

# Färberpflanzen





## Impressum

### Herausgeber:

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)  
Hofplatz 1 • 18276 Gülzow  
info@fnr.de • www.fnr.de  
www.nachwachsende-rohstoffe.de

Mit finanzieller Förderung des Bundesministeriums  
für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft

### Text:

Andrea Biertümpfel, TLL  
Henryk Stolte, FNR  
Barbara Wenig, FNR

### Bilder:

TLL Dornburg, FNR, Agenda, Spremberger Tuche GmbH

### Gestaltung und Realisierung:

WPR COMMUNICATION GmbH & Co. KG

2004

## Inhalt

	<b>Einleitung</b>	5
<b>1</b>	<b>Allgemeine Vorbemerkungen</b>	9
<b>2</b>	<b>Anbauverfahren, Farbstoffgewinnung und Färbereitung</b>	9
<b>2.1</b>	<b>Blaufärbende Pflanzen</b>	9
2.1.1	Anbautelegramm für Färberwaid ( <i>Isatis tinctoria</i> L.)	11
2.1.2	Anbautelegramm für Färberknöterich ( <i>Polygonum tinctorium</i> Ait.)	14
2.1.3	Farbstoffgewinnung	16
2.1.4	Färbung und Färbereitung	17
2.1.5	Fazit	18
<b>2.2</b>	<b>Gelbfärbende Pflanzen</b>	19
2.2.1	Anbautelegramm für Färberwau ( <i>Reseda luteola</i> L.)	22
2.2.2	Anbautelegramm für Kanadische Goldrute ( <i>Solidago canadensis</i> L.)	24
2.2.3	Anbautelegramm für Färberhundskamille ( <i>Anthemis tinctoria</i> L.)	26
2.2.4	Anbautelegramm für Wiesenflockenblume ( <i>Centaurea jacea</i> L.)	28
2.2.5	Anbautelegramm für Rainfarn ( <i>Chrysanthemum vulgare</i> L.)	30
2.2.6	Anbautelegramm für Färberscharte ( <i>Serratula tinctoria</i> L.)	32
2.2.7	Anbautelegramm für Saflor ( <i>Carthamus tinctorius</i> L.)	34
2.2.8	Anbautelegramm für Aufrechte Sammetblume ( <i>Tagetes erecta</i> L.)	36
2.2.9	Nacherntebehandlung	38
2.2.10	Färbung und Färbereitung	38
2.2.11	Fazit	40
<b>2.3</b>	<b>Rotfärbende Pflanzen</b>	41
2.3.1	Anbautelegramm für Krapp ( <i>Rubia tinctorum</i> L.)	42
2.3.2	Färbung und Färbereitung	44
2.3.3	Fazit	45
<b>2.4</b>	<b>Braunfärbende Pflanzen</b>	45
2.4.1	Anbautelegramm für Echten Dost ( <i>Origanum vulgare</i> L.)	46
2.4.2	Färbung und Färbereitung	48
2.4.3	Fazit	49
<b>3</b>	<b>Zusammenfassende Betrachtungen zum Färberpflanzenanbau</b>	49
<b>4</b>	<b>Glossar</b>	50
<b>5</b>	<b>Adressen öffentlicher Einrichtungen zum Thema Färberpflanzen</b>	51
<b>6</b>	<b>Weiterführende Literatur</b>	51

## Einleitung

Farbstoffe erfüllen in der Natur vielfältige Funktionen. Als wichtigste Farbstoffe sind hier Carotinoide sowie das Chlorophyll als Blattgrün und Träger der Photosynthese zu nennen. Blüten- und Fruchtfarbstoffe locken als Signalstoffe gezielt Insekten und andere Tiere an und sichern damit Bestäubung und die natürliche Samenverbreitung. Auf der anderen Seite erfüllen Farbstoffe in den Pflanzen diverse Schutzfunktionen. Viele dieser „sekundären Pflanzeninhaltsstoffe“ werden bereits seit Jahrtausenden als Wirksubstanzen in pflanzlichen Arzneimitteln sowie in Kosmetika genutzt.

Auch die Verwendung von Pflanzen als Färbemittel hat eine lange Tradition. Selbst die steinzeitlichen „Jäger und Sammler“ nutzten bereits anorganische Pigmente (z. B. Ocker) und Pflanzenfarben zur Körperbemalung sowie für die zum Teil bis heute gut erhaltene Wandmalerei in Höhlen. Die Textilienfärbung mit Pflanzenfarbstoffen ist hingegen vergleichsweise jungen Ursprungs. Erst im antiken Griechenland, wie später auch in Rom, waren sowohl die Küpen- als auch die Beizenfärberei bekannt. Ihren Höhepunkt erreichte die Pflanzenfärberei im 19. Jahrhundert. In Europa wurden die Farbstoffe von mehr als 30 Färberpflanzen



Muster naturgefärbter Textilien

verwendet, wovon jedoch viele Arten aus Importen stammten. In großem Maßstab angebaut wurden in Deutschland vorwiegend Krapp, Färberwau und Waid, aber auch die Schwarze Malve sowie die Pfingstrose.

Mit der Entdeckung und Entwicklung synthetischer Farbstoffe auf Basis von zunächst Steinkohle, später überwiegend Erdöl, kam die Textilfärberei mit Pflanzenfarben innerhalb kürzester Zeit vollständig zum Erliegen. Lediglich in folgenden Bereichen haben Naturfarbstoffe nie ganz ihre Bedeutung verloren:

- als Lebensmittelfarbstoffe,
- für kosmetische Zwecke,
- zum Färben von Papier und Pelzen,
- als Künstlerpigmente,
- in Pharmazeutika sowie
- als Indikatoren bzw. analytische Reagenzien.

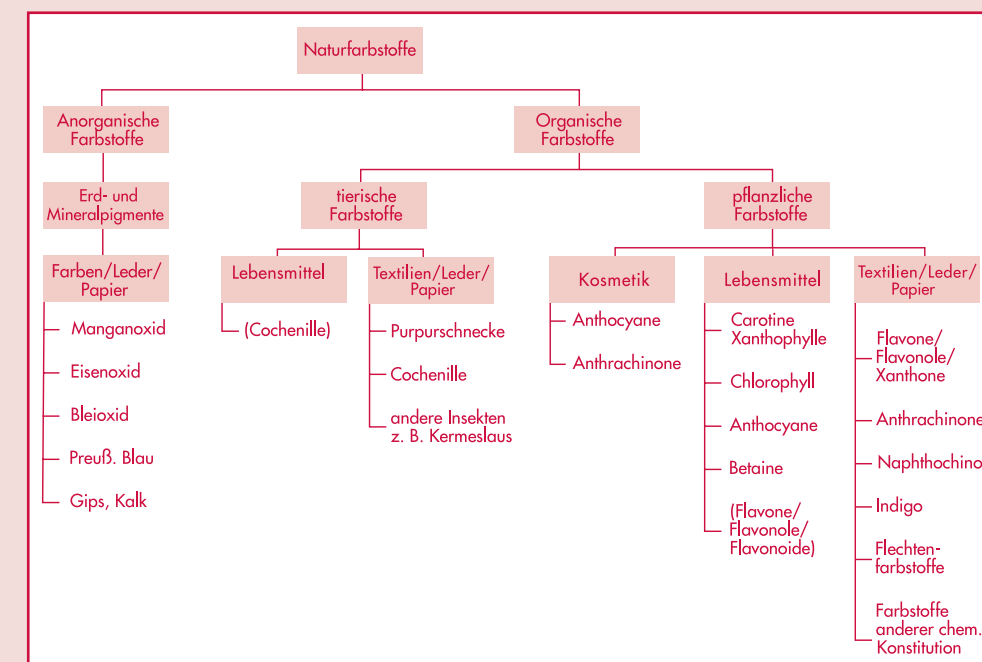


Abbildung 1: Klassifizierung von Naturfarbstoffen nach Herkunft und Einsatzgebiet

Allgemein bekannt sind vor allem der Einsatz von Chlorophyll aus der Großen Brennnessel (*Urtica dioica* L.), von Malvinchlorid aus Weinreben (*Vitis vinifera* L.) oder Schwarzem Holunder (*Sambucus nigra* L.) und von Carotinoiden aus der Möhre (*Daucus carota* L.) als Lebensmittelfarbstoff.

Mengenmäßig betrachtet ist der Verbrauch für die genannten Bereiche relativ gering. Wirtschaftlich interessanter für die deutsche Landwirtschaft und die Industrie wäre es, wenn ein Teil der synthetischen Farbstoffe, vor allem in der Textil- und Lederindustrie, wieder durch pflanzliche Farbstoffe ersetzt werden würde.

Nicht zuletzt aufgrund der wieder gestiegenen Bedeutung von Textilien aus heimischen nachwachsenden Rohstoffen erlebt das Färben mit Naturfarbstoffen seit Ende der 80er Jahre eine Renaissance. Kritische Verbraucher achten beim Kauf und Gebrauch von Textilien zunehmend auf deren ökologische Qualitätskriterien. In diesem Zusammenhang werden mögliche Toxizität, allergenes Potenzial, Schadstoffbelastung und Umweltverträglichkeit der eingesetzten synthetischen Farbstoffe eingehend diskutiert. Die Nachfrage nach Alternativen steigt.

Auch seitens der Lederindustrie besteht Interesse, chromfrei gegerbtes Leder zu erzeugen und mit pflanzlichen Pigmenten zu färben. Die möglichen

Einsatzgebiete erstrecken sich hier von Täschnerwaren über Möbelleider bis hin zu Ledern für die Automobilindustrie. Ferner wird der Einsatz von Naturfarben in diversen anderen Entwicklungsrichtungen wie Papier, Biokunststoffen und Holz untersucht. Damit eröffnen sich in der heutigen Zeit interessante Perspektiven für die Wieder- bzw. Neueinführung bestimmter Färberpflanzen in Deutschland. Die bislang kommerziell gehandelten Naturfarbstoffe bzw. Färberpflanzen zur Textilfärbung stammten häufig aus südlichen Ländern. Eine Kontrolle des Anbaus und der Gewinnung von Primärprodukten ist bei diesem Material nicht bzw. nur in eingeschränktem Maße möglich.

Für die Anwender von Naturfarbstoffen ergeben sich bei einer inländischen Produktion der Rohstoffe in „kontrolliert integriertem Anbau“ folgende Vorteile:

- lückenloser Herkunftsnachweis mit Deklaration,
- garantierte Freiheit von Schadstoffen (Pflanzenschutzmittelrückstände, etc.),
- Möglichkeit der Bereitstellung von einheitlich großen Partien mit standardisierter Qualität.

Für die heimische Landwirtschaft bietet der Färberpflanzenanbau folgende Potenziale:

- Beitrag zur Erweiterung der Fruchtfolgen, Erhöhung der Artenvielfalt (Biodiversität):

- positive Fruchtfolgewirkungen ermöglichen die Reduzierung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes,
- für wichtige Arten werden Frühjahrs- und Sommersaat/-anbau möglich, Aussaat- und Erntetermine können gestaffelt werden;
- deckende Bestände im Winter bei mehr- und überjährigen Kulturen (z. B. Krapp und Färberwau) schützen vor Erosion und verringern die Nitratverlagerung,
- Färberpflanzen eignen sich in der Regel auch für leichte Standorte.

- Verbesserung des Images der Landwirtschaft:
  - das Landschaftsbild wird positiv beeinflusst,
  - einige Arten (z. B. Färberwau) eignen sich als wertvolle Bienenweide,
  - der Erholungswert der Kulturlandschaft steigt.

- Schaffung von Arbeitsplätzen in der Landwirtschaft und dem ländlichen Raum:
  - der Arbeitskräftebedarf je ha ist bei Sonderkulturen bedeutend höher als z. B. bei Druschfrüchten,
  - Erstverarbeitung (Trocknung), Extraktion und Färberei binden Arbeitskräfte.

Anbau- und Verarbeitungsverfahren können nach heutigen Maßstäben nicht ohne weiteres aus historischen Literaturquellen übernommen werden. Früher wurden Pflanzenfarbstoffe in der Regel mit enormem Handarbeitsaufwand produziert. Mechanisierte Landtechnik war kaum entwickelt.

Einige Färbeverfahren, die man noch bis ins ausgehende 19. Jahrhundert praktizierte, würden sich nach heutigen ökologischen Anforderungen verbieten. In vielen deutschen Städten finden wir bis heute nicht nur Färbergassen, sondern auch Färbergräben. Diese Gräben färbten sich früher abwechselnd blau, rot, grün, je nachdem, mit welchem Farbstoff gefärbt wurde. Häufig wurden dabei schwermetallhaltige Beizen genutzt.

Unter modernen ökonomischen und ökologischen Rahmenbedingungen müssen sich nicht nur die Färberpflanzen möglichst problemlos kultivieren lassen, auch die Rohstoffproduktion sowie die Verarbeitung des Materials bis hin zum gefärbten Endprodukt müssen vollständig mechanisierbar, ökologisch verträglich und nachhaltig gestaltet werden können.

Hierzu waren in den zurückliegenden Jahren zunächst durch intensive Forschung und Entwicklung folgende Voraussetzungen zu erfüllen:

- Landwirtschaftliche Erprobung und Züchtung von Färberpflanzenarten, -sorten bzw. -herkünften, die hohe Farbstofferträge je Flächeneinheit liefern und für extensive Bewirtschaftungsformen geeignet sind.
- Entwicklung von Verfahren für die Bereitstellung von qualitativ hochwertigen, aufkonzentrierten und maschinengängigen Farbstoffextrakten.
- Untersuchungen zur Eignung der Farbstoffprodukte für die Färbung mit ökologisch unbedenklichen Beizen.
- Sicherstellen hoher Gebrauchsechtheiten (Licht-, Wasch-, Reibe- und Schweißechtheit) der gefärbten Produkte.
- Abdecken einer möglichst breiten Farbpalette.

Auf allen genannten Gebieten wurden nicht zuletzt mit Unterstützung durch öffentliche Förderprogramme (siehe u.a. Projektdokumentation auf [www.fnr.de](http://www.fnr.de)) erhebliche Fortschritte erreicht. Farbstoff liefernde Pflanzen können heute effizient landwirtschaftlich erzeugt und industriell eingesetzt werden.

Welcher Aufwand hierzu allein im landwirtschaftlichen Bereich erforderlich war, verdeutlicht Abbildung 3. Über mehrjährige Recherchen und praktischen Anbauversuche, die von einer Reihe öffentlich finanzierter Forschungseinrichtungen (siehe wichtige Adressen im Anhang) durchgeführt wurden, gelang es, die in historischen Quellen angegebenen Färberpflanzen stufenweise auf diejenigen aussichtsreichen Arten einzuengen, die die heutigen ökologischen und ökonomischen Anforderungen in besonderer Weise erfüllen können.

Nach heutigem Kenntnisstand sind danach neunzehn Pflanzenarten ohne Einschränkung für den großflächigen Anbau und für die effiziente Bereitstellung von Naturfarbstoffen geeignet. Für dreizehn dieser Arten wurden bereits vollständige Anbautelegramme erarbeitet. Mit Ausnahme der Daten für die Brennnessel, die neben ihrer Bedeutung als Heil- und Faserpflanze vorwiegend für die Produktion von Lebensmittel-farbstoffen genutzt wird, sind diese Anbauanleitungen nebst Hinweisen zum jeweiligen Färbeverfahren in der vorliegenden Broschüre zusammengestellt.

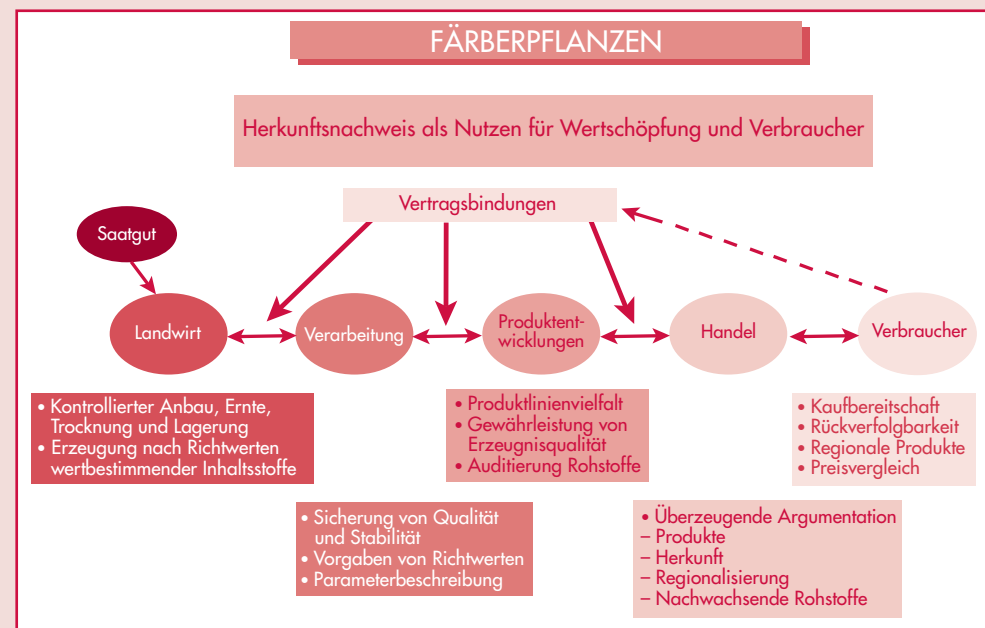


Abbildung 2: Darstellung des Herkunftsnachweises bei Färberpflanzen/Quelle: L. Adam, Brandenburgisches Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft

Abbildung 3:  
Prüfung von Pflanzenarten auf die Anbau- und Färbeeignung



## 1 Allgemeine Vorbemerkungen

Ein generelles Problem bei der Produktion von Sonderkulturen stellt die effiziente Unkrautbekämpfung dar. Nach dem am 1. Juli 2001 in Kraft getretenen Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen (Pflanzenschutzgesetz – PflSchG) ist die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, die nicht explizit für die entsprechende Kultur zugelassen sind, untersagt. Es existieren in der Regel keine Präparate, die speziell für die in dieser Veröffentlichung aufgeführten Kulturen entwickelt und zugelassen wurden. Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln bei Sonderkulturen erfordert vielmehr eine „Genehmigung im Einzelfall“ (Nachweis von Wirksamkeit und Unbedenklichkeit). Über den aktuellen Stand vorliegender Genehmigungen können Informationen beim zuständigen Pflanzenschutzamt bzw. der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft angefordert werden.

