text{kg}^{-1}$ bei Mäusen aufweist, hat die Menschen schon im 18. Jahrhundert bewegt – allerdings aufgrund von Lebensmittelvergiftungen, die bei dem damaligen Hygienestand ein häufigeres sowie gravierenderes Problem als heutzutage waren.^[1] Das «Wurstgift», wie es damals bezeichnet wurde, weil es oftmals durch verdorbenes Fleisch in den Körper gelangte, führte vor dem Tod der Patienten beispielsweise zu Krämpfen und Starrsucht. Der deutsche Mediziner Justinus Kerner (1786–1862) untersuchte vermehrt Vergiftete und kam zu dem Schluss, dass keine Therapie für dieses Gift möglich sei, und dass ganz nach Paracelsus' Motto dieses Gift in kleinen Mengen Anwendungen in der Therapie haben könnte.^[2] Nun, einerseits möchte ich Sie, liebe Lesende, beruhigen: Heutzutage kann der sogenannte Botulismus (also die Wurstvergiftung) mithilfe von

Botulinum-Antitoxinen behandelt und der Patient oder die Patientin für einige Zeit künstlich beatmet werden, falls die Atemmuskulatur gelähmt ist.^[3]

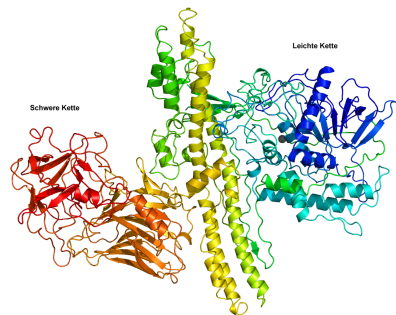


Abbildung 6.1: Proteinstruktur von Botulinumtoxin.^[4]

Andererseits hatte Kerner tatsächlich recht mit seiner Annahme, dass Botox Therapieanwendung haben könnte. Seit den 1980er Jahren wird Botox erfolgreich genutzt, um beispielsweise Strabismus, Hemispasmus facialis und Spasmodic Dysphonia zu behandeln – also Krankheiten, die sich in Form von Stottern, Spasmen etc. auswirken. Krankheiten, die unfreiwillige Bewegungen bestimmter Muskelgruppen hervorrufen, können gut mithilfe ei-

ner kleinen Injektion des Toxins behandelt werden.^[1] Heutzutage wird Botox auch in der Schmerztherapie verwendet, um beispielsweise chronischen Schmerzen im unteren Rücken zu behandeln oder die Anzahl und Stärke von Migräneattacken zu verringern.^[5-8]

Professorin für Ophthalmologie, Jean Carruthers, nahm ab 1982 an klinischen Versuchen mit Botox zur medizinischen Behandlung von Strabismus teil, wobei eine ihrer Patientinnen auf eine Besserung der eigenen Gesichtsfalten hindeutete. Mit ihrem Ehemann, Professor Alastair Carruthers, fing sie daher an, diesen Aspekt der Therapie näher zu beleuchten und veröffentlichte 1990 die erste Publikation zu einer derartigen Anwendung von Botox. Es wurden später unter anderem Anwendungen in der Stirnregion, bei Krähenfüssen, Nasenfalten und am Kinn beschrieben. In einer Vielzahl von Studien wurde aufgezeigt, dass diese Behandlungen (bei korrekter Injektion, siehe einige Absätze weiter) sowohl auf kurze als auch auf lange Sicht **keine schweren Nebenwirkungen** aufzeigen. Es ist allerdings von Schmerzen, Schwellungen, Hämatomen und Kopfschmerzen die Rede.^[9] Botox wird heutzutage auch in den Achselhöhlen eingesetzt, wobei Nervenimpulse blockiert werden, die die Schweißproduktion verursachen. Bei übermässigem Schwitzen wird so eine Normalisierung des Schwitzens eingestellt, die für etwa sieben Monate hält.^[10]

In den letzten Jahren sind Unterspritzungen mit Botox immer mehr zur Norm geworden.^[11] Vor allem durch soziale Medi-

en wird die perfekt glatte Stirn zum Schönheitsstandard und die Angst vor dem Altern nimmt weiter zu. Aufgrund der Vielzahl an Filtern und Weichzeichnern, zusätzlich zu den Unterspritzungen vieler Influencer:innen, bekommt man den Anschein einer faltenfreien Existenz. So fangen viele Menschen an, sich mit den unrealistischen Schönheitsidealen zu vergleichen und die eigene Schönheit zu vergessen. Bereits **im minderjährigen Alter** lassen Eltern ihren Kindern Botox verabreichen, um der Faltenbildung während des Alterungsprozesses vorzubeugen. Teilweise umgehen Jugendliche auch die eigenen Erziehungsberechtigten, um dem vermeintlichen Ideal endlich entsprechen zu können.

Alle drei bis sechs Monate sollte Botox also unterspritzt werden, um die jugendliche Frische bloss nicht zu verlieren. Nun sind diese Unterspritzungen allerdings sehr teuer: Eine Stirnfaltenunterspritzung in der Schweiz kostet beispielsweise etwa CHF 270. Diese hohen Kosten der Behandlungen zu stemmen, fällt vielen Menschen schwer; sie fühlen sich ohne das Botox jedoch nicht mehr in ihrer eigenen Haut wohl. Diesen Fakt nutzen einige Behandelnde leider aus.

In Deutschland dürfen beispielsweise neben jedem approbierten Arzt mit Injektionserlaubnis (wie Zahnärzten), auch HeilpraktikerInnen derartige Behandlungen legal durchführen. Zudem steigt die Anzahl illegaler Unterspritzungen rasant.^[12] Diese sind um ein Vielfaches günstiger und für Jugendliche ohne Erlaubnis der Eltern erhältlich. Darüberhinaus wird vermehrt

für Behandlungen im Ausland geworben, wobei die günstigen Preise und die Pakete verschiedener Behandlungen auf einmal im Vordergrund stehen. In all diesen Fällen besteht die **Gefahr**, dass bei unzureichenden Fachkenntnissen der behandelnden Person **Ungenauigkeiten bei der Injektion** auftreten. Diese können Asymmetrien, Gesichtslähmungen oder Hautnekrosen (Hautareale sterben ab) verursachen. Bei der Behandlung (teilweise innerhalb von «erfreulichen» Unterspritzungspaketen) von Krähenfüssen (also Lachfältchen, die ich persönlich wunderschön finde), kann es bei falscher Injektion auch zur Erblindung kommen. Diese Gefahren treten nicht nur bei der Behandlung mit Botox, sondern auch bei dem Spritzen von Fillern aus Hyaluronsäure auf.

Als Fazit ist zu betonen, dass jeder Mensch mit seinem Körper machen kann, was er oder sie möchte. Falls es zur Glückseligkeit einer Person beiträgt, weniger Falten im Gesicht zu haben, dann darf sie das natürlich anstreben und umsetzen lassen. Wichtig ist, sich zu informieren und Fachpersonal aufzusuchen, welches über die Behandlung genügend aufklärt. In diesem Fall birgt die Unterspritzung mit Botox laut einer Vielzahl an Studien wenige gravierende Risiken. Allerdings sollte man sich die Schönheit des Alters immer wieder vor Augen führen, sowie den Fakt, dass beispielsweise Lachfältchen die vielen Freuden eines jeden Menschen in dessen Gesicht verewigen. Die Anwendung bei Minderjährigen ist darüber hinaus sehr kritisch zu betrachten.

Botulinumtoxin Typ A ist ein sehr vielseitiges Protein, welches durch medizinische Applikationen einer Vielzahl von Menschen die Lebensqualität gesteigert oder das Leben gerettet hat und dies auch weiterhin tut. In der kosmetischen Dermatologie findet das Nervengift ebenfalls regelmässige Anwendung und verursacht bei korrekter Applikation durch Fachpersonal wenige Nebenwirkungen. Man sollte dennoch im Kopf behalten, dass eine **falsche Injektion schwere Nebenwirkungen** haben kann und eine zu hohe Dosis tödlich sein kann.

Quellen

- [1] E. J. Schantz, E. A. Johnson, *Microbiol. Rev.* **1992**, 56, 80–99.
- [2] B. Sommer, G. Sattler, L. Schelosky, D. Bergfeld, *Botulinumtoxin in der ästhetischen Medizin*, 3. Aufl., (Hrsg.: B. Sommer, G. Sattler), Thieme, Stuttgart, Deutschland, **2006**.
- [3] «Botulismus – das Wichtigste in Kürze», *Bundesamt für Gesundheit (BAG)*, zu finden unter <https://www.bag.admin.ch/dam/bag/de/dokumente/mt/infektionskrankheiten/botulismus/botulismus-kurz.pdf.download.pdf/botulismus-das-wichtigste-in-kuerze.pdf>, **2023**.
- [4] A. Vögtli, «Botulinumtoxin», zu finden unter <https://www.pharmawiki.ch/wiki/index.php?wiki=Botulinumtoxin>, **2012**.
- [5] H. Göbel, W. H. Jost, Arbeitsgruppe Schmerz im Arbeitskreis Botulinumtoxin der Deutschen Gesellschaft für Neurologie, *Der Schmerz* **2003**, 17, 149–165.
- [6] L. Foster, L. Clapp, M. Erickson, B. Jabbari, *Neurology* **2001**, 56, 1290–1293.
- [7] M. Brin, D. M. Swope, C. O'Brian, S. Abbasi, J. M. Pogoda, *Cephalalgia* **2000**, 20, 421–422.
- [8] S. Silberstein, N. Mathew, J. Saper, S. Jen-

- kins, *Headache: J. Head Face Pain* **2000**, 40, 445–450.
- [9] A. Brown, C. Teller, *Dermatol. Rev.* **2022**, 3, 247–256.
- [10] M. Heckmann, S. Breit, A. Ceballos-Baumann, M. Schaller, G. Plewig, *Hautarzt* **1998**, 49, 101–103.
- [11] «VDÄPC-Statistik: Zahlen, Fakten und Trends in der Ästhetisch-Plastischen Chirurgie», *VDÄPC*, zu finden unter <https://www.vdaepc.de/vdaepc-statistik-zahlen-fakten-trends-in-der-aesthetisch-plastischen-chirurgie/>, **2020**.
- [12] T. Giesbers, A. Harrer, «Illegale Botox-Behandlungen boomen», zu finden unter <https://www.tagesschau.de/investigativ/swr/illegale-botox-studios-heilpraktiker-social-media-100.html>, **2025**.



Chemische und biologische Kriegsführung

Ein besonders unrühmliches Kapitel der Geschichte unserer Disziplin

Silvan Zumbunn, Daniel Schiller

Das Wort Gift hatte ursprünglich die Bedeutung von Gabe oder Geschenk, die sich im Englischen sowie im Wort Mitgift bis heute hält, während sich seine Bedeutung im Deutschen auf «der Gesundheit abträgliche Substanz» verengt hat. Wann ein Mensch zum ersten Male einem anderen eine chemische Substanz mit dem Vorsatz, diesen an Leib und Leben zu schädigen, verabreichte, dürfte wohl kaum ermittelbar sein.¹

Chemie als Waffe

Bereits von den indigenen Völkern zahlreicher Weltregionen existieren Berichte über den Einsatz vergifteter Pfeile. In Europa wurde zu diesem Zweck häufig Aconitin, das Gift des blauen Eisenhutes, benutzt, da es bereits in sehr kleiner Menge tödlich wirkt.^[1] Aus der klassischen Antike sind zudem Berichte über die **bewusste Vergiftung anderer** überliefert, sowohl im zivilen Kontext, etwa bei der Hinrichtung des Sokrates mittels Coniin oder im Umfeld Kaiser Neros, als auch in militärischen Zusammenhängen, etwa bei der Vergiftung von Trinkwasser und Waffenschneiden sowie beim Einsatz von Rauch und Schwefeloxiden, die somit den ersten Fall darstellen dürften, bei dem giftige Gase im Krieg verwendet wurden, um Menschen aus befestigten Positionen zu treiben oder zu töten.^[1–3]

In den folgenden Jahrhunderten wurden immer wieder sowohl die bereits genannten Methoden im Krieg eingesetzt als auch neue in grosser Zahl erfunden, von denen jedoch fast alle wegen geringer Wirksamkeit oder Praktikabilität rasch wieder verschwanden. **Stinktöpfe** waren etwa mit diversen übel riechenden Substanzen animalischer und mineralischer Natur gefüllte Tonkrüge, die geworfen wurden und durch ihren Geruch die Gegenseite zur Aufgabe zwingen sollten. Zudem war Gift als Waffe bereits damals teilweise geächtet. Brantkalk wurde wegen seiner ätzenden, die Augen stark schädigenden Wirkung bereits im Mittelalter eingesetzt, wurde aber auch vor wenigen Jahren eingesetzt, um europäische Grenzachen anzugreifen.^[1,4]

Als traditioneller König der Gifte wurde seit dem Spätmittelalter hingegen das Arsen, in Form seines unter der Bezeichnung Arsenik bekannten Sesquioxides, das bei der Röstung arsenführender sulfidischer Erze aus dem Rauchgas abgeschieden und als Ratengift weithin vertrieben wurde, berühmt-berüchtigt. Im neunzehnten Jahrhundert wurden für die altbekannten mineralischen Gifte **Nachweisverfahren** entwickelt, die im Falle von Arsen und Antimon durch die **Marsh'sche Probe** bereits recht früh bemerkenswerte Nachweisgrenzen erzielten. Zu-

¹ Deswegen verzichtet dieser Artikel auch darauf, Pestizide, Medikamente mit toxischer Wirkung, Rauschgift, Arbeitschutz und dergleichen abzuhandeln, da er sonst einen übermässigen Umfang erhielte.

gleich kamen durch den technologischen Fortschritt neue Giftstoffe auf, von denen etwa der weisse Phosphor in Form der Zündhölzer Einzug in viele Haushalte hielt.^[2]

Auch während der Industrialisierung wurden regelmässig neu entdeckte, toxische Chemikalien als Kampfstoffe vorgeschlagen. Diese Idee scheiterte aber vielfach an der **ablehnenden Haltung des Militärs** sowie an fertigungstechnischen Problemen. Zugleich wurde während der Haager Friedenskonferenzen ein Verbot einer Reihe militärischer Handlungen, darunter die Anwendung von Giften, vergifteten Waffen und «unnötiges Leid verursachenden Waffen»,² verboten. Da die Konvention jedoch keine genaue Definition dieser Begriffe vornahm, interpretierten einige Staaten diese recht frei und begannen etwa mit der Entwicklung von Tränengasen.^[1]

Welches Land im Ersten Weltkrieg zuerst **Tränengas** einsetzte, wenn auch mit geringem Erfolg, ist nicht klar bekannt.^[5] Historisch unumstritten ist jedoch, dass am 22. April 1915 während der Zweiten Flanderschlacht eine auf Fritz Habers Vorschlag gebildete Pioniereinheit, in der zahlreiche deutsche Wissenschaftler kämpften, auf 6 km Länge etwa 150 T Chlorgas in die Atmosphäre entliess und damit eine **viertelstellige Zahl von Soldaten** der Entente auf qualvolle Art und Weise tötete. Das Kaiserreich erlangte aber dadurch keinen dauerhaften militärischen Vorteil.

Auf der Seite der Entente begann nun hektische Arbeit, um die deutsche Taktik zu ko-

pieren sowie Gasmasken, andere Schutzmassnahmen und neue, noch gefährlichere Gifte zu entwickeln. Parallel dazu entwickelten auch die Wissenschaftler der Mittelmächte neue Kampfstoffe und Schutzmassnahmen. Chlorgas als Lungengift wurde im Laufe des Jahres 1916 durch **Phosgen** (Carbonyldichlorid) ersetzt, das bereits in geringeren Mengen verzögert tödlich ist und durch seinen höheren Siedepunkt auch als Granatenfüllung verwendet werden kann. Als die Gasmasken so weit entwickelt waren, dass ihre konsequente Verwendung verhinderte, dass ganze Einheiten auf einmal starben oder kampfunfähig wurden, wurden von deutscher Seite Chlor-Arsen-Kampfstoffe entwickelt, die **Gasmaskenfilter durchdrangen** und die Atemwege so stark reizten, dass die betroffenen Soldaten ihre Gasmasken entfernten und nun der Wirkung der Lungengifte schutzlos ausgesetzt waren. 1917 setzte die Armee des Kaiserreiches erstmals eine neue Klasse von Kampfstoffen ein: Das an Fritz Habers Forschungsinstitut ausgewählte Hautgift **Senfgas**. Dieses dringt durch die Haut, ruft sehr schmerzvolle Blasen und Geschwüre hervor, führt beim Einatmen ebenfalls zum Tod, ist stark karzinogen und verursacht Erblindung. Da im Ersten Weltkrieg Vollschutzanzüge kaum bis gar nicht zur Verfügung standen, gab es gegen dieses Gift, das ab Sommer 1918 auch den Entente-Mächten zur Verfügung stand, bis Kriegsende kaum Schutz.^[1]

Die Gesamtzahl der Opfer kann nur ge-

² Artikel 23 a und e. Welche Waffen tun das denn nicht?

schätzt werden, da es allen Krieg führenden Ländern daran gelegen war, die eigenen Probleme kleiner darzustellen, als sie in der Realität waren, und den dem Gegner zugefügten Schaden zu überhöhen, es ist aber davon auszugehen, dass etwa 70 000 bis 90 000 Soldaten getötet und eine Million verschieden stark in ihrer Gesundheit geschädigt wurden. Dazu kommen die Vergiftungen der Beschäftigten in den Fabriken, die am Herstellungs- und Einsatzort angerichteten Umweltschäden und die Folgeschäden, die oft erst Jahre nach Kriegsende auftraten.^[1]

Unter dem Eindruck dieser Grausamkeiten wurde 1925 das **Genfer Protokoll**^[6] von einem Grossteil der Staaten beschlossen. Viele Staaten ratifizierten es jedoch nicht, hintertrieben es aktiv oder beschränkten sich auf eine Erklärung, nicht zuerst Vertragsstaaten anzugreifen. Das Deutsche Reich führte seine Forschungen im Geheimen fort, trat in eine Partnerschaft mit der Sowjetunion ein und verkaufte Chemikalien und Know-how an andere Staaten, etwa an Spanien. Viele der bereits über Chemiewaffen verfügenden Staaten behielten diese bei.^[1]

