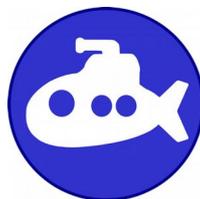


# JuniorAkademie Adelsheim

## 16. SCIENCE ACADEMY BADEN-WÜRTTEMBERG 2018



**Biologie**



**Chemie/Technik**



**Informatik**



**Mathematik**



**Philosophie**



**Fotografie**

**Dokumentation der  
JuniorAkademie Adelsheim 2018**

**16. Science Academy  
Baden-Württemberg**

**Veranstalter der JuniorAkademie Adelsheim 2018:**

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

76133 Karlsruhe

Tel.: (0721) 926 4245

Fax.: (0721) 933 40270

[www.scienceacademy.de](http://www.scienceacademy.de)

E-Mail: [joerg.richter@scienceacademy.de](mailto:joerg.richter@scienceacademy.de)  
[monika.jakob@scienceacademy.de](mailto:monika.jakob@scienceacademy.de)  
[rico.lippold@scienceacademy.de](mailto:rico.lippold@scienceacademy.de)

Die in dieser Dokumentation enthaltenen Texte wurden von der Kurs- und Akademieleitung sowie den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der 16. JuniorAkademie Adelsheim 2018 erstellt. Anschließend wurde das Dokument mit Hilfe von  $\text{\LaTeX}$  gesetzt.

Gesamtredaktion und Layout: Jörg Richter

Copyright © 2018 Jörg Richter, Dr. Monika Jakob

# Vorwort

Meine Damen und Herren, wir begrüßen Sie recht herzlich an Bord unseres Fluges mit der JuniorAkademie2k18 über Adelsheim. Wir bitten Sie jetzt, Ihre Sitzplätze einzunehmen und möglicherweise ablenkende Objekte sicher außerhalb Ihrer Reichweite zu verstauen. Wir möchten Sie nun mit der Dokumentation der Science Academy 2018 vertraut machen!

Dear Ladies and Gentlemen ... auch in diesem Sommer haben sich wieder 72 Passagiere auf dem Gelände des Landesschulzentrums für Umwelterziehung, kurz: LSZU eingefunden, um mit ihrer 30-köpfigen Crew aus Akademie-, Kurs- und KüA-Leitenden die 16. Science Academy Baden-Württemberg zu erleben.



In jedem Jahr steht die Akademie unter einem besonderen Motto. Wie unschwer zu erraten ist, drehte sich dieses Jahr alles um das Thema „Fliegen“. Durch verschiedene Aktionen und Denkanstöße dazu konnten die Zeit in Adelsheim und die vielen Erlebnisse, die hier schnell einmal wie im Flug an einem vorbeirauschen, aus einer anderen Perspektive betrachtet und reflektiert werden.

In den sechs Kursen lernten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer die Welt des wissenschaftlichen Arbeitens anhand verschiedener Themen kennen. Während die einen Tomaten gepflanzt, Schiffe versenkt oder Nachrichten verschlüsselt haben, wurden in anderen Kursen spannende Zaubertricks durchschaut, das Thema Zeit beleuchtet oder professionelle Fotos geknipst.

Neben den rein fachlichen Aspekten konnten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer hierbei auch neue Arten zu Lernen und zu Arbeiten entdecken und Fähigkeiten wie beispielsweise ihre Präsentationstechnik verbessern.

Auch wenn alle mit unterschiedlichsten Erwartungen, Hoffnungen und Wünschen im Gepäck nach Adelsheim gereist sind, so saßen wir hier doch alle im selben Flieger und wuchsen schnell zu einer großen, bunten Gruppe zusammen. Die einzigartige Akademieatmosphäre, die entsteht, wenn so viele interessierte und motivierte Leute zusammenkommen, bringt viele spannende Gespräche, neue Interessen und häufig auch bereichernde Freundschaften mit sich.

Auch wenn unsere Wege jetzt in verschiedene Richtungen gehen werden, wünschen wir euch alles Liebe und Gute, und dass Ihr noch lange vom Akademiefieber beflügelt seid. Wir freuen uns darauf, euch wiederzusehen (vielleicht ja sogar in Adelsheim?), und jetzt bleibt nur noch zu sagen: Sie können den Sicherheitsgurt nun wieder lösen.

Wir wünschen Euch und Ihnen viel Spaß und viele schöne Einblicke in unsere Akademiezeit beim Lesen der Dokumentation!

Eure/Ihre Akademieleitung



Johanna Kroll (Assistenz)



Johanna Rettenmeier (Assistenz)



Dr. Monika Jakob



Jörg Richter

# Inhaltsverzeichnis

<b>VORWORT</b>	<b>3</b>
<b>KURS 1 – BIOLOGIE</b>	<b>7</b>
<b>KURS 2 – CHEMIE/TECHNIK</b>	<b>27</b>
<b>KURS 3 – INFORMATIK</b>	<b>43</b>
<b>KURS 4 – MATHEMATIK</b>	<b>61</b>
<b>KURS 5 – PHILOSOPHIE</b>	<b>79</b>
<b>KURS 6 – FOTOGRAFIE</b>	<b>99</b>
<b>KÜAS – KURSÜBERGREIFENDE ANGEBOTE</b>	<b>123</b>
<b>DANKSAGUNG</b>	<b>139</b>
<b>BILDNACHWEIS</b>	<b>140</b>



# Kurs 1 – Biologie: Wie sich Pflanzen gegen Angriffe verteidigen können



## Vorwort

Haben Sie sich schon einmal gefragt, weshalb der Rasen im Garten unter dem Walnussbaum nur sehr wenig wächst? Oder weshalb die Berührung der Blätter von Brennnesseln so unangenehm schmerzt? Sie sehen, Pflanzen haben verschiedene Möglichkeiten, ihre Attraktivität für Fressfeinde zu reduzieren, wie im Fall der Brennnessel, oder Konkurrenzpflanzen in Schach zu halten, wie beim Walnussbaum.

Die Abwehrmechanismen von Pflanzen, um sich vor Fressfeinden, pathogenen Pilzen oder auch Konkurrenzpflanzen zu schützen, lagen im Zentrum unserer Kursarbeit. Wir mikroskopierten, pipettierten, extrahierten, formulierten, testeten und beobachteten mit dem Ziel, ein Pflanzenschutzmittel aus den Abwehrstoffen einer Pflanze zu entwickeln.

Besonders dabei waren das freie Arbeiten und die Eigenverantwortung im Labor, die unseren Teilnehmerinnen und Teilnehmern so manches graue Haar wachsen ließen. Geschichten aus unserem Kurs gibt es viele, die wenigsten davon können wir hier in diesem Rahmen erzählen. Viel mehr vermitteln die folgenden Seiten einen groben Eindruck über unsere gemeinsame Zeit bei der Akademie. Schlussendlich und ohne Umschweife können wir sagen: Wir sind stolz auf unsere Teilnehmerinnen und Teilnehmer!

Und nun wünschen wir Ihnen viel Spaß beim Lesen.

## Unser Kurs

**Lea** war während der ganzen Akademiezeit nicht nur im Kurs, sondern auch bei den KüAs sehr engagiert. Sie begeisterte am

Hausmusikabend sowohl mit ihrer zauberhaften Stimme als auch am Klavier. Im Kurs hatte Lea auch abends noch maximale Energie und war immer sehr humorvoll. Ihre geringe Körpergröße machte sie durch den monströsen Rucksack auf ihrem Rücken wett. Zur Halbzeit versorgte sie uns noch einmal mit einem Süßigkeitsvorrat.

**Reno** ist bei allen Akademieteilnehmern nicht nur wegen seiner lustigen Art bekannt. Er stellte auch ein großes Angebot an KüAs wie Schach und „Backen mit Reno“ bereit. Die leckeren Resultate durfte wir dann im Kurs verspeisen, zumindest die Reste, die er übriggelassen hat. Im Wägeraum sorgte er durch ein Versehen für eine dezent minzige Duftnote. „Mit Reno“ wurde zum Insider der ganzen Akademie.

**Lutz** hat durch sein riesengroßes Vorwissen und seine Fachkenntnisse den Kurs schnell vorangebracht. Er kann sich Fachbegriffe und komplexe Zusammenhänge sehr gut merken. Aber auch außerhalb der Kursarbeit setzte er sich für den Erfolg der Gruppe beispielsweise beim Sportfest ein und nahm erstaunlich motiviert am Frühspor teil.

**Annabel** ist, passend zum Akademiemotto, die Meisterin des Papierfliegerweitwurfs. Sie besuchte jeden Tag die Sport-KüA und motivierte uns auch alle beim Sportfest. Die Theoriestunden verbrachte sie gerne an ihrem multimedialen Gerät, dafür war sie bei der Laborarbeit vor allem bei der Herstellung der Emulsionen und Suspension voller Elan und Freude dabei.

**Samuel** ist für jeden Spaß zu haben, und sein Lachen ist extrem ansteckend. Auch im Labor sorgte er für viele lustige Momente, zum Beispiel bei dem gescheiterten Versuch, eine Batterie einzubauen. Sowohl beim Hausmusikabend als auch bei der Theateraufführung überzeugte er das Publikum mit seiner außergewöhnlichen Bühnenpräsenz.

**Mareike** arbeitete begeistert im Labor. Insbesondere ist sie die kursinterne Expertin für Hemmhoftests. Ihre Kamera war immer vor Ort und lieferte super Bilder für die Präsentation. Mareike war außerordentlich engagiert beim Fliegenpilz-Basteln mit dabei

und bot abends eine Vielzahl an KüAs an, denn mittags war sie beim Theaterspielen.

**Lucas** ist sehr fleißig und war im Kurs immer voller Tatendrang dabei. Seine Aufschriebe sind stets vollständig und ordentlich – auch seine Heftführung lässt keine Wünsche offen. Zudem lieferte er die meisten Versuchsideen und setzte diese mit den Anderen in die Tat um. In der freien Zeit drehte sich bei ihm vieles um das Diabolo.

**Marlena** spielte eine der Hauptrollen in der Theater-KüA. Ihre freie Zeit war mit Textlernen und den Vorbereitungen für das Bergfest verplant. Sie ist die Jüngste in der Gruppe, doch das fällt überhaupt nicht auf, denn sie ist durch ihre fröhliche und aufgeschlossene Art ein wichtiger Bestandteil des Kurses.

**Béryl** ist außerordentlich musikalisch. Sie spielt viele Instrumente, besonders ihre Querflötenkünste hat sie uns am Hausmusikabend mit gleich drei Stücken vorgeführt. Sie war die Schöpferin des Schlachtrufs unseres Kurses und des Killerpilzes. Bei den Übungspräsentationen brachte sie uns alle durch ihr konstruktives Feedback voran.

