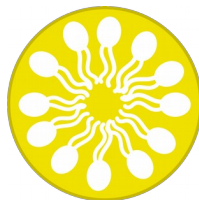


JuniorAkademie Adelsheim

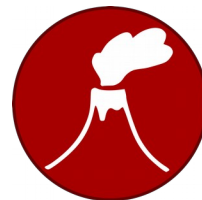
15. SCIENCE ACADEMY BADEN-WÜRTTEMBERG 2017



Astronomie



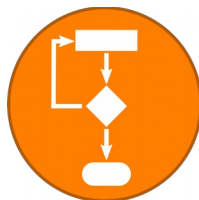
Chemie



Geophysik



**Geschichte/
Amerikanistik**



Informatik



TheoPrax

**Dokumentation der
JuniorAkademie Adelsheim 2017**

**15. Science Academy
Baden-Württemberg**

Veranstalter der JuniorAkademie Adelsheim 2017:

Regierungspräsidium Karlsruhe
Abteilung 7 –Schule und Bildung–
Hebelstr. 2

76133 Karlsruhe

Tel.: (0721) 926 4245

Fax.: (0721) 933 40270

www.scienceacademy.de

E-Mail: joerg.richter@scienceacademy.de
monika.jakob@scienceacademy.de
rico.lippold@scienceacademy.de

Die in dieser Dokumentation enthaltenen Texte wurden von den Kurs- und Akademieleitern sowie den Teilnehmern der 15. JuniorAkademie Adelsheim 2017 erstellt. Anschließend wurde das Dokument mit Hilfe von L^AT_EX gesetzt.

Gesamtredaktion und Layout: Jörg Richter

Copyright © 2017 Jörg Richter, Dr. Monika Jakob

Vorwort

Seit nunmehr 15 Jahre findet die Junior Akademie Adelsheim im Landesschulzentrum für Umwelterziehung (LSZU) in Adelsheim statt. Der offizielle Startschuss für die diesjährige Akademie fiel schon mit dem Initiationstreffen im Januar, doch das erste Zusammentreffen der Kursleiter, Schülermentoren, Leiter der kursübergreifenden Angebote (KüAs) und 72 Teilnehmerinnen und Teilnehmern fand im Juni statt: Gemeinsam legten sie am Eröffnungswochenende den Grundstein für die erfolgreiche Kursarbeit der zweiwöchigen Sommerakademie. Im Oktober wurden Ergebnisse und Erlebnisse am Dokumentationswochenende festgehalten, das zugleich ein schönes Wiedersehen und ein Abschluss der Junior Akademie Adelsheim war.

In den Kursen, die im Rahmen der Junior Akademie angeboten werden, bekommen die Jugendlichen die Möglichkeit, wissenschaftlichen Fragestellungen auf den Grund zu gehen, eigenständig zu arbeiten und die aufgeworfenen Fragen zu beantworten. Die Teilnehmer profitieren nicht nur von einem fachlichen Wissenszuwachs und neu erlerntem Methodenwissen, sondern entwickeln sich auch auf persönlicher Ebene weiter. Neue Freundschaften gehören ebenso zu den Dingen, die die Teilnehmerinnen und Teilnehmer von der Akademie mitnehmen, wie auch ein gestärktes Selbstbewusstsein und das Erlangen einer neuen Entwicklungsperspektive. Dies reflektieren die Jugendlichen auch für sich in der abschließenden Evaluation.



Das Erlangen eines neuen Standpunktes spiegelte sich auch in dem diesjährigen Motto der Akademie „Horizonte“ wider: Seit dem Eröffnungswochenende begleitete uns dieses Motto in Form von wunderschönen von vielen Teilnehmern eingesendeten Bildern zu diesem Thema, passenden philosophischen Gedanken und Sprüchen sowie gemeinsamen Aktionen durch die Akademiezeit.

In jedem Kurs fand sich das Thema „Horizonte“ wieder: Der Astronomiekurs blickte nachts regelmäßig an den Himmelshorizont, die Geophysiker klärten darüber auf, dass es Gesteinshorizonte auch unter der Erdoberfläche gibt, und die Chemiker beschäftigten sich mit einem Horizont, der viel kleinere Dimensionen hat, den Nanopartikeln. Im Kurs Geschichte-/Amerikanistik setzten die Kursteilnehmer sich damit auseinander, wie eingeschränkt der geistige Horizont beispielsweise während der Hexenverfolgung war, in nur wenigen Disziplinen verändert sich der Horizont so schnell wie in der Informatik und im TheoPrax-Kurs vermischten sich zwei Horizonte zu einem Gesamtkonzept.

Das Motto sollte Anlass zum Reflektieren und Nachdenken sein, aber auch besonders die schönen Momente der Akademiezeit und das ganz besondere „Akademiegefühl“ begleiten und einrahmen. Wie sich der Horizont aller Teilnehmer während der Akademie verändert hat, wird jeder für sich selbst herausfinden, aber obwohl mit der Dokumentation die Akademie zu Ende gegangen ist, geht es hinterm Horizont ja immer weiter, und wir hoffen, dass für alle an der Akademie Beteiligten die Zeit in Adelsheim noch lange in guter Erinnerung bleiben wird.

Aber jetzt wünschen wir euch viel Spaß beim Lesen, Schmökern und Erinnern!

Eure/Ihre Akademieleitung

Johanna Kroll (Assistenz)

Rebecca Ulshöfer (Assistenz)

Dr. Monika Jakob

Jörg Richter

Inhaltsverzeichnis

VORWORT	3
KURS 1 – ASTRONOMIE	7
KURS 2 – CHEMIE/PHARMAZIE	31
KURS 3 – GEOPHYSIK	47
KURS 4 – GESCHICHTE/AMERIKANISTIK	71
KURS 5 – INFORMATIK	93
KURS 6 – THEOPRAX	109
KÜAS – KURSÜBERGREIFENDE ANGEBOTE	129
DANKSAGUNG	147
BILDNACHWEIS	148

Kurs 2 – Chemie/Pharmazie: Nanolipide



Vorwort und Kursziel

CÉDRIC SCHWENCKE

Der Chemie/Pharmazie-Kurs der JuniorAkademie Adelsheim 2017 beschäftigte sich mit dem Thema Nanolipide. Unter der Leitung von Dr. Jana Brüßler, Anna Kandziora und unserem Schülermentor Philipp Mayer befassten wir uns mit der Frage, wie man einen Wirkstoff möglichst effizient und tief in die Haut bringen kann. Das Verfahren sollte ohne Injektion verlaufen. Dies verwirklichten wir mit Hilfe von Liposomen, Nanopartikeln und Mizellen, welche wir selbst im Labor herstellten.

Wir teilten uns in drei Gruppen mit jeweils vier Personen auf. Gemeinsam testeten wir verschiedene Formulierungen. Diese werteten wir aus und testeten sie auch an Schweinehaut. Am Ende der zwei Wochen probierten wir die Proben an der Haut unserer zwei Kursleiterinnen und an der unseres Schülermentors.

Im Laufe der Akademiezeit lernten wir uns untereinander immer besser kennen. Sehr hilfreich dabei war zum Beispiel auch das Sportfest, bei dem wir als Team verschiedene Aufgaben zu meistern hatten. So konnte jeder seine Fähigkeiten einbringen, was zu einem starken Zusammenhalt innerhalb der Gruppe führte. Diese gewonnene Stärke stellte sich auch bei der Arbeit im Labor als sehr hilfreich dar.

Arbeitsweise und Methoden

LUCIA SCHÄFER

Schon am Eröffnungswochenende und auch später in der Sommerakademie starteten wir, nach kurzer Einführung, mit der Praxis im Labor, wodurch es uns leicht fiel, auch komplexe Theorien, Zusammenhänge und Vorgänge zu verstehen. Als Richtlinie lagen uns stets ausgedruckte Anleitungen vor, und unsere Kursleiterinnen

sowie unser Schülermentor standen immer für Fragen und Hilfestellungen bereit.

Im Sommer orientierten wir uns täglich an unserem Zeitplan, um zu wissen, wann wir wofür Zeit einplanen mussten. So gelang es uns nach gemeinsamer Absprache, Arbeitsgruppen zu bilden, die sich um die Herstellung unserer Formulierungen, um die Simulation der Proben auf der Haut an den Franzschen Zellen und um die Auswertung der Ergebnisse am UV/Vis Spektrometer kümmerten. Zwischen den Arbeitsphasen im Labor wurden jedoch immer Absprachen untereinander bezüglich des weiteren Verfahrens getroffen und der jeweils aktuelle Stand ausgetauscht, sodass jeder auch über die anderen Arbeitsschritte Bescheid wusste. Des Weiteren hatten wir durch unseren Zeitplan im Blick, wie viel Zeit uns noch blieb. Außerdem konnten wir uns rechtzeitig auf die Rotation und auf die Abschlusspräsentation einstellen und diese jeweils vorbereiten.

Am wichtigsten für unser gelungenes Arbeiten waren das große Interesse, der Zusammenhalt sowie der Teamgeist und der Spaß, den jeder Kursteilnehmer mit einbrachte, sodass dadurch alle gut gelaunt vorankamen.

Eröffnungswochenende

HENDRIK VAN NASSAU

Am Freitagabend lernten wir Kursteilnehmer erst einmal uns und unsere Kursleiter bei diversen Spielen näher kennen.

Am nächsten Tag begann dann der etwas ernstere Teil des Kurses. Wir bekamen eine Einführung in die Lewis-Schreibweise und das Orbitalmodell, um alle auf den gleichen Wissensstand zu bringen. Anschließend gingen wir ins Labor, wo wir versuchten, einen Faden sowie eine Büroklammer auf Wasser schwimmen zu lassen.

