

JuniorAkademie Adelsheim

17. SCIENCE ACADEMY BADEN-WÜRTTEMBERG 2019



Astronomie



Biologie



Informatik



Mathematik

d':30

Philosophie



TheoPrax

Regierungspräsidium Karlsruhe Abteilung 7 – Schule und Bildung





Dokumentation der JuniorAkademie Adelsheim 2019

17. Science Academy Baden-Württemberg

Veranstalter der JuniorAkademie Adelsheim 2019:

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 der Kurs- und Akademieleitung sowie den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der 17. JuniorAkademie Adelsheim 2019 erstellt. Anschließend wurde das Dokument mithilfe von LATEX gesetzt.

Gesamtredaktion und Layout: Jörg Richter Copyright © 2019 Jörg Richter, Dr. Monika Jakob

Vorwort

Rund 100 verschiedene "Elemente" versammelten sich im Juni 2019 am Landesschulungszentrum für Umwelterziehung in Adelsheim, die 17. Science Academy Baden-Württemberg konnte beginnen. Am Eröffnungswochenende lernten wir uns kennen: Teilnehmerinnen und Teilnehmer sowie das gesamte Leitungsteam. Während der Sommerakademie entstanden aus den unterschiedlichen Elementen immer neue Verbindungen, und so entwickelte sich eine einzigartige Atmosphäre. Mit dem Schreiben dieser Dokumentation hielten wir am Abschlusswochenende neben den fachlichen Ergebnissen auch alle unsere persönlichen Erlebnisse fest.

Anlässlich des diesjährigen Jahrs des Periodensystems stand die Akademie unter dem Motto "Elemente". Das Motto gibt durch verschiedene Aktionen und Aufgaben immer wieder Anlass zum Nachdenken und Reflektieren über die sehr intensive gemeinsame Zeit mit vielen neuen Erkenntnissen und Eindrücken.



In den sechs Kursen beschäftigten sich die Teilnehmerinnen und Teilnehmer mit dem Mond, nachhaltigen Medikamenten, Verschlüsselungsmethoden, mathematischer Magie und Kältemaschinen. Dabei probierten sie viele neue Methoden aus, erhielten einen Einblick in das wissenschaftliche Arbeiten und trainierten persönliche Fähigkeiten wie Teamwork, Präsentieren, Projektmanagement und vieles mehr.

Allerdings bestand die gesamte Akademiezeit neben den Kursen auch aus verschiedenen anderen Elementen wie den kursübergreifenden Angeboten, dem Sportfest, dem Wandertag und noch vielen weiteren gemeinsamen Aktionen.

Insgesamt entstand so die einzigartige Akademieatmosphäre, welche für neue Freundschaften, aber auch den ein oder anderen Ohrwurm sorgte.

Wir wünschen Euch und Ihnen viel Spaß beim Lesen und Stöbern, viele schöne Einblicke in unsere Akademiezeit und hoffen, dass Ihr Euch noch lange an die einzigartige gemeinsame Zeit erinnert!

Eure/Ihre Akademieleitung

Ranran Ji (Assistenz)

Lorenz Löffler (Assistenz)

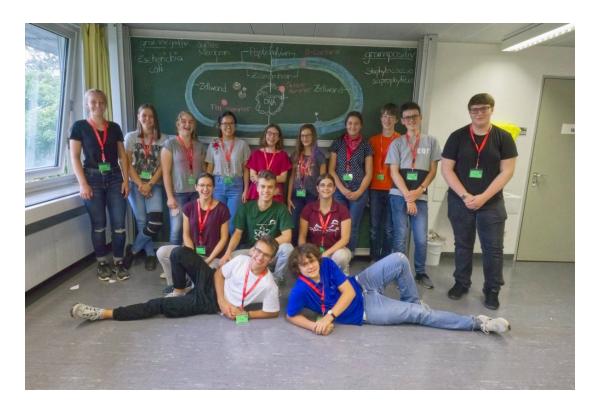
Dr. Monika Jakob

Jörg Richter

Inhaltsverzeichnis

VORWORT	3
KURS 1 – ASTRONOMIE	7
KURS 2 – BIOLOGIE	31
KURS 3 – INFORMATIK	51
KURS 4 – MATHEMATIK	71
KURS 5 – PHILOSOPHIE	87
KURS 6 – THEOPRAX	117
KÜAS – KURSÜBERGREIFENDE ANGEBOTE	139
DANKSAGUNG	155
BILDNACHWEIS	156

Kurs 2 – Nachhaltigkeit bei Arzneipflanzen – wie können wir Pflanzen in der Pharmazie nutzen, und wie kultivieren wir sie?



Vorwort

Andreas Pietzcker

Auf den ersten Blick könnte man meinen, dass Landwirtschaft und Pharmazie zwei Fachbereiche sind, die nur sehr wenig gemeinsam haben. Nicht aber im diesjährigen Biologie/Pharmazie-Kurs, denn dort haben wir uns intensiv mit dem Anbau von Arzneipflanzen und der Gewinnung pflanzlicher Antibiotika beschäftigt.

Warum aber sollte man sich überhaupt mit pflanzlichen Antibiotika auseinandersetzen? Durch unseren massiven Konsum an Antibiotika in den letzten Jahrzehnten treten weltweit immer mehr gegen Antibiotika resistente Bakterien auf. Da man hofft, in Pflanzen neue Antibiotika zu finden, gegen die es noch keine Resistenzen gibt, ist dies ein sehr forschungsintensiver Bereich in der Pharmazie geworden.

Im landwirtschaftlichen Teil des Kurses haben wir uns damit beschäftigt, wie wir unsere Heilpflanzen kommerziell anbauen können. Beide Bereiche waren ebenfalls durch eine Art roten Faden, der sich durch den gesamten Kurs zog, verbunden, der Nachhaltigkeit.

Auch die Nachhaltigkeit ist aktuell, nicht nur in der Pharmazie, wo es um den nachhaltigen Einsatz von Antibiotika geht, sondern auch in der Landwirtschaft.

In unserem Kurs wurde aber nicht nur angeregt über Nachhaltigkeit diskutiert, ebenfalls arbeiteten wir viel mit Bakterien im Labor und testeten Pflanzenextrakte auf ihre antibakterielle Wirkung, um sie anschließend zu einem fertigen Produkt weiterzuverarbeiten.

So gelang es uns, die Pharmazie und die Landwirtschaft eng miteinander zu verknüpfen, und die diversen Kursinhalte unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit zu erarbeiten.

Unser Kurs

Nathan wandte sich von seinem früheren Wunsch, Tiger zu werden, ab und überlegte sich, dass Astrophysiker doch eher was für ihn wäre. Wir sind froh, dass er trotz seiner neuen Interessen den Biokurs besuchte, denn er war immer nett, wenn auch ein bisschen verpeilt, was den Kurs sehr lustig machte. Neben dem Kurs war er in seiner selbst gegründeten, hervorragenden Jazzband zugange.

Nele fiel direkt dadurch auf, dass sie gerne und sehr herzhaft lachte. Schon kurz nachdem wir sie kennengelernt hatten, merkten wir, dass ihre absolute Begeisterung dem Sport und vor allem Leichtathletik galt. Sie hat eine wunderschöne Stimme und sang zur Freude aller am Hausmusikabend etwas vor.

Angelique war im Kurs immer motiviert bei der Sache. Generell kann man sie als sehr humorvoll, nett und rücksichtsvoll beschreiben, was für gute Laune im Kurs sorgte. Ihre Begeisterung für Musik wurde nicht nur im Orchester durch ein tolles Klaviersolo deutlich, sondern auch dadurch, dass sie ihre große Bluetooth-Box mitbrachte.

Lara kam schon mit einem immensen Vorwissen zum Thema Landwirtschaft zur Akademie. Im Kurs fiel sie durch ihre schöne und ausdrucksvolle Sprache sehr positiv auf, denn diese sorgte für die nötige Motivation, besonders beim Sportfest. Nicht zu vergessen ist ihre Liebe zu Schwarztee, die sich im Kurs deutlich zeigte.

Michael alias Martin, Matthias, Andreas, Markus, ... hegt eine Vorliebe für schwarze Sachen. Beim Sportfest blieb er uns mit seiner olympiareifen Leistung im Teebeutelweitspucken in Erinnerung. Er beeinflusste unsere Präsentationen mit seinen kreativen Formulierungen. Im Kurs gab er auch preis, dass er die Spinne unter seinem Bett einer festen Freundin eindeutig vorzieht.

Maruška lieferte im Kurs immer gute und konstruktive Beiträge. Sie erzählte uns, dass sie nur eine Sache mehr als Wespen hasst: Modetrends. Am Hausmusikabend verzauberte sie uns mit ihrem Flötensolo. Aber sie kann nicht nur gut erzählen, nein, sie ist selbst auch eine super Zuhörerin, mit der man über alles reden kann.

Carla ist der Inbegriff von dem Spruch "Klein aber oho". Im Kurs sorgte sie für eine angenehme Stimmung. In ihren Präsentationen war sie sehr redegewandt, sodass man ihr gerne zuhörte. Wenn man einmal nicht alles aufgeschrieben hatte, war sie die Rettung, denn sie hatte die mit Abstand schönsten Aufschriebe aus dem Kurs.

Charlotte stach ständig durch ihr supersüßes Lachen heraus. Wenn sie etwas ausdrücken wollte, hat sie dies immer sehr lebendig rübergebracht, auch in ihrer Präsentation. Noch dazu gab sie eine hervorragende Jackie ab, die die Gangster-Ehefrau von Nathan war. Wenn sie nicht mit Kursarbeit oder Theater beschäftigt war, machte sie gerne Handlettering.

Arve kam hier an und wusste schon so viel über Antibiotika, dass jeder Normalsterbliche staunend dastand. Neben dem Kurs gab er sein Wissen in anderen Bereichen in zwei KüAs weiter, was ihm dadurch gut gelang, dass man ihm gerne zuhört. Und wenn ihm danach ist, diskutiert er auch gerne mal über "Sozialismusfische".

Johannes war immer sehr aktiv im Kursgeschehen dabei und hatte immer einen zynischen, aber lustigen Kommentar auf Lager. Schon ab dem ersten Tag machte sich sein Schlafmangel sehr bemerkbar, schränkte aber nicht seine Fähigkeit ein, den Kurs voranzubringen. In seiner Freizeit machte er sehr gerne Musik und war der einzige mit Netz.