Aus der Arzneipflanzenforschung ist bekannt, dass die Wirkung einer Droge oft nicht auf einen bestimmten Inhaltsstoff, sondern auf mehrere Wirkkomponenten zurückzuführen ist. Ähnlich verhält es sich bei Färberpflanzen. Der spezielle Farbton eines mit Pflanzenfarben gefärbten Gewebes wird in der Regel durch verschiedene chemische Verbindungen bestimmt, deren Zusammensetzung von einer Vielzahl von Umweltfaktoren, wie z.B. der Sonnenscheindauer und der Nährstoffversorgung, abhängt. Färbungen sind daher oft nur bedingt reproduzierbar, was allerdings als durchaus reizvolles Qualitätskriterium, ähnlich der Charakteristik von Weinjahrgängen, zu verstehen ist.

Die im Folgenden dargestellten Färbeanleitungen beziehen sich primär auf Methoden für das Ausprobieren in kleinem Maßstab. Bei näherem Interesse für großtechnisch umsetzbare Verfahren sollten Sie sich mit den im Adressteil benannten Stellen in Verbindung setzen.

## 2 Anbauverfahren, Farbstoffgewinnung und Färbeeignung

### 2.1 Blaufärbende Pflanzen

Für ausreichend wasch- und lichtechte Blaufärbungen steht nur ein eingeschränktes Pflanzenspektrum zur Verfügung. Bis zum Ausgang des Mittelalters war Waid (*Isatis tinctoria* L.) in Europa und somit auch in Deutschland die einzige Quelle zur Indigo-gewinnung. Der Waidanbau wurde im 18. Jahrhundert durch billigeres Naturindigo, gewonnen aus dem Indigostrauch (*Indigofera tinctoria* L.), verdrängt. Dieser wurde vor allem in Indien, China, Sumatra und Brasilien kultiviert. Eine weitere Indigo liefernde Pflanze ist der Färberknöterich (*Polygonum tinctorium* Ait.). Er ist die klassische blaufärbende Pflanze in Japan. Während der Indigostrauch unter den klimatischen Bedingungen Mitteleuropas nicht gedeiht, verliefen Anbauversuche mit Färberknöterich erfolgreich. Sowohl für Waid wie auch für Färberknöterich ist zur Erzielung hoher Farbstoffgehalte und Biomasseerträge eine ausreichende Stickstoffversorgung (N-Sollwert ca. 180 kg N/ha) unumgänglich. Bei Färberknöterich war im Gefäßversuch bei der Steigerung der N-Gabe von 1 g N/Gefäß auf 2 g N/Gefäß ein Anstieg des Indigoehaltes um ca. 47 Prozent zu verzeichnen (Tab. 1).

Der Feldversuch ergab ähnliche Ergebnisse (Tab. 2). Versuche bei Waid zeigten im Gefäßversuch ebenfalls signifikante Zusammenhänge zwischen der Höhe der N-Düngung und dem Farbstoffgehalt. Deutlicher als beim Färberknöterich wirkte sich hier jedoch eine Erhöhung der N-Gabe auf den Biomasseertrag aus. Im Ergebnis zahlreicher agrotechnischer Versuche konnten sowohl für Waid wie auch für Färberknöterich Anbauverfahren entwickelt werden, die einen Anbau unter heutigen Produktionsbedingungen erlauben.

N-Düngung (g/Gefäß)	TM-Ertrag (g/Gefäß)	Indigoehalt (% i. d. TM)	Indigoehalt (% i. d. TM)
1,0	135,6	1,29	1,77
1,5	130,1	1,35	1,75
2,0	129,0	1,90	2,48

Tabelle 1:  
Einfluss der N-Düngung auf TM-Ertrag und Indigoehalt bei Färberknöterich, Gefäßversuch 1995

Bild rechts:  
Indigoextrakt in der Laborprüfung,  
Versuchsanstalt Rohrbach



Tabelle 2:  
Einfluss der N-Düngung auf TM-Ertrag,  
Farbstoffgehalt und -ertrag bei Färberknöterich,  
Versuchsstation Dornburg 1998 bis 2000

N-Düngung (kg/ha)	Schnitt	Blattertrag (dt TM/ha)			Blatt: Stängel-Verhältnis			Indicangehalt (% i.d. TM)			Indigoertrag (kg/ha)		
		1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000
1. <sup>1)</sup> + 2. <sup>2)</sup> Gabe bzw. Σ													
ohne	1.	9,5	9,0	6,6	1 : 1,04	1 : 1,48	1 : 0,82	3,24	2,45	3,05	15,5	10,0	10,2
	2.	10,8	9,7	15,9	1 : 0,55	1 : 1,01	1 : 0,72	3,46	1,78	3,25	18,2	8,6	26,1
	Σ	<b>20,3</b>	<b>18,7</b>	<b>22,5</b>							<b>33,7</b>	<b>18,6</b>	<b>36,3</b>
80 + 40 120	1.	9,8	12,9	9,6	1 : 0,97	1 : 1,64	1 : 0,85	3,96	2,96	6,86	19,0	19,2	32,8
	2.	13,0	14,6	19,6	1 : 0,52	1 : 0,92	1 : 0,65	3,11	3,28	4,17	20,3	24,0	41,2
	Σ	<b>22,8</b>	<b>27,5</b>	<b>29,2</b>							<b>39,3</b>	<b>43,2</b>	<b>74,0</b>
80 + 60 140	1.	8,5	13,9	8,1	1 : 1,06	1 : 1,64	1 : 0,77	3,96	3,83	6,86	17,1	27,2	27,7
	2.	10,6	14,2	22,5	1 : 0,56	1 : 0,98	1 : 0,61	3,59	2,88	4,30	18,7	20,5	48,8
	Σ	<b>19,1</b>	<b>28,1</b>	<b>30,6</b>							<b>35,8</b>	<b>47,7</b>	<b>76,5</b>
120 + 20 140	1.	10,3	15,6	9,1	1 : 0,90	1 : 1,47	1 : 0,73	4,13	4,72	7,31	21,5	36,8	31,2
	2.	11,9	12,6	19,8	1 : 0,55	1 : 0,93	1 : 0,68	3,92	2,79	3,39	22,9	17,6	33,2
	Σ	<b>22,2</b>	<b>28,2</b>	<b>28,9</b>							<b>44,4</b>	<b>54,4</b>	<b>64,4</b>
120 + 40 160	1.	10,6	16,1	8,4	1 : 0,88	1 : 1,60	1 : 0,74	4,13	4,03	7,31	22,0	32,5	30,0
	2.	14,1	13,5	22,3	1 : 0,48	1 : 0,88	1 : 0,63	3,58	3,00	5,04	25,0	20,0	55,7
	Σ	<b>24,7</b>	<b>29,6</b>	<b>30,7</b>							<b>47,0</b>	<b>52,5</b>	<b>85,7</b>
160 + 0 160	1.	13,6	16,8	10,0	1 : 1,04	1 : 1,50	1 : 0,70	3,91	4,99	8,19	27,0	42,4	40,3
	2.	13,0	11,4	22,1	1 : 0,45	1 : 0,88	1 : 0,68	3,55	2,94	4,57	23,1	17,0	50,6
	Σ	<b>26,6</b>	<b>28,2</b>	<b>32,1</b>							<b>50,1</b>	<b>69,4</b>	<b>90,9</b>
160 + 20 180	1.	11,6	16,6	9,9	1 : 0,93	1 : 1,41	1 : 0,74	3,91	3,76	8,19	22,8	31,4	40,8
	2.	15,1	11,4	25,6	1 : 0,54	1 : 1,18	1 : 0,63	3,82	4,11	3,18	29,2	22,1	40,7
	Σ	<b>26,7</b>	<b>28,0</b>	<b>35,5</b>							<b>52,0</b>	<b>53,5</b>	<b>81,5</b>

<sup>1)</sup> N-Sollwert = N-Düngung + N<sub>min</sub>-Gehalt im Boden (0 - 60 cm)

<sup>2)</sup> N-Gabe nach dem 1. Schnitt

### 2.1.1 Anbautelegramm für Färberwaid (*Isatis tinctoria* L.)

#### Botanik

Der zur Familie der Kreuzblütengewächse gehörende Waid wurde schon im mittelalterlichen Europa zur Indigogewinnung angebaut. Er bildet im 1. Standjahr eine Blattrosette aus, die mehrschnittig genutzt werden kann. In den Blättern des Waid sind die Vorstufen Indican und Isatan-B enthalten, aus denen bei der Verarbeitung Indigo gebildet wird. Im 2. Standjahr beginnt der Waid zu Vegetationsbeginn zu schossen. Anfang bis Mitte Mai bildet er eine Vielzahl 1,0 – 1,8 m hoher Blütenschäfte aus, die Tausende von gelben Blüten tragen. Aus diesen entwickeln sich überwiegend einsamige Schötchen, aus denen das Saatgut gewonnen werden kann.



#### Klimaansprüche

Als winterannuelle Frucht deckt Waid seinen Jarowisationsbedarf im Rosettenstadium (ähnlich Winter-raps), bei Aussaat im Spätherbst bzw. im zeitigen Frühjahr verbleibt er im ersten Standjahr im vegetativen Stadium. Waid hat keine besonderen Ansprüche an die Temperatur, ist frosthart und benötigt für die Keimung 2 – 4 °C. Eine ausreichende, kontinuierliche Wasserversorgung während der Vegetationsperiode wirkt ertragsfördernd.

#### Bodenansprüche

Waid neigt zur Ausbildung einer Pfahlwurzel. Er bevorzugt tiefgründige humose Böden mit gutem Nährstoffnachlieferungs- und Wasserhaltevermögen und reagiert auf Bodenverdichtung negativ.

#### Fruchtfolge

Die Vorfruchtwahl sollte vorrangig unter Berücksichtigung unkrautunterdrückender Eigenschaften getroffen werden. Ein Anbau in Fruchtfolge mit Raps ist nicht zu empfehlen, da der Waid als Kreuzblütler von Rapsschädlingen befallen wird. Als Nachfrucht empfiehlt sich Getreide, um Durchwuchs bekämpfen zu können.

#### Bodenbearbeitung

- tiefe Herbstfurche
- feuchtigkeitsbewahrende Saatbettbereitung
- feinkrümeliges, ebenes und rückverfestigtes Saatbett
- Vermeidung von Bodenverdichtungen

#### Aussaat

- Saatzeit: Herbstsaat ab Ende Oktober, Frühlingsaussa so früh wie möglich, Anfang März bis Anfang April
- Saatstärke: 4 – 5 kg/ha Samen (Schötchenaussa ist aufgrund der schlechten Fließigenschaften des Saatguts und des hohen Wasserbedarfs bei der Keimung nicht zu empfehlen)
- Saattiefe: 1 – 2 cm

- Reihenabstand: 15 – 30 cm
- Saattechnik: Drillsaat mit üblichen Drillmaschinen (TKG ca. 2 g)

#### Sorten

Bislang sind keine Sorten vorhanden, ein Genotypengemisch unter dem Namen „Thüringer Waid“ wird angebaut. In der Thüringischen Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) erfolgte eine Genotypenauslese zur Erhöhung des Ertragsvermögens. Erste Stämme stehen im Versuchsanbau.

#### Pflanzenschutz

Zugelassene Pflanzenschutzmittel für Waid gibt es nicht (siehe Abschnitt Vorbemerkungen).

##### Unkräuter:

Waid hat eine langsame Jugendentwicklung, der Bestandesschluss erfolgt etwa 6 bis 8 Wochen nach dem Aufgang. Das Konkurrenzverhalten ist in dieser Zeit sehr gering, so dass sich eine Unkrautbekämpfung als notwendig erweist. Eine Maschinenhacke vor Bestandesschluss bzw. nach jedem Schnitt ist zu empfehlen.

##### Schädlinge:

Beim Aufgang des Waids kann ein Starkbefall mit Erdflöhen zum Totalausfall führen. Vereinzelt wurde im 1. Standjahr ein Blattlausbefall festgestellt, der jedoch durch die häufige Schnittnutzung kaum Schäden verursacht. Ein verstärktes Auftreten von Stängelrüsslern kann in der Saatgutproduktion im 2. Vegetationsjahr ebenfalls zu Ertragsminderungen führen.

#### Düngung

- Eine Grunddüngung mit P, K und Mg ist zu empfehlen. Je nach Ertragsniveau kann mit folgenden Entzügen im 1. Standjahr gerechnet werden:  
P: 20 – 25 kg/ha, K: 180 – 250 kg/ha, Mg: 15 – 20 kg/ha
- Waid hat einen hohen Stickstoffbedarf. Die Entzüge liegen in Abhängigkeit vom Ertrag bei ca. 150 – 200 kg N/ha.  
Mineralische N-Gaben entsprechend den Nmin-Untersuchungen des Bodens und Stickstoffbedarfsanalyse zu Vegetationsbeginn und nach jedem Schnitt wirken sich günstig auf die Ertragsentwicklung aus.  
Folgendes N-Düngungsschema hat sich im Versuchsanbau gut bewährt: N-Sollwert im Frühjahr = 120 kg N/ha, 50 kg N/ha nach jedem Schnitt

#### Ernte und Erstverarbeitung

Waid ist im 1. Standjahr mehrschnittig nutzbar. Der erste Schnitt sollte nach Bestandesschluss etwa Ende Juni bis Anfang Juli erfolgen. Folgeschnitte sind alle 5 – 7 Wochen möglich, so dass im Jahr maximal 3 Schnitte realisierbar sind. Die Erträge liegen bei ca. 200 dt/ha Frischmasse (= etwa 30 – 40 dt/ha Trockenmasse). Sie verteilen sich im Allgemeinen relativ gleichmäßig auf alle 3 Schnitte. Lediglich beizeitigem Kälteeinbruch im Herbst ist ein Ertragsabfall beim 3. Schnitt zu verzeichnen, der mit einer Absenkung des Indigogehaltes einhergeht. Die geerntete Blattmasse muss nach der Ernte unverzüglich verarbeitet werden, da sofort einsetzende irreversible Umsetzungsprozesse die Indigoausbeute vermindern.

#### Erntetechnik

Die Ernte der Blätter sollte mit einer tiefschneidenden Maschine mit Doppelmesserschneidwerk (eventuell Spinaterntetechnik o. ä.) erfolgen. Falls keine Spezialerntetechnik vorhanden ist, muss mit sehr hohen Verlusten gerechnet werden.

##### Samenernte:

Die Ernte der Samen mit dem Mähdescher kann etwa 6 – 7 Wochen nach der Blüte einsetzen. Aufgrund der ungleichmäßigen Abreife des Waids ist eine Sikkation des Bestandes möglich. Es ist eine zügige Fahrgeschwindigkeit bei minimalem Wind zu wählen. Die Haspeldrehzahl sollte gering, der Haspeleingriff schwach sein. Es sind großlöchrige Siebe zu verwenden. Eine Dreschtrommeldrehzahl von 750 – 800 U/min bei mittlerer Korbeinstellung gewährleistet eine gute Ausbeute. Beim Mähdrusch werden Schötchen geerntet. Der Samen muss mit geeigneten Dreschmaschinen oder Reibern gewonnen werden. Der Samenertrag liegt bei ca. 2 – 4 dt/ha, kann jedoch maximal 10 dt/ha betragen.

#### Verwertung

Die Farbstoffvorstufen zur Herstellung von Indigo sind zu ca. 0,3 Prozent in der Trockenmasse der Waidblätter enthalten. Auch die Gärtsaftbereitung aus den Blättern des Waids zur Weiterverarbeitung zu Anstrichstoffen mit fungiziden und brandhemmenden Eigenschaften wird praktiziert. Die Volksmedizin nutzte den Waid als entzündungshemmendes Mittel. Während sich die pharmazeutische Verwertung in der chinesischen Medizin bis heute erhalten hat, wird sie in Europa gerade wissenschaftlich untersucht.

## 2.1.2 Anbautelegramm für Färberknöterich (*Polygonum tinctorium* Ait.)

### Botanik

Färberknöterich ist einjähriges Knöterichgewächs mit knotig gegliederten Stengeln, denen ganzrandige Blätter schraubig angeordnet sind. Die in ansehnlichen Blütentrauben zusammengesetzten Einzelblüten sind zwittrig, klein und unscheinbar. Die Blütenfarbe variiert von weiß bis rosa. Aus dem oberständigen Fruchtknoten geht eine einsamige Nuss hervor.



### Klimaansprüche

Der aus Ostasien stammende Färberknöterich ist frostempfindlich und sollte deshalb nicht vor den letzten Spätfrösten ins Feld gestellt werden.

### Bodenansprüche

Tiefgründige, feuchte Böden in gutem Nährstoffzustand werden von Färberknöterich bevorzugt. Auf Bodenverdichtungen und stauende Nässe reagiert er negativ.

### Fruchtfolge

Färberknöterich stellt keine besonderen Ansprüche an die Vorfrucht. Es sollte jedoch auf unkrautunterdrückende Eigenschaften geachtet werden. Eine hohe N-Hinterlassenschaft der Vorfrucht wirkt sich positiv auf die Jugendentwicklung der Pflanzen aus. Als Nachfrüchte sind alle Kulturpflanzen geeignet.

### Bodenbearbeitung

- Vermeidung von Bodenverdichtungen
- Herbstfurche
- feuchtigkeitsbewahrende Saatbettbereitung im Frühjahr
- feinkrümeliges, rückverfestigtes Saatbett

### Aussaat/Pflanzung

Färberknöterich kann mit üblichen Drillmaschinen ausgesät werden.

