

Staatliches Gymnasium „Dr. Konrad Duden“

Hofer Straße 10

07907 Schleiz

**Der Flavonoidgehalt in Heidelbeeren vor und nach
Anwendung ausgewählter Methoden der Verarbeitung**

Verfasser der Arbeit:

Enders, Elisabeth

Müller, Julie

Voigt, Moritz

Wurziger, Sarah

Fachbetreuer: Dr. Jörg Wittig

Seminarfachlehrerin: Frau Nowak

Termin der Abgabe: 20. Oktober 2015

Inhaltsverzeichnis

1	Flavonoide - Keiner kennt sie, aber Jeder braucht sie	4
2	Flavonoide	5
2.1	Allgemeines	5
2.2	Anwendung der Flavonoide in der Medizin	6
3	Heidelbeere –Vaccinium myrtillus L.	7
3.1	Systematik	7
3.2	Botanische Einordnung und Wuchsbedingungen	7
3.3	Inhaltsstoffe und medizinische Verwendung von Heidelbeeren	8
4	Material und Methoden	9
4.1	Dünnschichtchromatographie (DC)	9
4.1.1	Verfahrensdarstellung	9
4.2	Heidelbeersaft als Modellexperiment	10
5	Vorbereitung und Durchführung der Experimente	11
5.1	Herstellung des Fließmittels	11
5.2	Herstellung der Referenzlösung	11
5.3	Herstellung der Sprühreagenz	11
5.4	Auftragen der Untersuchungslösung	12
5.5	Entwicklung der DC	12
5.6	Detektion der DC	13
6	Herstellung der Untersuchungslösungen	13
6.1	Trocknen	13
6.2	Einkochen	14
6.3	Backen	14
6.4	Einfrieren	14
6.5	Alkoholische Konservierung	14
6.6	Unverarbeitet	15
7	Experimentalstudie mit Visualisierung mittels DC	15
7.1	Flavonoidgehalt nach Trocknen	15
7.2	Flavonoidgehalt nach Einkochen	16
7.3	Flavonoidgehalt nach Backen	16
7.4	Flavonoidgehalt nach Einfrieren	16
7.5	Flavonoidgehalt nach alkoholischer Konservierung	17
7.6	Flavonoidgehalt in unverarbeiteten Heidelbeeren	17
8	Auswertung	18
9	Fehleranalyse	19
10	Fazit	20
11	Anhang	22

11.1	Glossar	22
11.2	Materialien	25
11.2.1	Geräte	25
11.2.2	Chemikalien	26
11.2.3	Heidelbeerproben	26
11.3	Bilder.....	27
12	Literatur- und Quellenverzeichnis	35
13	Danksagung	40
14	Erklärung.....	41

1 Flavonoide - Keiner kennt sie, aber Jeder braucht sie

Die tägliche Aufnahme von Obst und Gemüse ist für den menschlichen Organismus von großer Bedeutung, denn dadurch kann die Gesundheit des Menschen gefördert werden. Aber was macht Früchte so gesund? Bei dieser Frage denken wir häufig an Vitamine, Mineralstoffe und Ballaststoffe. Doch neben diesen Komponenten enthalten Früchte einen weiteren, für den menschlichen Körper sehr wichtigen Inhaltstoff, die Flavonoide. Flavonoide sind sekundäre Pflanzenstoffe, die für den Verbraucher jedoch noch relativ unbekannt sind. Sie kommen in Pflanzen als Blütenfarbstoffe vor und dienen hauptsächlich dem Schutz der Pflanze vor UV-Strahlung und zur Abwehr von Krankheitserregern und Parasiten.¹ Doch auch für den Menschen haben sie einen großen Nutzen. Neben ihrer antioxidativen Eigenschaft werden den Flavonoiden „antivirale und krampflösende“ sowie eine „gefäßverstärkende Wirkung“ nachgesagt.² Letztere hat einen positiven Effekt auf unsere Blutgefäße, denn diese können durch Ablagerungen verstopfen und damit zu einer Arteriosklerose führen, welche wiederum ein erhöhtes Risiko für Verschlusskrankungen wie Herzinfarkte, Thrombosen oder Schlaganfälle darstellt.³ Um dieser und ähnlichen Erkrankungen vorzubeugen, ist es hilfreich auf eine gesunde Ernährung zu achten.

Wie bereits erwähnt, ist der Verzehr von Obst und Gemüse dabei sehr wichtig, da Flavonoide hauptsächlich in pflanzlichen Lebensmitteln, so z.B. in Zitronen, Weintrauben, grünem Tee und in Heidelbeeren, vorkommen.⁴ Dabei weisen besonders die Heidelbeeren eine hohe Anzahl von diesen Stoffen auf. Einmal gesammelt sind sie, sowohl pur, als auch verarbeitet, immer ein wahrer Genuss. Doch da stellt sich die Frage: Sind die heilenden Inhaltstoffe nach der Verarbeitung überhaupt noch erhalten oder sollte man die Früchte lieber nur unverändert genießen? Und wenn man sie nicht gleich verbraucht, wie sollte man sie dann am besten lagern? Genau mit diesen Fragen beschäftigen wir uns im Rahmen unserer Seminarfacharbeit.

Um das Vorkommen der Flavonoide sichtbar zu machen, bedienen wir uns einer Untersuchungsmethode, welche Dünnschichtchromatographie genannt wird. Da wir davon ausgehen, dass sich der Flavonoidgehalt je nach Verarbeitungsmethode ändert, ist diese Methode besonders geeignet, um Veränderungen sichtbar zu machen. Somit wäre eine Abnahme des Flavonoidgehaltes in unverarbeiteten Heidelbeeren nach einer bestimmten Zeit genauso möglich, wie ein weiterhin konstanter Wert, nachdem man die Heidelbeeren z.B. 2 Tage lang getrocknet hat.

Somit versuchen wir alle uns bekannten Verarbeitungs- und Lagerungsbedingungen im Rahmen unserer Möglichkeiten zu simulieren, um diese dann experimentell auswerten zu können. Dabei haben wir uns das Ziel gesetzt, mit den Auswirkungen der Verarbeitungsmethoden einen Beitrag für die gesunde Ernährung zu leisten.

2 Flavonoide

2.1 Allgemeines

Flavonoide bilden eine Gruppe von sekundären Pflanzenstoffen⁵, die „in den 1930er Jahren durch den Nobelpreisträger Albert von Szent-Györgyi Nagyrapolt entdeckt und zunächst als Vitamin P bezeichnet wurde[n].“⁶ Sie sind chemisch gesehen aus dem Molekül Flavan aufgebaut und bestehen so aus zwei aromatischen Ringen, die durch einen Tetrahydropyran-Ring verbunden sind. Unterteilt werden Flavonoide in die Hauptgruppen Flavonole, Flavanone und Flavone.⁷ Dabei unterscheiden sie sich in den Oxidationsstufen des sauerstoffhaltigen Rings, welche durch unterschiedliche Substituenten entstehen. Diese begründen wiederum deren Funktion.⁸

Flavonoide werden ausschließlich von Pflanzen gebildet. Sie sind dabei die wichtigste Gruppe unter den Blütenfarbstoffen und dienen zum Anlocken der Bestäuber. „Die meisten Flavonoide kommen [dabei] in der Natur nicht frei [...], sondern als Flavonoidglykoside vor.“ Eine Ausnahme bilden jedoch die Flavonole, die vorwiegend frei in den Randschichten und Blättern der Früchte vorliegen.⁹

Voraussetzung für die Bildung von Flavonoiden ist das durch Photosynthese entstandene Acetyl-Coenzym-A. Danach unterteilt sich der Prozess der Biosynthese in zwei Schritte. „Ein Teil des Acetyl-CoA wird [...] in Phenylalanin umgewandelt.“ Dieses wird nun dazu benutzt um über Zimtsäure und mit Hilfe verschiedener Enzyme zunächst Cumaroyl-CoA herzustellen. Gleichzeitig reagiert der Rest des Acetyl-CoA mit ATP und einem Hydrogencarbonatanion, sodass Malonyl-CoA und andere Produkte entstehen. Dieses Coenzym-A geht dann mit dem vorher gebildeten Cumaroyl-CoA eine chemische Reaktion ein. Nun kann das Produkt dieser beiden über Zwischenschritte in alle Flavonoide umgewandelt werden. Folglich steigt mit der Lichteinstrahlung auch die Photosyntheserate, wodurch mehr Flavonoide gebildet werden können. Das kann sich auch auf die Blüten der Pflanzen auswirken, deren Farben dadurch intensiver werden.¹⁰

2.2 Anwendung der Flavonoide in der Medizin

Im gesundheitlichen Sinne besitzen Flavonoide viele positive Eigenschaften, die sich die Medizin zu Nutze macht. Jedoch weisen nicht alle die selben Merkmale auf. Einige Flavonoide besitzen eine antioxidative und damit entzündungshemmende Wirkung z.B. Quercetin. Dieses Polyphenol kommt auch in Mengen in Heidelbeeren vor (s.3.3, S. 8) und beeinflusst die Blutgerinnung. So kommt es zum Schutz vor Herz-Kreislauf-Erkrankungen und zur indirekten Senkung der Thromboxanbildung bzw. des Blutcholesterinspiegels.¹¹

„Viele Studien sprechen [auch] für eine antikanzerogene Wirkung der Flavonoide in [...] [verschiedenen Phasen] der Krebsbildung.“ Einen besonders großen Effekt zeigen dabei Catechine, Anthocyane und Flavonole, welche zum Großteil nicht absorbiert im Dickdarm gelangen und so vom Körper aufgenommen werden können.¹² So spielen sie im Bereich des Magen-Darm-Traktes sowie im Immunsystem eine besondere Rolle. Denn Flavonoide stärken das Abwehrsystem unseres Körpers, „hemmen allergische Reaktionen und sorgen für eine Entspannung der glatten Herzmuskulatur“, was zu einer „besseren Durchblutung, stärkeren Harnproduktion und krampflösenden Wirkung im Magen-Darm-Trakt führt“. Auch verbessern sie durch eine Steigerung der Gallensaftproduktion die Verdauung.¹³

Neben dem Nutzen einer Gefäßverstärkung, Entzündungshemmung und Krampflösung durch Flavonide, verwendet man in der Medizin auch die antibakterielle und antivirale Wirkung zur Behandlung von Krankheiten. Ein Beispiel dafür sind „Procyanidine, die vor allem in Heidel- und Moosbeeren vorkommen. Diese hemmen Bakterien, die Harnwegserkrankungen verursachen.“ Darüber hinaus ist eine schützende Wirkung gegenüber Grippe-Viren auch bei verschiedenen Flavanolen nachweisbar.¹⁴

Aber auch Einflüsse auf das Denken sind durch diese Stoffe möglich. Denn „[n]ach einer Studie von Pamela Maher vom Salk Institute for Biological Studies in La Jolla (Kalifornien), verbessert in großen Mengen das zu der Gruppe der Flavonoide gehörende Fisetin das Langzeitgedächtnis.“ Dies geschieht durch Stimulation bestimmter Signalketten im Gehirn, sodass Nervenzellen ausreifen und sich differenzieren, was das Denkvermögen fördert¹⁵ und so Flavonoide das Risiko auf altersbedingten Gedächtnisverlust senken.¹⁶

3 Heidelbeere – *Vaccinium myrtillus* L.

3.1 Systematik

Die Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus* L.) ist eine Pflanzenart, die zur „Gattung [der Heidelbeeren] aus der Familie der Heidekrautgewächse“¹⁷ gehört. Diese tragen den lateinischen Namen Ericaceae und gehören wiederum der Ordnung der Heidekrautartigen (Ericales) an. Die Asteridae, im deutschen Sprachgebrauch die Asternähnlichen, bilden dann die Unterteilung der Klasse der Zweikeimblättrigen (Dicotyledonae). Somit gehört die Heidelbeere dem großen Stamm der Dreifurchenpollen-Zweikeimblättrigen, oder auch Rosopsida genannt, an.¹⁸

3.2 Botanische Einordnung und Wuchsbedingungen

Die Heidelbeere und ihre Heilwirkung wurde schon im 16. Jahrhundert von Äbtissin Hildegard von Bingen in ihrem Kräuterbuch des Tabernaemontanus beschrieben und ist auch heute noch unter vielen Synonymen bekannt. Von Blaubeere bis Bickbeere gibt es eine reiche Namensvielfalt, die jedoch regional variiert. Zudem gibt es eine Unterscheidung zwischen den in Nord- und Mitteleuropa vorkommenden Waldheidelbeeren und den gezüchteten Kulturheidelbeeren, die man vorwiegend in den Supermärkten erwerben kann.¹⁹

Zur Heidelbeere gibt v.a. das Apotheken-Handbuch „Teedrogen und Phytopharmaka“ vom Herausgeber Max Wichtel Auskunft: Die Stammpflanze trägt den Namen *Vaccinium myrtillus* L. „[D]ie im Tiefland in Laub- und Nadelwäldern bis über die Baumgrenze in den Alpen“²⁰ hinaus wachsende Heidelbeerpflanze, verdankt ihrer weiten Ausbreitung v.a. ihrem „kriechenden Wurzelstock“.²¹ Aus diesem heraus sprießen viele aufrechte grüne Stängel mit sommergrünen Blättern. Jedoch bleibt die 20 bis 50 cm hoch ragende Pflanze immer bodennah und ist ein säureanzeigendes Mittel, da sie einen solchen Untergrund bevorzugt. Derartige, meist nährstoffarme Böden, kann sie nur „[d]urch [eine] Symbiose mit Pilzen [besiedeln], die die notwendigen Nährstoffe aus dem Boden aufbereiten und der Pflanze [durch Mykorrhizie] zur Verfügung stellen“.²² Bevor die blau-grau bereiften Beeren von Juli bis August geerntet werden können, wachsen im Mai nickende Blüten. Diese sitzen einzeln oder in Paaren auf kurzen Stängeln in den Blattachseln.

