

Verein Schweizerischer Naturwissenschaftslehrerinnen und -lehrer (VSN)
 Société Suisse des Professeurs de Sciences Naturelles (SSPSN)
 Associazione Svizzera degli Insegnanti di Scienze Naturali (ASISN)
111. Jahrgang, September 2026



Zentralkurs Cours central 2026

VSN-SSPSN-ASISN

**Köniz | Bern
7.10. – 9.10.2026**

**www.zentralkurs.ch
www.courscentral.ch**

Berichte aus dem Verein / Actualités de la société

160 Years of Prix Schläfli

Zentralkurs 2026 in Köniz

Des principes actifs sous un « capot de camouflage » : la chimie derrière les promédicaments et les codrogues

MINT Frauennetzwerk – Berufswahl braucht Vorbilder

Échanges de pratiques entre enseignants de biologie et de chimie du canton de Vaud au Tessin

2



Fluoreszenz einer 5-ASA-Lösung (Ducci)
Fluorescence d'une solution de 5-ASA (Ducci)
MINT Frauennetzwerk (Pejic-Glisic)
Réseau de femmes MINT (Pejic-Glisic)

	Inhalt	Contenu	
VEREIN SOCIÉTÉ	4 aktuelle Mitteilungen aus dem VSN 6 Westschweizer Biologiekommission Tätigkeitsbericht 2025–2026	dernières informations de la SSPSN Commission Romande de Biologie Rapport d'activité 2025-2026	
VERANSTALTUNGEN / ÉVÉNEMENTS	8 Honor the Past and embrace the Future: 160 Years of Prix Schläfli		
WEITERBILDUNG FORMATION CONTINUE	9 Zentralkurs 2026	Cours Central 2026	3
UNTERRICHT ENSEIGNEMENT	14 Wirkstoffe mit Tarnkappe: Die Chemie hinter Pro- und Codrugs 15	Des principes actifs sous un « capot de camouflage » : la chimie derrière les promédicaments et les codrogues	
VERANSTALTUNGEN / ÉVÉNEMENTS	24 MINT Frauennetzwerk – Berufswahl braucht Vorbilder 28 Austausch über Unterrichtspraktiken zwischen Biologie- und Chemielehrkräften aus dem Kanton Waadt und dem Tessin	Réseau de femmes MINT – Le choix d'une profession passe par des modèles Échanges de pratiques entre enseignants de biologie et de chimie du canton de Vaud au Tessin	
ADRESSEN ADRESSES	30 Verein, Vorstand, Impressum	Société, comité, impressum	

Liebe Kolleginnen und Kollegen, hier aktuelle Mitteilungen aus dem VSN:

Zentralkurs 2026, 7. bis 9. Oktober, am Gymnasium Lerbermatt, Köniz (BE)

Der Zentralkurs mit Aktivitäten rund um den Chemie- und Biologieunterricht rückt näher. Er findet vom 7. bis 9. Oktober 2026 am Gymnasium Lerbermatt in Köniz bei Bern statt. Nehmt teil, trifft Kolleginnen und Kollegen aus der ganzen Schweiz, lernt Neues und gebt Neues weiter. Informationen findet Ihr auf <https://zentralkurs.lerbermatt.ch/> und in diesem Heft.

Generalversammlung 2026 des VSN

Die Generalversammlung 2026 des VSN ist am Mittwochmittag, 7. Oktober, im Rahmen des Zentralkurses geplant. Neben den statuarischen Traktanden werden für die nächste Wahlperiode 2026-2029 neue engagierte Mitglieder für die Mitarbeit in den Arbeitsgremien (Vorstand, teilweise Kommissionen) gesucht. Genauere Angaben und die Traktanden werden auf der Website www.vsn.ch zu finden sein.

Akademie der Naturwissenschaften (SCNAT) für Schüler*innen: 160 Jahre Schläflipreis

Der Schläflipreis ist der älteste Wissenschaftspreis der Schweiz und für junge Wissenschaftler ein Karriere-Sprungbrett. Er wird in den Bereichen Biologie, Chemie, Geowissenschaften, Mathematik und Astronomie verliehen.

Am 13. November 2026 veranstaltet die SCNAT auf dem Gurten in Bern ein Minisymposium für besonders motivierte Gymnasiastinnen und Gymnasiasten sowie deren Lehrkräfte, bei dem die Möglichkeit besteht, Preisträgerinnen und Preisträger des Schläfli-Preises zu treffen und sich mit ihnen auszutauschen. Anmeldungen sind bis zum 30. September 2026 möglich.

Ich wünsche allen einen guten Schulstart, mit herzlichem Gruss.

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

Chères collègues, chers collègues, voici les dernières informations de la SSPSN :

Cours central 2026, du 7 au 9 octobre, au lycée Lerbermatt, à Köniz (BE)

Le cours central, qui propose des activités liées à l'enseignement de la chimie et de la biologie approche à grands pas. Il aura lieu au lycée Lerbermatt, à Köniz près de Berne, du 7 au 9 octobre 2026. Participez, rencontrez des collègues de toute la Suisse, découvrez de nouvelles idées et partagez vos connaissances. Vous trouverez toutes les informations sur <https://zentralkurs.lerbermatt.ch/> et dans ce livret.

Assemblée générale 2026 de la SSPSN

L'assemblée générale 2026 de la SSPSN est prévue le mercredi 7 octobre à midi, dans le cadre du cours central. Outre les points statutaires à l'ordre du jour, nous recherchons de nouveaux membres engagés pour siéger au sein des instances de travail (comité directeur, certaines commissions) pour le prochain mandat 2026-2029. Vous trouverez des informations plus détaillées ainsi que l'ordre du jour sur le site www.vsn.ch.

Académie des sciences naturelles (SCNAT) pour les élèves : Les 160 ans du prix Schläfli

Le prix Schläfli est le plus ancien prix scientifique de Suisse et constitue un tremplin pour la carrière des jeunes scientifiques. Il est décerné dans les domaines de la biologie, de la chimie, des sciences de la terre, des mathématiques et de l'astronomie.

Le 13 novembre 2026, la SCNAT organise un mini-symposium au Gurten à Berne, pour les gymnasien·nes très motivé·es et leurs enseignant·es, avec la possibilité de rencontrer et discuter avec des lauréat·es du Prix Schläfli. Les inscriptions sont ouvertes jusqu'au 30 septembre 2026.

Je vous souhaite à tous une bonne rentrée scolaire, avec mes salutations les plus chaleureuses.

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

Les nouveaux membres. Bienvenue à la SSPSN ! Neue Mitglieder. Herzlich willkommen im VSN!

Aykut Ayse Özlem	PHBern
Bachmeier Noemi	PHBern
Bähler Peter	Gymnasium Biel Seeland
Corboz Juliette	KSA
Daehler Alain	Kantonsschule Hohe Promenade
Duan Yitao	PHBern
Geldmacher Thomas	KME Zürich
Hari Yvonne	Kantonsschule Küsnacht
Hug Isabelle	Gymnasium Lerbermatt
Islami Valdrin	PHBern
Jacobi Ottilie	PHBern
Kaspar Susanne	GYMO Langenthal
Kessler Sarah	ETH Zürich
Klaus Oliver	Kantonsschule Limmattal
Kreuzen Nick	Kantonsschule Zug
Lüchinger Norman	ETH Zürich
Mulaku Valentina	PHBern
Renggli Kasper	Gymnasium Kirschgarten Basel
Sarvanathan Thanuga	BS Aarau
Schädler Florin	PHBern
Schafroth Michael	MNG
Schönenberger Mischa	Gymnasium St. Antonius, Appenzell
Shved Vadym	PHBern
Strassen Alec	NKSA
von Scala Claudia	ETH Zürich
Walter Julian	ETH Zürich

5

Commission Romande de Biologie Rapport d'activité 2025-2026

La Commission Romande de Biologie (CRB) s'est réunie le 13 mars 2025 et le 6 novembre 2025 à Lausanne ainsi que le 6 mars 2026 à Gryon .

6

La dizaine de membres du comité scientifique actuel proviennent de tous les cantons romands à l'exception du Jura. Matthias Müller (VD) gère la trésorerie avec l'aide d'Elvire Carrupt (VS), Byron Papadopoulos (NE) gère le site de la CRB, Anne-laure Rauber (BE) est la présidente.

Les deux activités principales de la commission restent :

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

Cours de formation continue organisés par la CRB durant l'année scolaire 2025-2026 :

- **Cours BYOD - Enseignement numérique en biologie au SII**, le samedi 17 mai 2025 :
Participation à divers ateliers :

Atelier 1 : "La banane, le chimpanzé et nous : à la lumière de l'évolution"
Dr. Marie-Claude Blatter, SIB, et Dr. Laurent Falquet, UniFr et SIB

Atelier 2 : "Le blob, un organisme unicellulaire aux capacités étonnantes"
Elvire Carrupte, enseignante SII Genève

Atelier 3 : "Enrichir l'enseignement de la biologie avec des outils numériques interactifs"
Patrick Presi, Gymnase de Bienne et du Jura bernois

Westschweizer Biologiekommission Tätigkeitsbericht 2025–2026

Die Westschweizer Biologiekommission (CRB) tagte am 13. März 2025 und am 6. November 2025 in Lausanne sowie am 6. März 2026 in Gryon.

Die rund zehn Mitglieder des aktuellen wissenschaftlichen Ausschusses stammen aus allen Kantonen der Romandie mit Ausnahme des Jura. Matthias Müller (VD) verwaltet die Finanzen mit Unterstützung von Elvire Carrupt (VS), Byron Papadopoulos (NE) betreut die Website der CRB, Anne-Laure Rauber (BE) ist die Präsidentin.

Die beiden Hauptaktivitäten der Kommission bleiben:

1. der Austausch von Informationen und Praktiken zwischen Kollegen, die in sehr unterschiedlichen kantonalen Rahmenbedingungen arbeiten
2. die Konzeption und Organisation von Weiterbildungskursen für Biologielehrer der Sekundarstufe II (Maturitätsschule, Allgemeinbildende Schule, Handelsschule).

