

Weiterbildung «Climate Fresk» und «Ozeane als CO₂-Senken»

Gefahr durch verschluckte Knopfzellen

AlphaFold: KI löst das Faltungsproblem bei Proteinen

**Idées d'excursions en biologie en Suisse romande et
Check-List: La sortie pédagogique**

Fetales Alkoholsyndrom (FASD)

chemTour 3: BASF in Ludwigshafen

Titelseite: Verätzungen beim Verschlucken von Knopfzellen; Foto H. Dütsch:
pH-Unterschiede bei einer Elektrolyse mit Platin- oder mit Nickel-Elektroden, mit Indikator sichtbar gemacht

	Inhalt	Contenu
VEREIN SOCIÉTÉ	4 Editorial 5 Mitteilungen aus dem VSN 6 8 Einladung zur Generalversammlung 8 Neue Mitglieder 9 Jahresbericht CRB	Editorial Communications de l'association Invitation à l'assemblée générale Nouveaux membres CRB Rapport d'activité
WEITERBILDUNG FORMATION CONTINUE	10 Weiterbildung «Climate Fresk»	
VERANSTALTUNGEN ÉVÉNEMENTS	11 BioValley College Network: Idealer Weiterbildungs- und Netzwerktag 12 OPE: Vom Forschungslabor ins Klassenzimmer	
UNTERRICHT ENSEIGNEMENT	14 Gefahr durch verschluckte Knopfzellen?	Danger dû à l'ingestion de piles boutons
PUBLIKATIONEN PUBLICATIONS	17 Neuigkeiten aus Biologie, Chemie und Didaktik 20 AlphaFold: Vorhersage von Proteinstrukturen mit KI	Nouveautés de la biologie, chimie et de la didactique
UNTERRICHT ENSEIGNEMENT	22 Bau eines Enzymmodells 24 26 30 Fetales Alkoholsyndrom FASD 36 chemTour3: BASF in Ludwigshafen	Check-List: La sortie pédagogique Idées d'excursions en biologie Syndrome d'alcoolisme fœtal
ADRESSEN ADRESSES	39 Verein, Vorstand, Impressum	Société, comité, impressum

Liebe Kolleginnen und Kollegen

Rückmeldungen zu Artikeln

Auf einzelne Artikel aus dem c+b erhalte ich manchmal mündliche Rückmeldungen oder in ganz seltenen Fällen auch Emails. Es würde mich sehr freuen, wenn ich für die nächsten Ausgaben noch die eine oder andere Reaktion abdrucken könnte. Vielleicht muss ich dafür noch etwas provokantere Zeilen verfassen?

4

Sprachenvielfalt

Die Artikel im c+b werden in der Sprache abgedruckt, in der sie eingereicht werden. Einzelne Beiträge aus dem Verein oder von speziellem Interesse für die andere Sprachregion werden in deutsch und französisch publiziert. In diesem Heft finden Sie zudem QR-Codes, unter welchen Übersetzungen weiterer Beiträge abgerufen werden können. Vielen Dank an die Übersetzerinnen!

Redaktions-Nachfolge

Im Herbst sind es 4 Jahre, in denen ich das c+b redigiert habe. Eine gute Zeitspanne, um den Stab weiterzugeben. Gesucht ist also eine Redaktorin/ein Redaktor oder ein Kollektiv, das sich der Aufgabe annehmen möchte. Gerne dürfen Sie mich kontaktieren, wenn Sie dazu Fragen haben. Noch lieber natürlich, wenn die Aufgabe Sie reizen würde.

Liebe Grüsse

Michael Bleichenbacher, Redaktor



Chères et chers collègues

Feedback des articles

Il m'arrive parfois de recevoir des feedback oraux ou, dans de très rares cas, des e-mails me décrivant vos réactions à certains articles du c+b. Je serais très heureux de pouvoir publier vos réactions dans les prochains numéros. Peut-être que je dois écrire des lignes un peu plus provocantes pour cela ?

Diversité linguistique

Les articles du c+b sont publiés dans la langue dans laquelle ils ont été soumis. Certains articles de l'association ou présentant un intérêt particulier pour l'autre région linguistique sont publiés en allemand et en français. Vous trouverez également dans ce numéro des codes QR permettant de consulter les articles traduits. Un grand merci aux traductrices !

Succession à la rédaction

En automne, cela fera quatre ans que je rédige le c+b. Une bonne période pour passer le relais. Nous recherchons donc une rédactrice/un rédacteur ou un collectif qui souhaite se charger de cette tâche. N'hésitez pas à me contacter si vous avez des questions à ce sujet. Si vous êtes vous-même intéressé(e) par cette tâche, c'est encore mieux.

Avec mes meilleures salutations

Michael Bleichenbacher, rédacteur

Editoriale in italiano

http://www.asisn.ch/cundb/23_2/cundb_23_2_editorial_it.pdf



Mitteilungen aus dem VSN

Liebe Kolleginnen und Kollegen,
hier einige aktuelle Mitteilungen aus dem Verein:

Weiterentwicklung der gymnasialen Maturität (WEGM)

Die Konferenz der Erziehungsdirektorinnen und -direktoren EDK und das Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation SBFI haben mitgeteilt, dass insgesamt 140 Stellungnahmen zur WEGM eingegangen seien, diese dabei «mehrheitlich positive» Rückmeldungen zeigen und dass die gymnasiale Maturität weiterentwickelt werden soll, aber «insbesondere der Grundlagen- und Schwerpunktfächerkatalog, die Zusammensetzung und Gewichtung der Maturitätsprüfung sowie die Übergangsfristen» noch überprüft werden. Die Verordnung bzw. das Reglement sollen nun «finalisiert und (...) im Sommer 2023 in Kraft treten». (Siehe Mitteilung EDK und Mitteilung des Bundesrates vom 29.3.2023. <https://www.edk.ch/de/die-edk/news/290323> oder <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen/bundesrat.msg-id-94022.html>)

Internationale Chemieolympiade 2023 an der ETHZ

Mit der Chemieolympiade zwischen dem 16. und 25. Juli an der ETH wird ein einmaliger Anlass in der Schweiz stattfinden. Es gibt immer noch die Möglichkeit, mitzuhelfen, siehe www.icho2023.ch.

Zentralkurs Chemie 2024 in Winterthur

Der Zentralkurs 2024 vom 9. bis 11. Okt. 2024 wird vorbereitet. Wir freuen uns auf euer zahlreiches Erscheinen. Plant jetzt schon mögliche Beiträge aus eurem Biologie- und Chemieunterricht und eure Teilnahme. (Anmeldungen für Workshopleitungen sind schon möglich unter zentralkurs2024@gmail.com)

Mitgliederbeitrag 2022/23 – Mitgliederadministration

Wir haben die Mitgliederverwaltung selbst übernommen und in der letzten Zeit viel unternommen, um fehlende Angaben zu ergänzen, um Euch noch besser erreichen zu können, z. B. elektronisch, wenn es jetzt dann schnell geht mit der Umsetzung der WEGM. Mit diesem Heft kommt nun für Mitglieder die Rechnung für den Mitgliederbeitrag, danke für eine schnelle Begleichung des Betrags für das Vereinsjahr 22/23.

Generalversammlung 2023 des VSN

Die Generalversammlung findet am Samstag 4. Nov. 2023 10 Uhr am Gymnasium Biel-Seeland statt. Sie wird von einem kleinen Ausflug mit Mittagessen und anschließenden Kommissionssitzungen begleitet. Die Traktandenliste findet sich im Heft.

Journée de démonstration EPFL

Die Waadtländer Chemielehrerinnen und -lehrer bieten am Dienstag, 12. September 2023, zusammen mit der EPFL wieder einen Tag mit experimentellen Präsentationen und Diskussionen an. Die Anmeldung erfolgt über association.maggyc@gmail.com, die Einschreibung kann bis zum 31. Juli erfolgen, der Kostenbeitrag ist Fr. 25.-

109 Jahre VSN

Der VSN wurde am 11. Mai 1914 in Aarau gegründet. Das kann man dem auf der Seite des VSG elektronisch veröffentlichten Jahrbuch des VSG von 1915 und dem Protokoll der 1. Jahresversammlung des VSN in Baden entnehmen. Wir werden in den folgenden c+b auf die ersten Jahre zurückblicken und 2024 den 110. Jahrestag gebührend feiern.

Ich wünsche allen VSN-Mitgliedern einen schönen Sommer, mit herzlichem Gruss.

Klemens Koch,
Präsident VSN, klemens.koch@gbsl.ch

Communications de la SSPSN

Chers collègues,
voici quelques communications de l'association :

Évolution de la maturité gymnasiale (EVMG)

La Conférence suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique (CDIP) et le Secrétariat d'Etat à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI) ont annoncé que les 140 prises de position concernant l'EVMG ont été reçues, que les réactions "majoritairement positives" montrent que la maturité gymnasiale doit être développée, mais que "notamment le catalogue des disciplines fondamentales et des options spécifiques, le contenu et la pondération de la maturité gymnasiale ainsi que les délais transitoires doivent être réexaminés". L'ordonnance (ORM) et le règlement (RRM) devraient être "finalisés et (...) entrer en vigueur en été 2023". (Voir le communiqué de la CDIP et du conseil fédéral du 29.3.2023. https://www.edk.ch/fr/la-cdip/actualites/290323?set_language=fr ou <https://www.admin.ch/gov/fr/accueil/documentation/communiques/communiques-conseil-federal.msg-id-94022.html>)

Olympiades internationales de chimie 2023 à l'EPFZ

Les Olympiades de la chimie, qui se dérouleront entre le 16 et le 25 juillet à l'EPFZ, seront un événement unique en Suisse. Il est encore possible d'y participer, voir www.icho2023.ch.

Cours central de chimie et de biologie 2024 à Winterthur

Le cours central de 2024 à Winterthur est en préparation, prévoyez dès maintenant les contributions possibles de vos cours de biologie et de chimie ainsi que votre participation. (Les inscriptions pour l'animation d'ateliers sont déjà possibles à l'adresse zentalkurs2024@gmail.com)

Cotisation des membres 2022/23 - Administration des membres

Nous avons pris en charge nous-mêmes l'administration des membres et avons fait beaucoup d'efforts ces derniers temps pour compléter les informations qui nous manquaient afin de pouvoir vous atteindre encore mieux, p. ex. par voie électronique, si la mise en œuvre de l'EVMG sera rapide tout d'un coup.

Avec ce numéro du c+b, les membres reçoivent la facture de la cotisation, merci de régler rapidement le montant de l'année associative 22/23.

Assemblée générale 2023 de la SSPSN

L'assemblée générale 2023 aura lieu le samedi 4 novembre 2023 à 10h au Gymnase de Bienne et du Jura Bernois. Elle sera accompagnée d'une petite excursion avec repas, suivie de réunions des commissions. L'ordre du jour se trouve dans ce bulletin.

Journée de démonstration EPFL

Les enseignants vaudois de chimie proposent à nouveau une journée de présentations expérimentales et de discussions le mardi 12 septembre 2023, en collaboration avec l'EPFL. L'inscription se fait sur association.magyc@gmail.com jusqu'au 31 juillet, la participation aux frais est de Fr. 25.

109 ans de VSN

La SSPSN a été fondée le 11 mai 1914 à Aarau. C'est ce que l'on peut lire dans l'annuaire de la SSPES de 1915, publié électroniquement sur le site de la SSPES, et dans le procès-verbal de la 1ère assemblée annuelle de la SSPSN à Baden. Nous reviendrons sur ces premières années dans les c+b suivants et fêterons dignement le 110e anniversaire en 2024.

Je vous souhaite à tous un bel été, avec mes salutations les plus cordiales

Klemens Koch,
Président SSPSN, klemens.koch@gbsl.ch

Notizie della ASISN

Care colleghe e cari colleghi
eccovi le ultime novità e informazioni dall'associazione:

Sviluppo della maturità liceale (SML)

La Conferenza delle direttrici e dei direttori cantonali della pubblica educazione (CDPE) e la Segreteria di Stato per la formazione, la ricerca e l'innovazione (SEFRI) hanno annunciato di aver ricevuto un totale di 140 commenti sulla SML. "Questi ultimi confermano l'esigenza pressoché indiscussa di aggiornare la maturità liceale, ma suggeriscono di riesaminare alcune proposte di revisione. Si tratta soprattutto dell'elenco delle discipline fondamentali e delle opzioni specifiche, della struttura e della ponderazione dell'esame di maturità, nonché dei termini transitori." Le basi legali devono essere finalizzate entro metà anno. (Si veda la comunicazione della CDPE o del Consiglio federale dal 29.3.2023, <https://www.admin.ch/gov/it/pagina-iniziale/documentazione/comunicati-stampa/comunicati-stampa-consiglio-federale.msg-id-94022.html>)

Olimpiadi Internazionali della Chimica 2023 all'ETHZ

Le Olimpiadi della Chimica si svolgeranno dal 16 al 25 luglio al Politecnico di Zurigo e saranno un evento unico in Svizzera. C'è ancora la possibilità di dare una mano: tutte le informazioni le trovate su www.icho2023.ch

Corso centrale di chimica 2024 a Winterthur

Si sta preparando il Corso Centrale 2024 dal 9 all'11 ottobre 2024. Ci auguriamo di vedervi numerosi! Pianificate fin d'ora i possibili contributi tratti dalle vostre lezioni di biologia e chimica e la vostra partecipazione. (Le iscrizioni per i conduttori di workshop sono già possibili su zentralkurs2024@gmail.com).

Quota associativa 2022/23 - Amministrazione dei soci

Ci siamo occupati noi stessi dell'amministrazione dei soci e di recente ci siamo dati da fare per completare le informazioni necessarie in modo da potervi raggiungere ancora meglio, ad esempio per via elettronica: quanto mai indispensabile, ora che le cose si stanno muovendo rapidamente con l'implementazione del SML. Con questo numero della rivista viene emessa la fattura per la quota associativa ; vi

ringraziamo sin d'ora per versare/pagare rapidamente l'importo per l'anno associativo 22/23.

Assemblea generale 2023 della ASISN

L'Assemblea generale 2023 si terrà sabato 4 novembre 2023 alle ore 10 al Gymnasium Biel-Seeland. Sarà accompagnata da una breve escursione con pranzo e dalle successive riunioni dei comitati. L'ordine del giorno è riportato in questo opuscolo.

Journée de démonstration EPFL

I docenti vodesi di chimica, in collaborazione con l'EPFL, offriranno nuovamente una giornata di presentazioni sperimentali e discussioni martedì 12 settembre 2023. L'iscrizione si effettua tramite il sito association.magyc@gmail.com. È possibile iscriversi fino al 31 luglio, il contributo spese è di Fr. 25.

109 anni di VSN

L'ASISN fu fondato l'11 maggio 1914 ad Aarau. Come viene riportato nell'annuario della SSISS del 1915 pubblicato (elettronicamente) sulla pagina della SSISS e nel verbale della prima riunione annuale dell'ASISN a Baden. Nei prossimi c+b ne ripercorreremo insieme i primi anni e nel 2024 festeggeremo il 110° anniversario.

Auguro a tutti voi una bellissima estate, un caro saluto.