- Saatzeit: Ende April bis Anfang Mai (Auflaufen der Jungpflanzen darf nicht vor den letzten Spätfrösten erfolgen)
- Saatstärke: ca. 5 kg/ha (TKG ca. 3 g)
- Saattiefe: 2 – 3 cm
- Keimdauer: 2 – 3 Wochen
- Reihenabstand: 20 – 30 cm

Einen schnelleren Bestandesschluss erzielt man durch Auspflanzung vorgezogener Pflanzen Ende Mai ins Freiland. Bei der Pflanzkultur sind 9 – 10 Pflanzen/m<sup>2</sup> ausreichend. Bei Beständen, die nicht zur Vermehrung bzw. Saatguterzeugung genutzt werden, empfiehlt es sich, die wesentlich billigere Drilltechnik einzusetzen.

### Pflanzenschutz

Zugelassene Pflanzenschutzmittel für Färberknöterich gibt es nicht (siehe Abschnitt Vorbemerkungen).

#### Unkräuter:

Da sich Färberknöterich bei warmen Temperaturen relativ schnell und üppig entwickelt, kann auf eine Unkrautbekämpfung gegebenenfalls verzichtet werden. Bei hohem Unkrautdruck ist eine Maschinenhacke aufgrund der weiten Reihenabstände möglich.

#### Krankheiten und Schädlinge:

Das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen konnte bisher in Färberknöterichbeständen nicht beobachtet werden.

### Düngung

- *Polygonum tinctorium* benötigt zum üppigen Wachstum hohe Mengen an Stickstoff. 150 bis 200 kg N/ha unter Anrechnung des Nmin-Gehaltes des Bodens sollten verabreicht werden.
- In Bezug auf P- und K-Düngung ist Färberknöterich eher anspruchslos. Eine Entzugsdüngung im Rahmen der Fruchtfolge ist ausreichend.

### Ernte und Aufbereitung

Färberknöterich kann ein- bis zweischnittig genutzt werden. Bei wertstofforientierter Anbauweise sind 2 Schnitte (Ende Juli und Ende September) empfehlenswert, weil damit der Blattanteil im Erntegut höher ist und die Farbstoffvorstufen nur in den Blättern enthalten sind. Mit tiefschneidenden Mähbalken oder Maschinen, die in der Grünfütterernte eingesetzt werden, können 200 bis 300 dt Frischmasse pro Hektar geerntet werden. Das Erntegut sollte frisch verarbeitet werden, da dann der höchste Farbstoffetrag realisiert werden kann. Schonende Trocknung und spätere Verarbeitung sind möglich.

#### Samenernte:

Als ausgeprägte Kurztagspflanze gelangt der Färberknöterich bei uns erst Ende August – Anfang September zur Blüte. Samenerträge von maximal 15 dt/ha können daher nur bei langem, warmem und frostfreiem Herbst gewonnen werden. Eine Auslagerung der Saatguterzeugung in wärmere Klimagebiete zur sichereren Samengewinnung ist anzustreben.

### Verwertung

Zur Herstellung von Indigo als blauem Textilfarbstoff werden den Knöterichblättern die Farbstoffvorstufen entnommen. Der Farbstoffgehalt liegt bei etwa 3 bis 5 Prozent und entspricht damit dem von *Indigofera* sp., ist aber ca. 10-fach höher als im Waid.



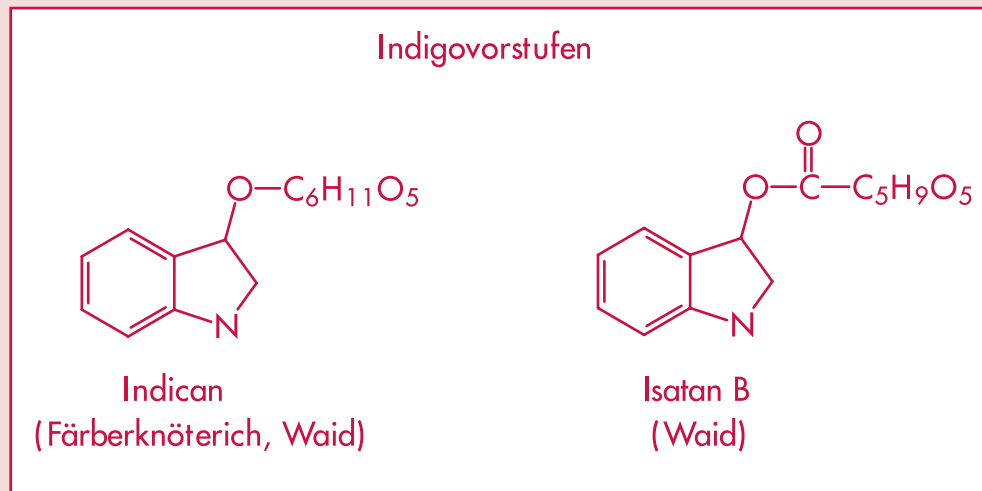


Abbildung 4:  
Indigovorstufen von  
indigoliefernden Arten

### 2.1.3 Farbstoffgewinnung

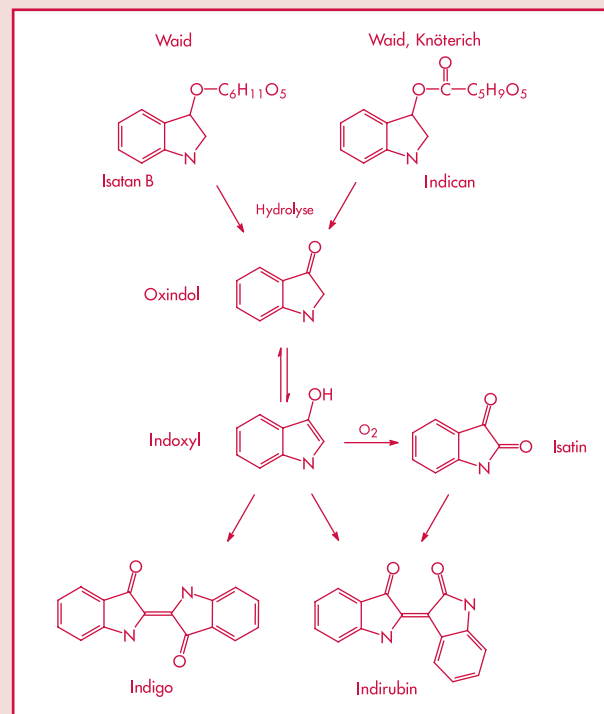
Das Indigo ist in den Pflanzen nicht als fertiger Farbstoff, sondern als farblose, wasserlösliche Derivate des Indoxyls enthalten. Im Waid handelt es sich um Indoxyl-5-ketogluconat (= Isatan B) und Indoxyl-β-D-glucosid (= Indican), im Färberknöterich ausschließlich um Indican. (Abb. 4).

Um den Indigofarbstoff zu gewinnen wurden die frisch geernteten Waidblätter im Mittelalter zu einem Pflanzenbrei vermahlen und zu Bällen geformt. Beim Trocknen bildete sich durch Fermentation darin dann ein unbegrenzt haltbarer Farbstoff. Heute ist die wässrige Extraktion der Indigoprecursors aus den frisch geernteten Blättern beider Pflanzenarten die Basis für die industrielle Verarbeitung. Die Indigogewinnung erfolgt nach dem in Abbildung 5 dargestellten Schema.

Die Extraktion von Indican und Isatan B aus Waid bzw. Knöterich ist relativ einfach mit Wasser möglich, wobei die Extraktionsdauer mit steigender Wassertemperatur verringert werden muss. Die wässrige Lösung wird dann durch Zugabe von Alkalien (NaOH, CaO, NH<sub>3</sub> etc.) auf einen pH-Wert von 9–11 gebracht. Durch das Einleiten von Luft erfolgt die Oxidation des Indoxyls zu Indigo. Der wasserunlösliche Indigofarbstoff fällt aus der Lösung aus, so dass eine Abtrennung erfolgen kann.

Mehrere Forschungsprojekte bestätigten, dass es möglich ist, Indigo aus Waid und Färberknöterich nach diesem Schema zu gewinnen. Während sich beide Pflanzen hinsichtlich der Extraktion gleichen, treten Unterschiede auf, wenn die Stufe des Indoxyls erreicht ist. Den größten Anteil an beiden Indigo-

Abbildung 5:  
Schematische Darstellung der Indigogewinnung



Waidernte

vorstufen nimmt bei Waid das Isatan B ein. Die Untersuchung von 232 Waidproben eines Sortiments ergab eine klare Verteilung.

Danach bildet das Isatan B im Durchschnitt aller untersuchten Proben ca. 80 Prozent des Gesamtindigogehaltes, während das Indican nur den Rest von ca. 20 Prozent ausmacht. Dieses Verhältnis erweist sich für die Verarbeitungseignung als ungünstig, da das Isatan B nach der Ernte der Blätter irreversibel abgebaut wird und somit für die Indigogewinnung verloren geht.

Die Schwierigkeiten bei der Extraktion des Waidindigos, bedingt durch die extreme Instabilität der Indigovorstufe Isatan B, treten bei Färberknöterich, der ausschließlich Indican als Indigoprecursor enthält, nicht auf. Indican ist bei Temperaturen bis ca. 50 °C in leicht saurer Lösung offenbar nahezu unbegrenzt haltbar

### 2.1.4 Färbung und Färbereignung

Die Färbung mit Indigo ist eine sogenannte Küpenfärbung. Bei der Färbung muss der wasserunlösliche Indigofarbstoff wieder in seine wasserlöslichen Vorstufen reduziert werden. Dies kann in kleinerem Maßstab wie folgt geschehen:

#### Färbereignung für die Indigofärbung

##### a. Herstellung der Farbküpe

- 1,5 g Natronlauge (in Apotheken erhältlich)
- 3 g Natriumdithionit oder Natriumhydrosulfit (in Apotheken erhältlich)
- 1,5 g Indigo
- 100 g unbehandeltes Textil (Wolle, Seide, Baumwolle)
- 2–2,5 l Wasser

##### Lösung 1:

Die Natronlauge in einem Glasbehälter mit 50 ml warmem Wasser (48 °C) auflösen, das zerriebene Indigo dazugeben und danach 1 g Natriumdithionit unter vorsichtigem Rühren in die Mischung geben. Nach Auflösung des Natriumdithionits wird die Flüssigkeit abgedeckt und 1–2 Stunden stehen gelassen. Die Lösung färbt sich gelb bis gelbgrün.

##### Lösung 2:

In einem geschlossenen Gefäß wird das restliche Natriumdithionit in 100 ml kaltem Wasser aufgelöst und stehen gelassen.

##### b. Vorbereitung des Farbbades

Ca. 50 °C warmem Wasser (Temperatur darf nicht über 60 °C steigen) werden 30 ml der Lösung 2 beigegeben, die Flüssigkeit muss 10 Minuten stehen. Dann wird langsam die Lösung 1 dazugegossen und vorsichtig umgerührt. Es sollten sich möglichst keine Luftblasen bilden. Nach etwa 20 Minuten nimmt das Farbbad eine hellgelbe Farbe an. Ist die Flüssigkeit noch grünlich, muss noch etwas von Lösung 2 dazugegeben werden.

##### c. Färbung

Das Textil im Wasser durchnässen, auswringen, 30 Minuten in die Küpe hängen und dann tropfnass aufhängen. Nach Entnahme aus der Küpe hat der Stoff eine gelblich-grüne Farbe, die an der Luft in Blau umschlägt. Den Vorgang kann man mehrmals wiederholen bis die gewünschte Farbtiefe erreicht ist. Wird die Küpe während der Färbung blau, muss etwas von Lösung 2 zugegeben werden. Nach Beendigung der Färbung und einer Belüftungszeit von etwa einer Stunde wird das Textil mehrmals gründlich ausgespült. Dem letzten Spülwasser sollte etwas Essig zugesetzt werden, um die Echtheit der Färbung zu erhöhen.

Art	Färbende Pflanzenteile	Waschechtheit	Lichtechtheit
Färberwaid (Isatis tinctoria)	Blätter des 1. Anbaujahres	Baumwolle: hoch Wolle: hoch	Baumwolle: hoch Wolle: hoch
Färberknöterich (Polygonum tinctorium)	Blätter	Baumwolle: hoch Wolle: hoch	Baumwolle: hoch Wolle: hoch

Tabelle 3:  
Echtheiten blaufärbender Pflanzen (ohne Vorbehandlung des Textils)

Im Gegensatz zu zahlreichen Pflanzenfarbstoffen erreicht Naturindigo sehr gute Wasch- und Lichtechtheiten (Tab. 3), weniger hoch ist dagegen die Reißechtheit.

Einen Einfluss auf die Gebrauchsechtheiten der Färbungen kann auch der Indirubingehalt des gewonnenen Naturindigos haben. Ausfärbungen mit indirubinhaltigem Indigo sind immer, je nach Gehalt, mehr oder weniger rotstichig. Da Indirubin wenig lichtbeständig ist, beeinträchtigen zu hohe Gehalte außerdem die Lichtechtheit der Färbung.

### 2.1.5 Fazit

Von den beiden indigoliefernden Pflanzenarten Isatis tinctoria und Polygonum tinctorium ist primär der letztgenannte Färberknöterich zur Indigogewinnung geeignet. Waid weist Indigogehalte auf, die fünf- (Ganzpflanze) bis zehnfach (Blätter) niedriger sind als die des Färberknöterichs. Die geringen Farbstoffgehalte des Waid werden nur in unzureichendem Maße durch die höheren Trockenmasseerträge ausgeglichen, so dass mit Knöterich drei- bis fünffach höhere Indigoerträge je Flächeneinheit zu erreichen sind.

Hinzu kommt noch die hohe Instabilität des im Waid als Hauptindigovorstufe enthaltenen Isatan B, wodurch bei Nichteinhaltung bestimmter Parameter bei der Extraktion hohe Verluste auftreten können. Das im Färberknöterich als einziger Precursor vorkommende Indican hat sich in allen durchgeführten Versuchen als sehr stabil erwiesen, so dass eine effizientere Extraktion des Farbstoffes möglich ist.

Mit Indigo gefärbter Rock und Hose (Spremlberger Tuche GmbH)



N-Düngung (kg/ha)	TM-Ertrag (dt/ha)	Farbstoffgehalt (% i. d. TM)	Farbstoffeintrag, berechnet (kg/ha)
0	119,5	1,22	145,8
60	144,7	1,20	173,6
120	156,6	1,00	156,6

Tabelle 4:  
Einfluss der N-Düngung auf TM-Ertrag, Farbstoffgehalt und -ertrag bei Kanadischer Goldrute (3. Anbaujahr), Feldversuch Dornburg 1996

## 2.2 Gelbfärbende Pflanzen

Während nur wenige Arten blaue oder rote Farbstoffe liefern, ist die Palette der gelbfärbenden Pflanzen sehr groß. Aus pflanzenbaulicher Sicht ist die Gewinnung von Gelbfarbstoffen aus Ganzpflanzen wesentlich ökonomischer als die Produktion von Farbstoffen aus der Blüte. Lediglich maschinell zu erntende Blüten, wie beispielsweise die der Färberhundskamille, können unter den Bedingungen der modernen Landwirtschaft wirtschaftlich produziert werden.

Entscheidenden Einfluss auf die Qualität des Rohstoffes hat bei allen gelbfärbenden Arten die Höhe der N-Düngung.

So beeinflusste eine Erhöhung der N-Gabe über einen N-Sollwert von 80 kg N/ha beim Färberwaid den

Trockenmasseertrag nur unwesentlich, wirkte sich jedoch negativ auf den Farbstoffgehalt aus (Abb. 6).

Auch bei Kanadischer Goldrute führte eine Steigerung der N-Düngung zu einem Abfall im Farbstoffgehalt, wobei hier bei höherer N-Versorgung der Pflanzen eine deutliche Zunahme des Trockenmasseertrages zu verzeichnen war (Tab. 4).

Bei Färberhundskamille verursacht eine N-Düngung über einen N-Sollwert von 80 kg N/ha ein üppiges vegetatives Wachstum und eine verzögerte Blütenbildung. Durch die hohe Biomassebildung steigt die Lagerneigung und die Ernte der Bestände wird erschwert.

Der Farbstoffgehalt der Gelbfarbstoffpflanzen wird zudem wesentlich vom Erntezeitpunkt beeinflusst. Bei Reseda luteola beispielsweise sind die Farbstoff-

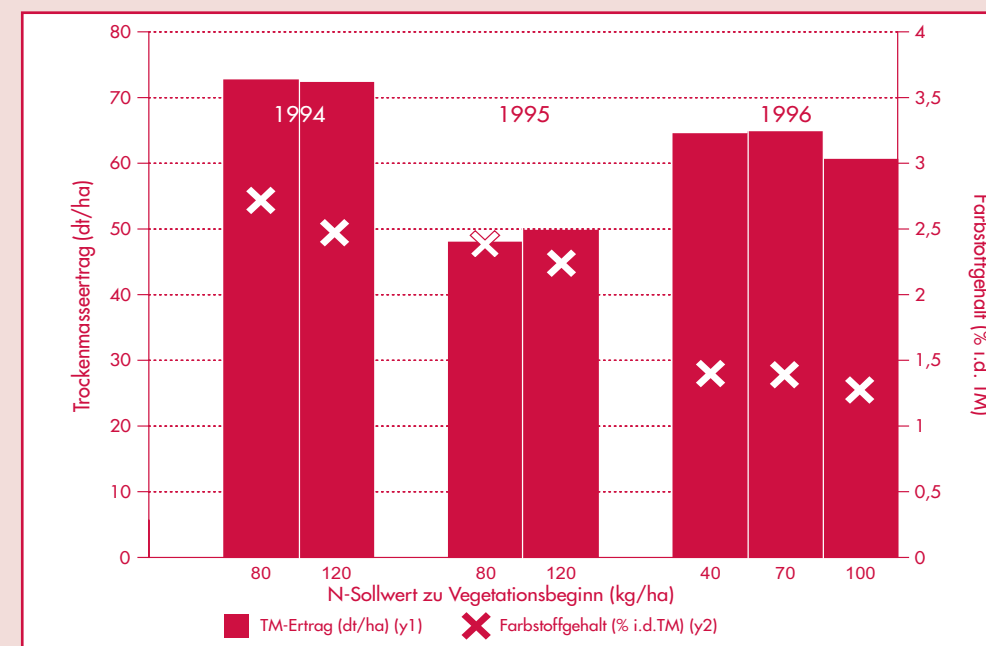


Abbildung 6:  
Einfluss der N-Düngung auf Trockenmasseertrag und Farbstoffgehalt bei Färberwaid, Dornburg 1994 bis 1996

gehalte ca. 10 Tage nach Blühbeginn am höchsten und nehmen anschließend wieder ab (Abb. 7).