Von der CRB im Schuljahr 2025–2026 organisierte Weiterbildungskurse:

- **BYOD-Kurs – Digitaler Unterricht in Biologie auf der Sekundarstufe II**, Samstag, 17. Mai 2025:
Teilnahme an verschiedenen Workshops:

Workshop 1: «Die Banane, der Schimpanse und wir: im Lichte der Evolution»
Dr. Marie-Claude Blatter, SIB, und Dr. Laurent Falquet, UniFr und SIB

Workshop 2: «Der Blob, ein einzelliger Organismus mit erstaunlichen Fähigkeiten»
Elvire Carrupte, Lehrerin SII Genf

Workshop 3: «Bereicherung des Biologieunterrichts durch interaktive digitale Tools»
Patrick Presi, Gymnasium Biel und Berner Jura



Atelier 4 : "Mon gène"

Dr. Marie-Pierre Chevron, CERF et Lola Hostettler, Collège de Gambach

Atelier 5 : "L'IA de traitement de texte dans l'enseignement"

Antoine Merckelbach, Ecole de culture générale de Freiburg

Atelier 6 : "Escape game en biologie"

Anja Stauffer, Gymnase intercantonal de la Broye

Workshop 4: «Mein Gen»

Dr. Marie-Pierre Chevron, CERF und Lola Hostettler, Collège de Gambach

Workshop 5: «KI in der Textverarbeitung im Unterricht»

Antoine Merckelbach, Allgemeinbildende Schule Freiburg

Workshop 6: «Escape Game in der Biologie»

Anja Stauffer, Interkantionales Gymnasium der Broye

• Cours sur l'Hydre d'eau douce, le samedi 22 novembre 2025 :

L'Hydre comme organisme modèle en évolution, biologie cellulaire et biologie du développement. Approche théorique et pratique. Appropriation du modèle de l'Hydre d'eau douce (*H. viridissima*, *H. vulgaris*)

Intervenants : Prof Brigitte Galliot et Dr Wanda Buzgariu (Université de Genève)

Lieu : Gymnase de Morges, Av. de Marcelin 33, 1110 Morges

• Kurs über die Süßwasserhydra, Samstag, 22. November 2025:

Die Hydra als Modellorganismus in den Bereichen Evolution, Zellbiologie und Entwicklungsbiologie. Theoretischer und praktischer Ansatz. Aneignung des Modells der Süßwasserhydra (*H. viridissima*, *H. vulgaris*)

Referentinnen: Prof. Brigitte Galliot und Dr. Wanda Buzgariu (Universität Genf)

Ort: Gymnase de Morges, Av. de Marcelin 33, 1110 Morges

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

Pädagogischer/didaktischer Austausch:

Die Sitzungen der CRB sind auch ein idealer Ort für den Austausch von Praktiken, Dokumenten und Ressourcen im Zusammenhang mit unserem Unterricht sowie für Diskussionen über die verschiedenen kantonalen Richtlinien.

Anne-Laure Rauber,
Präsidentin der CRB



Honor the Past and embrace the Future: 160 Years of Prix Schläfli

13 November 2026 • 13.00–18.00 • Gurten, Bern

Highly motivated **high school students and their teachers** are invited to meet and discuss with laureates of the scientific Prix Schläfli at a mini-symposium.

Every year, the Swiss Academy of Sciences SCNAT awards the **Prix Schläfli** to young scientists who have published outstanding and relevant research from their doctoral theses. The prize has been awarded for 160 years in the natural science disciplines of biology, chemistry, geosciences, mathematics, astronomy and physics. To promote young people's interest in the natural sciences, SCNAT organises a mini-symposium in which laureates will participate.

Information

Venue: Gurten Pavillon,
Wabern bei Bern

Date: 13 November 2026

Time: 13.00–18.00

Language: English

Support: Schools may apply for financial support to cover travel costs

Registration: Deadline for registration
15 October 2026

Programme

13.00	Welcome Coffee
13.30	Introduction
13.50	Echoes from the Past TANJA SCHWANDER, Laureate 2009, University of Lausanne – research of A. Forel, Laureate 1872, myrmecologist, and comparison with newest knowledge
14.10	Inspiring Talk XAVIER DUMUSQUE, Laureate 2014, University of Geneva – Planetary sciences
14.30	Scientific Speed Dating with Laureates
15.30	Break
16.00	Panel Discussion on Academic Careers
16.45	Improvisation Theatre with TDB improtheater Bern, with the help of the participants
17.30	Closure and Aperó



**Prix
Schläfli**
since 1866



mint.scnat.ch/160_years_prix_schlaefli





Zentralkurs Cours central 2026

VSN-SSPSN-ASISN

Köniz | Bern
7.10. – 9.10.2026

www.zentralkurs.ch
www.courscentral.ch

9

Die Anmeldung für den Zentralkurs 2026 Köniz ist offen!

Melde dich jetzt an.

Die Anmeldung läuft noch bis zum 16.08.26.



Highlights aus dem Programm:

Vortrag:

Prodrugs – maskierte Wirkstoffmoleküle
Prof. Dr. M. Ducci

Die pharmazeutische Industrie greift mitunter tief in die biochemische Trickkiste. Überraschend prominente Arzneimittel funktionieren nach dem Prodrug-Konzept. Im Experimentalvortrag werden umfangreiche Anregungen (Unterrichtskonzept, Experimente, Modelle) gegeben, auf welche Weise diese spannende und fächerübergreifende Thematik forschend-entwickelnd in den naturwissenschaftlichen Unterricht (Chemie, Biologie) der Sek II implementiert werden kann.
(Dazu wird auch ein Workshop angeboten).

Exkursion:

Konservation und Restauration
Hochschule für Künste Bern, HKB

Praxis der Provenienz- und Farbpigment-Analytik.

Einblicke in die Materialalterungsforschung.

Vorstellung eines Tatort-Kunst-Workshops für Mittelschulen.

Das OK Zentralkurs-Lerbermatt 2026 freut sich, euch bald am grössten Weiterbildungskurs für Chemie der Schweiz begrüßen zu dürfen. Die Ausführung in Köniz, Bern, 2026 ist eine besondere. Zum ersten Mal gesellen sich Lehrkräfte der Biologie am Donnerstag mit Workshops zu uns! Der Zentralkurs dieses Jahr verspricht einen weiterführenden, interdisziplinären Austausch mit Kolleg:innen aus der ganzen Schweiz.

Kommen lohnt sich!



Programm Zentralkurs Köniz 2026

10

Mittwoch 7.10.	Donnerstag 8.10.
08:00 Ankommen	8.30 Uhr Vortrag 3 , Ducci -Prodrugs
9.00 Uhr Begrüssung Vortrag 1 , Broekmann - Elektrochemie	9.30 Uhr Kaffee und Marktstände
10.30 Uhr Kaffee und Marktstände	10:00 Workshop Runde 3 , 90 Minuten
11.00 Uhr Workshop-Runde 1 45 Minuten	11.30 Uhr Vortrag 4 , Brunner, Hari - Balmer-Preis 2025
Mittagessen, Kaffee und Marktstände	Mittagessen, Kaffee und Marktstände
13.00 Uhr Generalversammlung VSN	13.00 Uhr Workshop-Runde 4 , 90 Minuten
14.00 Uhr Workshop-Runde 2 90 Minuten	14.30 Uhr Kaffee und Marktstände
15.30 Uhr Kaffee und Marktstände	14.45 Uhr Workshop-Runde 5 90 Minuten
16.00 Uhr Vortrag 2 , Mohr - Aerosolchemie	16.30 Uhr Vortrag 4 , Polacek – Non-Coding RNA
17.15 Uhr Apéro riche	18.30 Uhr Gala-Dinner



Programm Biologietag Zentralkurs Köniz 2026 (Do, 8.10.)

Biologietag (D)	Journée de biologie (F)
7.45 Uhr Ankunft, Registrierung 8.15 Uhr Begrüssung im Workshop-Raum	
8.30 Uhr Workshop Teil 1 Kaffee-Pause	09:45 Acceuil
11.15 Uhr Ende Workshop Teil 1	10:00 Atelier 1: ADN
11.30 Uhr Vortrag Balmerpreis 2025 (T. Hari, D. Brunner)	11.30 Présentation Prix Balmer 2025 (T. Hari, D. Brunner)
12.15 Uhr Mittagessen Kaffee und Marktstände	12:15 Dîner
13.15 Uhr Workshop Teil 2	13:15 Workshop 1: L'hydre, 60 Min.
Kaffee-Pause	14:15 Pause
	14:30 Workshop 2: le sol avec elegans, 90 Min.
17:00 Uhr Ende Workshop Bio	16.30 Présentation (optionale) (D) Prof. Norbert Polacek: "Nicht-kodierende RNA: Die dunkle Materie der Evolution?"
18.30 Uhr Gala-Dinner	18:30 Dîner du congrès (optional)

11

Die Exkursionen finden am Freitag 9.10. statt.

Deren Dauer und Zeitpunkt ist unterschiedlich.



Liste der Workshops

Ammoniak, Diesel der Zukunft	Hansruedi Dütsch
Animationen mit PPT	Amitabh Banerji
Berufsschule: QV-Prüfungen LaborantInnen EFZ	Gabriele Ilari
BNE-Lernsetting	Claudia Bohrmann-Linde
Chemiecastle Spiel	Massiot Philippe
Chemieolympiade	Andrin Hauenstein, Maren Sierck
Chemistry Cube: Säuren und Basen	Markus Müller
Digitale Messwerterfassung	Uwe Stechert
Digitale Übungen mit H5P	Patrik Locher
DNA, mehr als die Summe ihrer Teile	Berzelius: Frank Gfeller, Claudia Buser, Alfred Steinbach
EduEscape Games im Chemieunterricht	Isabel Rubner
Effizient und Fair prüfen	Enzo Marti
Energie im Chemieunterricht	Günter Baars
Erleben, Rätseln, Entdecken	Berzelius: Frank Gfeller, Claudia Buser, Alfred Steinbach
Experimente rund um CO₂	Klemens Koch, Thierry Chuard
Fliegen, mehr als CO₂	Hansruedi Dütsch
Geschichte der Wissenschaft: „Die wissenschaftlichen Revolutionen von Galileo Galilei und Antoine Lavoisier“	Bernhard Leyh
Grätzelle	Claudia Bohrmann-Linde
Green Chemistry mit Vernier-Sonden	Vance Carter, Lucrezia Oberli
Grüner Stahl	Rolf Hempelmann
KI im Chemieunterricht	Thomas Seilnacht
KI-Tutoren im Chemieunterricht	Klemens Koch, Wolfgang Spahn
Lab in a Drop 1	Stephan Matussek
Lab in a Drop 2	Stephan Matussek
LabBuddy – Laborunterricht	Rens van Wingerden

Leitprogramm Bindung	Amadeus Bärtsch
Low-cost Wasserstoff	Banerji
Mikrowellensynthesen	Berzelius: Frank Gfeller, Claudia Buser, Alfred Steinbach
Moderne Batterien	Amadeus Bärtsch
Pharmazeutischer Kontext	Matthias Ducci
Prüfen mit Moodle	Patrik Locher
Quantenchemie an der SII	Günter Baars
Selbstmotivierende Themen	Thomas Waniek
Simulationen auf der Teilchenebene	Jurgen Schnitker
SOL im Chemieanfangsunterricht	Wolfgang Kirsch
Spektroskopie und Kinetik	Bernhard Leyh
SuS-Versuche und Challenges	Adrian Blatter, Gabi Eugster
Thermodynamik	Markus Müller
Übergang Gymnasium – Uni	Gunnar Schwarz
Wärmebildkameras	Jonas Schönli

13



Übersicht Exkursionen

CSL Behring	Center for Space and Habitability
Atelier Verdan	HKB Konservation und Restauration
ARTORG Center for Biomedical Engineering Research	Departement für Chemie, Biochemie und Pharmazie, Uni Bern
Pharmazeutischer Dienst des Kantons Bern	Einstein und die Zeit
Felslabor Mont Terri	Batrec Recycling

Weitere Informationen zu den Exkursionen, Vorträge und Workshops werden laufend auf unserer Website hochgeladen:

www.zentralkurs.lerbermatt.ch

Wirkstoffe mit Tarnkappe: Die Chemie hinter Pro- und Codrugs

Prof. Dr. Matthias Ducci

Pädagogische Hochschule Karlsruhe, Institut für Chemie,
Bismarckstr. 10, 76133 Karlsruhe/D

14

Unwirksam bei der Einnahme, hocheffektiv am Zielort: Das Prodrug-Konzept revolutionierte den Transport von Medikamenten im Körper. Erfahren Sie an bekannten Beispielen, wie diese chemische Tarnkappe funktioniert und wie Sie das Thema spannend – inklusive Experimente – im Chemieunterricht der Sek. II vermitteln können.

