
Susanne Obermoser

„SINNhaftes“ Lernen von abstrakten Begriffen – sekundäre Pflanzenstoffe

Die Bedeutung des Sinnbezugs bei der Entwicklung forschenden Lernens ist Gegenstand zahlreicher Diskurse zur Lernwirksamkeit. Der Beitrag zeigt anhand des Themas „Sekundäre Pflanzenstoffe“ exemplarisch auf, ob und wie sinnstiftendes Lernen mithilfe unterschiedlicher Techniken konzipiert und umgesetzt sowie anschließend reflektiert und analysiert werden kann.

Schlüsselwörter: Forschendes Lernen, OPeRA, TILA, CILI, SINNstiftendes Lernen

1 Forschendes und sinnstiftendes Lernen

Um die Lernwirksamkeit von schwer verständlichen Begriffen zu verbessern, sollten möglichst viele unterschiedliche „Ebenen des Lernens“ angesprochen werden: „Lernen als recht *eigensinnige* und eigenwillige Konstruktion [...] lässt sich von Seiten der Lehrenden nicht erzwingen und kann [...] nur als Lernangebot in entsprechenden Lernumgebungen konzipiert und Lernsituationen operationalisiert werden“ (Brandl, 2016, S. 12).

Für ein erfolgreiches Lernarrangement ist es daher unabdingbar, möglichst gute Voraussetzungen für selbstbestimmtes, selbstorganisiertes Lernen zu schaffen. Dabei ist von Seiten der begleitenden Lehrperson unter anderem auf die Herstellung eines *Sinnbezugs* sowie auf die Möglichkeit zu forschendem Lernen inklusive kreativer Lösungsansätze und differenzierter Zugänge zu achten (Geier, 2015). Moegling verweist im Kontext des *sinnstiftenden Lernens* auf die Bedeutung der menschlichen Sinne bei der Entwicklung selbstbestimmten, forschenden Lernens (Moegling, 2010, zitiert nach Reiting, 2016). Auch in der neurowissenschaftlichen Forschung spielen die von den Sinnesorganen aufgenommenen Impulse und im Gehirn verarbeiteten Sinneseindrücke eine besondere Rolle als Informationsübermittler im Lernvorgang – ein Gebot zu gutem Lehren und Lernen ist demnach auch, im Unterricht mehrere Sinne anzusprechen und damit eine mehrfache, dauerhaftere Vernetzung in den neuronalen Schaltkreisen zu gewährleisten (Danninger, 2016).

Der Lernbereich Ernährung bietet zahlreiche Möglichkeiten und exemplarische Anlässe dieser Sinnes- und Lernerfahrungen mit realem Lebensbezug: Im vorgestellten Lehr- und Lernansatz sollten die Lernenden den abstrakten Begriff „Sekundäre Pflanzenstoffe“ mit allen Sinnen begreifen lernen (z.B. als Duft-, Farb-, Geschmack-

und Abwehrstoffe) und erfassen, dass diese Inhaltsstoffe zwar nicht lebensnotwendig aber durchaus *sinnvoll* sind.

2 Aufbau und Durchführung des Lernkonzeptes

Bei der Konzeption und dem Aufbau der Lerneinheit „Sekundäre Pflanzenstoffe“ mit geplanter Lernwirksamkeitsmessung wurde zur Transparenzschaffung nach dem Organisationsmodell *OPeRA*¹ (vgl. Kapitel 2 und 3) vorgegangen (Reitinger, 2013).

2.1 Outline – Vorbereitungen zur Lerneinheit

Als Versuchspersonen für das geplante, forschende Lernarrangement wurden im tertiären Bildungsbereich Studierende im dritten Semester „Lehramt Sekundarstufe Allgemeinbildung, Unterrichtsfach Ernährung und Haushalt/Haushaltsökonomie und Ernährung“ sowie im Bereich der Erwachsenenbildung Teilnehmende des Lehrgangs „Diplomierte ErnährungstrainerIn“ der Vitalakademie Salzburg ausgewählt.

Die für notwendig befundenen Lerninhalte zu den sekundären Pflanzenstoffen sind in den Lehrplänen für das Hochschulformat Vorlesung und Übung „Humanernährung 2“ (3St.) bzw. im Erwachsenenlehrgangscurriculum des Moduls Mikronährstoffe (ein Tag mit acht Unterrichtseinheiten) eingebettet. Im Studium Lehramt Ernährung und im Sinne einer berufsbildenden Weiterbildung (Erwachsenenbildung) ist jedoch neben dem Fachwissen besonders der Lebensweltbezug (inkl. Geschmacksbildung, Erwerb sozialer Kompetenzen, esskulturelle Bildung) von großer Bedeutung (Buchner, 2015). Am Prüfstand der Lernwirksamkeit stand deshalb nicht nur der Wissenszuwachs, sondern in erster Linie die Bedeutung für die Denkfähigkeit und Entscheidungskompetenz der Lernenden aber auch die Umsetzbarkeit: Eine Abschätzung der Einsatzmöglichkeiten der angewandten Methoden und Materialien im Schulumfeld oder bei Informationsveranstaltungen war ein weiteres Ziel der Lerneinheit.

Bei der Entwicklung der Lerneinheit „Sekundäre Pflanzenstoffe“ wurde darauf geachtet, möglichst gute Lernvoraussetzungen zu schaffen und damit Rahmenbedingungen für erfolgreiches, forschendes Lernen zu ermöglichen: Auch wenn Kompetenz und Performanz aufgrund der Komplexität des Lernens nur sehr schwer erfasst werden können, wurde versucht durch Orientierung an den Konzepten TILA² und CIL³ gute Voraussetzungen für eine Lernwirksamkeitsmessung zu schaffen (Reitinger, Haberfellner & Keplinger, 2015; Reitinger, 2016).