Kanadische Goldrute enthält zur Vollblüte die meisten Farbstoffe, wobei hier der Farbstoffgehalt zur Reife hin weniger drastisch sinkt (Tab. 5).

Bei beiden Arten ist zu diesem Zeitpunkt der Biomassezuwachs noch nicht abgeschlossen, so dass nicht unbedingt die höchsten Farbstoffträge je Flächeneinheit realisiert werden.

Nachfolgend sind die Anbauverfahren für aussichtsreiche Gelbfarbstoffpflanzen beschrieben.

Bild oben rechts: Kanadische Goldrute  
Bild mittig: der Einfluss verschiedener Beizen bei der Gelbfärbung



Erntezeitpunkt	TM-Ertrag (dt/ha)	Farbstoffgehalt (% i. d. TM)	Farbstofftrag, berechnet (kg/ha)
23.07. Blühbeginn	129,1	0,80	103,3
20.08. Vollblüte	131,9	1,41	186,0
09.09. Beginn Samenreife	159,9	1,31	209,5

Tabelle 5:  
Einfluss des Erntezeitpunktes auf TM-Ertrag, Farbstoffgehalt und -ertrag bei Kanadischer Goldrute (3. Anbaujahr), Feldversuch Dornburg 1996

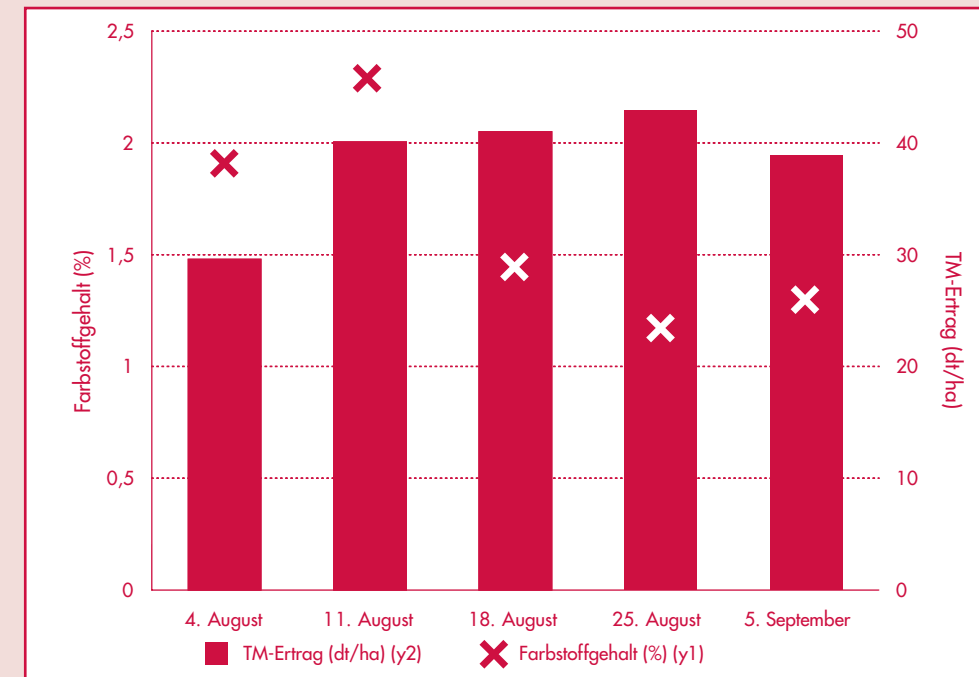


Abbildung 7:  
Einfluss des Erntezeitpunktes auf Ertrag und Farbstoffgehalt von Färberwau, Dornburg 1995

Reseda-Färbung im Industriemaßstab (Spremler Tuche GmbH)



## 2.2.1 Anbaulegramm für Färberwau (*Reseda luteola* L.)

### Botanik

Das 1- bis 2-jährige Resedengewächs bildet zur Blütezeit (Juli/ August) einen ca. 150 cm hohen Stängel mit langen, rutenförmigen, gelblich-weißen Blütentrauben aus. Die Einzelblüten sind unscheinbar. An den Stängeln befinden sich schmale längliche Blätter in wechselständiger Anordnung. Die Samen sind dunkelbraun bis schwarzglänzend, rund und sehr fein. In ihnen sind ca. 35 – 40 % Öl enthalten.



### Klimaansprüche

Obwohl Färberwau im Mittelmeergebiet beheimatet ist, stellt er keine besonderen Bedingungen an die Klimaverhältnisse und gedeiht unter mitteleuropäischen Klimabedingungen sehr gut.

### Bodenansprüche

Tiefgründige, sandige Lehme bzw. lehmige Sande sind für den Färberwauanbau besonders geeignet. Er liebt sonnige Lagen und reagiert empfindlich auf stauende Nässe.

### Fruchtfolge

Färberwau stellt keine besonderen Ansprüche an die Vorfrucht. Bei der Vorfruchtwahl ist besonders auf deren unkrautunterdrückende Eigenschaften zu achten. Vorfrüchte mit hoher N-Hinterlassenschaft im Boden sind wegen der negativen Auswirkungen auf den Farbstoffgehalt zu meiden. Als Nachfrucht kommt Getreide in Betracht. Durchwuchsprobleme durch Samenausfall sind nicht zu befürchten bzw. durch Getreideherbizide leicht zu regulieren.

### Bodenbearbeitung

- Herbstfurche
- feuchtigkeitsbewahrende Saatbettbereitung im Frühjahr
- feinkrümeliges, rückverfestigtes Saatbett

### Aussaart

- Drillsaat mit praxisüblichen Drillmaschinen für Feinsämereien (TKG 0,2 g)
- Saatzeit: Herbstsaat Ende August bis Mitte September (Pflanzen müssen im Stadium der kleinen Rosette in den Winter gehen, da Keimpflanzen nicht frosthart sind), Frühljahrsaussaart so früh wie möglich im März bis April
- Saatstärke: 3 – 5 kg/ha
- Saattiefe: so flach wie möglich (1 – 2 cm)
- Keimdauer: 2 – 3 Wochen
- Reihenabstand: 15 – 30 cm

### Pflanzenschutz

Zugelassene Pflanzenschutzmittel für Färberwau gibt es nicht (siehe Abschnitt Vorbemerkungen).

#### Unkräuter:

Da Färberwau eine langsame Jugendentwicklung aufweist, ist ein Unkrautbekämpfung bis zum Bestandeschluss unumgänglich. Sie kann bei weiten Reihenabständen mechanisch mit einer Maschinenhacke erfolgen. Nach Bestandesschluss schossen die Bestände sehr schnell und unterdrücken keimende Unkräuter. Die Bekämpfung von Wurzelunkräutern sollte in der Fruchtfolge erfolgen.

#### Krankheiten und Schädlinge:

Krankheiten wurden am Färberwau in Thüringen bisher nicht beobachtet. In Brandenburg dagegen wurde das mehrfache Auftreten von *Cercospora resedae* (Blattflecken) festgestellt, was zu einem deutlichen Abfall der Farbstoffgehalte im Erntegut führte. In trockenen Jahren tritt beim Färberwauanbau mitunter ein starker Erdflöhebefall auf, der zum Totalausfall führen kann.

### Düngung

- Nicht organisch düngen.
- Wegen der negativen Auswirkungen einer zu hoch bemessenen und zu spät verabreichten N-Gabe auf die Qualität (Luteolingehalt) nur mäßig mit Stickstoff düngen (0 – 60 kg N/ha unter Anrechnung des Nmin-Gehaltes des Bodens).
- Färberwau hat einen sehr hohen Kaliumbedarf. Eine dt trockenes Färberwau-Kraut entzieht dem Boden 3,5 kg Kalium (4,2 kg K<sub>2</sub>O). Eine Düngung entsprechend dem Entzugswert und der Ertragserwartung ist erforderlich. Bei einer mittleren Ertragserwartung von 35 dt TM/ha entspricht dies einer Gabe von 150 kg K<sub>2</sub>O/ha.
- Eine Phosphordüngung von ca. 50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha ist ausreichend.

### Ernte und Aufbereitung

Optimaler Erntezeitpunkt des Färberwau ist zu Blühende. Mit einem tiefschneidenden Mähbalken oder mit Maschinen aus der Futterernte wird die gesamte Pflanze geerntet. Anschließende technische Trocknung der gesamten Pflanze, wobei Temperaturen von 40 bis 100 °C möglich sind. Der niedrigere Temperaturbereich ist wegen der besseren Energieeffizienz zu bevorzugen. Die Einwirkung von Sonnenlicht führt zu Qualitätsminderungen. Der Ertrag liegt unter Praxisbedingungen bei 35 bis 50 dt Trockenmasse/ha.

### Verwertung

Wau ist zur Gelbfärbung von Naturfasern geeignet. Bei Behandlung der Fasern mit unterschiedlichen Beizen bzw. im Zusammenspiel mit Blau erzielt man auch grüne Farbtöne. Der Hauptfarbstoff des Färberwau ist das Luteolin sowohl in freier Form als auch in Form des 7-mono- und 3,7-diglucosids. Daneben kommt noch eine geringere Menge Apigenin vor. Der Farbstoffgehalt ist in hohem Maße von Pflanzenorgan (höchste Gehalte in den Blütenkapseln, niedrigere in den Stängeln), Erntezeitpunkt (Ernten zu Blühbeginn enthalten höhere Konzentrationen als solche zu Beginn der Samenreife) und Trocknungsbedingungen des geernteten Krauts abhängig. Für die Gesamtpflanze schwankt er zwischen 2 und 4 Prozent in der Trockenmasse. Färberwau wird auch pharmazeutisch für Hautcremes und Salben genutzt.

## 2.2.2 Anbautelegramm für Kanadische Goldrute (*Solidago canadensis* L.)

### Botanik

Kanadische Goldrute ist ein ausdauernder Korbblütler. Die 0,50 bis 2,00 m hohen Stängel sind dicht abstehend kurzhaarig. Ihnen sitzen lanzettlich schmale Blätter an, die einen leicht gezahnten Rand aufweisen. Die gelben Einzelblüten sind höchstens 6 mm lang, sehr zahlreich, in dichter, einseitwendiger Rispe angeordnet. Die Zungenblüten überragen die Hülle nicht.



### Klimaansprüche

Die anspruchslose Kanadische Goldrute stammt aus Nordamerika. Sie ist jedoch in Mitteleuropa weitverbreitet und vor allem an Ufern, Bahndämmen sowie in Auwäldern und Gebüsch anzutreffen. Hiesigen Bedingungen ist sie bestens angepasst.

### Bodenansprüche

Tiefgründige, feuchte Böden in gutem Nährstoffzustand werden von Kanadischer Goldrute bevorzugt.

### Fruchtfolge

Kanadische Goldrute stellt keine besonderen Ansprüche an die Vorfrucht. Es sollte jedoch auf deren unkrautunterdrückende Eigenschaften geachtet werden. Als Nachfrucht ist vor allem Getreide geeignet, um eventuellen Durchwuchs bekämpfen zu können.

### Bodenbearbeitung

- Herbstfurche
- feuchtigkeitsbewahrende Saatbettbereitung im Frühjahr
- feinkrümeliges Saatbett

### Aussaat/Pflanzung

Aufgrund des niedrigen TKG (0,02 g) und der schlechten Fließeigenschaften des Saatguts ist eine Direktsaat der Kanadischen Goldrute nicht möglich. Die einzige Möglichkeit zur Anlage von Goldrutenbeständen ist die Voranzucht der Jungpflanzen und das anschließende Auspflanzen ins Feld.

- Saatzeit: Ende Februar bis Anfang März in Saatschalen, anschließendes Pikieren der Jungpflanzen
- Keimdauer: 2 – 3 Wochen
- Pflanzung: ab Mitte April ins Freiland
- Reihenabstand: 20 – 30 cm, 10 – 15 Pflanzen/m<sup>2</sup>

Die durch das Auspflanzen verursachten Kosten fallen durch die mehrjährige Nutzung der Kanadischen Goldrute (mindestens 10 Jahre) ökonomisch nicht zu stark ins Gewicht.

### Pflanzenschutz

Zugelassene Pflanzenschutzmittel für Kanadische Goldrute gibt es nicht (siehe Abschnitt Vorbemerkungen).

#### Unkräuter:

Kanadische Goldrute entwickelt sich im Jungpflanzenstadium relativ langsam.

Eine Unkrautbekämpfung im Anpflanzjahr ist unbedingt notwendig. Eine Maschinenhacke ist aufgrund der weiten Reihenabstände möglich. Da die Goldrute ab dem 2. Standjahr die Bestände schließt und sich sehr üppig entwickelt, sind Unkrautbekämpfungsmaßnahmen nicht mehr erforderlich.

#### Krankheiten und Schädlinge:

Das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen konnte bisher bei Kanadischer Goldrute nicht beobachtet werden.

### Düngung

- Kanadische Goldrute stellt keine besonderen Ansprüche an die Nährstoffversorgung. Eine Düngung mit 60 – 100 kg N/ha, in Abhängigkeit vom Versorgungszustand des Bodens, in jedem Jahr ist ausreichend. Die Phosphor- und Kaliumdüngung sollte anhand der Versorgungsstufe des Bodens in jedem 2. Jahr erfolgen, um eine Verarmung des Bodens zu verhindern.

### Ernte und Aufbereitung

Die Ernte der gesamten Pflanze erfolgt zur Zeit der Blüte mit tiefschneidenden Mähbalken oder Maschinen aus der Grünfütterernte. Das Erntegut wird bei 40 °C sofort getrocknet, anschließend gehäckselt oder geschnitten. Der Ertrag liegt bei 100 – 200 dt Trockenmasse/ha ab dem 2. Anbaujahr.

#### Samenernte:

Die Saatgutgewinnung wird durch das extrem niedrige TKG erschwert. Eine Ernte der Blütenrispen zu Blühende mit Mähwerkzeugen, Trocknen derselben und Drusch mit Standdreschern ist möglich. Der Saatgutbedarf ist aufgrund der guten Keimfähigkeit und des geringen TKG relativ niedrig (ca. 50 g/ha bei Pflanzung).

### Verwertung

Kanadische Goldrute ist zur Gelbfärbung von Naturfasern geeignet. Die färbenden Hauptinhaltsstoffe sind etwa zu gleichen Teilen Rutin und Quercitin (= 3,3',4',5,7-Pentaflavonverbindungen).

Die Konzentration und damit die färberischen Eigenschaften scheinen in starkem Maße sortenabhängig zu sein. In ihren besten Formen steht Kanadische Goldrute dem Färberwau in der Farbgebung kaum nach.

### 2.2.3 Anbaulegramm für Färberhundskamille (*Anthemis tinctoria* L.)

#### Botanik

Die Färberhundskamille ist ein zweijähriger Korbblütler mit langgestielten (ca. 1 m) gelben Blütenköpfchen. Die Früchte sind fast zweischneidig, schmalgeflügelt ohne Pappus.



#### Klimaansprüche

Die in Süd- und Mitteleuropa sowie Westasien beheimatete Färberhundskamille stellt keine besonderen Ansprüche an das Klima. In Gebieten mit reichen Sommerniederschlägen neigt sie jedoch zu üppigem Blattwachstum und geringer Blütenbildung, was sich negativ auf den Ertrag auswirkt.

#### Bodenansprüche

Da die Färberhundskamille äußerst tolerant gegenüber der Beschaffenheit des Bodens ist, gedeiht sie auf leichten wie auf schweren Böden und bei unterschiedlicher Bodenreaktion. Mäßig feuchte Standorte sind für den Anbau am besten geeignet, ein Anbau in Trockenlagen ist möglich. Staunasse Böden eignen sich nicht für den Anbau von Färberhundskamille, da hier der Blütenertrag zugunsten des Blattmasseertrages vermindert wird.

#### Fruchtfolge

Färberhundskamille stellt keine besonderen Ansprüche an die Vorfrucht. Unkrautunterdrückende Eigenschaften der Vorfrucht sollten berücksichtigt werden. Vorfrüchte mit hoher N-Hinterlassenschaft im Boden sind zu vermeiden. Wegen der Durchwuchsgefahr ist als Nachfrucht Getreide anzustreben.

#### Bodenbearbeitung

- Herbstfurche
- feuchtigkeitsbewahrende Saatbettbereitung im Frühjahr
- feinkrümeliges, rückverfestigtes Saatbett

#### Aussaat

- Färberhundskamille kann mit der üblichen Drilltechnik ausgesät werden.
- Saatzeit: Herbstsaat ab August bis Ende September, Frühljahrsaussaat so früh wie möglich
- Saatstärke: ca. 2 kg/ha (TKG ca. 1 g)
- Saattiefe: 1 – 2 cm, so flach wie möglich
- Keimdauer: 2 – 3 Wochen
- Reihenabstand: 20 – 30 cm
- Saatbett unbedingt vor und nach der Saat walzen!
- Beim Anbau von Färberhundskamille ist auch die Nutzung der Selbstaussaat zur Bestandesetablierung geeignet.

#### Pflanzenschutz

Zugelassene Pflanzenschutzmittel für Färberhundskamille gibt es nicht (siehe Abschnitt Vorbemerkungen).

#### Unkräuter:

Färberhundskamille entwickelt sich relativ schnell. Bei hohem Unkrautdruck ist eine Maschinenhacke aufgrund der weiten Reihenabstände möglich, im frühen Entwicklungsstadium kann die Unkrautbekämpfung auch durch Striegeln oder Eggen erfolgen.