In den Kriegen der 1920er und 1930er wurden immer wieder Chemiewaffen eingesetzt, so etwa im russischen Bürgerkrieg, der sowjetischen Invasion in Xinjiang 1934, dem Krieg Spaniens gegen die Rifkabylen, dem chinesisch-japanischen Krieg ab 1937 oder den Kolonialen Kriegen Italiens. Bei diesen asymmetrischen Konflikten griff eine technisch höher entwickelte Macht völ-

lig unvorbereitete und schlecht ausgerüstete Gegner oder gar Zivilisten an, mit entsprechend fürchterlichen Folgen.^[1]

Nach 1933 stellte die deutsche Industrie aus dem Ersten Weltkrieg bekannte Chemiewaffen und die dazugehörige Munition wieder in vermehrtem Ausmass her. Bei der Erforschung potenzieller Insektizide durch Gerhard Schrader im Dienste der I.G. Farben wurden mehrfach extrem giftige Verbindungen aufgefunden, die anschliessend von militärischen Stellen untersucht und teilweise in Massenproduktion gegeben wurden. Dabei handelte es sich um Derivate des fünfwertigen Phosphors, die eine Oxo-, eine Abgangs- und zwei elektronenschiebende Gruppen enthielten und unter den Trivialnamen Tabun, Sarin und Soman bekannt wurden. Diese Gifte reagieren mit dem Enzym Acetylcholinesterase, das für die Entfernung des Neurotransmitters Acetylcholin aus dem synaptischen Spalt verantwortlich ist, stören so die Funktion des Nervensystems und führen zum **Tod durch Atemlähmung**. Während es historisch belegt ist, dass die Alliierten und die Schweiz ebenfalls einige der aus dem Ersten Weltkrieg bekannten Stoffe produzierten, widersprechen sich manche Quellen bei der Frage, ob die Alliierten vor Kriegsende Kenntnis von den deutschen Aktivitäten auf dem Gebiet der Nervenkampfstoffe erlangten.^[1,7,8] Einige weniger toxische Abkömmlinge dieser Stoffklasse wurden als Insektengifte auch der zivilen Nutzung zugeführt, durch ihre leichte Zugänglichkeit aber zugleich unter nicht staatlich gedeck-

ten Giftmördern gebräuchlich.^[9]

Viele Kriegsparteien in Europa im Zweiten Weltkrieg verfügten über chemische Waffen, setzten sie allerdings nicht in nennenswertem Ausmass im Kampf ein. Dafür dürfte in erster Linie die Furcht vor Vergeltung, insbesondere in Form von Luftangriffen gegen Städte, sowie die gegenseitige Überschätzung der jeweiligen gegnerischen Kapazitäten liegen. Das hinderte die nationalsozialistische Regierung jedoch nicht daran, Kohlenmonoxid, dieses enthaltende Motorabgase und Cyanwasserstoff zu verwenden, um in zu **Tötungsanstalten** umgebauten Pflegeheimen, Konzentrations- und Vernichtungslagern Millionen Menschen zu ermorden.^[1]

Nach dem Zweiten Weltkrieg begannen die Alliierten, die in Deutschland entwickelten Gifte zu kopieren sowie auf deren Grundlage neue zu entwickeln. Im Laufe der 1950er entstanden in den USA, der Sowjetunion und zahlreichen anderen Staaten Labore und Fabriken, in denen neue, noch toxischere Substanzen, wie VX/VG erforscht und produziert wurden. Zudem wurden **bi-näre Kampfstoffe** entwickelt, die erst im Flug der Granate oder Rakete bei der Mischung der Vorläuferstoffe in einer raschen chemischen Reaktion entstehen, um die Probleme, die bei der Lagerung hochtoxischer und ätzender Chemikalien auftreten, zu vermeiden. Dazu kam eine neue Kategorie: **Psychokampfstoffe** wie LSD und 3-Chinuclidinbenzilat, die zu starken Halluzinationen und bei hoher Dosierung stunden- oder tagelangem Realitätsverlust führen.^[1]

Aus dieser Zeit existiert eine Vielzahl von behaupteten Angriffen mit Chemiewaffen.^[5] Zum Beispiel kursiert seit den späten 1960ern die Behauptung, dass die Sowjetunion oder ihre Verbündeten in Laos oder Vietnam Mykotoxine vom Hubschrauber aus in Form eines gelben Regens verbreitet und damit zahlreiche Menschen getötet hätten. Die Beweislage ist jedoch eher dürrtig, und der gelbe Regen kann auch auf das massenhafte Auftreten von Bienenpollen und Bienenkot zurückzuführen sein.^[1]

Belegt sind jedoch unter anderem Bombardierungen mit Senfgas im Jemen in den 1960ern, der Einsatz chemischer Waffen durch die Truppen Saddam Husseins während des Ersten Golfkrieges, sowohl gegen die iranische Armee als auch gegen die kurdische Zivilbevölkerung, die Verwendung von Herbiziden zur Zerstörung von Nutzpflanzen und Wäldern im Vietnamkrieg sowie die Verwendung von Reizstoffen in zahlreichen Konflikten. Im Falle des Irak wurden die dort bevorrateten chemischen Waffen unter der Aufsicht von UN-Inspektoren nach 1990 zerstört,^[1] vermutlich aber nicht ganz vollständig.^[8]

1993 wurde das **Chemiewaffenübereinkommen** geschlossen, das die Entwicklung, Herstellung, Bevorratung, Weitergabe, den Einsatz oder die Vorbereitung des Einsatzes von chemischen Waffen sowie den Einsatz von Tränengas im Krieg verbietet, alle existierenden Bestände melde- und vernichtungspflichtig macht und Inspektionen chemischer Anlagen durch die zur Überwachung der Einhaltung dieses Übereinkom-

mens neu gegründete Organisation für das Verbot chemischer Waffen erlaubt. Das Abkommen enthält zudem Definitionen sowie eine Liste verbotener und überwachungspflichtiger Stoffe.^[10]

1994 und 1995 verübten einer japanischen Sekte angehörende Terroristen mehrere Anschläge mit dem **Nervenkampfstoff Sarin**, um polizeiliche Ermittlungen und gerichtliche Verfahren gegen die Sekte zu behindern, und töteten damit über 20 Menschen. Mehrere Tausend wurden verletzt und es dauerte einige Stunden, bis die Ursache gefunden war und die richtige medizinische Behandlung angewandt werden konnte. Die Sektenführung erreichte ihr Ziel nicht – ihr Vermögen wurde eingezogen, sie verlor den Grossteil ihrer Mitglieder und die für den Anschlag Verantwortlichen wurden gehängt.^[8]

Im syrischen Bürgerkrieg wurden vonseiten der syrischen Regierung Nervenkampfstoffe eingesetzt. Als dies 2013 durch eine entsprechende Untersuchung international bestätigt wurde und daraus starker internationaler Druck auf die syrische Regierung entstand, trat Syrien dem Chemiewaffenübereinkommen bei und liess seine Chemiewaffen vernichten – zumindest vorgeblich. Im weiteren Verlaufe des Bürgerkrieges gab es immer wieder Angriffe mit chemischen Waffen, die höchstwahrscheinlich von Regierungstruppen ausgingen und zur Annahme verleiten, dass das Chemiewaffenprogramm weiter betrieben wurde.^[8]

2017 wurden ein russischer Überläufer, Ser-

gei Skripal, seine Tochter, zwei Polizisten, ein Sanitäter, und ein Müllsammler von einem auf der Türklinke der Skripals aufgetragenen Nervengift verletzt, sowie eine Frau von dem in einer Parfumflasche getarnt entsorgten Gift getötet. Bei dem Gift, dessen exakte chemische Struktur bislang nicht öffentlich bekannt ist, handelt es sich um eine der in den 1980ern in der damaligen Sowjetunion entwickelten Substanzen vom Novichok-Typ, was zusammen mit Skripals Vorgeschichte und einigen anderen Indizien die Vermutung nahelegt, dass **russische Geheimagenten** dafür verantwortlich waren. Da diese Geheimagenten Grossbritannien bereits verlassen hatten, wiesen zahlreiche westliche Staaten russisches diplomatisches Personal aus.^[8] 2024 wurde die russische Armee von amerikanischer Seite beschuldigt, Reizstoffe sowie das Lungen Gift Chlorpikrin (Trichlornitromethan) gegen die Ukraine eingesetzt zu haben.^[1,11]

Im Mai 2024 meldeten die Vereinigten Staaten von Amerika, dass die amerikanischen Streitkräfte ihre letzten Bestände an chemischen Kampfstoffen zerstört hätten. Damit sind alle offiziell gemäss dem Chemiewaffenübereinkommen deklarierten Kampfstoffe zerstört.^[12] Das heisst jedoch leider nicht, dass diese Bedrohung auf alle Zeiten aus der Welt geschafft ist. Erstens haben Nordkorea, Ägypten, Israel und der Südsudan das Übereinkommen nicht ratifiziert. Zweitens ist es nicht auszuschliessen, dass manche Staaten vorsätzlich oder versehentlich Teile ihrer Bestände verschwie-

³ Siehe Syrien nach 2014.^[8]

gen haben oder gar neu produziert haben.³ Drittens liegen vielerorts auf dem Meeresgrund oder im Erdboden vergraben alte Chemiewaffen, deren Beseitigung nur mit grossem Aufwand möglich ist.^[1] Viertens besteht trotz entsprechenden Kontrollen der Ausgangsmaterialien die Möglichkeit, dass Terroristen sich **kleinere Mengen von Vorläuferstoffen** verschaffen und damit Gifte herstellen, um damit Terroranschläge zu begehen.^[5]

Geschichte der Biowaffen

Biologische Kampfführung findet ihren Ursprung schon weiter zurück, als man denken würde. Schon im Jahre 3000 v. u. Z. soll infiziertes Vieh verwendet worden sein, um gegnerische Nahrungsmittelversorgung zu untergraben. Dies ist aber historisch umstritten und sollte kritisch betrachtet werden. Die ersten nachvollziehbaren Berichte von biologischer Kriegsführung sind auf das **4. Jahrhundert v. u. Z.** zurückzuführen. Dabei wurden Tierkadaver verwendet, um Pfeile zu vergiften, in der Hoffnung, Infektionen bei den getroffenen Gegnern zu verursachen.^[13] Weitere Überlieferungen berichten von sogenannten Pestleichen, welche bei einer Belagerung im 14. Jahrhundert mit Katapulten über die Burgmauer geschleudert wurden.^[14] Die biologische Kriegsführung der frühen Menschheitsgeschichte war dabei nicht gezielt. Es wurden weder absichtlich Pestinfizierte gezüchtet, noch wusste man genau, um welche Erreger es sich bei Tierkadavern handelte. Die Züchtung von Krankheitserregern wurde erst nach dem 19. Jahrhundert erforscht,

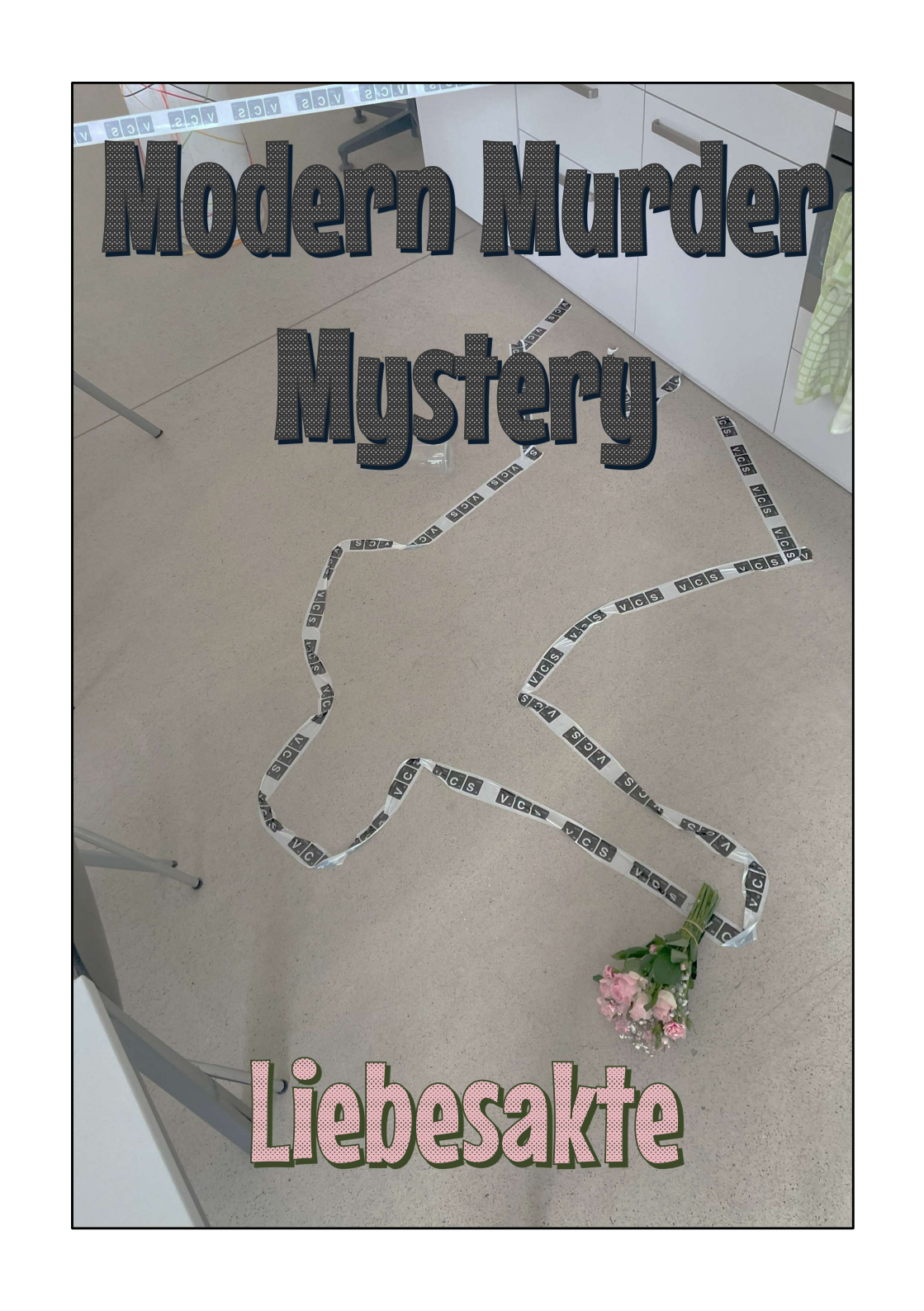
als Robert Koch zum ersten Mal Bakterien *in vitro* züchtete. Die darauffolgenden ersten Forschungen bezüglich biologischer Kriegsführung wurden im Deutschen Reich betrieben, jedoch wurden diese nicht grossflächig auf Menschen getestet. Tests auf Menschen wurden erst vor und während des Zweiten Weltkriegs durch die Achsenmächte Japan und Deutschland durchgeführt. Vielen mag es ein Begriff sein, dass die Nationalsozialisten in ihren Konzentrationslagern potenziell waffentaugliche Erreger auf ihre Insassen testeten.^[15] Weniger bekannt hingegen sind die **Forschungseinrichtung der Japanern in der Mandschurei**. In diesen wurden Tausende Regime-Kritiker vorsätzlich infiziert und teilweise lebendig seziert. Wer mehr dazu erfahren möchte, dem empfehle ich die Dokumentation von Simplicissimus zur Einheit 731.^[16] Zeitgleich wurden auch in den Vereinigten Staaten kampffähige Erreger erforscht und in grossem Masse produziert. Speziell während des Kalten Krieges wurde sowohl in Russland als auch in den USA in vielen Forschungsinstituten die Auswirkung und Produktion von biologischen Waffen vorangetrieben.^[17] Seither wurde die Produktion in den meisten Staaten zurückgefahren und die Nutzung sowie Entwicklung von biologischen Waffen wurden im Jahr 1972 verboten.^[18]

Quellen

- [1] D. Martinetz, *Vom Giftpfeil zum Chemiewaffenverbot, Zur Geschichte der chemischen Kampfmittel*, Deutsch, Thun, Schweiz, **1996**.
- [2] D. Schmähl, M. Amberger-Lahrman, *Gifte, Geschichte der Toxikologie*, (Hrsg.: M.

- Amberger-Lahrman), Springer, Berlin, Deutschland, **1988**.
- [3] H. Marquardt, S. G. Schäfer, H. Barth, *Toxikologie*, 4. Aufl., (Hrsg.: S. G. Schäfer, H. Barth), Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, Deutschland, **2019**.
- [4] «Over 600 migrants force entry into Spain's African exclave», *Deutsche Welle international*, zu finden unter <https://www.dw.com/en/more-than-600-migrants-force-entry-into-spains-african-exclave-of-ceuta/a-44842591>, **2018**.
- [5] T. C. Marrs, *Chemical warfare agents, Toxicology and treatment*, 2. Aufl., (Hrsg.: F. R. Sidell, R. L. Maynard, T. C. Marrs), Wiley, Chichester, England, **2007**.
- [6] «Protocol for the Prohibition of the Use of Asphyxiating, Poisonous or Other Gases, and of Bacteriological Methods of Warfare», *International Humanitarian Law Databases*, zu finden unter <https://ihl-databases.icrc.org/en/ihl-treaties/geneva-gas-prot-1925/protocol?activeTab=>, **1925**.
- [7] R. von Falkenstein in *Historisches Lexikon der Schweiz (HLS)*.
- [8] D. Kaszeta, *Toxic, A history of nerve agents, from Nazi Germany to Putin's Russia*, Hurst & Company, London, England, **2020**.
- [9] J. Thorwald, *Das Jahrhundert der Detektive, Weg und Abenteuer der Kriminalistik*, 4. Aufl., Droemer, Zürich, Schweiz, **1965**.
- [10] «Convention on the prohibition of the development, production, stockpiling and use of chemical weapons and on their destruction», *Organization for the prohibition of chemical weapons*, zu finden unter <https://www.opcw.org/chemical-weapons-convention>, **1993**.
- [11] «USA werfen Russland Chemiewaffeneinsatz in der Ukraine vor», *Der Standard*, zu finden unter <https://www.derstandard.at/story/3000000218433/usa-werfen-russland-chemiewaffeneinsatz-in-der-ukraine-vor>, **2024**.
- [12] «USA vernichteten ihre Chemiewaffen – die letzten deklarierten Bestände der Welt», *Der Standard*, zu finden unter <https://www.derstandard.at/story/3000000178064/usa-vernichteten-letzte-chemiewaffen-best228nde>, **2024**.
- [13] A. T. Schäfer, *Bioterrorismus und biologische Waffen, Gefahrenpotential – Gefahrenabwehr*, Köster, Berlin, Deutschland, **2002**.
- [14] N. Guleke, *Kriegschirurgie und Kriegschirurgen im Wandel der Zeiten*, Fischer, Jena, Deutschland, **1945**, S. 5.
- [15] «Biological Weapons and Biological Warfare: A Short Introduction», *Bundeszentrale für politische Bildung (bpb)*, zu finden unter <https://sicherheitspolitik.bpb.de/de/m6/articles/biological-weapons-and-biological-warfare-a-short>, **2025**.
- [16] Simplicissimus, «Einheit 731: Das dunkle Geheimnis Japans», zu finden unter https://www.youtube.com/watch?v=_GUUSCqblDE, **2024**.
- [17] A. Bucher, *SIAC-Journal – Zeitschrift für Polizeiwissenschaft und polizeiliche Praxis* **2010**, 2, 4–10.
- [18] «Convention on the Prohibition of the Development, Production and Stockpiling of Bacteriological (Biological) and Toxin Weapons and on their Destruction (BWC)», *United Nations Office for Disarmament Affairs (UNODA), Treaty Database*, zu finden unter <https://treaties.unoda.org/t/bwc>, **1972**.