Um der Frage auf den Grund zu gehen, wieso die Gegenstände schwimmen, beschäftigten wir uns erst einmal mit der Oberflächenspannung: Oberflächenspannung bedeutet, dass in einer Flüssigkeit die Moleküle von ihren Nachbarmolekülen von allen Seiten gleich stark angezogen werden, da sie an allen Seiten ungefähr

gleich viele Nachbarmoleküle haben. Die Flüssigkeit grenzt an der Oberfläche aber an ein Gasgemisch, das heißt nach außen haben die Oberflächenatome keine Wechselwirkung mehr zu ihren Nachbarn. Sie haben nur Wechselwirkungen nach innen, weshalb die Atome nach innen gezogen werden. Deshalb versuchen Flüssigkeiten, ihre Oberfläche zu dem Gas so klein wie möglich zu halten, um der Zugkraft so gut wie möglich auszuweichen. Da der Körper mit der kleinsten Oberfläche die Kugel ist, haben Tropfen einer Flüssigkeit oft Kugelform.

Als nächstes gaben wir eine kleine Menge Spülmittel in den Behälter mit Wasser, woraufhin die Gegenstände auf den Grund des Gefäßes sanken. Das liegt daran, dass sich die Tenside aus dem Spülmittel aufgrund der lipophilen (fettliebenden) Schwänze an der Wasseroberfläche anreichern. Dies tun sie, da die lipophilen Schwänze keinen Wasserkontakt mögen. Deshalb zeigen die lipophilen Schwänze dabei aus dem Wasser. Da nun Tenside die Wasseroberfläche bedecken und einen Molekülteil nach außen ins Gas strecken, werden die Kräfte, die die angrenzenden Moleküle in Richtung Gas ziehen, größer. Dadurch sinkt die Oberflächenspannung. Doch ab einer bestimmten Konzentration können sich die Tenside hier nicht mehr anreichern, sie bilden Mizellen. Als Kritische Mizellbildungskonzentration (CMC) bezeichnet man den Moment, ab dem eine weitere Zugabe von Tensiden nicht mehr zur Verringerung der Oberflächenspannung führt, sondern zur Bildung von Mizellen.

Um dies nachzuweisen, machten wir mit einem Ringtensiometer Messungen von verschiedenen Konzentrationen eines Tensides. Dabei wird ein Metallring in die zu messende Flüssigkeit getaucht und dann langsam aus der Flüssigkeit gezogen. Die Flüssigkeit bleibt dann wie ein Film an dem Ring haften, bis die Oberflächenspannung nicht mehr groß genug ist, um dem Zug standzuhalten und der Wasserfilm reißt. Es wird die Kraft eines von dem Ring hochgezogenen Flüssigkeitsfilms gemessen. Das haben wir bei jeder Konzentration zweimal durchgeführt und den Mittelwert in ein Diagramm eingefügt.

In Abbildung 1 stellen die schwarzen Punkte unsere Messwerte dar und die roten Geraden

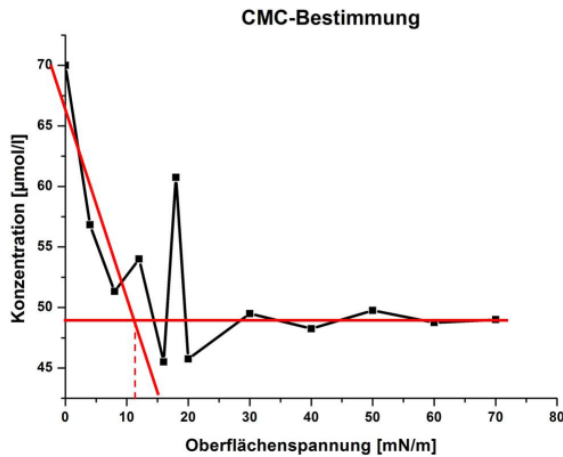


Abbildung 1: Graph und Auswertung zur CMC

die Trendlinien. An dem Punkt, an dem sich die beiden roten Geraden schneiden, kann man die Kritische Mizellbildungskonzentration ablesen.

Zum Abschluss des Eröffnungswochenendes haben wir selbst eine Emulsion hergestellt. Dabei haben wir versucht, Wasser und Erdnussöl miteinander zu vermischen. Dies taten wir erst ohne Zusatzmittel und dann mit Hilfe von Emulgatoren. Dazu haben wir 100 g Wasser mit einem Farbstoff versetzt und ordentlich geschüttelt, um ihn gut zu verteilen. Als nächstes gaben wir 60 g des Öls hinzu und schüttelten dieses Gemisch kräftig. Wir bemerkten hier, dass sich schon nach kurzer Zeit das Wasser und das Öl trennten.

Um diese Trennung hinauszuzögern, stellten wir eine zweite Emulsion her. Hierbei wurde zu dem Gemisch 20 g Tween® 80 und 20 g Propylenglykol gegeben. Zum Abschluss konnte jeder seinem Gemisch bis zu 20 Tropfen ätherisches Öl beimischen. Nach erneutem Schütteln dauerte es merklich länger, bis sich das Öl und das Wasser trennten. Das liegt daran, dass das Tween® 80 ein Emulgator (ein Tensid) ist, welches in dem Gemisch zu der Bildung von Mizellen führte. In diese wurde das Öl eingeschlossen, weshalb Öl und Wasser auch länger gemischt blieben. Das Propylenglykol ist eine Substanz, die die Haltbarkeit der Rezeptur verlängert.

Dieses Gemisch, das man als Badezusatz benutzen kann, durften wir am Ende des Eröffnungswochenendes mit nach Hause nehmen und dort selbst ausprobieren.

Curcumin und Hesperitin

CLEMENS RÖGER

Wir haben uns während der Zeit im Sommer ausführlich mit Curcumin und Hesperitin beschäftigt, da wir diese Wirkstoffe für unsere Transportsysteme verwendet haben.

Bei Curcumin handelt es sich um einen gelben und geruchlosen Feststoff, welcher schmerzlindernd, entzündungshemmend und wahrscheinlich auch krebshemmend wirkt. Es wird aus der Gelbwurzel, auch Kurkuma genannt, gewonnen.

Curcumin ist ein wesentlicher und traditioneller Bestandteil des Gewürzes Curry, wodurch die typisch gelb-orange Farbe zustande kommt.

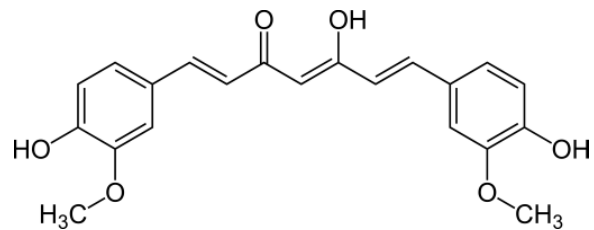


Abbildung 2: Strukturformel des Curcumin

Curcumin wird in der Lebensmittelindustrie als Farbstoff unter dem Namen E 100 geführt, zum Beispiel bei der Färbung von Margarine, Senf etc. E 100 hat eine geringe Bioverfügbarkeit (Aufnahme einer Substanz ins Blut). Es ist schwer wasserlöslich und wird deshalb im Magen-Darm-Trakt nur in einem sehr geringen Maß absorbiert. Durch Erhitzen oder Auflösen in Öl wird die Bioverfügbarkeit von in Lebensmitteln enthaltenem E 100 gesteigert. Ein Curcumin-Phospholipid-Komplex hat eine 29-fach höhere Bioverfügbarkeit als herkömmliches Curcumin.

Ergänzung: In einem Forschungsprojekt der Universität Hohenheim wurde Curcumin in Mizellen, die vom Körper leichter aufgenommen werden, ohne dass der Wirkstoff chemisch verändert wurde, eingebettet. Mit dem Ergebnis, dass die Bioverfügbarkeit gegenüber herkömmlichem Curcumin-Pulver um das ca. 180-fache erhöht und außerdem eine schnellere Absorption erreicht wird. Curcumin kann gut durch die Haut aufgenommen werden, weshalb es auch in Cremes benutzt wird.

Der zweite Wirkstoff, mit dem wir uns befassen, war Hesperitin. Diesen haben wir bei den Hautversuchen an Stelle von Curcumin benutzt, da es zu ähnlichen Ergebnissen wie Curcumin führt. Gleichzeitig konnten wir Hesperitin aber besser nachweisen, da die Kollegen unserer Kursleiterin an der Universität Marburg bereits mit diesem Wirkstoff vertraut und eingearbeitet sind.

Hesperitin ist ein hellgelber Feststoff, der leicht durchsichtig ist. Dieser kann den Cholesterinspiegel senken und Nervenzellen vor schädigenden Einflüssen schützen. Der Wirkstoff wird aus Schalen von Zitrusfrüchten gewonnen, wie zum Beispiel Orangen.

Die Bioverfügbarkeit ist vergleichbar gering wie bei Curcumin, weswegen man ebenfalls Formulierungen mit Hesperitin herstellt, um den Wirkstoff freizusetzen.

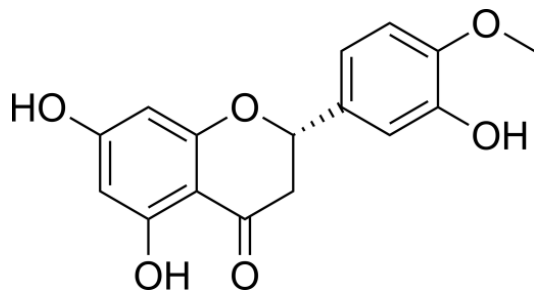


Abbildung 3: Strukturformel des Hesperitin

Aufbau von Liposomen, Mizellen und Nanopartikeln

JULE SPINNER

Um unseren Wirkstoff Curcumin in die Haut zu bekommen, braucht es „Transportsysteme“. Diese „Transportsysteme“ sind Mizellen, Liposomen und Nanopartikel, die aus Lipiden bestehen.