Chemische Wirkstoffoptimierung: Das Prinzip der Prodrugs

Viele Arzneimittel wirken nicht direkt, sondern liegen als inaktive Vorläuferstrukturen vor – sogenannte Prodrugs. Erst durch körpereigene Stoffwechselprozesse oder chemische Veränderungen am Zielort wird der eigentliche Wirkstoff freigesetzt. Wozu der Umstand? Manchmal besitzt der optimale Wirkstoff Eigenschaften, die ihn daran hindern, an seinem eigentlichen Bestimmungsort zu gelangen. Dann ist es ratsam, seine Struktur vorübergehend zu ändern. Heutzutage machen Prodrugs rund zehn Prozent aller Medikamente aus (bei Neuzulassungen ca. 15 Prozent).

Das Prodrug-Konzept optimiert somit die Bioverfügbarkeit von Arzneistoffen, also deren Wirkort, -zeit und -ausmaß. Bei oraler Einnahme balanciert es die nötige Fett- und Wasserlöslichkeit für eine ideale Resorption im Magen-Darm-Trakt aus. Zudem schützt es Wirkstoffe vor dem First-Pass-Effekt – dem vorzeitigen Abbau durch die Lebermetabolisierung. Neben der Opti-

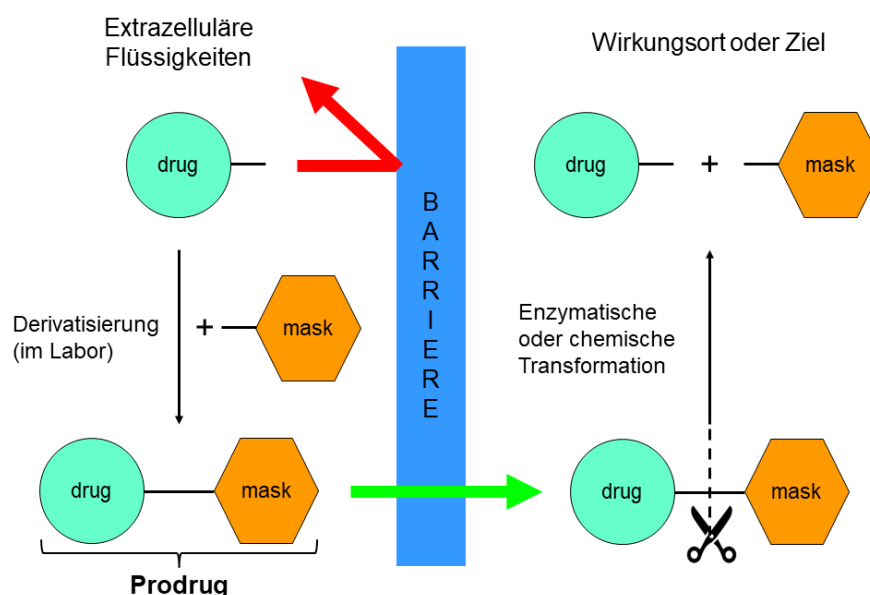


Abb. 1: Schematische Illustration des Prodrug-Konzepts

Fig. 1 : Illustration schématique du concept de promédicament

mierung für die parenterale Gabe (Injektionen) verbessert das Konzept auch die chemische Stabilität, den Geschmack und minimiert Nebenwirkungen.

Bei der Herstellung wird das wirksame Molekül häufig mit einem Hilfselement (Träger / Carrier / Promoietey / Mask) chemisch maskiert. Nach dem Transport über die biologische Barriere hinweg spaltet der Organismus diese Maske wieder ab, und das Medikament entfaltet seine volle Wirkung am Bestimmungsort (vgl. Abb. 1).

Am Beispiel des „prominenten“ Medikaments Propofol soll das Prodrug-Konzept nun konkretisiert werden:

Propofol (2,6-Diisopropylphenol) ist ein rasch wirksames Injektionsnarkotikum (u. a. bekannt durch den Tod Michael Jacksons 2009). Nachteile sind das fehlende Antidot, Injektionsschmerzen und die geringe Wasserlöslichkeit (150 µg/mL). Letztere erfordert lipidbasierte Emulsionen (z. B. in Sojaöl), die anfällig für bakterielle Kontaminationen sind. Zur Optimierung wurde das Prodrug Fospropofol entwickelt: Als Phosphorsäureester (Dinatriumsalz) steigert es die Wasserlöslichkeit auf 500 mg/mL. Im Körper spalten alkalische Phosphatasen das Prodrug innerhalb weniger Minuten über ein instabiles Halbacetal in Hydrogenphosphat, Formaldehyd und das aktive Propofol (vgl. Abb. 2).

Des principes actifs sous un « capot de camouflage » : la chimie derrière les promédicaments et les codrogues

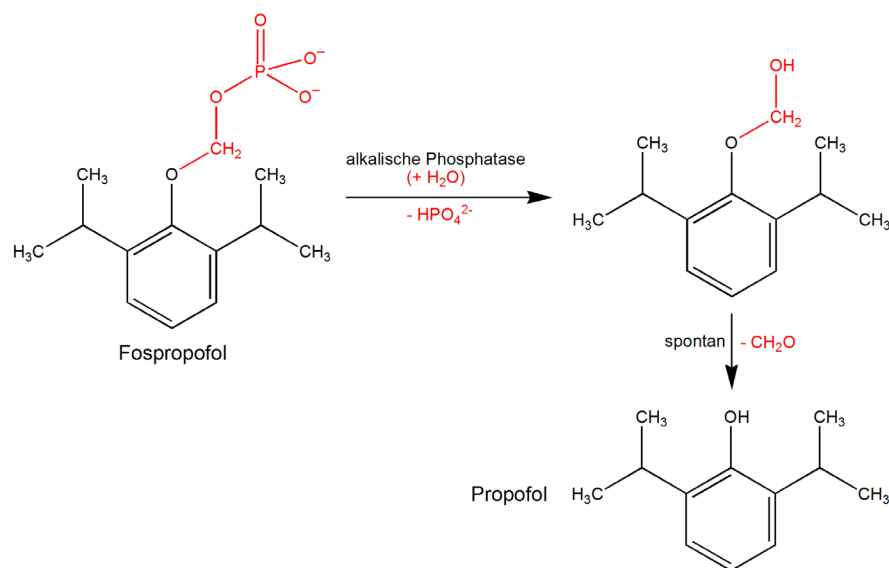
Prof. Dr Matthias Ducci, École supérieure de pédagogie de Karlsruhe,
Institut de chimie, Bismarckstr. 10, 76133 Karlsruhe/D

Inefficaces lorsqu'ils sont ingérés, hautement efficaces une fois arrivés à destination : le concept de promédicament a révolutionné le transport des médicaments dans l'organisme. Découvrez, à travers des exemples connus, comment fonctionne ce « camouflage » chimique et comment vous pouvez aborder ce sujet de manière captivante – avec des expériences à l'appui – dans vos cours de chimie du secondaire II.

Optimisation chimique des principes actifs : le principe des promédicaments

De nombreux médicaments n'agissent pas directement, mais se présentent sous forme de structures précurseurs inactives, appelées « promédicaments ». Ce n'est qu'à la suite de processus métaboliques propres à l'organisme ou de transformations chimiques au site d'action que le principe actif proprement dit est libéré. Pourquoi en est-il ainsi ? Parfois, le principe actif optimal possède des propriétés qui l'empêchent d'atteindre sa destination finale. Il est alors conseillé de modifier temporairement sa structure. Aujourd'hui, les promédicaments représentent environ 10 % de l'ensemble des médicaments (environ 15 % pour les nouvelles autorisations de mise sur le marché).

Le concept de promédicament optimise ainsi la biodisponibilité des principes actifs, c'est-à-dire leur site



15

Abb. 2: Abbau vom Prodrug Fospropofol durch Phosphatasen zum Narkotikum Propofol

Fig. 2: Dégradation du promédicament fospropofol par les phosphatases en propofol, un anesthésique

d'action, leur durée d'action et leur ampleur d'action. En cas d'administration par voie orale, l'équilibre liposolubilité et hydrosolubilité nécessaires à une absorption idéale dans le tractus gastro-intestinal. De plus, il protège les principes actifs contre l'effet de premier passage, c'est-à-dire leur dégradation prématurée par métabolisation hépatique. Outre l'optimisation pour l'administration parentérale (injections), ce concept améliore également la stabilité chimique et le goût, tout en minimisant les effets secondaires.

Lors de la fabrication, la molécule active est souvent chimiquement masquée par un élément auxiliaire

(vecteur / transporteur/ promoitié / masque). Après avoir franchi la barrière biologique, l'organisme élimine ce masque, et le médicament déploie alors pleinement son effet à son site d'action (cf. fig. 1).

Prenons l'exemple du « célèbre » médicament qu'est le propofol pour concrétiser le concept de promédicament : le propofol (2,6-diisopropylphénol) est un anesthésique injectable à action rapide (connu notamment pour avoir été impliqué dans la mort de Michael Jackson en 2009). Ses inconvénients sont l'absence d'antidote, la douleur liée à l'injection et sa faible solubilité dans l'eau (150 µg/mL). Cette dernière nécessite des émulsions à

Weitere bekannte Beispiele für Prodrugs sind das Herpesmedikament Valaciclovir (verbesserte Resorption im Darm, Metabolisierung zum Wirkstoff Aciclovir), das geschmacksverbesserte Antibiotikum Chloramphenicolpalmitat ($\rightarrow$ Chloramphenicol) und L-Dopa (überwindet die Blut-Hirn-Schranke, Umwandlung zu Dopamin) zur Bekämpfung der Parkinson'schen Krankheit (eine ausführlichere Darstellung dieser Beispiele ist in [1] zu finden).

Die bisher genannten Verbindungen eignen sich kaum für den experimentellen Chemieunterricht (Gründe: Beschaffung, komplexe Synthesen etc.). Welche Prodrugs stattdessen einen gewinnbringenden experimentellen Zugang im Unterricht ermöglichen, wird im Folgenden gezeigt.

Mesalazin: Therapie chronisch-entzündlicher Darmerkrankungen

Mesalazin (5-Aminosalicylsäure, 5-ASA) wird zur Behandlung chronisch-entzündlicher Darmerkrankungen (Morbus Crohn, Colitis ulcerosa) eingesetzt, indem es entzündungsfördernde Prostaglandine und Leukotriene hemmt. Im Unterricht lässt sich 5-ASA experimentell zunächst als pH-abhängiger Fluoreszenzindikator (Umschlagbereich bei pH 4) identifizieren: Eine wässrige Lösung fluoresziert unter UV-Licht ($\lambda = 365 \text{ nm}$) mintgrün (Abb. 3, Mitte). Bei Säurezugabe erlischt das Leuchten (Abb. 3, links),



Abb. 3: Das Auftreten und die Farbe der Fluoreszenz einer 5-ASA-Lösung sind pH-abhängig.