Klemens Koch,
Presidente ASISN, klemens.koch@gbsl.ch

Generalversammlung VSN 2023

Samstag 4. November 2023, 10.00 - 11.45 Uhr

Gymnasium Biel-Seeland / Gymnase de Bienne et du Jura bernois

Leitung: Klemens Koch

8 Traktanden

1. Traktanden der GV 2023, Protokoll der GV 2022
2. Jahresbericht des Präsidenten 2022/23, Tätigkeitsberichte der Kommissionen und Ressorts.
Diskussion: Stand Weiterentwicklung der gymnasialen Matur WEGM, Mitgliederverwaltung VSN
3. Zusammensetzung des Vorstandes und der Rechnungsprüfung. Erneuerungs- und Ersatzwahlen für die Amtszeit bis 2026. Verdankungen für die geleistete Arbeit
4. Kommende Anlässe und Projekte
5. Vereinsrechnung und Revision. Beschluss über Mitgliederbeiträge
6. Mitteilungen und Varia

Assemblée générale SSPSN 2023

Samedi, 4 novembre 2023, 10h00-11h45

Gymnase de Bienne et du Jura bernois / Gymnasium Biel-Seeland

Présidence: Klemens Koch

Ordre du jour

1. Ordre du jour de l'assemblée générale 2023 et procès-verbal de l'assemblée générale 2022
2. Rapport annuel du président 2022/23, Rapport d'activité des commissions et activités.
Discussion : État «Évolution de la maturité gymnasiale» (EVMG), Administration des membres SSPSN.
3. Composition du comité et de la vérification des comptes. Élections de renouvellement et de remplacement pour le mandat allant jusqu'en 2026. Remerciements pour le travail accompli
4. Événements et projets futurs
5. Comptes et vérifications des comptes. Décision sur les cotisations des membres
6. Communications et divers

Neue Mitglieder | Nouveaux membres

Wir begrüßen herzlich neu im Verein:

Nous souhaitons la bienvenue à la société:

Reyhan Bastin,	Lycée Jean Piaget	Marcel Müller,	Dübendorf
Claude Bögli,	Winkel	Ajse Nievergelt	Bäretswil
Thierry Bregnard,	KS Sursee	Raphael Nigg,	Schaffhausen
Luana Campana,	Zürich	Bettina Peter,	Kantonsschule Musegg Luzern
Marc Frey,	Zürich	Serena Rigo,	Gymnasium Münchenstein
Philipp Grob,	Kantonsschule Willisau	Selina Schwuchow,	Elsau
Andrea Ingold,	Zürich	Büsra Sevim,	Staufen
Sara Jordi,	Kantonsschule Uetikon am See	Sebastian Siegrist,	Klingnau
Franziska Jud,	Zürich	Giovanni Suter,	Wohlen
Pia Kappeler,	Zürich	Joël Teuscher,	Gymnase de Nyon
Rene Oetterli,	MNG Rämibühl	Christoph Tschopp,	Flawil
Sebastian Leutenegger	Affoltern am Albis	Jeroen van den Wildenberg,	Gymnasium Muttenz
Elisabeth Orglmeister,	Bürglen	Esther Waefler,	Gymnasium Interlaken
Elia Mächler,	Lachen SZ	Jana Wolf,	Brugg



Commission Romande de Biologie Rapport d'activité 2022-2023

Texte: Anne-Laure Rauber, Présidente de la CRB

La Commission Romande de Biologie (CRB) s'est réunie le 19 novembre 2022 à Lausanne et le 23 mars 2023 à Lausanne.

La dizaine de membres du comité actuel proviennent de tous les cantons romands à l'exception du Jura. Matthias Müller (VD) gère la trésorerie avec l'aide de Anne Arnoux (GE), Byron Papadopoulos (NE) gère le site de la CRB, Diego Fernandez (BE) rédige les procès verbaux, Alba Hendier (VD) collabore avec Michael Bleichenbacher pour traduire des textes (allemand-français) et rédiger des articles en français pour le magazine c+b, Anne-laure Rauber (BE) est la présidente.

Les deux activités principales de la commission restent :

- 1) l'échange d'informations et de pratiques entre collègues travaillant dans des cadres cantonaux très divers
- 2) la proposition et l'organisation de cours de formation continue pour les enseignants de biologie du niveau secondaire II (Ecole de maturité, Ecole de culture générale, Ecole de commerce).

Cours de formation continue de l'année scolaire 2022-23 :

- Cours sur les **maladies transmises par des vecteurs** (tiques & autres arthropodes) à l'UniNe :
Vendredi 20 mai 2022. Faculté des Sciences (Uni-Mail) et Jardin botanique de l'Université de Neuchâtel. Cours de perfectionnement donné par Caroline Burri sur l'étude des tiques et des maladies transmises par des arthropodes. Travail sur le terrain : récolte des tiques et observation en laboratoire.
- Cours sur les **lichens** par Philippe Clerc au jardin botanique de Genève :
Mardi 17 janvier 2023. Collège Sismondi, Genève. Descriptif : introduction générale sur les Ascomycètes lichénisés et identification de quelques espèces de lichens les plus

fréquentes poussant sur les arbres en Suisse. Travail sur le terrain : exercice de bioindication (utilisation et application des connaissances acquises en matinée).

Cours de formation continue annoncés :

- Cours de **botanique à Zermatt** :
Jeudi 22 (soir) au samedi 24 juin 2023. Cours pour débutant ou avancé en botanique. Découverte de la flore alpine et de son histoire. Deux journées de marche bien remplies avec le Dr. Jonathan Kissling, chargé de cours à l'université de Neuchâtel (botanique systématique et pharmaceutique) et Christian Parisod de l'université de Fribourg.
- Cours d'**introduction à l'éthologie** à Sion :
Date prévue : mai-juin 2024. Cours adressé aux enseignant-es qui veulent mettre en place une approche expérimentale. Une collaboration entre des professeur-es d'UniNe et UniGE sera envisageable. Sur les espèces endémiques. Laurent Geslin produit des films sur le lynx ; M. Landry pour le loup ; le Krach (association de protection des amphibiens) et son équivalent pour les chauves-souris.

Sortie avec la DBK :

Sylvia Reist, la présidente de la DBK, organise une sortie avec la CRB : le samedi 9 septembre. Cours de formation continue en commun. Le matin : Seeökologie (Sempachersee) et l'après-midi : Besuch der Vogelwarte (Besucherzentrum).

Echanges pédagogiques / didactiques :

Les séances de la CRB sont aussi le lieu privilégié d'échanges de pratiques, de documents et de ressources en rapport avec notre enseignement ainsi que des discussions autour des différentes politiques cantonales.



«Climate Fresk» und «Ozeane als CO₂-Senken»

Text und Foto: Franziska Schönborn

10

Die «Klimakrise» ist eine der ganz grossen Herausforderungen unserer Zeit. Wir erachten es als Gebot der Stunde, diese auch im Unterricht zu thematisieren. Während sich das Angebot «Ozeane als CO₂-Senken» v.a. für den Chemieunterricht eignet, findet das «Climate Fresk» Verwendung als Abschluss einer ganzen Unterrichts-Einheit zum Klimawandel oder als Teil einer Projektwoche oder als teambildendes Element an einem Klassenhalbtage.

Beim «Climate Fresk» handelt es sich um ganz besonders für den Unterricht geeignete Karten, die in Gruppen à ca. 7 Personen so ausgelegt werden, dass sie einen in sich sinnvoll vernetzten Überblick über das Thema «Klimakrise» ergeben. Das «Climate Fresk» wurde 2015 vom Franzosen Cédric Ringenbach entwickelt. Es basiert auf den Grafiken und Berichten des Weltklimarats (IPCC) und wird ständig weiterentwickelt. Die ersten Workshopleiter gründeten im Dezember 2018 einen Verein, der sich um die Nutzung und die Verbreitung des Tools kümmert.

Die Teilnehmenden werden beim Auslegen der Karten angeleitet und es wird aufgezeigt, welche weiteren Schritte erforderlich sind, bevor das Tool im Unterricht verwendet werden kann.

Ein Ast des «Climate Fresk» widmet sich dem Thema «Ozeane als CO₂-Senken». Dieser Aspekt des Kohlenstoffkreislaufs wird mittels speziell für die Sek II-Stufe entwickelten Experimenten mit zu pneumatischen Wannen umfunktionierten Glasrohren und Kolbenproben gefüllt mit Kohlenstoffdioxid aufgearbeitet, wobei Temperatur und pH-Wert des Wassers variiert werden. Weitere Schüler-Versuche und ein Filmausschnitt runden die ca. 3 Lektionen umfassende Unterrichts-Sequenz ab.

Die Experimente können 1:1 durchgeführt werden. Zudem wird eine Dokumentation mit Lernzielen, Materialliste, didaktischen Hinweisen, theoretischen Grundlagen, Versuchsanleitungen und Lösungsvorschlägen abgegeben.

Wann:

- Sobald genügend Anmeldungen vorhanden sind, wird mit den Teilnehmern und Teilnehmerinnen ein Termin vereinbart, vorzugsweise an einem Samstag von 10.00 bis ca. 16.00 Uhr

Wo:

- Kantonsschule Musegg Luzern, Museggstrasse 22, 6004 Luzern, Zimmer MUB3/4 (Chemie)

Teilnehmer*innen:

- Chemie- und Geographielehrkräfte von Gymnasien und Berufsschulen und andere Interessierte.
- Ideale Gruppengrösse: 7-14 Personen

Kosten:

- Fr. 100.- für Mitglieder von VSN oder VSMP
- Fr. 120.- für Nichtmitglieder
- inkl. Material, Unterlagen und Mittagessen
- Bezahlung mit Rechnung nach Bestätigung der Anmeldung durch die Kursleiterinnen.

Kursleitung und Auskünfte:

- Franziska Schönborn (franziska.schoenborn@sluz.ch) und Astrid Hügli (astrid.huegli@schulemeilen.ch)
- Weiterführende Informationen auf www.vsn.ch/kurse/climate/



Anmeldung:

- unter www.vsn.ch/kurse/climate/



Der ideale Weiterbildungs- und Netzwerktag für Biologie- und Chemielehrpersonen

Text und Fotos: Silvia Reist, Andreas Meier, DBK

Nach dreijähriger Pause fand am 1. April 2023 wieder das Life Science Symposium an der Kantonsschule Wettingen statt. Es hat zum Ziel, den Biologieunterricht mit erprobten modernen Experimenten, Arbeitstechniken und aktuellem Fachwissen zu bereichern. Im Mittelpunkt standen zwei Fachvorträge und zwei Workshops à 90 Minuten, in denen die Lehrpersonen praktisch arbeiten und Erfahrungen sammeln konnten.

Die Prorektorin der KS Wettingen, Dr. Claudia Engeler, und der Biologielehrer sowie Initiant des Anlasses, Dr. Samuel Ginsburg begrüßten die rund 160 Lehrpersonen. Im ersten Vortrag sprach Dr. Alexander Harms, ETH Zürich, zum Thema «Basel Summer Science Academy – Pupil as Scientists Hunting for Phages» und zeigte auf anschaulich motivierende Art auf, wie Schülerinnen und Schüler einen ganzheitlichen Zugang zur aktuellen Forschung finden: von der Probenahme von Rheinwasser bis zum elektronenmikroskopischen Bild der «eigenen» Bakteriophagen.

Danach besuchten die Teilnehmenden die Workshops, die den Lehrpersonen neue Ideen für die Umsetzung im eigenen Unterricht bieten. Es ging um Enzymatik in der Pharmakologie, um Lebensmittel-Biotechnologie, um Bakteriophagen im Abwasser, um den Nachweis von SARS-CoV-2, um das Sezieren eines Kaninchens oder etwa um Bienen- und Honig-Experimente. Auch eine praktische Maturaprüfung aus Israel mit Experimenten zu Hefezellen konnte selbst durchgeführt werden.

In einer rege besuchten Austauschbörse vor oder nach dem Mittagessen wurden Ideen gesammelt sowie Geräte und neue Literatur an Ständen vorgestellt. Viele Institutionen aus dem Bereich Life Sciences stellten sich vor, und kreative Lehrpersonen zeigten «Perlen» aus ihrem Unterricht. Auch die DBK war mit einem Stand vertreten. Es wurde über die Wünsche und die Zukunft der Biologie in der neuen Weiterentwicklung der gymnasialen Maturität WEGM diskutiert und beim Verteilen der c+b-Hefte konnten neue Probemitgliedschaften für den VSN gewonnen werden.

Im zweiten Vortrag sprachen Christine Girtain, Toms River High School New Jersey, USA, und Dr. Pirchi Waxman, Ilan University Ramat Gan, Israel, zum Thema «Building



Foto 1: Begrüssung und Eröffnung



Foto 2: Eine praktische Maturaprüfung selbst erproben

Global STEM Experiences for High School Students». Ihre Arbeiten zeigen, dass neben dem Datenaustausch auch der kulturelle und persönliche Austausch zwischen den Forschenden in Israel und den USA anregend und bereichernd ist.

Am Nachmittag folgte der zweite Teil mit Workshops. Nach dem Ende des Symposiums nahmen einige an der Besichtigung der Klosteranlage Wettingen teil. Es war ein gelungener Anlass, den wir auch im nächsten Jahr nicht missen möchten, weil er zeigt, wie wichtig solche Weiterbildungs- und Netzwerktage sind.

Vom Forschungslabor ins Klassenzimmer - Bericht zum Kurs Organische Photoelektronik

Text: Nina Gämperli

12

«Baue selbst eine Leuchtdiode sowie eine Solarzelle auf Basis von organischen Halbleitermaterialien» – so lautete das verlockende Versprechen des Kurses zu organischer Photoelektronik vom 25. März 2023 an der Kantonsschule Zürich Nord. Geleitet wurde der Kurs vom Chemiedidaktiker Prof. Dr. Amitabh Banerji. Seine Gruppe forscht an der Universität Potsdam u. a. zur Umsetzung innovativer Forschungsthemen in Schulexperimente.

Zu Beginn des Kurses erklärte Prof. Banerji, wie er Schüler*innen an organische Leuchtdioden (OLEDs) und organische Photovoltaik (OPV) heranführt. Videos zu innovativen OLED-Displays und Vergleiche von organischer und anorganischer, z.B. siliciumbasierter, Photovoltaik machten auf das Thema neugierig. Die Funktionsweise der energiewandelnden Zellen wurde uns Lehrpersonen detailliert aufgezeigt. Mit Vortragsfolien zeigte Prof. Banerji, wie er die Prozesse Schritt-für-Schritt für Gymnasiasten*innen erklärt.

Schnell wurde klar, dass das Thema viele Anknüpfungspunkte an den gymnasialen Unterricht hat. Da die organischen Halbleitermaterialien aus konjugierten Polymeren bestehen (Abb. 1), könnte das Thema OPE nach den Farb- und Kunststoffen behandelt werden. Ein anderer Ansatz wäre als Krönung der Redox-Reaktionen, da Begriffe wie «bewegte Elektronen und Elektronenfehlstellen» sowie die «Elektronenlochpaarbildung» nur andere Formulierungen der bekannten Elektronenübertragungsreaktionen sind. Als Praktikum in einer Nachhaltigkeitswoche wäre das Thema OPE ebenfalls denkbar, da Halbleiter ja als «als Stars der Energiewende» betitelt werden. Ungeachtet dessen, wie man es umsetzen mag, empfinde ich das Thema als sehr bereichernd für den Unterricht, da es interdisziplinär, forschungsnah und gleichzeitig praxisbezogen ist.

Im zweiten Teil folgte die praktische Umsetzung im Labor, die nach Prof. Banerjis 5 low-Prinzipien «low-cost, low-risk, low-time, low-tech, low-scale» konzipiert war.

