



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Produkte aus Pflanzenfasern im Kontext der Wiener
Warenkundesammlung“

verfasst von / submitted by

Stephan Holzer

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

Magister der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2018 / Vienna, 2018

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

A 190 445 313

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

Lehramtsstudium UF Biologie und Umweltkunde
UF Geschichte, Sozialkunde und Politische Bildung

Betreut von / Supervisor:

a.o. Univ.-Prof. Dr. Michael Kiehn

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG	1
1.1 Forschungsfrage	1
1.2 Aufbau der Arbeit	1
2. FACHLICHE KLÄRUNG	2
2.1 Naturfasern.....	2
2.2 Faserlieferende Pflanzen	4
2.3 Struktureller Aufbau und Eigenschaften von Pflanzenfasern	6
2.4 Mikrostruktureller Aufbau und Chemismus	7
2.5 Faseraufschluss und Fasergewinnung	9
2.6 Hanf (<i>Cannabis sativa</i>)	10
2.6.1 Herkunft	10
2.6.2 Taxonomische Zuordnung	10
2.6.3 Wurzel	11
2.6.4 Stängel und Blätter	11
2.6.5 Blüte und Frucht	13
2.6.6 Ökologische Standortansprüche	15
2.6.7 Anbau und Ernte	17
2.6.8 Verwertungsmöglichkeiten von Hanf.....	18
2.6.9 Hanfprodukte.....	19
2.6.9.1 Hanfsamen und Hanföl	19
2.6.9.2 Hanffasern und Hanfschäben	19
2.7 Begriff Warenkunde	21
2.8 Das ForMuse Projekt - die Wiener Warenkundesammlung.....	21
3. METHODIK	23
3.1 Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion	23
3.1.1 Grundzüge des Modells	23
3.1.2 Fachliche Klärung	26
3.1.3 Erhebung von Lernerperspektiven	26
3.1.4 Didaktische Strukturierung.....	27
3.2 Vorstellungen.....	28
3.3 Konstruktivistisches Lernen – Conceptual Change – Conceptual Reconstruction	30
3.4 Plant Blindness – Schulisches Interesse an Pflanzen	33
4. HANF - MÖGLICHKEITEN DIDAKTISCHER UMSETZUNGEN IM UNTERRICHT	34

4.1	Einleitung.....	34
4.2	Herangehensweisen in der Schule an das Thema Hanf	37
4.3	Anknüpfen an den Erfahrungsbereich der Schüler.....	42
4.4	Beispiel für praktische Umsetzung im Unterricht: Die Hanfkiste	44
4.5	Resümee und Perspektiven des Hanfes im Unterricht	48
5.	FAZIT UND AUSBLICK	50
	LITERATURVERZEICHNIS.....	52
	ABSTRACT	57
	ZUSAMMENFASSUNG	58

1. Einleitung

1.1 Forschungsfrage

Das Ziel der vorliegenden Diplomarbeit ist es Möglichkeiten einer didaktischen Umsetzung zum Thema Hanf abseits der Suchtgiftpflanze zu finden. Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion dient dabei als theoretisch-pädagogisches Grundgerüst.

Einige wichtige Aspekte für die didaktische Herangehensweise wären zum Beispiel die Fragen, welche Vorstellungen Schüler von Hanf haben, wie man an diesen Erfahrungsbereich anknüpft und welche praktischen Möglichkeiten es gibt um die vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten dieser Pflanze im Unterricht aufzuzeigen. Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion wird im folgenden Kapitel beschrieben.

1.2 Aufbau der Arbeit

Im ersten Teil der Arbeit werde ich eine fachliche Klärung über Pflanzenfasern mit Hauptfokus auf Hanf, deren biologische Klassifizierung, Aufbau, Nutzen und technische Verwendung geben.

Der Mittelteil umfasst den pädagogischen Ansatz, der die didaktische Grundlage der Arbeit darstellt. Grundgerüst ist hierbei das Modell der Didaktischen Rekonstruktion. Anschließend wird es um praktische Umsetzungsmöglichkeiten des Themas Hanf im Unterricht gehen.

Als Abschluss wird ein kurzes Resümee gezogen, so wie ein Ausblick gegeben.

2. Fachliche Klärung

2.1 Naturfasern

Die Pflanzenfasern bilden mit den tierischen und mineralischen Fasern die Gruppe der Naturfasern. Diese steht den Gruppen der Chemiefasern und den industriell hergestellten Fasern auf anorganischer Grundlage gegenüber (Scheer-Triebel, Léon J. 2000, S. 27). Bei den Chemiefasern betrachtet man abgewandelte Naturstoffe, synthetische Polymere und Fasern aus anorganischen Rohstoffen (Höhle 2006, S. 7). Pflanzliche Fasern zeichnen sich dadurch aus, dass sie alle Cellulose enthalten, während tierische jeweils Eiweiß enthalten (Höhle 2006, S. 15).

Tab. 1: Einteilung von Fasern nach Herkunft und stofflicher Beschaffenheit (DIN 60000 1969, FRANKE 1981, JOSEPH 1981, DIN 600001 1988, 1990, ANONYM 1991, 1994)

Classification of fibres related to origin and material composition

Naturfasern	Herkunft
<i>pflanzliche (Zellulosefasern)</i>	
– Samenfasern	Baumwolle, Kapok
– Bastfasern	Lein, Hanf, Nessel, Kenaf, Ramie
– Hartfasern	Sisal, Yucca, Ananas, Manilahanf, Zwergpalme, Bastpalme
– Fruchtfasern	Kokos
<i>tierische (Eiweißfasern)</i>	
– Tierhaare	Schafwolle, Angora, Kaschmir, Lama, Mohair, Roßhaar
– tierische Sekrete	Seide
<i>mineralische</i>	Asbest
Chemiefasern	
<i>aus natürlichen Polymeren</i>	Zellulose (z.B. Viskose), Gummi (z.B. Kautschuk)
<i>aus synthetischen Polymeren</i>	Aramid, Polyethylen, -propylen, -ester, -acryl
Industriell hergestellte Fasern	
<i>aus anorg. Substanzen</i>	Glas-, Kohlenstoff-, Metallfasern

Abbildung 1 Scheer-Triebel, Léon J., Industriefaser – Qualitätsbeschreibung und pflanzenbauliche Beeinflussungsmöglichkeiten bei Faserpflanzen: ein Literaturreview, Pflanzenbauwissenschaften, 4 (1), (S. 26 – 41, Stuttgart, 2000)

Aus der Gruppe der Faserpflanzen sind für den Anbau in Mitteleuropa vor allem die Arten interessant, bei denen die Bastfasern aus dem Stängel gewonnen werden. Dies sind die sommerannuellen Arten Faserlein (*Linum usitatissimum* L.), Hanf (*Cannabis sativa* L.), dessen Anbau seit 1996 wieder erlaubt ist, und die mehrjährige Fasernessel (*Urtica dioica* L.) (Scheer-Triebel, Léon J. 2000, S. 27).

Naturfaser aus Pflanzen	Merkmale
Baumwolle (<i>Gossypium</i> L.)	Wird aus den Samenhaaren der Baumwollpflanze gewonnen. Sie ist sehr saugfähig und kann bis zu 65 % ihres Gewichtes an Wasser aufnehmen. Baumwolle trocknet langsam. Aus Baumwolle können viele verschiedene Fasern wie z. B. Jersey, Flanell oder Samt hergestellt werden.
Kapok (<i>Ceiba pentandra</i> L.)	Wird aus dem Inneren der Kapsel Frucht (Schote) des echten Kapokbaumes gewonnen. Kapok ist atmungsaktiv und wärmeisolierend.
Leinen (<i>Linum usitatissimum</i> L.) (Flachs)	Leinen wird aus den Stängeln der Flachspflanze gewonnen, ist atmungsaktiv, kühlend und langlebig. Knittert sehr leicht.
Hanf (<i>Cannabis</i> L.)	Die Fasern werden aus den Stängeln der Hanfpflanzen gewonnen. Neben Textilien werden die Fasern vielseitig, auch für Papier, Dämmstoffe oder Taue, eingesetzt. Hanf wird weltweit angebaut. Die Kleidung ist kühl, robust und strapazierfähig.
Jute (<i>Corchorus</i> L.)	Jute wird aus den Stängeln der Corchorus-Pflanzen hergestellt, hat kaum Bedeutung als Kleidungsfaser und wird hauptsächlich als Verpackungsmaterial eingesetzt. Sie liegt an zweiter Stelle in der Produktion von Pflanzenfasern.
Nesseltuch (<i>Urtica</i> L.) (Nessel)	Wird aus den Stängeln der Fasernessel (Brennnessel) gewonnen. Anbau in geringen Mengen in Europa. Wird meist im Gemisch mit Baumwolle angeboten. Hohe Feuchtigkeitsaufnahme und Reißfestigkeit, pflegeleicht und hautfreundlich.
Ramie (<i>Boehmeria nivea</i> L.)	Ramie gehört zur Familie der Brennnesselgewächse, die in den tropischen Regionen Asiens angebaut wird. Gegen Krankheiten und Schädlinge ist die Pflanze weitgehend resistent. Ramie ist sehr haltbar, fusselt nicht und nimmt Feuchtigkeit gut auf. Verwendung ähnlich wie Leinen.
Sisal (<i>Agave sisalana</i> L.)	Wird aus Agavenblättern hergestellt. Die robusten Sisalfasern werden vorwiegend für Teppiche, Seile und Schnüre verwendet.
Abacá (<i>Musa textilis</i> L.) (Manilahanf)	Abacá wird aus Blättern einer Bananenart gewonnen. In asiatischen Ländern werden z. B. Fischnetze und Zigarettenpapier daraus hergestellt. Im Textilbereich wird Abacá zu Garn versponnen.
Kokos (<i>Cocos nucifera</i> L.)	Wird aus der Fruchthülle der Kokospalmenfrucht gewonnen. Die Kokosfaser wird unter anderem für Seile, im Automobilbau, für Geotextilien und als Füllfaser für Matratzen verwendet.

Abbildung 2 Tabelle Naturfaser aus Pflanzen (aus „Schickes Outfit! Neu? Ja, aber Ökologisch!“, Wien, 2014)

Da in meiner Diplomarbeit der Schwerpunkt auf pflanzlichen Fasern liegt, möchte ich auf diese genauer eingehen und werde die anderen Faserarten nicht näher beschreiben.

2.2 Faserlieferende Pflanzen

Vermutlich schon in frühester Zeit wussten Menschen die Fasern von Pflanzen sinnvoll zu nutzen. Sie verarbeiteten sie zu Kleidung und/oder verwendeten sie für den alltäglichen Gebrauch. Zu den ältesten kultivierten Faserpflanzen zählen der Flachs (Lein) und der Hanf. Die frühesten Funde von Leinsamen stammen aus Mesopotamien, den heutigen Ländern Türkei und Irak; auch in Grabungsstätten in Iran wurden 7.000 bis 9.000 Jahre alte Leinsamen und Kapseln der wilden Flachsform und in Syrien gar hunderte einer kultivierten Flachsform gefunden (Waskow 1995, S. 93).

Im 21. Jahrhundert wird allerdings nur mehr ein kleiner Teil der etwa 2000 genutzten Pflanzenarten zur Fasergewinnung herangezogen. Baumwolle, Jute, Flachs, Hanf und Sisal stehen dabei an vorderster Stelle. In allen Fällen handelt es sich bei den Fasern entweder um Haare, also Bildungen der Epidermiszellen, oder um Bündel von Sklerenchymfasern, die zur Festigung der Leitbündel und Blätter dienen (Franke 2007, S. 359). Inhaltsstoffe der Haare und Fasern sind vor allem Cellulose, in geringeren Anteil Hemicellulose und Pectin.

Faserliefernde Pflanzen lassen sich laut Wolfgang Franke (Franke 2007, S. 357 ff.), je nachdem aus welchen Pflanzenteilen sie gewonnen werden, folgendermaßen einteilen:

- Haare als Fasern
 - Samenhaar: Baumwolle, *Gossypium herbaceum* L. (verwendete Pflanzenteile: Samen)
 - Fruchthaare: Kapokbaum, *Ceiba pentandra* L. (verwendete Pflanzenteile: Endokarp)
- Fasern aus Sproßachsen (Bastfasern, Stängelfasern)
 - Lein, *Linum usitatissimum* L.
 - Hanf, *Cannabis sativa* L.
 - Große Brennessel, *Urtica dioica* L.
 - Ramiepflanze, *Boehmeria nivea* L.
 - Rundkapseljute, *Corchorus capsularis* L.
 - Langkapseljute, *Corchorus olitorius* L.
 - Gambohanf, *Hibiscus cannabinus* L.
 - Rosellahanf, *Hibiscus sabdariffa* L.

- Bengalischer Hanf, *Crotalaria juncea* L.
- Fasern aus Blättern (Hartfasern)
 - Unterblattfasern: Manilahanf, *Musa textilis* NÉE (verwendete Pflanzenteile: Blätter, Blattscheiden)
 - Blattstielfasern
 - Blattspreitenfasern:
 - Sisalagave, *Agave sisalana* PERRINE
 - Neuseeländer Flachs, *Phormium tenax* J. R. FORST. et G. FORST.
 - Zwergpalme, *Chamaerops humilis* L.
- Fasern aus Früchten
 - Kokospalme, *Cocos nucifera* L. (verwendete Pflanzenteile: Mesocarp der Steinfrüchte)

Hölzer werden nicht zu den Faserpflanzen gezählt, obwohl auch aus Ihnen Fasern, die Holzfasern, gewonnen werden können.

Von den bekannten Pflanzenfasern werden vorzugsweise Flachs, Hanf, Jute, Ramie und Kenaf aufgrund ihrer guten mechanischen Eigenschaften zur Verstärkung von Kunststoffen eingesetzt.

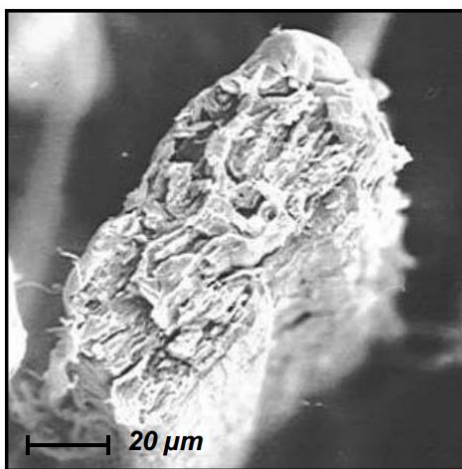
2.3 Struktureller Aufbau und Eigenschaften von Pflanzenfasern

Die diversen Pflanzenfasern haben alle einen ähnlichen strukturellen Aufbau und ähnliche chemische Zusammensetzungen, die sich trotzdem je nach Fasertyp unterscheiden. Wichtige Bestandteile sind Cellulose, Hemicellulose, Pektin, Lignin und mineralische Anteile. Fette, Wachse und wasserlösliche Bestandteile sind ebenfalls enthalten. Der Cellulosegehalt wird meistens mit 60-85 Gew.-% und die pflanzlichen Klebesubstanzen (Pektine, Hemicellulose, Lignin) mit 15-40 Gew.-% angegeben. Zentrale Faktoren für den strukturellen Aufbau und die chemische Zusammensetzung stellen neben der Faserart die Bedingungen während des Wachstums der Pflanze, die Ernte und die Aufbereitung der Fasern dar. Der strukturelle Aufbau der Pflanzenfasern und der Cellulosegehalt bestimmen in bedeutendem Maße die Fasereigenschaften (Festigkeit, Dehnung, E-Modul, Feuchtaufnahme u.a.) und auch die Möglichkeiten der Weiterverarbeitung zu textilen Faserbändern oder technischen Garnen, Geweben oder Vliesen (Reußmann 2003, S. 17).

2.4 Mikrostruktureller Aufbau und Chemismus

Pflanzenfasern setzen sich aus Faserbündeln (technische Fasern), die aus einzelnen Faserzellen bestehen, zusammen. Die Faserzellen (Elementarfasern) bilden einen mehrschichtigen Verbund, wodurch Naturfasern schon in sich als Faserverbundwerkstoffe angesehen werden können (Reußmann 2003, S. 18).