**Alexander** hat uns alle mit seinen erstaunlichen Präsentationskünsten überzeugt. Er war „begeisterter und fachkundiger Bewässerungsexperte und Sprühmeister“ im Labor und kümmerte sich liebevoll um unsere Kresse. Während den Theoriestunden erfreute er sich an der Süßigkeitenecke und in seiner Freizeit spielte er sehr begeistert Wikingerschach.

**Pia** ist normalerweise eine eher zurückhaltende Person, bis es zum Infizieren der Tomatenpflanzen kam – dort zeigte sich ihr innerer Killerinstinkt. Daran sieht man, dass die Laborarbeit, besonders die Kolbenhubpipetten, sie sehr begeisterten. Sie bewies ihr musikalisches Talent mit ihrer Trompete im Orchester am Hausmusik- und Abschlussabend.

**Verena** überlegte sich nicht nur das Logo für unser Kurs-T-Shirt, sondern auch für den Akademiepulli. Sie ist das „Erinner-Mich“ der Gruppe und sorgte für vollständige Protokolle während der Laborarbeit, wodurch

sie zahlreiche Kursteilnehmer bei der Verfassung der Dokumentationstexte rettete.

**Jana** war immer in der Nähe ihrer Teetasse – außer im Labor. Dort war sie stets in der Lage, Probleme zu lösen, und konnte während der Akademie noch weitere Materialien organisieren. Generell kann man sagen, dass sie im Labor voll in ihrem Element war. Jana beglückte uns zu jeder Zeit mit ihren Backkünsten. Ihre Antwort auf alles war: „Wissenschaft besteht zu 90 % aus Problemen und zu 10 % aus Lösungen.“

**Patricia** war die gute Seele des Kurses und offen für alle unsere Fragen. Sie konnte uns mit ihrem umfangreichen Wissen über Pilze immer weiterhelfen. Im Laufe der Akademie hatte sie sich uns zuliebe in die Theorie der Entwicklung eines Pflanzenschutzmittels eingelesen. Außerdem hatte sie uns die Exkursion an die Universität Hohenheim ermöglicht.

**Lorenz** war nicht nur unser Schülermentor, sondern auch ein „Kinderschokolade fressender Dino“, diente beim Sportfest als motivierender Killerpilz mit weinrotem Regenschirm und konnte als einziger Schülermentor richtig fliegen. Während der anstrengenden Kursarbeit sorgte er für genügend Motivation und Spaß.

## Warum sich Pflanzen verteidigen müssen – Eine Einführung

ALEXANDER STAWICKY

Jedes Lebewesen verfolgt das Ziel, seinen eigenen Fortbestand zu sichern. Hierfür muss es zunächst Stoffwechsel betreiben, um Energie in Form von organischen Energieträgern wie Glukose, aber auch Wasser, anorganische Verbindungen oder atmosphärische Gase aufzunehmen, ineinander umzuwandeln und wieder abzugeben. Dabei betrachtet jedes Individuum die anderen Individuen seiner Art oder auch anderer Arten als Konkurrenten um diese Energieträger, die es als Nahrungsquelle benötigt. So wandeln Pflanzen als autotrophe Lebewesen etwa anorganische Verbindungen mit Hilfe der Photosynthese und damit des Sonnenlichts in

organische Verbindungen um. Deswegen sind sie Hauptnahrungsquelle aller höheren Lebewesen, die auf die organischen Verbindungen als Energielieferant angewiesen sind. Dies ist ein Grund, weshalb die Lebensformen sich gegenseitig angreifen und so gut wie jede Lebensform irgendwann im Laufe ihres Lebens auf Feinde trifft, vor welchen sie fliehen oder gegen die sie sich zur Wehr setzen muss.

Zu den Feinden einer Pflanze zählen Mikroorganismen wie Pilze oder Viren, die sie als Wirt für ihre Fortpflanzung nutzen, Tiere und Insekten, die sich von ihnen ernähren, und andere Pflanzen, die mit ihnen um Nährstoffe, Wasser und Licht konkurrieren. Greift einer dieser Feinde die Pflanze an, hat diese je nach Art des Angreifers verschiedene Möglichkeiten, sich zu verteidigen. Da die Pflanze sich nicht, wie wir, auf ihre Beweglichkeit oder allein auf mechanische Maßnahmen verlassen kann, zählen zu diesen Möglichkeiten vor allem verschiedenste chemische Stoffe, die den Angreifer abtöten, die Pflanze „immunisieren“ oder als Warnstoff dienen können. Andere wichtige Methoden sind die Abwehr durch physische Barrieren wie die Blatthaut und Dornen, oder auch das gezielte Abtöten eigener Zellen bei der sogenannten Apoptose.

Im Rahmen unseres Kurses haben wir uns auf theoretischer Ebene mit diesen Mechanismen auseinandergesetzt und danach mehrere Versuche auf Basis unserer neu erworbenen Kenntnisse durchgeführt. Ein Teil unserer Versuche zielte darauf ab, die Mechanismen zu beobachten, ein anderer Teil darauf, chemische Abwehrstoffe aus verschiedenen Pflanzen zu extrahieren und aus ihnen ein biologisches, das heißt in unserem Fall pflanzliches, Schutzmittel gegen bestimmte Pilzinfektionen zu entwickeln.

## Das Eröffnungswochenende

LEA SALOME MARQUARDT

Am Eröffnungswochenende hatten wir erstmals die Möglichkeit, uns gegenseitig kennenzulernen. Die anfängliche Nervosität in unserem Kurs legte sich spätestens nach der Vorstellungsrunde, in der sich jeder beliebig viele Gummibärchen bzw. M&Ms nehmen durfte und

anschließend pro Stück eine Sache über sich erzählen sollte. Schon hier zeigte sich, dass unser Biologie-Kurs eine Vorliebe für Süßigkeiten und andere Nervennahrung hatte.

Um zu verstehen, wie sich Pflanzen verteidigen können, haben wir uns am Eröffnungswochenende zunächst mit dem Aufbau und der Funktionsweise von Pflanzen und Pilzen beschäftigt. Neben Theorieeinheiten sammelten wir erste praktische Erfahrungen im Labor. So erhielten wir nicht nur einen Einblick in die bevorstehende Kursarbeit im Sommer, sondern lernten uns durch gemeinsames Arbeiten schnell besser kennen.

## **Aufbau und Funktionsweise von Pflanzen**

Da Pflanzen die Basis all unserer Versuche waren, setzten wir uns zunächst mit deren Aufbau und Funktionsweise auseinander. Pflanzen bestehen aus verschiedenen Organen, wie den Wurzeln, dem Spross, den Blättern und der Blüte. Dabei dienen die Wurzeln als Speicherorgan für Nährstoffe, wie zum Beispiel bei Möhren, und zur Stabilisierung und Verankerung der Pflanze im Boden. Außerdem kann über sie die Nährstoff- und Wasseraufnahme und manchmal auch Gasaustausch erfolgen. Der Spross kann ebenfalls als Speicherorgan fungieren. Die Blüte einer Pflanze bildet das Organ, welches zur Fortpflanzung der jeweiligen Pflanzenart dient. Die hauptsächliche Funktion der Blätter besteht darin, Photosynthese zu betreiben. Obwohl alle Pflanzen prinzipiell gleich aufgebaut sind, können diese anhand der unterschiedlichen Entwicklung während der Keimphase und der unterschiedlichen Ausprägung der Organe in zwei Gruppen gegliedert werden: In monokotyle und dikotyle Pflanzen. Monokotyle Pflanzen sind einkeimblättrige Pflanzen, was bedeutet, dass sie zum Beispiel mehrere Sprosstriebe, sogenannte Bestockungstriebe, bilden. Die einzelnen Stängel verzweigen sich dabei nicht. Ein Beispiel hierfür sind Gräser. Dikotyle Pflanzen sind dagegen zweikeimblättrig was wiederum bedeutet, dass sie aus einem Trieb bestehen und einen Hauptwurzelsstrang besitzen, welcher sich später verzweigt und aufspaltet. Bei den Blättern erkennt man meist deutlich

einen Blattstiel. Hierfür ist die Kartoffel ein Beispiel. Jede Pflanze besitzt überlebensnotwendige Phytohormone, pflanzeigene, organische Verbindungen, die als Signalmoleküle unter anderem die Entwicklung bzw. das Wachstum der Pflanze koordinieren. Auch können Phytohormone die Pflanze schützende Wirkungen aufweisen, wie beispielsweise das Ethylen.

Als Vorbereitung für unsere Versuchsreihen zu den Abwehrmechanismen von Pflanzen haben wir bereits am Eröffnungswochenende Tomaten und Kalanchoe angepflanzt, um während der Sommerakademie damit arbeiten zu können.

## **Aufbau von Pilzen**

Wie bereits erwähnt, gehören Pilze zu den wichtigsten Krankheitserregern von Pflanzen, weshalb wir uns am Eröffnungswochenende auch detailliert mit deren Aufbau beschäftigt haben. Pilze besitzen einen anderen Aufbau als Pflanzen. Sie bestehen aus fadenähnlichen Hyphen. Diese wachsen zum Beispiel unterirdisch oder im Blattgewebe infizierter Pflanzen. Eine Ansammlung von Pilzhyphen wird Myzel genannt. Der Teil, den wir bei manchen Pilzen essen können, ist der Fruchtkörper, welcher aus einer Verdichtung des Myzels besteht und in Hut, Stiel und Lamellen eingeteilt werden kann. In der Zellwand besitzen Pilze Chitin, jedoch keine Chloroplasten. Das heißt sie können im Gegensatz zu Pflanzen keine Photosynthese betreiben und ernähren sich damit heterotroph. Grundsätzlich kann man Pilze nach deren Ernährung gruppieren:

- Saprophyten: Diese Pilzgruppe ernährt sich nur von totem Material.
- Fakultativ parasitär: Pilze dieser Gruppe ernähren sich von totem oder lebendem Material.
- Obligat parasitär: Bei dieser Gruppe benötigt der Pilz zum Lebenserhalt ein Wirtorgan, von dem er sich ernährt und auf welchem er selbst lebt.
- Perthophyten: Diese Pilzgruppe infiziert lebende Organismen, tötet an diesem Gewebe ab und ernährt sich schließlich von dem abgetöteten Material.

Pilze treten in zwei Fruchtformen auf: So bilden sie in der Nebenfruchtform asexuellen Sporen (auch Konidiosporen genannt) die dazu dienen, sich während der Vegetationsperiode schnell und in großer Zahl zu vermehren.