Die kurzgestielten Heidelbeerblätter sind nur 2 bis 3 cm lang und haben eine eiförmige Gestalt mit einer wenig auffälligen Nervatur. Sie sind je nach Alter dünn bis derb-steif und besitzen einen gekerbt-gesägten Blattrand, wobei sich am Ende jedes Sägezahns eine gestielte Drüse befindet.²³

Die bis zu 6 mm durchmessenden Beeren haben als Droge eine kugelförmige, grobrunzlige Gestalt und eine blauschwarze Farbe. Sie schmecken meist säuerlich-süß und schwach zusammenziehend, was auf ihre adstringierende Wirkung zurückzuführen ist. Der Scheitel der Beere beinhaltet Diskus und Kelchreste und das rot-violette Innere ist bestückt mit vielen kleinen, glänzend braunroten Samen. Ein wichtiges mikroskopisches Identifizierungsmerkmal für die Heidelbeeren sind darüber hinaus die Steinzellen des Meso- und Endokarps.²⁴

3.3 Inhaltsstoffe und medizinische Verwendung von Heidelbeeren

Die Heidelbeer-Pflanze kann man auf verschiedene Art und Weise im Bereich der Medizin verwenden. Vor allem die Inhaltsstoffe spielen eine besondere Rolle bei der unterschiedlichen Anwendung von Blättern und Früchten.

Die Blätter haben einen schwach bitteren und adstringierenden Geschmack. Mit Hilfe dieser Eigenschaft der Adstringens können sie die Eiweiße des Körpers verändern und über Wunden und Schleimhäute eine Schutzschicht bilden. Somit wird die Heilung gefördert.²⁵ Untersucht man die Heidelbeerblätter auf ihre Bestandteile ist auffallend, dass „[d]er Mangengehalt der Droge[...] [sowie a]uch der Gehalt an Chrom [...] bemerkenswert hoch [sind].“ Letzteres führt dazu, dass den Heidelbeerblättern eine antidiabetische Wirkung bei Diabetes mellitus Typ 2 in der Volksmedizin nachgesagt wird und sie deshalb in „Antidiabetes“-Tees Anwendung finden.²⁶ Bei der Prüfungen mittels DC ist v.a. die intensiv fluoreszierende Zone der Chlorogensäure auffällig. Die Droge wird zudem bei Behandlung von Erkrankungen des Magen-Darms, der Harnwege, Nieren, Atemwegen, und „bei Rheuma, Gicht, Hauterkrankungen, Hämorrhoidal-erkrankungen[...] [sowie bei] funktionellen Herzbeschwerden“ verwendet.

Auch die Heidelbeere ist in der Homöopathie sehr beliebt, da sie keine Neben- oder Wechselwirkungen aufweist. Jedoch gibt es keine Heidelbeeren in Form von Phytopharmaka mehr. Zu den Inhaltsstoffen meint Max Wichtl, dass bei einer ähnlichen Prüfung der Heidelbeeren selbst, die Flavonoide Quercetinglykosid und Astragalin nachgewiesen wurden. Diese sind bekannt dafür, sich positiv auf die Gefäße auszuwirken

(s. 2.2, S. 6). Neben Flavonoiden enthalten die Beeren auch andere Inhaltsstoffe, wie Chlorogensäure, Fruchtsäure, Invertzucker,²⁷ einen hohen Anteil an Vitamin C²⁸ und „bis zu 10 % Gerbstoffe“. Vor allem letztere Substanzen führen dazu, dass die Früchte in getrockneter Form als Antidiarrhoikum Anwendung finden. Im Gegensatz dazu muss jedoch beachtet werden, dass frische Heidelbeeren bei Verstopfung hilfreich sein können.²⁹ Darüber hinaus können auch leichte Entzündungen der Mund- und Rachenschleimhaut mit Hilfe der Früchte behandelt werden,³⁰ da sie den Schmerz bei oberflächlichen Hautverletzungen verringern und antibakteriell wirken.³¹

4 Material und Methoden

4.1 Dünnschichtchromatographie (DC)

4.1.1 Verfahrensdarstellung

In vielen Labors weltweit werden heutzutage mit der Dünnschichtchromatographie (s. 12.1, S. 21) Lebensmittel auf ihre Inhaltsstoffe untersucht. Weiterhin wird die DC auch genutzt, um nach dem Auftrennen der Stoffe in ihre Bestandteile ausgewählte Substanzen zu isolieren.³² Damit bietet sich eine für unsere Facharbeit besonders geeignete Methode zur Untersuchung der wertbestimmenden Inhaltsstoffe der Heidelbeere und wie sich diese in der Menge verändern, da mit Hilfe dieses Verfahrens ohne großen apparativen und materiellen Aufwand ein Vielstoffgemisch in seine Bestandteile aufgetrennt werden kann.³³

Die Trennung basiert auf den Wechselwirkungen zwischen einer stationären Phase und einer mobilen Phase. Man benötigt hierfür eine beschichtete DC-Platte, die als stationäre Phase fungiert und auf welche die exakt abgemessene Menge der Untersuchungslösung aufgetragen wird. Die Platte wird nun in eine DC-Kammer gestellt, welche ein Fließmittel (mobile Phase) enthält (s. 5.2 S. 11). Dieses steigt aufgrund der Kapillarkräfte an der Platte entlang nach oben, wobei es die aufgetragene Substanz in Fließrichtung transportiert. Aufgrund der unterschiedlichen Verteilung an der mobilen und der stationären Phase wird nun das Stoffgemisch aufgetrennt.³⁴ Beendet wird dieser Vorgang, indem die Platte aus der Kammer entfernt wird, nachdem das Fließmittel die Markierung erreicht hat. Da die Moleküle an ihrer letzten Position verbleiben, ist es

möglich, diese durch eine entsprechende Anregung mit Hilfe von Bestrahlung sichtbar zu machen und optisch zu analysieren.

Als Vergleich wird parallel eine Referenzlösung aufgetragen, welche sich aus Rutin, Hyperosid und Chlorogensäure zusammensetzt. Die Substanzen der Referenzlösung dienen der Orientierung auf der fertig entwickelten Platte. Zum Einen bilden sie örtliche Marker, zum Anderen sind sie oft selbst in den zu detektierenden Untersuchungslösungen enthalten, um somit bei der Auswertung behilflich zu sein. Dabei können wir allerdings nur eine semiquantitative Auswertung vornehmen. Das bedeutet, dass wir lediglich durch die Veränderungen der Farbtintensität auf der DC-Platte auch die Veränderungen des Flavonoidgehalts abschätzen können. Jedoch ist es uns nicht möglich genau zu bestimmen, um welchen Mengenswert sich der Gehalt verändert.

4.2 Heidelbeersaft als Modellexperiment

Bei unserer experimentellen Studie mussten wir uns mit der Tatsache auseinandersetzen, dass der Flavonoidgehalt in natürlich vorkommenden Heidelbeeren nicht immer konstant ist. Dieser hängt stark von den Bedingungen des Sammelortes ab. Äußere Faktoren, die den Flavonoidgehalt beeinflussen können, sind zum Beispiel: Beschaffenheit und Nährstoffgehalt des Bodens, Sonneneinstrahlung sowie Erntezeitraum. So kommt es zu starken Schwankungen, die bei einem Modellsaft nicht auftreten, wodurch dieser zu einem vergleichbaren Standard als Ausgangspunkt für die durchzuführenden Experimente wird. Darüber hinaus verursachten Schwebstoffe aus der äußeren Haut der Heidelbeeren eine Verstopfung der Microcaps, was das Auftragen der Untersuchungslösung fast unmöglich machte oder eine aufwändige und mit Substanzverlust behaftete Probenvorbereitung notwendig gemacht hätte. Daher entschieden wir uns für ein qualitativ hochwertiges Produkt aus der Apotheke, welches von der Firma Rabenhorst vertrieben wird. Dieser Ursaft ist im Gegensatz zu herkömmlichen Säften unbehandelt und besteht ausschließlich aus gepressten Heidelbeeren. Darüber hinaus enthält er weder Zusatzstoffe, noch etwaige andere Substanzen, die unsere Ergebnisse beeinflussen könnten.³⁵ Um einen einheitlichen Ernteort und Zeitraum zu garantieren, verwendeten wir nur eine Charge dieses Saftes. Auch überprüften wir die Vergleichbarkeit des Flavonoidgehaltes des Ursaftes mit dem wild wachsender Heidelbeeren mit Hilfe eines Modellexperiments (s. S. 33, Abb. 7). Daher können wir den Einsatz und die Vergleichbarkeit des Saftes für unsere gesamten Experimente legitimieren.

5 Vorbereitung und Durchführung der Experimente

5.1 Experimentiervorschrift

Für die Herstellung einer DC-Platte zur Analyse von Inhaltsstoffen einer Untersuchungslösung benötigt man eine Vorschrift. Diese kann man im Europäischen Arzneibuch finden.³⁶ Die Instruktion enthält festgelegte Regeln, nach denen ein Stoff analysiert und auf Reinheit und Identität geprüft werden kann. Für unsere Seminarfacharbeit wählten wir eine Vorschrift für quantifizierte Weißdornblätter-mit-Blüten-Fluidextrakt aus. Die Vorgabe zur Prüfung des Extraktes auf Identität sah die Durchführung einer Dünnschichtchromatographie vor. An diesen Angaben orientierten wir uns bei der Durchführung unserer Experimente. Durch die Vorschrift konnten wir die Untersuchungslösungen optimal auftrennen und die Flavonoide effektiv sichtbar machen.

5.2 Herstellung des Fließmittels

Zuerst haben wir mit Hilfe einer Pipette 10 ml Ameisensäure (98%) abgemessen und diese zusammen mit 10 ml Wasser in einen Erlenmeyerkolben gegeben. Anschließend fügten wir noch 30 ml Ethylmethylketon und 50 ml Ethylacetat hinzu. Um die Flüssigkeiten zu vermischen, schwenkten wir den Erlenmeyerkolben intensiv.

5.3 Herstellung der Referenzlösung

Für die Herstellung der Referenzlösung haben wir 1 mg Chlorogensäure, 2,5 mg Hyperosid und 2,5 mg Rutosid in einem Wägeschiffchen auf der Analysenwaage abgewogen. Danach überführten wir alle drei Stoffe in einen Maßkolben und gaben noch 10 ml Methanol hinzu. Anschließend wurde der Kolben von uns geschwenkt, um alle Stoffe zu lösen.

5.4 Herstellung der Sprühreagenz

Um die Flavonoide auf der DC-Platte farblich sichtbar zu machen und danach Farbstabilität zu gewährleisten, haben wir die Platte mit Naturstoff-Polyethylenglykol besprüht. Diese setzt sich aus zwei getrennt herzustellenden Lösungen zusammen. Für die Anfertigung der Naturstoffreagenz maßen wir mit Hilfe eines Wägeschiffchens 0,5 g

Naturstoffreagenz A (Diphenylborsäure-2-Aminoethylester) ab und gaben die Chemiekalie in einen Maßkolben von 50 ml. Dieser wurde nun von uns mit Methanol auf 50ml aufgefüllt und geschüttelt, bis die Substanz gelöst war.