2.2 Performance – aktionale Phase der Lerneinheit

Im Folgenden werden die verschiedenen, erarbeiteten Vorgehensweisen vorgestellt, denen die unterschiedlichen Ansätze zur Denkförderung und forschendes Lernen zu Grunde liegen (Maier, Kleinknecht, Metz & Bohl, 2010).

Zur Optimierung der Lernwirksamkeit wurde die Einheit als aktiver, von der Lehrperson gelenkter Unterricht gestaltet (Hattie, 2009, zitiert nach Steffens & Höfer, 2016). Nach einem einleitenden Kurzvortrag zur Angleichung der Wissensstände konnten die Lernenden an das (teilweise bereits vorhandene) *Vorwissen* anknüpfen und in Kleingruppen „*erfahrungsbasiert hypothesisieren und explorieren*“ (Reitinger, 2016): Geleitet durch verschiedene Aufgabenstellungen in einem Arbeitsblatt und unterstützt durch eine tabellarische Auflistung (DGE, 2014) der wichtigsten Merkmale (wie Vorkommen in Lebensmitteln und Bedeutungen für die Pflanze sowie Ergebnissen aus Tier- und in-vitro-Versuchen bzw. epidemiologischen Studien) lernten die Versuchspersonen selbstbestimmt und gleichzeitig strukturiert, eine Vorstellung von der Vielfalt der sekundären Pflanzenstoffe zu entwickeln, die Inhaltsstoffe auf unterschiedliche Weise sichtbar (wahrnehmbar) zu machen und deren Bedeutung für den eigenen Körper, den Haushalt und die Umwelt zu begreifen.

Regelmäßige Reflexion und Überprüfung der Machbarkeit der gewählten Erkundungsansätze durch die anderen Lernenden und die begleitende Lehrperson sollten sicherstellen, dass die Versuchspersonen in einem „*conclusiobasierten Transfer*“ (Reitinger, 2016) auch passende Schlussfolgerungen ziehen und die gewünschten Erkenntnisse und Kompetenzen erlangen.

Schwerpunkt: *Sekundäre Pflanzenstoffe „begreifbar“ und fassbar machen*

In einem *kritischen Diskurs* (Reitinger, 2016) wurde der abstrakte Begriff „Sekundäre Pflanzenstoffe“ näher erörtert, die Verständlichkeit hinterfragt, persönliche Bedeutungsgehalte reflektiert, sowie „sinnvollere“ Begriffsmöglichkeiten konstruiert und auf ihr Für und Wider abgewogen. Die Lernenden waren sich einig, dass gerade der Begriff „sekundär“ eine Abwertung in sich trägt, diese Stoffgruppe zweitrangig erscheinen lässt und dem eigentlichen Potential dieser heterogenen Gruppe an sinnvollen Pflanzenstoffen nicht gerecht wird. Außerdem wurde ausgehend vom englischen Synonym „Phytochemicals“ über die Thematik „Synthetische Farb-, Duft-, Aroma- und Geschmacksstoffe in der (Lebensmittel-)industrie“ diskutiert.

Wie dem Titel entnommen werden kann, kam in der Umsetzung dem *Lernen und Begreifen mit allen Sinnen* eine sehr große Bedeutung zu. Im zweiten Schritt sollten die Lernenden daher unter Zuhilfenahme der tabellarischen Übersicht der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE, 2014) jedem der fünf menschlichen Sinne entsprechende Pflanzenstoffe zuordnen und Strategien zum „Sichtbarma-

SINNhaftes Lernen

chen“ entwickeln, um die Funktionen der sekundären Pflanzenstoffe mit allen Sinnen zu begreifen (Tab. 1): Die ernährungswissenschaftlichen Grundlagen sollten in einfache, praktische Übungen und Versuche übersetzt werden – die Lernenden entwickelten eine konkrete Vorstellung vom Inhaltsstoff und dessen Wirkung durch den Alltagsbezug sowie genaues Wahrnehmen, Beobachten und Beschreiben. Die Entwicklung dieser Konzeption stellte die Lernenden vor die Herausforderung, die „bildungswissenschaftlichen Grundlagen des Lernens in fachwissenschaftliche Unterrichtsplanung einzubeziehen“ (Buchner, 2015, S. 65).

Tab. 1: Beispielhafte Übersicht der von den Lernenden erarbeiteten Strategien zum Sichtbarmachen der Sinneseinwirkungen diverser sekundärer Pflanzenstoffe

SINN	Bsp. beteiligte Pflanzenstoffe	Strategie zum Sichtbarmachen
<i>Riechen</i>	Terpene, Sulfide	Smellory-Spiel; Seifen/Parfum/Duftöle Mundgeruch nach Knoblauch
<i>Sehen</i>	Flavonoide, Carotinoide, Chlorophyll, Saponine	Gerichte vergleichen: Eintönige Makronährstoffe vs. kunterbuntes Gericht voller sekundärer Pflanzenstoffe Schaumbildung
<i>Schmecken</i>	Sulfide, Glucosinolate, Phenolsäuren, Saponine	Verkostung: Bitter- und Scharfstoffe Seifiger „Geschmack“
<i>Fühlen</i>	Sulfide, Glucosinolate, Phenolsäuren	Abwehrstoffe – Tränen beim Zwiebelschneiden, Schmerz nach Biss in Chilibeere, Wärmende und entspannende Cremes (Muskulatur)
<i>Hören</i>	Den Erläuterungen aufmerksam folgen.	

