

## FARB & STOFF

Sustainable Development durch  
neue Kooperationen und Prozesse

S. Geissler, E. Ganglberger

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

**25/2003**

## **Impressum:**

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Bestellmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

# FARB & STOFF

Sustainable Development durch  
neue Kooperationen und Prozesse

Mag. Susanne Geissler, Dr. Erika Ganglberger  
Österreichisches Ökologie-Institut

Wien, Juli 2003

**Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie**



Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie



**Projektleitung:**

Mag. Susanne Geissler  
Dr. Erika Ganglberger  
Esther Egger-Rollig (Support)  
Gina Roiser-Bezan (Layout)  
Österreichisches Ökologie-Institut für angewandte  
Umweltforschung, Seidengasse 13, 1070 Wien

**Projektpartner:**

Dr. Thomas Bechtold  
Amalid Mahmut  
Institut für Textilchemie und Textilphysik der  
Leopold-Franzens-Universität Innsbruck

DI Anna Hartl  
DI Otto Schütz  
Österreichische Vereinigung für Agrar-, Lebens- und  
Umweltwissenschaftliche Forschung

Wolfgang Haertl  
Schoeller Bregenz GmbH. & Co KG

Ingo Mangold  
Wolford AG



---

## Kurzfassung

---

### 1.1 Teil A

#### 1.1.1 Motive

Kern des Projekts ist die Entwicklung von Grundlagen für die industrielle und gewerbliche Textilfärbung mit pflanzlichen Farbstoffen. Die Verwendung dieser Farbstoffe stellt eine neue Nutzungsmöglichkeit nachwachsender Rohstoffe dar und kann wesentlich zur nachhaltigen Entwicklung beitragen: Bei gleichzeitiger Nutzung erneuerbarer Rohstoffe können nicht-erneuerbare Ressourcen geschont, Umweltbelastungen über die gesamte Produktionskette reduziert, landwirtschaftliche Flächen erhalten und Arbeitsplätze mit regionaler Wertschöpfung geschaffen und gesichert werden.

#### 1.1.2 Inhalt

Voraussetzung für die Anwendung pflanzlicher Farbstoffe in der industriellen Textilfärbung ist die Verfügbarkeit des Färbematerials. Dazu wurde in diesem Projekt die Strategie der Vernetzung von Anbietern pflanzlicher Rohstoffe und nachfragender Industrie verfolgt. Gemäß den Anforderungen zweier färbender Betriebe wurde ein optimiertes Rohstoffversorgungskonzept, beruhend auf den Säulen „Reststoffverwertung“ (Rohstoffe aus der Holz und Lebensmittel verarbeitenden Industrie) und „Primärproduktion“ (Rohstoffe aus der Landwirtschaft) erarbeitet. Optimierte bedeutet hier: (a) Bereitstellung mit möglichst wenig Ressourceneinsatz; (b) Bereitstellung mit möglichst geringer Verarbeitungstiefe und einem möglichst hohen Grad an Kreislaufschließung unter Gewährleistung der erforderlichen Echtheiten und Qualität.

#### 1.1.3 Zielsetzung

Allgemeines Ziel war es, den Ressourceninput und die Kosten für die Verarbeitung des Rohstoffs so gering wie möglich zu halten. Das sollte durch die gezielte Zusammenführung von Anbietern und Nachfragern unter besonderer Berücksichtigung ihrer Anforderungen erreicht werden.

Im Detail wurden folgende Ziele verfolgt:

- š Nachhaltige Nutzung nachwachsender Rohstoffe basierend auf einer geringen Eingriffstiefe bei der Verarbeitung
- š Vernetzung von Anbietern und Nachfragern zur gemeinsamen Entwicklung von realisierbaren Kompromisslösungen

#### 1.1.4 Methode der Bearbeitung

Dieses Projekt baut auf den Ergebnissen des Projekts „Potential an nachwachsenden Rohstoffen unter Aspekten der Nachhaltigkeit: Produktion von farbstoffliefernden Pflanzen in Österreich und ihre Nutzung in der Textilindustrie“ (2001) im Auftrag des Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie auf. Schwerpunkt der Arbeit war die Erstellung und Optimierung nachhaltiger Produktions-Nutzungsketten, die den Weg des Färbematerials vom Rohstoff bis zum gefärbten Textil beschreiben. Die überaus komplexe Problemstellung wurde durch die Definition eines übergeordneten Ziels und mittels Diskussion und Dialog gelöst. Der Entscheidungsprozess zur Erstellung und Optimierung der Produktions-Nutzungsketten verlief projektbegleitend in Form eines Ausschlussverfahrens und umfasste die drei Kategorien „färbetechnische Machbarkeit“, „technische und logistische Machbarkeit der betrieblichen Umsetzung“ und „betriebswirtschaftliche Machbarkeit“. Die Datengrundlage für den Entscheidungsprozess wurde mittels fachspezifischer Recherchen, leitfadengestützten Interviews und experimentellen Färbeversuchen generiert.

## 2.1 Teil B

### 2.1.1 Ergebnisse

#### 2.1.1.1 Farbkarte für Pflanzenfarbstoffe

Es wurden Probefärbungen und Echtheitsprüfungen mit Färberresede, Färberkamille, Rainfarn, Färberscharte, Rote Zwiebelschale, Spinat, Fisolen, Erbsen, Karotten, Krappwurzeln, Rhababerwurzeln, Labkraut, Färbermeister, Weintrester, Holundertrester, schwarzer Johannisbeertrester, Sauerkirschtrester, Kirschenschlempe, Rotkraut, Rote Rüben, Eschenwasser, Schwarzerlenwasser, Himbeertrester und Schwarzteetrester durchgeführt. Die Ergebnisse der Probefärbungen und Echtheitsprüfungen wurden in Form einer Farbkarte zusammengefasst.

#### 2.1.1.2 Definition eines standardisierten Farbstoff-Produkts

Der getrocknete, zerkleinerte Rohstoff wird mengenmäßig definiert in wasserdurchlässige Beutel abgepackt, die zur Herstellung des Färbebads extrahiert werden (Extraktion erfolgt im färbenden Betrieb). Der Standardisierungsvorgang besteht in der Abmischung von verschiedenen Beuteln, wodurch der festgelegte Farbstandard erreicht wird.

#### 2.1.1.3 betriebliche Pilotversuche mit Pflanzenfarbstoffen

In den Textilbetrieben wurden Pflanzenextrakte von Eschenrinde, Schwarzerlenrinde, Himbeertrester, Johannisbeertrester, Weintrester, grüne Walnussschale, rote Zwiebelschale, Resede und Krapp ausgefärbt. Bei der betrieblichen Wollfärbung zeigten sich Verfahrensschwierigkeiten, die im Projektverlauf durch die Entwicklung eines geeigneten Betriebsrezepts minimiert werden konnten. Aufgrund der hohen betriebspezifischen Anforderungen zeigten die betrieblichen Färbeversuche auf Polyamid in vielen Fällen nicht ausreichende Echtheitsqualitäten. Letztlich wurden Eschenrinde, Schwarzerlenrinde, Zwiebelschalen und Resede als betriebstauglich eingestuft.

#### 2.1.1.4 Kostenabschätzung der Farbstoffbereitstellung

Im Projektverlauf wurden die Kosten der Rohstoffgewinnung, Aufbereitung und Standardisierung abgeschätzt, sowie die nachfrageseitige Zahlungsbereitschaft ermittelt. Pflanzenfarbstoffe werden ab einem Absatz von 1 Tonne pro Jahr und Farbstoff in der Herstellung betriebswirtschaftlich interessant.

#### 2.1.1.5 Leitfaden „Innovation durch Kooperation“

Die im Projektverlauf gewonnenen Ergebnisse und Erfahrungen wurden in Form eines Leitfadens für Regionalentwicklungseinrichtungen, Betriebsberater mit dem Schwerpunkt Qualitätssicherung und Umweltmanagement, die Wirtschaftskammer und Weiterbildungseinrichtungen, die vor allem Klein- und Mittelbetriebe ansprechen zusammengefasst, um Hilfestellung bei der Initiierung neuer Kooperationen zu liefern.

### 2.1.2 Schlussfolgerungen

Die wichtigsten Empfehlungen für die Forschungs- und Förderungspolitik sind folgende:

- €# Förderung von Entwicklungsvorhaben entlang der gesamten Produktions-Nutzungskette;
- €# Gezielte Förderung der nachfrageseitigen Optimierung von Stabilisierungs- und Standardisierungsverfahren;
- €# Unterstützung der Innovationsvorhaben von Klein- und Mittelbetrieben durch die Förderung von Personalkosten (Beispiel: Innovationsassistent in Niederösterreich);
- €# Nutzung von erneuerbaren Energieträgern bei der Aufbereitung von nachwachsenden Rohstoffen (Beispiel: solar unterstützte Trocknung, Deckung des Restenergiebedarfs aus Biogas: Nutzung der Wärme aus der Kraftwärmekopplung im Sommer).

# Inhalt

<b>Kurzfassung</b> .....	<b>3</b>
1.1 Teil A.....	3
1.1.1 Motive .....	3
1.1.2 Inhalt .....	3
1.1.3 Zielsetzung.....	3
1.1.4 Methode der Bearbeitung .....	3
2.1 Teil B.....	4
2.1.1 Ergebnisse .....	4
2.1.2 Schlussfolgerungen .....	4
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>7</b>
1.1 Problembeschreibung.....	7
1.1.1 Untersuchungsgegenstand.....	7
1.1.2 Ausgangslage .....	8
1.2 Ziele des Projekts .....	9
1.3 Schwerpunkt der Arbeit .....	11
1.4 Projektinhalte .....	11
<b>2 Verwendete Methode</b> .....	<b>12</b>
2.1 Multikriterieller Entscheidungsprozess .....	12
2.2 Interviews und fachspezifische Recherchen .....	16
2.3 Färbe- und verfahrenstechnische Methoden .....	16
2.3.1 Färbeversuche im Labormaßstab.....	16
2.3.2 Standardisierungsversuche .....	17
2.3.2.1 Parameter der Rohstoffaufbereitung (exemplarisch für Eschenrinde) .....	18
2.3.2.2 Parameter des Färbevorgangs.....	18
2.3.2.3 Echtheitsprüfungen zur Bewertung der Farbergebnisse .....	19
2.4 Betriebliche Färbeversuche / Scale up.....	20
2.5 Ökonomische Methoden .....	20
2.5.1 Kostenabschätzung für die Rohstoffbereitstellung .....	20
2.5.2 Kostenabschätzung für die Standardisierung des Farbstoffs.....	21
2.5.3 Bestimmung der nachfrageseitigen Zahlungsbereitschaft .....	22
2.5.4 Mischkalkulation zur Preisbildung.....	22
<b>3 Ergebnisse des Projekts und Schlussfolgerungen</b> .....	<b>23</b>
3.1 Färbe- und Verfahrenstechnik.....	23
3.1.1 Erweiterung der Farbkarte .....	23
3.1.1.1 Festlegung des zu untersuchenden Pflanzenmaterials.....	24
3.1.1.2 Verfügbarkeit der Rohstoffe (Ermittlung potentieller Bezugsquellen und Materialbeschaffung für Probefärbungen).....	24
3.1.1.3 Erstellung der Farbkarte .....	24
3.1.2 Standardisierung.....	26
3.1.2.1 Standardisierung der Rohstoffaufbereitung.....	26
3.1.2.2 Standardisierung des wässrigen Pflanzenextrakts .....	28
3.1.3 Betriebliche Umsetzung .....	29
3.1.3.1 Betriebliche Färbeversuche auf Wolle.....	29
3.1.3.2 Betriebliche Färbeversuche auf Polyamid .....	31
3.1.4 Resümee der Betriebe .....	34

3.2	Produktions-Nutzungsketten .....	34
3.2.1.	Vorarbeiten zur Erstellung der Produktions-Nutzungsketten .....	34
3.2.2.	Dokumentation von Produktions-Nutzungsketten .....	35
3.2.3.	Optimieren von Produktions-Nutzungsketten .....	37
3.3	Beispielhafte Vernetzung von Angebot- und Nachfrageseite .....	40
3.3.1.	Anbieter-Nachfrager-Modellstruktur .....	40
3.4	Grundlagen zur Preisbildung bei Pflanzenfarbstoffen .....	42
3.4.1.	Rohstoffbereitstellung aus der Landwirtschaft (beispielhaft für Resede und Krapp) .....	42
3.4.2.	Rohstoffbereitstellung mittels Reststoffen aus Holz und Lebensmittel verarbeitenden Betrieben .....	43
3.4.3.	Kostenbestimmende Faktoren .....	43
3.4.4.	Abschätzung der Farbstoffkosten .....	44
3.4.5.	Farbvorgabe der Textilbetriebe und Mischkalkulation .....	45
3.4.6.	Nachfrageseitige Zahlungsbereitschaft .....	48
3.5	Hilfestellung für die Initiierung neuer Kooperationen .....	49
3.5.1.	Leitfaden „Innovation durch Kooperation“ .....	49
<b>4</b>	<b>Ausblick / Empfehlungen .....</b>	<b>51</b>
4.1	Ausblick .....	51
4.2	Empfehlungen für die Forschungs- und Förderungspolitik .....	52
Anhang A	A1 Färbeverfahren A2 Pflanzenscreening A3 Verfügbarkeit der Rohstoffe	
Anhang B	B1 Überlegungen zur Materialaufbereitung B2 Standardisierung zur Rohstoffaufbereitung B3 Stabilität des Färbevorgangs B4 Betriebliche Umsetzung (Scale up) B5 Betriebliche Färbeversuche auf Polyamid B6 Infrastruktur für Bereitstellung landwirtschaftlicher Rohstoffe B7 Infrastruktur zur Aufbereitung der Farbstoff enthaltenden Rohstoffe B8 Bezugsquellen für Pflanzenrohstoffe	
Anhang C	Infrastruktur für Anbau und Trocknung von Resede und Krapp Verortung der Rohstofflieferanten und Verarbeitungseinrichtungen Verfügbarkeit der Rohstoffe Rückführung der Extraktückstände in den landwirtschaftlichen Kreislauf Produktionsketten für Resede und Krapp	
Anhang D	Produktions-Nutzungsketten als Grundlage für die Optimierung der Farbstoffproduktion	
Anhang E	E.1 Abschätzung der Produktionskosten für Resede und Krapp E.2 Preisabschätzung für Resede und Krapp bei drei Bedarfsmengenszenarien	

---

# 1 Einleitung

---

## 1.1 Problembeschreibung

### 1.1.1 Untersuchungsgegenstand

Kern des Projekts war die Erarbeitung von Grundlagen für die Anwendung von pflanzlichen Farbstoffen in der industriellen und gewerblichen Textilfärbung. Die Verwendung dieser Farbstoffe stellt eine alt bekannte Nutzungsform nachwachsender Rohstoffe dar, die aufgegriffen und den technischen, ökonomischen und ökologischen Anforderungen des 21. Jahrhunderts entsprechend adaptiert wurde. Bei Nutzung erneuerbarer Rohstoffe sollen nicht-erneuerbare Ressourcen geschont, Umweltbelastungen über die gesamte Produktionskette reduziert, landwirtschaftliche Flächen erhalten und Arbeitsplätze mit regionaler Wertschöpfung geschaffen und gesichert werden.

Als massives Hemmnis für die breite Nutzung nachwachsender Rohstoffe war die bisher mangelnde Verknüpfung von Angebots- und Nachfrageseite festgestellt worden<sup>1</sup>.

In diesem Projekt wurde die Strategie verfolgt, die breite Nutzung nachwachsender Rohstoffe durch die Vernetzung von Anbietern und Nachfragern zu unterstützen: Landwirtschaftliche bzw. Lebensmittel und Holz verarbeitende Betriebe als Anbieter wurden mit den färbenden Betrieben der Textilbranche als Nachfrager vernetzt. Die Berücksichtigung der jeweiligen Anforderungen und die Nutzung bestehender Infrastruktur sollte es ermöglichen, den Ressourceninput und die Kosten für die Verarbeitung gering zu halten.

Die Vernetzung erfolgte mittels Produktions-Nutzungsketten, welche den Weg des Färbematerials vom Rohstoff bis zum gefärbten Textil beschreiben. Voraussetzung für die Erstellung der Produktions-Nutzungsketten war die Analyse einer Vielzahl von unterschiedlichsten Aspekten, beispielsweise die Anforderungen der färbenden Betriebe, pflanzliche Eigenschaften, vorhandenes Reststoffpotential, Möglichkeiten der landwirtschaftlichen Primärproduktion, Standardisierung des Pflanzenmaterials, Infrastruktur für die Aufbereitung der Rohstoffe, färbetechnische Aspekte, Nachhaltigkeitskriterien, etc.. Die Optimierung der Produktions-Nutzungsketten umfasste den Gesamtprozess von der Rohstoffgewinnung über die Produktion des Färbemittels bis zum verfahrenstechnischen Prozess der Färbung und endete mit dem gefärbten Textil.

Optimiert bedeutete hier zusammengefasst:

- ≠ Ein möglichst geringer Ressourceneinsatz bei der Rohstoffgewinnung und bei der Rohstoffverarbeitung; landwirtschaftliche Primärprodukte sollen nur in Bereichen eingesetzt werden, wo die Nachfrage durch Reststoffe nicht gedeckt werden kann.
- ≠ Eine möglichst geringe Verarbeitungstiefe und ein möglichst hoher Grad an Kreislaufschließung (beispielsweise durch ein „Dazwischenschalten“ der Färbung mit anschließender Kompostierung der Rückstände aus der Fruchtsaftherstellung statt einer sofortigen Kompostierung der Rückstände) unter Gewährleistung der erforderlichen färbetechnischen Qualität.

Eine Optimierung dieser Art erfordert bei allen Beteiligten die Überwindung ihrer Systemlogik. Die zukünftigen Partner aus dem Bereich der Rohstoffbereitstellung und der nachfragenden Industrie müssen bereit sein, Kompromisse einzugehen, gewohnte Wege zu verlassen und sich auf Neues einzustellen.

---

<sup>1</sup> KROTSCHKE, C., WIMMER, R., NARODOSLAVSKY, M. (1997): Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Österreich. SUSTAIN im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Verkehr, Graz

Mit diesem Projekt sollte plakativ gezeigt werden, dass die Vernetzung der richtigen Akteure unkonventionelle Lösungen ermöglicht, die umweltfreundlich, regional- und sozialverträglich sowie ökonomisch tragfähig sind. Das Projekt sollte verdeutlichen, dass vor allem Offenheit und Kooperationsbereitschaft für innovative Lösungen notwendig sind.

Der Bereich der Textilfärbung mit nachwachsenden Rohstoffen ist weniger hinsichtlich der umgesetzten Mengen als hinsichtlich der Signalwirkung interessant: Anhand eines Themas, für das in der Öffentlichkeit großes Interesse besteht (Farbe und Bekleidung), besteht die Chance, die Inhalte des Impulsprogramms „Fabrik der Zukunft“ auch an die Konsumenten zu vermitteln. Denn letztendlich werden die Produkte der Fabrik der Zukunft nur erfolgreich sein, wenn sie auch nachgefragt werden.

### **1.1.2 Ausgangslage**

Mit dem Projekt „Farbstoff liefernde Pflanzen<sup>2</sup>“ im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie lagen bereits wichtige Vorarbeiten für dieses Projekt vor: Prüfung der Möglichkeiten für einen Anbau von Färbepflanzen in Österreich, Ermittlung der Anforderungen von Industrie und Gewerbe an Pflanzenfarbstoffe, Erstellung einer ersten Farbkarte für Pflanzenfarbstoffe.

#### **Angebotseite (Bereitstellung der Färbemittel)**

Im Rahmen der Materialbeschaffung für die Probefärbungen hatte es sich herausgestellt, dass einige Farben aus Reststoffen der land- und forstwirtschaftlichen Produktionskette (Fruchtsafthersteller, Sägewerke, ...) gewonnen werden können. Damit stehen neben der landwirtschaftlichen „Primärproduktion“ auch noch Betriebe, die land- und forstwirtschaftliche Produkte verarbeiten und bei denen die entsprechenden Reststoffe anfallen, als potentielle Anbieter zur Verfügung. Über das textilfärberische Potential vieler Reststoffe gibt es derzeit kaum Information. Deshalb zielten die in diesem Projekt geplanten Färberversuche einerseits darauf ab, erste Kennzahlen für unterschiedliche Reststoffe mit möglichem Färbepotential zu generieren. Andererseits sollte definiert werden, wie eine möglichst breite Farbpalette, die entsprechende färberische Qualitäten aufweist und betriebswirtschaftlich machbar ist, durch den Mix von „Reststoffverwertung“ und „Primärproduktion“ zur Verfügung gestellt werden kann.

Während bei Reststoffen Daten über verfügbare Menge und Preis vorliegen, waren diese Angaben bei den landwirtschaftlich produzierten Rohstoffen nicht möglich, da sie derzeit noch nicht angebaut werden. Deckungsbeitragskalkulationen für die in Frage kommenden Färbepflanzen sind weder aus der Literatur noch aus Praxiserfahrungen bekannt. Das Wissen um Deckungsbeiträge ist jedoch für die Umsetzung notwendig. Daher erfolgte in diesem Projekt eine erste Abschätzung auf der Basis von literaturgestützten Annahmen zu Erträgen und Anbauverfahren sowie auf Basis von Recherchen zu handelsüblichen Preisen (genaue Beschreibung der Annahmen siehe Anhang E). Anhand von Bedarfsmengenszenarien und unter der Einbeziehung von Praktikern aus dem Kräuteranbau wurden Preise für Resede und Krapp bei einem Anbau in Österreich abgeschätzt. Eine exakte Bestimmung würde Anbauversuche erfordern, die im Rahmen dieses Projekts jedoch nicht durchgeführt werden konnten.

---

<sup>2</sup> GEISSLER, S.; GANGLBERGER, E.; BECHTOLD, T.; SANDBERG, S.; SCHÜTZ, O.; HARTL, A.; REITERER, R.; (2001): Potenzial an nachwachsenden Rohstoffen unter Aspekten der Nachhaltigkeit: Produktion von farbstoffliefernden Pflanzen in Österreich und ihre Nutzung in der Textilindustrie; Wien, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

### **Nachfrageseite (Textilindustrie)**

Klarer Anknüpfungspunkt für die gewerblichen Textilfärber war die erstellte Farbkarte für Pflanzenfarben, die konkrete Ergebnisse für acht ausgewählte Färbepflanzen zeigt. Damit stehen erstmals auch für Pflanzenfarben Informationen über Farbton, Farbqualität, Nuancierbarkeit, ... zur Verfügung, die für alle herkömmlichen Farbstoffe vom Hersteller bereitgestellt werden.

Zwei sehr unterschiedliche färbende Betriebe (Schoellerwolle und Wolford) zeigten großen Gefallen an einer konkreten betrieblichen Umsetzung der pflanzlichen Textilfärbung. Durch die Einbindung der beiden Betriebe konnten Fragestellungen der Maßstabsvergrößerung und der betrieblichen Prozesstechnik in diesem Projekt thematisiert werden. Das Interesse der Betriebe an einer konkreten Umsetzung gewährleistet die Erarbeitung von praktikablen Lösungsansätzen.

### **Verknüpfung von Angebot- und Nachfrageseite**

Die im Projekt „Farbstoff liefernde Pflanzen“<sup>3</sup> durchgeführten Interviews zeigten, dass seitens der Landwirtschaft kaum Umsetzungsschwierigkeiten bei der Produktion der Primärrohstoffe zu erwarten sind. Im Gegensatz dazu interessiert sich die Textilindustrie zwar generell für Färbepflanzen, an eine tatsächliche Realisierung werden jedoch zahlreiche Forderungen geknüpft, die mit der landwirtschaftlichen Logistik primär nicht vereinbar sind: so sollte es möglichst nur einen Ansprechpartner für Naturfarben geben, der einerseits eine Standardisierung des Pflanzenmaterials vornimmt und andererseits Farbqualitäten und Echtheitsniveaus garantiert.

Im oben genannten Projekt wurden die unterschiedlichen Anforderungen systematisch erfasst: ausgehend von den Anforderungen der färbenden Betriebe an Logistik, Verarbeitung und Farbqualität wurden für die acht ausgewählten Färbepflanzen „Produktions-Nutzungsketten“<sup>4</sup> aufgestellt. In einem weiteren Schritt wurden die einzelnen Arbeitsschritte der Produktions-Nutzungsketten mit den jeweiligen Akteuren belegt. Damit konnten Lücken im System deutlich aufgezeigt werden: Von zentraler Bedeutung ist das „missing link“ zwischen den Anbietern der unterschiedlichen Pflanzenmaterialien und der Textilindustrie, die standardisierte Farbstoffe nachfragt.

## **1.2 Ziele des Projekts**

Ziel des Projekts war es, das „missing link“ zwischen den Anbietern der unterschiedlichen Pflanzenmaterialien und der Textilindustrie zu schließen. Gemäß den Anforderungen zweier färbender Betriebe sollte ein optimiertes Rohstoffversorgungskonzept, beruhend auf den Säulen „Reststoffverwertung“ und „Primärproduktion“, erarbeitet werden. Durch die beispielhafte Vernetzung von Anbietern und Nachfragern sollten direkte Kooperationen ermöglicht werden, die neue Einkommensquellen für Landwirtschaft und rohstoffverarbeitende Betriebe erschließen und der nachfragenden Textilindustrie die Etablierung einer neuen Produktschiene ermöglicht.

Das Projekt trägt wie folgt zu den Leitprinzipien einer nachhaltigen Technologieentwicklung bei:

---

<sup>3</sup> GEISSLER, S.; GANGLBERGER, E.; BECHTOLD, T.; SANDBERG, S.; SCHÜTZ, O.; HARTL, A.; REITERER, R.; (2001): Potenzial an nachwachsenden Rohstoffen unter Aspekten der Nachhaltigkeit: Produktion von farbstoffliefernden Pflanzen in Österreich und ihre Nutzung in der Textilindustrie; Wien, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

<sup>4</sup> Es wurden Produktions-Nutzungsketten erarbeitet, die ökonomisch machbar, technisch umsetzbar und ökologisch vertretbar sein sollten. Unter Produktions-Nutzungsketten sind die Schritte von der Produktion der Pflanze als Rohstoff über die Gewinnung und Stabilisierung des Farbstoffs bis zur Verwendung im färbenden Betrieb zu verstehen.

### Substitution fossiler Rohstoffe durch konkurrenzfähige, nachwachsende Rohstoffe

Im Rahmen des Projekts wurde gezeigt, dass mittels Erdölchemie hergestellte Textilfarbstoffe durch pflanzliche Farben ersetzt werden können („Substitution von nichtregenerativen Materialien in bestehenden Anwendungen“). Dabei wurden sowohl die Möglichkeiten einer kaskadischen Nutzung von Reststoffen der verarbeitenden Industrie / Gewerbe wie auch die Möglichkeiten der Produktion von Primär-Biomasse aus der Landwirtschaft bearbeitet.

### Effizienzprinzip

Farbstoffe können durch landwirtschaftliche Primärproduktion (Anbau von farbstoffliefernden Pflanzen) oder aus ungenutzten land- und forstwirtschaftlichen Reststoffen (Erlenrinde, Eschenrinde, Rückstände aus der Weinproduktion, ...) gewonnen werden. Im Projekt ging es um die Ermittlung jener Bezugsquellen, die den gewünschten Farbstoff am effizientesten bereit stellt. "Effizient" bezieht sich dabei auf Ressourceneinsatz, Kosten und soziale Auswirkungen.

### Prinzip der Recyclierfähigkeit

Färbeverfahren auf der Basis pflanzlicher Rohstoffe sind nicht per se umweltfreundlich. Im Rahmen des Projektes „Farbstoff liefernden Pflanzen“<sup>5</sup> wurde eine Farbkarte für Pflanzenfarbstoffe erstellt. Diese Farbkarte entstand unter den Anforderungen einer ökologischen und ökonomischen Optimierung. Für die Farbstoffgewinnung wurde beispielsweise ein wässriges Auszugsverfahren gewählt, das die Rückführung der Reststoffe aus der Färberei auf die Felder bzw. die Kompostierung der Rückstände gewährleisten sollte. Dieses Prinzip der Recyclierfähigkeit wird auch in diesem Projekt weiterverfolgt, wenn es um die Entwicklung von Farbstoffen aus Reststoffen der Lebensmittelverarbeitung geht. Darüber hinaus analysiert das Projekt, inwieweit Reststoffe aus der Holz- und Lebensmittelverarbeitenden Industrie für die Färberei verwendet werden können. Damit wird insbesondere auch der Aspekt der "kaskadischen Nutzung" von Rohstoffen behandelt.

### Prinzip der Einpassung, Flexibilität, Adaptionsfähigkeit und Lernfähigkeit

Sobald ein Rohstoff für eine industrielle und gewerbliche Nutzung aus der Landwirtschaft bzw. Lebensmittelverarbeitung bereitgestellt werden soll, unterscheiden sich für den verarbeitenden Betrieb Versorgungslogistik, Rohstoffqualität und Lieferfristen von den herkömmlichen Bedingungen. Das gleiche trifft jedoch auch für den Rohstoff-Anbieter zu. Dem Problem kann auf zweierlei Weise begegnet werden: (1) systemabhängige Faktoren, wie beispielsweise eine definierte Vegetationsperiode mit einem bestimmten Erntezeitpunkt, werden durch Verarbeitung zu einem unspezifischen "Intermediärprodukt" (das als Ausgangsstoff für weitere Produktionsprozesse dienen kann, wie beispielsweise Milchsäure) ausgeglichen; (2) es werden Kompromisslösungen gesucht, die sowohl für die Anbieter der Rohstoffe wie auch für Nachfrager aus Industrie und Gewerbe vorteilhaft sind. Während Nivellierungsstrategien darauf hinaus laufen, Einsatzstoffe aus der Erdölchemie möglichst ohne Systemänderung durch nachwachsende Rohstoffe zu ersetzen, ermöglicht beidseitige Einpassung, Flexibilität, Adaptionsfähigkeit und Lernfähigkeit eine geringe Eingriffstiefe und damit eine nachhaltige Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Dementsprechend wichtig ist es, die richtigen Akteure so zu vernetzen, dass eine Produktion und Verarbeitung nachwachsender Rohstoffe mit minimalem Ressourceneinsatz erfolgen kann.

---

5 GEISLER, S.; GANGLBERGER, E.; BECHTOLD, T.; SANDBERG, S.; SCHÜTZ, O.; HARTL, A.; REITERER, R.; (2001): Potenzial an nachwachsenden Rohstoffen unter Aspekten der Nachhaltigkeit: Produktion von farbstoffliefernden Pflanzen in Österreich und ihre Nutzung in der Textilindustrie; Wien, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

### Prinzip der Fehlertoleranz und Risikovorsorge

Es handelt sich um eine Technologie mit sehr geringem Risikopotential. Störfälle technischer Anlagen mit potentiellen Auswirkungen auf ganze Landstriche und zukünftige Generationen sind ausgeschlossen. Es können keine irreversiblen Schäden eintreten.

### Prinzip der Sicherung von Arbeit, Einkommen und Lebensqualität

Das Projekt richtet sich an die Landwirtschaft, an Industrie und Gewerbe. Landwirtschaftlichen und lebensmittelverarbeitenden Betrieben sowie Betrieben der Textilindustrie wurden neue, unkonventionelle Wege einer nachhaltigen Rohstoffnutzung gezeigt. Die direkte Kooperation zwischen Landwirtschaft und verarbeitenden Betrieben erschließt neue Einkommensquellen für die Anbieter von nachwachsenden Rohstoffen wie auch neue Produktschienen für die Nachfrager. Damit werden Arbeitsplätze gesichert, wodurch ein Beitrag zur Erhaltung der kleinstrukturierten österreichischen Landwirtschaft geleistet wird.

## **1.3 Schwerpunkt der Arbeit**

Fokus dieses Projekts war es, sämtliche Voraussetzungen für den betrieblichen Einsatz von Pflanzenfarbstoffen zu schaffen. Auf der Basis der Anforderungen der färbenden Betriebe wurden konkrete Lösungen in Zusammenarbeit mit zwei färbenden Betrieben entwickelt, um Pflanzenfarbstoffe für betriebliche Textilfärbungen anschlussfähig zu machen. Neben der betrieblichen Umsetzung (Scale up vom Labormaßstab auf den betrieblichen Maßstab) war ein weiterer Schwerpunkt die Bearbeitung des „missing link“, also jener Vorgänge, Infrastruktur und Akteure, welche notwendig sind, um die Lücke zwischen Anbietern der Rohstoffe und der Nachfrageseite, also färbenden Textilbetrieben, zu schließen (standardisierte Aufbereitung, Standardisierung des Farbstoffs, Standardisierung des Färbeextrakts, Rezeptur zur Herstellung des Färbebads auf betrieblicher Ebene).

