

Verein Schweizerischer Naturwissenschaftslehrerinnen und -lehrer (VSN)
Société Suisse des Professeurs de Sciences Naturelles (SSPSN)
Associazione Svizzera degli Insegnanti di Scienze Naturali (ASISN)
106. Jahrgang, Oktober 2021



Zentralkurs 12.-14. Okt. 2022 in Liestal
Cours central à Liestal, 12-14 octobre 2022

Weiterentwicklung der gymnasialen Maturität WEGM
Évolution de la maturité gymnasiale EVMG

Das 500. Mitglied im VSN!

Ernährung - als interdisziplinäres Projekt

IdeenSet: Quantenchemie und Chemie farbiger Stoffe
Chromatographie von Naringin, Bitterstoff der Grapefruit
Mischindikator für pH 0-5
pH Puffer: Aktivitäten statt Konzentrationen?

Filtrations- und andere Experimente mit Atemschutz-Masken

Foto Titelseite: Hygienemaske Typ IIR aus Polypropylen

	Inhalt	Contenu
VEREIN SOCIÉTÉ	4 Mitteilungen aus dem VSN 5 Neue Mitglieder 5 Generalversammlung VSN 2021 6 Zentralkurs 2022 in Liestal 7 CRB Tätigkeitsbericht 2020/21 8 Weiterentwicklung der gymnasialen Maturität WEGM 9 Bemerkungen des VSN zu WEGM 10 Arbeiten an den neuen Rahmenlehrplänen in Biologie und Chemie 12 Positionspapier zu WEGM 18 Synopse zu den Vorschlägen WEGM 20 Brief des VSN zu WEGM 24 Das 500. Mitglied im VSN!	Communications de l'association Nouveaux Membres Assemblée générale SSPSN 2021 Cours central 2022 à Liestal CRB Rapport d'activité 2020/21 Évolution de la maturité gymnasiale EVMG Remarques de la SSPSN sur l'EVMG
PUBLIKATIONEN PUBLICATIONS	25 Neuigkeiten aus Biologie, Chemie und Didaktik	Travail sur les plans d'études cadre de biologie et de chimie Exposé de position sur l'EVMG Synopsis sur les proposition de l'EVMG Lettre de la SSPSN sur l'EVMG Le 500-ème membre de la SSPSN Nouveautés de la biologie, chimie et de la didactique
UNTERRICHT ENSEIGNEMENT	30 Ernährung – ein interdisziplinäres Projekt am Gymi Münchenstein 39 IdeenSet: Quantenchemie 40 DC von Naringin aus Grapefruit 41 Mischindikator für pH 0-5 42 pH Puffer: Mit Aktivitäten! 43 Wer weiss es? Kohlendioxid 44 Filtrations- und andere Experimente mit Atemschutz-Masken	Nutrition – un projet interdisciplinaire au gymnase de Münchenstein Ensemble d'idées: Chimie quantique Chromatographie de Naringin Indicateur pour pH 0-5 Tampon de pH: Avec activités! Qui sait? Dioxyde de carbone Expériences de filtration et autres avec les masque d'hygiène
ADRESSEN ADRESSES	53 Verein, Vorstand, Impressum 54 Mitgliedschaft	Société, comité, impressum Adhésion

Mitteilungen aus dem VSN

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

Der VSN hat jetzt über 500 Mitglieder!

Seit der letzten c+b-Ausgabe haben wir 18 Neumitglieder gewonnen und senden diese Ausgabe jetzt an 514 Mitglieder und zusätzlich an Kontakte unserer Partner. Wir freuen uns damit, unsere Aufgaben – Vernetzung, Vertretung, Fortbildung und Information – noch besser erfüllen zu können. In diesem Heft erzählen drei Neumitglieder an der 500er-Schwelle über Ihre Anmeldung und Erwartungen.

Unsere Reaktion auf die Weiterentwicklung der gymnasialen Maturität

Der VSN unterstützt eine Weiterentwicklung der gymnasialen Maturität. So steht ausser Frage, dass es für das Mitwirken in der Gesellschaft und insbesondere für das Studium an Hochschulen wichtig ist, sich in Informatik zu vertiefen. Ähnliche Überlegungen und Begründungen gelten auch für weitere transversale und Fachthemen. Dabei ist zu bedenken, dass dem aktuellen Zustand des Gymnasiums in verschiedenen Berichten und von verschiedenen Gremien grundsätzlich ein gutes Zeugnis ausgestellt und erkannte Probleme, z. B. bei basalen Studierkompetenzen, angegangen werden.

Doch was die von der EDK beauftragte Arbeitsgruppe als Vorschlag www.matu2023.ch erarbeitet hat, lässt jedes Mass vermissen. Die Zahl der möglichen Maturfächer soll deutlich erweitert werden und ebenso die Zahl der theoretischen Wahlmöglichkeiten, in einem Vorschlag bis zu 79 Schwerpunkt- und 276 Ergänzungsfächer! Ausserdem wird die Position von Mathematik und Naturwissenschaften durch die Erweiterungen nach jahrelanger, und in der aktuellen Situation mehr denn je nötigen, MINT-Förderung wieder geschwächt. Dazu haben wir uns in verschiedenen Eingaben gewehrt. Die Unterlagen dazu befinden sich auf www.vsn.ch

Dezentrale Weiterbildungskurse der Deutschschweizer Chemiekommission DCK

Die Kurse sind gut angelaufen und einige sind schon durchgeführt worden: Informationen auf www.vsn.ch

Konferenz Übergang Gymnasium-Universität IV

Am Montag, 25. und Dienstag, 26. Januar 2021 haben vier Mitglieder des VSN an der Konferenz Übergang Gymnasium-Universität IV teilgenommen und die Schulfächer Biologie und Chemie vertreten in der Diskussion um die Bedeutung in anderen Studienfächern, wie Architektur, Philosophie, Recht und Medizin. Der Schlussbericht wurde im Heft GYMNASIUM HELVETICUM 3a/2021 publiziert und ist auch unter <https://www.vsg-sspes.ch/> einsehbar.

Generalversammlung 2021 des VSN

Die Generalversammlung des VSN ist im Rahmen der VSG-Delegiertenversammlung vom Freitag, 26. November 2021, ca. 17:00-18:30 Uhr an der Kantonsschule Solothurn geplant.

Aktualisierte Angaben, z. B. zum Raum, werden auf www.vsn.ch publiziert.

Zentralkurs Chemie 2022 in Liestal

Das Gymnasium Liestal bereitet den Zentralkurs Chemie 2022 vor.

Ich wünsche allen VSN-Mitgliedern eine gute Zeit, mit herzlichem Gruss.

Klemens Koch, Präsident VSN

Generalversammlung VSN 2021

Freitag 26. November 2021 ab 17.00
(nach der VSG-Delegiertenversammlung)

Kantonsschule Solothurn

Leitung: Klemens Koch

Traktanden

1. Traktanden der GV 2021, Protokoll der GV 2020
2. Jahresbericht des Präsidenten 2020/21, Tätigkeitsberichte der Kommissionen und Delegationen.
3. Zusammensetzung des Vorstandes und der Rechnungsprüfung.
Der Vorstand und die Revisoren, Christoph Schlicht und Martin Jufer, wurden 2020 für die Amtszeit 2020 bis 2023 gewählt.
4. Anlässe 2021/22:
5. Vereinsrechnung und Revision
6. Mitteilungen und Varia

Assemblée générale SSPSN 2021

Vendredi, 26 novembre 2021, 17h00
(après l'Assemblée des Délégués de la SSPSN)

École cantonale de Soleure

Présidence: Klemens Koch

Ordre du jour

1. Ordre du jour de l'assemblée générale 2021 et procès-verbal de l'assemblée générale 2020
2. Rapport annuel du président 2020/21, Rapport d'activité des commissions et délégations.
3. Composition du comité. Vérificateurs des comptes.
Le comité et les réviseurs Christoph Schlicht und Martin Jufer ont été élu en 2020 pour 2020 à 2023
4. Evénements 2021/22
5. Comptes et vérifications
6. Communications et divers

5

Neue Mitglieder | Nouveaux membres

Wir begrüßen herzlich neu im Verein:

Nous souhaitons la bienvenue à la société:

Laurent Batiste,	Gymnasium Biel Seeland
Laura Bryner,	Kantonsschule Trogen AR
Gudrun Hopp Rentsch,	Kantonsschule Musegg Luzern
Sarah Kohn-Frei,	Mellingen AG
Thomas Kälin,	Kantonsschule Stadelhofen, ZH
Marianne Leuenberger,	Kantonsschule am Brühl SG
Sarah Lüchinger,	Kantonsschule am Brühl SG
Daniel Meierhans,	erbermatt, Köniz BE
Michelle Mottaz,	Gymnasium Biel Seeland BE
Andrea Pfrunder,	Literargymnasium Rämibühl ZH
Eva Schön,	Alte Kanti Aarau AG
Stephanie Semerad, FKSZ und Theresianum	Ingenbohl ZH
Marcel Somnavilla,	Kantonsschule am Burggraben SG
Natascia Turrà,	Zürich
Richard Venz,	Gymnasium Biel Seeland



Zentralkurs 2022

Text: Johannes Hoffner

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

der nächste Zentralkurs findet vom

Mittwoch 12. Oktober bis Freitag 14. Oktober 2022

6

in Liestal statt. Die Chemiefachschaft des Gymnasiums Liestal lädt Sie dazu herzlich ein. Bitte reservieren Sie sich dieses Datum schon jetzt.

Der Zentralkurs wird im bewährten Rahmen stattfinden:

- Am Mittwoch und am Donnerstag finden parallele Workshops, Vorträge und eine Ausstellung mit Unterrichtsmaterialien statt.
- An beiden Abenden gibt es eine Abendveranstaltung.
- Am Freitag bieten wir Exkursionen zu fachlichen und allgemeinen Themen an.
- Es wird genügend Raum geben für den persönlichen Austausch.

Angesprochen sind

- Alle VSN Mitglieder
- Alle interessierten Lehrpersonen, die Chemie unterrichten
- Studierende für das Lehrdiplom
- Lehrpersonen aus der Schweiz und den umliegenden Ländern

Wie geht es weiter?

- Im Spätherbst 2021 wird die Homepage aufgeschaltet.
- Im Februar 2022 können Sie sich für die Leitung eines oder mehrerer Workshops anmelden.
- Ab Mai 2022 können Sie sich für den Zentralkurs und für die Teilnahme an den Workshops anmelden.

Wie erhalten Sie Informationen:

- Ab Herbst auf www.vsn.ch und www.zentralkurs.ch
- In unserem Verbandsorgan c+b
- Per Email-Newsletter
- Direkt bei den Veranstaltern ebenfalls per E-Mail (am besten bei: johannes.hoffner@sbl.ch).

Wir freuen uns auf einen spannenden Zentralkurs und den Austausch unter Kolleginnen und Kollegen.

Wenn Sie Fragen haben, bitten wir Sie, uns einfach eine E-Mail zu schicken.

Das OK

Christine Croisé Informatik, Anmeldungen
(christine.croisé@sbl.ch)

Jann Frey, Programm
(jann.frey@sbl.ch)

Johannes Hoffner, Kommunikation und Logistik
(johannes.hoffner@sbl.ch)

Catharina Pluta, Programm
(catharina.pluta@sbl.ch)

Claus Wunderlich, Finanzen
(claus.wunderlich@sbl.ch)

CRB Rapport d'activité 2020-2021

Text: Anne-Laure Rauber

La Commission Romande de Biologie (CRB) s'est réunie deux fois durant l'année scolaire 2020-2021 soit le 29 août 2020 à Vevey et le 17 mars 2021 sur zoom.

La dizaine de membres du comité actuel proviennent de tous les cantons romands à l'exception du Jura. Mireille Grall Imsand (VS) gère la trésorerie, Byron Papadopoulos (NE) gère le site de la CRB et rédige les procès verbaux, Anne-Laure Rauber 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).

Changements au sein de la CRB:

- 1) Poste de trésorière de la CRB : Mireille désire passer la main à la fin de l'année scolaire 2020-2021. Matthias Müller reprendra le poste de trésorier.
- 2) René Gfeller a pris sa retraite en juillet 2020, il n'est plus dans le comité de la CRB mais il continue à proposer des cours de formation continue.

Sortie offerte aux membres de la CRB:

«Musée de la vigne et du vin» et promenade sur le sentier viticole de Sierre à Salgesch, le 4 septembre 2021. Rencontre avec les membres de la DBK.

Les projets pour 2021-2022:

- Cours «Biologie du sol 2» avec Claire Le Bayon : mercredi 15 septembre 2021
- Cours de préparation du voyage d'étude d'une semaine dans le delta de l'Ebre: préhistoire, art levantin, ornithologie, biotope marécageux du delta, riziculture, tours à bicyclette. Date : octobre 2021.
- Cours d' «Éthologie et méthodologie dans l'étude du comportement des grands primates» par Roland Maurer de l'UniGe. Date : automne 2021.

Autres propositions de cours:

- Cours sur les lichens par Philippe Clerc au jardin botanique de Genève :
Thème: découverte des deux aspects de la détermination.
Détermination poussée: chromatographie en couches minces. 7
Détermination plus simple: observation à la loupe bino-culaire et utilisation de deux réactifs.
Date: Janvier 2022.
- Cours sur les maladies transmises par des vecteurs (tiques & autres arthropodes) à l'UniNe. Printemps 2022.
- Cours de «Géologie en Islande»: Il est proposé par René et son accompagnant Jean-Marc Walter, géologue/géographe, ancien enseignant au Gymnase du Bugnon (actuellement retraité). Été 2022

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.

Anne-Laure Rauber,
Présidente de la CRB

matu2023.ch


[🏠](#)
[Projekt ▾](#)
[Projekt- und Arbeitsgruppen ▾](#)
[Interne Konsultation](#)
[Politischer Prozess](#)

Arbeitsgruppen
«Aktualisierung des
Rahmenlehrplans
von 1994»


Projektgruppe
«Harmonisierung der
Minstdauer der
gymnasialen Maturität»

Projektgruppe
«Überprüfung
weiterer Bestimmungen
des MAR/MAV»

Projektgruppe
«Zuständigkeiten und
Kompetenzen im Bereich
der gymnasialen
Ausbildung» (Governance)



EDK | CDIP | CDPE | CDEP
Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren
Conférence suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique
Confederazione Svizzera dei direttori cantonali della pubblica educazione
Confederaziun svizra dals directurs chantunals da l'educaziun public



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
**Staatssekretariat für Bildung,
Forschung und Innovation SBFI**

Weiterentwicklung der gymnasialen Maturität WEGM Évolution de la maturité gymnasiale EVMG

An Arbeiten zum obengenannten Projekt waren Mitglieder des VSN im Teilprojekt «Aktualisierung des Rahmenlehrplans von 1994» / «Actualisation du Plan d'études cadre de 1994» direkt beteiligt:

Arbeitsgruppe Fach-Rahmenlehrplan Biologie /
Groupe de travail sur le plan d'études cadre en biologie:
Stephan Girod, Sacha Glardon, Anna Holenweg et Julien Walther

Arbeitsgruppe Fach-Rahmenlehrplan Chemie /
Groupe de travail sur le plan d'études cadre en chimie:
Roger Deuber, Manuel Fragnière, Klemens Koch et Martine Rebstein

Nicht beteiligt war der VSN am Teilprojekt «Überprüfung weiterer Bestimmungen des MAR/MAV» / «Vérification de l'adéquation d'autres dispositions du RRM/de l'ORM». Aber Vertreter des Vereins Schweizer Gymnasiallehrer/-innen VSG/SSPS waren involviert. Die Vorschläge der Arbeitsgruppe in diesem – vom Mandat her eher unverfänglich tönenden – Teilprojekt gingen dann aber weit über das erwartete Mass hinaus und sorgten für Diskussionen.

Die Deutschschweizer Chemiekommision DCK, allen voran ihr Präsident Andreas Bartlome, wurde sofort aktiv. Ein Positionspapier wurde erstellt. Den Positionen in diesem Papier stimmten vereinsintern die commission romande de chimie CRC, die Deutschschweizer Biologiekommision DBK und die commission romande de biologie CRB zu. So konnten die Positionen dann vom Präsidenten des VSN, Klemens Koch, einerseits in die interne Vernehmlassung des VSG eingebracht und andererseits, in einer gekürzten Version, an die Bildungs-/Erziehungsdirektionen und Hochschulen versandt werden. Gleichzeitig wurden die Dokumente auf der Homepage unseres Vereins aufgeschaltet.

Im folgenden finden sich die Berichte der Arbeitsgruppen zum Rahmenlehrplan und die Stellungnahmen und Briefe des VSN zuhanden des VSG und der Bildungsbehörden.

Umfrage:

Sind sie mit unseren Positionen einverstanden? Oder auch nicht? Stimmen Sie ab und hinterlassen Sie uns einen Kommentar, wenn Sie Anmerkungen haben.

(Die Mitglieder sehen hier einen QR-Code und einen Link)

Allgemeine Bemerkungen des Vereins Schweizerischer Naturwissenschaftslehrpersonen VSN zu den «Vorschlägen zur Weiterentwicklung der gymnasialen Maturität WEGM»

Die Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (EDK) und das Eidgenössische Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung (WBF) haben ein Projekt zur Reform der Schweizerischen gymnasialen Maturität lanciert. Die Vorschläge der Projektgruppe MAR/MAV liegen nun vor und beinhalten eine starke strukturelle Veränderung des Gymnasiums.

Alle vorgeschlagenen Varianten enthalten zwei grundlegende Veränderungen, denen der **VSN kritisch gegenübersteht**:

1. Erweiterung des Fächerkanons bei gleichbleibender Ausbildungszeit

Der Fächerkanon am Gymnasium ist – entsprechend der Zielsetzung einer breiten Allgemeinbildung – bereits heute sehr gross. Durch die vorgeschlagene Ausweitung des Fächerkanons würde die Ausbildung in allen Fächern insbesondere aber in der Erstsprache (Deutsch) und Mathematik reduziert. Dies **gefährdet** die von den Hochschulen geforderte Erreichung der **basalen Studierkompetenzen**. Es ist zu befürchten, dass den Studierenden wesentliche Grundlagen fehlen werden und dadurch der **allgemeine Hochschulzugang mittelfristig nicht mehr gewährleistet** werden kann. Zudem sind die zentralen Fächer Erstsprache, Mathematik, Englisch und Schwerpunktfach zur Erlangung der Matura nicht mehr entsprechend ihrer Bedeutung und ihrem Bildungsanteil gewichtet. Defizite in diesen Fächern können durch Leistungen in vielen anderen Disziplinen kompensiert werden.

2. Erhöhung der Wahlmöglichkeiten der Lernenden

Der Kanon der Schwerpunkt- und Ergänzungsfächer wird sehr stark ausgeweitet. So sollen je nach Variante bis zu 79 Schwerpunkt- und 276 Ergänzungsfächer möglich sein! Dies führt zu einer hoch **dispersen Bildungslandschaft** und läuft der bei Art. 8 verlangten **Vergleichbarkeit** der Maturitätsabschlüsse zuwider. Es ist nicht klar, wie die Bildungsinstitutionen der Tertiärstufe mit einer derartigen Vielfalt an Ausbildungsschwerpunkten umgehen wird.

Dem heutigen Gymnasium wird im EVAMAR-Bericht von Prof. Dr. Franz Eberle ein insgesamt gutes Zeugnis ausgestellt. Defizite waren in Basiskompetenzen der Erstsprache und Mathematik auszumachen. Auf diese Lücken wurde in den Kantonen reagiert. Es macht daher keinen Sinn, ohne Not ein leistungsfähiges System vollständig umzukrempeln. Eine Neufassung der MAR sollte sich daher am gut funktionierenden Status Quo orientieren und nicht zu viele strukturelle Änderungen enthalten.

Klemens Koch
Präsident VSN Biel, 27. 5. 2021

Verfasst von Andreas Bartlome, Präsident der Deutschschweizer Chemiekommission DCK, und verabschiedet an der Konferenz der Biologie- und Chemiekommissionen des VSN vom 20. 5. 2021.

Arbeiten an den neuen Rahmenlehrplänen Biologie und Chemie

Text: Klemens Koch

10 Viele von Euch sind in den letzten Wochen zu Rückmeldungen zum ersten Entwurf für den ersten Rahmenlehrplan Biologie oder Chemie aufgefordert worden. Gleichzeitig habt Ihr von Vorschlägen zur Weiterentwicklung der gymnasialen Maturität (WEGM, siehe <https://matu2023.ch/de/>) gehört, konntet dort aber nur indirekt, z. B. über den VSN, in einer sogenannten internen Vernehmlassung Stellung nehmen.

Zu den Vorschlägen zur Weiterentwicklung der gymnasialen Maturität hat sich der VSN sehr kritisch geäussert, insbesondere zur masslosen Erweiterung der Fächerzahl und Wahlmöglichkeiten, was die Diversität zunehmen und die Vergleichbarkeit abnehmen lassen wird, sowie zur Gefährdung der MINT-Förderung.

Hier möchten wir über die Arbeiten an den neuen Fach-Rahmenlehrplänen Biologie und Chemie berichten (<https://matu2023.ch/de/projekt-und-arbeitsgruppen/aktualisierung-des-rahmenlehrplans-von-1994>). Die Mitglieder der Arbeitsgruppen wurden von der Koordinationsgruppe (<https://matu2023.ch/de/projekt/organisation>) nach Anregungen der kantonalen Mittelschulämter und des Vereins Schweizerischer Gymnasiallehrerinnen und Gymnasiallehrer (VSG) vorgeschlagen und durch die EDK bezeichnet und im Oktober 2020 zu einer Klausur in Muntelier bei Murten (FR) eingeladen. Dort warteten eine Vielzahl von Vorgaben auf die Arbeitsgruppen: Es gab lehrplantheoretische Vorgaben, so wird der Rahmenlehrplan neu kompetenzorientiert formuliert. Es gab aber auch inhaltliche Vorgaben, z. B. sollten der Auftrag in MAR, Art. 5, zur Vorbereitung «auf anspruchsvolle Aufgaben in der Gesellschaft» besser ausformuliert, präzisere Aussagen zu kognitiven und nicht-kognitiven überfachlichen Kompetenzen gemacht und nach den EVAMAR-Berichten die Beiträge zu basalen fachlichen Kompetenzen für die allgemeine Studierfähigkeit in Mathematik und Deutsch ausgewiesen werden. Die fachlichen Lernziele sollten auch aufzeigen, wo sie der Bildung für nachhaltige Entwicklung, der politischen Bildung und der Wissenschaftspropädeutik dienlich sind, Inhalte, die den Artikel 5 ausfüllen.