Im dritten Abschnitt wurden die Lernenden angeregt, die *Bedeutung sekundärer Pflanzenstoffe im Haushalt* zu hinterfragen und sinnvolle Einsatzmöglichkeiten zu finden: Die Schlagworte Farben, Putzen, Gesundheit und Kochen dienten als Denkanstoß. Einige umgesetzte Praxisbeispiele und durchgeführte Versuche umfassten die Herstellung von Waschmittel aus Rosskastanien, Stoffdruck, Eierfärben, das Erarbeiten des Themas „Indikatorlebensmittel“ am Beispiel Blau- bzw. Rotkraut, sowie die Rolle sekundärer Pflanzenstoffe als „Heilmittel“ (z.B. antibiotische Wirkung, Durchblutungsförderung).

Lernen im Lernfeld Ernährung ist einer angewandten Lehre und handlungsorientierten Didaktik verpflichtet und Ernährungspraxis im Sinne von Nahrungszubereitung ist seit jeher ein zentrales Element im Fachunterricht. (Buchner, 2015, S. 63)

Den Abschluss der Lerneinheit „Sekundäre Pflanzenstoffe“ bildete daher das Zusammenstellen (und im Studienfach Lehramt Ernährung auch die Zubereitung) eines dreigängigen Menüs mit möglichst vielen unterschiedlichen sekundären Pflanzenstoffen und anschließender Verkostung. Durch diesen Ansatz konnten Handlungs- und Entscheidungsfähigkeit gefördert, „praktisches“ Lernen ermöglicht und sozial-integrative Ansätze im Sinne von Teamarbeit und Kommunikation zusätzlich gestärkt werden.

Durch diese *realen oder zumindest authentisch wirkenden Lebensweltbezüge* erfuhren die Lernenden eine entscheidende Verknüpfung zwischen Fachwissen und Erfahrungswelt. Außerdem wurden durch die unterschiedlichen Aufgabenstellungen mehrere Arten des Wissenstransfers angewandt und somit auch komplexe, kognitive Prozesse in Gang gesetzt (Maier et al., 2010).

3 Lernwirksamkeitsmessung: Reflection + Analysis

Die Lernleistung und Lernwirksamkeit zu messen sowie zu beurteilen ist eine große Herausforderung – die Komplexität kompetenzorientierter Lernprozesse wurde bereits mehrfach aufgezeigt. Reitinger (2016) beschreibt viele Schwierigkeiten in der Umsetzung des multiplizistischen Ansatzes TILA² als theoretisches Rahmenkonstrukt für forschendes Lernen. Auch Brandl (2016, S. 18) stellt abschließend fest, lernwirksam zu unterrichten und „den damit intendierten Lernerfolg als Lernstand zu dokumentieren, als Lernwirksamkeit zu qualifizieren und als Lernleistung zu quantifizieren, ist und bleibt eine Problemstellung par excellence“.

Angesichts dieser Umstände und aufgrund der geringen Anzahl an Teilnehmenden während der Lerneinheit „Sekundäre Pflanzenstoffe“ zeigt die Auswertung zur Lernwirksamkeitsmessung vorrangig Häufigkeitstabellen subjektiver Einschätzungen zum eigenen Lernerfolg und eine Bewertung der verwendeten Methoden.

3.1 Zieldefinition

Diese Lerneinheit sollte in erster Linie einen Aufschluss darüber geben, welche Faktoren nach subjektiver Einschätzung den größten Einfluss auf die Lernleistung der Versuchspersonen haben: Ist es gelungen, die wesentlichen Lerninhalte zu vermitteln (Tab. 2) und vor allem, in wie weit waren die entwickelten Materialien und Methoden unterstützend beim Lernprozess?

Hattie zu Folge kann aus dem subjektiven Feedback und der Selbsteinschätzung der Lernenden gut auf das Verständnis, die Denkvorgänge bzw. Lernzuwächse geschlossen werden (Hattie, 2014, zitiert nach Steffens & Höfer, 2016).

Tab. 2: Übersicht über die wesentlichen Methoden und angestrebten Teilziele

Methoden	Teilziele
<i>Einstieg:</i> Kurzvortrag	Kennenlernen des Themas, Angleichung des Wissensstandes
<i>Erarbeitung:</i> Arbeitsauftrag	Gefühl für die Bedeutung schaffen, zum Mitdenken anregen, eigene Ideen und Umsetzungsvorschläge entwickeln
<i>Festigung:</i> Versuche	Anwenden des zuvor theoretisch Erarbeiteten, kritische Diskussion, Vor- und Nachteile der jeweiligen Ideen hervorheben
Gerichterstellung (Menü)	Anwenden und Festigen des zuvor Erlernten
<i>Reflexion</i>	Lernwirksamkeit abschätzen, Steigerung der Reflexionsfähigkeit

3.2 Fragebogenerhebungen

Zur empirischen Zugänglichkeit der Lernwirksamkeitsmessung wurde jeweils zu Beginn und nach Ende des Lernarrangements von den Lernenden ein Fragebogen beantwortet. Die Fragestellungen wurden größtenteils aus standardisierten Fragebögen zum *Selbstkonzept und Interessenserhebungen* (Hoffmann, 1997, zitiert nach Erfmann, 2010) sowie zur *Qualität der Lernmotivation* in der PISA Studie (Frey et al., 2009) entnommen und sprachlich oder inhaltlich angepasst. Weiters wurden einige, an die standardisierte, postaktionale Methode CILI³ adaptierte Fragen zur Messung der Lernwirksamkeit und *Erfassung des Entfaltungsgrades der forschungsbezogenen Kriterien* (Reitinger, 2016, S. 65) herangezogen.