Lipide sind Fette und haben einen hydrophilen (wasserliebenden) Kopf und einen oder zwei lipophile (fettliebende) Schwänze (siehe Abbildung 4). Insgesamt ist das Lipid also hydrophil und lipophil, und somit amphiphil.

Da der Schwanz lipophil ist, versucht er, den Kontakt mit Wasser zu vermeiden. Daher „schwimmen“ Lipide im Wasser an der Wasseroberfläche, sodass der Schwanz aus dem Wasser

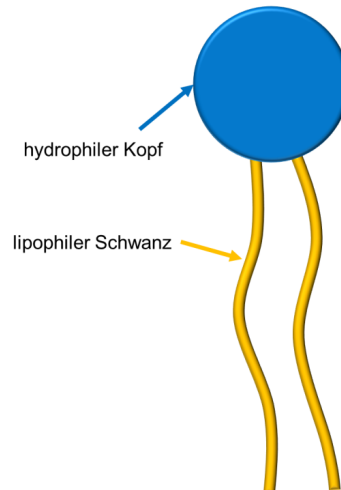


Abbildung 4: Aufbau von Lipiden

ragt und nur der hydrophile Kopf im Wasser ist. Wenn aber die Wasseroberfläche mit Lipiden gesättigt ist, sinken die Lipide ins Wasser ab und lagern sich dort zu Mizellen und Liposomen zusammen.

Auch in diesen Anordnungen vermeiden die Schwänze den Kontakt mit Wasser. Sie bilden daher eine Art Kugel, bei der sich die hydrophilen Köpfe nach außen und die lipophilen Schwänze nach innen anordnen.

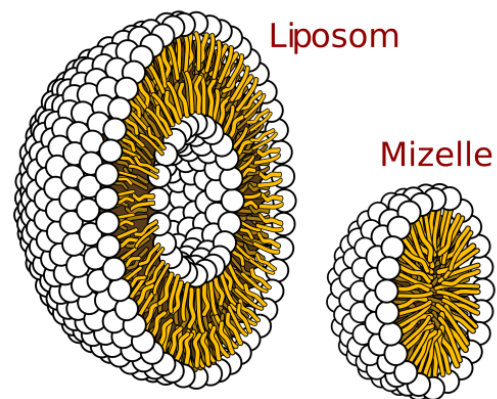


Abbildung 5: Aufbau von Liposomen und Mizellen

Das Besondere an Liposomen ist, dass sie eine Doppelmembran bilden, die aus einer Doppellipidschicht besteht (siehe Abbildung 5). Das heißt, dass sie sowohl außen als auch innen hydrophile Köpfe aufweisen. So können sich lipophile Wirkstoffe zwischen den lipophilen Schwänzen und hydrophile Wirkstoffe bei den hydrophilen Köpfen im Inneren des Liposoms einlagern.

Unser Wirkstoff ist lipophil und befindet sich daher zwischen den Schwänzen. So können wir auch Mizellen verwenden, da diese nur eine Membran bilden und nur lipophile Wirkstoffe zwischen den Schwänzen einlagern können.

Liposomen sind mit 150 bis 300 nm deutlich größer als Mizellen, die bis zu 80 nm groß sind. Das liegt an den unterschiedlichen Formen der Lipide. Die Lipide in Mizellen haben meist nur einen lipophilen Schwanz und sind kegelförmig, nehmen also weniger Platz ein, und daher sind Mizellen kleiner als Liposomen. Die Lipide in Liposomen haben zwei Schwänze und eine Zylinderform. Durch diese Zylinderform und die Lipiddoppelschicht sind Liposomen größer als Mizellen.

Anders als Liposomen und Mizellen bilden Nanopartikel chaotische Anordnungen aus Lipiden um den Wirkstoff herum. Nanopartikel haben im Durchschnitt eine Größe von 80 bis 100 nm. Bei Nanopartikeln verwendet man andere Herstellungstechniken als bei Mizellen und Liposomen.

Herstellung von Liposomen und Mizellen

PHUONG-VY HO

Für die Herstellung von Liposomen und Mizellen konnten wir verschiedene Lipide verwenden. Je nach Lipid bildeten sich entweder Liposomen oder Mizellen. Für diese wurden mehrere Formulierungen ausprobiert. Für die Herstellung von Liposomen verwendeten wir Phospholipon® 80H, Lipoid® S100 oder Cholesterol; für Mizellen wurde PEG 40S oder Stearinsäure zugesetzt. Diese Substanzen haben wir entsprechend abgewogen und in einen Rundkolben gegeben. Anschließend wurde eine Curcumin-Stammlösung und Ethanol hinzugegeben. Bei der Herstellung von Liposomen und Mizellen konnte eine Stammlösung verwendet werden, weil wir nur geringe Mengen von Curcumin brauchten und diese als Pulver nicht abwiegen konnten.

Danach wurde das Ethanol mit Pressluft abgedampft, und als das Ethanol komplett verdampft war, blieb nur noch ein Lipidfilm am

Boden des Kolbens zurück.

In den Kolben gaben wir nun PBS-Puffer (phosphate buffered saline, Phosphat-Puffer pH 7,4), dann wurde kräftig geschüttelt, damit sich der komplette Lipidfilm von der Wand lösen konnte. Durch den Kontakt mit Wasser haben sich Liposomen und Mizellen gebildet.

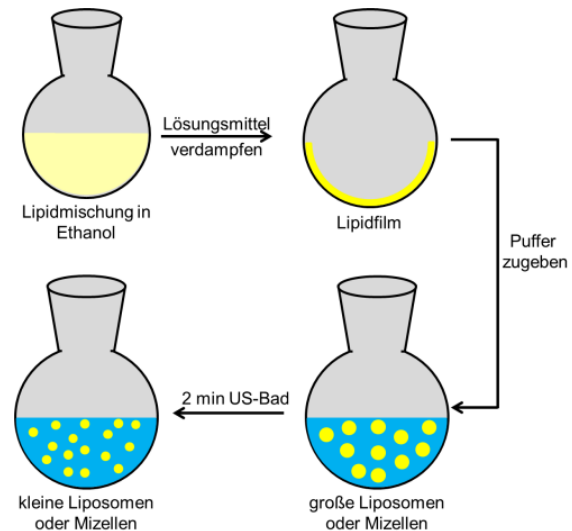


Abbildung 6: Herstellung von Liposomen und Mizellen

Den Kolben hielten wir anschließend in ein Ultraschallbad, um die Liposomen oder Mizellen zu verkleinern. Auf Grund der Lichtbrechung konnten wir erkennen, ob Liposomen oder Mizellen entstanden waren. Da Liposomen größer als Mizellen sind, wurden die Formulierungen der Liposomen eher trüb und die der Mizellen klar.

Herstellung von Nanopartikeln

PHUONG-VY HO

Bei der Herstellung von Nanopartikeln wurden, wie auch bei der der Liposomen und Mizellen, Lipide abgewogen und zusammen mit dem Curcumin-Pulver in einem Becherglas erhitzt. Wenn die Stoffe sich verflüssigt hatten, fügten wir unter Rühren tropfenweise heißes, destilliertes Wasser hinzu. Anschließend wurde das Becherglas in ein Eisbad gestellt, und wir gaben wieder unter Rühren tropfenweise kaltes, destilliertes Wasser hinzu. Dadurch kam es zur Bildung von Nanopartikeln.



Abbildung 7: Nanopartikelherstellung: Zutropfen von kaltem, destilliertem Wasser im Eisbad

Zum Schluss mussten wir die Formulierung zentrifugieren, um die Aggregate von der Lösung zu trennen. Aggregate sind Nanopartikel, die auf Grund der Verklumpung keinen Wirkstoff freisetzen können. Je klarer die Lösung am Ende war, desto kleinere Nanopartikel hatten sich gebildet.

Freisetzungsversuche an den Franzschen Zellen

MALTE SEELING

Um die Freisetzung des Curcumins durch die Haut zu simulieren, benutzten wir Franzsche Zellen. Diese sind jedoch, anders als der Name vermuten lässt, keine Zellen, sondern ca. 10 cm große Gefäße aus Glas, und ihr Aufbau ist in Abbildung 8 gezeigt.

Zwischen dem Donor-Bereich im oberen Teil des Glaszylinders und dem Akzeptor-Bereich im unteren Teil ist eine Membran eingespannt. Die Poren der Membran sind so klein, dass nur der Wirkstoff diese durchdringen kann und somit die Mizellen, Liposomen und Nanopartikel nicht. Dadurch kann die Freisetzung des Wirkstoffes gemessen werden. Im oberen Teil des Akzeptor-Bereiches der Franzschen Zelle befindet sich ein abgewinkeltes Glasröhrchen, das der Probeentnahme dient.

Die Franzschen Zellen wurden mit 50 %igem Ethanol gefüllt, da der Wirkstoff Curcumin nicht in reinem Wasser löslich ist. Das Ethanol wurde zuvor fünf Minuten im Ultraschallbad entgast, damit sich keine Luftbläschen unter der Membran bilden, die die Freisetzungsergebnisse verfälschen könnten. Um die äußeren Bedingungen der Simulation an der Membran so echt wie möglich zu gestalten, wurde der Inhalt der Franzschen Zelle auf die Temperatur der Haut ($T = 35^\circ\text{C}$) erwärmt. Damit eine kontinuierliche Vermischung und eine konstante Temperatur erreicht werden konnten, wurde der Inhalt auf einer Rührplatte mit Hilfe eines Magnetrührstäbchens, auch Rührfisch genannt, vermischt.