#### Krankheiten und Schädlinge:

Das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen konnte bisher bei Färberhundskamille nicht beobachtet werden.

#### Düngung

- Keine N-Düngung, da sonst mit verminderter Blütenbildung zu rechnen ist.
- In Bezug auf P- und K-Düngung ist Färberhundskamille anspruchslos, bei niedriger Versorgung des Bodens können 70 kg K<sub>2</sub>O und 30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha verabreicht werden.

#### Ernte und Aufbereitung

Bei Färberhundskamille muss eine mehrmalige Blütenpflücke durchgeführt werden, bei der Kamillepflückmaschinen eingesetzt werden können. Das Erntegutes muss in in dünner Schicht bei 40 °C sofort getrocknet werden. Der Ertrag liegt bei ca. 20 – 25 dt lufttrockenen Blüten/ha.

#### Samenernte:

Die Ernte der Samen ist nach Abreife der Blüten mit dem Mähdescher, aber auch aus den gepflückten Blüten möglich. Der Samenertrag beläuft sich auf ca. 5 – 10 dt/ha.

#### Verwertung

Der Hauptfarbstoff der Kamilleblüten ist das Luteolin (= 3',4',5,7 Tetrahydroxyflavonol). Damit lassen sich natürliche Fasern gelb färben.

## 2.2.4 Anbaulegramm für Wiesenflockenblume (*Centaurea jacea* L.)

### Botanik

Wiesenflockenblume ist ein ausdauernder Korbblütler. An den 0,50 bis 1,50 m hohen, filzig behaarten und stark verzweigten Stängeln sitzen ungeteilte lanzettliche Blätter. Die hellvioletten, ca. 3 cm breiten Blütenköpfe stehen einzeln und endständig.

### Klimaansprüche

Die anspruchslose Wiesenflockenblume ist über ganz Europa und Asien verbreitet. Sie ist an hiesige Bedingungen bestens angepasst.

### Bodenansprüche

Sie gedeiht auf ackerbaulich tauglichen Böden, bevorzugt aber vor allem trockene Lagen. Staunasse Standorte sind für den Anbau nicht geeignet.

### Fruchtfolge

Wiesenflockenblume stellt keine besonderen Ansprüche an die Vorfrucht. Es sollte jedoch auf unkrautunterdrückende Eigenschaften der Vorfrucht geachtet werden. Als Nachfrucht ist vor allem Getreide geeignet, um eventuellen Durchwuchs bekämpfen zu können.

### Bodenbearbeitung

- Herbstfurche
- feuchtigkeitsbewahrende Saatbettbereitung im Frühjahr
- feinkrümeliges Saatbett

### Aussaat/Pflanzung

Wiesenflockenblume kann mit der üblichen Drilltechnik gesät werden. Problematisch ist in diesem Fall die relativ langsame Jugendentwicklung (Unkrautbekämpfung erforderlich).

- Saatzeit: März bis April
- Saatstärke: 5 kg/ha
- Saattiefe: 1 – 2 cm
- Keimdauer: 2 – 3 Wochen

Eine bessere Möglichkeit zur Anlage von Wiesenflockenblumebeständen ist die Voranzucht der Jungpflanzen und das anschließende Auspflanzen ins Feld.

- Saatzeit: Ende Februar bis Anfang März in Saatschalen, anschließendes Pikieren der Jungpflanzen.
- Keimdauer: 2 – 3 Wochen
- Pflanzung: ab Mitte April ins Freiland
- Reihenabstand: 20 – 30 cm, 10 – 15 Pflanzen/m<sup>2</sup>
- Die durch das Auspflanzen verursachten Kosten fallen durch die mehrjährige Nutzung der Wiesenflockenblume (mindestens 10 Jahre) ökonomisch nicht zu stark ins Gewicht.



### Pflanzenschutz

Zugelassene Pflanzenschutzmittel für Wiesenflockenblume gibt es nicht.

#### Unkräuter:

Wiesenflockenblume entwickelt sich im Jungpflanzenstadium relativ langsam. Eine Unkrautbekämpfung im Anpflanzjahr ist unbedingt notwendig. Eine Maschinenhacke ist aufgrund der weiten Reihenabstände möglich. Da die Wiesenflockenblume ab dem 2. Standjahr die Bestände schließt und sich sehr üppig entwickelt, sind Unkrautbekämpfungsmaßnahmen nicht mehr erforderlich.

#### Krankheiten und Schädlinge:

Das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen konnte bisher in Beständen der Wiesenflockenblume nicht beobachtet werden.

### Düngung

- Wiesenflockenblume stellt keine besonderen Ansprüche an die Nährstoffversorgung. Eine N-Düngung auf einen N-Sollwert von 80 kg/ha in jedem Jahr ist ausreichend.
- Die Phosphor- und Kaliumdüngung sollte nach Entzug vorgenommen werden. Je nach Ertragsniveau ist mit folgenden Entzügen zu rechnen: P 20 – 30 kg/ha, K 80 – 220 kg/ha

### Ernte und Aufbereitung

Die Ernte der gesamten Pflanze erfolgt zur Zeit der Blüte (Mitte Juli bis Mitte August) mit tiefschneidenden Mähbalken oder Maschinen, die in der Grünfütterernte eingesetzt werden. Das Erntegut wird bei 40 °C sofort getrocknet, anschließend gehäckselt oder geschnitten. Der Ertrag liegt ab dem zweiten Anbaujahr bei ca. 100 – 150 dt Trockenmasse/ha.

#### Samenernte:

Mähdrusch nach Sikkation des Bestandes. Reinigung und Trocknung des Erntegutes. Saatgutertrag: ca. 5 – 7 dt/ha.

### Verwertung

Die Wiesenflockenblume ist zur Gelbfärbung von Naturfasern geeignet. Der Farbstoffgehalt liegt bei ca. 2,5 % i. d. TM (kalibriert gegen Rutin).

## 2.2.5 Anbaulegramm für Rainfarn (*Chrysanthemum vulgare* L.)

### Botanik

Rainfarn ist ein ausdauernder Korbblütler. Die 60 – 150 cm hohe Pflanze hat dicht beblätterte unverzweigte Stängel, an denen wechselständig einfach bis doppelt fiederspaltige Laubblätter sitzen. Die Blüten sind goldgelb, besitzen nur Röhrenblüten und sind in dichter Scheinrispe angeordnet.



### Klimaansprüche

Der anspruchslose Rainfarn ist über ganz Europa, Nordamerika und Asien verbreitet, an die hiesigen Bedingungen also bestens angepasst.

### Bodenansprüche

Rainfarn gedeiht auf allen ackerbaulich nutzbaren Standorten. Er stellt keine besonderen Ansprüche an den Boden.

### Fruchtfolge

Rainfarn stellt keine besonderen Ansprüche an die Vorfrucht. Es sollte jedoch auf unkrautunterdrückende Eigenschaften der Vorfrucht geachtet werden. Als Nachfrucht ist vor allem Getreide geeignet, um eventuellen Durchwuchs bekämpfen zu können.

### Bodenbearbeitung

- Herbstfurche
- feuchtigkeitsbewahrende Saatbettbereitung im Frühjahr
- feinkrümeliges Saatbett

### Aussaat/Pflanzung

Eine Drillsaat ist aufgrund des geringen TKG (0,1 g) nur unter sehr günstigen Bedingungen möglich. Zur Vermeidung eines unnötigen Anbaurisikos sollte Rainfarn gepflanzt werden.

- Saatzeit: Ende Februar bis Anfang März in Saatschalen, anschließendes Pikieren der Jungpflanzen
- Keimdauer: 2 – 3 Wochen
- Pflanzung: ab Mitte April ins Freiland
- Reihenabstand: 20 – 30 cm, 10 – 15 Pflanzen/m<sup>2</sup>

Die durch das Auspflanzen verursachten Kosten fallen durch die mehrjährige Nutzung des Rainfarns (mindestens 10 Jahre) ökonomisch nicht zu stark ins Gewicht.

### Pflanzenschutz

Zugelassene Pflanzenschutzmittel für Rainfarn gibt es nicht (siehe Abschnitt Vorbemerkungen).

Unkräuter:

Obwohl sich Rainfarn im Jungpflanzenstadium relativ schnell entwickelt, ist im Anpflanzjahr trotzdem eventuell die Unkrautbekämpfung notwendig. Die Maschinenhacke ist aufgrund der weiten

Reihenabstände möglich. Ab dem 2. Standjahr schließt der Rainfarn die Bestände und entwickelt sich so üppig, dass Unkrautbekämpfungsmaßnahmen nicht mehr erforderlich sind.

Krankheiten und Schädlinge:

Das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen konnte bisher in Rainfarnbeständen nicht beobachtet werden.

### Düngung

- Rainfarn stellt keine besonderen Ansprüche an die Nährstoffversorgung. Eine N-Düngung auf einen N-Sollwert von 80 kg/ha in jedem Jahr ist ausreichend. Höhere N-Gaben führen zur Lagerbildung.
- Die Phosphor- und Kaliumdüngung sollte nach Entzug vorgenommen werden. Je nach Ertragsniveau kann mit folgenden Entzügen gerechnet werden: P 35 – 45 kg/ha, K ca. 300 kg/ha

### Ernte und Aufbereitung

Die Ernte der gesamten Pflanze erfolgt zur Zeit der Blüte (August) mit tiefschneidenden Mähbalken oder Maschinen aus der Grünfütterernte. Das Erntegut wird sofort bei 40 °C getrocknet, anschließend gehäckselt oder geschnitten. Der Ertrag liegt bei ca. 100 – 150 dt Trockenmasse/ha ab dem 2. Anbaujahr.

Samenernte:

Mähdrusch nach Sikkation des Bestandes. Dann Reinigung und Trocknung des Erntegutes. Der Saatgutertrag liegt bei ca. 2 dt/ha.

### Verwertung

Die färbenden Inhaltsstoffe des Rainfarns sind Luteolin, Quercetin und Isorhamnetin. Sie sind zur Gelbfärbung von Naturfasern geeignet. Der Farbstoffgehalt liegt bei ca. 1,5 % i. d. TM (kalibriert gegen Rutin). Rainfarn wurde früher vor allem als Wurmmittel in der Volksmedizin eingesetzt, ist heute jedoch als Heilpflanze nicht mehr gebräuchlich.



## 2.2.6 Anbautelegramm für Färberscharte (*Serratula tinctoria* L.)

### Botanik

Färberscharte ist ein ausdauernder Korbblütler. An den 0,50 bis 1,50 m hohen, wenig verzweigten Stängeln sitzen ungeteilte oder fiederteilige Blätter. Die violetten, ca. 3 cm breiten Blütenköpfchen stehen einzeln und endständig.

### Klimaansprüche

Färberscharte ist über ganz Europa und Asien verbreitet und an hiesige Bedingungen bestens angepasst. Sie bevorzugt feuchtere Lagen.

### Bodenansprüche

Sie ist hinsichtlich des Bodens anspruchslos und gedeiht auf ackerbaulich tauglichen Böden. Staunasse Standorte sind für den Anbau jedoch nicht geeignet.

### Fruchtfolge

Färberscharte stellt keine besonderen Ansprüche an die Vorfrucht. Es sollte jedoch auf unkrautunterdrückende Eigenschaften der Vorfrucht geachtet werden. Als Nachfrucht ist vor allem Getreide geeignet, um eventuellen Durchwuchs bekämpfen zu können.

### Bodenbearbeitung

- Herbstfurche
- feuchtigkeitsbewahrende Saatbettbereitung im Frühjahr
- feinkrümeliges Saatbett

### Aussaat/Pflanzung

Färberscharte kann mit der üblichen Drilltechnik gesät werden. Problematisch ist in diesem Fall die langsame Jugendentwicklung und die relativ niedrige Keimfähigkeit des Saatguts.

- Saatzeit: März – April
- Saatstärke: 5 kg/ha
- Saattiefe: 1 – 2 cm
- Keimdauer: 2 – 3 Wochen

Eine bessere Möglichkeit zur Anlage von Färberschartebeständen ist die Voranzucht der Jungpflanzen und das anschließende Auspflanzen ins Feld.

- Saatzeit: Ende Februar bis Anfang März in Saatschalen, anschließendes Pikieren der Jungpflanzen.
- Keimdauer: 2 – 3 Wochen
- Pflanzung: ab Mitte April ins Freiland
- Reihenabstand: 20 – 30 cm, 10 – 15 Pflanzen/m<sup>2</sup>

Die durch das Auspflanzen verursachten Kosten fallen durch die mehrjährige Nutzung der Färberscharte (mindestens 10 Jahre) ökonomisch nicht zu stark ins Gewicht.



### Pflanzenschutz

Zugelassene Pflanzenschutzmittel für Färberscharte gibt es nicht (siehe Abschnitt Vorbemerkungen).

#### Unkräuter:

Da sich Färberscharte im Jungpflanzenstadium relativ langsam entwickelt, ist eine Unkrautbekämpfung im Anpflanzjahr unbedingt notwendig. Eine Maschinenhacke ist aufgrund der weiten Reihenabstände möglich. Ab dem 2. Standjahr schließt die Färberscharte die Bestände und entwickelt sich so üppig, dass Unkrautbekämpfungsmaßnahmen nicht mehr erforderlich sind.

#### Krankheiten und Schädlinge:

Das Auftreten von Krankheiten konnte bisher in Beständen der Färberscharte nicht beobachtet werden. In trockenen Jahren kann es zu einem Blattlausbefall der Stängel und Knospen kommen, der die Blütenbildung negativ beeinflusst.

### Düngung

- Färberscharte stellt keine besonderen Ansprüche an die Nährstoffversorgung. Eine N-Düngung auf einen N-Sollwert von 80 kg/ha in jedem Jahr ist ausreichend.
- Die Phosphor- und Kaliumdüngung sollte nach Entzug vorgenommen werden. Je nach Ertragsniveau ist mit folgenden Entzügen zu rechnen: P 20 – 30 kg/ha, K 80 – 220 kg/ha

### Ernte und Aufbereitung

Die Ernte der gesamten Pflanze erfolgt zur Zeit der Blüte (Anfang bis Mitte August) mit tiefschneidenden Mähbalken oder Maschinen zur Grünfütterernte. Das Erntegut wird sofort bei 40 °C getrocknet, anschließend gehäckselt oder geschnitten. Der Ertrag liegt ab dem zweiten Anbaujahr bei ca. 80 – 100 dt Trockenmasse/ha.

#### Samenernte:

Mähdrusch nach Sikkation des Bestandes. Dann Reinigung und Trocknung des Erntegutes. Der Saatgutertrag liegt bei ca. 3 – 4 dt/ha.

### Verwertung

Färberscharte ist zur Gelbfärbung von Naturfasern geeignet. Der Farbstoffgehalt liegt bei ca. 3 – 3,5 % i. d. TM (kalibriert gegen Rutin).

## 2.2.7 Anbautelegramm für Saflor (*Carthamus tinctorius* L.)

### Botanik

Der auch Färberdistel genannte Saflor ist ein einjähriger Korbblütler. Er hat tiefe, stachlig gezahnte Blätter und große distelartige Blütenköpfe, von denen je einer am Ende der 60 – 130 cm hohen, verzweigten Stängel sitzt. Die Blütenfarbe variiert von weiß, gelb bis rot. Die Samen sind zu mehreren in den Blütenköpfen enthalten. Sie sind 3 – 4 mm lang und enthalten als Hauptreservestoff 18 – 50 % fettes Öl.



### Klimaansprüche

Da Saflor aus dem Mittelmeergebiet stammt, ist er wärmeliebend und gedeiht ideal in sonnigen Lagen. Geringe Fröste im Jungpflanzenstadium schaden ihm jedoch nicht. Gebiete mit hohen Niederschlagsmengen im Juni bis Juli während der Blüte und der Kornfüllungsphase des Saflors scheiden wegen der Gefahr des Botrytisbefalls für den Anbau aus. Das Eignungsgebiet für den Safloranbau entspricht in etwa dem des Sonnenblumenanbaus.

### Bodenansprüche

Saflor liebt lehmige Sand- bzw. sandige Lehmböden sowie Lössböden mit neutraler Reaktion und offenem Untergrund. Stauende Nässe, schwachsaure Böden oder solche mit hohen Tonanteilen sagen ihm dagegen nicht zu. Mäßig feuchte Standorte sind für den Anbau am besten geeignet, ein Anbau in Trockenlagen ist möglich.

### Fruchtfolge

Färberdistel stellt keine besonderen Ansprüche an die Vorfrucht. Unkrautunterdrückende Eigenschaften der Vorfrucht sollten berücksichtigt werden. Nach Saflor kann jede Nachfrucht angebaut werden.

### Sorten

Es steht eine Reihe von EU-Sorten aus Spanien und Italien für den Anbau zur Verfügung, die sich im Vergleich zu alten Landsorten durch geringeren Schalenanteil und höheren Ölgehalt auszeichnen. Im Versuchsanbau stellten sich diese Sorten allerdings als stark botrytisanfällig und somit ertragsinstabil heraus. 1998 wurde die Sorte 'Sabina' (NPZ) zugelassen, die im Versuchsanbau stabile Erträge erreichte (ca. 25 dt/ha, ca. 25 % Ölgehalt).

### Bodenbearbeitung

- Herbstfurche
- feuchtigkeitsbewahrende Saatbettbereitung im Frühjahr
- feinkrümeliges Saatbett

### Aussaat

- Saflor kann mit der üblichen Drilltechnik ausgesät werden.
- Saatzeit: Frühljahrsaussaat bis Mitte April
- Saatstärke: ca. 30 kg/ha (TKG ca. 20 – 40 g) -> 40 – 50 Pflanzen/m<sup>2</sup>

- Saattiefe: 2 – 3 cm
- Keimdauer: 2 – 3 Wochen
- Reihenabstand: 13,5 – 50 cm

### Pflanzenschutz

Zugelassene Pflanzenschutzmittel für Saflor gibt es nicht.

#### Unkräuter:

Färberdistel entwickelt sich relativ schnell. Bei hohem Unkrautdruck ist eine Maschinenhacke bei weiten Reihenabständen möglich.