Fig. 3 : L'apparition et la couleur de la fluorescence d'une solution de 5-ASA dépendent du pH.

während es bei Zugabe von Natronlauge wieder auftritt und im stark Alkalischen blaugrün wird (Abb. 3, rechts [das Bild zeigt die Zugabe von Lauge zur zunächst angesäuerten Lösung]). Ursache hierfür sind pH-abhängige Gleichgewichte [1]. Für den Versuch ist eine hochwertige UV-Lichtquelle erforderlich, um ein Überstrahlen durch sichtbares Licht zu vermeiden.

Die orale Gabe von reiner 5-ASA führt zu einer vorzeitigen Resorption im Jejunum (mittlerer Dünndarm) und der anschließenden Metabolisierung zur inaktiven N-Acetyl-5-ASA. Um den

Wirkstoff intakt an seinen eigentlichen intestinalen Zielort (Dickdarm) zu transportieren, stehen zwei pharmakologische Strategien zur Verfügung:

1. Die Tabletten erhalten einen funktionellen Überzug, der säurebeständig ist und sich bei den vergleichsweise hohen pH-Werten im Darmbereich (pH 6-8) langsam auflöst (hierzu hat der Autor ebenfalls entsprechende Modellexperimente entwickelt, siehe [1]). Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass es neben Präparaten mit pH-abhängiger Freisetzung für den Bereich vom terminalen Ileum bis zum Rektum

base de lipides (par exemple dans l'huile de soja), qui sont sensibles aux contaminations bactériennes. Le promédicament fospropofol a été développé à des fins d'optimisation : sous forme d'ester d'acide phosphorique (sel disodique), il augmente la solubilité dans l'eau à 500 mg/mL. Dans l'organisme, les phosphatases alcalines clivent le promédicament en quelques minutes, via un héli-acétal instable, en hydrogénophosphate, en formaldéhyde et en propofol actif (cf. fig. 2).

D'autres exemples connus de promédicaments sont le valaciclovir, un mé-

dicament contre l'herpès (absorption intestinale améliorée, métabolisation en aciclovir, le principe actif), l'antibiotique au goût amélioré qu'est le palmitate de chloramphénicol (-> chloramphénicol) et la L-Dopa (qui franchit la barrière hémato-encéphalique et se transforme en dopamine) pour lutter contre la maladie de Parkinson (une présentation plus détaillée de ces exemples est disponible dans [1]).

Les composés mentionnés jusqu'à présent ne se prêtent guère à l'enseignement expérimental de la chimie (raisons : approvisionnement,

synthèses complexes, etc.). Nous montrerons ci-après quels promédicaments permettent en revanche une approche expérimentale enrichissante en classe.

Mésalazine : traitement des maladies inflammatoires chroniques de l'intestin

La mésalazine (acide 5-aminosalicylique, 5-ASA) est utilisée pour traiter les maladies inflammatoires chroniques de l'intestin (maladie de Crohn, colite ulcéreuse) en inhibant les prostaglandines et les leucotriènes pro-inflammatoires. En cours, le 5-ASA peut d'abord être identifié expérimentalement comme un indicateur de fluorescence dépendant du pH (point de basculement à pH 4) : une solution aqueuse émet une fluorescence vert menthe sous lumière UV ($\lambda = 365 \text{ nm}$) (fig. 3, au centre). L'ajout d'un acide éteint la fluorescence (fig. 3, à gauche), tandis que l'ajout de soude caustique la fait réapparaître et qu'elle vire au bleu-vert en milieu fortement alcalin (fig. 3, à droite [l'image montre l'ajout de soude caustique à la solution initialement acidifiée]). Ce phénomène s'explique par des équilibres dépendants du pH [1]. Cette expérience nécessite une source de lumière UV de haute qualité afin d'éviter toute interférence de la lumière visible.

L'administration par voie orale de 5-ASA pur entraîne une absorption précoce dans le jéjunum (partie médi-

Le balsalazide : un principe actif au cœur des maladies inflammatoires chroniques de l'intestin

Le balsalazide est un promédicament, c'est-à-dire qu'il est pharmacologiquement inactif sous sa forme initiale et qu'il n'est transformé en sa forme active qu'une fois dans l'organisme. Cette substance est constituée d'une molécule active, l'acide 5-aminosalicylique (5-ASA), liée par une liaison azoïque à une molécule porteuse, l'acide p-aminohippurique. Pourquoi procède-t-on ainsi ? Contrairement au balsalazide, le 5-ASA pur est absorbé prématurément dans l'intestin grêle et métabolisé en substances pharmacologiquement inactives. En revanche, le balsalazide traverse l'intestin grêle et est clivé par des bactéries dans le côlon, ce qui libère progressivement le 5-ASA actif.

C'est alors que cette molécule peut agir : le 5-ASA agit localement et possède un effet anti-inflammatoire. Elle inhibe la production de prostaglandines et de leucotriènes, des substances impliquées dans la réaction inflammatoire. Ainsi, le balsalazide permet de soulager les symptômes d'une maladie inflammatoire chronique de l'intestin (par exemple, la colite ulcéreuse), tels que les douleurs abdominales, la diarrhée et les saignements rectaux, et contribue à la cicatrisation de la muqueuse intestinale.

Encadré 1 : Texte d'information

18

auch weitere Produkte wie Pentasa (mit Ethylcellulose oder Acrylharz verkapselt) gibt. Diese setzen 5-ASA pH-unabhängig und gleichmäßig vom Duodenum bis zum Rektum frei. Für rein lokale Entzündungen im Enddarm stehen zudem Zäpfchen, Rektalschäume oder Klysmen zur Verfügung.

2. Der Wirkstoff 5-ASA wird als Prodrug verabreicht.

Ein schulgerechter Informationstext auf Basis einer Apothekeninformation führt die Lernenden in dieses Therapiekonzept ein (vgl. Kasten 1).

Im Folgenden steht der biochemische Prozess im Fokus, der zur Freisetzung von 5-ASA führt. Hierzu werden die Strukturformeln der beteiligten Verbindungen recherchiert und in einer vorläufigen Reaktionsgleichung zusammengeführt (vgl. Abb. 4). Balsalazid ist ein Azofarbstoff, aus dem durch Spaltung der Azo-Gruppe die beiden primären Amine 5-ASA und p-Aminohippursäure hervorgehen. Die Bestimmung der Oxidationszahlen zeigt, dass es sich hierbei um eine Reduktion handelt. Durch das Vervollständigen dieser Teilgleichung wird die genaue Funktion der bakteriellen Azoreduktasen chemisch geklärt.

Für den schulischen Modellversuch zur biologischen Balsalazid-Spaltung verspricht die Umsetzung mit einem Reduktionsmittel Erfolg. Dazu werden einige Kristalle Balsalazid in 3–4 mL

Balsalazid: Ein Wirkstoff im Fokus entzündlicher Darmerkrankungen

Balsalazid ist ein Prodrug, das heißt, es ist in seiner ursprünglichen Form pharmakologisch inaktiv und wird erst im Körper in seine aktive Form umgewandelt. Die Substanz besteht aus einem Wirkstoffmolekül 5-Aminosalicylsäure (5-ASA), das über eine Azobindung mit einem Trägermolekül, der p-Aminohippursäure, verbunden ist. Warum macht man das? Reines 5-ASA wird – im Gegensatz zu Balsalazid – frühzeitig im Dünndarm resorbiert und zu pharmakologisch unwirksamen Substanzen verstoffwechselt. Dagegen passiert Balsalazid den Dünndarm und wird durch Bakterien im Dickdarm gespalten, wodurch das aktive 5-ASA sukzessive freigesetzt wird.

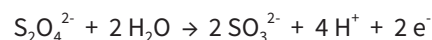
Und jetzt kann dieses Molekül seine Arbeit tun: 5-ASA wirkt lokal und hat eine entzündungshemmende Wirkung. Es hemmt die Produktion von Prostaglandinen und Leukotrienen, Substanzen, die an der Entzündungsreaktion beteiligt sind. Dadurch kann das Medikament Balsalazid die Symptome einer chronisch-entzündlichen Darmerkrankung (z. B. Colitis ulcerosa), wie Bauchschmerzen, Durchfall und rektale Blutungen, lindern und zur Heilung der Darmschleimhaut beitragen.

Kasten 1: Informationstext

Leitungswasser gelöst, mit einer kleinen Spatelspitze Natriumdithionit (ca. 0,02 g) sowie zwei Siedesteinchen versetzt und bis zum Sieden erwärmt. Die einsetzende Entfärbung der gelben Lösung zeigt die chemische Reaktion an.

Um zu überprüfen, ob die reduktive Spaltung analog zu Abbildung 4 verlaufen ist, wird die Lösung unter UV-Licht ($\lambda = 365 \text{ nm}$) analysiert. Sie zeigt dabei dieselbe mintgrüne Fluoreszenz wie eine 5-ASA-Referenzlösung (vgl. Abb. 5). Diese Fluoreszenz lässt sich charakteristisch durch Säurelöschung aufheben und mittels Lauge wieder hervorrufen.

Während die Balsalazid-Moleküle reduziert werden, oxidieren die Dithionit- zu Sulfite-Ionen:



Parallel dazu lässt sich die Reduktion durch naszierenden Wasserstoff untersuchen, die mittels Zink im sauren Milieu erzeugt wird (zur Versuchsvorschrift siehe [2]). Auch bei diesem Ansatz entfärbt sich die gelbe Balsalazid-Lösung. Da das Reaktionsgemisch stark sauer ist, zeigt die Produktlösung zunächst keine Fluoreszenz. Erst durch die Zugabe von Lauge wird das charakteristische Leuchten hervorgerufen.

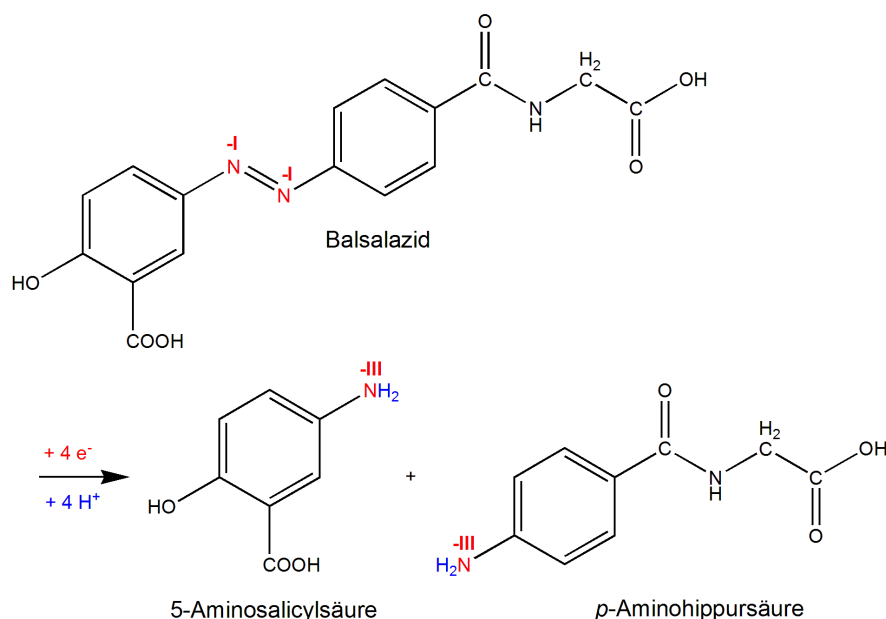


Abb. 4: Darstellung des Spaltprozesses von Balsalazid mit Strukturformeln.