3.2.1 Eingangsbefragung

In der Eingangsbefragung wurde vor der Lerneinheit das *allgemeine Fachinteresse und Interesse an sekundären Pflanzenstoffen*, die *Einschätzung des eigenen Ernährungswissens und der individuellen Lernstrategien* sowie das *Vorwissen* als wichtige Faktoren zur Vorhersage des Lernerfolgs mithilfe verschiedener Aufgaben und Fragestellungen erhoben.

An der Erstbefragung nahmen insgesamt 18 Versuchspersonen (4 Studierende des Lehramtsstudiums, 14 Personen aus der Erwachsenenbildung) teil. Die Lernenden waren zum überwiegenden Teil weiblich (14 Teilnehmerinnen, 4 Teilnehmer) und zwischen 19 und 54 Jahre alt (Durchschnittsalter: 30 Jahre). Pflichtschule (1), Lehre (3), AHS/BHS (9) sowie Hochschulabschluss – Universitäten, Fachhochschulen oder Pädagogische Hochschulen (2) – wurden als höchste abgeschlossene Ausbildung angegeben (keine Angabe: 3).

Die anfängliche *Wissenseinschätzung* zum Thema „Ernährung“ im Allgemeinen war mittelmäßig bis gut, wobei der unterrichtete Stoff bisher im Allgemeinen gut bis sehr gut verstanden und zum Großteil auch gut behalten wurde (Tab. 3).

Tab. 3: Selbstkonzept – Wissenseinschätzung während der derzeitigen Ausbildung (n = 18)
(vgl. Hoffmann, 1997, zitiert nach Erfmann, 2010)

	Sehr gut	Gut	Mittel	Schlecht	Sehr schlecht
Ich <i>verstehe</i> den unterrichteten Stoff ...	7	11	0	0	0
Ich <i>behalte</i> den unterrichteten Stoff ...	1	11	5	1	0
Mein bisher vorhandenes Wissen zum Thema „Ernährung“ ist nach meiner eigenen Einschätzung ...	1	6	9	1	0

Schattierungsskala für alle Häufigkeitstabellen:

Anzahl Personen	0	1-3	4-6	7-9	10-12	13-15	16-18
-----------------	---	-----	-----	-----	-------	-------	-------

Fast 90% der Lernenden (16) haben bereits vor der Lerneinheit von „sekundären Pflanzenstoffen“ gehört, jedoch gaben einige Personen an, nichts Konkretes über deren Wirkungen (10) oder den Begriff (7) zu wissen. Das vorhandene Vorwissen zu diesem Thema bei einigen der Versuchspersonen ist nach eigenen Angaben vor allem auf Selbststudium, Literaturrecherche oder Informationen aus der bisherigen Ausbildung zurückzuführen.

Dennoch zeigten sich bei der genaueren Aufschlüsselung der Begriffe bei allen Befragten Wissenslücken: Keinem der Befragten war das englische Synonym „Phytochemicals“ geläufig, gefolgt von der Stoffgruppe „Terpene“ (nur 2 Personen haben diesen Begriff vor der Lerneinheit schon gehört). Am bekanntesten waren die sekundären Pflanzenstoffe Chlorophyll und Sulfide mit jeweils 15 Nennungen (83% der Befragten) sowie Carotinoide mit 13 Nennungen (Tab. 4).

SINNhaftes Lernen

Tab. 4: „Die folgenden Begriffe habe ich schon einmal gehört“ (Mehrfachnennungen, n = 18)

1. Chlorophyll, Sulfide (je 15)	6. Saponine (6)
2. Carotinoide (13)	7. Glucosinolate (4)
3. Phytinsäure (10)	8. Terpene (2)
4. Polyphenole (9)	9. Phytochemicals (0)
5. Phytoöstrogene, Phytosterine (je 7)	

Auf die Frage der Essentialität antworteten 7 Personen korrekt mit „nicht essentiell, aber meist wertvoll“. Die übrigen gaben an, es nicht zu wissen (7) oder meinten, sekundäre Pflanzenstoffe wären essentiell (3) oder meist schädlich (1).

Weiters zeigte sich in der Eingangserhebung, dass neben dem allgemeinen, sehr hohen *Fachinteresse* zu „Ernährung“ auch das *Interesse an sekundären Pflanzenstoffen* bei 14 Versuchspersonen sehr stark ausgeprägt ist (Tab. 5).

Tab. 5: Fachinteresse und Interesse an sekundären Pflanzenstoffen „Sek. PS“ (n = 18)

	1	2	3	4	5
Für Dinge, die mit Ernährung zu tun haben, interessiere ich mich sehr.	15	3	0	0	0
Über Sek. PS habe ich bereits im Schulunterricht oder in bisherigen Ausbildungen etwas gelernt.	1	1	8	3	5
Über Sek. PS habe ich schon selbst Informationen gesammelt.	2	3	2	2	9
Informationen über Sek. PS interessieren mich <i>gar nicht</i> .	0	4	0	0	14

Stimmt ganz genau

Stimmt gar nicht

Durch den ersten Fragebogen wurden die Versuchspersonen außerdem dazu angeregt, den eigenen Lernstand, die Lernmöglichkeiten sowie die Lernerträge zu hinterfragen, wodurch diese Aspekte in den folgenden Lerneinheiten optimiert werden könnten (Steffens & Höfer, 2016).