Zur Herstellung einer OLED bzw. OPV-Zelle müssen die funktionellen Materialien klug übereinandergeschichtet werden (Abb. 2). Dabei kommen attraktive Techniken zum Einsatz. Das Auftragen eines Polymers auf die leitende Glas-

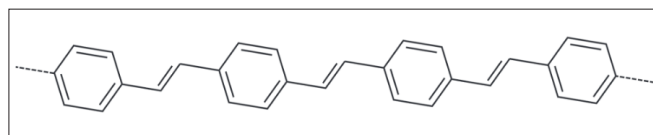


Abb. 1: PPV, Poly-phenylen-vinylen, eines von vielen organischen Halbleitermaterialien

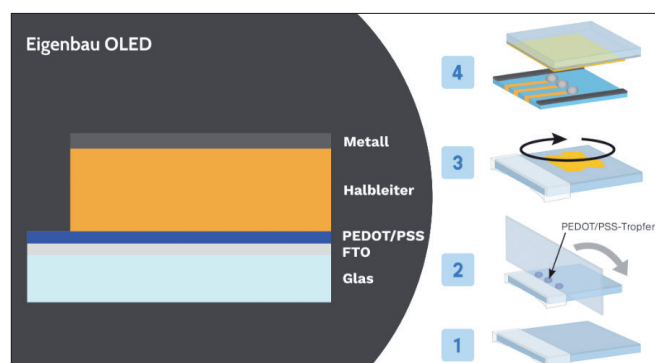


Abb. 2: Das Bauprinzip einer organischen Leuchtdiode:

- (1) FTO (fluoridiertes Zinnoxid) macht das Glasplättchen leitfähig und dient als Anode.
- (2) PEDOT/PSS (Polymermischung zweier Ionomere) bildet die glättende Lochinjektionsschicht.
- (3) Der Halbleiter Superyellow® emittiert gelbes Licht bei Rekombination eines Elektrons und einer Elektronenfehlstelle.
- (4) Die Galinstan-Metallschicht dient als Kathode

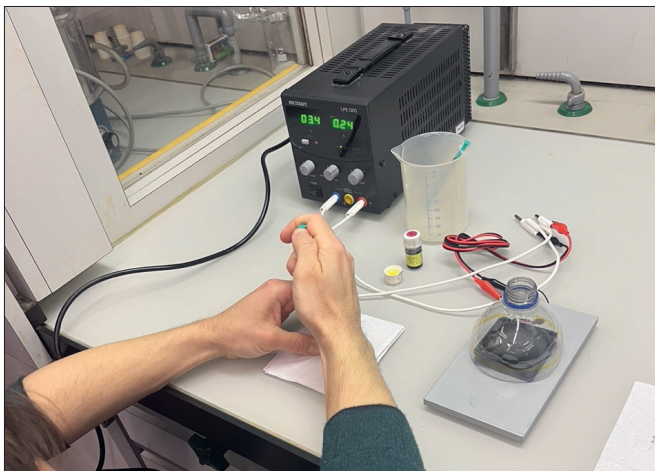


Abb. 3: Superyellow wird für das Spincoating vorbereitet

platte, erfolgt nach der gleichen Technik, wie wenn man ein Butterbrot bestreicht. Das hauchdünne Ergebnis liefert hier nicht ein Buttermesser, sondern ein Objektträger. Die Halbleiterschicht wird durch ein Spin-Coating-Verfahren aufgetragen. Die Spin-Coating-Maschine besteht - simpel aber effektiv - aus einem sich drehenden PC-Lüfter und einer Schutzhülle (abgeschnittene PET-Flasche, Abb. 3). Der gelöste Halbleiter wurde damit wie auf einer Töpferscheibe zu einer extrem dünnen Schicht verteilt. Kommerzielle Zellen bekämen als nächstes eine leitende Metallschicht im Vakuum aufgedampft. Im Laborzimmer kam anstelle der Metallbedampfung Galinstan zum Einsatz. Galinstan ist eine Legierung aus Gallium, Indium und Zinn mit der Eigenschaft, bei Raumtemperatur flüssig zu sein. Es war mein persönlicher Höhepunkt mit diesem Material zu arbeiten, weil es wunderschöne, eigensinnige Metalltropfen bildete, die sich mit einer Spritze wieder einsaugen liessen (Recycling).

Manch einer mag sich fragen, ob diese Übereinanderschichtung von Materialien, mit Tesafilm abgedeckte und mit Foldbackklammer zusammengehaltene Zelle tatsächlich funktioniert. Ja, schlussendlich hielten wir alle eine funktionierende organische Leuchtdiode sowie eine kleine, organische Solarzelle Marke Eigenbau in der Hand!

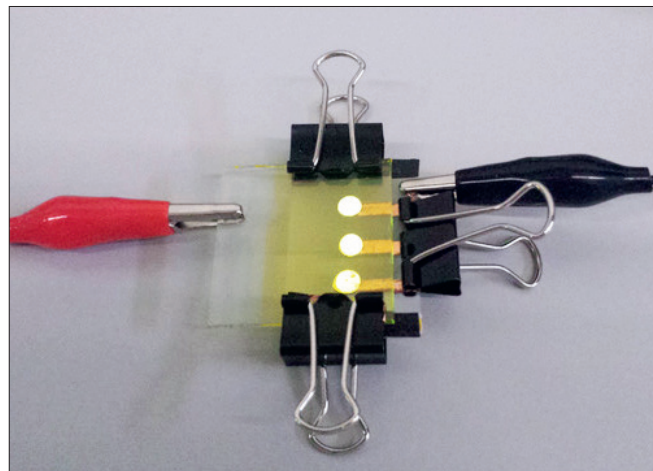


Abb. 4: Eine OLED wird mit einer 4.5 V Batterie betrieben

Das Experiment wurde durch Prof. Banerji und sein Team so optimiert, dass ein Erfolgserlebnis für die Schüler*innen garantiert wird. So wurden z.B. gleichzeitig drei OLEDs auf einer Glasplatte erstellt, was die Chancen auf ein leuchtendes OLED-Lämpchen deutlich erhöhte (Abb. 4). Weitere gute Tipps und Kniffe in der Umsetzung wurden ebenfalls geteilt.

Die angenehme, offene Stimmung des Kurses fusste sicherlich auch in der sorgfältigen Rahmenplanung von Hansruedi Dütsch. So führte der Start mit Kaffee und Gipfeli schon zu Beginn zu einem regen Austausch zwischen Chemielehrpersonen. Eine selbstgekochte Gerstensuppe zum Mittagessen erwärmte das Gemüt ebenfalls. Es wurde freudig über die künftige Umsetzung der Experimente mit den eigenen Schülern*innen gesprochen.

Alle Materialien, die zum Bau von OLEDs und OPVs im Unterricht benötigt werden, vom Spincoater bis zu den Halbleiter-Polymeren, sind in einem Experimentierkoffer zusammengestellt. Dieser ist, wie auch alle Ersatzmaterialien, im VSN-Shop erhältlich.

Link zur Prezi-Präsentation von Prof. Banerji
<https://prezi.com/view/x4forwkNlBm3liOiu50Q/>



Gefahr durch verschluckte Knopfzellen?

(Informationen zum «Wer weiss es» aus dem c+b 1/23)

Text: Hansrudolf Dütsch

14



Abb. 1: Blick 21.1.2023

Von kleinen Kindern verschluckte Knopfzellen-Batterien sorgen immer wieder für dramatische Schlagzeilen. Es stellt sich die Frage, warum Knopfzellen so gefährlich sind und welche chemischen Vorgänge im Körper genau ablaufen.

Der erste Gedanke ist vielleicht, dass die verschluckte Knopfzelle ausläuft und die alkalischen Elektrolyte oder das metallische Lithium im Kontakt mit Wasser Verätzungen der Speiseröhre verursachen. Dies ist aber nicht der Fall.

Vor allem grössere Knopfzellen können in der Speiseröhre stecken bleiben. Über die elektrolythaltige Flüssigkeit im Körper werden Pluspol und Minuspol der Batterie verbunden und es fliesst ein Strom. Dieser bewirkt eine Elektrolyse des Wassers. Dabei entstehen normalerweise Wasserstoff und Sauerstoff, wobei der Bereich um die Kathode infolge der Reduktion von H_3O^+ -Ionen alkalisch und der Bereich um die Anode durch Oxidation von OH^- -Ionen sauer wird.

Dies kann leicht überprüft werden. Elektrolysiert man eine neutrale KNO_3 -Lösung (ca. 5%) mit Universalindikator mit Platinelektroden bei ca. 7 Volt, zeigt sich nach kurzer Zeit, dass der

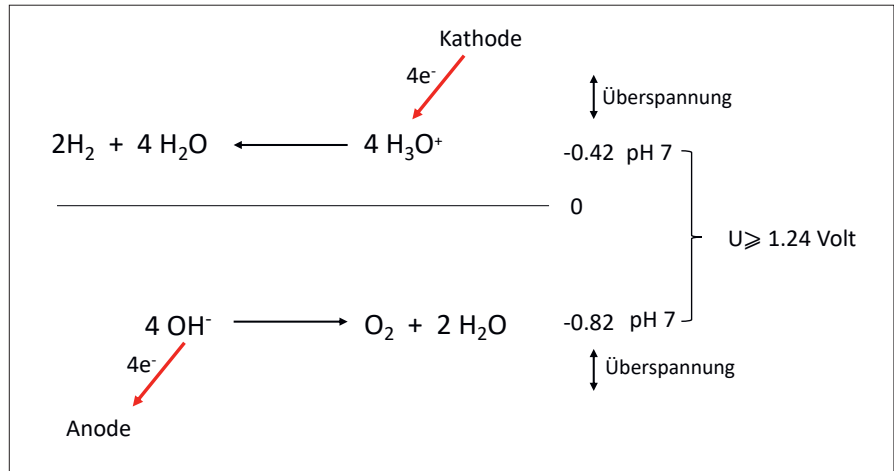


Abb. 2: Elektrolyse von Wasser mit Platin-Elektroden

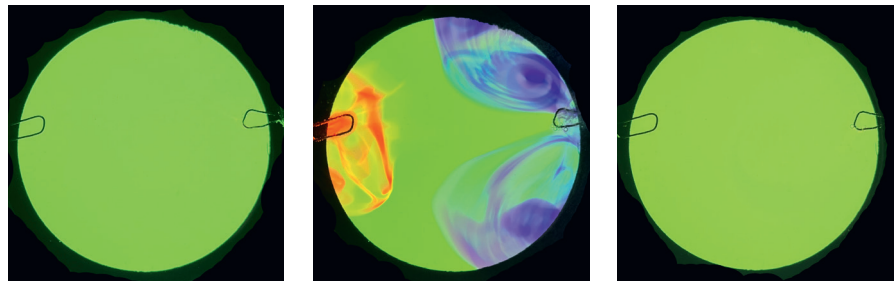


Abb. 3: vor der Elektrolyse, nach Elektrolyse an Pt-Elektroden, nach Durchmischung

Bereich um die Anode sauer (rot) und um die Kathode basisch (blau) geworden ist (Abb. 3). Durchmischt man die Lösung anschliessend, stellt sich wieder die ursprüngliche grüne Farbe ein, weil bei der Elektrolyse gesamthaft gleich viele H_3O^+ wie OH^- wegreakiert haben und die Lösung wieder pH-neutral ist.¹

Wird die Elektrolyse nicht mit Pt-Elektroden, sondern zum Beispiel mit vernickelten Büroklammern durchgeführt, sieht das Resultat anders aus. Mit dem Nickel ist ein stärkeres Reduktionsmittel als OH^- ins Spiel gekommen, das die Oxidation von OH^- stark konkurrenziert bzw. fast vollständig ausschaltet. An der Anode wird fast ausschliesslich das Metall oxidiert, die Lösung

Article en français:

http://www.spsn.ch/cundb/23_2/cundb_23_2_knopfzelle_fr.pdf

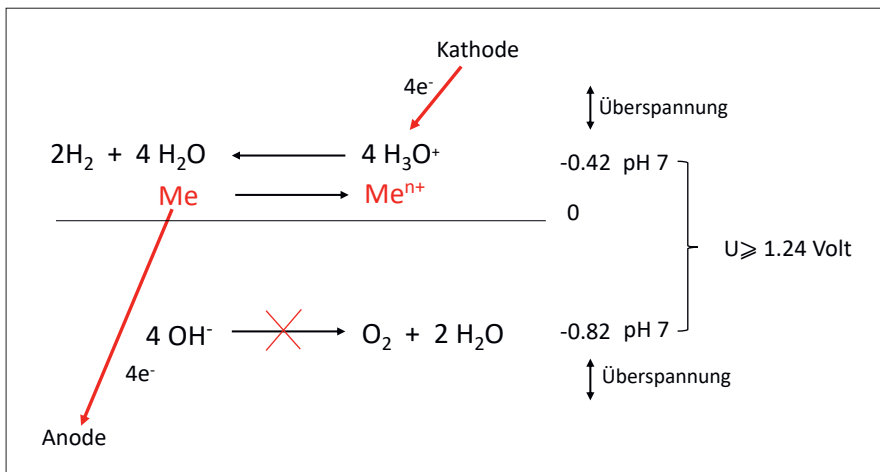


Abb. 4: Elektrolyse mit unedlen Metall-Elektroden (z.B. vernickeltes Eisen)



Abb. 6: Knopfzelle in Schinken gewickelt

15

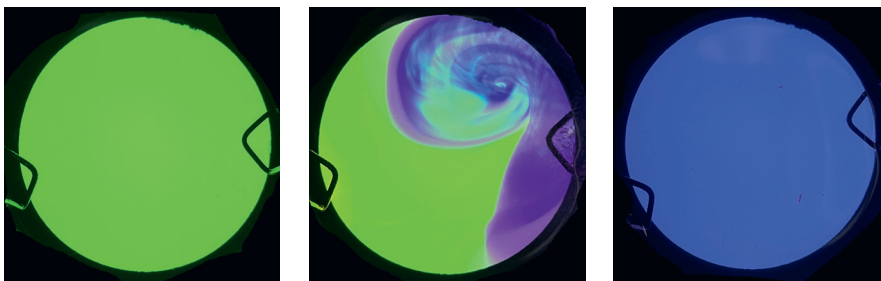


Abb. 5: vor der Elektrolyse, nach Elektrolyse an Ni-Elektrode, nach Durchmischung

bleibt deshalb weitgehend neutral. An der Kathode werden H_3O^+ -Ionen reduziert und die Lösung wird dort basisch. Nach Durchmischung ist die Lösung insgesamt stark basisch geworden (Abb. 5).

Diese Reaktionen laufen in der Speiseröhre mit einer steckengebliebenen Knopfzelle ab. Die Hülle der Knopfzelle besteht aus einem rela-

tiv leicht oxidierbaren Metall, so dass durch die Elektrolyse der Flüssigkeit in der Speiseröhre ein stark alkalisches Milieu entsteht. Dieses kann zu schweren Verätzungen oder sogar zur Perforation der Speiseröhre führen und im Extremfall tödlich enden. Mit einer MnO_2 -Knopfzelle besteht diese Gefahr nicht, weil die Zellenspannung mit 1.5 V tiefer ist als die Zersetzungsspan-

nung und keine Elektrolyse stattfindet. MnO_2 -Knopfzellen sind zudem kleiner und bleiben kaum in der Speiseröhre stecken.

Die Verätzung der Speiseröhre kann nachgestellt werden, indem man eine 3 Volt Knopfzelle in eine Tranche gekochten Schinken einpackt. Schon nach kurzer Zeit stellt man sowohl am Schinken wie auch am Minuspol der Knopfzelle deutliche Veränderungen fest (Abb. 6). Der Pluspol der Batterie bleibt unversehrt.

Tox Info Suisse registriert jährlich etwa 80-90 Anfragen zu verschluckten Knopfzellen. 80-95 % der Kinder bleiben ohne jegliche Symptome und die Batterien werden innert Tagen mit dem Stuhl wieder ausgeschieden. Gelegentlich treten leichte Symptome wie Brennen im Mund, Bauchschmerz, Erbrechen, Würgen, Speicheln auf. Eine in der Speiseröhre steckengeblie-

Gefahr durch verschluckte Knopfzellen? (Fortsetzung)

16

bene Lithium-Batterie verursacht immer starke Symptome und muss notfallmässig, möglichst innert 2 Stunden nach dem Ereignis, im Spital entfernt werden.²

Andere Quellen raten dazu, nach dem Verschlucken einer Batterie Honig zu verabreichen.³ Ob dieser eine neutralisierende oder eine isolierende Wirkung hat, ist unklar. Ebenso ist nicht klar, warum saure Getränke keine Wirkung haben sollen.