A photograph of a crime scene in a modern kitchen. A large 'X' is marked on the floor with white evidence tape that has 'V.C.S.' printed on it. A bouquet of pink roses lies at the bottom right of the 'X'. The background shows white kitchen cabinets and a light-colored floor.

Modern Murder Mystery

Liebesakte



OH NEIN!

AUF DER POLIZEI-STATION

WIR HABEN EINEN NEUEN FALL. EIN ETH-STUDENT IM 4. SEMESTER WURDE VON SEINER MITBEWOHNERIN TOT IN DER KÜCHE GEFUNDEN.



SPÄTER AM TATORT ...

HMM... DIE FORENSIK SOLL DIE BLUMEN UNTER DIE LUPE NEHMEN, VIELLEICHT WAR DORT GIFT DRIN. WISSEN WIR SONST NOCH ETWAS?

WIR SOLLTEN ZEUGEN BEFRAGEN.



BEN HATTE EINE FREUNDIN, ELENA. SIE HABEN SICH GESTRITTEN, ABER ER HAT NICHT GESAGT, WIESO. IN DER UNI WAR ELENA SEHR SAUER. SIE HAT GESAGT, SIE WÜRDTE IHM DEN HALS UMDREHEN, WENN SIE IHN ZU GESICHT BEKOMMT. GESTERN ABEND IST SIE DANN HIER VORBEIGEKOMMEN UND HAT DIE BLUMEN MITGEBRACHT.



SIE WOLLTE SICH VERSÖHLEN, HAT SIE GESAGT. UND DANN, EINE STUNDE SPÄTER, BIN ICH IN DIE KÜCHE GEKOMMEN UND DA LAG ER ... TOT.

IN DEN BLÜTEN DES STRAUSSSES WAR GIFT, GANZ WIE IHR VERMUTET HABT. EIN NEUROTOXIN, DAS OPFER WAR SOFORT TOT, ALS ER DIE BLUMEN AUSGEPACKT UND BERÜHRT HAT. EIN GLÜCK, DASS ES NICHT NOCH JEMAND ANDEREN IN DER WG GETROFFEN HAT!

IST DAS ALLES?



NEIN, DAS IST DAS SELTSAME: DAS GIFT WAR KEIN REINSTOFF, SONDERN MIT NEBENPRODUKTEN AUS DER SYNTHESE VERUNREINIGT. ES KÖNNTE VON EINEM AMATEUR HERGESTELLT WORDEN SEIN.





ELENA, SEINE FREUNDIN, STUDIERT CHEMIE.

DANN KÖNNTE SIE ES GEWESEN SEIN!

UND WENN SIE SICH VORHER GESTRITTEN HABEN, HAT SIE EIN MOTIV. WIR SOLLTEN SIE BEFRAGEN!



JA, WIR HABEN UNS GESTRITTEN, ABER DANN WOLLTE ICH MICH WIEDER MIT IHM VERTRAGEN!

DIE BLUMEN WAREN GAR NICHT VON MIR.

TROTZDEM HAT JEMAND BEN UMGEBRACHT UND ES WAR JEMAND AUS EUREN LABOREN.



WORÜBER HABT IHR EUCH DENN GESTRITTEN?

ACH, ES WAR SO EINE DUMME SACHE. ICH WAR EIFERSÜCHTIG. DAS IST DOCH JETZT NICHT MEHR WICHTIG.



AUSSERDEM HABE ICH DAS AOCPII-PRAKTIKUM NOCH GAR NICHT GEMACHT. EIN N-LER HAT MIR DEN PLATZ WEGENOMMEN.

UND VON WEM WAREN DANN DIE BLUMEN?

NA, GABRIEL HAT SIE MIR GEGEBEN. ER IST EIN FREUND AUS DEM STUDIUM.



SIE BESTEHT DARAUF, DASS DIE BLUMEN VON JEMAND ANDEREM WAREN.

ABER SIE WILL UNS BESTIMMT NUR AUF EINE FALSCH FÄHRTE LOCKEN!



UND WAS IST MIT DEM PRAKTIKUM, DAS SIE NICHT GEMACHT HAT?

KEINE AHNUNG, ABER ES KLANG ZIEMLICH WIRR. NA JA, ICH SCHICKE ES MAL EINEM UNSERER ASSISTIERENDEN ZUR ÜBERPRÜFUNG.



BEI DER BEERDIGUNG

DA IST DOCH DIESER GABRIEL! WAS MACHT ER DENN HIER?



KANNTEST DU DAS OPFER GUT?



JA, WIR WAREN ... BEFREUNDET. ABER AN DER UNI HATTE ICH NICHT VIEL MIT IHM ZU TUN.

IM RICHTERSSAAL



ELENA G., SIE SIND DES MORDES AN BEN A. ANGEKLAGT. BITTE ERZÄHLEN SIE NOCH EINMAL ALLES AUS IHRER SICHT.

EIN PAAR TAGE VOR SEINEM TOD HABEN WIR UNS GESTRITTEN. ICH HABE IHN MIT GABRIEL ZUSAMMEN ERWISCHT.



ICH WAR ZIEMLICH WÜTEND AUF IHN UND HABE IHM GESAGT, ICH WOLLE NIE WIEDER MIT IHM SPRECHEN.



AM NÄCHSTEN TAG KAM GABRIEL VORBEI UND HAT MIR BLUMEN VORBEI- GEBRACHT.



ES TÄTE IHM LEID, HAT ER GESAGT.

UND DASS ER MIR MEINEN FREUND NICHT WEGNEHMEN WOLLTE.



ICH KONNTE DOCH NICHT AHNEN ... ICH WUSSTE NICHT, DASS GIFT IN IHNEN WAR!





Exilkator Zürich, 27.06.2025

Breaking News

TÖDLICHES STUDIUM

Diesen Samstag wurde Gabriel H., 21, festgenommen. Er wird des versuchten Mordes an einer Studienkollegin, sowie des fahrlässigen Totschlags an einem Studienkollegen angeklagt. Letzterer wurde vor zehn Tagen vergiftet in seiner Wohnung aufgefunden. (Seite 10)



Redakteure/Lektorat gesucht

Der Exilkator ist das Magazin der VOR. Du findest du alles Wissenswerte über Studium, Freizeit, Hochschulpolitik, Unterhaltung und die spannendsten Themen der Chemie. Möchtest du dich am Exilkator beteiligen? Schreib einfach eine Mail an exi@exilkator.ch oder sprich die Redaktionsmitglieder direkt an! Ob du schon viel Erfahrung oder noch nie einen Artikel geschrieben hast, gerne ein Review schreiben oder ein Interview führen willst – neue Autoren, Lektoren, Designer, Comiczeichner usw. sind immer willkommen.




Produktion

Skript

Johanna Niessing

Direktion & Design

Nonò Saramago

Lektorat

Samira Neff

Schauspiel

Kriminalpolizist:innen

Luise Hahne & Silvan Zumburnn

Ben A.

Paul Gärtner

Gabriel H.

Connor Pütz

Elena G.

Nonò Saramago

Mitbewohnerin

Almaz Joray

Forensiker

Matthias Rössner

Anwalt

Jacopo Ciallo

Wie toxisch bist du?

Leonard Hummer, Olga Palffy, Donata Giulini Beantworte jede Frage ehrlich und addiere immer die erhaltenen Punkte. Am Ende gibt es eine Auflösung, die dir dein wahres Inneres verrät.

Dein:e Partner:in war gemein zu einem deiner Freunde. Wie reagierst du?

- a. Ich weise ihn/sie neutral darauf hin, dass das so nicht geht #sistersbeforemisters #brosbeforehoes. **1**
- b. Ich warte, bis ich wieder seine/ihre Freunde sehe und mache genau das Gleiche. **3**
- c. Ich warte, bis ich wieder seine/ihre Freunde sehe und mache nicht nur seine/ihre Freunde, sondern auch ihn/sie fertig. **4**
- d. Ich schreie ihn/sie an. Was denkt er/sie denn, wer er/sie ist?! **2**

Nach ein paar Dates mit einer Person kommst du darauf, dass du doch nichts von ihr willst. Wie teilst du ihr das mit?

- a. Es waren nur ein paar Dates, ich ghoste sie. **3**
- b. Ich schicke einen kurzen, knackigen Text und fertig ist die Sache. **2**
- c. Ich verhalte mich beim nächsten Date so schlecht, dass sie es beenden will #notmyproblem. **4**
- d. Ich beende es, wenn wir uns das nächste Mal sehen. **1**

Dein:e Partner:in hat deinen Geburtstag vergessen. Was machst du?

- a. Ich poste eine Story mit «Thanks to those who remembered». **3**
- b. Auch wenn ich die Person irgendwann nicht mehr mag, bleibe ich bis zu ihrem nächsten Geburtstag mit ihr zusammen, um es ihr dann heimzuzahlen. **4**
- c. Ich teile ihr mit, dass ich verletzt bin, aber verzeihe ihr auch #everybodymakesmistakes. **1**
- d. Ich warte, bis sie von selbst darauf kommt und verhalte mich bis dahin distanziert. **2**

Es ist kurz vor der OC-Prüfung und du merkst: Deine Freund:innen verstehen ein Thema noch gar nicht. Was tust du?

- a. Ich nehme mir Zeit, um es ihnen zu erklären #idontwannaloosemyfriendstobasisprüfung. **1**
- b. Ich erkläre es ihnen falsch, OC wird sowieso gekurvt #everymanforhimself. **4**
- c. Ich zeige ihnen die Stelle im Skript, wo sie es selbst nachlesen können. **2**
- d. Ich ignoriere sie #survivalofthefittest. **3**

Deine Situationship hat dir erst nach zehn Stunden geantwortet. Wie reagierst du auf die Nachricht?

- a. Ich bin erwachsen und mag die Person. Ich antworte einfach, wenn ich die Nachricht sehe. 1
- b. Mich so lange auf delivered lassen geht gar nicht; ich ghoste die Person. 4
- c. Ich gebe der Person einen Geschmack ihrer eigenen Medizin und antworte erst in zwanzig Stunden. 3
- d. Ich finde es schon ein bisschen frech, mich so lange zu ignorieren, bin aber die bigger Person und antworte innerhalb von drei Stunden. 2

Dein:e Mitbewohner:in hat mal wieder nicht geputzt. Wie reagierst du?

- a. Ich weise ihn/sie geduldig darauf hin; Streit bringt niemandem etwas. 1
- b. Ich leere den ganzen Müll auf ihr Bett aus; manche lernen nur auf die harte Art und Weise #toughlove. 4
- c. Ich mache passiv-aggressive Anspielungen vor anderen, dass die Person unhygienisch ist. 3
- d. Ich mache es selbst und guilttrippe die Person dann, indem ich ihr erzähle, wie sehr es meinen Tag gestört hat. 2

Auflösung

6–10: Healthy King/Queen

Du bist stabil, reguliert und hast vermutlich eine Morgenroutine. Geh weg, du machst uns alle schlecht.

11–14: Beige Flag

Nicht direkt toxisch, aber irgendwie fragwürdig. Du ghostest nicht – du «vergisst zu antworten».

15–19: Bro, you're not the main character

Du machst nichts Schlimmes – du lässt es einfach passieren. Und wenn's brennt, stehst du mit Benzin daneben und sagst «oops».

20–24: Bffr and go touch some grass

Du brauchst keine Therapie – du brauchst WLAN-Sperre und frische Luft. Sarkasmus ist deine Love Language. Empathie? Never met her.



Toxische Beziehungen

Kenny Lay Es ist allgemein bekannt, dass giftige Stoffe Körper und Psyche schädigen können. Dennoch entwickeln Menschen in Notlagen nicht selten eine Abhängigkeit von solchen Substanzen. Nikotin etwa ist ein Nervengift – aber die Dopaminausschüttung, die es im Gehirn auslöst, ist stark suchterzeugend.

Ein ähnliches Muster lässt sich bei zwischenmenschlichen Beziehungen beobachten: Manche Menschen bleiben in Verbindungen, die ihnen eindeutig schaden. In der Psychologie spricht man in diesem Zusammenhang von **dysfunktionalen oder toxischen Beziehungen**.

Der trügerische Anfang

Oft beginnen solche Beziehungen sehr intensiv und scheinbar ideal. Ein typisches Muster ist das sogenannte **«Love Bombing»**: Eine Person überhäuft ihr Gegenüber mit Komplimenten, Aufmerksamkeit, Geschenken und Liebesbekundungen. Dies erzeugt zunächst ein Gefühl von Nähe und Geborgenheit. Doch sobald diese Phase vorbei ist, entzieht die Person ihrem Partner oder ihrer Partnerin plötzlich jegliche Zuneigung und Aufmerksamkeit.

Die betroffene Person versucht dann, den früheren Zustand wiederherzustellen – sie passt sich an, macht Kompromisse, zweifelt an sich selbst. Besonders unsichere oder emotional abhängige Menschen suchen die Schuld bei sich und gefährden damit ihre psychische Gesundheit.

Manipulation und Kontrolle

Im weiteren Verlauf zeigen sich häufig manipulative Verhaltensmuster. Ein klassisches Beispiel ist das **«Silent Treatment»** – der bewusste Entzug von Kommunikation als Bestrafung. Dadurch wird beim Gegenüber das Gefühl ausgelöst, etwas falsch gemacht zu haben, obwohl es keine klare Aussprache gibt.

Noch schädlicher ist das sogenannte **«Gaslighting»**. Der Begriff stammt aus dem Theaterstück *Gas Light* von Patrick Hamilton, in dem ein Mann seine Frau systematisch an ihrer eigenen Wahrnehmung zweifeln lässt. Beim Gaslighting werden Gefühle und Erfahrungen der betroffenen Person gezielt kleingeredet oder geleugnet, mit dem Ziel, Kontrolle über ihre Realität zu gewinnen. Aussagen wie «Das hast du dir nur eingebildet» oder «Du übertreibst schon wieder» sind typisch.

Warum kommen Täter:innen zurück?

Ein häufiges, belastendes Muster in toxischen Beziehungen ist das wiederholte Verlassen und Zurückkehren des oder der Täter:in. Nach einem Konflikt oder einem Kontaktabbruch taucht die Person plötzlich wieder auf – meist reumütig, charmant und mit Versprechungen, sich zu ändern. Dieses Verhalten wird auch **«Hoovering»** genannt (vom englischen Wort für Staubsauger), weil es darauf abzielt, das Gegenüber emotional wieder «einzusaugen».

Der Grund für dieses Verhalten liegt oft in ei-

nem Bedürfnis nach Kontrolle, nicht in echter Reue. Menschen mit narzisstischen oder antisozialen Tendenzen empfinden den Verlust ihrer Macht über eine andere Person als Bedrohung. Sie versuchen dann, die emotionale Bindung erneut zu aktivieren – nicht aus Liebe, sondern um ihre Position wiederherzustellen. Für Betroffene entsteht dadurch ein schmerzhafter Kreislauf aus Hoffnung, Enttäuschung und Selbstzweifeln.

Was kann man tun?

Toxische Dynamiken sind nicht immer leicht zu erkennen – besonders dann, wenn emotionale Abhängigkeit im Spiel ist. Umso wichtiger ist es, auf Warnsignale zu achten und frühzeitig Grenzen zu setzen. Eine kla-

re Kommunikation ist hilfreich, stößt aber bei manipulativen Menschen oft auf Widerstand oder wird verdreht. In solchen Fällen ist es wichtig, den Selbstschutz ernst zu nehmen und auch einen Kontaktabbruch in Erwägung zu ziehen.

Denn: «Genug ist genug.»

Quellen

- [1] F. Luerweg, «Toxische Beziehung», zu finden unter <https://www.psychologie-heute.de/beziehung/artikel-detailansicht/42593-toxische-beziehung.html>, **2025**.



Veiled Violence

Poison and the Shape of Authority

Almaz Joray Throughout history, poisoning has been a unique tool of covert harm, associated with secrecy, subversion, and desperation. When overt violence was not possible, it allowed people who lacked traditional power to gain agency, for either personal or political gain. Poison became a weapon of the powerless, especially for women and people of lower social status. This article explores how this has changed over time and how poison became a tool of those already in power.

Poisoning as a covert form of harm was done by and to people across the social spectrum. The vast majority of these cases were not recorded, but we can interpret the widespread pervasiveness of the concept throughout culture as an indication of its continuous occurrence. The motivations for a poisoning can be split into *personal and impersonal*, and were often a mix of both. Poisoning could be considered the solution to a personal conflict with someone that cannot be expressed through other passive or aggressive confrontation. Impersonal poisoning would be political machinations, plots, or power grabs. It is important to note that as with any criminal case, one can only try to assign motivation to past actions, but will never fully know what reason the perpetrator may have had. Therefore, many of these examples are based on past assumptions and public opinion, and are to be taken with a grain of salt.