Die Hauptfruchtform umfasst die sexuellen Sporen. Sie bilden die Überdauerungsform der Pilze, die auch unter schlechteren Bedingungen oder während des Winters überleben und dem Erhalt der genetischen Vielfalt dienen. Trifft nun eine Pilzspore auf eine Pflanze, kann diese infiziert werden, wenn bestimmte Voraussetzungen gegeben sind. Zu diesen gehören die Anfälligkeit der Pflanze, die Pathogenität des Erregers und die Koinzidenz, das heißt das zufällige gleichzeitige und rechtzeitige Zusammentreffen von Pilzspore und Pflanze.

Kommt es zur Infektion, kann die Krankheitsentstehung in drei Phasen eingeteilt werden: In der ersten Phase bilden sich Infektionsstrukturen aus, in der zweiten Phase breitet sich der Pilz innerhalb der Wirtspflanze aus. Zum Ausbruch der Krankheit und dem Auftreten der Symptome kommt es in der dritten Phase. Bei der Laborarbeit am Eröffnungswochenende konnten wir den Aufbau eines Fruchtkörpers und auch das Myzel von Pilzen unter der Stereolupe genau beobachten. Dafür hatten wir zum einen den Fruchtkörper eines Champignons zur Verfügung und zum anderen betrachteten wir Kulturen verschiedener Pflanzenpathogene.



Abbildung 1: Die Lamellen eines Champignons

In einem weiteren Versuch wurden die Infektionsstrukturen des Ackerbohnenrostes (*Uromyces fabae*) genauer untersucht. Hierzu haben unsere Kursleiter Präparate vorbereitet, die mit einer Anilinblau-Lösung gefärbt wurden.



Abbildung 2: Zu sehen ist ein kultivierter pflanzenpathogener Pilz. Die schwarzen Striche sind Pilzhyphe und die etwas dickeren schwarzen Punkte die Pilzsporen.

Unter dem Mikroskop konnten wir jetzt Sporen erkennen, die Infektionsstrukturen gebildet hatten. Manche Sporen hatten nicht gekeimt, andere waren in ihrer Entwicklung recht weit, wie beispielsweise die beschriebene Spore in Abbildung 3.



Abbildung 3: Infektionsstrukturen des Ackerbohnenrostes, (1) Keimschlauch, (2) Appressorium, (3) Haustorienmutterzelle

Diese bildete auf der Suche nach einer Spaltöffnung eines Blattes einen sogenannten Keimschlauch (1). Beim Antreffen einer Spaltöffnung wird ein Appressorium (2) gebildet, wodurch der Pilz in das Blatt eindringen kann. Danach wird im Pflanzengewebe eine Haustorienmutterzelle (3) gebildet, die Ausgangspunkt für die weitere Entwicklung und das Wachstum des Pilzes ist.

## Eine Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten

PIA GAIKOWSKI

Bevor wir im Sommer mit unseren Versuchen anfangen konnten, mussten wir uns damit beschäftigen, wie man Versuche wissenschaftlich plant und dokumentiert. Damit konnten wir uns eine notwendige Grundlage für unsere Vorhaben schaffen.

### Wissenschaftliche Versuchsplanung

Zuerst werden bei der wissenschaftlichen Versuchsplanung nach einer Recherche die Zielsetzung und auch die Erwartungen des Experiments festgelegt. Anschließend überlegt man sich, welche Materialien für den Versuch benötigt werden und wie lange er in etwa dauern müsste. Nicht zu vergessen ist auch, dass die möglichen Gefahrenquellen und Vorschriften angegeben werden müssen. Im Folgenden wird die genaue Versuchsdurchführung geplant und dokumentiert. Dabei sollte auch eine Negativ- und/oder Positivkontrolle durchgeführt werden. Dies bedeutet, dass man einen Versuch unter den gleichen Bedingungen mit einer bekanntermaßen unwirksamen (Negativkontrolle) oder wirksamen (Positivkontrolle) Substanz durchführt. Diese werden dann mit den Versuchsansätzen verglichen.

Während des Versuchs werden die Methoden noch einmal geprüft, um sicher gehen zu können, dass alles wie geplant funktioniert.

### Wissenschaftliche Protokollführung

Bei einem wissenschaftlichen Protokoll ist es erst einmal wichtig, eine passende Einführung in das Thema zu finden, um anschließend die Fragestellung, welcher mittels des Versuchs nachgegangen werden soll, zu formulieren. Danach wird erklärt, welche Materialien verwendet wurden und wie man bei dem Versuch vorgegangen ist. Nachdem anschließend die Ergebnisse der Versuche vermittelt wurden, folgt eine sogenannte Diskussion, bei der die Ergebnisse interpretiert und ausgewertet werden. Abschließend verfasst man ein Fazit zu dem Versuch.

## Verteidigungsstrategien von Pflanzen

LUTZ LEIMENSTOLL

In der Zeit zwischen dem Eröffnungswochenende und der Sommerakademie recherchierten wir im Internet und in diversen Fachbüchern zu den Verteidigungsstrategien von Pflanzen. Dabei diente uns das Forum als Austauschplattform, auf der wir unsere Erkenntnisse mitteilen und diskutieren konnten und gemeinsam Versuchsideen zur genaueren Untersuchung der Verteidigungsstrategien entwickelten.

Die Recherche zeigte, dass Pflanzen sehr viele verschiedene Verteidigungsstrategien gegen verschiedene Angreifer entwickelt haben. Wichtig hierbei ist die Unterscheidung zwischen präformierter und induzierter Abwehr.

Zur präformierten Abwehr zählt alles, was die Pflanze dauerhaft zu ihrer Verteidigung bereitstellt, also sowohl strukturelle Besonderheiten der Pflanze, wie zum Beispiel Stacheln oder Brennhaare, sowie besonders verhärtete Zellwände, die die Pflanze schwer verdaulich machen, als auch eingelagerte chemische Stoffe wie toxische Substanzen oder Bitterstoffe.

Abwehrmechanismen der induzierten Abwehr hingegen kommen erst bei konkretem Befall zum Einsatz, da eine dauerhafte Anwendung zu energieaufwändig wäre. Wichtig für die induzierte Abwehr ist die Erkennung eines potentiellen Pathogens mittels spezieller Rezeptoren, deren Grundlagen im Erbgut der Pflanze verankert sind. Wurde ein Pathogen erkannt, so kann die Pflanze je nach Angreifer verschiedene Abwehrstrategien verfolgen. Eine Möglichkeit ist die Einlagerung verhärtender Stoffe in die Zellwände der Pflanze, die zur Verholzung führen, oder das Einlagern chemischer Substanzen, die den Angreifern beispielsweise direkt schaden oder Fressfeinde des Angreifers anlocken. Eine andere Option ist die gezielte Apoptose, bei der die Pflanze bestimmte Teile ihres eigenen Gewebes gezielt abtötet, um die Überlebenschancen der restlichen Pflanze zu erhöhen. Ein weiteres wichtiges Prinzip der induzierten Abwehr ist die systemische Reaktion nach einer lokalen Infektion, also das Auslösen eines Abwehrmechanismus in der ganzen Pflanze.

ze, nachdem nur ein Teil der Pflanze angegriffen wurde, um einem erneuten Angriff vorzubeugen. Diesen Vorgang nennt man die induzierte Resistenz. Sie führt zu einer vorübergehenden Resistenz gegen ein Pathogen über die Zeit der Infektion hinaus. Allerdings ist diese induzierte Resistenz meist auf die Lebensdauer der gebildeten Stoffe begrenzt.

Zu den Verteidigungsstrategien von Pflanzen zählt auch das Prinzip der Allelopathie, also der Interaktion mehrerer Pflanzen über Allelochemikalien, die eine meist hemmende Wirkung auf die Entwicklung der benachbarten betreffenden Pflanze haben und somit dem Konkurrenzkampf um Licht und Nährstoffe dienen.



Abbildung 4: Mikroskopien der Simulation von Fressfeinden, links: ein frisch angerissenes Blatt, mitte: ein vor zwei Tagen angerissenes Blatt, rechts: ein von einem Tier angeknabbertes Blatt

### Versuche zu den Verteidigungsstrategien von Pflanzen

Um uns einige dieser Verteidigungsstrategien genauer anzusehen, haben wir Versuche zur Reaktion auf Tierbefall, zur Reaktion auf große Hitze und zur Allelopathie durchgeführt:

Wie bereits erwähnt, haben wir am Eröffnungswochenende einen Allelopathie-Versuch mit Kalanchoe-Pflanzen angesetzt. Neben eine größere Kalanchoe (Mutterpflanze) haben wir in regelmäßigen Abständen kleine Tochterpflanzen gesetzt. Uns war bekannt, dass größere Kalanchoe chemische Hemmstoffe über den Boden ausschütten, die das Wachstum anderer Pflanzen in näherer Umgebung hemmen. Die Konzentration dieser Hemmstoffe, so dachten wir, müsste mit zunehmender Entfernung zur Mutterpflanze abnehmen, wodurch die kleinen Pflänzchen in größerer Entfernung besser wachsen müssten. Somit war das von uns erwartete Ergebnis, dass die Kalanchoe mit dem größten Abstand zur Mutterpflanze am größten

wird. Tatsächlich waren allerdings bei allen drei Versuchsansätzen die mittleren Tochterpflanzen am größten. Der Herbologie-Professor Dr. Gerhards der Universität Hohenheim erklärte sich das Ergebnis des Versuchs damit, dass die mittleren Kalanchoe einen anfänglichen Wachstumsvorteil, wie zum Beispiel mehr Licht, hatten und sich somit soweit entwickeln konnten, dass sie selbst in der Lage waren, Hemmstoffe zu produzieren.



