



GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT GÖTTINGEN



*Bachelorarbeit im wissenschaftlichen Studiengang der Agrarwissenschaften*

*Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung*

# *Thüringer Waid*

*Sommersemester 2018*

*Konrad Freiherr v. Thüngen*

*Matrikelnummer.: 21346549*

*Studienrichtung:      Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus*

*1. Prüfer:                Dr. Holger Bergmann*

*2. Prüfer                 Dr. Elke Plaas*

*Abgabe:                 30. Juli 2018*

# Inhaltsverzeichnis

|                                                         |           |
|---------------------------------------------------------|-----------|
| Abbildungsverzeichnis .....                             | II        |
| Tabellenverzeichnis .....                               | II        |
| Verzeichnis der Anhänge .....                           | II        |
| Abkürzungsverzeichnis .....                             | III       |
| <b>1 Einleitung .....</b>                               | <b>1</b>  |
| <b>2 Historie .....</b>                                 | <b>2</b>  |
| <b>3 Botanik .....</b>                                  | <b>4</b>  |
| <b>4 Produktionstechnik der Waidpflanze .....</b>       | <b>5</b>  |
| 4.1 Standortanforderungen .....                         | 5         |
| 4.2 Sorten und Herkünfte .....                          | 5         |
| 4.3 Fruchtfolge .....                                   | 6         |
| 4.4 Bodenbearbeitung .....                              | 6         |
| 4.5 Aussaat .....                                       | 7         |
| 4.6 Nährstoffentzüge und Düngung .....                  | 8         |
| 4.7 Pflanzenschutz .....                                | 9         |
| 4.8 Ernte und Nacherntebehandlung .....                 | 10        |
| 4.9 Kalkulation der Kosten der Waidproduktion .....     | 12        |
| <b>5 Anwendung .....</b>                                | <b>15</b> |
| 5.1 Naturfarbe/Textil .....                             | 17        |
| 5.2 Ökologische Baustoffe .....                         | 19        |
| 5.3 Medizinische und kosmetische Anwendung .....        | 22        |
| <b>6 Waid im Vergleich zu anderen Naturfarben .....</b> | <b>25</b> |
| <b>7 Fazit &amp; Ausblick .....</b>                     | <b>28</b> |
| <b>Anhang .....</b>                                     | <b>IV</b> |
| <b>Literaturverzeichnis .....</b>                       | <b>VI</b> |
| <b>Eidesstattliche Erklärung .....</b>                  | <b>IX</b> |
| <b>Plagiatsbelehrung .....</b>                          | <b>X</b>  |

## Abbildungsverzeichnis

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1: Waid im Jungstadium .....                          | 7  |
| Abbildung 2: Aufgang des Waid mit optimalem Reihenabstand ..... | 7  |
| Abbildung 3: Erntemaschine Kverneland TA 1500 .....             | 11 |
| Abbildung 4: Waid in voller Blüte .....                         | 11 |

## Tabellenverzeichnis

|                                                                                                                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1: Aussaatfaktoren.....                                                                                                                                                                   | 8  |
| Tabelle 2: Nährstoffentzüge (abhängig vom Ertragsniveau) .....                                                                                                                                    | 8  |
| Tabelle 3: Parameter der Waidproduktion .....                                                                                                                                                     | 13 |
| Tabelle 4: Richtwerte Direkt- und Arbeitserledigungskosten der Waidproduktion (2013).14                                                                                                           |    |
| Tabelle 5: Verwendungsmöglichkeiten der Waidpflanze.....                                                                                                                                          | 16 |
| Tabelle 6: Einfluss der N-Düngung auf TM-Ertrag, Indigogehalt und Indigoertrag des ersten Schnittes verschiedener Waidherkünfte in Mitscherlichgefäßen (4 Wiederholungen, 6 Pflanzen/Gefäß) ..... | 26 |
| Tabelle 7: Einfluss der N-Düngung auf TM-Ertrag und Indigoertrag bei Färberknöterich (Gefäßversuch) .....                                                                                         | 27 |

## Verzeichnis der Anhänge

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Anhang 1: Summe der Direktkosten für die Waidproduktion .....                                                 | IV |
| Anhang 2: Waidea-Cremeserie gegen Neurodermitis .....                                                         | V  |
| Anhang 3: Produktpalette von kosmetischen Waidprodukten der Firma Nuth GmbH & Co.KG in Mihla/OT Buchenau..... | V  |

## Abkürzungsverzeichnis

|      |                                            |
|------|--------------------------------------------|
| Abb. | Abbildung                                  |
| Afa  | Abschreibung                               |
| dt   | Dezitonnen                                 |
| FM   | Frischmasse                                |
| FNR  | Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe    |
| K    | Kalium                                     |
| ME   | Mengeneinheit                              |
| Mg   | Magnesium                                  |
| N    | Stickstoff                                 |
| Nmin | mineralisierter Stickstoff                 |
| P    | Phosphor                                   |
| Tab. | Tabelle                                    |
| TLL  | Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft |
| TM   | Trockenmasse                               |
| TS   | Trockensubstanz                            |

# 1 Einleitung

Warum ist Färberwaid auch in der modernen Welt so interessant - eine Pflanze, die bereits in der Antike bis zur Neuzeit eine herausragende Bedeutung vor allem für die Gewinnung von Farbstoffen hatte?

Die im Mittelalter weit verbreitete Pflanze geriet mehrere Jahrhunderte in Vergessenheit und wurde erst in den achtziger Jahren des 20. Jhs. durch Wolfgang Feige wiederentdeckt. Ursprünglich war es sein Ziel, die Bedeutung des Wappens seines Heimatortes Neudietendorf zu ergründen. Denn das Wappen zeigt die Färberpflanze und einen in blaue Tracht gekleideten Waidbauern. (*Fischer, 1997: 23*) Historischen Quellen zufolge haben sich bereits Hippokrates, Plinius, Cäsar, Karl der Große und andere mit dieser Pflanze und deren förderlichen Eigenschaften und Werten beschäftigt. (*Müllerott, 1989: 9*)

In dieser Arbeit soll eine umfassende Analyse der Pflanze Waid erfolgen. Nach einem historischen Rückblick werden die Botanik der Pflanze, ihr Vorkommen, ihr Aufbau und ihre Inhaltstoffe beleuchtet. Einen großen Teil nimmt die Untersuchung der Produktionstechniken ein. Hierzu gehören die Anforderungen für den Anbau wie Standortbedingungen, Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Aussaat, Düngung sowie Pflanzenschutz und die Ernte der Pflanze mit einer Kostenkalkulation der Waidproduktion. (*Biertümpfel, Wurl, Reinhold, Vetter, 2004: 4 ff.*)

Um die Bedeutung der Färberpflanze in heutiger Zeit zu untermauern, ist eine Prüfung ihrer Anwendungsmöglichkeiten nötig. Färberwaid kann in vielen Bereichen genutzt werden.

Neben der klassischen Anwendung als Naturfarbe für Textilien kann Waid heute zu verschiedenen ökologischen Baustoffen wie Anstrichfarbe, Imprägnierung für Holz, Stein und Lehm sowie zur Wärmedämmung verarbeitet werden. Darüber hinaus wird Waid auch für kosmetische und medizinische Zwecke genutzt. (*Fischer, 1997: 51ff.*) Schon antike und römische Quellen berichten von der heilenden und pflegenden Wirkung (*Müllerott, 1989: VIII*). Welcher Pflanzenteil mit welcher Verarbeitung für den jeweiligen Anwendungsbereich eingesetzt wird, soll ausgeführt werden sowie welche weiteren bisher ungenutzten Möglichkeiten des Waid denkbar wären.

Schließlich wird Waid mit anderen Färbepflanzen verglichen und am Ende das gesamte Potential der Pflanze zusammengefasst.

## 2 Historie

Aus der Antike sind einige Quellen bekannt, die überliefern, dass die Waidpflanze schon damals als Färbe- und Heilpflanze genutzt wurde. So gibt es einen Nachweis, dass Hippokrates (460-377 v. Chr.) eine Wundsalbe mit dem Inhaltsstoff Waid beschreibt. (*Beck, 1907: 192; Dierbach, 1824: 123*)

Des weiteren berichtet Tacitus ca. 100 n. Chr. von dem militärischen Gebrauch des Waid: „Denn schwarz (Blauschwarz) sind die Schilde, bemalt die Oberkörper, finstere Nächte wählen sie zum Kampf, und so jagen sie schon durch die Grauenhafte schattenhafte Erscheinung des gespenstischen Heeres Schrecken ein, da kein Feind dem entsetzlichen, gleichsam infernalischen Anblick standhält; denn zuerst werden in allen Schlachten die Augen bezwungen.“ (*Perl, 1990: 121*) Ähnliches erwähnt bereits 58 und 51 v. Chr. der römische Feldherr Gaius Julius Cäsar in seinem Bericht „*Commentarii de Bello Gallico*“. Der Stockholmer Papyrus, der in Vorderasien ca. im 3. bis frühen 4 Jh. n. Chr. verfasst wurde, zeigt das älteste bekannte Rezept zur Waidbereitung für die Färbung von Dunkelblau. (*Lagercrantz, 1913: 63.*)

Nachdem Karl der Große wegen einer Hungersnot 792/93 n.Chr. die Verordnung „*Capitulare de villis*“ erließ, wurden alle verfügbaren Nutzpflanzen, darunter auch Waid, vermutlich von Benediktinermönchen aufgelistet und in den angelegten Gärten allmählich Erfahrungen gesammelt. (*Vogellehner, 1984: 73*)

Ab 1250 n. Chr. begann der systematische Anbau des Waid als Textilfärbepflanze. Großflächig wurde *Isatis tinctoria* L. in Italien, England, Frankreich (hauptsächlich bei Toulouse), im Rheinland und vor allem in Thüringen angebaut. (*Fischer, 1997: 12*)

Die Stadt Erfurt war das Zentrum des deutschen Waidhandels, da hier optimale Bodenbedingungen (vgl. Kapitel 4.1) für den Waidanbau gegeben sind. Der wirtschaftliche Aufschwung der Waidbauern wurde durch Waidsteuern auch zum Aufschwung des Thüringer Landes. Durch die Erfindung des Waidpfennigs, der Waidzölle und Lagergebühren vermehrten die sogenannte „Waidstädte“ Erfurt, Gotha, Langensalza, Tannstädt und Arnstadt ihre Einnahmen. So konnte 1392 sogar eine Universität sowie eine Söldnerarmee gegründet werden, die durch die Steuereinnahmen des Waidhandels finanziert wurden. (*Fischer, 1997: 17*) Aufgrund der Söldnerarmee bot Erfurt dem Landesherrn die Stirn und trotzte dem Bann des Kaisers sowie der Reichsacht.

Jedoch sind auch kritische Bemerkungen über die Färbepflanze überliefert wie die Aussagen von Martin Luther: „Erfurt galt als ein fruchtbares Bethlehem, der Waid hat aber den Boden

so sehr erschöpft, dass aus dem Segen ein Fluch wurde. Die Taler sind so sehr nach dem Geschmack der Bauern. Und obwohl ihnen der liebe Herrgott die Taler geben wird, nimmt er ihnen den lieben Roggen, dann werden Teuerung und Hunger kommen.“ (*Benneckenstein, 1991: 18f.*) Rund 300 thüringische Dörfer bauten zur Hochzeit die Färberpflanze an und machten Thüringen rund um Erfurt zu einer reichen, gelbblühenden Gegend. Aus Waid wurde Thüringens „goldenes Vlies“.

Die wirtschaftliche Bedeutung des Färberwaid verringerte sich allmählich, als man ab dem 16. Jh. aus Asien den Naturindigo importierte. Der neue Rohstoff hatte nämlich einen ca. 30-mal höheren Farbstoffvorstufengehalt und war damit lukrativer als Waid. Von diesem Zeitpunkt an ging das Waidgeschäft bergab und die Pflanze geriet zunehmend in Vergessenheit. Der 30jährige Krieg löste zusätzlich einen großen Einbruch für die Waidwirtschaft der Stadt Erfurt aus. Ende des 19. Jh. begann die Chemieindustrie mit der Entwicklung der Indigosynthese. Adolf v. Baeyer entwickelte die vollsynthetische Herstellung von Indigo aus Isatin. Ab 1897 stellte die Badische Anilin und Sodafabrik (BASF) in Ludwigshafen in großen Mengen den synthetischen Farbstoff her, was zur Folge hatte, dass der natürliche Indigo ganz vom Markt verschwand. (*Holzmann, Wangelin, 2009: 332 f.*)

Die Wiederentdeckung der Färberpflanze begann ab 1980, als Wolfgang Feige, ein Thüringer Malermeister, Waid als Kultur- und Nutzpflanze wiederbelebte. Mit der Herstellung von Lacken, Holzschutzmitteln und Hautcremes begann der Aufbau in der DDR. Durch die politische Wende verfielen die Genehmigungen und die Bedingungen änderten sich grundsätzlich.