Röstflach



Kenaf

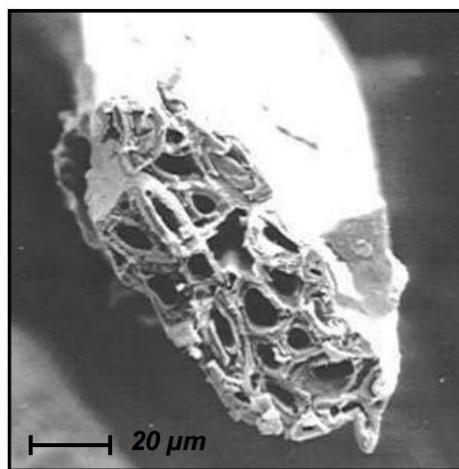
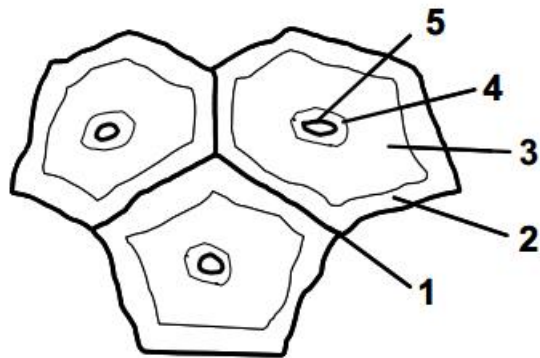


Abbildung 2 REM-Aufnahmen von technischen Naturfasern (Foto aus „Entwicklung eines Verfahrens zur Herstellung von Langfasergranulat mit Naturfaserverstärkung“, Rudolstadt, 2003)

Die Elementarfasern sind innerhalb der technischen Fasern durch die sogenannte Mittellamelle (Kittsubstanz) miteinander verbunden und bestehen aus mehreren Schichten (Reußmann 2003, S. 18). Diese Schichten bestehen aus kristallinen Fibrillen, die durch amorphe Hemicellulosen und Lignin miteinander verbunden sind.

Faserquerschnitt



Faserlängsansicht



Abbildung 3 Schematischer Aufbau von Bastfasern (Foto aus „Entwicklung eines Verfahrens zur Herstellung von Langfasergranulat mit Naturfaserverstärkung“ (Rudolstadt, 2003))

1. Mittellamelle
2. Primärwand
3. Sekundärwand
4. Tertiärwand
5. Lumen

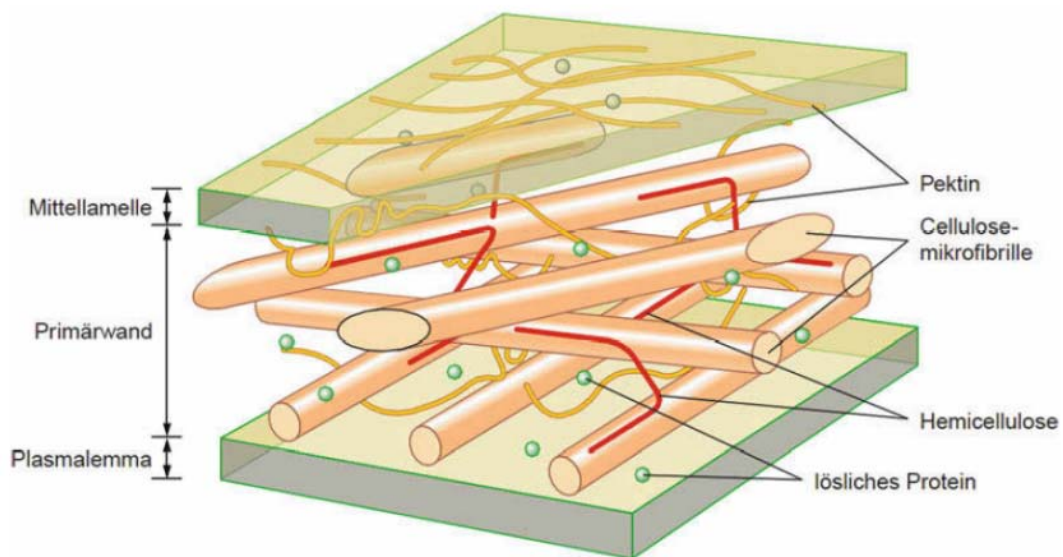


Abbildung 4 Struktureller Aufbau von Pflanzenfasern. Cellulose-Mikrofibrillen sind in der primären Zellwand mit Hemicellulosen, Pektin und ggf. Lignin vergesellschaftet © Mariana Ruiz Villarreal. (Foto aus „Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe“, Wiesbaden 2014)

2.5 Faseraufschluss und Fasergewinnung

Das Ziel der Faseraufbereitung ist die rationelle und wirtschaftliche Gewinnung sauberer, holzfreier Fasern aus der Pflanze, unter Erhalt ihrer Qualität und mit guter Ausbeute (Lampke 2003, S. 26). Um aus den Blättern oder Pflanzenstängeln Fasern gewinnen zu können, muss man diese mittels verschiedener Aufschlussverfahren bearbeiten. Der Aufschluss der Fasern kann durch biologische, chemische und mechanische Verfahren oder Kombinationen der verschiedenen Methoden erfolgen (Reußmann 2003, S. 16).

Der Faseraufschluss beeinflusst in bedeutendem Maße die Faserausbeute und Fasereigenschaften (Feinheit, Festigkeit, Faserlänge). Die derzeit am häufigsten angewandten Aufschlussverfahren sind die Tauröste und der mechanische Aufschluss (Reußmann 2003, S. 17). Durch das Rösten wird die Substanz Pektin zerstört. Pektin ist ein „Pflanzenleim“ und hält die Elementarfasern zusammen – er verbindet den Faserbast mit den Holzbestandteilen (Holzmann 2009, S. 50).

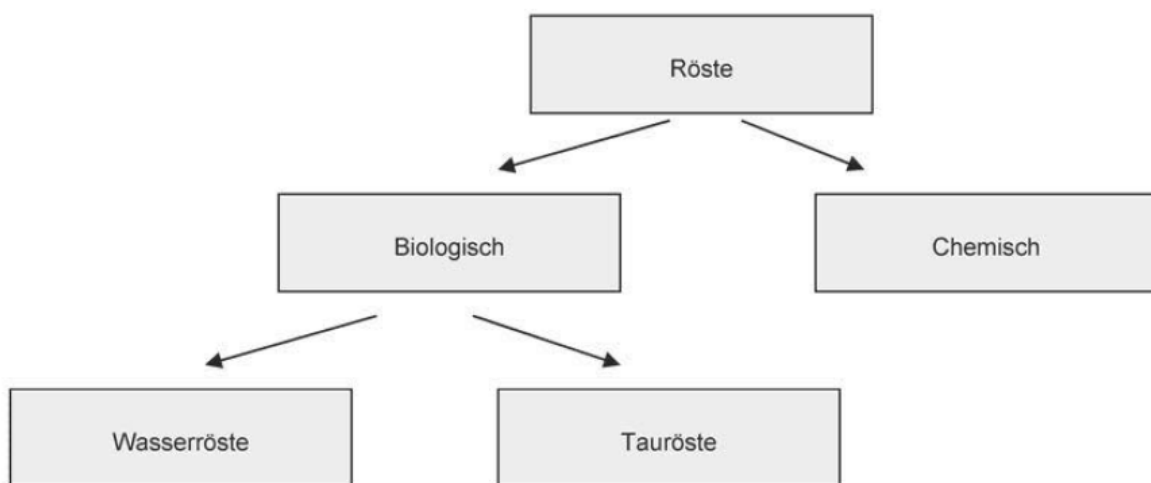


Abbildung 5 Röstverfahren (Foto aus Holzmann Gerhard, Wangelin Matthias, *Natürliche und pflanzliche Baustoffe* (Wiesbaden 2009))

Neben diesen Aufschlussverfahren wurden in den letzten Jahren auch physikalische Verfahren wie der Ultraschallaufschluss [49], der Dampfdruckaufschluss [42, 50, 51] und das Duralinverfahren [52, 53] entwickelt (Reußmann 2003, S. 16). Durch neuentwickelte Aufschlussverfahren (Mikrowellenaufschluss, Dampfdruckaufschluss, Duralinverfahren)

können die Risiken bei der konventionellen Röste umgangen und höherwertige (allerdings auch teurere) Fasern erzeugt werden. (Reußmann 2003, S. 17).

2.6 Hanf (*Cannabis sativa*)

2.6.1 Herkunft

Hanf gehört wie der Flachs zu den ältesten genutzten Kulturpflanzen. Die ursprüngliche Heimat des Hanfs ist Zentralasien; in der Literatur werden sowohl Indien als auch Persien genannt (Waskow 1995, S. 19). Vor etwa 12.000 Jahren wurde die Hanfpflanze in zwei Regionen Asiens in Kultur genommen: im Gebiet des heutigen Iraks - also in Mesopotamien an den Flüssen des Euphrat und Tigris – sowie in China an der Ostseite des Huang He, im Tal des Gelben Flußes (Waskow 1995, S. 20). Karl der Große ordnet im Jahre 800 in einem Gesetz den Anbau von Hanf in seinem Reich an. Im Jahr 1390 eröffnet die erste Papiermühle in Nürnberg, die das Papier hauptsächlich aus hanfhaltigen Lumpen herstellt. Und auch die im Jahre 1455 von Gutenberg fertiggestellte Bibel bestand aus Hanfpapier (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 1997, S. 185).

2.6.2 Taxonomische Zuordnung

Der Hanf ist eine sommerannuelle Kurztagspflanze. Das bedeutet, sie wechselt je nach Sonnenstand und Tageslänge von der vegetativen in die generative Phase. Er wird durch den Wind bestäubt, ist also ein Fremdbestäuber. *Cannabis* gehört zu der Gruppe der Dicotyledoneae und hier zur Ordnung der *Urticales*. Er ist eng mit Brennnesselplanzen verwandt. In älterer Literatur wird *Cannabis* oft in die Familie der Moraceae (Maulbeerbaumgewächse) eingruppiert. Es gab aber wichtige Details, die gegen eine solche Einordnung sprachen. Zum Beispiel fehlen dem Hanf die für die Moraceae typischen milchsaftführenden Zellen und die weiblichen Blüten überragenden Tragblätter der Blütenorgane. Deshalb und auf Grund molekularbiologischer Befunde wird Hanf heute zur Familie der Cannabaceae, den Hanfgewächsen gezählt. Die Familie der *Cannabaceae* stellt mit drei Arten die kleinste Familie der *Urticales* dar. Die beiden landwirtschaftlich

bedeutensten Arten dieser Familie sind der Hopfen, *Humulus lupulus* L., und der Hanf, *Cannabis sativa* L. (Flachowsky 2003, S. 4).

Bei der Unterteilung der Gattung *Cannabis* ist sich die Wissenschaft noch nicht einig.

Hoffmann et al. (1970) unterteilt z.B. in zwei Arten, in *C. sativa* und *C. indica* (Flachowsky 2003, S. 4). Schultes et al. (1974) unterscheidet wiederum drei Arten: *C. sativa*, *C. indica* und *C. ruderalis*. Prinzipiell unterscheidet man aber die Arten *C. indica* und *C. sativa*.

Cannabis ist eine einjährige, zweihäusige Pflanze. Jede Pflanze bildet nur einen Stängel, der je nach Sorte und Standort verschiedene Verzweigungsgrade aufweisen kann. Die männliche Pflanze (Femelhanf) ist schwächer ausgebildet als der weibliche Hanf (Hanfhenne). Die weiblichen Pflanzen sind stärker verzweigt und dichter belaubt. Auch ihr Reifezeitpunkt ist etwa 2-5 Wochen später als bei den männlichen Individuen.

2.6.3 Wurzel

Der Hanf bildet eine etwa 30 bis 40 cm lange spindelförmige, stark verholzte Pfahlwurzel aus. Von dieser Wurzel zweigen zahlreiche Seitenwurzeln erster Art ab. Diese können eine Länge von 80 cm erreichen. Der Boden wird bis in eine Tiefe von etwa 115 cm, bei besonders geeigneten Böden sogar bis 200 cm, durchwurzelt. Die Dichte und Tiefe des Wurzelsystems variiert je nach Sorte und ökologischen Bedingungen, die intensivste Bewurzelung liegt aber bei 20 bis 40 cm. Obwohl das Wurzelsystem kräftig erscheint, ist es im Verhältnis zum Ausmaß und der Schnelligkeit, mit der die oberen Teile wachsen, relativ schwach entwickelt (Herer 1993, S. 307). Das Wurzelsystem macht ungefähr 8 bis 9 % der gesamten Biomasse der Pflanze aus.

2.6.4 Stängel und Blätter

Der aufrechte Spross erreicht je nach Sorte und den jeweiligen Wachstumsbedingungen eine Wuchshöhe zwischen 1,2 und 5,0 m und verzweigt sich in Abhängigkeit von der Bestandesdichte unterschiedlich stark (Ruthenberg-Wilkens, D., J. Langkau, 1996).

Die Oberfläche des Stängels ist mit Deck- oder Drüsenhaaren bedeckt und häufig länglich gerippt. In seiner Form ist er hexagonal (eckig), länglich gerippt und an der Oberfläche mit Haaren bedeckt (Gruber 2012, S. 15). Je nach Saatedichte kann er zwischen 6 und 60 mm Durchmesser haben (Altenfelder 1996, S. 50).

Im Phloem (Siebteil) entstehen durch primäres Wachstum 15-35 Faserbündel, die in ein bis zwei Reihen das Xylem (Holzteil) komplett umschließen (Altenfelder 1996, S. 50).

Die Länge der Faserzellen schwankt zwischen einem und zehn Zentimeter, im Allgemeinen sind diese jedoch durch pektinhaltige Mittellamellen zu Faserbündeln zusammengehalten (Gruber 2012, S. 15)

Diese primären Faserbündel durchziehen den gesamten Sproß, während die später wachsenden sekundären Bündel nur bis zur Stengelmittle reichen (Altenfelder 1996, S. 50).

Diese erreichen eine Länge von maximal 2 mm (Flachowsky 2003, S. 5). Je nach Art und Methode des Faseraufschlusses können so hochwertige feine oder grobe, aber sehr feste Fasern gewonnen werden (Körber 1987). Der Ertrag an hochwertiger Faser (> 200 cm) hängt damit nur vom Anteil der Primärfaserbündel ab (Altenfelder 1996, S. 50).

Die Blätter sind langgestielt und fingerförmig, mit dunkelgrüner Ober- und blaßgrüner Unterseite. In der Regel setzen sie sich aus 5 bis 9 gezähnten, schmal lanzettlichen Blattfingern zusammen. Dies kann aber je nach Sorte auch zwischen 5 und 13 Blattfingern variieren. Sowohl die Ober- als auch die Unterseite besitzen Drüsen und Haare.

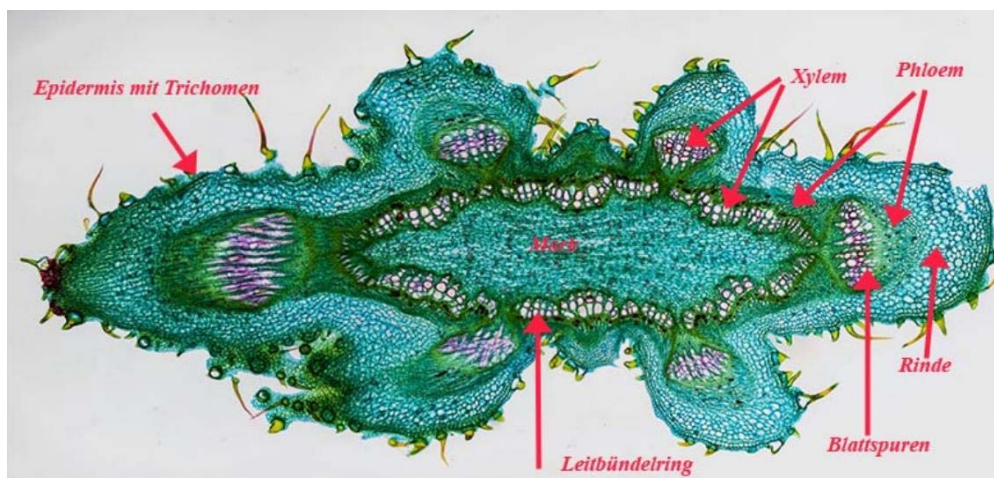


Abbildung 6: Schnitt durch einen Hanfstängel (Foto: Köstlbacher aus „Einfluss der Sorte und des Standortes bei Hanf (Cannabis sativa L.) in der Gartenpflanzennutzung im semiariden Produktionsgebiet“ (Wien 2014)

2.6.5 Blüte und Frucht

Cannabis ist im Prinzip diözisch (zweigeschlechtlich); männliche und weibliche Blüten befinden sich auf zwei unterschiedlichen Pflanzen. Durch Züchtungsprogramme wurden auch monözische (einhäusige) Formen selektiert. Mit Beginn der Blüte wechselt die Blattstellung von gegen- zu wechselständig und die Hanfpflanze stellt im Wesentlichen das Längenwachstum ein, so dass frühblühende Formen kurze Pflanzenlängen aufweisen und spätreife Typen höhere Pflanzenlängen haben (Kriese 2007, S. 93). Der Pollen, der trocken und mehlartig ist, kann große Wolken bilden und wird vom Wind bis zu 12 km weit getragen.