Um die Polyethylenglykolreagenz herzustellen, haben wir 2,5 g Polyethylenglykol unter Zuhilfenahme eines Wägeschiffchens verwendet und ebenfalls in einen 50 ml Maßkolben gegeben. Dieser wurde nun mit Ethanol befüllt und die darin befindliche Substanz durch Schütteln gelöst.

5.5 Auftragen der Untersuchungslösung

Bevor wir die Referenz- und Untersuchungslösungen auftragen konnten, mussten wir eine Start- und Ziellinie sowie die Länge der Laufbahnen und die entsprechende Laufstrecke festlegen. Dabei waren die Bahnen jeweils 1 cm breit und befanden sich im Abstand von ebenfalls 1 cm. Die Länge der Laufstrecke betrug 15 cm. Alle Markierungen haben wir dünn mit Bleistift gekennzeichnet. Eine DC-Platte umfasste 8 Bahnen. Diese wurden durch uns von links nach rechts aufgetragen, wobei jeder Untersuchungslösung jeweils zwei Bahnen zugeteilt wurden, sodass am Ende die Referenzlösung und 3 Proben auf der Platte erschienen. Unter Verwendung eines Microcaps haben wir die Referenzlösung zwischen die zuvor festgelegten Begrenzungspunkte der ersten Bahn aufgetragen. Dabei achteten wir darauf, dass eine gleichmäßige, dünne Bande entstand. Um ein eventuelles Spreiten der Lösung zu verhindern, wurde von uns nach dem Auftragen der einzelnen Lösungen ein Föhn zum Trocknen benutzt. Nach diesem Verfahren haben wir alle Lösungen auf die Platte aufgebracht. Dabei verwendeten wir je 10 µl der Referenzlösung und je 20 µl der Untersuchungslösungen. Um die einzelnen Bahnen zu unterscheiden, beschrifteten wir diese am oberen Rand der Platte mit Bleistift und notierten das Datum des entsprechenden Tages daneben.

5.6 Entwicklung der DC

Nachdem wir die Untersuchungslösungen auf die DC-Platte aufgetragen hatten, stellten wir die Platte in eine DC-Kammer, die mit dem zuvor hergestellten Fließmittel befüllt wurde. Nachdem wir die Kammer mit einem Deckel verschlossen hatten, stieg das Fließmittel nun an der Platte hinauf und erreichte nach ca. 2 Stunden die Schlussmarkierung. Anschließend entnahmen wir die Platte aus der Kammer.

5.7 Detektion der DC

Nachdem die Proben in der Entwicklungskammer aufgetrennt wurden, dampften wir das Fließmittel von der DC-Platte ab, um eventuelle Veränderungen der Ergebnisse durch das Fließmittel zu vermeiden. Anschließend besprühten wir die Platte mit der zuvor hergestellten Naturstoff-Polyethylenglykol-Reagens, um die Flavonoidmoleküle sichtbar zu machen. Dabei verwendet man zuerst die Naturstoffreagens und anschließend die Polyethylenglykolreagens. Danach konnten wir die DC-Platte optisch analysieren. Das ging sowohl bei Tageslicht, als auch bei ultraviolettem Licht. Da jedoch die wesentlichen Unterschiede der Farbtintensität der einzelnen Banden bei Tageslicht nur schwer zur erkennen waren, analysierten wir die Platte unter Zuhilfenahme einer Lichtquelle mit der Wellenlänge 365 nm. Da Flavonoide fluoreszierende Substanzen sind, nehmen sie UV-Licht auf, wobei die Elektronen der Moleküle auf ein höheres Energieniveau gehoben werden. Wenn die negativ geladenen Teilchen von diesem angeregten Zustand wieder in ihren Ausgangszustand zurückkehren, geben sie Energie in Form von sichtbarem Licht wieder ab.

Während die Platte mit UV-Licht bestrahlt wurde, fotografierten wir die Platte, um sie später auswerten zu können.

6 Herstellung der Untersuchungslösungen

6.1 Trocknen

Heidelbeeren kann man in gedorrter Form verzehren und somit ihre Haltbarkeit verlängern. Für unser Experiment trockneten wir den Heidelbeersaft für zwei Tage bei Raumtemperatur. Dabei versuchten wir darauf zu achten, dass keine Fremdpartikel in den Saft gelangen konnten. Vor dem Auftragen auf die Platte bereiteten wir die getrocknete Probe auf, indem wir das Ausgangsvolumen mit Wasser wiederherstellten und verdünnten sie im Verhältnis 1:1 mit Methanol, um sie besser auf die DC-Platte auftragen zu können.

6.2 Einkochen

Mit der Methode des Einkochens simulierten wir die Verarbeitung der Heidelbeeren zu Marmelade oder Saft. Dafür haben wir den Heidelbeersaft einmal mit und einmal ohne Gelierzucker in einem Topf aufgekocht und anschließend das verdunstete Wasser ergänzt, um das Ausgangsvolumen wiederherzustellen. Diese Lösung haben wir dann mit Methanol verdünnt (1:1) und auf die DC-Platte aufgetragen. Die Siedetemperatur des Saftes betrug ca. 100°C.

6.3 Backen

Da Heidelbeeren auch häufig zum Backen eines Kuchens verwendet werden, haben wir uns entschlossen, auch diese Methode der Verarbeitung anzuwenden. Dafür haben wir den Heidelbeersaft bei 200°C (Umluft) für 30 Minuten im Ofen gebacken, um die Herstellung eines Kuchens zu simulieren. Dabei befand sich der Heidelbeersaft in einer abgeschlossenen Glasschale und wurde nach Abkühlung des Saftes mit Wasser auf das Ausgangsvolumen ergänzt, mit Methanol verdünnt (Verhältnis 1:1) und auf die DC-Platte aufgetragen.

6.4 Einfrieren

Um Heidelbeeren für einen längeren Zeitraum haltbar zu machen, besteht die Möglichkeit, sie in einem Gefrierschrank aufzubewahren. Für unser Experiment lagerten wir deshalb das gleiche Volumen an Heidelbeersaft jeweils für einen Tag und für eine Woche im Tiefkühlschrank bei -18°C. Vor dem Auftragen auf die DC-Platte verdünnten wir die inzwischen aufgetauten Proben mit Methanol im Verhältnis 1:1, um sie mit Hilfe der Microcaps besser auf die DC-Platte auftragen zu können.

6.5 Alkoholische Konservierung

Mit Hilfe der alkoholischen Konservierung besteht eine weitere Möglichkeit zur Verlängerung der Haltbarkeit von Heidelbeeren. Dafür haben wir den Heidelbeersaft mit unterschiedlichen Mengen an Alkohol versetzt. Wir erhielten dadurch verdünnte Lösungen mit 15 %, 30 % und 45% Alkohol und somit auch verschiedene Konzentra-

tionen, die die üblichen Handelsformen Wein, Likör und Schnaps simulieren. Dies führten wir zweimal durch, wobei wir jeweils eine Mischung für einen Monat bei Raumtemperatur stehen ließen. Die zweiten Mischungen stellten wir erst kurz vor dem Auftragen auf die DC-Platte her, um mögliche Veränderungen des Flavonoidgehalts bei gleicher Konzentration an Alkohol, aber unterschiedlicher Zeit zu erkennen. Beide Untersuchungslösungen trugen wir vergleichend nebeneinander auf eine DC-Platte auf.

6.6 Unverarbeitet

Bei Heidelbeeren, die unverarbeitet lange gelagert werden, kommt es häufig zu Schimmelbildung. Diesen Prozess konnten wir auch bei unserem verwendeten Heidelbeersaft beobachten. Deshalb haben wir eine DC-Platte hergestellt, die unverarbeiteten Heidelbeersaft und geschimmelter Extrakt vergleichend darstellt. Bei der Aufbereitung des mit Schimmel überzogenen Saftes entfernten wir einen Großteil des Schimmels, um eine Beeinflussung der DC-Platte zu verhindern. Beide Proben verdünnten wir wieder im Verhältnis 1:1 mit Methanol.

7 Experimentalstudie mit Visualisierung mittels DC

7.1 Flavonoidgehalt nach Trocknen

Das Chromatogramm für den getrockneten Heidelbeersaft ist auf Abbildung 5 (s. S. 31, Abb. 5) zu sehen, welche die DC-Platte unter UV-Lichtbestrahlung zeigt. Durch die Bestrahlung konnten wir uns die optische Analyse erleichtern, da die Unterschiede der einzelnen Banden des Flavonoidgehalts bei Tageslicht nur schwer erkennbar waren. Die DC-Platte umfasst wie jede unserer erstellten Platten 8 Bahnen, die jeweils doppelt belegt sind. Bahn 1 zeigt die Referenzlösung, bestehend aus Chlorogensäure, Hyperosid und Rutin. Diese dient als Vergleichsstandard. Bahn 4 zeigt den Flavonoidgehalt des getrockneten Heidelbeersaftes. Da kaum ein Unterschied der Farbintensität der Banden, die den Flavonoidgehalt anzeigen, erkennbar ist, gehen wir davon aus, dass dieser durch das Trocknen des Ursaftes kaum negativ beeinflusst wurde.

7.2 Flavonoidgehalt nach Einkochen

Abbildung 4 (s. S. 30, Abb. 4) zeigt das Chromatogramm für den gekochten Heidelbeersaft. Auch hier befinden sich 8 Bahnen auf der DC-Platte, die jeweils doppelt belegt sind. Bahn 3 zeigt den gekochten Ursaft ohne Gelierzucker, Bahn 4 zeigt den mit Gelierzucker aufgekochten Saft. Dabei ist deutlich zu erkennen, dass sich der Flavonoidgehalt nach dem Kochen nicht verändert hat, die Farbintensität ist im Vergleich zur Referenzlösung (Bahn 1) und zum reinen Heidelbeersaft (Bahn 2) gleich geblieben. Auffälligkeiten zeigt jedoch Bahn 4. Unter UV-Licht ist eine vollständig fluoreszierende Bande zu erkennen, die sich vom Startpunkt der Platte bis zur Schlussmarkierung zieht. Dieses Experiment können wir demzufolge nicht korrekt auswerten (s. Fehleranalyse, S. 19, Punkt 9).

7.3 Flavonoidgehalt nach Backen

Auch nach dem Backen des Heidelbeersaftes sind deutliche Veränderungen des Flavonoidgehalts zu erkennen. Diese werden durch die Chromatogramme der Abbildungen 2 (s. S. 28, Abb. 2) und 3 (s. S. 29, Abb. 3) deutlich. Abbildung 2 zeigt die DC-Platte unter sichtbarem Licht. Wir konnten hier schon erkennen, dass die Flavonoide durch das Backen fast vollständig zerstört wurden. Unter UV-Licht wurde dies noch deutlicher, da die Farbintensität der Banden nach dem Backen (Abbildung 3, Bahn 2) im Vergleich zum reinen Ursaft (Abbildung 3, Bahn 1) deutlich schwächer geworden ist bzw. ist der Flavonoidgehalt optisch kaum noch nachweisbar.

7.4 Flavonoidgehalt nach Einfrieren

Den Flavonoidgehalt nach dem Einfrieren des Heidelbeersaftes erkennt man im Chromatogramm der Abbildung 5 (s. S. 31, Abb. 5). Auch diese Platte teilt sich in acht doppelt belegte Bahnen auf. Bahn 1 zeigt wieder die Referenzlösung und Bahn 2 visualisiert den Ursaft. Bahn 3 zeigt den Flavonoidgehalt des Heidelbeersaftes, nachdem er eine Woche tiefgefroren war, Bahn 4 hingegen stellt diesen nach einem Tag im Tiefkühlfach dar. Durch den Vergleich der Bande des Saftes, der einen Tag tiefgefroren wurde, mit dem des Ursaftes, konnten wir erkennen, dass der Flavonoidgehalt im Saft

gegenüber der Vergleichslösung deutlich gesunken ist. Auffällig ist dabei, dass sich der Flavonoidgehalt des Ursaftes, nachdem er eine Woche im Tiefkühlschrank gelagert wurde, ebenfalls kaum verändert hat.

7.5 Flavonoidgehalt nach alkoholischer Konservierung

Die Platte der alkoholischen Konservierung ist in Abbildung 6 (s. S. 32, Abb.6) zu sehen, die jedoch nicht alle Bahnen zeigt, da die Referenzlösung nicht mit abgebildet ist. Die letzten drei Bahnen bestehen wiederum aus je zwei Laufstrecken, die in der Abbildung mit a und b gekennzeichnet sind. Die Bahnen, die mit a bezeichnet sind, zeigen den Ursaft, nachdem er einen Monat lang mit Alkohol versetzt gelagert wurde. Die Bahnen mit der Bezeichnung b zeigen den Ursaft, der kurz nach der Verdünnung mit Alkohol auf die Platte aufgetragen wurde. Bahn 1 zeigt den Ursaft 1:1 mit Methanol verdünnt. Bahn 2 zeigt insgesamt die zwei Lösungen a und b des Heidelbeersaftes, der einen Alkoholanteil von 15% enthält, Bahn 3 den Saft mit 30% und Bahn 4 den Ursaft mit 45%iger Konzentration an Alkohol. Vergleicht man alle Banden mit dem Ursaft, so sieht man, dass sich der Flavonoidgehalt bei allen Mischverhältnissen nur zu einem geringen Teil verändert und sich in den Lösungen untereinander keine großen Unterschiede zeigen.