Fabian hielt als Gentleman nicht nur jedem die Tür auf, sondern war auch sehr zuvor-

kommend. Er war der Häuptling unseres Stammes, dem es gelang, uns immer wieder als Gruppe zusammenzuführen und zum Arbeiten zu motivieren. Da er bei den Diskussionen alles sehr motiviert mitschrieb, wurde er von uns liebevoll "Buchhalter" getauft.

Celina ließ sich durch ihre Verletzung am Knie nicht davon abhalten, sowohl im Kurs als auch beim Sportfest alles zu geben. Indem sie uns mit genialen Beiträgen unterstützte, war sie stets die treibende Kraft im Kurs. Sie schwang begeistert das Tanzbein und steckte viele Teilnehmer mit ihrer Begeisterung an.

Jana kam hier mit der halben Uni Marburg an. Trotzdem hatte sie glücklicherweise in ihrem Auto noch genug Platz für ihren einzigartigen Apfelkuchen. Ihr Lieblingsspruch war "Forschung besteht zu 80 % aus Problemen und zu 20 % aus Lösungen". Um 20 % Lösungen zu erreichen, brachte sie uns komplexe Sachverhalte nahe und löste jegliche Probleme in der Akademie.

Patricia war die Kreativste und rettete uns alle, was Kursspruch, Präsentation und roten Faden anbelangte. Nebenbei teilte sie mit uns ihr ganzes Wissen und ihre Erfahrungen über Landwirtschaft und kümmerte sich rührend um den Senf. Sie blieb uns durch ihre super Performance als "soooo schöner" Prinz in Erinnerung.

Andreas, unser Paparazzo, war von Anfang an top-motiviert und machte in jeder noch so misslichen Lage gute Bilder. Wenn er mal nichts für den Kurs zu tun hatte, war seine Lieblingsbeschäftigung, die Akademie mit spontanen und verrückten Aktionen auf Trab zu halten. Ebenfalls unterhielt er uns mit diversen Tanzeinlagen.

Nachhaltigkeit – unsere Definition

NELE SCHNEIDER

Nachhaltigkeit spielt eine immer größere Rolle und wird den Menschen immer mehr ins Bewusstsein gerufen. Ob Siegel, die ein Produkt als nachhaltig zertifizieren, Läden oder Betriebe, die sich auf Nachhaltigkeit spezialisiert haben, oder in den Medien, fast überall, wo man hinschaut, findet man den Begriff Nachhaltigkeit.

Um unserem Kursziel gerecht zu werden, unser ganzes Konzept nachhaltig zu gestalten, haben auch wir uns mit dem Thema intensiv beschäftigt und uns gefragt, was Nachhaltigkeit für uns bedeutet. Nachhaltigkeit bei Arzneipflanzen – wie können wir Pflanzen in der Pharmazie nutzen und wie kultivieren wir sie?

Hierzu müssen zwei Blickwinkel betrachtet werden: die Landwirtschaft und die Pharmazie. Beide Bereiche haben wir mit Hilfe des Nachhaltigkeitsdreiecks genauer untersucht. Das Nachhaltigkeitsdreieck veranschaulicht das Zusammenspiel von ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekten.



Abbildung 1: Die drei Säulen der Nachhaltigkeit

Damit wir das Ziel der Nachhaltigkeit für die Landwirtschaft umsetzen können, müssen wir folgende ökologische Aspekte berücksichtigen: Zum einen muss die Bodenfruchtbarkeit erhalten bleiben, damit auch zukünftige Generationen noch von der Erde profitieren und leben können.

Außerdem bedarf es der Planung einer bestimmten Fruchtfolge. Es muss genau bedacht werden, wie wir mit Pflanzenschädlingen umgehen und in welcher Art gedüngt werden soll.

Unter den sozialen Gesichtspunkten sind uns für ein nachhaltiges Konzept gute und faire Arbeitsbedingungen wichtig. Den Arbeitern soll ein angemessener Lohn bezahlt werden und es wird Wert auf hohe Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz gelegt.

Auch die sogenannte "Cross-Compliance" soll in unserem Konzept berücksichtigt werden. Unter Cross-Compliance versteht man die "Bindung bestimmter EU-Agrarzahlungen an Verpflichtungen aus den Bereichen Umweltschutz, Gesundheit von Menschen, Tier und Pflanze sowie Tierschutz"¹.

Aus ökonomischer Perspektive steht zwar die Rentabilität im Vordergrund, dabei soll jedoch darauf geachtet werden, die natürlichen Ressourcen weder auszubeuten noch zu erschöpfen.

Bei der Landwirtschaft haben wir schon einmal eine grundlegende Basis für ein nachhaltiges Konzept aufgebaut. Ebenso haben wir uns überlegt, wie wir die Nachhaltigkeitsprinzipien im pharmazeutischen Bereich umsetzen können.

So haben wir uns zum Beispiel aus ökologischer Sicht dazu entschlossen, ein umweltverträgliches Produkt zu entwickeln.

Außerdem wollen wir unser Arzneimittel bedarfsgerecht produzieren, um eine Arzneimittel- überproduktion zu vermeiden. Dies ist deshalb wichtig, da ein Eintrag der Stoffe in die Umwelt Schäden an Organismen und Ökosystemen hervorrufen kann. Auch die Wirkstoffkonzentration soll an die jeweiligen Anforderungen angepasst und gezielt eingesetzt werden.

Natürlich werden auch im pharmazeutischen Bereich die gleichen sozialen Standards gelegt, wie im Landwirtschaftlichen: gerechte Arbeitsbedingungen, Gesundheitsschutz, Arbeitssicherheit und gerechte Löhne.

Darüber hinaus sollen die Patienten über die Herkunft der Inhaltsstoffe des Arzneimittels durch Ärzte und Apotheker informiert und aufgeklärt werden.

Auch in der ökonomischen Dimension im Bereich der Pharmazie steht die Rentabilität, wie

auch bei der Landwirtschaft erwähnt, im Vordergrund. Das bedeutet, wir wollen mit unseren Produkten möglichst langfristig und dauerhaft wirtschaftliche Erträge erzielen, um auch konkurrenzfähig zu bleiben. Zusätzlich wollen wir Corporate Social Responsibility (CSR) in unsere Unternehmensführung aufnehmen. CSR ist ein Begriff aus der Unternehmensethik und beschäftigt sich mit dem verantwortungsvollen, nachhaltigen Wirtschaften von Unternehmen und deren Auswirkung auf die Gesellschaft.



Abbildung 2: Aspekte der Nachhaltigkeit, die für uns eine Rolle spielen.

Aus diesen ganzen Gesichtspunkten haben wir für uns schließlich den Begriff "Nachhaltigkeit" wie folgt definiert:

"Unter Nachhaltigkeit verstehen wir eine umweltverträgliche, ressourcenschonende und energiesparende Verwendung der Wirkstoffe unseres Arzneimittels. Dazu gehören auch der Erhalt der Bodenfruchtbarkeit im Anbau und eine möglichst einfache und gezielte Anwendung des Wirkstoffes. Damit wollen wir den Anbau und die Verwendung des Wirkstoffes auch zukünftigen Generationen ermöglichen."

Diese Definition hat uns durch die gesamte Zeit während unserer Kursarbeit begleitet.

Womit wir uns beschäftigt haben

Bakterien und Antibiotika

MICHAEL MARKS

Wir hatten uns zum Ziel gesetzt, ein Medikament zur Bekämpfung bakterieller Infektionen, welches unserer Definition von Nachhaltigkeit gerecht wird, herzustellen. Um uns für unser

 $^{^1 \}rm www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Foerderung-Agrarsozialpolitik/_Texte/Cross-Compliance.html (zuletzt abgerufen am 21.09.2019 um 10 Uhr)$

Vorhaben das nötige Hintergrundwissen anzueignen, haben wir uns mit dem Aufbau von Bakterien und mit der Wirkungsweise einiger Antibiotika beschäftigt.

Bakterien gehören zu den Prokaryoten, also zu den Zellen, die keinen Zellkern besitzen. Ihre DNA, die in Form eines Rings vorliegt (Plasmid-DNA), schwimmt frei im Zytoplasma. Das Innere der Zelle wird von einer Plasmamembran umhüllt, darauf folgt die Zellwand. Anhand ihres Aufbaus werden zwei Typen von Bakterien unterschieden: bei grampositiven Bakterien besteht die Zellwand aus einer Zellmembran und einer sehr dicken Peptidoglykanschicht, bei gramnegativen aus zwei dünnen Zellmembranen, zwischen denen sich eine dünnere Peptidoglykanschicht befindet.

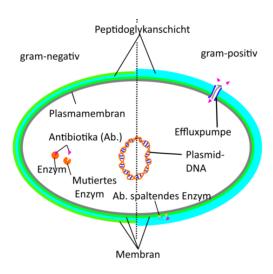


Abbildung 3: Graphische Darstellung des Bakterienaufbaus.

Um grampositive und gramnegative Bakterien erkennen und voneinander unterscheiden zu können, wird ein Gramfärbungstest durchgeführt. Zunächst werden dazu die Bakterien mit Kristallviolettlösung gefärbt. Durch die anschließende Behandlung mit Lugol'scher Lösung bilden sich wasserunlösliche Farbstoffkomplexe, sodass alle Bakterien nun blau-violett gefärbt sind. Im zweiten Schritt folgt eine Behandlung mit Ethanol. Hierbei verhalten sich gramnegative und grampositive Bakterien verschieden. Bei gramnegativen Bakterien wird der Farbstoffkomplex ausgewaschen, sie werden entfärbt. Grampositive Bakterien bleiben dagegen gefärbt, da aufgrund ihrer dickeren Peptido-

glykanschicht der Farbstoff nicht ausgewaschen werden kann. Anschließend werden die Bakterien mit Safraninlösung gegengefärbt, worauf die gramnegativen Bakterien nun orange-rötlich erscheinen. Die grampositiven Bakterien sind allerdings noch von der Kristallviolettlösung gefärbt und bleiben daher bläulich-violett.