Die Blüten stehen nicht einzeln, sondern zu kleinen, eher unscheinbaren Blütenständen (Trugdolden bzw. Rispen) in den Achseln der oberen Laubblätter zusammengefasst. Die weiblichen Blüten weisen eine reduzierte Blütenhülle (Perianth) auf, die den oberständigen, einsamigen Fruchtknoten basal becherartig umhüllt. Die männlichen Blütenstände sind blattlos und in der Form einer lockeren Rispe ausgebildet, sie setzen sich aus fünf Staubblättern und gleichvielen Hüllblättern zusammen. Die unscheinbaren perianthlosen grünlichen Blüten der weiblichen Pflanzen bilden Scheinähren. Sie stehen zu zweit in den Achseln kleiner Tragblätter und sind zu dicht gedrängten Scheinähren vereinigt, während die männlichen Pflanzen ihre Blüten mit einfachem Perianth in endständigen lockeren Rispen tragen (Franke 2007, S. 363). Hanf ist eine windbestäubte Pflanze, die Blütezeit umfasst etwa 2 bis 3 Wochen, wobei die männlichen Blüten früher blühen. Nach der Befruchtung und zur Ernte bildet sich ein kolbenförmiger, dichter Blüten- bzw. Fruchtstand (Schäfer 2003).

Die Hanffrucht ist eine kugel- bis breit-eiförmige, einsamige Nuss, die meist 2,5 – 5 mm lang und 2 -4 mm breit ist (Rößler 2012, S. 15). Sie enthält einen Samen und wird von drei Perikarpschichten umgeben, die zu einer harten Schale verholzt sind. Des Weiteren enthält der Samen 20 - 25 % Rohprotein, 6 – 7 % Rohasche, 1,5 % Glucose und 0,3 % Harz (Fertl 2000).

Die Hanffrüchte reifen innerhalb von 3 bis 4 Wochen (Mediavilla et al. 1998). Die Früchte der Hanfpflanze entwickeln sich aus einem einsamigen Fruchtknoten (Heuser 1927). Von der Form her handelt es sich um eiförmige Nüsschen, deren Färbung von weiß, gelb, orange, grau, braun bis schwarz gehen kann (Fruwirth 1922).

Der tagneutral keimende Samen besitzt einen hakenartig gekrümmten Embryo, der den größten Teil des Samens einnimmt (Altenfelder 1996, S. 51).

Die epigäische Keimung nach Aussaat der Hanffrüchte findet innerhalb von 3-7 Tagen statt (Clarke 1998). Die Keimung wird von der Temperatur beeinflusst.

Auf der ganzen Oberfläche der Pflanze, außer auf Samen und Wurzeln, befinden sich Drüsen, besonders dicht an der Unterseite der Tragblätter, entlang der Blattadern und der Blätter im Bereich der Blütenstände, die Harz bilden, welches zu 80 bis 90 % aus Cannabinoiden sowie ätherischen Ölen, hochpolymeren Phenolen, Terpenen und Wachsen besteht (Reuter 1987)

Der dichteste Besatz mit THC und die größten Drüsen befinden sich an weiblichen Hanfpflanzen in den Blütenregionen und hier besonders auf den Samenhüllblättern (Ghany 2002, S. 26).



Cannabis indica. 1. Spitze der blühenden männl. Pflanze 2. Spitze der fruchttragenden weibl. Pflanze 3. Sämling 4. Teilblatt eines großen, elfteiligen Blattes 5. Teil des männl. Blütenstandes mit Knospen und ausgereifter männl. Blüte 6. weibl. Blüten, mit aus dem Deckblatt herausragenden Narben 7. Frucht, in ausdauerndem behaartem Deckblatt eingeschlossen 8. Seitenansicht der Frucht 9. Kantenansicht der Frucht 10. Drüsenhaar mit vielzelligem Schaft 11. Drüsenhaar mit kurzem, einzelligen und unsichtbarem Schaft 12. nichtdrüsiges Haar, daß einen Zystolithen enthält. Zeichnung nach E.W. Smith.

Abbildung 6 Zeichnung von E.W. Smith zur Morphologie der Cannabis-Pflanze (<http://herewe.info/botanisches/ursprung/>)

2.6.6 Ökologische Standortansprüche

Hanf stellt keine besonderen Ansprüche an den Boden, er ist eine pflegeleichte Kulturpflanze. Für einen optimalen Ertrag sollte der Boden aber tiefgründig, kalkhaltig, stickstoffreich und im pH-Wert neutral bis leicht basisch sein (Altenfelder 1996, S. 53). Er gedeiht am besten in gemäßigt feuchten Klimaten bei Temperaturen von 13 bis 22 Grad Celsius. Cannabis hält sowohl niedrigere als auch höhere Temperaturen aus, benötigt aber mehr Sonne und Wärme als beispielsweise der Lein. Im jungen Stadium kann Hanf sogar Nachtfrost (-3 bis -5 Grad Celsius) aushalten.

Zur Fasergewinnung werden monözische Sorten vorgezogen, da bei ihnen männliche und weibliche Pflanzen gleichzeitig reifen und dadurch der Erntetermin leichter zu bestimmen ist. Faserhanf wird in Reihen von 15-17 cm Abstand und mit einer Saatstärke von 55-70 kg/ha ausgesät (Altenfelder 1996, S. 53).

Aufgrund seiner Schnellwüchsigkeit (20-40 cm pro Woche) und der guten Jugendentwicklung mit hohem Konkurrenzpotential ist in der Regel keine Unkrautentwicklung festzustellen (Altenfelder 1996, S. 53). Aus diesem Grund benötigt Hanf auch keinen Einsatz von Pestiziden. Die Vegetationsperiode dauert bei Hanf etwa 100 Tage und ist mit der von Lein und Raps vergleichbar (Altenfelder 1996, S. 53).

Da der Hanf eine kurze Vegetationsdauer aufweist, während der er hohe Mengen an Biomasse bildet, müssen die Nährstoffe im richtigen Moment und in einer verfügbaren Form vorliegen (Berger 1996).

Der flächenbezogene Trockenmasseertrag von Hanf wird in den Anbauversuchen mit 10 – 20 Tonnen pro Hektar angegeben, der Faserertrag mit 2 – 5 t/ha (Höppner, 1995). Der weltweite durchschnittliche Hektarertrag an Fasern wird von der FAO (Food and Agriculture Organization) mit 400 – 5700 kg/ha beziffert (Karus 1994).

Populärwissenschaftliche Bücher sagen Hanf eine geringe bis gar keine Anfälligkeit gegenüber Krankheiten und Schädlingen nach. Es gibt jedoch einige Schädlinge, wie zum Beispiel Hanfferdflöhe, Larven der Hanfminiermotte oder Blattläuse, die den Hanf befallen können. Doch nach bisherigen Beobachtungen führen diese zu keinen verminderten Ertrag oder Qualitätseinbußen der Ernte. Bedeutende Pflanzenkrankheiten bei Hanf sind Grauschimmel (*Botrytis cinerea*), Hanfkrebs (*Scerotinia sclerotiorum*), Phoma (*Phoma sp.*), Alternaria (*Alternaria sp.*), Hanfrost (*Melampsora cannabina*) und Fusarium - Arten (*Fusarium ssp.*) (Ofner 104, S. 26). Die meisten verursachen aber an der Pflanze keinen wirtschaftlichen Schaden.

2.6.7 Anbau und Ernte

Niederösterreich ist in Österreich das zentrale Anbaugebiet für Hanf und viele Ortsnamen wie Amstetten (Hampstätten) oder auch Hanfthal bei Laa an der Thaya sind auf den Anbau und Bearbeitung von Hanf zurückzuführen (Schweng Wien, S.3).

Zwischen den Jahren 1969 und 1995 wurde kein Hanfanbau in Österreich betrieben. (Mayrhuber et al., 1997). Gleichzeitig mit der neu eingeführten Erlaubnis des Hanfanbaus 1995/96 regelt die Marktordnung der Europäischen Union (EU) die Förderung für Hanf (Mayrhuber et al., 1997). Die Verordnung Nr. 1558/93 vom 14. Juni 1993 besagt, dass hauptsächlich die Fasernutzung gefördert wird. Zur gleichen Zeit ist festgelegt geworden, dass die Ernte erst nach der Samenreife erfolgen darf, wodurch jedoch eine Produktion von hochqualitativen Fasern nicht mehr möglich ist, da für diese die Ernte vor der Samenreife erfolgen müsste (Mayrhuber et al., 1997).

EU-weit ist der Gehalt an THC durch die Verordnung (EG) Nr. 1529/2000 geregelt. Diese hält fest, dass nur Hanfsorten, deren festgestellter THC-Gehalt 0,3 %, und für die folgenden Wirtschaftsjahre 0,2 %, nicht übersteigt, zum Einsatz kommen dürfen (EUR-Lex, 2009d).

Etwa 100 bis 150 Tage nach der Aussaat ist der Hanf erntereif. Je nach Nutzung variiert die Ernte von Anfang August bis Anfang September. Möchte man die Fasern ernten, wird der Hanf nach 100 Tagen, am Ende der Blüte, geschnitten. Zu diesem Zeitpunkt sind alle Samen bis an die Spitze ausgebildet und das maximale Trockenmassegewicht ist nahezu erreicht (Ofner 2014, S. 30). Sind hingegen die Samen das Ziel, wird Ende September bis Anfang Oktober geerntet. Zu diesem Zeitpunkt sind rund zwei Drittel des Samens reif.

Die Erntetechnik ist auch maßgeblich von der Nutzung der Pflanze abhängig. Faserhanf wird zur Blüte der männlichen Blütenstände geschnitten, geröstet und weiterverarbeitet. Bei der Roste werden die Fasern durch Mikrobakterien und Pilzen vom Holzteil gelöst. Meist werden hier Erntegeräte eingesetzt die speziell angepasst wurden, um die Hanffasern ernten zu können. Bei der Hanfsamengewinnung werden die Pflanzen noch vor der Endreife gedroschen, diese findet auch wieder mit speziellen Mähdreschern statt.

2.6.8 Verwertungsmöglichkeiten von Hanf

Aus Hanf werden schon seit Jahrtausenden verschiedenste Produkte hergestellt. Die Bandbreite der Nutzungsmöglichkeiten war in früherer Zeit sehr groß. Traditionelle Anwendungen, wie zum Beispiel im Textil- oder Papierbereich, waren hierbei tonangebend. In den letzten Jahrzehnten kamen aber neue, innovative Anwendungsbereiche hinzu, die für den Hanf neue Vermarktungsmöglichkeiten bieten und das wirtschaftliche Überleben der Pflanze in Zukunft sichern können.

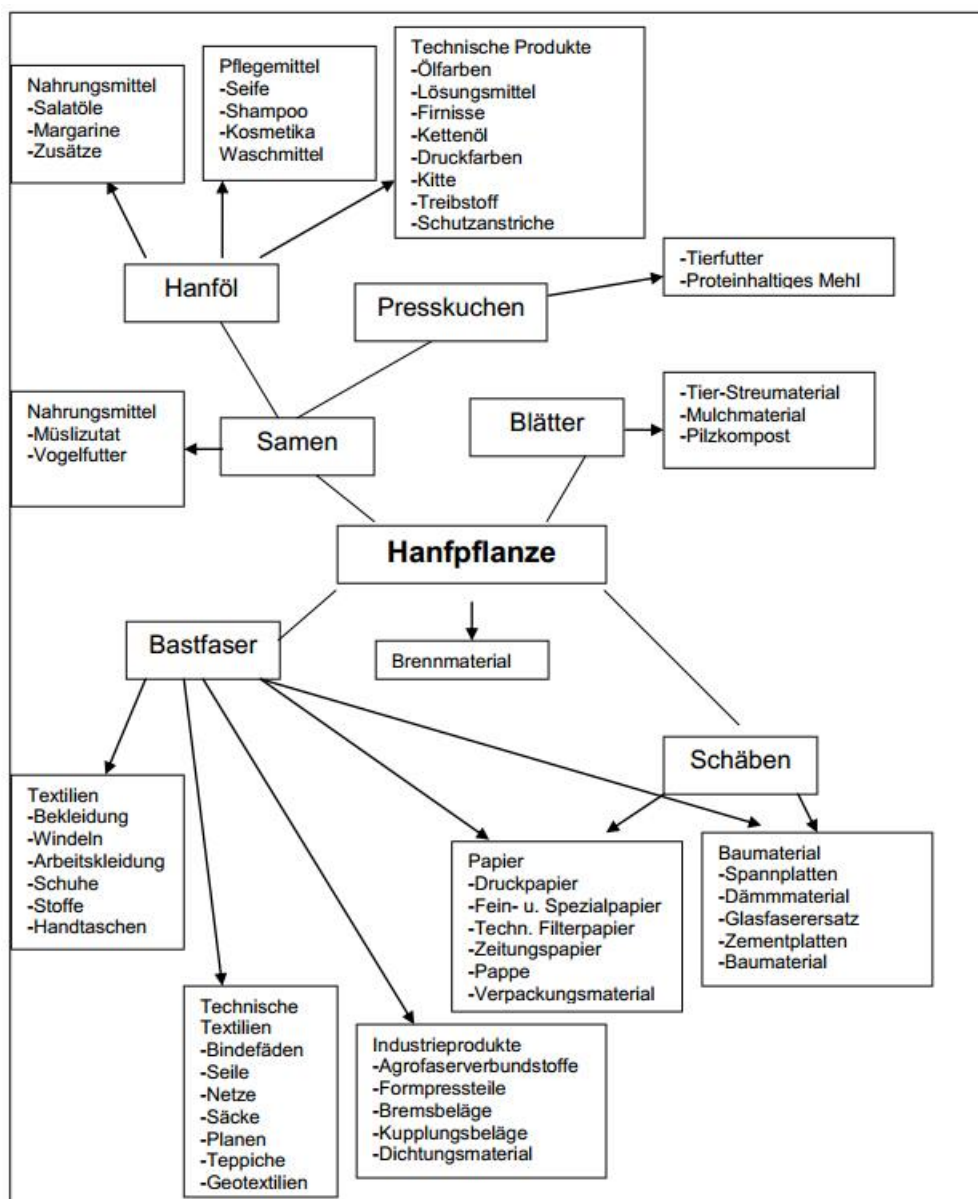


Abbildung 7: Möglichkeiten der Nutzung von Hanf (Waskow, 1995; Roscher, 2000)

In dieser Abbildung kann man die große Bandbreite der Nutzungsmöglichkeiten der Hanfpflanze erkennen. Es kann jeder Teil der Pflanze sinnvoll verwendet werden.

Im folgenden Abschnitt möchte ich einige Produktpaletten näher erläutern.

2.6.9 Hanfprodukte

2.6.9.1 Hanfsamen und Hanföl

Ernährungsphysiologisch weisen die Hanfsamen ein ausgezeichnetes Verhältnis von Fett- und Aminosäuren auf. Sie enthalten zum Großteil einfach oder mehrfach ungesättigte Fettsäuren, besonders Linol- und Linolensäure. Einzigartig ist auch das Vorhandensein von Gamma-Linolensäure sowie aller für den Menschen essentiellen Aminosäuren. In der Lebensmittelindustrie erhöht sich zwar jedes Jahr der Anteil von Hanfsamen in verschiedensten Lebensmitteln, doch gegenwärtig sind dies noch Nischenprodukte.

Die Samen haben einen nussartigen Geschmack, weshalb sie auch als Knabbergebäck oder Zusatzkomponenten in anderen Produkten Verwendung finden. Mehl aus Hanfsamen hat ähnliche Eigenschaften wie Weizenmehl. Hanföl wird sowohl als Speiseöl, als auch in Kosmetika oder im technischen Bereich vermehrt eingesetzt. Als Vogelfutter werden Hanfsamen ebenfalls angeboten.