Abbildung 5: Das Ergebnis unseres Kalanchoe-Experiments

Ein weiterer Versuch diente der Untersuchung der pflanzlichen Reaktion auf Befall durch Pflanzenfresser. Hierfür präparierten wir Blätter der Pflanzen Eiche, Birke, Tomate, Haselnuss und des roten Berlepschs, indem wir die Blätter durch Abreißen von Blattteilen beschädigten, aber noch zwei volle Tage an der Pflanze hängen ließen. Anschließend betrachteten wir die Blätter zusammen mit unverwundeten, erst wenige Augenblicke zuvor angerissenen und seit unbestimmter Zeit von echten Pflanzenfressern angefressenen Blättern unter dem Mikroskop beziehungsweise der Stereolupe. Dabei konnten wir erkennen, dass sowohl bei den zwei Tage zuvor angerissenen, als auch bei den von Insekten angefressenen Blättern an den verwundeten Stellen ein bräunlicher Streifen, sowie teilweise auch eine leicht schleimig und durchsichtig aussehende Schicht zu erkennen war, wobei diese bei den angerissenen Blättern größer ausfielen. Diese Veränderung der Blattstruktur war bei den direkt zuvor angerissenen Blättern zunächst nicht zu erkennen, jedoch bildete sich bei einigen dieser Blätter nach kurzer Zeit ebenfalls eine schleimig-durchsichtige Schicht. Da wir in Adelsheim nicht die technische Ausstattung für genaue chemische Analysen der

Blätter hatten, konnten wir diese nicht weiter untersuchen. Eine mögliche Erklärung der beobachteten Veränderungen wäre entweder, dass die braunen Streifen einfach abgestorbene Zellen und die schleimige Schicht ausgetretene Flüssigkeit aus den Zellen war, oder die Pflanzen haben chemische Stoffe in die verwundeten Blattbereiche eingelagert, welche beispielsweise zur Verhärtung der Blattstruktur oder zu verminderter Genießbarkeit für die Pflanzenfresser führten und somit vorbeugende Maßnahmen gegen einen erneuten Befall waren.

In einem dritten Versuch wollten wir gezielte Apoptose nach extremer Hitzeeinwirkung auf Kresse nachweisen. Dafür stellten wir vor Durchführung des Versuches gepflanzte Kresse in mit Alufolie verkleideten Schalen an einem sonnigen Tag auf eine offene Wiese und ließen die Kresse, einzig unter Zugabe von Wasser, den Tag über dort stehen. Anschließend verglichen wir die Kresse mit gleichaltriger Kresse, die diese Zeit im Keller gestanden hatte. Die der Sonne ausgesetzten Pflanzenteile wiesen eine bräunliche Verfärbung auf. Die spindelartigen Blattfasern sahen teils deformiert und nach außen gebogen aus. Dass in der Kresse tatsächlich Apoptose stattgefunden hat, ist durch diese Beobachtungen allerdings nicht mit Sicherheit belegt.

## Der Weg vom Wirkstoff zum fertigen Pflanzenschutzmittel

LUCAS WIEDEMER

Wir hatten es uns zum Ziel gesetzt, aus pflanzlichen Stoffen, die vor Pilzinfektionen schützen bzw. diese bekämpfen oder die Konkurrenzpflanzen schwächen bzw. bekämpfen ein Pflanzenschutzmittel zu entwickeln. Am Beginn der Entwicklung eines Pflanzenschutzmittels steht das Finden eines neuen potentiellen Wirkstoffes. Ist dies geschehen, so wird zunächst eine biologische Prüfung des Wirkstoffes durchgeführt. Hier geht es vor allem um die Wirkungsprüfung und gegebenenfalls um die Optimierung des Wirkstoffes, aber auch die Formulierung, also die „Verpackung“ des Wirkstoffes spielt hierbei schon eine wichtige Rolle. Die Wirkungsprüfung findet in verschiedenen Be-

reichen statt, das Screening beschreibt den gesamten Vorgang der Wirkungsprüfung. Hierzu gehört der Test am Schadorganismus auf der Pflanze, die „in vivo“-Tests (Hemmhof-Tests) und die „in vitro“-Tests. Nachdem ein Target, das heißt eine Zielstruktur, identifiziert wurde, werden potentielle Wirkstoffe, welche an diesem Target angreifen könnten, getestet. Der Wirkstoff soll die Pflanze gesund zu halten, beziehungsweise sie vor Angreifern zu schützen. Der Wirkstoff soll hierbei aber keinen Schaden an der Kulturpflanze selbst auslösen, also nicht phytotoxisch wirken.

Falls bei der biologischen Prüfung alle Vorgaben erfüllt wurden, geht es weiter zur toxikologischen und zur ökotoxikologischen Prüfung. Ziel hierbei ist es zu überprüfen und sicherzustellen, dass die Substanz und deren Abbauprodukte allein am Zielorganismus und nicht an anderen Organismen des Ökosystems eine Wirkung zeigen. Zudem wird während diesem Schritt eine Gefährdungsbeurteilung der Wirkung auf den Menschen, Tiere, Nützlinge und das Bodenleben verfasst. Bei der toxikologischen Prüfung wird zwischen zwei Toxizitäts-Arten unterschieden: Bei der akuten Toxizität handelt es sich um die unmittelbare Wirkung der Substanz. Bei der chronischen Toxizität handelt es sich um die Wirkung der Substanz über längere Zeit, wobei unter anderem angegeben wird, welche Menge man täglich ohne Gesundheitsrisiko zu sich nehmen kann. Zu den Toxizitätsprüfungen zählt zudem noch die Prüfung auf eine krebsauslösende, eine erbgutverändernde, eine keimschädigende Wirkung und die Prüfung einer Wirkung auf den Hormonhaushalt. Diese Kriterien sind sogenannte KO-Kriterien in der Entwicklung eines Pflanzenschutzmittels, da sie alleine schon entscheidend sind für die Freigabe des Pflanzenschutzmittels im weiteren Entwicklungsweg.

Falls die Substanz die toxikologische Prüfung bestanden hat, gelangt sie als nächstes zur Umweltprüfung. Das Ziel hierbei ist es, dass keine Beeinträchtigung des Naturhaushalts und des Grundwasserkörpers stattfindet. Ein weiterer Aspekt der Umweltprüfung ist die Persistenz. Diese gibt an wie lange es dauert bis der Wirkstoff abgebaut wurde. Die Persistenz wird im DT-Wert angegeben. So steht der DT50-Wert

beispielsweise für die Zeitspanne, in der 50 % der Substanz abgebaut werden. Die Persistenz wird im Boden, im Wasser und in der Luft ermittelt.

Falls die Substanz die Umweltprüfung „bestanden“ hat, gelangt sie zum Verbraucherschutz. Dort wird ein Wert als Rückstandshöchstmenge festgelegt. Ausgangspunkt hierfür ist der Wert, der im Rahmen der toxikologischen Prüfung als bei täglicher Aufnahme unbedenklich festgelegt wurde. Dieser wird unter anderem mit einem Sicherheitsfaktor zwischen 150 und 2000 multipliziert und ist dann eine Grundlage für die Festlegung der Rückstandshöchstmenge. Zwischen der Entdeckung eines neuen Wirkstoffes und dem Zulassungsantrag liegen in der Industrie mindestens 10 Jahre.

## Die biologische Prüfung

Aufgrund dieser langen Dauer konnten wir zwar nur einen Teil der Schritte in praktischen Versuchen nachvollziehen, haben uns aber dennoch zum Ziel gesetzt, die Entwicklung eines Pflanzenschutzmittels so weit wie für uns möglich anzugehen. Im Folgenden wird erklärt, wie wir dabei vorgegangen sind.

### Extraktionsverfahren

MAREIKE WALTER

Als ersten Schritt auf dem Weg zu unserem eigenen Pflanzenschutzmittel mussten wir zunächst die Stoffe, die die Pflanzen zur Verteidigung bilden, aus der Pflanze herauslösen, um sie anschließend auf ihre Wirkung testen zu können. Bei unserer Recherche haben wir herausgefunden, dass Schöllkraut, Berberitze sowie die Tomatenpflanze fungizide, also pilzhemmende oder pilztötende Stoffe produzieren, was ausschlaggebend für unsere Entscheidung war, mit diesen drei Pflanzen zu arbeiten.

Tomaten hatten wir bereits am Eröffnungswochenende gepflanzt und konnten sie dementsprechend ohne weiteren Aufwand nutzen. Schöllkraut und Berberitze hatten wir zwar nicht direkt zur Verfügung, allerdings wachsen diese Pflanzen fast überall. Es hätte demnach

nicht schwierig sein sollen, etwas davon in unserer näheren Umgebung zu finden. Dachten wir. Letztendlich stellte sich heraus, dass weder das eine noch das andere aufzutreiben war, da nirgends eine der beiden Pflanzen wuchs. Das Einzige, was wir zuhauf sahen, war Moos, das auf der durch die Hitze halb vertrockneten Wiese vor unserem Labor gewachsen war. So kamen wir auf die Idee, es statt mit Schöllkraut und Berberitze mit dem Moos zu versuchen, welches tatsächlich, wie wir später herausfanden, teilweise fungizid wirkt. Zusätzlich zu Moos und Tomate verwendeten wir Kartoffel und Walnuss.

Um nun die sekundären Pflanzeninhaltsstoffe herauszulösen, haben wir drei verschiedene Extraktionsmethoden angewandt. Zunächst haben wir die Pflanzenteile mit Sand in einem Mörser zerkleinert und anschließend Wasser hinzugegeben. Dieses Gemisch aus Wasser und zerkleinertem Pflanzenmaterial haben wir durch Wiegen gleichmäßig auf drei Röhrchen verteilt. Das erste dieser Röhrchen blieb unverändert, in die beiden anderen haben wir Ethanol als zusätzliches Lösungsmittel gegeben, um weitere Stoffe aus der Pflanze zu lösen. Eines der beiden Röhrchen mit Ethanol haben wir am Ende noch erhitzt, sodass wir schließlich drei unterschiedlich hergestellte Extrakte hatten. Zusätzlich verwendeten wir für die Extraktionen verschiedene weitere Lösungsmittel (Methanol, Isopropanol).

In den Extrakten war jedoch noch das zerkleinerte Pflanzenmaterial enthalten, das wir für weitere Versuche entfernen mussten. Deshalb warteten wir, bis es sedimentiert war und filtrierten die flüssige Phase anschließend ab. Zum Filtrieren haben wir Spritzen mit einem Filteraufsatz verwendet, welcher so fein ist, dass auch die kleinsten Verschmutzungen herausgefiltert werden. Schließlich konnten wir unsere Extrakte in Eppis abfüllen und sie dann für spätere Versuche verwenden.

### Chromatographie der Extrakte

VERENA REUTTER

Als nächsten Schritt haben wir die Dünnschichtchromatografie als Trennverfahren ange-

wendet, um die einzelnen Inhaltsstoffe in unseren verschiedenen Walnussextrakten möglichst exakt zu trennen.

Die Dünnschichtchromatographie dient als Trennverfahren für Analysen. Ein Laufmittel, auch mobile Phase genannt, welches verschiedene pH-Werte besitzen kann, verteilt die unterschiedlichen Inhaltsstoffe einer Probe auf der Trennschicht (stationäre Phase). Die Trennschicht bestand in unserem Fall aus Kieselgel und war auf eine Trägerplatte aufgetragen.



Abbildung 6: Unsere Tomatenextrakte vor dem Filtrieren.