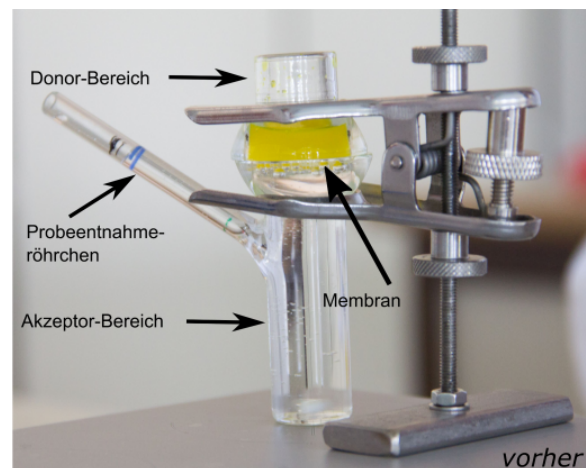


Abbildung 8: Franzsche Zellen vor und nach der Freisetzung einer Curcuminformulierung

Nach diesen Vorbereitungen wurde die Formulierung auf die Membran pipettiert. Das Curcumin wanderte nun langsam durch sie hindurch. Um genau zu messen, in welchen Zeitabständen der Wirkstoff freigesetzt wurde, mussten

zu unterschiedlichen, festen Zeiten Proben von jeweils 350 µl entnommen werden. Diese entnahmen wir mit Hilfe von Pasteurpipetten mit langer Spitze durch das Probeentnahmeröhrchen. Dabei war zu beachten, dass die Proben nicht im Röhrchen, sondern in der Kammer entnommen wurden, da das Curcumin nicht in das Röhrchen aufsteigt. Proben zogen wir zunächst in kürzeren Zeitabständen (nach 5, 10, 15 min), danach alle 15 Minuten und am nächsten Tag. Nach dem Ziehen einer Probe musste die Franzsche Zelle sofort wieder mit neuem 50 %igem Ethanol aufgefüllt werden.

Zur Analyse wurden die Proben an die Gruppe der UV/Vis-Spektrometrie weitergegeben.

UV/Vis-Messungen

ALINA HUBER

Mit einem UV/Vis-Spektrometer wird die Konzentration eines bestimmten Stoffes gemessen. Dies geschieht, indem durch eine Lichtquelle Lichtstrahlen auf ein Prisma gestrahlt werden. Dieses bricht das Licht, sodass nur eine bestimmte Wellenlänge durch die Probe gelangt und deren Absorption gemessen werden kann (schematischer Aufbau eines UV/Vis-Spektrometers siehe Abbildung 9). Absorption bedeutet, dass eine bestimmte Menge Licht von dem Curcumin aufgenommen wird und nicht durch die Küvette auf den Detektor trifft, also nicht gemessen wird.

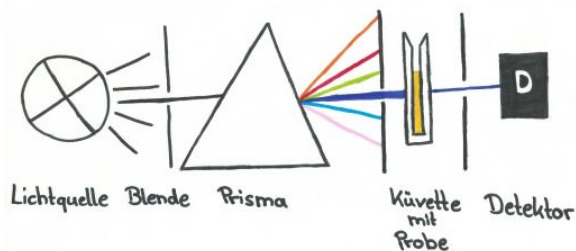


Abbildung 9: Aufbau und Funktionsweise eines UV/Vis-Spektrometers

Nach dem Einschalten des Gerätes mussten wir jedoch erst den Nullwert des Lösungsmittels bestimmen. Dazu füllten wir 50 %iges Ethanol in eine Küvette und stellten dessen Absorption

als Nullwert ein, um nur die Absorption des Curcumins zu messen.

Als nächstes erstellten wir mit dem UV/Vis-Spektrometer ein Spektrum. Hierfür strahlten wir alle Wellenlängen durch eine Küvette mit einer Curcumin-Lösung und beobachteten, bei welcher Wellenlänge das Curcumin am meisten Licht absorbierte. Auch wenn unser Spektrum nicht so aussah wie erwartet (siehe Abbildung 10), konnten wir dennoch die optimale Wellenlänge ($\lambda = 417 \text{ nm}$) herausfinden, woraufhin wir mit dieser weiterarbeiteten, damit wir auch geringe Konzentrationen von Curcumin messen konnten.

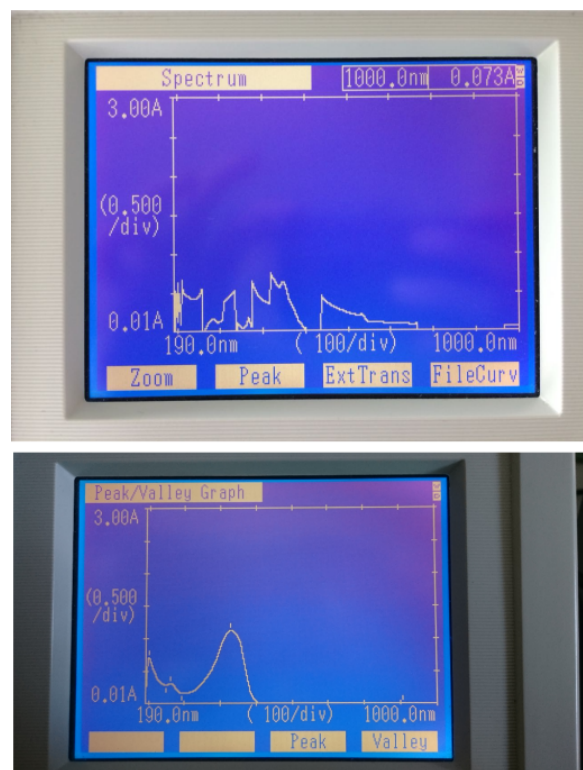


Abbildung 10: Spektren von Curcumin; oben: unser Spektrum, unten: Sollspektrum von Curcumin (y-Achse: Absorption, x-Achse: Wellenlänge [nm])

Um nun von der Absorption auf die Konzentration schließen zu können, erstellten wir im nächsten Schritt eine Kalibriergerade. Dafür bestimmten wir die Absorption bekannter Curcumin-Konzentrationen, fügten diese Werte in einen Graphen ein und erhielten eine fast gerade Linie. Schließlich ergänzten wir noch die Trendlinie in dem Graphen, worauf eine lineare Gleichung ersten Grades ausgegeben wurde.

Nun konnten wir die Absorptionen der Pro-

ben, die wir von den Experimentatoren der Franzschen Zellen erhielten, mit dem UV/Vis-Spektrometer messen, die Konzentration mit Hilfe der Formel berechnen und die Freisetzungsglyphen erstellen. Die Proben wurden immer so gemessen, dass die Proben einer Formulierung nacheinander, mit aufsteigender Curcumin-Konzentration, also nach aufsteigender Zeit, gemessen wurden. Nachdem wir alle Proben einer Formulierung gemessen hatten, spülten wir die Küvette mit 50 %igem Ethanol, um die Absorption der nächsten Proben nicht zu verfälschen.

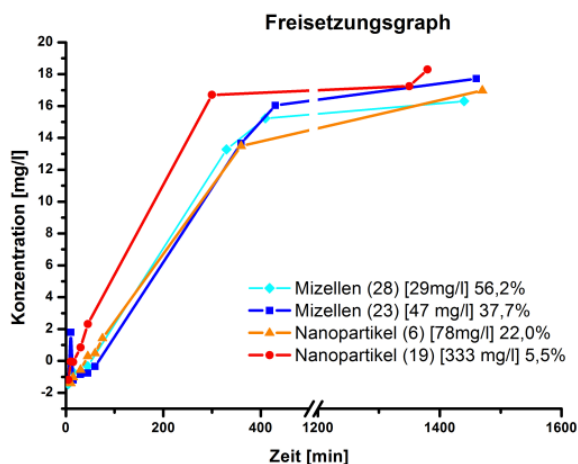


Abbildung 11: Freisetzung des Curcumins in verschiedenen Formulierungen im Vergleich

Abbildung 11 zeigt die Graphen einiger unserer Formulierungen. Wie zu erkennen ist, gaben alle vier Formulierungen in derselben Zeitspanne ungefähr gleich viel Curcumin ab. Nun könnte man meinen, dass die vier Formulierungen gleich gut seien, was aber nicht der Fall ist. In den Formulierungen mit Mizellen war deutlich weniger Curcumin enthalten und es wurden bis zu 60 % des Curcumins freigesetzt, in denen mit Nanopartikeln jedoch nur bis zu 25 %. Formulierungen mit Liposomen sind in diesem Graphen nicht enthalten, da diese alle sehr wenig Curcumin freisetzen, sodass wir dessen Absorption nicht messen konnten. Deshalb sind wir zu dem Ergebnis gekommen, dass Mizellen für die Versuche mit der Franzschen Zelle am besten geeignet sind und Liposomen am wenigsten. Außerdem stellten wir fest, dass nach spätestens sieben Stunden bei den meisten Formulierungen fast kein weiteres Curcumin mehr freigesetzt wurde.

Hautaufbau, Penetrationswege und Membranaufbau

DANA BOSTEDT, TAMI GIBSON

Da wir unsere Formulierungen auch direkt an Schweinehaut und menschlicher Haut testen wollten, haben wir uns zunächst mit dem Aufbau der Haut beschäftigt, um den Weg des Wirkstoffes durch die Haut nachvollziehen zu können.