## **1.4 Projektinhalte**

Die wesentlichen Projektinhalte waren:

- €# Erweiterung der Farbkarte;
- €# Festlegung/Optimierung standardisierter Aufbereitungsvorgänge für die verschiedenen Pflanzenmaterialien;
- €# Dokumentation und Optimierung von Produktions-Nutzungsketten;
- €# Erarbeitung einer modellhaften Versorgungs- und Verarbeitungslogistik in Zusammenarbeit mit den färbenden Betrieben und ihren Zulieferern;
- €# Kostenabschätzung der Rohstoffbereitstellung und Preisabschätzung der Farbstoffe;
- €# Verarbeitung der Erfahrungen zu einem Leitfaden als Hilfestellung zur Initiierung neuer Kooperationen zwischen Anbietern und Nachfragern;
- €# Ableitung von Schlussfolgerungen für die Forschungs- und Förderungspolitik in bezug auf die Zielsetzungen und Leitprinzipien der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“.

## 2 Verwendete Methode

In diesem Projekt wurde die Vernetzung von Anbietern und Nachfragern als Strategie verfolgt, um die Anwendung von nachwachsenden Rohstoffen in der betrieblichen Textilfärbung auf nachhaltige Weise zu fördern. Die Vernetzung von Anbietern und Nachfragern basiert auf der Erstellung von Produktions-Nutzungsketten: darunter verstehen wir die systematische Darstellung der verschiedenen Arbeitsschritte, die von der Rohstoffbereitstellung, über die Rohstoffaufbereitung bis hin zum betrieblichen Färbeverfahren notwendig sind, um zum gefärbten Produkt zu gelangen. Die Produktions-Nutzungsketten bilden die Grundlage für die Optimierung einzelner Phasen und die Optimierung des Gesamtprozesses sowie für die Suche nach Akteuren, welche die Arbeitsschritte ausführen.

Die Erstellung der Produktions-Nutzungsketten erfolgte mittels fachspezifischer Recherchen und Interviews für ausgewählte farbstoffliefernde Pflanzen, wobei die beiden Möglichkeiten der Rohstoffbereitstellung „landwirtschaftliche Primärproduktion“ und „Reststoffe“ behandelt wurden.

Grundlage für die Erstellung und Optimierung der Produktions-Nutzungsketten war die Vorgangsweise, die bereits im Projekt „Produktion von Farbstoff liefernden Pflanzen“<sup>6</sup> angewendet worden war:

- ≠# Bewertungsverfahren in Anlehnung an die multikriterielle Entscheidungsanalyse und nach dem Ansatz der Post Normal Science (Entscheidungsfindung bei hoher Komplexität und Unsicherheit) (siehe Kapitel 2.1)
- ≠# Informationsbeschaffung für den Entscheidungsprozess durch Bearbeitung fachbezogener Recherchen im interdisziplinären Team und durch leitfadengestützte Interviews (siehe Kapitel 2.2)
- ≠# Experimentelle Datenbeschaffung für den Entscheidungsprozess mittels Textilausfärbungen und Echtheitsprüfungen im Labormaßstab und im betrieblichen Maßstab (siehe Kapitel 2.3)

### 2.1 Multikriterieller Entscheidungsprozess

Der Themenbereich „Nachhaltige Entwicklung“ stellt sich als multikriterielles Entscheidungsproblem dar. Das Ziel, eine nachhaltige Entwicklung zu erreichen, lässt sich in Unterziele gliedern, deren Erfüllung zum Teil in Widerspruch zueinander steht: Die Annäherung an ein Ziel kann das Abweichen von einem anderen Ziel bewirken (MUNDA 1995<sup>7</sup>). Dies gilt auch für die Formulierung nachhaltiger Produktions-Nutzungsketten. Es handelt sich um eine äußerst komplexe Problemstellung, die in diesem Projekt durch Definition eines übergeordneten Ziels und mittels Diskussion und Dialog gelöst wurde. Der Entscheidungsprozess zur Erstellung und Optimierung der Produktions-Nutzungsketten verlief projektbegleitend in Form eines Ausschlussverfahrens. Die für die Entscheidungsfindung erforderlichen Informationen und Daten wurden durch Recherchen, Interviews und färbetechnische Versuche generiert (siehe Kapitel 2.2 und 2.3).

<sup>6</sup> GEISSLER, S.; GANGLBERGER, E.; BECHTOLD, T.; SANDBERG, S.; SCHÜTZ, O.; HARTL, A.; REITERER, R.; (2001): Potenzial an nachwachsenden Rohstoffen unter Aspekten der Nachhaltigkeit: Produktion von farbstoffliefernden Pflanzen in Österreich und ihre Nutzung in der Textilindustrie; Wien, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

<sup>7</sup> MUNDA, G. (1995): Multicriteria Evaluation in a Fuzzy Environment. Theory and Applications in Ecological Economics. Physica-Verlag Heidelberg

Das Ausschlussverfahren fand in drei Etappen statt:

- (a) Färbetechnische Machbarkeit
- (b) Machbarkeit der betrieblichen Umsetzung
- (c) Betriebswirtschaftliche Machbarkeit

Nur jene Farbstoffe eignen sich für die industrielle Färbung, die in allen drei Kategorien positiv abschneiden. Die Vorgangsweise beim Ausschluss von ungenügenden Varianten erfolgte in der Reihenfolge (a) à (b) à (c).

Die Optimierung der Produktions-Nutzungsketten erfolgte nach ökologischen, technischen und ökonomischen Kriterien, die in (a), (b) und (c) enthalten sind.

### **(a) Färbetechnische Machbarkeit – Kriterien im Bereich Färbetechnik**

Das im folgenden Absatz beschriebene Kriterienset<sup>8</sup> und die Kriteriengewichtung bildeten den roten Faden für die Ausscheidung von ungenügenden Varianten.

#### **Kriterien für die Färbetechnik**

*Anforderungen an den Färbeprozess:*

- ≠ Pflanzenfarbstoffe sollen eine Farbstoffgruppe<sup>9</sup> bilden, denn damit kann für sämtliche Pflanzenfarbstoffe der gleiche Färbeprozess angewendet werden. Das ermöglicht eine Mischbarkeit der verschiedenen Farbstoffe.
- ≠ Ökologische Anforderungen bei Auswahl des Färbeprozesses: Vermeiden von Beizen (d.h. direktziehende Farbstoffe werden bevorzugt) und wenn Beize erforderlich, Eisenbeize oder Aluminiumbeize (Verzicht auf Cu); Einhaltung von Ökotex Standard 100;
- ≠ Ökologische Anforderung bei der Rohstoffextraktion: Verwendung von wässrigen Pflanzenauszügen, bewusster Verzicht auf Lösungsmittel und Chemikalien (Säuren, Alkalien), um Kompostierbarkeit des extrahierten Pflanzenmaterials zu gewährleisten
- ≠ Anforderungen an das zu färbende Material: Farbstoffe müssen zur Färbung von Wolle und / oder Polyamidfaser (und / oder Leinen) geeignet sein.

Durch diese Kriterien erfolgte eine Festlegung der Systemgrenzen, denn alle Pflanzenrohstoffe wurden einer wässrigen Extraktion unterzogen und in einem einbadigen Färbeverfahren direkt, bzw. mit Eisen- und Aluminium-Beize auf Wolle, Polyamid und Leinen ausgefärbt (Details siehe 2.3).

*Anforderungen an das Färberesultat:*

- ≠ Ansprechender Farbton
- ≠ Hohe Echtheiten des gefärbten Produkts

#### **Kriterien für die Bereitstellung von Pflanzenmaterial durch die Landwirtschaft (Primärproduktion)**

- ≠ Standortansprüche, die einen heimischen Anbau ermöglichen
- ≠ Ökologische Kriterien (kein Einsatz von Pestiziden und Mineraldünger)
- ≠ Kulturanleitungen vorhanden und verifiziert
- ≠ Hoher Farbstoffetrag pro Flächeneinheit
- ≠ Gute Mechanisierbarkeit bei der Feldproduktion
- ≠ Neue Perspektiven für Landwirte

---

<sup>8</sup> zum Teil erarbeitet in: GEISLER, S.; GANGLBERGER, E.; BECHTOLD, T.; SANDBERG, S.; SCHÜTZ, O.; HARTL, A.; REITERER, R.; (2001): Potenzial an nachwachsenden Rohstoffen unter Aspekten der Nachhaltigkeit: Produktion von farbstoffliefernden Pflanzen in Österreich und ihre Nutzung in der Textilindustrie; Wien, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

<sup>9</sup> Farbstoffe einer Farbstoffgruppe lassen sich in einem gemeinsamen Färbebad verwenden und können deshalb auch abgemischt werden (erweitert die Farbpalette und bietet zusätzliche Möglichkeiten bei der Standardisierung eines Farbstoffs).

## **Kriterien für die Bereitstellung von Pflanzenmaterial aus Reststoffen der Holz- und Lebensmittelverarbeitung**

- ≠ Anfall der Reststoffe bei der Verarbeitung in Österreich
- ≠ Verfügbarkeit gegeben (Gesamtmenge, Anfall saisonal oder kontinuierlich)
- ≠ Sortenreiner Anfall (Nutzungsbedingung)
- ≠ Frei von Stoffen, die bei der Färbung oder Kreislaufschließung (Kompostierung, Rückführung auf die Felder) beeinträchtigen würden, d.h. möglichst keine Vorbehandlung

### Kriteriengewichtung

Übergeordnetes Ziel ist die praktische Umsetzbarkeit in der Textilindustrie.

Vorrangige Kriterien aus dem Set „Kriterien für die Färbetechnik“ sind folgende:

- ≠ Bilden einer Farbstoffgruppe
- ≠ Ansprechender Farbton
- ≠ Hohe Echtheiten der Farbstoffe (Mindeststandard muss erfüllt werden)

Praktisch bedeutet das zum Beispiel: Wenn die Mindestanforderungen bezüglich der Echtheiten nicht gegeben sind, wird der Farbstoff ausgeschieden, auch wenn er sehr umweltschonend ohne Beizen aufgebracht werden könnte.

Vorrangiges Kriterium aus dem Set „Kriterien zur Bereitstellung von Pflanzenmaterial“:

- ≠ Bereitstellung von Pflanzenmaterial aus Reststoffen der Holz- und Lebensmittelverarbeitung

Praktisch bedeutet das zum Beispiel: Ein Farbstoff wird nur dann als Primärprodukt hergestellt, wenn er nicht aus Reststoffen gewonnen werden kann.

Nur wenn diese Ausschlusskriterien erfüllt waren, wurden Überlegungen hinsichtlich der Umsetzbarkeit in den Textilbetrieben und der ökonomischen Machbarkeit angestellt.

## **(b) Technische und logistische Machbarkeit der betrieblichen Umsetzung**

Bei der Machbarkeit der betrieblichen Umsetzung ist zwischen allgemein gültigen Basiskriterien und jenen Kriterien zu unterscheiden, die in den Betrieben je nach Anspruch verschieden definiert sind.

*Betriebsunabhängiges Basiskriterium:*

- ≠ Gesicherte Rohstoffversorgung mit standardisiertem Rohstoff (d.h. Liefersicherheit und Qualitätsgarantie für die verschiedenen Pflanzenfarbstoffe)

*Betriebsspezifische Ausschlusskriterien:*

- ≠ Reproduzierbare Anwendung im Betriebsverfahren
- ≠ Ansprechendes Farbergebnis (Farbton)
- ≠ Ausreichende Echtheiten auf Betriebsprodukt

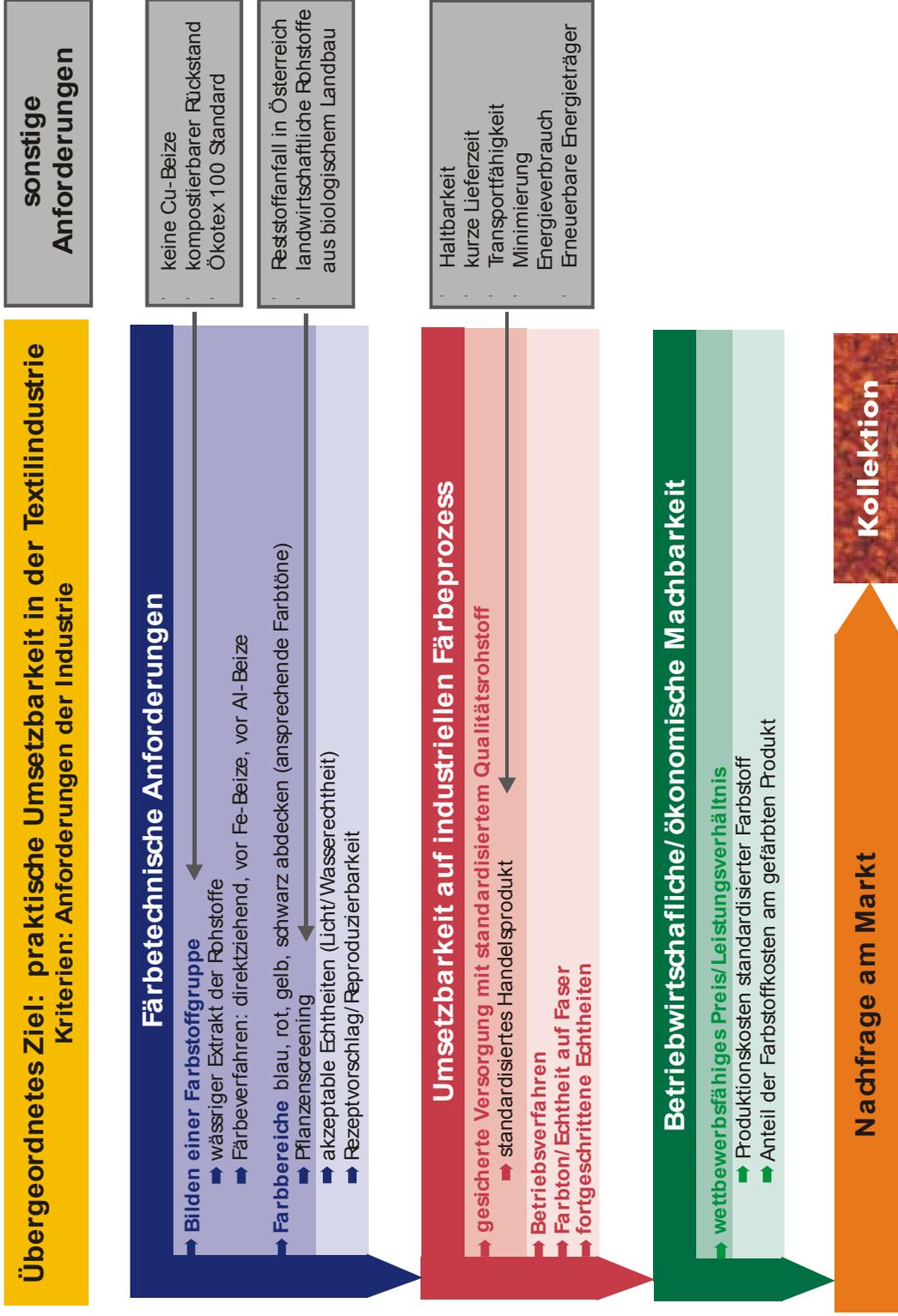
## **(b) Betriebswirtschaftliche Machbarkeit**

Die bestimmenden Faktoren für die betriebswirtschaftliche Machbarkeit sind:

- ≠ Produktionskosten des standardisierten Farbstoff
- ≠ Anteil der Farbstoffkosten am gefärbten Produkt

Wenn Pflanzenfarbstoffe nicht teurer als herkömmliche Textilfarbstoffe sind, ist der Anteil der Farbstoffkosten am verkauften Produkt nicht relevant. Wenn die Pflanzenfarbstoffe teurer als derzeit eingesetzte Farbstoffe sind, ist der betriebsinterne Spielraum für die Verwendung von Pflanzenfarbstoffen ausschlaggebend. Je nachdem wie hoch der Anteil der Farbstoffkosten am verkauften Produkt ist, macht sich eine Erhöhung der Farbstoffkosten bei der Preiskalkulation des gefärbten Produkts bemerkbar oder nicht.

Abbildung 1 : Vorgangsweise zur Erstellung und Optimierung der Produktions-Nutzungsketten



## 2.2 Interviews und fachspezifische Recherchen

Interviews und fachspezifische Recherchen dienen der Beschaffung von Informationen zur Erstellung und Optimierung der Produktions-Nutzungsketten für ausgewähltes farbstofflieferndes Pflanzenmaterial. Interviews wurden in Form von leitfadengestützten Interviews geführt, fachspezifische Recherchen wurden anhand definierter Fragestellungen bearbeitet. Die Zusammenführung und Diskussion sowie die Auswertung für den Entscheidungsprozess erfolgte gemeinsam im interdisziplinären Team.

## 2.3 Färbe- und verfahrenstechnische Methoden

Zur Erweiterung des Farbspektrums (siehe Kapitel 3.1 bzw. Anhang A) wurden Laborversuche mit Farbstoff liefernden Pflanzen durchgeführt, von denen ansprechende Farbtöne mit erforderlichen Echtheiten durch umweltschonende Färbeverfahren zu erwarten waren (vergl. „Farbstoff liefernde Pflanzen“<sup>10</sup>). Farbstoffe, die in dieser ersten Screening – Phase gute Ergebnisse zeigten, wurden dann im Rahmen einer Maßstabsvergrößerung (Scale up) in betrieblichen Versuchen getestet. Im Vorfeld wurden Standardisierungsversuche durchgeführt, um auf Schwierigkeiten bei der betrieblichen Anpassung reagieren zu können und Mindestanforderungen bezüglich der Qualität des Färberesultats zu gewährleisten.

### 2.3.1. Färbeversuche im Labormaßstab

Mittels **Farbstoff-Screening** wurde getestet, welches pflanzliche Material ansprechende Farbtöne liefert und die geforderten Echtheiten erfüllt.

Für die Färbeversuche wurde zuerst der Farbstoff aus dem Rohmaterial extrahiert. Die Aufbereitung des Rohmaterials (Zerkleinerung, Stabilisierung) ist dabei produktspezifisch, die Weiterverarbeitung des Rohmaterials erfolgte stets durch Extraktion.

Bedingung für die **Extraktion des Farbstoffs** war, dass dabei keine aufwändigen Verfahrensschritte oder Lösungsmittel erforderlich sind und auch die Materialaufbereitung einfach ist. Deshalb erfolgt bei Feststoffen ein wässriger Auszug (Feststoff wird eine Stunde lang in Wasser ausgekocht), wobei für die Extraktion maximal das Färbebadvolumen an Wasser zur Verfügung steht. Der wässrige Auszug wurde als Färbebad verwendet. Flüssige Materialproben wurden direkt als Färbebad verwendet.

Der **Färbevorgang** selbst erfolgte durch die Auswahl der Farbstoffgruppe<sup>11</sup> und war deshalb definitionsgemäß für sämtliche Pflanzenfarbstoffe einheitlich (Darstellung des Färbevorgangs siehe Anhang A1). Denn durch die Anwendung eines einheitlichen Färbeablaufs wird die gemeinsame Verwendung unterschiedlicher Farbstoffe und der Beizen in Mischung möglich, wodurch zusätzliche färberische Freiheitsgrade generiert werden. Weiteres Ziel war die Verwendung einer technisch akzeptablen, d.h. betrieblich anschlussfähigen Färbeweise. Deshalb wurde auf eine farbstoffspezifische Optimierung<sup>12</sup> verzichtet.

<sup>10</sup> GEISLER, S.; GANGLBERGER, E.; BECHTOLD, T.; SANDBERG, S.; SCHÜTZ, O.; HARTL, A.; REITERER, R.; (2001): Potenzial an nachwachsenden Rohstoffen unter Aspekten der Nachhaltigkeit: Produktion von farbstoffliefernden Pflanzen in Österreich und ihre Nutzung in der Textilindustrie; Wien, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

<sup>11</sup> Farbstoffe einer Farbstoffgruppe lassen sich in einem gemeinsamen Färbebad verwenden und können deshalb auch abgemischt werden (erweitert die Farbpalette und bietet zusätzliche Möglichkeiten bei der Standardisierung eines Farbstoffs).

<sup>12</sup> Beispiel: Vielleicht wäre es möglich, mit roter Rübe einen ansprechenden Farbton mit hohen Echtheiten zu erreichen, wenn nicht bei 95°C sondern nur 60°C gefärbt wird; in diesem Projekt wurden jedoch keine Pflanzenmaterial spezifischen Variationen versucht. Mit jedem Pflanzenmaterial wird das gleiche Prozedere durchlaufen.

Beim Einsatz von Pflanzenmaterial sind 100% Färbungen bezogen auf trockenes (Kanadische Goldrute, Färberkamille, Krappwurzeln, Zwiebel, Rinde...) bzw. feuchtes Pflanzenmaterial (Fisolen, Weintrebern, rote Rüben) als Typfärbungen<sup>13</sup> sinnvoll (bei jeder Ausfärbung muss die Farbtiefe über die eingesetzte Farbstoffmenge festgelegt werden, aufgrund von Erfahrungswerten sind bei Pflanzenfarbstoffen mit 100% Färbungen gute Farbstärken erreichbar). Bei einer 100% Färbung wird 1g Rohpflanzenmaterial (feucht oder trocken) pro 1g Fasermaterial verwendet. Die Pflanzenfärbungen wurden in separaten Färbebädern jeweils auf Eiweißfaser (Wolle) und Polyamid, in einigen Fällen auch auf Zellulosefaser (Leinen) durchgeführt<sup>14</sup>. Das eingesetzte Fasermaterial stammte von den beiden Textilbetrieben und war bereits nach deren Standardverfahren vorbehandelt (Waschen, Bleichen etc.). Bei Polyamid wurde Maschenware als Mustermaterial eingesetzt, bei Wolle wurde Garn gefärbt<sup>15</sup>.

### 2.3.2. Standardisierungsversuche

Alle Standardisierungsversuche zielen letztendlich darauf ab, ein wiederholbares Farbergebnis in Bezug auf den Farbton und die Echtheiten zu gewährleisten.

Die Standardisierung ist eine wichtige Voraussetzung für die betriebliche Umsetzung, denn ohne reproduzierbare Farbergebnisse zu garantieren, ist die Anwendung von Pflanzenfarbstoffen im Betriebsmaßstab nicht realisierbar. Um diesbezüglich anschlussfähig zu sein, mussten zwei verschiedene Fragestellungen im Vorfeld bearbeitet werden:

- ≠# Farbeinstellung um einen Pflanzenfarbstoff als solchen zu etablieren (Optimierung der Rohstoffaufbereitung, Festlegung eines Standards bezüglich Farbton und Farbtiefe)
- ≠# Farbstoffstandardisierung um die Reproduzierbarkeit des festgelegten Farbstandards zu gewährleisten.

Bei der Farbeinstellung ist einerseits die Rohstoffaufbereitung zu optimieren (Art und Zeitpunkt der Zerkleinerung, Trocknungsdauer, Trocknungstemperatur, ...), andererseits das Extraktionsverfahren zu fixieren. Hinweise bezüglich Kochzeit und Rohmaterialeinsatz liefert die durch photometrische Messung feststellbare Sättigungskurve des Extrakts, denn sobald eine Sättigung erreicht ist, führt weder eine Verlängerung der Kochzeit, noch eine weitere Rohstoffzugabe zu einer höheren Extraktkonzentration.

Die Farbeinstellung endet mit der Festlegung eines „Standards“, d.h. ein Farbton wird als Farbergebnis des entsprechenden Pflanzenmaterial festgelegt. Der festgelegte Farbton muss immer wieder erreicht werden: sobald eine neue Rohstofflieferung stattfindet, wird ein Abgleich durchgeführt. Der Abgleich erfolgt durch eine Test-Ausfärbung und dem anschließenden Vergleich mit dem Farbstandard. Der Vergleich kann entweder durch die Bestimmung des Farborts (= La/b-Wert) via Dreifilterfarbmessgerät oder auch visuell erfolgen (siehe Abbildung 2).

---

<sup>13</sup> Die Typfärbung dient der Beschreibung eines Farbstoff, es wird der Einzelfarbstoff (d.h. nicht in Kombination mit anderen Farbstoffen der gleichen Farbstoffgruppe) ausgefärbt.

<sup>14</sup>Textile Fasertypen werden aufgrund ihres chemischen Aufbaus, wodurch unterschiedliche reaktive Gruppen für die Farbstoffaufnahme zur Verfügung stehen, unterschieden.

<sup>15</sup>In der Textilfärberei wird zwischen Garnfärbungen für hochwertige gemusterte Textilien und Stückfärbungen für einfarbige Textilien unterschieden. Im Labormaßstab wurde Wollgarn gefärbt (Strangfärbung), bei der betrieblichen Maßstabsvergrößerung wurden Garnspulen gefärbt (Spulenfärbung), weil sich der färbende Betrieb auf dieses Verfahren spezialisiert hatte. Die Polyamidfasern wurden sowohl im Labormaßstab als auch in der betrieblichen Umsetzung in verstrickter Form (Maschenware) gefärbt (Stückfärbung).

Basis für sämtliche Versuche zur Reproduzierbarkeit von Farbergebnissen ist das Vorhandensein eines stabilen Färbeprozesses (Siehe Anhang A1): erst wenn mit einem Verfahren unter Verwendung des gleichen Extrakts das gleiche Farbergebnis erzielt wird, kann man mit der Variation einzelner Parameter und der Analyse der dadurch erzielten Veränderungen beginnen.

### **2.3.2.1. Parameter der Rohstoffaufbereitung (exemplarisch für Eschenrinde)**

Bei der Rohstoffaufbereitung und Extraktion wurden folgende Parameter variiert:

- ⚡ Zerkleinerungsgrad der getrockneten Rinde (Häcksler, Schneidemühle)
- ⚡ Rinde vor Extraktion vorwässern oder nicht
- ⚡ Mengenverhältnis von Rinde zu Wasser während der Extraktion (bei welcher Rindenmenge ist Sättigung erreicht, welche Extraktkonzentration ist erreichbar – Messung mit Photometer)
- ⚡ Extraktionszeitraum (nach welcher Kochzeit ist Sättigungspunkt erreicht – Messung mit Photometer)
- ⚡ Extraktstabilität (wie lange kann Extrakt gelagert werden)

Sämtliche Variationsversuche basierten auf folgendem Startrezept:

*Herstellung des Farbbads (Extraktion des Pflanzenmaterials):*

Rohmaterial und Wasser im Verhältnis 1:20 mischen, eine Stunde lang kochen, wobei das verdampfte Wasser wieder zugesetzt wird, anschließend filtrieren, Filtrat wird direkt als Färbeflotte eingesetzt.

### **2.3.2.2. Parameter des Färbevorgangs**

Im Rahmen der Rezepterstellung werden die verschiedenen Parameter des Färbevorgangs, ihre Variationsmöglichkeiten und die damit verbundenen Auswirkungen genau analysiert, um Auskunft über die Stabilität des erreichten Farbtons zu erhalten. Selbst wenn im Labormaßstab vorab keine Schwierigkeiten auftreten, kann es bei einem labilen Verfahren im technischen Maßstab schnell zu Problemen kommen. Nur mit dem entsprechenden Hintergrundwissen können auftretende Farbton-Abweichungen entsprechend interpretiert werden und Gegenmaßnahmen<sup>16</sup> ergriffen werden. Deshalb wurden folgende Parameter des Färbeprozesses variiert:

- ⚡ Zusatz unterschiedlicher Extraktmengen
- ⚡ Zusatz unterschiedlicher Beizenmengen (Beizenmenge absolut) – Ziel: Farbtiefe erhöhen
- ⚡ Gleichzeitiger Zusatz unterschiedlicher Beizen (Mischungsverhältnis Fe-Beize : Al-Beize) – Ziel: Nuancenbreite aufzeigen (Farbkarte zeigt nur Eckdaten für rein Fe und rein Al auf)
- ⚡ Temperatur während des Färbeprozesses
- ⚡ pH-Wert des Farbbads

---

<sup>16</sup> Beispielsweise kann eine geringfügige Abweichung bei der Menge der zugesetzten Beize zu großen Auswirkungen beim Farbergebnis führen. Wenn das Färbeverfahren zu labil ist, d.h. wenn bei sehr geringfügigen Veränderungen der Parameter bereits Veränderungen des Farbergebnisses auftreten, ist das Risiko für die betriebliche Färbung zu groß und das Rezept im betrieblichen Maßstab nicht einsetzbar.

Das Startrezept für die Variationen wurde wie folgt definiert:

Einbadverfahren ohne Vor- oder Nachbeizevorgang: Der Färbeprozess beginnt mit einem Flottenverhältnis<sup>17</sup> vorbehandelte Textilware zu Extrakt gleich 1:20. Nach 10 min bei Raumtemperatur wird auf 95°C erhitzt, nach weiteren 15 min bei 95°C erfolgt gegebenenfalls der Zusatz einer Beize ins Bad (Endkonzentration 1g/100ml FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O bzw. Kaliumaluminiumalaun). Nach weiteren 35 min bei 95°C erfolgt das Abkühlen auf 60°C. Das Bad wird abgelassen und es folgen drei Spülgänge bei Raumtemperatur. Die Bestimmung des Farborts erfolgt durch die Farbmessung mit einem Dreifilterfarbmessgerät.

Abbildung 2: Darstellung des dreidimensionalen Farbraums

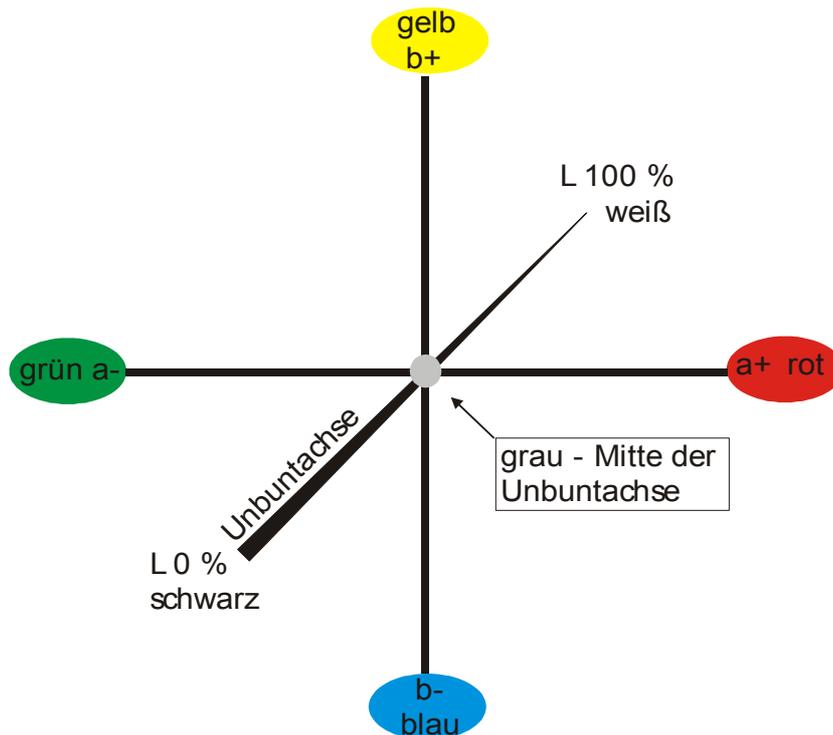


Abbildung 2: Darstellung des dreidimensionalen Farbraums veranschaulicht die besonders sensible Lage von Grau: bereits geringste Parametervariationen bewirken eine Verschiebung in Richtung rot, gelb, grün oder blau, was zu großen Abweichungen im Farbergebnis führt.

### 2.3.2.3. Echtheitsprüfungen zur Bewertung der Farbergebnisse

Um die Qualität der Farbergebnisse zu abzuschätzen wurden die wichtigsten Echtheitsprüfungen durchgeführt:

- ≠ Waschtheit (40°C) nach DIN 54014: bewertet die Farbveränderung und das Anbluten auf Begleitmaterial bei einem Feinwaschvorgang auf einer Skala von 1 bis 5 (Optimum)
- ≠ Nassechtheit schwer nach DIN 540006: bewertet die Farbveränderung und das Anbluten auf Begleitmaterial bei feuchter Lagerung bei 37°C auf einer Skala von 1 bis 5 (Optimum)
- ≠ Lichtechtheit (Xenotestbelichtung und Vergleich mit Blaumaßstab): bewertet die Farbveränderung bei Belichtung auf einer Skala von 1 bis 8 (Optimum)

<sup>17</sup> Unter Flottenverhältnis wird das Verhältnis der Masse des Färbegutes [Kilogramm] zur Flottenmenge [Liter] verstanden.