Diese Rahmenlehrpläne sollten für alle Fächer erstellt werden, welche bis jetzt an Gymnasien unterrichtet werden, das gilt auch für die Erweiterungen als Schwerpunktfach und Ergänzungsfach. Darüber hinaus wurden bereits damals geäusserte Ideen für neue Gefässe, z. B. neue Schwerpunktfächer, in Auftrag gegeben und auch die Vorgaben für die Maturaarbeit wurden präzisiert. Es ist klar, dass bei diesen vielen Vorgaben sehr viel in die Rahmenlehrpläne gepackt wurde und eine wichtige Korrektur vermutlich deren Straffung und Klärung sein wird.

Im ursprünglichen Auftrag war vorgesehen, die Rahmenlehrpläne nach der aktuell laufenden internen Vernehmlassung im Oktober 2021 in einer weiteren Klausur zu überarbeiten und öffentlich zu vernehmlassen. Dieser Zeitplan wurde unterdessen ausgedehnt, vor allem weil wohl die Vorschläge zur Weiterentwicklung der gymnasialen Maturität weiter gehen als ursprünglich als Ziel gesetzt und die Arbeit an den Rahmenlehrplänen neu angepackt werden muss.

Die Arbeit in der Klausur in Muntelier in unseren Fächern war sehr produktiv und wir haben auch möglichst viel ausgetauscht, untereinander und auch mit anderen Fächern. Die Woche hat erwartungsgemäss nicht gereicht, um alles abzuschliessen: Wir haben nach der Klausur noch hin- und her redigiert und korrigiert. Dann konnten wir eine «definitive» Version einreichen, welche entweder von uns oder von Übersetzerinnen und Übersetzern in alle Amtssprachen übersetzt wurde. Wenn die Übersetzung nicht von Lehrpersonen mit Kenntnissen des Fachunterrichtes gemacht werden konnte, gab es anschliessend viel Terminologisches wieder dem üblichen Gebrauch anzupassen. Schliesslich lagen aber am Schluss drei Sprachversionen mit möglichst gleichen Aussagen vor, welche im Mai 2021 zu Euch zur Vernehmlassung gelangt sind. Es ist nun sehr wichtig, dass Ihr dazu Rückmeldungen gemacht habt, damit in den späteren definitiven Versionen dann möglichst gute Ideen einfließen und für unseren künftigen Biologie- und Chemieunterricht wieder sehr nützliche Unterlagen entstehen.

Die Mitglieder der Arbeitsgruppen sind auf S. 8 aufgeführt.

Travail sur les nouveaux plans d'études cadre de biologie et de chimie

Texte: Klemens Koch

En juin, beaucoup d'entre vous ont été invités à donner leur avis sur la première version des plans d'étude cadre en biologie ou en chimie. En même temps, vous avez entendu parler des propositions pour l'évolution de la maturité gymnasiale (EVMG, voir <https://matu2023.ch/fr/>), mais vous n'avez pu vous exprimer qu'indirectement, par exemple via la SSPSN, dans le cadre d'une consultation dite interne.

La SSPSN s'est montrée très critique à l'égard des propositions d'évolution de la maturité gymnasiale, en particulier l'expansion excessive du nombre de disciplines et d'options, qui augmentera la diversité et réduira la comparabilité, ainsi que la menace pour la promotion des matières MINT.

Nous souhaitons, ici, faire le point sur les travaux relatifs aux plans d'étude cadre en biologie ou en chimie (<https://matu2023.ch/fr/groupe-de-projet-et-de-travail/actualisation-du-plan-d-etudes-cadre-de-1994>). Les membres des groupes de travail ont été proposés par le groupe de coordination (<https://matu2023.ch/fr/projet/organisation>) sur la base des suggestions des offices cantonaux des écoles secondaires et de la Société Suisse des Professeurs de l'Enseignement Secondaire (SSPES), puis nommés par la CDIP et invités à un atelier à Muntelier (FR) en octobre 2020. Là, une multitude de spécifications attendaient les groupes de travail : Il y avait des exigences théoriques relatives aux plans d'études, par exemple, le plan d'études cadre sera nouvellement formulé d'une manière orientée vers les compétences. Mais il y avait aussi des exigences liées au contenu, par exemple le mandat dans l'ORRM, Art. 5, de préparer "à des tâches exigeantes dans la société" devrait être exprimé dans les plans d'études, des déclarations plus précises sur les compétences transversales cognitives et non cognitives devraient être faites et, selon les rapports EVAMAR, les contributions aux compétences fournis par les disciplines pour la capacité d'étude générale en mathématiques et en allemand devraient être identifiées. Les objectifs d'apprentissage spécifiques à chaque matière devraient également montrer dans quelle mesure ils favorisent l'éducation au développement durable, l'éducation civique et la propriété scientifique, des contenus qui correspondent avec l'article 5.

Ces plans d'études cadre doivent être élaborés pour toutes les disciplines enseignées jusqu'à présent dans les gymnases, y compris en tant que discipline fondamentale et matière complémentaire. En plus des plans d'études cadre pour des nouvelles disciplines et des nouveaux sujets comme le travail de maturité ont été élaborés. Il est clair que les plans d'études cadre sont très chargés avec cette approche et une correction importante sera probablement de les réduire et de les clarifier.

Dans le mandat initial, il était prévu de réviser les plans d'études cadre lors d'un deuxième atelier en 2021, après la consultation interne actuelle, et de procéder après à une consultation publique. Entre-temps, ce calendrier a été prolongé, notamment parce que les propositions sur l'évolution de la maturité gymnasiale (EVMG) vont probablement plus loin que l'objectif initialement fixé et que les travaux sur les plans d'études cadre doivent être abordés à nouveau.

Le travail dans nos disciplines respectives lors de l'atelier à Muntelier a été très productif et nous avons également échangé autant que possible, entre nos disciplines et aussi avec d'autres. Bien sûr, la semaine n'a pas été suffisante pour tout terminer : nous avons encore édité et corrigé pendant les mois suivants. Ensuite, nous avons pu soumettre une version "définitive", qui a été traduite par nous-mêmes ou par des traducteurs dans toutes les langues officielles. Lorsque la traduction ne pouvait pas être effectuée par des enseignants, il y avait par la suite beaucoup de termes et de notions à adapter à l'usage habituel. En fin de compte, nous disposons toutefois de trois versions linguistiques comparables, qui vous ont été envoyées pour consultation en mai 2021. Il est maintenant très important que vous nous fassiez part de vos commentaires sur ces documents afin que les meilleures idées possibles puissent être intégrées dans les versions définitives ultérieures et que des documents très utiles puissent à nouveau être créés pour notre futur enseignement en biologie et en chimie.

Les membres des groupes de travail sont énumérés à la page 8.

Positionspapier des Vereins Schweizerischer Naturwissenschaftslehrpersonen VSN zu den «Vorschlägen zur Weiterentwicklung der gymnasialen Maturität WEGM»

Allgemeines

12 Dem Gymnasium wird im EVAMAR-Bericht von Prof. Dr. Franz Eberle ein insgesamt gutes Zeugnis ausgestellt. Defizite waren in Basiskompetenzen der Erstsprache und Mathematik auszumachen. Auf diese Lücken wurde in den Kantonen reagiert. Es macht daher keinen Sinn, ohne Not ein leistungsfähiges System vollständig umzukrempeln. Eine Neufassung des MAR sollte sich daher am gut funktionierenden Status Quo orientieren und nicht zu viele strukturelle Änderungen enthalten. Neue Strukturen sollen zuerst in Schulversuchen erprobt werden, bevor sie für die ganze gymnasiale Bildungslandschaft festgeschrieben werden. Der von der Projektgruppe im Expertenbericht als Variante 0 bezeichnete Status Quo fehlt im Bericht an die Konsultationsteilnehmenden.

Zudem sollte sich eine Strukturänderung auch an den finanziellen und organisatorischen Möglichkeiten aller Kantone und Schulen orientieren. Grosse Wahlmöglichkeiten sind zwar auf dem Papier sehr schön, in der Praxis aber oft nicht einzulösen. Eine neue Struktur sollte auch bei engen finanziellen Verhältnissen sinnvoll umsetzbar sein. Insbesondere kleine Kantone und kleinere Schulen stossen rasch an finanzielle Grenzen.

Fächerkanon

Der Fächerkanon am Gymnasium ist – entsprechend der Zielsetzung einer breiten Allgemeinbildung – bereits heute sehr gross. Dies führt auch im Stundenplan der Lernenden zu einem hohen Wechsel der Lernthemen. Daher sollte der **Fächerkanon nicht weiter vergrössert** werden. Bildung sollte nicht nur in die Breite gehen, sondern es sollte auch **eine Vertiefung in einzelne Themen** möglich sein. Alle vorgeschlagenen Varianten führen aber zu einer Erhöhung der Anzahl Grundlagenfächer und Vorschlag 2 und 3 zusätzlich auch zu mehr Wahlfächern.

Die Vergrösserung des Fächerkanons wird mit dem Bildungsziel der «vertieften Gesellschaftsreife» begründet. Hierzu braucht es jedoch in erster Linie nicht ein breiteres Angebot, sondern **grössere Zeitgefässe** um Sachverhalte zu

verstehen, zu vernetzen und zu hinterfragen und damit eine selbstverantwortliche Gesellschaftsreife zu erlangen.

Wenn aber bei einer Erneuerung des Gymnasiums die Entwicklung der Gesellschaft in den vergangenen 20 Jahren durch eine Ausweitung des Fächerspektrums abgebildet werden soll, dann müssten sicher auch **Fächer in technischen Bereichen** neu Einzug in den gymnasialen Fächerkanon finden (z.B. Engineering, Nanotechnologie, Bionik).

Bei einer Erhöhung der Anzahl Fächer müsste auch die **Ausbildungszeit um ein Jahr verlängert** werden (5 Jahre Gymnasium), wie dies in vielen deutschen Bundesländern geschehen ist (nach der Verkürzung auf 12 wieder Erhöhung auf 13 Jahre bis zum Abitur). Durch die vorgeschlagene Ausweitung des Fächerkanons würde das Gewicht der Fächer Mathematik, Erst- und Zweitsprachen deutlich reduziert. Dies gefährdet die von den Hochschulen geforderte Erreichung der **basalen Studierkompetenzen**.

Wahlbereich

Der Kanon der möglichen Schwerpunktfächer wird sehr stark ausgeweitet. Allein im moderaten Vorschlag 1 sind 79 verschiedene Schwerpunktfächer möglich! Dies führt zu einer hoch **diversifizierten Bildungslandschaft** und läuft der bei Art. 8 verlangten **Vergleichbarkeit** der Maturitätsabschlüsse zuwider. Auch die **Mobilität** der Lernenden (Postulat bei Art. 12) wird dadurch eingeschränkt. Der Kanon im Wahlfachbereich sollte etwa im bisherigen Rahmen festgelegt sein. Neuerprobungen sollen aber in Schulversuchen ermöglicht werden.

In Variante 2 mit 2 Schwerpunktfächern wird die Anzahl Lektionen pro Schwerpunktfach deutlich reduziert werden müssen. Ob so in den Sprachfächern ohne Grundlagenfach (Latein, Italienisch, Spanisch, Russisch etc.) noch ein Spracherwerb mit Literaturlektüre und eine Auseinandersetzung mit der entsprechenden Kultur möglich sein wird, ist fraglich. Aber auch für die anderen Schwerpunktfächer wird eine Vertiefung im gewohnten Rahmen nicht mehr möglich sein. Der Sinn von Kombifächern wie PPP, PAM und BC müssten dann auch hinterfragt werden.

In Variante 3 können die Lernenden ihrer Ausbildung nur sehr schwach ein Profil verleihen (Schwerpunktfach). Das gewählte Profil wird durch die Wahlfächer in den anderen Lernbereichen wieder nivelliert. Dies wird im Dotationsvorschlag im Kommentar deutlich: SPF 7%, WF1-3 je 4%. Realistisch werden in kleinen Schulen aus finanziellen Gründen auch nur wenig Wahlfächer angeboten werden können. Lernende können dann vielleicht noch zwischen 2 Fächern eines Lernbereiches auswählen.

Die Wahlpflicht im Kunstbereich soll nicht aufgehoben werden (Musik oder Bildnerisches Gestalten). Durch das vorgeschlagene Obligatorium für beide Fächer als Grundlagenfach steigt die Belastung der Lernenden. Eine Wahlpflicht entlastet sie und ermöglicht es ihnen, sich mit einem musischen Fach vertieft auseinander zu setzen.

Anteile der Lernbereiche an der Ausbildungszeit

Die sehr unterschiedlichen Mindestanteile der Lernbereiche sind **kaum begründet** und nicht nachvollziehbar. Aus unserer Sicht überraschen insbesondere die stark schwankenden Anteile des MINT-Bereiches. 20% oder 23% Anteil an der Ausbildungszeit sprechen nicht für eine in Wirtschaft und Gesellschaft postulierte **MINT-Förderung**. Der MINT-Anteil sollte mindestens im bisherigen Rahmen bleiben. Bei einem Abbau im MINT-Bereich würde dies wohl vor allem auch die praktischen Aspekte (Unterrichtsexperimente, Schülerpraktika) betreffen. Dies geht zu Lasten der nicht-kognitiven überfachlichen Kompetenzen (intuitives Denken, naturwissenschaftliche Neugier, handwerkliches Geschick, sorgfältiges Arbeiten) der basalen fachlichen Kompetenzen für die allgemeine Studierfähigkeit (präzises Beobachten, sprachliche Formulierung von Erkenntnissen und schlüssiges Argumentieren) und der sozial-kommunikativen Kompetenzen (Zusammenarbeit in der Gruppe).

Eine getrennte Deklaration von Mindestanteilen für Informatik und Mathematik einerseits und die Naturwissenschaften andererseits wäre zu überlegen.

Organisation Lehrgang

Nach einem neuen Artikel sollen bei Vorschlag 2 in einer Grundstufe (erste 2 Jahre) alle Grundlagenfächer unterrichtet werden. Die Wahlfächer und 4 Grundlagenfächer sollen in der Vertiefungsstufe geführt werden. Dieser rigide Eingriff in den Aufbau des Ausbildungsgangs ist abzulehnen:

- Den Kantonen und den Schulen würde viel Gestaltungsspielraum genommen. Dadurch werden auch bestehende erfolgreiche Strukturen verunmöglicht, allenfalls mit nicht abschätzbaren Kostenfolgen.
- Viele Maturitätsnoten entstünden bereits im 2. gymnasialen Jahr!
- Die Fächer- und Prüfungsanzahl in der Grundstufe würde enorm gross.
- Auf die kognitive Entwicklung der Lernenden würde nicht Rücksicht genommen: z.B. Abstraktionsvermögen (Teilchenebene in Chemie, molekulare Genetik), persönliche Reife (Philosophie und Ethik) etc.

Maturitätsprüfung/Bestehensnormen

Die Maturitätsprüfung wird ausgeweitet (mehr Prüfungsfächer). Dies ist nicht nur eine höhere Belastung der Lernenden, sondern es führt auch zu einem deutlich höheren Organisationsaufwand für die Schulen.

Das Fach **Sport** soll unserer Meinung nach weiterhin als Zusatzfach **nicht** in den Kanon der **Grundlagenfächer** (mit Maturanote) aufgenommen werden.

Die Fächerauswahl ist in Vorschlag 2 und 3 stark **sprachenlastig**, z.B. sind im Vorschlag 2 von den 6 Prüfungsfächern 3 bis 5 aus dem Lernbereich Sprachen (je nach SF-Wahl). Sprachbegabte Lernende sind dadurch in der Maturitätsprüfung gegenüber anderen Begabungen sehr stark bevorteilt.

In der Formulierung der Bestehensnormen ist bei Vorschlag 2 unklar, ob mit Prüfungsfachnoten die Noten der Maturaprüfung oder die Schlussnoten (inkl. Erfahrungsnoten) gemeint sind.

Positionspapier VSN zu WEG-M (Fortsetzung)

14 Es ist schwierig, die Auswirkung neuer Bestehensnormen vorauszusagen. Es muss aber berücksichtigt werden, dass bei einer Erhöhung der Anzahl Grundlagenfächer die Bedeutung jeder einzelnen Fachnote sinkt. Insbesondere sind die zentralen Fächer Erstsprache, Mathematik und Schwerpunktfach nicht mehr von hohem Gewicht und nicht entsprechend ihrer Bedeutung und ihrem Bildungsanteil gewichtet.

Maturaarbeit

Der **Prozess** ist ein **wesentlicher Aspekt einer wissenschaftspropädeutischen Arbeit**. Es ist daher nicht nachvollziehbar, weshalb die Beurteilung des Prozesses aus der summativen Bewertung der Maturaarbeit entfernt wird. Die zahlende Münze an unseren Schulen sind die Noten. Eine gut durchgeführte Arbeit sollte auch entsprechend honoriert werden, auch wenn die Endprodukte (schriftliche Arbeit und mündliche Präsentation) nicht von besonderer Qualität sind.

Umsetzung

Nach Art. 25 wird den Kantonen und Schulen **nur 5 Jahre für die Umsetzung** der neuen MAR gegeben. Dies bedeutet, dass sie innerhalb eines Jahres (August 2023 bis Juli 2024) einen neuen kohärenten Bildungsgang für die vier gymnasialen Jahre entwickeln und validieren müssen, neben dem laufenden Unterricht. Dies ist einer hohen Qualität und einer starken Identifizierung mit dem neuen Bildungsgang nicht förderlich.

Angesichts der heute gut funktionierenden gymnasialen Ausbildung der Schweiz besteht kein Zeitdruck für diese Reform.

Einhaltung und Zuständigkeit

In einem neuen MAR-Artikel (S. 15) wird ein internes und externes Berichtswesen verlangt. Dies führt zu einem noch höheren Administrationsaufwand an den Schulen. Finanzielle Mittel werden vom Unterricht an die entsprechenden evaluierenden Institute verschoben. Der Ertrag solcher Berichte ist oft den finanziellen und personellen Aufwand nicht wert. Vertrauen in die Kantone und deren Ausbil-

dungsstätten sieht anders aus. Änderungen an Maturitätslehrgängen (Studentafeln, Lehrpläne) müssen in Zukunft alle der SMK vorgelegt werden (Art. 22). Dies macht die Entwicklung der Schulen sehr schwerfällig und behindert die Anpassung an neue Rahmenbedingungen.

Projektorganisation und -umsetzung

Die Projektgruppe MAR/MAV erhielt ein **Mandat** mit vier Aufgaben. Nach dem vorliegenden Bericht hat sie sich aber hauptsächlich mit der letzten Aufgabe («Eventuelle Ausarbeitung von bedeutenderen Änderungsvorschlägen zuhanden der Projektsteuerung und der Koordinationsgruppe») auseinandergesetzt. Insbesondere ist eine **Berücksichtigung des Projektes Rahmenlehrplan** – wie in Aufgabe 3 gefordert – aus dem Bericht nicht ersichtlich.

Es wurden **gleichzeitig vier Arbeitsgruppen** eingesetzt, darunter einerseits die Projektgruppe MAR/MAV, andererseits die Projektgruppe zum Rahmenlehrplan, die **basierend auf dem Status Quo** die RLP überarbeitet. Erhält das Gymnasium eine neue Struktur, dann müssen die RLP-Vorschläge intensiv überarbeitet werden. Ein solches Vorgehen verschwendet unnötig die Ressourcen der Mitglieder der betroffenen Projektgruppe.

Die **äusserst kurze Vernehmlassungsphase** lässt eine vertiefte Auseinandersetzung mit dem vorgeschlagenen Strukturwandel kaum zu. Vernehmlassungsteilnehmer wie der VSG müssen ihre Bewertungen von den Kantonal- und den Fachverbänden einholen und diese wiederum von den einzelnen Schulen und kantonalen Fachschaften. Dies ist in einer derart kurzen Zeitspanne neben dem Tagesgeschäft «Unterricht» und den anstehenden Maturaprüfungen kaum möglich. Dieser Zeitdruck ist unnötig und einer guten Qualität der Diskussion abträglich.

Klemens Koch, Präsident VSN, Biel, 27. 5. 2021

Verfasst von Andreas Bartlome, Deutschschweizer Chemiekommission DCK, und verabschiedet an der Konferenz der Biologie- und Chemiekommissionen des VSN vom 20.5. 2021.

Exposé de position sur l'«Évolution de la maturité gymnasiale» EVMG

Résumé étendu de la discussion dans la DCK du 17 avril 21. Additions basées sur la discussion dans la DBK du 8 mai 21.

Généralités

Le rapport EVAMAR de Franz Eberle donne un bilan global positif du Gymnase. Des déficits ont été constatés dans les compétences de base de la première langue et des mathématiques. Ces lacunes ont été comblées dans les cantons. Il n'est donc pas judicieux de remanier complètement un système efficace sans raison valable. Une nouvelle version de la RRM devrait donc **être basée sur le statu quo qui fonctionne bien** et ne pas contenir trop de changements structurels. Les nouvelles structures devraient d'abord être testées dans des **essais scolaires** avant d'être codifiées pour l'ensemble du paysage éducatif des gymnases. En outre, les changements structurels devraient également être basés sur les possibilités financières et organisationnelles de tous les cantons et écoles. Bien que les grandes options soient très intéressantes sur le papier, elles ne sont souvent pas réalisables dans la pratique. Il devrait être possible de mettre en place une nouvelle structure de manière raisonnable, même si **les finances sont serrées**. Les petits cantons et les petites écoles en particulier se heurtent rapidement à des limites financières.

Disciplines

L'éventail des disciplines enseignées au Gymnase - conformément à l'objectif d'une large formation générale - est déjà très large aujourd'hui. Cela conduit également à une forte rotation des disciplines dans l'emploi du temps des étudiants. Pour cette raison, **l'éventail des disciplines ne devrait pas être étendu** davantage. L'éducation ne doit pas seulement être générale, mais il doit également être possible **d'approfondir certains sujets**. Cependant, toutes les variantes proposées conduisent à une augmentation du nombre de disciplines fondamentales, et les propositions 2 et 3 conduisent également à davantage de disciplines optionnelles. Si le nombre de disciplines est augmenté, la **durée de l'enseignement devrait également être prolongée d'un an** (5 ans de gymnase), comme cela a été fait dans de nombreux länder allemands (après avoir été raccourci à 12 ans, il est passé à 13 ans jusqu'à l'Abitur).