2.6.9.2 Hanffasern und Hanfschäben

Die Bandbreite der Nutzung von Hanf- bzw. Bastfasern ist sehr groß. Sie reicht von der Produktion von Papier, Spezialzellstoffen, Textilien, technischen Textilien, Geotextilien bis hin zu Industrieprodukten, wie Innenverkleidung für die Automobilindustrie.

Die Hanfschäben, die bei der Fasergewinnung als Abfallprodukt anfallen, haben auch eine Vielzahl von Verwendungsmöglichkeiten. Sie sind hochwertiges Einstreu für Tiere, vor allem für Pferdeeinstreu. Es ist auch möglich Dämm- und Spannplatten daraus herzustellen. Des Weiteren kann es zu minderwertigem Papier oder Klebstoff verarbeitet werden.

Flachs und Hanf eignen sich auch zur Herstellung von Zellstoffen für Spezialpapier z.B. für die Zigarettenindustrie, technische Papiere (wie z.B. dielektrische Papiere), Papiere für die Kosmetikindustrie oder für Geldscheine (Türk 2014, S. 216 ff.). Papier aus Hanf hat bessere mechanische Eigenschaften (erhöhte Zug-, Reiß- und Nassfestigkeit) und eine größere Faserlänge.

Ein weiterer Anwendungsbereich von Hanf sind Schleifscheiben aus Hanf-PP-Trägermaterialien. Damit wird die Entstehung von Glasfaserstaub bei der Anwendung der Schleifscheiben verhindert.

Einer in den letzten Jahren an Beliebtheit dazugewonnener Bereich, sind Dämmstoffe auf Basis von Naturfasern. Neben dem ökologischen Vorteil solcher Gewebe, liegt der Vorteil in der Wahrung der menschlichen Gesundheit, da die bei der Verarbeitung entstehenden Stäube, biogener und nicht mineralischer Herkunft sind.



Abbildung 8 Oben: „Hemp-Chair“ aus einem Verbundwerkstoff-Halbzeug aus petrochemischen Acrylharz (Duroplast) mit Hanffaser-Verstärkung. Mit freundlicher Genehmigung der Fa. J. Dittrich & Söhne Vliesstoffwerk GmbH. Unten: Türinnenverkleidung aus dem gleichen Grundmaterial: Acrylharz mit Hanffaser-Verstärkung. Mit freundlicher Genehmigung der Dräxlmaier Group (Foto aus „Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe“, Wiesbaden 2014)

2.7 Begriff Warenkunde

Als Begründer der Warenkunde gilt der Ökonom Johann Beckmann (1978, zit.n. Grundke 1979, S. 12), der diesen Begriff als „die Lehre von den Eigenschaften, der Gewinnung und der Prüfung sowie von der wirtschaftlichen Bedeutung von Waren“ bezeichnet. Beckmanns Intention war es bisher unbekannte Waren, die später auch als Kolonialwaren bezeichnet wurden, bekannt zu machen.

Abgeleitet wird das Wort „Ware“ vom Begriff „Gut“, die man in freie und knappe Güter unterscheiden kann und womit man allgemein alle Mittel bezeichnet, die zur Bedürfnisbefriedigung dienen. In der Wirtschaftswissenschaft sind freie Güter in hinreichendem Umfang vorhanden und haben somit einen Preis von null. Knappe Güter, auch wirtschaftliches Gut genannt, stehen hingegen nicht zu jeder Zeit und in gewünschter Menge und Qualität zur Verfügung.

Der Eigenwert von Waren besteht in ihrem Wert und dem Gebrauchswert, damit unterscheiden sie sich von den Gegenständen in der Natur dadurch, dass sie bewusst durch den Menschen produziert, verwendet und ausgetauscht werden können (Marx 1953).

2.8 Das ForMuse Projekt - die Wiener Warenkundesammlung

In den Jahren 2009 bis 2012 wurden von damaligen Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung 12 Projekte unterstützt, wobei eines dieser Projekte den Titel „Die Wiener Warenkundesammlung: Herkunft und Bedeutung“ hatte. Der Grundgedanke des BMWF war es, ein Förderprogramm zu entwickeln, dass die Forschung an Museen stärken sollte.

Ziel des Projekts war es, Informationen ausgewählter Objekte der „Die Wiener Warenkundesammlung“ mit Fokus auf Herkunft, Handelswege, -potential, Eigenschaften und Qualitätsanforderungen im Zeitraum der Gründung bis in die Erste Republik zu gewinnen. Weiters sollte durch Vernetzung anderer Wissenschaftsdisziplinen ein interdisziplinärer Nutzen dadurch entstehen. Die Wiener Warenkundesammlung des Technischen Museums Wien (TMW) geht nachweislich auf die Wiener Weltausstellung 1873 zurück (Gruber et al. 2010, S. 34). In der Sammlung sind pflanzliche Rohstoffe sowie tierische und mineralische Materialien und die daraus hergestellten Halb- und Fertigwaren vertreten

(Gruber et al. 2013 S. 2). Innerhalb des Projektes war es wichtig eine zeitliche Einordnung der Gegenstände zu gewährleisten, sowie einzelne Artikel gemäß ihren Handelswegen, Herkunft, Eigenschaften und Qualitätsanforderungen zu beschreiben. Dies gelang mit Hilfe von Publikationen und Originalaufzeichnungen wie Briefe, Inventarbücher etc. Zusätzlich wurden ähnliche Sammlungen in Europa mit dieser verglichen (Gruber et al. 2009).

Die Sammlung wurde ursprünglich mit dem Hintergedanken gegründet den Fernhandel mit dem Orient zu fördern. Der Orient entsprach zu jener Zeit Südosteuropa, dem Nahen Osten aber auch China und Japan. Um die Handelsbeziehungen in jenen Regionen weiter auszubauen, wurde bereits auf der Weltausstellung ein Komitee für den Orient und Ostasien gegründet. Das Kollegium nannte sich später in „Orientalische Gesellschaft für Handel und Volkswirtschaft“ um und gründete das „Orientalische Museum in Wien“ (Pantzer 1999b), mit der Aufgabe die orientalische Sammlung weiter anzulegen und direkte Handelsbeziehungen Österreich-Ungarns zum Orient und nach Ost-Asien zu fördern. 1886 kam es zur Umbenennung in „Handelsmuseum“, wobei es in späteren Jahren zur Übernahme von weiteren Sammlungen kam. Nach dem Ersten Weltkrieg konnte das Handelsmuseum nicht mehr die ursprüngliche Bedeutung wiedererlangen.

Bis 1971 befand sich die Wiener Warenkundesammlung an der Hochschule für Welthandel – seit 1975 Wirtschaftsuniversität, musste aber aus Raumnot, der inzwischen auf rund 30.000 Objekte angewachsenen Sammlung, nach Schloss Aspang am Wechsel befördert werden. 1985 wurde sie dann dem Technischen Museum zur Lagerung übergeben. Erst Ende 1990 begann man mit der Sichtung und Inventarisierung der „Warenkundlichen Sammlung“.

3. Methodik

3.1 Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion

3.1.1 Grundzüge des Modells

Das Modell der didaktischen Rekonstruktion stammt ursprünglich aus der Naturwissenschaft, wurde aber für den Bereich der sozialwissenschaftlichen Bildung an der Universität Oldenburg adaptiert „und zielt darauf ab, auf Basis der erhobenen Schülervorstellungen und einer fachwissenschaftlichen Klärung Lernarrangements zu generieren, die zu einer Modifikation vorhandener Schülerkonzepte („conceptual change“) beitragen können“ (Behne 2008, S. 27).

Der Kern des Modells der Didaktischen Rekonstruktion besteht darin, Schülervorstellungen und fachliche Vorstellungen so aufeinander zu beziehen, dass sie zu fruchtbarem und bedeutsamen Lernen der fachlichen Inhalte führen (Kattmann 2017, S. 5). Das Herstellen von Bezügen zwischen fachlichem und interdisziplinärem Wissen einerseits sowie der Perspektive der Lerner, deren Vorverständnis, Anschauungen und Werthaltungen andererseits ist deshalb notwendig, weil Methoden und Aussagen der Fachwissenschaften nicht unbesehen und unverändert in den schulischen Fachunterricht übernommen werden können (Kattmann 1997, S. 3).

Die Gegenstände des Lernens sind nicht vom Wissenschaftsbereich vorgegeben; sie müssen vielmehr in pädagogischer Zielsetzung erst hergestellt, d.h. didaktisch rekonstruiert werden (Gropengießer 2016, S. 19). Der didaktisch bearbeitete Gegenstand wird damit komplexer als der fachwissenschaftliche (Kattmann 1997, S. 3).

Um die Vorstellungen der Lernenden für das fachliche Lernen und die Konstruktion von Unterricht zu nutzen, bedarf es daher des systematischen In-Beziehungs-Setzens von lebensweltlichen Vorstellungen und fachlich geklärten Vorstellungen (Reinfried 2009, S. 405).

Plant eine Lehrperson Unterricht zu einem bestimmten Thema, ohne die Vorstellungen ihrer Schülerinnen und Schüler zur in Rede stehenden Sache zu kennen, so läuft sie Gefahr, dass die intendierten Lernprozesse weit hinter den Erwartungen zurückbleiben, auch wenn sie

sinnvolle Lernziele formuliert, geeignete Methoden und Medien und motivationale Aspekte berücksichtigt hat (Reinfried 2009, S. 406).

Aus fachdidaktischer Perspektive wird der wissenschaftliche Gegenstand in seinen bedeutsamen Bezügen wiederhergestellt, und es wird durch Rückbezug auf die verfügbaren Schülervorstellungen ein Unterrichtsgegenstand konstruiert (Kattmann 1997, S. 4).

Im Modell der Didaktischen Rekonstruktion werden fachliche Konzepte und Schülervorstellungen gleichwertig behandelt, die Vermittlung von Wissensbeständen und die damit verbundenen pädagogischen Aspekte werden in ein Gleichgewicht gebracht (Kattmann 1997, S. 6). Für die Unterrichtsplanung bedeutet dies, dass die individuellen Vorstellungen der Schüler untersucht, fachliche Grundlagen geklärt, sowie grundlegende Strukturierungen der Methoden und Ziele genau definiert und in Einklang gebracht werden müssen.

Alltagsvorstellungen stehen oftmals in einem gewissen verzerrten Verhältnis zu fachlichen Vorstellungen. Die Stärke des Modells der Didaktischen Rekonstruktion basiert aber darauf, dass es in den gedanklichen Konstrukten der Schüler keine Fehlvorstellungen sieht, sondern dass fachliche Kontexte von jedem Schüler sinngemäß seiner Vorstellungen interpretiert werden.

Schülervorstellungen sollen demnach nicht gelöscht oder durch richtige einfach ersetzt, sondern den wissenschaftlichen Inhalten gleichgesetzt werden. Zusammen werden diese beiden didaktisch rekonstruiert und für den Unterricht nutzbar gemacht.

Damit dieses Modell für Unterrichtssequenzen umsetzbar ist, werden drei Teile unterschieden: „Fachliche Klärung“, „Erfassung von Schülervorstellungen“ und „Didaktische Strukturierung“. Diese Begriffe stehen in wechselseitiger Abhängigkeit zueinander und werden als fachdidaktisches Triplett, das von Ullrich Kattmann, Harald Gropengießer, Reinders Duit und Michael Komorek entwickelt wurde, bezeichnet (Kattmann et al. 1997).

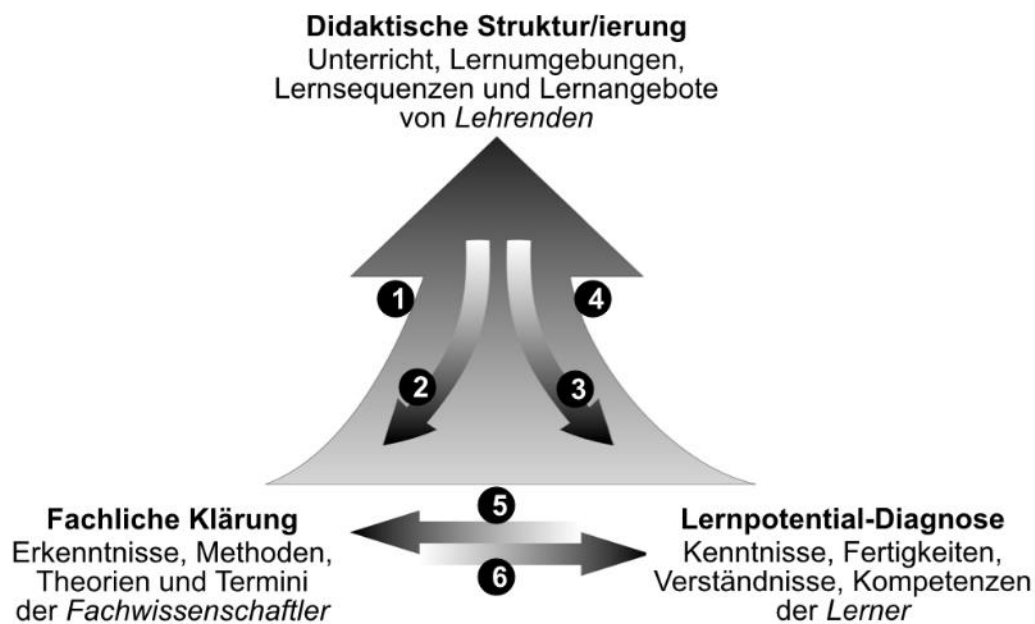


Abbildung 9 Fachdidaktisches Triplet - Modell der didaktischen Rekonstruktion (https://www.biodidaktik.uni-hannover.de/grafiken_didaktische_reduktion.html)

Für dieses Modell bestehen unterschiedliche Perspektiven sowie unterschiedliche Grundsätze (Kattmann 2009).

- Fachliche Klärung - Wissenschaftsvorstellung
 - o Wissenschaftliche Aussagen sind Konstrukte von Wissenschaftlern
 - o Wissenschaftliche Aussagen müssen kritisch hinterfragt werden
- Lernerperspektiven:
 - o Eigenwert der Vorstellungen
 - o Vorstellungen sind subjektive Konstrukte
 - o Vorstellungen sind resistent gegen Belehrung
 - o Jeder Mensch kann nur mit seinen eigenen Vorstellungen lernen
- Didaktische Unterrichtsplanung
 - o Didaktische Rekonstruktion dient nur als Angebot
 - o Lernen muss nicht erlernt werden
 - o Praxisbezug der Stoffinhalte
 - o Veränderung alter Vorstellungen

3.1.2 Fachliche Klärung

Unter diesem Begriff wird das kritische Auseinandersetzen mit wissenschaftlicher Literatur bezeichnet. Der Schwerpunkt wird dabei auf Aussagen, ihre Theorien, deren Methoden und auf ihr Verständnis gelegt. Für den Unterricht benutzbare Quellen wären zum Beispiel veröffentlichte Artikel in Wissenschaftsmagazinen, Originalmanuskripte aber auch Lehrbuchtexte.

Laut Kattmann (1997) sollen bei der fachlichen Klärung folgende Fragen geklärt werden:

- *Welche Fachwissenschaftlichen Aussagen liegen zu dem jeweiligen Bereich vor und wo zeigen sich deren Grenzen?*
- *Welche Genese, Funktion und Bedeutung haben die wissenschaftlichen Vorstellungen und in welchen Kontext stehen sie?*
- *Welche wissenschaftlichen und epistemologischen Positionen sind erkennbar?*
- *Wo sind Grenzüberschreitungen sichtbar, bei denen bereichsspezifische Erkenntnisse auf anderen Gebieten übertragen werden?*
- *Welche ethischen und gesellschaftlichen Implikationen sind mit den wissenschaftlichen Vorstellungen verbunden?*
- *Welche Bereiche sind von einer Anwendung der Erkenntnisse betroffen?*
- *Welche lebensweltlichen Vorstellungen finden sich in historischen und aktuellen wissenschaftlichen Quellen?*

3.1.3 Erhebung von Lernerperspektiven

Dieser Teil des fachdidaktischen Triplets befasst sich mit der „empirischen Untersuchung“ (Kattmann, 1997) der Vorstellungen von Lernenden. Da Lernende Bedeutungen nur anhand ihres bereits vorhandenen Wissens konstruieren können, muss an diese während des Unterrichts angeknüpft werden.