Fig. 4 : Représentation du processus de clivage du balsalazide avec les formules développées.

ane de l'intestin grêle), suivie d'une métabolisation en N-acétyl-5-ASA inactif. Afin de transporter le principe actif intact jusqu'à sa cible intestinale proprement dite (le côlon), deux stratégies pharmacologiques sont disponibles :

1. Les comprimés sont recouverts d'un enrobage fonctionnel, résistant à l'acide, qui se dissout lentement aux pH relativement élevés de la partie intestinale concernée (pH 6-8) (l'auteur a également développé des expériences modèles à cet effet, voir [1]).

Il convient de mentionner qu'outre les préparations à libération dépendante du pH pour la zone allant de l'iléon terminal au rectum, il existe également d'autres produits tels que le Pentasa (enrobé d'éthylcellulose ou de résine acrylique). Ceux-ci libèrent le 5-ASA de manière uniforme, du duodénum au rectum, indépendamment du pH. Pour les inflammations purement locales du rectum, on dispose en outre de suppositoires, de mousses rectales ou de lavements.

2. Le principe actif 5-ASA est administré sous forme de promédicament.

Un texte d'information adapté au niveau scolaire, basé sur une notice pharmaceutique, initie les élèves à ce concept thérapeutique (cf. encadré 1).

19

Nous nous intéressons ci-après au processus biochimique qui conduit à la libération du 5-ASA. À cette fin, nous recherchons les formules structurales des composés impliqués et les regroupons dans une équation de réaction provisoire (cf. fig. 4). Le balsalazide est un colorant azoïque dont la scission du groupe azoïque donne naissance aux deux amines primaires que sont le 5-ASA et l'acide p-aminohippurique. La détermination des indices d'oxydation montre qu'il s'agit ici d'une réduction. En complétant cette équation partielle, on clarifie chimiquement la fonction exacte des azoréductases bactériennes.

Pour l'expérience scolaire visant à modéliser la clivage biologique du balsalazide, la mise en œuvre avec un agent réducteur promet d'être couronnée de succès. Pour cela, on dissout quelques cristaux de balsalazide dans 3 à 4 ml d'eau du robinet, on ajoute une petite pointe de spatule de dithionite de sodium (environ 0,02 g) ainsi que deux billes de cuisson, puis on chauffe jusqu'à ébullition. La décoloration progressive de la solution jaune indique que la réaction chimique est en cours.

Afin de vérifier si la dissociation réductrice s'est déroulée de manière ana-

Im Rahmen der Hochschuldidaktik (z. B. im Lehramtsstudium) oder in leistungsstarken Lerngruppen bietet es sich an, an dieser Stelle die Synthese von Balsalazid experimentell anzuschließen. Hierbei wird p- Aminohipursäure diazotiert und auf 5-ASA gekuppelt. Eine erprobte Versuchsvorschrift im Halbmikromaßstab ist in [2] zu finden.

Das Codrug-Konzept: Wirkstoffe im Doppelpack

Während Medikamente mit Balsalazid in Deutschland nicht zugelassen sind, kommen hierzulande neben reinen Mesalazin-Präparaten Pharmazeutika mit Sulfasalazin oder Olsalazin zum Einsatz. Diese Wirkstoffe repräsentieren eine besondere Variante der Arzneistoffvorstufen: das Codrug-Prinzip (auch Twin-Drug-Konzept). Die Pharmazeutische Zeitung beschreibt dieses Prinzip wie folgt:

„Das Co-Drug-Prinzip ist ein besonders attraktives Prodrug-Konzept. Zwei pharmakologisch wirksame Substanzen werden chemisch miteinander verbunden und im Körper durch Biotransformation freigesetzt. [...] Das Lehrbuchbeispiel des Colitis-ulcerosa-Medikaments Sulfasalazin, das im Darm durch die bakterielle Azoreduktase in die aktiven Wirkstoffe 5-Aminosalicylsäure und Sulfapyridin gespalten wird, sei hier nur erwähnt.“ [3]



Abb. 5: Von links nach rechts: wässrige Balsalazid-Lösung; dieselbe Lösung nach Umsetzung mit Natriumdithionit; die Produktlösung unter UV-Licht

Fig. 5 : De gauche à droite : solution aqueuse de balsalazide ; la même solution après réaction avec du dithionite de sodium ; la solution du produit sous lumière UV

Die Spaltung von Sulfasalazin ist in Abbildung 6 dargestellt. Obwohl die freigesetzte Komponente Sulfapyridin für zahlreiche Nebenwirkungen – darunter Nausea (Übelkeit), Dyspepsie (Oberbauchbeschwerden) und Cephalgie (Kopfschmerzen) – verantwortlich ist, besitzt sie eine eigenständige pharmakologische Relevanz: Als Sulfonamid entfaltet Sulfapyridin eine antibiotische Wirkung [4].

Maßgeschneiderte Moleküle: Olsalazin als Modell für Medikamenten-Design im Chemieunterricht

Für eine fachliche Vertiefung eignet sich die Erarbeitung der Synthese von

Olsalazin. Die einleitende Problemstellung lautet hierbei:

Wie muss die Strukturformel eines Moleküls aufgebaut sein, das als Codrug spezifisch gegen Darmentzündungen wirkt, ohne die antibiotischen Eigenschaften und Nebenwirkungen des sonst entstehenden Sulfapyridins aufzuweisen?

Die systematische Erarbeitung der Lösung orientiert sich am Schema in Abbildung 7.

Ausgangspunkt ist die Strukturformel von Sulfasalazin (vgl. Abb. 7, oben). Zunächst gilt es zu prüfen, inwieweit die Sulfapyridin-Teilstruktur entfernt wer-

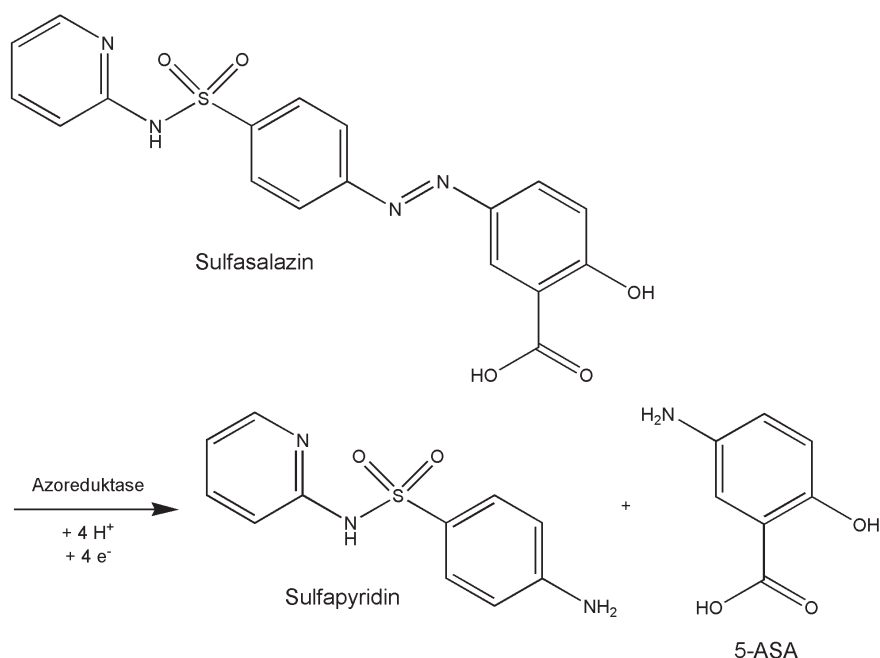


Abb. 6: Beim Codrug Sulfasalazin führt die Spaltung zu zwei pharmakologisch wirksamen Substanzen: 5-ASA und dem Antibiotikum Sulfapyridin.

Fig. 6 : Dans le cas de la codrogue « sulfasalazine », le clivage donne naissance à deux substances pharmacologiquement actives : le 5-ASA et l'antibiotique sulfapyridine.

logue à la figure 4, la solution est analysée sous lumière UV ($\lambda = 365 \text{ nm}$). Elle présente alors la même fluorescence vert menthe qu'une solution de référence de 5-ASA (cf. fig. 5). Cette fluorescence peut être supprimée de manière caractéristique par neutralisation acide et réactivée à l'aide d'une solution alcaline.

Tandis que les molécules de balsalazide sont réduites, les ions dithionite s'oxydent en ions sulfite :



Parallèlement, on peut étudier la réduction à l'aide de l'hydrogène dégagé, produit par le zinc en milieu acide (pour le protocole expérimental, voir [2]). Dans cette approche également, la solution jaune de balsalazide se décolore. Le mélange réactionnel étant fortement acide, la solution de produits ne présente dans un premier temps aucune fluorescence. Ce n'est qu'après l'ajout d'une solution alcaline que la luminescence caractéristique apparaît.

Dans le cadre de la didactique universitaire (par exemple dans la formation

des enseignants) ou au sein de groupes d'apprentissage performants, il est judicieux de poursuivre à ce stade par la synthèse expérimentale du balsalazide. Pour cela, l'acide p-aminohippurique est diazoté puis couplé au 5-ASA. Une procédure expérimentale éprouvée à l'échelle semi-micro est disponible dans [2].

Le concept de « codrug » : des principes actifs en duo

Alors que les médicaments à base de balsalazide ne sont pas autorisés en Allemagne, on utilise dans ce pays, outre les préparations à base de mésalazine pure, des produits pharmaceutiques contenant de la sulfasalazine ou de l'olsalazine. Ces principes actifs constituent une variante particulière des précurseurs de médicaments : le principe du « codrug » (également appelé concept « twin drug »). La revue Pharmazeutische Zeitung décrit ce principe comme suit :

« Le principe du codrug est un concept de promédicament particulièrement intéressant. Deux substances pharmacologiquement actives sont liées chimiquement l'une à l'autre et libérées dans l'organisme par biotransformation. [...] On se contentera ici de mentionner l'exemple type de la sulfasalazine, un médicament utilisé dans le traitement de la colite ulcéreuse, qui est clivée dans l'intestin par l'azoréductase bactérienne en deux

22

den kann. Das Resultat ist in der mittleren Struktur der Abfolge dargestellt: Die Azo-Gruppe muss zwingend erhalten bleiben, da sie als Angriffsstelle für die Darmbakterien dient. Als anschließende Teilstruktur an der Azo-Gruppe bietet sich die Salicylsäure an. Auf diese Weise entsteht das Dimer der 5-ASA – die Azosalicylsäure (Olsalazin) –, welches als Prodrug durch bakterielle Spaltung zwei Äquivalente des aktiven Wirkstoffs 5-ASA freisetzt.