Especially people in power were right to fear impersonal poisoning as a means of removing their influence on their social field. These are also typically the cases that were recorded, as they included high-profile peo-

ple. One example of impersonal motivations is Lucius Aelius Sejanus, who was a lower-born Roman politician who climbed the ranks of the empire through *plotting against political rivals*. At the height of his power, he was the chief administrator of the Roman Empire under emperor Tiberius. In an attempt to clear the path to becoming emperor himself, he had Tiberius' heir, Drusus, successfully poisoned. Though Sejanus' seizing of power after Drusus' death was not long-lasting, it is a clear example of someone of a lower rank exercising impersonal political agency where they otherwise would have had to be born into power.

Not every case of poisoning in nobility was impersonal, however, as evidenced by events like the *Affair of the Poisons* in Louis XIV's court, where accusations of poisonings were just as common as those of witchcraft. The scandal involved 319 arrests of overwhelmingly women of the nobility who allegedly used poisons to resolve romantic, financial, and interpersonal problems. This is an example of how women, even within their own social class, were forced to operate through covert means to assert influence or resolve

conflict, as confrontation or institutional power was often unavailable to them.

An example in medieval England was the 1531 case of Richard Roose, a cook who was convicted of poisoning the food served to the Bishop of Rochester and his guests. Interestingly, he was executed by boiling, which Henry VIII had set as the punishment for poisoning only after this event and was only to be used once more before being repealed by the next king. This case can be viewed as a clear example of someone with limited social influence using poison as a way to covertly fight someone they were meant to serve.

In modern times, overt authoritarian regimes have become relatively rare. Citizens have access to political influence such as voting and running for office, and there are legal ways to oppose the people in power. Instead, it is now the institutions themselves who have to exercise control without shattering the image of a government that works for the people. As a result, the dynamics of covert harm have inverted. In the past, poisonings often came from below against those with more power, be that lower social status or gendered societal roles. In the modern era, it's more frequently *the powerful who use poison* to eliminate threats to the system without being seen as overtly repressive.

A well-known example is the poisoning of Alexander Litvinenko in 2006. He was a defective Russian agent now working against his old regime in London, where he was poisoned with Polonium-210. This radioactive

isotope was served to him hidden in a cup of tea. The poisoning was not just to eliminate him, but also to make a statement to any Russians who were considering defecting that they would never be safe and should not even try. The fact that it was a poisoning gave the government plausible deniability, but let them still exercise power. There are many other, similar examples of *poisonings by Russian intelligence* like that of Litvinenko, such as Alexei Navalny in 2020, and Sergei and Yulia Skripal in 2018.

Ultimately, the role that poison has played in history shows us how covert harm adapts to the shape of power. Poisonings used to be a subversive form of agency for those that lacked social influence, such as servants and social outsiders. This was a way for them to navigate personal and political injustice, and was symbolic of their limits on open resistance. In the modern world, *this dynamic has flipped*. With legal pathways to influence more widely available, it is often those in power themselves who require the secrecy of poisoning as a method to silence dissent and maintain control. Poisoning, once a weapon of the powerless, has become a quiet strategy of those already in command, revealing that the need for covert violence never disappeared, it simply changed hands.

Bibliography

- [1] The Editors of Encyclopaedia Britannica, "Sejanus", can be found under <https://www.britannica.com/biography/Lucius-Aelius-Sejanus>, **2025**.

- [2] J. Suess, “Sejanus: The Praetorian Prefect With Imperial Ambitions”, can be found under <https://www.thecollector.com/sejanus-praetorian-prefect-imperial-ambitions>, **2025**.
- [3] The Editors of Encyclopaedia Britannica, “Affair of the Poisons”, can be found under <https://www.britannica.com/event/Affair-of-the-Poisons>, **2010**.
- [4] W. R. Stacy, *Hist. J.* **1986**, 29, 1–15.
- [5] L. Harding, “Alexander Litvinenko: the man who solved his own murder”, can be found under <https://www.theguardian.com/world/2016/jan/19/alexander-litvinenko-the-man-who-solved-his-own-murder>, **2016**.



Falsche Freunde: Die hinterhältigen Verräter der Sprache

Just to Keep You on Your Toes

Léona Dörries Das Thema dieses Exsis ist *Gift*, was bei uns Deutschsprachigen natürlich direkt **Visionen von Chemie, Spionage und Tod** hervorruft. Würde man jedoch den Exsi einer rein englischsprachigen Person in die Hand drücken, würde diese sich wahrscheinlich denken, dass der Exsi sich eher mit Geburtstagen und Weihnachten befasst. Schliesslich heisst *Gift* auf Englisch «Geschenk». Solche Worte, die in zwei verschiedenen Sprachen sehr ähnlich klingen, aber stark verschiedene Bedeutungen haben, nennt man in der Linguistik «falsche Freunde».

Im Alltag hier an der Eidgenössischen Technischen Hochschule (die aber definitiv keine *High School* ist), springt man oft zwischen Englisch und Deutsch hin und her. Trotz der germanischen Verwandtschaft dieser beiden Sprachen mangelt es nicht an falschen Freunden, **von harmlosen Nuance-Unterschieden bis hin zu drastischen Fehlbedeutungen**. So wird dein helles Zimmer bald zur *Hell*, und der wilde *Eagle* schnell zum kleinen Igel. Lass uns eine kleine Reise durch dieses Chaos unternehmen.

Wenn man im englischsprachigen Raum seinen *Chef* sucht, wird man ins Restaurant geschickt. Mithilfe einer Karte kann man dieses aufsuchen, um dort einen Blick auf die Karte zu werfen und schliesslich nach dem Essen mit der Karte zu zahlen, wo man endlich das englische Wort *Card*

richtig verwenden kann. Danach kann man sich die Nachrichten anschauen, um zu sehen, was *actually*¹ aktuell in der Welt passiert. Eventuell hat man *eventually*² genug davon und entscheidet sich für einen entspannten Nachmittag am See, der jedoch nicht der *Sea* entspricht, denn diese ist die See.³ Sollte man sich vertun, kann es gut sein, dass man *self-conscious* wird, was ja wirklich **das Gegenteil von selbstbewusst** ist.

Natürlich beschränken sich diese falschen Freunde nicht auf Englisch und Deutsch. Wer sich auf Spanisch noch für sein Fehlverhalten schämt und sein *I'm embarrassed in Estoy embarazada*⁴ übersetzt, erhält sofort Glückwünsche oder Verwirrung. Ein *Estoy un poco constipado*⁵ wird jedoch anders als im Englischen und Deutschen sofort akzeptiert und bemitleidet. Jedoch ist

¹eigentlich

²irgendwann

³Oder das Meer. Der Unterschied zwischen dem See und der See ist sowieso absurd.

⁴«Ich bin schwanger»

⁵«Ich habe ein bisschen Schnupfen»

⁶*À la baguette* = «Am Stock» = Dirigent

es sehr amüsant, wenn in Frankreich nach einem klassischen Konzert die Person genannt wird, die an der *Baguette* war.⁶

Manchmal kann man mit einem Wort **quer durch mehrere Sprachen reisen**. So heisst *gross* (Deutsch) nicht das gleiche wie *gross*⁷ (Englisch) nicht das gleiche wie *gros*⁸ (Französisch). Das *Gymnasion*⁹ (Altgriechisch) wurde zum *Gymnasium*¹⁰ (Latein), woher wir jetzt sowohl das *Gymnasium/Gymnase* (Deutsch/Französisch) sowie das *Gym* (Englisch) haben. Dabei wäre es schon peinlich,

mit Handtuch und Gewichten in der Sekundarschule aufzutauchen.

Ja, selbst ohne Idiome und Redewendungen ist es nicht so einfach, sich in einer anderen Sprache auszudrücken. Andererseits ist dies eine tolle Gelegenheit, ein paar polyglotte Wortspiele einzubauen. Dabei muss man jedoch die Fallen sehen können, bevor man hineintappt.



⁷ eklig

⁸ dick

⁹ Ort für nackten Sport, von *gymnos* = *nackt*

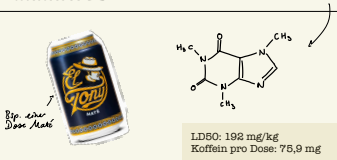
¹⁰ Ort für Training, sowohl sportlich als auch intellektuell

Wie viel musst du essen, um zu sterben?

Ana María Gómez Rincón und Anna Mack Habt ihr euch schon mal gefragt, wie viel ihr von Alltagssubstanzen zu euch nehmen müsst, sodass sie uns vergiften? Wir haben uns mit ein paar essenziellen Objekten im Studierendenleben auseinandergesetzt und diese Frage anhand des LD50-Wertes beantwortet.

LD50 steht für «Lethal Dose 50» und bezeichnet die Dosis einer Substanz, die bei einmaliger Verabreichung 50 % einer Population von Versuchstieren innerhalb eines bestimmten Zeitraums (meist 24 Stunden) tötet.

MATÉ ÜBELTÄTER: KOFFEIN

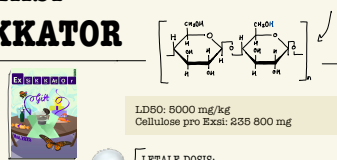


LD50: 192 mg/kg
Koffein pro Dose: 75,9 mg

LETALE DOSIS:
bei 50kg Körpergewicht: 126,5 Dosen
bei 90kg Körpergewicht: 227,7 Dosen

*angenommen, du stirbst nicht von der exzessiven Wasseraufnahme

**EXSI- ÜBELTÄTER: CELLULOSE
KKATOR**



LD50: 5000 mg/kg
Cellulose pro Exsi: 235 800 mg

LETALE DOSIS:
bei 50kg Körpergewicht: 1,06 Exsis
bei 90kg Körpergewicht: 1,9 Exsis

* Aber: Cellulose ist in der Form nicht komplett verfügbar für die Verdauung. Man würde eher an Komplikationen von Verstopfung sterben. Laut Quelle [1] wären circa 55 g Papier am Tag über drei Monate genug, also 16,5 Exsis verteilt über drei Monate.

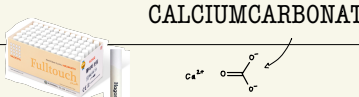
**ZAHN- ÜBELTÄTER:
PASTA NATRIUMFLUORID**



LD50: 52 mg/kg
NaF pro Tube: 145 mg

LETALE DOSIS:
bei 50kg Körpergewicht: 17,9 Tuben
bei 90kg Körpergewicht: 32,3 Tuben

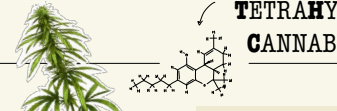
**KREIDE ÜBELTÄTER:
CALCIUMCARBONAT**



LD50: 6450 mg/kg
Calciumcarbonat pro Kreide: 10 000 mg

LETALE DOSIS:
bei 50kg Körpergewicht: 32,25 Kreiden
bei 90kg Körpergewicht: 58 Kreiden

**CANNABIS ÜBELTÄTER: Δ9-
TETRAHYDRO-
CANNABINOL**

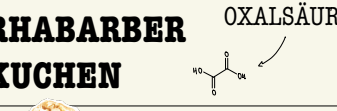


LD50: 1270 mg/kg
THC pro Joint: 36,6 mg

LETALE DOSIS:
bei 50kg Körpergewicht: 1603,5 Joints
bei 90kg Körpergewicht: 2886,4 Joints

* Δ9-Tetrahydrocannabinol (THC) wird nur durch das Erhitzen der Blätter frei. Es ist also nicht giftig, frische Blätter der Cannabis Pflanze zu snacken.

**BARBARAS ÜBELTÄTER:
RHABARBER OXALSÄURE
KUCHEN**



LD50: 375 mg/kg
Oxalsäure pro Kuchen: 2250 mg

LETALE DOSIS:
bei 50kg Körpergewicht: 8,3 ganze Kuchen
bei 90kg Körpergewicht: 15 ganze Kuchen

Wir empfehlen euch nicht, die gefundene letale Dosis zu euch zu nehmen.

Bei Fragen über die Berechnung und Annahmen der Produktgrößen etc. bitte Ana Gomez kontaktieren.

START



Quellen

- [1] *Lebensmitteltoxikologie*, (Hrsg.: R. Macholz, H. J. Lewerenz), Springer, Berlin, Deutschland, **1989**.
- [2] Y. R. Shah, P. Narsapuram, G. Krishnamoorthy, R. Mansour, *ACG Case Rep. J.* **2023**, *10*, e01196.
- [3] Cellulose, für die Dünnschichtchromatographie, Sicherheitsdatenblatt, Carl Roth GmbH + Co. KG, **2024**.
- [4] M. Guerfali, A. Saidi, A. Gargouri, H. Belghith, *Appl. Biochem. Biotechnol.* **2014**, *175*, 25–42.
- [5] Sodium Fluoride, Material Safety Data Sheet, Tradeasia International Pte Ltd, zu finden unter <https://www.sodium-fluoride.com/files/2022/01/Sodium-Fluoride-MSDS.pdf> (abgerufen 13. Mai 2025).
- [6] «Colgate® TotalAktiver Schutz Original Zahnpasta», *Colgate*, zu finden unter <https://www.colgate.ch/de-ch/products/toothpaste/> (abgerufen 13. Mai 2025).
- [7] «Tafelkreide», *Chemie*, zu finden unter <https://www.chemie.de/lexikon/Tafelkreide.html> (abgerufen 13. Mai 2025).
- [8] Calciumsulfat, Sicherheitsdatenblatt, Sigma-Aldrich, **2023**.
- [9] N. Chokshi, «How Much Weed Is in a Joint? Pot Experts Have a New Estimate», zu finden unter <https://www.nytimes.com/2016/07/15/science/how-much-weed-is-in-a-joint-pot-experts-have-a-new-estimate.html?smid=url-share>, **2016**.
- [10] Quest Database™ Delta-9-Tetrahydrocannabinol Toxicity (LD50), AAT Bioquest, Inc., zu finden unter <https://www.aatbio.com/resources/toxicity-lethality-median-dose-td50-ld50/delta-9-tetrahydrocannabinol> (abgerufen 13. Mai 2025).
- [11] Calcium Carbonate, Safety Data Sheet, Thermo Fisher Scientific, **2021**.
- [12] W. Chai, M. Liebman, *J. Agr. Food Chem.* **2005**, *53*, 3027–3030.
- [13] N. Lowry, «Rhubarb and Oxalic Acid», zu finden unter <http://helios.hampshire.edu/~nlns/mompdfs/oxalicacid.pdf> (abgerufen 13. Mai 2025).
- [14] «Rhabarberkuchen», *Swissmilk*, zu finden unter https://www.swissmilk.ch/de/rezepte-kochideen/rezepte/SM2022_DIVE_13/rhabarberkuchen/ (abgerufen 13. Mai 2025).



Prof. Dr. Exsikkator – Sprechstunde

Was auch immer dich bewegt – wir sind für dich da

Prof. Dr. Exmeralda Exsikkator

Timon (18, BioN) fragt:

Ich träume immer von meiner Laborpartnerin und finde sie mega süß. Wie kann ich es schaffen, dass ich nicht nur von ihr träume, sondern auch neben ihr aufwache?

Lieber Timon,

Ich finde es sehr toll, dass du im Lab auch Interesse an deinen Mitstudierenden gefunden hast. Es ist sehr wichtig, auch einmal Pause von der Chemie zu machen. Du solltest es definitiv als Gelegenheit sehen, dass du ihr auch im Traum begegnest. So kannst du dort schon mal alle deine Sprüche üben und sehen, wie sie reagiert. Nach ein paar Nächten hast du dann sicher die besten identifiziert.

Im Lab musst du dich dann einfach einmal trauen, länger mit ihr zu sprechen. Du könntest es auch mit einer geprüften chemischen Pick-Up-Line versuchen (siehe Faltung-Exsi, 2024 😊). Aber Achtung: Lass dich nicht zu sehr von ihrer Schönheit ablenken, sonst landest du noch mit DCM auf deinen Fingern und das ist definitiv nicht attraktiv.

Denk daran, wenn es im Traum klappt, dann hast du auch die Mittel, es in Realität umzusetzen. Viel Erfolg!

Alles Liebe

Prof. Dr. Exsikkator

Marie (21, ChemIng) fragt:

Ich schnüffle im Lab sehr gerne an den Ethylacetat-Flaschen. Langsam habe ich eine Sucht entwickelt und breche sogar nachts ins HCl ein. Wie kann ich diese Sucht beenden?

Liebe Marie,

Einsicht ist der erste Schritt zur Besserung. Ich bin sehr stolz auf dich, dass du deine Sucht eingesehen hast und sie bekämpfen möchtest.

Als ersten Schritt würde ich eine kleine Dosis aus dem Lab stehlen, damit du nicht mehr ins HCl einbrechen musst. Danach kannst du durch viel Disziplin und Microdosing deine Abhängigkeit immer weiter reduzieren.

Sollte das nicht funktionieren, kannst du natürlich auch ein wenig destruktivere Methoden wählen und eine neue Sucht erzwingen, die möglicherweise ein bisschen gesünder ist. Zum Beispiel TikTok oder Alkoholkonsum bieten sich da gut an.

Viel Erfolg bei deinem Entzug!

Liebe Grüße

Prof. Dr. Exsikkator

Philipp (22, Chemie) fragt:

Meine Freundin ist böse auf mich, weil ich mal wieder Mist gebaut hab. Wie kann ich mich am besten entschuldigen und sie wieder glücklich machen?

Lieber Philipp,

Als erstes solltest du mal über deine Aktionen reflektieren. Erst wenn du deine Fehler eingesehen hast, kannst du damit beginnen, sie wieder gutzumachen.

Auf jeden Fall ist eine ehrliche, herzliche Entschuldigung der richtige erste Schritt. Es ist sehr wichtig, dass du dir dabei viel Mühe gibst, damit sie merkt, dass du es ernst meinst. Besonders gut kommt auch eine kleine Geste wie ein Blumenstrauß oder ein echtes Periodensystem (alles was das Chemikerinnenherz begehrt 😊) dazu. Aber Achtung: Aufmerksamkeiten sollten nicht immer nur als Entschuldigung kommen, sondern manchmal auch einfach so.