Alltagsvorstellungen prägen die Schüler und erklären die Welt und wie sie funktioniert. Dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion nach haben diese Wertvorstellungen, so falsch sie im eigentlichen Sinne sind, ihre Berechtigung und einen Eigenwert, ohne die Lernen nicht

funktionieren würde. Den Begriff der Vorstellung und Konzepte werde ich im weiteren Kapitel „Vorstellungen“ Rechnung tragen.

Bezüglich der Lernenperspektiven beschreibt Kattmann (1997) folgende Punkte:

- *Welche Vorstellungen entwickeln Schüler in fachbezogenen Kontexten?*
- *In welche größeren Zusammenhänge ordnen die Lernenden ihre Vorstellungen?*
- *Welche Erklärungsmuster und Wertungen (Denkfiguren, Grundgedanken, Theorien) wenden sie an?*
- *Welche Erfahrungen liegen den Vorstellungen der Lernenden zugrunde?*
- *Welche Vorstellungen haben Lernende von Wissenschaft?*
- *Welche Korrespondenzen zwischen lebensweltlichen Vorstellungen und wissenschaftlichen Vorstellungen sind erkennbar?*

3.1.4 Didaktische Strukturierung

Innerhalb dieses Prozesses findet die Planung und Strukturierung eines Gegenstandes für den Unterricht statt. Die beiden vorher besprochenen Punkte des Triplets und deren Ergebnisse werden hier zusammengeführt und miteinander in Verbindung gesetzt, damit eine Ziel-, Inhalts- und Methodenentscheidung für den Unterricht ausgearbeitet werden kann. Einerseits stellt die didaktische Strukturierung damit die eigentliche Entwicklungsphase dar, andererseits kann sie auch rückwirkend auf die Klärung und Lernerperspektiven einwirken, da organisatorische Bedingungen (Zeit- bzw. Raumbeschränkung, etc.) hier miteinfließen.

Kattmann (1997) erläutert wiederum folgende Fragen, die mit der didaktischen Strukturierung einhergehen:

- *Welches sind die wichtigsten Elemente der Alltagsvorstellungen von Schülern, die im Unterricht berücksichtigt werden müssen?*
- *Welche unterrichtlichen Möglichkeiten eröffnen sich, wenn die Schülervorstellungen beachtet werden?*

- *Welche Vorstellungen und Konnotationen sind bei der Vermittlung von Begriffen und der Verwendung von Termini zu beachten?*
- *Welche der lebensweltlichen Vorstellungen von Schülern korrespondieren mit wissenschaftlichen Konzepten dergestalt, dass sie für ein angemessenes und fruchtbares Lernen genützt werden können?*

Alle drei vorhin beschriebenen Punkte der Didaktischen Rekonstruktion werden nicht getrennt voneinander bearbeitet, sondern stehen in Wechselwirkung miteinander. Die Ergebnisse all dieser Aspekte werden didaktisch aufeinander abgestimmt und ergeben so ein Gesamtgefüge.

Das Modell geht davon aus, dass die Alltagsvorstellungen der Schüler die Art und Weise der fachlichen Klärung stark beeinflussen. Umgekehrt verändert die fachliche Aufbereitung wissenschaftlicher Inhalte aber auch das Verständnis seitens der Schüler nachhaltig.

Anhand beider Ergebnisse wird die didaktische Strukturierung erstellt, die ihrerseits durch gezielte Planung bzw. Schwerpunktsetzung die beiden Module beeinflusst.

Es gibt in diesem Modell also von Anfang an eine starke Abhängigkeit der fachlichen Klärung fachwissenschaftlicher Gegenstände und der individuellen Vorstellung der Schüler. Aufgrund dieser Abstimmungen werden dann Unterrichtssequenzen gebildet.

3.2 Vorstellungen

Das verbindende Element dieses Modells sind Vorstellungen. Sowohl die fachliche Klärung als auch die Ergebnisse der Schülervorstellungen sind in ihrer Art und Weise Vorstellungen. Ein wichtiger Rahmen für die Ermittlung und den Umgang mit Alltagsvorstellungen ist das Modell der Didaktischen Rekonstruktion, das sich durch die Anbindung der fachdidaktischen Forschung an die Unterrichtspraxis auszeichnet (Kattmann 2016, S. 9).

Vorunterrichtliche Vorstellungen, auch Präkonzept genannt, sind Formen von lebensweltlichen Alltagsvorstellungen, die Schüler in Laufe ihres Alltagslebens erwerben, die aber von wissenschaftlichen Vorstellungen abgrenzt werden müssen. Mit dem Terminus „Alltagsvorstellungen“ werden hier – ohne abwertenden Beiklang – allgemein verbreitete Vorstellungen, Gedanken, Begriffe, Überlegungen und Überzeugungen, Theorie- und

Wissenselemente benannt, über die Menschen im Alltag verfügen (Kattmann 2017, S. 7).

Diese Vorstellungen werden mit vielen verschiedenen Fachwörtern bezeichnet:

Schülervorstellungen, lebensweltliche Vorstellungen, subjektive oder persönliche Theorien, Alltagsphantasien, Alltagsmythen, vorunterrichtliche Vorstellungen, Vorwissen, alternative Vorstellungen, Fehlvorstellungen (Kattmann 2016, S. 13).

Kattmann und Gropengießer (2013) bezeichnen Vorstellungen auch als Lernvoraussetzungen und Lernmittel, die das Verstehen und Lernen zum Großteil mitbestimmen. Die Kenntnis der Alltagsvorstellungen ist für Lehrende genauso wichtig wie das Fachwissen: Sie ist Voraussetzung, um Schüler zu verstehen und sie bei ihrem Lernen sinnvoll zu begleiten (Kattmann 2016, S. 12.). Die genaue Analyse der Alltagsvorstellungen von Lernenden dient also dazu, das Lernen und die Lernvoraussetzungen und damit Schülerinnen und Schüler besser zu verstehen (Kattmann 2017, S. 6). In diesem Zusammenhang verwendet man auch den Begriff des Konzeptes, der sich auf einen Sachverhalt bezieht, eine Verbindung mehrerer Vorstellungen ist und sprachlich mittels Behauptungen mitgeteilt wird. Als letzte Stufe kann man solche Konzepte und Vorstellungen als Theorien titulieren, die einen Wirklichkeitsbereich darstellen.

Ein Streitpunkt der Fachdidaktik in diesem Zusammenhang ist, ob Schülervorstellungen auch wissenschaftliche Theorien darstellen. In gewisser Weise kann man solche Vorstellungen als theorieähnlich bezeichnen. In empirischen Studien konnte gezeigt werden, dass die wissenschaftlichen Vorstellungen meist nicht mit den Schülervorstellungen korrelieren, über die die Lernenden bereits im Vorhinein verfügen. Oftmals erweisen sich diese Schülervorstellungen als sehr hartnäckig in ihrer Ausprägung und können im Unterricht für den Lehrer eine echte Herausforderung darstellen. Der immer noch häufig benutzte, bewertende Terminus „Fehlvorstellungen“ hat sich als unzureichend und pädagogisch unangemessen erwiesen (Kattmann 2017, S. 7). Wenn die fachliche Klärung keine Anknüpfungspunkte bei den Vorstellungen der Schüler findet, gestalten sich Lernprozesse oftmals als sehr schwierig.

3.3 Konstruktivistisches Lernen – Conceptual Change – Conceptual Reconstruction

Im Modell der konstruktivistischen Rekonstruktion spielt die moderat konstruktivistische Sichtweise eine große Rolle. Das von Gerstenmaier und Mandl als „pragmatisch moderater Konstruktivismus“ bezeichnete Konzept sieht im Zentrum den Lerner, der sich in einem aktiv selbstgesteuerten Prozess sein Wissen konstruiert. In didaktischer Hinsicht ist davon auszugehen, dass Wissen nicht einfach verabreicht werden kann, dass Lernen kein passives Geschehen ist, sondern, dass Wissen aktiv konstruiert werden muss (Gropengießer 2016, S. 202).

Ausgangspunkt des Modells sind die verfügbaren Vorstellungen des Lerners, mit deren Hilfe er sich sein Wissen aneignet, wobei Wissenserwerb als ein „aktiver Gestaltungsprozess auf der Basis seiner Alltagsvorstellungen“ verstanden wird.

Mit dem Begriff Conceptual Change ist gemeint, dass eine „Vorstellungsveränderung“ des Lerners geschieht, ohne jedoch die vorhandenen Vorstellungen restlos zu ersetzen. Riemeier spricht dabei von „Vorstellungsentwicklung oder -erweiterung“ (Riemeier 2005, 14), das bedeutet aufbauend auf die Alltagsvorstellungen werden diese während des Prozesses verändert und erweitert.

Damit solche Konzeptwechsel vonstattengehen, haben sich in der Conceptual Change-Wissenschaft vier Bedingungen als notwendig herauskristallisiert:

- Die Lernenden müssen mit den eigenen Vorstellungen unzufrieden sein
- Nachvollziehbarkeit der neuen Vorstellungen
- Die neuen Vorstellungen müssen für die Lernenden plausibel sein
- Fruchtbarkeit der Vorstellungen

Letztlich sollte es so sein, dass Schüler ihre eigenen Alltagsvorstellungen hinterfragen und sie merken, dass sie naturwissenschaftliche Sichtweisen in vielen bestimmten Situationen den Vorrang geben sollten und somit ein Konzeptwechsel einhergegangen ist.

Unterrichtserfahrungen wie auch die fachdidaktische Forschung zeigen jedoch:

Alltagsvorstellungen können durch Belehrung nicht einfach beseitigt oder durch wissenschaftlich korrekte Vorstellungen ersetzt werden (Kattmann 2017, S. 8). Diese Absicht

steckt jedoch (zumindest ursprünglich) hinter dem Versuch, die Lernenden zu einem Konzeptwechsel zu veranlassen, indem man ihnen die eigenen Vorstellungen durch Konfrontation mit fachlichen Vorstellungen genügend madig macht (conceptual change) (Kattmann 2016, S. 19). Diese Annahme wird als veraltet betrachtet, weil sie die Alltagsvorstellungen als Fehlvorstellungen, die gelöscht werden müssen, sieht. Ziel ist es das begriffliche Umlernen, bei dem die Lernenden ihre Vorstellungen selbst neu konstruieren (conceptual reconstruction) (Kattmann 2017, S. 8).

Nach Kattmann können Alltagsvorstellungen in vier Bereiche gegliedert und für den Unterricht zugänglich gemacht werden:

- Anknüpfung: Es wird gezielt nach Verbindungen einzelner Alltagsvorstellungen und wissenschaftlicher Konzepte gesucht, die miteinander in Verbindung stehen, um zu einer fachlich angebrachten Vorstellung zu kommen.
- Perspektivenwechsel: Die Lernenden sollen durch neue Standpunkte eine neue Sichtweise einnehmen, die sie dazu befähigt ihre eigenen Alltagsvorstellungen zu erweitern bzw. diese mit den dazugewonnenen Einsichten zu vergleichen.
- Kontrast: Hier werden die fachlichen Vorstellungen den Alltagsvorstellungen gegenübergestellt. Bei diesem Prozess kann es bei Lernenden zu inneren Auseinandersetzungen kommen, was letztlich zu einem Konzeptwechsel führen kann. Der Kontrast kann aber auch ohne Konflikt erfolgreich sein, wenn das wissenschaftliche Konzept für die Lernenden attraktiv ist, sodass sie ihre Vorstellungen rekonstruieren, ohne sie vorher als minderwertig verwerfen zu müssen (Kattmann 2017, S. 9).
- Brücke: Um letzten Endes zum Ziel einer fachlich korrekten Vorstellung zu gelangen, sind Alltagsvorstellungen der Schüler die wichtigste Ausgangsbasis im Unterricht. Brücken zu fachlichen Konzepten zeigen, dass die Kenntnis von Alltagsvorstellungen vielfach dazu beitragen kann, dass Lehrende nicht nur ihre Schülerinnen und Schüler, sondern auch die fachwissenschaftlichen Aussagen besser verstehen (Kattmann 2017, S. 9).

Manchmal meinen Lehrerinnen und Lehrer, dass Alltagsvorstellungen in ihrem Unterricht nicht so bedeutsam sind: Wird ein Sachverhalt nur einfach und klar genug dargestellt, dann können die Lernenden ihn auch begreifen (Kattmann 2017, S. 10). Diese Behauptung hat sich

als unwahr herauskristallisiert. Lernende tauschen daher Alltagsvorstellungen nicht einfach gegen neue aus: „Untersuchungen haben gezeigt, „dass alternative Schülervorstellungen...Ergebnis ernsthafter Bemühungen sind, natürliche Phänomene zu verstehen und dass sie im Unterricht erstaunlich widerstandsfähig gegen Veränderungen sind (Wandersee 1995)“.

Auch wenn lebensweltliche Vorstellungen oftmals von fachlichen Erklärungen abweichen wird sich ein nachhaltiger Lernerfolg erst einstellen, wenn diese im Unterrichtsgeschehen konstruktiv miteinfließen. Die Schülerinnen und Schüler sollten im Unterricht eine kritische Sicht sowohl gegenüber (ungeklärten) wissenschaftlichen wie auch gegenüber den eigenen Vorstellungen entwickeln (Kattmann 2017, S. 10).

Um Unterricht zu fördern, in dem Alltagsvorstellungen und fachliche Vorstellungen gleichermaßen für das Lernen genutzt werden, wurde das Modell der Didaktischen Rekonstruktion entwickelt (Kattmann 2016, S. 15). Nach Kattmann gliedert sich Unterricht idealtypisch in folgende Phasen:

1. Bewusstmachen: Alltagsvorstellungen zu biologischen Themen werden gezielt thematisiert.
2. Umlernen: Naturwissenschaftliche Konzepte werden fachlich korrekt definiert und Vorstellungen der Schüler mit fachwissenschaftlichen Vorstellungen in Beziehung gebracht.
3. Anwendung: neu erworbene Konzepte werden auf ihre Richtigkeit hin durch Experimente und Beispiele überprüft.
4. Reflexion: Durch kritische Vergleiche der alten Vorstellungen durch die neu dazugekommenen kommt es zu einem anhaltenden Lernerfolg.

Untersuchungen und Unterrichtserfahrungen zeigen, dass der Lernerfolg größer und nachhaltiger ist als üblich, wenn die Alltagsvorstellungen im Unterricht angesprochen und reflektiert werden (Kattmann 2016, S. 20).

3.4 Plant Blindness – Schulisches Interesse an Pflanzen

Unter dem Begriff Plant Blindness versteht man die empirische Tatsache, dass das Interesse und die Wahrnehmung an botanischen Themen im Vergleich zu Tieren relativ gering ist (Pany & Heidinger 2014; Wandersee & Schussler 1999). Gerade bei dem Thema meiner Diplomarbeit mit Schwerpunkt auf Hanf und seine technische Nutzbarkeit in Bezug auf didaktischen Möglichkeiten, ist dieses Phänomen nicht zu vernachlässigen.

Im Laufe der Schullaufbahn nimmt das Interesse an Pflanzen und Tieren ab, wobei die Begeisterung für diese Themen bei Kindern zwischen dem neunten und zwölften Lebensjahr noch hoch ist (Löwe 1992b). Um die fünfte Schulstufe sinkt das Interesse aber signifikant. Dementsprechend scheint es essentiell eine positive Einstellung gegenüber Pflanzen schon in den frühen Lebensjahren herzustellen, damit das Interesse hoch bleibt. Aufgrund der üblichen im Unterricht oftmals vorherrschenden deskriptiv-morphologischen Beschreibung von Pflanzen, die für Schüler oft als wenig nachvollziehbar sind und in ihrer Alltagsvorstellung nur wenig bis gar keine Bedeutung hat, verwundert diese Abnahme des Interesses daran nicht.

Interessanter für Schüler werden die mikroskopischen-anatomischen bzw. analytisch-physiologische Aspekte empfunden. Forschungen haben gezeigt, dass Nutzpflanzen für Schüler als die interessanteste Pflanzengruppe gelten (Pany & Heidinger 2015, Hamann 2011). Diese Aspekte weisen darauf hin, dass bei der didaktischen Ausarbeitung solcher Themen Rücksicht auf den Lebensbezug und deren Anwendungsorientierung genommen werden sollte. Im Zusammenhang mit dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion und Hanf als Faserprodukt werde ich im Kapitel über die didaktischen Möglichkeiten genauer darauf eingehen.