Unsere Haut ist in drei Schichten, die Epidermis (Oberhaut), die Dermis (Lederhaut) und die Subcutis (Unterhaut), gegliedert. Die oberste Hautschicht, die Epidermis, lässt sich in fünf Schichten unterteilen:

Von außen nach innen: das „stratum corneum“, das „stratum lucidum“, das „stratum granulosum“, das „stratum spinosum“ und das „stratum basale“. Im „stratum basale“ werden durch Zellteilung neue Zellen gebildet, die dann durch die anderen Schichten nach oben wandern, dabei langsam absterben und den sogenannten Lipidmörtel bilden. Das bedeutet, dass zwischen den Zellen eine lipophile Masse entsteht und die Zellen dadurch zusammengehalten werden.

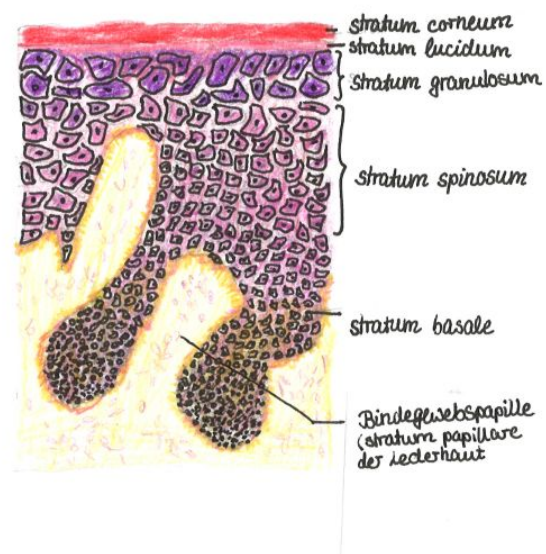


Abbildung 12: Aufbau der Epidermis

Anders als in den anderen Schichten befinden sich in der obersten Schicht der Epidermis, also dem „stratum corneum“, nur abgestorbene Zellen. In der gesamten Epidermis sind keine Blutgefäße vorzufinden. Anders ist dies bei der Dermis: In dieser befinden sich Blutgefäße,

Nervenfasern, Talgdrüsen, Haarwurzeln und Schweißdrüsen. Sie gilt als die stärkste Hautschicht.

In der Subcutis liegen weitere Blutgefäße sowie Fettgewebe und eine Bindegewebsschicht vor, die die Knochen, Muskeln und Organe vor Druck, Wärmeverlust und Stößen schützen.

Damit eine Wirkung erzielt werden kann, muss der Wirkstoff mindestens bis in die Dermis eindringen, da er in die Blutgefäße gelangen muss, die in der Epidermis nicht vorhanden sind. Deshalb haben wir uns Gedanken gemacht, wie wir den Wirkstoff in die zweite oder dritte Schicht unserer Haut eindringen lassen können.

Penetrationswege

Soll ein Wirkstoff über die Haut in den Körper aufgenommen werden, so stehen diesem verschiedene Wege durch die Haut zur Verfügung – die Penetrationswege. Mit vier von diesen möchten wir uns im Folgenden genauer beschäftigen.

Bei dem transglandulären Penetrationsweg geht der Wirkstoff durch Talg- oder Schweißdrüsen in die Haut, und zwar direkt in die Subcutis oder die Dermis, also zu den Blutgefäßen. Das Problem dabei ist jedoch, dass Schweiß oder Talg aus den Drüsen austritt, während der Wirkstoff in die Haut hinein gelangen soll. Deswegen ist noch nicht geklärt, ob dieser Weg für die Wirkstoffe auch wirklich genutzt werden kann.

Im Gegensatz dazu ist beim transfollikulären Penetrationsweg schon wissenschaftlich bewiesen, dass Nanopartikel über Haarfollikel (Struktur, die das Haar umgibt) direkt in die Lederhaut gelangen können, indem sie an dem Haar nach unten gleiten.

Da jedoch nicht überall solche Follikel oder Talg- und Schweißdrüsen zu finden sind, muss der Wirkstoff auch andere Wege verwenden, um zu den Blutgefäßen in der Lederhaut und der Subcutis zu kommen. Hierbei unterscheidet man zwischen dem interzellulären und dem transzellulären Penetrationsweg.

Bei dem interzellulären Penetrationsweg gelangt der lipophile Wirkstoff durch die lipophilen Zellzwischenräume hindurch. Der Wirkstoff

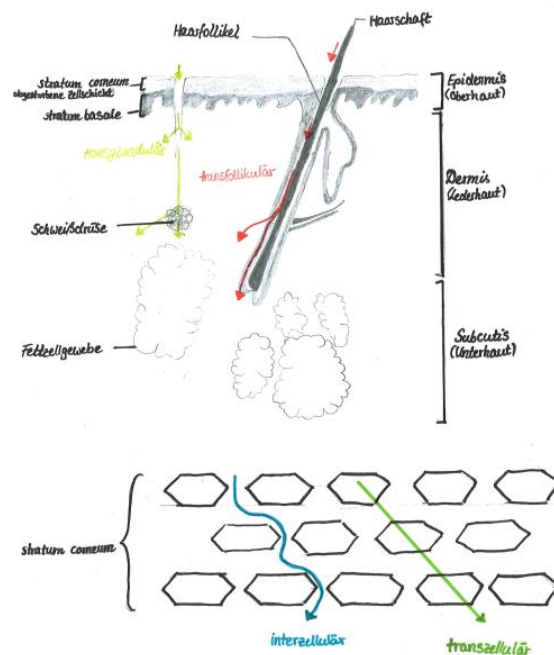


Abbildung 13: Penetrationswege und Hautaufbau

Curcumin, der bei uns Anwendung fand und das vorherige Kriterium erfüllt, würde vermutlich diesen Weg nehmen.

Durch die hydrophilen Zellen und die lipophilen Zellzwischenräume gelangt der Wirkstoff bei dem transzellulären Penetrationsweg. Dafür muss der Wirkstoff jedoch amphiphil sein. Da Curcumin lipophil ist, lässt sich dieser Transport wahrscheinlich nicht auf Curcumin anwenden. Außerdem ist ein weiteres Problem des transzellulären Penetrationsweges, dass sich in den Zellen Keratin (Feststoff, der sich auch in den Haaren befindet) anreichert und zusätzlich den Transport durch die Zellen erschwert.

Unser Ziel war es, den Wirkstoff Curcumin so tief wie möglich in die Haut eindringen zu lassen. Dazu können die oben erklärten Penetrationswege durch den Okklusionseffekt verbessert werden.

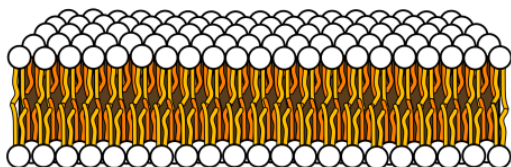
Unter dem Okklusionseffekt versteht man das Bedecken der Haut durch einen lipophilen Stoff. Durch diese Schicht wird das Austreten von Wasser durch die Haut verhindert, was zu einer gesteigerten Hauthydration und einer Reduktion des Wasserverlustes führt. Durch das Aufquellen der Haut, die dadurch durchlässiger wird, kann der Wirkstoff tiefer in die Haut eindringen, und die Penetration wird gesteigert.

Im Gegensatz dazu bezeichnet der Dochteffekt den Wasserentzug, der durch die Flüssigkeitsverdunstung einer Öl-/Wasser-Emulsion entsteht. Dieser wird angewendet, wenn man eher fettige Haut hat und diese trockener machen möchte. Der Dochteffekt wirkt also feuchtigkeitsentziehend. Da hierbei Wasser entzogen wird, doch der Wirkstoff in die Haut hineingelangen muss, wirkt dieser Effekt der Penetration entgegen.

Membranstruktur

Die gerade beschriebenen Hautschichten bestehen aus Zellen, die von Membranen umgeben sind. Ohne diese Membranen gäbe es keine Zellen und somit auch kein Leben. Sie verhindern den Abbau bestimmter Substanzen und schützen unsere Zelle vor der Vermischung der organellspezifischen Substanzen und erlauben damit die Spezialisierung von Organellen. Der Wirkstoff muss durch die Membran hindurch, um über die Zelltransportsysteme in die Zellen zu gelangen, wo er seine Wirkung entfalten kann. Um einen Weg durch die Membran zu finden, haben wir uns deren Aufbau und Funktion genauer angeschaut.

Doppellipidschicht



Unsere Membran besteht zum Großteil aus Lipiden, die aus einem hydrophilen Kopf und zwei lipophilen Schwänzen bestehen. Diese Phospholipide bilden zusammen mit Proteinen eine Doppellipidschicht, die aus zwei einzelnen, parallelen Monolayern von Lipidmolekülen besteht und eine ungefähre Dicke von 5 nm hat. Ihre hydrophilen Köpfe ragen nach außen, und die lipophilen Schwänze werden im Inneren durch hydrophobe Wechselwirkungen zusammengehalten. Die Aufgabe dieser besteht darin, eine Barriere gegen das Entweichen von Zellbestandteilen zu bilden. Der Nährstoff- und Abfallaustausch wird durch die Membran mit

ihren hochselektiven Kanälen, Pumpen, Sensoren und Transportproteinen ermöglicht. Die Eigenschaften der verschiedenen Monolayer hängen von der Länge und dem Sättigungsgrad (Reaktivität) der lipophilen Schwänze ab.

Um das zu veranschaulichen, haben wir uns das Modell für die Membranstruktur, das sogenannte Flüssig-Mosaik-Modell, angeschaut. Dieses beschreibt, dass eine Membran ein „Mosaik“ aus Lipiden und Proteinmolekülen ist und sich wie eine Flüssigkeit verhält. Durch die seitlichen Bewegungen der in der Membran eingelagerten Proteine befindet sich die Membran nicht in einem starren, sondern in einem dynamischen und fluiden Zustand.