L'élargissement proposé du canon des matières réduirait considérablement le poids des mathématiques, de la

première et de la deuxième langue. Cela met en danger l'acquisition des **compétences de base** exigées par les universités.

Branches en option

L'éventail des OS est considérablement élargi. Rien que dans la proposition modérée 1, 79 OS différentes sont possibles! Cela conduit à un **paysage éducatif très diversifié** et va à l'encontre de la **comparabilité des diplômes de maturité** exigée par l'art. 8. Elle restreint également la **mobilité** des étudiants (postulat de l'art. 12). Le canon des disciplines optionnelles devrait rester plus ou moins tel qu'il est aujourd'hui. Cependant, il devrait être possible d'essayer de nouveaux thèmes dans le cadre d'expériences scolaires.

Dans la variante 2 avec 2 disciplines fondamentales, le nombre de leçons par discipline fondamentale devra être considérablement réduit. On peut se demander si cela permettra encore l'acquisition de la langue avec littérature et la culture correspondante sans OS (pour latin, italien, espagnol, russe, etc.). Mais également pour les autres sujets principaux, une étude approfondie dans le cadre habituel ne sera plus possible. Dans ce cas il faudrait également remettre en question le sens des OS combinés tels que PPP, PAM et BC.

Dans la variante 3, les étudiants ne peuvent que très faiblement donner un profil à leur formation (OS). Le profil choisi est à nouveau nivelé par les disciplines à choix DC dans les autres domaines d'apprentissage. C'est ce qui ressort clairement du commentaire de la proposition de dotation: OS 7 %, DC 1-3 4 % chacun. De manière réaliste, dans les petites écoles, pour des raisons financières, seuls quelques DC peuvent être proposés. Les étudiants peuvent alors choisir entre 2 disciplines d'un domaine d'apprentissage.

Le choix obligatoire dans les arts ne devrait pas être supprimé (musique ou arts visuels) à notre avis. Le caractère obligatoire proposé pour les deux disciplines en tant que disciplines fondamentales augmente la charge pour les apprenants. Une option obligatoire les soulage et leur permet d'aborder un sujet artistique de manière plus approfondie.

Remarques de la SSPSN sur la EVMG (Suite)

Proportions des enseignements

Les proportions minimales très différentes des domaines d'apprentissage **sont à peine justifiées** et ne sont pas compréhensibles. De notre point de vue, les parts fortement fluctuantes du domaine MINT sont particulièrement surprenantes. Une proportion de 20% ou 23% du temps de formation ne parle pas en faveur d'une **promotion MINT** postulée dans l'économie et la société. La proportion de MINT devrait au moins rester au niveau actuel. Si le domaine MINT devait être réduit, cela affecterait probablement en premier lieu les aspects pratiques (expériences en classe, laboratoires). Cela se ferait au détriment des compétences générales non cognitives (pensée intuitive, curiosité scientifique, dextérité manuelle, travail minutieux), des compétences de base spécifiques à une matière pour les compétences générales d'étude (observation précise, formulation des résultats et argumentation cohérente) et des compétences socio-communicatives (coopération dans un groupe).

Une déclaration séparée des proportions minimales pour l'informatique et les mathématiques d'une part et les sciences naturelles d'autre part devrait être envisagée.

Organisation de la formation

Selon un nouvel article, dans la proposition 2, toutes les disciplines fondamentales devraient être enseignées à un niveau de base (2 premières années). Les disciplines à choix et les 4 disciplines fondamentales seraient enseignées au niveau avancé. Cette intervention rigide dans la structure du parcours éducatif doit être rejetée :

- Les cantons et les écoles seront privés d'une grande marge de manœuvre. Elle rendra également impossibles les structures existantes qui ont fait leurs preuves, ce qui pourrait entraîner des coûts incalculables.
- De nombreuses maturités seront déjà attribuées en 2ème année d'école secondaire !
- Le nombre de matières et d'examens au niveau de base deviendrait énorme.
- Aucune considération ne serait accordée au développement cognitif des étudiants: par exemple, la capacité d'abstraction (niveau des particules en chimie, génétique

moléculaire), la maturité personnelle (philosophie et éthique), etc.

Examens de maturité/ Critères de réussite

L'examen de maturité est étendu (plus de sujets d'examen). Cela représente non seulement une charge plus lourde pour les élèves, mais aussi un effort d'organisation nettement plus important pour les écoles.

De notre point de vue, le **sport**, en tant que matière supplémentaire, devrait continuer à **ne pas être inclus** dans le canon des disciplines de base (avec une note de maturité).

Le choix des matières dans les propositions 2 et 3 est **fortement orienté vers les langues**, par exemple, dans la proposition 2, 3 à 5 des 6 disciplines de l'examen sont issues du domaine de l'apprentissage des langues (selon le choix des OS). Les apprenants ayant un talent pour les langues sont donc très fortement avantagés dans l'examen de maturité par rapport aux autres talents.

En ce qui concerne la formulation des normes de réussite, il n'est pas clair dans la proposition 2 si les notes des matières d'examen signifient les notes de l'examen de maturité ou les notes finales (y compris les notes d'expérience).

Il est difficile de prévoir l'impact des nouvelles normes de réussite. Il faut toutefois garder à l'esprit que si le nombre de matières de base augmente, l'importance de chaque note de matière individuelle diminue. En particulier, les disciplines principales que sont la première langue, les mathématiques et la matière principale n'ont plus un poids élevé et ne sont pas pondérées en fonction de leur importance et de leur contribution éducative.

Travail de maturité

Le **processus** est un **aspect essentiel d'un travail propédeutique scientifique**. Il est donc incompréhensible que l'évaluation du processus soit supprimée de l'évaluation sommative de l'épreuve de maturité. Dans nos écoles, la monnaie d'échange, ce sont les notes. Un travail bien fait doit être récompensé en conséquence, même si les produits finaux (document écrit et présentation orale) ne sont pas d'une qualité particulière.

Mise en œuvre

Selon l'article 25, les cantons et les écoles ne disposent que de 5 ans pour mettre en œuvre le nouveaux RRM. Cela signifie qu'en l'espace d'un an (août 2023 à juillet 2024), ils devront élaborer et valider un nouveau parcours cohérent pour les quatre années gymnasiales, parallèlement à l'enseignement actuel. Cela n'est pas propice à une qualité élevée et à une forte identification avec le nouveau parcours éducatif.

Compte tenu du bon fonctionnement actuel de la formation gymnasiale en Suisse, il n'y a pas de pression temporelle pour cette réforme.

Reporting et responsabilité

Un nouvel article de MAR (p. 15) exige un **reporting interne et externe**. Cela entraîne un **effort administratif encore plus important** dans les écoles. Les ressources financières sont déplacées de l'enseignement vers les instituts d'évaluation correspondants. Le rendement de ces rapports ne vaut souvent pas l'effort financier et personnel. Cela ne témoigne pas d'une confiance dans les cantons et leurs établissements d'enseignement.

Les modifications des cours de maturité (tableau horaire, plans d'études) doivent à l'avenir toutes être soumises à la CSM (art. 22). Cela rend le développement des écoles très lourd et entrave l'adaptation aux nouvelles conditions cadres.

Veuillez excuser les erreurs du traducteur (KK avec l'aide de DeepL).

Klemens Koch, Präsident VSN, Biel, 27. 5. 2021

Papier original :

Andreas Bartlome, président DCK, Herlisberg, 8 mai 2021

Silvia Reist, présidente DBK, Sursee, 8. Mai 2021

PS:

Voici deux autres critiques de l'organisation :

1. **La phase de consultation extrêmement courte** ne permet guère une discussion approfondie sur le changement structurel proposé. Les participants au processus de consultation, tels que la SSPSN, doivent obtenir leurs évaluations auprès des associations cantonales et des conseils thématiques, et celles-ci auprès des écoles individuelles et des conseils thématiques cantonaux. Cela n'est guère possible en si peu de temps, en plus des activités quotidiennes d'enseignement et des examens de maturité à venir. Cette pression temporelle est inutile et nuit à la qualité de la discussion.
2. **Deux groupes de travail** ont été constitués en même temps : d'une part le groupe de projet, qui planifie la révision du RRM et les nouvelles structures, et d'autre part le groupe PEC, qui révisé les PEC **sur la base du statu quo**. S'il y a une nouvelle structure, alors le travail du PEC peut être recommencé.

Synopse zur Synopse der MAR-Vorschläge im Papier „WEGM MAR MAV“ vom 7.4.21

	Status Quo	Vorschlag 1	Vorschlag 2	Vorschlag 3
neue Grundlagenfächer	11 GF	IN, WR, PH, RE, SP, 2. KU-Fach ⇒ 17 GF	IN, WR, PH 2. KU-Fach ⇒ 15 GF	IN, WR, PH, RE, SP, 2. KU-Fach ⇒ 17 GF
Schwerpunktfächer	1 SF LA, GR, FR, IT, EN, ES, RU, PAM, BC, WR, PPP, BG, MU ⇒ 13 mögl. SF	1 SF alle GF und Kombinationen aus einem Lernbereich ⇒ 79 mögliche SF	2 SF alle GF plus weitere Fächer (23) und Kombinationen ⇒ 276 mögliche SF	1 SF alle GF und Kombinationen aus einer Fächergruppe ⇒ 84 mögliche SF
weitere Wahlfächer	1 EF PS, CH, BI, AM, IN, GS, GG, PH, RE, WR, PP, BG, MU, SP ⇒ 14 mögl. EF	1 EF alle GF/SF und Kombinationen ⇒ 276 mögliche EF	2 Vertiefungsfächer aus GF-Katalog ⇒ 15 mögliche VF	3 Wahlfächer Fach oder Kombi. aus den 3 Nicht-SF-Fächergruppen ⇒ 84 mögliche WF WF aus den Fächergruppen ohne SF
Einschränkungen	SF+EF aus Kunst nicht mögl.	-	-	-
Anteile	Sprachen 30 – 40 % MINT 27 – 37 % GSW 10 – 20 % KU 5 – 10 % Wahl 15 – 25 %	Sprachen ≥ 27 % MINT ≥ 23 % GSW ≥ 15 % KU ≥ 5 % Wahl ≥ 15 %	Sprachen ≥ 29 % MINT ≥ 29 % GSW ≥ 12 % KU ≥ 5 % Wahl ≥ 15 %	Sprachen ≥ 25 % MINT ≥ 20 % GSW ≥ 15 % KU ≥ 5 % Wahl ≥ 20 %
Maturaprüfung	5 Prüfungsfächer DE/FR/MA/SF/ kantonal schriftlich, mündlich möglich	7 Prüfungsfächer DE/FR/MA/SF/ GSW/MINT/KU mind. 2 schriftlich mind. 2 mündlich	6 Prüfungsfächer DE/FR/MA/SF1/SF2/ EN schriftlich Sprachen mündlich andere mündlich möglich	7 Prüfungsfächer DE/FR/MA/SF/ WF1/WF2/WF3 keine Aussagen zu schriftlich/mündlich
Maturaarbeit	Bewertung Prozess schriftlich mündlich	Bewertung - schriftlich mündlich	Bewertung - schriftlich mündlich	Bewertung - schriftlich mündlich
Bestehensnormen	doppelte Kompensation der Minuspunkte max. 4 ungen. Noten	doppelte Kompensation der Minuspunkte max. 4 ungen. Noten	Durchschnitt MN 4 max. 4 ungen. Noten Durchschnitt Prüfungsf. 4 max. 2 ungen. Prüfungsf.	doppelte Kompensation der Minuspunkte max. 4 ungen. Noten
Organisation Lehrgang			2 Jahre Grundstufe: alle 15 GF (!) 2 Jahre Vertiefung: 3 Spr., MA, 2 SF, 2 VF	

Andreas Bartlome, Präsident Deutschschweizer Chemiekommision DCK/Verein Schweizerischer Naturwissenschaftlerpersonen VSN 9.5.2021

Synopsis des propositions dans les documents "Évolution de la maturité gymnasiale" (EVMG)

	proposition 1	proposition 2	proposition 3
Nouvelles disciplines fondamentales	11 DF IN, ED, PH, RE, SP, 2. disc. art ⇒ 17 DF	IN, ED, PH 2. disc. art ⇒ 15 DF	IN, ED, PH, RE, SP, 2. disc. art ⇒ 17 DF
Options spécifiques	1 OS Toutes les DF combinaison des domaines d'apprentissage ⇒ 79 OS possibles	2 OS Toutes les DF plus disc. suppl. (23) et combinaisons ⇒ 276 OS possibles	1 OS Toutes les DF et combinaison d'un groupe de disciplines ⇒ 84 OS possibles
Cours optionnels supplémentaires	1 OC Toutes les DF/OS et combinaisons ⇒ 276 OC possibles	2 disc. d'approfondissement du catalogue DF ⇒ 15 DA possibles	3 disc. à choix Disc. ou combinaison des groupes disc. non OS 3 ⇒ 84 DC possibles
Restrictions	-	-	DC des disc. non OS
Proportion des enseignements	Langues ≥ 27 % MINT ≥ 23 % Sc. hum. ≥ 15 % arts ≥ 5 % Choix ≥ 15 %	Langues ≥ 29 % MINT ≥ 29 % Sc. hum. ≥ 12 % arts ≥ 5 % Choix ≥ 15 %	Langues ≥ 25 % MINT ≥ 20 % Sc. hum. ≥ 15 % arts ≥ 5 % Choix ≥ 20 %
Examen de maturité	5 disciplines FR/AL/MA/OS/ cantonal par écrit, oral possible	6 disciplines FR/AL/MA/OS1/OS2 AN par écrit langues oral autres : oral poss.	7 disciplines FR/AL/MA/OS/ DC1/DC2/DC3 Pas d'indications écrit/oral
Travail de maturité	évaluation mise en œuvre du projet travail écrit présentation orale	évaluation travail écrit présentation orale	évaluation travail écrit présentation orale
Critères de réussite	Double compensation des points en-dessous de 4. 4 notes insuff. max.	Moyenne notes 4 4 notes insuff. max. moy. examen 4 / 2 notes disc. ex. insuff. max.	Double compensation des points en-dessous de 4. 4 notes insuff. max.
Organisation de la formation		2 ans: base, toutes les DF (!) 2 ans approfond.: 3. lang, MA, 2 OS, 2 DA	

Établi par Andreas Bartlome, Kantonsschule Beromünster

Société Suisse des Professeurs de Sciences Naturelles (SSPSN) www.spspn.ch

**Verein Schweizerischer Naturwissenschaftslehrerinnen und –lehrer (VSN)
Société Suisse des Professeurs de Sciences Naturelles (SSPSN)
Associazione Svizzera degli Insegnanti di Scienze Naturali (ASISN)**

An die Bildungsdirektorinnen und -direktoren aller Schweizer Kantone und des Fürstentums Liechtenstein

An die Rektorinnen und Rektoren aller Universitäten und Technischen Hochschulen der Schweiz

Sutz, 15. Juni 2021

Vorschläge zur Weiterentwicklung der gymnasialen Maturität gefährden die Qualität und den Hochschulzugang

Die gymnasiale Maturität benötigt nach 25 Jahren eine Revision, die von der EDK 2020 in Auftrag gegeben wurde. Aus dem Projekt zur «Weiterentwicklung der gymnasialen Maturität» (WEGM) liegen jetzt erste Vorschläge der Projektgruppe zur internen Konsultation vor (→ <https://matu2023.ch/de/>).

Der Verein Schweizerischer Naturwissenschaftslehrerinnen und –lehrer VSN begrüsst, dass darin wichtige zeitgemässe Veränderungen aufgenommen werden: Digitalität, Bildung für nachhaltige Entwicklung, politische Bildung, Interdisziplinarität und Wissenschaftspropädeutik. Trotzdem sind wir besorgt um die Qualität der zukünftigen gymnasialen Bildung, weil die Veränderungen in einem strukturellen Rahmen vorgeschlagen werden, der wichtige Inhalte gefährdet:

➤ **Mehr Fächer bei gleichbleibender Ausbildungszeit**

Der Fächerkanon am Gymnasium ist – entsprechend der Zielsetzung einer breiten Allgemeinbildung – bereits heute sehr gross. Durch die vorgeschlagene Ausweitung des Fächerkanons würde die Ausbildung in allen Fächern insbesondere aber in der Erstsprache (Deutsch) und Mathematik erheblich reduziert. Die von den Hochschulen geforderte Erreichung der **basalen Studierkompetenzen** ist dadurch gefährdet. Es ist zu befürchten, dass den Studierenden wesentliche Grundlagen fehlen werden und dadurch der **allgemeine Hochschulzugang mittelfristig nicht mehr gewährleistet** werden kann. Zudem sind die zentralen Fächer Erstsprache, Mathematik, Englisch und Schwerpunktfach zur Erlangung der Matura nicht mehr entsprechend ihrer Bedeutung und ihrem Bildungsanteil gewichtet. Defizite in diesen Fächern können durch Leistungen in vielen anderen Disziplinen kompensiert werden.

➤ **Zu viele Wahlmöglichkeiten führen zu weniger Vergleichbarkeit**

Die mögliche Auswahl von Schwerpunkt-, Ergänzungs- und Wahlfächern soll erheblich ausgeweitet werden. So sollen je nach Variante die Lernenden aus bis zu 276 verschiedenen Schwerpunkt- und Ergänzungsfächern auswählen können! Weil kein Kanton und keine Schule dieses Spektrum anbieten können, wird das Wahlangebot überall anders sein. Dies führt zu einer hoch **dispersen Bildungslandschaft** und läuft der bei Art. 8 verlangten **Vergleichbarkeit** der Maturitätsabschlüsse zuwider. Es ist nicht klar, wie die Bildungsinstitutionen der Tertiärstufe mit einer derartigen Vielfalt an Ausbildungsschwerpunkten umgehen werden.

➤ **Abbau der MINT-Förderung**

Mit Ausnahme der Informatik, die jetzt schon als obligatorisches Fach unterrichtet wird, sind alle neu vorgeschlagenen Grundlagenfächer ausserhalb der Lernbereiche MINT und Sprachen. Dadurch würde der prozentuale **MINT-Anteil abnehmen**. Wenn man die Entwicklung der Gesellschaft in den vergangenen 25 Jahren seit der letzten Revision und den Mangel an Fachkräften berücksichtigen möchte, müssten jedoch vor allem **Fächer in technischen Bereichen** (z.B. Nanotechnologie, Bionik, Anwendungen der Physik) Einzug in den gymnasialen Fächerkanon finden.

Dem heutigen Gymnasium wird im EVAMAR-Bericht von Prof. Dr. Franz Eberle ein insgesamt gutes Zeugnis ausgestellt. Defizite waren in den Basiskompetenzen Erstsprache und Mathematik auszumachen. Auf diese Lücken wurde in den Kantonen reagiert. Es macht daher keinen Sinn, ohne Not ein leistungsfähiges System vollständig umzustossen. Eine Neufassung der MAR sollte sich daher am gut funktionierenden Status Quo orientieren und nicht zu viele und der Vergleichbarkeit abträgliche strukturelle Änderungen enthalten.

Wir bitten Sie, die beigelegte Synopse der geplanten Änderungen sowie unsere Überlegungen und Positionen (ausgeführt auch auf www.vsn.ch) bei Ihren Erwägungen zu den vorgeschlagenen Änderungen zu berücksichtigen und hoffen mit Ihnen auf eine gute Weiterentwicklung der gymnasialen Maturität.

Besten Dank für die Kenntnisnahme unseres Anliegens!

Freundliche Grüsse

Für den Verein Schweizerischer Naturwissenschaftslehrerinnen und –lehrer (VSN)
Klemens Koch, Präsident

VSN c/o Klemens Koch, Präsident, Dorfstrasse 13, 2572 Sutz (klemens.koch@gmx.ch)

**Société Suisse des Professeurs de Sciences Naturelles (SSPSN)
Verein Schweizerischer Naturwissenschaftslehrerinnen und –lehrer (VSN)
Associazione Svizzera degli Insegnanti di Scienze Naturali (ASISN)**

Lettre aux directions de l'instruction publique de tous les cantons de la Suisse, aux rectorats des universités et aux présidences de l'EPFL et l'ETHZ.

Sutz, 15 juin 2021

Madame, Monsieur

La maturité gymnasiale a besoin d'une révision après 25 ans, que la CDIP a mandatée en 2020. Dans le cadre du projet "Évolution de la maturité gymnasiale" (EVMG), les premières propositions du groupe de projet sont désormais disponibles pour une consultation interne (→ <https://matu2023.ch/fr/>).

La Société Suisse des Professeurs de Sciences naturelles (SSPSN) est satisfaite du fait qu'elle intègre d'importants changements contemporains : la numérisation, l'éducation au développement durable, l'éducation civique, l'interdisciplinarité et la propédeutique scientifique. Néanmoins, nous sommes préoccupés par la qualité de l'enseignement futur des gymnases, car les changements proposés s'inscrivent dans un cadre structurel que nous jugeons critique :

➤ **Plus de disciplines avec le même temps de formation**

L'éventail des disciplines enseignées au Gymnase est aujourd'hui déjà très large, conformément à l'objectif d'une formation générale étendue. L'élargissement proposé de l'éventail réduirait l'enseignement dans toutes les disciplines, mais surtout dans la première langue (le français) et les mathématiques. Cela compromettrait l'acquisition des **compétences de base** requises par les universités. Il est à craindre que les étudiants manquent des compétences fondamentales et que, par conséquent, l'accès général à l'enseignement supérieur ne puisse plus être garanti à moyen terme.

En outre, les matières centrales que sont la première langue, les mathématiques, l'anglais et l'option spécifique pour l'obtention de la maturité ne sont plus pondérées en fonction de leur importance et de leur part éducative. Les déficits dans ces matières peuvent être compensés par les notes dans de nombreuses autres disciplines.