4. Hanf - Möglichkeiten didaktischer Umsetzungen im Unterricht

4.1 Einleitung

Das Wissen um Hanf und dessen Einsatzmöglichkeiten für den Menschen ist in unserer Gesellschaft heutzutage leider sehr gering. Bei den meisten Kindern und Heranwachsenden ist davon auszugehen, dass sie Hanf nur als eine Pflanze sehen, aus der man psychodelische Drogen herstellen kann und deren Gebrauch deswegen in Österreich verboten ist. Diese Vorstellung als Drogenpflanze ist ein Produkt der Gesellschaft, der Medien aber auch der Politik. Es vergeht kaum ein Tag, wo Kinder und Erwachsene nicht über illegalen Drogenhandel bzw. –verkauf lesen und dabei immer wieder mit dem Schlagwort Cannabis- oder Marihuana-Konsum konfrontiert werden. Gleichzeitig findet sich in den Medien aber nur wenig über die übrigen Einsatzmöglichkeiten des Hanfs für den Menschen, seine positiven Seiten oder seine Geschichte.

Abgesehen von der Verwendung von Hanf als Droge ist die Herstellung von Kleidungsstücken oder Papier aus Hanf dabei sicherlich noch am bekanntesten. Bis 1883 wurden zwischen 75 bis 90 Prozent des weltweiten produzierten Papiers mit Hanffasern hergestellt (Herer 1993, S.33). Heute ist Hanfpapier nur mehr ein Nischenprodukt, das für Liebhaber von Bedeutung ist. Der edle Glanz und die besondere Haptik von Hanfpapier machen das Papier zu einem Produkt für Verbraucher, die auf eine besondere Note Wert legen und bereit sind, einen höheren Preis dafür zu bezahlen (Carus 2008, S. 196). Die wirklichen Chancen liegen allerdings eher im Bau- und Einrichtungsbereich: Dämmstoffe, Teppiche, Filze (Waskow 1995, S. 64). In der Europäischen Union sind spezielle Hanfsorten für den kommerziellen Nutzen erlaubt. Diese eigens gezüchteten Sorten besitzen einen Tetrahydrocannabinol (THC) -Gehalt von weniger als 0,3 %. THC ist ein Cannabinoid, der rauschbewirkende Bestandteil des Hanfs. Dieser Wirkstoff wurde bisher ausschließlich bei Cannabis nachgewiesen. Diese praktisch THC-freien Sorten werden als Nutz- oder Industriedhanf bezeichnet. Sie sind zur Rauschgiftherstellung ungeeignet und werden vorwiegend für die Fasernutzung angebaut.

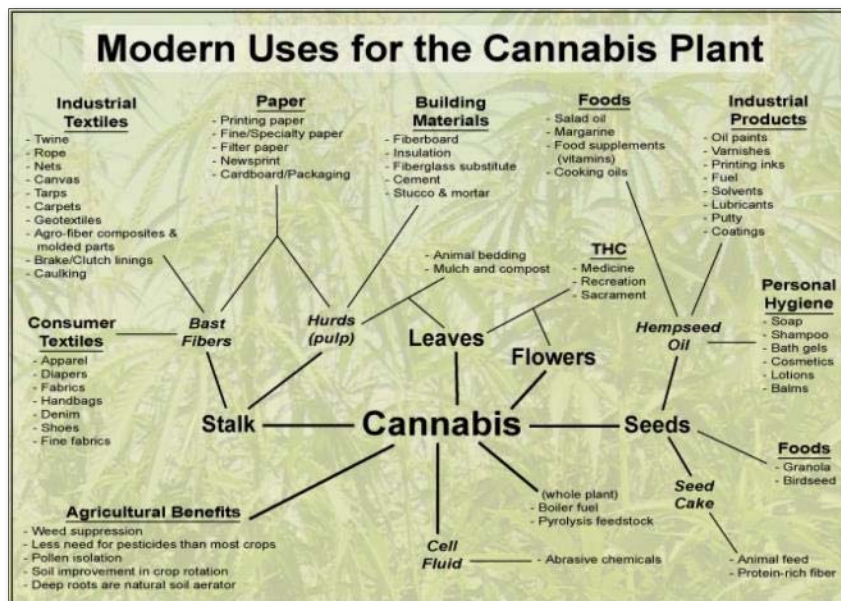


Abbildung 20 moderne Nutzungsmöglichkeiten von Hanf (<http://visual.ly/tag/hemp>)

Das über Jahrzehnte gezeichnete Bild von Hanf als gefährliche Pflanze bleibt in den Köpfen der Menschen hängen und wird auch an die nächsten Generationen weitergegeben. So hat sich im Laufe der Zeit ein Bild über Cannabis aufgebaut, wie wir es heute kennen. Im Zuge der Veröffentlichung des Buches „Die Wiederentdeckung der Nutzpflanze Hanf“ des US-Autors Jack Herer im Jahr 1993, wurde in der Öffentlichkeit wieder vermehrt über die Nutzungsmöglichkeiten des Hanfs diskutiert. Doch das Interesse daran legte sich rasch wieder. Von Seiten der Politik wird die Hanfpflanze auch von den meisten Parteien nicht in dem Ausmaß wahrgenommen, die sie verdienen würde. Medizinisch gesehen dürfte der Genuss von ein bis zwei Cannabiszigaretten täglich unschädlich sein, zumindest aber weniger schädlich als der tägliche Konsum von Alkohol oder 20 Tabakzigaretten (Waskow 1995, S. 87).

In einigen Bereichen der Öffentlichkeit aber auch an vielen Schulen wird viel über

- ökologische Lebensweise
- Klimawandel
- Vermehrter CO₂ Ausstoß
- Nachhaltigkeit
- Ressourcenmanagement

gesprochen bzw. gelehrt. Dass die derzeitigen Ölvorkommen nicht dauerhaft ausreichen werden, um den Bedarf in der Welt zu decken, hat sich in den Köpfen der Menschen bereits festgesetzt. Alternative und nachhaltige Konzepte zur Energiegewinnung wie Wasserkraft, Windkraft, Sonnenenergie usw. werden von den meisten Menschen in Anbetracht des Klimawandels positiv aufgenommen. Doch auch im gleichen Atemzug müsste über die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen gesprochen werden bzw. dass ohne diese Naturprodukte eine Energiewende wesentlich schwieriger oder überhaupt nicht zu realisieren wäre. Dabei spielt die Hanfpflanze potentiell eine herausragende Rolle, weil sie im wahrsten Sinne des Wortes alles verkörpert, was für nachhaltige Lebensführung steht. Bei der Verwendung nachwachsender Rohstoffe wird nach der Gebrauchsphase nur die Menge CO₂ freigesetzt, die von den Pflanzen zuvor der Atmosphäre entzogen wurden (Waskow 1995, S. 167).

Alle Teile der Pflanze können in sinnvoller Weise für den Menschen Verwendung finden - angefangen vom medizinischen Nutzen, als Nahrungsmittellieferant bis hin zur technischen Verwendung. Gerade als Arzneimittel hat der Hanf eine Jahrtausend alte Tradition. Dabei spielt ein Bestandteil der Pflanze, das THC, eine sehr große Rolle. Die Wirksamkeit des Cannabis ist etwa bei Schmerztherapie, Übelkeit, Erbrechen und bei multipler Sklerose gut dokumentiert. Es gibt aber auch etliche Studien die zeigen, dass Hanf auch bei Schlafstörungen, Epilepsie oder Autoimmunerkrankungen wirksam ist. Die medizinische Anwendung von Hanf wird zurzeit intensiv erforscht. Andere Einsatzgebiete des Hanfs sind zum Beispiel in der Lebensmittel- sowie in der Tierfutterindustrie. In den letzten Jahren hat sich eine eigene Nische mit Hanfprodukten für die menschliche Ernährung entwickelt. So kann man heutzutage viele verschiedene Hanflebensmittel kaufen, angefangen von Hanfbrot, Hanfmilch, Hanfbier bis zu Hanfnudeln. Wertvoll ist auch das Hanföl, das aus den Samen gewonnen wird. Es ist sehr hochwertiges Öl, das gerade für den Menschen sehr gesund ist.

Dieser Wert als „Pflanze für alles“ sollte wieder in die Köpfe der Schüler gelangen, weshalb es sehr wichtig ist, diese nicht nur mit Drogenmissbrauch in Verbindung zu bringen, sondern sie als Pflanze zu sehen, die kaum wie eine andere für Nachhaltigkeit und für die Energiewende steht.

4.2 Herangehensweisen in der Schule an das Thema Hanf

Um sich dem Hanf didaktisch optimal nähern zu können, sollte zuerst der richtige Zugang zur Pflanze gefunden werden. Zunächst sollte man sich als Lehrer die Frage stellen, wieviel Zeit man für dieses Thema bereitstellen will, welche Bereiche man tiefergehend untersuchen und welche man nur oberflächlich bearbeiten möchte. Hanf in seiner Gesamtheit als Thema ist überaus vielfältig, sodass es dienlich scheint, sich nur auf einige, wenige Aspekte zu konzentrieren. Fächerübergreifender Unterricht empfiehlt sich natürlich auch, da Hanf eine große Bandbreite an Themen und Wissensgebieten und somit Unterrichtsgegenständen streift.

Hier einige Beispiele von möglichen Inhalten:

- Geschichte
- Gesundheit
- Wirtschaft
- chemisch-industrielle Bedeutung
- Textilwesen
- Ökologie
- technischer Nutzen

Dies sind nur einige Themengebiete, mit denen Hanf in Verbindung gebracht werden kann.

Um eine grobe Übersicht über die Hanfpflanze im Unterricht zu geben, kann es natürlich auch sinnvoll sein, wenn man diese als Beispieelpflanze für Faserpflanzen und deren technischen Nutzen heranzieht. Da die Nutzungsmöglichkeiten und die Geschichte der Hanfnutzung aber dermaßen umfangreich und unübersichtlich sind, ist es unvorteilhaft sie in nur wenigen Stunden „abzuarbeiten“. Falls man eine Klasse über mehrere Jahre betreut und es der Lehrplan auch zulässt, kann es durchaus Sinn machen, Hanf über mehrere Jahrgänge hindurch als Thema anzuschneiden. Dadurch erhalten die Schüler am Ende ihrer Schullaufbahn ein größeres Verständnis über diese Pflanze und ihre Zusammenhänge.

Im Rahmen von Projekten ist das Thema Hanf auch sehr gut bearbeitbar. Wie immer muss darauf geachtet werden, die möglichen Themen einzugrenzen, damit es für die Schüler übersichtlich und verständlich bleibt. Gerade bei Hanf sind mehr als genug Themen für

verschiedenste Arten von Projekten vorhanden. Dabei sind einzelne Projektstunden zum Beispiel im Biologieunterricht genauso möglich wie mehrtägige, wie auch mehrwöchige Großprojekte mit fächerübergreifenden Unterricht. Einbetten könnte man Hanf zum Beispiel in einem Themenkomplex, der sich mit nachwachsenden Rohstoffen auseinander setzt. Idealerweise sollte man sich auf einzelne, spezielle nachwachsende Rohstoffe, wie den Naturfasern, konzentrieren. Im Zuge solcher Unterrichtseinheiten könnte man einerseits die verschiedenen Fasertypen, andererseits auch unterschiedliche Fasereigenschaften herausarbeiten und ihren derzeitigen Nutzen und die Umweltbelastungen miteinander vergleichen.



Abbildung 11 Museum im Hanfendorf Reingers (http://www.hanfdorf.at/s/cc_images/cache_2440594227.jpg)

Am häufigsten wird Hanf als Drogenpflanze im Unterricht vorgestellt. Dies hat natürlich mit der derzeitig herrschenden Meinung zu tun, dass Marihuana eine Einstiegsdroge für härtere Rauschgiftmittel sei. Gleichzeitig steht man vor der Herausforderung des stetig anwachsenden Konsums von Hanf als Rauschmittel bei gerade jungen Menschen. Im Zuge dieser Themen wäre die Erklärung des Begriffs Droge auch hilfreich. Das Wort Droge wird im Allgemeinen deutschen Sprachgebrauch meistens nur für die illegalen Rauschmittel in Verbindung gebracht. Dabei bezeichnet das Wort eigentlich nur psychoaktive Substanzen, die die menschliche Psyche beeinflussen. Dazu gehört zum Beispiel auch Coffein, Nikotin,

aber auch Alkohol. Somit hat das Wort Droge nicht immer etwas mit Suchtmitteln zu tun, sondern kann auch allgemein für Arzneistoffe verstanden werden.

Um Hanf den Schülern anschaulich zu präsentieren, ist es sicher eine gute Möglichkeit, dies in Form von Exkursionen zu veranstalten. Geeignet wären Besuche zu Hanffeldern bzw. zu Landwirten, die solche Pflanzen anbauen. In Österreich gibt es zwei Gemeinden, die sich dem Hanfanbau und dessen touristischer Vermarktung verschrieben haben. Einerseits das „Hanfdorf Reingers“ im Waldviertel und andererseits das „Hanfthal“ bei Laa/Thaya im Weinviertel. Beide Orte sind im Bundesland Niederösterreich zu finden, das die größten Hanfanbauflächen der Bundesrepublik betreibt. Diese Gemeinden bieten verschiedene didaktische Möglichkeiten, um Schulklassen das Thema Hanf näher zu bringen. Traditionell wurde der Hanfanbau Österreichs vor allem in Niederösterreich betrieben, und viele Ortsnamen wie Amstetten oder Hampstätten sind auf den Anbau und die Verarbeitung von Hanf zurückzuführen (Waskow 1995, S. 49).

Angeboten werden unter anderem:

- Hanflehrpfade
- Ausstellungen
- Museen
- spezielle Hanfgeschäfte



Abbildung 12 Hanfdorf Reingers (<http://www.reingers.at/system/web/GetImage.ashx?fileid=865126&mode=O>)



Abbildung 13: Hanfthal in Niederösterreich
(http://www.allegria.at/fileadmin/user_upload/bilder/gross_600x/Hanfsymbosium/Hanfthaljpg.jpg)

Diese Möglichkeit der Hanfinformation sollten gerade Schulen, die im Einzugsgebiet dieser Örtlichkeiten liegen, nutzen. Aber auch von der Bundeshauptstadt Wien aus ist gerade das Hanfthal bei Laa/Thaya für Schulexkursionen sehr gut erreichbar.

Um Hanf als Nutzpflanze im Unterricht praktisch zu präsentieren gibt es neben Filmen und anderen elektronischen Medien nur beschränkte Möglichkeiten. Da (Nutz-) Hanf noch immer von vielen fälschlicherweise als illegale Pflanze gesehen wird, schrecken manche Lehrer sicherlich davor zurück einzelne Teil oder die ganze Pflanze, in realer Form, Klassen vorzustellen. Hier sei ein brisanter Fall erwähnt, wo ein Lehrer vor wenigen Jahren in Deutschland Kokablätter der Kokapflanze mit in eine Klasse nahm um den Kindern Sitten und Gebräuche der Peruaner näher zu bringen. Im Zuge des Unterrichts durften die Kinder auch einzelne Teile davon kauen. Der Lehrer wurde daraufhin angeklagt, Betäubungsmittel an Minderjährige weitergegeben zu haben. Es gab dann zwar einen Freispruch, doch rechtskräftig ist das Urteil noch nicht. Man müsste sich als Lehrer der Gesetzeslage vorher völlig klar sein, bevor man solche „Experimente“ wagt. Viele Professoren verzichten hierbei wohl lieber auf anschauliche Objekte und zeigen diverse Produkte nur mehr als Bilder oder in digitaler Form.

Es gab in Deutschland vor Jahren eine Möglichkeit sich als Lehrer eine sogenannte „Hanfkiste“ zu leihen, die für den Schulunterricht bestimmt war. Darauf wird später noch genauer eingegangen.

In digitaler Form gibt es heutzutage für Lehrer schon eine Vielzahl an mehr oder weniger ausgearbeiteten Unterrichtsmaterialien im Internet zu finden. Spezielle Bildungsserver stellen Materialien zu jedem Schulfach bereit, aber auch Lehrer bieten vermehrt auf privaten Internetseiten ihre Lernunterlagen gratis oder gegen Gebühren an. Sogar einzelne Hochschulen veröffentlichen Inhalte im Internet speziell für den Schulunterricht. Gibt man in diversen Bildungsserver in der Suchleiste das Schlagwort Hanf ein, bekommt man meist mehrere Treffer. Sieht man sich diese Unterlagen jedoch genauer an, so fällt einem auf, dass es sich bei den Treffern meist immer nur um das Thema Drogen handelt. Hanf als Einstiegsdroge, Suchtprävention, Drogenmissbrauch usw. – dies sind die Themen die man in den diversen Bildungsservern vorgeschlagen bekommt. Mir war im Vorhinein klar, dass abseits des Drogenthemas Hanf im Unterricht noch keine große Rolle spielt, aber die Anzahl der gesuchten Treffer war verwunderlich. Ich suchte speziell online nach Hanf als Textilprodukt oder als Nutzpflanze, fand aber keinerlei ausgearbeitete Materialien dazu. Es gibt zwar einige wirklich gut aufgearbeitete Internetseiten, wo man Informationen zu vielen Hanfthemen findet, doch wirkliche Unterrichtsmaterialien fand ich bei meiner Recherche keine. Mir wurde klar, dass das Bewusstsein über die Nutzpflanze Hanf, soweit es die deutschsprachigen Bildungsserver angeht, noch nicht sehr weit fortgeschritten ist.