## 2.4 Betriebliche Färbeversuche / Scale up

Zur betrieblichen Einführung der Farbstoffe wurde den Betrieben ein wässriger Pflanzenauszug (der pflanzenspezifisch optimal aufbereitet worden war) als Färbeflotte zu Verfügung gestellt. Gleichzeitig wurde auch der Färbeprozess vorgegeben (siehe Anhang A1), wobei in Absprache mit dem jeweiligen Färbereileiter eine Anpassung an die betriebliche Maschinenausstattung und das betriebsinterne Prozedere durchgeführt wurde. Bei synthetischen Farbstoffen übernimmt diese Aufgabe der Farbenhersteller oder Lieferant unter dem Stichwort „Verfahrenstechnische Betreuung“.

## 2.5 Ökonomische Methoden

Entscheidend für die breite Anwendung der pflanzlichen Farbstoffe in der Textilfärberei ist der Farbstoffpreis. Derzeit gibt es noch keinen Markt und daher auch keine Preise für pflanzliche Farbstoffe. Im Spannungsfeld zwischen hohen Entstehungs- und Entwicklungskosten auf der Anbotsseite und der nachfrageseitigen Zahlungsbereitschaft<sup>18</sup> sind folgende Schlüsselfaktoren wichtig:

- ≠ Preis, der mit dem gefärbten Produkt erzielt werden kann – betrifft Erhöhung der Zahlungsbereitschaft für Farbstoffe auf der Nachfrageseite
- ≠ Produktionskosten der Rohstoffe – betrifft Kosteneinsparungen auf der Anbotsseite
- ≠ Verkauf eines Produktportfolios oder Verkauf von Einzelfarbstoffen – betrifft Vermarktungsstrategie auf der Angebotsseite

Zur Abschätzung der betriebswirtschaftlichen Machbarkeit der Nutzung pflanzlicher Farbstoffe wurde die Zahlungsbereitschaft der färbenden Betriebe abgefragt und Kostenschätzungen für die Produktion der standardisierten Farbstoffe durchgeführt. Die Preise konventioneller Farbstoffe wurden zur Orientierung herangezogen.

### 2.5.1 Kostenabschätzung für die Rohstoffbereitstellung

Kostenabschätzung für die landwirtschaftliche Rohstoffbereitstellung (siehe Anhang C)

Zur Ermittlung der Produktionskosten von Resede (*Reseda luteola*) und Krapp (*Rubia tinctorum*) wurde die Deckungsbeitragsrechnung als Verfahren der Teilkostenrechnung herangezogen. Dabei wurden die Kosten der Faktoreinsätze Anbau inklusive Feldvorbereitung, Ernte, Trocknung und Aufbereitung des Erntegutes berücksichtigt. Das Endprodukt ist die getrocknete, verpackte Färbetroge. Für die Färbepflanzenarten Resede und Krapp bestehen in Österreich noch keine mehrjährigen Erfahrungen sowie Ertragszahlen aus dem großmaßstäblichen Praxisanbau, es liegen auch nur wenige Versuchsergebnisse für österreichische Standortverhältnisse bzw. Produktionsverfahren im biologischen Landbau vor (vgl. Aufzeichnungen des LVZ Wies sowie HARTL und VOGL 2000, in Anhang C).

Die Abschätzung der Datengrundlagen für diese beiden Kulturen beruht deshalb größtenteils auf getroffenen Annahmen und Literaturergebnissen (u.a. Anbautelegramme, Analogschlüsse aus dem Heil- und Gewürzkräuteranbau). Für eine Kalkulation mit fundierten Daten müssten Produktionserfahrungen in mehrjährigen Anbauversuchen gewonnen und genauere Ertragsdaten ermittelt werden.

<sup>18</sup> Die Farbstoffkosten der synthetischen Farbstoffe sind mit wenigen Ausnahmen minimal.

Preisabschätzung für die landwirtschaftliche Rohstoffbereitstellung

Preisabschätzungen wurden auf der Basis von drei Szenarien für verschieden große Abnahmemengen getroffen (pro Textilbetrieb insgesamt 500 kg, 1 t und 100 t Färbedrogen). Zur Abschätzung der Kilopreise wurde die Produktionskostenabschätzung für Resede und Krapp (Anhang C) unter Einbeziehung von Praktikern aus dem Kräuteraanbau überarbeitet.

Für die Abnahme geringer Mengen von Resede und Krapp (ca. 100 – 400 kg) wurde ein Anbau im kleinen Maßstab angenommen (Anbau in der Südsteiermark: Anbauflächen unter 1 ha, überwiegend Handarbeit, Satzrockner). Für die Abnahme größerer Mengen (100 – 200 t) wurde ein Anbau im großen Maßstab angenommen (Anbau im Burgenland: Anbauflächen über 1 ha, mechanisierter Anbau, Bandrockner). Anhand der konkreten Rahmenbedingungen (Maschinenausstattung bzw. Einsatz von Handarbeit, Kostenbewusstsein, Gewinnvorstellung) der potentiellen Produzenten wurde modellhaft eine Kilopreisabschätzung durchgeführt. Die Preisabschätzung bezieht sich auf 1 kg getrocknete, geschnittene Ware, verpackt und geliefert nach Sprögnitz in Niederösterreich, Firma Sonnentor zur Standardisierung und Abfüllung in Schlauchbeutel.

Kostenabschätzung für Rohstoffe aus lebensmittelverarbeitenden und forstwirtschaftlichen Betrieben

Wenn möglich wurden Analogieschlüsse zu bereits am Markt befindlichen Produkten (Rinde als Dekorstoff) und Dienstleistungen (Kosten für Verpackung von Tee) vorgenommen. Mittels Telefoninterviews wurde die derzeitige Nutzung der Reststoffe erhoben. In vielen Fällen werden die anfallenden Reststoffe kompostiert, wodurch beim Verarbeiter keinerlei Preisvorstellung besteht. In diesen Fällen wurde der zusätzliche Arbeitsaufwand für eine entsprechende Bereitstellung des Reststoffes abgeschätzt bzw. ermittelt, bei welchem Abgabepreis eine solche Reststoffverwertung für eine betriebliche Umsetzung Anreiz bieten würde. Für das händische Schepsen von Rinde wurde ein Praxisversuch durchgeführt, um den Zeitaufwand abschätzen zu können.

**2.5.2 Kostenabschätzung für die Standardisierung des Farbstoffs**

Für die Kostenschätzung wurde folgender Arbeitsablauf zur Standardisierung angenommen:

Farbstoffbeutel auf verschiedenen Fasern anfärben	1h
Visueller Vergleich mit Farbstoffstandard	0,25h
Abmischen: Zusammenstellen der Prozentanteile, um Standard zu erreichen	0,5h
Ausfärbung der Mischung auf verschiedenen Fasern	1h
Visueller Vergleich mit Farbstoffstandard	0,25h
1. Korrektur Abmischen: Zusammenstellen der Prozentanteile, um Standard zu erreichen	0,5h
Ausfärbung der Mischung auf verschiedenen Fasern	1h
Visueller Vergleich mit Farbstoffstandard	0,25h
2. Korrektur Abmischen: Zusammenstellen der Prozentanteile, um Standard zu erreichen	0,5h
Ausfärbung der Mischung auf verschiedenen Fasern	1h
Visueller Vergleich mit Farbstoffstandard	0,25h

Der Stundensatz wurde mit 35 € für eine qualifizierte Arbeitskraft angenommen und beinhaltet die Gebäude- und Materialkosten für das „Kleine Labor“ (bestehend aus Photometer, Heizbad, ev. Dreifilterfarbmessgerät) sowie die Lagerung.

### **2.5.3 Bestimmung der nachfrageseitigen Zahlungsbereitschaft**

Seitens der Textilindustrie besteht die Anforderung, dass Pflanzenfarbstoffe hinsichtlich der Kosten mit synthetischen Farbstoffen vergleichbar sein sollen. Davon ausgehend wurde die Bandbreite der konventionellen Farbstoffkosten erhoben. Zusätzlich ist das Wissen um den Anteil der Farbstoffkosten am verkauften Produkt ausschlaggebend. Deshalb wurde von den beteiligten Betrieben eine diesbezügliche Aufstellung der anteiligen Farbstoffkosten an den Gesamtkosten des Endprodukts durchgeführt.

### **2.5.4 Mischkalkulation zur Preisbildung**

Die Produktionskosten von Rohstoffen aus der landwirtschaftlichen Primärproduktion sind hoch im Vergleich zu den Kosten, die bei der Aufarbeitung von Reststoffen aus der Holz- und Lebensmittelverarbeitung entstehen. Dafür hat die Landwirtschaft Farbstoffe zu bieten, die mit Reststoffen nicht zu erreichen sind. Untersucht wurde, inwiefern die in der Produktion teureren landwirtschaftlich produzierten Rohstoffe durch die billigeren Farbstoffe aus Reststoffen „gestützt“ werden könnten. Dazu wurde eine Erhebung bei den färbenden Betrieben durchgeführt: ermittelt wurde, wie hoch die Nachfrage nach welchem Farbton eingeschätzt wird. Aus der prozentualen Verteilung zwischen den einzelnen Farben kann berechnet werden, welcher Anteil der Farbstoffe aus der Landwirtschaft kommen muss und welcher durch Reststoffe gedeckt werden kann. So kann ein Preis für das gesamte Portfolio an Farben berechnet werden, der als Richtpreis für den Vergleich mit konventionellen Farbstoffen dienen kann.

## 3 Ergebnisse des Projekts und Schlussfolgerungen

---

Die Ergebnisse des Projekts lassen sich in folgende Bereiche gliedern:

**Färbe- und Verfahrenstechnik:** Ergebnisse sind die erweiterte Farbkarte, die Standardisierung des Farbstoffs und des Färbeverfahrens für die Färbung mit Zwiebel und Rinde sowie betrieblich gefärbte Pilotprodukte.

**Produktions-Nutzungsketten:** Ergebnis ist die Dokumentation von Produktions-Nutzungsketten für Rohstofftypen von der Gewinnung der Rohstoffe bis zum Färbeverfahren und ihre Optimierung in ökologischer, technischer und wirtschaftlicher Hinsicht.

**Anbieter- und Nachfragerkooperation:** Ergebnis ist die Belegung der Produktions-Nutzungsketten mit konkreten Personen bzw. Betrieben.

**Grundlagen zur Preisbildung** von Pflanzenfarbstoffen: Ergebnisse sind Kostenschätzungen der Rohstoffgewinnung, Aufbereitung und Standardisierung sowie die Ermittlung der nachfrageseitigen Zahlungsbereitschaft.

**Leitfaden:** Hilfestellung für die Initiierung neuer Kooperationen zwischen Anbietern und Nachfragern nachwachsender Rohstoffe: Ergebnis ist ein Leitfaden vor allem für Regionalentwickler und Betriebsberater.

### 3.1 Färbe- und Verfahrenstechnik

Die Anwendbarkeit der pflanzlichen Farbstoffe in der industriellen Färberei war erstes Ziel dieses Vorhabens. Zentrale Arbeitsteile des Projekts waren daher folgende: Die Ermittlung von Farbstoffen, mit welchen ansprechende Farbtöne mit erforderlichen Echtheiten erreicht werden können und welche die Anforderungen an das Färbeverfahren erfüllen (Erweiterung der Farbkarte), die Standardisierung der Farbstoffe sowie die Umsetzung auf betrieblicher Ebene (Scale up) unter Gewährleistung von reproduzierbaren Färbeergebnissen. Die Ergebnisse dieser Arbeitsschritte sind in den folgenden Kapiteln beschrieben; die Bearbeitung erfolgte gemäß der in Kapitel 2 dargestellten Methoden.

#### 3.1.1. Erweiterung der Farbkarte

Ausgehend von der Farbkarte, die im Projekt „Farbstoff liefernde Pflanzen“<sup>19</sup> erarbeitet worden war, wurden mögliche Alternativen für ein weiteres Screening von Farbstoffen ermittelt. Die erstellte Pflanzenliste wurde anhand von Potenzialabschätzungen im Bereich der landwirtschaftlichen Primärrohstoffe und anhand von tatsächlichen Verfügbarkeiten im Bereich der Reststoffe konkretisiert. Mit den verbleibenden pflanzlichen Farbstoffen wurden Färbeversuche (Probefärbungen und Echtheitsprüfungen) durchgeführt, deren Ergebnisse in der Farbkarte dokumentiert sind.

---

<sup>19</sup> GEISSLER, S.; GANGLBERGER, E.; BECHTOLD, T.; SANDBERG, S.; SCHÜTZ, O.; HARTL, A.; REITERER, R.; (2001): Potenzial an nachwachsenden Rohstoffen unter Aspekten der Nachhaltigkeit: Produktion von farbstoffliefernden Pflanzen in Österreich und ihre Nutzung in der Textilindustrie; Wien, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

### 3.1.1.1. Festlegung des zu untersuchenden Pflanzenmaterials

Im Vordergrund der Pflanzenauswahl (Dokumentation siehe Anhang A2) standen auch diesmal die Forderungen der Textilchemie: gesucht wurden einerseits Pflanzen, die hohe färberische Qualität versprechen, und andererseits zu einer möglichst breiten Farbpalette beitragen. Abgesehen davon ist es aus Gründen der Versorgungssicherheit wünschenswert, in jedem Farbbereich mindestens zwei Pflanzen mit entsprechender färberischer Qualität zu kennen.

### 3.1.1.2. Verfügbarkeit der Rohstoffe (Ermittlung potentieller Bezugsquellen und Materialbeschaffung für Probefärbungen)

Färbepflanzen wie Färberresede, Rainfarn, Färberkamille werden derzeit in Österreich nicht kommerziell angebaut. Probematerial konnte in den meisten Fällen in kleinen Mengen vom Handel oder von Versuchspflanzungen bezogen werden. Für die Pflanzen Labkraut und Waldmeister konnte gar keine Bezugsquelle gefunden werden. Deshalb wurde ein kleiner Versuchsanbau initiiert, um die Probemenge für erste Färbeversuche zu erhalten. Das bedeutet aber, dass die Liefersicherheit bei einer Maßstabsvergrößerung für die betriebliche Umsetzung derzeit nicht gegeben wäre (weitere Informationen siehe Anhang A3).

Im Reststoffbereich ist die mengenmäßige Verfügbarkeit kein Problem, die zeitliche Verfügbarkeit hängt stark vom gewünschten Material ab (weitere Informationen siehe Anhang A3).

### 3.1.1.3. Erstellung der Farbkarte

Die umfangreiche Liste mit möglichen Alternativen färbender Pflanzen (siehe Anhang A2) wurde anhand von Potenzialabschätzungen und tatsächlichen Verfügbarkeiten im Bereich der landwirtschaftlichen Primärrohstoffe und Reststoffe konkretisiert.

Schlussendlich wurden Probefärbungen<sup>20</sup> mit Färberresede, Färberkamille, Rainfarn, Färbescharte, Rote Zwiebelschale, Spinat, Fisolen, Erbsen, Karotten, Krappwurzeln, Rhababerwurzeln, Labkraut, Färbermeister, Weintrester, Holundertrester, schwarzer Johannisbeertrester, Sauerkirschtrester, Kirschenschlempe, Rotkraut, Rote Rüben, Eschenwasser, Schwarzerlenwasser, Himbeertrester und Schwarzteetrestrester durchgeführt.

Die Ergebnisse der Probefärbungen und Echtheitsprüfungen wurden in Form einer Farbkarte zusammengefasst. Die Farbkarte enthält nicht nur die besten Ergebnisse, sondern stellt die Dokumentation der Probefärbungen und Echtheitsprüfungen insgesamt dar. Sie ist damit eine wichtige Datengrundlage für färbetechnische Optimierungen sowie die Grundlage für eine spätere Erweiterung der Farbpalette.

In das betriebliche Scale up wurden aber vorerst nur jene Färbematerialien aufgenommen, welche mit dem angewendeten Färbeverfahren (siehe Anhang A1) akzeptable Farbtöne erreichten und folgende Mindestanforderungen hinsichtlich der Echtheiten erfüllten:

≠ Wasserechtheit (schwer): mindestens 3-4

≠ Waschechtheit (Feinwäsche 40°C, pH-neutral): mindestens 3-4

≠ Lichtechtheit: größer als 3

Pflanzenmaterial, das diese Anforderungen nicht erfüllte, wurde vorerst ausgeschlossen und in diesem Projekt nicht weiterverfolgt. Die Ergebnisse der betrieblichen Färbeversuche mit Eschenrinde, Schwarzerlenrinde, Himbeertrester, Johannisbeertrester, Weintrester, grüne Walnussschale, rote Zwiebelschale, Resede und Krapp sind unter Kapitel 3.1.3 zu finden.

---

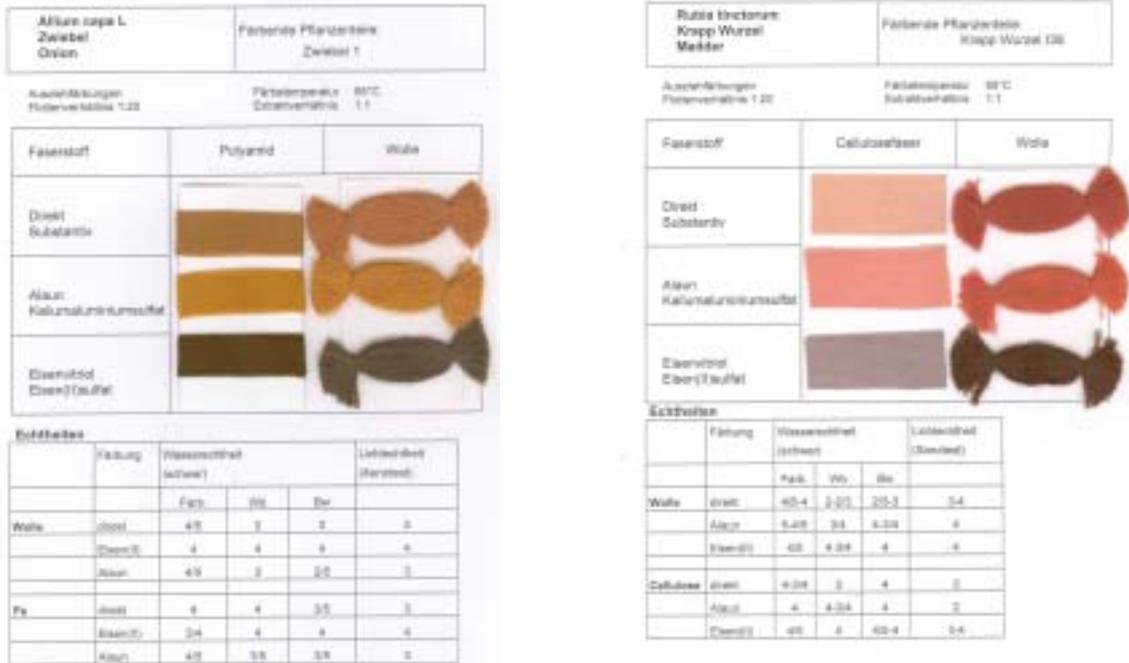
<sup>20</sup> Färbegrad: wässriger Pflanzenauszug, Details zum Färbevorgang und zu den Bezugsquellen der Rohstoffe: siehe Anhang A1 oder Farbkarte sowie Anhang B8.

Tabelle 1: Überblick über das färberische Potential aller getesteten Pflanzenmaterialien

	Pflanzenmaterial	Quelle	Färbeergebnisse	
			Farbton	Echtheit
<b>GELB</b>	<b>Berberitze</b>		gut	schlecht
	<b>Kanadische Goldrute</b>	LW	gut	mäßig
	<b>Färberresede/wau</b>	LW	gut	gut
	<b>Färberkamille</b>	LW	gut	gut
	<b>Rainfarn</b>	LW	gut	gut
	<b>Färberscharte</b>	LW	gut	mäßig
	<b>Rote Zwiebelschale</b>	Kaskade	gut	gut
	<b>Spinat</b>	Kaskade	nicht ausreichend	
	<b>Fisolen/Bohnen</b>	Kaskade	nicht ausreichend	
	<b>Erbsen</b>	Kaskade	nicht ausreichend	
	<b>Karotten</b>	Kaskade	nicht ausreichend	
<b>ROT</b>	<b>Krappextrakt</b>	LW	gut	gut
	<b>Krappwurzel</b>	LW	gut	gut
	<b>Rhabarberwurzel</b>	LW	mäßig	mäßig
	<b>Labkraut</b>	LW	gut	gut
	<b>Färbermeister</b>	LW	gut	gut
<b>BLAU</b>	<b>Liguster</b>		gut	schlecht
	<b>Schwarze Malve</b>	LW	gut	schlecht
	<b>Weintrester</b>	Kaskade	gut	mäßig
	<b>Holunderschlempe</b>	Kaskade	gut	gut
	<b>Holundertrester</b>	Kaskade	mäßig	mäßig
	<b>schwarzer Johannisbeertrester</b>	Kaskade	mäßig	mäßig
	<b>Sauerkirschen Trester</b>	Kaskade	nicht ausreichend	
	<b>Kirschen Schlempe</b>	Kaskade	mäßig	mäßig
	<b>Blaukraut/Rotkraut</b>	Kaskade	mäßig	mäßig
	<b>Rote Rübe</b>	Kaskade	gut	schlechte Lichtechtheit
<b>BRAUN</b>	<b>Walnusschale grün</b>	Kaskade	gut	gut
	<b>Walnusschale hart</b>	Kaskade	mäßig	gut
	<b>Walnussblätter</b>	LW	geringe Farbtiefe	gut
	<b>Eschenrinde</b>	Kaskade	gut	gut
	<b>Eschenwasser</b>	Kaskade	geringe Farbtiefe	mäßig
	<b>Schwarzerlenrinde</b>	Kaskade	gut	gut
	<b>Erlenabwasser</b>	Kaskade	geringe Farbtiefe	mäßig
<b>GRAU</b>	<b>Himbeere / Trester</b>	Kaskade	mäßig	mäßig
	<b>Himbeere / Schlempe</b>	Kaskade	gut	gut
	<b>Schwarztee-Trester</b>	Kaskade	gut	gut

Die vollständige Farbkarte ist als separates Dokument vorhanden.

Abbildung 3: Ausschnitt der Farbkarte, der mit roten Zwiebelschalen und Krappwurzeln erzielten Farbeergebnisse auf Polyamid bzw. Cellulose und Wolle.



### 3.1.2. Standardisierung

Ausgehend von den erzielten Färbeergebnissen wurden Eschen- und Schwarzerlenrinde, Himbeertrester, Johannisbeertrester, Weintrester, grüne Walnusschale, rote Zwiebelschale, Resede und Krapp für die betriebliche Nutzung vorbereitet. Im Vorfeld wurden vor allem Standardisierungsversuche durchgeführt, um die Reproduzierbarkeit der Färbeergebnisse sicher zu stellen. Aufgrund der relativ einfachen Beschaffung wurden die Standardisierungsversuche sowie die Maßstabsvergrößerung zuerst mit Eschenrinde exemplarisch durchgeführt.

#### 3.1.2.1. Standardisierung der Rohstoffaufbereitung

Die Standardisierung des Rohstoffs beinhaltet die Zerkleinerung des Rohmaterials, die Stabilisierung (Trocknung) und die Verpackung. Kritische Faktoren bei der Rohstoffaufbereitung sind die gleichmäßige Zerkleinerung, die Stückgröße, die Reinheit der färbenden Anteile (Rinde mit geringem Holzanteil), die unmittelbar an die Zerkleinerung anschließende Trocknung, sowie die Parameter der Trocknung (Temperatur, Dauer, etc.).

Die Zerkleinerung dient der besseren Extraktion der färbenden Anteile, die Stabilisierung dient der Erhaltung der färbenden Anteile im Rohstoff. Ein weiterer kritischer Faktor ist die Verpackung, denn bei diesem Schritt ist auf die betriebliche Handhabbarkeit zu achten: für die Farbbadherstellung muss das Material Wasser durchlässig sein und den hohen Temperaturen sowie der mechanischen Beanspruchung des Vorgangs standhalten. Dabei dürfen keine Schwebstoffe in den Extrakt gelangen, da sie das Farbeergebnis beeinträchtigen würden. Das Material muss kompostierbar sein, denn nach der Extraktion soll es in den natürlichen Kreislauf rückgeführt werden.

Für Rinde wurde folgender Ablauf festgelegt:

Rohstoff: handgeschepte Rinde (minimaler Holzanteil, erhöhter färbender Anteil)

Stabilisierung: solare Trocknung

Zerkleinerung: Schneidemühle

Verpackung und Einwaage: Verbeuteln in Spezialpapier 50 g und 100 g Beutel

Für rote Zwiebelschalen (fallen trocken an) wurde folgender Ablauf festgelegt:

Rohstoff: rote Zwiebelschalen aus Gemüseverpackung

Zerkleinerung: Schneidemühle

Verpackung und Einwaage: Verbeuteln in Spezialpapier 50 g und 100 g Beutel

Abbildung 4: handgeschepte Eschenrinde direkt nach der „Ernte“



In diesem Projekt wurde die Standardisierung keineswegs abgeschlossen. Für Eschenrinde wurden verschiedenste Parameter variiert und in ihrer Wirkung beschrieben (siehe Anhang B2). Zur Definition der optimalen Aufbereitung für Eschenrinde bedarf es jedoch weiterer Forschungs- und Entwicklungsarbeit. Das gilt auch für alle anderen Pflanzenfarbstoffe.

Abbildung 5: getrocknete, zerkleinerte Eschenrinde in verschieden großen Beuteln



### 3.1.2.2. Standardisierung des wässrigen Pflanzenextrakts

Der in wasserdurchlässige Beutel abgepackte Rohstoff wurde zur Herstellung des Farbbades, dem eigentlichen Farbstoff, verwendet (Startrezept siehe Anhang A1). Die in den Beuteln enthaltene Menge ist definiert und da alle Pflanzenfarbstoffe einer Farbstoffgruppe angehören, können sämtliche Rohstoffe untereinander gemischt werden (z.B. Zwiebel mit Rinde; verschiedene Rinden; Rinde mit Resede, etc.). Der Standardisierungsvorgang besteht somit in der Abmischung von verschiedenen Beuteln in jener Zusammensetzung, die zum vorgegebenen Farbton (Farbstandard) führt.

Um reproduzierbare Farbergebnisse zu gewährleisten wurde folgender Standardisierungsvorgang festgelegt:

Ausfärben des Rohmaterials – visuelle Bestimmung / Abweichung vom Farbstandard

1. Korrektur: Abmischen der Beutel -> Ausfärben -> visuelle Bestimmung
2. Korrektur: Abmischen der Beutel -> Ausfärben -> visuelle Bestimmung

Nachdem die Wiederholbarkeit des Färbevorgangs für Rinde gesichert war (Versuchsordnung: ein Extrakt, sechs voneinander unabhängige Versuchsausfärbungen, Ausschlagskriterium für Reproduzierbarkeit: erzielter Farbton oder Farbausfall, Forderung: Egalität der Färbungen, Erfassung in Form von Farbkoordinaten = La/b-Werten<sup>21</sup>), wurden sowohl bei der Rohstoffaufbereitung (Rinden-Zerkleinerung, wässrige Extraktion der Rinde) als auch beim Färbevorgang selbst (Beizenzugabe, Temperatur, pH-Wert) einzelne Parameter variiert und in ihrer Wirkung auf das Farbergebnis beschrieben (siehe Anhang B2 und B3).

Die folgende Abbildung zeigt den Einfluss unterschiedlicher Rohstoffquellen auf das Färbeergebnis und veranschaulicht die Notwendigkeit der Farbstoffstandardisierung.

Abbildung 6: Wollfärbungen mit zwei unterschiedlichen Weintrestern: Trotz identischer Aufbereitung und identischem Färbeprozess werden aufgrund des unterschiedlichen Ausgangsmaterials unterschiedliche Farbtöne erreicht.



<sup>21</sup> L-, a- und b- Werte sind Farbkoordinaten eines dreidimensionalen Farbenraums (Helligkeit L 100 ist weiß, L 0 ist schwarz; a beschreibt die Rot-Grün-Achse: +a ist rot, -a ist grün; b beschreibt die Gelb-Blau-Achse: +b ist gelb, -b ist blau). Die Koordinaten beschreiben daher die Farbe eines Körpers eindeutig. Anhand von Farbortdifferenzen können nun Unterschiede im Farbton bzw. der Gleichmäßigkeit bewertet werden.

### **3.1.3. Betriebliche Umsetzung**

Für die betriebliche Umsetzung wurde jenes Pflanzenmaterial vorbereitet, das den Anforderungen hinsichtlich des Farbtons und der Echtheiten im Laborversuch entsprochen hatte und das auch in ausreichenden Mengen für Standardisierungsversuche erhältlich war (mehr Informationen siehe Anhang B4). Die betriebliche Umsetzung stellte weitere Anforderungen, die bei Verfehlung zum Ausschluss von Farbstoffen führten: Kritische Faktoren waren die im Betriebsverfahren erreichten Farbergebnisse und die betriebsintern festgelegten sehr hohen Echtheitsanforderungen. Für die erste Maßstabsvergrößerung wurde Eschenrinde gewählt, später wurden auch Schwarzerlenrinde, Himbeertrester, Johannisbeertrester, Weintrester, grüne Walnussschale, rote Zwiebelschale, Resede und Krapp in den Betrieben getestet.

#### **3.1.3.1. Betriebliche Färbeversuche auf Wolle**

Das gravierendste Problem bei der betrieblichen Umsetzung des „Startrezepts“ (siehe Anhang A1) auf Wolle war das im Betrieb verwendete Färbeverfahren, bei dem Garnspulen gefärbt werden. Es zeigte sich, dass bei der Kreuzspulenfärbung bereits minimale Schwebstoffe zu Abfiltrationen in den Spulen führen, was eine verminderte Egalität der Farbe zur Folge hat. Hauptthema der betrieblichen Färbeversuche war daher die Entwicklung eines reproduzierbaren Verfahrens für Pflanzenfarbstoffe. Die Versuche wurden im betrieblichen Färbereilabor vorgenommen, wo eine Simulation des Betriebsverfahrens mit einer Wollmenge von 10 g erfolgte.

Im Projektverlauf wurde ein geeignetes Betriebsrezept entwickelt, das solche Abfiltrationen minimiert. Es wurde ein kontrollierter Prozess entwickelt, der eine Vorbeize mit Zitronensäure (pH 4,5) vorsieht und erst nach einem Spülvorgang mit dem tatsächlichen Färbevorgang beginnt. Mit Eschenrindenextrakt wurde nach der Farbeinstellung<sup>22</sup> im 10 g Maßstab eine Wollpartie von 2,8 kg gefärbt.

---

<sup>22</sup> Bei synthetischen Farbstoffen erfolgt eine solche Ausfärbung zur Farbeinstellung routinemäßig bei jedem Rohmaterialwechsel (neue Rohwollenanlieferung) und vor Anwendung eines neuen Farbstoffs, nicht aber bei einer neuen Farbstoffanlieferung.

Abbildung 7: Mit Eschenrinde gefärbte Wolle: Am linken Bild erkennt man die durch Abfiltrationen verursachte verminderte Egalität der gefärbten Wolle, rechts ist die Wolle durch das veränderte Färbeverfahren einheitlich gefärbt.



Anschließend wurde das entwickelte Färbeverfahren auch mit anderen Pflanzenextrakten (Schwarzerlenrinde, Himbeertrester, Johannisbeertrester, Weintrester, grüne Walnusschale, rote Zwiebelschale, Resede und Krapp) erfolgreich eingesetzt.