➤ **Un trop grand choix entraîne une moindre comparabilité**

Le choix théorique d'options spécifiques, complémentaires et disciplines facultatives sera beaucoup plus large. Selon la variante, les élèves pourront choisir jusqu'à 276 options spécifiques et complémentaires différentes ! Parce qu'aucun canton ou école ne sera en mesure d'offrir cette gamme, le choix des disciplines sera différent partout. Cela conduit à un **paysage éducatif très dispersé** et va à l'encontre de la **comparabilité** des diplômes de

maturité exigée par l'art. 8. La manière dont les établissements d'enseignement supérieur vont gérer une telle diversité de spécialisations éducatives n'est pas claire.

➤ **Démontage de la promotion MINT**

À l'exception de l'informatique, qui est déjà enseignée en tant que discipline obligatoire, toutes les nouvelles disciplines fondamentales proposées se situent en dehors des domaines MINT et de l'apprentissage des langues. En conséquence, le pourcentage de MINT diminuerait. Toutefois, si l'on veut tenir compte de l'évolution de la société au cours des 25 dernières années, depuis la dernière révision, et de la pénurie de spécialistes, les matières dans les domaines techniques (par exemple, la nanotechnologie, la bionique, les applications de la physique) en particulier devraient trouver leur place dans les matières des gymnases.

Le rapport EVAMAR du Prof. Dr. Franz Eberle attribue au Gymnase d'aujourd'hui un bon bulletin global. Des déficits ont été constatés dans les compétences de base de la première langue et des mathématiques. Ces lacunes ont été comblées dans les cantons. Il est donc insensé de bouleverser complètement un système efficace sans justification valable. La révision de l'ORM devrait donc se baser sur le statu quo qui fonctionne bien et ne pas contenir trop de changements structurels qui seraient défavorables à la comparabilité.

Nous vous demandons de tenir compte du synopsis ci-joint des changements prévus ainsi que de nos considérations et positions (également disponibles plus détaillées sur www.spsn.ch) dans vos réflexions sur les changements proposés et espérons avec vous une bonne évolution de la maturité gymnasiale.

Merci beaucoup d'avoir pris note de notre demande.

Avec mes meilleures salutations.

Au nom de l'Association suisse des professeurs de sciences naturelles (SSPSN)
Klemens Koch, président

SSPSN c/o Klemens Koch, président, Dorfstrasse 13, 2572 Sutz (klemens.koch@gmx.ch)
Société Suisse des Professeurs de Sciences Naturelles (SSPSN)



Neu über 500 VSN-Mitglieder: Ein Gespräch über den VSN

Text: Klemens Koch

Eva Schön, Alte Kanti Aarau AG, Gudrun Hopp Rentsch, Kantonschule Musegg LU und Laurent Batiste, Gymnasium Biel-Seeland BE, sind alle drei im Frühjahr 2021 VSN-Mitglied geworden und haben die Mitgliederzahl auf über 500 angehoben. Stellvertretend für alle Neumitglieder heisse ich sie hier herzlich willkommen und danke natürlich auch allen, die schon viele Jahre mitmachen und unser Wirken erst möglich machen. Weil verschiedene Anmeldewege möglich sind, lässt sich nicht genauer zuordnen, wer jetzt das 500. Mitglied ist. Aber das hat sie ja auch nicht zur Anmeldung bewogen: Im Gespräch geben die drei an, entweder durch den Kontakt mit einem bisherigen VSN-Mitglied, durch die Teilnahme an einer Weiterbildung, z. B. dem Zentralkurs Chemie, oder durch das c+b-Heft auf den Fachverband aufmerksam gemacht worden zu sein. Besonders geschätzt und auch erwartet von der Mitgliedschaft werden konkrete, z. B. experimentelle Beiträge, Weiterbildungen und der Austausch von Unterrichtsideen, aber auch kritische Auseinandersetzungen z. B. mit der Homöopathie.

Die Neumitglieder schätzen die gepflegte c+b-Ausgabe, daneben wären auch mehr elektronische Kommunikation z. B. über Newsletter willkommen, aber nicht zu häufig und nicht ausschliesslich. Die Webseite wird als hilfreiche Infor-

mationsplattform wahrgenommen. Neben den Aufgaben der Vernetzung, der Vertretung und eben der Weiterbildung sehen sie den VSN-Shop als sehr positiven Botschafter für den Verein, führt er doch Ideen zu Unterrichtsmaterialien zusammen und erleichtert deren Beschaffung.

Die Organisation von Weiterbildungen oder Anregungen dazu erachten Sie als sehr geschätzte Aktivität, die ihrer Ansicht nach wohl zentral sei für viele Mitglieder.

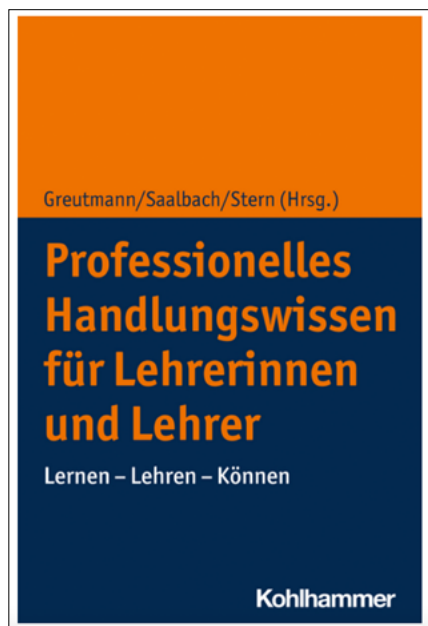
Als wichtiger Punkt wird auch die Standesvertretung erachtet. Häufig würden Fragen in Institutionen (Schulen, Regionen, Kantonen) diskutiert, für die man sich durch einen nationalen Austausch und durch Zusammenarbeit informieren und mit Argumenten stärken könne. Die Weiterentwicklung der gymnasialen Maturität (WEGM) sei aktuell ein brennend interessierendes Thema und werde es wohl über die nächsten Jahre bleiben.

Geschätzt werden auch persönliche Begegnungen, also die Vernetzung mit anderen Lehrpersonen, die jetzt dann hoffentlich auch bald wieder vermehrt möglich werden.

Wir hoffen zusammen im VSN unsere Grundaufgaben Vernetzung, Information, Weiterbildung und Vertretung für alle neuen und bisherigen Mitglieder noch stärken zu können.

Neuigkeiten aus Biologie, Chemie und Didaktik

Texte: Klemens Koch



Lernen-Lehren-Können: Die Lehrerinnen- und Lehrerausbildung an der ETH

Seit 2006 hat Elsbeth Stern die Professur für Lehr- und Lernforschung an der ETH Zürich und damit auch die Gesamtverantwortung für die Lehrerinnen- und Lehrerausbildung an der ETH inne. Nun wurden die Lehrinhalte in einem Buch zusammengestellt. Es geht von kognitionspsychologischen Grundlagen des Lernens über praktische didaktische Aspekte des Unterrichts und Beurteilens über zur Klassenführung, zu psychosozialen Anforderungen im Lehrberuf und schliesslich zu einem wissenschaftstheoretischen Hintergrund der Lehr- und Lernforschung. Das Buch ist auch erfahrenen Lehrpersonen und einem weiteren Kreis zu empfehlen.

Peter Greutmann, Henrik Saalbach, Elsbeth Stern (Hrsg.): Professionelles Handlungswissen für Lehrerinnen und Lehrer - Lernen - Lehren - Können.

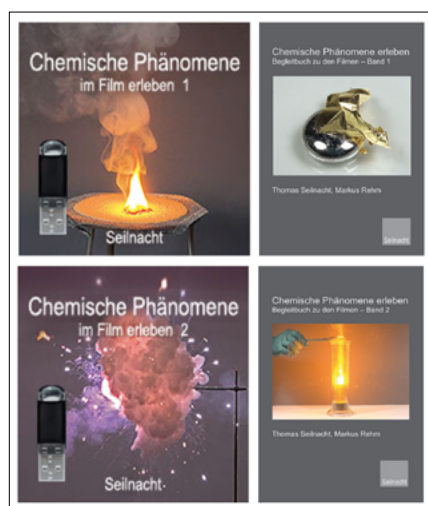
ISBN: 978-3-17-031785-7. Kohlhammer (2020)

25

Schweiz auf Platz 8 in der naturwissenschaftlichen Forschung 2019

Der Nature Index zeigt in verschiedenen Tabellen die Bedeutung naturwissenschaftlicher Forschung, gemessen an Publikationen in einschlägigen Journals. Den grössten Wachstumsschritt hat China gemacht, im Moment noch auf Platz 2 hinter den USA, mit grossem Abstand auf Deutschland auf Rang 3. Die Schweiz liegt auf dem guten Rang 8. Bezogen auf Publikationen in «Nature» und «Science» liegt die Schweiz sogar auf Rang 6.

<https://www.natureindex.com/annual-tables/2020/country/all>



Neue Sammlung von mehr als 400 Kurzfilmen zu Experimenten von Thomas Seilnacht

Nicht erst der Fernunterricht hat uns bewusst gemacht, wie wichtig es ist, von gewissen Experimenten ästhetische, handwerklich gut hergestellte und didaktisch überlegte Videos von Experimenten zur Verfügung zu haben. Die Einbindung von BYOD in den Unterricht wird weiter elektronisch verwendbare Materialien erfordern. Thomas Seilnacht ist für gut verwendbare Materialien bekannt. Von ihm ist nun eine neue Sammlung von mehr als 400 Filme und 2 Begleitbüchern erhältlich. Nach Durchsicht des Angebots werden vielleicht einige Beispiele in einem nächsten c+b besprochen. Das gesamte Werk ist beschrieben auf

<https://www.seilnacht.com/film/vergleich.html>

Neuigkeiten aus Biologie, Chemie und Didaktik

(Fortsetzung)

Detektion von TNT-Sprengstoffen im Meer durch Nachweis einer Geninduktion in Muscheln

26

In der Ost- und Nordsee liegen viele versehentlich dort gelandete oder dort abgelagerte Sprengstoffe. Miesmuscheln akkumulieren den Explosivstoff Trinitrotoluen (TNT). Für dessen Abbau wird die Genexpression einer Carbonyl-Reductase induziert. Diese Induktion hilft bei der Feststellung der Wasserbelastung durch die Sprengstoffe und daraus folgend auch für die Nahrungskette von den Meerestieren bis zu uns. Bei erhöhter TNT-Exposition kann die Induktion des Abbaus über RT-PCR gemessen und die Höhe der Belastung abgeschätzt werden.

Strehse, J.S., Brenner, M., Kisiela, M. et al. *The explosive trinitrotoluene (TNT) induces gene expression of carbonyl reductase in the blue mussel (Mytilus spp.); Arch Toxicol* 94, 4043–4054 (2020)

<https://doi.org/10.1007/s00204-020-02931-y>

Zwei Bakterienstämme «verbünden sich» gegen Amöben

Viele Mikroorganismen kommen vergesellschaftet vor, das kann scheinbar auch zu einer gemeinsamen Abwehr von Fressfeinden führen, hier von Amöben. Ein Bakterium produziert das für Amöben ungiftige Lipopeptid Syringafactin, das andere Bakterium lässt sich dadurch zur Produktion von Peptidasen und Proteasen anregen, welche Syringafactin zu hochgiftigen Abbauprodukten für Amöben hydrolysieren.

Nachrichten aus der Chemie, April 2021, p 51.

PNAS February 9, 2021 118 (6) e2013759118

<https://doi.org/10.1073/pnas.2013759118>

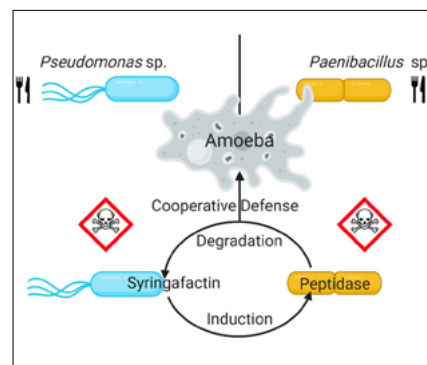


Abb.: Produktion und Hydrolyse von Syringafactin als Abwehrgift

Genveränderte Tomaten als Blutdrucksenker

Sanatech Seed, Japan, kann eine genveränderte Tomate freisetzen. Auf die Sorte «Sicilian Rouge» wurde ein Crispr/Cas9-Gen übertragen, das die Funktion der Glutamat-Decarboxylase modifiziert und so bis fünf Mal mehr vom Blutdrucksenker γ -Aminobuttersäure (GABA) akkumuliert und zur neuen Sorte «Sicilian Rouge High GABA» führt. Die Behörden haben den Vertrieb von Setzlingen, gestützt auf dem völkerrechtlich abgestützten Cartagena-Protokoll freigegeben, schon mehr als 5000 Hobbygärtnerinnen und -gärtner haben sich dafür beworben.

Nachrichten aus der Chemie, April 2021, p 29.

<https://sanatech-seed.com/en/210427-2/>

Leuchtende Algen und Übertragung der mechanischen Anregung auf Polymersome

Dinoflagellaten sind Algen, von denen einige Arten bei einwirkenden Kräften (Wellen, Ruder, Handbewegung...) zu Biolumineszenz angeregt werden. Auslöser der Biolumineszenz mit den Edukten Sauerstoff, Luciferin und Luciferase sind Scherkräfte an den Zellmembranen der Algen. Dass Scherkräfte zu Veränderungen der Membran führen, kann auch bei Polymersomen beobachtet werden. Polymersome sind künstliche Vesikel, die nicht aus Lipiden (wie bei den Liposomen) sondern aus amphiphilen Polymeren hergestellt werden. Sie werden z. B. als Vesikel zur Einhüllung von m-RNA-Impf- bzw. Wirkstoffen untersucht. Forscher/-innen der Universität Freiburg (CH) erweiterten nun die Anwendungen mit Scherkraft-empfindlichen Polymersomen. Ihre Polymersomen-Membran aus PEG mit daran gekoppelten Nucleotiden wird durch Basenpaarung stabilisiert. Scherkräfte öffnen die Basenpaarung, die Membran wird durchlässiger, sodass im Innern der Polymersomen vorhandene Enzyme die eindringenden Substrate verarbeiten können, womit die Polymersomen zu steuerbaren Nanoreaktoren werden. Umgekehrt könnten so auch Medikamente aus dem Innern gesteuert abgegeben werden, wenn die Polymersomen Scherkräften ausgesetzt werden.

Angew. Chem. Int. Ed., Volume: 60, Issue: 2, Pages: 904-909

<https://doi.org/10.1002/anie.202010099>

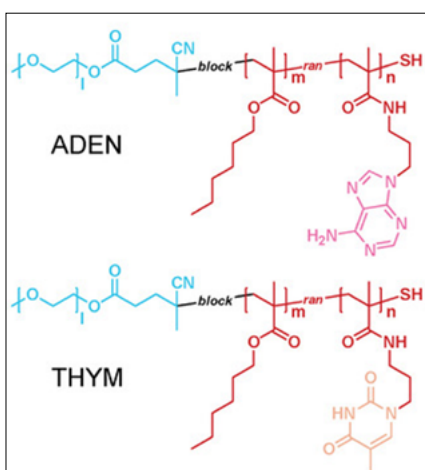
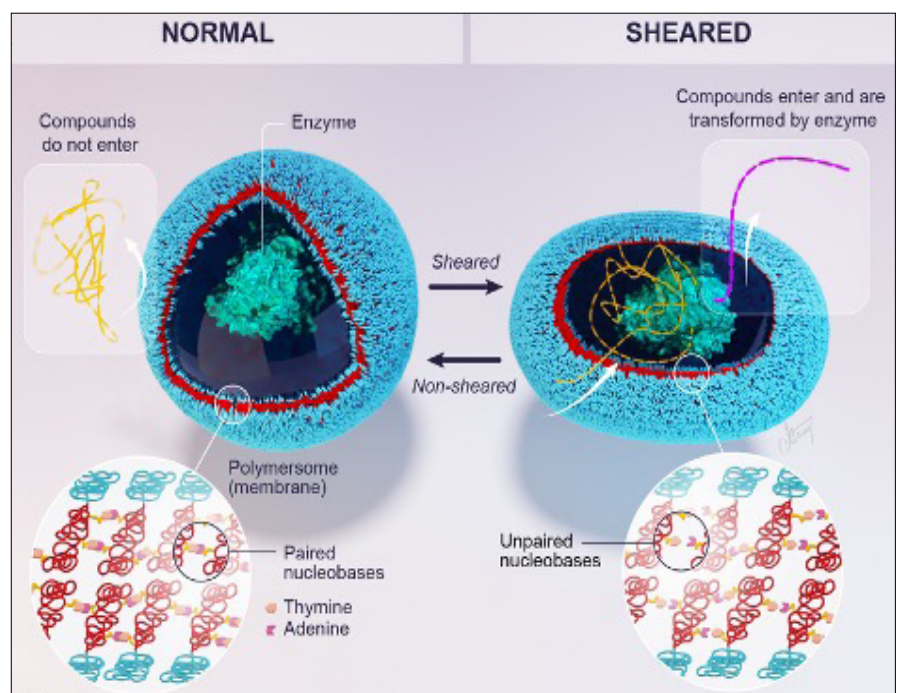


Abb. oben: Polymer gekoppelt mit Nucleotid für die Polymersomhülle

Abb. rechts: Polymersomhülle wird unter Scherkräfteinfluss für Enzym-substrate durchlässig



Neuigkeiten aus Biologie, Chemie und Didaktik
(Fortsetzung)

Ein Leiter für Silberionen bei Raumtemperatur

28

Das Doppelsalz $\text{Ag}_{17}(\text{CO}_3)_3\text{I}_{11}$ hat eine Kristallstruktur mit vielen fehlgeordneten Ag^+ - und Anionen-Positionen. Das begünstigt wie bei anderen Raumtemperatur-Silberionen-Leitern die elektrische Leitfähigkeit, die bei 0.16 S cm^{-1} liegt. $\text{Ag}_{17}(\text{CO}_3)_3\text{I}_{11}$ ist zwischen 100° und 170°C stabil, bei Raumtemperatur zersetzt es sich in AgI und das Doppelsalz $\text{Ag}_{10}(\text{CO}_3)_3\text{I}_4$, welches etwa fünf Größenordnungen schlechter leitet.

Nachrichten aus der Chemie, April 2021, p 51. Inorg. Chem. 2021, 60, 2931

<https://doi.org/10.1021/acs.inorgchem.0c02850>

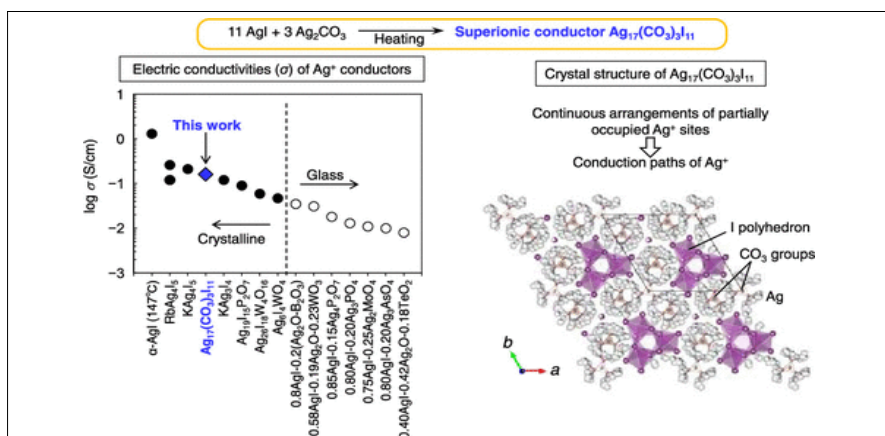


Abb.: Salzkristall als Leiter für Ag^+ -Ionen

Welche Farbe haben Autos?

Was verrät uns eine Farbwahl, z. B. bei Autos? Darauf gibt der Autofarben-Trendbericht der BASF keine Auskunft, aber eine interessante Beschreibung. Es sollen wieder mehr bunte Farbtöne kommen, von einem Graugrün über Beige bis zu einem «Grauton mit einem groben Funkeln».

Nachrichten aus der Chemie, April 2021, p 39.

[BASF Color Report 2020 for Automotive OEM Coatings](#)

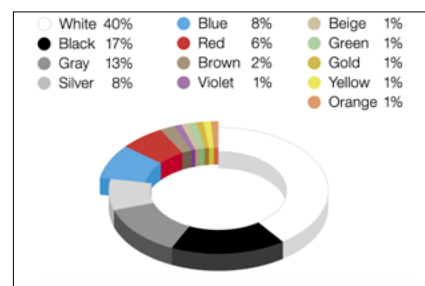


Abb.: Weltweite Farbpalette bei Autos 2020

Welche Farbe hat ein Stoff?

Farbe ist ein ästhetischer Zugang zu Stoffen und eine wichtige Eigenschaft zu deren Beschreibung. Die Bezeichnung mit Worten führt aber zu Kontroversen, welche in einer statistischen Studie an der EPFL mit Metallic-organic-framework-Farbstoffen (MOF) untersucht wurden. Die Untersuchung hat zu einem Kalibrierungsinstrument geführt, welches als App zugänglich ist. <https://colorcalibrator.materialscloud.io/>. Ziel ist es, mit machine learning die Farbbezeichnungen zu objektivieren.

Chem. Sci., 2021, 12, 3587

<https://doi.org/10.1039/D0SC05337F>

<https://colorcalibrator.materialscloud.io/>



Abb. 1: In der Cambridge Structure Database verwendete Wörter, um Farben zu charakterisieren. Die Farbwörter sind entsprechend der "mittleren Farbe" (Mittelwerte im RGB-Raum) aus der Untersuchung gefärbt (Farbverschiebung durch den Druck in CMYK). Die Grösse der Wörter ist proportional zu ihrer Häufigkeit. Die Abbildung wurde mit Hilfe der WordCloud library² erzeugt.

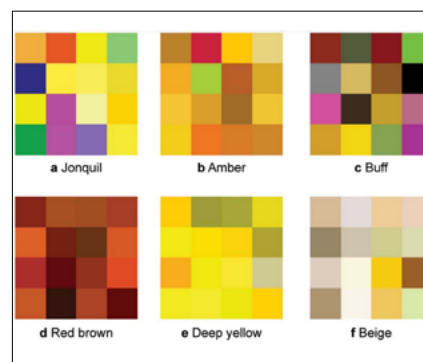


Abb. 2: Neun zufällige Beispiele der Farbabweichungen zu Farbwörtern in der Studie. Die Teilnehmenden hatten max. 80s Zeit die Farbe zu bezeichnen. Bei einige Farben wie "jonquil" (Narzissengelb, von Narcissus jonquilla) und "buff" (helles braungelb, von buff, gegerbtes Büffelleder) waren die Abweichungen (vermutlich wegen sprachlichen Barrieren) so gross, dass die Daten nicht verwendet werden konnten.