7.6 Flavonoidgehalt in unverarbeiteten Heidelbeeren

Auf den Abbildungen 1 (s. S. 27, Abb. 1) und 2 (s. S. 28, Abb. 2) wird der Flavonoidgehalt des unverarbeiteten Heidelbeersaftes und des mit Schimmel belegten Saftes gezeigt. Dabei ist in Abbildung 1 ein direkter Vergleich zwischen den Banden mit dem unverarbeiteten Saft und dem verschimmelten Saft dargestellt. Abbildung 2 zeigt das vollständige Chromatogramm, welches allerdings noch ein anderes Experiment beinhaltet (Bahn 1 zeigt den unverarbeiteten Saft, Bahn 4 den verschimmelten Saft). Da das Chromatogramm die Veränderungen des Flavonoidgehalts bei Tageslicht nur schwer erkennen lässt, haben wir die Platte mit ultraviolettem Licht der Wellenlänge 365 nm bestrahlt (Abb. 1). Dadurch konnten wir erkennen, dass sich die Menge an Flavonoiden durch das allmähliche Verschimmeln des Ursaftes stark verringert, bzw. kaum noch vorhanden ist. Bei Tageslicht lässt sich diese Veränderung durch die Tat-

sache feststellen, dass sich die Untersuchungslösung im Vergleich zum puren Heidelbeersaft stark entfärbt hat.

8 Auswertung

Mittels der von uns durchgeführten Experimente konnten wir die Veränderung des Flavonoidgehalts in unserem Modellsaft nach dem Kochen, Backen, Einfrieren, Trocknen, Schimmeln sowie dem Konservieren mit Ethanol feststellen. Allgemein können wir sagen, dass sich der Flavonoidgehalt bei allen Verarbeitungsmethoden unterschiedlich stark, teilweise kaum verringert.

Die größte Veränderung ist bei dem von Schimmel befallenem Saft zu erkennen. Hierbei wurden die Flavonoide beinahe vollkommen zerstört und sind auf der DC-Platte (s. S. 27, Abb. 1; s. S. 28, Abb. 2), unter Bestrahlung mit UV- Licht, sogar wie gar nicht mehr zu erkennen.

Betrachtet man das Resultat unseres Experimentes, in dem wir das Backen eines Heidelbeerkuchens simulierten, fällt auf, dass auch hier ein Großteil der Flavonide zerstört wurde, wenn man die in Abbildung 3 (s. S. 29, Abb. 3) gekennzeichnete Bahn mit der, der Referenzlösung vergleicht. Somit ist also zu vermuten, dass die Hitze des Backofens unsere zu untersuchenden Inhaltstoffe zerstört.

Beim Kochen des Ursaftes wurden, trotz der Hitzezufuhr, nur ein Bruchteil der Flavonoide zerstört. Damit stellten wir das Einkochen von Heidelbeeren nach. Der Versuch des Kochens mit Gelierzucker ließ sich allerdings nicht auswerten, da der Zucker die Bande auf der Platte verlaufen ließ und somit unnutzbar machte. Daher lassen sich keine Rückschlüsse auf die Veränderung des Flavonoidgehaltes beim Kochen von Heidelbeeren mit Gelierzucker ziehen. Einfaches Einkochen jedoch ist relativ flavonoidfreundlich und eignet sich daher als Verarbeitungsmethode. Allerdings kann es beim nachfolgenden Lagern des eingekochten Lebensmittel zu einem Flavonoidabbau kommen. Vergleicht man das Ergebnis der Platte mit dem gebackenen Saft und das Ergebnis der Platte mit dem gekochten Saft, kann man sagen, dass Flavonoide bis zu einer Temperatur zwischen 100 und 200 Grad Celsius thermisch beständig sind, da sie beim Kochen weniger zerstört wurden als beim Backen.

Beim Einfrieren des Heidelbeersaftes können wir feststellen, dass sich der Gehalt an Flavonoiden im Vergleich zum. Weiterhin lässt sich erkennen, dass die Dauer des Einfrierens keinen großen Einfluss auf die Menge der Inhaltstoffe hat, was also bedeutet, dass das Einfrieren eine effektive Möglichkeit der Langzeitlagerung ist. Das Trocknen von Heidelbeeren bietet ebenfalls eine gute Basis zur Erhaltung der Flavonoide, da bei dieser Verarbeitungsmethode nur ein sehr geringer Anteil der Inhaltsstoffe zerstört wurde. Dabei ist jedoch darauf zu achten, dass die Heidelbeeren dauerhaft trocken stehen, da es sonst schnell zu Schimmelbildung kommen kann.

Bei der Konservierung mit Alkohol wird der Flavonoidgehalt nur gering bzw. kaum erkennbar beeinflusst. Unabhängig von der Konzentration und der Lagerungszeit haben sich die Flavonoide nicht abgebaut. Somit stellt die alkoholische Konservierung ebenfalls eine geeignete Methode dar, um Heidelbeeren für eine längere Dauer möglichst schonend zu lagern.

9 Fehleranalyse

Im Laufe unserer Seminarfacharbeit mussten wir uns mit einigen Problemen auseinandersetzen, die unsere Ergebnisse zum Teil beeinflussten. Zum einen konnten wir nicht mit der vorgeschriebenen Anweisung zur Darstellung von Flavoniden in Heidelbeeren arbeiten, da es uns nicht möglich war, die dafür benötigten Chemikalien käuflich zu erwerben.

Bei der Durchführung unserer Experimente haben wir stets sorgfältig und genau gearbeitet, jedoch sind kleine Abweichungen immer möglich. Dies ist vor allem zu sehen bei der Umfüllung von Flüssigkeiten oder auch Überführung von festen Substanzen, wie z.B. das eingetrocknete Heidelbeersekret von der Unterlage, wobei immer Reste zurückblieben, was in der Arbeit zu Wäge- und Volumenfehlern führen kann. Auch ist eine Verunreinigung der getrockneten Probe durch Fremdkörper, wie Schmutzpartikel, trotz Abdeckung nicht auszuschließen. Beim Auftragen unserer Untersuchungslösungen kam noch hinzu, dass durch die Microcaps die feuchte Oberfläche der Platte angegriffen und zum Teil auch zerstört wurde, was im Ergebnis zu unsauberen Bandenformen führte. Wir versuchten zwar dies zu reduzieren, indem wir während des Auftragens die

Lösungen mit Hilfe eines Föhns trockneten, doch nicht immer brachte dies den gewünschten Erfolg.

Ein weiterer Punkt wäre das Experiment zur Veränderung des Flavonoidgehaltes nach Kochen mit Gelierzucker. Hier kam es durch die vom Gelierzucker verursachte Erhöhung der Viskosität der Untersuchungslösung zur Verstrudelungen beim Laufen der Bahn auf der DC-Platte, sodass wir keine Aussagen zu den Inhaltstoffen treffen konnten. Unterschiede zeigten sich auch bei der Entwicklung von DC-Platten, da die verwendeten Reagenzien nicht immer gleichmäßig aufgetragen wurden. Auch wurde uns die Auswertung der gemachten Bilder durch unterschiedliche Qualität der Bilder erschwert.

10 Fazit

Nach Beendigung unserer Experimente und deren Auswertung lässt sich ein allgemeines Fazit über die Verarbeitungsmethode, die den Flavonoidgehalt am wenigsten beeinträchtigt, ziehen. Natürlich konnten wir nicht alle möglichen Verarbeitungsmethoden der Heidelbeere testen, jedoch kann man aus unseren Ergebnissen herauslesen, dass sich bei den gängigsten Methoden die Konservierung in Alkohol sowie das Einfrieren der Heidelbeeren am meisten bewährt hat. Hierbei wird der Flavonoidgehalt nur sehr gering beeinträchtigt, wodurch zwei effektive Formen der Langzeitlagerung ermöglicht werden. Legt man die Früchte also in Alkohol ein, erzielt man ein gutes Ergebnis bezüglich der gesundheitsfördernden Stoffe. Jedoch ist zu beachten, dass mit dem Konsum des Alkohols Nebenwirkungen auftreten können, die sich in Form von Fahruntauglichkeit oder bei übermäßigem Verzehr auch durch Vergiftungserscheinungen ausdrücken können. Zudem ist bestimmten Personengruppen die Einnahme strengstens untersagt, da sie meist minderjährig sind oder Alkohol im Verbund mit verabreichten Medikamenten zu unerwünschten Wechselwirkungen führen kann. Darüber hinaus haben ethanolhaltige Getränke negative Auswirkungen auf unsere Körperfunktionen, die Reaktionsschnelligkeit nimmt ab und Gehirnzellen werden geschädigt. Auch können Abhängigkeit und Sucht mögliche Folgen sein, die gegenüber den enthaltenen gesundheitsfördernden Stoffen überwiegen. Diese meist negativen Nebenwirkungen treten beim Einfrieren der Heidelbeeren nicht auf.

Am wenigsten zu empfehlen ist das Backen der Früchte. Hierbei werden die Flavonoide fast vollkommen zerstört und können somit die Gesundheit des Organismus nicht unterstützen. Zudem ist es auch nicht ratsam, die Früchte auf lange Zeit unverarbeitet zu lagern, da sich einerseits die enthaltenen Flavonoide abbauen, andererseits bildet sich Schimmel, welcher unter keinen Umständen verzehrt werden sollte.


Möchte man also einen möglichst hohen Effekt der Flavonoiderhaltung erzielen, ist einerseits das Backen der Früchte zu vermeiden und andererseits das Konservieren in Alkohol sowie das Einfrieren zu empfehlen. Doch auch beim Trocknen werden verhältnismäßig wenig Flavonoide zerstört, woraus sich ebenfalls eine schonende Verarbeitungsmethode ergibt. Diese ist auch im Vergleich mit der alkoholischen Konservierung für alle Personengruppen verwendbar und bietet somit die gesundheitsfördernde Art der Verarbeitung. Jedoch kann man die getrocknete Droge nur noch selbst herstellen, da sie nicht mehr als Phytopharmaka erhältlich ist.

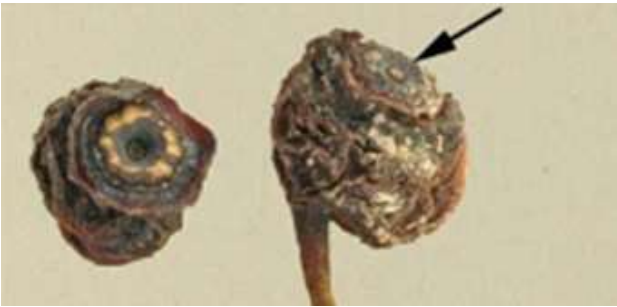
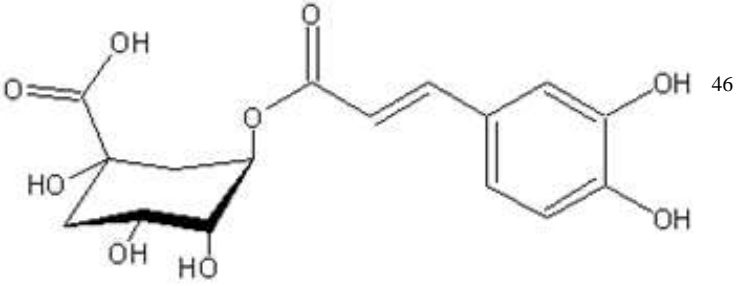
Wenn die Früchte allerdings nicht zwangsweise gelagert werden müssen, verzehrt man sie am Besten unverarbeitet, um sich der vollen Unterstützung der Gesundheit des eigenen Körpers durch die Flavonoide gewiss zu sein.

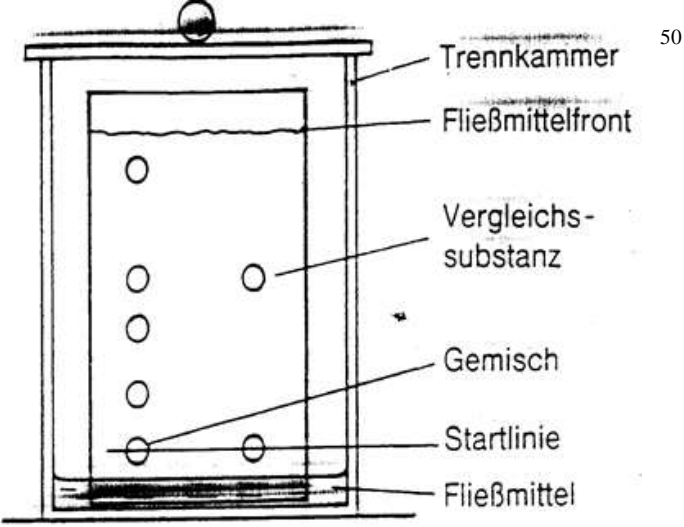
Dabei empfehlen wir beim Sammeln von Heidelbeeren möglichst nach Früchten mit einer dunklen Schale und an gut belichteten Orten zu suchen. Diese enthalten den größten Anteil an Flavonoiden und tragen so am besten zur gesunden Ernährung bei. Darüber hinaus sollte man sich beim Kauf von Heidelbeeren vor Augen führen, dass diese oft gezüchtet sind und sich so von gesammelten Waldheidelbeeren unterscheiden. In wie weit sich dieser Unterschied auch auf die Inhaltsstoffe auswirkt können wir allerdings nicht genau sagen, da diese Aussage weiteren Untersuchungen bedarf, welche durch eine folgende Seminarfacharbeit realisierbar wären.

11 Anhang

11.1 Glossar

Begriff	Erklärung
Symbiose	das Zusammenleben von artverschiedenen, einander angepassten Organismen zu gegenseitigem Nutzen z.B. zwischen Pflanzen und Pilzen ³⁷
Mykotrophie	„Ernährungsform der Pflanzen, die mit Hilfe von Mykorrhiza erfolgt. Die meisten Pflanzen [...] profitieren aber [...] [davon], wenn Nährstoffe begrenzt sind oder eine Stress- Situation vorliegt.“ ³⁸
Nickende Blüten	Blüten deren Neigung nach unten in Richtung Boden geht und „die kugelig-krugartig geformt und in der Öffnung stark verengt“ ³⁹ sind.  ⁴⁰
Droge	Pharmazeutische Bezeichnung für getrocknete Arzneipflanzen ⁴¹
Adstringens/ adstringierend	zusammenziehend; „Wirkung eines Mittels, durch dessen Inhaltsstoffe Gewebe oder Schleimhäute zusammengezogen werden. [...] Das Adstringens geht mit den Eiweißen der Haut und der Schleimhäute Verbindungen ein, die eine Schutzwand (Membran) bilden. In der Medizin werden solche Mittel [...] verwendet, um Blutungen zu stoppen.“ ⁴²
Diskus	abgeflachter Scheitel der getrockneten Heidelbeere mit diskusförmiger Narbe

	 <p style="text-align: right;">43</p>
Kelchreste	Verwachsene Rückstände vom Blütenkelch, aus dem die Frucht hervorgegangen ist.
Meso-und Endokarps	Eine Frucht besteht aus einem oder mehreren Samen, die von einer Fruchtwand umgeben sind. Bei dieserer unterscheidet man zwischen dem äußeren Exokarp, dem mittleren Mesokarp und dem inneren Endokarp. Bei Beeren sind Meso- und Endokarp meist fleischig und das Exokarp häutig. ⁴⁴
Chlorogensäure	<p>Natürlich vorkommende Substanz mit der Summenformel $C_{16}H_{18}O_9$. Beinhaltet in der Strukturformel einen Benzolring, welcher die schwache Säure unter UV-Licht stark floureszieren lässt. Bei dieser chemischen Verbindung handelt es sich um einen Ester einerseits der China-, andererseits der Kaffeesäure.⁴⁵</p>  <p style="text-align: center;">Chlorogensäure 46</p>
Hämorrhoidal-erkrankungen	Beschwerden, die durch eine Vergößerung der Hämorrhoiden, „eines arteriovenösen Gefäßgeflechts im Analbereich“ ausgelöst werden und mit Juckreiz, blutigem Stuhl und einem wunden Gefühl einhergehen. ⁴⁷

Invertzucker	Gemisch aus Traubenzucker (Glukose) und Fruchtzucker (Fruktose) im Verhältnis 1:1. ⁴⁸
Antidiarrhoikum	Arzneimittel, die bei Durchfallerkrankungen eingesetzt werden.
antibakteriell	bakterienabtötend
Dünnschicht-chromatographie	<p>Methode zur Auftrennung eines Vielstoffgemisches in seine einzelnen Bestandteile, beruht auf unterschiedlicher Verteilung der Moleküle an stationärer Phase⁴⁹</p>  <p>50</p> <p>Trennkammer</p> <p>Fließmittelfront</p> <p>Vergleichs-substanz</p> <p>Gemisch</p> <p>Startlinie</p> <p>Fließmittel</p>
Stationäre Phase	Ruhende Phase, DC-Platte ⁵¹
Mobile Phase	Bewegte Phase, Fließmittel ⁵²
Kapillarkräfte	Physikalische Kraft, „die Flüssigkeiten in einer Glaskapillare gegen die Schwerkraft nach oben steigen lässt. Ursächlich für diesen Effekt ist die Oberflächenspannung der Flüssigkeit und die Grenzflächenspannung zwischen Flüssigkeit und Kapillare.“ ⁵³
Adsorption	Bezeichnung für die „Anlagerung der Atome oder Moleküle von Flüssigkeiten oder Gasen an eine feste Oberfläche.“ ⁵⁴
Referenzlösung	Vergleichslösung, die als Standard alle möglichen Substanzen enthält, die bei einem Nachweis von bestimmten Inhalten vorkommen können.
semiquantitativ	Unspezifischer als „quantitativ“, Ergebnis kann nicht in genauen Zahlenwerten ausgedrückt werden ⁵⁵
Microcaps	Kleine, transparente Glasröhrchen mit verschiedenen großen Volumina zum Auftragen kleinster Mengen
Ursaft	Saft, der ganzheitlich aus frischen Früchten hergestellt ist und

	unbehandelt ist, sodass alle ursprünglichen Inhaltsstoffe erhalten bleiben.
Charge	„Serie von Waren mit gleichen Eigenschaften, die während eines Arbeitsabschnittes und mit gleichen Rohstoffen hergestellt, verpackt und mit einer Nummer gekennzeichnet werden.“ ⁵⁶
Detektion	Vorgang, durch den eine Substanz sichtbar gemacht wird ⁵⁷
Chromatogramm	Ergebnis der Chromatographie ⁵⁸

11.2 Materialien

11.2.1 Geräte

Gerät	Eigenschaften
DC-Platte	DC-Fertigfolien ALUGRAM Xtra SIL G/UV 254 Schicht: 0,20 mm Kieselgel 60 mit Fluoreszenz-Indikator UV 254
DC- Kammer mit Deckel	Glas mit Rillen H x B x T 21 cm x 21,3 cm x 10,2 cm
Microcaps	Glaskapillare 10 µl
Uhrglasschale	Glas; Durchmesser 7,5 cm
Petrischale	Glas; Durchmesser 9 cm
Becherglas	Glas; 50ml, 100 ml, 150 ml, 60 0ml
Spatel	Stahl; Schaufelbreite 5 mm
Heißlufttaartrockner	1200 W; WIK Mirage 1200
Rezepturwaage	METLER TOLEDO AB104-S/PH
Handelsübliche Waage	Kern PCB
Detektionskammer	H x B x T 26 cm x 21 cm x 29,4 cm
Glaspipette	Glas; 20 ml, 25 ml, 10 ml
Piläusball	Gummi; 3 Ventile
Mörser	Porzellan; Mörserschale mit Mörserstab
Gefriertruhe	Liebherr GTS 2262
Backofen	Siemens

Sprühzerstäuber mit Pumpe	Glas; Gummi
Herdplatte	Rommelsbacher
Topf	Aluminium
Dose mit Deckel	Plastik; H x B x T 10,5 cm x 10,5 cm x 6,5 cm
Glasstab	Glas
Abzug	Firma Köttermann
UV-Lampe	Langwelle 365 nm, Kurzwelle 254 nm
Pipette	Plastik; 5 ml
Handzentrifuge	No.1012 Kopf 2 x 15 ml, Firma Hettich
Verschiedene Handys und Digitalkameras	

11.2.2 Chemikalien

Stoff	Hersteller	Charge
Chlorogensäure	Roth	501179477
Hyperosid	Roth	344187466
Methanol	Hedinger	67-56-1
Ameisensäure 98%	Roth	471179301
Ethylmethylketon		201-159-0
Ethylacetat	Caelo	13366101
Ethanol		200-578-6
Extra Gelierzucker	Dr.Oetker	2-01-420716
Rutin Trihydrat	Roth	344218337
Naturstoffreagenz A	Roth	183195242
Lauromacrogol	Caelo	14220807
Wasser		

11.2.3 Heidelbeerproben

Art	Ernteort	Erntezeit
Heidelbeersaft	Rabenhorst	Charge: 06679346
Waldheidelbeeren	Tanna- Marmorbruch	23.07.2015

Heidelbeeren aus Garten	Tanna- Am Bahnhof 44 (Zum Schleichweg)	02.09.2015
-------------------------	---	------------

11.3 Bilder

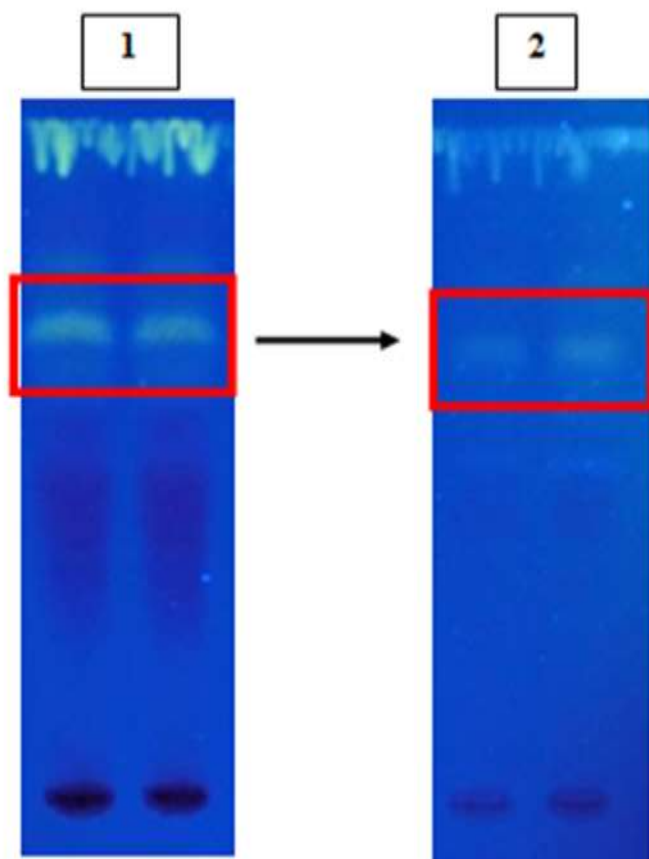


Abbildung 1: Experiment zur Veränderung des Flavonoidgehaltes vor und nach Schimmeln des Ursaftes; 1-Ursaft, 2- Geschimmelter Saft; Bestrahlung mit UV-Licht; aufgenommen am 17.02.2015