Die Trennung der einzelnen Stoffe beruht auf unterschiedlich starken Polaritäten der Moleküle. Dabei werden von einem polaren Laufmittel polare Stoffe weiter auf der Trennschicht transportiert als unpolare. Bei einem unpolaren Laufmittel geschieht das Gegenteil. Außerdem spielt bei der Trennung auch die Affinität der Stoffe zu der Trennschicht bzw. zum Lösungsmittel eine Rolle. Sie beschreibt die Reaktionsfreudigkeit zwischen den Inhaltsstoffen des Walnussextrakts mit dem diesen.

Im Versuch haben wir als erstes 1,5 cm vom unteren Rand der Trägerplatte entfernt eine Bleistiftlinie eingezeichnet und darauf mit ei-

nem Kapillarröhrchen die unterschiedlichen Extrakte getupft. Jeweils zwei Trägerplatten wurden dann in ein Becherglas mit einem sauren bzw. basischen Laufmittel gestellt und danach nicht mehr bewegt. Die Bechergläser wurden mit Alufolie verschlossen. Das saure Laufmittel enthielt 2,5 ml Aceton, 9 ml Diethylether und 0,4 ml 100-prozentigen Essig, die basische mobile Phase anstelle des Essigs 0,4 ml 25-prozentige Ammoniaklösung.

Nachdem die mobile Phase soweit angestiegen war, dass sie bald den oberen Rand der Trägerplatte erreicht hatte, wurde die Platte aus dem Laufmittel genommen und auf der Höhe des Laufmittels eine Linie eingezeichnet. Nachdem die Trägerplatten getrocknet waren, wurden die mit bloßem Auge erkennbaren Flecken umrandet und die Platten anschließend unter einer UV-Lampe betrachtet. An dieser ließen sich zwei verschiedene Wellenlängen einstellen. Zuerst betrachteten wir die Platten unter langwelligerem UV-Licht. Dabei leuchteten die gesamten Trägerplatten grün, da sie einen Farbstoff enthalten, der unter dem langwelligeren Licht leuchtet. Die Inhaltsstoffe des jeweiligen Extraktes waren als graue Flecken erkennbar.

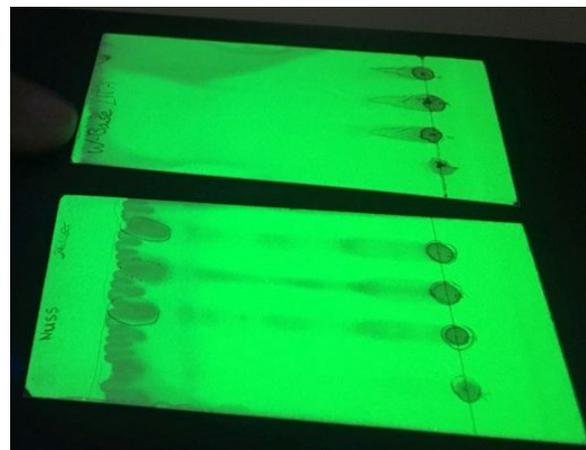


Abbildung 7: Ergebnisse der Dünnschichtchromatographie unter langwelligerem UV-Licht.

Als nächstes betrachteten wir die Platten unter kurzwelligerem UV-Licht. Hier leuchteten nur einzelne Inhaltsstoffe der Extrakte intensiv orange. Bei den Trägerplatten, auf welche das basische Laufmittel aufgetragen worden war, war deutlich weniger zu erkennen als bei Platten mit saurem Laufmittel.

Die Beobachtungen zeigten, dass in unseren Extrakten verschiedene Stoffe enthalten waren, die unterschiedlich auf die Laufmittel reagierten. Einige Stoffe reagierten schwach sauer. Ihnen wird durch die Säure ein Proton hinzugefügt und der Stoff bleibt dadurch unpolar. Andererseits gibt es Stoffe, bei denen die Base ein Proton entfernt. Diese Stoffe werden also deprotoniert. Dadurch sind sie dann negativ geladen und werden somit polar.



Abbildung 8: Ergebnisse der Dünnschichtchromatographie unter kurzweiligerem UV-Licht.

Wir hatten bei unseren Versuchen zur Chromatographie allerdings nicht die nötigen Mittel zur Verfügung, um die einzelnen Stoffe gezielt nachzuweisen.

## Hemmhoftests

MAREIKE WALTER

Im dritten Schritt in der Entwicklung eines Pflanzenschutzmittels galt es zu testen, welche Wirkung die von uns extrahierten Pflanzeninhaltsstoffe auf Pilze haben. Um dies herauszufinden, setzten wir sogenannte Hemmhof-tests ein. Diese Methodik dient dazu zu prüfen, ob ein bestimmter Stoff das Wachstum von Mikroorganismen wie Bakterien oder Pilzen

hemmt. Hierfür werden die zu testenden Stoffe auf kleine Filterpapierkreise gegeben, welche anschließend auf eine beimpfte Agarplatte gelegt werden. Dann wird beobachtet, wie nah der Pilz an die Filterpapiere mit den Teststoffen heranwächst: Dringt er bis zur Kante vor, wirkt der Stoff nicht hemmend. Bildet sich eine unbewachsene Zone um das Filterpapier, hemmt der Stoff das Wachstum des Pilzes. Die unbewachsene Zone nennt man Hemmhof.

Für unseren Versuch haben wir dementsprechend die unterschiedlichen Pflanzenextrakte auf desinfizierte Filterpapierkreise pipettiert. Bevor wir sie auf die Agarplatten legen konnten, mussten wir erst eine Weile warten, damit das in den Extrakten enthaltene Ethanol verdampfen konnte, denn Ethanol wirkt selbst fungizid und hätte somit die Ergebnisse der Hemmhof-tests verfälscht. In der Zwischenzeit haben wir unsere Agarplatten mit gewöhnlicher, schnell wachsender Backhefe beimpft. Dafür haben wir zunächst eine Hefesuspension hergestellt und diese anschließend auf die Agarplatten aufgetragen. Zudem haben wir einige weitere Platten mit dem Pilz *Fusarium*, einer bedeutenden Getreidekrankheit, beimpft. Anschließend haben wir die Filterpapierchen mit den Extrakten in gleichmäßigen Abständen auf den Agarplatten platziert. Zusätzlich legten wir auf jede Platte ein Filterpapier mit Wasser als Negativkontrolle. Anschließend wurden die Agarplatten mehrere Tage inkubiert. Das *Fusarium* entwickelte sich bei Zimmertemperatur, die Hefe kam hingegen in einen Brutschrank.

Nach vier Tagen mussten wir jedoch feststellen, dass das *Fusarium* nur langsam wuchs. Die Hefe hatte sich zwar entwickelt, allerdings auch nicht genug. Zudem zeigten die Extrakte nicht die Wirkung, die wir erhofft hatten. Keines unserer Extrakte hemmte das Pilzwachstum. Aufgrund dieser Vielzahl an Schwierigkeiten beschlossen wir, am folgenden Tag neue Hefe-Hemmhoftests anzusetzen. Wir wiederholten das Vorgehen des Vortages, allerdings verwendeten wir dieses Mal erwärmtes Wasser für die Hefesuspension, da die Hefe bei Wärme besser wachsen kann.

Außerdem testeten wir nicht nur unsere Extrakte, sondern führten den Versuch auch mit

ätherischen Ölen durch. Ätherische Öle haben eine antibakterielle Wirkung, weshalb wir prüfen wollten, ob sie auch gegen Pilze wirken. Zu unserem Glück standen uns verschiedene ätherische Öle am LSZU zur Verfügung, sodass wir mit Pfefferminz-, Minz-, Rosen-, Zitronen-, Orangen-, Fichtennadel-, Lavandin-, Rosmarin- sowie Eukalyptusöl experimentieren konnten. Diese haben wir wie die Extrakte auf Filterpapierkreise pipettiert und anschließend auf mit Hefe oder Fusarium beimpfte Agarplatten gelegt. Zusätzlich benutzten wir wieder Wasser als Negativkontrolle.

Die Ergebnisse dieser neuen Tests ließen sich nach drei Tagen Inkubation feststellen. Sie waren um einiges erfreulicher als die der vorherigen Tests. Das Fusarium wuchs zwar weiterhin nur langsam, allerdings muss gesagt werden, dass sich dieser Pilz deutlich langsamer entwickelt, weshalb dieses Verhalten nicht ungewöhnlich war. Außerdem ließ sich beobachten, dass das Pilzwachstum auf den Platten mit dem Minz- und dem Pfefferminzöl besonders stark verzögert war. Das legt die Vermutung nahe, dass diese beiden Öle das Wachstum des Pilzes hemmen, was sich auch mit den Ergebnissen der Hefe-Hemmhoftests decken würde. Dort zeigten zwar die Pflanzenextrakte die gleiche Wirkung wie beim ersten Mal, jedoch hatten sich um die Filterpapierchen mit dem Pfefferminz-, Minz-, Rosen-, Eukalyptus-, sowie dem Fichtennadelöl Hemmhöfe gebildet. Am ausgeprägtesten waren diese bei Pfefferminze und Minze, weshalb wir mit diesen Ölen weiterarbeiteten.



Abbildung 9: Ergebnisse eines Hemmhoftests mit ätherischen Ölen und Hefe.

## Wirkungsprüfung pflanzlicher herbizider Substanzen

PIA GAIKOWSKI

Wir haben uns aber nicht nur für die Wirkung fungizider Stoffe interessiert, sondern auch für die allelopathischen Wechselwirkungen zwischen Pflanzen, die wir uns als Herbizid zu Nutze machen wollten.

### Die herbizide Wirkung von Ethylen

In den Recherchen haben wir herausgefunden, dass Äpfel während des Reife- und des Alterungsprozesses eine wachstumshemmende Substanz, nämlich das gasförmige Phytohormon Ethylen bilden, welches auf die die Frucht umgebenden Pflanzen wirkt.

Für die Versuche sammelten wir verschiedene Ideen. Unser erster Versuchsaufbau sah folgendermaßen aus: Wir platzierten in den Mulden von jeweils drei Eierkartons ein Apfelstück. Als Versuchspflanze verwendeten wir Kresse, da diese relativ schnell wächst, was wir uns in Anbetracht unserer kurzen Zeit zu Nutze machen wollten. Die Kresse säten wir mit Abstand zum Apfelstück auf feuchter Watte aus. Unsere Vermutung war zunächst, dass die Kressesamen, die am nächsten beim Apfelstück ausgesät wurden, aufgrund der höheren Konzentration des Ethylens am schlechtesten wachsen würden. Jedoch hatte dies nicht funktioniert und die Kresse ist ganz normal gewachsen, da das gasförmige Ethylen nach oben entwichen war und somit nicht auf die Samen wirken konnte.