#### Krankheiten und Schädlinge:

In feuchten Jahren treten im Saflor pilzliche Schaderreger wie Botrytis auf, die zum Totalausfall führen können. Besonders stark betroffen waren im Versuchsanbau die aus Spanien und Italien stammenden EU-Sorten.

### Düngung

- Keine organische Düngung wegen der unkontrollierten N-Freisetzung und der dadurch zu lang hinausgezögerten Abreife.
- An mineralischen Düngern werden je nach Ertragshöhe ca.: 40 – 70 kg N/ha, 50 – 80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha und 120 – 210 kg K<sub>2</sub>O/ha benötigt.

### Ernte und Aufbereitung

#### Ganzpflanzenernte (Farbstoffgewinnung):

Die Ernte der gesamten Pflanze erfolgt zur Zeit der Blüte (Anfang bis Mitte August) mit tiefschneidenden Mähbalken oder Maschinen, die in der Grünfütterernte eingesetzt werden. Das Erntegut wird bei 40 °C sofort getrocknet, anschließend gehäckselt oder geschnitten. Der Ertrag liegt bei ca. 80 – 100 dt Trockenmasse/ha.

#### Samenernte (Ölgewinnung):

Die Ernte des Saflors erfolgt ab Mitte September mit dem Mähdrescher. Das Erntegut muss sofort getrocknet und nachgereinigt werden. Der Ertrag liegt bei ca. 20 – 25 dt gereinigten Samen/ha.

### Verwertung

Saflor liefert ein hervorragendes Speiseöl und wird heute im Wesentlichen als Ölpflanze angebaut. Im Altertum und im Mittelalter wurden die Blütenblätter des Saflors jedoch in weiten Teilen Europas, Asiens und Afrikas zum Färben von Lebensmitteln, Schminken und Textilien eingesetzt. Saflorblüten enthalten 2 Farbstoffe: Das wenig in Wasser lösliche Saflorrot (Carthamin) und das wasserlösliche Saflorgelb. Zur Gewinnung des begehrten Saflorrots wurde der gelbe Farbstoff aus den frischen oder getrockneten Blütenblättern restlos ausgewaschen und die feuchte Masse im Schatten rückgetrocknet. Eine derartige Nutzung kann jedoch unter heutigen Anbaubedingungen nicht wirtschaftlich gestaltet werden. Die TM der Saflorblätter enthält aber zu zwei Prozent auch einen gelben Farbstoff, der z. B. Wolle mit einem klaren Gelb färbt. Saflorblätter sind noch heute in der Türkei ein beliebtes Färbemittel.

## 2.2.8 Anbautelegramm für die Aufrechte Sammetblume (*Tagetes erecta* L.)

### Botanik

Die auch *Tagetes* genannte Aufrechte Sammetblume ist ein einjähriger Korbblütler. Ihre 0,50 bis 0,85 m hohen Stängel sind aufrecht und mit niedrig geteilten Blättern besetzt. An oben stark verdickten Blütenstielen sitzen gelbe bis orange Blüten von 4 bis 5 cm Durchmesser. Die Hüllblätter sind einreihig und zu einem gezähnten Becher verwachsen.



### Klimaansprüche

Die Aufrechte Sammetblume stammt zwar aus Mittelamerika, sie ist jedoch in Mitteleuropa vor allem als Zierpflanze weit verbreitet. Sie ist an hiesige Bedingungen bestens angepasst und gedeiht am besten in warmen sonnigen Lagen.

### Bodenansprüche

Tiefgründige humose nährstoffreiche Böden mit guter Wasserversorgung werden bevorzugt. Staunasse Lagen sind für einen Anbau nicht zu empfehlen.

### Fruchtfolge

Die Aufrechte Sammetblume stellt keine besonderen Ansprüche an die Vorfrucht. Es sollte jedoch auf unkrautunterdrückende Eigenschaften der Vorfrucht geachtet werden. Als Nachfrucht ist jede Kultur geeignet.

### Bodenbearbeitung

- Herbstfurche
- feuchtigkeitsbewahrende Saatbettbereitung im Frühjahr
- feinkrümeliges Saatbett

### Pflanzung/Aussaat

Bestände der Aufrechten Sammetblume können sowohl durch das Auspflanzen vorkultivierter Jungpflanzen wie auch durch Direktsaat ins Freiland etabliert werden. Durch die Pflanzung sind jedoch eine längere Nutzungsdauer und damit höhere Erträge gegeben.

#### Pflanzung:

- Saatzeit: Ende Februar bis Anfang März in Saatschalen, anschließendes Pikieren der Jungpflanzen.
- Keimdauer: 2 – 3 Wochen
- Pflanzung: ab Mitte April ins Freiland
- Reihenabstand: 20 – 30 cm, bei maschineller Hacke > 36 cm
- Pflanzdichte: 10 – 15 Pflanzen/m<sup>2</sup>

#### Direktsaat:

- Saatzeit: nicht vor Ende April wegen der Frostempfindlichkeit der Keimpflanzen, Drillsaat wird durch schlechte Fließigenschaften des Saatgutes erschwert
- Saatstärke: 30 – 40 keimfähige Samen/m<sup>2</sup>
- Saattiefe: 1 – 2 cm
- Keimdauer: 2 – 3 Wochen

### Pflanzenschutz

Zugelassene Pflanzenschutzmittel für die Aufrechte Sammetblume gibt es nicht (siehe Abschnitt Vorbemerkungen).

#### Unkräuter:

Die Aufrechte Sammetblume entwickelt sich relativ zügig. Trotzdem kann sich im Jungpflanzenstadium vor allem bei gesäten Beständen eine Unkrautbekämpfung erforderlich machen. Diese ist bei weiten Reihenabständen mechanisch (Maschinenhacke) möglich.

#### Krankheiten und Schädlinge:

Das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen konnte bisher in *Tagetes*-Beständen nicht beobachtet werden.

### Düngung

- Die Aufrechte Sammetblume stellt keine besonderen Ansprüche an die Nährstoffversorgung.
- Eine Düngung auf einen N-Sollwert von 60 – 80 kg/ha zu Vegetationsbeginn ist ausreichend. N-Gaben über diesen Wert führen zu starkem vegetativen Wachstum und vermindern die Blütenbildung.
- Die Phosphor- und Kaliumdüngung sollte im Rahmen der Fruchtfolge vorgenommen werden.

### Ernte und Aufbereitung

Die Ernte der Blüten erfolgt durch zwei- bis viermalige Blütenpflücke im Laufe der Vegetation (im großen Maßstab ist spezielle Erntetechnik erforderlich). Das Erntegut wird bei 40 °C sofort getrocknet. Der Ertrag (Pflanzung) liegt bei ca. 25 – 35 dt Trockenmasse/ha.

### Verwertung

*Tagetes erecta* ist zum Gelbfärben von Naturfasern und Lebensmitteln geeignet. Die Blüten dienen auch als Futtermittelzusatzstoff in der Hühnerfütterung (Verbesserung der Eidotterfärbung). Die gesamte Blüte wird zur Blütezeit geerntet, um *Tagetesöl* für die kosmetische Industrie zu gewinnen. Die Wurzeln enthalten Thiophene, die das Wachstum von Nematoden hemmen. *Tagetes* wird in zahlreichen Arten und Formen als Zierpflanze kultiviert.

## 2.2.9 Nacherntebehandlung

Wichtig bei gelbfärbenden Arten ist die Nacherntebehandlung. Das Erntegut sollte sofort nach der Ernte schnell und schonend bei 40–60 °C getrocknet werden. Durch diese Maßnahme sinken die Farbstoffgehalte allenfalls um ca. 10 Prozent im Vergleich zu frischem Erntegut, während ohne technische Trocknungsmöglichkeiten mit Farbstoffverlusten bis 50 Prozent zu rechnen ist (Abb. 8).

Nach der Trocknung kann das Erntegut trocken und dunkel über einen Zeitraum von mehreren Jahren gelagert werden, ohne dass Farbstoffverluste auftreten.

## 2.2.10 Färbung und Färbbeignung

Bei den Gelbfarbstoffen handelt es sich in den meisten Fällen um Flavon- oder Flavonol-Derivate (Abb. 9), die in unterschiedlichen „Mischungsverhältnissen“ in der Pflanze vorkommen. Die Farbstoffe liegen dabei nicht in freier Form vor, sondern als Glykoside. Beim Trocknen werden letztere teilweise in das Aglykon und Zucker gespalten.

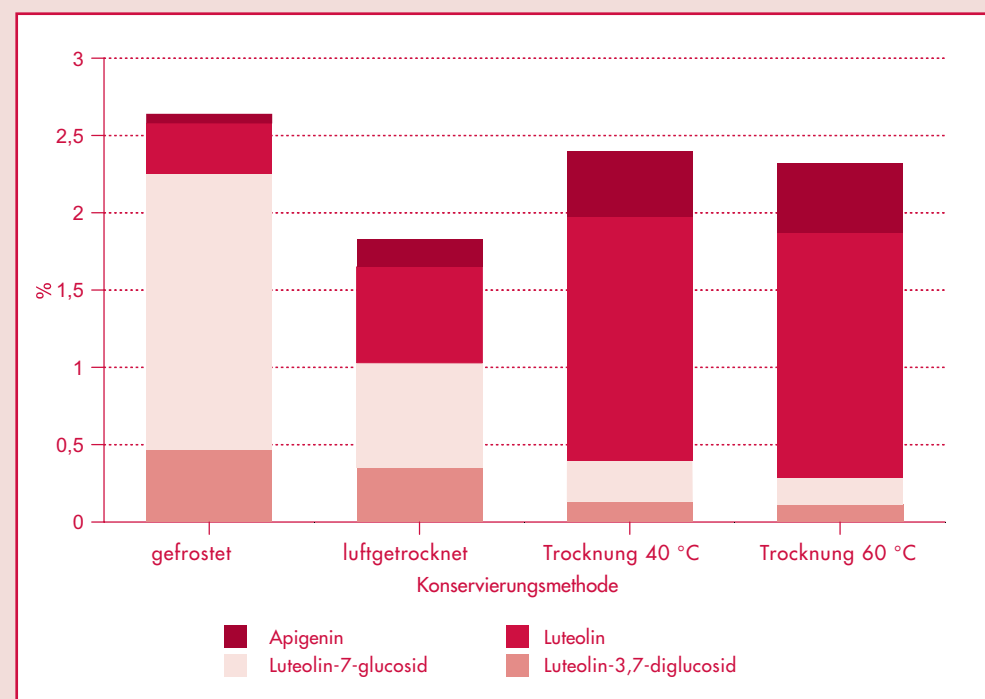


Abbildung 8: Einfluss der Trocknung auf den Gesamtfarbstoffgehalt und dessen Zusammensetzung bei Färberwau, Dornburg 1996

Traditionell erfolgt die Gelbfärbung mit dem getrockneten Färberpflanzenmaterial als Beizenfärbung. Durch die Behandlung des Färbegutes (Textilien, Leder) mit verschiedenen Beizen (Aluminium, Eisen) können unterschiedliche Farbtöne erzielt werden. Der Farbstoff bildet mit den Metallionen und dem Textil einen Komplex, der die Haltbarkeit der Färbung bedingt. Durch die Wahl der Beize wird somit auch die Gebrauchsechtheit der Färbung beeinflusst.

Ein traditionelles Färbeverfahren ist nachfolgend aufgeführt.

### Färbeanleitung für gelbfärbende Pflanzen

#### A. Vorbehandlung des Textils (Wolle, Seide) mit Alaun

- 100 g Textil
- 15–20 g Alaun (in Apotheken erhältlich)
- 3,5–4 l Wasser

Das Alaun in warmem Wasser auflösen, das Textil dazugeben, danach das Wasser langsam zum Kochen bringen und ca. 1 h bei schwacher Hitze kochen, gelegentlich umrühren. Anschließend das Textil in der Flüssigkeit abkühlen lassen und es gut ausspülen. Nun kann der Färbevorgang beginnen.

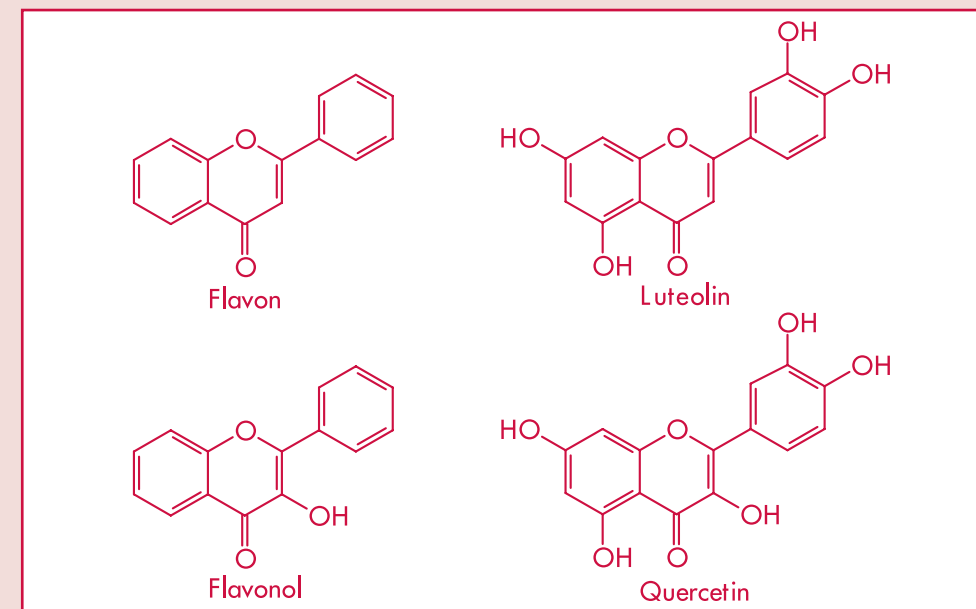


Abbildung 9: Hauptfarbstoffe der Stoffgruppe „Flavonoide“

#### B. Färbevorgang

- 100 g Textil
- 100–200 g getrocknetes, zerkleinertes Pflanzenmaterial (je nach gewünschter Farbtiefe)
- 3,5–4 l Wasser

Um das Anhaften von Pflanzenfasern am Gewebe zu verhindern, empfiehlt es sich, das Pflanzenmaterial in einen Gazebeutel zu geben. Gemeinsam mit dem Textil wird der Beutel nun in kaltes Wasser getaucht, das unter Rühren zum Kochen gebracht wird. Dann lässt man das Farbbad eine Stunde kochen und rührt gelegentlich um, damit sich keine Flecken bilden. Nach Abkühlung des Färbebads wird der Stoff gründlich gespült, um überschüssige Farbe zu entfernen.

Die Färbung mit getrocknetem Pflanzenmaterial ist jedoch nur für den Hobbybereich bzw. die handwerkliche Herstellung von Naturtextilien geeignet. Bei einem größeren Produktionsumfang treten Probleme mit der technologischen Machbarkeit auf, wie mit dem Einsatz des Pflanzenmaterials in modernen Färbeautomaten, der Gleichmäßigkeit umfangreicher Chargen und der Beseitigung der Reststoffe.

Spätestens im mittelständischen Bereich wird eine vorherige Extraktion des Farbstoffes aus der Pflanze

erforderlich. Dies kann durch wässrige bzw. wässrig/alkoholische Extraktion mit nachfolgender Einengung des Flüssigextrakts erfolgen. Die so gewonnenen Naturfarbstoffe liegen je nach Weiterbearbeitung in flüssiger, pastöser bzw. in Pulverform vor und sind technologisch ähnlich synthetischen Farbstoffen einsetzbar.

Farbton, Farbtiefe und die Gebrauchsechtheiten der Färbung mit einer bestimmten Färberpflanze hängen entscheidend von der Zusammensetzung der einzelnen Flavonverbindungen in der Pflanze ab. Dabei werden mit gelbfärbenden Pflanzen in der Regel Reibeechtheiten erzielt, die denen synthetischer Farbstoffe entsprechen. Die Licht- und Waschechtheiten sind in der Regel als mittel bis hoch zu bewerten.

Einen Überblick über die erzielbaren Werte gibt Tabelle 6.

Aus der Tabelle geht hervor, dass einige Arten unterschiedliche Färbbeignung für Fasern pflanzlichen oder tierischen Ursprungs aufweisen. So sind beispielsweise Färbungen mit Färberhundskamille auf tierischen Fasern, wie Wolle und Seide, stets von geringer Lichtechtheit, während bei gleichem Färbeverfahren auf Baumwolle oder auch Hanf sehr gute Lichtechtheiten bei intensiv gelben Farbtönen

Art	Färbende Pflanzenteile	Waschbarkeit	Lichtechtheit
<b>Färberwau</b> (Reseda luteola)	gesamte Pflanze zur Blüte	Baumwolle: mittel Wolle: mittel	Baumwolle: mittel Wolle: mittel
<b>Kanadische Goldrute</b> (Solidago canadensis)	gesamte Pflanze zur Blüte	Baumwolle: mittel Wolle: mittel	Baumwolle: mittel Wolle: mittel
<b>Färberhundskamille</b> (Anthemis tinctoria)	Blüten	Baumwolle: hoch Wolle: mittel	Baumwolle: hoch Wolle: gering
<b>Färbescharte</b> (Serratula tinctoria)	gesamte Pflanze zur Blüte	Baumwolle: mittel Wolle: mittel	Baumwolle: mittel Wolle: mittel
<b>Rainfarn</b> (Chrysanthemum vulgare)	gesamte Pflanze zur Blüte	Baumwolle: mittel Wolle: mittel	Baumwolle: mittel Wolle: gering
<b>Wiesenflockenblume</b> (Centaurea jacea)	gesamte Pflanze zur Blüte	Baumwolle: hoch Wolle: hoch	Baumwolle: hoch Wolle: hoch
<b>Saflor</b> (Carthamus tinctorius)	Laubblätter	Baumwolle: mittel Wolle: mittel	Baumwolle: mittel Wolle: mittel
<b>Aufrechte Sammetblume</b> (Tagetes erecta)	Blüten	Baumwolle: mittel Wolle: mittel	Baumwolle: mittel Wolle: mittel

Tabelle 6:  
Gelbfärbende Pflanzen  
(Vorbehandlung des  
Textils mit Alaun)

erreicht werden. Wiesenflockenblume dagegen erreicht auf allen Textilien hohe Wasch- und Lichtechtheiten. Die Ursache für diese Unterschiede kann nur in der spezifischen Zusammensetzung der einzelnen Farbstoffkomponenten in der Pflanze vermutet werden. Das Spektrum der anbauwürdigen Gelbfarbstoffpflanzen sollte jedoch groß genug sein, um für jedes zu färbende Material eine geeignete Pflanze zu finden.