Präventiv wirkt vermutlich, dass zum Beispiel der Hersteller Duracell seine Lithium-Knopfzellen mit einem Bitterstoff beschichtet (Abb. 7).⁴

Was in meiner Kindheit eine kleine Mutprobe war, lässt sich mit den gleichen theoretischen Überlegungen erklären: Hält man die Metallflaschen einer 4.5 V (oder 9 V) Batterie an die Zunge, spürt man ein mehr oder weniger starkes Kribbeln, das man vielleicht als direkte Wahrnehmung des Stromflusses interpretiert. Etwas differenzierter stellt man aber am Pluspol kaum eine Empfindung fest, während man am Minuspol eine starke geschmackliche Veränderung wahrnimmt. Handelt es sich dabei um den Geschmack der alkalischen Lösung? Allein mit der Zunge lassen sich jedenfalls zuverlässig die Pole der Batterie bestimmen. Ebenfalls zuverlässig funktioniert der Test mit feuchtem Indikatorpapier, das man über die Pole einer Batterie oder Spannungsquelle legt: Am Minuspol verfärbt es sich blau, am Pluspol bleibt es neutral. Mit 1.5 V Batterien funktionieren allerdings

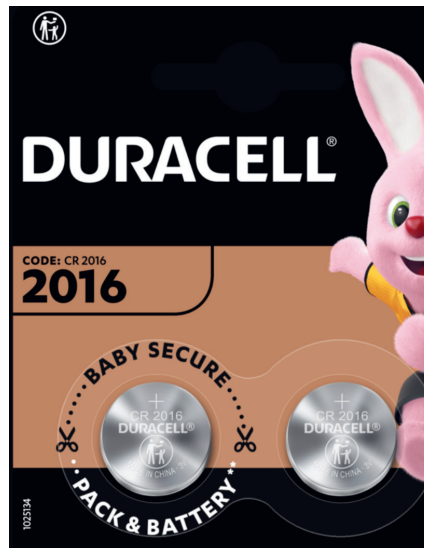


Abb. 7: Batteriebeschichtung mit Bitterstoff: «Baby-Secure»

weder der Zungen- noch der Indikator-test, was mit der zu geringen Zellenspannung gut erklärbar ist.

¹ Vgl. auch Klemens Koch, c+b 1/2019, Wasserelektrolyse mit einer Bipol-Elektrode

² <https://www.toxinfo.ch/345>, 28.4.2023

³ Anfang RR et al.: pH-neutralizing esophageal irrigations as a novel mitigation strategy for button battery injury. Laryngoscope 2019; 129: 49 – 57

⁴ <https://www.duracell.de/technology/sicherheit-bei-lithium-knopfzellen/>

Neuigkeiten aus Biologie, Chemie und Didaktik

Text: Klemens Koch

Wärme kann gegen Fieber helfen

Warme Fussbäder oder Kissen können die Körpertemperatur von Fieberkranken senken, wie eine Studie zeigt. Die Wärmezufuhr erspart dem Körper, selber Wärme zu erzeugen, verbessert das Befinden und vermeidet sehr hohes Fieber. Im Nahen Osten und Asien ist die Wärmebehandlung bei Fieber üblich.

PK, Nachrichten aus der Chemie/70/ Dez. 2022

Krafft, H. S., Raak, C. K., & Martin, D. D. (2022). Hydrotherapeutic Heat Application as Support in Febrile Patients: A Scoping Review. *Journal of Integrative and Complementary Medicine*. <https://doi.org/10.1089/jicm.2022.0565>

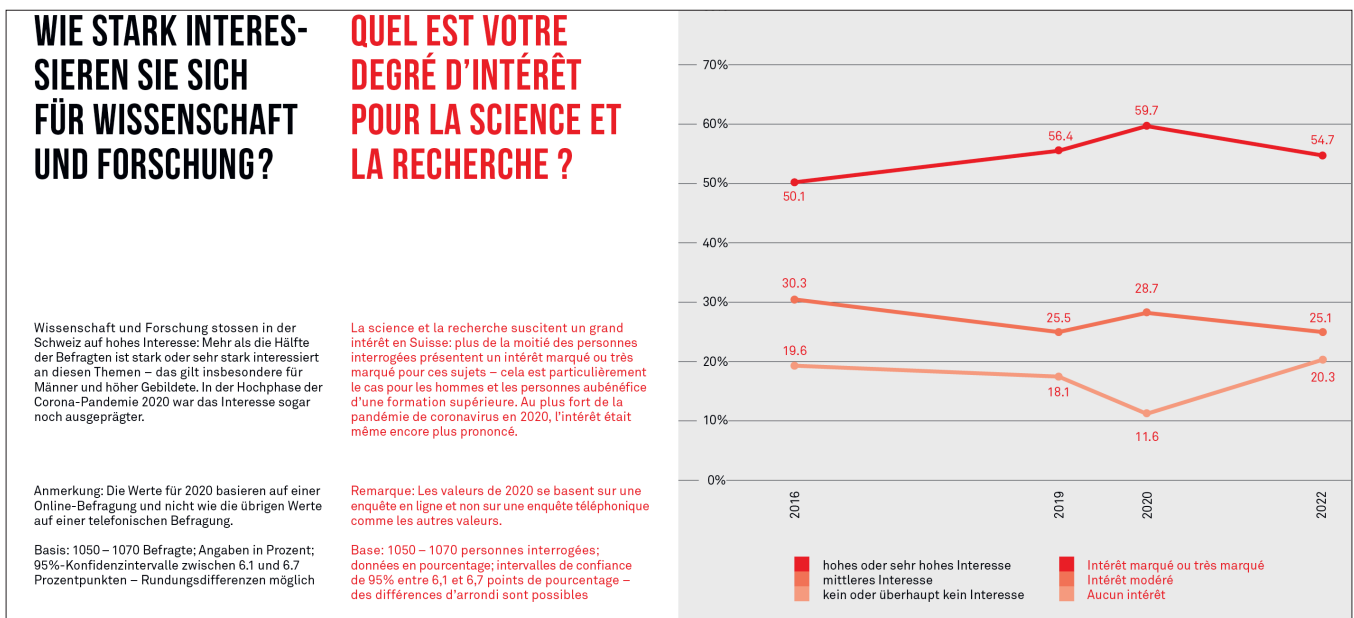


17

Welchen Stellenwert hat Wissenschaft in der Bevölkerung?

Im Zusammenhang mit der Covid-Pandemie und anderen Entwicklungen interessiert die Bedeutung der Wissenschaft für demokratische Entscheidungen zunehmend. Es gibt interessante Daten, welche zum Thema einer Diskussion im Unterricht werden können.

WissensCHAftsbarometer Schweiz 2022: www.wissenschaftsbarometer.ch bzw. als Vergleich www.wissenschaftsbarometer.de



Neuigkeiten aus Biologie, Chemie und Didaktik (Fortsetzung)

Käse als Vor- oder Nachspeise

18

Bei der Verdauung von Casein entstehen bittere Peptide wie YFYPEL, VAPFPEVF oder YQEPVLGPVRGPFPIIV. Diese Erkenntnis soll gezielt bei Diäten genutzt werden, wo gut schmeckende Proteine in Bitterstoffe umgewandelt werden. Bitterstoffe hemmen die Magenentleerung und fördern die Magensäuresekretion, Serotoninausschüttung und das Sättigungsgefühl.

Nachrichten aus der Chemie/71/ Januar 2022.

J. Agric. Food Chem. 2022, 70, 37, 11591–11602,

<https://doi.org/10.1021/acs.jafc.2c05228>



Struktur und Toxizität von Wasserschadstoffen mit kombinierter Analytik und künstlicher Intelligenz abgeschätzt

Eine Kombination von Flüssigchromatographie und hochauflösender Massenspektrometrie (LC-HRMS) führt über die Retentionszeit zum K_{ow} (Hydro-/Lipophiliewert), über die Tandem-Massenspektrometrie zuerst zur genauen Molekülmasse und Summenformel, dann über die Fragmente zu den funktionellen Gruppen und schliesslich vernetzt mit KI zu einer verlässlichen Abschätzung der Toxizität.

Nachrichten aus der Chemie/71/ Februar 2022

Environ. Sci. Technol. 2022, 56, 22, 15508–15517

<https://doi.org/10.1021/acs.est.2c02536>

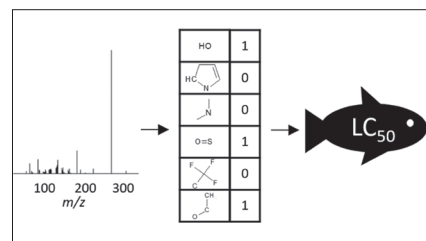


Abb.: Mit KI aus MS-Daten zur Toxizitätsabschätzung

Weltchemikalienrat in Zürich

2025 soll gemäss Plänen der UN-Umweltprogramms (UNEP) analog dem Weltklimarat (IPCC) oder dem Weltbiodiversitätsrat (IPBES) ein Weltchemikalienrat (International Panel on Chemical Pollution IPCP, ipcp.ch) mit Fokus auf unerwünschte Verbreitung von Chemikalien mit Sitz in Zürich entstehen

Ist das Weisspigment Titandioxid möglicherweise krebserregend?

Der Europäische Gerichtshof hat die Warnung «möglicherweise krebserregend» für Titandioxid auf Klage u. a. von Herstellern als nichtig erklärt. Es geht auch um Fehler bei der wissenschaftlichen Beurteilung, aber vor allem darum, ob Titandioxid „intrinsische kanzerogene Eigenschaften“ habe, also als Stoff Krebs erzeugen könne oder nur in einer bestimmten physikalischen Pulverform beim Einatmen zu einer Lungenüberlastung führe, also eine (stoffunabhängige?) Partikeltoxizität habe.

<https://www.gelbe-liste.de/apotheke/eugh-urteil-toxizitaet-titandioxid>



Das erste chirale Zentrum in einem Oxonium-Kation

Während Oxonium-Kationen in sauren Lösungen allgegenwärtig sind, sind sie nur schwierig in stabilen Festkörpern zu charakterisieren. Erstmals wurde nun eine stabile chirale Oxonium-Verbindung mit einem symmetrischen Sauerstoffatom durch Röntgenstrukturanalyse charakterisiert.

Smith, O., Popescu, M.V., Hindson, M.J. et al. *Control of stereogenic oxygen in a helically chiral oxonium ion*. *Nature* 615, 430–435 (2023).

<https://doi.org/10.1038/s41586-023-05719-z>

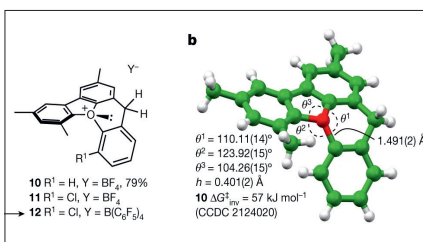


Abb.: Chirales Oxonium-Kation

AlphaFold und die Millionenvorhersage von Proteinstrukturen – ein Blick in die Zukunft der Strukturbiologie

Text: Matthias Christen & Andreas Meier

20

Bis vor Kurzem schien die Verbindung von Schule und künstlicher Intelligenz (KI) noch fern in der Zukunft zu liegen. Doch dann tauchte ChatGPT auf, der inzwischen berühmte Chatbot aus den USA, der auf KI basiert. Er kann erstaunlich differenzierte Antworten auf Fragen liefern und wird auch von Lernenden genutzt, um beispielsweise Hausaufgaben zu erledigen.

Bereits einige Monate davor hat eine Anwendung der KI in der Biologie für Furore gesorgt. Das in London ansässige Unternehmen DeepMind hat mit seiner KI AlphaFold die Struktur von mehr als 200 Millionen Proteinen aus über einer Million Spezies vorhergesagt und im Internet frei zugänglich veröffentlicht. Damit hat KI eines der schwierigsten Probleme der Molekularbiologie gelöst, nämlich die Frage, wie sich lange Ketten von Aminosäuren zu einer dreidimensionalen Proteinstruktur zusammenfalten. Diese ist entscheidend für die Funktion von Proteinen. Wer sie kennt, kann leichter herausfinden, welche Aufgaben ein Protein im Körper einnimmt und mit welchen Wirkstoffen man es beeinflussen könnte.

Bis jetzt konnten Forscherinnen und Forscher die dreidimensionale Struktur von Proteinen mit drei Methoden und nur mit sehr grossem Aufwand experimentell bestimmen, mit der Röntgenstrukturanalyse, der Kernspinresonanz sowie seit wenigen Jahren mit der Kryo-Elektronenmikroskopie. Al-

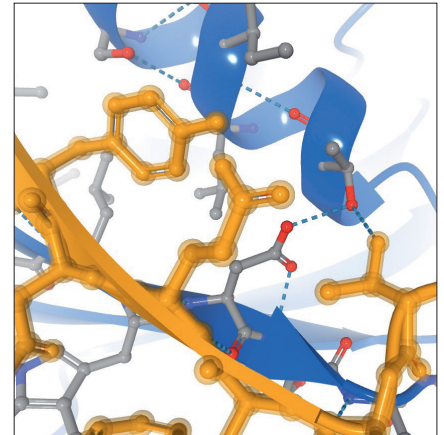
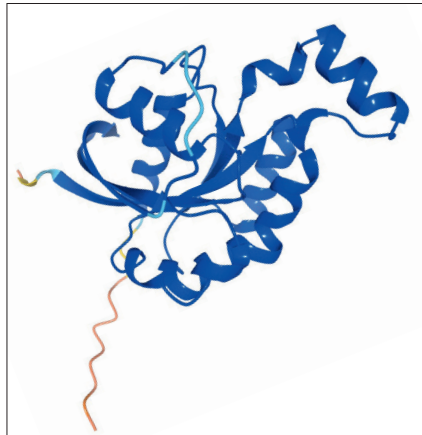


Abb. links: Die 3D Struktur des menschlichen GTPase Proteins RhoA, berechnet durch die KI von AlphaFold; Abb. rechts: Effektorregion

len Methoden gemeinsam ist die Tatsache, dass es sich um Spitzentechnologien handelt, die in der Schweiz nur an wenigen Standorten, unter anderem am Paul Scherrer Institut (PSI), zur Verfügung stehen.

Dass nun mit KI eine vierte präzise Methode dazu kommt, die auf einen Schlag die Anzahl der Proteinstrukturen von 170'000 auf über 200 Millionen erhöht, bedeutet nichts weniger als eine Revolution, die die Forschung in der Molekularbiologie in den kommenden Jahren neu ausrichten wird. Das Potenzial von AlphaFold und anderen KI-Programmen zur Vorhersage von Proteinstrukturen geht über die Arzneimittelforschung hinaus. Diese Algorithmen haben auch das Potenzial, im Chemie- und Biologieunterricht das Thema Proteine auf neuen Wegen zu vermitteln.

Proteine sind die Bausteine des Lebens. Das Verständnis ihrer Struktur und Funktion ist ein wesentlicher Bestandteil des Biologieunterrichts. Der traditionelle Ansatz, dieses Thema zu unterrichten, benutzt statische Abbildungen, die die dreidimensionale Natur dieser faszinierenden Moleküle nicht vollständig erfassen. Infolgedessen können Schülerinnen und Schüler Schwierigkeiten haben, die Aufbauprinzipien von Proteinstrukturen zu verstehen, und ihnen entgeht ein wirklich beeindruckender Aspekt der Biologie.

AlphaFold's Strukturdatenbank ist öffentlich und frei zugänglich und kann im Chemie- und Biologieunterricht eingesetzt werden, um den Lernenden Schlüsselkonzepte zum Aufbau von Proteinen aus Aminosäuren, deren Faltung und die vorkommenden Wechselwirkungen zwischen einzel-

nen Aminosäuren auf digitalen Wegen zu vermitteln.