Pass auf, dass du aus dieser Situation lernst, denn wenn der Fehler sich wiederholt, erinnert das eher an eine spontane Zersetzung – zeigt ihr, dass auf deine Bindung kein Verlass ist.

Always remember #happywifehappyliife!

Liebe Grüße

Prof. Dr. Exsikkator



Abbildung 14.1: Prof. Dr. Exmeralda Exsikkator ist Professorin am Institut für Molekulare Physikalische Wissenschaft und am Laboratorium für Physikalische Chemie am D-CHAB und forscht daran, Schrödingers Katze zu retten und aus Studierenden das chemische Potential μ_i herauszukitzeln. In ihrer Freizeit surft sie Wellengleichungen im Zürichsee und unterstützt beim Exsi Studierende mit ihrer Erfahrung.

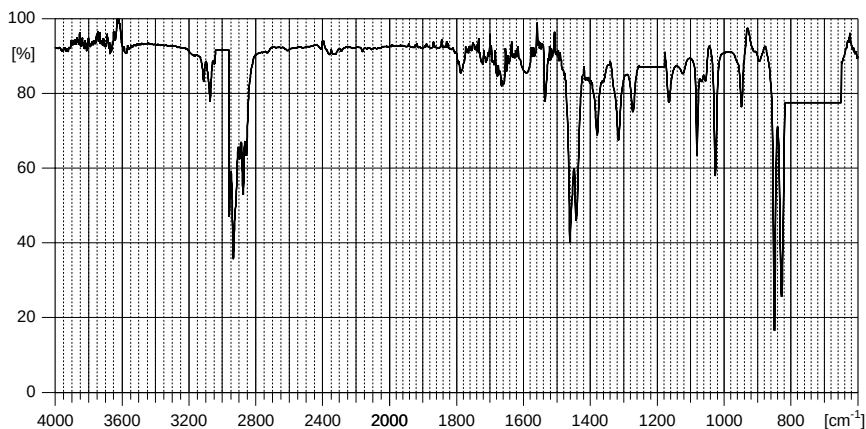


Spektrenrätsel

Zur Verfügung gestellt von Dr. Marc-Olivier Ebert Lösungsvorschläge bitte an exsi@vcs.ethz.ch senden, der erste richtige Vorschlag wird mit einem Preis belohnt. Die Lösung findet ihr im nächsten Exsi.

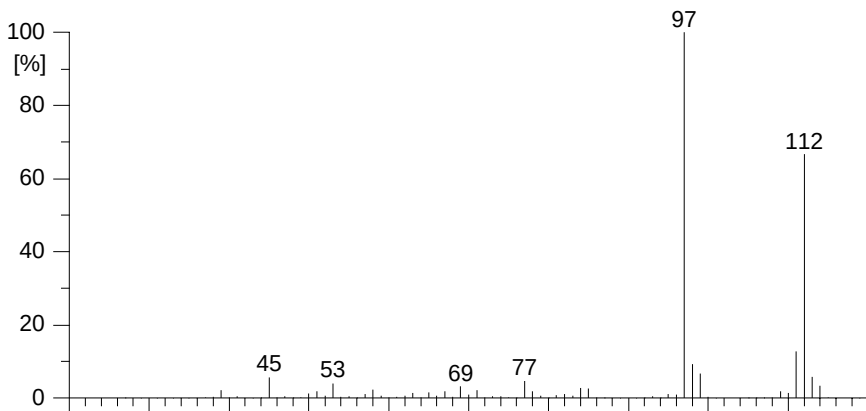
IR

Perkin-Elmer Modell FT-IR 1600, aufgenommen in CH_3Cl



MS

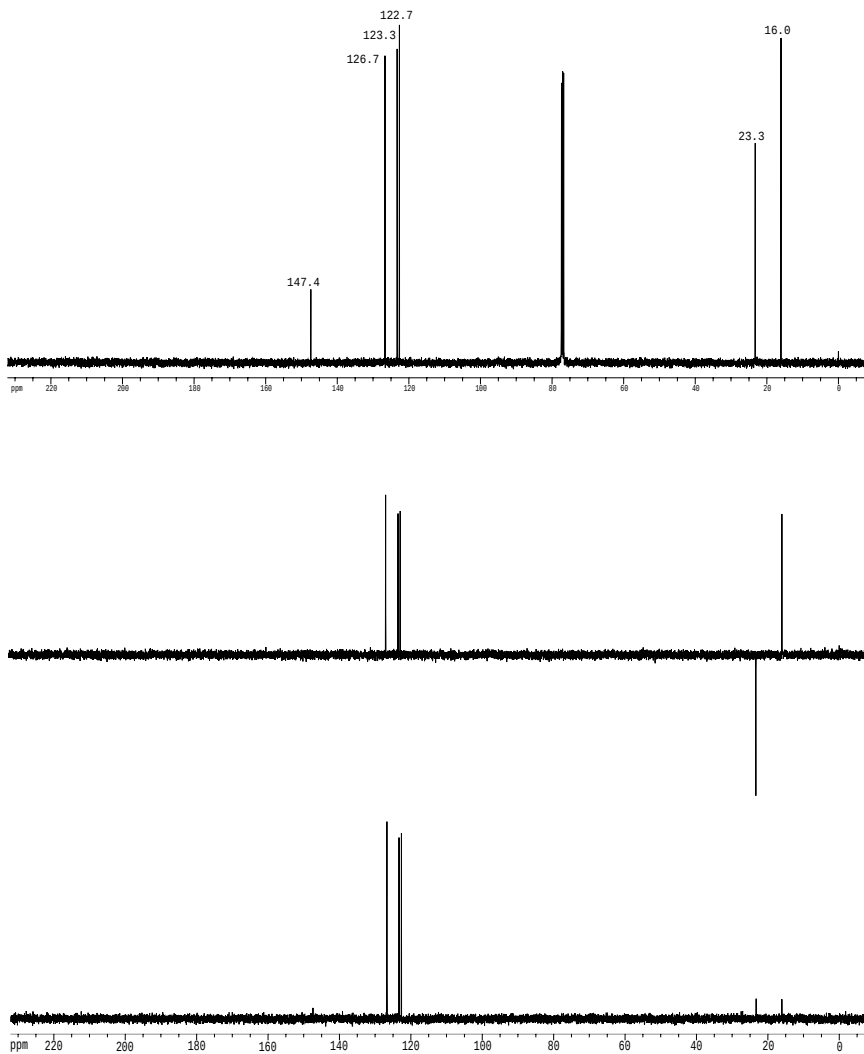
El, 70 eV



^{13}C -NMR100 MHz, aufgenommen in CD_3Cl

oben: breitband-entkoppelt

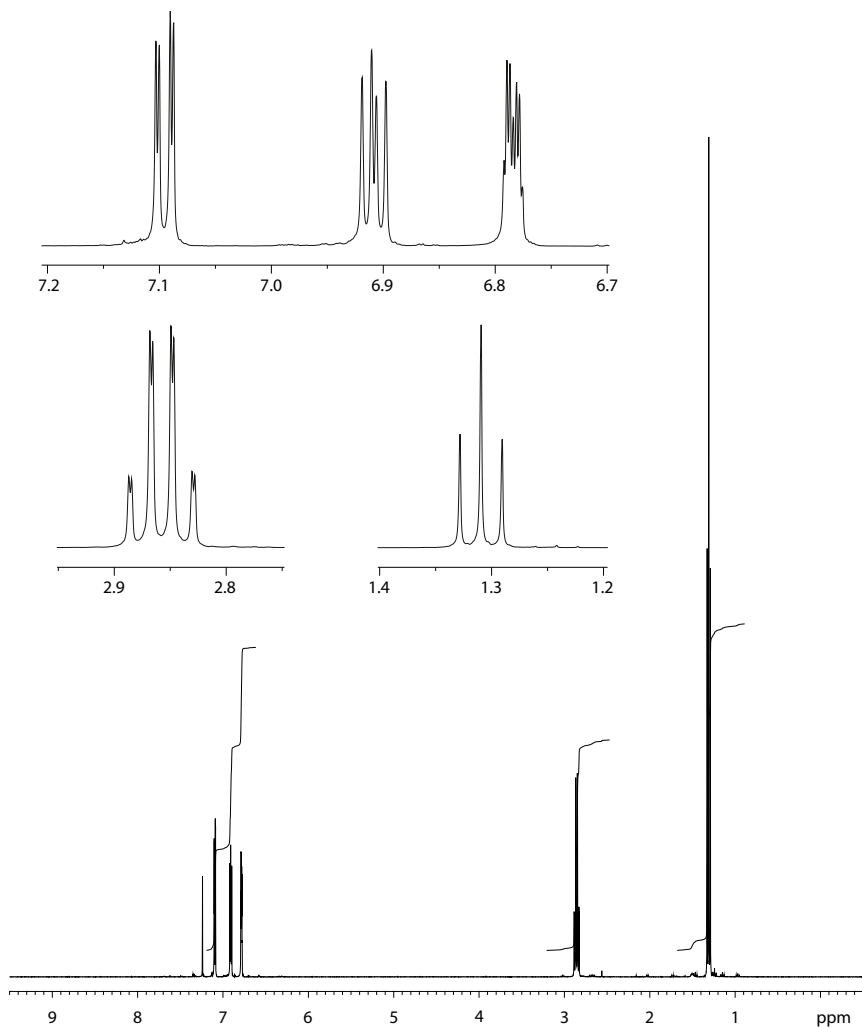
unten: DEPT



15 Spektrenrätsel

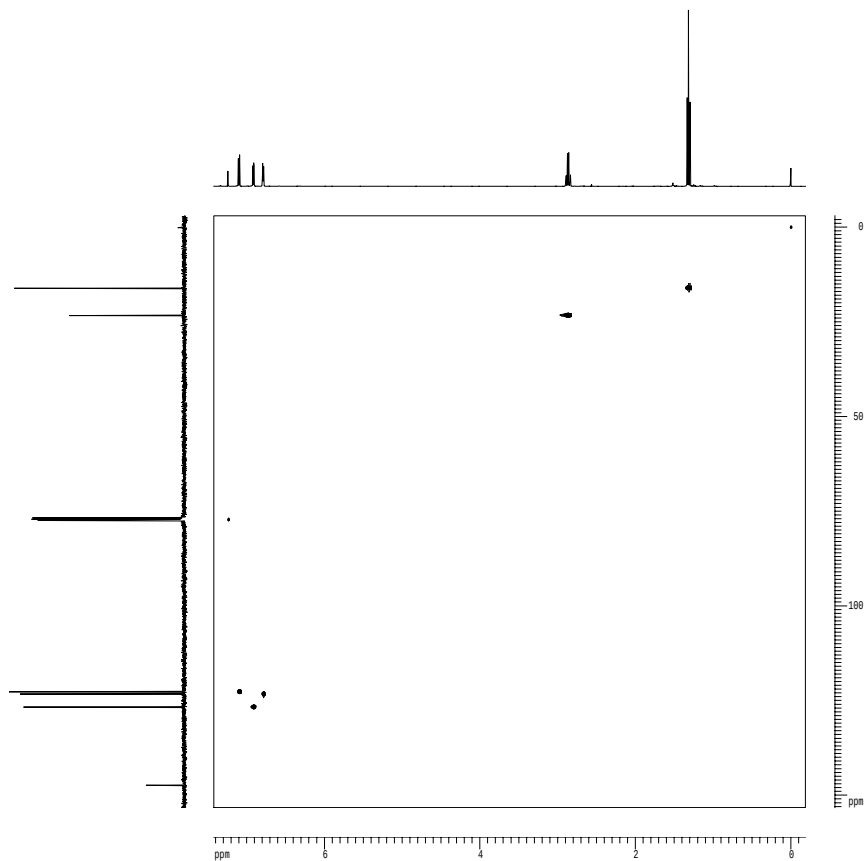
^1H -NMR

400 MHz, aufgenommen in CD_3Cl



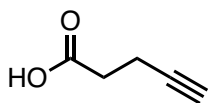
HSQC

Aufgenommen in CDCl_3



Lösung des letzten Spektrenrätsels

Im Spektrenrätsel des Wellen-Teilchen-Exis handelte es sich um 4-Pentinsäure.



Hässlich, wütend, abgehängt

Die neue Männlichkeit in Adolescence

Paul Gärtner



Abbildung 16.1: Die Netflix-Serie *Adolescence*.^[1]

Adolescence: Kein Krimi, sondern ein Sozialdrama

Adolescence von Philip Barantini ist eine aussergewöhnliche britische Mini-Serie, bestehend aus vier Folgen, von denen jede aus einer einzigen Plansequenz besteht.^[2] Teilweise sollen dreiwöchige Proben und bis zu 16 Takes notwendig gewesen sein, um eine einzige Folge zu drehen. Die Serie fällt laut Wikipedia in die Kategorie Krimi oder Drama.^[3] Das Label «Krimi» greift jedoch zu kurz, denn Tat und Täter stehen von Anfang an fest. Die Spannung liegt darin, zu beobachten, wie das soziale Umfeld diese Tat hervorzubringen vermag.

Die Tat ist klar – die Ursachen nicht

Direkt zu Beginn stürmt die Polizei das Haus der Familie Miller und verhaftet den 13-jährigen Sohn Jamie, gespielt von Owen Cooper. Im Verhör beschuldigen ihn die Ermittler, seine Mitschülerin Katie mit 17 Mes-

serstichen getötet zu haben. Seine Eltern, gespielt von Stephen Graham und Christine Tremarco, reagieren ungläubig. Ihr Sohn, so ängstlich und unsicher wie er in seiner Zelle sitzt, kann unmöglich zu einer solchen Tat imstande sein, beharren sie.

Kein Schnitt stört dieses grossartige Schauspiel, und doch ist die Kamera immer ganz nah dabei. *Wie eine stille Beobachterin, die verstehen will, was hier alles schief läuft, bewegt sie sich virtuos um die Figuren herum.* Durch diese Nähe werden wir als Zuschauer aufgefordert, noch genauer hinzusehen und förmlich in die Szene hineinzutreten. Hier findet das serielle Erzählen seine Bestimmung, da es darum geht, zu beobachten, wie Menschen sich zueinander verhalten und wie ein Kind – denn das ist Jamie – zu solchen Taten fähig wird.^[4]

In der zweiten Folge besuchen die Ermittler Jamies Schule, und wir sehen das Umfeld, in dem er sozialisiert worden ist. In den Klassen herrscht ständige Rivalität. Es ist eine knallharte Wettbewerbsgesellschaft, die ständig auf der Lauer liegt, ob jemand ein Zeichen von Schwäche zeigt, um diese Person auszusortieren, während die Lehrer hilflos danebenstehen. Der Sohn des Ermittlers, der selbst Opfer von Mobbing ist, zieht ihn zur Seite und versucht, ihn über die Incel-Kultur aufzuklären. *Sein Vater muss verstehen, dass sich die Jungen auf ihren Smartphones nicht nur irgendwelche Videos zu Sport und Fitness anschauen, son-*

derndass daran eine ganze Ideologie hängt. Der Begriff *Incel* steht für *Involuntary Celibate*, stammt aus der durch rechte YouTuber und Streamer wie z. B. Andrew Tate geprägten *Manosphere* und ist eine Selbstbezeichnung für heterosexuelle Männer, «die nach Eigenaussage unfreiwillig keinen Geschlechtsverkehr bzw. keine romantische Beziehung haben.»^[5] Die Serie zeigt, wie das Incel-Denken nicht nur die Jungen beherrscht, denn selbst das Mordopfer muss schon in diesen Kategorien gedacht haben. Jamie hat von diesem Mädchen Kommentare zu seinen Instagram-Posts bekommen, mit Emojis wie Dynamit oder 100 %. Dies sind Codes der Incels: «100 %» steht für die sogenannte «80-20-Regel», die besagt, dass 80 % der Frauen auf 20 % der Männer stehen. Das Dynamit steht für die «Red Pill». Was diese Kommentare Jamie sagen sollen, ist: «*Du wirst keine abbekommen, du gehörst zu den Hässlichen, die im Leben Pech haben und von den Frauen verachtet werden.*»

In der dritten und eigentlich stärksten Folge verfolgen wir eine psychologische Gutachterin, gespielt von Erin Doherty, dabei, wie sie mit Jamie ein Gespräch über seinen Vater, dessen Vater sowie über sein Bild von Männlichkeit und seinen Blick auf Frauen führt. Immer wieder bricht eine unheimliche Wut aus Jamie heraus. Er schreit die Gutachterin an, macht Drohgebärden und wirft Gegenstände umher. Selbst dann, wenn niemand anwesend ist, markiert er irgendwelche präpotenten Posen, legt die Hände hinter den Kopf oder wischt imagi-

näre Krümel vom Tisch. Er versucht, sich in die Rolle einzufügen, unter der er Männlichkeit versteht. Und dann bricht er wieder heulend zusammen – und wir sehen, dass er eigentlich nur ein kleiner Junge ist, der an den Anforderungen an Männlichkeit, die er selbst verinnerlicht hat, scheitert.

Owen Cooper liefert in dieser Folge ein herausragendes Schauspiel und es zerreisst einem das Herz, zu sehen, wie Jamie die Ernsthaftigkeit der Folgen seiner Tat erst langsam vollständig zu begreifen beginnt.

In der vierten und letzten Folge sehen wir nochmals die in Trümmern liegende Familie von Jamie. Als jemand den Klempner-Van seines Vaters mit einer umgangssprachliche Bezeichnung für einen Sexualstraftäter beschmiert, wird dessen Ehre fragil, und er muss an seinem Geburtstag zum Baumarkt fahren, um ein Lösungsmittel zu besorgen. Dabei können wir beobachten, wie er mit sich selbst kämpft und auf die Tat seines Sohnes mit Aggression und Verzweiflung reagiert. Die Eltern haben sich mittlerweile seit über einem Jahr von ihrem Kind entfremdet. Sie haben das Smartphone bzw. das Internet nicht als Konkurrenz zu ihrer Erziehung erkannt. Doch auch der Vater und die Familienkonstellation haben dazu beigetragen, dass Jamie Schritt für Schritt in die *Manosphere* abgerutscht ist.