Am 14. November 1991 wurde die „Thüringer Waid Verarbeitungs GmbH“ mit Sitz in Neudietendorf bei Erfurt gegründet. „Gegenstand des Unternehmens waren Anbau, Produktion, Verarbeitung und Vermarktung von Waid und Produkten aus Waid sowie die Weiterentwicklung derartiger Produkte.“ (*Höhn, 1991: 1*)

Am selben Tag entstand auch die „Thüringer Waid Forschungs GmbH“ ebenfalls in Neudietendorf. „Gegenstand dieses Unternehmens war die Erforschung von Waid und die Entwicklung von neuen Produkten unter Verwendung von Waid.“ (*Höhn, 1991: 1*)

Bis 2001 existierten diese beiden Gesellschaften, jedoch würden ihre Geschichte und wirtschaftliche Entwicklung den Rahmen dieser Arbeit sprengen.

### 3 Botanik

Der Färberwaid, auch als Deutscher Indigo bezeichnet, gehört zur Pflanzenfamilie der Kreuzblütengewächse (Brassicaceae). Es gibt bis zu 94 Arten, die in Europa und Nordafrika häufig, aber hauptsächlich in Zentral- und Südwestasien vorkommen.

Die Verbreitung der Art ‚*Isatis tinctoria* L.‘, also dem Färberwaid, erstreckte sich ursprünglich von Westasien und stellenweise Nordafrika, später auch in Europa und schließlich bis in die USA. (*Gelius, 1980: 65 ff.*) Wildwachsend ist er immer noch an Feldrainen ehemaliger Waidanbaugebiete in Deutschland anzutreffen. Da die Pflanze sich bereits im Altertum selbstständig in verschiedenen geographischen Gebieten etabliert hat, gilt sie als Archäophyt. Wie die meisten Archäophyten wurde auch Färberwaid aus den mediterranen Gebieten und dem benachbarten Westasien durch den Beginn des Ackerbaus in Mitteleuropa eingeführt. Das Vorkommen reichte von Steppen bis in Gebirge. Der Färberwaid ‚*Isatis tinctoria* L.‘ ist die Art der Waidpflanze, die in Europa hauptsächlich vorkam und in der Regel zweijährig angebaut wurde. Abgesehen von kleinen Anbaugebieten ist die Pflanze heutzutage größtenteils aus alten Kulturen verwildert und hat sich an trockenen Hängen und Brachstellen eingebürgert. (*Roth, Kormann, Schweppe, 1992: 83*)

Im ersten Wachstumsjahr bildet der kultivierte Waid mit Pfahlwurzel eine Blattrosette aus ca. 20 bis 30 cm langen, lanzettförmigen und ganzrandigen, blaugrünen Blättern (*Holzmann, Wangelin, 2009: 335*). Aus dem Zentrum der Blattrosette wächst im zweiten Jahr ein bis zu 150 cm hoher Stängel, der ebenfalls Blätter trägt. Deshalb gehört der Färberwaid zur Familie der Halbrosettenpflanzen. Das Blattwerk ist bis auf die später gebildeten Blätter haarlos. Die einzelne Pflanze kann im zweiten Jahr je nach Standortbedingungen und Abstand der Pflanzen, bis zu zwanzig Blütenschäfte bilden. Der obere Bereich des Stängels bildet eine Trugdolde mit kleinen gelben Blüten. Während der Blütezeit von Mai bis Juli sterben die unteren Rosettenblätter ab. Die Blüte besteht aus vier zungenförmigen, an der Spitze abgerundeten Blütenblättern, die von vier ovalen hellgrünen Kelchblättern umgeben sind und sechs Staubfäden (vier längere und zwei kürzere) umfassen. Der Fruchtknoten zeigt die Form einer flachen Keule. An einem bis 8 mm langen Stiel hängt die ebenfalls keulenförmige Frucht, eine bräunliche, flache, länglich-ovale Schote von ca. 7 mm Breite und 20 mm Länge. Sie enthält ein bis zwei gelblich bis braune, ölhaltige ca. 3 mm lange und 1 mm breite Samen, welche bis Juli reifen. (*Müller, 1998: 2*)

## 4 Produktionstechnik der Waidpflanze

### 4.1 Standortanforderungen

Die Bauernregel: „Weizenland ist auch Waidland“ (*Holzmann, Wangelin, 2009: 337*) beinhaltet eine sehr grobe Veranschaulichung für die Standortanforderungen des Färberwaid. Waid bevorzugt warm-trockene und leichte bis mittlere „tiefgründige, neutral bis alkalisch reagierende, humose sandige Lehm- und Lehmlössböden“. Für die Kultivierung eignen sich keine „sandigen Standorte, Böden mit Staunässe oder Unterbodenverdichtungen“. Waid ist zwar frosthart, jedoch präferiert er Lagen, die vor Wind und Spätfrösten geschützt sind. Vergleichbar mit Winterraps ist Waid eine „winterannuelle Frucht, die bei Spätherbstaussaat erst im Frühjahr aufläuft“. Waid als „Pflanze des Mittelmeerraums“, braucht „für die Keimung 2-4°C“. Für „gute Erträge und dem Ziel von mindestens zwei bis drei Schnitten, sind eine kontinuierliche Wasserversorgung von Juni bis August und mittlere Tagestemperaturen von 15-20°C nötig“. Durch das warme, trockene Klima und die kalkhaltigen, tiefgründigen Böden im Thüringer Becken ist dort eine hohe Qualität der Färberpflanze leichter zu erreichen. Hinzu kommt, dass Waid „bei der Ernte sehr tief geschnitten wird“ und dadurch „ebene, stein- und klutenfreie Standorte“ wie in Thüringen ideal sind. (*Kaiser-Alexnat, 2014: 98*) (*Biertümpfel, Wurl, Reinhold, Vetter, 2004: 4*)

### 4.2 Sorten und Herkünfte

Da Waid gesetzlich eine Wildpflanze ist, gibt es keine zugelassenen Sorten. Das einzige vorhandene „Genotypengemisch“ ist Thüringer Waid. Dieser besitzt nur „sehr niedrige Indigovorstufengehalte und ist sehr heterogen“. (*Biertümpfel, Wurl, Reinhold, Vetter, 2004: 4*)

Hinsichtlich des „Wuchstyps und Biomasseertrags“ wurden 1000 Einzelpflanzen von 100 unterschiedlichen Herkommen untersucht. Diese Züchtungsarbeiten, welche vom Thüringer Zentrum für nachwachsende Rohstoffe der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft 1991 durchgeführt wurden (siehe S.13), ergaben Pflanzenmaterial das bezüglich Ertrag und agrotechnischer Eigenschaften verbessert werden konnte. (*Biertümpfel et al. 2003*) Bedeutsam sind hier die Einflussgrößen wie Blattertrag, Regenerationsvermögen nach der Blatternte und Blattstellung. Färberwaid weist in den vorgenommenen Züchtungen eine große Variabilität dieser Eigenschaften auf. (*Kaiser-Alexnat, 1994; Krausse und Kliem, 1994; Spataro et al., 2007*). (*Biertümpfel, Wurl, Reinhold, Vetter, 2004: 4*)

### 4.3 Fruchtfolge

Als wichtiger Bestandteil des nachhaltigen Agrarmanagements muss die Fruchtfolge strikt eingehalten werden, um die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten und zu erneuern. Als Vorfrucht ist Getreide förderlich, da es „unkrautunterdrückende Wirkung“ hat. Speziell „zweikeimblättrige Unkräuter müssen in der Vorfrucht“ unterdrückt werden. Alle Kreuzblütler sind „selbstfolgelabil“, wodurch der Anbau erst wieder nach vier Jahren auf dem gleichen Standort sinnvoll ist. Weiterhin kann man zu Waid feststellen, dass es auch als Problemunkraut vorzufinden ist, wie beispielsweise in den USA. Die Eigenschaft seines schnellen und starken Wachstums und seiner „großblättrigen Rosetten“ bewirkt, dass „langsamer wachsende Pflanzen im direkten Umfeld überschattet werden“. Außerdem geben die schötchenartigen Früchte, bei „Verrottung im Boden allelopathische, wasserlösliche Substanzen frei“. Diese haben „keimhemmende Wirkungen“ nicht nur auf Samen von Unkräutern und Kulturpflanzen, sondern auch auf die „Keimung der Waid Samen“ selbst. (*Evans, Dewey, 1994: 187 ff.*) (*Young, Evans, 1971: 76 ff.*) (*Kaiser-Alexnat, 2014: 99*). Deswegen ist es ungünstig Kruzifere, wie Raps oder Senf, in der Fruchtfolge anzubauen. Um Waiddurchwuchs zu bekämpfen bietet sich Getreide, „wegen des späten letzten Waidschnittes üblicherweise Sommergerste“, an. (*Biertümpfel, Wurl, Reinhold, Vetter, 2004: 5*)

### 4.4 Bodenbearbeitung

Für erfolgreiche Bodenbearbeitung sind der richtige Zeitpunkt, die Witterung sowie die richtige Arbeitstiefe beim Pflügen von Bedeutung. Eine Herbstfurche von 25 bis 30 cm ist optimal. Des Weiteren empfiehlt sich zur Vorfrucht zusätzlich auch eine Stoppelbearbeitung, um Ausfallsamen von Unkraut und der Vorfrucht zum Auflaufen zu bringen. Die erste Bearbeitung der Stoppel führt das Brechen der Kapillarität herbei, wodurch der Boden in geringer Tiefe schnell austrocknet. Dies ist bei Anbau im trockenen Thüringer Becken von zentraler Bedeutung. Die Pflugfurche im Herbst grob einzuebnen, kann vorteilhaft zur Rückverfestigung des Bodens sein. Eine feinkrümelige und rückverfestigte Krume ist die Ausgangsposition für die Saatbettbereitung. Für die Färberpflanze sind eine ebene Bodenoberfläche und feuchtigkeitsbewahrende Bearbeitung optimal. Um den Boden möglichst wenig zu beanspruchen, ist es sinnvoll, marginale Arbeitsgänge bestmöglich mit Gerätekombinationen anzustreben. (*Biertümpfel, Wurl, Reinhold, Vetter, 2004: 5*)

## 4.5 Aussaat

Die Aussaat des Waid erfolgt normalerweise im Spätherbst ab Ende Oktober bzw. zu Beginn des Frühjahrs von Anfang März bis Mitte April. Eine Aufspaltung auf Herbst- und Frühljahrsaussaat ist erforderlich, da das Erntegut unmittelbar nach der Ernte verarbeitet werden muss. Somit sind die Flächen durch unterschiedliche Aussaaten aufgeteilt, wodurch sich gestaffelte Erntetermine ergeben. Früher war die Schötchenaussaat üblich, die aber durch „die geringen Fließeigenschaften des Saatgutes in der Saatmaschine und des bei der Keimung nötigen großen Wasserbedarfs“ besser nicht anzuwenden ist. Stattdessen sät man nur noch den Samen, welcher aus der Schote gelöst wird. Die Tiefe der Aussaat sollte 1 bis 2 cm bei einer Aussaatmenge von 4 bis 5 kg/ha betragen. Diese Menge ist der Optimalwert hinsichtlich eines Tausendkorngewichts von ca. 2 g und einer Keimfähigkeit von ca. 80-90%. Bei der Aussaat muss „ein Reihenabstand beachtet werden, der zwischen 13,5 cm und 30 cm liegt“. Wichtig ist, dass die Reihenentfernung sich hauptsächlich an der „Bestell-, Ernte-, und Pflorgetechnik“ orientiert. Einerseits dürfen die Reihen nicht zu eng zusammen liegen, um den Pflanzen genug Platz für einen festen Stand zu bieten, andererseits aber auch nicht zu weit auseinanderliegen, damit der „Bestandesschluss“ möglich ist und kein Platz für Unkräuter geboten wird.