Deshalb überarbeiteten wir unseren Ansatz. Wir platzierten dieses Mal jeweils drei Apfelstücke entweder direkt unter einer feuchten Watte, unter einem Teil der Watte oder unter einem Rohr, auf welchem die Watte lag. Dies diente dazu, dass die Samen in verschiedenen Abständen zum Apfelstück gesät wurden. Anschließend haben wir die Kressesamen auf die Watte gegeben. Als Kontrollansatz wurde die Kresse einmal unter normalen Bedingungen gesät. Der Versuch stand etwa vier Tage unter Beobachtung.

Nach ein paar Tagen konnten wir bereits Ergebnisse erkennen, denn bei allen drei Ansätzen

mit dem Apfel wurde das Wachstum der Kresse gehemmt. Am wenigsten entwickelt waren die Samen, die auf dem Rohr über dem Apfelstück lagen. Durch das Röhrchen konnte das Ethylen des Apfels nicht in alle Richtungen entweichen, sondern traf direkt auf die Samen. Diese bekamen somit eine sehr hohe Konzentration des Ethylens ab. Bei der Kresse, die mit zunehmendem Abstand neben dem Apfel wuchs, konnten wir zudem erkennen, dass die dem Apfel am nächsten gelegenen Samen am schlechtesten wuchsen.



Abbildung 10: Ethylen hemmt in hoher Konzentration das Keimen von Kresse (oben im Bild). Auch auf Apfelscheiben kann dieses Phänomen beobachtet werden.

### Die herbizide Wirkung von Juglon

Die Tatsache, dass Pflanzen unter einem Walnussbaum nicht gut wachsen, ist ein häufig beobachtetes Phänomen. Hier spielt das Prinzip der Allelopathie eine große Rolle. Der Walnussbaum bildet den Botenstoff Juglon und sendet ihn über die Wurzeln unter der Erde aus. Mit diesem Stoff, der auf Pflanzen in der Umgebung wachstumshemmend wirkt, sichert der Baum seine Existenz und seinen Fortbestand. Wir haben uns dazu entschlossen, dieses Phänomen mit Kresse nachzustellen. Dazu verwendeten wir die verschiedenen Walnussextrakte, von denen wir jeweils 1 ml mit einer Kolbenhubpipette auf Erdpads träufelten. Für die Negativkontrolle wurden drei Erdpads nur

mit Wasser beträufelt. Anschließend säten wir die Kresse und beobachteten den Versuch mehrere Tage. Schon bald erkannte man deutliche Unterschiede: Die ethanologischen Extrakte schienen das Juglon gelöst zu haben, denn bei diesen Varianten war das Wachstum der Kresse am deutlichsten gehemmt.

Dieses Ergebnis könnte somit ein Ansatz für ein Pflanzenschutzmittel sein, welches wachstumshemmend gegen Unkräuter wirkt.



Abbildung 11: Die Wirkung eines ethanologischen Extraktes (rechts) auf das Keimverhalten von Kresse im Vergleich zu Wasser (links).

## Die phytotoxikologische Prüfung der Substanzen

SAMUEL QUENZER

Nachdem wir bei unseren Hemmhoftests herausgefunden hatten, dass die ätherischen Öle Pfefferminz, Minze, Eukalyptus, Rose und Fichte fungizid wirken, mussten wir diese auch auf ihre phytotoxische Wirkung testen. Phytotoxisch bedeutet, dass ein Stoff schädlich für die Kulturpflanze ist. Da das Ziel des Kurses war, ein Pflanzenschutzmittel zu entwickeln, wäre dies natürlich eine unerwünschte Wirkung. Wir möchten unsere Kulturpflanze schützen und nur die Unkräuter bzw. den Pilz bekämpfen, nicht aber die Kulturpflanze. Um die Phytotoxizität zu testen, hatten wir zwei verschiedene Versuchsansätze: Im Keimtest testeten wir die direkte Wirkung auf Kressensamen, im Tropfversuch die Wirkung auf wachsende Kresse. Für die Keimtests säten wir die Kressensamen auf Wattepaden in Petrischalen, die wir zuvor mit 500 µl der entsprechenden Öle getränkt hatten.

Nach zwei Tagen ließen sich folgende Ergebnisse feststellen:

ätherisches Öl	Wasser (Positivkontrolle)	gekeimt
	Pfefferminz	gekeimt
	Minze	gekeimt
	Eukalyptus	stark gekeimt
	Rose	leicht gekeimt
	Fichte	stark gekeimt

Tabelle 1: Ergebnisse der Keimversuche mit Kresse

Am besten keimten die Kressesamen auf Eukalyptus- und Fichtenöl. Die beste fungizide Wirkung wiesen jedoch Pfefferminz und Minze auf. Diese beiden Öle wirken zwar nicht wie Eukalyptus oder Fichte wachstumsfördernd, aber beeinträchtigen das Wachstum der Kresse auch nicht negativ.

Ob die bereits oben angewendeten Öle ebenfalls phytotoxisch auf die bereits heranwachsende Kulturpflanze wirken, wollten wir beim Tropfversuch herausfinden. Für diesen Versuch haben wir Kresse auf Erde angepflanzt. Nach ein paar Tagen schnitten wir einen 30-Eierkarton auseinander und setzten mit einem Esslöffel die bereits wachsende Kresse mit etwas Erde in die Vertiefungen des Kartons. Die einzelnen „Kresseproben“ wurden anschließend mit je einem Milliliter der verschiedenen ätherischen Öle mit Hilfe einer Kolbenhubpipette betropft.

Leider verdampften die ätherischen Öle innerhalb weniger Stunden. Dies ist sowohl ein Problem im Test der phytotoxischen Wirkung an heranwachsenden Pflanzen, als auch bei der fungiziden Wirkung, die sich nach ein paar Stunden wortwörtlich in Luft aufgelöst hätte.

## Von der Substanz zum formulierten Wirkstoff

Da ätherische Öle äußerst schnell verdampfen, mussten wir diese in schützende Formulierungen bringen. Dafür haben wir uns vier verschiedene Formulierungsmöglichkeiten überlegt: Emulsion, Suspension, Mizellen und Nanopartikel aus Lipiden. Dies war ein wichtiger Schritt, um die ätherischen Öle Minze und Pfefferminze als biologisches, das heißt pflanzliches,

Pflanzenschutzmittel verwenden zu können, da wir durch die Formulierungen ihre Wirksamkeit für eine bestimmte Dauer gewährleisten wollten.

## Emulsionen

ANNABEL KNISPEL

Eine Emulsion ist ein feines Gemisch zweier normalerweise nicht mischbarer Flüssigkeiten. Dies geschieht durch eine Bildung von Tröpfchen einer der beiden Flüssigkeiten, die von Emulgatoren gebunden werden. Emulgatoren haben einen hydrophilen (wasserliebenden) und einen lipophilen (fettliebenden) Teil. Der hydrophile Teil kann Wasserstoffbrücken ausbilden und sich mit polaren Stoffen verbinden, wohingegen der lipophile Teil sich durch Van-der-Waals-Kräfte mit unpolaren Stoffen verbindet.



Abbildung 12: Herstellung der Formulierungen

Damit die ätherischen Öle in eine solche Emulsion gebracht werden konnten, haben wir je 0,2 g der Öle (Minze und Pfefferminze) in einem Verhältnis von 1:10 mit Distelöl vermischt. Anschließend wurde zu dem Gemisch der Emulgator Tagat<sup>®</sup> S2 im Verhältnis 1:1 bzw. 2 g hinzugegeben und erneut gut vermischt. Als letzten Schritt wurde jeweils noch demineralisiertes Wasser im Gesamtverhältnis 1:3 hinzugegeben, wobei das Gemisch dieses Mal währenddessen mit Hilfe eines Mörsers verrührt wurde, um die Bildung großer Öltropfen zu vermeiden.

## Suspensionen

ANNABEL KNISPEL

Eine Suspension ist ein Gemisch aus einer Flüssigkeit und darin fein verteilten Festkörperpartikeln. Um eine solche herzustellen, verwende-

ten wir poröse Pulver (Aerosil 200, Kieselgel 60). Unser Plan war es, dass sich das ätherische Öl in den Poren der Partikel des Pulvers absetzt und wir diese dann mittels Emulgatoren verschließen, um ein Verdampfen des Öls zu vermeiden.

Die tatsächliche Durchführung sah folgendermaßen aus: In einer Reibschale wogen wir das Aerosil® 200 ab. Zu den 0,13 g Aerosil® tropften wir so viel Pfefferminzöl hinzu, bis das Gemisch zu einer etwas schleimigen Masse wurde, was wir damit deuteten, dass die Poren des Pulvers komplett gefüllt war. Insgesamt waren dies 210 µl des ätherischen Öls. Damit sich das Öl gut in den Poren ablagern konnte, rührten wir stetig mit einem Mörser. Im Anschluss gaben wir einen mit Wasser verdünnten Emulgator, Tagat® S2 (im Verhältnis mit Wasser 1:3), hinzu. Die Menge an Tagat® S2 sollte der Menge des gesamten Gemisches entsprechen, also 0,322 g. Als letzten Schritt vermischten wir dies mit 3 g Wasser.

Danach setzten wir einen zweiten Ansatz an, bei welchem wir die doppelte Menge des Emulgators Tagat® S2 einsetzen. Die Werte waren:

Rezeptur mit Aerosil als Emulgator	
demineralisiertes Wasser	3 g
Aerosil 200	0,19 g
verdünntes Tagat S2	1,09 g
Pfefferminzöl	390 µl

Rezeptur mit Kieselgel als Emulgator	
filtriertes Wasser	3 g
Kieselgel 60	0,95 g
verdünntes Tagat S2	2,6 g
Pfefferminzöl	900 µl

Rezeptur mit Glycerolmonostearat 60	
filtriertes Wasser	3 g
Aerosil 200	0,14 g
Glycerolmonostearat 60	0,3 g
Pfefferminzöl	180 µl

Tabelle 2: Unsere Rezepturen für die Herstellung der Suspensionen

Darüber hinaus setzten wir zwei weitere Ansätze an, bei welchem wir die Chemikalien änderten: Zum einen ersetzen wir das Aerosil® 200 durch Kieselgel 60 und zum anderen verwendeten wir einen anderen Emulgator (Glycerolmonostearat).

## Nanopartikel aus Lipiden

MARLENA HUG

Nanopartikel besitzen eine Größe von 1–100 nm (Nanometer). Sie besitzen einen winzigen festen Lipidkern, der von Emulgatoren umschlossen ist.