Auf die offene Frage nach den *individuellen Lernstrategien* antworteten 7 Befragte, am besten „visuell“ zu lernen (unterstützt durch Bilder, Videos oder Versuche). 2 Personen beschrieben sich selbst als „auditiv“ und 3 gaben an, sich den Lernstoff durch Zusammenfassen und Mitschreiben anzueignen.

Eine detailliertere Aufschlüsselung unterschiedlicher Lehrtechniken (Tab. 6) bestätigte vor allem die Bedeutung des *Lebensweltbezugs* für die Lernwirksamkeit (Maier et al., 2010, S. 89; Buchner, 2015): Als besonders hilfreich beim Lernprozess wurden Beispiele aus dem täglichen Leben angesehen. Das Unterstützungspotential von Versuchen und Experimenten wurde ebenfalls als gut oder sehr gut eingeschätzt. Das eigenständige Erarbeiten von Fragen und Texten wurde von den meisten nur als mittelmäßige oder sogar schlechte Hilfestellung erachtet.

Tab. 6: Subjektive Einschätzung des Unterstützungspotentials diverser Lehrtechniken (n = 18)

	Sehr gut	Gut	Mittel	Schlecht	Sehr schlecht
Versuche/Experimente	8	10	0	0	0
Kritische Diskussionen	7	6	5	0	0
Beispiele aus dem täglichen Leben	14	3	1	0	0
Eigenes Erarbeiten von Fragen/Texten	3	2	9	3	0
Lernvideos/-präsentationen	3	7	6	2	0
Spiele	1	8	8	0	1

3.2.2 Endbefragung

Am Ende des Lernarrangements „Sekundäre Pflanzenstoffe“ wurden die 15 Anwesenden (2 Studierende des Studienfaches Lehramt Ernährung, 13 Personen aus der Erwachsenenbildung) nochmals aufgefordert, einen Fragebogen auszufüllen. Schwerpunkte der Endbefragung waren die *Qualität und Schwierigkeit* des Themas, die *Einschätzung des Unterstützungspotentials unterschiedlicher Lehrtechniken*, die *Lernmotivation und das Interesse an der Lerneinheit* sowie eine kurze *Wissensüberprüfung* über die Inhalte der gesamten Lerneinheit in Form von Reproduktionsaufgaben. Außerdem hatten die Lernenden noch die Möglichkeit Aspekte anzuführen, die ihnen besonders oder nicht gefallen haben.

Bei der kurzen *Wissensüberprüfung* konnten 12 von 15 Lernenden den Begriff „Sekundäre Pflanzenstoffe“ korrekt beschreiben und wesentliche Funktionen anführen. Die „Akkuratesse“ der Lehrerurteile (Brandl, 2016, S. 6) wurde hierbei nicht in Frage gestellt und ist für die weitere Beurteilung der Lernwirksamkeit des vorgestellten Lernarrangements auch nicht von besonderer Bedeutung. Alle Teilnehmenden, konnten im Gegensatz zu den Ergebnissen der Eingangsbefragung die

Essentialität dieser Stoffgruppe richtig einordnen. Bei der Erläuterung einzelner Begriffe zeigte sich, dass viele Lernende *Assoziationen* mit den in der Lerneinheit durchgeführten Versuchen oder behandelten Lebensmitteln gebildet haben. Am besten wurden die Begriffe Carotinoide sowie Saponine umschrieben (je 14 korrekt), gefolgt von Phytoöstrogenen und Sulfiden. Lediglich 4 korrekte Beschreibungen konnten allerdings zum Begriff Polyphenole angeführt werden, obwohl bei der Eingangsbefragung bereits 9 Personen der Begriff Polyphenole bekannt war. Die Vermittlung der wesentlichen Lerninhalte kann jedoch als durchaus zufriedenstellend festgehalten werden.

Zur *Einschätzung des Unterstützungspotentials der unterschiedlichen verwendeten Methoden* für den individuellen Lernprozess sollten die einzelnen Arbeitsschritte anhand einer fünfstufigen Skala entsprechend dem Schulnotensystem von 1 sinngemäß „sehr hilfreich“ und 5 sinngemäß „nicht hilfreich“ beurteilt werden (Tab. 7).

- Der einleitende, interaktiv gestaltete *Vortrag* im Zuge dessen die Lernenden immer wieder aufgefordert wurden, mitzudenken und Gedankenschritte zu einzelnen Aspekten selbst zu durchleben wurde mit dem Notenschnitt 1,8 (sinngemäß „hilfreich“) beurteilt.
- Die Erarbeitung des *Arbeitsblattes* (Begriffsdefinition, Sinneszuordnung, Bedeutung im Haushalt) wurde von den meisten als hilfreich für den Lernprozess beurteilt. Es hat sich gezeigt, dass es den Lernenden teilweise sehr schwer fiel, dieses Thema möglichst selbstständig zu erarbeiten: Die Begriffsdefinition (geringstes Unterstützungspotential mit Notendurchschnitt 1,9) sowie das Vorkommen vieler Fachausdrücke wurden als besonders schwierig erachtet. Dennoch zeigten die Lernenden ein großes Maß an Kreativität und auch sprachliches Einfühlungsvermögen bei der Begriffsdefinition: Alternativen für die sekundären Pflanzenstoffe waren beispielsweise „Naturgspür“, „Pflanzliche Sinnesstoffe“, „Bunt für's Leben“, „Pflanzliche Superkräfte“ oder „Sinnvolle Kraft aus der Natur“. Die Versuchspersonen entwickelten weiters unterschiedliche Symbole sowie zwei Maskottchen (zur Motivationssteigerung und weiteren Verwendung im Berufsalltag), um den abstrakten Begriff sichtbar zu machen und „spielerisch“ zu verankern. Auch die Verknüpfung der Bedeutung sekundärer Pflanzenstoffe für das menschliche Blut mit der Gestalt Dracula (am Beispiel von Sulfiden/Knoblauch) war ein Hinweis auf komplexe, zusammenhängende Denkvorgänge, Kreativität und Freude am Lernen. Bei den Schwerpunkten „Zuordnung zu den Sinnen“ und „Bedeutung im Haushalt“ (jeweils Notendurchschnitt 1,7) entwickelten die Versuchspersonen zahlreiche Umsetzungsideen für den praktischen Teil.