*(Biertümpfel, Wurl, Reinhold, Vetter, 2004: 5)*

*Abbildung 1: Waid im Jungstadium*



*(Quelle: Feige, Wolfgang. Neudietendorf. Foto. 1996)*

*Abbildung 2: Aufgang des Waid mit optimalem Reihenabstand*



*(Quelle: Feige, Wolfgang. Neudietendorf. Foto. 1996)*

Tabelle 1: Aussaatfaktoren

| Aussaatfaktoren    |              |
|--------------------|--------------|
| Aussaattiefe       | 1 - 2 cm     |
| Aussaatmenge       | 4 - 5 kg/ha  |
| Tausendkorngewicht | 2 g          |
| Keimfähigkeit      | 80 - 90%     |
| Reihenabstand      | 13,5 - 30 cm |

(Quelle: eigene Darstellung nach Biertümpfel, Wurl, Reinhold, Vetter, 2004, erstellt mit Microsoft Word)

## 4.6 Nährstoffentzüge und Düngung

Allgemein hat Färberwaid einen „hohen Nährstoffbedarf“. „Die Entzüge liegen in Abhängigkeit vom Ertragsniveau bei 20 bis 25 kg P/ha, 180 bis 250 kg K/ha und 15 bis 20 kg Mg/ha vor“. Um die Bodenfruchtbarkeit „mit der Düngung zu erhalten, muss die Versorgungsstufe des Bodens und das Mineraldüngeräquivalent der empfohlenen Stallmistgabe berücksichtigt werden“. Außerdem liegen die „Stickstoffentzüge bei 120-200 kg N/ha“, wodurch ein „hoher Stickstoffbedarf“ entsteht. Für einen höheren Ertrag sind mineralische Stickstoffgaben an die Nmin-Untersuchungen des Bodens, der „Stickstoffbedarfsanalyse zu Beginn der Vegetation“ sowie nach jedem Schnitt angepasst. Im Frühjahr liegt der N-Sollwert, der sich aus Nmin und der Düngung zusammensetzt, bei 120 kg N/ha. Nach dem ersten und zweiten Schnitt sind 50 kg N/ha förderlich, wohingegen eine N-Düngung nach dem letzten Schnitt, auch bei „Saatgutgewinnungsbeständen“, nicht notwendig ist. Erfahrungen bezüglich der Düngerform sind bisher nur mit Kalkammonsalpeter und Ammonsulfatsalpetern gemacht worden. Vor Waid ist eine Stallmistgabe in der Fruchtfolge möglich. (Biertümpfel, Wurl, Reinhold, Vetter, 2004: 5)

Tabelle 2: Nährstoffentzüge (abhängig vom Ertragsniveau)

| Nährstoffentzüge |                   |
|------------------|-------------------|
| Stickstoff       | 120 - 200 kg N/ha |
| Phosphor         | 20 – 25 kg P/ha   |
| Kalium           | 180 – 250 kg K/ha |
| Magnesium        | 15 – 20 kg Mg/ha  |

(Quelle: eigene Darstellung nach Biertümpfel, Wurl, Reinhold, Vetter, 2004, erstellt mit Microsoft Word)

## 4.7 Pflanzenschutz

Da Waid nach ökologischen Maßstäben angebaut wird sowie keine gelistete Nutzpflanze ist, müssen die zugelassenen Pflanzenschutzmittel vom „zuständigem Pflanzenschutzamt direkt und aktuell abgefragt werden“. Pflegemaßnahmen von ackerbaulicher oder mechanischer Natur sind besonders wichtig, da „für die Reinhaltung und Gesunderhaltung der Bestände keine chemischen Pflanzenschutzmittel“ verwendet werden dürfen. Der Schutz soll präventiv sein und der Stärkung der Färberpflanze dienen. Gegenwärtig wird der Pflanzenschutz für Waid durch das „Lückenindikationsverfahren“ geregelt. Dieses findet nur bei Pflanzen von marginaler gesamtwirtschaftlicher Bedeutung und geringfügigem Anbauumfang Anwendung. (*Biertümpfel, Wurl, Reinhold, Vetter, 2004: 6*)

Durch die sukzessive Jugendentwicklung der Waidpflanze, vergehen „zwischen Aussaat und Aufgang bei der Frühljahrsaussaat normalerweise zwei bis drei Wochen“. Wenn die Waidpflanzen sprießen, dauert es „sechs bis acht Wochen bis zum Bestandesschluss“. Innerhalb dieser Phase muss mechanische Pflege zum Einsatz kommen, wie etwa „Blindstriegeln sowie ein bis zwei Maschinenhacken“, da „die Konkurrenzfähigkeit gegenüber Unkräutern noch sehr gering ist“. (*Biertümpfel, Wurl, Reinhold, Vetter, 2004: 6*)

Krankheiten und Schädlinge müssen vor allem zur Zeit der „Auflaufphase“ des Waid bekämpft werden. Der Rapserrdfloh (*Psylliodes chrysocephala*) ist beim Auflaufen der Pflanze oft für Schäden verantwortlich, wobei insbesondere bei großem Anbauumfang Rapsschädlinge eher vorkommen können. Die „Insektizidbekämpfung muss nach §18 b des Pflanzenschutzgesetzes beantragt werden“, wobei „Beizmittel generell nicht im Waid zugelassen sind“. „Blattlausbefall“ ist teilweise „im ersten Standjahr“ zu befürchten. Jedoch wird Waid zwei bis dreimal geschnitten und deswegen ist der Befall der Blattläuse bei so „häufiger Schnittnutzung“ wenig schadhaft. Falls Samen- oder Ölproduktion im zweiten Standjahr erwirtschaftet werden soll, ist es möglich, dass durch „Stängelrüsslerbefall“ der Ertrag gemindert wird. (*Biertümpfel, Wurl, Reinhold, Vetter, 2004: 6*)

## 4.8 Ernte und Nacherntebehandlung

Bei der Ernte werden Pflanzen ohne jegliche Verunreinigung benötigt, damit diese den Anforderungen des anschließenden Verarbeitungsprozesses genügen. Nach „Bestandesschluss ca. Ende Juni bis Anfang Juli“ darf man mit der Blatternte beginnen. Nach dem ersten Schnitt kann Waid bei ausreichender „Wasserversorgung und in Abhängigkeit von der Temperatur“ in der Regel „nach fünf bis sieben Wochen“ wiederholt geschnitten werden. „Drei Schnitte pro Jahr sind normalerweise möglich“, jedoch kommt es auch vor, dass das Wetter nicht mitspielt und dadurch nur zweimal geschnitten werden kann. (*Biertümpfel, Wurl, Reinhold, Vetter, 2004: 6*)

„Frischmasseerträge von 150 bis 250 dt/ha“ sind zu erwarten, was ungefähr „20 bis 30 dt/ha Trockenmasse“ entspricht. Bei den „ersten beiden Schnitten“ der Pflanze sind keine großen Unterschiede bezüglich Ertrag und Farbstoffgehalt festzustellen. Beim dritten Schnitt vermindern sich die „Ertragshöhe“ und der Indigogehalt deutlich. Vom Schnitt nach Frösten im Herbst ist abzuraten. (*Biertümpfel, Wurl, Reinhold, Vetter, 2004: 6*)

„Die Blattmasse muss nach der Ernte direkt verarbeitet werden“, weil bei der „Indigoherstellung“ durch „irreversible Umsetzungsprozesse“ sonst „die Farbstoffausbeute vermindert wird“. Wenn Anstrichmaterialien durch „Waidgärsaft“ produziert werden sollen, folgt „nach der Ernte ein Fermentationsprozess“. „Trocknung oder Silierung des Ernteguts zur Verlängerung der Verarbeitung“ ist ausgeschlossen. „Anbaufläche und Verwendung des Waid“ sind die beiden Hauptkriterien nach denen sich die „Erntetechnik“ richtet. Bewährte Maschinen sind „Spezialmaschinen, welche im Gemüse- und Kräuteranbau genutzt werden“. Die in Neudietendorf/Kornhochheim vom dortigen Betriebsinhaber Herrn Friebe gewählte Erntemaschine (siehe Abbildung 4), ist eine Kverneland TA 1500, die sehr tief schneidet. Dadurch werden Blattsaft- und „Ernteverluste minimiert“. (*Biertümpfel, Wurl, Reinhold, Vetter, 2004: 6*)

Zur Samengewinnung ist eine Überwinterung der Pflanzen erforderlich. „Für die Erzeugung von Saatgut muss Waid nach dem letzten Schnitt genug Zeit haben, um vor dem Winter wieder eine Rosette bilden zu können“ und um wieder kräftig genug für die Überwinterung zu sein. Zu Vegetationsbeginn fängt die Färberpflanze an Schosser zu entwickeln. „Anfang bis Mitte Mai“ beginnt bei der Pflanze normalerweise die Blütezeit, nach welcher „die Samen sechs bis sieben Wochen“ benötigen um zu reifen. Es besteht die Gefahr der „Sikkation des Bestandes“, weil „die Schötchen ungleichmäßig abreifen“. „Für die Ernte werden han-

delsübliche Mähdrescher verwendet, für die eine zügige Fahrgeschwindigkeit bei minimalem Wind zu wählen ist. Die Haspeldrehzahl sollte niedrig, der Haspeleingriff schwach sein. Es sind großlöchrige Siebe zu verwenden.“ Ein gutes Ergebnis des Ertrags wird bei einer „Dreschtrommeldrehzahl von 750 bis 800 U/min bei mittlerer Korbeinstellung erreicht. Das Erntegut des Mähdreschers sind die Schötchen. Als nächster Schritt muss der Samen mit zweckdienlichen „Dreschmaschinen oder Reibern gewonnen werden“. „Der durchschnittliche Samenertrag liegt bei 4dt/ha, jedoch kann er in guten Jahren auch bis zu 10dt/ha betragen.“

Abbildung 3: Erntemaschine Kverneland TA 1500



(Quelle: Feige, Wolfgang. Neudietendorf. Foto. 1996)

Abbildung 4: Waid in voller Blüte



(Quelle: Friebe, Wolfgang. Kornhochheim. Foto. 2017)

In den Samen ist ca. 30 bis 35% fettes Öl enthalten, das in der Zusammensetzung dem Rapsöl ähnelt. (Biertümpfel, Wurl, Reinhold, Vetter, 2004: 7) Die Fettsäurezusammensetzung zeigt, dass vor allem C18- bis C22-Ketten enthalten sind. Die Keimfähigkeit der Samen bleibt bis zu vier Jahre erhalten.

Häcksellader sind für die Gärsaftproduktion auch geeignet. Um Ernteverluste gering zu halten, sollte man am besten an sonnigen heißen Tagen am Morgen und Vormittag ernten, wenn die Blätter der Rosette noch nicht welk sind. (Hoppe, B., Biertümpfel A., Hammer M., Reinhold G., Vetter A., 2013 S.679)

Die Stoffwechselvorgänge der Pflanze setzen sich nach der Ernte fort. Die Nacherntebedingungen sind von immenser Bedeutung, denn durch den Schnitt ist vor allem der Sekundärstoffwechsel der Pflanze mit großen Veränderungen der Inhaltsstoffe und Abbauvorgängen nicht vorüber. (*Verkerk, Dekker, Jongen, 2001: 42*) Wenn noch Wasser in den Zellen vorhanden ist, ist es möglich, dass „enzymatische und keine enzymatischen Umbau- und Abbauvorgänge“ erfolgen. (*Oberthür, 2004: 60*) Das endgültige Inhaltstoffspektrum hängt stark von der Trocknungstemperatur und Lagerbedingungen bis zur finalen Weiterverarbeitung der Pflanze ab. (*Hänsel, Spieß, 1999: 140*) Oberthür (2004) stellte fest, dass es beim Tryptanthringehalt bei den ausgewählten Herkünften „Thüringer Waid“, „Jenaer Waid“, „Kieler Waid“, „Französischer Waid“ und „Schweizer Waid“ auch auf den Erntezeitpunkt, jedoch maßgeblich auf die Ausführung des Trocknungsprozess ankommt. Der Anteil an Tryptanthrin ist zu 0,008-0,018% vorhanden, wird aber durch Temperaturanstieg also bei der Trocknung wesentlich erhöht. Sogar die getrockneten Blätter bilden weiterhin bei der Lagerung das Alkaloid. Die höchsten Gehalte wurden bei einer Trocknungstemperatur von 40°C und bei einem Augustschnitt, im Vergleich zu den Erntemonaten Juni und Juli ermittelt. Bei der Trocknung werden durch Stoffwechselveränderungen des Waid der Gehalt an Indoxylderivaten (Indigovorstufen) verändert. Bei der Trocknung der Blätter werden Isatan A und B, welche sehr instabile Intermediate sind, vollständig abgebaut, wobei Indican relativ stabil ist. Oberthür erklärt (2004) den Aktivitätsverlust aller Enzyme durch den Wasserverlust während des Trocknungsprozesses. (*Hoppe, B., Biertümpfel A., Hammer M., Reinhold G., Vetter A., 2013 S.679f*)

## 4.9 Kalkulation der Kosten der Waidproduktion

„Für die Kalkulation der Produktionskosten sind die Parameter“, welche die Thüringer Landesanstalt 2004 verwendet hat, in Tabelle 3 aufgelistet. Die Ernte 2004 wurde mit dem „eingesetzten Häcksellader kalkuliert“, wobei durch die kleine „Anbaufläche und geringe Flächenleistung der verwendeten Maschine, hohe Erntekosten entstanden.“ Bei einem Ertragsniveau von 150 dt FM/ha und einer Ackerzahl von 35, war der Trockenmassegehalt 12% und der Trockenmasseertrag 18 dt/ha. Der Ertrag pro Schnitt lag bei drei Schnitten bei 50 dt FM/ha. Bei einem Ertragsniveau von 250 dt FM/ha und einer 55 als Ackerzahl, war ebenfalls ein Trockensubstanzgehalt von 12% und Trockenmasseertrag von 30 dt/ha zu verzeichnen. Der Ertrag pro Schnitt lag bei drei Schnitten bei 83,3 dt FM/ha.