Auf der Website von AlphaFolds Strukturdatenbank können die Proteine von über einer Million Spezies mit Stichworten gefunden und in 3D visualisiert werden. Ein Smartphone reicht dazu aus. Die Darstellung der Proteine erfolgt über den Webbrowser im Bändermodell mit α -Helices und β -Faltblättern. Spezielle Programme sind nicht nötig. Daneben können Proteinregionen auf der Ebene der Aminosäureketten im Detail, inklusive der Wasserstoffbrücken, betrachtet werden.

Die Verbindung von KI und Proteinforschung bietet einen spannenden Einblick in die Zukunft der Biologie. Nicht nur in der Wissenschaft, sondern auch im Unterricht kann das Potenzial von AlphaFolds KI-Programm genutzt werden, um den Lernenden die faszinierende Welt der Proteine zu vermitteln. Die Strukturdatenbank bietet hierbei eine einzigartige Möglichkeit, Schlüsselkonzepte auf digitale Weise zu lehren und so das Verständnis der Proteinstruktur und ihrer Funktion zu vertiefen

AlphaFold ist nur ein Vorbote für Künstliche Intelligenz in den Naturwissenschaften. In nicht allzu ferner Zukunft werden KI-Programme weitere wichtige Aufgaben der Forschung in den Life-Sciences übernehmen. Es ist eine aufregende Zeit für die Biologie

und der Beginn einer neuen Ära, in der KI und Informatik in der Biologie eine immer grössere Rolle spielen werden.

AlphaFold Protein Structure Database:
<https://alphafold.ebi.ac.uk/>



Callaway, Ewen (2022-07-28). «'The entire protein universe': AI predicts shape of nearly every known protein». *Nature*. 608(7921):15–16. doi:10.1038/d41586-022-02083-2. PMID 35902752. S2CID 251159714.



[rcsb.org](https://www.rcsb.org/): Protein Data Bank



Mol* molstar.org: web-based open-source toolkit for visualization and analysis of large-scale molecular data

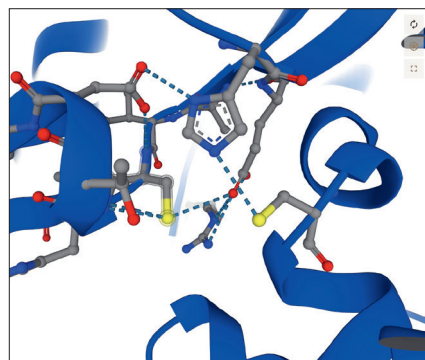


Abb 1: AlphaFold-Vorhersage für die menschliche Alkoholdehydrogenase (Gen ADH5); aktives Zentrum ist "leer"

Was AlphaFold noch fehlt

Text: Michael Bleichenbacher

Um die Einsatzmöglichkeiten im Unterricht zu beurteilen, habe ich ein paar Strukturvorhersagen von AlphaFold mit gemessenen Strukturen verglichen, die ich im Unterricht einsetze.

Die grösste Schwäche von AlphaFold für meine Anwendungen: Die Strukturdaten enthalten keine Cofaktoren oder Substrate. Z.B. fehlt im Hämoglobin das Häm, im Trypsin der Inhibitor und in der Alkoholdehydrogenase das Zn^{2+} und das NAD^+ .

Auch Proteine aus mehreren Peptidketten sind noch nicht als Einheit aufgeführt, z.B. die ATP-Synthase, deren Funktionsweise ja vom Wechselspiel der Untereinheiten abhängt.

Die gemessenen Strukturen lassen sich alle über [rcsb.org](https://www.rcsb.org/) beziehen und auch da basieren die Darstellungen auf Mol*. Oder man lädt die Strukturdaten direkt in Mol* (molstar.org) und hat dann den vollen Funktionsumfang für die Visualisierung.

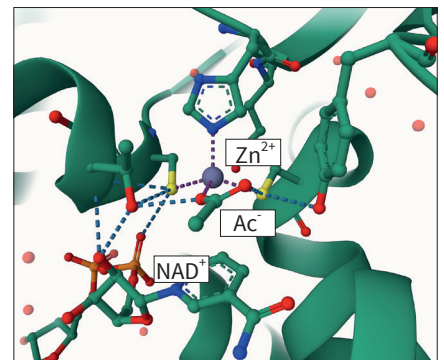


Abb 2: Röntgenkristallografie-Messung (3COS); Zn^{2+} , Substratanalogon Acetat und NAD^+ im aktiven Zentrum.

Bau eines Enzymmodells

Text und Fotos: Dominik Steiner

22

Im Kanton Zürich steht den Lehrpersonen nach vielen Jahren Lehrtätigkeit und einmalig ein Weiterbildungsurlaub von 10 Wochen zu. Diesen nutzte ich, um mich einem Projekt zu widmen, das ich schon lange mit mir herumtrug: Der Bau eines Enzym-Funktionsmodells für den Biologieunterricht.

Auf dem Markt gibt es bis jetzt nur eine kleine Zahl von Modellen im Bereich der Enzymatik, welche alle auf starken Vereinfachungen basieren. So wird das Enzym häufig zweidimensional dargestellt und die wirkenden Kräfte können nicht sichtbar gemacht werden. Gerade diese Aspekte (Einfluss der dreidimensionalen Struktur und die zwischenmolekularen Kräfte) sind aber für das Verständnis der Funktion von Enzymen enorm wichtig.

Materialien

Im Modell sollte erkennbar sein, dass das Polypeptid aus einer Kette verschiedener Aminosäuren besteht, in möglichst einfacher Art und Weise dargestellt. Die Sichtung verschiedener Kugeln aus Holz und Plastik ergab, dass sich vorgefärbte Holzperlen mit Bohrung am besten für meine Zwecke eigneten. Nach längerer Suche habe ich eine Quelle für diese Perlen gefunden, die mir über 20 verschiedene Farben liefern konnte. Die Perlen wurden dann auf verschiedene Trägerfäden aufgebracht. Als beste Variante hat sich ein Aluminiumdraht mit ca. 1 mm Durchmesser erwiesen. Bei der Faltung der Kette konnte ich auch Sekundärstrukturen der Enzyyme andeuten.

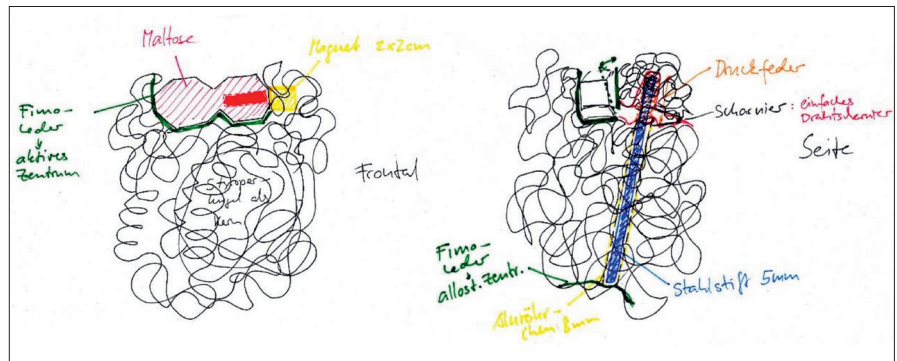


Abb. 1: Schnitt Enzymmodell frontal und seitlich

Die Form des Enzyms musste eindeutig und stabil sein, damit es seine Funktion erfüllen konnte. Zu diesem Zweck musste ich eine Möglichkeit finden die gefaltete Perlenkette „einzufrieren“. Mit Epoxidharz, das normalerweise im Modellbau und Autobau verwendet wird, habe ich eine gute Lösung gefunden. Die Perlen mussten in aufwändiger Arbeit mehrfach mit dem Harz manuell aneinandergeklebt werden, bis eine stabile „Enzymform“ entstand.

Ein weiteres Problem war die Struktur des aktiven und allosterischen Zentrums. Diese musste noch exakter und besser erkennbar sein als die Grundform des Enzyms selber. Zu diesem Zweck hat sich „Leder-Fimo“ als gute Lösung erwiesen. Dabei wird das Substrat oder der Hemmstoff in die weiche Fimo-Masse gedrückt und diese dann bei 130°C im Ofen gebacken. Die so entstandenen Formen konnte ich dann im Perlenschnur-Grundgerüst fixieren.

Herstellung des Prototyps

Die Verarbeitung der Holzperlen lief erstaunlich einfach. Nach dem Auffädeln der Perlen konnte eine Fantasie-Proteinform gefaltet werden. Wichtig war dabei, dass eine grössere und eine kleinere Untereinheit geformt werden musste. Diese beiden Elemente sollten am Schluss die Funktion des Enzyms ermöglichen. Der Funktionsmechanismus war nun eine etwas grössere Herausforderung. Zum einen musste dieser Mechanismus mit einem Substrat interagieren und gleichzeitig das Substrat durch den Kontakt mit dem Enzym verändert werden.

Um eine bessere Vorstellung der benötigten Elemente zu bekommen habe ich viele Skizzen gemacht und mir vorgängig überlegt, was sich eignen könnte. Schlussendlich resultierte ein 2-D-Modell auf Papier, das in meiner Vorstellung funktionieren musste. Bei der Herstellung des Prototyps ergaben sich aber immer wieder neue Stolpersteine, die es zu beseitigen

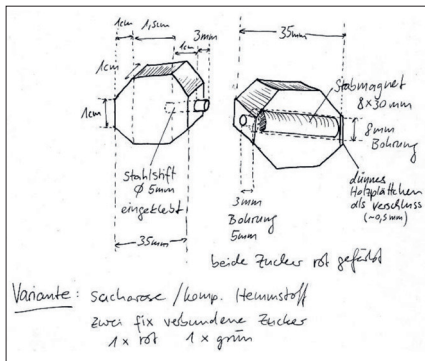


Abb. 2: Maltose-Spaltungsmechanismus



Abb. 3: Enzymmodell-Prototyp



Abb. 4: Enzym-Koffer

galt. So musste das Doppelzucker-Molekül Maltose, das durch den Kontakt mit dem Enzym in Einzelzucker gespalten werden sollte, mehrfach verstärkt werden, bis es die starken magnetischen Kräfte aushält.

Bei der allosterischen Hemmung wird die kleine Untereinheit des Enzyms durch einen Magneten ins aktive Zentrum geschoben. Dies passiert über einen Stahlstift mit eingebauter Feder, damit die Untereinheit nach der Entfernung des Hemmstoffes wieder in die Ausgangsposition springt. Dieser Federmechanismus musste mehrfach modifiziert werden, bis ein zufriedenstellendes Wechselspiel zwischen der grossen und kleinen Untereinheit, sowie dem allosterischen Zentrum entstand.

Definitive Modellvariante

Damit das Enzymmodell auch im Unterricht mit einer Klasse sinnvoll eingesetzt werden kann, brauchte es noch mehrere „baugleiche“ Enzyme.

Ich entschied mich dafür insgesamt 3 Enzyme zu bauen, damit in Kleingruppen die Enzymfunktion kennengelernt werden kann. Der Nachbau dieser Enzyme dauerte natürlich nicht mehr gleich lange, war aber dennoch ziemlich zeitintensiv, da sehr viele Arbeitsschritte und Feinabstimmungsarbeit nötig waren um ein zufriedenstellendes Resultat zu bekommen.

Verwendung im Unterricht

Die Enzyme wurden mit ihren Substraten und dem Hemmstoff in einen Koffer mit Schaumstoffpolsterung verstaut. Dieser steht den Biologinnen und Biologen für den Einsatz im Unterricht zur Verfügung. (Abb. 4)

Damit die Schülerinnen und Schüler sich mit dem Modell selbständig zurechtfinden, habe ich eine laminierte Kurzanleitung erstellt, welche in dreifacher Ausführung dem Koffer beiliegt.

Mögliche Fragestellungen für Gruppenarbeiten sind z.B. folgende:

1. Nimm das Enzym (Maltase), das Substrat (grün, Maltose) aus dem Koffer. Versuche die beiden in Interaktion zu bringen. Was passiert, wenn die Maltose an das aktive Zentrum bindet?
2. Saccharose ist ebenfalls ein Doppelzucker (blau). Wiederhole den Versuch mit Saccharose. Wie wirkt sich die Anwesenheit von Saccharose in einer Maltose-Lösung auf die Arbeitsgeschwindigkeit der Maltase aus?
3. Nimm den roten Hemmstoff aus dem Koffer und platziere ihn am allosterischen Zentrum des Enzyms. Was passiert mit dem Enzym, wenn der Hemmstoff bindet? Wie wirkt sich dieser Hemmstoff auf die Arbeitsgeschwindigkeit des Enzyms aus?

Video zur Funktionsweise des Enzymmodells:

<https://www.youtube.com/watch?v=-icfidr8X8o>





Check-List : Organiser une sortie pédagogique

Texte: Alba Hendier

24

Les apprentissages à “l’extérieur de la classe” tels que des sorties au Musée, au Théâtre ou à des Conférences permettent aux élèves d’obtenir une autre perspective de la matière enseignée ainsi qu’une application directe de cette dernière.

D’une part, ce type d’enseignement, en dehors de la salle de classe traditionnelle, permet aux élèves une expérience et un accès à la culture. D’autre part, il permet de tisser des liens et de fortifier la relation enseignant-e – élève. Finalement, ces activités permettent le développement d’un esprit critique et une plus grande ouverture sur le monde ce qui améliore la relation des élèves avec leur société et leur environnement.

Vous trouverez dans cette section des ressources pour réaliser des activités dans le cadre d’un cours de biologie. Une check-list est également présentée pour guider l’organisation de votre sortie.

Avant la préparation de la sortie pédagogique :

- Vérifier le sens* de la sortie pour les élèves et pour l’enseignant-e
- Contrôler si la sortie s’insère correctement avec le plan d’étude
- Analyser si la sortie pourrait faire partie d’une séquence d’enseignement
- S’informer auprès de la direction et dans le règlement des directives à suivre pour organiser une sortie (par exemple : un formulaire de demande)
- Lorsque la sortie se concrétise, avertir les collègues, les élèves, les parents (si nécessaire)

* Le sens de la sortie est très important car il permettra de déterminer la date, le lieu et le reste de la planification.

Lors de la préparation :

- Vérifier le calendrier scolaire et programmer quand aura lieu l’activité*
- Consulter le site Web de l’organisation
- Prendre connaissance du prix pour une visite simple ou visite guidée
- Prendre connaissance du lieu, du trajet et du mode de transport pour y arriver
- Avant de réserver la sortie, prévoir plusieurs dates : une date idéale et deux autres dates de réserves
- Calculer le temps du trajet et de l’activité
- Obtenir des informations pour préparer puis consolider la visite en classe (par exemple : matériel didactique)
- Calculer un budget approximatif par élève
- Étudier les possibilités de financement de la visite

* La date de planification pourrait être un argument pour l’insertion de la sortie dans sa séquence d’enseignement. En début de séquence, la sortie pourrait servir d’introduction ou d’amorce. En milieu de séquence, elle permettrait de revoir la matière enseignée. En fin de séquence l’activité pourrait être utilisée pour effectuer une évaluation formative ou sommative.

Lors de la réservation :

- Avertir l'organisateur (Centre, Musée etc.) de la visite et réserver une date
- Informer l'organisateur sur la classe (taille du groupe, âge, niveau, langue, connaissances préalables, besoins spécifiques)
- Informer du contexte de la visite
- Obtenir une confirmation écrite
- Connaître les conséquences en cas de modification ou d'annulation d'une réservation
- S'informer - si la visite dure plus d'une journée, où et comment se font les pauses pique-nique
- S'informer sur les zones de rassemblement (cafés, restaurant, WC, garde-robe, tables intérieures/extérieures etc.)