Die Membranfluidität ist von der Temperatur und der Membranzusammensetzung abhängig. Sinkt die Temperatur, wird sie gelartig. Diesen Übergang nennt man Phasenübergang. Besonders im flüssigen Bereich ist die Membran flexibel, sodass Bewegungen möglich sind. Wenn die einzelnen Lipide aus ihrer Form verdrängt werden, schließen sie sich wieder zusammen. Das funktioniert auf drei verschiedene Arten, neben der bereits bekannten lateralen (seitlichen) Bewegung. Zunächst gibt es die Rotation, was bedeutet, dass sich das Lipid entlang der vertikalen Achse drehen kann. Wenn sich das Lipid biegt, spricht man von der sogenannten Flexion. Im seltensten Fall kommt es zu dem Phänomen des Flip-Flop. Hierbei wechselt das Lipid, welches zuvor im äußeren Monolayer auftrat, in den inneren Monolayer. Dies gilt auch im umgekehrten Fall.

In der Membran gibt es nicht nur eine Art von Proteinen: Die vielen verschiedenen Membranproteine, wie zum Beispiel Transportproteine, Rezeptoren, Ankerproteine und Enzyme, sind innerhalb der Membran frei beweglich. Ihre Aufgaben sind der Membrantransport und der Zell-Zell-Kontakt, der auch „junction“ genannt wird, und der Verbindung sowie der Kommunikation und der Permeabilitätsbarriere (Durchdringungsbarriere) der Zellen dient. Anhand dieses Modells konnten wir die Phospholipid-Doppelschicht, die die Zellen und Zellorganellen umhüllt, gut verstehen. Die Doppellipidschicht fungiert als Barriere für polare Substanzen. Mit Ausnahme von Wasser, das

passiv durch die Membran dringen kann, benötigen alle polaren Substanzen spezielle Transportsysteme.

Schweinehautversuche

MALTE SEELING

Um unsere Formulierungen auch an echter Haut zu testen, haben wir Schweinehaut benutzt, da diese ähnlich wie Menschenhaut aufgebaut ist. Hierfür wurden uns zwei Schweineohren zur Verfügung gestellt. Ziel war es, die Schweinehaut anstelle der Membran in die Franzsche Zelle einzuspannen.

Zunächst mussten die Verletzungen an der Haut markiert werden, da diese Hautstücke die Messungen verfälschen würden und daher unbrauchbar waren. Anschließend wurde die Haut mit einem Skalpell von dem Schweineohr abgetrennt.

Danach wurden Stücke der Haut auf Größe der Membranen ausgestanzt, ausgeschnitten und in einem Wasserbad für 4 min auf 50 °C erhitzt. Nun sollte die Epidermis der Schweinehaut abgelöst werden, was jedoch bei beiden Schweineohren nicht funktionierte. Ein möglicher Grund dafür ist, dass nach der Schlachtung der Schweine Vorbehandlungen der Haut durchgeführt wurden. Deshalb war es leider nicht möglich, die Freisetzung des Curcumins durch die Schweinehaut zu messen und mit der Freisetzung durch die Membran zu vergleichen.

Tape-stripping

ANDREAS PIETZCKER

Wir wollten unsere Formulierungen auch an menschlicher Haut – genauer gesagt: an der unserer Kursleiter – testen, die aus offensichtlichen Gründen nicht in Franzsche Zellen eingespannt werden kann. Das bedeutet auch, dass wir eine andere Methode zur Probenentnahme benötigten. Diese Methode heißt tape-stripping (engl. Klebeband abziehen), und sie funktioniert wie folgt:

Anders als bei Franzschen Zellen gibt es in unserer Haut kein Probeentnahmeröhrchen. Stattdessen werden beim tape-stripping die ober-

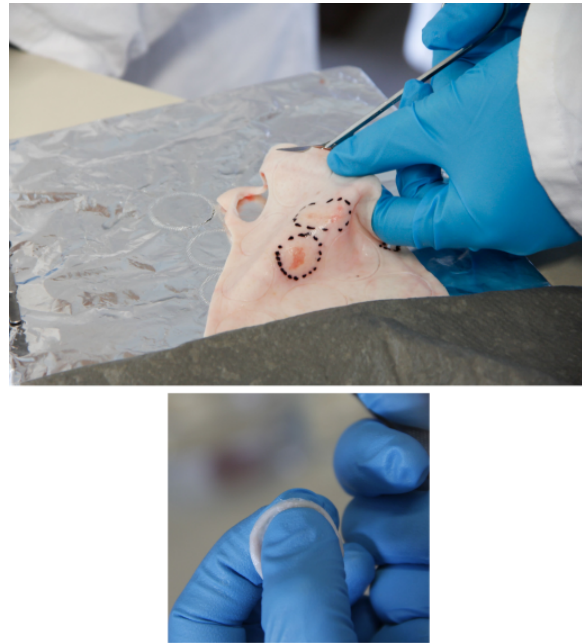


Abbildung 15: Ablauf der Schweinehautversuche
oben: Ausschneiden der Hautstücke
unten: Abziehen der Epidermis

ten Zellen des stratum corneum und der Wirkstoff, unter Zuhilfenahme eines Klebestreifens abgezogen. Diese Klebestreifen werden dann verwendet, um Aussagen zu treffen, wie tief der Wirkstoff freigesetzt wurde. Wenn auf den ersten Klebestreifen viel Wirkstoff ist, also in den oberen Zellschichten der Epidermis, hat das Trägersystem (Mizellen, Liposomen, Nanopartikel) weniger gut funktioniert, als wenn er bei den letzten Klebestreifen, also tief in dem stratum corneum, gefunden wird.

Beim tape-stripping wird eine bestimmte Menge Trägersystem (in unserem Fall 100 µl), auf eine markierte Hautstelle aufgetragen. Daraufhin wurde der Wirkstoff 5 min lang inkubiert. Inkubation ist die Zeit, in der man die Formulierung in die Haut einziehen lässt.

Nach fünf Minuten saugten wir die verbliebene Flüssigkeit mit einem Papiertuch auf. Das ist die erste Probe, und diese wird später ebenfalls analysiert. Im Tuch ist der ganze Wirkstoff, der nicht eingezogen ist.

Danach nahmen wir Tesafilm-Proben, dies ist das tape-stripping. Dazu wird ganz normaler handelsüblicher Tesafilm auf die Hautstelle aufgedrückt und dann sofort wieder abgezogen. Die Prozedur wiederholt man neun Mal, so-

dass wir am Ende zehn Proben hatten.

Die Proben werden zuerst in sehr kleine Glasperlen getaucht, da der Klebestreifen immer noch klebt. Diese haften auf der klebrigen Seite und verhindern somit, dass der Streifen im Probenglas kleben bleibt. Sie haben keinen Einfluss auf die Messung des Wirkstoffes, da sie vor der Messung herauszentrifugiert werden.



Abbildung 16: Ablauf des tape-stippings; oben: Auftragen der Formulierung; unten: Abziehen des Klebestreifens

Mit Hilfe der Messergebnisse konnten wir auswerten, wie groß die Menge des tatsächlich in der Haut angelangten Wirkstoffes ist und wie tief er in die Haut eindrang. Wenn wir mehr Wirkstoff auf die Haut gegeben hatten, als durch Addition aller Messwerte erhalten wurde, gibt es mehrere Interpretationsmöglichkeiten:

1. Der Wirkstoff ist tiefer in die Haut eingezogen, als unsere Messung gereicht hat, was sehr erfreulich wäre.
2. Die Testperson hat gewackelt und ein Teil des Wirkstoffes hat den Messbereich (das Feld von 1 cm^2) verlassen.
3. Es wurde am Anfang zu wenig pipettiert.

Wenn die Differenz nur sehr gering ist, kann es einfach nur an der Messungenauigkeit liegen.

HPLC, Ergebnisse tape-stripping

EVA TILSCHER

Im Kurs Chemie/Pharmazie haben wir, mittels HPLC, tape-stripping-Proben aus dem Hautversuch analysiert. Unser Ziel war es, die Menge des Wirkstoffes Hesperitin in den Hautzellen auf den Klebestreifen zu ermitteln und auf diese Weise festzustellen, wie gut der Wirkstoff von der Haut aufgenommen wurde.

Die HPLC ist dabei eine Chromatographie und damit ein Trennverfahren zur Auftrennung von Stoffgemischen. Sind die Stoffgemische flüssig, spricht man von Flüssigchromatographie. In unserem Fall kam ein Gerät zum Einsatz, bei dem die Trennung durch Druck beschleunigt wird. Das Verfahren heißt Hochleistungsflüssigchromatographie, oder auf Englisch „High Pressure Liquid Chromatography“, und wird mit HPLC abgekürzt.

Die HPLC gehört zur Säulenchromatographie und wird in Bereichen wie der Umweltanalytik, Pharmazie, Lebensmittelchemie und Biochemie eingesetzt. In Adelsheim hatten wir leider kein eigenes HPLC-Gerät zur Verfügung und ließen deshalb unsere Proben, die wir hergestellt hatten, im Anschluss an die Sommerakademie an der Universität Marburg auswerten.