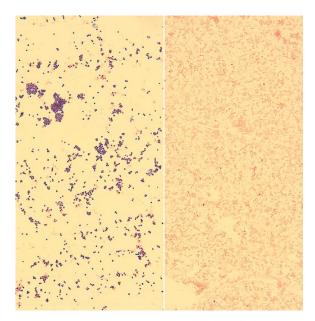


Abbildung 4: Rechter Hand sind gramnegative Bakterien dargestellt, linker Hand grampositive.

Die Unterscheidung ist wichtig, da die Membranen für die Antibiotika schwer zu durchdringen sind, wohingegen die Peptidoglykanschicht durchlässig ist. Folglich sind grampositive Bakterien angreifbarer gegenüber Antibiotika.

Um uns mit den verschiedenen Wirkungsweisen von Antibiotika vertraut zu machen, betrachteten wir drei Gruppen: die THF-Hemmer, die Gyrasehemmer und die β -Lactame.

Bakterien benötigen wie wir Folsäure in Form von Tetrahydrofolsäure (THF), um ihr Erbgut aufzubauen. Im Gegensatz zu uns, können Bakterien diese THF selbst produzieren, während der menschliche Organismus die Folsäure als Vitamin über die Nahrung aufnehmen muss. Zu den THF-Hemmern gehören die Sulfonamide und das Trimethoprim.

Bakterien wandeln Paraaminobenzoesäure in Dihydrofolsäure um. Sulfonamide wirken als Antimetabolite bei der Synthese der Paraaminobenzoesäure. Dadurch verhindern sie die Synthese der Dihydrofolsäure, da unwirksame Substanzen entstehen, wodurch sie bakteriostatisch (also wachstumshemmend auf Bakterien) wirken. Trimethoprim ist ein Dihydrofolsäurereduktasehemmer (kurz: DHFR-Hemmer), es stört den zweiten Schritt der THF-Synthese, bei welchem aus Dihydrofolsäure THF synthetisiert wird. Es wirkt somit ebenfalls bakteriostatisch. Werden jedoch Sulfonamide und Trimethoprim zusammen verabreicht (wie in Cotrimoxazol), wirken sie bakterizid (töten die Bakterien also ab). Zudem entwickeln sich bei der Kombination nicht so schnell Resistenzen.

Die DNA von Bakterien liegt "supercoiled" (das heißt verdrillt) vor, um sie besser zu speichern. Die Gyrasehemmer verhindern das Schließen der DNA-Stränge beim Supercoiling durch die Gyrase, worauf das Bakterium stirbt. Zu ihnen gehören die Fluorchinolone.

 β -Lactame, zu denen das berühmte Penicillin gehört, verhindern den Aufbau der Zellwand, indem sie die Transpeptidase, welche die Zellwand vernetzt, hemmen. Dadurch stirbt das Bakterium bei der Zellteilung. Menschliche Zellen sind unbetroffen, da sie keine Zellwand besitzen. Alle β -Lactame besitzen den β -Lactamring, welcher auch der wirkende Teil des Antibiotikums ist.

Bakterien können Resistenzen gegen Antibiotika entwickeln, indem sie ihre Enzyme verändern, antibiotikaspaltende Enzyme synthetisieren oder Effluxpumpen in die Zellwand einbauen, welche die Antibiotika aus der Zelle transportieren.

Der Pflanzenbau

Weshalb haben wir Pflanzen untersucht?

FABIAN NIKOLAUS

Wie schon im Vorwort deutlich wurde, beschäftigten wir uns in unserem Kurs sehr viel mit Pflanzen, weshalb wir uns mit deren grobem Aufbau und ihrer Physiologie beschäftigt haben.

Kommen wir zunächst zu den Gründen, weshalb wir mit Pflanzen gearbeitet haben. Deren Anbau und Verarbeitung sind vom Samen bis zum Endprodukt nachhaltig und umweltverträglich gestaltbar. Ihre Inhaltsstoffe sind weniger anfällig für Resistenzen, da die verschiedenen antibakteriellen Wirkstoffe, die innerhalb der Pflanzen vorhanden sind, die Bakterien an mehreren Wirkorten angreifen. Außerdem sind Pflanzen ein nachwachsender Rohstoff. Wir haben Fokus und Recherche auf folgende fünf Pflanzen gelegt: Ingwer, Senf, Spitzwegerich, Kapuzinerkresse und Lavendel, da bei diesen bereits eine antibakterielle, beziehungsweise eine schmerzlindernde Wirkung bekannt ist. Diese haben wir im Laufe der Akademie dann auf ihre antibakterielle Wirkung getestet.



Abbildung 5: Kursarbeit im Labor.

Pflanzen sind schon in ihrem Aufbau sehr faszinierend. Sie bestehen aus verschiedenen Organen. Dazu gehören die Wurzeln, die Sprossachse, die Blätter und die Blüten, sowie die daraus hervorgehenden Früchte. Die Wurzeln dienen einerseits zur Nährstoff- und Wasseraufnahme, andererseits aber auch als Speicher für Nährstoffe und als Stabilisierung und Verankerung der Pflanze im Boden. Die Sprossachse dient ebenfalls als Speicherorgan und ist gleichzeitig der Transportweg für Nährstoffe und Wasser zu Blättern und Blüte. Die Blüte und die Frucht dienen in erster Linie zur Fortpflanzung. Weiterhin fungiert die Frucht auch als Ablagerungsort für weiterverarbeitete Nährstoffe. In den Blättern findet die elementar wichtige Fotosynthese statt.

Man kann Pflanzen außerdem in zwei unterschiedliche Gruppen unterteilen: Thallophyten und Kormophyten. Unter Thallophyten versteht man niedere Pflanzen, die aus nur einem Gewebe bestehen. Beispiele für Thallophyten sind Algen, Laub-/Lebermoose und Flechten. Unter Kormophyten versteht man höhere Pflanzen, die, wie zu Anfang beschrieben, ein Organsystem besitzen. Beispiele für Kormophy-

ten sind Bäume, Blumen und Gräser. Bei den Kormophyten wird weiterhin zwischen monokotylen und dikotylen Pflanzen unterschieden. Monokotyle Pflanzen zeichnen sich durch parallele Blattadern, fehlende Hauptleitbündel und einen nicht vorhandenen Blattstiel aus. Zudem verkrümmt sich die Hauptwurzel sehr schnell, daher kommt es zur Bildung von gleichartigen Wurzeln. Dieses Wurzelsystem wird als Homorhizie bezeichnet. Dikotyle Pflanzen haben verzweigte Blattadern, außerdem sind hier Hauptleitbündel und Blattstiel vorhanden. Im Gegensatz zu den monokotylen Pflanzen besitzen die dikotylen Pflanzen eine Hauptwurzel mit untergeordneten Nebenwurzeln. Dieses Wurzelsystem wird als Allorhizie bezeichnet.

Mit diesem Wissen konnten wir uns in die Kursund Laborarbeit stürzen.

Einführung in die Landwirtschaft

NATHAN HAIST

Um unser Produkt und dessen Herstellung vom Samen bis ins Regal nachhaltig gestalten zu können, haben wir uns mit dessen Anbau beschäftigt. Hierbei lässt sich generell zwischen konventionellem und ökologischem Anbau unterscheiden. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass im ökologischen Anbau die Verwendung von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln und mineralischen, leicht löslichen Düngern verboten ist. Stattdessen greift man meist auf andere Methoden zurück, wie zum Beispiel:

- Kompost und/oder Mist als organische Dünger, in denen Stickstoff und andere Nährstoffe gebunden sind
- Leguminosen, wie Bohnen oder Klee, welche Stickstoff im Boden binden und somit düngend wirken
- Mechanische Schädlingsbekämpfungsmaßnahmen wie Hacken oder Striegeln
- Anbau robuster Pflanzen
- Fruchtwechsel
- Nützlinge wie die Schlupfwespe oder der Marienkäfer, welche Schädlinge fressen bzw. ihre Larven in ihnen ablegen.

Dass man nicht auf mineralische Dünger und chemisch synthetische Pflanzenschutzmittel zurückgreifen kann, stellt oft eine Schwierigkeit dar, da man weniger gezielt Pflanzenschutz betreiben kann und ein höheres Risiko von Schädlingsbefall besteht. Außerdem kann es sein, dass durch insuffiziente Düngung und höheren Schädlingsbefall der Ertrag abnimmt. Im konventionellen Landbau sind chemischsynthetische Dünge - und Pflanzenschutzmittel erlaubt, doch es gibt strenge Regulierungen, die bestimmen, wie viel von welchem Mittel zu welchem Zeitpunkt angewendet werden darf. So wird vermieden, dass Schadstoffe ins Grundwasser oder in den Körper von Tieren oder Menschen gelangen. Generell muss beachtet werden, dass, entgegen der oft gängigen Meinung in der Gesellschaft, der konventionelle Anbau gleichermaßen nachhaltig ist, wie der ökologische. Das liegt daran, dass durch gezielte Schädlings- und Unkrautbekämpfung ein deutlich nachhaltigerer Landbau möglich ist. So kann man beispielsweise Direktsaat betreiben, das heißt man sät ohne jegliche Bodenbearbeitung. Dies lässt Mikroorganismen und andere Bodenlebewesen gedeihen und der Boden erhält mehr Nährstoffe. Da aber durch Bodenbearbeitung vorhandene Unkrautsamen tiefer in den Boden eingearbeitet werden und das bei der Direktsaat nicht der Fall ist, müssen direktere Unkrautbekämpfungsmethoden eingesetzt werden, die nur mit dem konventionellen Landbau möglich sind. Schließlich haben wir uns für die konventionelle Landwirtschaft entschieden, da uns das ermöglicht, nachhaltige Landwirtschaft zu betreiben und gleichzeitig eine gewisse Sicherheit in Form der chemisch-synthetischen Dünge- und Pflanzenschutzmitteln zu haben, jedoch versuchen wir, den Einsatz solcher Mittel möglichst zu vermeiden. Die Anbauplanung umfasst die Planung von Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Düngung und Pflanzengesundheit.

Fruchtfolge

CARLA LINK

In der zweiten Woche der Akademie beschäftigten wir uns ausführlich mit der Fruchtfolge. Dazu gehört sowohl die Wahl der Pflanzenarten für die verschiedenen Feldabschnitte, als auch

die Abstimmung von Ernte und anschließender Neusaat einer neuen Fruchtgeneration aufeinander. Bei diesem äußerst komplexen und vielschichtigen Themenbereich gibt es doch einige wichtige Punkte, die bei der Auswahl der Pflanzen und ihrer Reihenfolge helfen.