Tabelle 3: Parameter der Waidproduktion

| <b>Position</b>          | <b>Mengeneinheit<br/>(ME)</b> | <b>Ertragsniveau<br/>150 dt FM/ha</b> | <b>Ertragsniveau<br/>250 dt FM/ha</b> |
|--------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Ackerzahl                | -                             | <b>35</b>                             | <b>55</b>                             |
| TS-Gehalt                | %                             | <b>12</b>                             | <b>12</b>                             |
| TM-Ertrag                | dt/ha                         | <b>18</b>                             | <b>30</b>                             |
| Anzahl der Schnitte      | N                             | <b>3</b>                              | <b>3</b>                              |
| Ertrag/Schnitt           | Dt FM/ha                      | <b>50</b>                             | <b>83,3</b>                           |
| Verfügbare Feldtage      | %                             | <b>57</b>                             | <b>57</b>                             |
| Erntetage/Woche          | -                             | <b>4</b>                              | <b>4</b>                              |
| Erntewochen/Schnitt      | -                             | <b>3</b>                              | <b>3</b>                              |
| Erntemengen/Erntetag     | t FM                          | <b>3</b>                              | <b>3</b>                              |
| Transportentfernung      | km                            | <b>10</b>                             | <b>10</b>                             |
| Tägliche Mähfläche       | ha/d                          | <b>0,6</b>                            | <b>0,36</b>                           |
| Mögliche Flächenleistung | ha/a                          | <b>21,6</b>                           | <b>12,96</b>                          |

(Quelle: Darstellung nach Biertümpfel, Wurl, Reinhold, Vetter, 2004: 7)

Für die Berechnung sind die in den Versuchen und der Praxis üblichen „agrotechnischen Maßnahmen“ genutzt worden. Die „Pflanzenschutzaufwendungen korrespondieren aus den der Lückenindikationsversuchen der TLL üblichen Herbizid- und Insektizidbehandlungen.“ (Biertümpfel, Wurl, Reinhold, Vetter, 2004: 7) Diese Genehmigungen können nach §22 b des Pflanzenschutzgesetzes bei den zuständigen Pflanzenschutzstellen beantragt werden.

Tabelle 4: Richtwerte Direkt- und Arbeitserledigungskosten der Waidproduktion (2013)

| Position                                          |                                             | ME             | FM- Ertragsniveau |             |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------|-------------------|-------------|
|                                                   |                                             |                | 150 dt/ha         | 250 dt/ha   |
| <b>Direktkosten</b>                               | Saatgut                                     | €/ha           | 75                | 75          |
|                                                   | Düngemittel                                 | €/ha           | 227               | 378         |
|                                                   | Pflanzenschutzmittel                        | €/ha           | 144               | 144         |
|                                                   | <b>Summe</b>                                | <b>€/ha</b>    | <b>446</b>        | <b>598</b>  |
| <b>Arbeitserledigungskosten</b>                   | Unterhaltung Maschinen                      | €/ha           | 113               | 147         |
|                                                   | Kraft- u. Schmierstoffe (0,85 €/l)          | €/ha           | 124               | 168         |
|                                                   | AfA Maschinen                               | €/ha           | 106               | 132         |
|                                                   | Personalkosten (8,22 €/h + 50% Nebenkosten) | €/ha           | 156               | 210         |
|                                                   | <b>Summe</b>                                | <b>€/ha</b>    | <b>499</b>        | <b>657</b>  |
| <b>Summe Direkt- und Arbeitserledigungskosten</b> |                                             | <b>€/ha</b>    | <b>945</b>        | <b>1255</b> |
| <b>Herstellungskosten</b>                         |                                             | <b>€/dt FM</b> | <b>6,30</b>       | <b>5,02</b> |

(Quelle: Darstellung nach Hoppe, B., Biertümpfel A., Hammer M., Reinhold G., Vetter A., 2013: 681)

Zusammengefasst sind die Direktkosten sowie der Arbeitserledigungskosten nach Richtwerten aus dem Jahre 2013 (Tabelle 4) folgendermaßen: „Die Herstellung kostet 6,30 €/dt FM bei einem Ertragsniveau von 150 dt FM/ha bzw. 5,02 €/dt FM bei einem Ertragsniveau von 250 dt FM/ha.“ (Hoppe, B., Biertümpfel A., Hammer M., Reinhold G., Vetter A., 2013: 681) Die Direktkosten setzen sich aus Saatgut, Düngemittel und Pflanzenschutzmittel (siehe Anhang 1) zusammen, welche eine Summe von 446 €/ha bei 150 dt/ha und 598 €/ha bei 250 dt/ha ergeben. Zu den Arbeitserledigungskosten zählt der Unterhalt der Maschinen, Kraft- und Schmierstoffe, die Abschreibung der Maschinen und die Personalkosten. In der Summe kommt man bei den Arbeitserledigungskosten bei 150 dt/ha auf 499 €/ha und bei 250 dt/ha auf 657 €/ha. Die Summe der Direkt- und Arbeitserledigungskosten ergibt bei 150 dt/ha 945 €/ha und bei 250 dt/ha 1255 €/ha. Wenn man die Möglichkeit hat, Waid an Ort und Stelle zu verarbeiten und auf dem Absatzmarkt genügend veräußert werden kann, ist die Pflanze eine beachtenswerte und lukrative Nischenfrucht. Außerdem trägt der Anbau einer ökologischen Nischenfrucht zu einem positiven Image der heutigen Landwirtschaft bei, denn der Wert der Kulturlandschaft steigt. Nicht zu verachten ist bei Sonderkulturen der hohe Arbeitskräftebedarf je Hektar, besonders für die Nacherntebehandlung (Aufbereitung, Trocknung und Extraktion) von Färberwaid, der im ländlichen Raum neue Arbeitsplätze schaffen könnte.

## 5 Anwendung

„Isatis tinctoria“- im Mittelalter hauptsächlich als Färbepflanze genutzt - eignet sich darüber hinaus für viele weitere Anwendungsmöglichkeiten, von denen die wenigsten allgemein bekannt sind. Aus jedem Pflanzenteil des eineinhalb Meter großen Kreuzblütlers ist es möglich Rohstoffe zu gewinnen, aus denen beispielsweise ökologische Baustoffe oder medizinische und kosmetische Produkte hergestellt werden können. Durch die Forschung von Wolfgang Feige konnten in zahlreichen Versuchen in den 80er und 90er Jahren des 20. Jh. folgende Erkenntnisse gewonnen werden:

Die medizinischen Einsatzmöglichkeiten reichen von getrockneten Blättern, die sich zu einem Heil-Tee verarbeiten lassen, über Extrakte von Pflanzenteilen des Waid für Heilcremes bis zu Kosmetika. Auch im Bausektor bietet Waid enormes Potential, denn aus unterschiedlichen Pflanzenteilen können ökologische Baustoffe wie Imprägnier- oder Holzschutzmittel sowie Dämmstoffe, Anstrichfarben, Firnisse, und Lacke hergestellt werden. Die ehemals vom Thüringer Waid-Verarbeitungsbetrieb in Neudietendorf angefertigten Produkte waren frei von giftigen oder schädlichen Dämpfen sowie von chlorierten oder persistenten Zuschlagstoffen und waren nicht brennbar. (Müller, 1998: 4) Durch Zugabe von entsprechenden Farbpigmenten können verschiedene Farbtönungen bei den Anstrichmitteln erzielt werden. Waidextrakt lässt sich auch für die Papier- und Lederrestaurierung erfolgreich nutzen. Der Extrakt enthält das notwendige Bindemittel, besitzt fungizide Wirkung und ist in den vom Original vorgegebenen Farbtönen einfärbbar. (Müller, 1998: 5) Überdies kann man aus den Wurzeln der Pflanze sogar einen Waidlikör (Waidbitter) produzieren. (Feige, 1985: 6)

Auch im Pflanzenschutz hat Frau Renate Kaiser-Alexnat vom Julius Kühn-Institut in Darmstadt die Wirkung des Färberwaides untersucht. Die Früchte von *Isatis tinctoria* geben bei Verrottung im Boden allelopathische Substanzen frei, welche eine hemmende Wirkung auf die Keimung der Samen haben können. Ziel der Untersuchung war es herauszufinden, wie viel gebraucht und wie stark die hemmende Wirkung bei einer Beikrautregulierung auf die Keimung und Jungpflanzenentwicklung von ausgewählten Unkräutern, wie Acker-Kratzdistel, Krauser Ampfer und Gemeine Quecke sowie im Ackerboden enthaltenen Unkrautsamen ist. Es bleibt festzuhalten, dass die keimhemmende Wirkung vorhanden ist, jedoch bei der angewandten Applikationsform, Waid-Schötchen-Mehl in den Boden einzuarbeiten, die Aufwandmengen bei Feldbedingungen zu hoch sind. Wenn die Aufarbeitung der Waid-Schötchen sowie die Applikation verändert wird, ist es denkbar, dass die allelopathische Wirkung

für bestimmte Anwendungsbereiche als biologischer Pflanzenschutz interessant wäre. (*Kaiser-Alexnat, 2014: 99 ff*) In den letzten Jahrzehnten konnten in den Waidblättern weitere Inhaltsstoffe isoliert werden, wie z.B. Indirubin, Indigbraun, Tryptophan, Isatin, Isatan, Sinapin, Quercetin, Kaempferol und Stachyose (*Seifert, 1989: 12*) Diese zahlreichen Inhaltsstoffe bieten potentiell viele weitere, noch zu erforschende Verwendungsmöglichkeiten.

*Tabelle 5: Verwendungsmöglichkeiten der Waidpflanze*

| Pflanzenteil                   | Übergangsform                                      | Eigenschaften                                                       | Verwendung                                  | Produktbeispiele                                        |
|--------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Farbstoff</b>               |                                                    |                                                                     |                                             |                                                         |
| Blätter                        | Vergorenes Mus; getrocknet oder in Pulverform      | Tönen & färben                                                      | Textilfärberei                              | Textilfarben (schwarz, braun, blau, grün)               |
| <b>Medizin/Kosmetik</b>        |                                                    |                                                                     |                                             |                                                         |
| Samen & Blätter                | Waidsoft gepresst oder vergoren; Waidöl, Blattbrei | Bakterizid, Fungizid, filmbildend                                   | Wundheilung, Hautpilzbekämpfung             | Salben, Cremes, Shampoos, Badezusätze etc.              |
| Blätter                        | Getrocknet                                         | Heilende Wirkung mit Verdacht der Wirkung gegen Allergien und Krebs | Bei Magen-Darmstörungen, Milzproblemen      | Tee                                                     |
| <b>Bauprodukte/-stoffe</b>     |                                                    |                                                                     |                                             |                                                         |
| Blätter                        | Soft                                               | Insektizid, Fungizid, Flammhemmend                                  | Holz- und Bau-tenschutz                     | Imprägniermittel für Holz, Stein und mineralische Putze |
| Blätter                        | Abtropfwasser aus der Musbereitung                 | Bindekraft, Flammhemmend                                            | Bindemittel                                 | Anstrichfarben, Lacke, Lasuren, Firnisse                |
| Stängel, Blattmus, Samenschrot | Ausgepresste Masse, Fasern                         | Bindekraft, Flammhemmend                                            | Wärmedämmung                                | Lose Zellulosedämmung, Wärmedämmprodukte                |
| Samen                          | Öl                                                 | Bindekraft                                                          | Bindemittel                                 | Anstrichfarben, Lacke, Lasuren, Firnisse                |
| Blätter                        | Vergorenes Mus; getrocknet oder in Pulverform      | Tönen & färben                                                      | Färbende Beschichtung oder färbender Zusatz | Anstrichfarben, Lacke, Lasuren, Firnisse, Putze         |

(Quelle: Darstellung nach Holzmann, G., & Wangelin, M. (2009). *Natürliche und pflanzliche Baustoffe*. Wiesbaden: Vieweg+ Teubner: 334)

## 5.1 Naturfarbe/Textil

Färberwaid war in Europa bis zum Import von Indigo die wichtigste Färbepflanze für Blaufärbungen. Vom „blauen Wunder“ oder „blau machen“ zu sprechen sind allgegenwärtige Überbleibsel im heutigen Sprachgebrauch der ehemaligen Färberkunst. Dieser damals wichtigste Inhaltsstoff der Waidpflanze war der dunkelblaue Farbstoff Indigo, der in der Pflanze nur als farblose Vorstufe (Indican) vorliegt. Durch Fermentation der zerkleinerten Blätter bildet sich zunächst Indoxyl, welches unter der Aufnahme von Luftsauerstoff zu Indigo umgewandelt wird. Die blaue Farbe entsteht erst in dem Augenblick, wenn z.B. die gefärbten Textilien an der Luft getrocknet werden.