Die experimentelle Umsetzung der Olsalazin-Synthese ausgehend von 5-Amino-2-methoxybenzoesäure lässt sich im ressourcenschonenden Halbmikromaßstab nach einer Vorschrift in [1] durchführen.

Die Lehrkraft ergänzt, dass diese Verbindung unter dem Namen Olsalazin – als wasserlösliches Dinatriumsalz – in Medikamenten zur Behandlung von Colitis ulcerosa eingesetzt wird. An dieser Stelle bietet es sich an, die historische Entwicklung des Wirkstoffs in den Unterricht einzubinden. Dessen Entdeckung basiert auf der wirtschaftlichen Notwendigkeit, ein industrielles Abfallprodukt aus einem anderen chemischen Prozess weiterzuverwenden – eine Substanz, die ursprünglich primär als Farbstoff genutzt wurde [5].

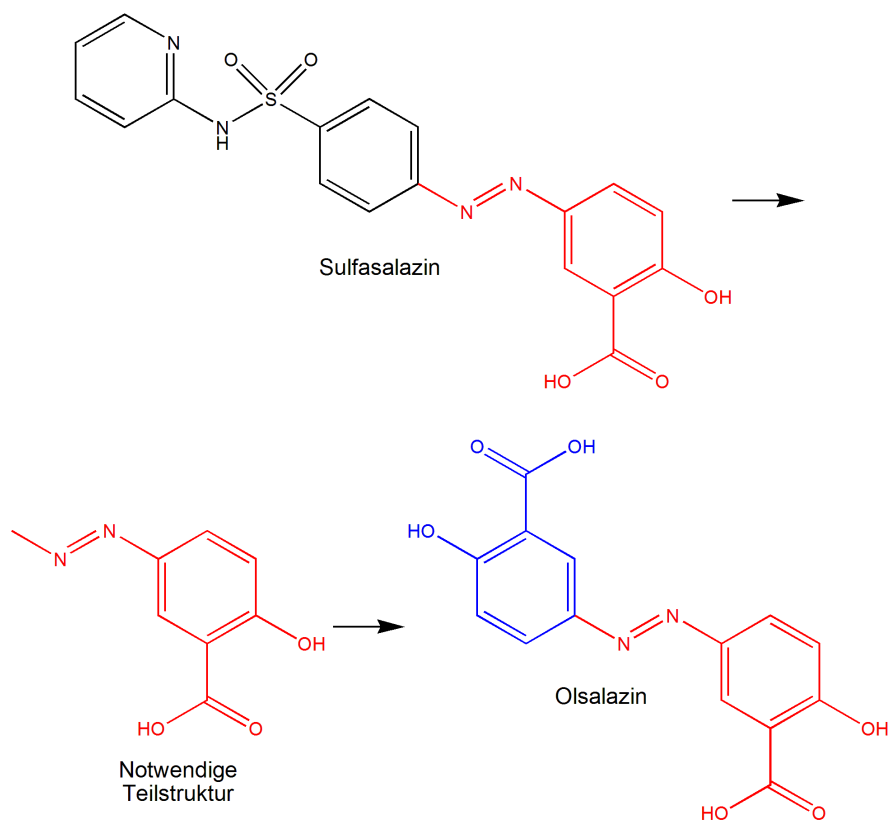


Abb. 7: Strukturelle Modifikation von Sulfasalazin zur Entwicklung des Codrugs Olsalazin.

Fig. 7 : Modification structurelle de la sulfasalazine pour le développement de la codroque olsalazine.

principes actifs : l'acide 5-aminosalicylique et la sulfapyridine. » [3]

Le clivage de la sulfasalazine est illustré à la figure 6. Bien que la sulfapyridine, l'un des composants libérés, soit responsable de nombreux effets indésirables – notamment des nausées, une dyspepsie (troubles de la partie supérieure de l'abdomen) et des céphalées (maux de tête) –, elle possède une importance pharmacologique propre : en tant que sulfonamide, la sulfapyridine exerce une action antibiotique [4].

Des molécules sur mesure : l'olsalazine comme modèle pour la conception de médicaments dans les cours de chimie

L'étude de la synthèse de l'olsalazine constitue un excellent exercice d'approfondissement des connaissances. La problématique introductive est la suivante :

Comment doit être structurée la formule développée d'une molécule agissant spécifiquement contre les inflammations intestinales en tant que codroque, sans présenter les propriétés antibiotiques ni les effets secondaires de la sulfapyridine qui se formerait autrement ?

La recherche systématique de la solution s'appuie sur le schéma de la figure 7.

Le point de départ est la formule développée de la sulfasalazine (cf. fig. 7, en haut). Il convient tout d'abord de vérifier dans quelle mesure la sous-structure de la sulfapyridine peut être éliminée. Le résultat est représenté dans la structure centrale de la séquence : le groupe azoïque doit impérativement être conservé, car il sert de site d'attaque pour la scission réductrice par les bactéries intestinales. L'acide salicylique se présente comme la structure partielle pouvant être rattachée au groupe azoïque. On obtient ainsi le dimère du 5-ASA – l'acide azosalicylique (olsalazine) –, qui, en tant que promédicament, libère deux équivalents du principe actif 5-ASA par clivage bactérien.

La synthèse expérimentale de l'olsalazine à partir de l'acide 5-amino-2-méthoxybenzoïque peut être réali-

sée à une échelle de demi-micromètre, respectueuse des ressources, selon une procédure décrite dans [1].

L'enseignant précise que ce composé, sous le nom d'olsalazine – sous forme de sel disodique hydrosoluble –, est utilisé dans des médicaments destinés au traitement de la colite ulcéreuse. C'est l'occasion d'intégrer dans le cours l'évolution historique de ce principe actif. Sa découverte repose sur la nécessité économique de réutiliser un déchet industriel issu d'un autre procédé chimique – une substance qui était à l'origine principalement utilisée comme colorant [5].

23

Littérature / Bibliographie :

- [1] M. Ducci, Chemie im pharmazeutischen Kontext: Drugs, Pro- und Codrugs, Chemie in unserer Zeit 59/4 (2025) S. 218-228, <https://doi.org/10.1002/ciuz.202400044>
- [2] M. Ducci, Prodrugs – Wirkstoffe, die erst im Organismus aktiviert werden, Naturwissenschaften im Unterricht-Chemie 207 (2025) S. 42-46
- [3] J. Fabian, D. Schepmann, B. Wunsch, B., Prodrugs - Arzneistoffe mit maßgeschneiderten Eigenschaften, Pharmazeutische Zeitung 2011, 26 (www.pharmazeutische-zeitung.de/ausgabe-262011/arzneistoffe-mit-massgeschneiderten-eigenschaften/), letzter Zugriff am 30.06.2026
- [4] R. Deuber, U. Leisinger, J. Lipscher, Sulfonamide als Medikamente: Synthese, Wirkungen und Nebenwirkungen, www.swisseduc.ch/chemie/themenschwerpunkte/sulfonamide/ (letzter Zugriff am 30.06.2026)
- [5] M. Ducci, Azoverbindungen im pharmazeutischen Kontext, CHEMKON 29/5 (2022) S. 387-394, <https://doi.org/10.1002/ckon.202000084>

MINT Frauennetzwerk – Berufswahl braucht Vorbilder

Text: Gabrijela Pejic-Glisic, Trägerin des Balmer-Preises 2026

24

«Wer hat diese Brücke gebaut?» Mit dieser Frage begann ein Experimentierhalbtage des MINT Frauennetzwerks für über 150 Primarschülerinnen. Den Mädchen wurde das Bild einer Brücke gezeigt und sie wurden gebeten, sich vorzustellen, wer sie gebaut haben könnte. Keine einzige dachte dabei an eine Frau. Auf die Nachfrage, weshalb sie sich einen Mann vorgestellt hätten, antwortete ein Mädchen: «Dafür braucht es starke Männer.» Zustimmendes Nicken ging durch die Gruppe.

Diese Szene zeigt eindrücklich, wie früh Rollenbilder entstehen. Lange bevor Jugendliche ein Schwerpunktfach wählen oder über ihre Studien- und Berufswahl entscheiden, entwickeln sie Vorstellungen davon, welche Berufe Frauen oder Männern «passen». Genau hier setzt das MINT Frauennetzwerk an.

Entstanden ist das Netzwerk 2015 im Rahmen der MINT-Strategie des Kantons Luzern. Heute engagieren sich 13 Kantonsschulen aus den Kantonen Luzern, Aargau, Zug und Zürich gemeinsam dafür, Mädchen und junge Frauen auf ihrem Bildungsweg im MINT-Bereich zu begleiten. Unterstützt wird das Projekt vom Eidgenössischen Büro für die Gleichstellung von Frau und Mann.

Viele Lehrpersonen kennen die Ausgangslage aus ihrem Unterricht: Mädchen begeistern sich im Primarschulalter genauso für Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik wie Jungen. Im Verlauf ihrer Schulzeit entscheiden sich jedoch deutlich weniger von ihnen für ein MINT-Schwerpunktfach oder ein entsprechendes Studium. Forschungsergebnisse zeigen, dass Bildungs- und Berufs-



Réseau de femmes MINT – Le choix d'une profession passe par des modèles

Texte: Gabrijela Pejic-Glisic, lauréate du Prix Balmer 2026

« Qui a construit ce pont ? » C'est par cette question qu'a débuté une demi-journée d'expérimentation organisée par le Réseau de femmes MINT (« MINT Frauennetzwerk ») à l'intention de plus de 150 élèves de l'école primaire. On a montré aux filles la photo d'un pont et on leur a demandé d'imaginer qui avait pu le construire. Pas une seule n'a pensé à une femme. Lorsqu'on leur a demandé pourquoi elles avaient imaginé un homme, une fillette a répondu : « Il faut des hommes forts pour ça. » Des hochements de tête approbateurs ont parcouru le groupe.

Cette scène montre de manière frappante à quel point les stéréotypes de genre s'ancrent tôt. Bien avant que les jeunes ne choisissent une matière principale ou ne se décident sur leurs études et leur orientation professionnelle, ils se forgent des idées sur les métiers qui « conviennent » aux femmes ou aux hommes. C'est précisément là qu'intervient le réseau de femmes MINT.

Ce réseau a vu le jour en 2015 dans le cadre de la stratégie MINT du canton de Lucerne. Aujourd'hui, 13 écoles cantonales des cantons de Lucerne, d'Argovie, de Zoug et de Zurich s'engagent ensemble pour accompagner les filles et les jeunes femmes dans leur parcours éducatif dans le domaine des MINT. Le projet est soutenu par le Bureau fédéral de l'égalité entre femmes et hommes.