Zunächst ist es natürlich sehr wichtig, dass der Boden immer mit unterschiedlichen Pflanzenarten bepflanzt wird, da einseitige Nutzung ihn auslaugt und im Laufe der Zeit seinen Ertrag beträchtlich vermindern würde.

Des Weiteren ist es relevant, dass Humuszehrer und Humusmehrer abgewechselt werden. Als Humuszehrer werden Pflanzen bezeichnet, die dem Boden mehr organisches Material entziehen, als sie ihm zurückgeben. Mit Humusmehrern verhält es sich genau umgekehrt. Unter Humuszehrern werden die Pflanzen aufgefasst, die vollkommen abgeerntet werden, sodass keine oder kaum Ernterückstände, also organisches Material, auf dem Feld zurückbleiben. Ein Beispiel dafür sind Zuckerrüben oder Kartoffeln. Bei humusmehrenden Pflanzen bleibt, genau entgegengesetzt, ein relativ großer Teil der Pflanze auf dem Acker, der sich dann in wertvolles Düngemittel zersetzt. Besonders wichtig ist dieses Prinzip, da der Boden Nährstoffe braucht, um die Pflanzen versorgen zu können.

Ein ebenfalls wichtiger Punkt, den wir behandelt haben, ist der Wechsel zwischen Sommerund Winterungen. Damit ist gemeint, dass der Acker sowohl im Sommer als auch im Winter bepflanzt sein sollte, um zu großer Unkrautdichte vorzubeugen. Dafür gibt es zwei verschiedene Pflanzenvariationen. Die der Sommerung brauchen warme Temperaturen und würden bei Frost einfach absterben, während die Winterpflanzen erst nach einer gewissen Summe kalter Tage beginnen, von der vegetativen in die generative also die fruchtbildende Phase überzugehen.

Als Letztes gibt es noch die Möglichkeit, in der Fruchtfolge eine sogenannte Untersaat einzuplanen. Diese bedeckt unter der eigentlichen Kulturpflanze den Boden und erschwert es damit Unkräutern, zu wachsen.

Das sind die wichtigsten Kriterien einer guten Fruchtfolge, die unbedingt mit in die Planung einbezogen werden sollten.



Abbildung 6: Kursarbeit im Seminarraum.

Bodenbearbeitung

CARLA LINK

Auch die Bodenbearbeitung ist ein wichtiger Bestandteil der Anbauplanung, der auf jeden Fall zu Beginn jedes landwirtschaftlichen Unternehmens und der pflanzenbaulichen Planung geklärt werden sollte. Es gibt eine Vielzahl von mehr oder weniger bekannten Bodenbearbeitungssystemen. In unserer Arbeit haben wir uns schon recht bald auf die drei groben Überkategorien konzentriert, nämlich auf die "wendende" und die "nicht-wendende" Bodenbearbeitung, sowie auf die "Direktsaat".

Bei der wendenden Bodenbearbeitung wird der Boden mit dem Pflug praktisch einmal gewendet, sodass die ehemals oberste Bodenschicht dann 30 cm tief unter der neuen Oberfläche ist. Der Vorteil dessen liegt darin, dass mit der obersten Bodenschicht auch Unkräuter und deren Samen so tief im Boden vergraben werden, dass sie nicht mehr die Energie haben, bis zur Oberfläche vorzustoßen. So lässt sich die Unkrautdichte stark reduzieren. Zudem dringt bei dieser Umgrabung Sauerstoff in die tieferen Erdschichten ein. Das ist nützlich, da der Sauerstoff für die Reaktionen zum Abbau des organischen Materials benötigt wird. Der bedeutende Nachteil dieser Methode ist jedoch, dass die Bodenorganismen der Erde getötet oder gestört werden. Bildlich gesprochen: Die Bodenorganismen leben unter der Erde und bauen sich dort ihre Wohnungen und Städte. Dann kommt ein- oder sogar mehrmals im Jahr eine riesige Metallzinke und zerstört sämtliche Gebäude und wendet, zu allem Übel, alles noch einmal! Welches vernünftige Lebewesen würde schon, wenn es ganz knapp überlebt hat, in einer solchen Stadt leben bleiben wollen? Richtig, keines.

Die nicht-wendende Bodenbearbeitung ist, wie der Name schon sagt, nicht wendend. Hier wird lediglich mit einer Egge oder einem Grubber einmal durch das Erdreich "gerecht". Dabei dringt nach wie vor Sauerstoff in den Boden, seine Struktur bleibt jedoch erhalten. Demnach ist diese Art der Bodenbearbeitung deutlich besser für die Bodenorganismen, als die wendende Bodenbearbeitung.

Dennoch stört auch diese Umgrabungsart die Bodenlebewesen, da hier, um auf den Vergleich von oben zurückzukommen, einmal im Jahr quer durch die Wohnung eine tiefe Schlucht gezogen wird. Auch nicht gerade erfreulich, nicht wahr?

Die letzte Art der Bodenbearbeitung, mit der wir uns beschäftigten, ist die Direktsaat. Auch hier lässt sich bereits aus dem Namen schließen, wie das Verfahren abläuft. Statt den Boden vorher in irgendeiner Weise zu bearbeiten und zu lockern, werden die Samen direkt auf das Feld gesät.

Der große Vorteil der Direktsaat ist, dass die Humusschicht und die Bodenstruktur nicht angetastet werden, wodurch eine erhöhte Bodenfruchtbarkeit und eine niedrigere Erosionsgefahr zu verzeichnen sind. Zudem sind die Bodenorganismen bei diesem Verfahren in keiner Weise gestört. Der einzige Nachteil dieses Systems ist, dass die Unkrautsamen nicht unter die Erde gebracht werden und theoretisch jederzeit keimen könnten. Diesem Problem kann jedoch durch eine dauerhafte Untersaat Abhilfe geschaffen werden.

Düngung

LARA FRENK

Allerdings ist die Arbeit nach der Saat noch längst nicht getan. Jede Pflanze entzieht dem Boden wichtige Nährstoffe wie Kalium, Phosphor, Stickstoff oder Schwefel, die essenziell für ihre Entwicklung sind. Das führt – sofern die entzogenen Nährstoffe nicht wieder zugeführt werden – dazu, dass der Boden auf Dauer an Fruchtbarkeit verliert und kaum noch Pflanzen auf ihm gedeihen können.

Um dem Boden diese verlorenen Nährstoffe zurückzugeben und den Pflanzen die optimale Menge an Nährstoffen bereitzustellen, werden diese den Pflanzen im Rahmen der Düngung zugeführt. Die zwei unterschiedlichen Düngungsarten sind einmal organische Düngung, wie zum Beispiel Gülle oder Mist, und Mineraldünger, der synthetisch hergestellt wird.



Abbildung 7: Ein Beispiel für mineralische Dünger linker Hand, Mist als organischer Dünger rechts.

Beide Dünger haben ihre Vor- und Nachteile: Mit Mineraldünger ist es möglich, sehr präzise und ohne großen Verlust zu düngen, und die Pflanzen können die Nährstoffe fast direkt nutzen. Allerdings kann der Boden Schaden nehmen und verliert an Fruchtbarkeit, wenn für lange Zeit rein mineralisch gedüngt wird.

Organischer Dünger hingegen erhöht die Bodenfruchtbarkeit, da mit ihm organische Substanz an den Boden zurückgegeben wird. Jedoch dauert es mindestens ein halbes Jahr, bis organische Substanz soweit zersetzt wird, dass die Nährstoffe für die Pflanzen wieder verfügbar sind. Deshalb ist es schwer, organischen Dünger gezielt einzusetzen.

Bei beiden Düngern besteht die Gefahr, dass die Umwelt bei der Anwendung unangemessen großer Mengen Schaden nimmt, weshalb anhand von Bodenproben bestimmt wird, wie viel Dünger eingesetzt werden sollte, um den Nährstoffbedarf der angebauten Kultur zu decken. Pflanzen sollte man in der Regel zu zwei wichtigen Zeitpunkten düngen: Einmal in der generativen Phase (Entwicklungszeit von Blättern, Sprossachse, etc.) und während der Kornfüllung, wenn sich die Frucht entwickelt.

Pflanzengesundheit

LARA FRENK

Genau wie Menschen können auch Pflanzen krank werden, wenn sie zum Beispiel von Schädlingen (Insekten) oder Pilzen befallen werden. Auch Unkräuter können ein großes Problem werden, da sie mit der Kulturpflanze um Licht, Wasser und Nährstoffe konkurrieren und sie in zu großer Zahl schwächen und anfälliger für Pilzerkrankungen machen, aber auch als Wirtspflanze Schädlinge und Pilze übertragen können. Sobald das passiert, muss gehandelt werden, ansonsten kann der gesamte Pflanzenbestand schnell unbrauchbar werden, da im Erntegut zum Beispiel wegen eines Pilzbefalls toxische Stoffe eingelagert werden könnten oder sich die Pflanzen durch ein Insekt oder ein Unkraut gar nicht erst richtig entwickeln konnten.



Abbildung 8: Senfsamen in verschiedenen Keimstadien.

Um so etwas zu verhindern, helfen vorsorgende Maßnahmen, wie eine geeignete Fruchtfolge oder die Wahl des passenden Saattermins und der passenden Bestandsdichte. Sollte es trotzdem zu einem akuten Befall kommen, gibt es folgende Möglichkeiten: Bei zu starker Konkurrenz durch Unkraut kann dieses mechanisch mit Hacke oder Striegel bekämpft werden, oder es können Herbizide eingesetzt werden. Manche Schädlingsinsekten können mit anderen Insekten bekämpft werden, zum Beispiel könnte der Marienkäfer gegen Blattläuse eingesetzt werden. Auch hier können bei zu starken Problemen Insektizide verwendet werden. Bei Pilzen kann man bis jetzt nur vorbeugende Maßnahmen treffen und bei einem akuten Befall auf Fungizide setzen.