Im Folgenden sind zwei Wege beschrieben wie Küpenfärberei, einer der ältesten schon im Altertum bekannten Färbeprozesse, mit Waid durchgeführt werden kann. Hansjürgen E. Müllerott hat 19 verschiedene Rezepturen zusammengetragen, die eine gewisse Ähnlichkeit aufweisen. Deshalb sollen hier beispielhaft ein Rezept mit frischen Waidblättern und eines mit Waidpulver beschrieben werden.

„Die Extraktion des Waidindigos nach David J. Hill, Bristol:

1. Die geernteten frischen Blätter werden gewaschen, um Schmutzreste zu entfernen.
2. Wasser in einen Topf mit dünnen Boden zum Kochen bringen.
3. Eine Hand voll Blätter in das kochende Wasser werfen, umrühren und sobald das Wasser wieder kocht, den Vorgang mehrmals wiederholen, allerdings nur sooft, dass auch, wenn zum letzten Mal Blätter zugegeben werden, alle mit Wasser bedeckt sind.
4. Dann lässt man das Wasser mit den Blättern 3 Minuten kochen. Anschließend wird der Extrakt abgossen. Er enthält Indoxylester von 3-Keto-Glukonat.
5. Den Extrakt in einen Topf mit dünnen Boden umfüllen und ihn in einem Behälter mit kaltem Wasser kühlen. Um den Vorgang zu beschleunigen, werden beide Flüssigkeiten umgerührt.
6. Wenn die Temperatur des Extraktes 20-30° erreicht hat, etwa 5 ml Ammonium-Hydroxid und eine starke Lösung Natriumkarbonatlösung (bzw. eine andere alkalische Lösung) zufügen. Nun ist die Färberküpe bereit.
7. Die Wolle in die Küpe geben, ständig bewegen und nach 5 Minuten herausnehmen und den Indigo die Möglichkeit zur Oxidation geben. Nun färbt sich die Wolle blau.

Will man zu einem dunkleren Blau gelangen, kann dieser Vorgang mehrmals wiederholt werden. Es ist aber darauf zu achten, dass die Wolle, sobald sie während des erneuten Bades in der Färbeküpe ihre Farbe zu verlieren beginnt, herausgenommen werden muss, um dem Indigo wieder die Möglichkeit zur Oxidation zu geben.

8. Nach der letzten Oxidation ist die Wolle gut auszudrücken und sich nochmals 5-10 Minuten zu überlassen, bevor sie sorgfältig mit Wasser und Seife vorzuwaschen ist.“

*(Müllerott, 1989: LII)*

Bei der oben genannten Küpe ist allerdings verhältnismäßig wenig Farbstoff (als wasserlösliche Vorstufe) enthalten. Außerdem erhält man laut dem Textilforschungsinstituts Thüringen Vogtland mit derartigen Rezepturen teilweise ungleichmäßige Färbeergebnisse.

Die zweite modernere Rezeptur für eine Färbeküpe mit Waidpulver wurde auch vom Waidpionier Wolfgang Feige als Orientierung genutzt. Für diese Bereitung der Küpe müssen zwei Lösungen zunächst getrennt hergestellt werden. *(Fischer, 1997: 46)*

Für Lösung 1 wird ein halber Liter Wasser in einem Glas auf 48°C erhitzt, um das Natriumhydroxid aufzulösen. Mit minimalem Wasseranteil wird das Indigo in einem zweiten Glas zu salbenähnlichem Teig vermischt. Der Teig wird nun in Natronlauge (Natriumhydroxid) gegeben und mit 10 g Natriumhydrosulfit verrührt. Die Lösung braucht nun zugedeckt ein bis zwei Stunden bis sie gelb oder dunkelgrünlich ist.

Die Lösung 2 besteht aus einem Liter kaltem Wasser, in welchem 20 g Natriumhydrosulfit aufgelöst werden. Die Lösung muss fünf bis zehn Minuten zugedeckt ruhen.

Für die Vorbereitung des Farbbades heizt man 20 Liter Wasser in einem Emaille-Eimer auf 48°C. Von Lösung zwei 130 ml hinzumischen und zehn Minuten stehen lassen. Fünf Gramm Gelatine mit ein wenig heißem Wasser in einem Gefäß auflösen und zum Eimer hinzugeben. Die halbe Ration von Lösung 1 hinzugeben ohne das Blasen entstehen und langsam verrühren. Das Bad ist bereit, wenn nach ca. 20 Minuten die Lösung hellgelb ist, sowie an der Oberfläche eine bläulich irisierende Schicht zu sehen ist. Solange dies nicht der Fall ist und die Lösung noch zu grünlich ist, muss erneut etwas von Lösung 2 hinzugegeben werden.

Für den Färbevorgang sollte die Wolle oder Baumwolle vorher eine Stunde lang in Wasser eingeweicht werden. Wenn neue Baumwolle benutzt wird, muss die Appretur mit Seifenlauge ausgekocht werden. Nachdem etwas Wasser leicht aus den Stoffen gepresst wurde, werden sie eine halbe Stunde aufgehängt. Die Küpe muss immer wieder umgerührt werden. Daraufhin den Stoff ohne gefärbtes Wasser herausnehmen und eine halbe Stunde aufhängen.

Den Stoff keinesfalls auswringen. Falls die Tiefe der Farbe nicht stark genug ist, den Tauchvorgang zwei bis dreimal wiederholen. Wenn die Färbung fertiggestellt ist, müssen die Stoffe mit kühlem Wasser gewaschen werden. Durch die Schädigung der Natronlauge wird zur Neutralisation in die letzte Wäsche ein wenig Essig gegeben, um die Struktur der Wolle zu erhalten. Wolfgang Feige rät dazu, den aus der Küpe gezogenen Stoff mit Wasserstoffperoxid zu waschen, um die Oxidation anzutreiben. Die Küpe soll immer eine Temperatur von ca. 48°C haben und nicht unter 30°C fallen bzw. über 60°C ansteigen. Bei zu niedriger Wärme muss man mit Hilfe eines Wasserbads erneut erhitzen. Steigt die Temperatur über 60°C, besteht die Gefahr, dass sich das Indigo zersetzt. Sofern das Farbbad während der Färbung bläulich wird, gibt man von Lösung 2 wieder etwas hinzu, falls es zu trüb wird, muss Natronlauge nachgegossen werden. Will man dunkelblau färben, wird der Rest von Lösung 1 zugegeben. Andernfalls ist es möglich den Rest der beiden Lösungen für die nächste Färbung zu nutzen. (*Fischer, 1997: 48*)

Im Rahmen unterschiedlicher Forschungsvorhaben wurde in den letzten Jahren der pflanzliche Farbstoff erfolgreich extrahiert und fand seinen Weg zurück in die industrielle Textilfärberei. Mit Naturfarbstoffen gefärbte Produkte wurden teilweise wieder von innovativen Unternehmen auf den Markt gebracht, wobei dieser ökologische Produktionstrend stark von umweltbewussten Verbrauchern abhängt.

## 5.2 Ökologische Baustoffe

Wolfgang Feige fand heraus, dass aus einem Gemisch mit Waidstoff, welcher früher bei der Farbherstellung keine Beachtung fand, beispielsweise Imprägniermittel für Holz, Stein sowie Papier hergestellt werden können. Außerdem lassen sich Beizmittel, Lasuren und Anstrichfarben für Holz, Stein und Putz gewinnen. Diese Produkte wurden von der „Thüringer Waid Verarbeitungs GmbH“ sowie der „Thüringer Waid Forschungs GmbH“ erforscht, hergestellt und vertrieben. (*Höhn, 1991: 1*)

Ein Produkt des fermentierten Extraktes von Waid ist die Holzlasur. Diese kann als transparentes Holzpflegemittel aller Holzteile von Fachwerk bis zu Fenstern, Türen, Gartenzäunen genutzt werden. Außerdem eignet sie sich als Restaurationsanstrich von alten Hölzern oder Veredelung von neuem Holz, um die natürliche Holzmaserung zu beleben. Auch als vorbeugende Holzbehandlung mit insektizider und fungizider Wirkung gegen Schimmel und Schwammbildung ist sie einsetzbar. Trotz dieser Wirkung ist die Holzlasur ein reines Naturprodukt und zu hundert Prozent umweltfreundlich, somit als Anstrich von Holz in allen Bereichen einsetzbar.

Die Waid-Imprägnierung kann nämlich vollständig biologisch aus der Waidpflanze hergestellt werden, wobei die Bindemittel durch die ätherischen Öle der Pflanze selbst entstehen. Es kann als tiefimprägnierendes und verfestigendes Grundierungsmittel mit insektizider und fungizider Wirkung für saugfähige, farbfreie, trockene Flächen im Innen- und Außenbereich sowie für jegliche Holzteile wie Fachwerk, Fenster oder Türen genutzt werden.

Außerdem lassen sich aus dem fermentierten Extrakt der Waidpflanze Farben in Form von natürlichem Öl, Grund- und Deckfarben produzieren. Diese sind für Innen- und Außenanstriche verwendbar. Wetter- und Lichtbeständigkeit zeichnen das lösungsmittelfreie Produkt aus. Es kann als umweltfreundlicher Anstrich bei Restaurationsanstrichen von alten Hölzern und als vorbeugende Holzbehandlung mit insektizider und fungizider Wirkung gegen Schimmel- und Schwammbildung Verwendung finden.

In den letzten drei Jahrzehnten wurden in Thüringen viele Gebäude mit Thüringer Waidprodukten restauriert, wobei sowohl die Putzfarbe, als auch die Stein- und Holzkonservierungsmittel zum Einsatz kamen. (*Macias, 1998: 5 f.*)

Auch im bayerischen Unterfranken gibt es einige Gebäude, die mit Waid restauriert wurden. Die „Freien Architekten Haase Gruber Hettiger Gruber“ aus Karlstadt am Main haben zu zwei historischen Gebäuden, die 1995-1996 als bayerisches Pilotprojekt auf Veranlassung des Eigentümers mit Thüringer Waidprodukten renoviert wurden, ihre Erfahrungen bezüglich der Materialien festgehalten. Zweck und Ziel der Durchführung des Versuches an den beiden Gebäuden aus dem 16. Jh. war es folgende Fragen und Materialeigenschaften im Großversuch zu testen:

- Wetterbeständigkeit und Haltbarkeit, Farbbeständigkeit
- Vergleich zu bisherigen Techniken und Materialien
- Verarbeitungsfreundlichkeit
- Wie wird das Material von den Handwerkern angenommen, wie lässt es sich verarbeiten?
- Langzeitverhalten, Farbe, Aussehen, Materialverträglichkeit
- UV-Beständigkeit

„Ziel war es, den sehr rauen Putz mit der Hand möglichst einheitlich aufzutragen. Dieser frische (feuchte) Putz wurde nur einmal mit Thüringer Waid Steinimprägnierung eingelas-

sen. Diese Art der Aufbringung lässt sich mit der Freskotechnik alter Wandgemälde vergleichen, die aufgetragene Steinimprägnierung zog in den Putz ein und gab ihm eine erste Grundimprägnierung. Nach einem Zwischenanstrich erfolgte der Endanstrich des Gebäudes mit einer ockergetönten Farbe auf Waid-Kalkkasein-Basis. Die beteiligten Handwerker lobten hierbei die gute Deckkraft der Farbe, die offensichtlich mit dem Putz eine sehr gute Verbindung eingegangen ist. Interessant hierbei ist, dass nach wie vor die Farbe bei unterschiedlichen Wetterlagen in gewissem Maße Feuchtigkeit aufnimmt und auch wieder abgibt. Dies spricht für die gute Dampfdiffusionsfähigkeit der Thüringer-Waid-Farben und zeigt, dass sie gerade für historische Gebäude mit ihren Schwankungen im Feuchtigkeitshaushalt gut geeignet sind.“ (Huber, 1996: 1 ff unveröffentlicht)

Der Steinmetz und Bildhauer Andreas Vogt aus Ermershausen in Franken führte die umfangreichen Arbeiten an den Steingewänden der Fenster aus. Schon im Vorfeld seiner Arbeiten mit Thüringer Waid hatte er positive Erfahrungen mit diesen Produkten gesammelt und geprüft, welche Steinersatzmassen verwendet werden können und welche Materialverträglichkeiten es gibt. Im Folgenden wird der Erfahrungsbericht von Andreas Vogt, über die Anwendung und Verarbeitung von Thüringer Waidprodukten im Natursteinbereich im Zeitraum von 1995-1996 zitiert:

„Aufgrund der Lösungsmittelfreiheit sind keine Schutzvorrichtungen, wie z.B. eine Atemschutzmaske mit teurem Sonderfilter, erforderlich. Es entstehen keine aufsteigenden Dämpfe, auch der Gebrauch von Gummihandschuhen ist nicht notwendig. Die sonst meist notwendigen Schutzmaßnahmen sind für den Anwender oft sehr hinderlich, vor allem im Sommer bei großer Wärme auf dem Gerüst. Beide Produkte lassen sich leicht anmischen und einfach auftragen. Sie sind gut verstreichbar, ein Anstrich war ausreichend (Zeitersparnis als Kostenfaktor). Das benutzte Werkzeug ließ sich leicht reinigen.