De nombreux enseignants connaissent bien cette situation dans leur classe : à l'école primaire, les filles s'intéressent tout autant que les garçons aux mathématiques, à l'informatique, aux sciences naturelles et à la technologie. Au cours de leur scolarité, elles sont toutefois nettement moins nombreuses à opter pour une matière principale



wahlen nicht allein von Interessen und Begabungen geprägt werden. Geschlechterstereotype, fehlende Vorbilder und das soziale Umfeld beeinflussen diese Entscheidungen wesentlich.

Das MINT Frauennetzwerk möchte Schülerinnen deshalb ermutigen, ihre Studien- und Berufswahl an ihren Interessen und Fähigkeiten auszurichten – und nicht an gesellschaftlichen Rollenbildern. Persönliche Begegnungen bilden dabei den Kern des Netzwerks. Wenn Schülerinnen Studentinnen, Forscherinnen oder Berufsfrauen begegnen, werden aus abstrakten Berufsbildern konkrete Lebenswege.



Gleichzeitig verändert sich auch das Bild der MINT-Berufe. Viele Jugendliche verbinden sie vor allem mit Formeln, Computern oder Maschinen. Im Austausch mit Frauen, die in diesen Berufen arbeiten, erleben sie, dass MINT ebenso von Teamarbeit, Kommunikation und Kreativität geprägt ist. Sie erkennen, welche Bedeutung naturwissenschaftliche und technische Kompetenzen für die Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen haben, vom Klimawandel über die Gesundheitsversorgung bis zur Digitalisierung. Dabei wird auch deutlich: Innovation lebt von unterschiedlichen Perspektiven.

Wie diese Grundidee in der Praxis umgesetzt wird, zeigen die verschiedenen Angebote des Netzwerks. An Experimentierhalbtagen geben Gymnasiastinnen ihre Begeisterung für

MINT oder des études dans ce domaine. Des études montrent que les choix scolaires et professionnels ne sont pas uniquement déterminés par les centres d'intérêt et les aptitudes. Les stéréotypes de genre, le manque de modèles et l'environnement social influencent considérablement ces décisions.

Le réseau de femmes MINT souhaite donc encourager les élèves à orienter leurs choix d'études et de carrière en fonction de leurs intérêts et de leurs capacités – et non en fonction des rôles sociaux. Les rencontres personnelles sont au cœur de ce réseau. Lorsque les élèves rencontrent des étudiantes, des chercheuses ou des femmes actives, les profils professionnels abstraits se transforment en parcours de vie concrets.

Parallèlement, l'image des métiers des sciences naturelles, des technologies, de l'ingénierie, de l'informatique et des mathématiques (MINT) évolue également. De nombreux jeunes les associent avant tout à des formules, des ordinateurs ou des machines. En échangeant avec des femmes qui exercent ces métiers, ils découvrent que les domaines MINT sont tout autant marqués par le travail d'équipe, la communication et la créativité. Ils prennent conscience de l'importance des compétences scientifiques et techniques pour relever les défis de société, du changement climatique aux soins de santé en passant par la numérisation. Il apparaît ainsi clairement que l'innovation se nourrit de perspectives différentes.

Les différentes offres du réseau montrent comment cette idée fondamentale est mise en pratique. Lors de demi-jour-

MINT an jüngere Schülerinnen weiter. Gemeinsam experimentieren sie, tüfteln und entdecken die Vielfalt von Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik. Beim MINT-Speeddating stehen persönliche Gespräche mit Studentinnen, Forscherinnen und Berufsfrauen im Mittelpunkt. Exkursionen ergänzen diese Begegnungen und eröffnen Einblicke in Hochschulen, Forschung und Unternehmen.

Die Wirkung des Netzwerks zeigt sich oft erst Jahre später. Ehemalige Teilnehmerinnen kehren als Studentinnen oder Berufsfrauen zurück und engagieren sich ihrerseits bei Experimentierhalbtagen oder Speeddatings. Aus Schülerinnen werden Mentorinnen.

Dass sich das MINT Frauennetzwerk über mehrere Kantone hinweg entwickeln konnte, ist vor allem dem unermüdlichen Engagement vieler Lehrpersonen zu verdanken. Sie organisieren Experimentierhalbtage, Speeddatings und Exkursionen, entwickeln neue Formate, bauen Kooperationen mit Hochschulen und Unternehmen auf und begleiten Schülerinnen oft über mehrere Jahre hinweg. Im interkantonalen Netzwerk tauschen sie Erfahrungen aus, entwickeln neue Ideen und tragen erfolgreiche Konzepte an weitere Schulen. Studentinnen und Berufsfrauen bringen ihre Erfahrungen aus Studium und Beruf ein, Gymnasiastinnen übernehmen Verantwortung für jüngere Schülerinnen. Gerade dieses Zusammenspiel macht die besondere Stärke des MINT Frauennetzwerks aus.



Mit den Jahren hat sich auch das Verständnis von MINT-Förderung weiterentwickelt. Ziel ist nicht, Mädchen in eine bestimmte Richtung zu lenken. Ziel ist vielmehr, dass junge

nées d'expérimentation, des lycéennes transmettent leur enthousiasme pour les MINT à des élèves plus jeunes. Ensemble, elles expérimentent, bricolent et découvrent la diversité des mathématiques, de l'informatique, des sciences naturelles et de la technologie. Lors des « Speed Datings MINT », l'accent est mis sur des entretiens individuels avec des étudiantes, des chercheuses et des femmes actives. Des excursions viennent compléter ces rencontres et offrent un aperçu des universités, de la recherche et des entreprises.

L'impact du réseau ne se manifeste souvent que des années plus tard. D'anciennes participantes reviennent en tant qu'étudiantes ou femmes actives et s'engagent à leur tour lors de demi-journées d'expérimentation ou de speed datings. Les élèves deviennent des mentors.

Si le réseau des femmes MINT a pu se développer dans plusieurs cantons, c'est avant tout grâce à l'engagement sans faille de nombreuses enseignantes. Elles organisent des demi-journées d'expérimentation, des speed datings et des excursions, développent de nouveaux formats, établissent des coopérations avec des établissements d'enseignement supérieur et des entreprises, et accompagnent souvent les lycéennes pendant plusieurs années. Au sein du réseau intercantonal, elles échangent leurs expériences, développent de nouvelles idées et transposent des concepts efficaces dans d'autres établissements scolaires. Les étudiantes et les femmes actives apportent leur expérience acquise au cours de leurs études et de leur vie professionnelle, tandis que les lycéennes assument des responsabilités auprès des plus jeunes. C'est précisément cette dynamique qui fait la force particulière du réseau des femmes dans les disciplines MINT.

Au fil des ans, la conception de la promotion des disciplines MINT a également évolué. L'objectif n'est pas d'orienter les filles vers une voie particulière. L'objectif est plutôt de per-

Menschen ihre Studien- und Berufswahl an ihren Interessen und Fähigkeiten ausrichten können, frei von Geschlechterstereotypen. Deshalb gehören heute auch Gleichstellungshalbtage zum Netzwerk. Sie laden Schülerinnen und Schüler dazu ein, Rollenbilder zu hinterfragen und über den Einfluss von Geschlechterstereotypen auf Bildungs- und Berufswahlen nachzudenken.

Die eingangs geschilderte Brückenszene macht deutlich, weshalb diese Arbeit bereits im Primarschulalter beginnt. Wer überzeugt ist, dass Brücken nur von «starken Männern» gebaut werden, trägt dieses Bild oft unbewusst weiter. Solche Vorstellungen verändern sich nicht von heute auf morgen. Sie verändern sich durch Erfahrungen, durch Vorbilder und durch persönliche Begegnungen.

Nach zehn Jahren zeigt das MINT Frauennetzwerk, dass nachhaltige MINT-Förderung dort entsteht, wo Lehrpersonen, Schülerinnen, Studentinnen und Berufsfrauen gemeinsam Verantwortung übernehmen. Aus einer kantonalen Initiative ist ein interkantonales Netzwerk entstanden, das Schulen verbindet, Erfahrungen teilt und jungen Menschen ermöglicht, ihre Bildungs- und Berufswahl an ihren Interessen und Fähigkeiten auszurichten. Genau darin liegt die nachhaltige Wirkung des MINT Frauennetzwerks.

Für dieses langjährige Engagement wurden das MINT Frauennetzwerk 2026 mit dem Balmerpreis der Schweizerischen Chemischen Gesellschaft ausgezeichnet. Die Auszeichnung würdigt innovative Leistungen im Chemieunterricht der Sekundarstufe II und ist zugleich eine Anerkennung für das Engagement der zahlreichen Lehrpersonen, Schülerinnen, Studentinnen und Berufsfrauen, die das Netzwerk gemeinsam aufgebaut und weiterentwickelt haben.

mettre aux jeunes d'orienter leurs choix d'études et de carrière en fonction de leurs centres d'intérêt et de leurs aptitudes, sans être influencés par les stéréotypes de genre. C'est pourquoi le réseau propose désormais également des demi-journées consacrées à l'égalité. Elles invitent les élèves à remettre en question les rôles attribués à chacun et à réfléchir à l'influence des stéréotypes de genre sur les choix éducatifs et professionnels.

La scène du pont décrite au début illustre clairement pourquoi ce travail commence dès l'école primaire. Quiconque est convaincu que les ponts ne sont construits que par des «hommes forts» perpétue souvent cette image à son insu. De telles idées ne changent pas du jour au lendemain. Elles évoluent grâce aux expériences, aux modèles et aux rencontres personnelles.

Après dix ans d'existence, le Réseau de femmes MINT démontre que la promotion durable des disciplines MINT naît là où les enseignants, les élèves, les étudiantes et les femmes actives assument ensemble leurs responsabilités. Une initiative cantonale a donné naissance à un réseau intercantonal qui relie les écoles, partage des expériences et permet aux jeunes d'orienter leurs choix de formation et de carrière en fonction de leurs intérêts et de leurs capacités. C'est précisément là que réside l'impact durable du Réseau de femmes MINT.

Pour cet engagement de longue date, le réseau de femmes MINT (« MINT Frauennetzwerk ») a reçu en 2026 le Prix Balmer de la Société Suisse de Chimie. Cette distinction récompense les réalisations innovantes dans l'enseignement de la chimie au niveau secondaire II et constitue également une reconnaissance de l'engagement des nombreuses enseignantes, élèves, étudiantes et femmes actives qui ont ensemble mis en place et développé ce réseau.



Échanges de pratiques entre enseignants de biologie et de chimie du canton de Vaud au Tessin

Texte : Alba Hendier

28

Les 9 et 10 février 2026, le Liceo cantonale de Mendrisio a eu le plaisir d'accueillir neuf enseignantes et enseignants du canton de Vaud, issus des gymnases de Burier et de Morges (quatre en chimie et cinq en biologie). Cette rencontre s'inscrivait dans une démarche de partage de pratiques didactiques et de réflexion commune autour des évolutions de l'enseignement gymnasial.

L'objectif principal de ces deux journées était d'échanger sur les approches pédagogiques et les modèles organisationnels en vue de la réforme de la maturité gymnasiale, avec une attention particulière portée à l'option spécifique biologie-chimie (OS-BIOCH) telle qu'elle est mise en œuvre actuellement au Tessin.