Ein HPLC-Gerät besteht aus einer Säule mit Siliziumpartikeln, die mit einer dünnen Schicht aus lipophilen Ketten umgeben sind. Diese Partikel bilden die stationäre Phase. Der Klebestreifen mit den Hautschuppen wird in 100%igem Ethanol gelöst und die Lösung in das HPLC-Gerät gegeben. Anschließend kommt eine flüssige Phase, bestehend aus 50% Methanol, 48% Wasser und aus 2% konzentrierter Essigsäure, hinzu. Sie wird unter Druck durch die Säule gepumpt. Auf Grund der lipophilen Oberfläche werden die Klebereste an der stationären Phase durch längere Wechselwirkungen festgehalten und die Probe mit dem Wirkstoff gelangt als erstes durch die Säule und kann somit von den Kleberesten getrennt werden. Am Ende der Säule ist eine Membran angebracht, die dafür sorgt, dass die stationäre

Phase im Gerät bleibt. Abbildung 17 zeigt das Funktionsprinzip eines HPLC-Gerätes vor und während einer Messung.

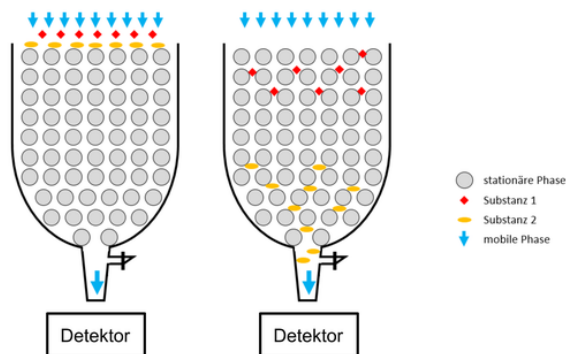


Abbildung 17: Skizze eines HPLC-Gerätes zu Beginn (links) und während der Messung (rechts)

Hinter der Membran befindet sich ein UV/Vis Spektrometer als Detektor, mit dem die Konzentration des zu untersuchenden Wirkstoffes in der Probe gemessen wird. Der Detektor muss mit dem zu untersuchenden Wirkstoff kalibriert werden und erkennt dann, welcher Anteil davon in der Probe enthalten ist. Wichtig ist es, dass die Messung abgeschlossen wird, bevor sich die Klebereste von der stationären Phase lösen und das Messergebnis im Spektrometer verfälscht wird. Die Messergebnisse erhielten wir von der Universität Marburg als Graph (Abbildung 18).

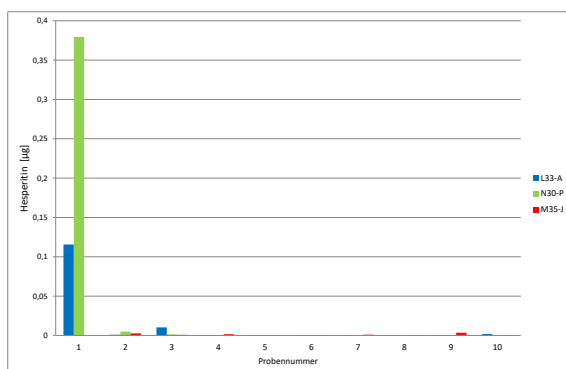


Abbildung 18: Liposomen bei Anna (blau), Nanopartikel bei Philipp (grün), Mizellen bei Jana (rot)

Auswertung: Die Nanopartikel (grüne Balken im Diagramm oben) waren fast ausschließlich in der obersten Hautschicht zu finden (Probennummer 1), schienen also fast gar nicht in die Haut eingedrungen zu sein; sie fanden sich hier jedoch in einer höheren Konzentration als

Mizellen und Liposomen. Die Mizellen (rote Balken im Diagramm oben) waren nur in den Probennummer 2, 4 und 9 nachweisbar und dazu in äußerst geringer Konzentration. Die Liposomen fanden sich vor allem in den Probennummer 1, 3 und 10 wieder. Sie waren in der letzten Probe noch nachweisbar, sodass davon auszugehen ist, dass der Wirkstoff Hesperitin mit Hilfe der Liposomen am tiefsten in die Haut transportiert werden konnte.

Verbesserungsvorschläge: Da wir bei unserer Auswertung regelmäßig negative Messergebnisse bekommen haben, könnten wir das nächste Mal bei jedem Kursleiter als erstes eine Blindprobe machen, das heißt mit dem gleichen Kugelschreiber, Wasser, Tesafilm und ohne Wirkstoff, damit sich keine negativen Werte ergeben, da eine negative Freisetzung keinen Sinn macht. Dadurch wären unsere Ergebnisse noch genauer.

Fazit

PHILIPP MAYER

Die Akademie war einfach eine geniale Zeit. Die erfolgreiche Herstellung eigener Mizellen, Nanopartikel und Liposomen wurde durch labortechnische Analyse bestätigt. Außerdem bewirkte die geglückte Durchführung der Versuche an den Franzosen Zellen sowie der UV/Vis-Spektrometrie einen Synergie-Effekt, der die Gruppenproduktivität steigerte. Die Teilnehmer waren konzentriert und mit froher Natur und jeder Menge Herzblut bei der Kursarbeit dabei. Nachdem der erste Meilenstein überwunden war, fanden die Schülerinnen und Schüler schnell die Richtung und entwickelten neue Arbeitsweisen, sodass sie in Folge dessen selbstständiger wurden, sich gegenseitig halfen und zielstrebig an die Arbeit herangingen.

War es ein Tiefschlag oder ein Erfolg, sie wuchsen an ihren Aufgaben jeden Tag über sich hinaus, verstanden sich untereinander grandios und hatten eine Menge Spaß. Die ganze Gruppe konnte ihren Horizont durch eine gelungene Akademiezeit, Freundschaften fürs Leben und Erlebnisse, die verbinden, erweitern. Vielleicht war diese Erfahrung für manche der Grundstein zum zukünftigen akademischen Werdegang.

Danksagung

Wir möchten in besonderem Maße dem Institut für pharmazeutische Technologie und Biopharmazie der Philipps-Universität Marburg für die Bereitstellung essentieller Laborgeräte danken. Außerdem einen herzlichen Dank an die Kollegen von Dr. Jana Brüßler, die in der Vor- und Nacharbeit zur Analytik beitrugen. Des Weiteren ein großer Dank an die Firma BRAND GmbH & Co. KG, die uns Kolbenhubpipetten und Zubehör zur Verfügung gestellt hatte, die bei der Präzision der Versuche unabdingbar waren. Zudem gebührt der Firma Joh. Vögele KG ein Dankeschön für die ätherischen Öle, da ohne sie die Badeemulsionen nicht einmal annäherungsweise so gut geduftet hätten. Ein großes Dankeschön geht an die Lipoid GmbH, ohne die die ganze Kursarbeit gar nicht möglich gewesen wäre, da sie uns die Lipide stifteten, mit denen wir unsere Mizellen und Liposomen herstellten.

Abschließend möchten wir uns ganz herzlich bei unseren Kursleitern bedanken, die uns diesen interessanten, abwechslungsreichen Kurs ermöglicht haben.

Jana – Mit ihrem umfassenden Fachwissen hat sie uns nicht nur das Kursthema näher gebracht, sondern auch geduldig alle Fragen, die uns über den Kurs hinaus interessiert haben, beantwortet. Hilfreiche Präsentationstipps, Erfahrung im Formatieren und Quellangaben richtig Setzen haben unseren Kurs bereichert. Liebevoll und geduldig hat sie sich für jeden einzelnen von uns Zeit genommen, um sicherzustellen, dass sich jeder integriert und wohlfühlt. All dies hat zu einem angenehmen Kursklima geführt!

Anna – Mit ihrer lustigen Känguru-Art haben wir sie alle in den zwei Wochen lieb gewonnen. Mit ihrem fotografischen Talent hat sie es dazu gebracht, dass wir viele schöne Erinnerungen an unsere gemeinsame Zeit haben. Dafür sind wir ihr sehr dankbar, ebenso wie dafür, dass sie uns beim Protokoll schreiben, bei den Versuchen im Labor oder im Design vom T-Shirt immer eine große Hilfestellung war. Mit ihrer lieben, ruhigen Art war sie eine Vertrauensperson für uns. Danke, Känguru!

Philipp – Als immer gut gelaunter Schülermentor war er mehr wie ein gleichgesinnter Teilnehmer, der für jeden Spaß zu haben war. Trotzdem hat er uns mit seinem Vortrag über die Membranstruktur gezeigt, was alles in ihm steckt, ebenso wie mit seinen wertvollen Tipps im Hinblick auf die Präsentation. Beim Sportfest hatten wir in ihm einen anspornenden Schülermentoren an unserer Seite, der uns als einziger im Vorfeld keinen unnötigen Sport hat machen lassen. Mit seinem Slogan wird er uns allen in Erinnerung bleiben. In diesem Sinne: „Chemie/Pharmazie – wir verlieren nie!“

Die drei sind uns mit ihrer vielfältigen, lieben Art ans Herz gewachsen, und auch wenn wir teilweise vielleicht nicht unbedingt die leisesten Zuhörer waren, waren sie stets geduldig mit uns. Wir werden uns noch lange an die intensive und heitere Arbeitszeit zurückerinnern!

Vielen Dank für alles
Euer Bester Kurs

Personenbeschreibungen

Alina war hochmotiviert und arbeitete immer sehr konzentriert. Sie konnte auch uns anderen Teilnehmern bei Fragen immer weiterhelfen. Sie war unsere Excel- und Kommaexpertin und sorgte für sehr gute Auswertungen bei dem UV/Vis-Spektrometer.

Andreas glänzte mit seiner überzeugenden Laborerfahrung und konnte viele Teilnehmer für seine Blender-KüA begeistern. Er bearbeitete seine Aufgaben sehr präzise und genau und hatte viel Spaß am Planen der Versuche. Er half auch bei der Organisation des Bergfestes und spielte im Orchester.