Die Steinkonservierung zieht in den alten Naturstein, Roter-Mainsandstein und Grüner-Schilfsandstein, sehr gut ein. Unabhängig von Alter und Zustand der Natursteine an den obengenannten Objekten wurden die Thüringer Waidprodukte vom Sandstein optimal angenommen.

Beide Produkte bilden eine atmungsaktive Oberfläche, dadurch bleibt der Feuchtigkeitsaustausch innerhalb des Steines gewährleistet und es staut sich keine Feuchtigkeit durch eine absperrende Oberfläche. Die Wahrscheinlichkeit von Frostschäden durch zurückbleibende Restfeuchtigkeit wird erheblich verringert.

Bei der Steinkonservierung mit Thüringer Waid entsteht keine übermäßige Verhärtung der Steinoberfläche, welche zu einer Oberflächenschalenbildung führen kann, die sich oft später vom Kernstein abtrennt.

Im Vergleich zu Festigern auf Kieselsäureesterbasis mit schneller Aushärtung der Oberfläche, wirkt die Steinkonservierung mit Thüringer Waid langsamer und homogener ein. So entsteht kein zu krasser Unterschied in der Härte der Steinoberfläche zum Kernstein, damit wird einer späteren Schalenbildung vorgebeugt.“ (Vogt, 1996: 1 f)

Des Weiteren wurden die Holzteile, die am Dachstuhl und am gesamten Fachwerk eingebaut sind, mit Thüringer-Waid-Holzimprägnierung bearbeitet und anschließend mit Thüringer Waidlasuren gestrichen. Die beteiligten Kirchenmaler und Restauratoren waren durchwegs von den Produkten überzeugt, auch wenn der Geruch gewöhnungsbedürftig sei. Ein sehr positiver Aspekt für die Anwendung dieser Produkte ist, dass keinerlei schädliche Lösungsmittel enthalten sind. (Huber, 1996: 1 ff)

Nach der Fertigstellung der Restaurierung wurde der Einsatz des Bauherrn mit der Verleihung der bayerischen Denkmalschutzmedaille 2001 gewürdigt. Der damalige bayerische Staatsminister für Wissenschaft, Forschung und Kunst, Hans Zehetmair, betonte in seiner Laudatio, dass die Initiative zur Wiederentdeckung dieses mittelalterlichen Rohstoffs nicht hoch genug eingeschätzt werden könne, da mit diesem universell einsetzbarem Farbstoff eine originalgetreue Renovierung vieler Denkmäler ermöglicht würde. (Matz, 2001: 10)

Bemerkenswert ist, dass die Mauersegler ihre Nester im waidbehandelten Dachgesims während der Bauarbeiten weiter bewohnten und bis heute jährlich für drei Sommermonate beziehen. Dies kann als ein weiterer Hinweis für die ökologische Unbedenklichkeit der Waidprodukte gesehen werden.

### **5.3 Medizinische und kosmetische Anwendung**

Wie in der Historie bereits erwähnt, wurde schon in der Antike Waid als Heilmittel vielfach verwendet. Schon die Babylonier und Assyrer schätzten die Waidpflanze wegen ihrer heilenden Wirkung bei der Behandlung von Wunden, inneren Krankheiten und Hautkrankheiten, wie aus antiken Quellen zu ersehen ist.

Seit Hippokrates (um 460 – 377 v. Chr.) sind kontinuierlich Hinweise zu finden, dass Waid in der Heilkunde verwendet wurde. So schrieb auch Plinius Secundus (23-79 n. Chr.) im 22. Buch seiner Naturgeschichte: „...diese Pflanze stillt das Blut, heilt um sich fressende faulige

Geschwüre, sowie Geschwulste, wenn sie noch nicht eitern. Gegen die Rose dienen Wurzel und Blätter, und ein Trank davon lindert Milzkrankheiten. (*Wittstein, 1881: 16 f.*)

Auch heute wird Waid noch für medizinische Zwecke verwendet. Dabei ist zu beachten, dass bisher nicht wissenschaftlich entschlüsselt wurde, welche Inhaltsstoffe für die antibakterielle Wirkung und den damit schnelleren Heilungsverlauf zuständig sind. Dieses Geheimnis, warum ähnliche antibakterielle Präparate nicht genau so schnell die Blutungen stillen und Wunden heilen, muss noch gelüftet werden. Einige Autoren raten bei Wundrose, Geschwüren (Ulcera) und Ekzemen zu heißen Umschläge aus Waidblätterbrei (auch Wurzelbrei). Des Weiteren gibt es Überlieferungen, dass Waid gegen innere Erkrankungen wie Milzerkrankungen, und manchmal auch gegen Asthma oder „Durchbrüche“ angewendet wurde. Hierfür wurde Waidpulver in Wein gelöst oder eine Teezubereitung aus getrockneten Blättern eingesetzt. Wolfgang Feige ist überzeugt, dass Waid auch bei der Behandlung von Magen-Darm-Problemen hilft. (*Fischer, 1997: 77*) Seine Waidtee-Kräutermischung besteht zur Hälfte aus Waidblättern und enthält außerdem Ringelblume, Brennnessel, Mistel, Johanniskraut, Erdbeer- und Brombeerblätter, Kamille und Pfefferminze.

Es folgen zwei Erfahrungsberichte über die Anwendung der Waid-Heilcreme, die von Wolfgang Feige hergestellt wird. Sie besteht aus dem Extrakt des Waid in einer reinen Cremegrundlage.

Gotthard von Czetztritz, jahrzehntelang Oberarzt an der Kinderklinik der TU-München, schreibt in seinem Erfahrungsbericht über die Waid-Creme bei Psoriasis vulgaris: „Schon immer neigte meine Haut an den Unterschenkeln und den Ellenbogen zu Rötung und Juckreiz sowie leichter Schuppung. Es wurde die Diagnose Psoriasis vulgaris gestellt. Schubweise kam es zu einem Auftreten oder zu einer Verstärkung dieser Beschwerden. Die Behandlung erfolgte mit verschiedenen Cremes und Salben, in der Regel aber mit Cortisonsalben. Dies führte immer wieder zu Besserungen und vorübergehend zum Verschwinden der Symptome. Die Haut zeigt Zeichen von Atrophie.

Vor etwa einem Jahr wurde mir Waid-Hautcreme empfohlen. Kurz nach Beginn der Behandlung der entzündeten Hautareale, besonders an den Unterschenkeln, mit Waidcreme, kam es zu einer deutlichen Besserung, nach einer Woche waren keine Hauteffloreszenzen mehr vorhanden.

Seither treten gelegentlich wieder kleine rote, juckende Stellen der Haut auf, die mit Waidcreme behandelt, nach 1-2 Tagen verschwinden. Ich bin hocherfreut über die schnelle und

vor allem anhaltende Wirkung von Waid. Cortison kam nur noch ganz sporadisch zum Einsatz.“ (*Persönlicher Bericht vom 3. Februar 2018*)

Außerdem soll hier noch ein Bericht über einen Patienten mit mehreren Hautpartien am Körper mit Verdacht auf Basaliomen zitiert werden, der von Peter Eckert, Facharzt für Plastische und Ästhetische Chirurgie in Würzburg, geschrieben wurde. Peter Eckert erhielt diesen Patienten zur operativen Entfernung der Hautpartien durch die Überweisung einer Hautärztin. Er konnte den Verlauf unter der Behandlung mit Waid-Hautcreme im Juni 2017 sowie im Januar 2018 beobachten:

„Überraschend war bereits im Juli 2017 die wesentliche Besserung des gesamten, zuvor angegriffen wirkenden Hautbildes, weit besser, wie das von einer handelsüblichen Hautpflege sonst zu erwarten gewesen wäre. Auch bezüglich der Basaliom-verdächtigen Herde war bereits im Juli 2017 deutliche Besserung und an den Stellen, die ich im Januar 2018 gesehen habe, fast völlige Erscheinungsfreiheit erreicht. Eine weitere Beobachtung unter Beibehaltung des Behandlungskonzepts, wie dermatologisch genannt, erscheint konsequent.

Weiterhin kann man unter diesen ungewöhnlich günstigen Eindrücken eine kontrollierte Studie zu den Wirkungen der Färberwaidcreme auf die vorgeschädigte Haut sehr empfehlen.“ (*persönlicher Bericht vom 1. Februar 2018*)

Die größten Hoffnungen für den medizinischen Einsatz der Pflanze liegen, wie den beiden obigen Berichten zu entnehmen ist, auf den antimikrobiellen Inhaltsstoffen bei Hautkrankheiten. Wie in der Stellungnahme von Peter Eckert zu lesen ist, empfiehlt er eine kontrollierte Studie über die Färbercreme Waid. Dies zeigt, dass auch Schulmediziner von der Wirkung des Waid überzeugt sind. Auf dem Markt ist bereits eine sogenannte Waidea-Cremeserie gegen Neurodermitis, die aus Natursole und Waidextrakt besteht. (Anhang 3)

Waid bietet in der Kosmetik eine weitere Anwendungsmöglichkeit an, da der ölhaltige oder alkoholisch-wässrige Extrakt der Pflanze eine günstige dermatologische und pflegende Wirkung mit sich bringt. Seit 1992 erforscht und entwickelt eine Firma in Thüringen (siehe Anhang 2) kosmetische Erzeugnisse aus Extrakten der Thüringer Waidpflanze, um Reinigungs-, Vitalisierungs- und Pflegeprodukte herzustellen. Weitestgehend naturbelassen reichen die kosmetischen Präparate vorläufig von einer Tagescreme, Nachtcreme, Gesichtswasser, Reinigungsbalsam, Pflegelotion, Bodylotion, Shampoo bis zum Schaumbad. Diese Kosmetikserie aus Waidprodukten ist eine umweltfreundliche Produktpalette und verspricht eine reine Pflege für jeden Hauttyp. (*Feige, 1985: 7*)

## 6 Waid im Vergleich zu anderen Naturfarben

Waid stellte im Mittelalter die einzige Quelle der blaufärbenden Pflanzen in Europa dar. Doch wie bereits in der Historie (Kapitel 2) beschrieben existierte ab dem 16. Jh. auch eine andere Quelle zur Indigogewinnung, das günstigere Naturindigo vom Indigostrauch (*Indigofera tinctoria* L.) aus Asien. Die Indigopflanze ist wohl eine der ältesten Färbepflanzen, bereits um 3000 v. Chr. konnte der Farbstoff auf ägyptischen Gewändern nachgewiesen werden. Dieser Indigostrauch wurde allerdings hauptsächlich in Indien, China, Sumatra und Brasilien angebaut, denn die klimatischen Verhältnisse in Mitteleuropa sind für ihn nicht geeignet. Aus diesem Grund wird *Indigofera tinctoria* L. in diesem Vergleich nicht berücksichtigt. Hingegen kann Färberknöterich (*Polygonum tinctorium* Ait.), der in Japan der Hauptlieferant des Naturindigos war, in Mitteleuropa angebaut werden. In Europa ist der Färbeknöterich lange nicht bekannt gewesen und war deshalb im Mittelalter und der frühen Neuzeit dort kein Konkurrent für Waid. (*Biertiümpfel, Stolte, Wenig, Adam, 2013: 10*)

Alle drei Pflanzen Färberwaid, Indigostrauch und Färberknöterich enthalten den Küpenfarbstoff Indican, ein Glykosid des Indoxyls. Die Pflanzen Färberwaid und Färberknöterich gleichen sich bezüglich der Extraktion, sind allerdings beim Erreichen der Stufe des Indoxyls divergent. Im Färberknöterich wird Indican nur aus den Blättern gewonnen. (*Holzmann, Wangelin, 2009: 306*) Im Waid ist im Gegensatz zum Knöterich nicht nur Indican enthalten, sondern auch die Indoxylderivate Isatan A und Isatan B. Den größten Indigovorstufenanteil beim Waid hat Isatan A, dieser ist bei über 80%, wohingegen der von Indican unter 20% liegt. Dies bringt Waid dennoch keinen Vorteil, da Isatan A und Isatan B nach der Ernte irreversibel abgebaut werden und somit nicht mehr zur Indigoproduktion verwendet werden können. Entgegen dieser extremen Instabilität von Isatan A und B ist Indican, bei Temperaturen bis zu 50°C in leicht saurer Lösung fast unbegrenzt haltbar. (*Biertiümpfel, Stolte, Wenig, Adam, 2013: 16 f.*)

Somit ist für die Indigogewinnung auf deutschem Boden - bei einem Vergleich beider Pflanzen - der Färberknöterich wirtschaftlicher, denn 3-5% der Farbvorstufe vom Indican sind in den Blättern von Färbeknöterich enthalten, was ein ca. zehnfach höherer Indigovorstufengehalt ist als im Färberwaid. Hinzu kommt, dass die hohe Stabilität des einzigen Precursor Indican im Färberknöterich eine effiziente Extraktion des Farbstoffs ermöglicht.