Les collègues vaudois ont ainsi pu assister à plusieurs enseignements de biologie et de chimie, ainsi qu'à des activités de laboratoire. Un moment fort de la rencontre a été l'observation d'une séquence d'enseignement interdisciplinaire OS-BIOCH, proposée par Luigi Croci et Francesca Buzzi Lurati à une classe de quatrième année. Le thème des hormones et des méthodes contraceptives a permis d'articuler des concepts biologiques et chimiques dans une approche intégrée. La séquence, combinant apports théoriques, travaux de groupe et présentations d'élèves, a illustré l'intérêt d'un enseignement centré sur la résolution de problèmes et la participation active des apprenants.

Un temps d'échange entre l'ensemble des enseignantes et enseignants de biologie et de chimie du Liceo de Mendrisio et les collègues vaudois a permis d'approfondir plusieurs thématiques : plans d'études, répartition des heures entre disciplines, modalités d'évaluation et organisation de l'option spécifique. Les discussions ont également porté sur le co-enseignement ainsi que sur les liens avec le secteur tertiaire notamment à travers les travaux de maturité et les collaborations avec des institutions telles que l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL).

Austausch über Unterrichtspraktiken zwischen Biologie- und Chemielehrkräften aus dem Kanton Waadt und dem Tessin

Text: Alba Hendier

Am 9. und 10. Februar 2026 freute sich das Liceo cantonale di Mendrisio, neun Lehrkräfte aus dem Kanton Waadt von den Gymnasien Burier und Morges (vier aus dem Fach Chemie und fünf aus dem Fach Biologie) begrüßen zu dürfen. Dieses Treffen war Teil eines Prozesses zum Austausch didaktischer Praktiken und zur gemeinsamen Reflexion über die Entwicklungen im Gymnasialunterricht.

Das Hauptziel dieser beiden Tage war der Austausch über pädagogische Ansätze und Organisationsmodelle im Hinblick auf die Reform der gymnasialen Maturität, wobei ein besonderer Schwerpunkt auf der spezifischen Option Biologie-Chemie (OS-BIOCH) lag, wie sie derzeit im Tessin umgesetzt wird.

Die Kollegen aus dem Kanton Waadt konnten so an mehreren Biologie- und Chemieunterrichtsstunden sowie an Laboraktivitäten teilnehmen. Ein Höhepunkt des Treffens war die Beobachtung einer interdisziplinären OS-BIOCH-Unterrichtseinheit, die Luigi Croci und Francesca Buzzi Lurati einer Klasse der vierten Jahrgangsstufe angeboten hatten. Das Thema Hormone und Verhütungsmethoden ermöglichte es, biologische und chemische Konzepte in einem integrierten Ansatz zu verknüpfen. Die Unterrichtseinheit, die theoretische Inhalte, Gruppenarbeiten und Schülerpräsentationen kombinierte, verdeutlichte den Nutzen eines auf Problemlösung und die aktive Beteiligung der Lernenden ausgerichteten Unterrichts.

Ein Austausch zwischen allen Biologie- und Chemielehrkräften des Liceo di Mendrisio und den Waadtländer Kolleginnen und Kollegen ermöglichte es, verschiedene Themen zu vertiefen: Lehrpläne, Stundenverteilung zwischen den Fächern, Bewertungsmodalitäten und Organisation des spezifischen Wahlfachs. Die Diskussionen drehten sich auch um den gemeinsamen Unterricht sowie um die Verbindungen zum tertiären Sektor, insbesondere durch die Maturarbeiten und die Zusammenarbeit mit Institutionen wie der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne (EPFL).

Au-delà du programme formel, les échanges informels – lors des pauses et des repas – ont joué un rôle essentiel, favorisant des discussions ouvertes et constructives sur les convergences et les différences entre les pratiques des deux cantons.

Cette rencontre a également permis de mieux comprendre le système scolaire vaudois, actuellement en transformation avec l'introduction progressive d'un cursus gymnasial de quatre ans. Elle a mis en évidence certaines différences structurelles, notamment la taille généralement plus importante des établissements, avec des implications organisationnelles significatives.

Sur le plan didactique, plusieurs éléments clés ont été mis en avant :

- l'importance d'un équilibre entre théorie et pratique, en particulier dans l'enseignement de l'OS-BIOCH et les activités de laboratoire ;
- la valeur ajoutée d'une approche interdisciplinaire entre biologie et chimie, surtout dans les dernières années du cursus gymnasial ;
- le développement de compétences transversales telles que la démarche scientifique, la résolution de problèmes et les compétences de communication.

Cette expérience confirme la richesse des échanges de pratiques comme levier de développement professionnel et de réflexion sur l'enseignement. Rendue possible grâce au soutien financier de Movetia et à l'appui des directions des établissements.



Enseignants du canton de Vaud (de gauche à droite) : Véronique Steiner, Matteo Auger-Micou, Carolina Rossier, Alexandra Constantin, Katya Besançon

Über das formelle Programm hinaus spielten die informellen Gespräche – in den Pausen und bei den Mahlzeiten – eine wesentliche Rolle und förderten offene und konstruktive Diskussionen über die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Praktiken der beiden Kantone.

Dieses Treffen ermöglichte zudem ein besseres Verständnis des Waadtländer Schulsystems, das sich derzeit mit der schrittweisen Einführung eines vierjährigen Gymnasiums im Wandel befindet. Es wurden gewisse strukturelle Unterschiede deutlich, insbesondere die im Allgemeinen grösseren Schulen, was erhebliche organisatorische Auswirkungen mit sich bringt.

Auf didaktischer Ebene wurden mehrere Schlüsselemente hervorgehoben:

- die Bedeutung eines Gleichgewichts zwischen Theorie und Praxis, insbesondere im Unterricht des OS-BIOCH und bei Laboraktivitäten;
- der Mehrwert eines interdisziplinären Ansatzes zwischen Biologie und Chemie, vor allem in den letzten Jahren des Gymnasiums;
- die Entwicklung von überfachlichen Kompetenzen wie wissenschaftliches Arbeiten, Problemlösung und Kommunikationsfähigkeiten.

Diese Erfahrung bestätigt den Reichtum des Austauschs von Praktiken als Hebel für die berufliche Weiterentwicklung und die Reflexion über den Unterricht. Ermöglicht wurde dies dank der finanziellen Unterstützung von Movetia und der Unterstützung durch die Schulleitungen.



Enseignants de biologie du Gymnase de Burier. A gauche, Nary Veal et à droite, Matteo Auger-Micou



Enseignants du gymnase de Burier. A gauche, Nabil Mastour et à droite, Matteo Auger-Micou

VSN/SSPSN/ASISN**Ständige Kommissionen / Commissions permanentes****Commission romande de la biologie CRB**

- Anne-Laure Rauber (BE), Présidente
anne-laure.rauber@gfbienne.ch
- Anne Arnoux (GE) Vice-présidente
anne.arnoux@gmail.com
- Matthias Müller (VD) Trésorier
- Byron Papadopoulos (NE) Secrétaire
byron.papadopoulos@rpn.ch
- Marie-Pierre Chevron (GYB)
- Diego Fernandez (BE)
- Alba Hendier (TI)
- Lola Hostettler (FR)
- Noémie Lamon (VS)
- Anja Stauffer (GYB)

Deutschschweizer Biologiekommision

- Silvia Reist (LU) Präsidentin
silvia.reist@sluz.ch
- David Stadler (LU) Vizepräsident
david.stadler@sluz.ch
- Dieter Burkhard (SG)
- Klemens Koch (BE) Präsident VSN
- Christian Kofmel (BL)
- Renato Nanni (BE)
- Manuela Varini (TI)

Commission romande de la chimie CRC**Composition du bureau**

- Emmanuel Marion-Veyron Président
emmanuel.marion-veyron@edufr.ch
- Nancy Geiser Vice-présidente
nancy.geiser@eduvaud.ch
- Manuel Fragnière Caissier
manuel.fragniere@bluewin.ch
- Simon Verdan Secrétaire
simon.verdan@edu.ge.ch

Deutschschweizer Chemiekommision

- Andreas Bartlome (LU) Präsident
andreas.bartlome@gmx.ch
- Dana Antoniadis (ZH)
- Patrick Aschwanden (ZH)
- Amadeus Bärtsch (ZH)
- Urs Bienz (BS)
- Stefan Bosshart (TG)
- Basil Denzler (ZH)
- Stefan Dolder (BE) Facilitateur ZEM/CES
- Hansrudolf Dütsch (ZH) VSN-Shop
- Benita Heiz (ZH)
- Vesna Klingel (TG)
- Klemens Koch (BE) Präsident VSN
- Patrick Locher (SO)
- Markus Müller (TG) Delegierter SCG
- Stefan Mundwiler (LU)
- Jonas Schönle (AI)
- Martina Zürcher (ZG)

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	

31

Vorstand | Comité

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

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

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

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

Manuel Fragnière manuel.fragniere@bluewin.ch
caissier CRC

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

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

Benita Heiz Benita.Heiz@edu.zh.ch
Kassierin Kantonsschule Dübendorf, ZH

Stefan Mundwiler stefan.mundwiler@sluz.ch
Kantonsschule Sursee, LU

Michael Bleichenbacher michael@bleichenbacher.ch
Kantonsschule Zürich Nord, ZH

Impressum c+b

Redaktor: Stefan Mundwiler

Redaktionschluss für die nächste Ausgabe:
Délai de rédaction pour le prochain numéro:

- 16.10.2026

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

Les textes sont acceptés dans tous les formats, veuillez envoyer les images séparément.

stefan.mundwiler@sluz.ch

Auflage 700 Exemplare. Druck: onlineprinters.ch

Autoren in dieser Ausgabe:

- Klemens Koch
- Anne-Laure Rauber
- Matthias Ducci
- Marcel Sigrist
- Gabrijela Pejic-Glisc
- Alba Hendier

Übersetzungen:

- Alba Hendier

Abbildungen:

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

VSN-Shop

Hansrudolf Dütsch

www.vsn-shop.ch

h.duetsch@bluewin.ch



Luftqualität



Befähigen Sie Schüler:innen dazu, die Natur zu erkunden, zu verstehen und zu bewahren

Der Go Direct-Luftqualitätssensor ermöglicht Schüler:innen, reale Fragen zur Luftqualität mit messbaren Daten zu untersuchen – direkt vor Ort. Mit dem Sensor können sie Schadstoffe langfristig messen, räumliche Muster analysieren und Zusammenhänge zwischen Luftqualität, Gesundheit und Umwelt erkennen.

Go Direct® Air Quality Sensor

Der Go Direct-Luftqualitätssensor verwandelt die Luftqualität von einem abstrakten Konzept in messbare Fakten, die direkt im Unterricht eingesetzt werden können.

- Fernerfassung von Daten und Grundlagen der Datenanalyse
- Analyse von Daten zur Luftqualität in Innenräumen und Entwicklung von Empfehlungen zu deren Verbesserung
- Verkehr und Luftqualität im Freien: Untersuchung des Einflusses des Fahrzeugverkehrs auf die Luftverschmutzung



[Zum Produkt](#)

**Möchten Sie das Produkt zuerst testen?
Melden Sie sich bei uns** →



[Kontakt](#)

Besuchen Sie unseren Webshop | educatec-systems.ch