### 2.2.11 Fazit

Es ist festzustellen, dass eine relativ große Anzahl gelbfärbender Pflanzen zur Verfügung steht, die für einen großflächigen Anbau geeignet sind. Vorrangig sind hier Färberwau, Kanadische Goldrute und

Färberhundskamille zu nennen, deren Produktionsverfahren bereits entwickelt und weitestgehend optimiert sind.

Es ist zu beachten, dass Stickstoffversorgung, Erntezeitpunkt sowie auch Nacherntebehandlung entscheidenden Einfluss auf die Qualität des Erntegutes ausüben. Durch die Optimierung agrotechnischer Maßnahmen können ohne wesentliche Mehraufwendungen im Produktionsprozess deutlich höhere Farbstofferträge je Flächeneinheit realisiert werden, was natürlich auch zu einer Steigerung der Rentabilität des Anbaus und der Verarbeitung führt.

## 2.3 Rotfärbende Pflanzen

Es sind nur wenige zur Färbung geeignete rotfärbende Pflanzen bekannt. Unter mitteleuropäischen Bedingungen ist letztlich nur der Krapp (Rubia tinctorum L.) als Wurzelfarbstoff anbauwürdig. Stein-same (Lithospermum erythrorhizon L. bzw. L. officinale L.), eine Färberpflanze aus dem asiatischen Raum, enthält den Farbstoff nur in der Wurzelrinde. Daher ist es trotz ansonsten guter Anbaueignung und hoher Wurzelerträge unter mitteleuropäischen Standortbedingungen uneffektiv, den Farbstoff aus dieser Pflanze zu gewinnen. Die häufig in der Literatur noch aufgeführte Gewinnung von roten Farbstoffen aus Saflor (siehe Abschnitt 2.2.7) kann wegen der hohen Ernteaufwendungen und der geringen Lichtechtheit des aus den Blütenblättern gewonnenen Farbstoffes nicht mehr empfohlen werden.

Die Ernte des Krapp erfolgte früher in der Regel nach 2 bis 3 Vegetationsperioden. Da der Farbstoffgehalt der Pflanzen über die gesamte Zeit relativ konstant bleibt, ist im Interesse eines hohen Farbstoffertrags je Flächeneinheit auf eine Ernte nach dem 3. Anbaujahr zu orientieren (Abb. 10).

Entscheidend für ein hochqualitatives Erntegut ist auch beim Krapp eine schonende Nachbehandlung.



Krappwurzeln

Nach einer Wurzelwäsche, die maschinell möglich ist, sollte sich eine technische Trocknung bei 40–60 °C anschließen, um Farbstoffverluste zu vermeiden.

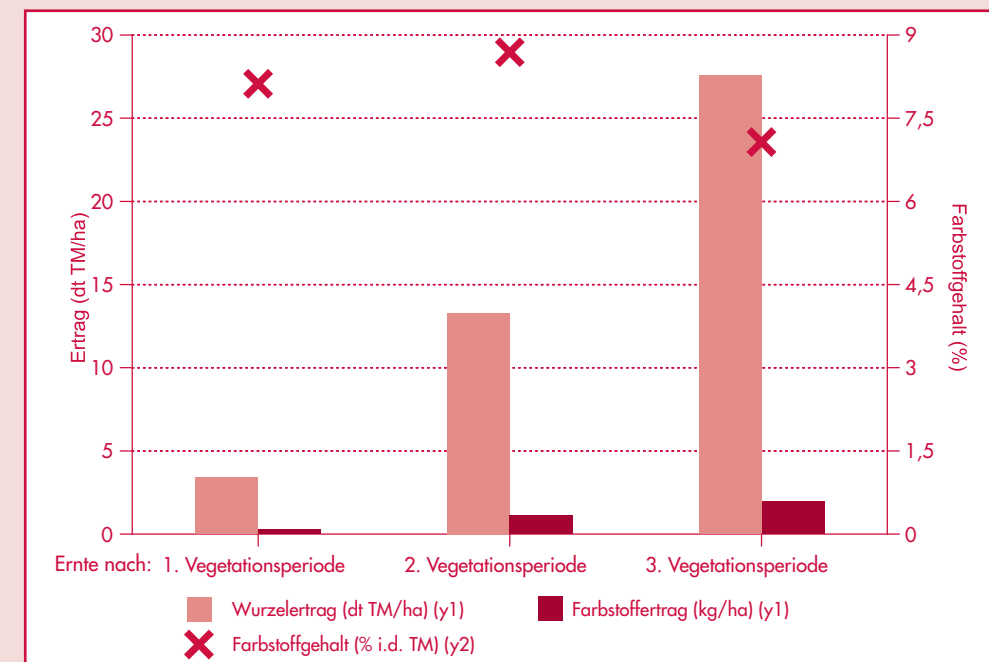


Abbildung 10:  
Einfluss des Erntezeitpunkts auf Ertrag und Farbstoffgehalt bei Krapp, Versuchsst. Rohrbach 1997

### 2.3.1 Anbaulegramm für Krapp (*Rubia tinctorum* L.)

#### Botanik

Krapp ist ein ausdauerndes Rötengewächs, das bis zu 2 m lange Stängel ausbildet. Die Stängel sind aufrecht, vierkantig, verästelt und rauhaarig. Die am Stängel sitzenden lanzettlichen Blätter sind zu 4 bzw. 6 im Quirl angeordnet. Aus den kleinen unscheinbaren, grünlich-gelben in Trugdolden gruppierten Blüten entwickeln sich rundliche kahle, erst rote und in der Reife schwarz gefärbte Beeren. Krapp bildet tief sitzende (bis 1 m) lange Rhizome aus, die außen rot und innen gelb gefärbt sind. Diese sind stark gegliedert und an den Knoten mit langen hellroten Wurzelfasern besetzt.



#### Klimaansprüche

Krapp stellt keine besonderen Bedingungen an die Klimaverhältnisse. Obwohl er im Mittelmeergebiet beheimatet ist, gedeiht er unter mitteleuropäischen Klimabedingungen sehr gut. Er ist frosthart und überwintert problemlos.

#### Bodenansprüche

Tiefgründige, sandige humose Lehme in feuchter Lage sind für den Krappanbau besonders geeignet. Auf schweren Böden bereitet die Rodung und die Reinigung der Wurzeln Schwierigkeiten.

#### Fruchtfolge

Gut gedüngte Hackfrüchte sind als Vorfrucht besonders geeignet. Als Nachfrucht kommt Sommergetreide in Betracht.

#### Bodenbearbeitung

- Vermeidung von Bodenverdichtungen
- Herbstfurche
- feuchtigkeitsbewahrende Saatbettbereitung im Frühjahr
- gegebenenfalls Dammvorformung im Herbst

#### Aussaatz/Pflanzung

Krapp kann mit praxisüblichen Drillmaschinen ausgesät werden, jedoch erfordert die schlechte Keimfähigkeit des Saatguts erhöhte Saatgutmengen.

- Saatzeit: so früh wie möglich (März – April), da der Krapp zur Keimung ausreichend Feuchtigkeit benötigt
- Saatstärke: 15 – 20 keimfähige Samen/m<sup>2</sup> (Keimfähigkeit von Krapp beträgt durchschnittlich ca. 50 – 60 %) -> 8 – 10 kg/ha
- Saattiefe: 3 – 5 cm
- Keimdauer: 2 – 4 Wochen
- Reihenabstand: 20 – 30 cm möglich, um die Wurzel besser ernten zu können, sollte auf schwereren Böden Dammkultur bei ca. 75 cm Dammabstand erwogen werden
- Saattechnik: Drillsaat mit üblichen Drillmaschinen, TKG ca. 15 – 20 g

Gleichmäßigere Bestände erzielt man mit der Aussaat von vorgezogenen Pflanzen oder Wurzelstockteilen, die im Herbst oder Frühjahr ausgepflanzt werden. Bei Pflanzkultur sind 10 – 12 Pflanzen/m<sup>2</sup> ausreichend.

#### Pflanzenschutz

Zugelassene Pflanzenschutzmittel für Krapp gibt es nicht (siehe Abschnitt Vorbemerkungen).

#### Unkräuter:

Krapp keimt sehr zögerlich und weist bei Drillsaat eine langsame Jugendentwicklung auf. Im 1. Anbaujahr ist eine Unkrautbekämpfung unbedingt erforderlich. Aufgrund der weiten Reihentfernung kann dabei eine Maschinenhacke eingesetzt werden. Bei Dammkultur ist ein Nachhäufeln der Dämme nach Auflaufen des Krapps zur Unkrautbekämpfung möglich. Da Krapp den Boden ab dem zweiten Anbaujahr vollständig bedeckt, ist eine Unkrautbekämpfung dann kaum noch notwendig.

#### Krankheiten und Schädlinge:

Das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen, die den Wurzelsertrag maßgeblich beeinflussen, konnte bisher im Krapp nicht beobachtet werden. Ein Befall mit *Ascochyta* kann die Samenbildung in manchen Jahren vermindern.

#### Düngung

Krapp hat einen relativ hohen Nährstoffbedarf. Er benötigt im Frühjahr jeden Anbaujahres

- Stickstoff: 120 – 160 kg/ha
- Kalium: ca. 180 kg K<sub>2</sub>O/ha
- Phosphor: ca. 80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha.

#### Ernte und Aufbereitung

Gesäter Krapp ist nach 3, gepflanzter nach 2 Jahren erntereif. Die Ernte der Wurzeln erfolgt mit Kartoffelkombi, Siebkettengerät oder ähnlichen Wurzelerntemaschinen. Die Wurzeln werden anschließend gewaschen, in ca. 10 cm lange Stücke geschnitten und bei 40 bis 80 °C getrocknet. Der Ertrag liegt bei ca. 15 bis 30 dt trockenen Wurzeln/ha.

#### Samenernte:

Der Samenansatz von Krapp ist sehr stark von den Witterungsbedingungen zur Zeit der Blüte abhängig. Nur bei warmem, trockenem Wetter werden Beeren gebildet. Die Samenernte wird durch die ungleichmäßige Abreife zusätzlich erschwert. Ein Schneiden des gesamten Krautes, anschließendes Trocknen und schonendes Dreschen mit Ständdreschern ist möglich. Unter günstigen Bedingungen sind Samenerträge von 15 dt/ha möglich.

#### Verwertung

Krapp ist zum Färben von Naturfasern (rosa bis violett) geeignet. Bei den zum Färben geeigneten Wirkstoffen handelt es sich um Di- und Trihydroxyanthrachinonglycoside, insbesondere aber um Glycoside des Alizarins (= 1.2-Dihydroxyanthrachinon). Der Farbstoffgehalt der Krappwurzel erreicht ca. 5 – 7 % in der TM.

### 2.3.2 Färbung und Färbung

Krapp enthält in den Wurzeln Anthrachinonfarbstoffe (Abb. 11), insbesondere handelt es sich hierbei um Glycoside des Alizarins.

Analog zu gelbfärbenden Pflanzen wurde auch hier traditionell mit der getrockneten, zerkleinerten Wurzel gefärbt, wie in der nachfolgenden Färbearbeitung beschrieben.

#### Färbearbeitung für Rötengewächse

##### A. Vorbehandlung des Textils (Wolle, Seide) mit Alaun

- 100 g Textil
- 15 – 20 g Alaun (in Apotheken erhältlich)
- 3,5 – 4 l Wasser

Das Alaun in warmem Wasser auflösen, das Textil dazugeben, danach das Wasser langsam zum Kochen bringen und ca. 1 h bei schwacher Hitze kochen, gelegentlich umrühren. Anschließend das Textil in der Flüssigkeit abkühlen lassen und es gut ausspülen. Nun kann der Färbvorgang beginnen.

##### B. Färbvorgang

- 100 g Textil

- 20 – 30 g getrocknete gemahlene Wurzeln (je nach gewünschter Farbtiefe)
- 3,5 – 4 l Wasser

Die Wurzeln werden über Nacht im Wasser eingeweicht, am nächsten Tag bis zur Siedetemperatur erhitzt und das Farbbad eine Stunde gekocht.

Danach wird das Farbbad auf ca. 70 – 80 °C abgekühlt. Nun wird das Textil hineingegeben und 1 h bei dieser Temperatur gefärbt. Dann lässt man den Stoff im Farbbad abkühlen und spült ihn gut aus. Mit dieser Methode erhält man rote Farbtöne. Gibt man während des Färbvorgangs Kalk hinzu, erfolgt ein Farbumschlag ins Violette.

Da es sich bei Krapp ebenfalls um eine Beizenfärbung handelt, sind Farbton, Farbtiefe und Gebrauchsechtheiten in hohem Maße von der Wahl der Metallionen abhängig. Während mit Alaunbeize Farbtöne von Orange bis Dunkelrot erreicht werden, ergibt die Beizung mit Eisenionen Schattierungen von Violett über Braun bis hin zu Schwarz. Färbungen mit Krapp zeichnen sich im Allgemeinen durch relativ hohe Licht- und Waschechtheiten aus (Tab. 7). Der Vollständigkeit halber sind die früher ebenfalls als Rotfarbstoffpflanzen genutzten Arten Saflor und Steinsame in der Tabelle mit genannt.

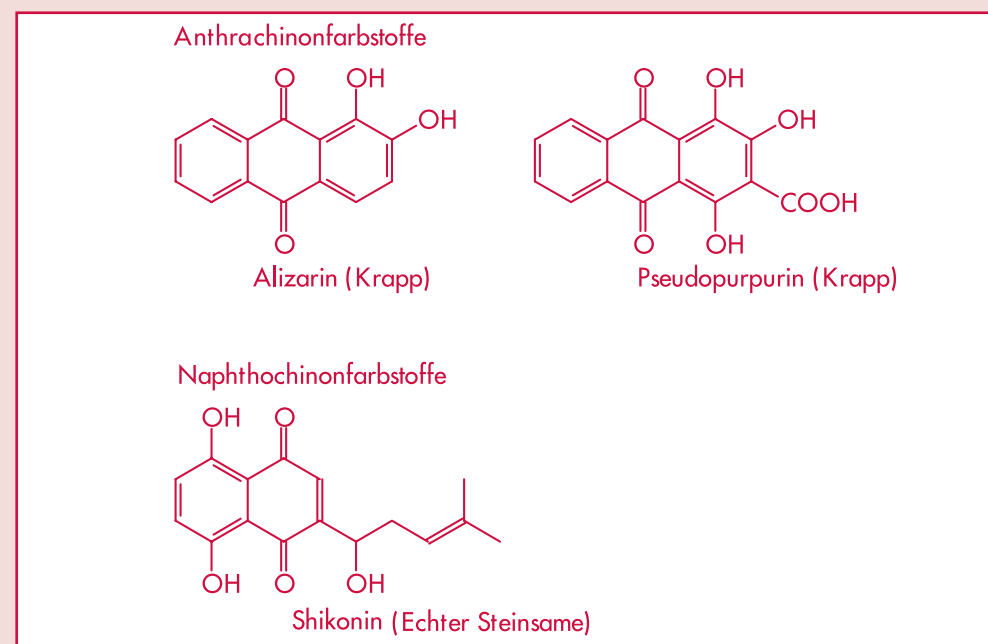


Abbildung 11:  
Farbstoffe für Rottöne

Art	Färbende Pflanzenteile	Waschechtheit	Lichtechtheit
<b>Krapp</b> ( <i>Rubia tinctorum</i> )	Wurzel im 3. Anbaujahr	Baumwolle: hoch Wolle: hoch	Baumwolle: mittel Wolle: hoch
<b>Echter Steinsame</b> ( <i>Lithospermum officinale</i> )	Wurzel	nicht bekannt	nicht bekannt
<b>Saflor</b> ( <i>Carthamus tinctorius</i> )	Blütenblätter	Baumwolle: mittel Wolle: mittel	Baumwolle: gering Wolle: gering

Tabelle 7:  
Rotfärbende Pflanzen  
(Vorbehandlung des Textils mit Alaun)

Aus der Tabelle geht deutlich hervor, dass der Aufwand, der zur Gewinnung der Saflorblütenblätter notwendig ist, auch wegen der geringen Lichtechtheiten nicht gerechtfertigt wäre.

Im industriellen Maßstab kommen ausschließlich Krappwurzeln als Rohstoff zum Einsatz. Die Färbung erfolgt jedoch im Gegensatz zum traditionellen Verfahren mit Extrakten, die aus der Wurzel gewonnen werden.

### 2.3.3 Fazit

Unter mitteleuropäischen Bedingungen ist Krapp die einzige wirtschaftlich zu produzierende Färbepflanze für Rotfärbungen. Wichtig bei der Produktion der Krappwurzeln ist das Vorhandensein von Wurzelerntetechnik, einer maschinellen Wurzelwaschanlage sowie Möglichkeiten zur technischen Trocknung, um einen hochqualitativen Rohstoff zu gewinnen.

### 2.4 Braunfärbende Arten

Brauntöne (mit Alaunbeize) kann man mit Dost (*Origanum vulgare* L.), Schöllkraut (*Chelidonium majus* L.), Frauenmantel (*Alchemilla vulgaris* L.) und Kleinem Odermennig (*Agrimonia eupatoria* L.) erhalten. Alle drei genannten Pflanzenarten sind auch als Arznei- und Gewürzpflanzen bekannt. Die Ernte zur Farbstoffgewinnung erfolgt zur Zeit der Vollblüte. Beziehungen zwischen der Höhe der N-Gabe und dem Farbstoffgehalt konnten bisher nicht festgestellt

werden. Analog zu den gelbfärbenden Arten ist auch hier eine schnelle und schonende Trocknung bei ca. 40 °C Voraussetzung für geringe Farbstoffverluste und somit ein hochwertiges Ernteprodukt.