Abbildung 8: Strickstücke aus mit Schwarzerlenrinde (links) bzw. Krappwurzel (rechts) gefärbter Wolle



Abbildung 9: Mit Eschenrinde gefärbte Kreuzspule (2,8 kg)



### 3.1.3.2. Betriebliche Färbeversuche auf Polyamid

Das betriebliche Färbeverfahren für Polyamid sieht eine Stückfärbung vor. Damit brachte das „Startrezept“ (siehe Anhang A1) keine Schwierigkeiten und konnte ohne weitere Anpassungen als Ausgangspunkt der betrieblichen Färbeversuche übernommen werden. Ziel des Betriebs war es, die mit Pflanzenfarbstoffen auf Polyamid erreichbare Farbpalette aufzuzeigen. Dazu wurden die verschiedenen Rohstoffextrakte im Labormaßstab mit 10 – 30 g Fasermaterial ausgefärbt. Bei diesen betriebsinternen durchgeführten Färbeversuchen zeigte sich, dass vor allem die auf Polyamid erreichten Echtheiten in vielen Fällen nicht ausreichen. Ausschlaggebendes Kriterium für weiterführende Versuche war der betriebsinterne Qualitätsstandard, der höchste Echtheiten (Waschechtheit, Lichtechtheit, Reibechtheit, Schweißechtheit) vorsieht. Erst wenn durch Variation der Beizenmenge, des pH-Werts, der Färbetemperatur, etc. eine betriebsinterne Rezeptur gefunden werden konnte, die entsprechende Echtheiten aufzuweisen hatte, wurde eine Maßstabsvergrößerung durchgeführt und eine Partie von 1 kg = 50 Stück Strumpfhosen ausgefärbt. Letztlich wurden Eschenrinde, Schwarzerlenrinde, Zwiebelschalen und Resede als betriebstauglich eingestuft (weitere Informationen siehe Anhang B5). Im Projektverlauf wurde eine Polyamid-Farbkarte mit Eschenrinde zusammen-gestellt, weiters wurde je eine Partie Strumpfhosen (1 kg) mit Schwarzerlenrinde, Zwiebel und Resede gefärbt.

Abbildung 10: Auswahl von Ausfärbungen, die im betriebseigenen Färbereilabor erfolgten und aufgrund der unzureichenden Echtheiten für weitere Versuche ausgeschlossen wurden (links: Nuss, rechts: Weintrester und Himbeere)

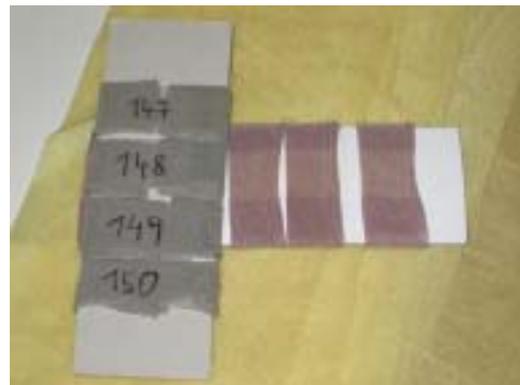


Abbildung 11: „Farbkarte“ Esche dunkel

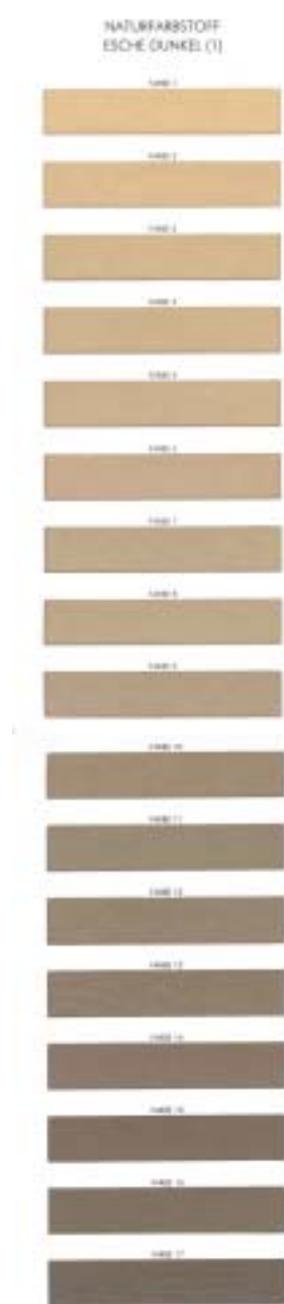


Abbildung 12: Mit Eschenrinde bzw. Zwiebel gefärbte Strumpfhosen



Abbildung 13: Ausfärbungen mit Resede bzw. Krappwurzeln auf Strumpfteilen, wie sie für die Präsentationen im Handel üblich sind.



### 3.1.4. Resümee der Betriebe

Für beide färbenden Textilbetriebe steht fest, dass keine weiteren Färbeversuche gerechtfertigt sind, solange nicht standardisiertes Pflanzenmaterial vorliegt. Erst wenn jeder Pflanzenextrakt zu den gleichen reproduzierbaren Farbergebnisse führt, ist über eine betriebliche Umsetzung weiter nachzudenken. Es wäre nicht finanzierbar, bei jeder neuen Farbstofflieferung eine betriebliche Einstellung des Materials vorzunehmen. Es ist damit unumgänglich ein standardisiertes Handelsprodukt zu etablieren, welches gewährleistet, dass jede Nachlieferung unter den gleichen Bedingungen die gleiche Farbqualität und den gleichen Farbton bringt.

## 3.2 Produktions-Nutzungsketten

Produktions-Nutzungsketten bezeichnen die Abfolge von Arbeitsschritten von der Rohstoffgewinnung bis zur Rohstoffnutzung; sie sind eine systematische Zusammenstellung der Arbeitsabläufe und der benötigten Infrastruktur sowie der erforderlichen Arbeitskräfte. Damit ist eine Produktions-Nutzungskette sowohl die Grundlage für die Optimierung des Gesamtprozesses wie auch die Basis für die Suche von Akteuren, die an einer Anbieter-Nachfragerkooperation teilnehmen könnten (siehe Kapitel 3.3.).

In diesem Kapitel werden die Produktions-Nutzungsketten für bestimmte Rohstofftypen von der Gewinnung der Rohstoffe bis zum Färbeverfahren dokumentiert und ihre Optimierung in ökologischer, technischer und wirtschaftlicher Hinsicht beschrieben.

### 3.2.1. Vorarbeiten zur Erstellung der Produktions-Nutzungsketten

Arbeitsabläufe und erforderliche Infrastruktur werden stark von der Wahl der Materialaufbereitung und Stabilisierung beeinflusst. Für die Erstellung der Produktions-Nutzungsketten wurden daher folgende Vorarbeiten geleistet, um die Vielfalt der Möglichkeiten einzugrenzen:

- ≠# Analyse der Alternativen im Bereich Materialaufbereitung und Stabilisierung
- ≠# Analyse nutzbarer Infrastruktur für die Materialaufbereitung und Stabilisierung

#### 3.2.1.1. Möglichkeiten der Materialaufbereitung und Stabilisierung

Die Wahl der Materialaufbereitung und Stabilisierung entscheidet darüber, in welcher Form die färbenden Betriebe mit dem Farbstoff beliefert werden. Grundsätzlich sind zwei Produktformen für Textilfarbstoffe zu unterscheiden:

1. Belieferung der färbenden Betriebe mit einem flüssigen Konzentrat: Extrakt aus dem frischen Rohstoff herstellen, Extrakt eindampfen und tiefkühlen; Konzentrat wird im färbenden Betrieb verdünnt.
2. Belieferung der färbenden Betriebe mit getrockneten, zerkleinerten Drogen in wasserdurchlässigen Beuteln: Rohstoff zerkleinern, trocknen, verpacken; Extrakt wird im färbenden Betrieb hergestellt.

Die Rohstoffaufbereitung und Stabilisierung der beiden Prozesse wurden gegenübergestellt und hinsichtlich ihres Energieverbrauchs analysiert (siehe Anhang B1). Es zeigte sich, dass die Herstellung eines flüssigen Konzentrats mit einem relativ großen Energieaufwand verbunden ist, da das Volumen des wässrigen Pflanzenextrakts um mindestens 95% reduziert werden muss. Ansonsten findet vor allem der Transport von Wasser statt, was wieder mit Energieverbrauch - diesmal für Transport - verbunden ist. Im Vergleich dazu kann bei der Extraktion von getrockneten Drogen im färbenden Betrieb die Extraktwärme relativ einfach für den darauffolgenden Färbeprozess genützt werden, wodurch diese Variante energetisch wesentlich günstiger liegt. Bei getrockneten Drogen beeinflusst die Art

der Energieversorgung für den Trocknungsprozess die Energiebilanz. Abhängig von der Beschaffenheit des Pflanzenmaterials kann die Beurteilung der beiden Verarbeitungsvarianten jedoch sehr unterschiedlich ausfallen, vor allem, wenn auch nicht-energetische Konzentrierungsverfahren in Betracht gezogen werden. Diese weitergehenden Analysen wurden im vorliegenden Projekt nicht vorgenommen.

Auf der Basis des Variantenvergleichs wurde in diesem Projekt die Alternative 2 für die Materialaufbereitung und Stabilisierung weiterverfolgt.

### **3.2.1.2. Analyse nutzbarer Infrastruktur**

Die für die Rohstoffaufbereitung (Zerkleinerung, Stabilisierung) notwendige Infrastruktur wurde sowohl in landwirtschaftlichen, als auch bei Reststoff liefernden Betrieben erhoben. Die Ergebnisse der Recherche sind in Anhang B6 und B7 enthalten.

### **3.2.2. Dokumentation von Produktions-Nutzungsketten**

Ganz allgemein lassen sich für alle Rohstoffe folgende Phasen unterscheiden:

- ⚡ Rohstoffgewinnung
- ⚡ Materialaufbereitung und Stabilisierung
- ⚡ Standardisierung
- ⚡ betriebliche Färbung

In Abhängigkeit von der Rohstoffgewinnung und der erforderlichen Aufbereitung lassen sich Rohstoffe in Form von Rohstofftypen klassifizieren. Die Produktions-Nutzungsketten unterschiedlicher Rohstofftypen unterscheiden sich in den Phasen der Rohstoffgewinnung sowie der Materialaufbereitung und Stabilisierung. Die Phasen der Standardisierung und der betrieblichen Färbung sind für alle Rohstoffe in aufbereiteter stabilisierter Form gleich.

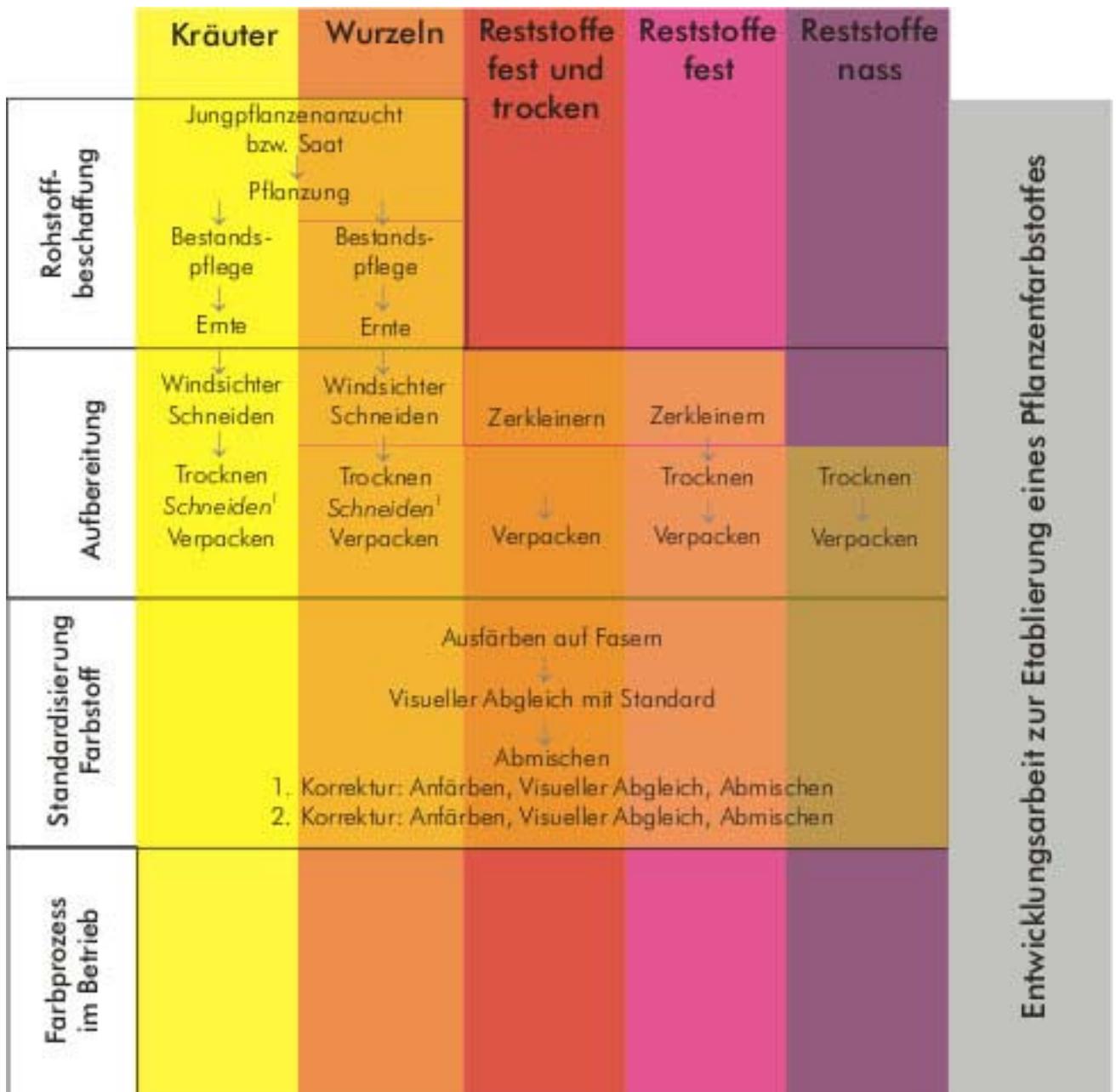
Innerhalb der Phasen der Rohstoffgewinnung sowie der Materialaufbereitung und Stabilisierung gibt es pflanzenspezifische Unterschiede. So hängt die Materialaufbereitung und Stabilisierung von der Beschaffenheit des Materials ab (z.B. unterschiedliche Trocknungsdauer und Trocknungstemperatur bei Blüten, Blättern, Wurzeln). In der landwirtschaftlichen Primärproduktion ist bei der Rohstoffgewinnung beispielsweise nach einjährigen, zweijährigen und mehrjährigen Pflanzen zu unterscheiden. Diese und andere Faktoren sind auch dafür verantwortlich, dass die Produktionskosten pro Pflanze ermittelt werden müssen.

In der folgenden Darstellung wurden diese Spezifika nicht berücksichtigt, sondern ausgehend von bestimmten Pflanzen bzw. Reststoffen wurde eine verallgemeinerte Darstellung gewählt. Die Dokumentation der Produktions-Nutzungstypen dient der Übersicht über die erforderlichen Arbeitsabläufe und dem Vergleich von Rohstofftypen. Die genaue Darstellung für die spezifischen Pflanzen bzw. Reststoffe ist in Anhang D nachzulesen.

Auf Basis der Analyse von konkreten Pflanzen wurden folgende Rohstofftypen abgeleitet:

- ⚡ Krautige Färbedrogen aus der landwirtschaftlichen Primärproduktion
- ⚡ Wurzeldrogen aus der landwirtschaftlichen Primärproduktion
- ⚡ Feste feuchte Reststoffe aus der Lebensmittel und Holz verarbeitenden Industrie
- ⚡ Feste trockene Reststoffe aus der Lebensmittel und Holz verarbeitenden Industrie
- ⚡ Nasse Reststoffe aus der Lebensmittel verarbeitenden Industrie

Abbildung 14: Produktions-Nutzungsketten für unterschiedliche Rohstofftypen



<sup>1</sup> gegebenenfalls auf erforderliche Größe für Extraktion schneiden

### 3.2.3. Optimieren von Produktions-Nutzungsketten

Optimierungsvorschläge für Produktions-Nutzungsketten wurden unter den folgenden Gesichtspunkten erarbeitet:

- ≠# technische Aspekte
- ≠# betriebswirtschaftliche Aspekte
- ≠# ökologische Aspekte

Die folgenden Tabellen geben einen Überblick zu den Optimierungsmöglichkeiten in den drei Bereichen. In Anhang D sind einzelne Aspekte der Optimierung detailliert beschrieben.

Die Vorschläge zur Optimierung im Bereich „Rohstoffgewinnung, Aufbereitung und Trocknung“ sind erst zum kleinen Teil umgesetzt (grau unterlegte Felder). Im Bereich „Standardisierung bis betriebliche Umsetzung“ wurde konkret an den angeführten Optimierungsvorschlägen gearbeitet. Für bestimmte Pflanzenmaterialien und Fasern wurden Lösungen erarbeitet, die in Kapitel 3.1 dargestellt sind.

**FARB & STOFF**

**Tabelle 2: Optimierung PNK krautige Pflanzen aus der Landwirtschaft: Rohstoffproduktion, Aufbereitung, Trocknung**

	<b>ökologisch</b>	<b>Technisch</b>	<b>wirtschaftlich</b>
<b>Anbau</b>	Anbau nach den Richtlinien des ökologischen Landbaus	Praxisversuche im Biologischen Landbau, Entwicklung ökologischer Methoden zur Regulierung von <i>Cercospora reseedae</i>	Steigerung des Farbstoffgehalts im Erntematerial durch Züchtung
<b>Zerkleinerung</b>	CO <sub>2</sub> Einsparung durch Ökostromvertrag oder Strombezug aus landwirtschaftlicher Biogasanlage (Kraftwärmekopplung)	Zerkleinerung entsprechend der für den Farbstoffauszug und die Handhabbarkeit im Extraktionsprozess optimalen Fraktionsgröße	Verringerung der Kosten für die Trocknung: es werden nur die Pflanzenteile mit den wertgebenden Inhaltsstoffen getrocknet
<b>Trocknung</b>	Ersatz von Heizöl als Energieträger für die Trocknung durch Solarenergie: Einsparung nicht erneuerbarer Ressourcen und CO <sub>2</sub>	Optimieren von Trocknungstemperatur, Luftdurchsatz und Trocknungsdauer im Hinblick auf hohen Farbstoffgehalt Einsatz von Luftkollektoren und Wärme aus der Biogasnutzung für die solar unterstützte Trocknung	Verringerung der Kosten für die Rohstoffaufbereitung durch Einsparung von Heizöl und Wahl der optimalen Trocknungsbedingungen Nutzung der Wärme aus der Kraftwärmekopplung (Biogas) im Sommerhalbjahr

**Tabelle 3: Optimierung PNK Wurzeln aus der Landwirtschaft: Rohstoffproduktion, Aufbereitung, Trocknung**

	<b>ökologisch</b>	<b>technisch</b>	<b>wirtschaftlich</b>
<b>Rohstoffproduktion</b>			
<b>Anbau</b>	Anbau nach den Richtlinien des ökologischen Landbaus	Praxisversuche im Biologischen Landbau	Steigerung des Farbstoffgehalts im Erntematerial durch Züchtung
<b>Zerkleinerung</b>	CO <sub>2</sub> Einsparung durch Ökostromvertrag oder Strombezug aus landwirtschaftlicher Biogasanlage (Kraftwärmekopplung)		
<b>Waschen</b>	Reduktion des Wasserverbrauchs durch Kreislaufführung CO <sub>2</sub> Einsparung wie bei Zerkleinerer	Kreislaufführung des Wassers in der Waschanlage; Regenwassernutzung	Test von vorhandenen Gemüse- und Wurzel-Waschanlagen hinsichtlich Eignung für Aufbereitung von Krappwurzeln
<b>Exakthäckseln</b>	Stromverbrauch; CO <sub>2</sub> Einsparung wie bei Zerkleinerer	Zerkleinerung entsprechend der für den Farbstoffauszug und die Handhabbarkeit im Extraktionsprozess optimalen Fraktionsgröße	
<b>Trocknung</b>	Ersatz von Heizöl als Energieträger für die Trocknung durch Solarenergie: Einsparung nicht erneuerbarer Ressourcen und CO <sub>2</sub>	Optimieren von Trocknungstemperatur, Luftdurchsatz und Trocknungsdauer im Hinblick auf hohen Farbstoffgehalt Einsatz von Luftkollektoren und Wärme aus der Biogasnutzung für die solar unterstützte Trocknung	Verringerung der Kosten für die Rohstoffaufbereitung durch Einsparung von Heizöl und Wahl der optimalen Trocknungsbedingungen Nutzung der Wärme aus der Kraftwärmekopplung (Biogas) im Sommerhalbjahr

**FARB & STOFF**

**Tabelle 4: Optimierung PNK Reststoffe: Rohstoffproduktion, Aufbereitung, Trocknung**

	<b>ökologisch</b>	<b>technisch</b>	<b>wirtschaftlich</b>
<b>Anbau</b>	Vermeidung von Schadstoffen im Rohmaterial		Steigerung des Farbstoffgehalts im Rohstoff durch Erhöhung des färbenden Anteils
<b>Trocknung</b>	Ersatz von Heizöl als Energieträger für die Trocknung durch Solarenergie: Einsparung nicht erneuerbarer Ressourcen und CO <sub>2</sub> .	Optimieren von Trocknungstemperatur, Luftdurchsatz und Trocknungsdauer in Hinblick auf hohen Farbstoffgehalt Einsatz von Luftkollektoren und Wärme aus der Biogasnutzung für die solar unterstützte Trocknung	Verringerung der Kosten für die Rohstoffaufbereitung durch Einsparung von Heizöl und Wahl der optimalen Trocknungsbedingungen Nutzung der Wärme aus der Kraftwärmekopplung (Biogas) im Sommerhalbjahr
<b>Zerkleinerung</b>		Zerkleinerung entsprechend der für den Farbstoffauszug und die Handhabbarkeit im Extraktionsprozess optimalen Fraktionsgröße	

**Tabelle 5: Optimierung PNK ab Standardisierung Farbstoff**

	<b>ökologisch</b>	<b>technisch</b>	<b>wirtschaftlich</b>
<b>Verpackung Farbstoff</b>	Biologisch abbaubares Material (Kreislaufführung), ressourcenschonende Herstellung des Materials	Verpackungsverschluss muss mechanischer Beanspruchung und hohen Temperaturen bei der Färbung standhalten; Gewebe soll möglichst keine Schwebstoffe durchlassen	
<b>Standardisierung Farbstoff</b>		Unterschiedliche Packungen einer Charge ergeben bei Probeaufbereitungen das gleiche Färberegebnis: durch Abmischen der Beutel und Ausfärben	Kleines Labor erforderlich (Photometer, Heizbad, Spüle, ev. Dreifilterfärbemessgerät); derzeit in Betrieben, die ähnliche Standardisierungsprozesse durchführen, nicht vorhanden; Investitionskosten sehr gering; Kostenfaktor: Arbeitskraft
<b>Färbeverfahren</b>	Wässriger Pflanzenauszug ist Färbebad; einbadiges Färbeverfahren; direktziehend vor Eisen- bzw. Aluminium-Beize	Lichteinheit Ø3-4, Schweißsechtheit Ø3-4, Waschechtheit > 3	
<b>Standardisierung des Färbeverfahrens</b>		Reproduzierbares Färberegebnis bei wiederholter Färbung mit dem gleichen Ausgangsmaterial	
<b>Betriebliche Umsetzung</b>	Kreislauführung des Färberückstands: Kompostierung des festen Rückstands aus der wässrigen Extraktion	Reproduzierbares Färberegebnis bei unterschiedlichen Rohstoffanlieferungen	Toleranzen hinsichtlich geringfügiger Schwankungen von pH-Wert, Farbstoffgehalt, Temperatur vorteilhaft (gleiches Färberegebnis bei geringfügigen Abweichungen der Parameter), senkt betriebliches Risiko

### 3.3 Beispielhafte Vernetzung von Angebot- und Nachfrageseite

Basierend auf den erstellten Produktions-Nutzungsketten wurden Akteure, die an einer Anbieter-Nachfrager-Kooperation teilnehmen könnten, gezielt gesucht. Durch die Vermeidung von Wegen sollten die erstellten Produktions-Nutzungsketten weiter optimiert und die regionale Wertschöpfung gewährleistet werden.

#### 3.3.1. Anbieter-Nachfrager-Modellstruktur

Rohstoffgewinnung: Anbieter von pflanzlichen Rohstoffen können einerseits landwirtschaftliche Betriebe, andererseits aber auch Zwischenhändler wie etwa die Firma Galke<sup>23</sup> sein. Galke liefert den Rohstoff, nicht das standardisierte Produkt. Das bedeutet, dass durch den Einkauf der Rohstoffe beim Zwischenhändler nur der Schritt der Stabilisierung, nicht aber jener der Standardisierung eingespart werden könnte. Der Einkauf von Rohstoffen über Zwischenhändler widerspricht zudem den Zielsetzungen des Projekts, regionale Kooperationen zu initiieren, einen Beitrag zur Regionalentwicklung zu leisten und Transportwege möglichst zu vermeiden. Aus diesem Grund wurde der Weg weiterverfolgt, Betriebe im Bereich der Landwirtschaft und im Bereich der Holz und Lebensmittel verarbeitenden Betriebe für eine Zusammenarbeit zu gewinnen.

#### **Anbieter im Bereich Landwirtschaft: Erzeuger- und Absatzgemeinschaften für Heil- und Gewürzkräuter**

Für die Produktion von Färbepflanzen ist Spezialwissen erforderlich, das in Bezug auf Anbau-, Ernte- und Aufbereitungsverfahren dem Kräuteraanbau am nächsten kommt. Hier kann auf das Wissen und die Erfahrungen der Erzeuger- und Absatzgemeinschaften für Heil- und Gewürzkräuter zurückgegriffen werden. Die erforderliche Maschinenausstattung für Resede entspricht der für die Produktion von Blattdrogen üblichen Maschinenausstattung. Diese Maschinen und Anlagen sind bei fast allen Erzeuger- und Absatzgemeinschaften für Heil- und Gewürzpflanzen vorhanden (siehe Anhang C und Anhang B6). Zur Nutzung logistischer Synergien ist es sinnvoll die beiden Färbepflanzenarten auf einem Betrieb bzw. auf benachbarten Betrieben anzubauen. Die räumliche Nähe zu Betrieben der Kaskadennutzungskette ist – da diese auf mehrere Gebiete verteilt sind – bei allen in Frage kommenden Kräuterproduzentengemeinschaften gegeben.

Aufbereitung, Stabilisierung, Standardisierung: Im Bereich der landwirtschaftlichen Primärproduktion erfolgt die Aufbereitung und Stabilisierung im Anschluss an die Ernte mit der betriebseigenen Infrastruktur oder jener der landwirtschaftlichen Partnerbetriebe. Für die genaue Einwaage und Verpackung des geschnittenen getrockneten Rohstoffs mit Spezialpapier ist eine Schlauchbeutelmaschine erforderlich, die in landwirtschaftlichen Betrieben üblicherweise nicht vorhanden ist. Diese Maschine wird entweder angeschafft oder die Verarbeitung des frischen Materials (Schneiden, Trocknen, Verpacken, Standardisieren) erfolgt zur Gänze im spezialisierten Betrieb, wie das auch bei der Stabilisierung mancher Reststoffe der Fall ist. Holz und Lebensmittel verarbeitende Betriebe verfügen meist nicht über Trocknungsanlagen bzw. Schneidemaschinen, sodass in diesem Bereich der Rohstoff in der Form, wie er anfällt, zum Spezialbetrieb transportiert wird.

Die Standardisierung muss in einem darauf spezialisierten Betrieb stattfinden. Dies ist nicht so sehr aus Gründen der erforderlichen Infrastruktur erforderlich: benötigt wird ein kleines Färbelabor (Photometer, Heizbad, Spüle, eventuell Dreifilterfarbmessgerät), das hinsichtlich der Investitionskosten vernachlässigbar ist. Notwendig ist dies, weil die färbenden Betriebe *einen* Ansprechpartner fordern und der Bedarf nach dem standardisierten Farbstoff besteht.

<sup>23</sup> Alfred Galke GmbH, Am Bahnhof 1-5, D-37534 Gittelde, www.galke.com

Dieser wird jedoch unter anderem durch Abmischen verschiedener Rohstoffe hergestellt. Das bedeutet, dass landwirtschaftliche Betriebe und Betriebe der Holz und Lebensmittelverarbeitung mit dem spezialisierten Betrieb zusammenarbeiten, der wiederum Ansprechpartner für die färbenden Betriebe ist.

### 3.3.1.1. Landwirtschaftliche Betriebe für die Anbieter-Nachfragerkooperation

Für eine Kosten und Transportwege sparende landwirtschaftliche Erzeugung wurden folgende Kriterien für die Auswahl geeigneter landwirtschaftlicher Betriebe festgelegt.

- ⚡ Das Know-How und die Bereitschaft zum Anbau von Sonderkulturen im biologischen Landbau ist vorhanden, es bestehen Erfahrungen mit dem Anbau von Heil- und Gewürzkräutern;
- ⚡ Die maschinelle Infrastruktur für Anbau, Ernte, Trocknung und Aufbereitung der Färbepflanzen ist weitgehend vorhanden;
- ⚡ Die Standortbedingungen (Boden, Klima) sind für den Anbau von Krapp und Resede geeignet;
- ⚡ Die räumliche Nähe zu den Betrieben, die Reststoffe bereitstellen, ist vorhanden; damit sollen lange Transportwege zum Ort der Standardisierung vermieden werden.

Aufgrund der maschinellen Ausstattung, der klimatischen Lage und dem vorhandenen Know-how für den Färbepflanzenanbau sowie der Nähe zu Betrieben der Kaskadennutzung ist eine Kooperation mit dem Bio-Kräuter-Betrieb Ludwig Perger, Bruckneudorf (Burgenland) erstrebenswert. Der Betrieb Ludwig Perger kooperiert mit 6 weiteren Bio-Betrieben in der Region. Eine kurzfristige Ausweitung der Produktion ist somit rasch möglich. Die Bereitstellung von auf dem Betrieb nicht vorhandenen Maschinen ebenfalls.

Dies gilt für Produktionsmengen im Tonnenbereich und bei Produktionspreisen von 5 € / kg Resede und 12 € / kg Krapp. Kleinere Produktionsmengen im 100 kg-Bereich könnten mit höherem Aufwand an Handarbeit zu Preisen von 7,50 €/ kg Resede und 30,50 €/ kg Krapp in der Südsteiermark erzeugt werden. Für genauere Daten zur betriebswirtschaftlichen Machbarkeit sind Praxiserfahrungen durch mehrjährige Anbauversuche erforderlich.

Der Anbau von neuen Kulturen, insbesondere der Anbau von mehrjährigen Kulturen wie dem Krapp, der erst nach 2-3 Jahren geerntet werden kann und somit eine lange Vorfinanzierungsdauer hat, stellt für die Landwirte ein hohes wirtschaftliches Risiko dar. Es ist deshalb notwendig, dass für die Landwirte vor allem in der Anfangszeit seriöse Angaben zu den Nachfragemengen sowie vertraglich gesicherte Abnahmegarantien zu festgesetzten Preisen vorliegen. Derzeit sind aber keine seriösen Angaben zur Nachfragemenge vorhanden. Insofern war eine weitere Konkretisierung nicht möglich, denn im landwirtschaftlichen Bereich wäre der nächste Schritt der Versuchsanbau einer oder mehrerer Färberdrogen bzw. die Abnahmegarantie einer variablen Rohstoffmenge zu einem fixen Preis. Dazu waren die färbenden Betriebe nicht bereit.

### 3.3.1.2. Reststofflieferanten für die Anbieter-Nachfragerkooperation

Für Holz und Lebensmittelverarbeitende Betriebe bietet die Reststoffnutzung ein Zusatzeinkommen. Ob Betriebe bereit sind, dieses Kaskadennutzungspotential auch tatsächlich zu realisieren, hängt maßgeblich von der Persönlichkeit des einzelnen Entscheidungsträgers und der Unternehmensidentität ab. Unabhängig davon stehen bei allen Betrieben ökonomische Argumente im Vordergrund, Wenn also mit wenig Mehraufwand eine zusätzliche Einkommensquelle erschlossen werden kann, ist eine solche Reststoffnutzung interessant (Liste möglicher Bezugsquellen siehe Anhang B8).

### 3.3.2.3. **Spezialisierter Betrieb für die Stabilisierung und Standardisierung**

Für die Rohstoffaufbereitung erwies sich die Schlauchbeutelmaschine zur Verpackung des zerkleinerten, getrockneten Materials als geeignet. Eine entsprechende Vorrichtung ist bei einem Tee-, Gewürz- und Kräuterhandelsbetrieb im Waldviertel vorhanden (Sonnentor Kräuterhandels GmbH, Sprögnitz 10, 3920 Zwettl).