Am Anfang standen wir dieser Art der Formulierung ein wenig unsicher gegenüber, da die Sorge bestand, dass der sowieso sehr leicht verdampfende Wirkstoff sich durch zusätzliches Erhitzen viel zu schnell verflüchtigen würde, was jedoch nicht geschah.

Nanopartikel:



Abbildung 13: Schematische Struktur eines Nanopartikels.

Um die Nanopartikel herzustellen, mischten wir die Stoffe PEG40S (0,5 g), Stearinsäure (0,1 g) und Glycerolmonostearat (0,04 g) in einem Becherglas und schmolzen sie bei 60 °C ein, bis eine klare Flüssigkeit entstand. Zu dieser gaben wir 0,7 g des ätherischen Öls und danach unter ständigem Rühren mit einem Rührfisch 5 ml auf 60 °C erhitztes, destilliertes Wasser hinzu. Nun wurde unsere Flüssigkeit zu einem mit der Zeit trüb werdenden Gel. Daraufhin stellten wir unser Becherglas in ein Eisbad und gaben nach und nach 2,5 ml kaltes, destilliertes Wasser dazu. Durch das Abkühlen erstarrte das Lipid und bildete zusammen mit dem ätherischen Öl die festen Kerne unserer Nanopartikel. Um das Lipid bildete sich erneut ein Ring aus Emulgatoren, welcher aus dem Glycerolmonostearat bestehen müsste. Der polare

Anteil dieses Stoffes löst sich im Wasser, der unpolare im lipophilen Anteil, so umschließen die Emulgatoren das Lipid.

## Mizellen

MARLENA HUG

Mizellen kann man sich wie die von Emulgatoren umgebenen Fetttropfchen in der Milch vorstellen, nur viel kleiner. Die Tröpfchen in der Milch besitzen eine Größe im Mikrometer-Bereich, während Mizellen nicht größer sind als 50 nm. Sie sind also im Vergleich zu Milch weitaus kleiner. Dies erklärt auch, weshalb das in der Kosmetik verwendete Mizellenwasser klar ist und nicht trüb wie zum Beispiel Milch, welche nur so erscheint, da die einzelnen Fetttropfchen in ihr relativ groß sind und das Licht streuen.

Mizellen werden auch in der Medizin verwendet, da sie Wirkstoffe gut einschleusen und Stoffe an sich binden können. Zur Herstellung gaben wir 10 mg Lipid in ein Reaktionsgefäß und lösten es in Ethanol. Das Ethanol wurde danach verdampft, bis ein dünner Lipidfilm am Boden des Gefäßes zurückblieb. Nun gaben wir unseren Wirkstoff (ätherisches Öl) und 1 ml destilliertes Wasser hinzu, um den getrockneten Lipidfilm von der Gefäßwand zu lösen. Um den Vorgang zu beschleunigen, schüttelten wir dieses Gemisch und hielten es in warmes Wasser. Auf diese Weise ließen sich die Lipide leichter lösen und wir erhielten unsere Mizellen.

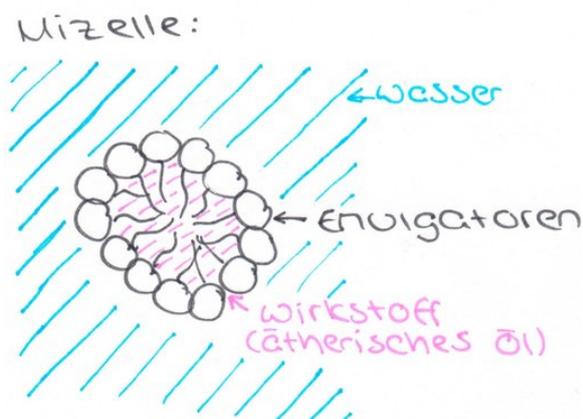


Abbildung 14: Schematische Struktur einer Mizelle

## Biologische Prüfung der Formulierungen

MAREIKE WALTER

Um zu überprüfen, ob das Minzöl und das Pfefferminzöl auch nach dem Formulieren noch eine fungizide Wirkung zeigten, haben wir abermals Hemmhoftests mit Hefe angesetzt. Die Vorgehensweise war dabei die gleiche, wie bei unseren ersten Hemmhoftests, bei denen wir ausschließlich die Wirkstoffe getestet hatten. Auf die Filterpapierchen haben wir dieses Mal jedoch die verschiedenen Formulierungen pipettiert. Nach der Inkubation ließ sich beobachten, dass, obwohl Minz- und Pfefferminzöl fungizid sind, sich nicht um alle Formulierungen ein Hemmhoft gebildet hatte. Beide Öle hemmten das Wachstum des Pilzes nur als Nanopartikel und als Mizellen. In Form von Emulsionen zeigten sie hingegen keine Wirkung. Mit dem Pfefferminzöl hatten wir zusätzlich noch verschiedene Suspensionen hergestellt. Die Suspensionen mit Tagat<sup>®</sup> S2 und Kieselgel, sowie mit Tagat<sup>®</sup> S2 und Aerosil<sup>®</sup> waren fungizid, die anderen zeigten keine Wirkung. Trotzdem gab es, wie der Test bewiesen hatte, einige Formulierungen aus Pfefferminz- und Minzöl, die das Wachstum der Pilze hemmten.

## Die phytotoxikologische Prüfung der formulierten Wirkstoffe

RENO HERMANN ERNST KRAHMER

Nachdem wir herausgefunden hatten, dass Minz- und Pfefferminzöl gut gegen Pilzbefall und Pilzwachstum wirken, mussten wir als nächsten Schritt kontrollieren, ob die Formulierungen auch die Pflanzen selbst angreifen. Zudem stellten wir Blindproben, Formulierungen ohne Minz- und Pfefferminzöl, her, um zu überprüfen, ob auch diese phytotoxisch wirken.

## Keimversuche

Für die Keimversuche sprühten wir die Formulierungen (Emulsion, Nanopartikel, Mizellen und Suspensionen) auf Kressesamen, um festzustellen, ob sie die Keimung hemmten. Diese Keimtests ließen wir dann mindestens einen Tag stehen und im Anschluss werteten wir die

Ergebnisse aus. Es ergab sich, dass die Emulsionen nicht phytotoxisch wirkten und somit alle Versuche eine Keimung zeigten. Bei den Nanopartikeln mit den Ölen kam es zu keiner Keimung, also war diese Formulierung phytotoxisch, im Gegensatz zu der entsprechenden Blindprobe. Bei den Mizellen mit Minz- und Pfefferminzöl keimten die Samen schlechter als bei der der Blindprobe. Jedoch waren alle drei Versuche schlechter ausgekeimt als bei der Negativkontrolle mit Wasser, also wirkten die Mizellen leicht phytotoxisch.

Im Falle der Suspensionen gab es vier verschiedene Ansätze mit Pfefferminzöl und drei Blindproben. Drei der Pfefferminzsuspensionen wirkten phytotoxisch, da keine Keimung sichtbar war, wobei die Kresse bei der vierten Pfefferminzsuspension mit Aerosil® und Glycerolmonostearat (siehe Tabelle 2) und den drei Blindproben keimte.

### Sprühversuche an wachsender Kresse

Um ein Pflanzenschutzmittel entwickeln zu können, musste nicht nur die Wirkung der Formulierungen bei der Keimung getestet werden, sondern auch die Wirkung an schon wachsenden Pflanzen.

Deswegen sprühten wir die Formulierungen auf fünf Tage zuvor angepflanzte Kresse und beobachteten diese Versuche einige Zeit.

Die Ergebnisse waren, dass bei den Emulsionen alles unverändert blieb. Da es zu keinem Absterben kam, waren diese Emulsionen nicht phytotoxisch. Bei den Nanopartikeln mit Pfefferminzöl blieben die Kresspflanzen ohne Anzeichen einer Schädigung erhalten. Die Kresse, auf die Minzformulierungen aufgesprüht worden war, verkümmerte jedoch und die Pflanzen gingen ein. Im Gegensatz dazu blieb bei der Blindprobe alles unversehrt. Die Mizellen waren wie die Emulsionen nicht phytotoxisch. Bei den Suspensionen zeigte sich, dass die ersten drei Pfefferminzsuspensionen, genauso wie beim Keimtest, phytotoxisch waren. Die vierte Pfefferminzsuspension hingegen hatte, wie die Blindprobensuspensionen, keine pflanzenschädliche Wirkung.



Abbildung 15: Ergebnisse der Sprühversuche mit Nanopartikeln. Rechts und links die Varianten mit ätherischen Ölen, oben die Negativkontrolle (Wasser) und unten die Blindprobe ohne Öl.

## Unsere Exkursion nach Hohenheim

BÉRYL GREB

Am Montag, den 3. 9. 2018 fuhren wir gemeinsam mit unseren Kursleiterinnen Jana und Patricia und unserem Schülermentoren Lorenz im Rahmen einer Exkursion an die Universität Hohenheim. Nach knapp zweieinhalb Stunden Fahrt mit Bus und Bahn kamen wir auf dem Universitätsgelände an und wurden von Patricia zu den Laboren geführt.

Dort wurden wir von Bianka Maiwald, einer technischen Assistentin des phytomedizinischen Labors, mit Laborkitteln ausgestattet und bekamen eine kurze Sicherheitseinweisung. Anschließend machten wir noch gemeinsam ein Foto und dann konnte es auch schon losgehen.

Wir wurden von Bianka Maiwald, Jochen Schöne und Dr. Frank Walker, dem Leiter des phytomedizinischen Labors, herzlichst begrüßt. Anschließend bekamen wir von Dr. Frank Walker noch einen ausführlichen Einblick in die Laborarbeit an der Universität in Hohenheim. Er erklärte uns einiges über verschiedene Geräte, wie zum Beispiel den Chromatographen. Dies ist ein Gerät, mit dem man verschiedene Stoffe in Proben genau nachweisen und bestimmen kann. Außerdem erzählte er uns zudem noch einige Dinge über die Chromatographie selbst.

Nach diesem interessanten Einblick durften wir mit der Laborarbeit beginnen. Als Ziel hatten wir uns gesetzt, Salicylsäure in Tabakpflanzen nachzuweisen. Salicylsäure ist ein Botenstoff, der im Falle einer Infektion eine Signalkette in einer Pflanze auslöst, sodass diese sie schützende Substanzen bildet.