Bei meiner gezielten Suche im Internet nach Lernmaterialien über das Thema Hanf abseits von Drogen fand ich auch nur wenige Projekte von Schulklassen. Speziell in Österreich fand ich nur zwei Projekte von Schulen, die ihre Informationen auch online stellten: Erstens die NMS in St. Veit an der Glan, wo die Schüler selbstständig in Rahmen eines Großprojektes Hanf-Papier schöpfen konnten und zweitens zwei Schüler der HTL Lienz, die im Rahmen des Klimaschutzprojektes „Köpfchen benützen – Klima schützen“ an einer Studie über Hanfanbau und Verwertung in Osttirol arbeiteten. Hanf und Flachs wurden in Europa als Papierrohstoffe erst dann von Holz abgelöst, als 1840 [...] Holzfasern zum ersten Mal industriell zu Papier verarbeitet werden konnten (Herer 1993, S. 321).

4.3 Anknüpfen an den Erfahrungsbereich der Schüler

Welche Vorstellung habe junge Menschen über Hanf? Möchte man mit Schülern gemeinsam Hanf als Nutzpflanze im Unterricht aufarbeiten, so sollte man, bevor man über Themen zu reden beginnt, erst einmal die Erfahrungswelt der Jugendlichen über Hanf herausfiltern.

Der persönliche Erfahrungsbereich der Kinder über die Hanfpflanze hat sich in den letzten Jahrzehnten sicherlich geändert. Heute sind die elektronischen Medien und Handys, kurz gesagt die elektronische Welt, die wichtigste Komponente um Neuigkeiten zu erfahren und sich auf dem Laufenden zu halten. Allein dies trägt stark dazu bei, dass sich die Erfahrungswelt in der Jugendliche heute leben, sehr stark unterscheidet, als vor dem Zeitalter des Internets.



Abbildung 14: Pferdehalfter aus Hanf (Foto: Stephan Holzer, TMW Inv.-Nr. 72990)



Abbildung 15: Schiffsseil aus Hanf geflochten (Foto: Stephan Holzer, TMW Inv.-Nr. 72995/5)

In der Zeitschrift „Naturwissenschaften im Unterricht Chemie“, aus dem Jahre 1998 wurde ein Artikel, der sich mit Hanf als Rohstoffpflanze auseinandersetzt, publiziert. In einem Absatz über den Erfahrungsbereich der Schüler über Hanf wird geschrieben, dass überraschenderweise Einsatzmöglichkeiten des Hanfs in Form von Hanfseilen oder der Hanfwerg zum Abdichten von Wasserrohren noch vielen Schülern bekannt sei. Heutzutage kann man jedoch davon ausgehen, dass die Schüler möglicherweise weniger Kenntnis von solchen Produkten haben als früher.

Die frühere Bandbreite der Nutzung des Hanfs war enorm. Verschiedene Produktgruppen in der Warenkundesammlung des Technischen Museums belegen dies. So gab es zum Beispiel Pferdehalfter, Schlauchgewebe und Sicherheitsgurte aus Hanf. Eine der bekanntesten Nutzungsmöglichkeit des Cannabis war die als Schiffseil und Segel. Wegen ihrer hohen Widerstandsfähigkeit verrotteten Hanffasern im Salzwasser wesentlich langsamer als andere Pflanzenfasern. Dies war für die Hochseeschifffahrt von großer Bedeutung. Ohne Hanffasern wären die Entdeckungsfahrten von Kolumbus und anderen Seeleuten in der Form nicht möglich gewesen.

Gerade bei der Nutzung von Hanf in der Technik und in der Lebensmittelindustrie gab es seit 1998 viele Innovationen, die meiner Meinung nach bei den meisten Jugendlichen aber nicht oder nur unzureichend angekommen sind. Aber schon dieser Beitrag in der Zeitschrift kurz vor Ende der Jahrtausendwende zeigte, dass Hanf als Droge dabei einen großen Stellenwert für Schüler spielte.

So gesehen, sollte man das Thema Hanf in der Schule sinnvollerweise von der Drogenseite her aufarbeiten. Hierauf baut man dann alle anderen Themen, die man ansprechen möchte, wie zum Beispiel Hanf als Textilpflanze, auf.

Hanf kann man aber nicht nur, wie man üblicherweise denkt, im Biologieunterricht besprechen, sondern auch in vielen anderen Fächern. Gerade die wechselvolle und sehr interessante (Nutzungs-)Geschichte des Hanfs lässt sich im Geschichtsunterricht durchleuchten - dabei kann man auf Erfindungen und Innovationen zu sprechen kommen, die es ohne Hanf in der Form nie gegeben hätte (Stichwort: Gutenbergbibel, Levi-Strauss Jeans uva.).

Weitere mögliche Einsatzgebiete von Hanf:

- In Wirtschaftskunde: Rohstoffgewinnung, industrieller Einsatz
- In Ernährungskunde: ernährungsphysiologische Bedeutung
- In Chemie: chemisch-industrielle und/oder die medizinische Nützlichkeit

Anhand dieser drei Beispiele kann man erkennen, dass man Hanf einer weitaus größeren Bedeutung im Unterricht beimessen sollte, als die einer typischen Drogenpflanze.

4.4 Beispiel für praktische Umsetzung im Unterricht: Die Hanfkiste

Um naturwissenschaftliche Vorgänge im Unterricht gut sichtbar zu machen, gibt es einige Möglichkeiten. So gibt es im Bereich der Geologie und der Genetik für Biologen seit einiger Zeit eigene Geologie- bzw. Genetikboxen, die man sich als Lehrkraft (soweit man die nötige Ausbildung dazu hat) ausborgen kann. Diese sind Experimentierboxen, deren Inhalte didaktisch aufgebaut sind und womit man Schüler anhand von Gegenständen und faszinierenden Experimenten den Stoff näherbringen kann.

In der deutschen Zeitschrift „Naturwissenschaften im Unterricht Chemie“ aus dem Jahr 1998 gab es auch einen Artikel über eine Hanfkiste der Gesamthochschule Kassel. Anhand von Versuchen und den dazugehörigen Hilfsmitteln sollte der naturwissenschaftliche Experimentalunterricht gefördert werden. Der Artikel darüber erschien 1998 und meines Wissens ist die Kiste heute leider nicht mehr verfügbar – jedenfalls entdeckte ich bei meiner Recherche keinerlei weiterführenden Informationen mehr darüber.



Abbildung 16: Hanfkiste der Gesamthochschule Kassel (Foto aus Naturwissenschaften im Unterricht Chemie, Heft 45, Mai 1998, 9. Jahrgang)

Diese Lernmethode, die von der Hochschule Kasse angeboten wurde, stellt für mich eine ideale Gelegenheit dar, um auf praktische Weise die Hanfpflanze und ihren Nutzen für uns zu demonstrieren. Im Folgenden möchte ich kurz auf den Inhalt dieser Hanfkiste eingehen.

Die Kiste enthält 8 Objektkästen im Din A 4-Format. Es sind unterschiedliche Objekte zum Anfassen und Experimentieren, aber auch zwei Videofilme sind darin enthalten. Eine Begleitmappe mit Informationsmaterial ist auch dabei.

Hier eine Aufzählung der einzelnen Objektkästen im Kasten:

1. Hanf als Rohstofflieferant für Fasern und Öl: Hanfsamen und –fasern
2. Hanffaser I: Hanfschnur und Seil
3. Dichten mit Hanf: Quellfähigkeit der Faser, Abdichten eines Wasserrohres mit Hanffasern
4. Hanfpapier: Papier unterschiedlicher Stärke zum Anfühlen
5. Hanffasern II: Formteile der Innenverkleidung eines PKWs
6. Stoffe und Textilien aus Hanf: Stoffproben unterschiedlicher Feinheit
7. Hanfschäben: als Dämmstoff und Ausgleichschüttung
8. Hanfkosmetik: Hanfcreme und Hanfseife

- Kasten 1: Hier wird die Pflanze als Rohstofflieferant behandelt. Zur anschaulichen Betrachtung werden der bekannte Ölflecktest sowie ein Modellversuch zur technischen Ölgewinnung vorgeschlagen. Um die Fasern der Pflanzenstängel zu gewinnen, kann man das sogenannte Wasserröstverfahren im Unterricht nachempfinden. Die Stängel werden in Wasser eingeweicht, dadurch ist es dann möglich, die äußeren Schäben leicht abzulösen, danach kann man die Faserbündel mehrfach durch ein Holzbrett mit Nägeln ziehen.
- Kasten 2: darin enthalten sind kurze Seilstücke, die aus Hanf gefertigt wurden. Hier kann man die Möglichkeit gleich nutzen und über die verschiedenen Hanfprodukte und ihre Verwendung im Laufe der Jahrhunderte sprechen. Die Hanffaser gehört zu den Bastfasern und liefert eine der festesten und dauerhaftesten Naturfasern, die vor allem zu Herstellung von Segeltüchern, Tauen und Seilen und wegen ihrer großen Feuchtebeständigkeit geschätzt werden (Herer 1993, S. 319).
- Kasten 3: Enthält ein Rohrstück, Hanffaser und Dichtungsfett. Mit diesen Utensilien kann man das Abdichten von Rohren proben.
- Kasten 4: enthält Hanfpapier das man auf ihre unterschiedlichen Qualitäten, wie zum Beispiel: Dicke, Reißfestigkeit hin untersuchen kann.
- Kasten 5: darin sind Formteile von Autoinnenverkleidung enthalten. Diese Art von technischen Nutzen ist sicherlich am eindrucksvollsten für die Schüler, weil diese dem Thema Auto und Technik im Normalfall sehr aufgeschlossen sind.
- Kasten 6: Hier findet man Stoffproben verschiedenster Qualität von Hanffasern. Des Weiteren werden Experimente zu Färbeversuche und Vergleiche mit Synthese- und Baumwollstoffe vorgestellt.
- Kasten 7: darin sind Hanfschäben, die für verschiedenste Anwendungen dienlich sind, enthalten
- Kasten 8: Im letzten Kasten findet man Creme und Seife aus Hanfölbasis. Diese können getestet werden. Man kann aber auch aus Hanföl selber Kosmetika herstellen.



Abbildung 17: Dichten mit Hanf; Inhalt aus der Hanfkiste (Foto aus Naturwissenschaften im Unterricht Chemie, Heft 45, Mai 1998, 9. Jahrgang)

Im Artikel über die Hanfkiste werden auch schon einige Erfahrungsberichte im Unterricht vorgestellt. Es wird beschrieben, dass der Experimentierkasten durchaus positiv von den Schülern aufgenommen wurde, es zeigte sich jedoch, dass auch im Jahr 1998 Hanf als Rohstoffpflanze exotische Züge trug.

Eine Neubelebung solch einer Idee für Schulen wäre aber gerade in der heutigen Zeit, die viele als Zeit der Energiewende bezeichnen, eine Möglichkeit im Kontext von „Inquiry Learning“, den Schülern den Wert einzelner Pflanzenarten für den Menschen und seine Zukunft klar zu machen.

4.5 Resümee und Perspektiven des Hanfes im Unterricht

Wird Hanf in Zukunft im Unterricht und an Schulen eine größere Bedeutung zukommen, als es derzeit der Fall ist? Dies ist an die Frage gekoppelt, ob sich Hanf als Rohstoffpflanze sowohl in der industriellen Technik als auch in der Wirtschaft in Österreich und in der EU langfristig etablieren kann. Dazu kann man heute noch nicht wirklich verlässliche Prognosen abgeben. Grundsätzlich sind – bei entsprechenden wirtschaftspolitischen Rahmenbedingungen – mittel- bis langfristig für europäischen Hanf und Flachs im technischen Bereich noch ganz erhebliche Steigerungen möglich (Carus 2008, S.29). Ein Großteil der Fasern wird weltweit noch synthetisch und somit auf Erdölbasis hergestellt und die Textilindustrie setzt noch vermehrt auf Baumwollprodukte. Auch bei der Ernährung und in der Medizin sind Produkte aus Hanf derzeit noch Nischenprodukte. Es hängt also größtenteils von der Politik und der Wirtschaft ab, ob sich nachwachsende Rohstoffe wie Hanf am Markt durchsetzen können. Die infolge jahrelanger Verdrängung pflanzlicher Naturfasern entstandene Dominanz der Chemiefasern beeinflusst die Diskussionen um eine mögliche Substitution negativ (Waskow 1995, S. 70). Steigen die Erdöl- und Kunststoffpreise sowie der Preis für Holzrohstoffe noch weiter an, ist vielleicht bald der Punkt erreicht, wo es einfach unrentabel ist, den derzeitigen Weg weiterzuführen.

Auf EU- und nationaler Ebene wurden und werden schon Schritte gesetzt um nachhaltiges Wirtschaften zu fördern sowie die Abhängigkeit von konventioneller Energie zu minimieren. Weil der Verbrauch an Erdöl derzeit aber noch sehr hoch ist, kann diese Umstellung natürlich nur langsam und Schritt für Schritt vor sich gehen.

Die Techniken und wirtschaftlichen Innovationen im Bereich des Hanfes (moderne Erntemethoden, neue Faseraufschlussmethoden, Einsätze für Industrie, Bekleidungstextilien, usw.) sind heute schon vorhanden - es gilt nur vonseiten der Politik und Wirtschaft diese so zu fördern, dass sie in naher Zukunft am weltweiten Markt konkurrenzfähig sind und sich dort auch etablieren können.

Werden die Anwendungsbereiche von Hanf in Zukunft weiter ausgebaut und steigen die Wachstumspotenziale noch weiter, so wird sicherlich dies auch im öffentlichen Bewusstsein größere Resonanz finden. Dadurch werden Hanfprodukte auch in der Gesellschaft sichtbarer

als es jetzt der Fall ist und es wird für Lehrer selbstverständlicher, solche Themen im Unterricht zu behandeln.

Auswahl an weiterführender Literatur zu Hanf:

- Carus M, Gahle C, Pendarovski C, Vogt D, Ortmann S, Grotenhermen F, Breuer T & Chritin S, Gülzower Fachgespräche - Studie zur Markt und Konkurrenzsituation bei Naturfasern und Naturfaserwerkstoffen (Deutschland und EU). Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Gülzow 2008)
- Herer, Bröckers, Katalyse-Institut, Die Wiederentdeckung der Nutzpflanze Hanf (Frankfurt am Main, 1993)
- Waskow Frank, Katalyse-Institut (Hrsg.), Hanf & Co. – Die Renaissance der heimischen Faserpflanze (Göttingen, 1995)

Hinweis zum Artikel über die Hanfkiste aus der Zeitschrift „Naturwissenschaften im Unterricht Chemie“:

- OStr Wagner Günter, StD Münzinger Wolfgang (Hrsg.), Naturwissenschaften im Unterricht Chemie (Heft 45, Mai 1998, 9. Jahrgang): Beitrag von Geyer Melani, Stäudel Lutz und Wöhrmann Holger, Hanf – zum schulischen Umgang mit einer (un)typischen Rohstoffpflanze, S. 18-21

Internetlinks zu oben genannten Schulprojekten:

- <http://www.grecos.info/2013/12/nms-st-veit-hanf-papier-schoepfen/> (17. Mai 2015, 19:43)
- <http://www.rmo.at/Projekte-Themen/default.asp?!D=958> (17. Mai 2015, 19:43)

Internetlinks zu Hanfdörfer:

- <http://www.hanfthal.at/> (17. Mai 2015, 19:43)
- <http://www.hanfdorf.at/> (17. Mai 2015, 19:43)

5. Fazit und Ausblick

Nach eingehender Beschäftigung mit dem pädagogischen Ansatz der Didaktischen Rekonstruktion, der als wissenschafts-pädagogisches Grundgerüst dieser Diplomarbeit dient, der fachlichen Klärung von Hanf und deren praktischen Umsetzungsmöglichkeiten im Unterricht, möchte ich hier ein Resümee ziehen sowie einen Ausblick geben.