Ernährung – mehr als Nährstoffe: Ein in mehrfacher Hinsicht interdisziplinäres Projekt

Ungeahnte Chancen des sogenannten Pool-Unterrichtes am Gymnasium Münchenstein

Text: Thomas Engeloch, Silvio Steiner, Jutta Waser, Claudia Zwahlen

Ausgangslage

Mit der Einführung des neuen Gefäßes des sogenannten Poolunterrichtes im Schuljahr 2015/2016 wurden von der Schulleitung des Gymnasiums Münchenstein mit Blick auf das hier vorgestellte Projekt folgende Eckwerte vorgegeben: Die Schülerinnen und Schüler der Profile A (SPF P&AM) und B (SPF B&C) besuchen gemeinsam im drittletzten und im zweitletzten Schuljahr je 3 dreistündige Kurse à 10 Wochen, welche den einzelnen Gruppen im Rotationsprinzip angeboten wer-

den. Im drittletzten Schuljahr werden diese von Lehrkräften der Fächer Informatik, Mathematik und Physik angeboten, im zweitletzten Schuljahr von Lehrkräften der Fächer Biologie und Chemie.

Als Rahmen für alle sechs Kurse wurde das Oberthema «Forschen und Tüfteln» vereinbart. Bei der Absprache der Lehrkräfte der Fächer Biologie und Chemie, welche bereit waren, dem neuen Gefäß einen Inhalt zu verleihen, stand plötzlich folgende Idee im Raum: Ernährung ist ein Thema, wel-

ches sowohl aus biologischer wie auch aus chemischer Sicht viele interessante Ansatzpunkte bietet. Damit war die Basis für ein interdisziplinäres Projekt gelegt.

Sehr bald zeigte sich, dass die drei vorgesehenen Lehrkräfte das Interesse zeigten, das Projekt gemeinsam anzugehen. So wurde beschlossen, für alle Schülerinnen und Schüler ein Programm zu entwickeln, das alle 30 Wochen umfasst, wobei jede Lehrkraft einen Teil der Hauptverantwortung übernimmt. Damit war der Anfang für

Personen der Profile A und B umfassen, wobei jedoch jedes Profil mit mindestens zwei Personen vertreten sein soll. Also auch von diesem Gesichtspunkt aus bewusst ein Kurs mit interdisziplinärem Charakter.

Das Resultat ist der seit dem Schuljahr 2016/2017 von praktisch der gleichen Leitung erteilte Kurs «Ernährung – mehr als Nährstoffe». Die Änderung in der Kursleitung ist die Folge der Pensionierung der einen Lehrkraft, deren Nachfolge das ursprüngliche Konzept mit gleicher Freude mitträgt.

Konzept des Kurses

Das Konzept basiert auf folgenden Pfeilern:

- Der Kurs soll eine gezielte Vorbereitung für die Maturarbeit im letzten Schuljahr und auch für das spätere Studium sein. Neben dem schriftlichen Bericht sind dies ein wissenschaftliches Poster und die mündliche Präsentation, allerdings ohne Befragung. Die Erfahrungen des jeweils laufenden Kurses führen dazu, dass alljährlich ein neu überarbeitetes und verfeinertes Dokument für die Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer geschaffen wird. Dieses ist inzwischen auf rund siebzig Seiten angewachsen.
- Den Schülerinnen und Schülern soll vermittelt werden, dass das Thema Lebensmittel sowohl biologische wie auch chemische Aspekte aufweist, also entsprechend auch interdisziplinär bearbeitet werden kann. Das von der aus Schülerinnen und Schülern bestehenden Themen-

gruppe vorgeschlagene und zu bearbeitende Projekt muss daher auch für die Mitglieder zu einem Miteinander und nicht zu einem Nebeneinander der beiden Disziplinen führen.

- Zur Förderung der Teamarbeit sollen die auch selbst gestellten Aufträge in der Kleingruppe von in der Regel fünf bis sechs Personen selbstständig gelöst werden. Die zu erledigenden Arbeiten sind gleichmässig auf die Gruppenmitglieder zu verteilen, zu protokollieren und zu einem Ganzen zusammenzuführen.

Das Arbeitsdokument, welches den Schülerinnen und Schülern für den Pool-Unterricht abgegeben wird, enthält neben einem detaillierten Zeitplan Angaben zur Organisationsform und der Auflistung vieler Details mit Blick auf die Maturarbeit. Zudem findet sich darin unter anderem auch ein Beispiel eines Versuchsdesigns oder ein Bewertungsbogen zur Beurteilung von fünf verschiedenen Schokoladen.

Erwartet wird von den Schülerinnen und Schülern als Resultat des Projektes ein schriftlicher Bericht und ein Poster mit der Präsentation der Ergebnisse im Format A0, sowie eine Power-Point-Präsentation vor Mitschülern und Mitschülerinnen, alles als Übungsbeispiele für die bevorstehende Maturarbeit gedacht.

Mit einem gemeinsamen Besuch der Universitätsbibliothek Basel sollen die Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer zudem motiviert werden, die Informationen für die Maturarbeit nicht nur dem Internet zu entnehmen.

eine Zusammenarbeit über die Fachschafts-Grenzen hinaus geboren, also die bewusst gepflegte interdisziplinäre Zusammenarbeit der Kursleitung.

Das Konzept, welches ein besonderes Gewicht auf die selbständige Arbeit der Schülerinnen und Schüler legt, ist nur realisierbar, wenn die Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer in Themengruppen an einem Projekt arbeiten. Um bewusst die Zusammenarbeit über die Profilgrenzen hinaus zu fördern, soll jede Gruppe

Ernährung - ein interdisziplinäres Projekt (Fortsetzung)

32

Daher besteht auch ein Teil der im Zusammenhang mit dem Projekt zu lösenden Aufgaben darin, dass jede Schülerin und jeder Schüler ein Literaturstudium im Rahmen der Gruppenarbeit vornimmt und dieses auch dokumentiert.

Konkrete Umsetzung des Themas

In einer ersten Phase müssen sich die Schülerinnen und Schüler zu profilmischtem Themengruppen zusammenfinden und sich auf drei realisierbare Projekte mit Zielen zu deren Erreichung einigen, was sie anhand erster Recherchen erfüllen müssen. Damit sollen die einzelnen Gruppen dann bei der Kursleitung für ihre Ideen werben. Eines der drei Themen wird dann von dieser zur Bearbeitung während des Restes des Kurses zugeteilt, wobei Überschneidungen einzelner Projekte oder voraussichtlich unergiebige Vorschläge vermieden werden sollen. Am Ende dieser ersten Phase werden von den einzelnen Themengruppen auch die Grundlagen für die praktischen Arbeiten, beispielsweise mögliche chemische Analysemethoden im Schullabor (= Forschen) oder Ansätze für eigene Rezepte in der Schulküche (= Tüfteln) erarbeitet. Die Erkenntnisse und die einzelnen notwendigen Schritte bei der Umsetzung des zugeteilten Projektes werden in Form einer Projektskizze den anderen Themengruppen präsentiert und mit diesen und der Kursleitung kritisch besprochen. Dies dient als Übungsbeispiel für die erste Phase bei der Erstellung der eigenen Maturarbeit.



Abb. 1: Firmenbesuch in der Küche von 'Soup & Chill': Einsatz der Biologiegruppe (Schuljahr 2019/2020)

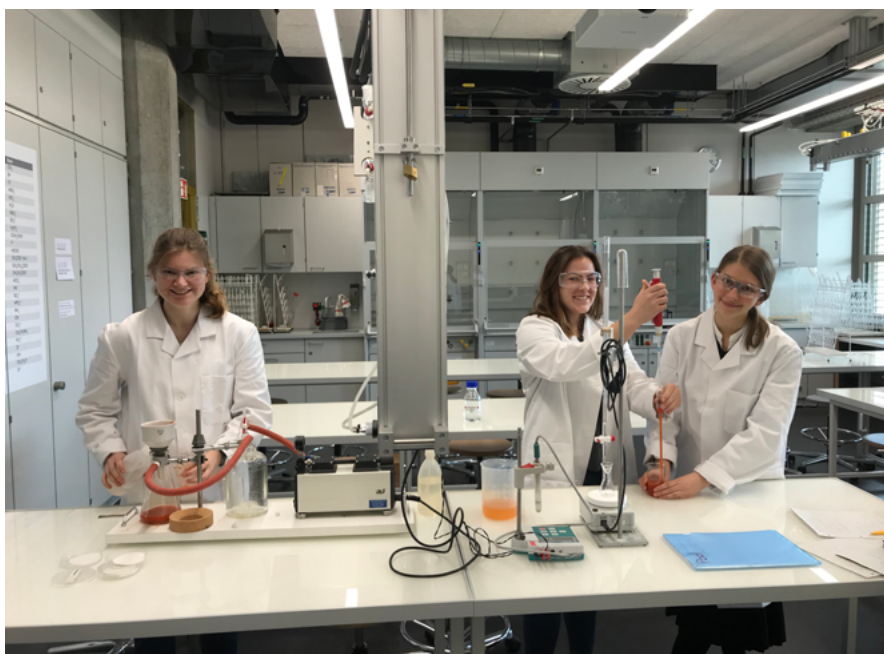


Abb. 2: Arbeit im Mehrzweckraum: Eine Chemie-Gruppe misst den Säuregehalt bei der Herstellung von Kimchi (Schuljahr 2019/2020)

Die eine Hälfte der Themengruppe befasst sich mit chemischen Aspekten zum Projekt (Chemiegruppe), die andere mit biologischen (Biologiegruppe). Während fünf Nachmittagen arbeiten dabei die Schülerinnen und Schüler in diesen Gruppen von zwei bis drei Personen im Chemielabor oder in der Schulküche. Die andere Hälfte der Themengruppe arbeitet an diesen Nachmittagen am Theorieteil des Projektes.

Zum Theorieteil gehört auch ein Besuch in einem Betrieb, welcher dem Thema angepasst ist. So hatte sich beispielsweise eine Themengruppe das Ziel gesetzt, im Sinne eines sparsamen Umgangs mit den Lebensmitteln eine schmackhafte und gesunde Suppe auf der Basis von Rüstabfällen herzustellen. Die Biologiegruppe organisierte daher einen Besuch in der Institution «Soup & Chill», welche eine Wärmestube für Obdachlose und Randständige ist und sich dem Zero-Waste-Prinzip verschrieben hat. Ein Teil dieses Besuchs bestand in der Hilfe in der Grossküche und bei der Abgabe der Mahlzeiten.

Die Chemiegruppe dieser Themengruppe hatte sich unter anderem mit der Frage auseinandergesetzt, wie man im Labor den Gehalt an Vitamin C in den verschiedenen für die Verarbeitung vorgesehenen Gemüsen bestimmen kann. Eine der zu lösenden Fragen war dabei, ob man zur Bestimmung wie im praktischen Teil der Biologiegruppe nur die Rüstabfälle testen müsse oder ob das ganze Gemüse untersucht werden könne.

Die Vorschläge der Schülerinnen und Schüler für ihre Projekte sind vielfältig. Realisiert worden sind beispielsweise schon laktosefreie Desserts, Glaces ohne Zucker oder Algen als Nahrungsmittelzusatz. Aber auch die Zuberei-

tung von Speisen mit Insekten als für uns neue Proteinquelle sind schon gewählt worden.

Zu einem interkulturellen Projekt ist gar die Herstellung von Kimchi geworden, einer asiatischen Form von

33



Abb. 3: Hochbetrieb in der Schulküche bei der Herstellung von Insekten-Burgern (Schuljahr 2020/2021)

Ernährung - ein interdisziplinäres Projekt (Fortsetzung)

Sauerkraut. Ein Mitglied dieser Themengruppe hat seine Wurzeln im Kulturraum, in welchem diese Speise regelmässig zubereitet wird.

34 Dass die Schülerinnen und Schüler teilweise sehr initiativ sind, belegen die Firmenbesuche. Neben dem genannten Beispiel kann es auch eine Konservenfabrik in der Ostschweiz oder eine prämierte Sterneköchin sein, welche als Beraterin für das laktosefreie Dessert beigezogen wird!

Sowohl die Chemiegruppen wie auch die Biologiegruppen sehen sich immer wieder mit unerwarteten Problemen konfrontiert, die im normalen Schulalltag kaum auftreten.

So hatte beispielsweise die Chemiegruppe der Kimchi-Gruppe erkannt, dass bei der Gärung die Erniedrigung des pH-Wertes nicht alleine mit dem zunehmenden Gehalt an Milchsäure übereinstimmte. Oder aber eine Gruppe, welche den Nährwert von getrockneten Lebensmitteln mittels einfachem Schul-Kalorimeter prüfen wollte, scheiterte schon an den nicht reproduzierbaren Vorversuchen mit Zucker.

Bei der Biologiegruppe stellte sich dagegen beispielsweise die Frage, wie man Glace herstellt, wenn in der Schulküche keine Glace-Maschine vorhanden ist und private Geräte nicht mitgebracht werden dürfen.

Aber auch sonst muss die betreuende Lehrperson in dieser Phase immer wieder praktische Ratschläge erteilen, weil den Schülerinnen und Schülern die entsprechende Erfahrung im Küchenalltag fehlt.

Bei Vollbelegung mit annähernd 70 Schülerinnen und Schülern können es bis zu zwölf verschiedene Themengruppen und damit zwölf unterschiedliche Arbeitsgebiete sein, welche parallel behandelt werden. Geht man davon aus, dass im Praktikum die Kleingruppen der einen Hälfte im Chemielabor und die andere Hälfte in der Schulküche arbeitet, so bedeutet dies für die beiden Praktikumsphasen folgendes: Im Chemielabor, welches als Mehrzweckraum und auch als Unterrichtszimmer im Klassenverband dient, und in der Schulküche werden von einer Lehrkraft bis zu sechs Gruppen à maximal drei Personen mit den unterschiedlichsten Aufgaben betreut.

Die dritte Lehrkraft ist in dieser Zeit für die andere Hälfte des Kurses bei der Bearbeitung ihres Theorieteils zuständig, also für bis zu fünfunddreissig Personen in zwei Schulzimmern.

In der zweiten Phase mit Praktikum werden Theorie und Praxis getauscht. Die Gruppe, welche in der ersten Phase ihren Theorieteil bearbeitet hat, arbeitet nun praktisch in der Schulküche (Biologiegruppe) oder im Chemielabor (Chemiegruppe). Die andere Hälfte der Themengruppe bearbeitet dafür in dieser Zeit ihren Theorieteil.

Bei den restlichen Arbeitsphasen betreut jede Lehrkraft in ihrem Schulzimmer die ihr zugeteilten bis zu vier Themengruppen.

Der Kurs weist zwei Höhepunkte auf. Der eine nennt sich Bazar. An diesem Nachmittag, welcher nach den zwei praktischen Sequenzen festge-

legt ist, gilt es, den Teil Tüfteln, d.h. die Resultate der Arbeit in der Küche dem ganzen Kurs zu präsentieren. Dies sind einerseits die besten Ergebnisse, wenn möglich deren drei, welche von einem zugeteilten Teil der Mitschülerinnen und Mitschülern verglichen, gekostet und bewertet werden müssen. Häufig werden als Referenz auch handelsübliche Produkte, etwa neben der eigenen Glace eine Glace eines Grossverteilers serviert.

Mit Hilfe eines zu erstellenden Auswertungsbogens, welcher durch Mitschülerinnen und Mitschüler auszufüllen ist, soll anschliessend mit statistischen Methoden belegt werden, dass die Eigenkreationen besser schmecken als die Handelsprodukte.

Viele Gruppen bemühen sich zudem um originelle Präsentationen oder sitzen vor der Präsentation noch zu Hause in der Küche. Der Fragebogen mit den Beurteilungskriterien wird teilweise schon vorgängig im privaten Kreis neben den zu präsentierenden Mustern getestet und optimiert. Die besten Präsentationen werden unter Umständen von der Kursleitung mit einem symbolischen Preis prämiert.

Bei der Zuteilung der Testerinnen und Tester durch die Kursleitung zu den einzelnen Produkten muss natürlich auch auf die individuellen Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler Rücksicht genommen werden; dies können Allergien oder Intoleranzen sein oder auch Lebensgewohnheiten wie eine vegane Ernährungsweise oder auch ein Ekel vor gebratenen Insekten.

Abb. 4: Bazar: Präsentation der veganen Alternativen zu Fleischprodukten unter Corona-Bedingungen (Schuljahr 2020/2021)



Abb. 5: Bazar: Originelle Präsentation von optimierter Gefängniskost (Nutra-loaf, Schuljahr 2020/2021)



Ernährung - ein interdisziplinäres Projekt
(Fortsetzung)


- ALGEN - NAHRUNGSMITTEL DER ZUKUNFT

1 - Einleitung

Spirulina und Chlorella sind einzellige Mikroalgen. «Mikroalgen sind eine der vielversprechendsten Quellen für neue Lebensmittel und Functional Food-Produkte und können aufgrund ihrer ausgewogenen chemischen Zusammensetzung zur Steigerung des Nährwerts von Lebensmitteln verwendet werden» (Batista. 2003). Sie können ebenfalls eingesetzt werden, um Produkte einzufärben und umzugestalten. Um den Einfluss von Spirulina/Chlorella auf das Aussehen des Brotes zu testen, wurde dieses mit unterschiedlichen Mengen Spirulina/Chlorella versetzt. Dabei lag der Schwerpunkt auf den visuellen Änderungen, dem Geschmack, dem Geruch sowie auf dem Eisen- und Vitamin C-Gehalt.

2 - Material

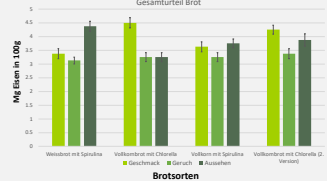
In all unseren Experimenten haben wir das Spirulina- und Chlorellapulver der Firma nu3 verwendet.



4 - Ergebnisse

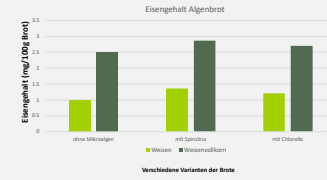
Beurteilungen der verschiedenen Brote

- Das zweite Vollkornbrot mit Chlorella wurde über alle Kategorien mit einem Durchschnittswert von 3,8/5 am besten bewertet.
- Brot mit Chlorella schnitt geschmacklich besser ab.
- Weiss Brot mit Spirulina wurde vom Aussehen her am besten bewertet.



Eisengehalt im Algenbrot

- Der Eisengehalt unserer Brote konnte maximal um 0.36 mg, also um 36% gesteigert werden. Dieses Ergebnis stammt von dem Weissbrot mit Spirulina.



3 - Vorgehen

Biologischer Teil

- Spirulina- und Chlorellapulver wurde in verschiedene Brotsorten (Weiss- und Vollkornbrot) integriert.
- Die Kombinationen der Brotsorten und Pulver wurden variiert und es wurden unterschiedliche Mengen an Pulver ausprobiert.
- Die Brote wurden von zehn Testpersonen probiert und in den Bereichen Geschmack, Geruch und Aussehen auf einer Skala von 1-5 bewertet (mit 5 als besten Wert).

Chemischer Teil

- Die Spirulina- und Chlorellapulver wurden im Labor auf den Eisengehalt untersucht.
- Die Eisenmessungen wurden mit der Fe-2 Messmethode des Wasserkoffers durchgeführt.

5 - Diskussion

Abb. 6: Poster aus der Präsentation zum Abschluss am letzten Kursnachmittag

Der zweite Höhepunkt ist der letzte Kursnachmittag, an welchem die Resultate der Arbeiten der Themengruppen wie bei der Maturarbeit in Form eines Posters und mit einer Kurzpräsentation von etwa fünf Minuten vorgestellt werden. Zu dieser Veranstaltung werden auch die Schülerinnen und Schüler der Profile A und B des folgenden Jahrgangs eingeladen. Die jüngeren Mitschülerinnen und Mitschüler sollen mit dieser Veranstaltung ein erstes Mal für ihren eigenen Kurs im folgenden Schuljahr motiviert werden und mögliche Ideen für die eigene Arbeit kennenlernen.

Ein weiterer Aspekt des Projektes sind die Fragen, welche nicht direkt biologische oder chemische Gesichtspunkte betreffen. Es können der Vergleich und die Ursachen der verschiedenen Kosten zwischen den eigenen und den gekauften Produkten sein. Je nach Thema sind es aber auch ökologische oder energetische Aspekte. Möglicherweise kommen sogar die Kinderarbeit oder auch andere Bereiche ins Spiel.

Erfahrungen mit dem Kurs und zusätzliche Herausforderungen wegen der Corona-Pandemie

Eine erste Herausforderung für die Schülerinnen und Schüler besteht jeweils darin, sich zu etwa gleich grossen, profilmischten Themengruppen zu finden. Pro Jahrgang müssen regelmässig etwa zwei Gruppen durch die Kursleitung aus den Personen gebildet werden, welche sich nicht selber in ein Team einbringen können.

Diese Gruppen sind unter Umständen ziemlich heterogen zusammengesetzt, was einen intensiveren Betreuungsaufwand bedingt.

Eine weitere Herausforderung sowohl für die Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer wie auch für die Kursleitung ist die Tatsache, dass es Personen gibt, die finden, Aufwand und Ertrag würden in einem krassen Missverhältnis stehen, weil der Kurs mit 90 Lektionen nur zu 20 % in die Zeugnisnote eines Schwerpunktfaches einfließt. Entsprechend gering ist bei diesen Personen der Einsatz.

Auf der anderen Seite gibt es aber auch Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer, welche enttäuscht sind, wenn trotz grossem Einsatz in der Freizeit die Note nicht die Qualifikation «sehr gut» aufweist.