Die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln ist gesetzlich streng geregelt und stellt, solange man sich an das Gesetz hält, keine Gefahr für die Umwelt dar. Auch wenn der Einsatz von Pflanzenschutzmittel heute kritisch gesehen wird, trägt er immer noch zur Absicherung der Pflanzengesundheit und damit der Produktqualität der Pflanzen bei und ist daher auch vertretbar.

Unser Anbausystem

CHARLOTTE CONRAD

Um unsere Pflanzen unter Berücksichtigung all dieser Faktoren so nachhaltig wie möglich anzubauen, haben wir ein eigenes Anbausystem speziell für Lavendel und Kapuzinerkresse entworfen.

Dafür haben wir uns zunächst überlegt, wie wir den Lavendel und die Kapuzinerkresse anbauen. Zu Beginn des Kurses wollten wir Mischanbau betreiben, allerdings gäbe es dann Schwierigkeiten, die Pflanzen nach der Ernte sauber zu trennen. Stattdessen haben wir uns für eine Methode mit ähnlichem Effekt wie dem Mischanbau entschieden, den Streifenanbau.

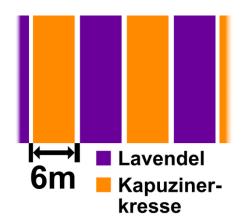


Abbildung 9: Graphische Darstellung der Steifen auf unserem Feld. Die Streifen sollen dabei je 6 m breit sein.

Dieser Streifenanbau hilft uns, die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten und so möglichst nachhaltig zu arbeiten. Außerdem führt er zu mehr Biodiversität auf dem Feld.

Für die entsprechenden Streifen haben wir uns außerdem eine Fruchtfolge überlegt, um die Bodenfruchtbarkeit noch besser erhalten zu können.

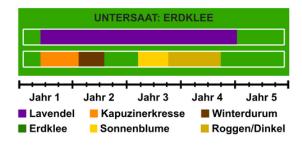


Abbildung 10: Graphische Darstellung unserer selbstentwickelten Fruchtfolge über vier Jahre.

Lavendel ist eine mehrjährige Kultur, das heißt, man muss ihn nur einmal säen, um dann in vier aufeinanderfolgenden Jahren von ihm ernten zu können, daher soll auf jedem zweiten Streifen, über die ganzen ersten vier Jahre, der Lavendel stehen. Auf den anderen Streifen wächst im ersten Jahr Kapuzinerkresse. Da diese eine einjährige Kultur ist, mussten wir uns andere Kulturen für die kommenden drei Jahre überlegen. Kapuzinerkresse ist eine Sommerung und gleichzeitig eine humuszehrende Kultur, deshalb haben wir uns als folgende Pflanze für den Winterdurum, auch bekannt als Hartweizen, entschieden, der eine humusmehrende Winterkultur ist. Nach dem Winterdurum wollen wir als humusmehrende Sommerkultur die Sonnenblume anbauen und danach wie den Winterdurum eine humusmehrende Winterung, nämlich Dinkel oder Roggen.

Während der ganzen Anbauzeit wollen wir außerdem eine Untersaat, den Erdklee, etablieren. Dieser wächst dann die ganze Zeit auf dem Feld und hilft uns, Unkräuter zu regulieren, da er zum einen den Wurzelraum die ganze Zeit belegt und zum anderen der Klee direkter Konkurrent für Unkräuter um Licht und Nährstoffe ist. Auch in der Zeit nach der Ernte der Winterung, aber noch vor der Saat der Sommerung, soll er dafür sorgen, dass sich kein Unkraut ausbreitet. Jedoch wird er für unsere Arzneipflanzen auch nicht zur Konkurrenz, weil er nicht so hoch wie diese wird und wir ihn regelmäßig mähen wollen. Gleichzeitig ist der Klee eine Leguminose, das heißt, er geht eine Symbiose (eine Partnerschaft) mit Knöllchenbakterien ein und bindet so Luftstickstoff,

der dann auch unseren anderen Pflanzen zur Verfügung steht, wodurch wir weniger düngen müssen.

Andererseits können wir, bedingt durch diese Untersaat, keine Bodenbearbeitung vornehmen, weshalb unsere Fruchtfolge nur in einem Direktsaatsystem durchführbar ist.

Dies spiegelt sich auch in unseren Vorstellungen wieder, weil die Direktsaat unserer Meinung nach die nachhaltigste Methode des Anbaus darstellt. In diesem System kann die Bodenfruchtbarkeit am besten erhalten werden, da die Schichtung des Bodens und der Lebensraum der Mikroorganismen nicht zerstört wird.

Die Saat des Lavendels, der Kapuzinerkresse und der Sonnenblume soll mittels Einzelkornsähtechnik erfolgen. Dabei wird das Saatgut einzeln abgelegt, was zu größeren Pflanzenabständen führt. Hierbei streben wir Abstände von 30 cm in der Reihe und 50 cm zwischen den Reihen an. Der Erdklee und die Getreide werden in Drillsaat mit einem Reihenabstand von 15–18 cm gesät.

Die benötigte Saatmenge kann man folgendermaßen berechnen:

Saatmenge
$$\left[\frac{kg}{ha}\right] = \frac{\left(\begin{array}{c} angestrebte \ Pflan-\\ zenanzahl \ pro \ m^2 \end{array}\right) \cdot \left(\begin{array}{c} Tausendkorn-\\ masse \ [g] \end{array}\right)}{Keimfähigkeit \ [\%]}$$

In der folgenden Tabelle sind die Saatzeitpunkte und die Saattiefen unserer Pflanzen dargestellt.

Kultur	Saatzeitpunkt	Saattiefe
Lavendel	Mai–Juni	$0,5-1 {\rm cm}$
Kapuzinerkresse	Mai–Juni	0,5-1cm
Winterdurum	Mitte Oktober	$2-3\mathrm{cm}$
Sonnenblumen	April	$3-4\mathrm{cm}$
Dinkel	Oktober-	$3-7\mathrm{cm}$
	November	
Roggen	September	$2-3\mathrm{cm}$
Erdklee	Bis Ende	$1-2\mathrm{cm}$
	August	

Tabelle 1: Saatzeitpunkte und Saattiefen der Kulturen unserer Fruchtfolge.

Um den besten Ertrag an Wirkstoff aus unserer Pflanze zu erzielen, ist es wichtig zu düngen. In Tabelle 2 sind die Nährstoffanforderungen unserer Pflanze abgebildet.

	Lavendel	Kapuzinerkresse
Stickstoff	ca. $110 \mathrm{kg/ha}$	ca. 60kg/ha
Phosphor	ca. $80 \mathrm{kg/ha}$	ca. 44 kg/ha
Kalium	ca. 70kg/ha	ca. $40 \mathrm{kg/ha}$

Tabelle 2: Nährstoffbedarf der Kulturen unserer Fruchtfolge.

Es gibt verschiedene Wege, diesen Nährstoffbedarf zu decken: mineralisch, organisch oder auch durch Gründüngung, die wir durch unsere Leguminose, den Erdklee, einsetzen. Wir wollen uns auch die Möglichkeit der mineralischen Düngung als letzte Option offenhalten und uns so an die Richtlinien des konventionellen Ansatzes halten.

Auch im Bereich der Pflanzengesundheit und Unkrautregulierung wollen wir nicht vollständig auf die chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmittel verzichten und sie im Notfall benutzen können, was ja noch lange nicht heißt, dass wir sie regelmäßig einsetzen.

Pharmazie

Extraktion und Test unserer Wirkstoffe

Maruška Demšar

Um die Wirkstoffe aus unseren Pflanzen zu erhalten, mussten wir sie extrahieren. Dafür haben wir als Erstes besprochen, wer sich welcher Pflanze annehmen möchte und uns anschließend in den einzelnen Gruppen überlegt, wie wir die Wirkstoffe schrittweise extrahieren wollen. Dabei ist es natürlich wichtig zu wissen, wo genau sich der Wirkstoff in der Pflanze befindet. Bei dem Großteil der Pflanzen war es uns möglich, die relevanten Teile in einem Mörser mithilfe von etwas Sand zu zerkleinern. Anschließend haben wir ein Lösungsmittel hinzugegeben. Überwiegend war es Ethanol, aber auch Aceton und destilliertes Wasser kamen zum Einsatz. Dann wurde weiter gemörsert, bis es einem Brei ähnelte. Danach haben wir ihn filtriert, um die groben Bestandteile von

den flüssigen zu trennen. Um den Extrakt von Bakterien zu befreien, wurde er erneut gefiltert, und zwar mit Hilfe einer Spritze, an welcher ein sehr feiner Filter befestigt war, dessen Löcher einen Durchmesser von unter einem Mikrometer hatten. Die filtrierten Extrakte füllten wir in sterile Gefäße.

Um unsere Extrakte auf ihre antibakterielle Wirkung zu testen, haben wir sie den sogenannten Hemmhof-Tests unterzogen. Hierfür mussten wir zuerst eine Bakteriensuspension für die von uns verwendeten Stämme Echerischia coli und Staphylococcus saprophyticus ssp. bovis ansetzen. Anschließend haben wir die Bakterienstammsuspension auf Agarplatten gegeben und dann mit dem Drigalski-Spatel ausgestrichen. Daraufhin pipettierten wir je 2 µl unserer Extrakte mit einer Kolbenhub-Pipette auf Filterpapiere. Die Filterpapiere waren steril in Ethanol gelagert. Deshalb mussten wir sie vorerst auf Objektträgern auslegen und abdampfen lassen, weil das Ethanol selbst eine antibakterielle Wirkung hat und so die Ergebnisse verfälschen könnte. Außerdem hatten wir ein Filterpapier mit reinem Ethanol als Positivkontrolle und eines mit destilliertem Wasser als Negativkontrolle. Die Filterpapiere haben wir mit einer sterilen Pinzette auf den Agarplatten ausgelegt und anschließend die wässrigen Extrakte darauf pipettiert. Die Agarplatten haben wir daraufhin zur Inkubation für 16 h bei 37°C in den Brutschrank gestellt und konnten sie am Folgetag auswerten. Beim Arbeiten legten wir sehr viel Wert darauf, steril vorzugehen. Wir arbeiteten immer unter dem Abzug, trugen Handschuhe und desinfizierten alles gut.