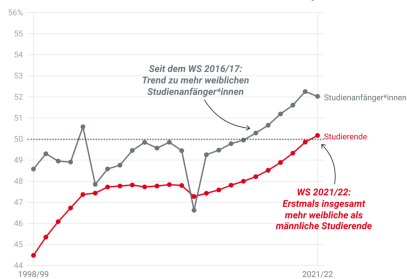
Warum sich junge Männer wie Verlierer fühlen

Doch wie konnte die *Manosphere* so gross werden? Warum verstehen sich so vie-

le Männer in der westlichen Gesellschaft als Verlierer? Seit dem Wintersemester 2021/22 studieren in Deutschland erstmals mehr Frauen als Männer.^[6] In der Altersgruppe der 30- bis 34-Jährigen hatten in Europa 2023 49 % der Frauen ein Studium abgeschlossen, aber nur 39 % der Männer.^[7] Dieser Trend wäre für sich genommen kein Problem, würde unsere heutige Gesellschaft Menschen ohne Studienabschluss nicht abwerten. 2023 hatten in Deutschland 18 % der jungen Männer (25–34 Jahre) keinen Abschluss im Sekundarbereich II (Abitur oder Berufsausbildung), während es bei den Frauen 15 % waren.^[8] Dies führt dazu, dass in den Industriestaaten erstmals mehr junge Männer ausserhalb der Wirtschaft stehen als junge Frauen.

Frauenanteil bei Studierenden und Studienanfänger*innen in Deutschland ab dem WS 1998/99 bis zum WS 2021/22.

Erstmals waren im Wintersemester 2021/22 nach Daten des Statistischen Bundesamtes mehr weibliche als männliche Studierende an Hochschulen in Deutschland eingeschrieben.



Graphic: CHE Centrum für Hochschulentwicklung • Quelle: Statistisches Bundesamt • Erstellt mit Datavizapp

Abbildung 16.2: Der Frauenanteil bei Studierenden.^[6]

Auf Grundlage dieser ökonomischen Situation haben die Incel-Influencer leichtes Spiel. Sie propagieren, dass selbst gut verdienende Frauen ökonomisch nach oben heiraten wollen, da sie dem Klischee des männlichen Ernährers verfallen sind. Dies

wird immer schwerer in einer Gesellschaft, in der mehr Frauen als Männer höhere Qualifikationen besitzen, wodurch eine Gruppe von Verlierern produziert wird: die Incels.

Eine Studie der Hans-Böckler-Stiftung scheint dieser Theorie recht zu geben: Während der Anteil an «weiblich hypergamen» Haushalten – also Haushalten, in denen der Mann eine höhere formale Bildung hat als die Frau – 1985 noch bei 30 % lag, sank dieser Anteil mit steigendem Bildungsniveau der Frauen seitdem rapide.^[9] Der Anteil an «Homogamen» blieb hingegen konstant, während der Anteil an Single-Haushalten besonders bei Männern zunahm.

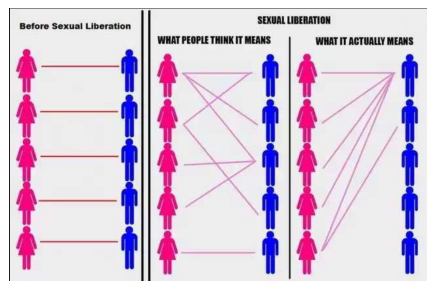


Abbildung 16.3: Ein bekanntes Meme der Incel-Szene.^[5]

Die Incel-Influencer profitieren von dieser Entsolidarisierung der Gesellschaft und feuern sie weiter an. Sie versprechen ihren Anhängern Selbstwirksamkeit. Sie sagen: «*Trainiere. Mach dich selbstständig. Verpanzere dich. Sieh Männer als Konkurrenten und Frauen als Feinde an – dann wirst du erfolgreich sein!*» Adolescence spricht diesen Klassenkonflikt direkt an, als Jamie die Gutachterin fragt, ob sie «posh», also «Upper Class», sei. Sie fragt ihn später, ob seinem

Vater sein Job gefällt, worauf er schlagfertig antwortet: «He fixes toilets. What do you think?» – und damit deutlich macht, dass er zur «Lower Class» gehört.

Neben dem ökonomischen Kapital gibt es jedoch noch das ästhetische Kapital, das in Zeiten von Social Media sowohl für Männer als auch für Frauen immer wichtiger wird. Jamie, wie viele junge Männer, fragt sich, ob sein Aussehen den gesellschaftlichen Erfordernissen genügt. Er beantwortet die Frage für sich mit Nein. Er empfindet sich als zu hässlich – was ihm andere auf Instagram bestätigen – und radikalisiert sich im Kinderzimmer. Die Serie thematisiert damit ein ganz konkretes sozioökonomisches Problem, das nach politischen Antworten verlangt. Ein Smartphone- und Internetverbot für unter 16-Jährige, wie es jetzt vielerorts gefordert wird, greift jedoch zu kurz.^[10] Es dürfte sich dabei um einen politischen Kurzschluss handeln, der weder umsetzbar noch wünschenswert ist.

Quellen

- [1] S. Ndlovu, «Netflix's «Adolescence»: Everyone's new TV obsession», zu finden unter <https://www.ecr.co.za/shows/east-coast-breakfast/netflixs-adolescence-new-tv-obsession/>, **2025**.
- [2] «Adolescence», *IMDb*, zu finden unter <https://www.imdb.com/de/title/tt31806037/> (abgerufen 23. Apr. 2025).
- [3] «Adolescence (Fernsehserie)», *Wikipedia*, zu finden unter [https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Adolescence_\(Fernsehserie\)&oldid=255971688](https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Adolescence_(Fernsehserie)&oldid=255971688), **2025**.
- [4] Filmanalyse, «Der Incel als Figur unserer Zeit: ADOLESCENCE – Kritik & Analyse», zu finden unter <https://www.youtube.com/watch?v=ISjJf2Oxn08>, **2025**.
- [5] «Incel», *Wikipedia*, zu finden unter <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Incel&oldid=256087321>, **2025**.
- [6] G. Federkeil, «Erstmals mehr weibliche als männliche Studierende an deutschen Hochschulen», zu finden unter <https://www.che.de/2022/erstmal-mehr-weibliche-als-maennliche-studierende-an-deutschen-hochschulen/>, **2022**.
- [7] «Niedriger Frauenanteil in technischen Studienfächern», *Statistisches Bundesamt (Destatis)*, zu finden unter <https://www.destatis.de/Europa/DE/Thema/Bevoelkerung-Arbeit-Soziales/BildungKultur/Studienfachrichtungen.html>, **2024**.
- [8] F. Peters, «Fast ein Fünftel der jungen Männer in Deutschland hat keinen weiterführenden Abschluss», zu finden unter <https://www.welt.de/politik/deutschland/article253442736/Bildung-Fast-ein-Fuenftel-der-jungen-Maenner-in-Deutschland-hat-keinen-weiterfuehrenden-Abschluss.html>, **2024**.
- [9] «An der Partnerwahl liegt's nicht», *Hans-Böckler-Stiftung*, zu finden unter <https://www.boeckler.de/de/boeckler-impuls-an-der-partnerwahl-liegts-nicht-6699.htm>, **2025**.
- [10] F. Schmidt, ««Adolescence: Debatte über toxische Männlichkeit und soziale Medien», zu finden unter <https://www.ndr.de/kultur/film/Adolescence-Debatte-ueber-toxische-Maennlichkeit-und-Social-Media,adolescence100.html>, **2025**.



ASVZ-Tester

Kondi

Aysan Yilmaz Die Lernphase naht und die etlichen Stunden, die wir sitzend mit Lernen verbringen, drohen! Umso wichtiger sind die Lernpausen: Eine gute Lernpause beinhaltet daher **viel Bewegung und Ablenkung vom Lernstoff**, sollte jedoch kurz genug sein, um danach gut weiterlernen zu können. Kondi ist ein supertolles Programm dafür!

Laut ASVZ zählt Kondi zu den absoluten Klassikern im Angebot mit **über 50 Wochenstunden** an verschiedenen Standorten. Da findet sicher jeder etwas!

Kraft	★★★★☆
Ausdauer	★★★★☆
Mut	★★★★☆
Spassfaktor	★★★★★
Beliebtheit	★★★★★
Einsteigerfreundlich?	Ja

bei den grossen Gruppen zwei Leiter:innen, die die Übungen jeweils in zwei Schwierigkeitsgraden zeigen.

Bei grossen Gruppengrössen ist man über drei Hallen verteilt, bei den kleinen über den Mittag waren wir schon mit 30 in zwei Hallen.

Kondi in einem Satz

Zu motivierender Musik trainierst du Kraft, Ausdauer und Beweglichkeit, je nach Fokus der Session.

Anmeldung

Du kannst dich jederzeit anmelden, Hauptsache, du scanst dich rechtzeitig am Check-in ein.

Ort und Gruppengrösse

Die Kondi-Sessions finden in den Turnhallen der Sportcenter Polyterrasse, Höggerberg, Turnhalle im Moos (Schlieren), an der PH Zürich, am Irchel, in der Turnhalle Eidmatt (Wädenswil) und Winterthur statt. Die Gruppengrösse ist zwischen 30 und 350 Personen pro Session, es ist aber nie wirklich überfüllt. Man hat auch bei den gut besuchten Sessions genug Platz. Übrigens gibt es

Die eigentliche Session

Jede Einheit dauert 55 Minuten und wird von einem Mix aus Radio-Hits, Drum & Bass, Pop und manchmal sogar Techno musikalisch begleitet.

Die Sessions sind in **vier** grobe Teile gegliedert:

- Aufwärmen
- Power-Tracks für Kraft und Kondition
- Fokus-Teil wie bspw. Rumpftaining bei *Body Attack Les Mills Core*
- Cool-Down und Stretching

Die Kondi-Varianten im Überblick

Damit ich euch einen fundierten Eindruck geben kann, habe ich alle Arten von Kondi getestet. Das Aufwärmen und das Cool-Down/Stretching sind bei allen gleich, das Einzige, was sich ändert, ist der jeweilige Hauptteil, hier meine Eindrücke:

- **Kondi, Klassisch** Hier hat es mit Abstand die wenigsten Teilnehmenden, aber die Übungen sind gleich wie beim Super Kondi Body Attack. Gleiche Übungen, ähnliche Musik, aber honestly verstehe ich nicht ganz, worin sich Super Kondi und klassisches Kondi unterscheiden. Dort könnte man gut die sich wiederholenden Übungen trainieren, die koordinativ fordernd sind.
- **Kondi, Klassisch + Stretching** Normales Kondi mit zusätzlichen 10–12 Minuten Dehnung, super für Regeneration und Beweglichkeit. Das könnte man sicher auch bei den anderen Sessions einbauen bzw. diese verlängern.
- **Kondi, Super Kondi Body Attack** Das beliebteste von allen, der Fokus liegt hierbei bei der Ausdauer, man kommt relativ ins Schwitzen. Mein Highlight waren die synchronisierten High-Kicks, die es oftmals gibt und das abwechslungsreiche *Hey, Ho*. Echt erstaunenswert, wie manche diese Kondition mitbringen!
- **Kondi, Super Kondi Core Body Attack**
Les Mills Core: Fokus auf den Rumpf, mit Gummitubes, die vom ASVZ zur Verfügung gestellt werden und als Widerstand während der Aufgaben dienen.
- **Kondi, Hot Fusion Super Kondi Body Attack/Body Combat:** Hochintensiv und koordinativ anspruchsvoll, es gibt Bewegungen vom Body Combat im Power-Track Teil. Meiner Meinung

nach geht sehr viel Zeit damit vorbei, bis man verstanden hat, was man machen soll. Wenn man es verstanden hatte, dann gingen die Trainingsleiter schon zur nächsten Übung.

Mein Fazit

Beim ersten Mal fühlt man sich ein bisschen überfordert, vor allem, da viele Teilnehmende regelmässig ins Kondi gehen und wissen, wie es abläuft. Als Lernpause kann ich Kondi aber wärmstens empfehlen!

Abschliessende Worte

Auch wenn Kondi ziemlich mühsam klingt, sind diese Angebote vom ASVZ echt begeisternd! Man kommt schnell rein, die Musik ist einigermaßen gut und man hat sich für eine Stunde intensiv bewegt. Darüber hinaus ist das eine Group-Fitness-Session, da kommt der Gruppendruck auch nicht zu kurz und man gibt weniger schnell auf.

Was ich euch auch noch empfehlen kann

Auf dem Hänggerberg einen [Spaziergang](#) machen, lüftet auch den Kopf und tut der Durchblutung gut.

Liebs Grüessli und bis zum nächsten ASVZ Tester. Vielleicht sieht man sich im Super Kondi 😊!



Prof. Czekelius im Gespräch

Uma Grotefeld und Connor Pütz Prof. Constantin Czekelius ist seit 2013 Professor für Organische Chemie an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Er studierte Chemie in Freiburg und Würzburg, schloss schliesslich sein Diplom im Jahr 2000 an der ETH Zürich ab und doktorierte danach ebenfalls an der ETH in der Gruppe von Prof. Carreira. Kurz nach Ostern nahm er sich Zeit in Düsseldorf, um über seine Forschung in der asymmetrischen Synthese und seine Studienzeit in Deutschland und an der ETH zu reden.

Wie hatten Sie sich dazu entschieden, im Bereich der organischen Chemie ihren Dokortitel zu machen?

Im Laufe meines Studiums ist mir klar geworden, dass für mich die organische Chemie der spannendste Bereich ist. Das liegt auch daran, dass ich mathematisch zu unbegabt bin, um in der physikalischen Chemie zu arbeiten. Insbesondere das Schaffen, das Gestalten mit den eigenen Händen, macht die Chemie für mich aus. Es ist ein Prozess, der viel Kontrolle ermöglicht und vielleicht auch eine Art Kunstform ist. Ich bin heute noch gern im Labor, zwar nicht täglich, aber doch in dem einen oder anderen Projekt tätig, weil ich das nicht missen möchte. Auf der anderen Seite entwickelt man ja ein zunehmendes mechanistisches Verständnis. Es kommt daher ganz natürlich, dass man sich für einen Bereich besonders interessiert und dort auch spezialisiert. Die organische Chemie ist mir konzeptionell diesbezüglich leichter gefallen. Daher war mein Weg relativ früh – sicher ab dem dritten oder vierten Semester – für mich klar. Früh war auch klar, dass ich weniger gern in die Industrie gehen würde, sondern im akademischen Bereich oder zumindest im Ausbildungsbereich bleiben will. Zum einen, weil mir Lehre Spass macht und zum an-

deren, weil ich – vielleicht irrational – denke, dass es hart wäre, in der Industrie zu arbeiten und mir dort ein 12-Jähriger aus dem Marketing sagt, dass mein Projekt abgesagt worden ist. Das Schöne an der akademischen Forschung ist, dass man zu jedem Zeitpunkt vollkommen neuen Ideen bis zum Ende folgen kann, ohne notwendigerweise auf den ökonomischen Aspekt Wert legen zu müssen.

Die Totalsynthese ist ein Forschungsgebiet, das nicht viele verfolgen und das ein wenig in die Kunst geht, aber nicht unbedingt immer direkte Anwendungen hat. Wie stehen Sie dazu?

Ich glaube, man muss die Totalsynthese auch vor dem Hintergrund der historischen Entwicklung der Chemie sehen. Jede Zeit hat ihren chemischen Fokus und es gab eine Zeit, zu der die Totalsynthese ein absoluter Brennpunkt, die Speerspitze der chemischen Entwicklung war. Natürlich braucht es eine spezielle Konditionierung, um sich mit Totalsynthese zu beschäftigen. Es ist nicht überraschend, dass deswegen immer auch ein bestimmter Typus von Chemiker:innen dazugehört. Je besser die Methoden wurden, desto mehr konnte man Totalsynthese auf dem Papier entwickeln. Deswegen ist sie neben der Methodenentwicklung zeitwei-

lig in den Hintergrund getreten. Trotzdem glaube ich, dass Totalsynthese immer eine Bedeutung haben wird, weil nur sie erlaubt zu evaluieren, ob eine Synthesemethode auch erfolgreich im komplexen Setting eingesetzt werden kann. Methodenentwicklung macht zweifelsohne Spass, aber gelegentlich ist sie beschränkt auf ganz bestimmte Substrate oder Konstellationen. Der wirkliche Lackmustest zeigt sich erst in der Synthese komplexer Verbindungen. Daher hat die Naturstoffsynthese nach wie vor ihre Berechtigung, absolut. Das wird sicher auch auf lange Frist so bleiben. Ich glaube, die Frage wird eher sein, inwieweit sie revolutioniert wird durch KI-Methoden und quantenmechanische Rechnungen etc. Auf der einen Seite wird es sicher einen starken Push geben, aber am Ende des Tages wird man doch irgendwann Verbindungen herstellen müssen. Ich kann mich erinnern, als ich selbst studiert habe in den 90ern, kam immer wieder die Aussage aus der theoretischen Chemie, «Kochen ist irgendwann obsolet», weil wir in ein paar Jahren alles berechnen können. Jetzt, dreissig Jahre später, **kochen wir immer noch**.

Ja, wir hatten mit Professor Chen auch angesprochen, wie man Large Language Models in der organischen Chemie anwenden kann. Er war da relativ skeptisch und meinte, man könne das zwar zu einem gewissen Grad machen, aber es seien zu viele Parameter und es sei recht komplex. Denken Sie, da gibt es eine Zukunft? Ich glaube, momentan sind wir noch am Anfang. KI-Methoden werden

einen immer wichtiger werdenden Beitrag leisten, auch in der Ausbildung und dabei, wie über Totalsynthese nachgedacht wird. Ob es dazu führen wird, dass man irgendwann überhaupt nicht mehr nachdenken muss, sondern Alexa fragt: «Wie mache ich Strychnin?», bezweifle ich vor dem Hintergrund, dass die KI-Methoden auf bekannten Transformationen basieren. Ich habe noch kein Beispiel gesehen, wo überzeugend gezeigt wurde, dass man anders als durch zufällige Permutationen komplett neue Synthesemethoden entwickeln kann. Dass es so bleiben wird, kann ich überhaupt nicht sagen. Die Methoden werden immer schneller, immer besser, das kann in fünf oder zehn Jahren vollkommen anders aussehen. Daher, glaube ich, stecken wir gerade in einer sehr spannenden Zeit. Und ich denke, es wird zumindest ein bedeutungsvolles Werkzeug werden, wie beispielsweise auch in der Medizin. Eine KI wird die Mediziner an sich nie ersetzen, aber sie wird der Ärztin oder dem Arzt ein **mächtiges Werkzeug** an die Hand geben. Das wird in der Chemie vermutlich genauso sein.