- Das größte Unterstützungspotential sahen die Lernenden in der *praktischen Durchführung der erarbeiteten Strategien* (Notendurchschnitt 1,4). Die Experimente und Versuche sowie die Menüerstellung trugen wesentlich zum Verständnis der Versuchspersonen bei und wurden von den meisten als sehr hilfreich oder hilfreich angesehen. Bereits in der Eingangsbefragung wurde das Potential von Experimenten und dem realen Lebensweltbezug sehr hoch eingeschätzt (vgl. Tab. 6). Die tatsächliche Bedeutung dieser Verankerung zeigte sich der Lehrperson dann vor allem bei der Wissensüberprüfung.

Tab. 7: Unterstützungspotential der unterschiedlichen Lehrmethoden (n = 15)

Methoden		1	2	3	4	5	
<i>Einleitender Vortrag</i>	Sehr hilfreich	6	7	1	0	0	Nicht hilfreich
<i>Arbeitsblatt</i>							
- Begriffsdefinition	Sehr hilfreich	5	7	3	0	0	Nicht hilfreich
- Zuordnung zu den Sinnen		6	7	2	0	0	
- Bedeutung im Haushalt	Sehr hilfreich	6	8	1	0	0	Nicht hilfreich
<i>Praktische Durchführung der erarbeiteten Strategien (gesamt)</i>		8	4	1	0	0	
- Experimente/Versuche	Sehr hilfreich	8	7	0	0	0	Nicht hilfreich
- Präsentation mit Maskottchen		5	3	2	0	0	
- Menüerstellung/Verkostung	Sehr hilfreich	8	6	1	0	0	Nicht hilfreich

Abschließend wurden noch das *Interesse an der Lerneinheit* (Hoffmann, 1997, zitiert nach Erfmann, 2010), die *Qualität der Lernmotivation* (Frey et al., 2009) sowie der *Entfaltungsgrad der forschungsbezogenen Kriterien* in Anlehnung an CILI³ (Reitinger, 2016) über mehrere Items erhoben und in Tab. 8 dargestellt.⁴

Die Lernenden waren mit Motivation und Freude dabei (Items h und i), konnten für sich interessante und neue Aspekte – aus dem täglichen Leben (b) – entdecken (c, d) und beobachteten dadurch auch eine persönliche Weiterentwicklung (g,

i). Auch in Bezug auf ihre weitere Handlungskompetenz (n, o), besonders im beruflichen Kontext, konnte ein gewisser Lernzuwachs von Seiten der Versuchspersonen wahrgenommen werden.

Tab. 8: Bewertung der Lerneinheit „Sekundäre Pflanzenstoffe“ (n = 15)

	1	2	3	4	5
a. Die Einheit war abwechslungsreich.	3	9	3	0	0
b. Die Einheit beschäftigte sich mit Dingen, die mir im täglichen Leben begegnen.	7	7	1	0	0
c. In der Einheit gab es etwas Neues für mich zu entdecken.	10	4	1	0	0
d. Es gab Dinge, die mich besonders interessiert haben.	9	4	2	0	0
e. Ich möchte gerne noch mehr über das behandelte Gebiet erfahren.	8	5	2	0	0
f. Ich konnte mich leicht auf das Thema konzentrieren und eigene Ideen finden.	2	5	7	1	0
g. Ich habe das Gefühl, für mich selbst etwas dazugelernt zu haben.	8	6	1	0	0
h. Es hat mir Spaß gemacht, mein Verständnis für dieses Thema zu vertiefen.	8	5	2	0	0
i. Mein Interesse für Sekundäre Pflanzenstoffe ist seit dieser Einheit größer geworden.	8	2	5	0	0
j. Die praktische Umsetzung hat das Verständnis unterstützt.	8	5	2	0	0
k. Ich hatte die Möglichkeit, eigene Ideen einzubringen.	8	4	3	0	0

Stimmt ganz genau

Stimmt gar nicht

Stimmt ganz genau

Stimmt gar nicht

Stimmt ganz genau

Stimmt gar nicht

- l. Die Gespräche/ Diskussionen im Verlauf dieser Einheit waren sehr interessant.
- m. Ich habe über mögliche Umsetzungsstrategien nachgedacht.
- n. Durch diese Einheit habe ich Ideen für neue Aktivitäten gewonnen.
- o. Ich kann mir gut vorstellen, einige Aspekte dieser Einheit auch in meiner späteren Tätigkeit einzubauen.