Für den Standardisierungsvorgang selbst besteht derzeit keine Einrichtung, wo das entsprechende Know-how und die notwendigen infrastrukturellen Einrichtungen genützt werden könnten. Die in diesem Projekt durchgeführten Standardisierungsversuche wurden vom Institut für Textilchemie und Textilphysik der Universität Innsbruck in Dornbirn durchgeführt. Eine Möglichkeit, kleinen und mittleren Unternehmen die Realisierung von innovativen Vorhaben in der Entwicklungsphase zu erleichtern, bietet derzeit das Land Niederösterreich in Form eines Innovationsassistenten. Dabei werden vor allem die Personalkosten für qualifiziertes Personal gefördert, wodurch gezielt fachspezifisches Wissen in den zu etablierenden Bereich einfließen kann.

Weitere Details zum Förderprogramm siehe <http://im.ris-noe.at/cwa>.

## 3.4. **Grundlagen zur Preisbildung bei Pflanzenfarbstoffen**

Grundlagen für die Abschätzung von Preisen für standardisierte Farbstoffe waren die Abschätzungen der Produktionskosten, die Ermittlung der Kosten bestimmenden Faktoren, Szenarien für verschieden große Abnahmemengen, sowie die Berücksichtigung konkreter Rahmenbedingungen wie beispielsweise Maschinenausstattung bzw. Einsatz von Handarbeit, Kostenbewusstsein und Gewinnvorstellung der potentiellen Produzenten.

### 3.4.1. **Rohstoffbereitstellung aus der Landwirtschaft (beispielhaft für Resede und Krapp)**

Die Kosten der Rohstoffbereitstellung aus der Landwirtschaft wurden mittels Deckungsbeitragsrechnung bestimmt, wie dies im landwirtschaftlichen Betrieb üblich ist. Familienarbeitskosten wurden dabei nicht berechnet, sondern durch den Gewinn gedeckt, der mit der betrachteten Kultur erwirtschaftet wird. Die Deckungsbeitragsrechnung wurde für Resede als ein Beispiel für eine Blattdroge und für Krapp als ein Beispiel für eine Wurzeldroge durchgeführt (siehe Anhang E).

#### 3.4.1.1. **Preisabschätzung in Abhängigkeit von der nachgefragten Menge**

Der für die Preisabschätzung wesentliche Mengenunterschied liegt zwischen dem 100-kg-Bereich und 100-t-Bereich. Für die Abnahme geringer Mengen von Resede und Krapp (ca. 100 – 400 kg) wurde ein **Anbau im kleinen Maßstab** angenommen (Anbau in der Südsteiermark: Anbauflächen unter 1 ha, überwiegend Handarbeit, Satzrockner). Für die Abnahme größerer Mengen (100 – 200 t) wurde ein **Anbau im großen Maßstab** angenommen (Anbau im Burgenland: Anbauflächen über 1 ha, mechanisierter Anbau, Bandrockner). Beim Anbau im kleinen Maßstab konnte auf Ertragszahlen aus Praxiserfahrungen zurückgegriffen werden, beim großmaßstäblichen Anbau war man auf die in der Literatur angegebenen Schwankungsbreiten angewiesen.

Zur Abschätzung der Kilopreise für die Pflanzen aus landwirtschaftlicher Primärproduktion wurde die Abschätzung der Produktionskosten für Resede und Krapp (Anhang E) unter Einbeziehung von Praktikern aus dem Kräuteraanbau überarbeitet. Anhand der konkreten Rahmenbedingungen (Maschinenausstattung bzw. Einsatz von Handarbeit, Kostenbewusstsein, Gewinnvorstellung) der potentiellen Produzenten wurde modellhaft eine Kilopreisabschätzung durchgeführt.

Tabelle 6: Kilopreise für Resede und Krapp bei Anbau in Österreich (Abschätzung)

Abnahmemengen / Szenario	Mengen im 100-kg-Bereich Szenario 1 + 2	Mengen im 100-t-Bereich Szenario 3
Anbauvariante	Südsteiermark	Burgenland
Kilopreis Resede	7,50 €	3,50 – 5 €
Kilopreis Krapp	30,50 €	8 – 12 €

Für eine exakte Kostenbestimmung sind Praxiserfahrungen mit den Kulturen notwendig. Landwirte erklärten sich dann zu einer Produktion bereit, wenn Verträge zwischen den Produzenten und Abnehmern (Textilbetriebe) geschlossen werden, die auf ertragsabhängigen Preisen basieren, um für die Landwirte das Anfangsrisiko zu mindern (detaillierte Darstellung siehe Anhang E).

### 3.4.2. Rohstoffbereitstellung mittels Reststoffen aus Holz und Lebensmittel verarbeitenden Betrieben

Die gewünschten Reststoffe sind in entsprechenden Mengen vorhanden (detaillierte Angaben zu den verschiedenen Reststoffen siehe Anhang A3 und B8). Zu unterscheiden sind Reststoffe, die derzeit kompostiert werden und solche, für die bereits eine Handelsform existiert, beispielsweise die Verwertung von getrocknetem Beerentrester als Futtermittelzusatz oder die Verwendung von getrockneter grüner Nussschale als Lebensmittelzusatz. Bei der ersten Kategorie von Reststoffen fallen geringfügige Kosten für das Handling des Rohstoffs an, also Arbeitskosten. Bei der zweiten Kategorie von Reststoffen wurde Kosten angesetzt, die dem Verkaufspreis des Konkurrenzprodukts entsprechen. Genaue Informationen sind in Anhang D enthalten.

### 3.4.3. Kostenbestimmende Faktoren

Die Stellschrauben für eine Kostensenkung der Herstellungskosten wurden anhand der Produktions-Nutzungsketten bestimmt (siehe Anhang D). Zusammengefasst sind folgende Faktoren ausschlaggebend:

- €# Rohstoffgewinnung: in der landwirtschaftlichen Primärproduktion sind die Kosten für das Erntematerial pro kg ertragsabhängig. Durch eine Ertragssteigerung von 1 t auf 2 t kann die im Verhältnis größte Reduktion der Kosten für das Erntematerial erreicht werden. Im Reststoffbereich gibt es bei manchen Materialien bereits eine konkurrenzierende Nutzung (Nussschale, Beerentrester): hier müssen die jeweiligen Verkaufspreise berücksichtigt werden. Bei den ungenutzten Materialien fallen vor allem mengenabhängige Kosten für das Handling der Materialien an.
- €# Trocknung: Die Trocknungskosten fallen vor allem pro kg Material an und sind damit ertragsunabhängig. Aufbereitungsverfahren, Trocknungstemperatur (abhängig von den wertgebenden Inhaltsstoffen), Die Beschaffenheit des Trocknungsgutes, Aufbereitung und Trocknungsverfahren sowie die eingesetzten Energieträger beeinflussen die Trocknungskosten.
- €# Standardisierung des Farbstoffs: Die Kosten für die Standardisierung sind mengenunabhängig. Je größer die nachgefragte Menge, desto geringer werden die anteiligen Kosten für die Standardisierung am standardisierten Produkt. Während die Standardisierungskosten bei 100 kg noch 2,28 € pro kg ausmachen, ist der Anteil bei 1 t mit 0,23 € und bei 2 t mit 0,11 € gering.

### 3.4.4. Abschätzung der Farbstoffkosten

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die geschätzten Produktionskosten für pflanzliche Farbstoffe (siehe Anhang D). Bei den Produktionskosten aus landwirtschaftlicher Primärproduktion wurden hier die Familienarbeitskosten wie Fremdarbeitskosten gerechnet, um eine vergleichbare kostendeckende Untergrenze aller Herstellungskosten zu erhalten. Gewinne sind in dieser Abschätzung nicht enthalten. Nicht enthalten sind die Kosten für die verfahrenstechnische Betreuung der textilfärbenden Betriebe.

Die händische Herstellung landwirtschaftlich produzierter Rohstoffe wurde aus Kostengründen ausgeschlossen (vergl. Tabelle 6: Kilopreise für Resede und Krapp bei Anbau in Österreich (Abschätzung)). Ausgegangen wurde von einem mechanisierten Anbau und einem Ertrag von 2 t / ha Trockenmasse.

Tabelle 7: Herstellungskosten für standardisierte Farbstoffe (€/kg)

	Rohstoff- gewinnung	Aufbereitung / Trocknung (30% solar)	Zerkleinerung / Verpackung	Standardisierter Farbstoff (1000 kg)	Standardisierter Farbstoff (500 kg)	Standardisierter Farbstoff (100 kg)
Resede	2,31	1,28	0,26	4,08	4,31	6,13
Krapp	4,88	2,45	0,21	7,77	8,00	9,82
Beerentrester n.	0,57	2,29	0,13	3,22	3,45	5,27
Teetrester n.	0,57	2,29	0,13	3,22	3,45	5,27
Gemüse n.	0,57	2,29	0,13	3,22	3,45	5,27
Rinde Dekor	0,17	1,21	0,24	1,85	2,08	3,90
Rinde händisch	0,57	1,21	0,24	2,25	2,48	4,30
Rinde Heizwerk	0,12	1,21	0,24	1,80	2,03	3,85
Zwiebelschale	0,07	0	0,57	0,87	1,10	2,92
Nussschale tr.	6,27	0	0,24	6,74	6,97	8,79
Beerentrester tr.	1,57	0	0,13	1,93	2,16	3,98

Erläuterungen zur Tabelle:

- €# Bei Resede und Krapp wurde ein Ertrag von 2 t / ha angenommen. Die Kosten für die Rohstoffgewinnung von Resede bei 1 t Ertrag wurden mit 4,62 € / kg, von Krapp mit 9,76 € / kg geschätzt. Bei einem Ertrag von 1 t erhöhen sich die Kosten für das standardisierte Produkt bei Resede um 2,31 €, bei Krapp um 4,88 €/kg.
- €# Bei den Kosten für Trocknung und Aufbereitung wurde angenommen, dass mit einer solar unterstützten Trocknungsanlage 30% der Trocknungsenergie durch Solarenergie bereitgestellt wird und sich die Kosten für den Energieträger Heizöl dementsprechend verringern.
- €# n.=nass; tr.=getrocknet
- €# In den grau unterlegten Spalten sind die Gesamtkosten für das standardisierte Produkt bei unterschiedlichen nachgefragten Mengen angegeben.
- €# Die Kosten für die Standardisierung betragen in Abhängigkeit von der Menge:
  - Bei 100 kg 2,28 € / kg
  - Bei 500 kg 0,46 € / kg
  - Bei 1000 kg 0,23 € / kg
  - Bei 2000 kg 0,11 € / kg

Tabelle 8: Vergleich mit Preisen im Handel

	Firma Galke (Katalogpreise; nicht standardisiert) €/kg	Farb&Stoff (Herstellungskosten; standardisiert) €/kg
Resede	10,30	4,08
Krappwurzel	5,20	7,77
Beerentrester nass	---	3,22
Rinde Dekor	5,20	1,85
Zwiebelschale	5,20	0,87
Nussschale	---	6,74

Erläuterungen zur Tabelle:

- ⚡ Bei Galke handelt es sich um den stabilisierten (getrockneten), nicht standardisierten Rohstoff; Katalogpreise.
- ⚡ Bei Farb&Stoff wurde von 2 t Ertrag / ha und 1 t standardisiertes Material ausgegangen; Herstellungskosten; die verfahrenstechnische Betreuung bei der betrieblichen Einstellung ist nicht enthalten.

Der Vergleich mit Rohstoffanbietern wie beispielsweise Galke zeigt, dass die errechneten Produktionskosten für standardisierte Pflanzenfarbstoffe in den meisten Fällen weit unter und nur in einem Fall (Krappwurzel) über den Katalogpreisen liegen. Diese Gegenüberstellung diene lediglich der Orientierung, da es sich bei Galke um Verkaufspreise handelt, bei den Werten für Farb&Stoff um die Herstellungskosten. Die Vergleichbarkeit ist nicht gegeben, weil bei Galke nicht ausschließlich auf heimische Rohstoffe aus kontrolliert biologischem Anbau zurückgegriffen wird, sondern vieles aus Wildsammlungen und aus aller Welt zugekauft wird.

### **3.4.5. Farbvorgabe der Textilbetriebe und Mischkalkulation**

Nachdem die Herstellungskosten für die untersuchten pflanzlichen Farbstoffe unterschiedlich sind, wurde das nachgefragte Farbspektrum der Textilbetriebe ermittelt, um so durchschnittliche Herstellungskosten abschätzen zu können.

Abbildung 15: Farbvorgabe der Firma Schoellerwolle

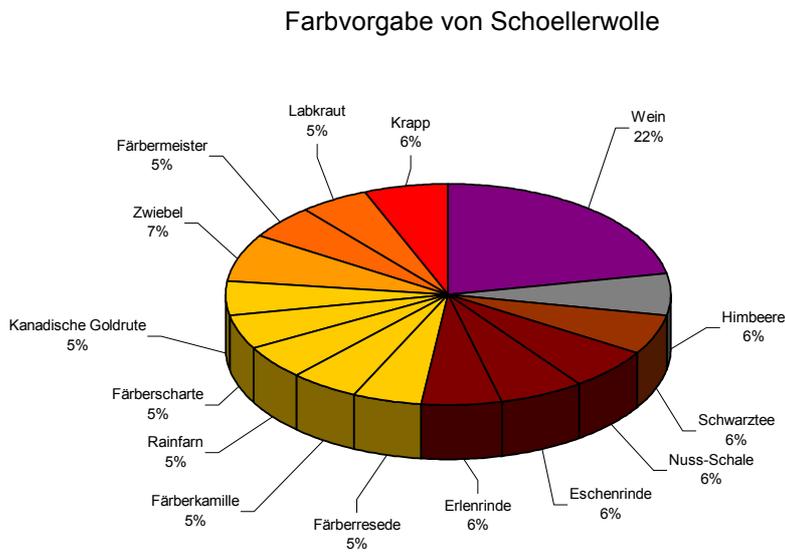


Abbildung 16: Farbvorgabe der Firma Wolford

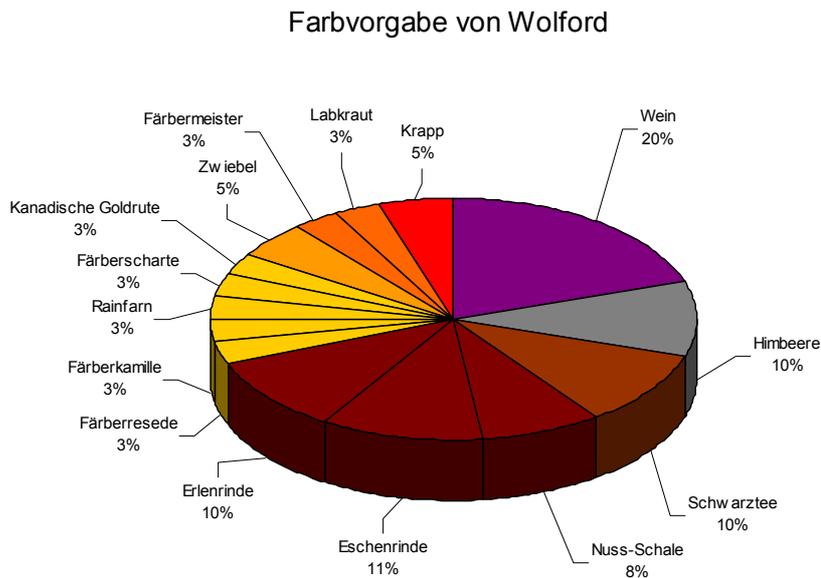


Tabelle 9: Farbvorgaben der Textilbetriebe in Prozent der Gesamtmenge Färbedrogen

<b>Wolford</b>			<b>Schoellerwolle</b>		
	%			%	
Wein	20		Wein	22	
Himbeere	10		Himbeere	6	
Schwarztee	10		Schwarztee	6	
Nuss-Schale	8		Nuss-Schale	6	
Eschenrinde	11		Eschenrinde	6	
Erlenrinde	10		Erlenrinde	6	
Färberresede	3	Gesamtanteil Gelb: 15 %	Färberresede	5	Gesamtanteil Gelb: 25 %
Färberkamille	3		Färberkamille	5	
Rainfarn	3		Rainfarn	5	
Färberscharte	3		Färberscharte	5	
Kanadische Goldrute	3		Kanadische Goldrute	5	
Zwiebel	5		Zwiebel	7	
Färbermeister	3	Gesamtanteil Rot: 11 %	Färbermeister	5	Gesamtanteil Rot: 16 %
Labkraut	3		Labkraut	5	
Krapp	5		Krapp	6	
	<b>100</b>			<b>100</b>	

Bei drei Nachfrageszenarien von 100 kg, 500 kg und 1000 kg lassen sich Materialverteilungen ableiten, die in Tabelle 10: Mengenszenarien für pflanzliche Farbstoffe dargestellt sind.

Tabelle 10: Mengenszenarien für pflanzliche Farbstoffe

Nachfrage in kg					Nachfrage in kg				
		100	500	1000		100	500	1000	
Farbvorgabe Wolford		kg	kg	kg	Farbvorgabe Schoeller		kg	kg	kg
Beerentrester	30 %	30	150	300	Beerentrester	28 %	28	140	280
Teetrester	10 %	10	50	100	Testrester	6 %	6	30	60
Rinde	29 %	29	145	290	Rinde	18 %	18	90	180
Zwiebel	5 %	5	25	50	Zwiebel	7 %	7	35	70
Resede	15 %	15	75	150	Resede	25 %	25	125	250
Krapp	11 %	11	55	110	Krapp	16 %	16	80	160

Die durchschnittlichen Herstellungskosten für standardisierte Farbstoffe betragen in Abhängigkeit von der nachgefragten Menge und der nachgefragten Farbpalette zwischen 5,85 und 3,45 € / kg (Tabelle 11: Berechnung von Kosten € / kg standardisiertes Produkt bei unterschiedlichen Nachfrageszenarien).

Tabelle 11: Berechnung von Kosten € / kg standardisiertes Produkt<sup>24</sup> bei unterschiedlichen Nachfrageszenarien

Nachfrage in kg					Nachfrage in kg				
		100	500	1000			100	500	1000
Farbvorgabe Wolford					Farbvorgabe Schoellerwolle				
Beerentrester nass	30 %	158	518	966	Beerentrester	28 %	148	483	902
Teetrester	10 %	53	173	322	Teetrester	6 %	32	104	193
Rinde händisch	29 %	125	360	653	Rinde	18 %	77	223	405
Zwiebel	5 %	15	28	44	Zwiebel	7 %	20	39	61
Resede	15 %	90	323	612	Resede	25 %	151	539	1020
Krapp	11 %	108	440	855	Krapp	16 %	157	640	1243
	100 %					100 %			
Farbstoffpreis / kg		5,49	3,68	3,45	Farbstoffpreis / kg		5,85	4,05	3,82

In Bezug auf den Output an gefärbtem Material bedeuten die Nachfrageszenarien folgendes: 50 Strumpfhosen wiegen etwa 1 kg; für die Färbung von 50 Strumpfhosen benötigt man 1 kg Farbstoff. Mit einer nachgefragten Menge von 1000 kg werden 50.000 Strumpfhosen gefärbt. Wolford setzt pro Jahr weltweit zwischen 8 und 9 Millionen Strumpfhosen ab. Da Strumpfhosen relativ kurzlebige Produkte sind (durchschnittliche Tragedauer von 14 Tagen), ist von einer kontinuierlichen Nachfrage auszugehen. Das Abnahmeszenario von 50.000 Strumpfhosen entspricht damit 0,625 % des jährlichen Absatzes an Strumpfhosen.

### 3.4.6. Nachfrageseitige Zahlungsbereitschaft

Ein wichtiger Faktor zur Abschätzung der Marktchancen von Pflanzenfarbstoffen ist der Anteil der Farbstoffkosten am verkauften Produkt. Ist der Anteil der Farbstoffkosten am verkauften Produkt gering, dann ist die Zahlungsbereitschaft höher, wenn durch den neuen Farbstoff eine Nische am Markt erschlossen werden kann. Das ist beispielsweise bei Wolford der Fall: in diesem Fall werden die Garne eingekauft und dann sämtliche Fertigungsschritte firmenintern abgewickelt. Verkauft werden Kleidungsstücke in den firmeneigenen Boutiquen. Die größte Wertschöpfung erfolgt beim Verkauf des Kleidungsstückes, hier fallen etwas höhere Farbstoffkosten kaum ins Gewicht. Bei Schoellerwolle ist der Anteil der Farbstoffkosten am verkauften Produkt, in diesem Fall die gefärbte Wolle, hoch. Hier besteht aus Konkurrenzgründen keine Flexibilität, für Pflanzenfarbstoffe mehr als für herkömmliche Farbstoffe zu bezahlen.

Die betriebsspezifischen Recherchen zu den Farbstoffkosten brachten folgende Ergebnisse:

Tabelle 12: Schoellerwolle: Annahme drei verschiedener Farbtiefen, durchschnittlicher Farbstoffpreis: 25 € / kg, jeweiliger Anteil der Farbstoffkosten am gefärbten Produkt

	% Farbstoff vom Warengewicht	Farbstoffkosten
Helle Färbung:	0,3 % Farbstoff vom Warengewicht	0,075 € / kg Wolle
Mittlere Färbung:	2 % Farbstoff vom Warengewicht	0,5 € / kg Wolle
Dunklere Färbung:	8 % Farbstoff vom Warengewicht	2,0 € / kg Wolle

<sup>24</sup> Annahmen für Rohstoffgewinnung: 2 Tonnen Ertrag / ha; Trocknung: 30% Solaranteil; standardisierte Menge 1000 kg, vergl. Tabelle 7: Herstellungskosten für standardisierte Farbstoffe (€/kg)

Wolford verwendet Farbstoffe in unterschiedlichsten Preiskategorien. Um zu einer noch akzeptablen Kostenangabe für Pflanzenfarbstoffe zu gelangen, wurden die höchsten Farbstoffkosten, die bei herkömmlichen Farbstoffen anfallen, ermittelt. Es zeigte sich, dass der maximale Farbstoffpreis für ein Kilogramm Strumpfhosen 7 € beträgt. Da Schwarz wesentlich billiger ist und mengenmäßig den größten Anteil ausmacht, sollte bei Pflanzenfarbstoffen im Mittel ein Farbstoffpreis von 5 € erreicht werden.

Die Analyse der Kosten bestimmenden Faktoren und die Gegenüberstellung mit der nachfrageseitigen Zahlungsbereitschaft führten zu folgenden Schlussfolgerungen:

Der anzustrebende Farbstoffpreis von maximal 5 € pro kg scheint unter folgenden Bedingungen realistisch:

- ⊘ Bei den Rohstoffen aus landwirtschaftlicher Primärproduktion muss ein Ertrag von 2 t / ha angestrebt werden;
- ⊘ Die Trocknungsverfahren müssen pflanzenspezifisch optimiert werden (Einsparung von Energiekosten und Erhaltung der wertgebenden Inhaltsstoffe);
- ⊘ Mindestens eine Tonne standardisiertes Material muss pro Jahr verkauft werden.

### **3.5. Hilfestellung für die Initiierung neuer Kooperationen**

Die im Projektverlauf gewonnenen Ergebnisse und Erfahrungen wurden dahingehend analysiert, inwieweit Probleme behandelt wurden, die über den Bereich der pflanzlichen Farbstoffe hinaus für das Feld der nachwachsenden Rohstoffe allgemein typisch sind. Diese Ergebnisse wurden in Form eines Leitfadens zur Initiierung neuer Kooperationen zwischen Anbietern und Nachfragern von nachwachsenden Rohstoffen zusammengefasst.

#### **3.5.1. Leitfaden „Innovation durch Kooperation“**

Der Leitfaden richtet sich an jene Personen und Institutionen, welche als Antriebskräfte und Katalysatoren regionaler Innovationen agieren: Regionalentwicklungseinrichtungen, Betriebsberater mit dem Schwerpunkt Qualitätssicherung und Umweltmanagement, die Wirtschaftskammer und Weiterbildungseinrichtungen, die vor allem Klein- und Mittelbetriebe ansprechen.

Bei der Nutzung nachwachsender Rohstoffe unterscheidet man zwei Kategorien:

- ⊘ Die Herstellung von standardisierten Produkten auf der Basis von Ölen, Fetten, Fasern, Stärke, Milchsäure etc. Die Produktentwicklung und Standardisierung erfolgt im industriellen Maßstab unabhängig von speziellen Nutzeranforderungen. Der Kunde kauft ein Produkt mit gleich bleibender Qualität.
- ⊘ Die Herstellung von standardisierten Produkten in Abhängigkeit von den Nutzeranforderungen. Damit soll die Eingriffstiefe bei der Verarbeitung verringert werden: der Rohstoff wird nur soweit verarbeitet, wie es wirklich erforderlich ist. Die Produktentwicklung und Standardisierung muss daher in enger Zusammenarbeit mit den potenziellen Nachfragern erfolgen. Der Kunde kauft ebenfalls ein Produkt mit gleich bleibender Qualität.

Dieser Leitfaden befasst sich mit der zweiten Nutzungskategorie und beinhaltet folgende Abschnitte:

- €# An Ideen glauben
- €# Pioniere finden und die richtigen Partner vernetzen
- €# Das typische Problem: die Standardisierung
- €# Anforderungen der potenziellen Nutzer als Entwicklungsleitfaden
- €# Spezialisierte Betriebe für die Standardisierung
- €# Professionelle Vermarktung
- €# DAS WERKZEUG: Optimierungstool PNK
- €# SCHLÜSSELFAKTOR hinsichtlich Kosten und Umweltbilanz: die Stabilisierung

---

## 4 Ausblick / Empfehlungen

---

### 4.1 Ausblick

Im Rahmen des Projekts „Potential an nachwachsenden Rohstoffen unter Aspekten der Nachhaltigkeit: Produktion von farbstoffliefernden Pflanzen in Österreich und ihre Nutzung in der Textilindustrie“ (bm:vit, 2001) wurden die Anforderungen von Industrie und Gewerbe an Pflanzenfarbstoffe mittels Interviews ermittelt und die Möglichkeiten für einen Anbau von Färbepflanzen in Österreich geprüft. Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigten, dass angebotseitig (LW) kaum Umsetzungsschwierigkeiten zu erwarten sind, wenn entsprechende Deckungsbeiträge erwirtschaftet werden können. Nachfrageseitig (Textilindustrie) besteht generell Interesse an der Verwendung von Pflanzenfarben. An eine tatsächliche Realisierung werden jedoch zahlreiche Forderungen gestellt, die mit der landwirtschaftlichen Logistik primär nicht vereinbar sind. Unter anderem sollte es einen Ansprechpartner für Naturfarben geben, der einerseits eine Standardisierung des Pflanzenmaterials vornimmt und andererseits Farbqualitäten und Echtheitsniveaus garantiert. Im Rahmen des Projekts wurden Probefärbungen und Echtheitsprüfungen durchgeführt und erstmals eine Farbkarte für Pflanzenfarbstoffe erstellt. Bei der Materialbeschaffung für die Probefärbungen hat sich herausgestellt, dass einige Farben aus Reststoffen der land- und forstwirtschaftlichen Produktionskette (FruchtsaftHersteller, Sägewerke, ...) hergestellt werden können und nicht landwirtschaftlich produziert werden müssen bzw. die Farbpalette grundsätzlich erweitern.

Das hier beschriebene Projekt „Farb&Stoff“ zielt auf die beispielhafte Vernetzung von Anbietern und Nachfragern pflanzlicher Rohstoffe ab. Ausgehend von den Anforderungen zweier färbenden Betriebe wurde ein optimiertes Rohstoffversorgungskonzept auf den Säulen „Reststoffverwertung“ und „Primärproduktion“ erarbeitet. Ziel ist die Initiierung regionaler Kooperationen zwischen Rohstoff-Anbietern und Nachfragern.

Im Folgeprojekt Trade Mark ist die Entwicklung lager- und transportfähiger Handelsprodukte geplant, da erst damit die Voraussetzung für eine langfristige Anwendung von Pflanzenfarbstoffen in großem Maßstab gewährleistet wird. Ähnlich wichtig ist das Erarbeiten einer Marketingstrategie, denn wie die in diesem Projekt erarbeiteten Kostenabschätzungen deutlich zeigen, werden Pflanzenfarbstoffe erst bei einem Absatz von mindestens einer Tonne pro Jahr pro Farbstoff in der Herstellung betriebswirtschaftlich interessant und preismäßig konkurrenzfähig.

Die logische Fortführung des Projekts findet auf zwei Ebenen statt:

1. Umsetzung des Business-to-Business-Kommunikationskonzepts, das in TradeMark erarbeitet werden soll.
2. Errichtung von Anlagen zur Farbstoff-Produktion in konkreten Betrieben.

Damit wäre die letzte Phase zur Entwicklung und Einführung von pflanzlichen Farbstoffen für die industrielle und gewerbliche Textilfärbung erreicht.

## 4.2 Empfehlungen für die Forschungs- und Förderungspolitik

**(1) Stabilisierung als Schüsselfaktor bearbeiten:** Die Stabilisierung ist ein meist kostenintensiver und auch energieintensiver Schritt bei der Aufbereitung nachwachsender Rohstoffe. Energieintensive Verfahren auf der Basis von Heizöl wie das beispielsweise bei vielen Trocknungsanlagen der Fall ist, verschlechtern die Umweltbilanz nachwachsender Rohstoffe massiv. Trocknungstemperatur und Trocknungsdauer beeinflussen zudem den Gehalt der erwünschten Substanzen und sind daher ein kritischer Faktor für die Qualitätssicherung. Hinsichtlich der Umweltbilanz stellen solare bzw. solar unterstützte Trockner eine viel versprechende (und auch bereits praktizierte) Alternative dar. Der durch die Sonne nicht abdeckbare Restwärmebedarf könnte durch Kraftwärmekopplung von Biogasanlagen gedeckt werden. Bei der Kraftwärmekopplung wird Strom und Wärme produziert; während die Strombereitstellung ganzjährig sinnvoll ist, ist die Nutzung der Wärme im Sommer ein kritischer Faktor, wenn die Möglichkeiten der Verwertung fehlen. Nachdem Trocknungsanlagen und - seit dem Inkrafttreten des Ökostromgesetzes - nun vermehrt auch Biogasanlagen in vielen Fällen von Landwirten betrieben werden, bietet sich die Nutzung der Wärme aus der Kraftwärmekopplung für die Trocknung an. Damit könnte der Energieverbrauch für die Trocknung zur Gänze mit erneuerbaren Energieträgern bereitgestellt werden. Untersucht werden sollten unterschiedliche Trocknungsverfahren und ihre Auswirkungen auf die erwünschten Inhaltsstoffe. Hinsichtlich der örtlichen Kombination von Biogasanlagen und Trocknungsanlagen sollten Untersuchungen zu den Potenzialen und zur Wirtschaftlichkeit durchgeführt werden. Ausgegangen wird von der Tatsache, dass bei einer vermehrten Nutzung nachwachsender Rohstoffe auch der Aufwand für die Stabilisierung steigen wird. Nicht energetische Stabilisierungsverfahren könnten ebenfalls zur Lösung des Problems beitragen und sollten auf Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit untersucht werden.

**(2) Nachfrageoptimierte Standardisierung forcieren:** Nachwachsende Rohstoffe weisen eine Fülle von unterschiedlichen Eigenschaften auf, die einer Vielzahl von Anforderungen unterschiedlicher Nachfrager gegenüberstehen. Die „richtige“ Qualität wird durch den Nutzer bestimmt. Aus diesem Grund müssen die Nutzeranforderungen den Leitfaden für die Standardisierung der nachwachsenden Rohstoffe bilden, wenn die Standardisierung mit vertretbarem Aufwand erfolgen soll. Wichtig ist es, die Produzenten und die Nutzer zusammenzuführen und von Anfang an in den Standardisierungsvorgang einzubinden.