Ich würde auch sagen, dass die Totalsynthese mit ihren wunderschönen Mechanismen sehr viel Freude bereitet. Oft fragt man sich aber: «Und jetzt?» Wie wichtig ist es Ihnen, dass das Synthetisierte einen Nutzen für das echte Leben hat? Das ist eine spannende Frage. Als ich angefangen habe zu studieren, gab es viele Publikationen, bei denen es um «Beautiful Molecules» ging, Moleküle, die einen rein ästhetischen Nutzen haben, wie Cu-

ban, Dodecahedran oder Fenestran. Diesem Reiz konnte auch ich mich nicht entziehen. Es hat zum damaligen Zeitpunkt nicht nur gezeigt, dass man diese Moleküle herstellen kann, sondern auch, dass **die eigene Kreativität durch scheinbar nichts limitiert** ist. Alles, was man sich vorstellen kann, zu dem kann man auch einen synthetischen Zugang entwickeln. Das war für mich ein unglaublicher Antrieb, überhaupt Chemie zu studieren und ich könnte mir vorstellen, dass es viele genauso fasziniert hat wie mich.

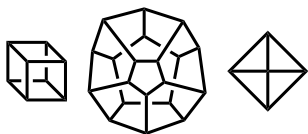


Abbildung 18.1: Cuban, Dodecahedran und [3.3.3.3]Fenestran.

Ökonomisch, sozial und aus verschiedenen gesellschaftlichen Aspekten kann man sicher die Frage stellen, ob die Entwicklung von Dodecahedran die Menschheit weitergebracht hat. **Es hat aber definitiv die Wissenschaft vorangebracht.** Dies setzt sich auch heute weiter fort, z. B. bei entsprechend komplexen marinen Naturstoffen, die enorm gross sind und viele Stereozentren haben. Für mich ist die Naturstoffsynthese der Bereich der Chemie, der am nächsten an einer Kunstform ist. Man kann sich auch die Frage stellen: Wie weit hat ein Bild von Picasso oder ein Musikstück von Borodin¹ die Menschheit weitergebracht? Es ist einfach eine **intellektuelle Leistung**, die Menschen inspiriert, erfreut und schluss-

sendlich auch **Teil der Kultur** ist.

Ich sehe *Classics in Stereoselective Synthesis* in Ihrem Bücherregal. Wieso hat Sie die asymmetrische Synthese so gepackt? Was finden Sie daran beeindruckend? Für mich ist die stereoselektive Synthese immer schon interessant gewesen, weil sie sehr viel mit diesem kreativen Aspekt und der Kontrolle über die Entstehung von Strukturen zu tun hat. Natürlich reizt mich auch ihre Komplexität und die Herausforderung, das gebe ich zu. Viele Reaktionen, die wir uns enantioselektiv oder diastereoselektiv wünschen würden, tun uns nicht immer den Gefallen. Stereochemie ist für mich wie der **Übergang von einem Bild zu einer Skulptur**, vom Zweidimensionalen zum Dreidimensionalen. Beides ist schön. Aber die Arbeit mit der Skulptur, die ich mir dreidimensional vorstellen kann, macht mir mehr Spass.

In Ihrer Forschungsgruppe werden unter anderem Naturstoffderivate genutzt, um Mittel gegen Parkinson und Demenz zu entwickeln. Könnten Sie da mehr dazu erzählen? Ja, das ist eines der Projekte, die wir vor längerer Zeit begonnen und die uns kontinuierlich begleitet haben. Es ging um eine Verbindung, die aus dem grünen Tee isoliert wird und positive Wirkung bei der Alzheimer-Erkrankung zeigen soll. Sie ist in der Lage, die Proteinaggregate aufzulösen, die die Auslöser der Alzheimer-Erkrankung sind. Einerseits ist es sicher interessant, das *in vitro* zu untersuchen, aber kann man es auch *in vivo* nutzen? Und wie

¹Der übrigens auch der Entdecker der Aldolreaktion war.

viel grünen Tee muss man trinken, damit man nichts mehr vergisst? Da stellt man fest, dass es sehr viel ist, weil die Verbindung nicht wirksam genug ist und kaum die **Blut-Hirn-Schranke** überwindet.

Es gibt viele Aspekte, die einer Anwendung in der Therapie entgegenstehen, dennoch war es interessant, die fundamentalen Grundlagen zu untersuchen. Dieses Projekt ist ein typisches Beispiel für Projekte, die wir in den vergangenen Jahren begonnen haben. Es sind oft Kooperationsprojekte mit Kolleg:innen aus der Medizin, aus der Biologie und aus der physikalischen Chemie. Bei diesem Molekül haben wir versucht zu verstehen, wie es wirkt und ob die Auflösung dieser Aggregate aufgrund einer spezifischen Bindung an die Proteine erfolgt. Man hätte sich auch vorstellen können, dass es als Komplexbildner für Metallionen wirkt oder es andere mechanistische Möglichkeiten gibt. Wir konnten dann durch Fluoreszenzmarkierung zeigen, dass es tatsächlich an die Aggregate bindet und sie dadurch auflöst. Als organische Chemiker können wir Moleküle und ihre Eigenschaften gezielt verändern, sie markieren und wir können damit Fragestellungen, die auch andere Fachbereiche betreffen, beantworten.

Das Ziel ist dann, die Moleküle so zu verändern, dass sie ins Hirn gelangen können? Es gab zumindest die Überlegung, ob das gelingt. Mittlerweile haben wir durch Kooperation mit anderen Arbeitsgruppen bestätigt, dass speziell **EGCG** wahrscheinlich nicht der ideale Kandidat ist. Es

ist zu gross, zu polar, man muss zu viele Änderungen an diesem Molekül vornehmen. Aber wir können basierend auf den Wechselwirkungen, die wir bei dem Protein gesehen haben, **kleinere und einfachere Derivate** herstellen. Und da wird es wahrscheinlich in Zukunft hingehen. Ein Grundproblem bei der Alzheimer-Erkrankung ist die Frage: Kann man noch etwas machen, wenn der Schaden angerichtet ist? Das ist auch bei den Medikamenten, die zugelassen worden sind, ein entscheidendes Problem. Diese Proteinkomplexe, die schwerlöslich sind und die Gehirnstruktur schädigen, machen sich erst manifest in Form von Ausfallserscheinungen, wenn der Schaden schon da ist. Man kann das nicht zurückdrehen. Deshalb ist die Frage: Ist das der richtige Angriffspunkt für die Therapie der Alzheimer-Erkrankung? Vieles davon wusste man zum damaligen Zeitpunkt noch nicht und heute würde man es wahrscheinlich etwas anders betrachten. Deswegen sind wir in diesem Bereich auch nicht mehr so intensiv unterwegs, wie wir es früher waren.

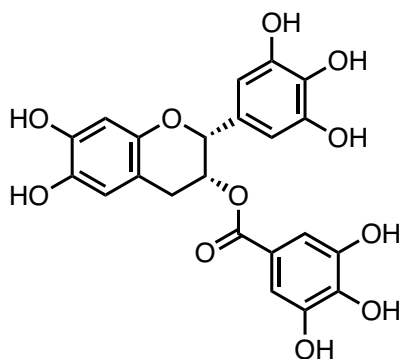


Abbildung 18.2: EGCG.

Sie haben erwähnt, dass Ihnen die Lehre von Bedeutung ist. Sie waren auch an der ETH und haben da, wie wir auch, wahrscheinlich sehr viele verschiedene Lehrmethoden für die OC gesehen. Was würden Sie sagen, haben Sie am meisten für Ihre eigene Lehre mitgenommen?

Aus meiner Zeit im Studium und während der Promotion habe ich mitgenommen, dass man am leichtesten lernt, wenn man sich für das Thema begeistert und Querbezüge zu etwas finden kann, das von der Abstraktion der molekularen Denkweise weggeht. Genau das versuche ich in meinen Vorlesungen umzusetzen. Zu vermitteln, dass gerade organische Chemie etwas Faszinierendes sein kann, weil man sehr viel Kontrolle darüber hat, was geschieht. Dadurch, dass man immer Querverweise in das Naturreich, in die Alltagserfahrung, in die industrielle Produktion ziehen kann, macht man das Ganze lebendig. Das ist etwas, was ich von meinem Doktorvater Erick Carreira gelernt habe. Es war einfach faszinierend, zu sehen, mit welcher Begeisterung er über dieses Thema gesprochen hat. Es war unmittelbar ansteckend. Ich hoffe, dass es mir ebenfalls gelingt als Lehrender, diese Faszination weiterzugeben.

Nun ist es in den meisten organischen Chemievorlesungen an der ETH so, dass die Tutoren Studierende sind. Welche Erfahrungen haben Sie damit gemacht?

Ich glaube, wenn die Tutoren Studierende sind, ist die Hemmschwelle für eine Interaktion niedriger. Ich könnte mir vorstellen, dass es etwas anderes ist, nach vorn zu ge-

hen und mit dem Dozierenden zu sprechen, als mit den Tutoren, die das Ganze kürzlich selbst durchlaufen haben. Dies ist eine zentrale Herausforderung in der Lehre. Je tiefer man eintaucht und je höher der eigene Ausbildungsstand ist, desto mehr vermisst man, wovon man früher gestanden hat und was die Knackpunkte waren, über die man selbst gestolpert ist. Trotzdem denke ich, dass es immer Personen geben sollte, die einen grossen Überblick über das ganze Thema haben und so eine andere Sichtweise zu fundamentalen Aspekten der Chemie geben können. Gleichzeitig halte ich es für eine hervorragende Idee, Studierende früh an die Lehre heranzuführen, um die Freude daran erleben zu können. So ist es mir selbst gegangen. Ich war Vorlesungstutor in meinem Studium und in meiner Promotion und bin so letztendlich auch zur Lehre gekommen. Es machte einfach Spass zu sehen, wie jemand Dinge versteht, die man erklärt hat.

Das heisst, Sie würden Studierenden, die überlegen, in die Forschung zu gehen und vielleicht eine Professur anstreben, auf jeden Fall empfehlen, eine TA-Rolle zu übernehmen?

Ich glaube, dass man sich, wenn man überlegt, später im akademischen Bereich tätig zu sein, bewusst machen muss, dass akademische Forschung eng mit der Lehre verknüpft ist. Es gab zwar immer wieder Modelle, in denen es Professuren gab, die nur Forschung betreiben und welche, die sich massgeblich auf die Lehre fokussieren. Ich halte das nicht unbedingt für zielführend. Ich glaube, dass nur je-

mand, der wirklich in der Forschung steckt, die Lehre adäquat unterrichten kann, man sollte das nicht trennen. Deswegen muss es einem Spass machen. Es gibt natürlich Personen, die eher forschungsbezogen sind und die Lehre nebenbei mitmachen. Ich weiss nicht, ob das für die Ausbildung das Beste ist. Wenn man nicht gern unterrichtet, dann weiss ich nicht, ob der akademische Bereich die **Erfüllung** bietet, die man sich wünscht.

Gab es in Ihrer Studienzeit ein Fach, das Sie bewusst versucht haben, zu umschiffen? Es gibt natürlich Studienfächer, die einem mehr liegen als andere. Ich kann nicht sagen, dass ich ganze Fächer ungern gemacht habe, aber ich kann sagen, dass es Studienfächer gibt, die für mich immer ein Buch mit sieben Siegeln geblieben sind. Dazu gehört die Kristallografie, die ich drei- oder viermal gehört habe, an verschiedenen Standorten, von ganz unterschiedlichen Dozierenden und trotzdem nie über dieselben Grundlagen hinausgekommen bin. Es liegt nicht daran, dass ich es nicht versucht hätte, aber es hat sich mir nie erschlossen. Das liegt natürlich nur an mir, aber ich könnte mir vorstellen, dass es anderen ähnlich ergangen ist. Ich würde auch nicht empfehlen, ganze Themenbereiche aktiv zu vermeiden. Es war eines der grössten Aha-Erlebnisse in meiner ganzen Ausbildung, als ich aufs Diplom gelernt und gemerkt habe, wie plötzlich **die einzelnen Fächer zusammenwachsen**, dass alles aneinander bedingt und z. B. auch die physikalische Chemie eine Variation desselben The-

mas ist, nur eben aus einem unterschiedlichen Gesichtspunkt. Für mich war es ein wunderbar erhellender Moment zu sehen, dass diese ganzen einzelnen Stockwerke, die man sich angeschaut hat, ein Gebäude ergeben. Diese Erfahrung möchte ich unter keinen Umständen missen und ich glaube, ich hätte sie nicht gemacht, wenn ich ganze Gebiete völlig ausgeblendet hätte.

Sie würden also nicht sagen, dass es Sinn ergibt, sich früh auf einen Bereich zu fokussieren? Es ist natürlich eine Frage der Zeit und Energie, die man zur Verfügung hat. Es wäre optimal, in allen Fällen immer alles zu geben und immer alles gewissenhaft vor- und nachzubereiten, was allerdings den wenigsten gelingen wird. Man hat aber mehr von der Wissenschaft insgesamt, wenn man mögliche Aspekte aus verschiedenen Bereichen einbezieht. Beispielsweise beschäftigt man sich mit einem bestimmten, vorgegebenen Forschungsthema, welches eine gewisse Breite hat. Plötzlich fehlt eine Methode, ein Aspekt, etwas, das aus einem ganz anderen Bereich oder von einem Kooperationspartner kommt. Man erinnert sich, es schon mal gehört zu haben und plötzlich wird es hochrelevant. Je mehr **Quervernetzungen** man ziehen kann, desto flexibler kann man in Projekten reagieren und desto besser kann man mit Leuten interagieren, weil man ihre Sprache fließender spricht. Jeder Fachbereich hat seine eigene wissenschaftliche Sprache, die organische Chemie eine ganz andere als etwa die physikalische Chemie. Für mich war das ein Umdenkenprozess, den ich da-

mals in meinem Postdoktorat im Anorganik-Arbeitskreis von Richard R. Schrock vollzogen habe. Es hat ein wenig gedauert, bis ich mich an diese neue Sprache, Denk- und Sichtweise gewöhnt habe. Je mehr von diesen einzelnen Aspekten man verinnerlicht hat, desto einfacher und desto spannender wird es in der Wissenschaft.

Es hält eine Person also nicht auf, in eine bestimmte wissenschaftliche Richtung zu gehen, wenn man seinen Postdoc oder seinen PhD vorher in einer ganz anderen Richtung macht?

Die Optimierung der Zeit wäre für mich nicht der Hauptaspekt bei einem Postdoktorat. Man kann schnell und sehr zielgerichtet an einem Punkt ankommen. Die spannendsten Reisen sind aber die, wo man eventuell auch nach rechts und nach links schaut. Das gilt auch für den Karriereweg. Mein eigener war alles andere als linear, aber im Nachhinein möchte ich eigentlich nicht sagen, dass ich Dinge verpasst habe oder es besser anders angegangen hätte. Es gibt vermutlich viele irreguläre Lebensläufe, die trotzdem zu sehr spannenden Ergebnissen geführt haben. Man sollte nicht dümpeln, aber solange man die Zeit effizient nutzt, kann man sie auch durchaus vielfältig nutzen.

Wenn wir gerade schon von Linearität sprechen: Professor Togni, den Sie auch als Dozenten hatten, war eine lange Zeit in der Industrie und hat sich in die Forschung bekehren lassen. Wie stehen Sie dazu, wenn die Industrie ein Lebensabschnitt vor dem akademischen Weg ist?

Das hängt wahrscheinlich ganz davon ab,

welcher Industriezweig das ist und wird vermutlich nicht die Norm sein. Es wird immer Fälle geben, wo das gut gelingt, und Professor Togni ist ein hervorragendes Exempel dafür. Ich würde es jedoch nicht als Hauptkarrierepfad sehen, vor dem Hintergrund, dass die Herangehensweise in der Industrie eine deutlich andere ist, soweit ich das wahrgenommen habe. Ich war nie in der Industrie und kann das sicher nur von aussen betrachten, aber meine Wahrnehmung ist, dass die Arbeit eher projekt- und ergebnisgetrieben ist.

Die **Freiheit einer wissenschaftlichen Analyse**, etwas wirklich im Detail anzuschauen, hängt auch davon ab, ob der spezielle Industriestandort, an dem man ist, diese zulässt. Ich habe das Gefühl, dass dies in letzter Zeit zunehmend weniger der Fall ist, dass die Zyklen kürzer werden und die Abteilungen der Industrie, die nah an der Grundlagenforschung ist, in den Hintergrund treten. Mein Postdoc-Betreuer Richard Schrock ist auch jemand, der aus der Industrie kam. In seinem Fall von Dupont, die eine Abteilung für Grundlagenforschung hatten und in der die Grundlagen für seine Metathese-Studien gelegt wurden. Es ist sicher spannend, beide Aspekte gesehen zu haben, aber das wird meines Erachtens nicht auf jeden Industriezweig anwendbar sein.

Absolut. Die VCS hat vor zwei Jahren ihr 130. Jubiläum gefeiert und dort hat Professor Chen eine Rede gehalten. Er hat gesagt, dass die Zukunft der organischen Chemie in den Schnittpunkten

zu anderen Fachbereichen steht. Also zum Beispiel in der AC, mit metallorganischer Chemie oder mit der Biologie, für Therapiemethoden. Denken Sie, die reinen Disziplinen werden bestehen bleiben oder wird es eines Tages nur noch diese Schnittpunkte geben?

Die Schnittpunkte werden sicher mehr. Ich glaube allerdings schon, dass es Kernbereiche einer Disziplin gibt. Ich kann mich erinnern, wie ich während meines Studiums von Professor Seebach hörte, wirklich neue Reaktionen gäbe es nicht mehr. Das ist eine interessante Aussage, die man differenziert betrachten kann. Ich denke schon, dass es einen Kernbereich etablierter Reaktionen und Verfahren gibt, der bereits gut etabliert ist. Aber ich möchte Professor Seebach da ein kleines bisschen widersprechen. Man sollte die Hoffnung nicht aufgeben, dass es **komplett neue Reaktionen** gibt. Zum Beispiel ist die Olefin-Metathese ein Reaktionstypus, der sich nicht so einfach nahtlos in Bestehendes einsortieren lässt. Ich hoffe, dass das noch für viele Reaktionen der Fall sein wird.