Von der Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) sind Gefäßversuche mit *Isatis tinctoria* und *Polygonum tinctorium* Ait., wie in Tabelle 6 und 7 dargestellt, durchgeführt worden. Für reichhaltige Farbstoffgehalte und Biomasseerträge ist bei Waid und Färberknöterich eine Stickstoffversorgung von ca. 180 kg N/ha (N-Sollwert) nötig. Beim Gefäßversuch mit Färberknöterich ist der Indigogehalt bei einer Steigerung der Stickstoffzugabe von 1 g N/Gefäß auf 2 g N/Gefäß um 47 % gestiegen (Tab. 6). Vergleichbar waren die Ergebnisse der Feldversuche der FNR. Ebenso beim Waid zeigten die Gefäßversuche, dass die N-Düngung und der Farbstoffgehalt abhängig voneinander sind. Jedoch kann durch gesteigerte N-Gabe, insbesondere bei Waid, der Biomasseertrag erhöht werden. (*Biertümpfel, Stolte, Wenig, Adam, 2013: 10*)

*Tabelle 6: Einfluss der N-Düngung auf TM-Ertrag, Indigogehalt und Indigoertrag des ersten Schnittes verschiedener Waidherkünfte in Mitscherlichgefäßen (4 Wiederholungen, 6 Pflanzen/Gefäß)*

| <b>Herkunft</b>   | <b>N-Düngung<br/>(g/Gefäß)</b> | <b>TM-Ertrag<br/>(g/Gefäß)</b> | <b>Indigogehalt<br/>(% der TM)</b> | <b>Indigoertrag<br/>(mg/Gefäß)</b> |
|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Isatis tinctoria  | 1,0                            | 3,9                            | 0,41                               | 15,4                               |
| (Thüringen)       | 1,5                            | 4,7                            | 0,34                               | 15,8                               |
| Isatis tinctoria  | 1,0                            | 6,1                            | 0,33                               | 19,9                               |
| (Kanada)          | 1,5                            | 4,5                            | 0,47                               | 22,5                               |
| Isatis indigotica | 1,0                            | 3,3                            | 0,47                               | 15,8                               |
| (China)           | 1,5                            | 4,5                            | 0,57                               | 28,0                               |

*(Quelle: Darstellung nach Biertümpfel, Stolte, Wenig, Adam, 2013: 10)*

*Tabelle 7: Einfluss der N-Düngung auf TM-Ertrag und Indigoertrag bei Färberknöterich (Gefäßversuch)*

| <b>N-Düngung<br/>(g/Gefäß)</b> | <b>TM-Ertrag<br/>(g/Gefäß)</b> | <b>Indigogehalt<br/>(% in der TM)</b> | <b>Indigoertrag<br/>(% in der TM)</b> |
|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1,0                            | 135,6                          | 1,29                                  | 1,77                                  |
| 1,5                            | 130,1                          | 1,35                                  | 1,75                                  |
| 2,0                            | 129,0                          | 1,90                                  | 2,48                                  |

*(Quelle: Darstellung nach Biertümpfel, Stolte, Wenig, Adam, 2013: 10)*

Abgesehen von der Färbereigenschaft des Knöterichs gibt es auch andere Nutzungsmöglichkeiten der Pflanze. Ähnlich wie Färberwaid ist der Knöterich eine vielseitige Pflanze, von der ebenfalls alle Pflanzenteile verwertet werden können. Der Knöterich darf jedoch nur mit amtlicher Ausnahmegenehmigung angebaut werden, da es keine eingetragene Nutzpflanze ist. Genau wie Waid hat Knöterich keine hohen Standortanforderungen und besitzt durch sein schnelles Wachstum eine aggressive Vermehrungsfähigkeit.

Die Einsatzmöglichkeiten reichen von Wärmeproduktion über Futtermittel bis hin zu Arzneimitteln. Den Pflanzenstengel verwendet man für die Wärmeproduktion zur direkten Verbrennung Pyrolyse, also zur Biogasproduktion. Die Brenneigenschaften sind mit trockenem Hackgut, Holzbriketts oder Pellets vergleichbar. Knöterich kann auch an Nutztiere und Wildtiere verfüttert werden. In der chinesischen und japanischen Medizin wird der Knöterich in den unterschiedlichsten Gebieten zur Heilung eingesetzt. Erfolgreiche Behandlung von Hautentzündungen, chronischen Krankheiten und Gonorrhö wird dem Knöterich zugesprochen. Außerdem hat der Extrakt aus den Rhizomen der Pflanze eine heilende Wirkung bei Gastritis oder Dickdarmkrebs. Eine weitere Nutzungsmöglichkeit ist durch die Blüten gegeben, aus welchen man Honig gewinnen kann.

Bezüglich seiner Indigogewinnung für Färberei ist Knöterich deutlich ertragreicher und deswegen in dieser Beziehung wirtschaftlicher als Färberwaid. Auch die optimalen Brenneigenschaften des Knöterichs für den Biogasbereich sind vielversprechend. Im medizinischen Bereich ist die Einsatzfähigkeit des Knöterichs dem Färberwaid vergleichbar, wobei die Forschungsergebnisse von Waid schon in vielen Produkten umgesetzt wurde. Färberwaid sticht jedoch als Lieferant unzähliger ökologischer Baustoffe hervor. Diese wurden schon mehrfach in der Praxis erfolgreich erprobt und ihre Langzeitwirkung positiv getestet.

## 7 Fazit & Ausblick

Ziel dieser Arbeit ist es eine in Vergessenheit geratene Pflanze mit einigen Aspekten und Erkenntnissen der heutigen Zeit in Erinnerung zu rufen und somit neue Impulse für die Landwirtschaft und Ideen für umweltfreundliche Naturprodukte zu liefern. Historisch ist Waid schon seit antiken Zeiten als Färbe- und Heilpflanze bekannt. So gibt es zahlreiche Nachweise der Pflanze, welche von asiatischen zu römischen Quellen bis zum Mittelalter, der Hochzeit des Färberwaid, reichen.

Der Anbau von regenerativen Pflanzenprodukten, wie der Waidpflanze, mit einer umwelt- und sozialverträglichen Herstellung, sollte gegenwärtig ein elementarer Bestandteil der Landwirtschaft sein. Für neue Ideen in der Praxis können in Vergessenheit geratene Pflanzen, die früher nur einseitig genutzt wurden, ideal sein. Nachdem Indigo zunächst aus Asien importiert wurde und schließlich synthetisch hergestellt werden konnte, verlor Färberwaid seine Bedeutung als Farbstofflieferant.

Weshalb die historische Pflanze Färberwaid auch in der heutigen Zeit auf dem Markt eine Zukunft haben kann, soll hier nochmal hinterfragt und zusammengefasst werden.

Die Anbaubedingungen dieser alten Kultur- bzw. Nutzpflanze, die ca. 1980 in Thüringen von Wolfgang Feige wiederentdeckt wurde, sind uns durch schriftliche Überlieferungen und in geringem Umfang durch praktische Anbauerfahrungen bekannt.

Die Saat des Färberwaid, der zur Pflanzenfamilie der Kreuzblütengewächse (Brassicaceae) gehört, ist auf tiefgründigen und mittelschweren Böden möglich. Vergleichbar mit Raps, ist Waid eine winterannuelle Frucht. Die einzige vorhandene Sorte stellt ein Genotypengemisch mit dem Namen „Thüringer Waid“ dar, welches sehr heterogen ist und nur niedrige Indigovorstufengehalte besitzt. Unkrautunterdrückende Vorfrüchte wie Getreide sind vorrangig für die Fruchtfolge zu verwenden, wobei besonders zweikeimblättrige Unkräuter durch die Vorfrucht unterdrückt werden sollten. Bei der Bodenbearbeitung sind Zeitpunkt und Witterung sowie Arbeitstiefe entscheidend. Die Aufteilung der Aussaat in Spätherbst und Frühjahr ist üblich und notwendig, um genügend Zeit für die Verarbeitung des Ernteguts direkt nach der Ernte zu haben. Waid hat einen hohen Nährstoffbedarf, wodurch die Bodenfruchtbarkeit mit Düngung erhalten werden muss. Vor allem Stickstoff sollte ausreichend für hohe Erträge vorhanden sein. Die Düngung erfolgte bisher nur mit Kalkammonsalpeter und Ammonsulfatsalpeter. Die Pflanzenschutzmaßnahmen haben eine entscheidende Bedeutung, da chemische Pflanzenschutzmittel nicht zugelassen sind. Welche Pflanzenschutzmittel verwendet werden dürfen, muss bei der zuständigen Pflanzenschutzstelle aktuell abgefragt werden. Der Erntezeitpunkt ist aufgrund der Veränderung des Inhaltstoffmusters sehr wichtig, welches

sich durch Witterung und Jahreszeit ändert. Möglich sind drei Schnitte pro Jahr, aber oft sind es wetterbedingt nur zwei Schnitte. Die Blattmasse sollte direkt nach der Ernte verarbeitet werden, denn irreversible Veränderungen können die Farbausbeute mindern. Viele acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen bedürfen einer weitergehenden Untersuchung, um die wertbestimmenden Eigenschaften und die Ertragsleistung zu erhöhen sowie die wirtschaftliche Effizienz der Kultur zu verbessern.

Im Jahr 2004 lag der durchschnittliche Ertrag bei drei Schnitten bei 50 dt FM/ha bei einem Ertragsniveau von 150 dt FM/ha und einer Ackerzahl von 35. Die Summe der Direkt- und Arbeitserledigungskosten ergab 945 €/ha, wodurch Herstellungskosten von 6,30 €/dt FM entstehen.

Bei einem Ertragsniveau von 250 dt FM/ha und einer 55 als Ackerzahl, ergab der Ertrag pro Schnitt 83,3 dt FM/ha. Somit ist das Resultat 5,02 €/dt FM bei Direkt- und Arbeitserledigungskosten in Höhe von 1255 €/ha. (Hoppe, B., Biertümpfel A., Hammer M., Reinhold G., Vetter A., 2013: 681)

Grundsätzlich kann also der Anbau von Waid, sofern eine Verarbeitung vor Ort und genügend Abnahmemöglichkeiten bestehen, eine lukrative Nischenfrucht darstellen.

Bis zum Indigoimport aus Asien war Färberwaid die wichtigste Färbepflanze in Europa für Blaufärbungen. Der Indigo wird durch Fermentation der zerkleinerten Blätter und der Aufnahme von Sauerstoff gewonnen, wobei der am weitesten verbreitete Färbeprozess die Küpenfärberei war.

Doch Waid gewinnt als nachwachsender Rohstoff auch für andere Nutzungsmöglichkeiten zunehmend an Bedeutung. So können für Baustoffe die Blätter des zweijährigen Kreuzblütlers u.a. als Fassadenanstrich, Grundierungs- und Imprägniermittel sowie als Grund- und Deckfarbe für alte und neue Holzbauteile verarbeitet werden. Aus einem Gemisch mit dem Waidstoff lassen sich Imprägniermittel für Holz, Stein sowie Papier, außerdem Beizmittel, Lasuren und Anstrichfarben für Holz, Stein und Putz herstellen.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten, wie z.B. für pharmakologische, medizinische und kosmetische Produkte werden erprobt. Die Waidpflanze wird vielfach bereits in antiken Quellen wegen ihrer antibakteriellen Wirkung und dem dadurch schnellen Heilungsverlauf als Heilmittel angepriesen. Zum Beispiel können die getrockneten Blätter als geschmackstypischer Gesundheitstee zubereitet werden. Aus dem Extrakt des Waid kann eine Färberwaidcreme präpariert werden, die besonders bei Hautkrankheiten durch ihre antimikrobiellen Inhaltsstoffe große Hoffnung macht.

Vergleichbare Naturfarben, aus denen Indigo gewonnen werden kann, sind der Indigostrauch und Färberknöterich. Färberknöterich ist von den Anbaubedingungen Waid sehr ähnlich und hat ebenfalls zahlreiche Nutzungsmöglichkeiten.

Zusammenfassend ist Waid eine sehr interessante Pflanze, die wie die Analyse gezeigt hat, großes Potential birgt. Ob in Zukunft die Holzschutzmittel, die Medizin oder andere Möglichkeiten der Verwendung sich stärker durchsetzen können und auf dem Markt eine Rolle spielen, ist schwer vorauszusagen. Sicher ist, dass Waid die besten Voraussetzungen hat im ökologischen Landbau richtig Fuß zu fassen. Neben positiven Fruchtfolgewirkungen, wie Tiefenwurzungsvermögen und Bodenbedeckung, ist bei Waid Winter- und Frühjahrs-saatanbau möglich, wodurch Aussaat- und Erntetermine gestaffelt werden können. Nicht zuletzt ist es für das Image der Landwirtschaft förderlich, da Färberwaid eine aussichtsreiche Ackerfrucht ist, die die heutigen ökologischen und ökonomischen Anforderungen in besonderer Weise erfüllen kann.