Es gab drei mögliche Beobachtungen, die wir machen konnten. Die Bakterien wuchsen direkt bis ans Filterpapier wachsen. Dies bedeutete, dass der Extrakt keine antibakterielle Wirkung gezeigt hat, da die Bakterien in ihrem Wachstum nicht gehemmt wurden. Somit scheidet dieser Extrakt aus. Die zweite Möglichkeit ist, dass sich um das Filterpapier ein kleiner Ring bildet, eine bakterienfreie Zone, der sogenannte Hemmhof. Je größer er ist, desto besser hat der Extrakt gewirkt. Das bedeutet, dass der Extrakt eine antibakterielle Wirkung hat und die Bakterien sich nicht mehr ungehemmt verbreiten konnten. Mit diesen Extrakten haben

wir anschließend weitergearbeitet. Die dritte Beobachtung kann Folge von unsterilem Arbeiten sein. Zu erkennen ist eine Verunreinigung am Filterpapier, etwa durch eine fremde Bakterienkultur.

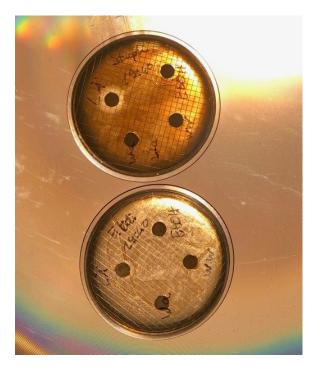


Abbildung 11: Abgebildet ist ein klassischer Hemmhof auf der Platte oben im oberen linken Eck.

Wir konnten nicht immer auf Anhieb sagen, ob ein Hemmhof zu sehen war. Es kann nämlich vorkommen, dass ein Filterpapier beim Auflegen etwas "verrutscht". Die Spuren davon lassen sich sehr leicht mit einem Hemmhof verwechseln. Dabei waren uns im Vergleich die Positiv- und die Negativkontrolle sehr hilfreich. Das Ethanol wirkt antibakteriell, es bildete sich ein deutlich sichtbarer Hemmhof, deshalb wird es auch als Positivkontrolle bezeichnet. Das Wasser kann den Bakterien nichts anhaben, daher bildete sich kein Hemmhof, deshalb heißt es Negativkontrolle.

Von den Pflanzen haben allerdings nur drei eine Wirkung gezeigt: Senf, Kapuzinerkresse und die beiden ätherischen Öle des Lavendels. Die beiden Ersteren zeigten nur eine minimale Wirkung, wobei der Speiklavendel eine deutlich stärkere als der Echte Lavendel hatte. Daher haben wir uns entschlossen, mit Kapuzinerkresse und Lavendel weiterzuarbeiten.

Formulierung unserer Wirkstoffe

ANGELIQUE VU

Um unser Antibiotikum auch anwendbar zu machen, musste es formuliert werden, das bedeutet, es wird in Form von zum Beispiel Cremes oder Pudern verarbeitet. Deshalb haben wir uns auch mit Formulierungen und ihrer Herstellung auseinandergesetzt.

Vorab haben wir überlegt, wie genau unser Antibiotikum wirken soll und in welchem Zusammenhang das mit der Anwendungsart steht. Unser Arzneimittel ist dazu gedacht, auf die Haut aufgetragen zu werden, vor allem auf offene Wunden, durch die die Bakterien in den Körper gelangen und Infektionen hervorrufen könnten. Da wir also gegen Bakterien an der Oberfläche vorgehen wollten, sollte die Formulierung oberflächlich wirksam sein, also nicht zu tief in die Haut einziehen, wenn sie ihre Wirkung entfaltet. Ob eine Formulierung eher oberflächlich- oder tiefenwirkend ist, hängt davon ab, ob sie fett- oder wasserbasiert ist. Wenn eine lipophile - also fettliebende - Formulierung auf die Hautoberfläche aufgetragen wird, kann die Flüssigkeit innerhalb der Haut nicht durch die Poren entweichen. Dadurch guillt die Haut auf und der Wirkstoff kann in die Haut eindringen. Bei einem hydrophilen, also wasserliebenden, Arzneimittel kann die Hautflüssigkeit austreten und die Wirkstoffe ziehen nicht allzu tief ein. Allerdings sorgt die entweichende Hautflüssigkeit durch Verdampfen für einen Kühlungseffekt.

Das Auftragen wird zudem erleichtert, wenn das Produkt austrocknend ist, da die Anwendungsstellen, also in unserem Fall die Wunden, oftmals feucht sind. Unter diesen Kriterien haben wir uns mit verschiedenen Formulierungen befasst und sie auf ihre Eignung geprüft.

Eine davon ist das Puder, ein pulvriges Gemisch, das hauptsächlich in der Kosmetikindustrie verwendet wird. Mit seiner austrocknenden und oberflächlichen Wirkung besitzt es nicht nur die idealen Eigenschaften für unser Antibiotikum, sondern ist auch für beide Arten von Extrakten, also hydro- und lipophile Extrakte, geeignet.

Weitverbreitet sind außerdem noch die "wei-

chen" Basiscremes, deren Grundlagen aus Wasser und Öl bestehen. Sie ähneln den Emulsionen, die sich aus zwei kaum oder gar nicht ineinander löslichen Flüssigkeiten zusammensetzen. Sowohl Basiscremes, als auch Emulsionen kann man in zwei Arten aufteilen: die Öl-in-Wasserbasierten und die Wasser-in-Öl-basierten Cremes beziehungsweise Emulsionen. Stabilisiert werden sie jeweils von sogenannten Emulgatoren, deren Moleküle aus einem hydrophilen und einem lipophilen Teil aufgebaut sind. Schließen sich mehrere dieser Moleküle zusammen, so entsteht eine sogenannte Mizelle. Da ätherische Öle jedoch die Eigenschaft haben, Mizellen zu zerstören, eignet sich das Lavendelöl nicht in dieser Formulierung. Dennoch beschlossen wir, beide Creme-Arten herzustellen, weil sie sich zusätzlich mit einer pflegenden und mitteltiefen Wirkung auszeichnen.

Eine weitere Option wäre das Gel, welches seine halbfeste Konsistenz durch Flüssigkeit und Gelbildner erhält. Es ist ein heterogenes Gemisch und je kleiner seine Stoffbestandteile sind, desto tiefenwirksamer ist es. Da unser Oleogel keine hydrophilen Bestandteile enthält, konnten wir es nur mit ätherischem Öl beladen.

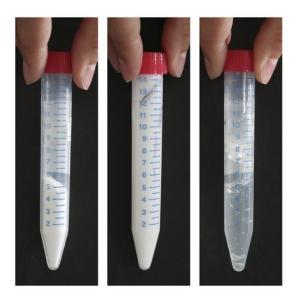


Abbildung 12: Die Formulierungen, die wir erstellt haben. Von links nach rechts: Puder, Creme und Oleogel.

Nachdem wir die "Rezepte" und Anweisungen für verschiedene Formulierungen erhalten, und uns auf die oben genannten geeinigt hat-

ten, machten wir uns im Labor an die Herstellung. Von allen Formulierungen mussten wir zunächst eine unbeladene Probe machen, das heißt, den Wirkstoff entweder komplett wegzulassen oder durch destilliertes Wasser zu ersetzen. Wenn wir diese später testeten, konnten wir uns dadurch sicher sein, dass das Ergebnis bei ihnen negativ ausfiel, sonst musste uns ein Fehler unterlaufen sein. Um möglichst genau auf jeweils 10 Gramm Formulierung zu kommen, war ein genaues Messen und Abwiegen der Stoffe sehr wichtig, besonders da wir teilweise im Milligramm-Bereich arbeiten mussten.





Abbildung 13: Dokumentation über das Wiegen und Anrühren der Formulierungen

Die einzelnen Formulierungsbestandteile sorgten für die Stabilität, die Konsistenz und natürlich die Wirksamkeit. Meistens gingen wir dann so vor, dass wir die Stoffe in mühevoller Rührarbeit miteinander vermischten.

In der zweiten Phase ging es darum, dieselben Formulierungen erneut herzustellen, sie diesmal jedoch mit den Wirkstoffen, also den ätherischen Lavendelölen und den Kapuzinerkresseblattextrakten, zu versetzen.

Am Ende hatten wir vier Puder (unbeladen, mit Speiklavendelöl, mit Echtem Lavendelöl und mit dem Kapuzinerkresseblattextrakt), zwei Oleogele (unbeladen und mit Speiklavendelöl) und vier Basiscremes (für die normale und hydrophobe Basiscreme je eine unbeladene und eine mit Blattextrakten), die es nun zu testen galt.

Schweinehauttests

JOHANNES HAMANN

Nachdem wir uns mit der Herstellung von Formulierungen beschäftigt hatten, wollten wir mit folgendem Versuch überprüfen, ob unsere formulierten Pflanzenextrakte auch auf der

Schweinehaut antibakteriell wirken. Als Formulierungen haben wir uns, wie zuvor schon erläutert, für Puder, Oleogel, Basiscreme und hydrophobe Basiscreme entschieden.



Abbildung 14: Das Auslegen und Bestreichen der Schweinehaut mit unseren Formulierungen.

Für unseren Versuch legten wir die zuvor desinfizierten Schweinehäute auf Petrischalen, damit die Bakterien, die sich vorher schon auf der Haut befanden, nicht das Versuchsergebnis verfälschten. Als die Häute komplett trocken waren, beimpften wir sie mit einer Bakteriensuspension. Wir stellten die Häute mit den Bakterien zunächst in den Brutschrak, damit sich die Bakterien gut festsetzen konnten. Um unsere Proben vergleichen zu können, mussten wir die Formulierungen genau abwiegen. Hierfür trugen wir die Formulierung auf eine Alufolie auf und wogen sie ab. Die so abgewogenen Formulierungen verteilten wir mit sterilen Handschuhfingern auf den Häuten und wogen die Folien wieder zurück, um zu sehen, wie viel Formulierung zurückgeblieben war. Natürlich brauchten wir auch eine Negativkontrolle, die nur mit Bakterien behandelt war. Die Petrischalen kamen anschließend wieder in den Brutschrank. Nach vier Stunden konnten wir die Häute mit einem angefeuchteten Wattestäbchen abstreichen. Daraus stellten wir eine Bakteriensuspension her, die wir danach auf Agarplatten auftrugen und in den Brutschrank legten.