Trotzdem hat das Gedankenmodell der Kerndisziplinen, organische oder anorganische Chemie, eine bestimmte Form angenommen und an den Verästlungen und Quervernetzungen zu anderen Bereichen finden viele Entwicklungen statt. Oft ergibt sich auch diese Frage, wenn man eine Person an einem universitären Standort neu beruft: Möchte man eine Quervernetzung? Möchte man jemanden, der in einem Kernbereich unterwegs ist? Da gibt es verschiede-

dene Antworten. Für die Lehre vermute ich, dass eine Person sinnvoll ist, die auch die Lehre im Kernbereich gut vertreten kann. Für die Forschung und natürlich das, was wir alle möchten, **die Forschungsverbünde**, ist die Möglichkeit zur Kooperation wichtig. Und das führt darauf zurück, was wir gerade diskutiert haben. Kooperation kann auch bedeuten, dass ich so viel anderes gesehen habe, dass ich gedanklich Quervernetzungen in Bereiche ausserhalb meines Kerngebiets ziehen kann. Wenn andere das auch machen, kann man sich in der Mitte treffen, wunderbar kooperieren, ohne dass man seine Nische verlässt.

Sie haben die Berufung neuer Professor:innen angesprochen. Bald findet bei uns ein grosser Generationenwechsel statt, da viele Professoren in Rente gehen werden oder bereits gegangen sind. Was würden Sie den neuen Kolleg:innen auf den Weg geben, was Lehre und Forschung angeht?

Ich vermute, dass man den Personen, die berufen werden, nicht viel mitgeben muss, weil sie alle schon etablierte Persönlichkeiten sind, wenn sie ihre Professur an der ETH antreten. Vielleicht würde ich die Frage daher andersherum beantworten: Was wäre mir wichtig? Für die ETH bietet sich eine grosse Chance, mit einem Generationenwechsel neue Richtungen einzuschlagen. Ich glaube nicht, dass es notwendig ist, weil die ETH immer schon sehr breit aufgestellt war oder dass die Richtung grundsätzlich geändert werden müsste. Es kann aber eine Möglichkeit bieten, einen **Nukleationskeim für neue Koopera-**

tion und Kooperativität im breiteren Sinne zu pflanzen, eine Chance, neu zu denken und neue Aspekte einzubringen. Ich denke in diesem Zusammenhang z. B. an die Implementierung und Weiterentwicklung von KI-Anwendungen und Large Language Models, auch mit anderen Fachbereichen. Insgesamt war die ETH natürlich immer gut aufgestellt und ich kann mir auch mit dem Generationenwechsel nicht vorstellen, dass sie nicht weiterhin gut aufgestellt sein wird. Trotzdem hat die Wissenschaft bestimmte Schwerpunkte, die man am besten gemeinschaftlich lösen kann. Je besser man kooperiert, nicht nur innerhalb, sondern auch in der Aussenwirkung, umso mehr kann man die Chemie als Ganzes stärken. Die Chemie hat die Herausforderung, dass unsere Themen nicht genug nach aussen und in die Gesellschaft transportiert werden. Ich denke, wir müssen mehr erklären, was wir tun. Vielleicht fällt den Personen, die neu an diesen Standort kommen, hier auch eine besondere Aufgabe zu.

Wie würden Sie denn als Beispiel Ihre Arbeit mit Fluorierung, fluorierten Flavinen und deren Derivaten der Aussenwelt erklären? In der Beschreibung Ihrer Forschung ist diesbezüglich von Photokatalysatoren die Rede. Wie können diese implementiert werden? Es geht bei

diesem Projekt um die Modulation einer bestimmten Moleküleigenschaft. Wir haben hier vor einigen Jahren ein Graduiertenkolleg eingerichtet, welches «Modulation of Inter-System Crossing» heisst. Wir schauen an, wie Moleküle optisch oder elektronisch

angeregt werden können und wie wir steuern können, ob sie fluoreszieren oder phosphoreszieren, ob sie Singulett oder Triplett-Zustände bilden. Den ganzen Prozess der photonischen Anregung und das Aussenwerden von Lumineszenz wollten wir uns unter allen Gesichtspunkten anschauen. Wir konnten dabei aufgreifen, was wir früher synthetisch entwickelt haben, nämlich das Einbringen von Fluor in Moleküle. Wenn man das geschickt macht, kann man durch diese elektronische Modifikation die Materialeigenschaften in besonders einfacher und gezielter Weise optimieren und modulieren. Die Flavine haben wir dabei vor allem als biologisch relevante Modellverbindungen untersucht. Auf der anderen Seite sind wir dabei von den Flavinen zu einer anderen Substanzklasse gekommen, den Acridonen. Diese könnten, basierend auf denselben oder ähnlichen Phänomenen, z. B. Anwendung in OLED-Displays finden. Bei Mobiltelefonen und Laptops ist die blaue Emission immer ein grosses Problem, sie ist nicht sehr effizient und erfordert viel Energie. Wir haben untersucht, wie wir Acridone gezielt so verändern können, dass das Abstrahlen von blauem Licht besonders effizient ist, sodass ein Akku zum Beispiel nicht nur zwei Tage, sondern vielleicht eine Woche hält.

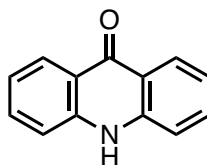


Abbildung 18.3: Acridon.

Wir nutzen hier die besondere Möglichkeit der organischen Chemie, Moleküle so zu verändern, dass sie genau das tun, was man von ihnen möchte.

Wenn man dann einen wissenschaftlichen Durchbruch erzielt und eine Entwicklung geschaffen hat, wie schafft man es, dass das Geschaffene einen Weg in die Anwendung findet und nicht einfach in der Schublade verstaubt?

Das ist ein sehr guter Aspekt. Oft entstehen diese Projekte aus Kooperationen, d. h. Personen, die auf uns zukommen und uns fragen, ob wir etwas zusammen gestalten können. Die Untersuchung zur Anwendung neuer Materialien wird dann meist von Kollegen aus der physikalischen Chemie oder Kollegen mit guten Verbindungen zur Industrie durchgeführt. Um eine chemische Idee schliesslich in ein Produkt zu überführen, braucht man die Industrie. Es können auch aus dem universitären Kontext durch Ausgründung Unternehmen entstehen. Oft ist es aber leichter, sich auf **bestehende Expertise** zu verlassen, welche Firmen haben. Wenn man z. B. einen Farbstoff in ein OLED-Display einbauen möchte, braucht man für die Trägerbeschichtung Reinraumbedingungen. Das ist Equipment und Know-how, das wir nicht haben. Für uns kommt das weniger zum Tragen, weil wir uns mit Grundlagenforschung beschäftigen. Der Weg von der Grundlagenforschung bis zu etwas, das man im Laden kaufen kann, ist einfach zu weit.

Als abschliessende Frage: Können Sie Studierenden einen Rat geben, die in die Forschung gehen möchten? Was wären die Schritte, die man dann machen müsste, worauf sollte man sich fokussieren?

Ein Aspekt, der mir immer wichtig war, ist, dass man sich nicht von der Fülle der Chemie einschüchtern lassen sollte. Chemie kann sehr vielfältig sein und für mich war es in den ersten Semestern sehr einschüchternd, die ganzen Reihen von eng bedruckten Büchern in der Bibliothek zu sehen. Um seinen Weg zu finden, sollte man seinem Herz dahingehend folgen, dass man macht, was einen intrinsisch fasziniert. **Wenn man Spass, Freude und auch Faszination verbindet, dann wird man in diesem Thema auch automatisch gut werden.** Davon bin ich fest überzeugt. Man benötigt diese Begeisterung auch, um mit den vereinzelt Rückschlägen, die die Forschung beinhalten kann, umgehen zu können. Deshalb sollte man die Augen offenhalten. Es gibt tausende Aspekte, die spannend sind, man wird nicht alle bearbeiten können. Man wird auch nicht in allen denselben Überblick und Tiefgang erreichen können. Aber **Wissenschaft kann etwas unglaublich Bereicherndes sein.** Hat man diese Facette der Chemie einmal gefunden, dann folgt der Rest automatisch.

Wunderbar. Wir danken vielmals für das Interview.



Poison, Serpents, and the Archetype of the Wounded Healer

Alexander Gibbert “The hair of the dog that bit you”: THE antidote to that painful hangover after a night of student debauchery. The metaphorical “dog” in this case being that extra shot of tequila that you were sure wasn’t a good idea. The expression comes from an old (and blatantly false) remedy against a rabies bite, where you would place a hair from the offending dog on the inflicted wound. The practice of exposing patients to moderate doses of “danger” does not stop at modern medical practices. While neither of these remedies are particularly effective, there are modern medical methods that can be said to employ similar premises to cure certain ailments.

A typical example of using the cause for the cure is the industrial production of antivenom, which starts with the extraction of venom from the organism (for example, a snake), which is then purified and diluted. The serum is then given to larger animals (typically horses) to produce antibodies, which are then used as antivenom.

Carl Jung and the “Wounded Healer”

A similar approach can also be used for psychological disorders, which is known as “exposure therapy”: The patient is exposed to specific stimuli, thereby allowing them to grow accustomed to them and consequently less afraid. Exposure therapy has seen modern applications against PTSD and OCD, as well as against selected phobias. In the work of the Swiss psychoanalyst Carl Jung, the archetype of the “Wounded Healer” holds particular significance. **The Wounded Healer, or Wounded Physician, as Jung termed it, is an individual who has healed from their wounds – in this case of wounds of a psychological na-**

ture – thereby acquiring vital knowledge to help others. These wounds also compel the sufferer to apply this newfound knowledge to help others. The example that Jung uses is that of the centaur Chiron in Greek mythology. Half man, half horse, Chiron was the only one of his kind to search for wisdom and knowledge, while his cousins led a hedonistic lifestyle. In one story, the hero Hercules accidentally shoots Chiron with a poisoned arrow. Being the son of Cronus, Chiron is immortal, condemning him to unimaginable suffering. Despite this suffering, Chiron would train some of the most famous heroes of the ancient world, notably Hercules, Achilles, Jason, and Patroclus. In the end, Chiron gave up his immortality, becoming the constellation Centaurus.

Asclepius, the Demigod-Physician of the Ancient World

Another famous student of Chiron’s was Asclepius, a son of Apollo. So high was his skill that Asclepius started resurrecting the dead, allowing them to escape from

the land of Hades. This angered the Greek lord of the Underworld, who complained to Zeus. Zeus in turn struck Asclepius with a thunderbolt, thereby immortalising him in the constellation *Ophiuchus* (the “serpent-bearer”). In Ancient Greece, healing temples were dedicated to Asclepius. Known as *Asclepieia*, they were places where people went to heal themselves from ailments by bathing in the sacred baths and undergoing cleansing rituals (healthy diet and certain forms of meditation). After this, the patient would be brought to a sacred room where they would sleep. In their dreams, Asclepius would appear to them, either in human form or as an animal such as a dog or snake. These dreams would then be interpreted and allow the physicians to decide how to proceed.

Carl Jung, as Freud before him, believed in the psychological significance of dreams. But while Freud saw them as mere wishful thinking on the part of the unconscious, Jung saw dreams as manifesting the inner turmoil of the personal unconscious. This also made Jung believe that he could find potential solutions to psychopathologies through the interpretation of dreams.

The Image of the Serpent: From Killer to Healer

The snake is one of the most recurring symbols of antiquity and one of the most convoluted. In the Book of Genesis, the snake is seen as the trickster, the creature that condemned humanity to suffering and death. It is the venomous creature par excellence,

seen as cold, slimy and dangerous. But there are also representations that show the serpent in a different light. In Ancient Greece, the serpent was seen as a transmitter of remedies and as a healer. Even today, the *Asklepian* (or Rod of Asclepius), a staff with a serpent wrapped around it, is a common symbol in modern medicine. In the aforementioned *Asclepieia*, snakes were also allowed to slither round the temple and were seen as a manifestation of the god Asclepius in dreams.

To find this dual nature of the snake again, we can turn to the Book of Numbers. In it, after the millionth screwup by the Jewish people, God sends poisonous snakes into the camp to bite those who sinned. The Jews beg God for forgiveness, and God tells Moses to make a bronze serpent and mount it up on a staff at the centre of the Jewish camp (see any cross-over symbolism?). God then states that whoever is bitten and looks at the serpent will live. *The serpent is not only the cause of suffering – it also symbolizes the source of healing. This duality is central to the Wounded Healer archetype.* Another creature with this dualistic nature is the Egyptian goddess Sekhmet, the so-called “Eye of Ra”. In Egyptian mythology, the Sun/Creator god Ra sends Sekhmet to destroy the wicked among mankind. But her bloodlust is unquenchable, and she goes on a bloody rampage throughout Egypt. To stop the carnage, Ra and the other gods pour out red-stained beer. Sekhmet, mistaking it for blood, drinks it and falls asleep. Sekhmet is

seen as the bringer of divine, and often uncontrollable wrath. She can cause plagues and scorch the earth with her breath that was said to be as dry as the desert winds. But she is also associated with healing and is worshipped as the goddess of medicine. Interestingly enough, the Greek word *Phàr-makon* (φάρμακον) also means both remedy and poison. This, in the same way as the modern word drug, can have both damaging and healing connotations.

Back to C. G. Jung's Wounded Physician

But the Wounded Healer of Carl Jung does not cause suffering. They experience it themselves and thereby gain knowledge to cure others. In fact, Jung claims that for a psychotherapist to be effective, they must also have undergone the transformation of the Wounded Healer. Jung states:

A good half of every treatment that probes at all deeply consists in the doctor's examining himself [...] it is his own hurt that gives a measure of his power to heal. This, and nothing else, is the meaning of the Greek myth of the wounded physician. (C G Jung, *CW XVI*, para. 239)

The acquisition of knowledge has always, in some way, been associated with suffering (as any ETH student well knows). The famous alchemical maxim "In filth it shall be found" can also be interpreted in this way. The *prima materia*, a key stepping stone in the making of the Philosopher's Stone, was often thought to be found in unpleasant places. It's also likely no coincidence

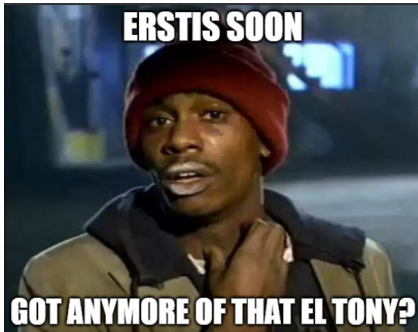
that the Holy Grail (bringer of eternal life) was often associated with the Philosopher's Stone. Similarly, the eternal panacea was also said to be derived from the Philosopher's Stone. Great suffering can also bring great reward. This is why Odin, king of Asgard, ripped out his own eye to give to the giant Mimir. In return, Mimir allowed Odin to drink from the well of knowledge at the foot of Yggdrasil (the cosmic tree holding up the nine worlds in Norse mythology). On another occasion, Odin pins himself to a tree with a spear and hangs by it for an entire night in order to gain the knowledge of magic. While these are mythological examples of the Wounded Healer, there are more modern examples. In the popular TV-series *House M.D.*, we see a successful medical doctor, Gregory House, solve complex medical conundrums. This while being afflicted by chronic pain in his leg, making him dependent on opioid painkillers.

Across myth, medicine, and psychology, a powerful paradox emerges: that which wounds may also heal. Whether in the venom used to make antivenom, the serpent coiled around Asclepius's staff, or the suffering endured by Jung's Wounded Physician, we see the same archetypal truth – transformation is born through pain. The healer is not one who stands apart from suffering, but one who has been shaped by it, emerging with the wisdom and compassion to guide others.

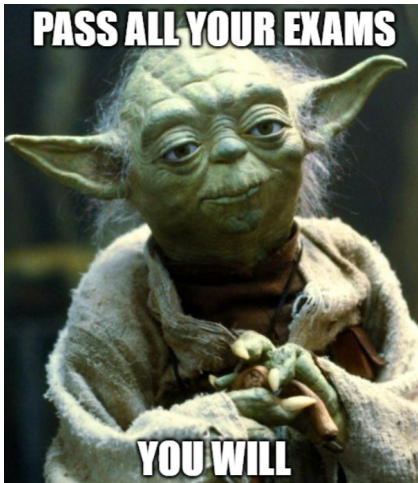


Noch mehr Memes!

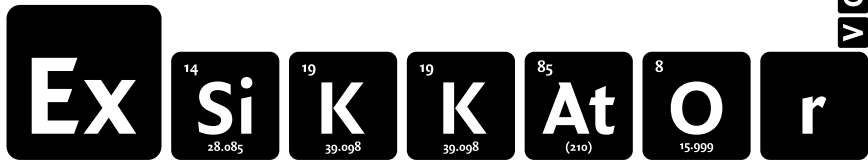
Nonô Saramago



Mom: *tells me to stop drawing zigzagz and start studying*
Me who studies organic chemistry:



Impressum



Chefredaktion

Samira Neff exsi@vcs.ethz.ch

Vize-Chefredaktion

Léona Dörries, Nonô Saramago

Cover

Barbara Bönnhoff

Layout

Léona Dörries, Uma Grotefeld, Samira Neff

Lektorat

Fiona Buchholz, Léona Dörries,
Alexander Gibbert, Uma Grotefeld,
Luise Hahne, Lena Heubner,
David Muñoz de la Espada, Samira Neff

Redaktion

Fiona Buchholz, Paul Gärtner,
Alexander Gibbert, Donata Giuliani,
Ana María Gómez Rincón, Uma Grotefeld,
Leonard Hummer, Almaz Joray, Kenny Lay,
Anna Mack, Johanna Niessing, Olga Palffy,
Connor Pütz, Daniel Schiller, Emma Tita,
Aysan Ylmaz, Silvan Zumbrunn

Anschrift Re(d)aktion

Vereinigung der Chemiestudierenden
ETH Hönggerberg
Postfach 84
Wolfgang-Pauli-Strasse 9
CH-8093 Zürich
<https://exsikkator.ethz.ch>



veth

Fachverein
Verband der
Studierenden
an der ETH