Abbildung 16: Im Labor in Hohenheim: Mörsern mit flüssigem Stickstoff

Zusammen mit Bianka und Jochen arbeiten wir in vier Gruppen an acht verschiedenen Pflanzenextrakten. Alle waren von Tabakpflanzen, von welchen drei mit dem Tabak-Mosaik-Virus infiziert worden waren. Das erste Extrakt wurde von einem direkt infizierten Blatt hergestellt. Das zweite Extrakt wurde von einem gesunden Blatt einer infizierten Pflanze gewonnen. Das letzte Extrakt wurde aus einem Blatt einer zeitlich versetzt zweimal infizierten Pflanze hergestellt. Nachdem wir die Blätter gewogen hatten, mörserten wir sie mit flüssigem Stickstoff. Dieser machte sie porös und wir konnten sie leicht zerkleinern. Anschließend vermischten wir sie mit Methanol und zentrifugierten das Ganze fünf Minuten. Dann nahmen wir das reine Extrakt mit einer Kolbenhubpipette aus dem Eppi und füllten es in ein Gefäß, das in den Chromatographen passt. Danach wiederholten wir diesen Vorgang, aber nahmen zusätzlich zum Methanol noch Salzsäure.

Nachdem jede Gruppe je zwei Extrakte hergestellt hatte, wurden diese im Chromatographen analysiert. Während er arbeitete, gingen wir in die Mensa der Universität und aßen dort gemeinsam zu Mittag. Das Essen schmeckte uns allen, auch wenn die Kirschen so pink waren, dass man meinen könnte, sie kämen tatsächlich direkt aus einem Labor.

Nach dieser Stärkung gingen wir noch einmal zurück ins Labor und sahen nach, wie weit der Chromatograph gekommen war. Man konnte auf dem Computer bereits sehen, dass im ersten Extrakt der ersten Gruppe Salicylsäure enthalten war. Leider konnten wir nicht mehr alle Ergebnisse unserer Arbeit abwarten, da unsere Bahn kurz darauf fuhr. Es blieb jedoch noch genügend Zeit, um Dr. Frank Walker noch einmal mit Fragen zu löchern.

Nachdem wir alle unsere Fragen beantwortet bekommen hatten, bedankten wir uns bei Bianka Maiwald, Jochen Schöne, Dr. Frank Walker und Prof. Dr. Ralf Vögele, dem Dekan der Fakultät Agrarwissenschaften und übergaben ein kleines Geschenk in Form einer Tasse und selbstgemachten Pralinen. In die Tasse hatte unsere Kursleiterin Jana unser Kurslogo und unsere Namen eingraviert. Die Pralinen hatten wir am Samstagabend, nach der eigentlichen KüA-Schiene, unter Anleitung von Jana hergestellt.



Abbildung 17: Im Labor in Hohenheim: Unsere Tabakpflanzen

Wir bedankten uns noch einmal für den tollen Tag an der Universität Hohenheim und gingen dann gemeinsam zur Haltestelle. Auf dem Weg zurück nach Adelsheim waren wir alle relativ müde, weswegen ein Teil von uns im Zug einschlieft. Der andere Teil war jedoch noch fit genug, um sich ein paar Rätseln zu stellen, jedoch ziemlich erfolglos. Zurück in Adelsheim wurden wir von Jörg abgeholt und erzählten ihm von unseren Erlebnissen an der Universität.

## Fazit

BÉRYL GREB

In den zwei Wochen in Adelsheim lernten wir nicht nur viel über die Abwehrmechanismen von Pflanzen und versuchten ein biologisches Pflanzenschutzmittel herzustellen, sondern hatten dabei auch sehr viel Spaß. Wir hatten ebenfalls die Aufgabe, sowohl unseren Zeitplan, als auch unsere Versuche zu planen und selbst durchzuführen. Auch wenn wir alle von verschiedenen Wissensständen aus starteten, konnten wir uns gegenseitig verschiedene Dinge beibringen und jeder trug zu unserem Projekt einen sehr wichtigen Teil bei. Unsere Kursleiterinnen Jana und Patricia und unser Schülermentor Lorenz sorgten dafür, dass wir konzentriert arbeiteten und standen uns immer mit guten Tipps und hilfreichen Ratschlägen zur Seite. Alles in allem kann man sagen, dass der Biologiekurs 2018 einen sehr guten Gruppenzusammenhalt hatte und motiviert an der Herstellung eines Pflanzenschutzmittels arbeitete. Wir lachten gemeinsam viel und können mit Stolz sagen, dass wir ein Teil des Biologiekurses 2018 waren und die Möglichkeit hatten, die Science Academy zu besuchen.

## Das Sportfest

LUCAS WIEDEMER

Während der Akademie stand auch das Sportfest auf dem Plan. Am Tag zuvor fand in der abendlichen Kursschiene die Vorbereitung hierfür statt. Nachdem sich alle auf ein Leichtathletik-Training eingestellt hatten, war der Großteil des Kurses etwas verwundert, da sich das Training eher auf Team-Building-Spiele, statt auf eine Wettkampfvorbereitung beschränkte. Für Lorenz, den Schülermentoren des Kurses, war diese Vorbereitungsstrategie aber plausibel und mit den daraus resultierenden Ergebnissen war er auch sehr zufrieden. Nach dem Abendessen stand eine zusätzliche, inoffizielle Kursschiene auf dem Plan, um einen Fliegenpilz-Schirm für Lorenz als Maskottchen zu basteln. Außerdem kam hierbei der Schlachtruf „Verticillium, Fusarium, Phytophthora: Die Killerpilze sind jetzt da!“ zustande.

Als das Sportfest am darauffolgenden Tag dann endlich losging, war zu Beginn der Großteil der Teilnehmer irritiert, dass es sich beim Sportfest nicht um einen Leichtathletik-Wettkampf, sondern um verschiedene Aufgaben, die man als Team bewältigen musste, handelte. Dies hatte sich zuvor jedoch schon unter einigen Teilnehmern herumgesprochen, da manche im Vorhinein die Dokumentationen der letzten Jahre gelesen hatten.



Abbildung 18: Unser Fliegenpilz für das Maskottchen beim Sportfest.

Zu Beginn des Sportfestes war die erste Aufgabe des Biologie-Kurses, den Schülermentoren in einem großen „A“ aus Holz eine bestimmte Strecke weit zu transportieren. Nach dem erfolgreichen Abschließen dieser Aufgabe war die allgemeine Stimmung im Kurs sehr gut und man konnte mit einem guten Gefühl zu den nächsten Aufgaben weitergehen. Die darauffolgenden Aufgaben waren unter anderem Papierflieger-Weitwurf, das „Fahren“ einer bestimmten Strecke mit einer Bank als Wikingerschiff, das Ziehen beziehungsweise Schieben eines Autos, welches den Berg hinauf befördert werden musste, der Weitwurf von Teebeuteln mit dem Mund, das Laufen einer bestimmten Strecke mit langen Holzskiern und als letzte reguläre Aufgabe das Transportieren eines Hula-Hoop-Ringes, durch welchen jeder Teilnehmer des Kurses durchklettern musste, während man die Hände von zwei anderen Kursteilnehmern festhielt.

Bei all diesen Aufgaben kam es vor allem auf gute Zusammenarbeit, Zusammenhalt und Teamwork an. Nachdem jeder Kurs diese regulären Aufgaben abgeschlossen hatte, stand noch das große Finale an. Hier traten alle Kurse gleichzeitig gegeneinander an. Das Ziel des Finalspiels war es, einen mit Wasser vollgesaugten

Schwamm in einem Eimer zu entleeren und insgesamt so viel Wasser wie möglich zu sammeln. Mit diesem Schwamm musste man vor dem Entleeren noch einen bestimmten Parcours durchqueren. Als schließlich auch diese Aufgabe bewältigt war, ließ man den Abend mit einem gemeinsamen Grillen ausklingen. Die Ergebnisse wurden zwei Tage später auf dem Bergfest bekannt gegeben. Hierbei kam dann das für den Biologie-Kurs ernüchternde Ergebnis: der 6. und somit letzte Platz. Trotz der Platzierung waren alle noch vom Sportfest begeistert, da es nicht nur um außergewöhnliche Aufgaben ging, sondern auch den gesamten Zusammenhalt des Kurses stärkte.



Abbildung 19: Wir feiern gemeinsam mit unserem Schülermentor Lorenz den sensationellen 6. Platz beim Sportfest.

## Schlusswort und Danksagung

VERENA REUTTER

Wir möchten uns ganz herzlich bei allen bedanken, die uns diesen Kurs und die Akademie ermöglicht haben. Besonderer Dank gilt der Universität Hohenheim für die Bereitstellung der Pilzkulturen und Agarplatten, sowie für die Exkursion. Wir freuen uns, dass wir das Labor des phytomedizinischen Instituts besuchen durften und dort unter Anleitung Versuche durchführen konnten. Des Weiteren danken wir der Philipps-Universität Marburg dafür, dass sie uns einen Brutschrank und weitere Verbrauchsmaterialien zur Verfügung gestellt haben. Ohne diese wäre die Versuchsarbeit nicht möglich gewesen. Last but not least gilt ein großes Dankeschön unseren Kursleiterinnen Jana und Patricia, die auch noch während der Akademie jeden unserer Sonderwünsche ermöglicht haben, sowie unserem Schülermentor Lorenz, der uns beim Sportfest am lautesten angefeuert und immer wieder aufs Neue motiviert hat.

## Danksagung

Wir möchten uns an dieser Stelle bei denjenigen herzlich bedanken, die die 16. 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 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, Herrn Jan Wohlgemuth 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 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter möchten wir uns für die Mühen, den freundlichen Empfang und den offenen Umgang mit allen bei Herrn Oberstudiendirektor Meinolf Stendebach, dem Schulleiter des Eckenberg-Gymnasiums, 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 30, Abbildung Gasgenerator:

[kfztech.de](http://kfztech.de) (mit freundlicher Genehmigung)

Seite 101, Abbildung 1:

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:E-30-Cutmodel.jpg>

Wikimedia-User: Hanabi123, Bearbeitungen: Mika Alkabetz

CC BY-SA 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>)

Seite 103, Abbildung 5:

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Shutter\\_priority\\_mode.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Shutter_priority_mode.svg)

Wikimedia-User: Athepan, Bearbeitungen: Mehdi

CC BY-SA 2.5 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/legalcode>)

Seite 108, Abbildung 12:

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CMY\\_ideal\\_version\\_rotated.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CMY_ideal_version_rotated.svg)

Gemeinfrei

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Synthese+.svg>

Wikimedia-User: Quark67

CC BY-SA 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>)

Seite 109, Abbildung 13:

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HSV\\_cone.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HSV_cone.png)

Wikimedia-User: (3ucky(3all

CC BY-SA 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>)

Seite 114, Abbildung 23:

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hexacyanidoferrat\(II\).svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hexacyanidoferrat(II).svg)

Wikimedia-User: Ilgom und Muskid

Gemeinfrei

Alle anderen Abbildungen sind entweder gemeinfrei oder eigene Werke.