Après la réservation:

- Planifier un travail autonome à réaliser lors de la visite (ou après)
- Demander aux élèves de prendre un pique-nique (boire et manger) si la journée dure plus qu' $\frac{1}{2}$ journée
- Informer les élèves et leurs parents de la sortie et de ses objectifs
- Évaluer la nécessité de se faire accompagner et dans lequel cas, trouver des accompagnant-e-s
- Obtenir l'accord de la Direction
- Prendre connaissance des dangers et instaurer des paramètres de sécurité
- Demander aux élèves de rembourser le prix de la sortie si cette dernière est payante
- Faire une liste des numéros de téléphones portables des élèves en cas de besoin
- Durant l'activité, je reste bienveillant.e. et je n'hésite pas à recadrer les élèves

Lors de la sortie :

- Rappeler les objectifs de la sortie aux élèves
- Rester bienveillant-e et ne pas hésiter à recadrer les élèves

Après la sortie :

- Retour sur la sortie : activité en classe ou évaluation
- Discussions autour de la sortie (déroulement général et contenu pédagogique)
- Bilan de la sortie de la part des élèves

Document conçu d'après « Organiser une sortie » de François Muller et « La sortie pédagogie, une check-list » distribué lors de la formation « une sortie au Musée » organisé par la HEP-BE-JUNE en 2020.

Idées d'excursions en biologie en Suisse romande

Texte: Alba Hendier

Les liens ci-dessous peuvent peut-être vous donner des idées d'excursions avec des groupes ou des classes. Connaissez-vous d'autres possibilités ? N'hésitez pas à me contacter !
alba.hendier@gmail.com

26

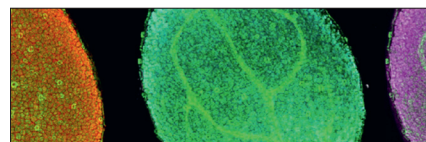
Sciencescope (Bioscope)

Expositions, visite guidée

<https://sciencescope.unige.ch/bioscope/>

Genève

1 jour



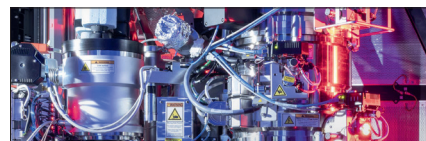
Laboratoire Eprouvette

Expositions, animations, visites

<https://www.eprouvette-unil.ch/>

Lausanne

1 jour



Papiliorama

Visite guidée ou visite libre, matériel pour les classes

<https://www.papiliorama.ch/en/guided-tours/>

Chiètres/Kerzers

1 jour



Aquatis

Visite guidée ou visite libre

<https://www.aquatis.ch/visiter-aquatis>

Lausanne

1 jour



Grande Cariçaie

Visite guidée ou visite libre

<https://grande-caricaie.ch/fr/fr/visite-guidee-dans-la-grande-caricaie/>

Cheseaux-Noréaz VD

1 jour



La Sauge

Visite guidée ou visite libre

<https://www.birdlife.ch/fr/content/la-sauge-animations-et-visites>

Cudrefin VD

1 jour



Jardins Botaniques de Lausanne

Visite du jardin, Musée, Expositions, Ateliers

<http://www.botanique.vd.ch/musee-et-jardins-botaniques-cantonaux/>

Lausanne

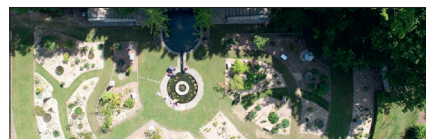
1/2 jour



Jardin Botanique de Neuchâtel

Visite du jardin, expositions
<https://www.jbneuchatel.ch/>

Neuchâtel
 1/2 jour



Conservatoire et Jardin Botanique de Genève

Visite du jardin, expositions
<https://www.cjbg.ch/fr>

Genève
 1/2 jour



Jardin Botanique de Porrentruy (Jurassica)

Visite du jardin, expositions
<https://www.jurassica.ch/fr/Jardin-botanique.html>

Porrentruy
 1/2 jour



Jardin Botanique de Fribourg

Visite du jardin, expositions
<https://www.unifr.ch/jardin-botanique/fr/visite/ecoles/ateliers.html>

Fribourg
 1/2 jour



Atelier de forêt de montagne

Stage d'une semaine en forêt
<https://www.bergwald.ch/fr/>

Thoune
 7 jours



Fête de la nature

Expositions, ateliers, animation
<https://www.fetedelanature.ch/>

Différents lieux
 1/2 jour



Esplanade de Montbenon

Débat, film, animations, concert
<https://objectifterre.ch/edition2023/>

Lausanne
 1/2 jour



Festival du Film Vert

Animations, ateliers, conférence, débat
<https://www.festivaldufilmvert.ch/fr/>

Différents lieux
 1/2 jour



Idées d'excursions en biologie en Suisse romande (Suite)

Festival Nature et Terroir

Animations, visites, nourriture
<https://www.festiterroir.ch/>

Genève
1/2 jour



Festival Salamandre

Animations, ateliers, conférence, débats
<https://www.festival-salamandre.org/>

Morges
1/2 jour



Café Scientifique - Université de Neuchâtel

Conférence, débats
<https://www.unine.ch/cafescientifique>

Neuchâtel
1/2 jour



Café Scientifique- Université de Fribourg

Conférence, débats
<https://events.unifr.ch/cafes-scientifiques/fr/>

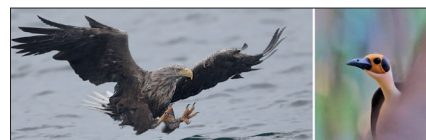
Fribourg
1/2 jour



Société Zoologique de Genève

Conférence, débats
<https://www.zool-ge.ch/>

Genève
1/2 jour



Netleman

Activité de nettoyage du lac Léman
<https://www.netleman.ch/>

Genève
1 jour



PurLac

Activité de nettoyage du lac de Neuchâtel
<http://www.purlac.ch/>

Neuchâtel
1 jour



Association pour la Sauvegarde du Léman (ASL)

Activité d'arrachage de plantes invasives
<https://asleman.org/actions/renouees/>

Lac Léman
1 jour



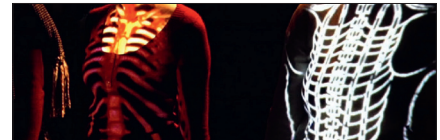
Musée de la Main

Expositions, animations

<https://www.museedelamain.ch/fr/104/Le-Musee>

Lausanne

1/2 jour



Musée d'Histoire Naturelle de Berne

Expositions, matériel pour les classes

<https://www.nmbe.ch/fr/mediation/pour-les-ecoles>

Berne

1/2 jour



Musée d'Histoire Naturelle de Neuchâtel

Expositions, animations

<https://www.museum-neuchatel.ch/>

Neuchâtel

1/2 jour



Musée d'Histoire Naturelle de Genève

Expositions, animations

<http://institutions.ville-geneve.ch/fr/mhn/>

Genève

1/2 jour



Musée d'Histoire Naturelle de Fribourg

Expositions, animations

<https://www.fr.ch/mhnf>

Fribourg

1/2 jour



Muséum Cantonal des Sciences Naturelles

Expositions, animations

<https://botanique.vd.ch/museum-cantonal-des-sciences-naturelles/>

Lausanne

1/2 jour



Cern

Expositions, visite guidée

<https://visit.cern.fr/guided-tours-groups>

Genève

1 jour



Liste Excel des destinations d'excursions mentionnées.

http://www.sspsn.ch/crb/Idee_d_activite_Biologie_AH.xlsx



© Toutes les images proviennent des sites web des fournisseurs

Fetales Alkoholsyndrom (FASD)

Text: Peter Bützer

30

Vor einiger Zeit bin ich von der deutschen Organisation «Sober to Protect the Baby» angefragt worden, mich zum Thema hohe Alkoholgehalte in Früchten zu äussern. Dazu hatte ich einige systemdynamische Arbeiten veröffentlicht. Als ich mich deshalb dem Thema auch von der medizinischen Seite annahm, bin ich vom Fakt, dass auch in der Schweiz pro Jahr immer noch ca. 200 schwere und ca. 2000 leichtere FASD-Fälle auftreten so erschüttert gewesen, dass ich mehr dazu wissen wollte. Es gibt z.B. nach wie vor keine gesetzliche Regelung, die Ärzte/Ärztinnen, Hebammen, Psychologen/Psychologinnen, Apotheker/Apothekerinnen oder die Drogenberatung verpflichtet, schwangere Frauen auf die grosse Problematik von FASD aufmerksam zu machen. Die Recherche-Arbeit hat mir die Dramatik bestätigt, aber auch den Optimismus offen gelassen, dass sich leicht etwas ändern liesse.

So habe ich mir vorgestellt, dass die Schulen im Rahmen des Unterrichts kurz auf dieses Problem eingehen - auch wenn es nur darin besteht Unterlagen abzugeben (die werden sicher diskutiert). Alkohol taucht ja an vielen Stellen auf, als Biomolekül der Gärung, als Brennstoff, als Lösungsmittel, als Desinfektionsmittel, als Getränk und eben leider auch als Teratogen.

Symptome

Die fetale Alkoholspektrumstörung (fetales Alkoholsyndrom, Alkohol Embryopathie, Fetal Alcohol Spectrum Disorder, FASD, FAS) ist die häufigste Ursache für nicht genetisch bedingte kindliche Fehlbildungen. Man schätzt, dass zwischen 1 und 4 % der Neugeborenen davon betroffen sind^{1,2}.

Das fetale Alkoholsyndrom (FASD) zeigt eine Reihe von angeborenen Störungen, wie z.B. typischen Gesichtsmarkmalen, kleiner Kopfumfang, abgeflachte Stirn, kleine und schräge Augenöffnung, kurze und flache Stupsnase, ausgeprägte Nasen-Lippenfalten, schmale und dünne Oberlippe, fehlende Rinne zwischen Oberlippe und Nase und fliehendes Kinn. Zudem zeigen sich Dysfunktionen des Zentralnervensystems wie verzögerte geistige Entwicklung, Hirnanomalien, eine schlecht ausgeprägte Feinmotorik, Hörprobleme oder ein auffälliger Gang. Ausserdem können Verhaltensauffälligkeiten, wie schlechte Schulleistungen, defizitäre Sprachfertigkeiten, Probleme im abstrakten Denken und in Mathematik, geringe Impulskontrolle, ein schlechtes Sozialverhalten sowie Konzentrations-, Gedächtnis- und Beurteilungsproblematiken auftreten³. Das Risiko, später an Blutkrebs zu erkranken, ist bei Kindern alkoholtrinkender Mütter um ein Vielfaches erhöht.

Die leichtere Form (Fetale Alkoholeffekte, FAE), bei der die Mutter evtl. nur in der Frühschwangerschaft viel Alkohol getrunken hat, ist noch häufi-

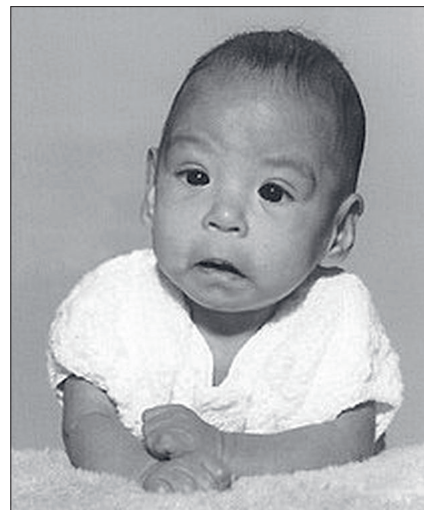


Abb. 1: Typische Gesichtsmarkmalen vom fetalen Alkoholsyndrom (FASD). (Teresa Kellerman/Wikipedia)

ger. Verzögerungen in der Sprachentwicklung, Konzentrationsschwäche und motorische Störungen sowie soziale Schwächen und Verhaltensstörungen in der späteren Kindheit sind auch schon mit geringerem, aber regelmäßigem Alkoholkonsum in der Schwangerschaft in Verbindung gebracht worden. Experten gehen sogar davon aus, dass vorgeburtliche Alkoholexposition die häufigste Ursache für Minderbegabung und Hyperaktivität bei Kindern ist.

Pränatale Alkoholexposition (PAE) vor und während der Schwangerschaft, selbst bei geringen Mengen (<12 g Alkohol pro Woche), wurde mit der Gesichtsbildung von Kindern in Verbindung gebracht. Diese Assoziationen wurden mit zunehmendem Alter der Kinder abgeschwächt⁴.

Article en français:

http://www.sspsn.ch/cundb/23_2/cundb_23_2_fasd_fr.pdf



Abb. 2: Typisches Gesicht eines FASD-Kindes.



Abb. 3: Alkoholsyndrom- Geschichte der Twins: <https://www.youtube.com/watch?v=YASktDeT 1UQ>



Abb. 4: Alkohol im Mutterleib. Folgen für ein ganzes Leben: <https://www.zdf.de/dokumentation/37-grad/37-alkohol-im-mutterleib-100.html>

31

Geschichte

Der Liverpooler Gefängnisarzt William Sullivan stellte 1899 bei der Analyse der Ergebnisse von 600 Kindern, die von 120 alkoholkranken Müttern geboren wurden, fest, dass die Mehrheit der Kinder vor dem Alter von 2 Jahren starb⁵. Darüber hinaus war die Kindersterblichkeitsrate bei alkoholkranken Müttern höher als bei nüchternen weiblichen Verwandten.

Ein vielleicht noch wichtigerer Aspekt von Sullivans Arbeit war eine Fallstudie über 11 alkoholkrane Mütter, die aufgrund einer Inhaftierung gezwungen waren, während der Schwangerschaft auf Alkohol zu verzichten. Bei diesen Müttern stellte Sullivan eine geringere Sterblichkeitsrate bei Kindern fest, die sich während der Inhaftierung in der Gebärmutter befanden,

im Vergleich zu ihren Geschwistern, die wahrscheinlich vorgeburtlich Alkohol ausgesetzt waren. Obwohl Sullivan einräumte, dass auch andere Umweltfaktoren im Zusammenhang mit dem elterlichen Alkoholismus eine Rolle bei der Kindersterblichkeit oder bei negativen Ergebnissen spielen könnten, stellte er nicht nur fest, dass die Auswirkungen des mütterlichen Alkoholkonsums erheblich grösser waren als die des väterlichen Alkoholkonsums, sondern auch, dass Alkohol offenbar eine "direkte toxische Wirkung auf den Embryo" hat. Diese Erkenntnis war dem Pharmakologen Jules Alfred Jaquet schon 1894 bekannt⁶: "Wiederholt sich nun tagtäglich ein bis zweimal der Reiz der geistigen Getränke auf das wachsende kindliche Gebilde, so soll es uns nicht wundern,

wenn nach und nach schwere Folgen daraus resultieren."

Die Dissertation 1957 von Jacqueline Rouquette in Nantes⁷ "Influence de l'intoxication alcoolique parentale sur le développement physique et psychique des jeunes enfants" war von Anfang an auf die Untersuchung der Kinder von Alkoholikern ausgerichtet. Im Krankenhaus für Kinderhygiene Paul Parquet untersuchte sie 100 Kinder, von denen bekannt war, dass ihre Eltern alkoholabhängig waren (entweder der Vater, die Mutter oder beide). Sie stellte eine Auswirkung auf das Kind fest, insbesondere wenn es sich um mütterlichen Alkoholismus handelte, und gab dann bei einigen eine deutliche Beschreibung des heute bekannten Bildes der alkoholbedingten Fetopathien. In dieser Arbeit ist das

Fetales Alkoholsyndrom (Fortsetzung)

FAS erstmals klar beschrieben. Diese These scheint in der Folge unbemerkt geblieben zu sein, denn Paul Lemoine entdeckte sie erst später beim Erstellen einer Bibliografie!⁸

32

Im März 1964 berichtete Paul Lemoine der Société médico-chirurgicale des Hôpitaux de Nantes seine 15 Beobachtungen "retentissement de l'alcoolisme maternel sur l'enfant" (Rückwirkung des mütterlichen Alkoholismus auf das Kind), jedoch ohne grossen Erfolg – er konnte seine Kollegen vom Krankheitsbild nicht überzeugen. Da er nicht kampfeslustig genug war, begnügte er sich damit, seinen Schülern den Sachverhalt beizubringen, die er ohne Mühe mit präzisen Beispielen überzeugen konnte, welche sie scherzhaft "die kleinen Lemoine" nannten, und er setzte seine Untersuchungen fort. Am 6. April 1967 veröffentlichte Lemoine eine umfassendere Publikation^{9,10} "Les enfants de mères alcooliques, anomalies observées, à propos de 127 cas".