Vorrangige Bedeutung könnte in erster Linie der Dost erlangen, da hier das Anbauverfahren am ausgereiftesten ist und relativ gute Gebrauchsechtheiten erzielt werden.

Brauntöne auf Naturfasergeweben  
(Spremler Tuche GmbH)



## 2.4.1 Anbaulegramm für Echten Dost (*Origanum vulgare* L.)

### Botanik

Echter Dost ist ein ausdauernder Lippenblütler. Die 30 bis 70 cm hohen, rot bis braunrot überlaufenen Stängel sind mit eiförmig und ganzrandig oder schwach gezähnten gegenständigen Blättern besetzt. Die endständigen, in doldigen Scheinquirlen zusammengesetzten Blütenstände sind von weiß über rötlich-violett bis hin zu kräftig karminrot gefärbt. Sie locken zahlreiche Insekten an.



### Klimaansprüche

Echter Dost ist weltweit verbreitet. Er kommt in Mitteleuropa verbreitet an sonnigen Hügeln, Wegrändern und Gebüsch vor. An hiesige Bedingungen bestens angepasst stellt er keine besonderen Ansprüche, bevorzugt jedoch warme und trockene Lagen.

### Bodenansprüche

Dost ist anspruchslos hinsichtlich des Bodens und toleriert sowohl saure wie auch alkalische Bedingungen. Staunasse Standorte sind für den Anbau jedoch nicht geeignet.

### Fruchtfolge

Echter Dost stellt keine besonderen Ansprüche an die Vorfrucht. Es sollte jedoch auf unkrautunterdrückende Eigenschaften der Vorfrucht geachtet werden. Als Nachfrucht ist vor allem Getreide geeignet, um eventuellen Durchwuchs bekämpfen zu können. Dost ist nicht selbstverträglich. Anbaupausen von 4 Jahren sind einzuhalten.

### Bodenbearbeitung

- Herbstfurche
- feuchtigkeitsbewahrende Saatbettbereitung im Frühjahr
- feinkrümeliges Saatbett

### Aussaat/Pflanzung

Trotz des niedrigen TKG (0,12 g) ist eine Drillsaat möglich.

- Saatzeit: April
- Saatstärke: 4 – 6 kg/ha
- Saattiefe: 1 cm (so flach wie möglich)
- Keimdauer: 3 – 4 Wochen

Die günstigere Möglichkeit zur Anlage von Dostbeständen ist die Voranzucht der Jungpflanzen und das anschließende Auspflanzen ins Feld.

- Saatzeit: Ende Februar bis Anfang März in Saatschalen, anschließendes Pikieren der Jungpflanzen
- Keimdauer: 2 – 3 Wochen

- Pflanzung: ab Mitte April ins Freiland
- Reihenabstand: 20 – 30 cm, 10 – 15 Pflanzen/m<sup>2</sup>

Die durch das Auspflanzen verursachten Kosten fallen durch die mehrjährige Nutzung des Echten Dosts (ca. 5 Jahre) ökonomisch nicht zu stark ins Gewicht.

### Pflanzenschutz

Zugelassene Pflanzenschutzmittel für Echten Dost gibt es nicht (siehe Abschnitt Vorbemerkungen).

Unkräuter:

Da sich Echter Dost im Jungpflanzenstadium relativ langsam entwickelt, ist eine Unkrautbekämpfung im Anpflanzjahr unbedingt notwendig. Eine Maschinenhacke ist aufgrund der weiten Reihenabstände möglich. Ab dem 2. Standjahr schließt er die Bestände und entwickelt sich sehr üppig, Unkrautbekämpfungsmaßnahmen sind nicht mehr erforderlich.

Krankheiten und Schädlinge:

Das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen konnte bisher im Dost nicht beobachtet werden.

### Düngung

- Echter Dost stellt keine besonderen Ansprüche an die Nährstoffversorgung. Eine N-Düngung auf einen N-Sollwert von 80 – 100 kg/ha in jedem Jahr ist ausreichend.
- Die Phosphor- und Kaliumdüngung sollte nach Entzug vorgenommen werden. Je nach Ertragsniveau kann mit folgenden Entzügen gerechnet werden: P 15 – 25 kg/ha, K 120 – 170 kg/ha.

### Ernte und Aufbereitung

Die Ernte der gesamten Pflanze erfolgt zur Zeit der Blüte mit tiefschneidenden Mähbalken oder Maschinen aus der Grünfütterernte. Bei 40 °C wird das Erntegut getrocknet, anschließend gehäckselt oder geschnitten. Der Ertrag liegt ab dem zweiten Anbaujahr bei ca. 40 – 70 dt Trockenmasse/ha.

Samenernte:

Die Samenernte erfolgt über Mähdrusch nach Sikkation des Bestandes. Der Ertrag liegt bei 1 – 2 dt/ha.

### Verwertung

Das frische oder getrocknete Kraut wird als Gewürz, ähnlich Majoran, eingesetzt. Hauptinhaltsstoffe sind ätherisches Öl, Bitter- und Gerbstoffe. Die Naturfasern braun färbenden Hauptinhaltsstoffe sind Kämpferolglucoside. Der Farbstoffgehalt liegt bei ca. 2,0 – 2,5 Prozent in der Trockenmasse.



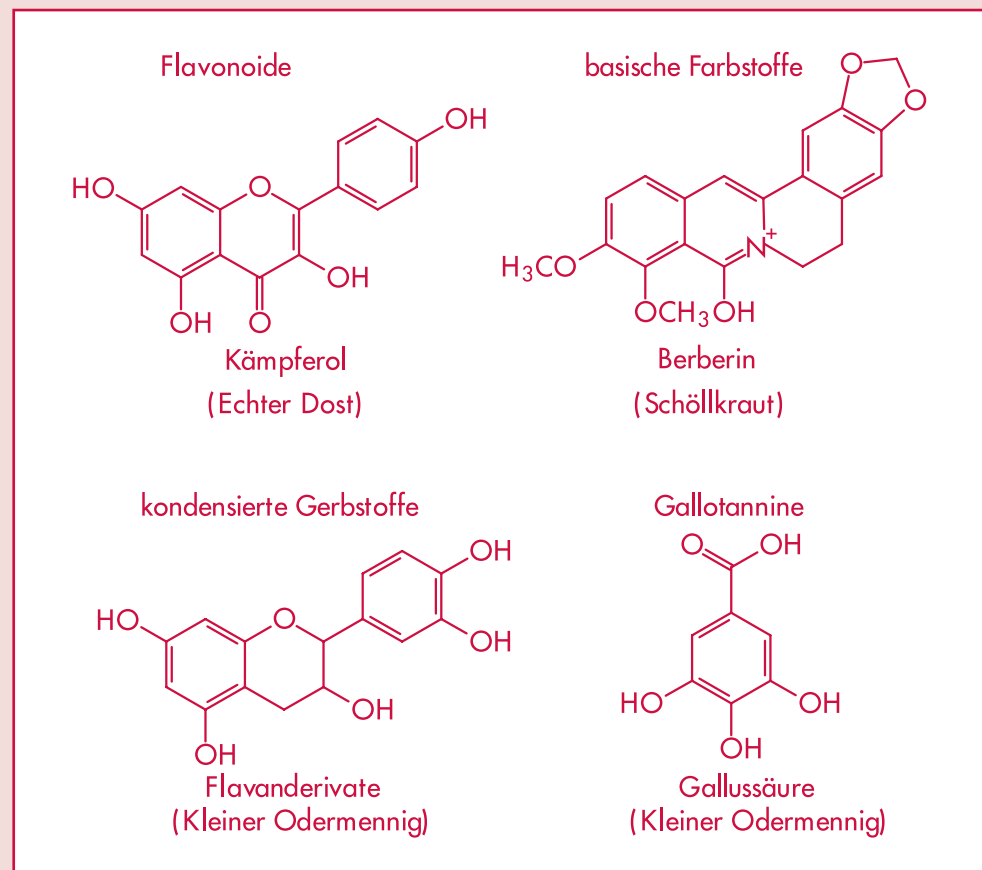


Abbildung 12:  
Farbstoffe für Brauntöne

### 2.4.2 Färbung und Färbbeeignung

Die in den braunfärbenden Pflanzen enthaltenen Farbstoffe sind neben Flavonoiden auch Komponenten aus der Gruppe der Gerbstoffe (Abb. 12).

Das Färbeverfahren entspricht dem der gelb- bzw. rotfärbenden Arten. Auch hier erfolgt eine Beizenfärbung mit Metallionen. Die in den Pflanzen enthaltenen Gerbstoffe beeinflussen nicht nur den Farbton, sondern können auch eine Wirkung auf die Gebrauchsechtheiten haben (Tab. 8)

Tabelle 8:  
Echtheiten braunfärbende Pflanzen (Vorbehandlung des Textils mit Alaun)

Art	Färbende Pflanzenteile	Waschechtheit	Lichtechtheit
<b>Dost</b> ( <i>Origanum vulgare</i> )	gesamte Pflanze zur Blüte	Baumwolle: mittel Wolle: mittel	Baumwolle: mittel Wolle: mittel
<b>Schöllkraut</b> ( <i>Chelidonium majus</i> )	gesamte Pflanze zur Blüte	Baumwolle: mittel Wolle: mittel	Baumwolle: mittel Wolle: mittel
<b>Frauenmantel</b> ( <i>Alchemilla vulgaris</i> )	gesamte Pflanze zur Blüte	Baumwolle: mittel Wolle: mittel	Baumwolle: mittel Wolle: mittel
<b>Kleiner Odermennig</b> ( <i>Agrimonia eupatoria</i> )	gesamte Pflanze vor der Blüte	Baumwolle: mittel Wolle: mittel	Baumwolle: mittel Wolle: mittel

### 2.4.3 Fazit

Zusammenfassend ist festzustellen, dass ein relativ breites Spektrum an braunfärbenden Pflanzen zur Verfügung steht. Dabei erscheint der Dost am ehesten für einen großflächigen Anbau geeignet, da das Anbauverfahren aufgrund der traditionellen Nutzung als Arznei- und Gewürzpflanze weitestgehend gelöst ist und hohe Biomasserträge erzielt werden können. Die erreichbaren Färbeergebnisse und Gebrauchsechtheiten rechtfertigen eine Nutzung für Färbezwecke.

## 3 Zusammenfassende Betrachtungen zum Färberpflanzenanbau

In Deutschland produzierte Färberpflanzen eignen sich grundsätzlich für eine Vielzahl ökologischer Produkte. Sie können u. a. für die Färbung von Naturfasern, Leder, Biokunststoffen, Holz und Papier genutzt werden.

Umfangreiche Praxisversuche im Rahmen des Bundesprogramms Nachwachsende Rohstoffe, die sowohl

auf ertragreichen Standorten in Thüringen als auch auf vorwiegend sandigen Böden Brandenburgs durchgeführt wurden, haben zeigen können, dass es heute wieder möglich ist, in Deutschland Färberpflanzen wie Kanadische Goldrute, Färberwau, Färberhundskamille und Krapp in hoher Qualität und zu Weltmarktpreisen zu produzieren (Tab. 9). Dabei wird allgemein von den Experten eingeschätzt, dass noch erhebliches Optimierungspotenzial, beispielsweise durch den Einsatz von züchterisch verbessertem Pflanzenmaterial sowie durch Ausdehnung des Anbauumfangs, erschlossen werden kann, wenn sich die Nachfrage entsprechend erhöht.

Effiziente Verfahren sowohl für die Extraktion von pflanzlichen Farbstoffen als auch für ihren Einsatz in modernen Färbereianlagen wurden in den zurückliegenden Jahren im Rahmen verschiedener geförderter Forschungsvorhaben entwickelt und mit Erfolg im Industriemaßstab erprobt. Erste Unternehmen haben die in den Naturfarbstoffen liegenden Innovationspotenziale erkannt und die Markteinführung pflanzengefärbter Produkte begonnen.

Wir hoffen, die weitere Entwicklung dieser interessanten Produktlinie mit dieser Broschüre unterstützen zu können!

Pflanzenart	Weltmarktpreis (Euro/kg)	TM-Ertrag (dt/ha)	Produktionskosten Deutschland (Euro/kg)
<b>Krappwurzel</b> (geschnitten)	4,50 – 10,00	15 – 30	4,00 – 6,50
<b>Reseda</b> (geschnitten)	7,50 – 12,00	40 – 60	1,50 – 2,50
<b>Kanadische Goldrute</b> (geschnitten)	1,70 – 3,50	100 – 120	1,00 – 2,00
<b>Färberhundskamille</b>	7,50	20 – 25	2,00 – 3,50

Tabelle 9:  
Erträge und vorläufige Produktionskosten wichtiger Färberpflanzen in Deutschland

## 4 Glossar

### **Alaun:**

Doppelsalz aus Aluminium- und Kaliumsulfat

### **Beize/nfärbung:**

Färbung, bei der zunächst eine Vorbehandlung des Gewebes mit einer Beize, z. B. Alaun, Eisensulfat etc. erfolgt. Die Beize wirkt als Komplexbildner zwischen Gewebe und Farbstoff.

### **Botrytis:**

Der Pilz *Botrytis cinerea* schädigt als „Grauschimmel“ verschiedene Pflanzenarten, ruft aber auch als „Edelfäule“ an Weinbeeren besonders hohen Zuckergehalt hervor.

### **Dammkultur:**

Anbau der Pflanzen auf Dämmen

### **Entzugsdüngung:**

Düngung entsprechend der von der Pflanze aufgenommenen Nährstoffmengen (N, P, K, Mg)

### **Extraktion:**

Abtrennung bestimmter Stoffe von unlöslichen Bestandteilen mit einem Lösungsmittel

### **FM/Frischmasse:**

Gewicht der grünen Pflanzen

### **Genotyp:**

Die Summe aller Erbanlagen bzw. Gene eines Individuums

### **Jarowisationsbedarf:**

Um zum Blühen, Schossen und Fruchten übergehen zu können, stellen manche Pflanzen besondere Anforderungen an die Temperatur. Wintergetreidearten beispielsweise benötigen mehrere Wochen lang Temperaturen zwischen 0 bis 5 °C, um keimen zu können. Synonym = Vernalisation

### **Küpe/nfärbung:**

Färbung mit chinoiden Verbindungen, die vor dem Färben zunächst reduziert werden müssen. Das geschah früher in Holzgefäßen (Küpen). Die reduzierten

Küpenfarbstoffe verteilen sich im Gewebe. Beim Verhängen an der Luft wird der Küpenfarbstoff zu der ursprünglich wasserunlöslichen Verbindung oxidiert.

### **Kurztagspflanze:**

Pflanze, die sich bei einer Tageslänge von 8 bis 10 h und einem rhythmischen Wechsel von Tag und Nacht optimal entwickelt und nur dann zum Blühen kommt

### **Nematoden:**

Fadenwürmer, die an den Wurzeln der Pflanzen schmarotzen und diese dadurch schädigen

### **Pappus:**

Haarförmig entwickelter Kelch vieler Korbblieten- und Baldriangewächse. Gibt beispielsweise dem Löwenzahn den Beinamen Pustelblume.

### **Pikieren:**

Vereinzeln der Jungpflanzen aus einem dichten Bestand

### **Precursor:**

Vorstufe, aus der durch eine chemische Umwandlung das Endprodukt eines Stoffes entsteht

### **Rosettenstadium:**

Ausbildung eines Sprosses mit sehr kurzen Stängel-zwischengliedern und daher sehr dicht stehenden Blättern

### **Schötchenaussaat:**

Aussaat der unausgedroschenen Früchte mit der sie umgebenden Schale (Schötchen)

### **Sikkation:**

Chemische Krautabtötung

### **TKG/Tausendkorngewicht:**

Masse von 1.000 Körnern/Samen einer Pflanze

### **TM/Trockenmasse:**

Gewicht der getrockneten Pflanzen

### **Vegetatives Stadium:**

Ungeschlechtliches Stadium, in dem die Pflanzen nur vegetative Organe (Blätter, Wurzeln, etc.) und keine Blüten bzw. Samen bilden

## 5 Adressen öffentlicher Einrichtungen zum Thema Färberpflanzen

### **Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V.**

Hofplatz 1, 18276 Gülzow

Tel.: 03843/6930-0, Fax.: 03843/6930-102,

E-Mail: info@fnr.de

### **Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft des Landes Brandenburg**

#### **Ref. Acker- und Pflanzenbau**

Berliner Str. , 14532 Güterfelde

Tel.: 03329/691423-00, Fax.: 03329/691429,

E-Mail: Lothar.Adam@lwl.brandenburg.de

### **Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft**

#### **Ref. Thüringer Zentrum Nachwachsende Rohstoffe**

Apoldaer Str. 4, 07778 Dornburg

Tel.: 036427/868-0, Fax.: 036427/22340,

E-Mail: tznr@dornburg.tll.de

Über diese Einrichtungen können Informationen zu Färberpflanzen sowie die Adressen weiterer Ansprechpartner bezogen werden.

## 6 Weiterführende Literatur

Schweppe, H.: Handbuch der Naturfarbstoffe: Vorkommen, Verwendung, Nachweis. Ecomed Fachverlag (1992)

Roth, L.; Kormann, K.; Schweppe, H.: Färberpflanzen – Pflanzenfarben. Ecomed Fachverlag (1992)

Gülzower Fachgespräche: Forum Färberpflanzen, Herausgeber Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (1997)

Gülzower Fachgespräche: 2. Forum Färberpflanzen, Herausgeber Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (1999)

Gülzower Fachgespräche: 3. Forum Färberpflanzen, Herausgeber Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (2001)



## **Herausgeber**

Fachagentur Nachhaltige Rohstoffe e. V. (FNR)  
Hofplatz 1 • 18276 Gülzow  
info@fnr.de • www.fnr.de  
www.nachwachsende-rohstoffe.de

Mit finanzieller Förderung des Bundesministeriums  
für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft