



# DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

**Anknüpfungspunkte in den didaktischen Grundprinzipien der  
Montessori-Pädagogik für die Fachdidaktik des Unterrichts-  
faches Haushaltsökonomie und Ernährung: Entwicklung und  
Erprobung von Unterrichtsmaterialien für die Sekundarstufe**

verfasst von / submitted by

**Florian Luksch**

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the  
degree of

**Magister der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)**

Wien, 2019 / Vienna, 2019

Studienkennzahl lt. Studienblatt /  
degree programme code as it appears on  
the student record sheet:

A 190 445 477

Studienrichtung lt. Studienblatt /  
degree programme as it appears on  
the student record sheet:

Lehramtsstudium UF Biologie und Umweltkunde,  
UF Haushaltsökonomie und Ernährung

Betreut von / Supervisor:

Ass.-Prof. Dr. paed. Claudia Maria Angele



Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit mit dem Titel „Anknüpfungspunkte in den didaktischen Grundprinzipien der Montessori-Pädagogik für die Fachdidaktik des Unterrichtsfaches Haushaltsökonomie und Ernährung: Entwicklung und Erprobung von Unterrichtsmaterialien für die Sekundarstufe“ selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen benutzt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche gekennzeichnet. Die Arbeit wurde bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch nicht veröffentlicht.

Wien, am 22.09.2019

Florian Luksch



## **Zusammenfassung**

Ziel der vorliegenden Diplomarbeit war es, Anknüpfungspunkte zwischen den didaktischen Grundprinzipien von Maria Montessori und dem Unterrichtsfach Haushaltsökonomie und Ernährung aufzuzeigen. Für die didaktisch-methodische Umsetzung wurden verschiedene Unterrichtsmaterialien zum Thema der sekundären Pflanzenstoffe für das freie Arbeiten konzipiert. Den verschiedenen Materialblöcken wurden Kurzfragebögen beigelegt, welche von den SchülerInnen nach der Arbeit mit dem jeweiligen Unterrichtsmaterial ausgefüllt wurden. Dadurch wird eine anonyme Rückmeldung zu den eingesetzten Unterrichtsmaterialien seitens der SchülerInnen mittels Fragebogen gewährleistet. Des Weiteren wurde ein anonymisiertes Feldprotokoll vom Lehrer ausgefüllt. Dieses diente der Dokumentation von relevanten Beobachtungen während der Phase der freien Arbeit mit dem Material. Die Ergebnisse der Durchführung und Evaluierung der Unterrichtseinheit zeigten auf, dass die SchülerInnen diese Art der Wissensvermittlung befürworten und eine regelmäßige Einbindung in den Unterricht wünschen. Die Unterrichtsmaterialien wurden aufgrund ihrer Verständlichkeit, Übersichtlichkeit, Optik, sowie der neuen Art des Lernens ausgewählt. Diese Art des Lernens war in Form der freien Arbeit förderlich für das selbstständige Arbeiten. Es konnte bestätigt werden, dass die didaktischen Grundprinzipien von Maria Montessori in dem Unterrichtsfach Haushaltsökonomie und Ernährung angewendet werden können beziehungsweise bereits im Lehrplan vorgesehen sind.

## **Abstract**

The aim of the present diploma thesis was to show interfaces between the basic didactic principles of Maria Montessori and the school subject of household economics and nutrition. For the didactic-methodical implementation, various teaching materials about Phytochemicals were designed for free working. Short questionnaires were enclosed with the various material blocks, which were filled in by the students after working with the respective teaching material. This ensures anonymous feedback on the teaching materials. Furthermore, an anonymous field protocol was filled in by the teacher.

This served to document relevant observations during the phase of free work with the material. The results of the implementation and evaluation of the lesson showed that the students were in favour of this type of knowledge transfer and a regular involvement of the educational theory of Montessori in the lessons. The teaching materials were chosen for their comprehensibility, clear arrangement, visual appearance and this new way of learning. This type of learning was conducive for independent work. It was confirmed that the basic didactic principles of Maria Montessori can be applied in the subject of housekeeping economics and nutrition respectively are already intended in the curriculum.

## Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis .....	iii
Abbildungsverzeichnis .....	iv
Tabellenverzeichnis .....	vi
1. Einleitung mit Zielsetzung und zentralen Fragestellungen der Arbeit ....	1
2. Forschungsdesign.....	3
2.1. Zielgruppe und Methodik der Evaluation der Unterrichtsmaterialien.	3
2.2. Aufbau der Evaluationsinstrumente.....	5
2.3 Evaluation in der Schule.....	6
3. Didaktische Grundprinzipien nach Maria Montessori.....	7
4. Zielsetzung des Unterrichtsfaches Haushaltsökonomie und Ernährung.....	10
5. Anknüpfungspunkte zwischen den didaktischen Grundprinzipien nach Maria Montessori und den Zielen des Unterrichtsfaches Haushaltsökonomie und Ernährung.....	11
6. Sachanalyse zum Unterrichtsthema „Sekundäre Pflanzenstoffe“.....	12
6.1. Carotinoide.....	13
6.2. Saponine.....	14
6.3. Phytosterine.....	14
6.4. Glucosinolate.....	15
6.5. Polyphenole (Flavonoide) .....	15
6.6. Protease-Inhibitoren.....	15
6.7. Terpene.....	16
6.8. Phytoöstrogene.....	16
6.9. Sulfide.....	16
7. Entwicklung von Unterrichtsmaterialien zum ausgewählten Thema für den Einsatz in der freien Arbeit nach Maria Montessori.....	17
8. Erprobung der Unterrichtsmaterialien und Ergebnisse der Evaluierung.	20
8.1. Unterrichtsablauf.....	20
8.2. Erster Auswertungsschritt im Rahmen der Evaluierung der Unterrichtsmaterialien.....	22
8.2.1. Materialblock 1 – Bedeutung und Vorkommen der sekundären Pflanzenstoffe.....	22

8.2.2. Materialblock 2 – Carotinoide.....	24
8.2.3. Materialblock 3 - Polyphenole.....	26
8.2.4. Materialblock 4 – Nahrungsergänzungsmittel.....	28
8.2.5. Materialblock 5 – Chemie im Alltag.....	30
8.3. Zweiter Auswertungsschritt.....	32
8.3.1. Zusammengefasste Ergebnisse aus dem Beobachtungs- bogen und den Schüler-Kurzfragebögen durch die Lehrperson.....	32
9. Methodendiskussion.....	36
10. Zusammenfassung .....	38
11. Literaturverzeichnis.....	41
12. Anhang.....	46
12.1. Materialien.....	46
12.2. Fragebogen für die SchülerInnen.....	70
12.3. Beobachtungsbogen für die Lehrperson .....	72

## **Abkürzungsverzeichnis**

Abb.	Abbildung
n	Anzahl der SuS in der Gruppe
SuS	SchülerInnen
vgl.	Vergleiche

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Sekundäre Pflanzenstoffe und ihre physiologische Wirkung auf den Körper.....	13
Abbildung 2: Auswahlkriterien Material 1.....	23
Abbildung 3: Wahrnehmung nach Bearbeitung von Material 1.....	24
Abbildung 4: Auswahlkriterien Material 2.....	25
Abbildung 5: Wahrnehmung nach Bearbeitung von Material 2.....	25
Abbildung 6: Einschätzung des Inhalts der Unterrichtsstunde von Material 2.....	26
Abbildung 7: Auswahlkriterien Material 3.....	27
Abbildung 8: Wahrnehmung nach Bearbeitung von Material 3.....	27
Abbildung 9: Einschätzung des Inhalts der Unterrichtsstunde von Material 3.....	28
Abbildung 10: Auswahlkriterien Material 4.....	29
Abbildung 11: Wahrnehmung nach Bearbeitung von Material 4.....	29
Abbildung 12: Einschätzung des Inhalts der Unterrichtsstunde von Material 4.....	30
Abbildung 13: Auswahlkriterien Material 5.....	31
Abbildung 14: Wahrnehmung nach Bearbeitung von Material 5.....	31
Abbildung 15: Gesamte Einschätzung des Inhalts der Unterrichtsstunde von Material 1-5 .....	32
Abbildung 16: Aufteilung der SchülerInnen (x) in der Klasse. Ein (x) entspricht zwei SchülerInnen.....	33
Abbildung 17: Tomate.....	46
Abbildung 18: Karfiol.....	48
Abbildung 19: Brokkoli.....	48
Abbildung 20: Schwarztee.....	48
Abbildung 21: Vollkornbrot.....	48
Abbildung 22: Zitrusfrüchte.....	48
Abbildung 23: Zwiebel und Knoblauch.....	48
Abbildung 24: Grüntee.....	49
Abbildung 25: Efeu.....	49
Abbildung 26: Leinsamen.....	49

Abbildung 27: Kürbis.....	49
Abbildung 28: Nudeln, Reis, Kartoffeln.....	49
Abbildung 29: Weintrauben.....	49
Abbildung 30: Sonnenblumenkerne.....	50
Abbildung 31: Pfefferminze.....	50
Abbildung 32: Radieschen.....	50
Abbildung 33: Tomate.....	50
Abbildung 34: Soja.....	50
Abbildung 35: Lauch.....	50
Abbildung 36: Unterschiedliche Samen.....	51
Abbildung 37: Kohl.....	51
Abbildung 38: Weizenfeld.....	51
Abbildung 39: Chemische Strukturformel von ausgewählten Carotinoiden.....	55
Abbildung 40: Goldener Reis.....	56
Abbildung 41: Teepolyphenole und ihre Untergruppen.....	58

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Materialblöcke und ihre inhaltlichen Schwerpunkte.....	18
Tabelle 2: Überblick über die Anzahl an ausgefüllten Fragebögen durch die SchülerInnen.....	22
Tabelle 3: Sekundäre Pflanzenstoffe: Bedeutung und Vorkommen.....	47
Tabelle 4: Die Bedeutung der sekundäre Pflanzenstoffe für die Pflanze.....	52
Tabelle 5: Auswahl einiger sekundäre Pflanzenstoffe.....	53

## **1. Einleitung mit Zielsetzung und zentralen Fragestellungen der Arbeit**

Schule ist ein Ort, an dem die Chancen und die Voraussetzungen für Bildungsprozesse geschaffen werden und Bildungsprozesse vielfältiger Art stattfinden. Hilfestellungen und Wege, die zum eigenständigen Handeln und zu gesellschaftlicher Mitsprache und Mitbestimmung führen können, stehen im Vordergrund, sind jedoch zum Teil unterrichtlich schwer umzusetzen (Breidenstein et al., 2014; Helmke, 2014).

In den letzten Jahrzehnten haben die gesellschaftlichen Umstrukturierungsprozesse dazu beigetragen, dass sich die heranwachsenden SchülerInnen im System Schule immer weniger anpassen. Es bedarf der Maßnahmen und Lernarrangements, die Entwicklungs- und Lernprozesse für SchülerInnen ermöglichen. Zeit- und Notendruck werden ab der Volksschule aufgebaut und erreichen bis zur Matura ihren Höhepunkt. In dieser begrenzten Zeit müssen nun LehrerInnen den Jahresplan eines Unterrichtsfaches bestmöglich umsetzen. Aufgrund dessen können zeitintensive Gruppenarbeiten oder freies Arbeiten oft nur selten eingesetzt werden. Durch enge Jahrespläne ist es für LehrerInnen oft schwierig, in der Unterrichtsgestaltung die Zeit einzuplanen, verschiedene Lernsituationen anzubieten, die selbsttätiges und selbständiges Arbeiten seitens der SchülerInnen ermöglichen. Maria Montessori erkannte diese Problematik schon vor über 100 Jahren. Trotzdem ist ihre Pädagogik auch heute noch so zeitgemäß wie am Anfang des reformpädagogischen Zeitalters (Breidenstein et al., 2014; Helmke, 2014).

Ziel der Arbeit ist es, Anknüpfungspunkte zwischen den didaktischen Grundprinzipien der Montessori-Pädagogik und den Zielen des Unterrichtsfaches Haushaltsökonomie und Ernährung aufzuzeigen, sowie zu erproben, wie Unterrichtsmaterialien für die freie Arbeit im Fachunterricht konzipiert und eingesetzt werden können.

Die zentrale Forschungsfragen der vorliegenden Arbeit lauten:

- 1) Welche Anknüpfungspunkte zeigen sich zwischen den didaktischen Grundprinzipien der Montessori-Pädagogik und den Zielen des Unterrichtsfaches Haushaltsökonomien und Ernährung?
- 2) Wie können strukturierte Unterrichtsmaterialien zu einem Thema des Unterrichtsfaches Haushaltsökonomien und Ernährung für Phasen der Freien Arbeit im Unterricht konzipiert werden?
- 3) Welche Erkenntnisse bringt die Erprobung und die Evaluierung der Materialien aus LehrerInnen- und SchülerInnenperspektive auch im Hinblick auf eine Weiterentwicklung der Unterrichtsmaterialien?
- 4) Wie muss auf dem Hintergrund der Erprobung und Evaluierung eine Adaption und Weiterentwicklung der Unterrichtsmaterialien aussehen?

Im theoretischen Teil der Arbeit werden zuerst Anknüpfungspunkte zwischen den didaktischen Grundprinzipien der Montessori-Pädagogik und den Zielen des Unterrichtsfaches Haushaltsökonomie und Ernährung erarbeitet.

Für die didaktisch-methodische Umsetzung werden Unterrichtsmaterialien zum Thema der sekundären Pflanzenstoffe nach den didaktischen Grundprinzipien nach Maria Montessori für das freie Arbeiten konzipiert. Insbesondere werden dabei die folgenden didaktischen Grundsätze nach Montessori berücksichtigt:

- Themen und Aufgaben zur Wahl stellen
- Lernen mit allen Sinnen
- Möglichkeit für aktives Entdecken, Bewegung und Tun geben
- Lernen im eigenen Rhythmus und Tempo ermöglichen

(Holtstiege, 2009; Montessori, 2010)

Die Unterrichtsmaterialien werden gezielt für SchülerInnen in der Sekundarstufe zu einem ernährungsbezogenen Thema gemäß Lehrstoff der ausgewählten Klassenstufe entwickelt und in dieser Schulstufe erprobt. Die Materialien werden mittels eines Kurzfragebogens aus Perspektive der SchülerInnen und durch die unterrichtliche Beobachtung der Lehrperson evaluiert.

## **2. Forschungsdesign**

In diesem Kapitel wird die methodische Vorgehensweise im Rahmen dieser Arbeit näher beschrieben.

### **2.1. Zielgruppe und Methodik der Evaluation der Unterrichtsmaterialien**

Die Schulstufe wird eine zweite Klasse einer höheren Lehranstalt für wirtschaftliche Berufe (HLW) sein. Das Alter der SchülerInnen wird zwischen 15 und 16 Jahren liegen und in der Klasse werden etwa 20 SchülerInnen – freiwillig und nach Erteilung des elterlichen Einverständnisses – am Unterricht mit den entwickelten Unterrichtsmaterialien teilnehmen. Die SchülerInnen wählen aus dem Materialangebot aus und entscheiden selber, ob sie die Materialien allein oder in Partner- oder Gruppenarbeit bearbeiten wollen. Da den SchülerInnen mehrere Materialien vorgelegt werden, werden nicht alle in derselben Zeit von den SchülerInnen bearbeitet werden können. Des Weiteren werden die SchülerInnen nicht denselben Wissensstand nach einer Unterrichtseinheit besitzen, da die Materialien inhaltlich auf unterschiedliche Schwerpunkte fokussieren und unterschiedlich aufgebaut sind und sich die SchülerInnen in individuellem Tempo mit den Materialien auseinandersetzen können.

Den verschiedenen Materialblöcken werden Kurzfragebögen beigelegt, welche von den SchülerInnen nach der Arbeit mit dem jeweiligen Unterrichtsmaterial ausgefüllt werden. Dadurch wird eine anonyme Rückmeldung zu den eingesetzten Unterrichtsmaterialien seitens der SchülerInnen mittels Fragebogen gewährleistet. Des Weiteren wird ein anonymisiertes Feldprotokoll vom Lehrer ausgefüllt. Dieses dient der Dokumentation von relevanten Be-

obachtungen während der Phase der freien Arbeit mit dem Material (Altrichter et al., 2018).

Der Fragebogen wurde aufgrund seiner Einfachheit als Forschungsinstrument ausgewählt. Er ist ein flexibles und schnelles Instrument für die Datensammlung. Aufgrund der begrenzten Zeit der Unterrichtseinheit in der Schule kann so eine große Menge an Informationen von den SchülerInnen generiert werden. Nach der Analyse der Fragebögen kann ein Zwischenergebnis rasch erstellt werden. Diese standardisierte Erhebung von Daten vereinfacht die Auswertung. Aufgrund der Bearbeitungszeit des Fragebogens können sich die SchülerInnen mehr Zeit für die Beantwortung der Fragen lassen, somit werden auch überstürzte und wenig überlegte Antworten vermieden. Des Weiteren sicherte der Fragebogen die Anonymität der SchülerInnen (Altrichter et al., 2018).

Um weitere Daten sammeln zu können, wurde zudem ein Beobachtungsbogen eingesetzt. Durch den Vergleich der schriftlichen Auswertung der Schüler-Fragebögen mit dem Beobachtungsbogen (ausgefüllt durch die Lehrperson) können unterschiedliche SchülerInnen- und LehrerInnen-Perspektiven aufgezeigt werden. Dadurch können mehr Details ausgearbeitet und interpretiert werden. Des Weiteren werden während einer Beobachtung verbale und nonverbale Verhaltenssequenzen erfasst sowie im Anschluss ausgewertet und gedeutet. Für die Interpretation von unterrichtlichem Verhalten der SchülerInnen wäre die Video-Aufzeichnung eine ebenfalls gut geeignete Methodik, es wurde sich jedoch gegen diese Art der Datensammlung entschieden, da diese einen weitaus größeren organisatorischen Aufwand dargestellt hätte. Außerdem wurde davon ausgegangen, dass die Teilnehmeranzahl geringer gewesen wäre, da hierfür sehr wahrscheinlich nicht alle Erziehungsberechtigten ihr Einverständnis gegeben hätten. Des Weiteren hätte die Video-Aufzeichnung bei den SchülerInnen gegebenenfalls ein verzerrtes Verhalten mit sich bringen können (Altrichter et al., 2018).

Der Beobachtungsbogen für die Lehrperson knüpft zudem an das Prinzip von Maria Montessori an, bei dem die Hauptaufgabe des Erziehers/ der Erziehe-

rin darin besteht, nach der Einführung in das Material, die SchülerInnen bei der freien Arbeit zu beobachten und ihnen genügend Zeit zur Selbsttätigkeit zu geben (Altrichter et al., 2018; Montessori, 2010).

## **2.2. Aufbau der Evaluationsinstrumente**

Der Fragebogen enthält vor allem geschlossene Fragen unter Vorgabe von zwei (ja/nein) Antwortmöglichkeiten. Die letzte Frage ist eine Skalenfrage (viel zu einfach, eher zu einfach, ...)

Als erstes wurde das Befragungsziel festgelegt, dies ist die Bewertung der entwickelten und eingesetzten Materialien. Ein Prinzip von Maria Montessori ist das individuelle und das gemeinsame Lernen. Da keine Vorgaben bei der Gruppengröße gemacht werden, ist die Gruppengröße während der freien Arbeit interessant. Durch das Ergebnis kann man sehen, ob die SchülerInnen bevorzugt alleine oder in der Gruppe arbeiten.

Die eingesetzten Materialien sind so aufgebaut, dass man diese in etwa 10-15 Minuten bearbeiten kann. Dadurch soll gewährleistet werden, dass die SchülerInnen mindestens zwei unterschiedliche Materialien in einer Unterrichtseinheit bearbeiten können und in ihrem eigenen Tempo arbeiten können. Die Dauer der Auseinandersetzung mit den einzelnen Materialblöcken sind wichtige Rückmeldungen, da es wichtig ist, dass die Materialien so ausgestaltet werden, dass sie die Unterrichtseinheit ausfüllen können beziehungsweise die Inhalte des Lehrplans erfüllen können.

Die SchülerInnen sollen beantworten, auf Basis welcher Kriterien sie die Materialien ausgewählt haben. Eine weitere Frage, soll erläutern, ob sich diese Kriterien nach der Bearbeitung der Materialien bestätigt haben oder nicht. Ziel der Arbeit war, die Materialien nach den Grundprinzipien der Montessori Pädagogik zu entwickeln. Durch die Auswertung diese Frage, kann eruiert werden, ob dies gelungen ist.

Ein wesentliches Grundprinzip von Montessori ist die Möglichkeit des selbstständigen Arbeitens. Ob dies mit den erprobten Materialien möglich ist, wird im Fragebogen erfragt.

Die letzte Frage des Fragebogens dient der Rückmeldung für den/die LehrerIn, ob die SchülerInnen den Inhalt der Unterrichtseinheit als zu leicht oder als zu schwer empfunden haben.

Der Beobachtungsbogen der Lehrperson dient der Ergänzung des SchülerInnen-Fragebogens. Dabei wurden Bereiche ausgewählt, welche die Raumaufteilung in der Klasse beschreiben. Des Weiteren sollen verbale und non-verbale Reaktionen und Eindrücke beobachtet und beschrieben werden. Hinsichtlich der vorbereiteten Fragen ist ein Bereich der sonstigen Beobachtungen für die Beobachtung sehr hilfreich.

### **2.3. Evaluation in der Schule**

In der Schule erfolgt Evaluation auf unterschiedlichen Ebenen. Dadurch können Rückschlüsse auf die Gestaltung von Lernprozessen erfolgen. Kooperationen innerhalb des Kollegiums und der Schulleitung sind ein weiterer Teil des Evaluationsprozess. Kommunikation zwischen diesen Parteien ist ein wichtiger Bestandteil davon (Buhren, 2018; Burkhard und Eikenbusch, 2000).

In Bereich des Unterrichtes richtet sich die Evaluation auf die Umsetzung der Lehrziele und Lernziele. Dadurch können Rückschlüsse auf die Gestaltung von Lernprozessen erfolgen. Evaluation dient LehrerInnen als Hilfsmittel, um Schule und Unterricht zu reflektieren und zu bewerten, dadurch sollen Verbesserungspotentiale festgestellt werden. Ein wichtiger Aspekt der Evaluation ist die Selbstkontrolle des eigenen Unterrichts. In Folge dessen soll eine Optimierung von Lernprozessen stattfinden und die Lernleistungen von SchülerInnen verbessert werden (Buhren, 2018; Burkhard und Eikenbusch, 2000).

Die durchgeführte Studie hat das Ziel, die eingesetzten Unterrichtsmaterialien durch die SchülerInnen und durch die Lehrperson zu bewerten. Sie stellt eine Verbindung zwischen der Perspektive der LehrerInnen und SchülerInnen her. Durch die Rückmeldungen und die Auswertung des Fragebogens der SchülerInnen und des Beobachtungsbogen der Lehrperson werden die Hinweise der SchülerInnen konkretisiert. Die Beurteilung dient LehrerInnen dazu, ihren Fortschritt im Unterricht zu verfolgen. Dadurch werden der Arbeitserfolg sowie Lehrziele und Lernziele sichtbar. Des Weiteren gibt die Studie die Möglichkeit zur Verbesserung des eigenen Unterrichts durch die Weiterentwicklung der eingesetzten Unterrichtsmaterialien.

Diese Evaluationsebenen können nicht getrennt voneinander betrachtet werden, sondern ergeben als Gesamtheit die Evaluation der Schule (Buhren, 2018; Burkhard und Eikenbusch, 2000).

### **3. Didaktische Grundprinzipien nach Maria Montessori**

Maria Montessori wurde am 31.08.1870 in Chiaravalle bei Ancona, Italien, geboren. Ihre Eltern verdeutlichten ihr den Wert der Selbstbestimmung schon in ihrer Kindheit. Mit zwölf Jahren zog die Familie nach Rom, um Maria eine bessere Schulbildung bieten zu können. Ihren Interessen nach Mathematik und Medizin konnte sie vorerst nicht nachgehen. Sie studierte zunächst Biologie und wurde als erste Medizinstudentin Italiens zugelassen. 1896, im Alter von 26 Jahren, promovierte sie als Doktorin der Medizin. Anschließend absolvierte sie ein Zweitstudium und erlangte ihren Professortitel in Anthropologie (Montessori, 2010; Schumacher, 2016).

Später arbeitete Maria Montessori in einer Nervenklinik. Hier erkannte sie, dass die psychischen Zustände in Verbindung mit der pädagogischen Behandlung stehen. Montessori konnte mit den Lernmaterialien zweier Ärzte bemerkenswerte Erfolge erzielen. Auf dieser Basis entwickelte sie darauf hin ihr pädagogisches Konzept und konzipierte einen reichhaltigen Materialschatz. Inspiriert wurde sie von den umfangreichen Beobachtungen der Kinder in der Nervenklinik. 1907 eröffnete sie ihr erste Kinderhaus „Casa dei

bambini“. Sie brachte ihre Pädagogik in die Gestaltung der Umgebung ein und verwendete erstmals Sinnesmaterialien bei nichtbehinderten Kindern. Sie fertigte Möbel an, welche kindlichen Maßen angepasst waren, stellte für Kinder interessante Materialien her und schaffte eine vorbereitete Umgebung, in der Kinder sich frei bewegen konnten (Montessori, 2010; Schumacher, 2016).

Durch die Pädagogik von Montessori wurde Kindern Eigenverantwortung zugesprochen. Sie bekamen Freiheit zum Arbeiten und konnten dadurch selber Erfahrungen sammeln. Auf der Grundlage von unterschiedlichen Materialien, freier und vorbereitender Umgebung sowie der Rolle des Erziehers/der Erzieherin schrieb Montessori 1909 das Buch „Il Metodo della Pedagogica Scientifica applicato all'educazione infantile nelle Case dei Bambini“ (Deutscher Titel: Die Entdeckung des Kindes). Nach etlichen Vorträgen und Weiterbildungen in Amerika, Europa und Asien verstarb Maria Montessori im Alter von 81 Jahren (Montessori, 2010; Schumacher, 2016).

Montessoris Grundannahme ist, dass das Kind als Baumeister seiner Selbst, seinen inneren Bauplan durch Antwort, Begabungen, Dialog, Herausforderung und Frage entwickelt. Sie gibt ihnen Raum, ihre Persönlichkeit auf freie Weise entwickeln zu können. Sie vertritt die Ansicht, dass Kinder lernfähig sind und sich individuell an unterschiedliche Situationen anpassen sollen. Ihr pädagogisches Konzept beginnt mit der Erziehung von Kindern und begleitet sie bis ins hohe Jugendalter. Ihre Pädagogik ist vor allem charakterisiert durch eine vorbereitete Lernumgebung als Voraussetzung dafür, dass die SchülerInnen im Rahmen von Freiarbeiten ihre Interessen, Fähigkeiten und Bedürfnisse in den Vordergrund stellen können. Auf der einen Seite ist es wichtig den Kindern zu helfen, wo sie die Hilfe benötigen. Auf der anderen Seite sollte man ihnen genügend Ruhe, Zeit und Gelegenheit zur Selbsttätigkeit geben, damit der eigene Lernprozess und die Freude daran, etwas selber gemacht oder allein geschafft zu haben, erhalten bleibt. Jedem Kind soll es im Rahmen der Montessori-Pädagogik möglich sein, seine persönlichen Fähigkeiten in seinem individuellen Tempo zu entwickeln (Montessori, 2010; Schumacher, 2016).

Im Rahmen der Montessori-Pädagogik gibt es unterschiedliche Möglichkeiten, wie SchülerInnen sich mit einem Thema als Teil der freien Arbeit auseinandersetzen können (Montessori, 2010; Schumacher, 2016).

Lernen durch Entdeckungen ist eine Form des Wissenserwerbs, in der die Eigenaktivität und die Neugierde von SchülerInnen im Vordergrund stehen. Konfliktlösungen, Beispiele und Erklärungen sowie Experimentieren sind wichtige Methoden des entdeckenden Lernens. Dabei kann das Unterrichtsarrangement zwischen einer freien Arbeit bis hin zu einer stark gelenkten Lernform variieren, welche zu unterschiedlichen Lernerfolgen führen können. Die Lernformen sollten den SchülerInnen ein Umfeld schaffen, in dem sie selbst entscheiden können, wie sie die vorgegebenen Aufgaben und Inhalte bearbeiten wollen. Dadurch können sie in ihrem eigenen Rhythmus und Tempo das Material alleine oder als Teil einer Gruppe bearbeiten (Montessori, 2010; Schumacher, 2016).

Montessori geht von dem Gedanken aus, dass Kinder weniger fremdbestimmt werden sollten, damit das Denken von ihnen ausgehen kann. Dadurch können Erkenntnisse individuell von jedem einzelnen Kind gewonnen werden. Es ist es wichtig, dass die Lehrkraft die Themen und Materialien vorbereitet und auf Vollständigkeit kontrolliert. Nach einer Einführung in das Thema und in die Materialien ist die Hauptaufgabe des Erziehers/der Erzieherin, die Beobachtung der Kinder in ihrer freien Arbeit. Während der Arbeitsphase soll der/die ErzieherIn den Kindern die Möglichkeit lassen, Fehler beziehungsweise Probleme im eigenen Tempo und auf eigene Art und Weise bewerkstelligen zu lassen. Der Umgang miteinander ist ein zentraler Punkt der Montessori-Pädagogik. Die Lehrkraft sollte sich in die Kinder hinein fühlen und auf Probleme eingehen können. Die empathische Wahrnehmung spielt dabei eine große Rolle. Man soll in die Fähigkeiten jedes einzelnen Kindes vertrauen und bei Problemen das Selbstvertrauen stärken (Montessori, 2010; Schumacher, 2016).

Die unterschiedlichen Materialien sollen im Rahmen der freien Arbeit möglichst viele Sinne ansprechen, damit SchülerInnen ihre Sinne spüren und verbessern können. Dieser ästhetische Aspekt spielt eine wichtige Rolle in der Ausgestaltung von Unterrichtsmaterialien nach den Grundprinzipien nach Maria Montessori (Montessori, 2010; Schumacher, 2016).

Zusammengefasst kann man festhalten, dass folgende didaktische Grundprinzipien in der Montessori-Pädagogik zentral sind:

- Themen und Aufgaben zur Wahl stellen
- Empathische Wahrnehmung und Beobachtung durch LehrerInnen
- Ruhe und Zeit als Voraussetzungen für selbstständiges Lernen
- Individuelles und gemeinsames Lernen
- Kooperation und respektvoller Umgang miteinander
- Lernen mit allen Sinnen
- Lernen im eigenen Rhythmus und Tempo ermöglichen
- Möglichkeiten für aktives Entdecken, Bewegung und Tun geben
- Lernen im freien Rahmen
- Eigenverantwortung ermöglichen

(Holtstiege, 2009; Montessori, 2010)

#### **4. Zielsetzung des Unterrichtsfaches Haushaltsökonomie und Ernährung**

Die Lehrpläne (Allgemeinbildende höhere Schule, AHS, und höhere Lehranstalt für wirtschaftliche Berufe, BHS) des Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung für das Unterrichtsfach Haushaltsökonomie und Ernährung zeigen klar, dass die Lernprozesse in den Bereichen von Sozial- und Selbstkompetenz durch Methodenvielfalt unterstützt werden sollen. Entscheidungs- und Handlungskompetenz sollen helfen, bedarfsgerechte Entscheidungen im Alltag treffen zu können (BMBWF 2018; BMBWF 2019).

Die Vermittlung von sozial- kulturwissenschaftlichen sowie naturwissenschaftlichen Erkenntnissen sind wichtige Zielsetzungen des Unterrichtsfaches

ches Haushaltsökonomie und Ernährung. Den SchülerInnen soll eine Vernetzung zwischen Gesundheitserhaltung und ihrer Alltagsgestaltung aufgezeigt werden. Dazu sollen sie ihre Ernährungsgewohnheiten und Lebensgewohnheiten reflektieren, um umweltbewusst und nachhaltig handeln zu können. Durch Vermittlung des Konsumentenschutzes sollen ihre Kenntnisse in diesem Bereich sowie der Produktkennzeichnung erweitert werden. Das Unterrichtsfach Haushaltsökonomie und Ernährung soll den SchülerInnen gesellschaftliche und wirtschaftliche Zusammenhänge aufzeigen, damit diese durch Diskussionen und Auseinandersetzungen mit diesen Themen selbst zu ExpertInnen werden (BMBWF 2018; BMBWF 2019).

Ein weiterer Schwerpunkt ist die Verbindung zwischen Ernährung und Leistungsfähigkeit. Ernährungsphysiologische Erkenntnisse und das Verständnis im Bereich Mikrobiologie sowie Hygiene am Arbeitsplatz und im Wohnbereich sollen im Unterrichtsfach Haushaltsökonomie und Ernährung veranschaulicht werden (BMBWF 2018; BMBWF 2019).

## **5. Anknüpfungspunkte zwischen den didaktischen Grundprinzipien nach Maria Montessori und den Zielen des Unterrichtsfaches Haushaltsökonomie und Ernährung**

Der Lehrplan des Unterrichtsfaches Haushaltsökonomie und Ernährung bietet in Teilen die Möglichkeit, didaktische Prinzipien der Montessori-Pädagogik anzuwenden. Die Inhalte sollen durch gemeinsames Lernen sowie in einem freien Rahmen bearbeitet werden. Dazu werden Methoden, welche Eigenverantwortung, Selbsttätigkeit und Teamfähigkeit unterstützen, wie Projekte oder Präsentationen, in den Lehrplänen hervorgehoben. Eigene Entdeckungen sollen die Eigenaktivität sowie die Neugierde der SchülerInnen steigern. Dies kann mittels Beispielen und Erklärungen sowie Experimentieren geschehen. Mithilfe außerschulischer Aktivitäten und Exkursionen gibt man den SchülerInnen die Möglichkeit der aktiven Entdeckung und der Bewegung in einen zum Teil freien Rahmen. Diese Lehrausgänge verbinden das individuelle und das gemeinsame Lernen in der Gruppe (BMBWF 2018; BMBWF 2019; Montessori. 2010).

Bildungs- und Lehraufgaben sollen durch die Lehrpersonen so gestaltet werden, dass das Lernen mit allen Sinnen möglich ist, sowie der respektvolle Umgang miteinander entwickelt beziehungsweise verbessert wird. Hervorzuheben ist, dass das Lernen mit allen Sinnen ein Prinzip der Montessori-Pädagogik ist und in den Unterricht eingebaut werden soll (BMBWF 2018; BMBWF 2019; Montessori. 2010).

Folgende didaktische Grundprinzipien der Montessori-Pädagogik werden in den Zielsetzungen des Unterrichtsfaches Haushaltsökonomie und Ernährung im Fachlehrplan sichtbar:

- Individuelles und gemeinsames Lernen
- Kooperation und respektvoller Umgang miteinander
- Lernen mit allen Sinnen
- Möglichkeiten für aktives Entdecken, Bewegung und Tun geben
- Lernen im freien Rahmen

(Holtstiege, 2009; Montessori, 2010)

## **6. Sachanalyse zum Unterrichtsthema „Sekundäre Pflanzenstoffe“**

Als sekundäre Inhaltsstoffe werden alle Substanzen des pflanzlichen Stoffwechsels verstanden, die nicht zum primären Erhalt der lebenden Zelle verantwortlich sind. Bei höheren Pflanzen besitzt jede Art ein charakteristisches Spektrum an sekundären Pflanzenstoffen. Des Weiteren können sie als wiedererkennbare Kennzeichen verwendet werden. Die Aufgaben der sekundären Inhaltsstoffe können vielseitig sein. Sie wirken als Lockstoffe, Fraßhemmer, Signalstoffe oder Hemmstoffe (Belitz et al., 2007; Franke, 2012).

Insgesamt konnte man etwa 100.000 verschiedene Verbindungen identifizieren. Sekundäre Pflanzenstoffe haben auf den menschlichen Organismus eine vielfältige Wirkung. Sie können giftig, entzündungshemmend oder Cholesterinsenkend sein (Abb. 1) (Biesalski et al., 2015)

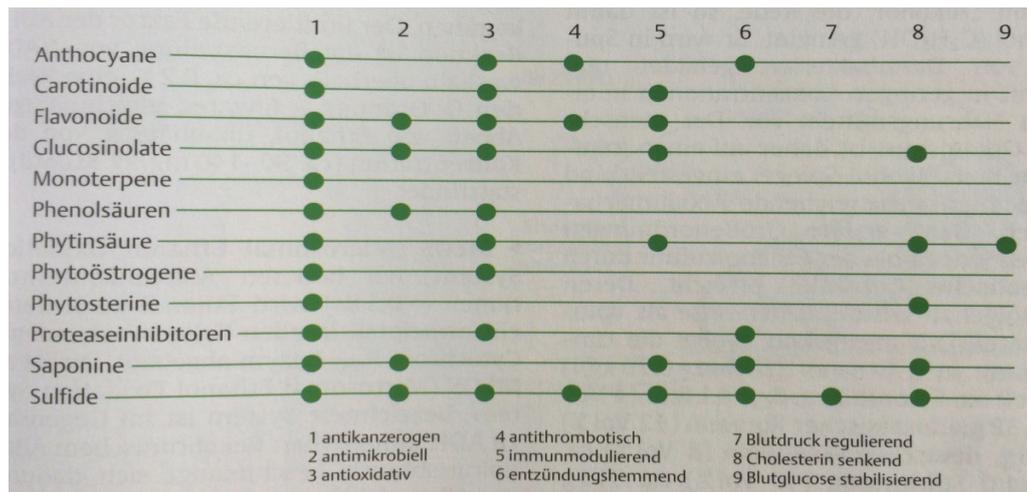


Abbildung 1: Sekundäre Pflanzenstoffe und ihre physiologische Wirkung auf den Körper (Biesalski et al., 2015)

In diesem Kapitel werden die sekundären Pflanzenstoffe Carotinoide, Saponine, Phytosterine, Glucosinolate, Polyphenole (Flavonoide), Proteaseinhibitoren, Terpene, Phytoöstrogene und Sulfide näher beschrieben. Die Auswahl begründet sich daher, dass die erwähnten sekundären Pflanzenstoffe die wichtigsten Vertreter darstellen und die größte Bedeutung für den pflanzlichen und menschlichen Organismus haben.

## 6.1. Carotinoide

Carotinoide sind eine weit verbreitete Gruppe von fettlöslichen, gelblich bis rötlich aussehende Pflanzenfarbstoffe. In der Pflanze kommen sie in den Chromoplasten und in den Plastiden vor. Carotinoide werden unterteilt in die Carotine, welche nur aus Wasserstoff und Kohlenstoff aufgebaut sind und die Xanthophylle, welche sauerstoffhaltige Abkömmlinge der Carotine sind (Hänssel und Sticher, 2009). Bislang sind etwa 750 Carotinoide bekannt (Britton et al., 2004).

Carotinoide kommen vor allem in Karotten, Tomaten, Kohl, Süßkartoffeln, Mangold und Spinat vor. Den Pflanzen dienen sie als Farbstoffe rot, gelb und orange. Für den Menschen nehmen die Carotinoide eine große Bedeutung ein. Sie dienen im Körper als Vorstufe, Alpha- und Beta Carotin, für Vitamin

A, binden freie Radikale im Körper, stärken das Immunsystem und haben eine antioxidative Wirkung (Elmadfa, 2009).

Nach Schätzungen der WHO leiden weltweit rund 250 Millionen Kinder an einem Vitamin A-Mangel. Fast 700.000 Kinder sterben jährlich an den Folgen eines Vitamin-A-Mangels. Um dies zu verhindern, wurde 1992 ein mit Beta-Carotin angereicherter Reis entwickelt (Franke, 2012) (siehe Unterrichtsmaterial 2 im Anhang dieser Arbeit).

## **6.2. Saponine**

Saponine kommen in vielen Hülsenfrüchten (Sojabohnen, Kichererbsen, Hafer) vor. Sie dienen der Pflanze als Abwehrmittel gegenüber Fraßfeinden und Pilzbefall und besitzen einen bitteren Geschmack (Belitz et al., 2007; Ebermann und Elmadfa, 2011).

Durch die Verbindung eines polaren Zuckerrestes und eines unpolaren Steroidalkaloid oder einem Triterpen sind Saponine oberflächenaktiv. Ihren Namen verdanken sie dem lateinischen Wort „sapo“ für Seife. Die Früchte des Waschnussbaums oder Extrakte aus den Wurzeln des Seifenkrautes (*Saponaria officinalis*) wurden bis ins 19. Jahrhundert zum Reinigen und Waschen benutzt, da sie reich an natürlichen waschaktiven Substanzen (Saponinen) sind. Die Saponine kommen in hoher Konzentration in Waschnüssen (15%) und Rosskastanien (10- 15%) vor. Sie setzen die Oberflächenspannung von Flüssigkeiten herab und ermöglichen, dass sich bei Bewegung das Wasser und die Luft miteinander zu einer schäumenden Lösung vermischen und seifenartige Eigenschaften aufweisen. Der Waschnussbaum kommt in tropischen oder subtropischen Regionen wie Indien, China oder Afghanistan vor (Wagner, 2017) (siehe Unterrichtsmaterial 5 im Anhang dieser Arbeit).

## **6.3. Phytosterine**

Phytosterine kommen hauptsächlich in fettreichen Pflanzenteilen vor und sind Bestandteil der Zellwände. Besonders reich sind sie vor allem in Son-

nenblumensamen, im Getreidekeimen und in Sojabohnen vorhanden. Sie sind eine Gruppe von in Pflanzen vorkommenden Verbindungen, welche eine Ringstruktur besitzen. Ihre chemische Struktur gleicht den tierischen Sterinen. Phytosterine wirken im Körper Cholesterin senkend und antikanzerogen (Belitz et al., 2007; Ebermann und Elmadfa, 2011).

#### **6.4. Glucosinolate**

Glucosinolate kommen hauptsächlich bei Kreuzblütlern, wie Kresse und Senf sowie in Kohlgemüse, wie Brokkoli und Radieschen, vor. Spaltprodukte werden durch enzymatische Prozesse, wie bei Verletzungen der Pflanzenzelle, frei und bilden dabei einen scharfen und würzigen Geschmack aus. Glucosinolate stimulieren das Immunsystem, wirken antioxidativ und antibiotisch (Belitz et al., 2007; Ebermann und Elmadfa, 2011).

#### **6.5. Polyphenole (Flavonoide)**

Phenolische Verbindungen gehören unterschiedlichen Stoffgruppen an. Die Grundlage aller dieser Verbindungen bildet das Phenol. Phenole sind chemische Kombinationen, welche an einem aromatischen Ring eine oder mehrere Hydroxygruppen (OH-Gruppe) tragen (Hänsel und Sticher, 2009). Die große Anzahl von etwa 20.000 Verbindungen ist darauf zurückzuführen, dass diese mit anderen Stoffgruppen und untereinander reagieren können (Franke, 2012). Polyphenole kommen vor allem in Beeren, Tee, Äpfel, Rotwein und Trauben vor (Elmadfa, 2009).

#### **6.6. Protease-Inhibitoren**

Protease-Inhibitoren sind Proteine, welche proteinspaltende Enzyme im menschlichen Darmtrakt binden und so hemmen können. Dadurch kann der Abbau von Polypeptiden verhindert werden. Dabei sind vor allem die Enzyme Trypsin und Chymotrypsin relevant. Durch Erhitzen von Lebensmitteln können die Proteinase-Inhibitoren verringert, beziehungsweise inaktiviert werden. Sie sind unter anderem in Kartoffeln, Getreide sowie Hülsenfrüchten

vorhanden. Protease-Inhibitoren zeigen eine krebsvorbeugende Wirkung, wirken entzündungshemmend und antioxidativ (Elmadfa, 2009; Hänsel und Sticher, 2007).

### **6.7. Terpene**

Terpene leiten sich vom Isoprenstoffwechsel ab und sind durch große Kohlenstoffgerüste gekennzeichnet. Die in Pflanzen vorkommenden Terpene sind wichtiger Bestandteil von Aromastoffen, Abwehrstoffe gegenüber Fraßfeinden und sind Hauptbestandteil von ätherischen Ölen. Terpene sind zum Beispiel in Minze, Kümmel und Zitrone enthalten (Belitz et al., 2007; Ebermann und Elmadfa, 2011).

### **6.8. Phytoöstrogene**

Phytoöstrogene werden in die Gruppen Isoflavone, Lignane und Coumestane unterteilt. Phytoöstrogene besitzen eine strukturelle Ähnlichkeit mit den menschlichen Östrogenen und können eine wesentlich schwächere östrogen- oder antiöstrogen-ähnliche Wirkung erzielen. Leinsamen, Getreide und Sojabohnen sind gute Quellen für Phytoöstrogene und wirken antikanzerogen und antioxidativ (Elmadfa, 2009; Hänsel und Sticher, 2007).

### **6.9. Sulfide**

Sulfide sind schwefelhaltige Verbindungen, welche hauptsächlich in Knoblauch und Zwiebeln enthalten sind. Durch thermische oder enzymatische Zersetzung des Knoblauchs entstehen flüchtige Verbindungen, welche für den typischen Knoblauchgeruch und die gesundheitlichen Wirkungen verantwortlich sind. Sie wirken cholesterinsenkend, blutdrucksenkend und entzündungshemmend (Elmadfa, 2009; Hänsel und Sticher, 2007).

## **7. Entwicklung von Unterrichtsmaterialien zum ausgewählten Thema für den Einsatz in der freien Arbeit nach Maria Montessori**

In Anlehnung an die didaktischen Grundprinzipien nach Maria Montessori wurden Unterrichtsmaterialien zum Unterrichtsthema „Sekundäre Pflanzenstoffe“ für die freie Arbeit in der 2. Klasse einer HLW (Höhere Bundeslehranstalt für wirtschaftliche Berufe) konzipiert. Insbesondere wurden dabei die folgenden didaktischen Grundsätze nach Montessori berücksichtigt:

- Themen und Aufgaben zur Wahl stellen
- Lernen mit allen Sinnen
- Möglichkeit für aktives Entdecken, Bewegung und tun geben
- Lernen im eigenen Rhythmus und Tempo ermöglichen

(Holtstiege, 2009; Montessori, 2010)

Die Materialien sollten die SchülerInnen durch ihre Ästhetik ansprechen und dadurch zum Erkunden und Handeln auffordern. Sie sollen Aktivität ermöglichen und fördern. Das Lernerlebnis sollte durch das Ansprechen möglichst vieler Sinne unterstützt werden, des Weiteren soll ein Rahmen für die Selbstkontrolle geschaffen werden (Holtstiege, 2009; Montessori, 2010). Aufgrund dieser Kriterien wurde jedem Material eine eigene Farbe zugewiesen.

Das Stoffgebiet der „Sekundären Pflanzenstoffe“ umfasst eine große Bandbreite an Informationen (Elmadfa, 2009). Aufgrund der Komplexität des Stoffgebietes, des engen Lehrplanes und der begrenzten Zeit mussten Einzelaspekte des Lehrstoffes herausgehoben werden. Es wurden eine didaktische Reduzierung bei der Auswahl der fachwissenschaftlichen Inhalte der „Sekundären Pflanzenstoffe“ durchgeführt sowie Schwerpunkte bei der Umsetzung der Unterrichtsmaterialien gesetzt. Inhaltliche Schwerpunkte lagen bei allgemeinen Informationen über das Thema der sekundären Pflanzenstoffen. Weiters sollen die SchülerInnen Ernährungssituationen in Entwicklungsländern kennenlernen und welche Maßnahmen dagegensetzt werden. In den Medien fällt in den letzten Jahren vermehrt das Wort der Polyphenole. Aus diesem Grund beschäftigt sich Material 3 mit diesem Thema. Das Thema der Nahrungsergänzungsmittel ist Bestandteil von Werbungen

und Medien. Das Material 4 soll den SchülerInnen ihre Stärken und Schwächen aufzeigen. Neben vielen Inhaltlichen Schwerpunkten sollen die SchülerInnen mittels eines Versuches die Verbindung zwischen dem Unterrichtsfach Haushaltsökonomie und Ernährung und Chemie sowie den alltäglichen Bezug im Haushalt finden (siehe Tabelle 1).

<b>Materialblöcke</b>	<b>Inhaltliche Schwerpunkte</b>
Material 1	Sekundäre Pflanzenstoffe: Bedeutung und Vorkommen
Material 2	Carotinoide, Goldener Reis, ernährungsabhängige Gesundheitsrisiken
Material 3	Polyphenole und ihre Bedeutung für den Menschen, wissenschaftliche Erkenntnisse
Material 4	Nahrungsergänzungsmittel
Material 5	Chemie im Alltag: Saponine, Versuch

Tabelle 1: Materialblöcke und ihre inhaltlichen Schwerpunkte (eigene Darstellung nach Belitz et al., 2007; Ebermann und Elmadfa, 2011)

Im Folgenden werden die 5 Materialgruppen in ihren Inhalten und Zielsetzungen näher erläutert.

Für die Unterrichtseinheit wurden insgesamt fünf unterschiedliche Materialien entwickelt und den SchülerInnen zur Verfügung gestellt. Dieses Angebot bezieht sich auf das Grundprinzip der Montessori-Pädagogik, dass LehrerInnen unterschiedlichen Themen und Aufgaben zur Wahl stellen sollen. Jedes Material wurde vier Mal zur Verfügung gestellt. Aufgrund des Vorhandenseins mehrerer Exemplare jeden Materials wurde die Möglichkeit gegeben, dass jeder/jede SchülerIn einzeln arbeiten hätte können. Somit wurde dem Grundprinzip von Maria Montessori entsprochen, die SchülerInnen selbst entscheiden zu lassen und keine Gruppengröße vorzugeben. Hinsichtlich der Vielzahl an vorgegebenen Unterrichtsmaterialien wurde ein Raum geschaffen, in dem

die SchülerInnen die Möglichkeit haben, sich aktiv zu bewegen und in ihrem eigenen Rhythmus und Tempo zu lernen (Montessori, 2010).

Material 1 besteht aus einer Leseaufgabe und zugehöriger Zuordnungsaufgabe. Informationen über die „Sekundären Pflanzenstoffe“ müssen in kurzer Zeit erfasst und gemerkt werden. Danach muss eine Sammlung von Kärtchen wie im Beispiel bei der Aufgabenstellung aufgelegt werden. Die Kärtchen erhalten Namen von verschiedenen sekundären Pflanzenstoffen, Lebensmittel, welche die sekundären Pflanzenstoffe erhalten sowie Stichworte, die die Bedeutung des jeweiligen sekundären Pflanzenstoffs für die Pflanze beschreiben. Die SchülerInnen sollen dabei die Zusammenhänge zwischen den sekundären Pflanzenstoffen und ihren funktionellen Aufgaben erkennen. Das Thema wurde von der Lehrerin zuvor noch nicht behandelt, weswegen zusätzlich grundsätzliche Informationen über die sekundären Pflanzenstoffe zur Verfügung gestellt werden. Sie sollen einen kurzen Überblick über die wichtigsten sekundären Pflanzenstoffe geben und als eine Einführung oder als eine Zusammenfassung in das Thema dienen. Bei dem Materialblock 1 wird seitens der Lehrperson eine Lösung in Form einer Lösungstabelle bereitgestellt.

Inhalt von Material 2 sind Carotinoide und der „Goldene Reis“. Die SchülerInnen sollen die Ernährungssituation in Entwicklungsländern näher kennenlernen und ihr Wissen über ernährungsabhängige Gesundheitsrisiken, Krankheiten sowie deren wirtschaftlichen Folgen und dazugehörigen Präventionsmaßnahmen erweitern. Das Material soll zu einem Gespräch untereinander anstoßen, bei dem unterschiedliche Ansichten und Positionen begründet werden. Die SchülerInnen sollen außerdem den Zusammenhang zwischen Konsum und seinen ökologischen Folgen erkennen.

Material 3 behandelte das Thema der Polyphenole und ihre wissenschaftliche Bedeutung für den Menschen. Die SchülerInnen sollen erkennen, dass die wissenschaftlichen Erkenntnisse auch ihre Grenzen haben, es jedoch noch immer Themen gibt, welche erst in den nächsten Jahren weiter erforscht werden müssen. Bei Interesse und ausreichend Zeit können die

SchülerInnen sich zusätzlich über den Zusammenhang zwischen den Polyphenolen und zwei ausgewählten Krankheitsbildern informieren.

Nahrungsergänzungsmittel und digitale Medien gewinnen in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung. Die SchülerInnen sollen sich mit den Nahrungsergänzungsmitteln auseinandersetzen und diese danach kritisch bewerten. Bei Material 4 werden unterschiedliche Medien eingesetzt. Durch den Einsatz von Factsheets und einem Laptop sollen die SchülerInnen die fachlichen Inhalte miteinander verknüpfen. Die Aufgabenstellung sieht vor, dass sich die SchülerInnen ein vorgegebenes Video auf dem Laptop anschauen und diesen danach bei Seite stellen, damit sie den Fokus der freien Arbeit nicht verlieren und mit der Bearbeitung des Unterrichtsmaterials weitermachen können.

Um eine fächerübergreifende Verbindung zwischen dem Unterrichtsfach Haushaltsökonomie und Ernährung und den Unterrichtsfächern Biologie und Chemie zu schaffen, wurde Material 5 entwickelt. Hierbei sollen die SchülerInnen wichtige Bestandteile und Eigenschaften der Saponine entdecken und untersuchen. Zusätzlich wurden praktische Elemente eingebaut. Die SchülerInnen haben die Möglichkeit, die Saponine der Waschnüsse mit Hilfe eines verschmutzten Stück Stoff in einem Versuch zu erforschen. Nach einer schrittweisen Durchführung des Versuches sollen Beobachtungen notiert und daraus ein Zusammenhang zwischen den Saponinen und ihrer Eigenschaft hergestellt werden.

## **8. Erprobung der Unterrichtsmaterialien und Ergebnisse der Evaluierung**

### **8.1. Unterrichtsablauf**

Zu Beginn der Stunde wurden administrative Tätigkeiten der zuständigen Lehrerin durchgeführt. Währenddessen wurden die Unterrichtsmaterialien aufgebaut. Die Lehrerin erklärte den SchülerInnen, dass heute die Unter-

richtseinheit für die Erprobung der Unterrichtsmaterialien nach Montessori stattfindet.

Nach der Begrüßung durch die Lehrperson (der Verfasser der vorliegenden Arbeit) wurde nochmals erklärt, wie die folgende Unterrichtseinheit abläuft und welchen Zweck diese erfüllen wird. Während der Vorstellung der Materialien wurde versucht, so wenige Regeln oder Vorgaben zur Erarbeitung zu machen, wie möglich, um den Grundprinzipien von Montessori zu entsprechen. Dies sollte helfen, ihnen Zeit und Gelegenheit zur Selbsttätigkeit zu geben, damit der eigene Lernprozess und die Freude daran, etwas selbst gemacht oder allein geschafft zu haben gestärkt wird. Die Phase der Einführung in das Thema dauerte fünf Minuten.

Des Weiteren war es wichtig, dass die SchülerInnen in ihrem eigenen Rhythmus und Tempo arbeiten konnten, damit die neuen Entdeckungen und ihre Neugierde im Vordergrund stehen. Dies entspricht dem Grundprinzip nach Maria Montessori, dass Kinder weniger fremdbestimmt werden sollten, um das eigenständige Denken anzuregen und zu ermöglichen. Dadurch können Erkenntnisse individuell gewonnen werden (Montessori, 2010; Schumacher, 2016).

Die einzigen Vorgaben, die gegeben wurden, waren, dass die Fragebögen erst nach Bearbeitung der Materialien geholt und ausgefüllt werden durften und die SchülerInnen mittels einer handschriftlichen Notiz aufzeichnen sollten, wie lange sie an einem Material gearbeitet haben. Die SchülerInnen wurden gebeten, jeweils nach Beendigung ihrer Arbeit mit einem Materialblock den Fragebogen zum Material anonym auszufüllen und abzugeben.

Nach dieser kurzen Einführung begann die Arbeits- und Beobachtungsphase. Dieser Abschnitt der Bearbeitung dauerte insgesamt 35 Minuten. Am Ende der Unterrichtseinheit fand nochmals eine kurze Besprechung der Lehrerin mit den SchülerInnen statt, welche sich auf den weiteren Verlauf der nächsten Unterrichtseinheit bezog. Die Lehrperson (der Verfasser der vorliegenden Arbeit) bedankte sich abschließend bei den SchülerInnen und der

Lehrerin der Klasse für die gute Zusammenarbeit und verließ mit der Lehrerin das Klassenzimmer. Die Phase des Abschlusses dauerte ca. vier Minuten.

## **8.2. Erster Auswertungsschritt im Rahmen der Evaluierung der Unterrichtsmaterialien**

Die anschließend zusammengefasst formulierten Beobachtungen sind das Ergebnis aus den von der Lehrperson (der Verfasser der vorliegenden Arbeit) während des Unterrichtsverlaufs im Beobachtungsbogen eingetragenen Beobachtungsnotizen (vgl. Anhang unter 12.3)

Zudem wurden insgesamt während der Bearbeitungszeit der Unterrichtsmaterialien 35 Fragebögen von den SchülerInnen ausgefüllt und abgegeben (siehe Tabelle 2).

<b>Materialblöcke</b>	<b>Anzahl der ausgefüllten Fragebögen durch die SchülerInnen</b>
Material 1	4
Material 2	9
Material 3	5
Material 4	9
Material 5	8

Tabelle 2: Überblick über die Anzahl an ausgefüllten Fragebögen durch die SchülerInnen (eigene Darstellung)

### **8.2.1. Materialblock 1 – Bedeutung und Vorkommen der sekundären Pflanzenstoffe**

#### **Ergebnisse aus der Beobachtung durch die Lehrperson (der Verfasser der vorliegenden Arbeit)**

Material 1 wurde nur von einer Gruppe (n= 4) ausgewählt. Die lange Arbeitsphase hat die anderen SchülerInnen womöglich etwas abgeschreckt.

Es wurde beobachtet, dass dem Material eine Lösung beiliegt. Die SchülerInnen entschieden sich jedoch diese nicht zu verwenden, da sie der Meinung waren, die Sortieraufgabe ohne Hilfe zu schaffen.

### Ergebnisse aus den SchülerInnen-Feedbackbögen

Insgesamt wurden vier Fragebögen abgegeben, wobei diese von einer Gruppe stammten, die sich 10-15 Minuten mit dem Material beschäftigte. Die Ergebnisse werden im Folgenden erläutert und graphisch als Säulendiagramme unter Nennung der absoluten Häufigkeiten dargestellt.

Die SchülerInnen haben das Material aufgrund von Optik, Übersichtlichkeit und dem klaren Arbeitsauftrag ausgewählt. Für den Großteil der SchülerInnen waren die Materialien nicht auf den ersten Blick inhaltlich verständlich. Des Weiteren konnte das Material jedoch nicht das Interesse der SchülerInnen wecken (Abb. 2). Dies konnte auch nach der Arbeitsphase bestätigt werden. Sie empfanden das Material jedoch anschaulich gestaltet und hilfreich für das Aufnehmen und Verstehen von Informationen (Abb. 3).

Alle SchülerInnen konnten das Material selbstständig und ohne Nachfrage bearbeiten. Der Inhalt wurde von allen vier SchülerInnen in der Anforderung als passend empfunden.

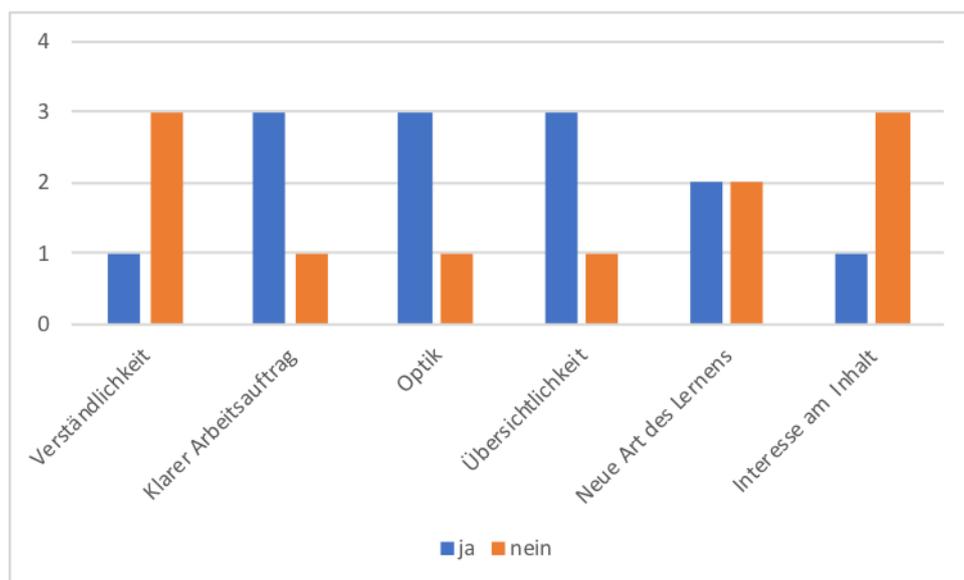


Abbildung 2: Auswahlkriterien Material 1 (eigene Darstellung)

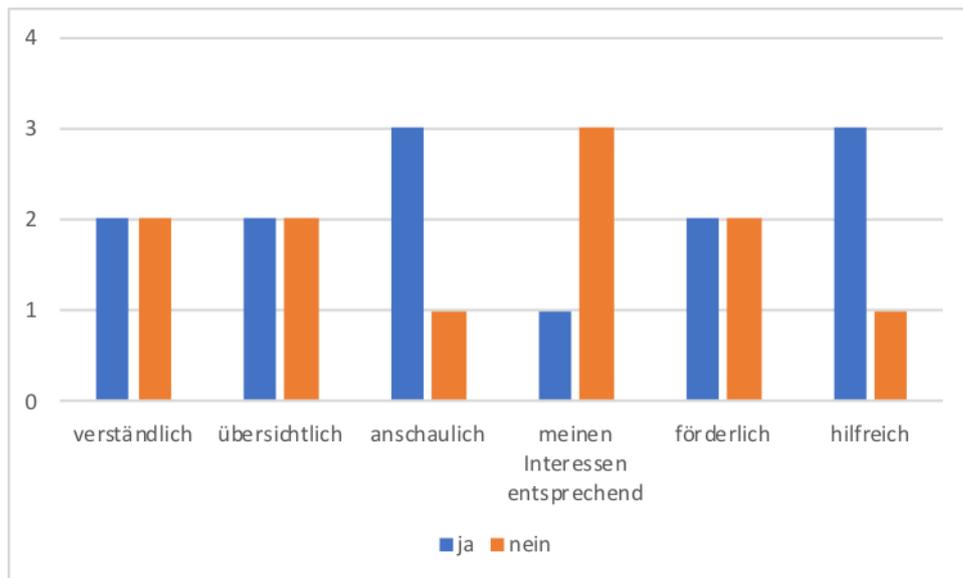


Abbildung 3: Wahrnehmung nach Bearbeitung von Material 1 (eigene Darstellung)

### 8.2.2. Materialblock 2 - Carotinoide

#### Ergebnisse aus der Beobachtung durch die Lehrperson (der Verfasser der vorliegenden Arbeit)

Material 2 wurde neben Material 4 am häufigsten für die Bearbeitung ausgewählt. Die Aufgabenstellung erforderte einen Meinungs austausch. Dieser konnte deutlich beobachtet werden. Alle SchülerInnen der Gruppe (n=9) nahmen an der kurzen Diskussion teil.

#### Ergebnisse aus den SchülerInnen-Feedbackbögen

Insgesamt wurden neun Fragebögen abgegeben. Das Material wurde von drei unterschiedlich großen Gruppen bearbeitet. Es gab eine sechser Gruppe, eine zweier Gruppe und eine Person, die alleine arbeitete. Hierbei beschäftigten sich drei Personen 5-10 Minuten mit dem Material und sechs Personen 10-15 Minuten.

Das Material konnte die SchülerInnen bei der Auswahl und nach der Arbeitsphase absolut überzeugen. Es entsprach lediglich nicht den Interessen aller (Abb. 4 und 5).

Auch dieses Material konnte durch die SchülerInnen selbstständig bearbeitet werden. Mit zwei Ausnahmen beurteilten sie das Material in Bezug auf den Inhalt als gerade richtig. Ein/Eine SchülerIn empfand das Material als eher zu einfach und einer/eine als viel zu einfach (Abb. 6).

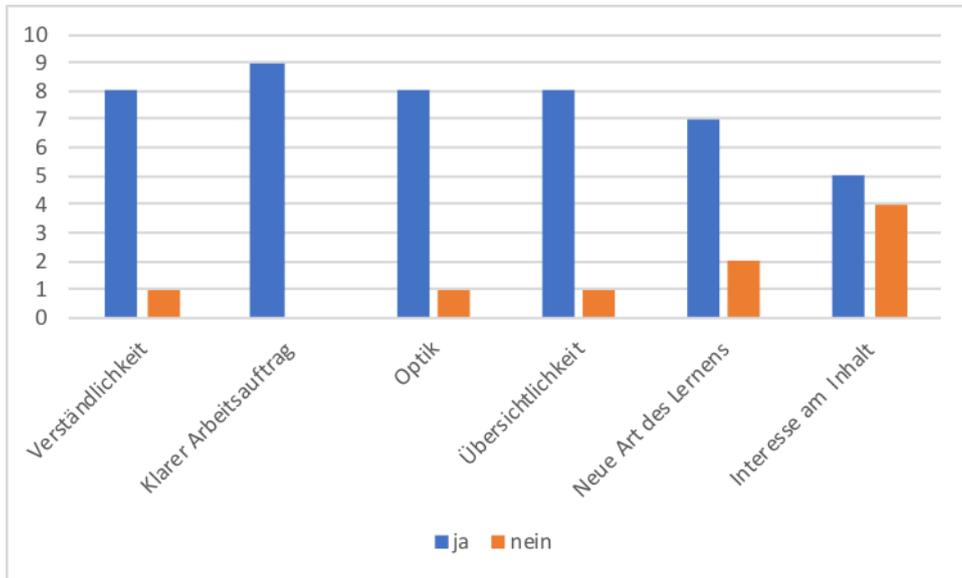


Abbildung 4: Auswahlkriterien Material 2 (eigene Darstellung)

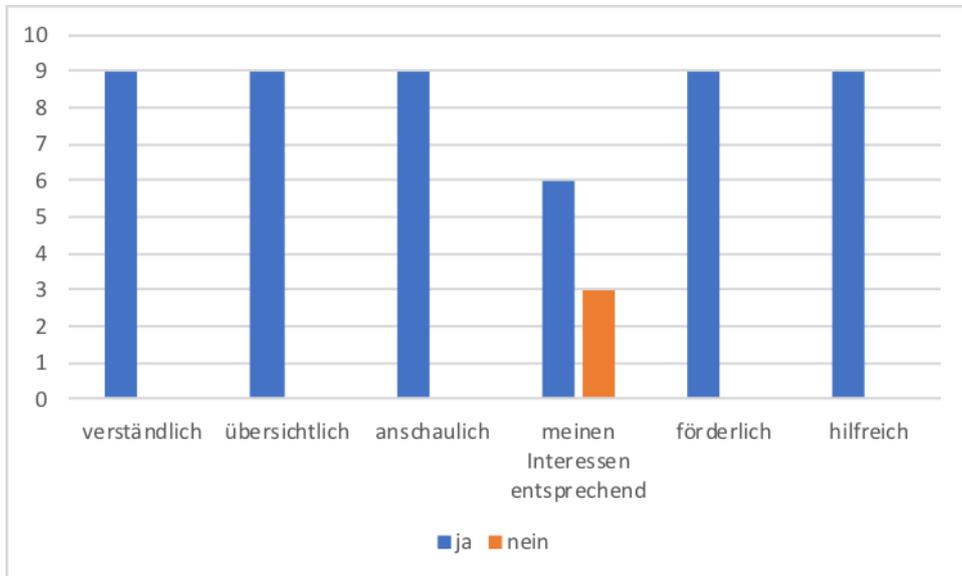


Abbildung 5: Wahrnehmung nach Bearbeitung von Material 2 (eigene Darstellung)

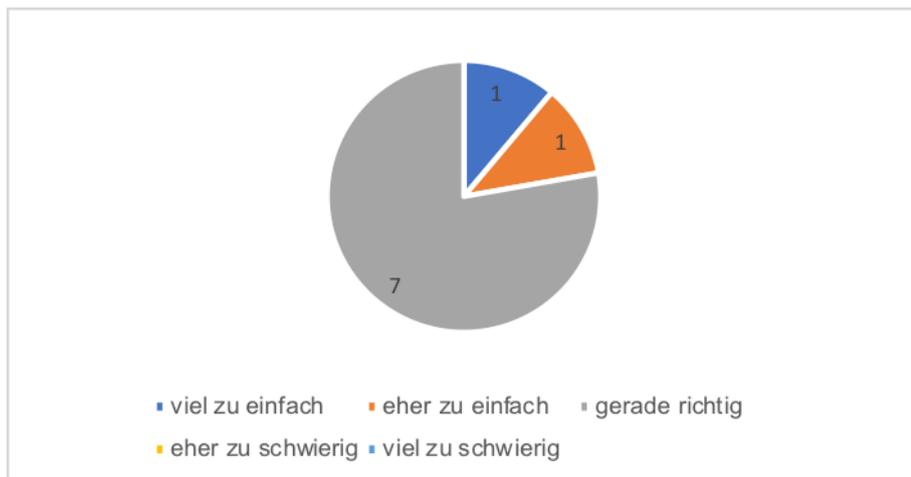


Abbildung 6: Einschätzung des Inhalts der Unterrichtsstunde von Material 2 (eigene Darstellung)

### 8.2.3. Materialblock 3 - Polyphenole

#### Ergebnisse aus der Beobachtung durch die Lehrperson (der Verfasser der vorliegenden Arbeit)

Material 3 wurde von insgesamt fünf Personen ausgewählt. Die Aufgabenstellung enthielt zusätzlich einen freiwilligen Bearbeitungspunkt. Eine Gruppe (n=4) bearbeitete die Aufgabe ohne Durchführung der Zusatzpunkts. Der freiwillige Bearbeitungspunkt wurde nur von einer Person durchgeführt (n=1).

#### Ergebnisse aus den SchülerInnen-Feedbackbogen

Insgesamt wurden 5 Fragebögen abgegeben. Das Material wurde von einer Kleingruppe, bestehend aus vier Personen und einer Einzelperson bearbeitet. Alle SchülerInnen arbeiteten insgesamt 5-10 Minuten an diesem Material. Das Material wurde vor allem aufgrund seiner Optik und der Übersichtlichkeit ausgewählt und nicht aufgrund des Interesses am Inhalt (Abb. 7). Nach der Bearbeitungsphase konnte bestätigt werden, dass das Material nicht den Interessen entsprochen hat, jedoch befanden die SchülerInnen dieses Material als verständlich, übersichtlich und anschaulich gestaltet. Des Weiteren konnte das Material das selbstständige Arbeiten fördern (Abb. 8). Alle SchülerInnen konnten das Material selbstständig ohne Nachfrage beim Lehrer bear-

beiten. Der Großteil der SchülerInnen empfand die Unterrichtsstunde mit diesem Material als viel zu einfach. Interessanterweise empfand eine Person den Inhalt gerade richtig und eine Person als eher zu schwierig (Abb. 9).

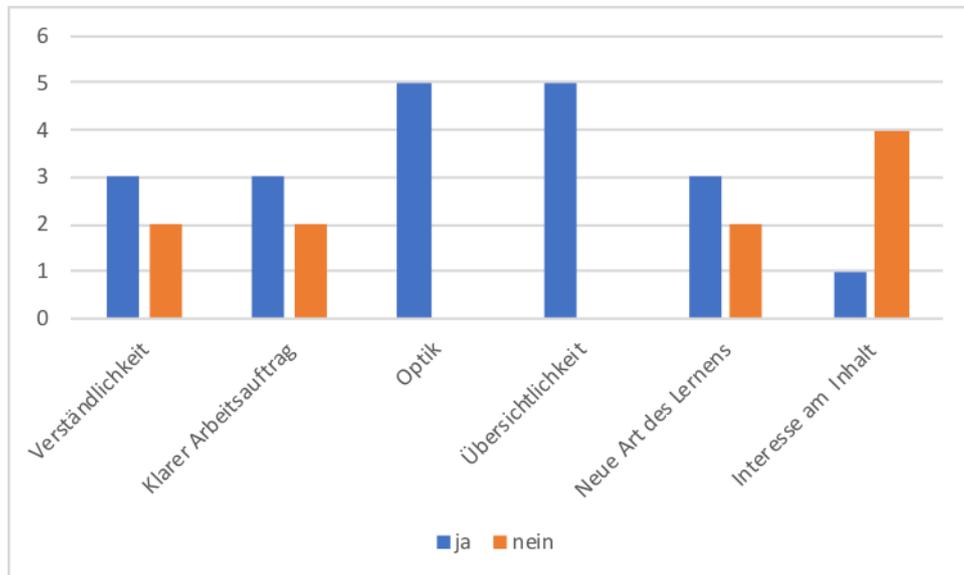


Abbildung 7: Auswahlkriterien Material 3 (eigene Darstellung)

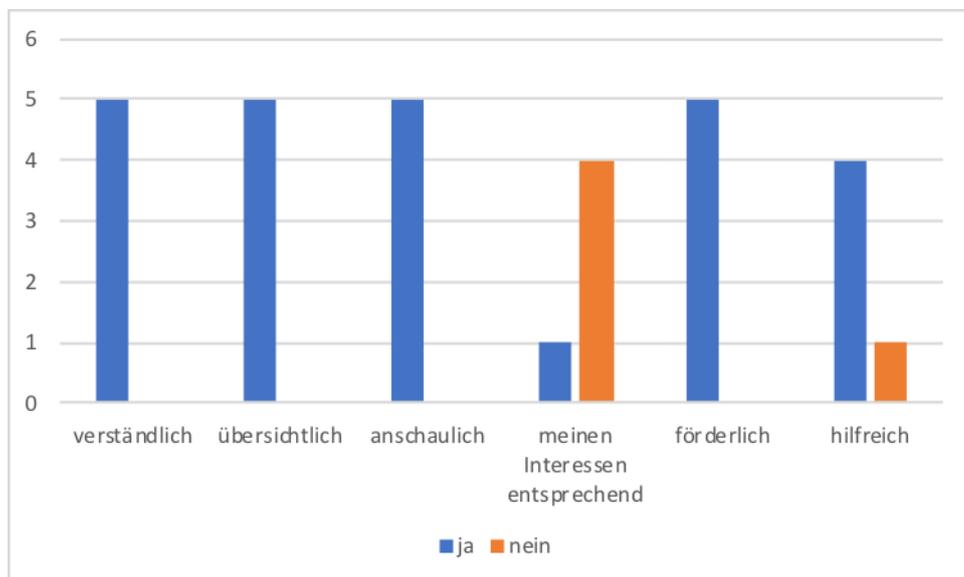


Abbildung 8: Wahrnehmung nach Bearbeitung von Material 3 (eigene Darstellung)

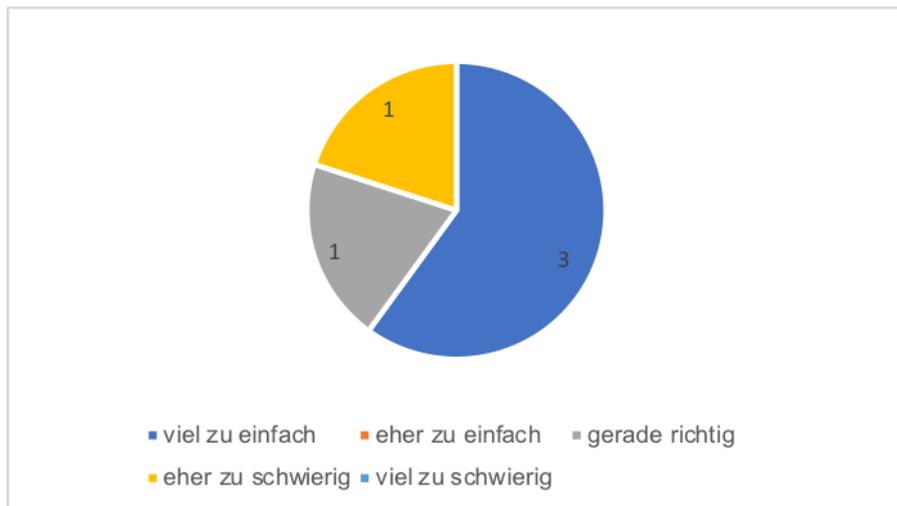


Abbildung 9: Einschätzung des Inhalts der Unterrichtsstunde von Material 3 (eigene Darstellung)

#### 8.2.4. Materialblock 4 - Nahrungsergänzungsmittel

##### **Ergebnisse aus der Beobachtung durch die Lehrperson (der Verfasser der vorliegenden Arbeit)**

Material 4 wurde neben Material 2 am häufigsten bearbeitet (n=9). Die SchülerInnen ließen sich beim Durchlesen und bei der Beantwortung des Fragebogens Zeit. Bei diesem Materialblock konnte der größte Austausch zwischen den Personen beobachtet werden. Sie diskutierten untereinander, was die anderen Schülerinnen angekreuzt haben und erklärten, warum sie dies gemacht haben.

##### **Ergebnisse aus den SchülerInnen-Feedbackbogen**

Insgesamt wurden 9 Fragebögen abgegeben. Eine Gruppe von zwei Personen, eine dreier Gruppe und eine vierer Gruppe arbeiteten zusammen. Alle SchülerInnen arbeiteten insgesamt 10-15 Minuten an diesem Material. Neben einem klaren Arbeitsauftrag und der Übersichtlichkeit, wählte die Mehrheit der SchülerInnen das Material um diese neue Art des Lernens auszuprobieren. Dies konnte durch das Interesse am Inhalt bestätigt werden (Abb. 10). Das anfängliche Interesse an dem Material konnte nach der Ar-

beitsphase nur zum Teil bestätigt werden. Überzeugen konnte jedoch die Möglichkeit des selbstständigen Arbeitens und die übersichtlichen und verständlichen Arbeitsaufträge (Abb. 11). Alle SchülerInnen konnten selbstständig ohne Nachfrage beim Lehrer das Material bearbeiten. Die Unterrichtsstunde war bezüglich des Inhalts für zwei Personen viel zu einfach, für die anderen sieben SchülerInnen gerade richtig (Abb. 12).

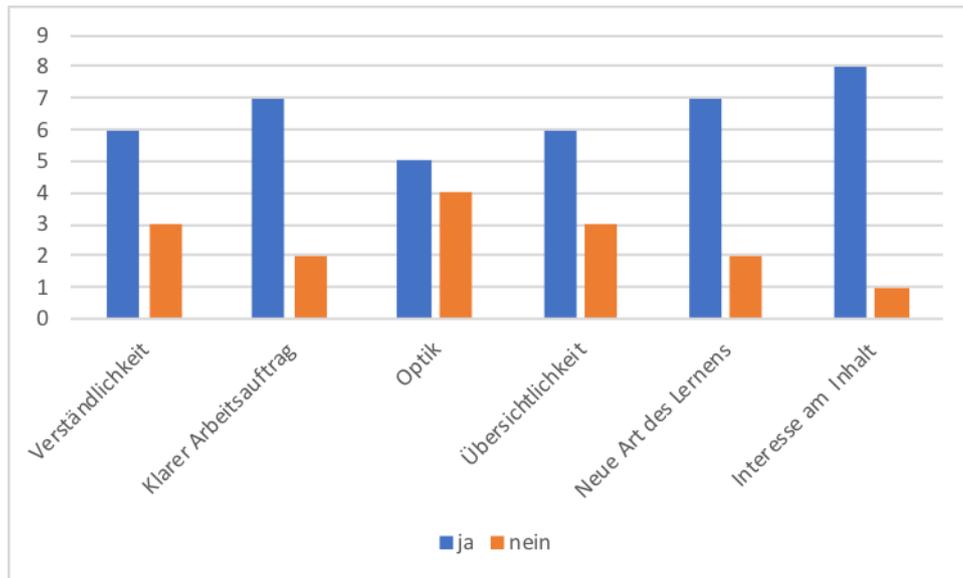


Abbildung 10: Auswahlkriterien Material 4 (eigene Darstellung)

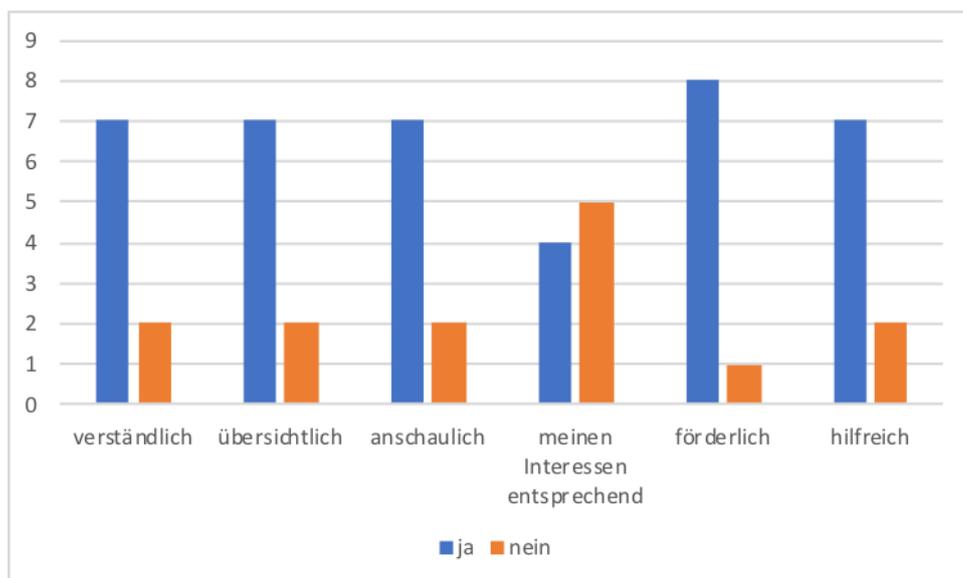


Abbildung 11: Wahrnehmung nach Bearbeitung von Material 4 (eigene Darstellung)



Abbildung 12: Einschätzung des Inhalts der Unterrichtsstunde von Material 4 (eigene Darstellung)

### 8.2.5. Materialblock 5 – Chemie im Alltag

#### Ergebnisse aus der Beobachtung durch die Lehrperson (der Verfasser der vorliegenden Arbeit)

Die SchülerInnen (n=8) begannen gleich mit der Durchführung des Versuches, ohne den Arbeitsauftrag genau gelesen zu haben. Nachdem sie durch die Lehrperson darauf aufmerksam gemacht wurden, lasen sie sich diesen sorgfältig durch und begannen von vorne. Das Eingreifen der Lehrperson entspricht der Montessori-Pädagogik, da bei fehlerhafter Durchführung der Leiter regulierend eingreifen kann, um weitere Fehler vorzubeugen (Montessori, 2010; Schumacher, 2016).

#### Ergebnisse aus den SchülerInnen-Feedbackbogen

Insgesamt wurden acht Fragebögen abgegeben. Eine Gruppe von sechs Personen und eine zweier Gruppe arbeiteten zusammen. Die zweier Gruppe arbeitete 5-10 Minuten und die sechser Gruppe 10-15 Minuten an diesem Material. Die Materialien wurden aufgrund ihrer Verständlichkeit, Optik, Übersichtlichkeit, dem klaren Arbeitsauftrag, der neuen Art des Lernens sowie dem Interesse am Inhalt gleichermaßen ausgewählt (Abb. 13). Nach der Auseinandersetzung mit dem Thema und den Materialien wurden diese als

übersichtlich aufgebaut und anschaulich gestaltet bewertet. Diese Art des Lernens war förderlich für das selbstständige Arbeiten und war hilfreich für das Aufnehmen und Verstehen von den gewünschten Informationen (Abb. 14). Die Gesamtheit der SchülerInnen befand die Unterrichtsstunde im Inhalt als gerade richtig.

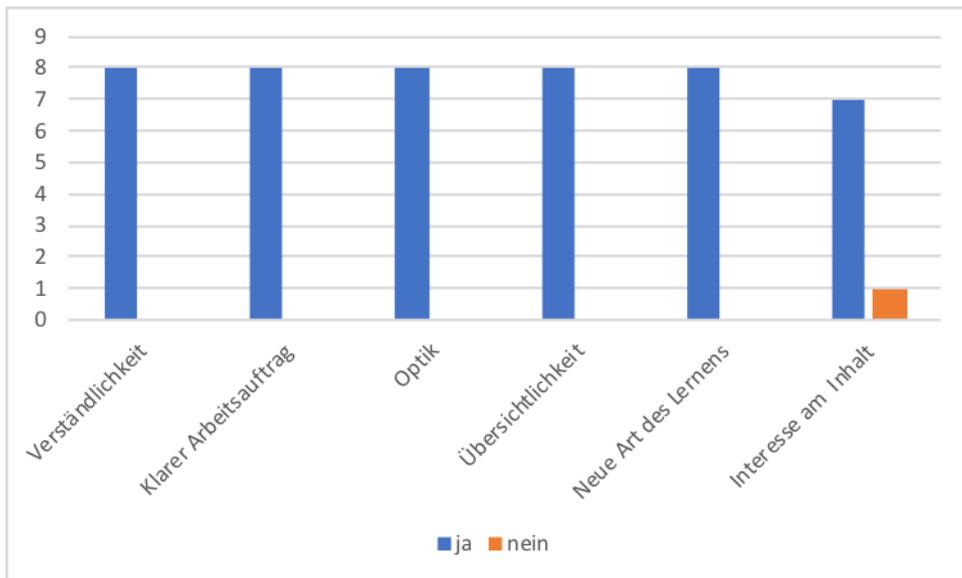


Abbildung 13: Auswahlkriterien Material 5 (eigene Darstellung)

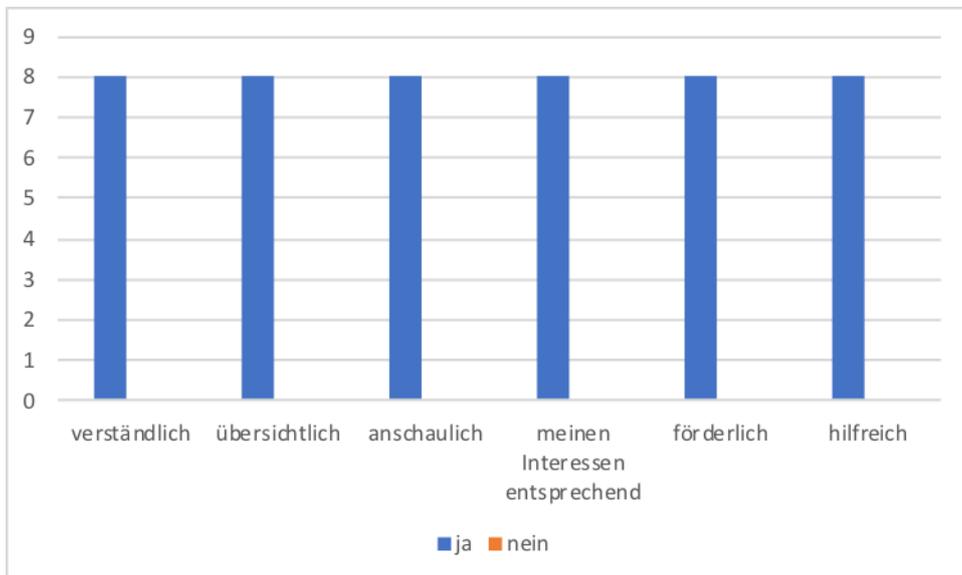


Abbildung 14: Wahrnehmung nach Bearbeitung von Material 5 (eigene Darstellung)

Insgesamt empfanden 77 Prozent der SchülerInnen die Unterrichtsstunde in Bezug auf den Inhalt als gerade richtig. Zusätzlich nahmen 17 Prozent der

SchülerInnen die Unterrichtsstunde als inhaltlich viel zu einfach wahr. Beachtenswert ist, dass niemand die Einheit als viel zu schwierig empfand (Abb. 15).

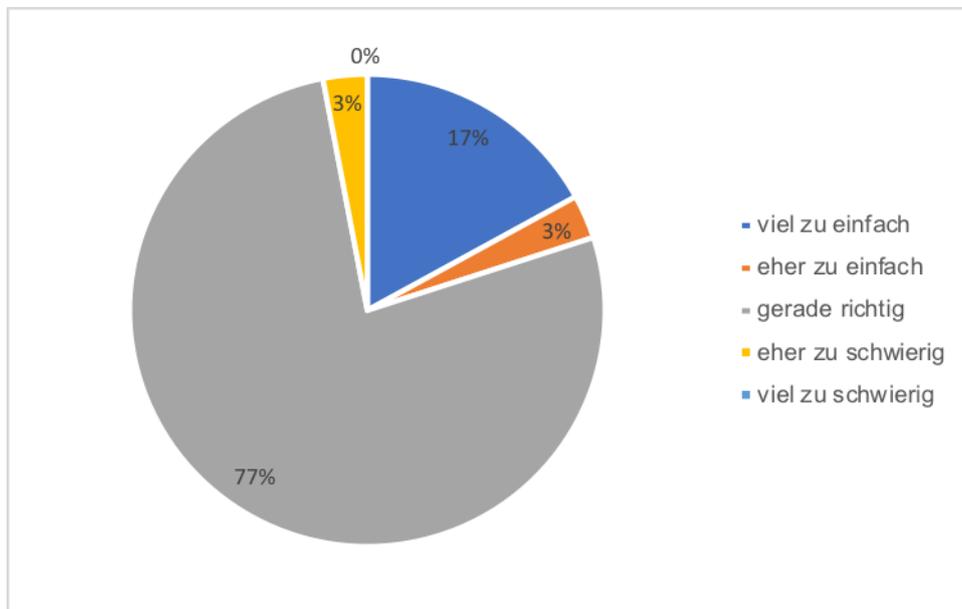


Abbildung 15: Gesamte Einschätzung des Inhalts der Unterrichtsstunde von Material 1-5 (eigene Darstellung)

### 8.3. Zweiter Auswertungsschritt

Im zweiten Auswertungsschritt wurden die Ergebnisse aus den SchülerInnen-Feedbackbogen und den Beobachtungsbogen zusammengefasst. Dabei wurden inhaltlich relevante und wesentliche Details zu den einzelnen Materialblöcken und Beobachtungen fokussiert.

#### 8.3.1. Zusammengefasste Ergebnisse aus dem Beobachtungsbogen und den Schüler-Kurzfragebögen

Die SchülerInnen starteten zu Beginn der Arbeitsphase mit der Auswahl der PartnerInnen. Mit Ausnahme einer Schülerin arbeiteten alle SchülerInnen mit mindestens ihrem/ihrer SitzpartnerIn zusammen. Die größte Arbeitsgruppe bestand aus sechs SchülerInnen. Die SchülerInnen nahmen die vorbereiteten Materialien zu sich auf ihren Schultisch und begannen mit der Arbeits-

phase. Die Gruppe von sechs Personen blieb auf ihrem Platz sitzen, jedoch drehten sich drei SchülerInnen von ihrem Platz um und arbeiteten auf einem Tisch zusammen (Abb. 16) (vgl. Lehrerbeobachtungsbogen unter Kategorie „Aufteilung der SuS während der freien Arbeit“).



Abbildung 16: Aufteilung der SchülerInnen (x) in der Klasse. Ein (x) entspricht zwei SchülerInnen (eigene Darstellung)

Die ersten Eindrücke der SchülerInnen waren durchwegs positiv, die SchülerInnen waren motiviert und kamen ohne zu zögern, um die Materialien auszuwählen. Teilweise konnten sie sich nicht entscheiden, für welche der Materialien sich ihre Gruppe entscheiden sollte. Es kam zwei Mal vor, dass eine Schülerin zu ihrer Partnerin gesagt hat, sie solle doch einfach eines nehmen, da sie alle einmal anschauen wollen (vgl. Lehrerbeobachtungsbogen unter Kategorie „Sonstige Beobachtungen“).

Die meisten Rückmeldungen der Fragebögen kamen hinsichtlich der Materialien 2 und 4. Das Unterrichtsmaterial 1 wurde nur von einer Gruppe bearbeitet. Dies könnte daran liegen, dass die Gruppe, die Material 1 ausgewählt hatte, sehr lange daran arbeitete. Die lange Arbeitsphase hat die anderen SchülerInnen womöglich abgeschreckt.

Ersichtlich war, dass Gruppen, die sich länger mit den Materialien beschäftigt haben, auch die Fragebögen (vgl. Lehrerbeobachtungsbogen unter Kategorie „Sonstige Notizen“ sowie SchülerInnenfragebogen zu Materialblock 4, Frage 3 und 4) gewissenhafter ausgefüllt haben. Gruppen, die sehr schnell mit einem Arbeitsauftrag fertig waren, investierten auch weniger Zeit in das Feedback. Die Mehrheit der Aufträge (25) wurde von den SchülerInnen innerhalb von 10 bis 15 Minuten erarbeitet. 10 Aufträge wurden in 5 bis 10 Minuten ausgeführt.

Die Auswertung der Fragebögen konnte klar zeigen, dass die SchülerInnen die unterschiedlichen Materialien nach optischen Gesichtspunkten und Verständlichkeit ausgewählt haben. Weitere wichtige Kriterien für die Auswahl waren der übersichtliche Aufbau sowie der klar erkennbare Arbeitsauftrag (vgl. Materialblock 1-5, Frage 3 und 4 des SchülerInnenfragebogens).

Dies zeigte sich bei der Auswahl der Materialien. Viele SchülerInnen lasen sich den Arbeitsauftrag am Materialentisch durch und entschieden erst dann, ob sie diesen ausführen wollten oder sich doch für ein anderes Material entscheiden (vgl. Lehrerbeobachtungsbogen unter Kategorie „Reaktion und Eindrücke“). Anfangs wurden die Aufgabenstellungen meist gelesen und danach das beiliegende Unterrichtsmaterial bearbeitet. Die Gruppe mit dem Material 5 (Waschnüsse) begann sofort mit den ersten beiden Punkten des Arbeitsauftrags ohne den Arbeitsauftrag genau gelesen zu haben. Als diese das Tuch in das Gefäß tauchen wollte, bat ich die SchülerInnen, sich den Arbeitsauftrag noch einmal gründlich durchzulesen. Nachdem sie ihren „Fehler“ bemerkt hatten, lachten sie und machten den/die anderen/andere dafür verantwortlich, es nicht genau durchgelesen zu haben. Interessant war außerdem, dass andere Gruppen nachfragten, ob sie die Materialien als nächstes haben konnten, ohne den Arbeitsauftrag gelesen zu haben (vgl. Lehrerbeobachtungsbogen unter Kategorie „Sonstige Beobachtungen“). Dies lag eventuell daran, dass auch so ersichtlich war, dass ein Versuch vorzunehmen war und die haptische Arbeit als besonders interessant und motivierend gilt.

Die SchülerInnen verhielten sich während der Arbeit mit den Materialien ruhig. Die Gespräche waren bedacht auf die Lautstärke und verliefen gelassen. Einige Gruppen diskutierten und tauschten Fakten gegenseitig aus. Ein wildes Durcheinander konnte dabei nicht beobachtet werden. Sie respektierten sich gegenseitig und ließen den/die anderen/andere zuerst aussprechen und argumentierten anschließend.

Durch die Evaluierung anhand der SchülerInnenfragebögen konnte gezeigt werden, dass die Materialien das selbstständige Arbeiten alleine oder in der Gruppe fördern (vgl. SchülerInnenfragebogen zu Materialblock 1-5, Frage 4). Trotz der zum Teil mehreren unterschiedlichen Aufgaben bei den Materialien musste kein/keine SchülerIn die Hilfe oder Erläuterungen der Lehrkraft in Anspruch nehmen. Obgleich der beiliegenden Lösung, haben die SchülerInnen diese während der Bearbeitung der Materialien nicht benutzt. Sie zeigten bis zum Schluss Eigenverantwortung und nahmen die Selbstkontrolle erst nach der Auseinandersetzung mit allen Arbeitsschritten wahr (vgl. Lehrerbeobachtungsbogen unter Kategorie „Selbstkontrolle“).

Am Ende der Unterrichtseinheit wurde der erste positive Eindruck der SchülerInnen mit dem Material bestätigt. Der Inhalt/das Thema der Lernmaterialien wurde von der Mehrheit der SchülerInnen als interessant empfunden (vgl. SchülerInnenfragebogen zu Materialblock 1-5, Frage 3). Die Materialien wurden ohne eine einzige Verneinung als verständlich ausgearbeitet, übersichtlich aufgebaut und anschaulich gestaltet bestätigt. (vgl. SchülerInnenfragebogen zu Materialblock 1-5, Frage 4). Etwa 77 Prozent, 15 der 20 SchülerInnen, empfanden die Unterrichtseinheit im Inhalt als genau richtig, also weder zu einfach, noch zu schwer. Im Zuge der Einbindungen der unterschiedlichen didaktischen Grundprinzipien der Montessori-Pädagogik (siehe Kapitel 2) sind die Materialien hilfreich für das Aufnehmen und Verstehen der ausgewählten Inhalte zum Themenfeld der sekundären Pflanzenstoffe (vgl. SchülerInnenfragebogen zu Materialblock 1-5, Frage 4).

Es war erfreulich zu sehen, dass einige SchülerInnen nachfragten, ob diese Art des Unterrichts nächste Stunde weitergeführt werden kann, da sie gerne noch die anderen Arbeitsaufträge bearbeitet hätten. Die Lehrerin wurde außerdem gebeten, diese Art des Unterrichts öfters zu machen (vgl. Lehrerbeobachtungsbogen unter Kategorie „Sonstige Beobachtungen“).

Die Ergebnisse aus der Lehrerbeobachtung und den SchülerInnen-Fragebögen zu den bestehenden Materialblöcken liefern weiters wertvolle und wichtige Hinweise hinsichtlich einer Weiterentwicklung der Unterrichtsmaterialien. Es ist zu hinterfragen, welches Wissen die SchülerInnen nach der freien Arbeit aufweisen. Eine Möglichkeit wäre eine Wissensüberprüfung am Ende der Unterrichtsstunde oder in der nächsten Schuleinheit. Wie die Ergebnisse zeigen, ist eine Adaptierung im Bereich Interesse am Inhalt ein relevanter Teil. Diesbezüglich ist eine zusätzliche Einbindung von Versuchen eine gute Möglichkeit, eine größere Anzahl von SchülerInnen inhaltlich motivierend anzusprechen. Ebenfalls ist eine Überarbeitung in der Verständlichkeit der Aufgabenstellungen erforderlich. Die Aufgabenstellungen der einzelnen Materialblöcke müssen klarer und kürzer formuliert werden.

## **9. Methodendiskussion**

Der Einsatz der beiden Forschungsinstrumente, SchülerInnen-Fragebogen und Lehrerbeobachtungsbogen, hatte zum Ziel, die eingesetzten Unterrichtsmaterialien aus verschiedenen Perspektiven zu bewerten. Auch wenn die Fallzahlen der Rückmeldungen aufgrund der Durchführung der Erprobung in nur einer Schulklasse gering sind und die Ergebnisse keinen Anspruch auf Repräsentativität erheben können, so können den Rückmeldungen doch wichtige, explorative Hinweise entnommen werden. Dabei konnten sich die Forschungsinstrumente für das Forschungsziel als insgesamt adäquat erweisen.

Die Umsetzung der Fragebögen gestaltete sich als ein gutes und schnelles Mittel für die Datenerfassung. Trotz der bedachten Auswahl der Fragen, wäre die Möglichkeit zum Präzisieren der Antworten oder für Rückfragen interes-

sant, um genaueres Feedback der Befragten zu erhalten, da die Antwortmöglichkeiten (ja/nein) eventuell nicht immer eindeutige Antworten waren. Hierfür wären offene Fragen gut geeignet. Jedoch wurde sich dagegen entschieden, da die Unterrichtseinheit mit 50 Minuten einen zu begrenzten Zeitraum darstellte, da das Ziel war, dass die SchülerInnen mehr als ein Material bearbeiten sollen.

Um eine höhere Objektivität zu erreichen, wäre eine zweite Beobachtungsperson von Vorteil. Jedoch war eine zusätzliche Person neben der Lehrerin, für die SchülerInnen aufregend genug und hätte die Konzentration auf die Materialien womöglich stören können. Aufgrund der großen Anzahl an SchülerInnen und der Klassengröße ist die Platzierung für die Beobachtung sehr wichtig. Die Vielzahl an unterschiedlichen Gruppen machte es jedoch schwer, allen Unterhaltungen beziehungsweise den Arbeitsschritten zu folgen. Eine Möglichkeit wäre gewesen, die Lehrerin der Klasse in die Beobachtung mit einzubeziehen und diese um ihre Beobachtungsnotizen zu bitten – ergänzend zu den Beobachtungsnotizen durch die durchführende Lehrperson.

Des Weiteren wäre ein Vergleich mit einer zweiten Klasse für einen genaueren Auswertungsprozess nützlich gewesen. Dies konnte jedoch aus organisatorischen Gründen im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht erreicht werden, obwohl dies ursprünglich in der Gesamtplanung und im Forschungsdesign der explorativen Studie vorgesehen.

Eine Fortführung der vorgelegten Studie wäre zudem in folgender Weise denkbar: Neben einer Schule mit konventionellen Unterrichtsmethoden wäre eine Durchführung der Erprobung der Unterrichtsmaterialien und der Evaluierung an einer Montessori-Schule interessant um einen Vergleich anzustellen, wie die SchülerInnen die Unterrichtsmaterialien einschätzen, wenn sie die didaktischen Grundsätze nach Montessori in der Gestaltung des Unterrichts gewohnt sind.

Insgesamt kann gesagt werden, dass die ausgewählten Forschungsmethoden zur Beantwortung der Forschungsfragen adäquat waren.

## 10. Zusammenfassung

Maria Montessori hat ein didaktisches System erschaffen, in dem das Kind im Mittelpunkt steht. In einem von LehrerInnen vorgegebenen Rahmen steht die Selbstbestimmung des Kindes im Mittelpunkt. Um mögliche Anknüpfungspunkte zwischen dem Unterrichtsfach Haushaltsökonomie und Ernährung und der Montessori-Pädagogik zu erproben, wurde Unterrichtsmaterialien zu einem Thema aus dem Lernfeld Ernährung (Sekundäre Pflanzenstoffe) entwickelt, welche den didaktischen Grundprinzipien von Maria Montessori entsprechen.

Die wichtigsten Grundprinzipien der Montessori-Pädagogik sind:

- Themen und Aufgaben zur Wahl stellen
- Empathische Wahrnehmung und Beobachtungen durch LehrerInnen
- Ruhe und Zeit als Voraussetzung für selbstständiges Lernen
- Individuelles und gemeinsames Lernen
- Kooperation und respektvoller Umgang miteinander
- Lernen mit allen Sinnen
- Lernen im eigenen Rhythmus und Tempo ermöglichen
- Möglichkeiten für aktives Entdecken, Bewegung und Tun geben
- Lernen im freien Rahmen
- Eigenverantwortung ermöglichen

(Holtstiege, 2009; Montessori, 2010).

Bei den entwickelten Unterrichtsmaterialien zum Themenfeld „Sekundäre Pflanzenstoffe“ wurden insbesondere die folgenden didaktischen Grundsätze nach Montessori berücksichtigt:

- Themen und Aufgaben zur Wahl stellen
- Individuelles und gemeinsames Lernen
- Lernen mit allen Sinnen
- Lernen im eigenen Rhythmus und Tempo ermöglichen

- Möglichkeit für aktives Entdecken, Bewegung und tun geben
- Lernen im freien Rahmen

(Holtstiege, 2009; Montessori, 2010).

Nach Auswertung des SchülerInnen-Feedbacks und des Lehrerbeobachtungsbogen und ausführlicher Beschäftigung mit den Anknüpfungspunkten zwischen der Montessori-Pädagogik und den Unterrichtsfach Haushaltsökonomie und Ernährung konnte festgestellt werden, dass es gute Möglichkeiten gibt, das Unterrichtsfach mit diesem pädagogischen Ansatz und seinen didaktischen Grundsätzen zu verknüpfen. Im Lehrplan des Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung für das Unterrichtsfach Haushaltsökonomie und Ernährung werden ein freier Rahmen, Methoden, die die Eigenverantwortung und Teamfähigkeit unterstützen, sowie das entdeckende Lernen, hervorgehoben. Diese Punkte entsprechen genau den wesentlichen Grundprinzipien nach Montessori (BMBWF 2018; BMBWF 2019; Montessori, 2010).

Die Ergebnisse der Durchführung und Evaluierung der Unterrichtseinheit zeigten auf, dass die SchülerInnen diese Art der Wissensvermittlung befürworten und eine regelmäßige Einbindung in den Unterricht wünschen. Die Unterrichtsmaterialien wurden aufgrund ihrer Verständlichkeit, Übersichtlichkeit, Optik, sowie der neuen Art des Lernens ausgewählt. Diese Art des Lernens war in Form der freien Arbeit förderlich für das selbstständige Arbeiten. Auf dem Hintergrund der Evaluierung der Ergebnisse ist eine Adaptierung im Bereich Interesse am Inhalt von Bedeutung. Diesbezüglich ist eine zusätzliche Einbindung von Versuchen oder Experimenten eine gute Möglichkeit, eine größere Anzahl von SchülerInnen für den Inhalt zu motivieren und inhaltlich anzusprechen.

Das Fach Haushaltsökonomie und Ernährung bietet hier gute Möglichkeiten für die Einbindung aller Sinne, zum Beispiel durch Experimente und Verkostungen (BMBWF 2018; BMBWF 2019).

Da eine klassische Unterrichtseinheit von 50 Minuten meist zu wenig Zeit für diese Art des Unterrichts bietet und Doppelstunden nicht der gängigen Praxis entsprechen, stellt der Zeitfaktor eine der wesentlichsten Limitationen dar. Eine weitere Einschränkung stellt die geringe Verfügbarkeit von Unterrichtsmaterialien nach Montessori-Prinzipien für die Sekundarstufe II dar. Im Gegensatz dazu können Materialien nach Montessori-Prinzipien für den Kindergarten und die Primarstufe in großer Anzahl im Handel erworben werden. Sollen Unterrichtsmaterialien, die den Grundprinzipien nach Montessori entsprechen, in der Sekundarstufe II eingesetzt werden, verlangt dies eine große Eigeninitiative der LehrerInnen, da diese selbst entwickelt und erstellt werden müssen und eine detaillierte Auseinandersetzung der Lehrperson mit den Grundprinzipien Montessoris und dem Themenfeld voraussetzt

Die eingesetzten Materialien haben bei den SchülerInnen einen positiven Eindruck hinterlassen. Daher sollte eine weitere Einbindung diese Art des Lernens in den Schulalltag angedacht werden.

## 11. Literaturverzeichnis

AGES - Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH. Nahrungsergänzungsmittel. Wien, 2019.

<https://www.ages.at/themen/lebensmittelsicherheit/nahrungsergaenzungsmittel/> (zuletzt aufgerufen am 20.08.2019).

Altrichter H, Posch P, Spann H. Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht. 5. Auflage. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 2018.

Arzt A, Reischl A, Rogl H. Ernährung – bewusst, aktuell, lebensnah. 7. Auflage. Linz: Trauner Verlag, 2015.

Auff E, Zeiler K. Klinische Neurologie II. Die wichtigsten neurologischen Erkrankungen für Human und Zahnmediziner. 2. Auflage. Wien: Facultas, 2007.

Belitz HD, Grosch W, Schieberle P. Lehrbuch der Lebensmittelchemie. 6. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2007.

Bengough T, Griebler R, Höfler S, Winkler P (Hg.). Österreichischer Demenzbericht 2014. Bundesministerium für Gesundheit und Sozialministerium. Wien, 2015.

<http://www.bmgf.gv.at/cms/home/attachments/6/4/5/CH1513/CMS1436868155908/demenzbericht2014.pdf> (zuletzt aufgerufen am 13.08.2019).

Biesalski HK, Grimm P, Nowitzki Grimm S. Taschenatlas Ernährung. 6. Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2015.

Bieschke J, Diamond MI, Sharma A, Wanker EE, Wobst HJ. The green tea polyphenol (-) epigallocatechin gallate prevents the aggregation of tau protein into toxic oligomers at substoichiometric ratios. In: FEBS Letters 2015 Jan; 589 (1): 77-83.

Breidenstein G, Hirschauer S, Kalthoff H, Nieswand b. Ethnografie – Die Praxis der Feldforschung. 2. Auflage. Konstanz und München: UVK Verlagsgesellschaft mbH, 2015.

Brennicke P, Schopfer P. Pflanzenphysiologie. 7. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2016.

Britton G, Liaaen-Jensen S, Pfander H. Carotenoids - Handbook. Basel: Birkhäuser Verlag, 2004.

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. 2018. HAUSHALTSÖKONOMIE und ERNÄHRUNG.  
[https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp\\_hs\\_ernaehrung\\_876\\_876.pdf?61ebzu](https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_hs_ernaehrung_876_876.pdf?61ebzu) (zuletzt aufgerufen am 02.08.2019).

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. 2019. HAUSHALTSÖKONOMIE und ERNÄHRUNG.  
<https://www.abc.berufsbildendeschulen.at/downloads/?kategorie=10> (zuletzt aufgerufen am 02.08.2019).

Buhren CG. Selbstevaluation in der Schule. Weinheim und Basel: Beltz Verlag, 2018.

Burkhard C, Eikenbusch G. Praxishandbuch Evaluation in der Schule: Berlin: Cornelsen Scriptor, 2000.

Ebermann R, Elmadfa I. Lehrbuch Lebensmittelchemie und Ernährung. 2. Auflage. Wien: Springer Wien New York, 2011.

Elmadfa I. Ernährungslehre. 2. Auflage. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 2009.

Engelhardt U. Polyphenole im Tee. 1998.  
[http://www.teeverband.de/wissenschaft/wit\\_texte\\_pdf/WIT1-98end.pdf](http://www.teeverband.de/wissenschaft/wit_texte_pdf/WIT1-98end.pdf) (zuletzt abgerufen am 19.08.2019).

Franke W. Nutzpflanzen. 8. Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG, 2012.

Hänzel R, Sticher O. Pharmakognosie Phytopharmazie. 9. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2009.

Helmke A. Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität - Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts. 7. Auflage. Seelze: Klett-Kallmeyer, 2017.

Holtstiege H. Modell Montessori – Grundsätze und aktuelle Geltung der Montessori-Pädagogik. 15. Auflage. Freiburg im Breisgau: Herder Verlag, 2009.  
Montessori M. Gesammelte Werke - Die Entdeckung des Kindes. Freiburg im Breisgau: Herder Verlag, 2010.

NIH. National Institute of Health. Alzheimer's Disease - Fact Sheet. 2016. <https://www.nia.nih.gov/alzheimers/publication/alzheimers-disease-fact-sheet> (zuletzt aufgerufen am 14.08.2019).

Nover L, Weiler E. Allgemeine und molekulare Botanik. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2008.

Rensing L, Rippe V. Altern - Zelluläre und molekulare Grundlagen, körperliche Veränderungen und Erkrankungen, Therapieansätze. Berlin Heidelberg: Springer Verlag, 2014.

Schumacher E. Montessori-Pädagogik verstehen, anwenden und erleben – Eine Einführung. Weinheim und Basel: Beltz Verlag, 2016.

Strawbridge D, Strawbridge J. Das große Buch der Selbstversorgung. London: Dorling Kindersley, 2018.

Wagner G. Waschmittel – Chemie, Umwelt, Nachhaltigkeit. 5. Auflage. Weinheim: Wiley-VCH Verlag, 2017.

Watzl B. Fundort Pflanzenzelle – Einführung in Vorkommen, Eigenschaften und Wirkungsweise sekundärer Pflanzenstoffe. In: Aktuelle Ernährungsmedizin. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2011: 36, Supplement 1: S2-S5.

Watzl B. Einfluss sekundärer Pflanzenstoffe auf die Gesundheit. In: 12. Ernährungsbericht. Bonn: Deutsche Gesellschaft für Ernährung, 2012: 355-374.

Online:

[https://www.openagrar.de/servlets/MCRFileNodeServlet/Document\\_derivate\\_00003406/S1653.pdf](https://www.openagrar.de/servlets/MCRFileNodeServlet/Document_derivate_00003406/S1653.pdf) (zuletzt aufgerufen am 20.08.2019).

Internetquellen für Bilder: (zuletzt aufgerufen am 10.09.2019)

<https://pixabay.com/photos/tomato-vegetable-food-vitamins-3520004/>

<https://pixabay.com/photos/pumpkin-leaf-autumn-meadow-grass-1030817/>

<https://pixabay.com/photos/broccoli-vegetables-healthy-food-1450274/>

<https://pixabay.com/photos/vegetables-cabbage-green-food-2924245/>

<https://pixabay.com/photos/ivy-plant-garden-nature-green-4152057/>

<https://pixabay.com/photos/soy-milk-soy-soybean-soy-milk-2263942/>

<https://pixabay.com/photos/seeds-sunflower-seeds-chia-sesame-2267092/>

<https://pixabay.com/photos/pumpkin-seeds-kernels-green-1489510/>

<https://pixabay.com/photos/radish-vegetable-root-salad-1537141/>

<https://pixabay.com/photos/cauliflower-vegetables-food-1465732/>

<https://pixabay.com/photos/green-tea-tea-tea-ceremony-3528474/>

<https://pixabay.com/photos/tea-leaves-dried-herbal-black-828940/>

<https://pixabay.com/photos/purple-grapes-vineyard-napa-valley-553464/>

<https://pixabay.com/photos/wheat-field-spring-summer-france-3241114/>

<https://pixabay.com/photos/noodles-rice-potatoes-food-eat-516635/>

<https://pixabay.com/photos/fruits-refreshment-fresh-lemon-863072/>

<https://pixabay.com/photos/peppermint-medicinal-plant-2496363/>

<https://pixabay.com/photos/linseed-flaxseed-semi-di-lino-food-3663021/>

<https://pixabay.com/photos/bread-whole-wheat-bread-1510298/>

<https://pixabay.com/photos/food-onions-garlic-spices-herbs-1239423/>

<https://pixabay.com/photos/spring-onions-leek-delicious-food-1303271/>

<https://pixabay.com/photos/agriculture-asia-autumn-botany-1552390/>

**Video:** <https://www.verbraucherzentrale.de/aktuelle-meldungen/lebensmittel/nahrungsergaenzung-uebertriebene-werbeversprechen-sind-groesstes-aergernis-22165> (zuletzt aufgerufen am 02.08.2019).

## 12. Anhang

### 12.1. Materialien

#### Material 1 - Bedeutung und Vorkommen der sekundären Pflanzenstoffe

##### Aufgabenstellung

1) Lies/Lest den Text auf Seite 93 und 94 im beiliegenden Schulbuch (Arzt et al., 2015) alleine oder in der Gruppe aufmerksam durch. Du benötigst/ ihr benötigt die Informationen für die folgende Sortieraufgabe.

2) Die Sammlung der Kärtchen enthält:

- Namen von verschiedenen sekundären Pflanzenstoffen.
- Lebensmittel, die sekundäre Pflanzenstoffe enthalten.
- Stichworte, die die Bedeutung des jeweiligen sekundären Pflanzenstoffes für die Pflanze beschreiben.

Lege/Legt die angefertigten Kärtchen so an, dass zuerst eine Gruppe der **sekundären Pflanzenstoffen** ganz **links** liegt. In der **Mitte** sollen die dazugehörigen **Lebensmittel** liegen. Ganz **rechts** sollen die Kärtchen mit der **Bedeutung für die Pflanze** liegen.

##### Beispiel:

Sekundäre Pflanzenstoffe	Enthalten in.....	Bedeutung für die Pflanze
--------------------------	-------------------	---------------------------

Carotinoide	Tomaten, Kürbis	Farbstoffe (rot, gelb, orange)
-------------	-----------------	--------------------------------



Abbildung 17: Tomate (<https://pixabay.com/photos/tomato-vegetable-food-vitamins-3520004/>)

<b>Sekundäre Pflanzenstoffe</b>	<b>Enthalten in.....</b>	<b>Bedeutung für die Pflanze</b>
Carotinoide	Tomaten, Karotten, buntem Gemüse, Kürbis, Paprika, Melonen, Brokkoli, Kohl	Farbstoffe (rot, gelb, orange)
Saponine	Sojabohnen, Hülsenfrüchte, Hafer, Fenchel, Efeu, Kastanien	Bitterstoffe, Abwehrmittel
Phytosterine	Hülsenfrüchte, Pflanzensamen und Nüssen	Pflanzenhormone und Membranbaustoffe
Glucosinolate	Radieschen, Senf, alle Kohlarten, Rettich, Karfiol	Abwehrstoffe gegenüber Fraßfeinden oder Pathogenen
Polyphenole (Flavonoide)	Trauben, Äpfeln, Soja, Schwarzer und grüner Tee, Kirschen, Auberginen, Schokolade	Farbstoffe (rot, violett, blau, gelb)
Protease-Inhibitoren	Hülsenfrüchte, Sojabohne, Weizen, Reis	Abwehrstoffe gegenüber Fraßfeinden oder Pathogenen
Terpene	Minze, Kümmel, Zitronen	Aroma- und Duftstoffe
Phytoöstrogene	Hülsenfrüchte und Getreide, Leinsamen	Pflanzenhormone, welche dem weiblichen Sexualhormon Östrogen ähnlich aufgebaut ist
Sulfide	Lauch, Zwiebeln, Knoblauch	Aroma- und Duftstoffe

Tabelle 3: Sekundäre Pflanzenstoffe: Bedeutung und Vorkommen (eigene Darstellung nach Belitz et al., 2007; Elmadfa, 2009; Ebermann und Elmadfa, 2011).



Abbildung 18: Karfiol  
(<https://pixabay.com/photos/cauliflower-vegetables-food-1465732/>)



Abbildung 19: Brokkoli  
(<https://pixabay.com/photos/broccoli-vegetables-healthy-food-1450274/>)



Abbildung 20: Schwarztee  
(<https://pixabay.com/photos/tea-leaves-dried-herbal-black-828940/>)

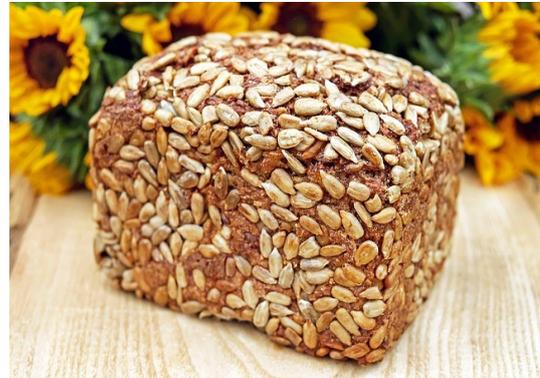


Abbildung 21: Vollkornbrot  
(<https://pixabay.com/photos/bread-whole-wheat-bread-1510298/>)



Abbildung 22: Zitrusfrüchte  
(<https://pixabay.com/photos/fruits-refreshment-fresh-lemon-863072/>)



Abbildung 23: Zwiebel, Knoblauch  
(<https://pixabay.com/photos/food-onions-garlic-spices-herbs-1239423/>)



Abbildung 24: Grüntee  
(<https://pixabay.com/photos/green-tea-tea-tea-ceremony-3528474/>)



Abbildung 25: Efeu  
(<https://pixabay.com/photos/ivy-plant-garden-nature-green-4152057/>)



Abbildung 26: Leinsamen  
(<https://pixabay.com/photos/linseed-flaxseed-semi-di-lino-food-3663021/>)



Abbildung 27: Kürbis  
(<https://pixabay.com/photos/pumpkin-leaf-autumn-meadow-grass-1030817/>)



Abbildung 28: Nudeln, Reis, Kartoffeln  
(<https://pixabay.com/photos/noodle-s-rice-potatoes-food-eat-516635/>)



Abbildung 29: Weintrauben  
(<https://pixabay.com/photos/purple-grapes-vineyard-napa-valley-553464/>)



Abbildung 30: Sonnenblumenkerne  
(<https://pixabay.com/photos/pumpkin-seeds-kernels-green-1489510/>)



Abbildung 31: Pfefferminze  
(<https://pixabay.com/photos/pepper-mint-medicinal-plant-2496363/>)



Abbildung 32: Radieschen  
(<https://pixabay.com/photos/radish-vegetable-root-salad-1537141/>)



Abbildung 33: Tomate  
(<https://pixabay.com/photos/tomato-vegetable-food-vitamins-3520004/>)



Abbildung 34: Soja  
(<https://pixabay.com/photos/soy-milk-soy-soybean-soy-milk-2263942/>)



Abbildung 35: Lauch  
(<https://pixabay.com/photos/spring-onions-leek-delicious-food-1303271/>)



Abbildung 36: Unterschiedliche Samen  
(<https://pixabay.com/photos/seeds-sunflower-seeds-chia-sesame-2267092/>)



Abbildung 37: Kohl  
(<https://pixabay.com/photos/vegetables-cabbage-green-food-2924245/>)



Abbildung 38: Weizenfeld  
(<https://pixabay.com/photos/wheat-field-spring-summer-france-3241114/>)

Abwehrstoffe gegenüber Fraßfeinden oder Pathogenen	Abwehrstoffe gegenüber Fraßfeinden oder Pathogenen	Bitterstoffe, Abwehrstoffe
Pflanzenhormone, Membranbaustoffe	Aroma- und Duftstoffe	Farbstoffe (rot, gelb, orange)
Pflanzenhormone, welche dem weiblichen Sexualhormon Östrogen ähnlich aufgebaut ist	Aroma- und Duftstoffe	Farbstoffe (rot, violett, blau, gelb)

Tabelle 4: Die Bedeutung der sekundäre Pflanzenstoffe für die Pflanze (eigene Darstellung nach Belitz et al., 2007; Elmadfa, 2009; Ebermann und Elmadfa, 2011).

Carotinoide	Saponine	Phytosterine
Glucosinolate	Polyphenole (Flavonoide)	Protease- Inhibitoren
Terpene	Phytoöstrogene	Sulfide

Tabelle 5: Auswahl einiger sekundäre Pflanzenstoffe (eigene Darstellung nach Belitz et al., 2007; Elmadfa, 2009; Ebermann und Elmadfa, 2011).

## Material 2 – Carotinoide

### Sekundäre Pflanzenstoffe - Carotinoide

#### Was sind sekundäre Pflanzenstoffe?

Als sekundäre Inhaltsstoffe werden alle Substanzen des pflanzlichen Stoffwechsels verstanden, die nicht für den primären Erhalt der lebenden Zelle verantwortlich sind. Bei höheren Pflanzen besitzt jede Art ein charakteristisches Spektrum an sekundären Pflanzenstoffen. Des Weiteren können sie als wiedererkennbare Kennzeichen verwendet werden. Die Aufgabe der sekundären Pflanzeninhaltsstoffe können vielseitig sein. Sie wirken als Lockstoffe, Fraßhemmer, Signalstoffe oder Hemmstoffe (Belitz et al., 2007; Franke, 2012). Insgesamt konnte man über 100.000 verschiedene Verbindungen identifizieren. Sekundäre Pflanzenstoffe haben auf den menschlichen Organismus eine vielfältige Wirkung. Sie können giftig, entzündungshemmend oder schmerzstillend sein (Biesalski et al., 2015).

#### Zum Beispiel: Die Carotinoide

Carotinoide sind eine weit verbreitete Gruppe von fettlöslichen, gelb bis roten Pflanzenfarbstoffen. In der Pflanze kommen sie in den Chromoplasten und in den Plastiden vor. Carotinoide werden unterteilt in die Carotine, welche nur aus Wasserstoff und Kohlenstoff aufgebaut sind und die Xanthophylle, welche sauerstoffhaltige Abkömmlinge der Carotine sind (Hänsel und Sticher, 2009). Bislang sind etwa 750 Carotinoide bekannt (Britton et al., 2004).

#### Vorkommen

Karotten, Tomaten, Spinat, Kohl, Süßkartoffeln, Mangold, Chicorée (Elmadfa, 2009).

## Bedeutung für die Pflanze

Farbstoffe (rot, gelb, orange) (Hänsel und Sticher, 2009).

## Bedeutung für den Menschen

Alpha- und Beta Carotin (Vitamin A), antioxidative Wirkung, Bindung von freien Radikalen, Stärkung des Immunsystems, krebshemmende Wirkung (Biesalski et al., 2015).

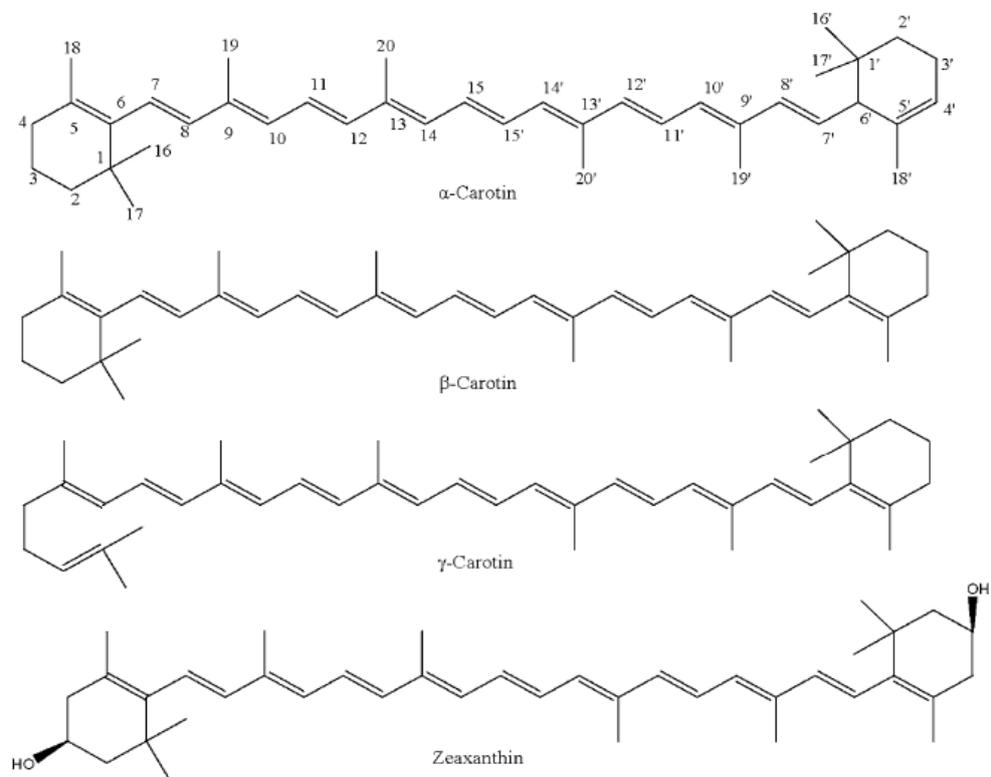


Abbildung 39: Chemische Strukturformel von ausgewählten Carotinoiden (Ebermann und Elmadfa, 2011)

## „Goldener Reis“

Der Goldene Reis ist eine Reispflanze, in welcher durch gentechnische Veränderungen der Gehalt von bestimmten Carotinoiden erhöht wurde. Das im Reiskorn eingelagerte Beta-Carotin verleiht ihm seine gelblich-orange Farbe. Das Beta-Carotin, welches im Körper in Retinol (Vitamin A) umgewandelt wird, wird auch als Provitamin A bezeichnet. Ingo Potrykus und Peter Beyer entwickelten



1992 einen Reis, welcher mit Beta-Carotin angereichert ist. Damit wollten sie einen Beitrag gegen eine Vitamin A-Unterversorgung in Südostasien leisten.

Abbildung 40: Goldener Reis (<https://pixabay.com/photos/agriculture-asia-autumn-botany-1552390/>)

Nach Schätzungen der WHO leiden weltweit rund 250 Millionen Kinder an einem solchen Mangel. Fast 700.000 Kinder sterben jährlich an den Folgen eines Vitamin-A-Mangels. Da die ursprüngliche Reispflanze kein Beta-Carotin bilden kann, wurde ein Gen der Osterglocke und ein Gen aus einem Bakterium in das Reisgenom eingefügt. Beide zusammen bilden die Vitamin A Vorstufe Beta-Carotin. Im menschlichen Körper wird es zu Vitamin A umgewandelt. Des weiteren wurden noch 3 Gene eingefügt, welche die Synthese im Körper beschleunigen (Belitz et al., 2007; Franke, 2012).

Das Vitamin A ist am Sehvorgang sowie an Entwicklungs- und Wachstumsprozessen beteiligt. In den Entwicklungsländern ist ein Vitamin-A-Mangel die Hauptursache für Nachtblindheit, Erblindungen, Fruchtbarkeitsstörungen, Wachstumsstörungen im Kindesalter sowie für eine hohe Kindersterblichkeit. Erst eine Weiterentwicklung 2005 konnte gewährleisten, dass genug Provitamin A im Korn vorhanden war. Mit der Einnahme von 200-400 g Goldenem Reis kann der tägliche Vitaminbedarf (etwa 1 mg Retinol) gedeckt werden (Britton et al., 2004; Franke, 2012).

Um die Versorgung der Bevölkerung zu gewährleisten, erhalten die Kleinbauern das Saatgut umsonst. Jedoch gibt es durch den Anbau von genetisch verändertem Reis rechtliche und ethische Bedenken. Es besteht die Befürchtung, dass die angebauten Felder als Versuch genutzt werden und die großen Saatguthersteller den Anbau von patentierten Sorten unterbinden können. Des Weiteren wird angezweifelt, dass ein Anbau wirklich nötig ist, da es in Problemregionen genügend fettreiche Lebensmittel gibt, aus denen sich das Provitamin A resorbieren lässt (Britton et al., 2004; Franke, 2012).

### **Aufgabenstellung:**

- 1) Lies/Lest den Text alleine oder in der Gruppe aufmerksam durch.
- 2) Was sind die Vor- und Nachteile des „Goldenen Reis“?
- 3) Bist du für oder gegen den Anbau des „Goldenen Reis“? Begründe deine Position gegenüber deinen MitschülerInnen und schreibe dazu Argumente in Stichworten in dein Heft.

## Material 3 - Polyphenole

### Polyphenole

#### Polyphenole

Phenolische Verbindungen gehören unterschiedlichen Stoffgruppen an. Die Grundlage aller dieser Verbindungen bildet das Phenol. Phenole sind chemische Verbindungen, welche an einem aromatischen Ring eine oder mehrere Hydroxygruppen (OH-Gruppe) tragen. Die große Anzahl von etwa 20.000 Verbindungen ist darauf zurückzuführen, dass diese mit anderen Stoffgruppe und untereinander reagieren können (Hänsel und Sticher, 2009). Die unten stehende Abbildung veranschaulicht die Struktur der zum Beispiel im grünen und schwarzen Tee vorkommenden Polyphenole mit ihren Untergruppen.

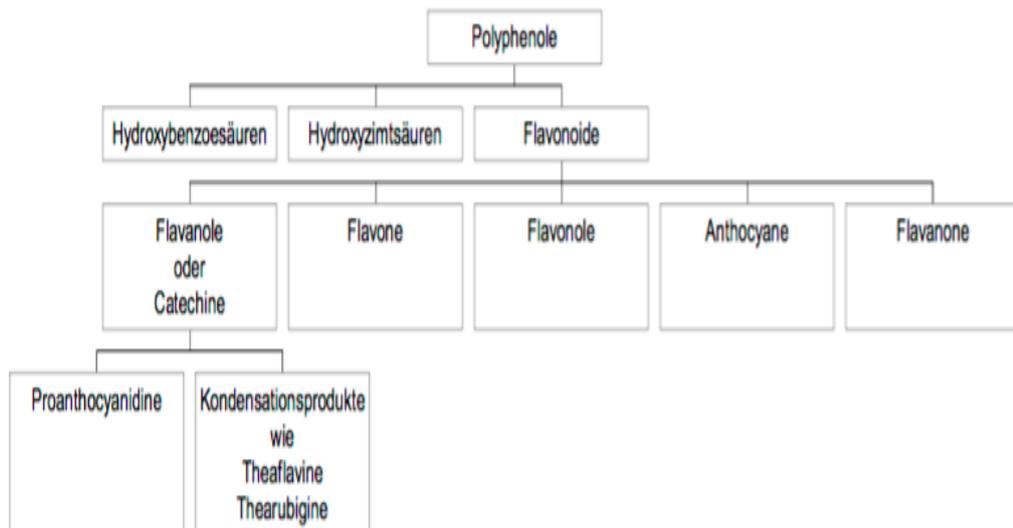


Abbildung 41: Teepolyphenole und ihre Untergruppen (Engelhardt, 1998)

#### Vorkommen

Trauben, Granatapfel, Schwarzer und grüner Tee, Beeren, Schokolade, Getreide, Äpfel (Belitz et al., 2007).

## **Bedeutung für die Pflanze**

Farbstoffe (Anlockung von Bestäubern), Gerbstoffe (Schutz vor Fraßfeinden), Geschmacksstoffe (Franke, 2012).

## **Was ist über die gesundheitliche Bedeutung der Polyphenole wissenschaftlich nachgewiesen?**

Einige Polyphenole wirken antioxidativ und andere entzündungshemmend. Des Weiteren inaktivieren verschiedene Verbindungen krebserregende Substanzen im Körper. Es konnte mit Granatapfel-Polyphenolen ein gehemmtes Wachstum von Krebszellen im Darm, in der Lunge und in der Prostata beobachtet werden. Flavonoide schützen die Körperzellen gegenüber Bakterien und freien Radikalen. Durch den täglichen Verzehr von Obst und Gemüse wird das Immunsystem durch die Zufuhr von Polyphenolen gestärkt und das Risiko gegenüber Infektion gesenkt (Ebermann und Elmadfa, 2011; Hänsel und Sticher, 2009).

Zusätzlich können neurologische Wirkungen beobachtet werden. Das Polyphenol Epigallocatechingallat (EGCG) steht im Zusammenhang damit, die Ablagerungen im Gehirn zu verhindern, welche die Alzheimer-Krankheit auslösen können. Zum anderen kann die Gehirnleistung von PatientenInnen verbessert werden (Auff und Zeiler, 2007; Rensing und Rippe, 2014).

Ihre Zufuhr mit einer ausgewogenen Ernährung trägt zur Verhütung von Herz-Kreislauf- Erkrankungen und von bösartigen Tumoren bei und soll gefördert werden. Polyphenole sind auch in der Lage, Thrombosen vorzubeugen und damit das Herzinfarkttrisiko zu senken (Biesalski et al., 2015).

## **Welche gesundheitlichen Bedeutungen stehen in der Diskussion?**

Ungeachtet der Vielzahl an positiven Wirkungen, stehen einige davon in der Diskussion oder sind noch Teil der aktuellen Forschung. In mehreren Studien konnte ein krebsvorbeugender Effekt in verschiedenen Studien nachgewie-

sen werden. Jedoch sind diese einzelnen Reinstoffe eher als Prävention gedacht und nicht als Ersatz (Biesalski, 2015; Elmadfa, 2009).

Da der Gehalt an Polyphenolen und seinen unterschiedlichen Vertretern in Gemüse und Früchten sehr unterschiedlich sein kann, ist es schwer, hier eine eindeutige Aussage dahingehend zu machen, dass Polyphenole eine eindeutige biologische Bedeutung für die menschliche Gesundheit haben (Ebermann und Elmadfa, 2011; Hänsel und Sticher, 2009).

Des Weiteren werden die Wirkungen hauptsächlich in vitro (kontrollierte künstliche Umgebung, wie eine Petrischale oder ein Reagenzglas) durchgeführt und damit ist es schwer, einen Nachweis zu erbringen, da sich die Polyphenole im Körper nach der Einnahme verändern (Belitz et al., 2007; Ebermann und Elmadfa, 2011).

Dem in der Traubenschale und im Wein enthaltenen Polyphenol/Flavonoid Quercetin werden einige weitreichend positive physiologische Effekte zugesprochen. Aufgrund der zahlreichen negativen Wirkungen bei chronisch übermäßiger Aufnahme ist der Alkoholkonsum zur Prävention von koronaren Herzerkrankungen nicht geeignet und wird daher nicht empfohlen (Belitz et al., 2007; Ebermann und Elmadfa, 2011).

## Morbus Alzheimer

### Einleitung

Alzheimer ist eine irreversible und fortschreitende Hirnleistungsstörung, welche langsam das Gedächtnis beeinträchtigt, wodurch Personen nicht mehr in der Lage sind, die einfachsten Aufgaben zu bewältigen. Mit zunehmendem Alter erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, an Alzheimer zu erkranken. Die ersten Symptome treten etwa in der Mitte des 60. Lebensjahres auf. Weltweit leiden mehr als 24 Millionen Menschen an der neurodegenerativen Erkrankung Demenz. Alzheimer und Demenz sind in der Medizin nicht gleichbedeutend. Demenz besteht aus einem Muster von Symptomen, welches unter-

schiedliche Ursachen haben kann. Alzheimer ist mit 30 Prozent die häufigste Form der Demenz (Auff und Zeiler, 2007; NIH, 2016).

### Häufigkeiten von Alzheimer und Demenz

2014 lebten in Österreich schätzungsweise 130.000 Personen mit einer Form der Demenz. Aufgrund der immer höher werdenden Lebenserwartung wird für das Jahr 2050 die Zahl der Alzheimer-Demenz auf ca. 180.000 geschätzt (Bengough, 2015).

### Symptome

Am Anfang der Erkrankung lassen sich Gedächtnislücken, Orientierungsstörungen oder Störungen der Merkfähigkeit erkennen. Die Erkrankten können im Verlauf dieser Krankheit ihren Namen, Termine oder Ereignisse vergessen. Sie haben Probleme sich an Orte zurechtzufinden oder erinnern sich nicht mehr, wie sie an Orten des Geschehens gelangt sind. Des Weiteren nehmen die Sprachleistungen und die motorischen Funktionen ab. Unbegründetes Aggressionsverhalten ist ein weiteres Kennzeichen der Erkrankung. Im fortgeschrittenen Stadium treten bei jedem zweiten Erkrankten Wahnbildungen und Halluzinationen auf (Auff und Zeiler, 2007; Rensing und Rippe, 2014).

### Fazit

Die häufigste Ursache einer Demenz ist die Alzheimer-Demenz, welche vermutlich auf die neurotoxischen Wirkungen von Amyloid-Beta-Peptiden und Tau-Proteinen zurückzuführen ist. Diese können den neuronalen Zerfall verursachen und so zu Lern- und Gedächtnisstörungen führen. Eine gesunde Ernährung, sowie Sport können das Gehirn nachweislich länger fit halten. Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, vor allem das Catechin und das Epigallocatechingallat (kommen vor allem im grünen Tee vor), geben in einigen Studien Hinweise darauf, dass diese im Gehirn die Neuronen sowie die toxischen Aggregate positiv beeinflussen und so das Voranschreiten von Alzheimer

verlangsamen oder den Ausbruch der Erkrankung verhindern können (Bieschke et al., 2015; Ebermann und Elmadfa, 2011).

## Diabetes mellitus Typ 2

### Einleitung

Diabetes mellitus Typ 2 ist eine chronische Stoffwechselerkrankung, bei der der Zuckerspiegel im Blut erhöht ist. Ausschlaggebend dafür ist eine Insulinresistenz. Die Zuckermoleküle im Blut können nicht ausreichend aus dem Blut in die Zelle weitergeleitet werden und es kommt zu einer Ansammlung (Biesalski et al., 2015; Elmadfa, 2009).

### Ursache

Insulinresistenzen sind vor allem auf genetische Veranlagungen, Übergewicht, hohen Blutdruck sowie Bewegungsmangel zurückzuführen (Biesalski et al., 2015; Elmadfa, 2009).

### Symptome

Die erhöhten Zuckerwerte im Blut verursachen keine äußeren Beschwerden. Jedoch schädigen sie langfristig die Nerven, Blutgefäße und zahlreichen Organen. Über viele Jahre hinweg können verschiedene Folgekrankheiten wie Herzinfarkte, Nierenschwäche, Nervenstörungen und Schlaganfälle auftreten (Biesalski et al., 2015; Elmadfa, 2009).

### Fazit

Es zeigt sich, dass sich eine polyphenolreiche Ernährung (insbesondere ein hoher Anteil von Flavonoiden) günstig auf die Prävention von Diabetes mellitus Typ 2 auswirkt. Dazu wird eine pflanzenbetonte Ernährungsweise empfohlen, welche den Glucosestoffwechsel positiv beeinflussen kann (Biesalski et al., 2015; Elmadfa, 2009).

## **Aufgabenstellung**

1) Lies/Lest den Text über die Polyphenole alleine oder in der Gruppe durch.

- Was ist hinsichtlich der gesundheitlichen Bedeutung der Polyphenole wissenschaftlich nachgewiesen?
- Welche Wirkungen stehen in der Diskussion?
- Notiere/Notiert Stichworte dazu in dein/euer Heft.

Wenn du mit einem Partner/ einer Partnerin zusammenarbeitest, stellt euch gegenseitig eure Erkenntnisse vor.

2) Wenn du dich im Zusammenhang mit Polyphenolen weiter über zwei ausgewählte Krankheitsbilder informieren möchtest, kannst du die beiliegenden „Factsheets“ über Morbus Alzheimer und Diabetes mellitus Typ 2 nutzen.

## **Material 4 - Nahrungsergänzungsmittel**

### **Nahrungsergänzungsmittel**

#### **Was sind Nahrungsergänzungsmittel (NEM)?**

Nahrungsergänzungsmittel sind nach der österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES, 2019) definiert. Demzufolge ist ein Nahrungsergänzungsmittel ein Lebensmittel, welches dazu bestimmt ist, die allgemeine Ernährung zu ergänzen. Sie können in konzentrierter oder in dosierter Form von Nährstoffen oder sonstigen Stoffen mit physiologischer und ernährungsspezifischer Bedeutsamkeit vorkommen. Diese dürfen jedoch nicht der Heilung oder der Linderung von Krankheiten dienen (Elmadfa, 2009; Hänsel und Sticher, 2009).

#### **Welche Arten von sekundäre Pflanzenstoffe kommen in NEM vor?**

Es gibt ein breites Angebot an NEM in Apotheken oder im Internet. Man kann zum Beispiel Produkte für Flavonoide (Quercetin), Lutein, Carotinoide, Beta-Carotin und Polyphenole (Epigallocatechingallat) kaufen (Elmadfa, 2009; Hänsel und Sticher, 2009).

#### **Vor- und Nachteile von Nahrungsergänzungsmitteln?**

Eine Supplementation mit Nahrungsergänzungsmitteln ist unter bestimmten Umständen oder in unterschiedlichen Lebensphasen von Vorteil. Aus wissenschaftlicher Sicht ist für eine Person, welche sich ausgewogen ernährt, eine Ergänzung nicht nötig. Personen, welche auf Lebensmittel tierischer Herkunft verzichten, müssen sich bewusst sein, dass damit keine ausreichende Versorgung mit bestimmten Mikronährstoffen garantiert ist (Vitamin D, Vitamin B 12 oder Eisen). Des Weiteren sollte in der Schwangerschaft oder bei einer Unterversorgung mit bestimmten Vitaminen eine Supplementierung in Betracht gezogen werden (Elmadfa, 2009; Hänsel und Sticher, 2009).

Nahrungsergänzungsmittel können aufgrund der hohen isolierten Substanz unerwünschte Effekte hervorrufen. Bei längerer Einnahme kann es zu Vergiftungserscheinungen, Leberschäden oder Nierensteinen führen. Diese Überdosierungserscheinungen treten vor allem bei den fettlöslichen Vitaminen (A, D, E, K) auf, da diese im Körper gespeichert werden und nicht wie die wasserlöslichen Vitamine (B1, B6, C) über die Niere mit dem Urin ausgeschieden werden (Elmadfa, 2009; Hänsel und Sticher, 2009).

Das „Sonnenvitamin“ Vitamin D wird primär nicht über die Nahrung aufgenommen, sondern über UV-B-Strahlungen der Sonne. Dieses Vitamin wird über die Haut synthetisiert und in Fett- und Muskelgewebe gespeichert. Da eine ausreichende Bereitstellung über die Wintermonate schwer ist, wird eine Supplementierung empfohlen (Elmadfa, 2009; Hänsel und Sticher, 2009).

Da für Nahrungsergänzungsmittel andere Bestimmungen für Qualität und Sicherheit als bei Arzneimitteln gelten, müssen diese weniger strenge Tests und Qualitätskontrollen durchlaufen. Dies hat zur Folge, dass die Produkte nicht standardisiert hergestellt werden und dadurch besteht eine höhere Wahrscheinlichkeit der Verunreinigung. Die Hersteller sind dafür selbst verantwortlich (Elmadfa, 2009; Hänsel und Sticher, 2009). Für sekundäre Pflanzenstoffe gibt es keine empfohlenen Tagesverzehrmenen (Elmadfa, 2009; Hänsel und Sticher, 2009).

## **Aufgabenstellung**

- 1) Lies/Lest den Text über die Nahrungsergänzungsmittel alleine oder in der Gruppe durch.
- 2) Schaue dir/Schaut euch die beiden Videos auf dem beistehenden Laptop an.
- 3) Beantworte/Beantwortet die Fragen einzeln oder in der Gruppe, indem du Stichworte in dein Heft machst/ indem ihr Stichworte in euer Heft macht.
  - Die Produktwerbung gibt vor, dass selbst Menschen, die regelmäßig Gemüse und Obst essen, nicht ausreichend mit Vitaminen oder Mineralstoffen versorgt seien. Stimmt du/Stimmt ihr dieser Aussage zu? Begründe/Begründet.
  - Was fällt dir/euch bei den beigelegten Beipackzetteln auf. Schaue dir/Schaut euch insbesondere die „NRV (Nutritional Reference Value)“ sowie das Kleingedruckte an?
  - Wenn du/ihr nur den Beipackzettel lest, würdest du/ihr dann zu dem Produkt greifen?
- 4) Vergleiche deine Antworten mit denen deiner PartnerInnen.

**Video:** <https://www.verbraucherzentrale.de/aktuelle-meldungen/lebensmittel/nahrungsergaenzung-uebertriebene-werbeversprechen-sind-groesstes-aergernis-22165>

Hinweis zu den Beipackzetteln: Zur Aufgabenstellung wurden Beipackzettel zweier ausgewählter Nahrungsergänzungsmittel beigelegt.

## Material 5 – Chemie im Alltag

### Saponine – Natürliche Waschmittel

#### Waschmittel vom Baum – Kastanien und Waschnüsse

Erste Überlieferungen für den Gebrauch von Seife sind von den Sumerern (2500 vor Christus) bekannt geworden. Dort wurde Seife in Form von verschiedenen Mischungen aus Holzasche, Fetten und Kräutern zur damaligen Zeit vermutlich nur teilweise, zum Wäschewaschen verwendet. So wurde Seife zum rituellen Rotfärben der Haare und zur Körperreinigung verwendet. Erst 167 nach Christus wird vom griechischen Arzt Galenus zum ersten Mal von Seife als Reinigungsmittel berichtet. 1907 kam das erste Vollwaschmittel „Persil“ auf den Markt (Strawbridge und Strawbridge, 2018; Wagner, 2017).

#### Natürliche Alternativen zu Waschmitteln und Seifen

- |               |   |
|---------------|---|
| 1. Waschnüsse | 4. Waschball/Waschkugel (Keramikkugeln) |
| 2. Gallseife  | 5. Kastanie                             |
| 3. Kernseife  | 6. Lavaerde                             |

Die Früchte des Waschnussbaumes oder Extrakte aus den Wurzeln des Seifenkraut (*Saponaria officinalis*) wurden bis ins 19. Jahrhundert zum Reinigen und Waschen benutzt, da sie reich an natürlichen waschaktiven Substanzen (Saponinen) sind. Die Saponine kommen in hoher Konzentration in Waschnüssen (15%) und Rosskastanien (10-15%) vor. Sie setzen die Oberflächenspannung von Flüssigkeiten herab und ermöglichen, dass sich bei Bewegung das Wasser und die Luft miteinander zu einer schäumenden Lösung vermischen und seifenartige Eigenschaften aufweisen. Der Waschnussbaum kommt in tropischen oder subtropischen Regionen wie Indien, China oder Afghanistan vor (Strawbridge und Strawbridge, 2018; Wagner, 2017).

## Waschen mit Kastanien

### Variante 1:

1. Pro Waschgang braucht man etwa 10 Kastanien.
2. Kastanien klein schneiden, in ein Schraubglas geben und mit warmem Wasser auffüllen.
3. Über Nacht quellen lassen.
4. Abseihen und etwa 300 Milliliter Lauge auf die Wäsche oder ins Waschmittelfach geben (Strawbridge und Strawbridge, 2018; Wagner, 2017).

### Variante 2:

1. Kastanien in kleine Stücke schneiden/mixen.
  2. Die Kastanienstücke auf einem Blech verteilen und trocknen lassen. 40 Grad Umluft für drei Stunden sollten reichen, damit das Wasser in den Kastanienstücken völlig verdampft.
  3. Das Pulver in einem Glas lagern und beim Waschgang ins Waschmittelfach geben.
- Tipp: Je stärker man die Kastanie zerkleinert, desto mehr Saponine lösen sich (Strawbridge und Strawbridge, 2018; Wagner, 2017).

## Waschen mit Waschnüssen

Vier bis fünf getrocknete Schalen in einen Stoffbeutel geben und gut verschließen. Das Säckchen direkt in die Waschmaschine legen. Bei heißen Waschttemperaturen weichen die Waschnüsse mehr auf, als bei niedrigen Temperaturen, deshalb ist im niedrigen Temperaturbereich auch eine nochmalige Nutzung der Waschnüsse im Anschluss möglich. Die Reste der Waschnüsse können anschließend über den Bio-Müll entsorgt werden (Strawbridge und Strawbridge, 2018; Wagner, 2017).

## **Aufgabenstellung**

- 1) Nimm/Nehmt die zwei beistehenden Gefäße und fülle/füllt in eines kaltes und in das andere warmes Wasser ein.
- 2) Gib/Gebt jeweils zwei Waschnüsse in jedes Gefäß.
- 3) Lies/Lest den Text über Saponine alleine oder in der Gruppe durch.
- 4) Nimm/Nehmt das mit Gartenerde beschmutzte beiliegende Tuch und tauche/taucht den Fleck nacheinander in beide Gefäße.
- 5) Beobachte/Beobachtet, was bis zu diesem Zeitpunkt passiert ist und notiere/notiert deine/eure Ergebnisse.
  - Worin liegt die Wirkung der Waschnüsse?
- 6) Leere/Leert die Flüssigkeit in den Abfluss und stelle/stellt wieder alle Materialien auf den vorgesehenen Platz zurück. Gib/Gebt die Waschnüsse bitte in die vorgesehene Schale zurück.

## 12.2. Fragebogen für die SchülerInnen

1

### Fragebogen

1. Mit wie vielen Personen hast du zusammengearbeitet? .....

2. Wie lange (in Minuten) hast du dich mit den Materialien auseinandergesetzt?

<5                       5-10                       10-15                       >20

3. Warum hast du diese Materialien genommen? Zutreffendes bitte ankreuzen

Du kannst mehrere Antworten ankreuzen.

Sie waren auf den ersten Blick verständlich für mich.                       ja                       nein

Der Arbeitsauftrag war klar erkennbar.                       ja                       nein

Sie haben mich optisch angesprochen.                       ja                       nein

Sie waren übersichtlich aufgebaut.                       ja                       nein

Ich wollte diese Art des Lernens ausprobieren.                       ja                       nein

Der Inhalt/ das Thema der Lernmaterialien hat mich interessiert.                       ja                       nein

4. Nachdem ich mit den Materialien gearbeitet habe, schätze ich die Materialien ein als....

verständlich ausgearbeitet                       ja                       nein

übersichtlich aufgebaut                       ja                       nein

anschaulich gestaltet                       ja                       nein

meinen Interessen entsprechend                       ja                       nein

förderlich für selbstständiges Arbeiten                       ja                       nein

hilfreich für das Aufnehmen und Verstehen von Information                       ja                       nein

5. Ich konnte selbstständig ohne Nachfrage beim Lehrer/ bei der Lehrerin mit dem Material arbeiten?

ja

nein. Wenn nein, warum

nicht? Formuliere eine kurze Begründung:

---

6. Für mich war diese Unterrichtsstunde im Inhalt ...

viel zu einfach

eher zu einfach

gerade richtig

eher zu schwierig

viel zu schwierig

**Vielen Dank für deine Mitarbeit!**

### 12.3. Beobachtungsbogen für die Lehrperson

#### Feldprotokoll

Klasse:	
Anzahl der SuS:	Männlich:                  Weiblich:
Stundenthema:	
<b>Leitfrage und Beobachtung</b>	<b>Zusätzliche Notizen/ Kommentar</b>
Wie teilen sich die SuS in der Klasse während der Phase der freien Arbeit mit den Unterrichtsmaterialien auf?	
In welcher Sozialform werden die Materialien bearbeitet? (Einzelarbeit, Partnerarbeit, Kleingruppenarbeit)	
Welche Reaktionen und erste Eindrücke der SuS sind bei der Arbeit mit den Unterrichtsmaterialien beobachtbar?	
Sind weitere Hilfestellungen und Erläuterungen der Lehrperson während der freien Arbeitsphase erforderlich? Wenn ja, bei welchen Materialien? Welche Hilfestellungen?	
Werden die Möglichkeiten der Selbstkontrolle von den SchülerInnen genutzt?	

Sonstige Beobachtungen:

## **Ausgewerteter Lehrerbeobachtungsbogen (Feldnotizen aus der Beobachtung)**

**Klasse:** 2 HLW

**Anzahl der SuS:** Männlich 2, Weiblich 18

**Stundenthema:** Sekundäre Pflanzenstoffe

### **Aufteilung der SuS während der freien Arbeit**

Sie begannen zuerst selbstständig mit der Auswahl der PartnerInnen. Die SchülerInnen nahmen die Materialien zu sich und setzten sich neben ihren/ihre PartnerIn. Während der Bearbeitung blieben die SchülerInnen auf ihren Schultischen sitzen und nahmen die Möglichkeit der freien Aufteilung im Schulraum nicht wahr (Abb. 16).

### **Sozialform**

Es wurde in Einzelarbeit, Partnerarbeit sowie in Kleingruppen miteinander gearbeitet.

### **Reaktionen und Eindrücke**

Die ersten Eindrücke der SchülerInnen waren durchweg positiv, die SchülerInnen waren motiviert und kamen ohne zu zögern um die Materialien auszuwählen. Teilweise konnten sie sich nicht entscheiden, für welche der Materialien sich ihre Gruppe entscheiden sollte. Die SchülerInnen lasen sich den Arbeitsauftrag am Materialentisch durch und entschieden erst anschließend, ob sie diesen ausführen wollten oder sich doch für ein anderes Material entscheiden.

Eine andere Gruppe fragte nach, ob sie das Material 5 als nächstes haben konnten, ohne den Arbeitsauftrag gelesen zu haben.

## **Hilfestellungen der Lehrkraft**

Während der freien Arbeit musste kein Schüler/keine Schülerin die Hilfe oder Erläuterungen der Lehrkraft in Anspruch nehmen.

## **Selbstkontrolle**

Die SchülerInnen sahen bei Material 1, dass eine Lösung beiliegt. Sie diskutierten kurz, ob sie diese in Anspruch nehmen wollen. Entschieden sich aber dagegen, da sie der Meinung waren, dass sie die Sortieraufgabe selber schaffen würden.

## **Sonstige Beobachtungen**

Eine Schülerin sagt zu ihrer Partnerin: „Nimm eines, wir schauen eh alle an!“  
Eine andere Schülerin sagte zu ihrer Partnerin: „Wir machen alle einmal, greif dir mal eines!“

Die Bearbeitungszeit von Material 1 dauert länger als bei den anderen Materialien.

SchülerInnen, welche lange mit dem Material gearbeitet haben, kreuzten nicht einfach schnell etwas an auf dem Schüler-Fragebogen, sondern man konnte beobachten, dass sie sich länger Zeit ließen, beim Durchlesen und der Beantwortung des Fragebogens. Teilweise diskutierten sie, was die anderen SchülerInnen ausgefüllt haben.

Die Gruppe mit dem Material 5 begann gleich mit den ersten beiden Punkten des Arbeitsauftrags ohne den Arbeitsauftrag genau gelesen zu haben. Als diese das Tuch in das Gefäß tauchen wollte, bat ich die SchülerInnen, sich den Arbeitsauftrag noch einmal gründlich durchzulesen. Eine Schülerin sagte zu ihrer Partnerin: „Daran bist nur du schuld, du musst genauer lesen.“ Die andere lachte und antwortete: „Das stimmt doch gar nicht, du hast den ersten Zettel weggelegt.“

Unterschiedliche SchülerInnen fragten die Gruppe mit dem Material 5: „Können wir's nach euch haben?“.

Die SchülerInnen arbeiten mit den Materialien ruhig. Sie diskutierten mit bedacht und ließen die andere Person aussprechen.

Die Gespräche waren bedacht auf die Lautstärke und verliefen gelassen. Einige Gruppen diskutierten und tauschten Fakten gegenseitig aus. Ein wildes Durcheinander konnte dabei nicht beobachtet werden. Sie respektierten sich gegenseitig und ließen den/die anderen/andere zuerst aussprechen und argumentierten anschließend.

Schülerin fragt ihre Lehrerin: „Machen wir das nächste Stunde weiter, wir haben nicht alle machen können.“

Schülerin fragt ihre Lehrerin: „Können wir sowas öfters machen?“