Am nächsten Tag konnten wir unsere Ergebnisse beobachten. Wenn sich Bakterienkolonien oder -rasen gebildet hatten, war die Formulierung unwirksam. Wenn sich nichts von beidem gebildet hatte, wirkte sie. Folgendes konnten wir feststellen: Besonders gut hatten die Puder



Abbildung 15: Linker Hand die Auswertung der Bakterienkultur nach Behandlung mit Speiklavendelpuder, rechter Hand die Auswertung des unbeladenen Puders. Nach Behandlung mit Speiklavendelpuder sind deutlich weniger Bakterienkulturen zusehen.

aus Echtem Lavendel und Speiklavendel gewirkt, denn es hatten sich nur sehr wenige Bakterienkolonien gebildet. Genauso war es beim Oleogel aus Speiklavendel. Bei unserem dritten Puder mit Kapuzinerkresse konnten wir leider nur eine leichte Wirkung feststellen, da sich viele Kolonien und teilweise ein Rasen gebildet hatten. Die anderen Kapuzinerkresseformulierungen, die Basiscreme und die hydrophobe Basiscreme wirkten hingegen nicht, es war ein flächendeckender Bakterienrasen zu erkennen. Daher entschieden wir uns dafür, mit den Pudern aus Speiklavendel und Kapuzinerkresse weiterzuarbeiten, da diese die beste antibakterielle Wirkung erzielten.

Unsere Exkursion

ARVE GRUBER

Am Mittwoch der zweiten Akademiewoche machten wir uns auf den Weg nach Heilbronn, um dort im Schülerlabor der Experimenta Versuche durchzuführen. Morgens ernteten wir unsere Senfpflanzen für unser Experiment ab, um sie nach dem Frühstück mit in den Zug nach Heilbronn zu nehmen. Als wir nach ca. einer Stunde Fahrt und zehn Minuten Fußmarsch an der Experimenta angelangten, wurden wir dort schon von Herrn Dr. Wendt erwartet, der uns in das Labor führte und nach einem kurzen Vortrag über Proteine in die Gerätschaften einwies.

Unser Ziel war es zu erfahren, wie sich die Düngung auf den Wirkstoffgehalt von Pflanzen auswirkt. Hierfür nutzten wir neun Senfpflanzen:

drei ungedüngte sowie je drei, die mit 80 bzw. 160 kg Stickstoff pro Hektar (kg N/ha) gedüngt worden waren. Da der Wirkstoffgehalt von den verfügbaren Nährstoffen abhängt, genügte es für uns, die Menge des in der Pflanze enthaltenen Stickstoffes zu messen. Dies direkt ist allerdings technisch relativ anspruchsvoll, denn hierfür muss die Pflanze mit Schwefelsäure behandelt werden. Daher schlossen wir über den Proteingehalt auf den vorhandenen Stickstoff, da Proteine unter anderem aus Stickstoff bestehen. Für die Bestimmung des Proteingehaltes nutzten wir den sogenannten Bradford-Assay.

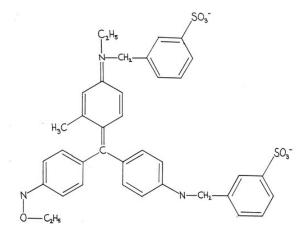


Abbildung 16: Die Strukturformel des Farbstoffes Coomassie Brilliant Blue.

Bei diesem wird der Farbstoff Coomassie Brilliant Blue zu der zu untersuchenden Probe gegeben. Dieser Farbstoff hat zwei mögliche Zustände: eine rötlich-braune und eine blaue Form. Normalerweise liegt er gelöst in der ersten Form vor. Wenn der Farbstoff mit aromatischen oder basischen Aminosäuren, Bausteinen der Proteine, in Kontakt kommt, geht er mit diesen eine Bindung ein, wobei er die blaue Form annimmt. Die Probe verfärbt sich also umso blauer, je mehr Proteine enthalten sind.

Die Intensität der Blaufärbung kann mit einem UV/VIS-Spektrometer bestimmt werden. Dieses isoliert mittels eines Prismas eine bestimmte Wellenlänge aus dem Spektrum einer Xenonlampe, in unserem Fall 595 nm, also einen speziellen Orangeton. Dieses einfarbige Licht wird durch die Probe geschickt, die in einer Messküvette vorliegt. Nun wird auf der anderen Seite das ankommende Licht gemessen und daraus die Absorption bzw. Streuung, die



Abbildung 17: Je nachdem, wie viel Protein in der Probe enthalten ist, wird die Blaufärbung mehr oder weniger intensiv.

durch die Probe entstanden ist, bestimmt.

Um die Senfpflanzen auf ihren Gehalt an Proteinen zu testen, mussten wir aus ihnen Extrakte ansetzen. Hierfür mörserten wir je 1 g mit etwas Sand, um die Pflanzenzellen zu zerstören. Dazu gaben wir 2 ml Phosphatpuffer. Von diesem Extrakt pipettierten wir je 2 µl in ein Reaktionsgefäß.



Abbildung 18: Das Herstellen der Extrakte erfordert Fingerspitzengefühl und Geduld.

Um von der Absorption auf den Proteingehalt schließen zu können, wurde eine Kontrollreihe mit bekannten Proteinkonzentrationen erstellt. Hierfür benutzten wir das Protein Albumin, welches wir in Mengen von 2,5 bis 22,5 µg in Küvetten pipettierten. Zu dieser Kontrollreihe sowie zu den Extrakten gaben wir nun je 1 ml Bradford-Reagenz, eine Lösung mit Coomassie Brilliant Blue.

Die Proben wurden jetzt im UV/VIS-Spektrometer auf ihre Farbintensität geprüft. Dazu wurden die Messküvetten mit den Flüssigkeiten

nacheinander in das Spektrometer eingeführt. Die Absorptionswerte mussten wir nun in Proteinkonzentrationen umrechnen. Dazu legten wir durch die Werte unserer Kontrollreihe eine Ausgleichsgerade. Diese hatte die Gleichung $y = m \cdot x + c$, wobei y die Absorption und x die Proteinkonzentration darstellt. Durch Umstellen der Gleichung nach der Proteinkonzentration gelangten wir auf x = (y - c)/m, in die wir nun unsere y-Werte einsetzen konnten, um auf die Menge der Proteine pro Probe zu kommen. Da wir aus 1 g Pflanze 2 g Extrakt hergestellt hatten, musste die errechnete Zahl noch mit 2 multipliziert werden, um die µg Protein pro g Pflanze zu erreichen. Jetzt konnten wir den Stickstoffgehalt berechnen: in 1 g Protein sind durchschnittlich ca. 0,16 g Stickstoff enthalten. Wir multiplizierten den Proteingehalt also mit 0,16 und erhielten den Stickstoffgehalt in ug pro g Pflanze.

Düngung	Stickstoffgehalt in
$[{ m kg~N/ha}]$	der Pflanze [µg/g]
0	0,68
80	0,49
160	1,33

Tabelle 3: Ergebnisse unserer N-Bestimmung in den Senfpflanzen.

In der Tabelle 3 sind nun die Ergebnisse der Messung und Berechnung zu sehen. Deutlich erkennbar ist, dass sich der Stickstoffgehalt von der nicht gedüngten Pflanze zu der mit 160 kg N/ha gedüngten fast verdoppelt hat. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die Düngung den Wirkstoffgehalt in der Pflanze erhöht. Allerdings passt der zweite Wert nicht in diese Korrelation. Dafür gibt es jedoch eine Erklärung: die Pflanze, aus der der geprüfte Extrakt hergestellt wurde, stand in einem Topf ohne Abflussloch. Somit sammelte sich durch starke Regenfälle Wasser in diesem Topf und es bestand die Gefahr, dass die Pflanze unter diesen Umständen nicht überleben würde. Deshalb musste das Wasser ausgegossen werden, was zu einem gravierenden Verlust an den darin gelösten Nährstoffen führte. Unter Einbeziehung dieser Tatsache ist also trotzdem ein klarer Trend erkennbar.

Nachdem wir unsere Versuche abgeschlossen

hatten, nutzten wir noch die Möglichkeit, die Ausstellungen in der Experimenta zu besuchen. Wir erkundeten auf vier Ebenen jede Menge Exponate zu so unterschiedlichen Themen wie Baumaterialien, Astrophysik, Mikroorganismen, Kommunikation, Wolken, Erkenntnisgewinn und vielem mehr. Dabei waren viele interaktive Stationen auch darauf ausgelegt, selbst Hand anzulegen: so filmten wir zum Beispiel Wassertropfen, errechneten, wie viel die elementaren Bausteine unseres Körpers kosten würden, unterhielten uns mit einem Bakteriophagen und testeten unsere Reflexe. Nach zwei Stunden, die nicht ansatzweise für eine Erkundung der gesamten Experimenta genügten, mussten wir uns auch schon wieder auf den Weg zurück nach Adelsheim machen.

Fazit

CELINA TITZE

Somit hatten wir unsere Arbeit abgeschlossen, doch wie sind wir eigentlich vorgegangen und haben wir unser Ziel erreicht?

Im Gegensatz zum gewöhnlichen Unterricht haben wir im Kurs unsere Zeit recht frei gestaltet. Wir überlegten uns, was eine gute Vorgehensweise für unsere Versuche sein könnte und was wir alles machen und testen müssen, um unseren Wirkstoff zu finden, zu kultivieren, zu extrahieren und zu formulieren. Jana, Patricia und Andreas haben uns dabei jedoch tatkräftigt unterstützt, sodass wir keine wesentlichen Dinge vergessen konnten. Diese Planung konnten wir allerdings nur für die ersten Tage vornehmen, denn die Testergebnisse konnten wir nicht von vornherein einplanen, sodass wir auf Grund dieser immer wieder neu entschieden haben, wie es weiter geht und mit welchen Pflanzen wir weiterarbeiten wollen.

Wir haben uns auf Grund der guten antibakteriellen Wirkung von Lavendel und Kapuzinerkresse dazu entschieden, für diese ein Anbausystem zu entwickeln und sie als Arzneipflanze für unser Antibiotikum zu verwenden.