Fünf Jahre später, 1973, publizierten Jones et al.¹¹ Muster von Missbildungen bei Nachkommen chronisch alkoholabhängiger Mütter – ganz in historischer Übereinstimmung für die negativen Wirkungen von Alkohol während der Schwangerschaft, die seit Jahrhunderten bekannt sind¹² und in historischen Übersichten beschrieben sind z.B.^{13,14,15}. In der Folge wurde das Ausmass wissenschaftlich immer besser belegt, wie schädlich Alkoholkonsum während der Schwangerschaft für den Embryo und sein ganzes weiteres Leben ist (z.B.¹⁶⁻²⁵).



Abb. 5: Eine Geschichte: Aufgeben ist keine Option; FAS authentisch: <https://www.happy-baby-no-alcohol.de/2019/06/17/aufgeben-ist-keine-option/>

Prävention

Der Alkoholverzicht während der Schwangerschaft kann als Prävention das "Fetale Alkoholsyndrom" (FASD) verhindern, was weltweit von Gesundheitsbehörden anerkannt ist (z.B.²⁶⁻⁴¹). Leider ist der rechtliche Schutz des Ungeborenen noch nicht vorhanden, was ethisch für das Kind, seine Familie und die Gesellschaft kaum verantwortet werden kann. Die Lebenszeitkosten für einen Betroffenen von FAS sind hoch^{42,43}, sie liegen bei 2-3 Mio US\$^{44,45}. So ist die ökonomische Situation für Massnahmen so hervorragend, dass wohl keine Gesundheitsprävention kosteneffizienter realisiert werden kann⁴⁶, - sogar noch effizienter als die erfolgreiche Iodierung von Kochsalz der Weltgesundheitsorganisation (WHO)^{47,48}. Die WHO will wichtige Ar-



Abb. 6: Logo «Kein Alkohol während der Schwangerschaft» CC Wikipedia

beit leisten⁴⁹, um einen neuen Aktionsplan zum Thema Alkohol für die Jahre bis 2030 zu entwickeln. Der von der WHO veröffentlichte Vorschlag für den Aktionsplan sieht jedoch vor, dass die Alkoholindustrie gemeinsam mit der Regierung die Verbraucherinformationen, einschliesslich Gesundheitswarnungen, auf den Etiketten alkoholischer Getränke regelt⁵⁰ – so wird der Bock zum Gärtner gemacht.

Obwohl die Prävalenz von FASD in Europa und Afrika relativ hoch ist, wurde in diesen Regionen die geringste Anzahl von Interventionen zur Prävention von FASD ermittelt. Die meisten Massnahmen gegen FASD wurden aus Nordamerika gemeldet, wo die Prävalenz von FASD vergleichsweise niedriger ist⁵¹.

Es besteht dringender Bedarf, die Rechtsgrundlage und die Information für das Recht des Fötus/Embryos auf Schutz vor teratogenen Vergiftungen zu ändern. Als Auswirkung auf das Ungeborene hatte der Contergan-Skandal ebenso wie die Sulfanilamid-Katastrophe weitreichende Folgen für das Arzneimittelrecht und die Zulassung von Medikamenten. Die Rechtsprechung zu Contergan (Thalidomid⁵²) hatte auch Auswirkungen auf die Produkthaftung und die Verantwortung der Verantwortlichen und schliesslich auf den Umgang der Behörden mit Haftungsfragen. Bei der Verwendung vom teratogenen Medikament Isotretinoin war man mit der vorgeschriebenen Information der Apotheken, Ärzte und Patientinnen^{53,54} sehr erfolgreich – solche Schritte müssen auch beim teratogenen Alkohol eingeleitet werden. Das betrifft auch den Handel mit alkoholischen Getränken.

Wenn jedes Jahr mehr als eine Million Babys mit bleibenden Hirnschäden geboren werden, die auf eine bekannte und vermeidbare Ursache zurückzuführen sind, sollte sofort, entschlossen, nachhaltig und wirksam reagiert werden⁵⁵.

Ein sehr guter Link zu FASD ist: European FASD Alliance, What is FASD? https://www.eufasd.org/fasd_2.php (accessed 11.02.2023), ein Faktenblatt zu FASD z.B.^{56,57,58}.

Referenzen

- ¹ Nordhues P., Weischenberg M., Feldmann R., Das fetale Alkoholsyndrom: Eine Studie zur Erfassung der Prävalenz bei Pflegekindern. In: Feldmann R., Michalowski G., Lepke K. (Hrsg.): Perspektiven für Menschen mit Fetalen Alkoholspektrumstörungen (FASD), Schulz-Kirchner Verlag, Idstein, 2013, S.18-34.
- ² Swissmom, <https://www.swissmom.ch/de/schwangerschaft/vermeidbare-risiken/das-fetale-alkoholsyndrom-13810> (accessed 17 Febr 2023).
- ³ Feldmann R., Was ist das Fetale Alkoholsyndrom? <https://www.medizin.uni-muenster.de/fetalkstart/was-ist-das-fetale-alkoholsyndrom/> (accessed 17 Febr 2023)
- ⁴ Liu X., Kayser M., Kushner S.A., Tiemeier H., Rivadeneira F., Jaddoe V.W.V., Niessen W.J., Wolvius E.B., Roshchupkin G.V. Association between prenatal alcohol exposure and children's facial shape: a prospective population-based cohort study. *Hum Reprod.* 2023 Feb 16:dead006. doi: 10.1093/humrep/dead006. Epub ahead of print. PMID: 36791805.
- ⁵ Sullivan, W.C. A note on the influence of maternal inebriety on the offspring, *J Mental Sci*, 1899, 45, 489–503, reprinted *Int J Epidemiol* 2011, 40, 278–82. doi: 10.1093/ije/dyr006. PMID: 21450683. PMID: 21450683.
- ⁶ Jaquet, A. Der Alkohol als Genuss- und Arzneimittel, Vortrag gehalten am 28. Jannar 1894 im Bernoullianum zu Basel, Schweighauserische Verlagsbuchhandlung, Basel, 1894. p.23.
- ⁷ Jacqueline Rouquette, Influence de la toxicomanie alcoolique parentale sur le développement physique & psychique des jeunes enfants, Thèse de doctorat, N° 810, Faculté de médecine de Paris, 1957.
- ⁸ S.A.F. Océan Indien, Historique du SAF selon Dr Lemoine, <https://www.safocanindien.org/historique-lemoine/> (accessed 18 Febr 2023).
- ⁹ Lemoine P. Les enfants de parents alcooliques Anomalies, observées de 127 cas, *Quest Medical* 1968, 25, 477-482
- ¹⁰ Lemoine, P., Haroosseau, H., Borteryu, J.P. and Menuet, J.C. Les Enfants de Parents Alcooliques. Anomalies Observee a Propos de 127 cas, *Quest Medicale*, 1968, 21, 476–482.
- ¹¹ Jones, K.L., Smith, D.W. Recognition of the fetal alcohol syndrome in early infancy. *Lancet*. 1973, 302(7836), 999–1001. doi: 10.1016/s0140-6736(73)91092-1. PMID: 4127281.
- ¹² Brown, J.M., Bland, R., Jonsson, E., Greenshaw, A.J. A Brief History of Awareness of the Link Between Alcohol and Fetal Alcohol Spectrum Disorder, *Can J Psychiatry*. 2019, 64(3),164-168. doi: 10.1177/0706743718777403. Epub 2018 May 28. PMID: 29807454; PMCID: PMC6405809.
- ¹³ Koren G., Navioz, Y. Historical Perspective: The Original Description of Fetal Alcohol Spectrum Disorder in France, 1967. *Therapeutic Drug Monitoring* 25(2):p 131, April 2003.
- ¹⁴ Lemoine P. The history of alcoholic fetopathies. 1997. *J Popul Ther Clin Pharmacol*. 2012, 19(2), e224-6. Epub 2012 Jun 3. PMID: 22684524.
- ¹⁵ Obladen M. Ignored Papers, Invented Quotations: A History of Fetal Alcohol Syndrome. *Neonatology*. 2021;118(6):

Fetales Alkoholsyndrom (Fortsetzung)

34

- 647-653. doi: 10.1159/000518534. Epub 2021 Sep 14. PMID: 34535605.
- ¹⁶ Spor, H.-L., Fetal alcohol syndrome, Walter de Gruyter, Berlin/Boston, 2018. ISBN 987-3-11-044-207-6.
- ¹⁷ Jones, K.L., Smith, D.W. Recognition of the fetal alcohol syndrome in early infancy. *Lancet*. 1973, 302(7836), 999-1001. doi: 10.1016/s0140-6736(73)91092-1. PMID: 4127281.
- ¹⁸ Institut für Arbeitsschutz der Deutsche Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), GESTIS-Stoffdatenbank, Ethanol, <https://gestis.dguv.de/data?name=010420> (accessed 11.02.2023).
- ¹⁹ U.S. National Institutes of Health (NIH), PubChem, Ethanol, <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Ethanol>, (accessed 11.02.2023).
- ²⁰ Gelb, K., Rutman, D., A Literature Review on Promising Approaches in Substance Use Treatment and Care for Women with FASD, University of Victoria, January 2011, <https://www.uvic.ca/hsd/social-work/assets/docs/research/Substance%20Using%20Women%20with%20FASD- LitReview-web.pdf> (accessed 11.02.2023).
- ²¹ Roozen, S., Black, D., Peters, G.J.Y. et al. Fetal Alcohol Spectrum Disorders (FASD): an Approach to Effective Prevention. *Curr Dev Disord Rep* 3, 229-234 (2016). <https://doi.org/10.1007/s40474-016-0101-y>. (accessed 11.02.2023).
- ²² Poole, N. Bringing a women's health perspective to FASD prevention. Fetal alcohol spectrum disorder: Management and policy perspectives of FASD. 2010 Oct 27:161-73. (accessed 11.02.2023).
- ²³ Balachova, T.N., Bonner, B.L., Isurina, G.L., Tsvetkova, L.A. Use of focus groups in developing FAS/FASD prevention in Russia. *Subst Use Misuse*. 2007;42(5):881-94. doi: 10.1080/10826080701202601. PMID: 17613951; PMCID: PMC2265734.
- ²⁴ Fetal alcohol spectrum disorder, https://en.wikipedia.org/wiki/Fetal_alcohol_spectrum_disorder (accessed 11.02.2023).
- ²⁵ Vorgias, D., Bernstein, B. Fetal Alcohol Syndrome. StatPearls, Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448178/> (accessed 11.02.2023).
- ²⁶ FASD Deutschland, Das Leben mit FASD, <https://www.fasd-deutschland.de/> (accessed 11.02.2023).
- ²⁷ Drogenbeauftragte der Bundesregierung, Die Fetale Alkoholspektrumstörung, https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/5_Publikationen/Drogen_und_Sucht/Broschueren/FASD_SozR-Fragen.pdf (accessed 11.02.2023).
- ²⁸ Pädiatrie Schweiz, Fetales Alkoholsyndrom, <https://www.paediatricschweiz.ch/fetales-alkoholsyndrom/>, (accessed 11.02.2023).
- ²⁹ Pädiatrie Schweiz, Fetales Alkoholsyndrom, <https://www.paediatricschweiz.ch/fetales-alkoholsyndrom/>, (accessed 11.02.2023).
- ³⁰ Sucht Schweiz, Schwangerschaft ohne Alkohol, <https://schwangerschaft-ohne-alkohol.ch/> (accessed 11.02.2023) 31 Fasd Hilfe Austria, Die sichtbaren Kinder mit ihren unsichtbaren Behinderungen, <https://www.fasdhilfeaustria.at/> (accessed 11.02.2023).
- ³² National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism (NIAAA), Fetal Alcohol Spectrum Disorders, <https://www.niaaa.nih.gov/research/fetal-alcohol-spectrum-disorders> (accessed 11.02.2023).
- ³³ National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism (NIH), Fetal Alcohol Exposure, <https://www.niaaa.nih.gov/publications/brochures-and-fact-sheets/fetal-alcohol-exposure> (accessed 11.02.2023).
- ³⁴ Centre for Addiction and Mental Health (camh), World Health Organization International Study on the Prevalence of Fetal Alcohol Spectrum Disorder (FASD), <https://canfasd.ca/wp-content/uploads/2018/05/2018-Popova-WHO-FASD-Prevalance-Report.pdf> (accessed 11.02.2023).
- ³⁵ MedlinePlus, Fetal Alcohol Spectrum Disorders (FASD) Screening, <https://medlineplus.gov/lab-tests/fetal-alcohol-spectrum-disorders-fasd-screening/> (accessed 11.02.2023).
- ³⁶ American Academy of Pediatrics (AAP), Fetal Alcohol Spectrum Disorders, <https://www.aap.org/fasd> (accessed 11.02.2023).
- ³⁷ American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG), Fetal Alcohol Spectrum Disorders Prevention, <https://www.acog.org/programs/fasd> (accessed 11.02.2023).
- ³⁸ American Pregnancy Association, Alcohol and Pregnancy, <https://americanpregnancy.org/healthy-pregnancy/is-it-safe/alcohol-and-pregnancy/> (accessed 11.02.2023).