**(3) Zusammenarbeit von Anbietern und Nachfragern fördern:** Die Primärproduzenten nachwachsender Rohstoffe sind Landwirte. Potenzielle Nachfrager in Österreich sind vor allem Klein- und Mittelbetriebe. Beide folgen unterschiedlichen Systemlogiken: Landwirte denken in Abnahmegarantien, Klein- und Mittelbetriebe in der Logik von Angebot und Nachfrage. Das führt dazu, dass der Stein nicht ins Rollen kommt: der Landwirt produziert nicht, wenn keine Abnahme garantiert ist, der Betrieb kauft nicht ein, so lange das Angebot nicht auf dem Tisch liegt. Die Forderung der Abnahmegarantie stößt bei Betrieben auf wenig Verständnis. Insofern sind für die betriebliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe Förderungen notwendig, die helfen sollen, diese Anfangsbarriere zu überwinden. Wichtig wäre es, dass sowohl Landwirte mit Versuchsanbauten wie auch Betriebe mit verfahrenstechnischen Maßnahmen in den Projektteams vertreten sein können. Für die teilnehmenden Landwirte wären Verträge mit ertragsabhängigen Preisen für die Anfangszeit erforderlich, um das Risiko der Produktion neuartiger Kulturen, bei denen auf wenig Erfahrungswissen zurückgegriffen werden kann, zu reduzieren. In diesem Projekt konnte die direkte Kooperation zwischen landwirtschaftlichen Produzenten und den Nachfragern nicht etabliert werden, weil kein Budget für die Abdeckung des Anfangsrisikos

für die Landwirte vorgesehen war. Derzeit gibt es kein Forschungsprogramm, das auf die Kooperation zwischen landwirtschaftlichen Betrieben und Verarbeitern von nachwachsenden Rohstoffen abzielt. Ganz im Gegenteil: Im vorliegenden Projekt war der Versuchsanzucht ausgewählter Färbepflanzen nicht möglich, da landwirtschaftliche Forschungsaktivitäten nicht im Rahmen des Programms „Fabrik der Zukunft“ gefördert werden. Dafür hätte bei einer anderen Stelle eine neue Förderung beantragt werden müssen.

**(4) Netzerkennung entlang der Wertschöpfungskette fördern:** Durch Innovationen bei Investitionsgütern könnte die ganze Wertschöpfungskette profitieren; für das einzelne Unternehmen wäre es aber zu unsicher, das ganze Risiko zu tragen. Durch die Zusammenarbeit von Anbietern von Investitionsgütern (Beispiel Farbstoff) und Endverarbeitern (Beispiel Stricker) wäre das Risiko für das Einzelunternehmen vermindert; Innovationen wären leichter realisierbar, weil das neue Endprodukt gemeinsam vermarktet und nicht nur das Risiko, sondern auch der Gewinn geteilt wird.

**(5) In professionelle Vermarktung investieren:** Cluster dienen der Steigerung der Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen einer bestimmten Branche und tragen zu einer positiven Marktentwicklung bei. In Anlehnung an die bereits bestehenden Cluster im Bereich Holz wäre ein Zusammenschluss von Betrieben auch in anderen Bereichen sinnvoll. Die in (2), (3) und (4) dargestellten Aspekte sprechen dafür, Anbieter und Nachfrager nachwachsender Rohstoffe gemeinsam in diesen Cluster aufzunehmen.

**(6) Innovationsprozesse durch gezielte Fördermaßnahmen unterstützen:** Bei der Herstellung von Pflanzenfarbstoffen sind es nicht die Investitionskosten sondern die Personalkosten für die Standardisierung, welche die große Hemmschwelle für die praktische Umsetzung darstellen. Förderungsmodelle wie das des Innovationsassistenten in Niederösterreich sind ein gutes Beispiel, wie diesem Problem begegnet werden kann: die Personalkosten von Fachkräften werden in den ersten 12 Monaten zu 50 % und in den weiteren 6 Monaten zu 35 % gefördert (<http://im.ris-noe.at/cwa>).

**(7) Vorbilder präsentieren:** Im Rahmen des Projekts wurden Kontakte zu vorbildlichen Klein- und Mittelbetrieben geknüpft, die gute Beispiele für nachhaltige Betriebe im Bereich der Nutzung nachwachsender Rohstoffe darstellen. Vermutet wird, dass mehr Betriebe dieser Art existieren. Durch die Ausschreibung eines entsprechenden Wettbewerbs könnten diese Betriebe in ihrem Tun bestärkt und weitere Betriebe zum Nachmachen motiviert werden. Der Wettbewerb müsste jedoch so ablaufen, dass FÜR die Betriebe eingereicht wird, denn die Unternehmer selbst würden sich am Wettbewerb wahrscheinlich nicht beteiligen.





#### 4. Farbmessung

Ware	1	2 (Al-Beize)	3 (Fe-Beize)	4	5 (Al)	6 (Fe)
L	72,41	68,17	22,15	85,05	79,84	69,47
A	+1,02	-1,37	+0,19	-1,66	+0,11	-2,58
B	+24,28	+31,02	+0,55	+11,33	+14,33	+4,41

#### 5. Echtheitsprüfung

##### 1. Waschechtheit (40 °C) nach DIN 54014:

Herstellung des Prüflings: Leinen 10 x 4 cm ausschneiden und an allen Seiten mit dem Begleitgewebe vernähen. Die Wolle wird parallel zwischen die Begleitgewebe gelegt und befestigt (vernäht).

Probe und 1. Begleitgewebe	2. Begleitgewebe
Wolle	Baumwolle
Leinen	Baumwolle

Waschmittel: 1,5 g/l UFAROL NA30: 30 %  
1 g/l ECS 650: 50 %

Durchführung: Prüfling und Waschmittel (Flottenverhältnis 1:50) werden in das Prüfgerät gelegt und 30 min mit 40 °C behandelt (Drehzahl: 40 min<sup>-1</sup>). Danach wird der Prüfling 2 x mit destilliertem Wasser und anschließend 10 min mit kaltem Leitungswasser gespült. Der Prüfling wird an 3 Seiten aufgetrennt und an der 4. Seite aufgehängt und mit warmer Luft (T < 60 °C) getrocknet.

Beurteilung der Farbänderung.

##### 2. Nassechtheit nach DIN 54006:

Herstellung des Prüflings: Siehe Waschechtheit.

Probe und 1. Begleitgewebe	2. Begleitgewebe
Wolle	Baumwolle
Leinen	Wolle

Durchführung: Prüfling wird mit destilliertem Wasser vollständig benetzt, überschüssiges Wasser wird abgestreift, und wird zwischen 2 Glas- oder Kunststoffplatten in das vorgeheizte Prüfgerät gelegt und beschwert (5 kg). Es können mehrere Prüflinge gleichzeitig geprüft werden. Das Prüfgerät wird 4 h bei 37 °C in den Trockenschrank gestellt. Anschließend Trocknung und Bewertung siehe Waschechtheit.

##### 3. Lichtecktheit nach DIN 54004

Das Leinen wird aufgelegt, die Wolle wird auf einem Karton befestigt und es wird jeweils ein Teil der Probe bedeckt. Anschließend wird sie mit einer Lampe (Xenotestprüfung) belichtet. Durch den Wendelauf der Proben wird die Position der Proben gewechselt werden um eine regelmäßige Belichtung zu garantieren. Die Auswertung erfolgt durch Vergleich mit einem mitbelichteten Standard-Blaumaßstab.

## A.2. Pflanzenscreening

Aufgrund der Fülle und Heterogenität von Farbstoff enthaltenden Pflanzen bestand ein wesentlicher Arbeitsschritt in der Eingrenzung des Pflanzenmaterials, mit dem Färbeversuche durchgeführt werden sollten.

Ausgangspunkt war die im Projekt „Farbstoffliefernde Pflanzen“<sup>1</sup> im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie erstellte Farbkarte, die bereits konkrete Ergebnisse für acht ausgewählte Pflanzenfarbstoffe zeigt.

Mit dem Screening wurden zwei Ziele verfolgt:

- ≠ Ermittlung von Alternativen für Pflanzen, mit denen schlechte Färbeergebnisse erzielt wurden.
- ≠ Erweiterung des Farbenspektrums.

Ausgehend von den bekannten Färbeergebnissen war besonders im Bereich BLAU Handlungsbedarf gegeben. Als mögliche Farbstoffquellen wurden vor allem Anthocyane enthaltende Pflanzen aus dem Obst und Gemüsebereich in Betracht gezogen. Der Bereich ROT war zwar durch Krapp vorerst färberisch befriedigend abgedeckt; wegen des zwei- bis dreijährigen Produktionszyklus, der keine kurzfristige Planung zulässt, sind Alternativen dennoch attraktiv. Ziel war es daher, einjährige Pflanzen zu finden, deren Farbstoff die Echtheitsanforderungen erfüllt. Selbst im GELBen Bereich sind noch Verbesserungspotentiale erkennbar, denn das reine, strahlende Gelb der kanadischen Goldrute zeigt besonders auf Wolle enttäuschende Lichtechniken.

Ausgehend von diesem Wissensstand wurde einerseits in der Literatur nach weiteren landwirtschaftlich kultivierbaren Färbepflanzen gesucht, die im Weiteren auch hinsichtlich der Produktionsmöglichkeiten in der heimischen Landwirtschaft geprüft wurden. Parallel dazu wurde recherchiert, welche Reststoffe potentiell ausreichend geeigneten Farbstoff enthalten, um eine qualitativ hochwertige Textilfärbung zu ermöglichen. Diesbezüglich war kein entsprechendes Datenmaterial vorhanden; es wurde daher ein breites Screening durchgeführt, um erste empirische Daten zu generieren.

Die Pflanzenauswahl stand in diesem Projekt aber keineswegs abgeschlossen als erster Arbeitsschritt vor allen weiteren, denn ob ein potentieller Kandidat auch wirklich in die engere Auswahl kommt, hängt unmittelbar mit den anschließenden Färbeergebnissen zusammen. Beginnend mit ersten Probefärbungen und Echtheitsprüfungen entscheidet sich im Weiteren, ob das Pflanzenmaterial tatsächlich für einen Einsatz in der Textilfärbung geeignet ist. Bei manchen Reststoffen (Karotten, Erbsen, Fisolen) war der erreichte Farbton so uninteressant, dass die anschließenden Echtheitsfärbungen nur der Vollständigkeit wegen durchgeführt wurden.

Bei jedem Farbstoff wurde im Vorfeld überlegt, ob das Rohmaterial als Reststoff anfällt, denn aus Kostengründen und Effizienzüberlegungen ist eine Kaskadennutzung wünschenswert. Wenn mit Reststoffen keine befriedigenden Färbeergebnisse erzielt werden konnten, wurden landwirtschaftlich produzierte Färbepflanzen in Betracht gezogen, um eine möglichst breite Farbpalette zu gewährleisten.

---

<sup>1</sup> GEISSLER, S.; GANGLBERGER, E.; BECHTOLD, T.; SANDBERG, S.; SCHÜTZ, O.; HARTL, A.; REITERER, R.; (2001): Potenzial an nachwachsenden Rohstoffen unter Aspekten der Nachhaltigkeit: Produktion von farbstoffliefernden Pflanzen in Österreich und ihre Nutzung in der Textilindustrie; Wien, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Die folgende Tabelle ist „farblich“ geordnet und beinhaltet neben den drei unbedingt notwendigen Grundfarben (Gelb, Rot, Blau) den dunklen Farbbereich (braun, grau), da in diesem Farbbereich generell und von Modeströmungen unabhängig eine hohe Nachfrage besteht. Sie zeigt jene Pflanzen, die bereits im Projekt „Farbstoffliefernde Pflanzen“ einem Screening unterzogen worden waren, das Farbergebnis und die Alternativen, die in diesem Projekt für ein Screening zur Auswahl standen.

Tabelle 1: Ausgangsbasis der Pflanzenauswahl: mögliche Pflanzen für eine Erweiterung der Farbkarte

Farbe	Farbkarte <sup>2</sup>	Farbergebnisse		Mögliche Alternativen	Bezugsquelle	
		Farbton	Echtheiten <sup>3</sup>		Anbau	Reststoff
gelb	Berberitze	gut	schlecht			
	kanadische Goldrute	gut	mäßig		ja, kurzfristig	
				Färberresede	ja, kurzfristig	
				Färberkamille	ja, bedingt	
				Kamille		Trester bei Produktion von Kamillosan aber nicht in Österreich
				Rainfarn	ja, bedingt	
				Färberscharte	ja bedingt	
				Zwiebelschalen		Zwiebelabpackung
				Spinat		nicht nachgefragt <sup>*)</sup>
				Fisolen		nicht nachgefragt <sup>*)</sup>
				Erbsen		nicht nachgefragt <sup>*)</sup>
				Karotten		Gemüsekonservierung
rot	Krapp (Extrakt)	gut	gut	Krapp (Wurzel)	ja, bedingt	
				Rhabarber	ja, bedingt	
				Labkraut (LK)	echtes LK: ja, bedingt Wiesen-LK: ja, bedingt	
				Waldmeister	ja, bedingt	
				Färbermeister	ja, bedingt	
				Tomaten		nicht in Österreich

<sup>2</sup> Farbkarte aus dem Projekt: GEISSLER, S.; GANGLBERGER, E.; BECHTOLD, T.; SANDBERG, S.; SCHÜTZ, O.; HARTL, A.; REITERER, R.; (2001): Potenzial an nachwachsenden Rohstoffen unter Aspekten der Nachhaltigkeit: Produktion von farbstoffliefernden Pflanzen in Österreich und ihre Nutzung in der Textilindustrie; Wien, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

<sup>3</sup> Ergebnisse der im Projekt: GEISSLER, S.; GANGLBERGER, E.; BECHTOLD, T.; SANDBERG, S.; SCHÜTZ, O.; HARTL, A.; REITERER, R.; (2001): Potenzial an nachwachsenden Rohstoffen unter Aspekten der Nachhaltigkeit: Produktion von farbstoffliefernden Pflanzen in Österreich und ihre Nutzung in der Textilindustrie; Wien, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Farbe	Farbkarte <sup>4</sup>	Farbergebnisse		Mögliche Alternativen	Bezugsquelle	
		Farbton	Echt- heiten <sup>5</sup>		Anbau	Reststoff
blau	Liguster	gut	schlecht			
	Schwarze Malve	gut	schlecht			
				Wein		Trester
				Holunder		Saft-Trester, Schnaps-Schlempe
				Schwarze Johannisbeere		Saft-Trester
				Sauerkirsche		Saft-Trester
				Kirsche		Schnaps-Schlempe
				Blaue Kartoffel	ja	
				Blaukraut		Gemüse- konservierung
braun	Walnussschale (grün)	gut	gut	Walnussschalen		Handelsprodukt
	Walnussschale (hart)	mäßig	gut			nicht nachgefragt <sup>*)</sup>
				Nussbaumtriebe	denkbar	
	Esche	gut	gut			Furnierabwasser, Rinde von Sägewerk
	Schwarzerle	gut	gut			Furnierabwasser, Rinde von Sägewerk
grau				Himbeere		Saft-Trester, Schnaps-Schlempe
				Schwarztee		Eistee-Trester

<sup>\*)</sup> erste Färbeergebnisse zu schlecht

<sup>4</sup> Farbkarte aus dem Projekt: GEISLER, S.; GANGLBERGER, E.; BECHTOLD, T.; SANDBERG, S.; SCHÜTZ, O.; HARTL, A.; REITERER, R.; (2001): Potenzial an nachwachsenden Rohstoffen unter Aspekten der Nachhaltigkeit: Produktion von farbstoffliefernden Pflanzen in Österreich und ihre Nutzung in der Textilindustrie; Wien, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

<sup>5</sup> Ergebnisse der im Projekt: GEISLER, S.; GANGLBERGER, E.; BECHTOLD, T.; SANDBERG, S.; SCHÜTZ, O.; HARTL, A.; REITERER, R.; (2001): Potenzial an nachwachsenden Rohstoffen unter Aspekten der Nachhaltigkeit: Produktion von farbstoffliefernden Pflanzen in Österreich und ihre Nutzung in der Textilindustrie; Wien, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie



## A.3. Verfügbarkeit der Rohstoffe

### A.3.1. Verfügbarkeit der Rohstoffe aus der Landwirtschaft [Autorin: Anna Hartl]

Dieser Potenzialabschätzung liegen Kriterien zugrunde, die aus dem Endbericht zum Projekt „Farbstoffliefernde Pflanzen“<sup>6</sup> im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie“ übernommen wurden:

1. Standortansprüche, die einen heimischen Anbau ermöglichen
2. Ökologische Kriterien (kein von Pestiziden und Mineraldünger)
3. Kulturanleitung ist vorhanden und verifiziert
4. Hoher Farbstoffeintrag pro Flächeneinheit
5. Gute Mechanisierbarkeit
6. Neue Perspektiven für Landwirte

Erläuterung zu Kriterium 6. „Neue Perspektiven für Landwirte“:

Das Kriterium 6. „Neue Perspektiven für Landwirte“ ist eine zusammenfassende Abschätzung der praktischen Umsetzbarkeit des Anbaus („Machbarkeit“). Auch bei einem als „kurzfristig realisierbar“ eingeschätzten Anbau können Faktoren eintreten, die den Anbau erschweren, wie z.B. geringere Erträge oder Krankheiten und Schädlinge, die aufgrund klimatischer oder standörtlicher Gegebenheiten auftreten. Für alle Arten gilt, dass die Anbauanleitungen für den konventionellen Anbau entwickelt wurden und für den Anbau im kontrolliert biologischen Landbau adaptiert werden müssen.

Die Wirtschaftlichkeit fließt bei der praktischen Umsetzbarkeit nur als grobe Einschätzung im Vergleich der Arten untereinander ein. Wo höhere Kosten zu erwarten sind, wird darauf hingewiesen. Ziel ist es, eine erste Beurteilung für die Artenauswahl zu ermöglichen; eine genauere Beurteilung ist auf Basis der vorliegenden Daten noch nicht möglich.

### Weiterführende Recherchen zu Waldmeister, Echtem Labkraut und Wiesenlabkraut als Entscheidungshilfe für den Versuchsanbau

Waldmeister und Labkraut waren nicht erhältlich; deshalb wurde ein Versuchsanbau in kleinem Maßstab initiiert, um das Material für die Färbeversuche zu gewinnen.

Waldmeister, Echtes Labkraut und Wiesenlabkraut könnten eine Alternative zum Krapp darstellen. Ein Anbau würde sich nur bei entsprechender Nachfrage lohnen. Wirtschaftlich vorteilhaft wäre eine Doppelnutzung der genannten Pflanzen in der Lebensmittelverarbeitung bzw. Arzneimittelanwendung. Es wurden deshalb weitere Recherchen zu diesen Arten durchgeführt.

### Aktuelle Verwendung als Arzneimittel bzw. Lebensmittel

Nach Auskunft der Apothekerkammer<sup>7</sup> (WICHO 2002) sind alle drei Arten zugelassene Arzneimittel. Die aktuelle Anwendung ist jedoch sehr gering<sup>8</sup> (KEHLE 2002, KROISS 2002).

**Waldmeister** (*Galium odoratum*, synonym *Asperula odorata*; Handelsform *Herba asperulae*) wird weniger in Tees als in der Getränkeindustrie verwendet (Digestiv, Aperitiv, z.B. Waldmeisterlikör), Verwendung als Beimischung zur Geschmacksverfeinerung. Der

<sup>6</sup> GEISSLER, S.; GANGLBERGER, E.; BECHTOLD, T.; SANDBERG, S.; SCHÜTZ, O.; HARTL, A.; REITERER, R.; (2001): Potenzial an nachwachsenden Rohstoffen unter Aspekten der Nachhaltigkeit: Produktion von farbstoffliefernden Pflanzen in Österreich und ihre Nutzung in der Textilindustrie; Wien, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

<sup>7</sup> WICHO, H. (2002): Arzneimittelauskunft der Österr. Apothekerkammer, Telefonat am 19.03.2002.

<sup>8</sup> KEHLE (2002): Firma Kottas, Wien. Telefonat am 20.03.2002.

KROISS (2002): zuständig für Einkauf bei Firma Kottas, Wien. Telefonat am 20.03.2002.

Waldmeister wird allerdings wegen des Cumaringehaltes immer weniger verwendet. Der geschätzte Jahresbedarf in Österreich liegt weit unter dem Bedarf von Labkraut, größenordnungsmäßig maximal 500 kg getrocknetes Kraut. Herkunft im Handel: v.a. Balkanländer, SO-Europa, (aus Wildsammlungen, wird nicht angebaut). Die Angaben zu den Nebenwirkungen von Cumarin (immer nur bei der Einnahme von großen Mengen) sind unterschiedlich, laut KROISS<sup>8</sup> (2002) bewirkt es eine Hemmung der Blutgerinnung, laut Angaben im Internet Kopfweg bei übermäßigem Genuss von Waldmeisterbowle bzw. Leberschäden. Laut Internet ([www.g-netz.de/Health\\_Center/Heilpflanzen](http://www.g-netz.de/Health_Center/Heilpflanzen) und <http://pharm1.pharmazie.uni-greifswald.de>) ist deshalb auch die Anwendung in der Lebensmittelindustrie nicht erlaubt. Nach Auskunft von SAUKEL<sup>9</sup> (2002), sind die Cumarine eine große Gruppe von Inhaltsstoffen, manche davon sind giftig, manche nicht. Die Wirkung der Cumarine im Waldmeister ist als eher harmlos zu bezeichnen (maximal Kopfweg bei zuviel Waldmeisterbowle). Cumarine werden auch zur Herstellung von Rattengift verwendet, allerdings stammen diese nicht aus dem Waldmeister.

SAUKEL<sup>9</sup> (2002) bestätigte auch die geringe heutige Bedeutung der Labkrautarten als Arzneimittel. Labkräuter wurden früher auch in Molkereien verwendet, sie beinhalten eine dem Labferment ähnliche Substanz. Auch diese Anwendung ist aber heute bedeutungslos, da Pflanzeninhaltsstoffe nie in gleichbleibenden Mengen enthalten sind und nicht genau dosierbar sind.

Die Firma Ricola (Kräuterzuckerl) verwendet keine der 3 Arten (ESCHLIMANN 2002<sup>10</sup>). Auch in der Kräuterlimonade Almdudler sind „... Labkräuter und Waldmeister keine Hauptbestandteile“ – eine genauere Auskunft war wegen der Geheimhaltung des Rezeptes nicht zu bekommen (WEIß 2002<sup>11</sup>).

**Echtes Labkraut** (*Galium verum*, Handelsform herba gali veri) wird als Bestandteil in apothekeneigenen Teebeutelmischungen (Leber, Galle) verwendet. Der Bedarf für pharmazeutische Zwecke ist sehr gering (ca. 1t getrocknetes Kraut in Österreich pro Jahr), ein Anbau würde sich nicht lohnen. Herkunft im Handel: NO- und O-Europa, Ungarn, Polen; stammt aus Wildsammlungen.

**Wiesenlabkraut** (*Galium mollugo*) wird nicht gehandelt.

### Anbauerfahrungen in Österreich

Laut WASNER<sup>12</sup> (2002) werden alle drei Arten in Österreich nicht erwerbsmäßig kultiviert. Aktuelle Anbauanleitungen sind ihm nicht bekannt. Eine Anbauanleitung für Waldmeister liegt in HEEGER (1989) reprint von 1956: in Form von „Halbkultur“ in Wäldern vor. Waldmeister ist eine typische Waldpflanze z.B. in Buchenwäldern und deshalb gegen Trockenheit und Sonne empfindlich. Er wird auch als Gartenpflanze für schattige Standorte empfohlen. Die Keimung ist schwierig, da Waldmeister ein Frostkeimer ist (PELZMANN 2002<sup>13</sup>). Für die beiden Labkrautarten liegen keine Anbauanleitungen vor.

**Resümee:** Eine Doppelnutzung des Krautes für Heilzwecke und der Wurzel für die Färbung ist nach den vorliegenden Recherchen leider auszuschließen, da der Mengenbedarf für die Verwendung als Krautdrogen sehr gering ist und der aktuelle Bedarf aus Wildsammlungen abgedeckt wird. Landwirtschaftliche Anbauerfahrungen bestehen in Österreich nicht.

<sup>9</sup> SAUKEL (2002): Prof. am Pharmakognostischen Institut der Univers. Wien, Telefonat am 20.03.2002.

<sup>10</sup> ESCHLIMANN (2002): Firma Ricola AG, Telefonat am 20.03.2002.

<sup>11</sup> WEIß (2002): Chemiker der Firma Almdudler-Limonade A & S Klein, Telefonat am 25.03.2002.

<sup>12</sup> WASNER (2002): Österr. Verband für Arznei- und Gewürzpflanzen, Telefonat am 19.03.2002.

<sup>13</sup> PELZMANN, H. (2002): Landesversuchszentrum Steiermark, Außenstelle Wies, Telefonat am am 21.11.2001.

Tabelle 2: Gelbfärbende Arten

		Kriterien					
	1. Standortansprüche	2. Ökologische Kriterien	3. Kulturanleitung	4. Farbstofftrag	5. Mechanisierbarkeit	6. Neue Perspektiven	
<b>Färberseede</b> <i>Reseda luteola</i>  Ganze Pflanze	Alteingebürgerte, verwilderte Kulturpflanze aus dem Mittelmeergebiet (1). Standort und Bodenansprüche (8, 9) ermöglichen Anbau auch in Ö.	Geringe Stickstoffansprüche (8, 9), Unkrautregulierung in der Jugendphase notwendig. Probleme mit Blattfleckenkrankheit <i>Cercospora resedae</i> (9, 10) dokumentiert, bei Befall frühzeitiger Schnitt notwendig. Gelegentlich Erdflöhefall (8, 9).	Kulturanleitung vorliegend (8, 9), Pilotanbau in D, Versuchsanbau und einmaliger erwerbsmäßiger Anbau in Ö (10). Saatgut im Fachhandel erhältlich. Züchterische Bearbeitung an der TLL (16).	Gilt aufgrund des hohen Farbstofftrags als eine der 5 aussichtsreichsten Färbepflanzenarten für den Anbau in Mitteleuropa (12). Einjährig nutzbar.	Anbau und Ernte gut mechanisierbar (Drillmaschine für Feinsämerei bzw. Jungpflanzensetzmaschine, Grünguterter) (8, 9).	Anbau auf Basis der vorliegenden Erfahrungen bei gegebener Maschinenausstattung kurzfristig realisierbar. Anbau, Ernte und Erntegutaufbereitung vermutlich kostengünstiger als bei Wurzelroggen.	
<b>Kanad. Goldrute</b> <i>Solidago canadensis</i>  Ganze Pflanze	Heimisch in Nordamerika, neu eingebürgert in Ö., gärtnerisch kultiviert (1). Standort und Bodenansprüche (8) ermöglichen Anbau auch in Ö.	Keine besonderen Ansprüche an die Nährstoffversorgung, Unkrautregulierung nur im Anpflanzjahr notwendig. Bisher keine Krankheiten und Schädlinge beobachtet (8).	Kulturanleitung vorliegend (8). Saatgut im Fachhandel erhältlich. Züchterische Bearbeitung an der TLL (16).	Gilt aufgrund des hohen Farbstofftrags als eine der 5 aussichtsreichsten Färbepflanzenarten für den Anbau in Mitteleuropa (12). Mehrjährig nutzbar, hohe Erträge ab dem 2. Anbaujahr.	Anbau und Ernte gut mechanisierbar (Jungpflanzensetzmaschine, Grünguterter) (8).	Anbau auf Basis der vorliegenden Erfahrungen bei gegebener Maschinenausstattung kurzfristig realisierbar. Anbau, Ernte und Erntegutaufbereitung vermutlich kostengünstiger als bei Wurzelroggen.	
<b>Färberkamille</b> <i>Anthemis tinctoria</i>  Blüten	Kommt in Ö wildwachsend vor (1). Standort und Bodenansprüche (8) ermöglichen Anbau auch in Ö.	Geringe Stickstoffansprüche (8), Unkrautregulierung in der Jugendphase notwendig. Bisher keine Krankheiten und Schädlinge beobachtet.	Kulturanleitung vorliegend (8), landwirtschaftlicher Versuchsanbau in Ö. (10). Saatgut im Fachhandel erhältlich. Züchterische Bearbeitung an der TLL (16).	Farbstoffe nur in den Blütenköpfchen enthalten, gilt trotzdem aufgrund des hohen Farbstofftrags als eine der 5 aussichtsreichsten Färbepflanzenarten für den Anbau in Mitteleuropa (12).	Anbau und Ernte prinzipiell mechanisierbar (Drillmaschine für Feinsämerei bzw. Jungpflanzensetzmaschine, Kamillenpflückmaschine) (8).	Anbau auf Basis der vorliegenden Erfahrungen realisierbar, allerdings ist Investition in Pflückmaschinen oder der Test anderer Erntetechnologien (Schnitt) erforderlich, da nur eine Pflückmaschine in Ö. vorhanden ist (10).	
<b>Rainfarn</b> <i>Tanacetum vulgare</i>  Ganze Pflanze	Kommt in Ö wildwachsend vor (1). Auch als Zierpflanze verwendet.	Keine Angaben.	Anbauverfahren von der TLL teilweise entwickelt (12). Züchterische Bearbeitung an der TLL (16).	Hohe Massenerträge und Farbstoffgehalte, deshalb an der TLL weiter bearbeitet (16). Mehrjährig nutzbar.	Noch keine Angaben vorliegend.	Anbau nach Vorliegen weiterer Forschungsergebnisse bzw. durch eigene Versuche realisierbar (bei gegebener Maschinenausstattung). Anbau, Ernte und Erntegutaufbereitung vermutlich kostengünstiger als bei Wurzelroggen.	

Kriterien						
	1. Standortansprüche	2. Ökologische Kriterien	3. Kulturanleitung	4. Farbstofftrag	5. Mechanisierbarkeit	6. Neue Perspektiven
<b>Färberscharte</b> <i>Serratula tinctoria</i> Ganze Pflanze	Kommt in Ö wildwachsend vor (1).	Keine Angaben.	wie Rainfarn	wie Rainfarn, allerdings erst ab dem 2. Anbaujahr (1. Jahr nur Blattrossette) mehrjährig nutzbar (16).	Noch keine Angaben vorliegend.	wie Rainfarn
<b>Rhabarber</b> <i>Rheum rhabarberum</i> und <i>Rheum raphaniticum</i>  Wurzeln (Rhizome)	In Hausgärten und gärtnerisch als Gemüsepflanze in Ö. kultiviert (17). In D auch großflächiger Anbau für lebensmittelverarbeitende Industrie (14).	Hoher Bedarf an N und K. Unkrautregulierung v.a. im Anpflanzenjahr, dann weitgehend unterdrückt durch dichten Wuchs. Wahl virusfreier Sorten ist wichtig (Probleme mit Viruskrankheiten dokumentiert), andere Krankheiten oder Schädlinge sind kaum wirtschaftlich relevant (13, 14).	Kulturanleitung für Verwendung als Gemüsepflanze vorliegend (13, 14). Pilotanbau für Verwendung als nachwachsender Rohstoff (Rhizom, Blattmasse) in D, Anbauanleitung für Nutzung als nachwachsender Rohstoff in Bearbeitung (15).	Ca. 50 t Wurzelmasse pro ha (k.A. ob Frisch- oder Trockenmasse). Gerbstoffgehalt bis zu 25 % der Trockensubstanz abhängig von der Sorte (15).	Anbau über Rhizomteilung, Mechanisierbarkeit noch zu recherchieren. Maschinelle Rhizomernte mit Rüttelrodern möglich (13, 14).	Anbau nach Vorliegen weiterer Forschungsergebnisse möglich. Nachteil: Rhizomernte erst ab dem 2./3. Anbaujahr möglich. Die oberirdischen Teile enthalten Frucht- und Oxalsäuren, die als Reinigungsmittel getestet werden. Anbau wirtschaftlich nur sinnvoll, wenn Gesamtpflanze vermarktet werden kann (18).

Quelle: Anna Hartl

Zu Färberscharte: Dieser Pflanze wird ebenso wie dem Rainfarn von der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft ein großes Potential (landwirtschaftlich und färbetechnisch) zugeschrieben. Die beiden Arten werden züchterisch bearbeitet, Anbauverfahren werden entwickelt. Der Stand des Wissens und die Eignung ist deshalb ungefähr gleichwertig wie bei Rainfarn.

Zu Rhabarber: Gefärbt wird nach Schellenberg (1999) mit den Wurzelstöcken (Farbtöne: gelb – beige – braun – rotbraun. Verschiedene Abstufungen je nach Sorte sind möglich, es gibt sehr viele. Die Ernte ist zwar erst nach dem 3. Jahr möglich, allerdings könnten die oberirdischen Teile des Rhabarbers auch für Reinigungsmittelherstellung verwendet werden.

Vorteil der Mehrjährigkeit: Die Kosten für die Etablierung Bestandes fallen nur einmal an, eine mehrfache Ernte ist möglich. Bei Goldrute, Färberscharte, möglicherweise auch bei Rainfarn und Flockenblume ist die Ernte allerdings erst ab dem 2. Jahr möglich.

Vorteil Einjährigkeit: Einjährige Kulturen sind leichter in die Fruchtfolge zu integrieren, die Ernte erfolgt im ersten Jahr.

Tabelle 3: Rotfärbende Arten

		Kriterien					
	1. Standortansprüche	2. Ökologische Kriterien	3. Kulturanleitung	4. Farbstoff-ertrag	5. Mechanisierbarkeit	6. Neue Perspektiven	
<b>Krapp</b> <i>Rubia tinctorum</i> Wurzeln	Heimisch in SO-Europa und SW-Asien, alte Kulturpflanze (in NO und K angebaut), in NO verwildert vorkommend (1). Standort- und Bodenansprüche (8, 9) ermöglichen Anbau auch in Ö.	Hoher Nährstoffbedarf, Unkrautregulierung v.a. im ersten Anbaujahr, keine (8) bis wenige (9) Krankheiten und Schädlinge.	Kulturanleitung vorliegend (8, 9), Pilotanbau in D, NL, F, Anbau im Schaugarten der LVZ Wies.	Gilt aufgrund des hohen Farbstofftrags als eine der 5 aussichtsreichsten Färbepflanzenarten für den Anbau in Mitteleuropa (12).	Anbau und Ernte mechanisierbar (Drillmaschine bzw. Jungpflanzensetzmaschine, Siebkettenroder u.ä.) (8, 9).	Anbau auf Basis der vorliegenden Erfahrungen kurzfristig realisierbar, bei gegebener Maschinenausstattung. Erst ab dem 2./3. Jahr erntbar (langfristige Planung, Abnahmegarantie). Problem: höhere Kosten zu erwarten durch lange Anbauzeit, vermutlich höhere Erntekosten und zusätzlichem Aufbereitungsschritt (Waschen vor Trocknen).	
<b>Echtes Labkraut</b> <i>Galium verum</i> Wurzeln	Heimische Wiesenpflanze (1).	Keine Angaben, durch Anbauversuche zu überprüfen.	Keine Kulturanleitung vorliegend. Anbau im Schaugarten der LVZ Wies. Landwirtschaftlicher Anbau wird als möglich eingeschätzt (2), Anbauverfahren müsste entwickelt werden. Saatgut im spezialisierten Fachhandel und in der LVZ Wies erhältlich.	Keine Angaben zu Farbstoffgehalt und Wurzelertrag vorliegend.	Mechanisierbarkeit des Anbaus ist zu prüfen, Ernte müsste mit Wurzelroder möglich sein (2).	Anbaumöglichkeit durch eigene Versuche zu prüfen. Anbauzeit ist zu überprüfen (vermutlich erst ab dem 2. Jahr Wurzelertrag), dann Probleme ähnlich wie Krapp.	
<b>Wiesen-Labkraut</b> <i>G. mollugo</i> Wurzeln	Heimische Wiesen- und Auwaldpflanze (1).	Keine Angaben, durch Anbauversuche zu überprüfen.	Keine Kulturanleitung vorliegend. Landwirtschaftlicher Anbau wird als möglich eingeschätzt (2), Anbauverfahren müsste entwickelt werden. Saatgut im spezialisierten Fachhandel erhältlich.	Keine Angaben zu Farbstoffgehalt und Wurzelertrag vorliegend.	wie Echtes Labkraut	wie Echtes Labkraut	
<b>Färbermeister</b> <i>Asperula tinctoria</i> Wurzeln	Heimische Wald-, Waid- und Trockenrasenpflanze (1).	Keine Angaben, durch Anbauversuche zu überprüfen.	Keine Kulturanleitung vorliegend, Anbau im Schaugarten der LVZ Wies (2). Landwirtschaftlicher Anbau wird als möglich eingeschätzt (2), Anbauverfahren müsste entwickelt werden.	Keine Angaben zu Farbstoffgehalt und Wurzelertrag vorliegend.	wie Echtes Labkraut	wie Echtes Labkraut	

Quelle: Anna Hartl

Legende zur Tabelle:

LVZ = Landesversuchszentrum Steiermark, Außenstelle Wies

TLL = Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

- (1) Fischer, M. (Hrsg.) (1994): Exkursionsflora von Österreich. Bestimmungsbuch für alle in Österreich wildwachsenden sowie die wichtigsten kultivierten Gefäßpflanzen (Farnpflanzen und Samenpflanzen) mit Angaben über ihre Ökologie und Verbreitung. Stuttgart, Wien: Verlag Eugen Ulmer.
- (2) Pelzmann, H. (2001): Landesversuchszentrum Steiermark, Außenstelle Wies, telefonische Auskunft am 21.11.2001.
- (3) Franke, G. (Hrsg.) (1994): Nutzpflanzen der Tropen und Subtropen, Bd. 2: Spezieller Pflanzenbau – Getreide, Obst, Faserpflanzen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- (4) Rhem, S. (Hrsg.) (1989): Spezieller Pflanzenbau in den Tropen und Subtropen. 2. neubearb. u. erw. Aufl., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- (5) Liebhard, P. (2001): Institut für Pflanzenbau, Univers. f. Bodenkultur Wien, telefon. Anfrage am 20.11.2001.
- (6) Gretzmacher, R. (2001): Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Univers. f. Bodenkultur, Wien, Gespräch am 20.11.2001.
- (7) Vogelmayr (2001): Österreichische Mykologische Gesellschaft, Wien. telefonische Auskunft am 15.11.2001.
- (8) TLL (1999): Anbautelegramme für Krapp, Färberhundskamille, Färberwau, Kanadische Goldrute. Jena.
- (9) Adam, L. & Dittmann, B. (2001): Anbautelegramme für Krapp und Färberresede. Landesanstalt für Landwirtschaft, Güterfelde.
- (10) Hartl, A. und C. Vogl (2001a): Ertragsleistung und Farbstoffgehalt von Färber-Resede (*Reseda luteola* L.), Färberkamille (*Anthemis tinctoria* L.) und Färberknöterich (*Polygonum tinctorium* AIT.) auf Biobetrieben in Niederösterreich im Vergleich mit praxis- und handelsüblichen Warenpartien. Endbericht zur Projekterweiterung Teil B zum Forschungsprojekt L 1043/96 „Erarbeitung von Grundlageninformationen und Strategien zur Erzeugung, Verarbeitung und Vermarktung von Faser- und Färbepflanzen aus Ökologischem Landbau“ im Auftrag des BMLF und BMVW.
- (11) Heeger, E.F. (1989): Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus. VEB deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin. Reprintausgabe der 1956 im Deutschen Bauernverlag erschienenen 1. Aufl.
- (12) Biertümpfel A., Wurl, G., Vetter, A., Bochmann, R. (2000): Anbau von Färbepflanzen zur Gewinnung von Farbstoffextrakten für die Applikation auf Textilmaterial. In: Berichte über Landwirtschaft. Hrsg.: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup. Band 78, S. 402-420.
- (13) Vogel, G. (1996): Handbuch des speziellen Gemüseanbaus. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- (14) Krug, H. (1991): Gemüseproduktion. 2. neubearb. u. erw. Aufl., Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- (15) Schellenberg, I. (2000a): Mit Pflanzen gegerbt - mit Pflanzen gefärbt. Möglichkeiten zur Gestaltung von Leder. In: Innovation in Farbe - Europäischen Symposium zur Qualitätssicherung für den industriellen Einsatz von Färberpflanzen. Tagungsband zum Symposium vom 27.-29.04.1999 in Emern/D. S. 142 – 144.
- (16) Biertümpfel, A. und Vetter, A. (1999): Züchterische Bearbeitung von Färberpflanzen. In: Gülzower Fachgespräche: Forum Färberpflanzen 1999. Hrsg.: Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e.V./Gülzow. Tagungsband zum Forum Färberpflanzen 1999, 2. und 3. Juni 1999 in Dornburg. S. 94 – 105.
- (17) Krautgartner (2001): Inst. Für Obst- und Gemüsebau, Univ. f. Bodenkultur. Gespräch am 14.11.2001.
- (18) Schellenberg, I. (2000b): Vortragsmitschrift. Vortrag „Mit Pflanzen gegerbt - mit Pflanzen gefärbt. Möglichkeiten zur Gestaltung von Leder.“ beim Europäischen Symposium zur Qualitätssicherung für den industriellen Einsatz von Färberpflanzen.
- (19) Okuyucu, F. (1975): Die Reaktion von verschiedenen Sorghumsorten auf Tageslänge und Temperatur und deren Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit unter differenzierten Klimabedingungen. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades beim Fachbereich „Angewandte Biologie“ der Justus Liebig Univers. Gießen.
- (20) Hynninen, P., Räisänen, R., Elovaara, P. und Nokelainen, E. (2000): Preparative Isolation of Antrhaquinones from the Fungus *Dermocybe sanguinea* Using Enzymatic Hydrolysis by the Endogenous –Glucosidase. In: Z. Naturforsch. 55c, S. 600-600.

### **A.3.2. Verfügbarkeit der Rohstoffe aus der Holz- und Lebensmittelverarbeitung**

Die Potentialabschätzung für Reststoffe erfolgte unter Bedachtnahme der folgenden Aspekte:

1. Verfügbarkeit des Reststoffs (Menge, saisonal oder kontinuierlich)
2. Anfall des Reststoffs bei der Verarbeitung in Österreich
3. Sortenreiner Anfall
4. Frei von Stoffen, welche die Färbung oder Kreislaufschließung (Kompostierung, Rückführung auf die Felder) beeinträchtigen würden, d.h. möglichst keine Vorbehandlung

#### Zusammenfassung der Recherche-Ergebnisse

##### ≠ Holzverarbeitung

Es zeigte sich, dass Eschen- und Schwarzerlenrinde in entsprechenden Mengen in Sägewerken in Österreich anfallen. Die Rindensammlung erfolgt derzeit nicht immer sortenrein, doch eine diesbezügliche Umstellung wäre ohne große Schwierigkeiten zu realisieren. Das Problem bei der Bereitstellung der Rinden liegt vielmehr in der schlecht planbaren Lieferzeit, denn Sägewerke arbeiten auftragsabhängig und weder Esche noch Schwarzerle sind die Holzsorten, die in Österreich am meisten nachgefragt werden (ein kontinuierlicher Anfall wäre etwa bei Eiche zu erwarten). Die häufig anfallende Rinde von Fichte ist wegen der Akkumulation von Schwermetallen bereits im Vorfeld auszuschließen, da aus diesem Grund eine Rückführung der Reste aus der Färberei nicht möglich wäre (siehe Anhang C).

##### ≠ Lebensmittelherstellung

Die Obst- und Gemüseverarbeitung ist durch den saisonalen Anfall des Materials geprägt, was zu beträchtlichen Lieferzeiten führen kann (aber nicht unvorhersehbar, sondern leicht planbar). Besonders die Weinernte stellt eine logistische Herausforderungen dar und ist ein Hochdruckunternehmen, denn alle verfügbaren Kräfte werden auf sehr kurze Zeit im Jahr konzentriert, die Reststoffe fallen in kurzer Zeit in beträchtlichen Mengen an. Bei der Safftherstellung oder Gemüsekonservierung ist es notwendig eine ganzjährige Auslastung des Betriebs zu gewährleisten, deshalb verfügen die Betriebe etwa über Tiefkühlanlagen oder gekühlte Lagerräume um die erntebedingten „Spitzen“ etwas zu „entschärfen“.

Neben dem saisonalen Anfall bietet auch die Beschaffenheit der Beerentrester und Gemüsereste eine Herausforderung, denn aufgrund des hohen Wassergehalts sind diese Reststoffe sehr schlecht lagerfähig und müssen möglichst umgehend einer Stabilisierung zugeführt werden.

Ausnahmefall: Rote Zwiebelschale, die täglich (also kontinuierlich) bei der Zwiebelverpackung in großen Mengen anfällt und aufgrund des geringen Wassergehalts nicht stabilisiert werden muss. Zwiebel werden zum Teil importiert und das ganze Jahr über verpackt.

Für Tomatenschalen konnte keine Bezugsquelle in Österreich gefunden werden. Bei der Ketchupherstellung finden die ersten Verarbeitungsschritte in der Nähe der Felder statt, da reife Tomaten nicht konserviert werden können. Die färberisch potentiell interessanten Reststoffe fallen also dezentral in Italien, Portugal und Spanien, nicht aber in Österreich an. Auch Kamillen-Trester ist in Österreich nicht verfügbar, da die ethanolische Extraktion der Kamillosan-Herstellung in Spanien erfolgt. Nachdem in diesem Projekt nur in Österreich anfallende Reststoffe berücksichtigt wurden, schieden Tomatenschalen und Kamillentrester als potentielle Rohstoffe für Färbungen aus

≠# Sonstige „Reststoffe“

Grüne Nussschale: getrocknete und geschnittene grüne Nussschalen sind ein Handelsprodukt (Verwendung in der Lebensmittelerzeugung) und kein Reststoff und können bei Bedarf auch in Tonnenmengen zur Verfügung gestellt werden.

Medikamentenerzeugung: Kamillentrester fällt bei der täglichen Herstellung von Kamillosan nach der ethanolschen Extraktion kontinuierlich in großen Mengen an.

Tabelle 4: Verfügbarkeit der Rohstoffe aus der Holz- und Lebensmittelverarbeitung

<b>RESTSTOFFE</b> aus: (Bezugsquellen in Klammer, Details siehe Anhang B7)	Menge:	Anfall in Österreich?	Sortenrein?	Hat Vorbehandlung stattgefunden?	Jahreszeitlicher Anfall
<b>HOLZVERARBEITUNG</b>					
Erlenrinde (Sägewerk)	50 m <sup>3</sup> / Jahr	ja	ja	nein	Dezember bis Juli, bei Lohnsägwerken von Auftragslage abhängig
Sägewerk (Sägewerk)	50 m <sup>3</sup> / Jahr	ja	ja	nein	Dezember bis Juli, bei Lohnsägwerken von Auftragslage abhängig
<b>LEBENSMITTELHERSTELLUNG</b>					
<b>Spirituosenherstellung</b>					
Weintrester (Winzergenossenschaft)	Ca. 1 Mio kg	ja	Schale, Kerne, Kämme	nein	Weinlese (September, Oktober)
<b>Safftherstellung</b>					
Himbeertrester (Fruchtsaffhersteller)	2-3 t Trester / Verarbeitungstag		nein	nein	Juli, August
Himbeerschlempe (Schnapsbrennerei)	Einige 100 t / Jahr	ja	ja	Schlempe / ausgekocht	August bis Dezember
Schwarze Johannisbeere (Fruchtsaffhersteller)	2-3 t Trester / Verarbeitungstag		nein	nein	Juli, August
Holundertrester (Fruchtsaffhersteller)	2-3 t Trester / Verarbeitungstag		nein	nein	Juli, August
Sauerkirsch-Trester (Fruchtsaffhersteller)	2-3 t Trester / Verarbeitungstag		nein	nein	Juli, August
Brombeertrester (Fruchtsaffhersteller)	Einige 100t / Jahr	ja	ja	Schlempe / ausgekocht	August bis Dezember
Zwetschkenschlempe (Gölles)	Einige 100t / Jahr	ja	ja	Schlempe / ausgekocht	August bis Dezember
<b>Gemüsekonservierung</b>					

<b>RESTSTOFFE</b> aus: (Bezugsquellen in Klammer, Details siehe Anhang B7)	Menge:	Anfall in Österreich?	Sortenrein?	Hat Vorbehandlung stattgefunden?	Jahreszeitlicher Anfall
Rote Rüben (Gemüsekonservierung)	noch keine Werte erfasst	ja	ja	Dampfschälung	Herbst bis Frühjahr
Blaukraut (Gemüseverarbeitung)	noch keine Werte erfasst	ja	ja	Wird abgeschält	Herbst bis Frühjahr
rote Zwiebelschalen (Gemüseabpackung)	3,75 bis 7,5 m <sup>3</sup> / Tag	ja	ja	nein	Täglicher Anfall
<b>DIVERSES</b>					
Grüne Nussschalen (Spezialhandel)	Nach Bedarf	Einkauf aus ganz Europa	ja	getrocknet	Herbst

---

## Anhang B

---

### B.1. Überlegungen zur Materialaufbereitung

Im Vorfeld wurden grundsätzliche Überlegungen zur Materialaufbereitung angestellt. Im Rahmen einer Grobanalyse wurden die Varianten „flüssiges Konzentrat“ und „getrocknete, zerkleinerte Färbedroge“ verglichen.

In der folgenden Tabelle sind die einzelnen Verfahrensschritte vom pflanzlichen Rohmaterial bis zum gefärbten Textilprodukt im Überblick dargestellt:

Tabelle 1: Verfahrensschritte vom pflanzlichen Rohmaterial bis zum gefärbten Textilprodukt

<b>Flüssiges Konzentrat</b>	<b>Getrocknete, zerkleinerte Färbedroge</b>
Extraktion des Rohmaterials	Stabilisierung des Rohmaterials
Rückstand abfiltrieren	Zerkleinerung des Materials
Volumenreduktion des Extrakts	Standardisierung des Feststoffs
Stabilisierung des Konzentrats	
Standardisierung des Konzentrats	
Zubereitung des Färbebeds	Extraktion vor Ort (Extrakt = Färbebad)
	Rückstand abfiltrieren

Für beide Verfahren wurden eine Energiebetrachtung vorgenommen. Dazu wurden folgende Annahmen zugrunde gelegt:

- ≠ Die Färbung von 100 kg Ware erfordert 100 kg färbendes Pflanzenmaterial.
- ≠ Als Färbeverfahren wird das Ausziehverfahren mit einem Flottenverhältnis 1:10 (1kg Ware : 10 l Flotte) angenommen, die Verdampfung von 1 kg Wasser verbraucht etwa 1 kWh; spezifische Wärme von Wasser 4,18 kJ/kg°C, Energiegehalt von Treibstoff ca. 40.000 kJ/kg.

Tabelle 2: Energiebetrachtungen

<b>Flüssiges Konzentrat</b>	<b>Getrocknete, zerkleinerte Färbedroge</b>
<u>Extrakterstellung:</u> 100kg Pflanzenmaterial (z.B. Rinde) Extraktion 1:10 bei 95°C Wärmemenge: <b>313,5 MJ</b> für 1000 l	Zerkleinerung: Energieverbrauch in Abhängigkeit von der Beschaffenheit des Materials. Stromverbrauch bei maschinellern Schneiden.
Rückstand: ~ 200 kg (z.B. nasse Rinde)	
<u>Volumenreduktion des Extrakts:</u> - Eindampfen auf 5% (entspricht 50 l) mit dreistufigem Mehrfachverdampfer (angenommener Verbrauch von 0,3 kWh/kg verdampftes Wasser ) braucht 3420 MJ; Anmerkung: Volumenreduktion um mindestens 95% ist unbedingt erforderlich, sonst werden 50 l Wasser transportiert. - Zielvorgabe wäre deshalb eine 98% Reduktion, was einen Energieaufwand von <b>3528 MJ</b> mit sich bringt (Membranverfahren), wobei die Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung entscheidend sind. In diesem Fall wäre die Transportmenge bei 20 kg. Das rückgewonnene destillierte Wasser kann wieder verwendet werden.	Stabilisierung durch Trocknung: Energieverbrauch in Abhängigkeit von der Beschaffenheit des Materials. Potenziell energieintensiver Prozess, aber Möglichkeit der solare Trocknung gegeben.
Verpackung	Verpackung
<u>Transportenergie:</u> Der Transport von 30 t über eine Entfernung von 100 km braucht etwa 50 kg Treibstoff, was einem Energiegehalt von 2000 MJ entspricht. Anteilig für 20 kg: <b>1,4 MJ</b>	<u>Transportenergie:</u> Der Transport von 30 t über eine Entfernung von 100 km braucht etwa 50 kg Treibstoff, was einem Energiegehalt von 2000 MJ entspricht. Anteilig für 100 kg: ca. <b>7 MJ</b>
	Extraktion vor Ort Extraktion 1:10 bei 95°C Wärmemenge: <b>313,5 MJ</b> für 1000 l
	Rückstand: ~ 200 kg (z.B. nasse Rinde)
<u>Färbeprozess:</u> Herstellung des Färbebad Verdünnung des Konzentrats 1:10 Aufheizen auf 95°C Wärmemenge: <b>313,5 MJ</b> für 1000 l	<u>Färbeprozess:</u> Extrakt = Färbebad  Wärmemenge: <b>0 MJ</b> für 1000 l
Flotte wird ins betriebliche Abwasser geleitet, Gesamtabwassermenge: 1000 l Färbebad	Flotte wird ins betriebliche Abwasser geleitet, Gesamtabwassermenge: 1000 l Färbebad
<b>SUMME: 4156,4 MJ</b>	<b>SUMME: 320,5 MJ</b>

### Schlussfolgerungen:

Der Energieverbrauch bei der Herstellung des flüssigen Konzentrats liegt bei 4156,4 MJ. Diese Annahme basiert auf der Verwendung des Membranverfahrens zur Extraktion und Eindampfung. Einsparungsmöglichkeiten sind durch die Verwendung einfacherer und weniger energieintensiver Aufkonzentrierungstechniken (Gegenstromextraktion, Fällungen, etc.) oder eine effektive Wärmerückgewinnung bzw. Verwertung zu verwirklichen. Da es sinnvoll ist, möglichst konzentrierte Extrakte herzustellen, ist die Wahl des Aufkonzentrierungsverfahrens entscheidend. Bei der optimalen Führung des Konzentrationsprozesses verbleibt nur die Erwärmung des Färbebads, die zu optimieren ist.

Im Verhältnis zur Herstellung des flüssigen Konzentrats ist der Energieaufwand bei der Extraktion vor Ort mit 320,5 MJ sehr gering. Da die meiste Energie für die Extrakterstellung verbraucht wird und das Extrakt gleich als Färbebad verwendet werden kann, kann der Großteil des Energieaufwandes dem Färbeprozess zugerechnet werden.

In dieser Aufstellung ist aber der Energieaufwand für die Aufbereitung des Pflanzenmaterials, also die Trocknung und Zerkleinerung des Materials, noch nicht berücksichtigt. Der Energieaufwand in diesem Bereich ist stark von der Beschaffenheit des Pflanzenmaterials (Blüten oder Wurzeln, Beschaffenheit der Blätter, Wassergehalt des Rohstoffs, etc.) abhängig; wird der Energieaufwand für die Zerkleinerung und vor allem für die Trocknung mit berücksichtigt, kann es dadurch zu einer deutlich veränderten Abschätzung kommen.

Darüber hinaus kann sich das Ergebnis verändern, sobald energiesparende Aufkonzentrierungsverfahren angewendet werden, die Transportentfernung steigt oder geringe Farbstoffkonzentrationen vorliegen, was den Transport von großen Mengen notwendig machen würde.



## B.2. Standardisierung der Rohstoffaufbereitung

Um die Rohstoffaufbereitung zu optimieren und eine Festlegung vorzunehmen, wurden folgende Parameter variiert:

- ≠# Zerkleinerungsgrad der getrockneten Rinde (Häcksler, Schneidemühle)
- ≠# Rinde vor Extraktion vorwässern oder nicht
- ≠# Mengenverhältnis von Rinde : Wasser während der Extraktion (bei welcher Rindenmenge ist Sättigung erreicht, welche Extraktkonzentration ist erreichbar - Photometer)
- ≠# Extraktionszeitraum (nach welcher Kochzeit ist Sättigungspunkt erreicht – Photometer)
- ≠# Extraktstabilität (wie lange kann Extrakt gelagert werden)

Die Variation beim Zerkleinerungsvorgang zeigte Einfluss auf die Farbtiefe. Während mit dem Häcksler nur eine relativ grobe Zerkleinerung stattfindet, bringt die Schneidemühle wesentlich feinere Teilchen. Durch die größere Oberfläche können die Inhaltsstoffe besser extrahiert werden, die Färbeflotte beinhaltet mehr Farbstoff, es wird mit der gleichen Menge Rinde eine höhere Farbtiefe erreicht. Schwierigkeiten bereiteten allerdings die erhöhten Staubanteile, die das Filtrieren erschweren. Resultat einer optimalen Rohstoffaufbereitung wären fasrig zerquetschte Rindenteilchen.

Die Farbtiefe veränderte sich auch durch das Vorwässern. Die bessere Durchdringung mit Wasser erhöht die Konzentration der Inhaltsstoffe. Durch das Vorwässern wird eine kürzere Extraktionszeit ermöglicht.

Das Mengenverhältnis von Rinde zu Wasser wurde standardmäßig mit 1 : 20 festgelegt. Variationsversuche zeigten, dass eine erhöhte Rindenzugabe zu einer höheren Farbstoffkonzentration in der Färbeflotte führt, wodurch eine höhere Farbtiefe erreicht werden kann.

Der Extraktionszeitraum wurde bei einer Stunde belassen, da eine Verlängerung des Vorgangs wenig Effekt zeigte und damit nur zu einem erhöhten Zeit- und Energieaufwand führen würde.

Die Extraktstabilität ist stark rohstoffspezifisch. Die Rindenextrakte konnten bis zu einem Monat gelagert werden, da die Abbaureaktionen durch die ebenfalls extrahierten Gerbstoffe unterbunden werden.

### B.3. Stabilität des Färbevorgangs

Um die Betriebe bei der Adaption des „Startrezepts“ (siehe Anhang A1) zu betreuen, ist es erforderlich, die verschiedenen variablen Parameter des Färbeprozesses in ihren Auswirkungen zu kennen. Durch gezielte Variation der einzelnen Parameter kann festgestellt werden, bei welchen Faktoren geringe Veränderungen genügen, um große Abweichungen hervorzurufen. Auf diese Parameter muss bei der betrieblichen Färbung besonderes Augenmerk gelegt werden. In diesem Projekt wurden solche Feineinstellungen vor allem mit Eschenrinde vorgenommen.

Bei Eschenrinde wurden folgende Zusammenhänge festgestellt:

<i>Variationsparameter</i>	<i>Wirkung</i>
erhöhte Beizenmenge	erhöhte Farbtiefe
Beizenmischung (Verhältnis Eisenbeize : Aluminiumbeize)	Farbverschiebung, wobei Eisenbeize dominiert (d.h. bereits eine geringe Zugabe von Eisen-Beize bewirkt eine merkbare Farbtonverschiebung)

Die für die Stabilität des Farbtons ausschlaggebenden Parameter sind rohstoff- und faser-spezifisch. Die Zusammenhänge, die für Eschenrinde auf Wolle gefunden wurden, können nicht auf andere Rohstoffe, wie etwa Beerentrestler, oder andere Fasern (Leinen) umgelegt werden.

Bei Anthocyan-Farbstoffen ist beispielsweise der pH-Wert des Färbebads wichtig. So bewirkten bei schwarzem Johannisbeertrestler minimale pH-Wert-Schwankungen im Färbebad starke Farbtonveränderungen auf Polyamid. Damit wurde bei Wolford der Färbevorgang für instabil befunden und eine betriebliche Maßstabsvergrößerung vom betriebsinternen Färbereilabor (30 g) zur Partiefärbung (1 kg) ausgeschlossen.

## B.4. Betriebliche Umsetzung (Scale up)

Um die Betriebe mit einem wässrigen Pflanzenauszug zu beliefern, musste im Vorfeld eine Möglichkeit gefunden werden, wie die im Labormaßstab durchgeführte Herstellung des Färbebads im größeren Maßstab erfolgen könnte. Es wurde folgende färbetechnisch handhabbare Vorgangsweise für die Herstellung und Filtration (zur Entfernung der Schwebstoffe) großer Extraktmengen entwickelt:

Die in der Schneidemühle zerkleinerte Rinde (Teilchengröße = 3-5 mm) im Edelstahlkocher (60 Liter Kochtopf mit elektrischer Heizung, Heizstäbe durch Siebboden vor direktem Kontakt mit ) im Verhältnis Rinde: Wasser = 1 : 20 vorwässern, nach 24 Stunden eine Stunde lang bei 95°C kochen, abschließend über ein Baumwolltuch filtrieren. Das Extrakt dient direkt als Färbeflotte, der feste Rückstand wird kompostiert.

Bei den betrieblichen Färbeversuchen mit Eschenrinde zeigte sich, dass die im Labormaßstab erreichte Farbtiefe von Eschenrinde nicht erreicht werden konnte. Ursache dafür war die geänderte Rohstoffquelle: die im Sägewerke anfallende Rinde verfügt über einen relativ hohen Holzanteil. Verbesserungsmöglichkeiten sind durch die Verwendung von handgeschepter Rinde zu erwarten.

Mit Ausnahme einiger Problembereiche, die in direktem Zusammenhang mit der Maßstabsvergrößerung stehen (z.B. war eine Umstellung von Eisensulfat auf lösliche Eisensalze notwendig, denn Eisensulfat ist zwar im Labormaßstab unproblematisch, führt aber bei Maßstabsvergrößerungen zu Ausfällungen), sind die notwendigen Anpassungen des vorgeschlagenen „Startrezepts“ an das konkrete betriebliche Färbeverfahren betriebspezifisch, denn:

- ≠# Schoellerwolle färbt auf Kreuzspulen gewickelte Wolle (= Proteinfaser)
- ≠# Wolford färbt Strickstücke aus Polyamid (= synthetische Faser)

Aus diesem Grund ergaben sich bei den beteiligten Betrieben sehr unterschiedliche Fragestellungen.

## B.5. Betriebliche Färbeversuche auf Polyamid

Die Firma Wolford stellt betriebsintern höchste Qualitätsansprüche an die eigenen Produkte. Deshalb werden auch nur Farbstoffe verwendet, die hohe Echtheiten auf Polyamid erreichen. Ausgehend von Ausfärbungen mit sämtlichen Rohstoffextrakten (Ziel: Aufzeigen des Farbspektrums auf Polyamid) wurden Echtheitsprüfungen (zuerst Basis-Echtheitsprüfungen: z.B. Lichteichtheit >3, Wascheichtheit), später fortgeschrittene Echtheitsprüfungen: z.B. Schweißechtheit alkalisch/sauer) durchgeführt.

Die verschiedenen Rohstoffextrakte führten zu folgenden Farbergebnissen:

- ⚡ **Eschenrinde:** für den beigen bis grün-grauen Farbbereich geeignet
  - ⚡ **Schwarzerlenrinde:** für den hautfarbenen bis leicht grauen Farbbereich geeignet
  - ⚡ **Himbeertrester:** guter Farbausfall, Farbton stark pH-abhängig, schlechte Wassereichtheiten, starke Farbtonänderungen bei der Wascheichtheit und Schweißechtheit alkalisch
  - ⚡ **schwarzer Johannisbeertrester:** guter Farbausfall, Farbton stark pH-abhängig, Farbänderung bei Nachbehandlung und auch beim Weichmachen, schlechte Wassereichtheiten (starke Farbtonänderung)
  - ⚡ **Weintrester:** guter Farbausfall, Echtheiten in Ordnung, aber starker Farbumschlag bei Wascheichtheit und Schweißechtheit (bis auf braun)
  - ⚡ **grüne Walnussschale:** sehr gute Farbtöne, optimale Wassereichtheiten, jedoch nur bedingte Lichteichtheit (bei dunklen Tönen noch 3, bei helleren nur noch 2)
  - ⚡ **rote Zwiebelschale:** für den oliv- bis grünen Farbbereich geeignet
  - ⚡ **Resede:** im gelb bis grünen Farbbereich geeignet
- Krappwurzel:* sehr guter Farbton, jedoch sehr schlechte Wassereichtheiten, schlechte Schweißechtheiten

## B.6. Infrastruktur für Bereitstellung landwirtschaftlicher Rohstoffe

Tabelle 3 : Maschinenausstattung der Erzeuger- und Absatzgemeinschaften für Heil- und Gewürzkräuter

Organisation	Bergkräuter-Genossenschaft Sarleinsbach	Verein zur Förderung der Sonderkulturen im Waldviertel/Waldland	NÖ Alternativkulturenproduzenten-gemeinschaft Hollabrunn	Saatbau Linz, Abteilung Kräuter und Gewürze	LVA Wies und Vermarktungs-organisationen*
<b>Maschinen f. d. Kräuteraanbau</b>	Hackgeräte, Reihenfräsen, Gemüsepflanzmaschinen	Einzelkornsämaschine für Mohanbau	k. A.	Nutzung vorhandener Pflanzmaschinen, z.B. Bäumchenpflanzmaschinen, Kartoffelpflanzgeräte	vor allem Handarbeit
<b>spezielle Erntetechnik f. Blatt-, Kraut- u. Blütenernte</b>	Mähklader (Kraut- u. Blattware), händisch (Blütendrogen)	Kamillenpflückmaschine, Kräutermähklader	k. A.	Mähklader (Kraut- u. Blattware), händisch (Blütendrogen)	v.a. händische Ernte und teilmechanisierte Ernte mit Motormäher oder umgebauter Heckenschere mit Fangkorb
<b>Erntegut-aufbereitung</b>	insgesamt 2 Aufbereitungsanlagen (Schneidanlage, Windsichtung, Hordentrockner, Schneid- und Bürstenrebler, Windsichtung, Siebanlage)	Bandrockner für Blatt-, Kraut- und Blütendrogen; Kontainertrockner f. Körnerdrogen, Windsichtung, Schneidanlage	1 Bandrockner	bei den LandwirtInnen ca. 10 Anlagen (Schneidanlage, Windsichtung, Band- und Hordentrockner), in Händen der Genossenschaft Anlagen zum Aufbereiten der Blatt- und Blütendrogen (Rebel- u. Schneidanlagen, Steigsichtung, Siebanlagen und Abpackung der Rohware)	Lufttrocknung (Jutedarren am Dachboden) bzw. kleine Trocknungsanlagen direkt bei den Landwirten; Trocknung auch bei LVA möglich (Satz-trockner); für die Kräuterverarbeitung adaptierte Getreide-Windsichter, Maisstroh-häcksler, Rüttel-sieb zur Trennung der Blüten vom Köpfchen
<b>Kapazitäten</b>	350 kg frische Kräuter pro Tag, zweite Anlage etwas weniger	200 kg pro Tag für Bandrockner, neuer geplant	k. A.	k. A.	Satz-trockner der LVA: 400 kg Frischware bei einer Beschickung
<b>Quellen</b>	GRÖDL <sup>1</sup> (1997)	TIEFENBACHER <sup>2</sup> (1997)	KRAPFENBAUER <sup>3</sup> (1997)	KÖPPL <sup>4</sup> (1997)	PELZMANN <sup>5</sup> (1997), WANIEK <sup>6</sup> (1995)

Quelle: HARTL und VOGL 2001

\*) Schilcherland Spezialitätenverein, Interessensgemeinschaft Thermenland, Biosonn, Gutes vom Bauernhof

<sup>1</sup> GRÖDL, E. (1997): Bergkräutergenossenschaft Sarleinsbach. Persönliche Mitteilung am 06. 08. 1997 in Sarleinsbach.