Je nach Haltung der Schülerinnen und Schüler zum ganzen Projekt verläuft die Organisation in den einzelnen Arbeitsgruppen: Bei den einen Gruppen weiss jede Person, was sie zu erledigen hat, die gegenseitige Unterstützung ist eine Selbstverständlichkeit, die Gruppenmitglieder sprühen vor Freude über ihr Projekt, ein Eingreifen der Lehrpersonen und deren Unterstützung ist kaum nötig. Auf der anderen Seite gibt es aber auch Gruppen, bei denen einzelne Mitglieder kaum Eigeninitiative zeigen und trotz Ermutigung durch die Lehrkräfte sich nicht produktiv einbringen. Die Tatsache, dass einzelne Gruppen schlecht organisiert sind, hat wohl verschiedene Ursachen. Neben dem bereits erwähnten Minimalismus gilt es zu bedenken,

dass die Gruppenmitglieder häufig verschiedenen Stammklassen entstammen und sich daher kaum kennen.

Aus Sicht der Kursleitung ist es sehr wertvoll, die Schülerinnen und Schülern erfahren zu lassen, dass im Bereich Lebensmittel Biologie und Chemie und unter Umständen auch weitere Disziplinen miteinander verknüpft sind. Auch wenn diesbezüglich der Erfolg nicht gemessen werden kann, dürfte es für die Schülerinnen und Schüler eine wertvolle Erkenntnis sein, profilmisch und gegenseitig die vertieften fachlichen Erfahrungen im einen oder anderen Teil des gewählten Themas anzuwenden. Auf jeden Fall hört man von den Schülerinnen und Schülern des Profils A am Ende des Kurses nur selten, es sei eine Zumutung, dass sie sich mit biologischen und chemischen Fragestellungen auseinandersetzen müssen, obwohl diese Fächer nicht zu ihrem Schwerpunktbereich gehören.

Im Schuljahr 2019/2020 erfolgte die Umstellung von Präsenz- zu Fernunterricht nach dem letzten Nachmittag mit den praktischen Arbeiten in der Schulküche und im Chemielabor. Der Bazar musste leider ersatzlos gestrichen werden. Dennoch konnte der Kurs unter den neuen Rahmenbedingungen erfolgreich abgeschlossen werden.

Der Fernunterricht und die darauf folgenden teilweisen Lockerungen forderten nicht nur angepasste Strategien, sie förderten auch bisher ungeahnte Aspekte:

- Die Präsentation der Poster erfolgte gegenseitig zwischen einzelnen Gruppen auf digitalem Wege.
- Ebenso wurden die Vorträge auf elektronischem Wege gegenseitig zwischen den Gruppen gehalten – und im kleinen Kreis allenfalls auch kommentiert.
- Und nicht zuletzt konnte in reduzierter Form zu Beginn des folgenden Schuljahres die Präsentation einzelner Projekte als Teil der Startveranstaltung für die nachfolgenden Klassen unter coronakonformen Bedingungen in der Aula durchgeführt werden.

Auch die Phase mit Fernunterricht und ohne Noten darf als qualitativ hochstehend beurteilt werden. So haben sich die verschiedenen Gruppen in dieser Zeit gegenseitig motiviert und bis zum Schluss mitgezogen. Vermutlich sind dafür zwei Faktoren verantwortlich. Zum einen waren sich alle Schülerinnen und Schüler bewusst, dass es das Ziel der Kursleitung ist, ihnen ein möglichst gutes Fundament für ihre Maturarbeit im folgenden Schuljahr und für ihre spätere Ausbildung zu legen. Zum anderen haben sie es zweifelsohne geschätzt, einmal an einem Projekt zu arbeiten, das sie interessiert und bei dem sie sich viele Eckpunkte selber setzen können. Die Mitglieder der Kursleitung nehmen ja in vielen Teilen nur die Funktion von Beraterinnen und Beratern ein.

Ernährung - ein interdisziplinäres Projekt (Fortsetzung)

Besondere Herausforderungen für die Kursleitung ganz allgemein

38

Aufgrund der personellen Zusammensetzung darf die interdisziplinäre Zusammenarbeit der Lehrpersonen an diesem gemeinsamen Projekt mit dem Ziel «miteinander einen interdisziplinären Kurs in Biologie und Chemie gestalten» und nicht «einen gemeinsamen Kurs führen, der nebeneinander die Fächer Biologie und Chemie beinhaltet» als sehr wertvolle und bereichernde Erfahrung bezeichnet werden. Die Möglichkeit, Gedanken der anderen Fachgruppe mit den eigenen Erfahrungen zu vergleichen und sich so gegenseitig zu bereichern, wird sehr geschätzt, so dass im Schuljahr 2020/2021 der fünfte Durchgang mit unveränderter Begeisterung der Lehrkräfte durchgeführt wird. Der Mehraufwand im Vergleich zum normalen Unterricht wird aus Sicht der beteiligten Lehrpersonen dank dem persönlichen Gewinn mehr als kompensiert!

Vom Grundkonzept «Forschen und Tüfteln» her, mit den praktischen Arbeiten als zentrale Bestandteile, entsprechen die Kurse im Poolunterricht der Profile A und B eher Veranstaltungen, welche im Rahmen der normalen Stundentafel als Praktikum im Halbklassenunterricht mit maximal 12 Personen pro Gruppe durchgeführt werden. Im hier vorgestellten Kurs sind jedoch im Chemielabor und in der Schulküche bis zu 18 Schülerinnen und Schülern mit bis zu sechs verschiedenen Projekten zu betreuen. Das gelingt nur, weil sich zeigt, wie er-

wachsen sich ein Grossteil der Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer benimmt! Dennoch gelangen die Lehrkräfte in dieser Phase oft bis an die Grenze ihrer physischen Kräfte. Am Schluss des Nachmittags müssen ja die Schulküche, in der unsere Schule nur zu Gast ist, und das Schullabor wieder in sauberem und aufgeräumten Zustand zurückgelassen werden. Das pensionierte Mitglied der Kursleitung darf seine Eindrücke zu diesem Grossprojekt wie folgt zusammenfassen: Es ist der aktuellen Kursleitung gelungen, mit den vorhandenen Mitteln das Maximum herauszuholen, das erwünschte Optimum ist jedoch leider nicht erreichbar.

Thomas Engeloch, Silvio Steiner, Jutta Waser, Claudia Zwahlen

Aus dem E-Dossier wurde ein IdeenSet: Quantenchemie und Chemie farbiger Stoffe

Text: Günter Baars

Seit November 2010 gibt es Unterrichtseinheiten zum Thema «Quantenchemie und Chemie farbiger Stoffe» als Internetauftritt der PHBern. Eine Aktualisierung erfolgte im November 2020 und steht nun als IdeenSet kostenlos zur Verfügung:

Das IdeenSet umfasst folgende Inhalte:

- Didaktischer Kommentar: Relevanz und Übersicht; Vorstellungen und Vorkenntnisse; Lerngegenstand und thematische Schwerpunkte; Organisation und Beurteilung; Lehrplanbezug; Quellen
- Modul 1: Wellen, Licht und Elektronen
- Modul 2: Quantenchemie und chemische Bindung
- Modul 3: Quantenchemie und organische farbige Stoffe
- Modul 4: Quantenchemie und Pigmente
- Leitprogramm 1: Quantenchemie und chemische Bindung (Module 1 und 2)
- Leitprogramm 2: Quantenchemie und organische farbige Stoffe (Module 1 und 3)

Jedes Modul enthält zusätzlich:

- Eine Übersicht: Ziel, Leitfrage, Zeitbedarf, kurze Inhaltsangabe, Einsatz im Unterricht, Unterrichtsmaterialien
- Übungen mit Lösungen
- Eine Power Point Präsentation

Jedes Leitprogramm enthält zusätzlich:

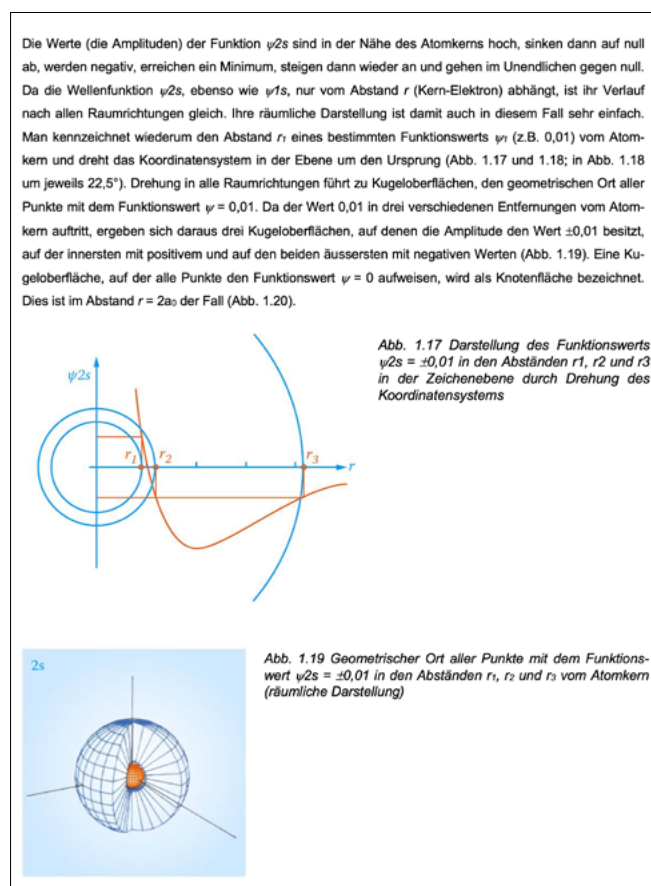
- Tests zu den einzelnen Kapiteln
- Übungen mit Lösungen
- Unterrichtsmaterialien
- Links zu Filmen, Videos und Simulationen
- Kommentierte Literatur

Einige Dateien lassen sich in Formaten herunterladen, die bearbeitbar sind (Microsoft Powerpoint, Word).

<https://www.phbern.ch/dienstleistungen/unterrichtsmaterialien/ideenset-quantenchemie-und-chemie-farbiger-stoffe>



39



DC von Naringin - Bitterstoff der Grapefruit

Text: Johannes Hoffner

40 Im Rahmen einer selbstständigen Laborarbeit, wollte ein Schüler untersuchen, ob und wie viel Naringin in Grapefruit enthalten ist. Der Anlass für ihn war, dass ein Verwandter ein bestimmtes Medikament einnehmen musste, dessen Aufnahme durch Naringin aus der Grapefruit gehemmt wird. Daher durfte sein Verwandter keine Grapefruit mehr essen.

Naringin ist der Bitterstoff der Grapefruit. Es handelt sich um ein farbloses Flavan. Es ist bei vielen Online-Händlern (z.B. ebay) für wenig Geld erhältlich, da es als Nahrungsergänzungsmittel verkauft wird. Wozu es gut sein soll, erschliesst sich mir nicht.

Naringin lässt sich mittels HPLC oder im Schülerlabor leicht per DC nachweisen. Der Saft bitterer Grapefruits enthält genügend Naringin, dass es unter UV bei 254 nm gut sichtbar ist. Der Saft wenig bitterer Sorten enthält recht wenig Naringin. Auf jeden Fall lässt sich Naringin aus dem Mesokarp (schwammartige Struktur der Zitruschalen) der Grapefruit extrahieren. Für die DC Analytik (Silicagel F254) hat es sich als sinnvoll erwiesen, nach dem Auftragen der Substanzflecken, die Platte abzuföhnen, denn Restwasser auf der Platte verschlechtert das Laufverhalten.

Der Reinstoff als Referenz ist erhältlich bei z.B.

Sigma Aldrich	71162-25g	25 g	ca. 80 Fr.
Carl Roth	6481.1	10 g	ca. 40 Fr.

Die Praktikumsanleitung für die Schüler/-innen ist beim Autor erhältlich und [über diesen Link abrufbar](#).

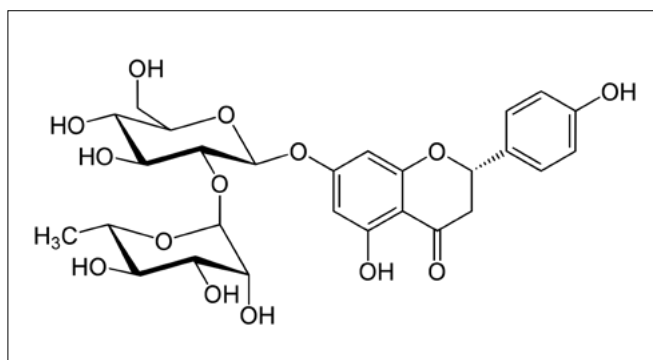


Abb.: Grapefruit oben, Naringin unten (Wikipedia CC)

1. Rezept des Laufmittels
Ethylacetat-Methanol-Wasser 77/15/8
2. Herstellen der Vergleichslösung:
200 mg Naringin werden in 100 mL Laufmittel gelöst.
3. Extraktion von Naringin aus Zitrusfrüchten.
 - a. Ca. 1 mL Fruchtsaft wird in ein Eppendorfgefäß gegeben und kurz zentrifugiert.
 - b. 2 Daumnagel grosse Stücke Mesokarp werden mit ca. 2 mL Laufmittel zermörsert.
4. Dünnschichtchromatogramm
Je 2 µL Grapefruitsaft, Orangensaft, ... und Naringin werden jeweils mit einer neuen Kapillare aufgetragen. Auf ein weiteres DC-Plättchen werden je 1 µL Mesokarp-extrakt der verschiedenen Zitrusfrüchte und der Vergleichslösung gegeben.
Die DC Plättchen werden kurz geföhnt, damit die Flecken trocknen.

Mischindikator pH 0 - 5

Text und Foto: Johannes Hoffner, Antoinette Stocker

Zur Einführung des Themas pH-Wert hat sich ein einfaches Verdünnungsexperiment bewährt. Dieses Experiment kann als Demonstrationsexperiment durch die Lehrkraft oder als Praktikumsexperiment durchgeführt werden.

Eine Salzsäurelösung $c = 1 \text{ M}$ wird schrittweise um den Faktor 10 verdünnt. Anschliessend wird ein Mischindikator dazu gegeben. Mit einem Vergleichsplättchen können die Schülerinnen und Schüler den pH-Wert der Lösungen abschätzen. (Dieses Plättchen können Sie bei den Autoren anfordern. Es kommt dann per Post.)

In einem weiteren Experiment zum Thema Säurestärke, können die Farben der Lösungen einer 1 M Salzsäurelösung (orange rot, $\text{pH} = 1$) mit der Farbe einer 1 M Essigsäurelösung (hellgrün, $\text{pH} = 2.3$) verglichen werden. So wird plausibel, dass es bei der schwachen Säure weniger H_3O^+ entstanden sind.

Die Farbe des Indikators hält sich über eine lange Zeit in den Reagenzgläsern. Wenn sie mit Gummistopfen verschlossen werden, kann man die Farborgel jederzeit aus der Sammlung wieder in die Lektion bringen.

Dieser Mischindikator war bis vor wenigen Jahren von der Firma Merck erhältlich, wurde aber aus dem Sortiment genommen, daher ist dieses schöne Experiment auch aus vielen Schullaboren verschwunden.

Für alle Schülerpraktika stellen wir einen Klassensatz von 50 mL Tropfflaschen zur Verfügung. Der Verbrauch pro Schülergruppe ist ca. 1 mL. Da die Konzentration der Farbstoffe sehr gering ist, lassen sich mit der angegebenen Vorschrift theoretisch 20 L Indikatorlösung herstellen. Die Kosten für die Chemikalien belaufen sich dabei einmalig auf ca. 120 Franken.

Das Demonstrationsexperiment wird noch eindrucksvoller, wenn die brillanten Lösungen mit dem Leuchtkasten aus dem VSN-Shop beleuchtet werden.

Die vollständige Praktikumsanleitung für die Schüler/-innen ist bei den Autoren erhältlich und [über diesen Link abrufbar](#)



Abb.: Farborgel mit dem pH-Mischindikator. Die Lösungen haben die pH-Werte 0, 1, 2, 3, 4, 5

Rezept:

- 0.50 g Bromphenol blau ($\text{C}_{19}\text{H}_{10}\text{Br}_4\text{O}_5\text{S}$, MG: 669.96g/mol, CAS:115-39-9, Sigma Aldrich: B5525-10 g, 10 g ca. 50 Fr.)
- 0.07 g Orange IV Natriumsalz (C.I. 13080) ($\text{C}_{18}\text{H}_{14}\text{N}_3\text{NaO}_3\text{S}$, MG: 375.39g/mol, Carl Roth 7731.5, 5 g ca. 20 Fr.)
- 0.40 g Patent blau V Natriumsalz ($\text{C}_{27}\text{H}_{31}\text{N}_2\text{NaO}_7\text{S}_2$, MG: 582.66g/mol, CAS 20262.75-4, Sigma Aldrich: 21605-10g, 10 g ca. 50 Fr)

Zusammengenommen und in 1 L entmineralisiertem Wasser lösen. Da das Bromphenol blau schlecht wasserlöslich ist, muss über Nacht gerührt werden. Der Mischindikator ist über Jahre stabil.

Auszug aus der Arbeitsanleitung für die Schüler/-innen:

1. Beschriften Sie 5 RG.
2. Pipettieren Sie in RG 2 bis 5 exakt je 9 ml deionisiertes Wasser.
3. Geben Sie in RG 1 ungefähr 10 ml der Salzsäurelösung
4. Pipettieren Sie aus RG 1 exakt 1 ml in RG 2; mischen Sie den Inhalt von RG 2, indem Sie 2 mal die Pipette bis zur obersten Markierung mit dem Inhalt füllen und wieder ins RG zurück lassen; dabei waschen Sie auch die Pipette aus, denn diese wird jetzt weiter verwendet.
5. Pipettieren Sie aus RG 2 exakt 1 ml in RG 3; verfahren Sie wie oben.
6. Vollenden Sie die Verdünnungsreihe bis RG 5.
7. Bestimmen Sie jetzt die pH-Werte der einzelnen Lösungen, indem Sie mit dem Farbplättchen vergleichen.

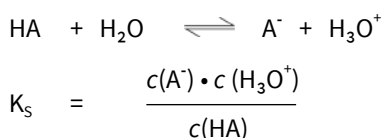
pH von Puffern

Lösung zum «Wer weiss es?» aus dem c+b 1/2021

Text: Michael Bleichenbacher, Hansrudolf Dütsch

42

Stellt man einen Puffer gemäss Henderson-Hasselbalch-Gleichung her, stimmt der gemessene pH nicht mit dem berechneten überein. Woran liegt das? Die Henderson-Hasselbalch-Gleichung wird häufig aus der Gleichgewichtsreaktion einer Säure «HA» mit Wasser und dem dazugehörigen Massenwirkungsgesetz hergeleitet:



Logarithmieren führt zur bekannten Form der Gleichung:

$$\text{pH} = \text{p}K_s + \lg \frac{c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})}$$

Löst man gleiche Mengen von NaH_2PO_4 und Na_2HPO_4 wäre ein $\text{pH} = 7.21$ zu erwarten, gemäss der Säurestärke von H_2PO_4^- . Gemessen wird bei Einwaage von

je 0.2 mol/L NaH_2PO_4 und Na_2HPO_4	pH =	6.6(2)
je 0.1 mol/L NaH_2PO_4 und Na_2HPO_4	pH =	6.7(1)
je 0.05 mol/L NaH_2PO_4 und Na_2HPO_4	pH =	6.7(7)
je 0.025 mol/L NaH_2PO_4 und Na_2HPO_4	pH =	6.8(3)

Die Messwerte sind also recht weit weg vom berechneten Wert. Gemäss der häufig verwendeten Form der Henderson-Hasselbalch-Gleichung dürfte eine Verdünnung zudem keinen Effekt auf den pH-Wert haben. Der Näherungscharakter und damit die limitierte Aussagekraft der ursprünglichen Gleichung war auch den Namensgebern klar. Das neue Konzept der Pufferbeschreibung war anfangs des 20. Jh. aber so revolutionär, dass die Gleichung dennoch zuerst in medizinischen Bereichen angewandt wurde, bevor sie ihren Weg auch in die Chemie fand.

Wie in der Literatur beschrieben, können verschiedene Faktoren zur Abweichung beitragen^{[1],[2]}. Die wichtigsten sind:

1. Effektive statt «Anfangs»-Konzentrationen

Jede Substanz mit Säure- oder Basencharakter steht in Gleichgewichten mit korrespondierenden Basen oder Säuren. Die in der Lösung effektiv vorhandene Konzentration

c_{eff} entspricht nicht der aus der Einwaage berechneten. Je weiter weg von 7 der $\text{p}K_s$ der Säure oder $\text{p}K_B$ der Base liegt, desto grösser werden die Abweichungen. Dies lässt sich mit ausführlicheren Gleichungssystemen zeigen^[1], welche die zusätzlichen Dissoziationen etc. berücksichtigen. Für den beschriebenen Phosphat-Puffer ist dieser Aspekt von geringerer Bedeutung, da er nahe $\text{pH} = 7$ liegt.

2. Wechselwirkung geladener Teilchen in Lösung

Aufgrund der gegenseitigen elektrostatischen Beeinflussung von Ionen in Lösung, müssten Aktivitäten anstelle von Konzentrationen verwendet werden. Die dimensionslose Aktivität a einer Substanz hängt dabei proportional von der Konzentration c ab, welche mit einem konzentrationsabhängigen Aktivitätskoeffizienten f multipliziert wird:

$$a(\text{A}^-) = f \cdot c(\text{A}^-)_{\text{eff}} / (1 \text{ mol/L})$$

Die Aktivitäten werden in die Henderson-Hasselbalch-Gleichung eingesetzt:

$$\begin{aligned} \text{pH} &= \text{p}K_s + \lg \frac{a(\text{A}^-)}{a(\text{HA})} \\ &= \text{p}K_s + \lg \frac{c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})} + \lg \frac{f(\text{A}^-)}{f(\text{HA})} \end{aligned}$$

Der Aktivitätskoeffizient f hängt seinerseits stark von der Ladung z des Ions selber ab (ungeladene Teilchen haben in erster Näherung $f = 1$) und von der gesamten Ionenstärke I der Umgebung, eine mit der Ladung gewichtete Konzentrations-Summe über alle Ionen.

$$I = \frac{1}{2} \sum z_i^2 \frac{c_i}{1 \text{ mol/L}}$$

Für eine Lösung von je 0.1 mol/L NaH_2PO_4 und Na_2HPO_4 würde sich in erster Näherung eine Ionenstärke von ca. 0.4 ergeben.

Für $\lg f$ existieren gemäss Debye-Hückel-Theorie Näherungsformeln für Konzentrationen bis 0.01 mol/L, erweitert mit den Ideen von Davies und Guggenheim bis 0.5 mol/L.

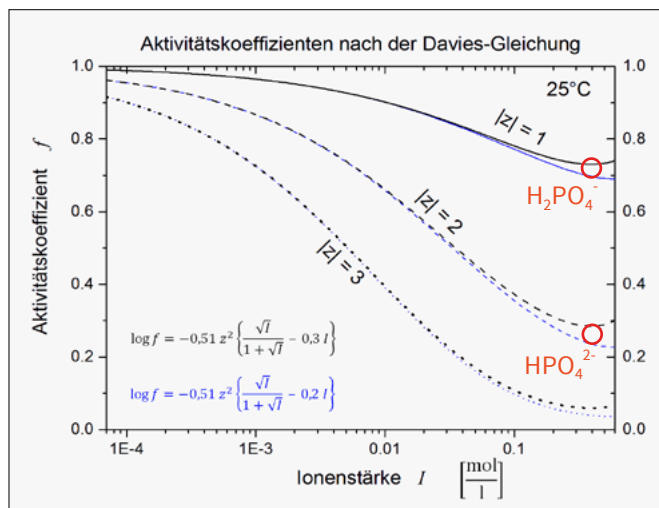


Abb. 1: Aktivitätskoeffizienten im Phosphatpuffer bei $I = 0.4$ rot eingekreist, <https://de.wikipedia.org/wiki/Davies-Gleichung>

Für den betrachteten Phosphatpuffer mit je 0.1 mol/L NaH_2PO_4 und Na_2HPO_4 würde sich etwa $\lg(0.25/0.7) = -0.48$ ergeben und damit $\text{pH} = 6.7(3)$, was dem gemessenen Wert im Rahmen der Messgenauigkeit entspricht.

Aussen vor gelassen bleibt dabei noch, dass die pH-Messung selbst von der Aktivität von H^+_{aq} und alle bisherigen Parameter auch noch von der Temperatur abhängig sind.

Und nun? Soll die Differenz der Einfachheit halber unter den Tisch gekehrt werden? Lohnt sich ein Exkurs, weil sich exemplarisch die Komplexität von naturwissenschaftlich-technischen Problemen zeigen lässt? Machen Puffer-pH-Berechnungen ohne Berücksichtigung der Aktivitätskoeffizienten überhaupt Sinn? Wie geht man damit um, dass mittels Titration im Schülerpraktikum bestimmte pK_s -Werte nicht mit den tabellierten übereinstimmen? Soll für ausgewählte Puffer und Konzentrationen eine Korrekturabelle verwendet werden? Sollen Online-Rechner (z.B. <http://phbuffers.org/BufferCalc/Buffer.html>) genutzt werden? Senden Sie uns Ihren Ansatz zu!

[1] [The Henderson–Hasselbalch Equation: Its History and Limitations](#), H. N. Po and N. M. Senozan, *J. Chem. Educ.* 2001, 78, 1499-1503

[2] [Using activities to correct the Henderson-Hasselbalch equation](#), M. Hippler and G. D. Metcalfe, *Bunsen-Magazin*, Issue 5 2020, Unterricht, Seiten: 102-105

Wer weiss es?

Unter diesem Titel soll in jedem c+b eine Frage mit interessantem chemisch-didaktischen Hintergrund aufgeworfen und beantwortet werden. Beiträge für zukünftige Hefte sind willkommen.

Schüttelt man ein «kohlesäurehaltiges» Getränk und öffnet dann den Verschluss, perlt viel Kohlendioxid aus und lässt die Flüssigkeit überschäumen, besonders bei Süssgetränken.



Wartet man jedoch ein paar Minuten und öffnet die Flasche dann, perlt das Kohlendioxid wieder nur langsam aus.

Weshalb überschäumt es nach dem Schütteln und was passiert danach?

Die Antwort kennt der Fragende nicht. Wer geht der Frage (evtl. auch experimentell) nach und löst die Frage im nächsten c+b auf?

Michael Bleichenbacher

Filtrations- und andere Experimente mit Atemschutz-Masken

Text und Fotos: Markus Müller

Abstract

In dieser Arbeit werden fünf einfache Filtrationsexperimente mit handelsüblichen medizinischen Schutzmasken aus Polypropylen durchgeführt und durch die Schüler/innen mit Hilfe von Modellen, physikalischen Eigenschaften, Molekülanalyse und zwischenmolekularen Kräften erklärt. Es werden reines Wasser, Ethanol und jeweils Suspensionen von Calciumcarbonat in Wasser respektive Ethanol untersucht. Die Schüler bilden vor der Durchführung jedes Experimentes jeweils Hypothesen mit möglichen Erklärungen. Mit dem Resultat des Experiments werden diese Erklärungen diskutiert, respektive an die Ergebnisse angepasst. Das experimentelle Setup bietet zudem Raum für einen projektartigen Unterricht mit eigenen Versuchen zur Klärung weiterer Fragestellungen in Bezug auf die Filtereigenschaften von Schutzmasken.

1. Einleitung

Seit der ehemalige Chef des Bundesamtes für Gesundheit, Daniel Koch, im Frühling 2019 verkündete, dass Atemschutzmasken als Schutz vor Corona nichts bringen, sind nun fast zwei Jahre vergangen. Seitdem gehören diese Schutzmasken als fester Bestandteil zu unserem Alltag an der Schule, in Geschäften oder im öffentlichen Verkehr. Was diese Schutzmasken können und was das mit Chemie und Physik zu tun hat, soll in dieser Arbeit anhand von einfachen aber eindrücklichen Experimenten gezeigt

werden. Das Ziel soll sein, dass die Schülerinnen und Schüler nach einer Einführung in das einfache experimentelle Setup, auch eigene Fragestellungen zur Wirksamkeit, Sterilisation, Wiederverwendung und Haltbarkeit von Schutzmasken und Vergleiche von selbst genähten mit gekauften Masken entwickeln und experimentell bearbeiten können.

Als ehemaliger Mitarbeiter im technischen Kundendienst der Firma Millipore (heute Merck) hat der Autor eine spezielle Affinität zu Filtrationsfragen aller Art. Diese Arbeit bietet Einblick in die Grundlagen und technischen Details, die für die Filtration als Separationstechnik wichtig und elementar sind.

Zwischenmolekulare Kräfte zwischen Filtrationsmedium und Filtermaterial spielen beim Filtrationsprozess eine grosse Rolle. Die in dieser Arbeit vorgestellten Experimente eignen sich aus diesen Gründen gut dafür, eine praktische Anwendung von zwischenmolekularen Kräften in einem Alltagsprodukt zu demonstrieren.

Die Experimente können auf allen Klassenstufen Sek I und Sek II eingesetzt werden. Sie eignen sich auch auf der Primarstufe um phänomenologisch zu zeigen, wie eine Filtermaske funktioniert.

2. Literatur – Stand der Forschung – Möglichkeit zur Recherche

In den vergangenen zwei Jahren wurde zur Wirksamkeit von Schutzmasken extrem viel geforscht und pu-

bliziert. Da das Thema von grossem Interesse ist, sind die meisten Artikel auch öffentlich zugänglich und können für eigene Recherchen der Schülerinnen und Schüler dienen. Im Folgenden werden im Hinblick auf eigene Forschungsaktivitäten einige spannende Publikationen kurz vorgestellt.

Die umfassendste Übersicht bietet der Review Artikel von Xian Jun Loh et al. «Face Masks in the New COVID-19 Normal: Materials, Testing, and Perspectives» [1]. Auf 40 Seiten wird der aktuelle Stand der Forschung mit über 345 zitierten Quellen umfassend zusammengefasst.

Ebenfalls einen guten Einblick in die aktuelle Forschung über die Grundlagen, wie sich Aerosole in der Schutzmaske verhalten, und über die physikalischen Prozesse bei der Penetration von Aerosolen durch die Maske, bietet der Artikel von A. Tcharkhtchi et al. «An overview of filtration efficiency through masks: Mechanisms of the aerosol penetration». [2]

Emma P. Fischer et al. präsentieren in ihrem Paper ein experimentelles Setup, wie man auf kostengünstige Art und Weise die Effizienz der Masken in Bezug auf beim Sprechen ausgestosene Tröpfchen untersuchen kann. Dabei untersuchten sie auch die unterschiedlichsten kommerziell erhältlichen Masken auf deren Wirksamkeit Aerosole beim Sprechen, Niessen und Husten zu reduzieren. [3]

Sana Ullah et al. untersuchten, wie und wie oft man Schutzmasken sterili-

sieren kann, ohne dass diese ihre Filterleistung einbüßen. [4, 5]

John Toon stellt eine einfache Methode vor, wie man mit einer Sprühflasche, die Wirksamkeit von Schutzmasken in Bezug auf Aerosole überprüfen kann. [6]

3. Theoretische Grundlagen

3.1 Filtration

In der Separationstechnik mit Filtern werden zwischen **Membranfiltern**, mit einer definierten Porengrösse eingesetzt, z.B. 0.45 µm für die Probenvorbereitung, 0.22 µm für die Sterilfiltration oder 0.1 µm für die Filtration zur Entfernung von Viren. Die definierte Porengrösse garantiert bei diesen Filtern dafür, dass Partikel, Mikroorganismen oder Viren, die grösser sind, vollständig, also zu 100 %, zurückgehalten werden. Die Abscheidung geschieht dabei vor allem an der Membranoberfläche. Die Filterkapazität ist dadurch jedoch beschränkt, da die Membran bei grösserer Belastung früher zu macht.

Daneben kommen **Tiefenfilter** zum Einsatz, welche je nach Anwendung aus Glas-, Cellulose- oder Kunststoff-Fasern bestehen. Die Fasern bilden dabei ein dreidimensionales Vlies, welches über Hohlräume verfügt. Die Filterwirkung findet sowohl auf der Oberfläche, als auch in der Tiefe des Filters, also in den Zwischenräumen der Fasern, statt. Dadurch ist die Filterkapazität deutlich grösser und der Filter verstopft weniger schnell. Tiefenfilter haben ein Rückhaltevermögen von

90 %, 95 % oder 99 %, aber meistens kein absolutes Rückhaltevermögen, wie Membranfilter.

Schutzmasken bestehen meist aus verschiedenen Schichten mit unterschiedlichen Materialeigenschaften. Für die Filterwirkung ist ebenfalls ein Vlies, also ein Tiefenfilter, verantwortlich. Dabei spielen vier physikalische Mechanismen eine Rolle: Siebeffekt, Diffusionseffekt, Trägheitseffekt (Adsorption), sowie die elektrostatischen Eigenschaften des Materials (vergl. Abb. 1). Durch eine geschickte Materialkombination können alle diese Eigenschaften für die Filterwirkung einer Schutzmaske genutzt werden. Neben diesen physikalischen Eigenschaften können auch antivirale Beschichtungen,

mit zum Beispiel Silbernanopartikeln, zum Einsatz kommen.

Die gebräuchlichsten Schutzmasken sind die medizinischen Hygienemasken von Typ I und Typ II mit einer garantierten bakteriellen Filterleistung (BFL) von $\geq 95\%$, respektive $\geq 98\%$. Diese sind für den einmaligen Gebrauch bestimmt. Die Maske vom Typ IIR (12 Rappen pro Stück) kann zudem mehrmals verwendet werden (siehe Abb. 2). Die in Deutschland an vielen Orten obligatorischen FFP2 Masken (60 Rappen pro Stück) müssen eine Filterleistung von $\geq 94\%$ und die FFP3 Masken (7.90 Fr pro Stück) von $\geq 99\%$ bei Testaerosolen mit einer Partikelgrösse von $\leq 0.6 \mu\text{m}$ ausweisen.



Abb. 1: Physikalische Mechanismen, welche für die Filterwirkung von Tiefenfiltern eine Rolle spielen. [10] © medicalsafety-reifenhauser.com



Abb. 2: Verschiedene Atemschutzmasken und ihre Preise im Oktober 2021.

Filtrations- und andere Experimente mit Atemschutz-Masken
 (Fortsetzung)

In dieser Arbeit wurde mit den medizinischen Filtermasken vom Typ II gearbeitet.

46 Abbildung 3 zeigt den Grössenvergleich von Aerosoltröpfchen (5 bis 10 μm), den Fasern (ca 0.2 bis 2 μm), einem Corona-Virus (0.12 μm) sowie den im Vergleich zum Virus deutlich grösseren Poren in einem Filtervlies. Da die Viren deutlich kleiner sind als die Poren im Vlies, sind die oben genannten Wechselwirkungen zwischen Aerosolen oder Viren und den Fasern für die Rückhaltewirkung derselben von besonderer Bedeutung. Aerosol-Tröpfchen, die meist grösser sind als die Poren des Filter-Vlieses, dürfen nicht durch den Filter hindurchfliessen, sondern müssen ebenfalls zurückgehalten werden.

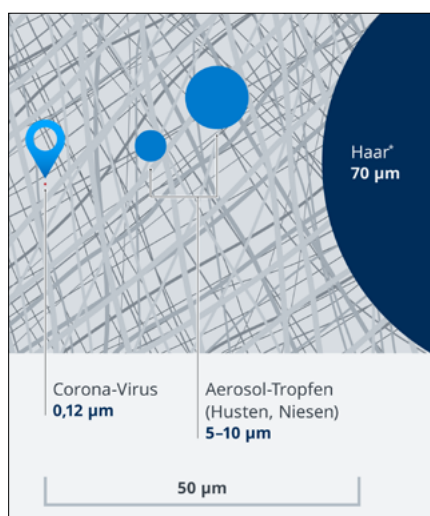


Abb. 3: Grössenvergleich zwischen einem Haar, Aerosoltröpfchen und dem Corona-Virus (roter Punkt) und den Fasern, resp. Poren in einem Filtervlies. [10] © medicalsafety-reifenhauser.com

3.2 Zwischenmolekulare Kräfte und Stoffeigenschaften

Partikel, oder Viren, die kleiner sind als die Poren des Filters, müssen an einer Faser haften bleiben oder an diese adsorbieren.

Für diese Prozesse sind zwischenmolekulare Kräfte verantwortlich, wie Ion-Ion-, Ion-Dipol-, Dipol-Dipol-Wechselwirkungen, Wasserstoffbrücken oder van der Waals Kräfte. Wie der Name es sagt, spielen dabei die Moleküle, aus welchen die Aerosole bestehen oder welche die Oberflächen der Viren bilden, resp. die in den Fasern (Polymer, Kunststoff, Glasfasern, Cellulose) verarbeitet wurden, eine Rolle.

Dabei benützen die Chemiker für Stoffe, die aus polaren Molekülen (z.B. Wasser, Glucose, Methanol, ...) bestehen, gerne Begriffe wie hydrophil (wasserliebend), da sich diese in Wasser in der Regel gut lösen oder mit Wasser gut mischen lassen. Lösevorgänge kann man ebenfalls mit Hilfe von zwischenmolekularen Kräften zwischen den Molekülen der zu lösenden Stoffe und denen des Lösungsmittels betrachten.

Stoffe, die aus unpolaren Molekülen bestehen (z.B. Öle, Fette, Benzin, ...) bezeichnet man als lipophil (fettliebend). Diese sind gut in Fetten oder in Benzin löslich. Da sich diese Stoffe nicht gut in Wasser lösen lassen, verwendet man auch den Begriff hydrophob (wasserabstossend). Stoffe, die sich nicht gut in Öl oder Benzin lösen als lipophob (fett- oder ölabweisend).

Stoffe, die aus Molekülen bestehen, die sowohl polare als auch unpolare Bereiche besitzen, nennt man amphoter, da diese sich sowohl in Wasser als auch in Fetten lösen lassen, respektive zwischen diesen Stoffen auch vermitteln können.

3.3 Grenzflächenspannung

Die Grenzflächenspannung bezeichnet mechanische Spannungen und damit Kräfte, die an der Grenze zwischen zwei verschiedenen Phasen (fest, flüssig, gasförmig) auftreten, welche miteinander in Kontakt stehen [7]. Die beiden Phasen bilden eine gemeinsame Grenzfläche, die unter Grenzflächenspannung steht. Unter verschiedenen Phasen versteht man hierbei Phasen, die sich nicht vermischen, z. B. Wasser und Öl oder Glas und Wasser. [8] Die Phasen können flüssig, fest oder gasförmig sein.

Eine Grenzfläche ist also die Berührungsfläche zwischen zwei nicht mischbaren Stoffen, wie beispielsweise Wasser (polar) und Öl (unpolar). Versucht man diese Stoffe zu mischen, bildet sich kurzzeitig eine Emulsion, die sich jedoch schnell wieder trennt, was in den unterschiedlichen Grenzflächenspannungen beider Stoffe begründet liegt (Abbildung 4).

Das Abiweb [7] beschreibt dies folgendermassen: «Zwischen den Teilchen einer Flüssigkeit wirken zwischenmolekulare Anziehungskräfte (Kohäsionskräfte). Die polaren Wassermoleküle besitzen mit den Dipol-Dipol-Wechselwirkungen und Wasser-

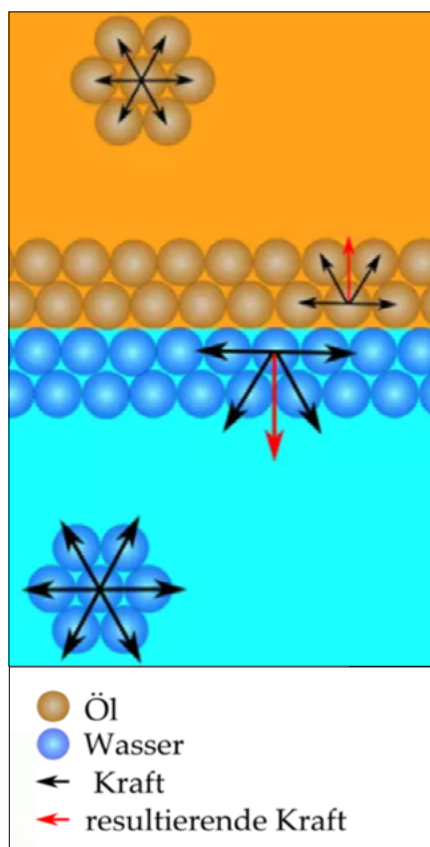


Abb. 4: Grenzflächenspannung zwischen zwei flüssigen, nicht mischbaren Phasen (Öl und Wasser). [7]

stoffbrücken wesentlich grössere Anziehungskräfte, als die vergleichsweise unpolaren Ölmoleküle, welche van der Waals Kräfte ausbilden. Treffen beide nun, wie an dieser Grenzschicht, aufeinander, ist zur einen Seite auf einmal kein stark anziehender Artgenosse mehr greifbar und mit den anderen will man irgendwie nicht so richtig – die Grenzflächenspannung

ist geboren. Aber warum trennt sich nun die Emulsion wieder, nachdem sie einmal zustande gekommen ist? Ganz einfach, die beiden Stoffe versuchen die Grenzfläche so klein wie irgend möglich zu gestalten, was mit zwei Phasen, im Vergleich mit vielen kleinen Tröpfchen, definitiv der Fall ist.» [7]

Die Oberflächenspannung ist übrigens nichts weiter, als eine Grenzflächenspannung zwischen zwei unterschiedlichen Phasen (fest – flüssig oder flüssig – gasförmig), z.B. zwischen Wasser und einem Stoffgewebe oder gegenüber der Luft.

3.4 Oberflächenspannung und Lennard-Jones-Potential

Mit zwischenmolekularen Kräften sind Anziehungskräfte gemeint, die zwischen zwei Molekülen mit Abstand r wirken. Woher stammen nun abstoßende Kräfte? Wenn sich Moleküle in einer Flüssigkeit gegenseitig berühren, d.h. wenn sich die Elektronenwolken oder Orbitale gegenseitig in die Quere kommen, so führt dies zu einer Abstossung. Im flüssigen Zustand bewegen sich die Moleküle zudem in Abhängigkeit der Temperatur der Flüssigkeit. Indirekt erkennbar ist diese Beweglichkeit von Molekülen an der Brown'schen Bewegung.

Dieser Zusammenhang zwischen Anziehung, Abstossung und thermischer Bewegung der Moleküle im flüssigen Zustand wird in Abbildung 5 mit Hilfe des Lennard-Jones-Potentials dargestellt.

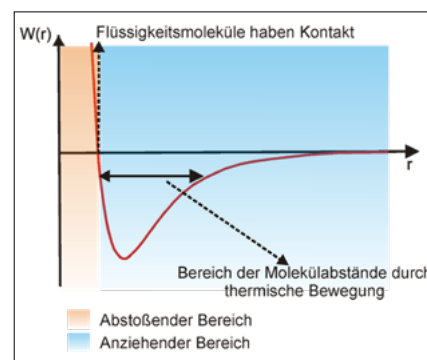


Abb. 5: Schematische Darstellung des Lennard-Jones-Potentials in Abhängigkeit von der Distanz r . [8]



Abb. 6: Wassertropfen auf der Polypropylen-Maske

3.5 Fazit für die Lehrperson

Die in diesem Abschnitt aufgeführten theoretischen Grundlagen dienen vor allem der Lehrperson und können je nach Klassenstufe in die Unterrichtseinheit mit eingebaut und bei Bedarf vertieft werden. Wichtig sind dabei aus Sicht des Autors die klare Unterscheidung von Stoffebene (Phänomen) und Molekülebene (Modell), sowie den dabei geltenden physikalischen Gesetzen.

Filtrations- und andere Experimente mit Atemschutz-Masken
(Fortsetzung)

48

Auf der Stoffebene können Erkenntnisse gewonnen werden wie: «Similis similibus solvuntur» (Ähnliches wird durch Ähnliches gelöst), ein polares Molekül führt zu einem wasserlöslichen Stoff, ein unpolares Molekül zu einem fettlöslichen Stoff.

4. Material und Methode

Für das Einführungsexperiment benötigen wir 2 frische oder gebrauchte medizinische Schutzmasken aus Polypropylen (PP) vom Typ I, Typ II oder Typ IIR, die in der Schweiz gebräuchlich sind, zwei 200 mL Bechergläser (als Alternative Erlenmeyerkolben mit einem Glasrichter), je eine Spritzflasche mit entionisiertem Wasser und Ethanol (Brennsprit), sowie für Experiment 4 ein feines Calciumcarbonatpulver.