Dabei greifen wir auf den Streifenanbau zurück und kultivieren nach dem Konzept des konventionellen Landbaus. Während der Akademie mussten wir jedoch einige Rückschläge hinnehmen, doch aus diesen konnten wir wertvolle Erfahrungen sammeln, wie bereits in den vorherigen Texten erwähnt. Jana pflegte hierzu zu sagen: "Forschung besteht zu 80 Prozent aus Problemen und zu 20 Prozent aus Lösungen." Das motivierte und zeigte uns, dass wir nicht die einzigen Forscher waren, die Schwierigkeiten zu bewältigen hatten. Deshalb sahen wir die Rückschläge eher als Chance, unser Wissen noch weiter zu vergrößern, statt als Steine in unserem Weg.

Zunächst hatten wir angefangen, einen Zeitplan zu machen und uns eine sinnvolle Strukturierung unserer zweiwöchigen Arbeitsphase zu überlegen. Jedoch gelang es uns anfänglich nicht, diesen einzuhalten, da wir einige Probleme mit den Extrakten für die Hemmhoftests hatten.

Verunreinigungen in Form von anderen Bakterienstämmen auf den Agarplatten bereiteten uns zu Beginn der Versuche etwas Schwierigkeiten. Das lag daran, dass wir manche Extrakte in nicht-sterilen Behältnissen gelagert hatten, wodurch wir von da an sehr penibel darauf achteten, dass alles steril gehandhabt wurde.

Das nächste Problem war, dass alle Extrakte, außer den ätherischen Ölen, gar keine Wirkung zeigten. Also überlegten wir uns, dass wir womöglich zu wenig Wirkstoff aus den Pflanzen lösen konnten, sodass wir beschlossen, die bereits fertigen Extrakte erst am nächsten Tag zu testen, denn wir hatten zuvor nicht bedacht, dass mit Hilfe der Lösungsmittel über Nacht die Konzentration des Wirkstoffs steigen könnte. Wir vermuteten allerdings auch, dass vor allem bei den Kreuzblütlern die enzymatischen Reaktionen mitverantwortlich dafür waren, dass der Wirkstoff freigesetzt wird, die jedoch einige Zeit benötigen. Ob dies wirklich der Grund war, warum unsere Extrakte am nächsten Tag besser wirkten, können wir nicht eindeutig sagen, doch wir bekamen deutlich bessere Testergebnisse.

Eine Schwierigkeit, die sich sowohl auf die Ergebnisse der Hemmhoftests als auch die Herstellung der Formulierungen auswirkte, war, dass beim Speiklavendelöl ein Teil des Deckels verloren ging, wodurch die Flasche undicht wur-

de. Da wir bei den Hemmhoftests mit dem Öl, ganz im Gegensatz zu vorherigen Tests, keine Wirkung mehr erzielen konnten, stellten wir die These auf, dass die Wirkstoffe verdunstet waren, denn dies ist ein bekanntes Problem bei ätherischen Ölen. So kauften wir ein neues Öl, mit dem wir dann erneut Formulierungen herstellten. Da wir keine Zeit mehr hatten, das Öl mit Hemmhoftests auf seine Wirkung zu untersuchen, hatten wir direkt die Schweinehauttests angesetzt und darauf vertraut, dass das neue Öl wie gewohnt wirkte, was auch der Fall war. Dabei achteten wir sehr darauf, das Speiklavendelöl schnell zu verarbeiten, sodass möglichst wenig der Wirkstoffe verdampfen konnten.

Die einzige Schwierigkeit, die sich uns außerhalb der Hemmhoftests stellte, war, dass wir bei einer Senfpflanze mit mittlerer Düngungsstufe Wasser abgießen mussten, da diese sonst ertrunken wäre. Dadurch wurden, wie zuvor bereits erwähnt, auch Nährstoffe weggeschwemmt.



Abbildung 19: Unser Kurs bei vollem Einsatz während des Sportfestes.

Abschließend kann man sagen, dass wir unser Kursziel erreicht haben, denn wir haben erfolgreich zwei antibakteriell wirkende Pflanzen gefunden, für die wir zunächst ein Anbausystem entwickelt und abschließend eine wirksame Formulierung für sie gefunden haben. All dies ist im Sinne unserer Nachhaltigkeitsdefinition, denn unser Anbausystem ist durch die Untersaat, die Unkräutern vorbeugt, möglichst umweltverträglich, da wir dadurch möglichst auf Herbizide verzichten können und wir noch dazu anstatt Insektiziden (wenn möglich) Nützlinge einsetzen wollen. Ebenfalls tragen wir durch unsere weite Fruchtfolge und den Anbau in Streifen erheblich zum Erhalt der Boden-

fruchtbarkeit bei. Auch bei der Weiterverarbeitung arbeiten wir nachhaltig, denn wir benutzen pflanzliche Extrakte, die wir mit geringem Energieaufwand und ressourcenschonend herstellen können. Durch diese Punkte gewährleisten wir auch, dass nachfolgenden Generationen sowohl der Anbau als auch die Verwendung dieser Pflanzen und deren Formulierungen ermöglicht wird.

Unser Kursgedicht

Wir sind die Bios; in unsrem Element leben Tier und Pflanzen, es ist, was jeder kennt.

Erde, Luft und Wasser gehör'n für uns dazu, ohne diese Dreie keimt es sich nicht gut.

Die Inhaltsstoffe sind es, die uns interessier'n, deshalb versuchen wir, sie zu extrahier'n.

Stickstoff, Kali, Schwefel müssen in die Reihn, damit unsre Pflanzen wunderbar gedeih'n.

Kohlen-, Wasser-, Sauerstoff, das sind die Grundbausteine. Wir testen die Substanzen auf der Haut der Schweine.

Und wie heißt es doch so schön: "kenne deine Feinde", um sie zu besiegen, Bakterien und Keime.

Wir sind die Bios; in unsrem Element, wir suchen nach der Lösung und zwar ganz vehement.

Nachhaltig soll sie sein unsre Strategie, vom Anbau über Ernte bis zur Pharmazie. Ganz viele Elemente begleiten uns dabei, Erde Luft und Wasser, Chemie und Grübelei.

Zitate aus dem Kursalltag

"So, jetzt diktiert mir jeder einmal hier so Stichpunkte." – Lara

 \dots es ist wichtig, damit es schön symmetrisch ist" – Nathan

"Och, kann mal jemand den Schlüssel umdrehen!" – Alle

"Ätherisches Öl ist schwer zu gewinnen, weil es bakteriostatisch ist" – Celina

"Kenne deinen Feind" – Michael

"Auch eine blinde Taube trifft mal ein Auto" – Michael

"Hast du es verstanden?" – Arve " . . . siehst du seinen Gesichtsausdruck?!" – Johannes

"Kann mal jemand den Schlüssel drehen? ... wer nicht mehr steril ist." – Jana

"Es sieht auf jeder Seite irgendwie gleich hässlich aus" – Celina

 \dots konventionell Landschaften \dots " – Charlotte

"Der frühe Wurm fängt den Vogel" – Nathan "Die Unterlage ist bei dir links, links, ... äh rechts ... " – Charlotte

"Wir sind eine Demokratie." – Johannes

"Da Pflanzen nicht vom Himmel fallen, ... " – Nathan

Nathan: "Was ist im Kühlschrank?", daraufhin Johannes: "Die Leiche."

"Ich glaube, wir haben die Leiche vergessen!" – Lara

Danksagung

Wir möchten uns bei allen bedanken, die uns diesen Kurs und die Teilnahme an der Akademie ermöglicht haben.

Insbesondere möchten wir auch Herrn Dr. Wendt für den Besuch und die Betreuung an

der Experimenta danken. Es war sehr beindruckend, in einem "echten" Labor unsere Versuche durchzuführen.

Ein riesiges Dankeschön geht natürlich an unsere beiden Kursleiterinnen Jana und Patricia und unseren Schülermentoren Andreas, die uns durch einen abwechslungsreichen und interessanten Kurs geführt haben.

Danke für alles, euer Biologiekurs 2019!

Quellen

Marion Bradford: A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding (1976)

Christos D. Georgiou et al.: Mechanism of Coomassie brilliant blue G-250 binding to proteins (2008)

Danksagung

Wir möchten uns an dieser Stelle bei denjenigen herzlich bedanken, die die 17. JuniorAkademie Adelsheim / Science Academy Baden-Württemberg überhaupt möglich gemacht haben.

Finanziell wurde die Akademie in erster Linie durch die Stiftung Bildung und Jugend, die Schwarz-Stiftung, die Hopp-Foundation, den Förderverein der Science Academy sowie durch den Fonds der Chemischen Industrie unterstützt. Dafür möchten wir 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 für Jugendliche aus dem ganzen Bundesland realisiert wird. Wir danken daher Frau Anja Bauer, Abteilungspräsidentin der Abteilung 7 – Schule und Bildung des Regierungspräsidiums Karlsruhe, der Leiterin des Referats 75 – allgemein bildende Gymnasien, Frau Leitende Regierungsschuldirektorin Dagmar Ruder-Aichelin und Herrn Jan Wohlgemuth vom Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg. Koordiniert und unterstützt werden die JuniorAkademien von der Bildung & Begabung gGmbH in Bonn, hier gilt unser Dank dem scheidenden Koordinator der Deutschen Schüler- und JuniorAkademien, Herrn Volker Brandt, seiner Nachfolgerin Ulrike Leithof, der Referentin für die Akademien Dorothea Brandt sowie dem gesamten 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 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter möchten wir uns für die Mühen, den freundlichen Empfang und den offenen Umgang mit allen bei dem zum Zeitpunkt des Drucks dieser Dokumentation schon ehemaligen Schulleiter des Eckenberg-Gymnasiums, Herrn Oberstudiendirektor Meinolf Stendebach, und seinem Nachfolger, Herrn Studiendirektor Martin Klaiber, besonders bedanken.

Ein herzliches Dankeschön geht auch an Frau Oberstudiendirektorin Dr. Andrea Merger vom Hölderlin-Gymnasium in Heidelberg, wo wir bei vielfältiger Gelegenheit zu Gast sein durften.

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

Seite 11, Abbildung Sonnenfinsternis-Schema: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sonnenfinsternis-schema.svg Wikimedia-User Юкатан CC BY-SA 3.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode)

Alle anderen Abbildungen sind entweder gemeinfrei oder eigene Werke.