## Anhang

### Anhang 1: Summe der Direktkosten für die Waidproduktion

| Position       | Spezifizierung                |                    |               | ME    | Ertragsstufe (dt FM/ha) |     |
|----------------|-------------------------------|--------------------|---------------|-------|-------------------------|-----|
|                |                               |                    |               |       | 150                     | 250 |
| Saatgut        | Saatstärke                    |                    |               | kg/ha | 5                       | 5   |
|                | Zukauf                        | €/kg               | 15            | kg/ha | 75                      | 75  |
|                | Nachbaugebühren               |                    |               | kg/ha | 0                       | 0   |
|                | Summe                         |                    |               | €/ha  | 75                      | 75  |
| Düngung        |                               | Entzug<br>Kg/dt FM | Preis<br>€/kg |       |                         |     |
|                | N                             | 0,8                | 0,70          | kg/ha | 84                      | 140 |
|                | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 0,4                | 0,60          | €/ha  | 36                      | 60  |
|                | K <sub>2</sub> O              | 1,9                | 0,35          | €/ha  | 100                     | 166 |
|                | MgO                           | 0,1                | 0,35          | €/ha  | 7                       | 12  |
|                | S                             |                    |               | €/ha  | 0                       | 0   |
|                | Summe                         |                    |               | €/ha  | 227                     | 378 |
|                |                               |                    |               |       |                         |     |
| Pflanzenschutz | Herbizide                     |                    |               | €/ha  | 140                     | 140 |
|                | Fungizide                     |                    |               | €/ha  | 0                       | 0   |
|                | Insektizide                   |                    |               | €/ha  | 4                       | 4   |
|                | Wachstumsregler               |                    |               | €/ha  | 0                       | 0   |
|                | Allgemeinschädlinge           |                    |               | €/ha  | 0                       | 0   |
|                | Sikkations- und Queckenmittel |                    |               | €/ha  | 0                       | 0   |
|                | Summe                         |                    |               | €/ha  | 144                     | 144 |

(Quelle: Darstellung nach Biertümpfel, Wurl, Reinhold, Vetter, 2004 Anhang: aktualisiert nach Richtwerten für Direktkosten von 2013)

### Anhang 2: Waidea-Cremeserie gegen Neurodermitis



(Quelle der Abbildung von <http://neurodermitis-kosmetik.de/2017/10/23/136/> am 30.06.2018)

### Anhang 3: Produktpalette von kosmetischen Waidprodukten der Firma Nuth GmbH & Co.KG in Mihla/OT Buchenau



(Quelle der Abbildung von <https://degere.de/640/fa-nuth-gmbh-co-kg/> am 30.06.2018)

## Literaturverzeichnis

- Beck, T. (1907). *Hippokrates Erkenntnisse im griechischen Text ausgewählt, übersetzt und auf die moderne Heilkunde vielfältig bezogen*. Jena. Рипол Классик.
- Benneckenstein, H. (1991). *Waidstadt Erfurt*. Verlag und Dr. Fortschritt Erfurt.
- Benneckenstein, H. (1992). *Waid des Thüringer Landes goldenes Vlies. Thüringer Freilichtmuseum*.
- Biertümpfel, A. Stolte, H. Wenig, B. Adam, L. (2013). *Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. Färbepflanzen: Anbau, Farbstoffgewinnung und Färbereitung*. ([www.nachwachsende-rohstoffe.de](http://www.nachwachsende-rohstoffe.de))
- Biertümpfel, A., G. Wurl, G. Reinhold, A. Vetter (2004): *Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Informationsblätter; Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Waid*. ([www.tll.de/ainfo/pdf/waid0704.pdf](http://www.tll.de/ainfo/pdf/waid0704.pdf)).
- Dierbach, J. H. (1824). *Die Arzneimittel des Hippokrates, oder Versuch einer systematischen Aufzählung der in allen hippokratischen Schriften vorkommenden Medikamenten*. Neue Akademische Buchhandlung von Karl Groos.
- Evans, J.O., Dewey S.A., (1994). *Dyer's Woad*. In: Sheley, R. L. (1994). *The identification, distribution, impacts, biology and management of noxious rangeland weeds*.
- Feige, W. (1985). *Wiederentdeckung der Waidpflanze (Isatis tinctoria) und Verwendung: Forschungsbericht / VEB Chemiekombina: Bitterfeld*
- Fischer, F. (1997). *Das blaue Wunder: Waid: Wiederentdeckung einer alten Nutz-und Kulturpflanze*. vgs.
- Gelius, R. (1980). Zur Geschichte des europäischen Waidindigos. (L'histoire du pastel en Europe). *NTM. Schriftenreihe für Geschichte der Naturwissenschaften Technik und Medizin Leipzig*, 17(2), 65-83.
- Hänsel, R., & Spieß, E. (1999). *Allgemeines über pflanzliche Arzneimittel*. In *Pharmakognosie—Phytopharmazie* (pp. 119-207). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Hartleb, I. (1994). *Inhaltsstoffe von Isatis tinctoria L. und Verbascum songaricum Schrenk* (Doctoral dissertation).
- Hegi, G. (1935). *Illustrierte Flora von Mittel-Europa: mit Besonderer Berücksichtigung von Deutschland, Österreich und der Schweiz: zum Gebrauche in den Schulen und zum Selbstunterricht*. Bd. 2.
- Höhn, H. (1991). *Thüringer Waid Verarbeitings GmbH Satzung*
- Höhn, H. (1991). *Thüringer Waid Forschungs GmbH Satzung*
- Holzmann, G., & Wangelin, M. (2009). *Natürliche und pflanzliche Baustoffe*. Wiesbaden: Vieweg+ Teubner.

- Hoppe, B., Biertümpfel A., Hammer M., Reinhold G., Vetter A. (2013). *Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus, Band 5, Arznei- und Gewürzpflanzen von L - Z, Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen Saluplanta e.V., Bernburg, Deutschland.*
- Huber, V. (1996). *Erfahrungen bei der Verarbeitung von Thüringer-Waid-Produkten bei den Pilotprojekten Burgschloss in Thüingen und sog. Burgsinner Schloss in Thüingen.* Karlstadt
- Vgl. Hurry, J.B. (1930). *The woad plant and its dye, Oxford university press. London*
- Kaiser-Alexnat, R. (2014). Färberwaid (*Isatis tinctoria* L.): Perspektiven einer vielseitigen Nutzpflanze. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 60(5), 97.
- Lagercrantz, O. (Ed.). (1913). *Papyrus graecus holmiensis (P. holm.): recepte für silber, steine und purpur* (Vol. 13). A.-B. akademiska bokhandeln.
- Macias, J. (1998). *Sonderdruck des Magazins Deutsches Handwerk. Verleihung des Preises „Gesundes Haus- Öko- Baupreis der IDUNA Bausparkasse für das deutsche Handwerk*
- Matz, H. (03.12.2001). *Einsatz für Denkmäler gewürdigt, in: Mainpost Nr. 12, S. 10.*
- Müller, O. (1998). *Der Waidanbau und seine Bedeutung als nachwachsender Rohstoff. Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUF) Thüringen im Aufbau*
- Müllerott, H. (1989). *Quellen zum Waidanbau in Thüringen: e. katalogmäßige Zusammenstellung von Quellen als Voraussetzung für eine Neubearbeitung des Gesamthemas „Waid“ in Vorbereitung von Publikationen u. Ausstellungen* (Doctoral dissertation).
- Oberthür, C. (2004). *Indolische Sekundärmetabolite in Isatis tinctoria L.-Hautpenetration von Tryptanthrin und saisonale sowie prozessbedingte Veränderungen der Inhaltsstoffmuster* (Doctoral dissertation).
- Perl, G. (1990). *Griechische und lateinische Quellen zur Frühgeschichte Mitteleuropas bis zur Mitte des I. Jahrtausends uZ*, hrsg. v. J. Herrmann. Zweiter Teil: Tacitus. *Germania, lateinisch und deutsch*, Berlin.
- Roth, L., Kormann, K., & Schweppe, H. (1992). *Färbepflanzen, Pflanzenfarben: Botanik, Färbemethoden, Analytik, türkische Teppiche und ihre Motive.* ecomed.
- Rothmaler, W., Förster, H., & Stein, B. (1952). *Exkursionsflora: ein Pflanzenbestimmungsbuch für Schulen und Hochschulen.* Volk u. Wissen.
- Schmatz, R., Schütze, K., Ormerod, C., & Biertümpfel, A. (2008). *Versuche mit Herbiziden in Waid Isatis tinctoria L. in Thüringen* *Herbicide tests in Isatis tinctoria L. in Thuringia. Gesunde Pflanzen*, 60(2), 55-62.
- Seifert, K. (1989). *Inhaltsstoffe von Isatis tinctoria L.: Literaturzusammenstellung.* Institut für Biochemie der Pflanzen. Halle

- Selzer, S. (2010). *Blau: Ökonomie einer Farbe im spätmittelalterlichen Reich* (Vol. 57). Hiersemann.
- Verkerk, R., Dekker, M., & Jongen, W. M. F. (2001). *Post-harvest increase of indolyl glucosinolates in response to chopping and storage of Brassica vegetables. Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(9), 953-958.
- Vogellehner, D. (1984). *Garten und Pflanzen im Mittelalter*. Ulmer.
- Vogt, A. (1996). *Erfahrungsbericht über die Anwendung und Verarbeitung von Thüringer Waid-Produkten im Natursteinbereich im Zeitraum von 1995-1996*
- Wittstein, G. C. (1881). *Die Naturgeschichte des C. Plinius Secundus*, 2.
- Young, J. A., & Evans, R. A. (1971). *Germination of dyers woad. Weed Science*, 19(1).

## Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Alle wörtlichen und sinngemäß aus veröffentlichten und nicht veröffentlichten Schriften und sonstigen Quellen entnommenen Stellen sind als solche kenntlich gemacht. Die Richtlinien zur Sicherung der guten wissenschaftlichen Praxis an der Universität Göttingen wurden von mir beachtet. Weiterhin erkläre ich, dass ich die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt habe.

Göttingen, 30. Juli 2018  
Ort, Datum

*Konrad Frhr. v. Thiingen*  
Unterschrift

# Plagiatsbelehrung

## Definition

Unter Plagiaten ist zu verstehen:

- Die sinngemäße oder wörtliche Übernahme aus Arbeiten Dritter ohne die explizite Nennung der Quellen.
- Die wörtliche Übernahme von Textpassagen aus Arbeiten Dritter, wenn diese nicht explizit (durch Anführungszeichen und genaue Angabe der Belegstelle) gekennzeichnet wird. Auch wenn die Quelle im Literaturverzeichnis aufgeführt ist, stellt eine solche wörtliche Übernahme ohne Kenntlichmachung als Zitat ein Plagiat dar.

Ein Plagiat stellt eine Verletzung geistiger Eigentumsrechte dar und widerspricht damit fundamental den Richtlinien guter wissenschaftlicher Praxis.

## Konsequenz

Plagiate, d. h. die Übernahme von Texten oder Textteilen in Seminar-, Bachelor- und Masterarbeiten, ohne dass sie entsprechend zitiert sind, gelten grundsätzlich als Täuschungsversuch im Sinne der jeweiligen Prüfungsordnung. Die identische oder teildentische (nur Veränderung von einigen Wörtern) Übernahme größerer Abschnitte aus (Internet-)Quellen ist nicht zulässig. Texte sind eigenständig zu entwickeln und zu formulieren.

Wenn sich bei der Korrektur einer Haus-, Bachelor- oder Masterarbeit ein Verdacht auf Plagiat ergibt, ist diesem nachzugehen. Software für die Recherche im Internet steht hierfür zur Verfügung. Bei nachgewiesenen Plagiaten ist die Arbeit entsprechend der Prüfungsordnung als Täuschungsversuch zu bewerten. Wenn bei einer schriftlichen Prüfungsleistung (auch bei einer Teilleistung in einem Modul) ein Plagiat nachgewiesen wurde, ist dies als Täuschungsversuch im Sinne der einschlägigen Bestimmungen in den Prüfungsordnungen zu werten. Ausnahmen von diesen Regeln sind nicht zulässig. Eine Möglichkeit zur Nachbearbeitung gibt es nicht. Laut Prüfungsordnung kann ein Plagiatsfall auch darüber hinausgehende Konsequenzen für den betroffenen Studenten/in haben, wie z. B. das komplette Nichtbestehen eines Moduls oder der Verweis von der Hochschule. Jeder Plagiatsversuch wird dem Prüfungsausschuss gemeldet!

**Bestätigung**

Hiermit bestätige ich, obige Belehrung zur Kenntnis genommen zu haben. Ich erkläre weiterhin mein Einverständnis mit jeglicher Form der Überprüfung der von mir eingereichten Arbeit auf Plagiate. Zu diesem Zweck stelle ich eine elektronische Form des Dokuments in gängigem Format zur Verfügung.

Göttingen, 30. Juli 2018  
Ort, Datum

*Konrad Frhr. v. Thüngen*  
Unterschrift