Experiment 1: In einem ersten Experiment wird die Schutzmaske von Hand etwas ausgebeult und direkt über das Becherglas gelegt. Bevor die erste Schutzmaske nun mit Wasser befüllt wird, wird die Frage an die Klasse gestellt, was mit dem Wasser passiert, wenn es auf die Schutzmaske als Filter gegeben wird? Geht es durch? Oder nicht? Nachdem die Schüler/-innen Hypothesen und mögliche Erklärungen formuliert haben, wird das Experiment durchgeführt.

Resultat: Das Wasser bleibt auf dem Filter liegen. Es fließt kein Wasser durch die Maske. Das Becherglas bleibt trocken.

Diskussion: Die Schüler/-innen werden gebeten, Erklärungen für das Resultat zu liefern und ihre Hypothese anzupassen. Bei den Erklärungen

sollte zwischen der Stoffebene und der Modellebene unterschieden werden.

Erklärung: Medizinische Filtermasken bestehen aus dem Kunststoff Polypropylen (PP). Dies besteht aus langen, leicht verzweigten Kohlenwasserstoffketten, die unpolar sind und nur van der Waals Kräfte ausbilden können. Da Wasser ein polares Lösungsmittel ist, geht dieses nicht durch die unpolare Membran hindurch. Diese Eigenschaft des Filters ist wichtig, da so evt. mit Viren belastete Aerosole, welche beim Ausatmen, Husten oder Niesen in die Luft gelangen könnten, den Filter des Emittenten nicht durchdringen können. Der Empfänger ist ebenfalls geschützt, weil Aerosole seine Schutzmaske ebenfalls nicht durchdringen können.

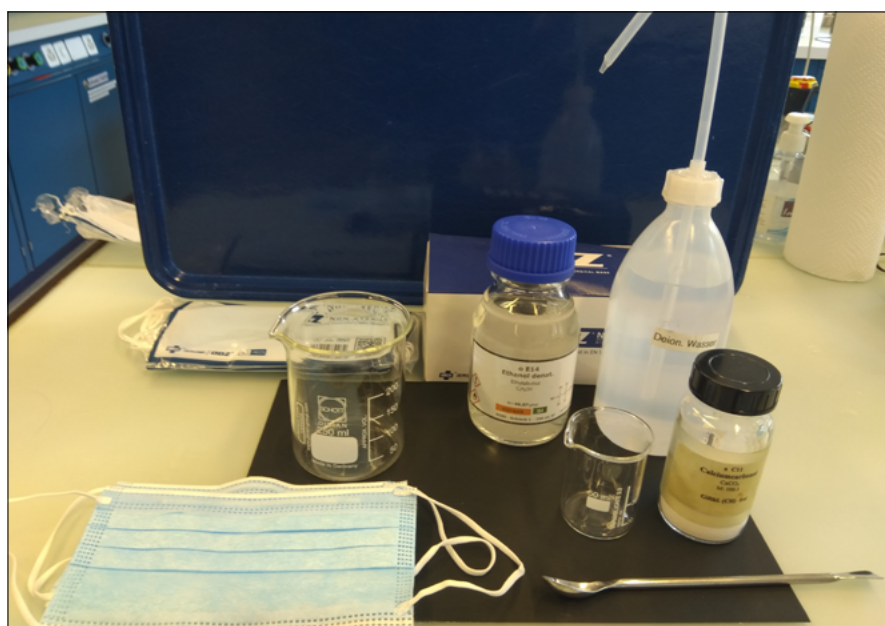


Abb. 7: Das für die Experimente 1 bis 5 benötigte Material.



Abb. 8: Exp. 1: Wasser geht nicht durch

Experiment 2: Im zweiten Experiment wird dieselbe Schutzmaske vom Wasser befreit und nochmals verwendet. Bevor diese erste Schutzmaske nun mit Ethanol befüllt wird, wird die Frage an die Klasse gestellt, was mit dem Ethanol passiert, wenn es auf die Schutzmaske als Filter gegeben wird. Geht es durch? Oder nicht? Nachdem die Schüler/-innen Hypothesen und mögliche Erklärungen formuliert haben, wird das Experiment durchgeführt.

Resultat: Das Ethanol fließt problemlos durch die Maske hindurch.

Diskussion: Die Schüler/-innen werden erneut gebeten, Erklärungen für das Resultat zu liefern und ihre Hypothesen anzupassen.



Abb. 9: Exp. 2: Ethanol fließt durch

Erklärung: Das Ethanol-Molekül hat ein polares und ein unpolares Ende. Das unpolare Ende kann mit den Polypropylen Molekülen van der Waals Kräfte eingehen. Die Flüssigkeit kann somit durch das unpolare Vlies fließen.

Experiment 3: Im dritten Experiment wird dieselbe Schutzmaske aus Experiment 2 nochmals für Wasser verwendet. Bevor diese erneut mit Wasser befüllt wird, wird die Frage an die Klasse gestellt, was nun mit dem Wasser passiert, wenn es auf die Schutzmaske gegeben wird. Geht es durch? Oder nicht? Nachdem die Schüler/-innen Hypothesen und mögliche Erklärungen formuliert haben, wird das Experiment durchgeführt.

Resultat: Das Wasser fließt nun ebenfalls durch die Maske hindurch.

Diskussion: Die Schüler/-innen werden erneut gebeten, Erklärungen für das Resultat zu liefern und ihre Hypothese anzupassen.

Erklärung: Das Ethanol-Molekül hat ein polares und ein unpolares Ende. Das unpolare Ende kann mit den Polypropylen Molekülen van der Waals Kräfte eingehen und das Polypropylen so benetzen, dass der polare Teil des Ethanol-Moleküls in die Hohlräume zeigt, und dieses nun mit einer hydrophilen Oberfläche überzieht. Das polare Wasser kann somit durch das mit Ethanol hydrophilisierte Vlies fließen.

Dies ist auch in der Filtrationstechnik eine gängige Methode um unpolare Membrane mit Hilfe eines amphi-

teren Lösungsmittels, wie Ethanol, zu hydrophilisieren, und damit für polare Lösungsmittel passierbar zu machen. Diese Methode benötigen wir im Experiment 4.

Mögliche Abschlussfragen zu den Experimenten 1 bis 3:

- Was passiert, wenn man die Maske trocknet?
- Geht trockene Luft besser durch die Polypropylen Maske als feuchte oder mit Aerosolen belastete Luft?
- Kann jemand die Eigenschaften von Gore Tex erklären – lässt Wasserdampf (Luftfeuchtigkeit oder gasförmiges Wasser) durch, aber Wassertropfen nicht.

Experiment 4: In diesem Experiment wird das Rückhaltevermögen der Schutzmaske (C) mit einem gröberen (A) und einem feineren (B) Whatman Cellulose-Filter verglichen: A: Whatman Typ 597 (Porengröße 4- 7 μm), B: Whatman Typ 589/3 (Porengröße < 2 μm). Als Testlösung wurde $\frac{1}{4}$ Polylöffel feines Calciumcarbonat-Pulver in etwa 60 mL entionisiertem Wasser suspendiert.

Filtrations- und andere Experimente mit Atemschutz-Masken
(Fortsetzung)

50



Abb. 10: Aufbau des Experiments 4 mit den Filtrationen A, B und C

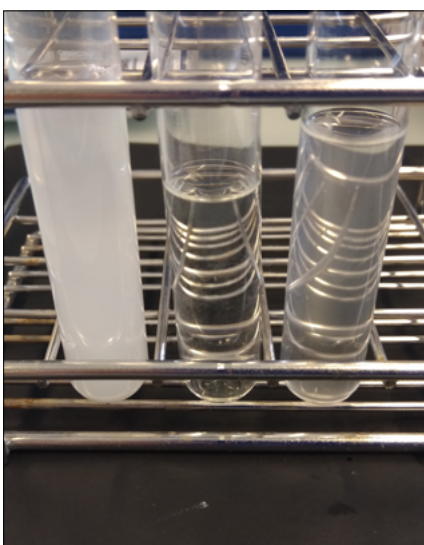


Abb. 11: Resultat der Filtration der wässrigen Calciumcarbonat-Suspension aus Exp. 4. Die Filtrate der Filter A, B, C (von links nach rechts)

Die Schutzmaske (C) muss vor der Filtration mit etwas Ethanol hydrophiliert und mit wenig entionisiertem Wasser gewaschen werden.

Anschliessend werden jeweils etwa 20 mL der Suspension auf die beiden Filter A und B, sowie auf die Schutzmaske C gegeben (Abbildung 10).

Die Filtrate dieser drei Filtrationen sind in Abbildung 11 dargestellt. Der gröbere Filter A hat relativ viel Calciumcarbonat-Pulver durchgelassen. Der feinere Filter B hat dieses fast vollständig zurückgehalten.

Im Filtrat der Schutzmaske C ist eine leichte Trübung erkennbar. Die Schutzmaske entfernt aber einen sehr grossen Teil der sehr feinen Calciumcarbonat-Partikel aus der Lösung.

Experiment 5: Wiederholt man das Filtrationsexperiment C mit einer frischen Schutzmaske D und mit einer Suspension von Calciumcarbonat in Ethanol, so fließt die Suspension fast vollständig durch das Filtervlies hindurch (Abbildung 12). Hier scheint die Filterwirkung der Schutzmaske aufgehoben zu sein.

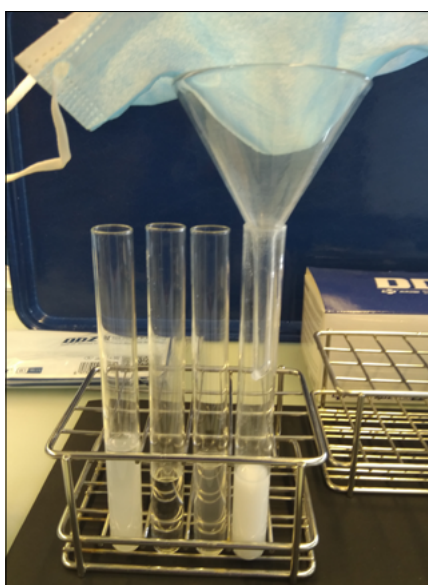


Abb. 12: Resultat der Filtration der Calciumcarbonat-Ethanol-Suspension durch eine frische Schutzmaske D (rechts). Die Filtrate der Filter A, B, C (von links nach rechts) im Vergleich zu D (rechts).

Das hier vorgestellte experimentelle Setup bietet den Schülerinnen und Schülern die Gelegenheit die folgenden oder eigene Fragestellungen mit selbst kreierten Experimenten zu überprüfen. Die im Abschnitt 2 zitierte Literatur bietet dafür einige Ideen.

Mögliche Fragestellungen für eigene Experimente:

- Wie gut sind selbst genähte Masken bei diesem Test?
- Welche Stoffmasken taugen etwas?
- Was machen Tenside (oberflächenaktive Stoffe) mit der Maske?
- Kann man Masken waschen? Welchen Einfluss haben Waschmittel, Seifen oder Tenside auf die Filtrationseigenschaften der Maske?
- Geht Wasserdampf, resp. gasförmiges Wasser, oder Luftfeuchtigkeit durch die Schutzmasken hindurch?
- Geht Rauch (Zigarettenrauch) durch die Schutzmaske hindurch? (Staubsauger, Membranfilter 0.45 mm)
- Gehen Pollen oder Bärlappsporen durch die Schutzmaske hindurch? (Nützen Schutzmasken bei Allergien?)
- Gehen Aerosole durch die Masken hindurch? (Material: Wasserzerstäuber, Blackbox, starke Lampe oder Diaprojektor, Laser, Kamera...)
- Werden Bakterien in Aerosolen durch die Maske zurückgehalten? (Evt. eine ungefährliche Bakterien-suspension mit Wasserzerstäuber durch die Maske auf Nähragar blasen, Blindprobe aufstellen. Mit Schutzmaske im Freien oder im Ab-

zug arbeiten, alle Oberflächen danach mit Ethanol desinfizieren)

- Mikrobiologische Untersuchung von getragenen Masken – Abklatschtest aussen und innen auf Nähragar.
- Antibakterielle Beschichtungen auf Schutzmasken aufbringen und testen.
- Was passiert, wenn ich farbige Lösungen filtriere? Z.B. Wasser mit pH-Indikatoren? Ethanol mit Sudan III Rot?

5. Resultate

Die wichtige Filterwirkung von Schutzmasken aus Polypropylen in Bezug auf Aerosole, resp. auf wässrige Flüssigkeiten, kann sehr schön demonstriert werden. Der Zusammenhang von Moleküleigenschaften und zwischenmolekularen Kräften kann hier an einem spannenden Praxisbeispiel angewendet und vertieft werden.

In Bezug auf die Filterwirkung von feinen Partikeln (Exp. 4) schliesst die hydrophilisierte Maske (C) recht gut ab. Auch mit normalen Cellulosefiltern (A) ist es schwierig, eine Calciumcarbonat-Suspension zu filtrieren. Dies gelingt normalerweise nur mit den feinporigen Cellulosefiltern (B).

Die von den Schüler/-innen jeweils vor der Durchführung der Experimente geforderten Hypothesen-Bildung über das mögliche Resultat, zeigt wie mit Hilfe der eigenen Modellvorstellungen und den vorhandenen Informationen eine Prognose entstehen kann. Sehr wichtig sind hier auch die verschiedenen möglichen Erklärungen zu den

Filtrations- und andere Experimente mit Atemschutz-Masken
 (Fortsetzung)

52

Prognosen: «Ich denke, dass das Wasser durch den Filter hindurch geht, weil die Poren gross genug sind für die Flüssigkeit». «Wässrige Lösungen kann man mit jedem Filter filtrieren». «Da Wasserteilchen im flüssigen Zustand beweglich und viel kleiner als die Poren sind, sollten sich diese durch die Poren bewegen können».

Wenn das Resultat des Experiments die eigenen Vermutung oder Hypothese widerlegt, so müssen andere Erklärungen gesucht oder gefunden werden.

6. Diskussion

Bei der Diskussion der beobachteten Resultate ist es wichtig, dass sich die Lehrperson mit Erklärungen zurückhält und die Diskussion lediglich moderiert und gegebenenfalls nachfragt. Die Diskussion sollte in der Klasse stattfinden, bis sich diese auf die beste Erklärung geeinigt hat.

Die Diskussion der Experimente 1 bis 4 gelingt meistens recht gut. Bei der Diskussion des Resultats aus Experiment 5 ist jedoch wieder Kreativität gefragt. Die beste Erklärung dieses Resultats wird im nächsten c+b publiziert.

Nachdem alle Versuche von der Klasse diskutiert wurden, kann die Schlussfrage gestellt werden: Hatte Daniel Koch recht mit seiner Aussage, dass Schutzmasken nichts bringen?

7. Schlusswort

Die hier vorgestellten kleinen Experimente zum Thema Filterwirkung von Schutzmasken sind im Rahmen des Chemielabors in Coronazeiten entstanden, als im Unterricht Maskenpflicht herrschte. Wir waren nach dem Lockdown alle wieder froh, im Labor arbeiten zu können und die Schüler versuchten gerade im Praktikum zum Thema Trennmethoden eine wässrige Suspension aus Calciumcarbonat mit Papierfiltern (A) zu filtrieren. Das Experiment gelingt aber nur, wenn man den feinporigen Papierfilter (B) benutzt. In einer freien Minute begann der Autor mit den Schutzmasken zu spielen und diese als Filter für die vorhandene Suspension zu benützen. Der Rest hat sich dann einfach so ergeben.

8. Quellenverzeichnis

- [1] Ming Hui Chua et al., Xian Jun Loh: Face Masks in the New COVID-19 Normal: Materials, Testing, and Perspectives; Research, Vol 2020, 7.8.2020, Article ID 7286735
- [2] Abbas Tcharhtchi et al.: An overview of filtration efficiency through the masks: Mechanisms of aerosol penetration; Bioactive materials, KeAi Publishing, 2021, 6 (1), pp 106-122, HAL-Id: hal-02937492
- [3] Fischer et al., Low-cost measurement of face mask efficacy for filtering expelled droplets during

speech, Science Advances 2020; 6: eabd3083, 2.9.2020,

[4] APA citation: Nanofiber masks can be sterilized multiple times without performance deterioration (17.6.2020), received on 26.2.2021 from <https://phys.org/news/2020-06-nanofiber-masks-sterilized-multiple-filter.html>

[5] Sana Ullah et al., Reusability Comparison of Melt-blown vs. Nanofiber Face Mask Filters for Use in the Coronavirus Pandemic, ACS Applied Nano Materials (2020). DOI: 10.1021/acsnm.0c01562

[6] John Toon, 6.4.2020, on 20.10.2021 from: <https://news.gatech.edu/news/2020/04/06/filtration-engineers-offer-advice-do-it-yourself-face-masks>

[7] 20.10.2021: <https://www.abiweb.de/organische-chemie/naturstoffchemie/fette/tenside/grenzflaechenaktivitaet.html>

[8] 20.10.2021: <https://de.wikipedia.org/wiki/Grenzflaechenspannung>

[9] 20.10.2021: <https://de.wikipedia.org/wiki/Oberflaechenspannung>

[10] 20.10.2021: <https://www.dw.com/de/meltblown-verfahren-so-entsteht-das-corona-maskenfiltervlies/a-53453856>

Autor:

Markus Thomas Müller, Dr.sc.nat.ETH, Kantonsschule, Speicherstrasse 10, 8500 Frauenfeld, markus.mueller@kftg.ch

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@edulu.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 Lycée Denis-de-Rougemont NE

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

Roger Deuber rdeuber@gmail.com
Kantonsschule Baden AG

Christine Guesdon Lüthi christine.guesdon@bluewin.ch

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

Impressum c+b

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

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

- 9.12.2021
- 12.5.2022

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

Auflage 600 Exemplare. Druck: onlineprinters.ch

Autoren in dieser Ausgabe:

- Klemens Koch
- Johannes Hoffner, Antoinette Stocker
- Anne-Laure Rauber
- Andreas Bartlome
- Thomas Engeloeh, Silvio Steiner, Jutta Waser, Claudia Zwahlen
- Günter Baars
- Michael Bleichenbacher, Hansrudolf Dütsch
- Markus Müller

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

Mitgliedschaft im VSN/SSPSN/ASISN

Liebe Kollegin, lieber Kollege,
ich möchte Sie über die beiden Möglichkeiten einer VSN-Mitgliedschaft informieren. Dabei ermutige ich Sie, als A-Mitglied auch dem Verein Schweizerischer Gymnasiallehrerinnen und -lehrer (VSG) beizutreten und so die allgemeinen Anliegen der Gymnasial- und Fachmittelschullehrerschaft zu unterstützen. Der VSG ist ein wichtiger Partner und Interessensvertreter für uns in Schule, Politik und Gesellschaft.

54

A-Mitgliedschaft

Sie treten dem Verein Schweizerischer Gymnasiallehrerinnen und Gymnasiallehrer (VSG) und zugleich dem Fachverband N (VSN) bei. Damit erhalten Sie das Gymnasium Helveticum (GH) des VSG, das Bulletin «c+b» unseres Fachverbandes und verschiedene Vergünstigungen. Sie können vergünstigt an Kursen des Fachverbandes N teilnehmen.

Jahresbeitrag : Fr. 170.– (VSG Fr. 140.– und VSN Fr. 30.–)

B-Mitglied

Sie treten nur dem Verein Schweizerischer Naturwissenschaftslehrerinnen und -lehrer (VSN) bei, also nur dem Fachverband N. Damit erhalten Sie nur das Bulletin «c+b» des Fachverbandes N und können vergünstigt an Weiterbildungskursen des Fachverbandes N teilnehmen.

Jahresbeitrag : Fr. 35.–

Anmeldung

Bei Klemens Koch (klemens.koch@gbsl.ch) oder auf der Homepage des VSN:

www.vsn.ch

Rechnungsstellung

Bei Eintritt erfolgt die Rechnungsstellung durch den VSN, in späteren Vereinsjahren durch den VSG

Die VSN-Statuten finden Sie im Internet unter der Adresse : www.vsn.ch

Es würde mich freuen, Sie im VSN und gerne auch im VSG begrüßen zu dürfen und hoffe auf eine aktive Mitarbeit im Fachverband N (VSN) und im VSG.

Mit freundlichen Grüßen

Klemens Koch
Präsident VSN/SSPSN/ASISN

Adhésion au VSN/SSPSN/SSISN

Chère collègue, cher collègue,
j'aimerais attirer votre attention sur les deux façons de devenir membre de la Société des Professeurs de Sciences Naturelles SSPSN. Je vous recommande particulièrement l'adhésion de type A. La Société Suisse des Professeurs de l'Enseignement Secondaire (SSPES) s'engage dans les questions générales de l'enseignement gymnasial et des écoles de culture générale. La SSPES est donc pour nous un partenaire important qui défend nos intérêts dans l'école, en politique et dans la société.

Membres A

Les membres de type A appartiennent à la Société Suisse des Professeurs de l'Enseignement Secondaire (SSPES) et à la SSPSN. Ils reçoivent le bulletin «c+b» de notre société, la revue Gymnasium Helveticum (GH) de la SSPES et bénéficient de nombreuses réductions. Ils peuvent participer aux cours de perfectionnement de la SSPSN à prix réduit.

Cotisation annuelle : Fr. 170.- (Fr. 140.- pour la SSPES et 30.- pour la SSPSN)

Membres B

Les membres de type B n'appartiennent qu'à la SSPSN. Ils reçoivent le bulletin «c+b» de notre société, et peuvent participer aux cours de perfectionnement qu'elle organise à prix réduit.

Cotisation annuelle : Fr. 35.-

Inscription

Auprès de Klemens Koch (klemens.koch@gbsl.ch) ou sur la site Internet de la SSPSN: www.sspsn.ch



Facturation

La facture de la cotisation pour l'année d'entrée dans la Société est envoyée par la SSPSN, et celle des cotisations ordinaires par la SSPES.

Les statuts de la SSPSN se trouvent sur le site : www.sspsn.ch

Je serais heureux de pouvoir vous accueillir au sein de la SSPSN et aussi de la SSPES. Et je vous souhaite de pouvoir prendre une part active dans nos sociétés.

Avec mes meilleures salutations

Klemens Koch
Président VSN/SSPSN/ASISN