Cédric, ein lustig-charmanter Typ mit extra Laborhose, hatte sehr viel Spaß am Gummibärchenpackungen Horten und konnte das Eröffnungswochenende auf die leichte Schulter nehmen, da ihm das Orbitalmodell schon geläufig war.

Clemens war der Designer der T-Shirts und konnte mit seiner Kreativität und charmannten Art jeden zum Lachen bringen. Hungrig, wie immer, erstellte er den optimalen Masterplan für die Rotationspräsentation.

Mit der Frage „Wann gibt’s Essen?“ brachte er die Kursleiter dazu, uns immer pünktlich zum Essen zu lassen

Dana ist ein sehr offener Mensch und hatte sehr viel Freude an jeder Aufgabe, war immer hilfsbereit, gut gelaunt und übernahm auch viel Verantwortung. Nicht nur in der Chemie ist sie sehr begabt, sondern hat auch ein großes musikalisches Talent. Dana erledigte ihre Arbeitsaufträge sehr zuverlässig und ihre Aufschriebe waren immer sehr ordentlich.

Eva ist uns mit ihrer ruhigen, aber liebenswerten und witzigen Art während der Akademie sehr ans Herz gewachsen. Immer motiviert bei der Herstellung von Liposomen, Mizellen und Nanopartikeln heiterte Eva mit lustigen Kommentaren die Kurs-Atmosphäre auf. Sie lächelt 24/7, und wenn man sie anschaut, hat man Lust, mitzulauchen.

Hendrik konnte nicht nur mit seinem Körperbau, sondern auch mit seiner Intelligenz überzeugen. Er war für jeden Spaß zu haben und konnte sich besonders bei der Vortragsvorbereitung einbringen. In den Tanz-KüAs konnte er den weiblichen Tanzpartnerinnen imponieren.

Jule zeigte bei dem Sportfest, was alles in ihr steckt. Wir konnten bei Fragen zu Mizellen, Liposomen und Nanopartikeln immer auf sie zu kommen. Mit ihrer badischen Ader brachte sie uns bei der ersten Präsentation zum Schmunzeln. Inzwischen ist sie fast ein Hochdeutschprofi.

Lucia ist eine sehr offene Person und konnte auch ihr Schauspieltalent bei der Akademie einbringen. Mit ihrem Organisationstalent hat sie bei der Organisation des Bergfestes mitgewirkt. Ohne sie wären wir in der Akademiezeit mit der Süßigkeitenversorgung auf dem Trockenen gesessen.

Malte ist ’n litter Typ. Im Laufe der Akademie wurde er ein sehr wichtiges Mitglied in unserem Kurs. Mit den Franzschen Zellen konnte er gut umgehen, und die ganze Gruppe musste über seine lustigen Kommentare lachen.

Phuong-Vy Egal wo sie auftauchte – immer schaffte sie es, gute Laune zu verbreiten. Zuverlässig stellte sie Nanopartikel her, die immer zu guten Ergebnissen führten. Sie ist immer sehr hilfsbereit und konnte auch unsere KüAs mit ihrem Sprachtalent bereichern.

Tami ist eine sehr freundliche Person und sorgte durch ständige Lachflashes für eine fröhliche Stimmung in der Gruppe. Mit ihrer vertrauenswürdigen Art und guten Laune konnte man sie nur lieb gewinnen. Auch engagierte sie sich sehr in den Musik-KüAs.

Anna war am besten bekannt als das Känguru. Ihre Fotokamera stets dabei, hatte sie uns immer im Visier und war darum bemüht, uns zum Arbeiten zu motivieren.

Jana hat uns niemals im Stich gelassen, sie hat die leckersten Pralinen und die besten Kuchen gemacht! Mit den Seifenblasen hat sie viel Spaß in den Kurs gebracht.

Philipp war unser hochmotivierter Schülermentor. Er kümmerte sich gut und interessiert um uns und war sehr hilfsbereit, zum Beispiel beim Herstellen von 50 %igem Ethanol. Mit seiner lustigen Art schaffte er es, uns auch immer wieder zum Arbeiten zu motivieren.

Quellen

Das Basiswissen der Chemie, C. E. Mortimer, 6. Auflage, Georg Thieme Verlag

Instrumentelle pharmazeutische Analytik, G. Rücker, M. Neugebauer, G.G. Willems, 3. Auflage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart

Liposomes from Physics to Applications, D.D. Lasic, Elsevier science publishers B.V.

Lehrbuch der Molekularen Zellbiologie, Alberts, Bray, Hopkin, Johnson, Lewis, Raff, Roberts, Walter, 3. Auflage, WILEY-VCH

Lehninger Biochemie, Nelson, Cox, 4. Auflage, Springer

http://www.med4you.at/laborbefunde/techniken/chromatographie/lbef_chromatographie_hplc_gc.htm

<http://www.umweltlabor.de/Labor/hplc.htm>

<https://www.chem-page.de/publikationen/hplc.html>

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Curcumin_structure_\(keto\).svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Curcumin_structure_(keto).svg)

<https://chem.nlm.nih.gov/chemidplus/rn/458-37-7>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21374628?dopt=Abstract>

[https://www.uni-hohenheim.de/pressemitteilung?tx_ttnews\[tt_news\]=8110&cHash=ce92767653](https://www.uni-hohenheim.de/pressemitteilung?tx_ttnews[tt_news]=8110&cHash=ce92767653)

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hesperetin_structure.svg

<https://www.alfa.com/de/catalog/B20528>

<http://www.haut.de/haut/grundlagen/aufbau-der-haut>

Danksagung

Wir möchten uns an dieser Stelle bei denjenigen herzlich bedanken, die die 15. JuniorAkademie Adelsheim / Science Academy Baden-Württemberg überhaupt möglich gemacht haben.

Finanziell wurde die Akademie in erster Linie durch die Stiftung Bildung und Jugend, die Hopp-Foundation, den Förderverein der Science Academy sowie durch den Fonds der Chemischen Industrie unterstützt. Dafür möchten wir an dieser Stelle allen Unterstützern ganz herzlich danken.

Die Science Academy Baden-Württemberg ist ein Projekt des Regierungspräsidiums Karlsruhe, das im Auftrag des Ministeriums für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg und mit Unterstützung der Bildung & Begabung gGmbH Bonn für Jugendliche aus dem ganzen Bundesland realisiert wird. Wir danken daher dem ehemaligen Leiter der Abteilung 7 des Regierungspräsidiums Karlsruhe, Herrn Abteilungspräsidenten Vittorio Lazaridis, der Leiterin des Referats 75 – allgemein bildende Gymnasien, Frau Leitende Regierungsschuldirektorin Dagmar Ruder-Aichelin, Herrn Dr. Hölz vom Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg sowie dem Koordinator der Deutschen Schüler- und JuniorAkademien in Bonn, Herrn Volker Brandt, mit seinem Team.

Wie in jedem Jahr fanden die etwas über einhundert Gäste sowohl während des Eröffnungswochenendes und des Dokumentationswochenendes als auch während der zwei Wochen im Sommer eine liebevolle Rundumversorgung am Eckenberg-Gymnasium mit dem Landesschulzentrum für Umwelterziehung (LSZU) in Adelsheim. Stellvertretend für alle Mitarbeiter möchten wir uns für die Mühen, den freundlichen Empfang und den offenen Umgang mit allen bei Herrn Oberstudienleiter Meinolf Stendebach, dem Schulleiter des Eckenberg-Gymnasiums, besonders bedanken.

Zuletzt sind aber auch die Kurs- und KüA-Leiter gemeinsam mit den Schülermentoren und der Assistenz des Leitungsteams diejenigen, die mit ihrer hingebungsvollen Arbeit das Fundament der Akademie bilden.

Diejenigen aber, die die Akademie in jedem Jahr einzigartig werden lassen und die sie zum Leben erwecken, sind die Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Deshalb möchten wir uns bei ihnen und ihren Eltern für ihr Engagement und Vertrauen ganz herzlich bedanken.

Bildnachweis

- S. 12: Sternparallaxe
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ParallaxeV2.png>
Wikimedia-User WikiStefan
CC-BY-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>)
- S. 15: Doppelweiche
Bild basierend auf: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Plektita_trakforko_14.jpeg
Wikimedia-User Asiano
CC-BY-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>)
- S. 19: Dr. Thomas Müller – mit freundlicher Genehmigung
- S. 27: Dr. Thomas Müller – mit freundlicher Genehmigung
- S. 56: Schnittbild durch einen Vulkan
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Submarine_Eruption-blank.svg
Wikimedia-Nutzer Sémhur
CC-BY-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>)
- S. 56: Eyjafjallajökull first crater 20100329
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eyjafjallajökull_first_crater_20100329.jpg
Wikimedia-Nutzer David Karnå
CC-BY (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/legalcode>)
- S. 56: Ruinen von Pompeji
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vesuvius_from_Pompeii_\(hires_version_2_scaled\).png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vesuvius_from_Pompeii_(hires_version_2_scaled).png)
Wikimedia-Nutzer Morn the Gorn
CC-BY-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>)
- S. 65: Funktionsweise Geysir
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Funktionsweise_Geysir_de.svg
Wikimedia-Nutzer Huebi
CC-BY-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/legalcode>)
- S. 78: Arthur Miller – Hexenjagd: Mit freundlicher Genehmigung des S. Fischer Verlags
- S. 116: Electromagnetic spectrum c
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Electromagnetic_spectrum_c.svg
Wikimedia-Nutzer Horst Frank / Phrood / Anony
CC-BY-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>)
- Alle anderen Abbildungen sind entweder gemeinfrei oder eigene Werke.