	5	8	2	0	0
Stimmt ganz genau	3	7	5	0	0
Stimmt gar nicht	4	5	6	0	0
	6	7	2	0	0

Der größte *Entfaltungsgrad des forschenden Lernens*⁴ mit einem „Notendurchschnitt“ von 1,5 zeigte sich durch authentisches Explorieren, in Abb. 1 dargestellt durch die Items c und g. An zweiter Stelle folgte der kritische Diskurs mit einem Durchschnitt von 1,7 (Items k+l) und danach der conclusiobasierte Transfer mit einer durchschnittlichen Bewertung von 1,9 (Items n+o). Das geringste Entfaltungspotential (2,3) beinhaltete das erfahrungsbasierte Hypothesisieren (2,3 – Items f+m).

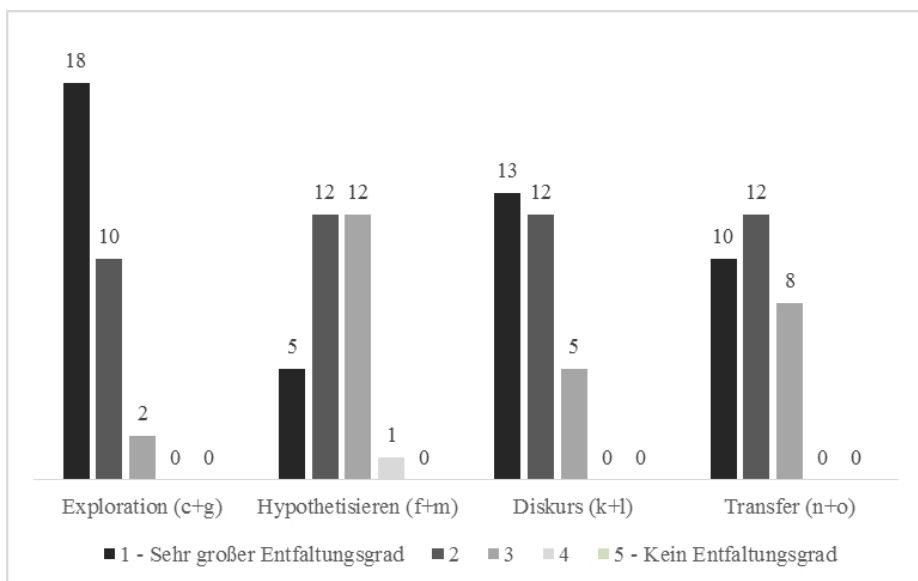


Abb. 1: Entfaltungsgrade der forschungsbezogenen Kriterien nach CILI³ (n = 15)

Die Versuchspersonen erachteten den *Schwierigkeitsgrad der Lerneinheit* „Sekundäre Pflanzenstoffe“ als angemessen. In der Abschlussbetrachtung wurde die geringe Teilnehmerzahl (Format VO_UE, keine Anwesenheitspflicht) mit der daraus resultierenden Mehrarbeit für die anwesenden zwei Studierenden des Lehramtsstudiums im einschlägigen Unterrichtsfach als kritisch angemerkt. Ansonsten wurden vor allem die zahlreichen Praxis- und Umsetzungsbeispiele (besonders Menüerstellung und Versuche) und die gute Dokumentation und Erklärung nochmals lobend hervorgehoben.

4 Fazit

Diese Form des Lehrens und Lernens erfordert ein großes Maß an *Flexibilität bzw. Adaptivität* (Brandl, 2016), da der Ablauf und die Effektivität der Einheit stark von der internen Lernsteuerung, der vorhandenen Motivation, Neugierde und Methodenaffirmation abhängen. Forschendes, sinnstiftendes Lehren und Lernen inklusive Lernwirksamkeitsmessung sind eine große Herausforderung, besonders im Hochschulformat Vorlesung mit Übung ohne Anwesenheitspflicht: Durch wechselnde, oft geringe Teilnahmezahlen ist eine Lernwirksamkeitsmessung kaum möglich. Dennoch sind die positiven Rückmeldungen zum Lern- und Lehrprozess durch die Versuchspersonen eine wertvolle Erfahrung und bestärken die Bedeutung der Entwicklung solcher Lerneinheiten. Weiters wird auch das Vertrauen in die eigene Lehrfähigkeit gestärkt – gerade die Selbstwirksamkeitsprüfung und das Hinterfragen des eigenen Handelns sind wichtige Punkte, die auch in Hatties Lehrerbild hervorgehoben werden (Hattie, 2009, zitiert nach Steffens & Höfer, 2016).

Bei der Bilanzierung der Lernentwicklung sollte neben der sachlichen Ausrichtung auf Lehrpläne besonderes Augenmerk auf die individuelle Entwicklung gelegt werden und durch Feedback der weitere Lernprozess gefördert werden (Steffens und Höfer, 2016). Sieht man den Lernzuwachs und Erkenntnisgewinn als Aktions-Reflexions-Spirale (Fichten & Meier 2014, zitiert nach Buchner & Fritz, 2016) so zeigt sich die Wirksamkeit dieser Lerneinheit vermutlich erst im Laufe der folgenden Semester. Es wäre daher auch wünschenswert, das gewonnene Wissen für Schul- und Unterrichtsgestaltung zu nutzen und die erarbeiteten Strategien mit den Studierenden in einem späteren Semester im Schulversuch zu testen.

Anmerkungen

- 1 OPeRA = Outline – Performance – Reflection – Analysis; Abkürzung für ein Organisationsmodell zur „Transparenzschaffung bezüglich der konzeptuellen Entfaltung forschenden Lernens“ (Reitinger, 2013; Reitinger, 2016, S. 48).