Das Ziel meiner Forschungsfrage war es herauszufinden, welche Herangehensweisen es für praktischen Unterricht im Hinblick auf Hanf gibt. Schwerpunkte waren hierfür Alltagsvorstellungen von Schülern, wie man sie gewinnen kann und didaktisch damit arbeitet.

Während der intensiven Recherche für das didaktische Kapitel, kam mir erneut in den Sinn, wie Alltagsvorstellungen die Schüler prägen. Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion ist um den Begriff herum aufgebaut und bewertet diesen als wichtigste Ausgangsbasis für erfolgreichen Unterricht. Natürlich darf dabei die fachliche Komponente, die fachliche Klärung, nicht fehlen. Dies ist aber bei den meisten Lehrern nicht das Grundproblem. Im Gegenteil, die korrekte Reduzierung des Stoffgebietes und das Aufarbeiten der Lernerperspektiven stellen oftmals die größeren Herausforderungen für die Unterrichtsplanung dar.

Das Untersuchen von Schülervorstellungen wird oftmals von Lehrern als wenig sinnvoll erachtet, da didaktische Kenntnisse während des Lehramtsstudiums leider noch immer nicht den Stellenwert bekommen, der für eine erfolgreiche Karriere als Pädagoge eigentlich nötig wäre. Bei meinem Studium für diese Diplomarbeit wurde mir wieder einmal bewusst, dass Schülervorstellungen der Schlüssel zum Erfolg sind. Ich habe jetzt drei Jahre lang als Lehrer in einer Schule unterrichtet, habe Materialien vorbereitet, Unterrichtssequenzen gestaltet und immer auch den Fokus auf die Schüler und deren Lebenswelt gelegt. Im Grunde habe ich immer schon Schülervorstellungen in die Planung und Umsetzung meines Unterrichts miteinfließen lassen, auch wenn es mir oftmals nicht in vollem Umfang bewusst war. Erst durch die intensive Beschäftigung mit der Didaktischen Rekonstruktion und den Unterrichtsmöglichkeiten in Bezug auf Hanf ist für mich vieles klarer als zuvor geworden.

Die Ergebnisse zum Thema Hanf in meiner Diplomarbeit, können als Ausgangsbasis für weitere fachdidaktische Studien dienen. Darauf aufbauend ist es möglich, in späteren didaktischen Arbeiten, eigene, spezielle Unterrichtseinheiten, Exkursionen oder Ausstellungen selbstständig zu entwickeln und meine Beispiele für mögliche Umsetzungen im Unterricht noch tiefgehender zu bearbeiten bzw. zu entwickeln.

Hierzu wird es natürlich in Zukunft darauf ankommen, in welche Richtung sich die Weiterverwendung von Hanf allgemein entwickeln wird. Wie von mir in den oberen Kapiteln beschrieben, ist die Verwendungsmöglichkeit enorm, aber gleichzeitig ist das Wissen und auch das allgemeine Verständnis für diese Pflanze in den Köpfen der Bevölkerung noch gering und ausbaufähig. Es hat sich schon viel in den letzten 20 Jahren im Bereich der technischen, kosmetischen, ernährungsphysiologischen und medizinischen Anwendung beim Thema Hanf getan. Jedoch ist es noch nicht in Stein gemeißelt, dass dieser Weg gesellschaftlich als auch in wissenschaftlicher Hinsicht auf diese Weise fortgesetzt wird. Von vielen verschiedenen Seiten, ob von der Politik oder der Wirtschaft, stellt man noch immer eine gewisse Skepsis oder sogar Ablehnung bezüglich der Thematik Hanf und ihrer Verwendungsmöglichkeiten fest. Dies geht natürlich auch Hand in Hand mit der Energiewirtschaft im globalen Kontext, wo noch immer zu stark auf fossile Rohstoffe gesetzt wird. Ob dabei die vielgepriesenen Elektroautos den nachhaltigen Schlüssel für die Lösung der Energieprobleme darstellen, möchte ich offenlassen. Hier liegt im Bereich von nachwachsenden Rohstoffen, insbesondere bei Hanf, ein noch viel größeres, bisher nur in Ansätzen erforschtes, Potenzial, die Energiewende entscheidend mitzutragen.

Es liegt meines Erachtens größtenteils in den Händen von Pädagogen, die nächste Generation für Hanf und andere Pflanzenfasern zu sensibilisieren und die Schüler dafür zu begeistern. In dieser Hinsicht hoffe ich, dass meine Diplomarbeit einen kleinen Beitrag dazu leisten kann, das Interesse möglicher Lehramtsstudenten für diese Thematik zu wecken, damit sie aufbauend auf meinen Ergebnissen, weiterführende Unterrichtskonzepte entwickeln.

Literaturverzeichnis

- Altenfelder Kai, Vergleichende Untersuchung aus Freizeitkleidung aus Baumwolle bzw. Hanf mittels der Produktlinienanalyse (Diplomarbeit, Hamburg-Bergedorf 1996)
- Behne Markus, Politik-Labor und Didaktische Rekonstruktion in der Politischen Bildung. Aus: *Politik unterrichten* (Niedersachsen 2008)
- Berger J., The world's major fibre crops – their cultivation and manuring (Zürich, 1969)
- Bröckers Mathias, Keine Angst vor Hanf (Frankfurt/Main 2014)
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Hanf – Teil 2, Wissenschaftliche Untersuchung zum Thema Anbau, Ernte und Aufbereitung sowie Verwendung von Hanf (Münster 1997)
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Schickes Outfit! Neu? Ja, aber ökologisch! (Wien 2014)
- Carus M, Gahle C, Pendarovski C, Vogt D, Ortmann S, Grotenhermen F, Breuer T & Chritin S, Gülzower Fachgespräche - Studie zur Markt und Konkurrenzsituation bei Naturfasern und Naturfaserwerkstoffen (Deutschland und EU). Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Gülzow 2008)
- Clarke R.C.; Pate, D.W., Hanf, Botanik, Anbau, Vermehrung und Züchtung (Aarau 1998)
- El-Ghany E. A. Mahmoud, Molekulargenetische Diversität einer monözischen und einer diözischen Hanfsorte und Analyse des Fasergehaltes von verschiedenen Hanfformen (*Cannabis sativa* L.) (Dissertation, Halle/Saale 2002)
- Elster Astrid, In-vitro-Verfahren in der Diagnostik einer Sensibilisierung vom Soforttyp gegen *Cannabis sativa* L. (Dissertation, Wertingen 2013)
- EUR-Lex (2009d) Verordnung (EG) Nr. 1529/2000 der Kommission vom 13. Juli 2000 zur Festlegung der Liste der beihilfefähigen Sorten von *Cannabis sativa* L. im Sinne der Verordnung (EWG) Nr. 2358/71 des Rates:
<<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:175:0067:0067:DE:PDF>> (Zugriff: Juni 2018).

- Fertl T., Anbau von Hanf (*Cannabis sativa* L.) im Bundesland Salzburg: Erfahrungen und Empfehlungen. Diplomarbeit (Salzburg 2000)
- Flachowsky Henryk, Erstellung einer genetischen Karte an Hanf (*Cannabis sativa* L.) mit molekularen Markern (Dissertation, Halle/Saale 2003)
- Franke Wolfgang, Nutzpflanzenkunde (Stuttgart 2007)
- Fruwirth C., Zur Hanfzüchtung. Z. für Pflanzenzüchtig. 8 (1922)
- Gruber Bernadette, Erstellung von E-Learning Materialien zur Kulturpflanze *Cannabis sativa*, für den Unterricht an landwirtschaftlichen Fachschulen (Bacchelorarbeit, Wien 2012)
- Gruber Susanne, Götzinger Michael, Kiehn Michael, Ottner Franz, Rohatsch Andreas, Waginger E. & Alber S., ForMuse-Projekt: Die Wiener Warenkundesammlung. Forum Ware. Internationale Zeitschrift für Warenlehre. Heft 1-4/2009.
- Gruber Susanne, Götzinger Michael, Kiehn Michael, Rohatsch Andreas, Die Entstehung der Wiener Warenkundesammlung – Erste Ergebnisse. In: Forum Ware Internationale Zeitschrift für Warenlehre, 38 (2010) Nr. 1-4 (Wien 2011)
- Gruber Susanne, Formanek, Susanne, Götzinger Michael, Kiehn Michael, Rohatsch Andreas, Weitensfelder Hubert, Exposé. Die Wiener Warenkundesammlung. Erweiterung des Datenbestandes aus der k. k. Konsularakademie (Wien 2013)
- Gropengießer, Harald, Kattmann Ulrich, Krüger Dirk, Biologiedidaktik in Übersichten (Seelze 2017)
- Gropengießer Harald, Kattmann Ulrich, Fachdidaktik Biologie (Köln 2006)
- Gropengießer Harald, Harms Ute, Kattmann Ulrich, Fachdidaktik Biologie (Hallbergmoos 2016)
- Herer, Bröckers, Katalyse-Institut, Die Wiederentdeckung der Nutzpflanze Hanf (Frankfurt am Main 1993)
- Holzmann Gerhard, Wangelin Matthias, Natürliche und pflanzliche Baustoffe (Wiesbaden 2009)

- Höhle Astrid, Natürliche und synthetische Fasern (Protokoll zum Seminar: Übungen im Experimentalvortrag (OC) Marburg 2006 <https://nanopdf.com/download/protokoll--3_pdf> (Zugriff: Juni 2018))
- Höppner Frank, Menge-Hartmann Ute, Anbauversuche zur Stickstoffverdüngung und Bestandsdichte von Faserhanf (Köln 1995)
- Heuser O., Hanf- und Hartfasern. In: Technologie der Textilfasern, Band 5 (Teil 2) (Berlin 1927)
- Karus Michael et al., Über die universelle Nutzpflanze Hanf. In die Wiederentdeckung der Nutzpflanze Hanf Cannabis Marihuana (Frankfurt am Main, 1994)
- Kattmann Ulrich, Duit Reinders, Gropengießer Harald, Komorek Michael, Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung, Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften; Jg. 3, Heft3 (Kiel, 1997)
- Kattmann Ulrich, Schüler besser verstehen (Hallbergmoos 2016)
- Kattmann Ulrich, Biologie unterrichten mit Alltagsvorstellungen (Seelze 2017)
- Körber-Grohne Udelgard, Nutzpflanzen in Deutschland: Kulturgeschichte und Biologie (Stuttgart 1987)
- Kriese Uta, Genotypendifferenzierung und Erstellung von Kreuzungspopulationen bei Hanf (*Cannabis sativa* L.) (Dissertation, Halle/Saale 2007)
- Krüger Dirk, Parchmann Ilka, Schecker Horst, Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung (Berlin Heidelberg 2014)
- Lampke Thomas, Beitrag zur Charakterisierung naturfaserverstärkter Verbundwerkstoffe mit hochpolymerer Matrix (Dissertation, Chemnitz 2003)
- Mayrhuber E, Winkler-Rieder W, Vogl C & Schmidinger G, Potentiale, Hemmnisse und Bedarfslage für den Einsatz der nachwachsenden Rohstoffe Hanf und Flachs in Österreich (Endbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie. Schriftenreihe des BMJUF, Band 6, Wien 1998)

- Mediavilla, V.; Jonquera, M.; Schmid-Slembrouck, I.; Soldati, A., Decimale code for growth stages of hemp (*Cannabis sativa* L.). Journal of the International Hemp Association 5 (1998)
- Menge-Hartmann U., Höppner F., Brakteentrichome und ihre Beziehung zum Cannabinoidgehalt zweier Faserhanfsorten. Landbauforschung Völkenrode 46 (1996)
- Nova-Institut (Hrsg.), Das kleine Hanflexikon (Göttingen 2003)
- Ofner Klaus, Einfluss der Sorte und des Standortes bei Hanf (*Cannabis sativa* L.) in der Ganzpflanzennutzung im semiariden Produktionsgebiet (Dissertation, Hanfthal 2014)
- Reinfried Sybille, Mathis Christian, Kattmann, Ulrich, Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion. Eine Methode zur fachdidaktischen Erforschung und Entwicklung von Unterricht. Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung 27 (Bern 2009)
- Reußmann Thomas, Entwicklung eines Verfahrens zur Herstellung von Langfasergranulat mit Naturfaserverstärkung (Dissertation, Rudolstadt 2003)
- Reuter, K., Anbau und Verwendung von Hanf (*Cannabis sativa*) als Lieferant von Fasern, Samen und Rauchdrogen (Diplomarbeit, Bonn 1987)
- Riedel Marko, In situ Hybridisierung an Hanf (*Cannabis sativa* L.) Chromosomen (Dissertation, Halle/Saale 2005)
- Rößler Theresa, Einfluss des Standortes und der Sorte auf den Samen- und Restpflanzenertrag (Fasern und Schäben) bei Hanf (*Cannabis sativa* L.) (Masterarbeit, Wien 2012)
- Ruthenberg-Wilkens, D., J. Langkau, Nutzhanf - vom konventionellen zum ökologischen Anbau. Katalyse e. V. Institut für angewandte Umweltforschung (Hrsg.) (Holz 1996)
- Schäfer T., Wirkung von Wachstumsfaktoren und pflanzenbaulichen Maßnahmen auf Biomasse- und Faserertrag sowie Faserqualität von Hanf (*Cannabis sativa* L.). Dissertation (Aachen 2003).
- Scheer-Triebel, Léon J., Industriefaser – Qualitätsbeschreibung und pflanzenbauliche Beeinflussungsmöglichkeiten bei Faserpflanzen: ein Literaturreview, Pflanzenbauwissenschaften, 4 (1), S. 26 – 41, Stuttgart 2000)

Schweng Elisabeth, Ernährungsphysiologische Bedeutung von Hanfprodukten unter Berücksichtigung regionaler Aspekte (Diplomarbeit, Wien 2011)

Türk Oliver, Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe (Wiesbaden 2014)

Wandersee J.H., Good R. & Demastes, Forschung zum Unterricht über Evolution. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften (1995)

Waskow Frank, Katalyse-Institut (Hrsg.), Hanf & Co. – Die Renaissance der heimischen Faserpflanze (Göttingen 1995)

Abstract

This diploma thesis illustrates different possibilities of how hemp can be practically used in a classroom context. Therefore, the model of “Didaktische Rekonstruktion” has been used as a pedagogic basic framework.

The second chapter presents the subject-specific part of this thesis and concentrates on natural fibres in general, with an emphasis on hemp and its ecological significance and usage. Further, the author refers to the “ForMuse Projekt” and the “Wiener Warenkundesammlung”.

In the didactic part of the thesis the focus is put on the assumptions of students, which play a major role in class. Thereby the models of “Didaktische Rekonstruktion”, Conceptual Change and Plant Blindness are outlined.

The forth chapter deals with didactic ways of usage of hemp in class. It further contains an analysis of different approaches to the topic, draws up possible links with students’ experiences in their everyday life and provides the reader with some practical examples for lessons in class.

In the final chapter conclusions are drawn and an outlook for the future is provided.

Zusammenfassung

Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Frage welche praktischen Umsetzungsmöglichkeiten es für Hanf, abseits der Drogenpflanze, im Unterricht gibt. Als pädagogisches Grundgerüst wurde hierfür das Modell der Didaktischen Rekonstruktion gewählt. Der Fachliche Teil beschäftigt sich im zweiten Kapitel mit Naturfasern. Der Schwerpunkt wird dabei auf Hanf, deren ökologische Bedeutung sowie Verwertungsmöglichkeiten gelegt. Weiters wird auch auf das ForMuse Projekt und die Wiener Warenkundesammlung eingegangen.

Der didaktische Teil setzt seinen Fokus auf Schülervorstellungen, die im Unterricht eine überragende Rolle spielen. Dabei wird das Modell der Didaktischen Rekonstruktion, Conceptual Change sowie Plant Blindness skizziert.

Das vierte Kapitel handelt von didaktischen Umsetzungsmöglichkeiten von Hanf im Unterricht. Dabei wird analysiert, welche Herangehensweisen es für dieses Thema gibt, mögliche Anknüpfungspunkte für die Schüler mit ihren Alltagserfahrungen aufgezeigt sowie praktische Beispiele für den Unterricht genannt. Im letzten Teil wird noch einmal ein Resümee gezogen und ein Ausblick für die Zukunft gegeben.