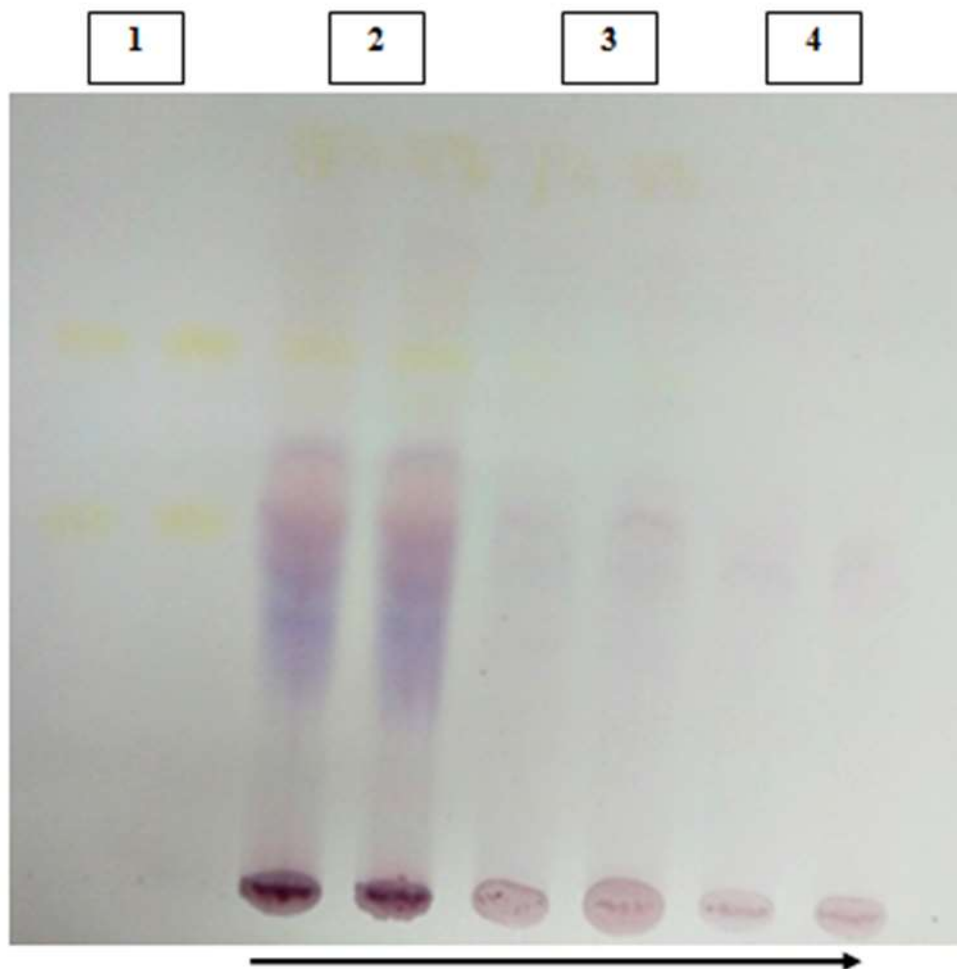


Abbildung 2: Experiment zur Veränderung des Flavonoidgehaltes vor und nach Backen und Schimmeln des Ursaftes; Abnahme der Inhaltsstoffe durch Pfeil dargestellt; 1-Referenzlösung, 2- Ursaft, 3- Saft nach Backen, 4- Geschimmelter Saft; Bestrahlung ohne UV-Licht; aufgenommen am 17.02. 2015

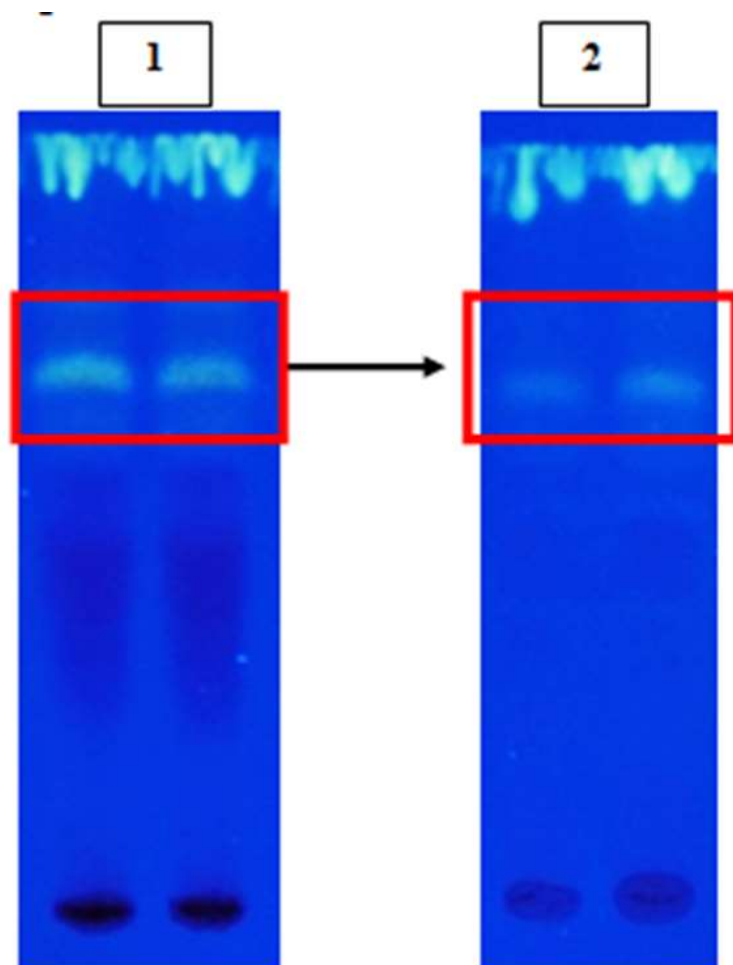


Abbildung 3: Experiment zum Vergleich des Flavonoidgehaltes vor und nach Backen des Ursaftes; 1-Ursaft, 2-gebackener Saft; Bestrahlung mit UV-Licht; aufgenommen am 17.02.2015

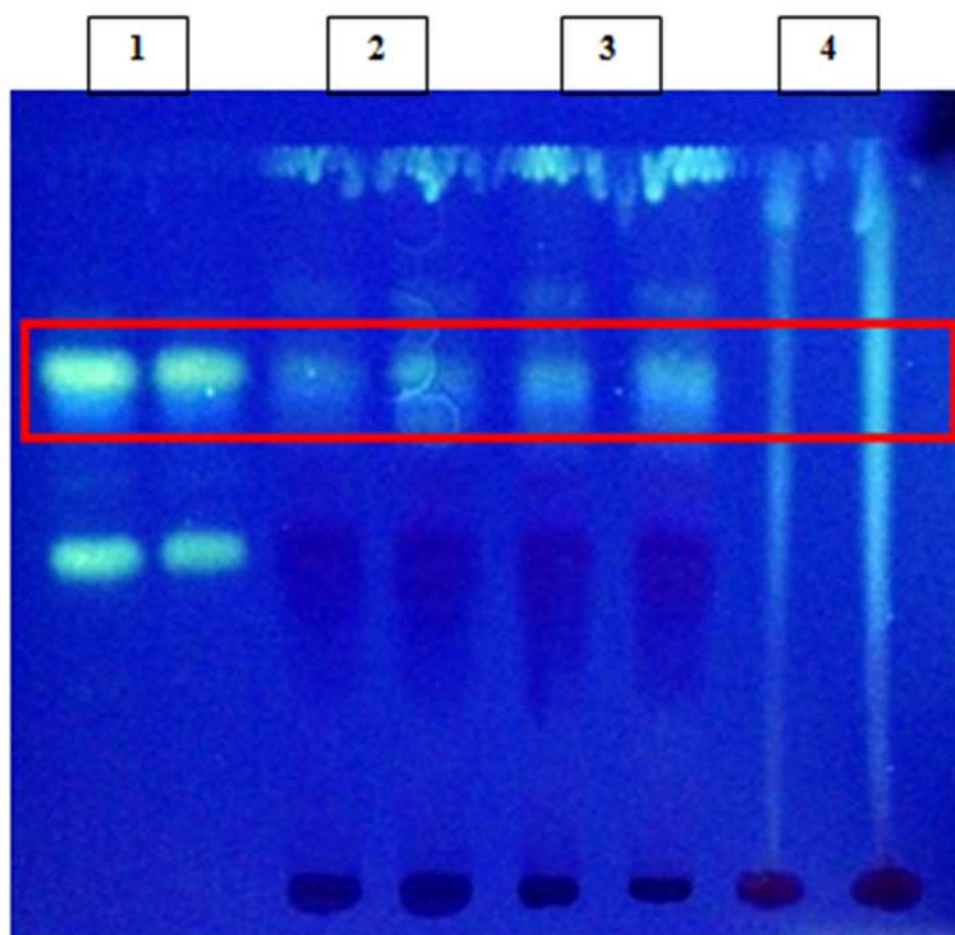


Abbildung 4: Experiment zur Veränderung des Flavonoidgehaltes nach Kochen des Ursaftes mit und ohne Gelierzucker; 1- Referenzlösung, 2- Ursaft, 3- gekochter Saft, 4-mit Gelierzucker gekochter Saft; Bestrahlung mit UV-Licht; aufgenommen am 23.02.2015

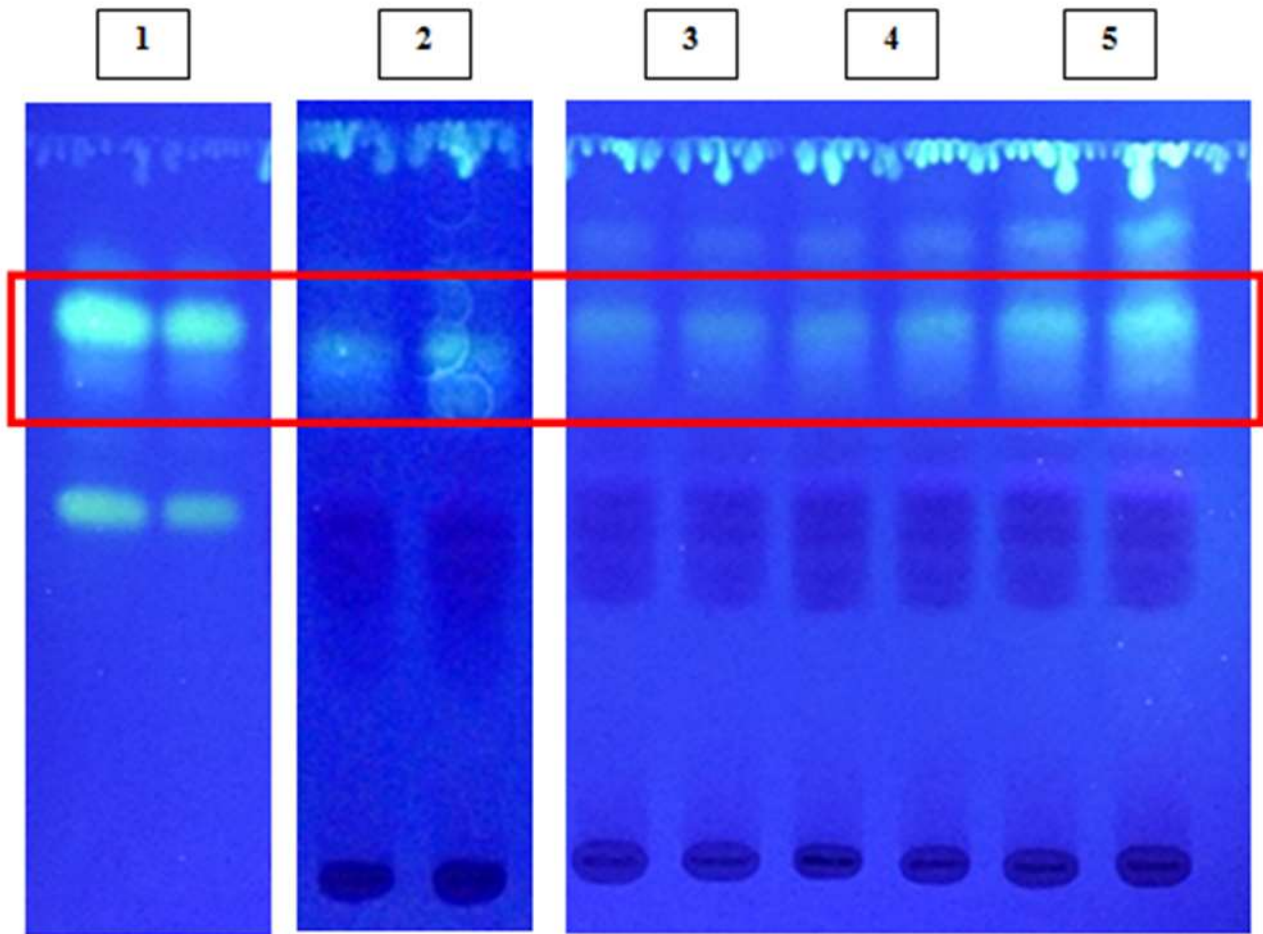


Abbildung 5: Experiment zur Veränderung des Flavonoidgehaltes nach Einfrieren des Ursaftes für jeweils eine Woche oder einen Tag bzw. Trocknen des Ursaftes für zwei Tage; 1- Referenzlösung, 2-Ursaft 3-Ursaft eine Woche eingefroren, 4- Ursaft einen Tag eingefroren, 5-Ursaft zwei Tage getrocknet; Bestrahlung mit UV-Licht; aufgenommen am 24.03.2015

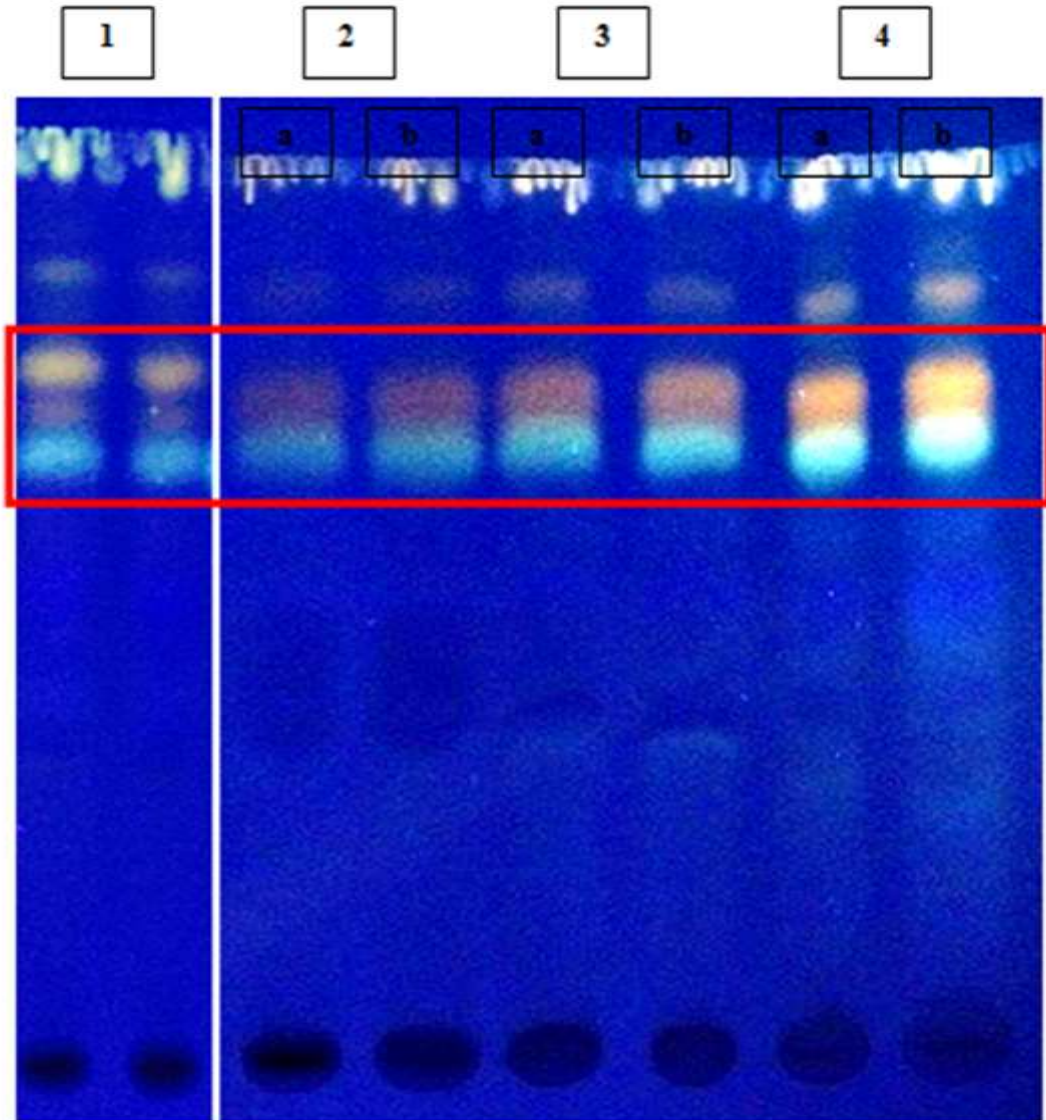


Abbildung 4: Experiment zur Veränderung des Flavonoidgehaltes durch alkoholische Konservierung; 1- Ursaft ,2- Ursaft mit 15 % Alkohol, 3- Ursaft mit 30 % Alkohol, 4- Ursaft mit 45% Alkohol, a-nach einem Monat Lagerungszeit, b-kurz nach der Verdünnung; Bestrahlung mit UV-Licht; aufgenommen am 29.06.2015

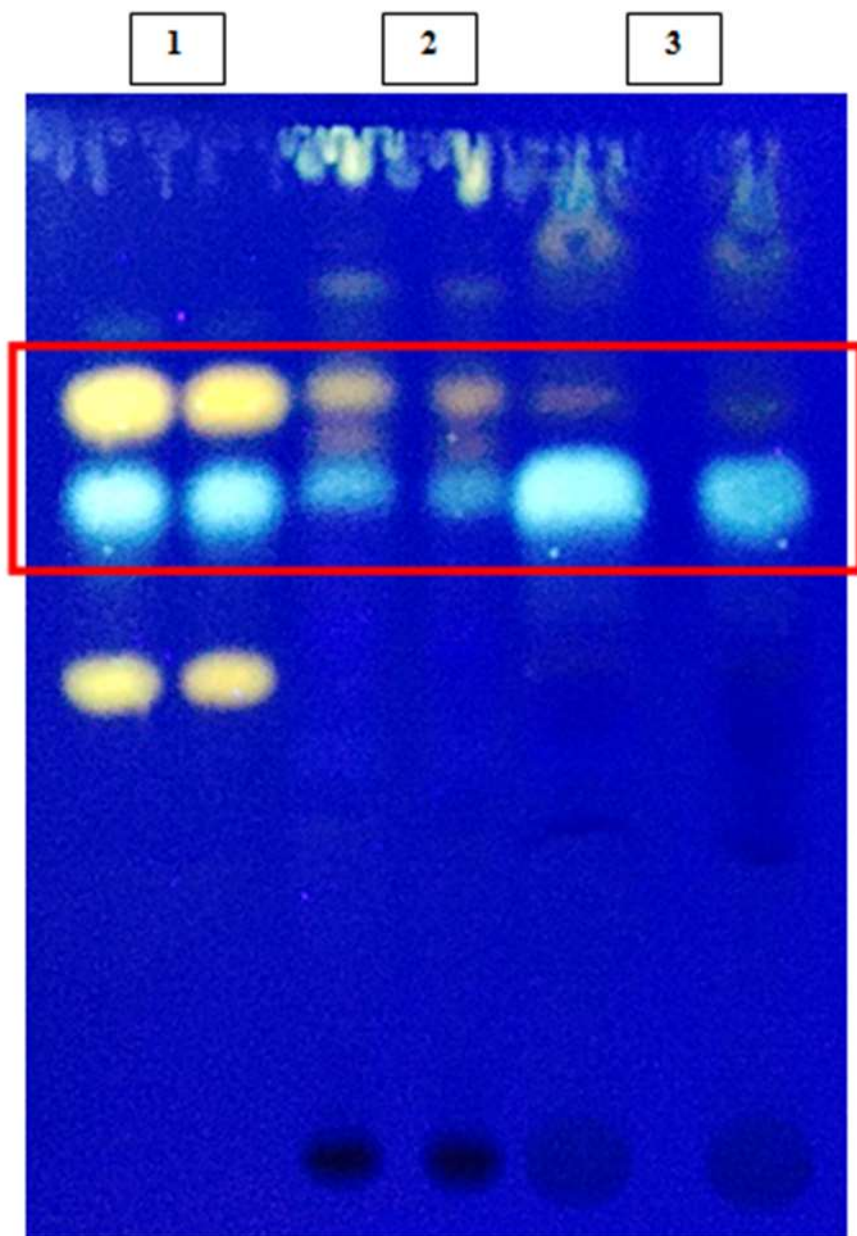


Abbildung 5: Experiment zur Verwendung des Ursaftes als Modell für gesammelte Heidelbeeren; 1-Referenzlösung, 2-Ursaft, 3-gesammelte Heidelbeeren; Bestrahlung mit UV-Licht; aufgenommen am 03.09.2015

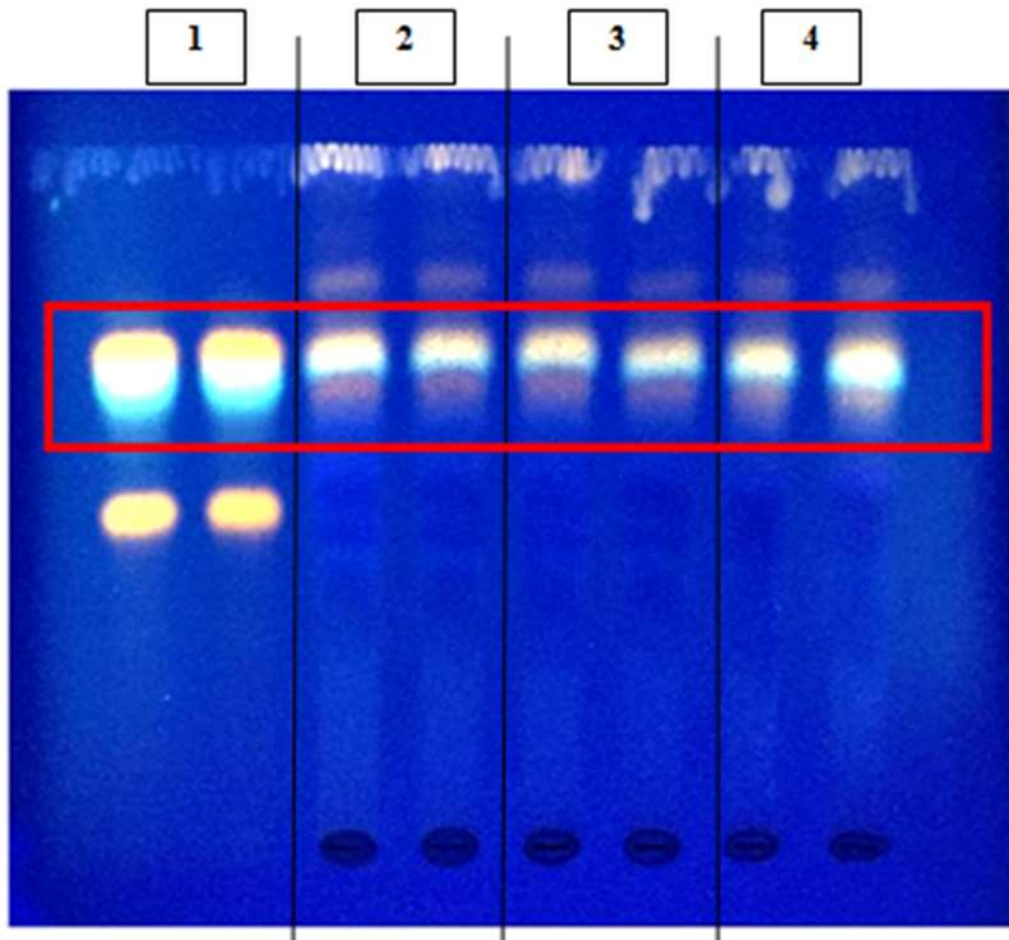


Abbildung 8: Experiment zur Methodenentwicklung (verschiedene Konzentrationen des Ursaftes); 1-Referenzlösung, 2-Ursaft 1:1, 3-Ursaft 1:2, 4-Ursaft 1:5; Bestrahlung mit UV-Licht; aufgenommen am 14.01.2015

12 Literatur- und Quellenverzeichnis

¹ <http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/flavonoide/24810>

(Stand: 29.09.2015, 17:17 Uhr)

² <http://www.chemie.de/lexikon/Flavonoide.html>

(Stand: 29.09.2015, 17:52 Uhr)

³ <https://www.ugb.de/ernaehrungsplan-praevention/arteriosklerose/>

(Stand: 29.09.2015, 17:55 Uhr)

⁴ <http://www.chemie.de/lexikon/Flavonoide.html>

(Stand: 29.09.2015, 18:00 Uhr)

⁵ <http://flexikon.doccheck.com/de/Flavonoid>

(Stand: 17.10.2015 13:45)

⁶ <http://www.chemie.de/lexikon/Flavonoide.html>

(Stand: 10.10.2015, 15:20 Uhr)

⁷ <http://www.gesundheit.de/lexika/medizin-lexikon/flavonoide>

(Stand: 17.10.2015 16:42Uhr)

⁸ [https://books.google.de/books?id=ioSEBwAAQBAJ&pg=PA244&lpg=PA244&dq=flavonoide+%2B+oxidationsstufe&source=bl&ots=7zyb-](https://books.google.de/books?id=ioSEBwAAQBAJ&pg=PA244&lpg=PA244&dq=flavonoide+%2B+oxidationsstufe&source=bl&ots=7zyb-teA6d&sig=KoHueLkpeemgUvGznTORYRwQglU&hl=de&sa=X&ved=0CC8Q6AEwAmoVChMI0-TyqNbMyAIVRI0sCh0magnR#v=onepage&q=flavonoide%20%2B%20oxidationsstufe&f=false)

[teA6d&sig=KoHueLkpeemgUvGznTORYRwQglU&hl=de&sa=X&ved=0CC8Q6AEw](https://books.google.de/books?id=ioSEBwAAQBAJ&pg=PA244&lpg=PA244&dq=flavonoide+%2B+oxidationsstufe&source=bl&ots=7zyb-teA6d&sig=KoHueLkpeemgUvGznTORYRwQglU&hl=de&sa=X&ved=0CC8Q6AEwAmoVChMI0-TyqNbMyAIVRI0sCh0magnR#v=onepage&q=flavonoide%20%2B%20oxidationsstufe&f=false)

[AmoVChMI0-TyqNbMyAIVRI0sCh0magnR#v=onepage&q=flavonoide%20%2B%20](https://books.google.de/books?id=ioSEBwAAQBAJ&pg=PA244&lpg=PA244&dq=flavonoide+%2B+oxidationsstufe&source=bl&ots=7zyb-teA6d&sig=KoHueLkpeemgUvGznTORYRwQglU&hl=de&sa=X&ved=0CC8Q6AEwAmoVChMI0-TyqNbMyAIVRI0sCh0magnR#v=onepage&q=flavonoide%20%2B%20oxidationsstufe&f=false)

[oxidationsstufe&f=false](https://books.google.de/books?id=ioSEBwAAQBAJ&pg=PA244&lpg=PA244&dq=flavonoide+%2B+oxidationsstufe&source=bl&ots=7zyb-teA6d&sig=KoHueLkpeemgUvGznTORYRwQglU&hl=de&sa=X&ved=0CC8Q6AEwAmoVChMI0-TyqNbMyAIVRI0sCh0magnR#v=onepage&q=flavonoide%20%2B%20oxidationsstufe&f=false)

[oxidationsstufe&f=false](https://books.google.de/books?id=ioSEBwAAQBAJ&pg=PA244&lpg=PA244&dq=flavonoide+%2B+oxidationsstufe&source=bl&ots=7zyb-teA6d&sig=KoHueLkpeemgUvGznTORYRwQglU&hl=de&sa=X&ved=0CC8Q6AEwAmoVChMI0-TyqNbMyAIVRI0sCh0magnR#v=onepage&q=flavonoide%20%2B%20oxidationsstufe&f=false)

(Stand: 16.10.2015, 18:52 Uhr)

⁹ [http://www.mri.bund.de/fileadmin/Institute/PBE/Sekundaere_Pflanzenstoffe/](http://www.mri.bund.de/fileadmin/Institute/PBE/Sekundaere_Pflanzenstoffe/Flavonoide.pdf)

[Flavonoide.pdf](http://www.mri.bund.de/fileadmin/Institute/PBE/Sekundaere_Pflanzenstoffe/Flavonoide.pdf)

(Stand: 10.10.2015, 14:38 Uhr)

¹⁰ <http://www.chemie.de/lexikon/Flavonoide.html>

(Stand: 10.10.2015, 15:14 Uhr)

¹¹ <http://www.chemie.de/lexikon/Flavonoide.html>

(Stand: 09.10.2015, 15:01 Uhr)

¹² <http://www.chemie.de/lexikon/Flavonoide.html>

(Stand: 09.10.2015, 15:01 Uhr)

-
- ¹³ Dr.Künkele, Ute, Lohmeier, Till: Heilpflanzen und Kräuter. Bestimmen, Sammeln, Anwendung und Wirkung. 1. Auflage, 2007. Parragon Books Ltd. S. 34
- ¹⁴ <http://www.chemie.de/lexikon/Flavonoide.html>
(Stand: 09.10.2015, 15:01 Uhr)
- ¹⁵ <http://www.chemie.de/lexikon/Flavonoide.html>
(Stand: 09.10.2015, 15:01 Uhr)
- ¹⁶ <http://www.welt.de/wissenschaft/article133702962/Spezieller-Kakaotrunk-verbessert-das-Gedaechtnis.html>
(Stand: 17.10.2015 13:49 Uhr)
- ¹⁷ <http://pflanzen-lexikon.com/Box/Vaccinium.html>
(Stand: 05.10.2015, 18:09 Uhr)
- ¹⁸ <http://pflanzen-lexikon.com/Box/Vaccinium.html>
(Stand: 05.10.2015, 18:05 Uhr)
- ¹⁹ Wichtl,Max: Teedrogen und Phytopharmaka. Ein Handbuch für die Praxis auf wissenschaftlicher Grundlage. 5. Auflage, 2009. S.403-407
- ²⁰ Neuer Honos Verlag: Wegweiser durch die Natur. Die Tiere und Pflanzen Mitteleuropas. Sonderausgabe, Köln. S. 87.
- ²¹ Neuer Honos Verlag: Wegweiser durch die Natur. Die Tiere und Pflanzen Mitteleuropas. Sonderausgabe, Köln. S. 87.
- ²²http://www.botanischergarten.hhu.de/fileadmin/redaktion/Botanischer_Garten/Suedafrika-Haus/Ericaceae.pdf
(Stand: 14.09.2015 16:41 Uhr)
- ²³ Wichtl,Max: Teedrogen und Phytopharmaka. Ein Handbuch für die Praxis auf wissenschaftlicher Grundlage. 5. Auflage, 2009. S.403-407
- ²⁴ Wichtl,Max: Teedrogen und Phytopharmaka. Ein Handbuch für die Praxis auf wissenschaftlicher Grundlage. 5. Auflage, 2009. S.403-407
- ²⁵ <http://www.onmeda.de/medikamente/glossar/A/adstringierend.html>
(Stand: 05.10.2015, 16:25 Uhr)
- ²⁶ Wichtl,Max: Teedrogen und Phytopharmaka. Ein Handbuch für die Praxis auf wissenschaftlicher Grundlage. 5. Auflage, 2009. S.403-407
- ²⁷ Wichtl,Max: Teedrogen und Phytopharmaka. Ein Handbuch für die Praxis auf wissenschaftlicher Grundlage. 5. Auflage, 2009. S.403-407

²⁸ <http://www.onmeda.de/heilpflanzen/heidelbeeren-wirkung-und-inhaltsstoffe-3172-2.html>

(Stand: 08.09.2015)

²⁹ Dr.Künkele, Dr. Ute, und Lohmeier, Till: Heilpflanzen und Kräuter. Bestimmen, Sammeln, Anwendung und Wirkung. 1. Auflage, 2007. Parragon Books Ltd. S. 147,148

³⁰ Wichtl,Max: Teedrogen und Phytopharmaka. Ein Handbuch für die Praxis auf wissenschaftlicher Grundlage. 5. Auflage, 2009. S.403-407

³¹ <http://www.onmeda.de/heilpflanzen/heidelbeeren-wirkung-und-inhaltsstoffe-3172-2.html>

(Stand: 08.09.2015)

³² <http://www.warensortiment.de/labortechnik/chromatographie.htm>

(Stand: 18.10.2015, 20:49)

³³ <http://www.pharmbiol.cup.uni-muenchen.de/download/pbiii/dc.pdf>

(Stand: 18.10.2015, 20:55)

³⁴ <http://www.pharmbiol.cup.uni-muenchen.de/download/pbiii/dc.pdf>

(Stand: 18:10.2015, 21:00)

³⁵ <http://www.rabenhorst.de/unsere-saefte/saft/waldheidelbeere/>

(Stand: 09.10.2015, 13:56 Uhr)

³⁶ Europäisches Arzneibuch. Band 2. 8. Ausgabe, 2014. Deutscher Apotheker Verlag. S.2141

³⁷ Der Jugendbrockhaus. Band 3. 6. Auflage. F.A.Brockhaus Mannheim-Leipzig. S.244

³⁸ <http://www.spektrum.de/lexikon/biologie-kompakt/mykotropie/7907>

(Stand: 05.10.2015 , 19:57 Uhr)

³⁹ <http://www.natur-lexikon.com/Texte/MZ/003/00245-Heidelbeere/MZ00245-Heidelbeere.html>

(Stand: 06.10.2015, 17:56 Uhr)

⁴⁰ <http://www.natur-lexikon.com/Texte/MZ/003/00245-Heidelbeere/MZ00245-Heidelbeere.html>

(Stand: 06.10.2015, 17:56 Uhr)

⁴¹ <http://image.caglarorhan.com/2013/2/13/resimli-atlas.pdf> S. 8

(Stand: 06.10.2015, 18:04 Uhr)

⁴² <http://www.fremdwort.de/suchen/bedeutung/adstringierend>

(Stand: 05.10.2015 , 20:02 Uhr)

⁴³ <http://image.caglarorhan.com/2013/2/13/resimli-atlas.pdf> S.189

(Stand: 06.10.2015,11:00 Uhr)

⁴⁴ <http://www.pflanzenforschung.de/index.php?cID=7945>

(Stand: 06.10.2015, 09:32 Uhr)

⁴⁵ <http://flexikon.doccheck.com/de/Chlorogens%C3%A4ure>

(Stand: 06.10.2015, 18:16 Uhr)

⁴⁶ http://www.giftpflanzen.com/Copyright_giftpflanzen.com/chlorogensaeure.gif

(Stand: 06.10.2015, 18:16 Uhr)

⁴⁷ <http://www.haemorrhiden.net/haemorrhoiden/symptome/sind-es-vergroesserte-haemorrhoiden-id72141.html>

(Stand: 06.10.2015, 18:26 Uhr)

⁴⁸ <http://www.uni->

[duesseldorf.de/MathNat/Biologie/Didaktik/zucker/Zucker/invertzuckersirup.html](http://www.uni-duesseldorf.de/MathNat/Biologie/Didaktik/zucker/Zucker/invertzuckersirup.html)

(Stand: 06.10.2015, 18:31 Uhr)

⁴⁹ <http://www.pharmbiol.cup.uni-muenchen.de/download/pbiii/dc.pdf>

(Stand: 08.10.2015, 11:05)

⁵⁰ <http://www.werner-knoben.de/rossleben2001/doku/kurs72web/img68.gif>

(Stand: (08.10.2015, 11:22)

⁵¹ <http://www.pharmbiol.cup.uni-muenchen.de/download/pbiii/dc.pdf>

(Stand: 08.10.2015, 11:05)

⁵² <http://www.pharmbiol.cup.uni-muenchen.de/download/pbiii/dc.pdf>

(Stand: 08.10.2015, 11:05)

⁵³ <http://flexikon.doccheck.com/de/Kapillarkraft>

(Stand: 08.10.2015, 10:26 Uhr)

⁵⁴ <http://www.chemie.de/lexikon/Adsorption.html>

(Stand: 08.10.2015, 10:20 Uhr)

⁵⁵ http://www.emf-portal.de/gl_detail.php?l=g&id=3452

(Stand: 08.10.2015, 11:43 Uhr)

⁵⁶ <http://www.duden.de/rechtschreibung/Charge>

(Stand: 07.10.2015, 14:51 Uhr)

⁵⁷ <http://www.chemgapedia.de/vsengine/glossary/de/detektion.glos.html>

(Stand: 08.10.15, 12:25 Uhr)

⁵⁸ <http://www.chemgapedia.de/vsengine/glossary/de/chromatogramm.glos.html>

(Stand: 08.10.15, 11:46 Uhr)

13 Danksagung

Abschließend bedanken wir uns bei allen Personen, die uns während der Anfertigung unserer Seminarfacharbeit begleitet und unterstützt haben.

Dabei ist zunächst Frau Brigitte Stephan zu erwähnen, die uns immer mit Rat und Tat zur Seite stand. Ein weiteres Dankeschön geht an die Mitarbeiter der Böttger-Apotheke in Schleiz, ohne die wir unsere Seminarfacharbeit nicht hätten durchführen können, da sie uns zu jeder Zeit bei Problemen halfen und die Materialien, Chemikalien und Räumlichkeiten zur Verfügung stellten. Ebenfalls bedanken wir uns bei Frau Nowak für die Hilfestellung bei der Gestaltung unserer Facharbeit.

Im besonderen Maße ist jedoch Dr. rer. nat. Jörg Wittig zu danken. Er unterstützte uns sowohl finanziell, als auch bei fachlichen Problemen mit durchgehender Motivation und nie fehlendem Interesse.

Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Seminarfacharbeit selbstständig und ohne unerlaubte Hilfe verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Alle wörtlichen und sinngemäßen Übernahmen aus anderen Werken sind als solche kenntlich gemacht.

Enders, Elisabeth

Müller, Julie

Voigt, Moritz

Wurziger, Sarah

Schleiz, 20. Oktober 2015

eigenhändige Unterschriften