- 2 TILA = Theory of Inquiry Learning Arrangements; Akronym für die Theorie der forschenden, autonomieorientierten Lernarrangements mit sechs forschungsbezogenen Kriterien: Entdeckungsinteresse, Methodenaffirmation, erfahrungsbasiertes Hypothesisieren, authentisches Explorieren, kritischer Diskurs und conclusiobasierter Transfer (Reitinger, 2016, S. 42).
- 3 CILI = Criteria of Inquiry Learning Inventory; „standardisiertes Inventar zur Erfassung des Entfaltungsgrades der Kriterien forschenden Lernens“ (Reitinger, 2016, S. 42).
- 4 Kritische Reflexion der wissenschaftlichen Arbeitsweise: Da die standardisierten Inventare für die Fragebogenerhebung sprachlich verändert (CILI vorerst nur englischsprachig verfügbar) sowie die Skala aus Gründen der Durchgängigkeit und Verständlichkeit an das Schulnotensystem angepasst wurden, erheben die ermittelten Werte keinen Anspruch auf Validität und dürfen lediglich als Abbildung der subjektiven Einschätzungen der Versuchspersonen erachtet werden.

Literatur

- Brandl, W. (2016). Lernstand erheben, Lernwirksamkeit feststellen, Lernleistung beurteilen – eine Skizze des Bezugssystems. *Haushalt in Bildung & Forschung*, 5(4), 3-24. <https://doi.org/10.3224/hibifo.v5i4.25691>
- Buchner, U. & Fritz MM. (2016). Lernen im Fach Gesundheit und Soziales: Was wirkt? *Haushalt in Bildung & Forschung*, 5(4), 93-108. <https://doi.org/10.3224/hibifo.v5i4.25697>
- Buchner, U. (2015). Lernwege in der Schulküche. *Haushalt in Bildung & Forschung*, 4(2), 58-72. <http://dx.doi.org/10.3224/hibifo.v4i2.19497>
- Danninger, G. (2016). Neurodidaktik und Lernwirksamkeit im Lernfeld Ernährung. *Haushalt in Bildung & Forschung*, 4/2016, 25-34.
- DGE (2014). Sekundäre Pflanzenstoffe und ihre Wirkung auf die Gesundheit – Eine Aktualisierung anhand des Ernährungsberichts 2012. *DGEinfo*, 12/2014, 178-186. <https://www.dge.de/wissenschaft/weitere-publikationen/fachinformationen/sekundaere-pflanzenstoffe-und-ihre-wirkung>
- Erfmann, C. (2010). *Optimierung und empirische Prüfung der Lernwirksamkeit einer Unterrichtseinheit zur astronomischen Entfernungsmessung. Perspektiven für die Unterrichtspraxis.* (Masterarbeit) Universität Osnabrück, Deutschland. <https://www.physikdidaktik.uni-osnabrueck.de/uploads/material/astroEntfernungsmessung/masterarbeit.pdf>
- Frey, A., Taskinen P., Schütte K., Prenzel, M., Artelt, C., Baumert, J., ... Pekrun, R. (2009): *PISA 2006 Skalenhandbuch. Dokumentation der Erhebungsinstrumente.* Münster: Waxmann
https://www.researchgate.net/publication/255567503_PISA_2006_Skalenhandbuch_Dokumentation_der_Erhebungsinstrumente

- Geier, I. (2015). Neue Lernformen – Neue Lehrkultur. *Ph.script*, 09/2015, 9-17.
http://www.phsalzburg.at/fileadmin/PH_Dateien/PH-Script/phscript09_web.pdf
- Maier, U., Kleinknecht, M., Metz, K. & Bohl, T. (2010). Ein allgemeindidaktisches Kategoriensystem zur Analyse des kognitiven Potenzials von Aufgaben. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 28(1), 84-96.
http://www.pedocs.de/volltexte/2017/13734/pdf/BZL_2010_1_84_96.pdf
- Reitinger, J. (2013). Forschendes Lernen. Theorie, Evaluation und Praxis. In K. Moegling & D. Bosse (Hrsg.), *Theorie und Praxis der Schulpädagogik*, Band 12. Immenhausen bei Kassel: Prolog-Verlag.
https://www.researchgate.net/publication/272942610_Forschendes_Lernen_Theorie_Evaluation_und_Praxis
- Reitinger, J. (2016). Selbstbestimmung, Unvorhersagbarkeit und Transparenz: Über die empirische Zugänglichkeit forschenden Lernens anhand des Criteria of Inquiry Learning Inventory (CILI). In S. Schude & K. Moegling (Hrsg.), *Transparenz im Unterricht und in der Schule*, Teil 2 (S. 42-69). Immenhausen bei Kassel: Prolog-Verlag.
- Reitinger, J., Haberfellner, C. & Keplinger, G. (2015): The Theory of Inquiry Learning Arrangements (TILA): Introduction to a Theoretical Framework for Self-Determined Inquiry Learning applicable to Institutionalized Educational Settings. *Open Online Journal for Research and Education*, 4 (2), 78-90.
- Steffens, U. & Höfer, D. (2016). *Lernen nach Hattie. Wie gelingt guter Unterricht?* Weinheim: Beltz Verlag.

Verfasserin

Dr.ⁱⁿ Susanne Obermoser

Pädagogische Hochschule Salzburg Stefan Zweig

Akademiestraße 23

A-5020 Salzburg

E-Mail: susanne.obermoser@phsalzburg.at

Internet: www.phsalzburg.at