- ³⁹ Canada FASD Research Network (Can-FASD), About FASD Prevention, <https://canfasd.ca/topics/prevention/> (accessed 11.02.2023).
- ⁴⁰ NOFASD Australia, The Essential Bridge, <https://www.nofasd.org.au/> (accessed 11.02.2023).
- ⁴¹ NHS UK, Foetal alcohol spectrum disorder, <https://www.nhs.uk/conditions/foetal-alcohol-spectrum-disorder/> (accessed 11.02.2023).
- ⁴² Feldmann, R., Was ist das Fetale Alkoholsyndrom?, Medizinische Fakultät Münster, <https://www.medizin.uni-muenster.de/fetalkstart/was-ist-das-fetale-alkoholsyndrom/> (accessed 12.02.2023).
- ⁴³ Hoff-Emden, H., Fetale Alkoholspektrumstörungen (FASD), consilium Hebammen, Heft 13, S.5, ISSN 2512-031.
- ⁴⁴ Fetale Alkoholspektrum-Störungen, FASD in Zahlen, FASD-Fachzentrum, <https://fasd-fachzentrum.de> (accessed 12.02.2023).
- ⁴⁵ Maitre, G., Fetales Alkoholsyndrom, Pädiatrie Schweiz, 13.01.2020, <https://www.paediatricschweiz.ch/fetales-alkoholsyndrom/> (accessed 12.02.2023).
- ⁴⁶ Oh, S.S., Kim, Y.J., Jang, Si. et al. Hospitalizations and mortality among patients with fetal alcohol spectrum disorders: a prospective study. *Sci Rep* 10, 19512 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-76406-6>.
- ⁴⁷ World Health Organization (WHO), Eliminating iodine deficiency worldwide is within reach, <https://apps.who.int/mediacentre/news/releases/2004/pr93/en/index.html> (accessed 12.02.2023).
- ⁴⁸ World Health Organization (WHO), Iodine deficiency, <https://www.who.int/data/nutrition/nlis/info/iodine-deficiency> (accessed 12.02.2023). 49
- ⁵⁰ O'Brien P., Stockwell T., Vallance K., Room R. WHO should not support alcohol industry co-regulation of public health labelling. *Addiction*. 2021 Jul;116(7):1619-1621. doi: 10.1111/add.15462. Epub 2021 Mar 10. PMID: 33751660.
- ⁵¹ Adebiji B.O., Mukumbang F.C., Erasmus C. The Distribution of Available Prevention and Management Interventions for Fetal Alcohol Spectrum Disorder (2007 to 2017): Implications for Collaborative Actions. *Int J Environ Res Public Health*. 2019 Jun 25;16(12):2244. doi: 10.3390/ijerph16122244. PMID: 31242673; PMCID: PMC6617245.
- ⁵² Kim, J.H., Scialli, A.R. Thalidomide: the tragedy of birth defects and the effective treatment of disease. *Toxicol Sci*. 2011 Jul;122(1):1-6. doi: 10.1093/toxsci/kfr088. Epub 2011 Apr 19. Erratum in: *Toxicol Sci*. 2012, 125(2), 613. PMID: 21507989.
- ⁵³ Pile, H.D., Sadiq, N.M. Isotretinoin. [Updated 2022 May 8]. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK525949/> (accessed 14.02.2023).
- ⁵⁴ U.S. Food & Drug Administration (FDA), iPLEDGE Risk Evaluation and Mitigation Strategy REMS), <https://www.fda.gov/drugs/postmarket-drug-safety-information-patients-and-providers/pledge-risk-evaluation-and-mitigation-strategy-rems> (accessed 14.02.2023).
- ⁵⁵ Jonsson E., Salmon A., Warren K.R. The international charter on prevention of fetal alcohol spectrum disorder. *Lancet Glob Health*. 2014 Mar;2(3):e135-7. doi: 10.1016/S2214-109X(13)70173-6. Epub 2014 Feb 12. PMID: 25102841.
- ⁵⁶ Bundesamt für Gesundheit (BAG), Alkoholkonsum während der Schwangerschaft in der Schweiz, file:///C:/Users/hp/Downloads/180816_Faktenblatt_Alkoholkonsum_Schwangerschaft_DE%20(1).pdf (accessed 11.02.2023).
- ⁵⁷ Centers for Disease Control and Prevention (CDC), Fetal Alcohol Spectrum Disorders (FASDs), <https://www.cdc.gov/ncbddd/fasd/facts.html> (accessed 11.02.2023).
- ⁵⁸ Judicial Council of California, Administrative Office of the Courts, Fetal Alcohol Spectrum Disorders (FASD) FACT SHEET, https://www.courts.ca.gov/documents/AOC_FASD_Fact_Sheet_Final.pdf (accessed 13.02.2023).

Autor:

Dr. sc. nat. Peter Bützer

chemTour 3: BASF in Ludwigshafen

Text und Fotos: Stefan Mundwiler

36

So ungefähr jeder deutsche Arbeitskollege hat mir einmal erzählt, er habe sich bei BASF in Ludwigshafen für eine Stelle beworben und das Betriebsareal dort sei so gross, dass er im Taxi herumgefahren wurde. Tatsächlich handelt es sich um die grösste zusammenhängende Chemieanlage der Welt. Ich dachte mir, das müsste ich mir ansehen, und habe eine geführte Tour gebucht.

Im kleinen Park zwischen dem BASF Casino und dem Eingang zum Visitor Center steht ein seltsames Denkmal: eine ca. 20 Meter hohe Eisensäule. Es handelt sich um einen der ersten Ammoniakreaktoren, der hier auf dem Werksgelände in 55 Jahren mehr als 800'000 Tonnen Ammoniak produzierte¹ (Abb.1). Das Haber-Bosch-Verfahren wurde in Ludwigshafen entwickelt und ist nach wie vor einer der Stützpfeiler des «Verbundsystems» des Werkplatzes.

Im Jahr 1865 gründete Friedrich Engelhorn die «Badische Anilin- und Sodafabrik»². «Badisch» war die BASF allerdings nie, im badischen Mannheim am gegenüberliegenden Rheinufer wurde Engelhorn die Baubewilligung verweigert. Schon damals waren Industrieanlagen nicht überall beliebt. So erstellte er die ersten Gebäude in Ludwigshafen. Ziel der BASF war die Herstellung von synthetischen Farbstoffen aus Steinkohlenteer. Nur neun Jahre früher gelang William Henry Perkin die Herstellung von Mauvein, dem ersten synthetischen Farbstoff.



Abb 1: Ein Ammoniakreaktor als Denkmal

Im Chemieunterricht thematisiere ich die Geschichte der Chemie als die Geschichte der Atommodelle und Bindungstheorien. Es existiert aber noch eine komplett andere Chemiegeschichte, diejenige der synthetischen Stoffe. Das faszinierende an dieser zweiten Geschichte ist, dass Chemikerinnen und Chemiker stets versuchten, aus Nebenprodukten und Abfall neue, wertvolle Stoffe herzustellen³. So erforschten Perkin, Runge und andere den Steinkohlenteer, ein Abfallprodukt der Leuchtgasherstellung. Perkin wollte daraus Chinin herstellen und entdeckte zufällig Mauvein, und die Anilin-Farbstoffindustrie war geboren. Engelhorns Idee war, an einem Werkplatz den ganzen Syntheseweg, inklusive der Herstellung der Hilfsstoffe (Soda), zu bündeln.

Diesem Grundgedanken folgt BASF immer noch. In Ludwigshafen werden aus einfachen Rohstoffen von fast

40'000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in über 200 Anlagen Tausende Produkte in grossen Mengen hergestellt. Die Anlagen sind alle über Rohrleitungen miteinander verbunden, Abfallstoffe der einen Produktion werden als Ausgangsstoffe einer anderen eingesetzt. Die BASF spricht vom «Produzieren im Verbund», Material-Kreisläufe sind ein grosses Thema. Das Herz dieses Verbundes sind zwei Steamcracker, die aus Naphtha Ethen und andere kurzkettige Kohlenwasserstoffe herstellen. Auch die Haber-Bosch-Reaktoren und ein Natriumchlorid-Elektrolyseur liefern Grundstoffe. Produkte sind z.B. L-Menthol für die Aromaindustrie, AdBlue, Vitamine und Kunststoffe. Das CO₂, das bei der Ammoniakherstellung entsteht, endet unter anderem in Sprudelwassern. Wenn du ein kohlenensäurehaltiges Getränk trinkst, stammen die Bläschen vielleicht aus Ludwigshafen.



Abb 2: Blick ins Werksgelände

In Ludwigshafen sieht es anders aus als in den schweizerischen pharmazeutischen Anlagen. Der grosse Unterschied liegt darin, dass bei BASF in kontinuierlich laufenden Reaktoren gearbeitet wird. Das ganze Gelände ist mit Rohrbrücken vernetzt, viele Produktionsanlagen bestehen aus einem offenen Gewirr aus Rohren und Säulen (Abb.2). Fässer und Hubstapler sind kaum sichtbar, der Materialtransport erfolgt über die Rohre und durch Tankcontainer. Zu meiner Überraschung riecht es nach nichts. Der typische Chemiegeruch, der mich in meiner Lehrzeit in den 80er-Jahren in Basel über den Geländen von Sandoz und Ciba-Geigy begleitete, fehlt.

Das Werksgelände der BASF ist nicht öffentlich zugänglich, kann aber mit einer Führung besucht werden. Diese ist online buchbar. Mein Führer war Herr John, ein netter, pensionierter BASF-Mitarbeiter. Er führte mich

zuerst eine Stunde durch das Visitor Center. Da ich sein einziger Gast war, wurde ich sehr persönlich betreut. Herr John stellte mir die Geschichte der BASF vor und führte mir an einem interaktiven Modell einige der Stoffflüsse im Verbund vor. Die zweite Stunde war eine Bustour durch die ganze Anlage. Sie ist mit einer Grösse von 10 km² atemberaubend riesig und umfasst 2000 Gebäude, fast 3'000 km Rohrleitungen, einen Rangierbahnhof und einen Hafen für Rheinschiffe. Leider ist das Fotografieren in der Anlage verboten. Einen guten Einblick geben das Video «BASF in vier Minuten» und weitere BASF-Clips auf YouTube. Auf Google Earth kannst du das Gelände virtuell überfliegen.

Drei gute Gründe für einen Besuch der BASF:

- Du kannst dich mit Herstellung der Grundchemikalien, von denen wir

abhängig sind und die wir trotzdem kaum zur Kenntnis nehmen, auseinandersetzen.

- Du kannst eine gigantische Anlage bestaunen, die auch historisch bedeutend ist (Haber-Bosch-Verfahren, Explosion von Oppau, Reppe-Chemie).
- Ein Besuch ist einfach. Führungen finden von Mo bis Fr zweimal täglich statt, sind kostenlos und online buchbar. Das Visitor Center ist z.B. von Heidelberg mit dem ÖV in ¾ Std. erreichbar. Es bietet auch Spezialprogramme für Schulklassen an.

37

BASF SE Visitor Center, Carl-Bosch-Strasse 38, 67063 Ludwigshafen
Im Zug von Basel über Mannheim erreichbar in 3 Stunden.

Literatur:

- ¹ Wissenschaft populär, Innovationen der BASF anschaulich erklärt: Düngemittel aus der Luft gegriffen (online verfügbar)
- ² BASF-Geschichte – Chemie die verbindet 1865-2014, BASF SE, Ludwigshafen, 2014
- ³ Chemie – eine illustrierte Geschichte, Claus Priesner, Theiss Verlag, Darmstadt, 2015

Autor:

Stefan Mundwiler, Kantonsschule Sursee, Moosgasse 11, 6210 Sursee,
stefan.mundwiler@sluz.ch
<https://www.instagram.com/mundichem/>

VSN/SSPSN/ASISN

VSN	Verein Schweizerischer Naturwissenschaftslehrerinnen und -lehrer	www.vsn.ch
SSPSN	Société Suisse des Professeurs de Sciences Naturelles	www.sspsn.ch
ASISN	Associazione Svizzera degli Insegnanti di Scienze Naturali	www.asisn.ch

Kommissionen | Commissions

CRB	Commission Romande de Biologie	www.crbiol.ch
CRC	Commission Romande de Chimie	www.crc-chimie.ch
DBK	Deutschschweizer Biologiekommision	
DCK	Deutschschweizer Chemiekommision	

Vorstand | Comité

Klemens Koch klemens.koch@gbsl.ch
Präsident, Mutationen Gymnasium Biel-Seeland, BE

Régis Turin turin.regis@edu.vs.ch
Caissier VSN/SSPSN Lycée-collège des Creusets, VS

Silvia Reist silvia.reist@sluz.ch
Präsidentin DBK Kantonsschule Beromünster, LU

Andreas Bartlome andreas.bartlome@gmx.ch
Präsident DCK Kantonsschule Beromünster, LU

Anne-Laure Rauber anne-laure.rauber@gfbienne.ch
Présidente CRB Gymnase français de Bienne, BE

Manuel Fragnière manuel.fragniere@rpn.ch
Président CRC

Emmanuel Marion-Veyron marion-veye@edufr.ch
Vice-président, caissier CRC Collège du Sud, Bulle, FR

Roger Deuber rdeuber@gmail.com
Kantonsschule Baden, AG

Christine Guesdon Lüthi christine.guesdon@bluewin.ch
Schule Ittigen, BE

Benita Heiz, benita.heiz@kanti-baden.ch
mit Wahl an GV 23 Kassierin Kantonsschule Baden, AG

Michael Bleichenbacher michael@bleichenbacher.ch
Redaktor c+b Kantonsschule Zürich Nord, ZH

Impressum c+b

Redaktor: Michael Bleichenbacher

Redaktionschluss für die nächsten Ausgaben:
Délais de rédaction pour les prochains numéros:

- 2.10.2023
- 12.12.2023

Texte werden in jedem Format gerne entgegengenommen, Bilder bitte separat einsenden.

Auflage 600 Exemplare. Druck: onlineprinters.ch

Autoren in dieser Ausgabe:

- Klemens Koch
- Franziska Schönborn
- Andreas Meier
- Hansrudolf Dütsch
- Michael Bleichenbacher
- Alba Hendier
- Stefan Mundwiler
- Anne-Laure Rauber
- Silvia Reist
- Nina Gämperli
- Matthias Christen
- Dominik Steiner
- Peter Bützer

Übersetzungen:

- Christine Guesdon Lüthi
- Alba Hendier

Abbildungen:

- wo nicht anders vermerkt, liegen die Bildrechte bei den Autoren der Artikel oder der Redaktion

VSN- Shop
Hansrudolf Dütsch

www.vsn-shop.ch
h.duetsch@bluewin.ch

Datenerfassung mit Vernier Go Direct



Erweitern Sie die Laboreinrichtung Ihrer Schule mit den Go Direct Sensoren von Vernier für ein produktives und angenehmes Unterrichtserlebnis in den Fächern Chemie, Biologie und Physik.

Die Go Direct Sensoren von Vernier ermöglichen eine drahtlose Verbindung via Bluetooth 4.0 zu Tablets, Smartphones und Computern, so dass Sie kabellos und unkompliziert mit Ihren Experimenten beginnen können. Die erfassten Daten können Sie mit der zugehörigen Software Graphical Analysis einfach bearbeiten und analysieren. Die Sensoren sind zudem per USB an einen Computer anschliessbar, falls Sie Daten mit hoher Geschwindigkeit messen wollen.

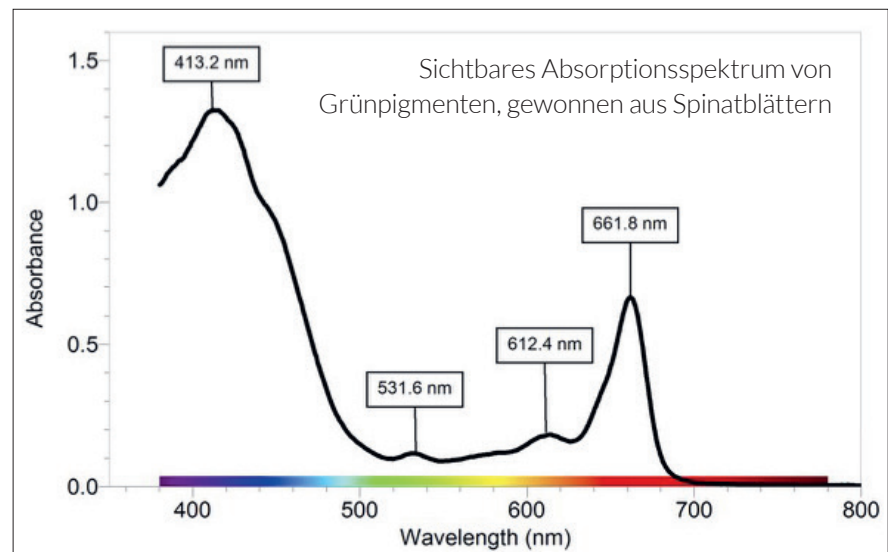
Die integrierten Akkus sind austauschbar und können während des Messvorgangs nachgeladen werden. So ist Ihr drahtloses Gerät, wie beispielsweise der SpectroVis Plus Spectrophotometer, immer einsatzbereit.



Go Direct SpectroVis Plus Spectrophotometer

Das tragbare Vernier Spektrophotometer für den sichtbaren Bereich des Lichts ist leicht bedienbar und ideal für Messungen von Absorptionsspektren chemischer und biochemischer Verbindungen. Artikel-Nr. GDX-SVISPL-INTL

- Wellenlängenbereich: 380 nm-950 nm
- Unterstützung für Fluoreszenz: Zwei Anregungsquellen mit Zentrierung bei 405 nm und 500 nm
- Optische Auflösung (FWHM): 5,0 nm
- Wellenlängengenauigkeit: 4,0 nm



Weitere Informationen finden Sie unter: <https://educatec.ch/vernier/>
Oder treten Sie direkt mit einem unserer Vernier-Experten in Kontakt:
oliver.gallus@educatec.ch