<sup>2</sup> TIEFENBACHER, F. (1997): Waldland Betriebs- und Handels Ges.m.b.H. Persönliche Mitteilung am 20. 11. 1997 in Oberwalthenreith.

<sup>3</sup> KRAPFENBAUER, F. (1997): NÖ Alternativproduzentenverein. Persönliche Mitteilung am 20. 11. 1997 in Retz.

<sup>4</sup> KÖPPL, P. (1997): Saatbau Linz, Abteilung Kräuter und Gewürze. Persönliche Mitteilung am 06. 08. 1997 in Kefermarkt.

<sup>5</sup> PELZMANN, H. (1997): Landwirtschaftliches Versuchszentrum Steiermark, Außenstelle Wies (ehemals Landes-Versuchsanlage für Spezialkulturen Wies). Persönliche Mitteilung am 24. 10. 1997 in Wies.

<sup>6</sup> WANIEK, S. (1995): Der Anbau von Heil- und Gewürzpflanzen in der Steiermark – eine Bestandsaufnahme. Diplomarbeit am Fachbereich Gartenbau der Fachhochschule Osnabrück. Betreuer: Prof. Dr. C. Wonneberger.

## B.7. Infrastruktur zur Aufbereitung der Farbstoff enthaltenden Rohstoffe

<b>Infrastruktur</b>			
Maschine bzw. infrastrukturelle Einrichtungen	Nutzbarkeit für welche Art für welche Menge	Spezialmaschine	Verortung (bei Spezialmaschinen)
<b>Trocknung:</b>			
5-Bandtrockner	Unterschiedliche Kapazitäten		Erzeugergemeinschaften
Satztrockner für Wurzelrogen	Unterschiedliche Kapazitäten		Erzeugergemeinschaften
Trestertrockner	Unterschiedliche Kapazitäten		Gruenewald, Rauch
<b>Tiefkühlanlagen</b>			Gruenewald, Rauch, Spitz
<b>Zerkleinerung:</b>			
Trommelhäcksler (50 kW)	Mindestmenge: 25 kg Leistung: 50 m <sup>3</sup> /h	Ja	Firma Sturmberger 4532 Rohr/Kremstal
Schneidemühle (Messermühle)	Schneiden, Mahlen, Sieben, Rebn von getrocknetem (Wassergehalt max. 10%) Material (Rinde bis Zwiebelschale)	Ja	Firma Sonnentor 3910 Zwettl Sprögnitz10
<b>Verpackung:</b>			
Schlauchbeutelmaschine	getrocknetes, zerkleinertes ( <u>rieselfähig!</u> ) Material Füllmenge: 50g und 200g	Ja	Firma Sonnentor 3910 Zwettl Sprögnitz 10
<b>Standardisierung:</b>			
kleines Färbelabor	Testausfärbungen		Textilbetrieb, Universität
Photometer	Farbeinstellung		Textilbetrieb, Universität
Dreibandfiltermessgerät	Prüfung Färbeergebnis		Textilbetrieb, Universität

## B.8. Bezugsquellen für Pflanzenrohstoffe

### B.8.1. Bezugsquellen für Rohstoffe aus Holz und Lebensmittel verarbeitenden Betrieben

Reststoffe aus der OBSTVERARBEITUNG							
OBST	Adresse	Menge	Lieferzeit	Preis	derzeitige Nutzung	Rohstoffcharakteristik	Anmerkungen
<b>Weintrester</b>	Winzergenossenschaft Horitschon Ing. Josef Pusch 7312 Horitschon Günserstr. 54 Tel: 02610/42321 Fax: 02610/42321-4 pusch@vereinte-winzer.at	ca. 1Mio kg	Fällt im September bzw. Oktober an		Aufbringung auf Felder, in Weingärten Deponie	Lokaler Anbau Reststoff fällt in Ö an Sortenreine Sammlung möglich (gepresst wird 1 Weinsorte pro Tag)	
	Winzerkeller Neckenmarkt Margit Lang-Wieder 7311 Neckenmarkt Altes Rathaus Tel: 02610/423 88 Fax: 02610/423 884 Winzerkeller.neckenmarkt @aon.at		Fällt im September bzw. Oktober an		Aufbringung auf Felder, in Weingärten Deponie	Lokaler Anbau Reststoff fällt in Ö an Sortenreine Sammlung bedingt möglich	
	Verband Blaufränkisch Mittelburgenland Ing. Anton Iby 7311 Neckenmarkt Altes Rathaus Tel: 02610/42292	130.000 kg	Fällt im September bzw. Oktober an		Aufbringung auf Felder, in Weingärten Deponie	Lokaler Anbau Reststoff fällt in Ö an Sortenreine Sammlung bedingt möglich	
	Weingut Pollerhof Erwin Poller 3743 Röschitz Winzerstrasse 96 Tel: 02984/3995 Weingut@pollerhof.at		Fällt im September bzw. Oktober an		Aufbringung auf Felder, in Weingärten Deponie	Lokaler Anbau Reststoff fällt in Ö an Sortenreine Sammlung bedingt möglich	

Reststoffe aus der OBSTVERARBEITUNG							
OBST	Adresse	Menge	Lieferzeit	Preis	derzeitige Nutzung	Rohstoffcharakteristik	Anmerkungen
<b>Himbeer-Trester</b>	Fa. Grünewald Fruchtsaft GmbH Hr. Teschnigg, besser Herr Plösch Stainz Tel: 03463/21010 Fax: 03463/2101-186 Johann.teschnigg @gruenewald.at	1 Tonne kein Thema, derzeit 3 t Himbeertrester tiefgefroren lagernd während des Jahres ist Mengenanfall abhängig von der konkreten Auftragslage, sobald ein Presstag, sind 100 kg kein Problem	Hauptmenge fällt im Frühsummer an, aber auch während des Jahres wird gepresst (je nach Auftragslage Wartezeiten von einigen Monaten) Ideal: Bekanngabe von Beerensorte und Menge bis Mai, dann kann gezielt eingelagert werden	Beerentrester nass: 1 € / kg trocken: 1,50 € / kg	Abnahme durch Alkoholindustrie, Gewürzhersteller, Apotheken etc.	Früchte aus ganz Europa, besonders aus den Oststaaten Ungarn, Polen, Bulgarien Reststoffanfall in Österreich Sortenreine Sammlung möglich	Tiefkühlanlage (-20°C) mit grosser Kapazität und Trocknungs- Anlage vor Ort
	Fa. S. Spitz GmbH Hr. Poisel 4800 Attnang-Puchheim Gmundner Str. 27 Tel: 07674/616-0 poisel@spitz.at Ybbstaler Obstverwertung RAUCH	2-3 t Trester pro Verarbeitungstag			Kompostierung	Früchte aus Reststoffanfall in Ö Sortenreine Sammlung möglich	Tiefkühlanlage
<b>Himbeer- Schlempe</b>	Gölles Schnapsbrennerei und Essigmanufaktur GmbH Alois Gölles 8333 Riegersburg Stang 52 Tel: 03153/7555 Fax: 03153/7555-30 E-Mail: obst@goelles.at	einige 100t /Jahr	Fällt in August bis Dezember an		Kompostierung	Früchte aus Reststoff fällt in Ö an Sortenreine Sammlung möglich	Trocknungs- anlage im Betrieb Ausgekochte Schlempe

Reststoffe aus der GEMÜSEVERARBEITUNG							
GEMÜSE	Adresse	Menge	Lieferzeit	Preis	derzeitige Nutzung	Rohstoffcharakteristik	Anmerkungen
<b>Rote Rüben</b>	FELIX AUSTRIA GmbH Dr. Erhard Puschautz 7210 Mattersburg Felixstr. 24 Tel: 02626/610-0 erhard.puschautz@felix.at						
<b>Rotkraut</b>	Wais-GmbH Gemüsegroßhandel Karl Wais 2100 Leobendorf Stockerauerstr. 151 Tel: 0664/3043800 Fax: 6168609 wais.kartoffel@netway.at	noch keine Werte erfasst	Fällt in den Monaten September bis März an		Zurück auf den Acker	Österreichisches Gemüse Reststoff fällt in Österreich an Sortenreine Sammlung möglich	
<b>Zwiebel- schalen rot</b>	Wais-GmbH Gemüsegroßhandel Karl Wais 2100 Leobendorf Stockerauerstr. 151 Tel: 0664/3043800 Fax: 6168609 wais.kartoffel@netway.at	1.25 bis 2.5m <sup>3</sup> /Tag (etwa 50 bis 100 kg)	Fällt täglich an		Rücknahme durch Landwirte Kompostierung	Österreichisches Gemüse Reststoff fällt in Österreich an Sortenreine Sammlung möglich	

<b>DIVERSES</b>							
Rohstoff	Adresse	Menge	Lieferzeit	Preis	derzeitige Nutzung	Rohstoffcharakteristik	Anmerkungen
<b>Grüne Nusschalen</b>	Alfred Richter GmbH & CoKG Hr. Richter 6330 Kufstein Prof. Prenn Str. 10 Tel: 05372/62680 Fax: 05372/62680-14 E-Mail: richter.tee@aon.at	Nach Bedarf	etwa 10 Tage bei großen Mengen (ab 1t) Lieferzeit bis zu 4 Wochen da Anfall im Herbst, ist Bestellung im Spätsommer bei sehr großen Mengen erwünscht	6,20 € / kg ab 100 kg –15% ab 1t nochmals – 15%	Für Nuss-Schnaps und andere Mischungen	Rohstoff aus Osteuropa Sortenrein Getrocknet und geschnitten	
<b>Schwarze-Getränkereis</b>	RAUCH						Trocknungsanlage im Betrieb
	Spitz YO						

## Reststoffe aus der HOLZVERARBEITUNG

RINDE	Adresse	Menge	Lieferzeit	Preisabschätzung	derzeitige Nutzung	Rohstoffcharakteristik	Anmerkungen
<b>Frlenrinde</b> <b>Fschenrinde</b>	Fischer J. Hans GesmbH J. Hans Fischer 8230 Hartberg Penzendorf 76 Tel: 03332/62681-0 Fax: 03332/628611	Auftragsabhängig, fällt nicht in großen Mengen an	Nicht vorhersehbar	16 € / m <sup>3</sup> Rinde (1m <sup>3</sup> < 200 kg) Preis wurde von Dekorrinde abgeleitet	Kiefer, Lärche, Erle als Dekorstoff für Gartenanlagen Rest wird in Biomasseheizwerk verbrannt	Holz aus Region Reststoff fällt in Österreich an Sortenreine Sammlung möglich	Erle und Esche wird oft nicht entriindet, weil es schöneren Zuschnitt bringt, wenn Rinde drauf bleibt
	Mitteramkogler GmbH Thomas Huber 3334 Gafleuz Markt 113 Tel: 07353/204 0664/1600480 Fax: 07353/204-6 thomas.huber @mitteramkogler.at	Nachfrageorientiert, je nach Marktlage der Holzsorte	1 Woche bis 4 Monate, nicht vorhersehbar	Kosten der mobilen Entriindung (150 € /h dabei fallen etwa 2-3t Rinde an)	Derzeit wird Holz mit Rinde verarbeitet, d.h. Rinde fällt nicht an	Holz aus Österreich und Osteuropa Sortenreine Sammlung möglich	In Ungarn gibt es auf Erle spezialisierte Sägewerke
<b>Fschen-</b> <b>Rinde</b>	Rudolf Postl 3281 Oberndorf an der Melk Gstettn 6 Tel: 07483/265 Fax: 07483/265-5	Nachfrageorientiert, je nach Marktlage der Holzsorte	Nicht vorhersehbar	8 € bis 11 € / m <sup>3</sup> Rinde (1m <sup>3</sup> < 250 kg) Preis für Rinden- mulch 11 € / m <sup>3</sup>	teilweise Verkauf als Rindenmulch, sonst Brennmaterial		Eichen- und Buchenrinde wäre wesentlich einfacher zu bekommen
	Sägewerk Meister Franz Meister 8333 Riegersburg Nr. 123 Tel: 03153 / 8246 FAX: 03153 / 8338	Saisonbedingt und auftragsabhängig	Nicht vorhersehbar		Verkauf an Heizwerk als Brennmaterial	Holz aus der Region (Südost-Stmk, Bgld, Slowenien, Kroatien, Ungarn)	

**Reststoffe aus der HOLZVERARBEITUNG**

	Anmerkungen	Rohstoffcharakteristik	derzeitige Nutzung	Preisabschätzung Kosten für Handentrindung	Lieferzeit	Menge Auf Nachfrage	Adresse Furnierwerk Merkscher GmbH Josef Melcher 8112 Gratwein Judendorferstr. 27 Tel: 03124/51 650-0 Fax: /51 751-13
<p><b>RINDE</b> <b>Gescheppte Rinde</b> (Rinde mit sehr geringem Holzanteil, da Entrindung händisch erfolgt)</p>	<p>Bei Erle ist schepfen relativ leicht möglich (besonders wenn Baum im Saft), bei Esche ist schepfen schwieriger</p>						
<p><b>RINDE</b> <b>Gescheppte Rinde</b> (Rinde mit sehr geringem Holzanteil, da Entrindung händisch erfolgt)</p>	<p>Ausschließlich March-Esche mit eher feiner Rinde</p>			<p>Kosten für Handentrindung (11 € pro Arbeitsstunde)</p>		<p>Auf Nachfrage</p>	<p>WWF Marchegg Herr Wedeneck Tel: 02284 / 2992</p>

## B.8.2. Bezugsquellen für landwirtschaftliche Rohstoffe

Art der Färbedroge	Adresse	Menge	Lieferzeit	Preis pro 1 kg (EURO) netto, exkl. Lieferung	Rohstoffcharakteristik	Anmerkungen
<b>Krappwurzel</b> Rubia tinctorum	Alfred Galke GmbH Am Bahnhof 1-5 D-37534 Gittelde Tel.: 05327 – 868 10	10 kg	lagernd	5,00	geschnitten, Indien	Zu Herkunftsland: unterschiedlich (wenn in einem Land nicht lieferbar, dann wird auf ein anderes ausgewichen). Zu Menge: bei größeren Mengen besteht die Möglichkeit der Teilabrufung, d.h. die Ware wird in einer Qualität zurückgelegt und man kann kleinere Mengen davon verteilt über einen bestimmten Zeitraum abrufen (nur bei Vertragsabschluss möglich) – Vorteil: erhält alles von einer Charge
		100 kg		4,50		
		1 t		4,20		
<b>Färbermeister</b> Asperula tinctoria	Kremer Pigmente Farbmühle D-88317 Aichstetten/Altgäu Tel.: 07565 – 911	10 kg	lagernd	11,60	Pulver, Anatolien	Kann auf Wunsch Muster verschicken.
		100 kg		10,50		
		1 t		-		
	Alfred Galke GmbH Am Bahnhof 1-5 D-37534 Gittelde Tel.: 05327 – 868 10	10 kg				Derzeit nicht im Programm. Firma Galke recherchiert bezügl. Erhältlichkeit.
		100 kg				
		1 t				
Kremer Pigmente Farbmühle D-88317 Aichstetten/Altgäu Tel.: 07565 – 911	10 kg				Nicht im Programm.	
	100 kg					
	1 t					
<b>Labkraut</b> Galium mollugo und G. verum	Alfred Galke GmbH Am Bahnhof 1-5 D-37534 Gittelde Tel.: 05327 – 868 10	10 kg	lagernd	4,50	geschnitten, Ungarn	Anmerkungen siehe Krapp.
		100 kg		4,00		
		1 t		3,50		
Kremer Pigmente Farbmühle D-88317 Aichstetten/Altgäu Tel.: 07565 – 911	10 kg				Nicht im Programm.	
	100 kg					
	1 t					

<b>Resede</b> Reseda luteola	Alfred Galke GmbH Am Bahnhof 1-5 D-37534 Gittelde Tel.: 05327 – 868 10	10 kg	lagernd	10,00	geschnitten, Osteuropa	Anmerkungen siehe Krapp.
		100 kg		8,50		
		1 t		8,00		
<b>Färberkamille</b> Anthemis tinctoria	Kremer Pigmente Farbmühle D-88317 Aichstetten/Allgäu Tel.: 07565 – 911	10 kg	lagernd	11,60	geschnitten	Kann auf Wunsch Muster verschicken.
		100 kg		7,90		
		1 t		- führen so große Mengen nicht		
<b>Färberkamille</b> Anthemis tinctoria	Alfred Galke GmbH Am Bahnhof 1-5 D-37534 Gittelde Tel.: 05327 – 868 10	10 kg				Derzeit nicht im Programm. Firma Galke recherchiert bezügl. Erhältlichkeit.
		100 kg				
		1 t				
<b>Rainfarn</b> Tanacetum vulgare	Kremer Pigmente Farbmühle D-88317 Aichstetten/Allgäu Tel.: 07565 – 911	10 kg	lagernd	3,10	geschnitten, Osteuropa	Anmerkungen siehe Krapp.
		100 kg		2,80		
		1 t		2,50		
<b>Färberscharte</b> Serratula tinctoria	Alfred Galke GmbH Am Bahnhof 1-5 D-37534 Gittelde Tel.: 05327 – 868 10	10 kg				Derzeit nicht im Programm. Firma Galke recherchiert bezügl. Erhältlichkeit.
		100 kg				
		1 t				
<b>Färberscharte</b> Serratula tinctoria	Kremer Pigmente Farbmühle D-88317 Aichstetten/Allgäu Tel.: 07565 – 911	10 kg				Nicht im Programm.
		100 kg				
		1 t				

Anna Hartl. ÖVAF 2003

Angaben von Firma Galke: laut Angebot vom 23.01.2003 + telefonischer Auskunft; Angaben von Firma Kremer: laut Angebot vom 21.01.2003 + telefonischer Auskunft

---

## Anhang C

---

### **Infrastruktur für Anbau und Trocknung von Resede und Krapp – Verortung der Rohstofflieferanten und Verarbeitungseinrichtungen**

### **Verfügbarkeit der Rohstoffe**

### **Rückführung der Extraktückstände in den landwirtschaftlichen Kreislauf**

### **Produktnutzungsketten für Resede und Krapp**

#### **Kurzbericht zum Projekt Farb & Stoff**

Anna Hartl und Otto Schütz

Wien, 05. 02. 2002

oevaf-wien@oevaf.at

Muthgasse 107  
A-1190 Wien



Österreichische Vereinigung für Agrar-, Lebens- und Umweltwissenschaftliche Forschung



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorbemerkungen</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Infrastruktur für Anbau und Trocknung von Resede und Krapp – Verortung der Rohstofflieferanten und Verarbeitungseinrichtungen</b>	<b>7</b>
2.1	Vorgangsweise und Kriterien für die Auswahl	7
2.2	Ergebnisse	8
2.2.1	Maschinelle Infrastruktur für Anbau, Ernte, Trocknung und Aufbereitung	8
2.2.2	Know-how zu Sonderkulturen	10
2.2.3	Geeignete Standortbedingungen	10
2.2.4	Räumliche Nähe zu Betrieben der Kaskadennutzungskette	11
2.3	Schlussfolgerung und Auswahl der Betriebe	13
<b>3</b>	<b>Verfügbarkeit der Rohstoffe</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>Rückführung der Extrakt rückstände in den landwirtschaftlichen Kreislauf</b>	<b>17</b>
4.1	Rechtliche Situation	17
4.2	Kompostqualität	18
4.3	Logistische Möglichkeiten	18
<b>5</b>	<b>Produktionsnutzungsketten für Resede und Krapp; Anbieter-Nachfrager-Struktur</b>	<b>19</b>
5.1	Übertragbarkeit der hier dargestellten Prozessketten auf andere Färbepflanzenarten	21
<b>6</b>	<b>Quellen</b>	<b>23</b>



# 1 Vorbemerkungen

Wie beim Projekt-Workshop am 04.10.2002 in Dornbirn vereinbart, sind die von den Landwirten durchzuführenden Arbeitsschritte neben Anbau und Ernte die Trocknung, die Zerkleinerung und die Verpackung der Färbedrogen. Die Extraktion sowie die Färbung erfolgt in den Färbereien der beteiligten Textilbetriebe. Wer die dazwischen liegenden Verarbeitungsschritte der Standardisierung der Färbedrogen (= Ausfärbung, Mischen der Chargen) durchführt, ist zum gegebenen Zeitpunkt noch offen. Die endgültige Verpackung der standardisierten Färbedrogen in Schlauchbeutel kann (laut Ergebnis Projekt-Workshop) bei der Firma Sonnentor erfolgen.



## **2 Infrastruktur für Anbau und Trocknung von Resede und Krapp – Verortung der Rohstofflieferanten und Verarbeitungseinrichtungen**

### **2.1 Vorgangsweise und Kriterien für die Auswahl**

Folgende Kriterien wurden in Hinblick auf das Gesamtziel einer Kosten und Transportwege sparenden Produktion für die Auswahl geeigneter landwirtschaftlicher Betriebe hinzugezogen:

- ⚡ Die maschinelle Infrastruktur für Anbau, Ernte, Trocknung und Aufbereitung der Färbepflanzen ist weitgehend vorhanden;
- ⚡ Das Know-how und die Bereitschaft zum Anbau von Sonderkulturen im biologischen Landbau ist vorhanden, es bestehen Erfahrungen mit dem Anbau von Heil- und Gewürzkräutern;
- ⚡ Die Standortbedingungen (Boden, Klima) sind für den Anbau von Krapp und Resede geeignet;
- ⚡ Es besteht eine räumliche Nähe zu den Betrieben, die an der Kaskadennutzungskette beteiligt sind, damit lange Transportwege vermieden werden.

Die Ergebnisse der Recherchen zu den einzelnen Kriterien wurden einander gegenübergestellt und die dementsprechend sinnvollste Kombination gewählt.

## 2.2 Ergebnisse

### 2.2.1 Maschinelle Infrastruktur für Anbau, Ernte, Trocknung und Aufbereitung

Die für Anbau, Ernte, Trocknung und Aufbereitung von Färber-Resede und Krapp erforderliche Ausstattung mit Spezialmaschinen und Anlagen sind in Tabelle 1 beschrieben.

**Tabelle 1: Spezialmaschinen und Anlagen für die Produktion von Krapp und Färber-Resede**

	Anbau	Ernte	Waschen	Trocknung	Aufbereitung
<b>Resede</b>	Pflanzmaschine	Mähader	-	Trocknungsanlage (z.B. Satz-, Horden- oder Bandtrockner)	Schneidanlage, Windsichter, Abpackung
<b>Krapp</b>	Pflanzmaschine	Siebkettenroder, Schwing-siebroder	Wurzelwaschanlage	Trocknungsanlage (z.B. Satz-, Horden- oder Bandtrockner)	Exakthäcksler, Abpackung

Die erforderliche Maschinenausstattung für **Resede** entspricht der für die Produktion von Blattdrogen üblichen Maschinenausstattung. Diese Maschinen und Anlagen sind bei fast allen Erzeuger- und Absatzgemeinschaften für Heil- und Gewürzpflanzen (Tabelle 2) vorhanden<sup>1</sup>. Wurzelrogen, wie z.B. Baldrian, werden in Österreich nicht maschinell angebaut. Die für die **Krapp**ernte und -aufbereitung erforderliche Ausstattung mit Wurzelrodegeräten und Wurzelwaschanlagen ist bei den Kräuterproduzenten nicht vorhanden (HARTL und VOGL 2001). Zum Ernten der Krappwurzel wären Siebkettenroder und Schwingsiebroder geeignet. Krenpflüge (eine Form des Siebkettenrodens) z.B. sind in Gebieten wo Gemüseanbau betrieben wird, z.B. im Eferdinger Becken (OÖ), vorhanden (PELZMANN 2002). Auch einfache Kartoffelroder wären geeignet (WEINGARTMANN 2000, PERGER 2002).

<sup>1</sup> Ein Maschinenring ist ein Zusammenschluss von Landwirten für den zwischenbetrieblichen Einsatz ihrer Maschinen und ihrer Arbeitskraft, mit dem Ziel durch gemeinsame Nutzung sowohl Maschinen als auch Arbeitskräfte besser auszulasten und damit die Wirtschaftlichkeit für den einzelnen Betrieb zu erhöhen. Eine Erzeugergemeinschaft ist ein Zusammenschluss von Landwirten mit dem Ziel bestimmte Produkte gemeinsam zu erzeugen. Spezialmaschinen sind dann vorhanden, wenn sie für die Erzeugung des entsprechenden Produkts auch gebraucht werden, sonst nicht, da sie unnötig Kosten verursachen würden. Es ist möglich, dass einzelne für den Färbepflanzenanbau erforderliche Maschinen auch in Maschinenringen vorhanden sind. Dies wurde jedoch nicht erhoben. Die Erhebungen beschränken sich auf Kräuter-Erzeugergemeinschaften, weil bei diesen aufgrund der produktionstechnisch vergleichbaren Prozessketten von Heil- und Gewürzkräutern davon auszugehen ist, dass *alle* bzw. *ein Großteil* der auch für die Produktion von Färbepflanzen notwendigen Maschinen und Anlagen für Trocknung und Aufbereitung vorhanden sind.

Zum Waschen der Krappwurzeln könnten Trommelwaschmaschinen geeignet sein, wie sie z.B. zum Waschen von Sellerie und Karotten verwendet werden. Eine solche Anlage befindet sich z.B. in Oberösterreich in der Nähe der Firma Efko (Kapazität: 250 – 400 kg Gemüse pro Waschgang, Firma Biso, im Handel sind auch kleinere Anlagen (etwa halb so groß) und auch gebrauchte erhältlich, die nicht viel kosten (ACHLEITNER 2002). Auch andere Gemüseswaschanlagen (z.B. Anlagen zum Waschen von Blattgemüse) können verwendet werden (PELZMANN 2002, PERGER 2002). Wie gut sie tatsächlich für Krappwurzeln geeignet sind, kann nur ein Praxisversuch zeigen.

**Tabelle 2: Maschinenausstattung der Erzeuger- und Absatzgemeinschaften für Heil- und Gewürzkräuter**

Organisation	Bergkräuter-Genossenschaft Sarleinsbach	Verein zur Förderung der Sonderkulturen im Waldviertel/Waldland	NÖ Alternativkulturenproduzenten-gemeinschaft Hollabrunn	Saatbau Linz, Abteilung Kräuter und Gewürze	LVA Wies und Vermarktungsorganisationen*
<b>Maschinen f. d. Kräuteraanbau</b>	Hackgeräte, Reihenfräsen, Gemüsepflanzmaschinen	Einzelkornsämaschine für Mohanbau	k. A.	Nutzung vorhandener Pflanzmaschinen, z.B. Bäumchenpflanzmaschinen, Kartoffelpflanzgeräte	vor allem Handarbeit
<b>spezielle Erntetechnik f. Blatt-, Kraut- u. Blütenernte</b>	Mähler (Kraut- u. Blattware), händisch (Blütendrogen)	Kamillenpflückmaschine, Kräutermähler	k. A.	Mähler (Kraut- u. Blattware), händisch (Blütendrogen)	v.a. händische Ernte und teilmechanisierte Ernte mit Motormäher oder umgebauter Heckenschere mit Fangkorb
<b>Erntegut-aufbereitung</b>	insgesamt 2 Aufbereitungsanlagen (Schneidanlage, Windsichtung, Hordentrockner, Schneid- und Bürstenrebler, Windsichtung, Siebanlage)	Bandrockner für Blatt-, Kraut- und Blütendrogen; Kontainerrockner f. Körnerdrogen, Windsichtung, Schneidanlage	1 Bandrockner	bei den LandwirtInnen ca. 10 Anlagen (Schneidanlage, Windsichtung, Band- und Hordentrockner), in Händen der Genossenschaft Anlagen zum Aufbereiten der Blatt- und Blütendrogen (Rebel- u. Schneidanlagen, Steigsichtung, Siebanlagen und Abpackung der Rohware)	Lufttrocknung (Jutedarren am Dachboden) bzw. kleine Trocknungsanlagen direkt bei den Landwirten; Trocknung auch bei LVA möglich (Satzrockner); für die Kräuterverarbeitung adaptierte Getreide-Windsichter, Maisstrohhäcksler, Rüttelsieb zur Trennung der Blüten vom Köpfchen
<b>Kapazitäten</b>	350 kg frische Kräuter pro Tag, zweite Anlage etwas weniger	200 kg pro Tag für Bandrockner, neuer geplant	k. A.	k. A.	Satzrockner der LVA: 400 kg Frischware bei einer Beschickung
<b>Quellen</b>	GRÖDL (1997)	TIEFENBACHER (1997)	KRAPFENBAUER (1997)	KÖPPL (1997)	PELZMANN (1997), WANIEK (1995)

Quelle: HARTL und VOGL 2001

\*) Schilcherland Spezialitätenverein, Interessensgemeinschaft Thermenland, Biosonn, Gutes vom Bauernhof

### 2.2.2 Know-how zu Sonderkulturen

Sonderkulturen stellen besondere Anforderungen an die Kultivierung, so können z.B. aufgrund der Beschaffenheit des Saatgutes spezielle Sä- oder Pflanzverfahren notwendig sein und/oder die Bestandespflege erfordert mehr Erfahrung und/oder das Erntegut bedarf einer speziellen Aufbereitung (z.B. Trocknung bei bestimmten Temperaturen, um Inhaltsstoffe zu erhalten), etc. Für den Anbau von Färbepflanzen ist ein Spezialwissen ähnlich dem Kräuteraanbau erforderlich, da die Anbau-, Ernte- und Aufbereitungsverfahren ähnlich wie im Kräuteraanbau sind. Hier kann auf das Wissen und die Erfahrungen der Erzeuger- und Absatzgemeinschaften für Heil- und Gewürzkräuter (Tabelle 3) zurückgegriffen werden.

Tabelle 3: Heil- und Gewürzkräuterproduzenten in Österreich

Name	Region	Produkte	Anbau im biologischen Landbau?
<b>Bergkräutergenossenschaft Saarleinsbach</b>	Mühlviertel	diverse Blatt-, Kraut- und Blütendrogen	ausschließlich Biolandbau
<b>Waldland (Verein zur Förderung der Sonderkulturen im Waldviertel)</b>	Waldviertel	diverse Blatt-, Kraut-, Blüten- und Körnerdrogen; Mohn, Mariendistel	Kräuter und Gewürze Biolandbau, andere Sonderkulturen konventionell
<b>Niederösterreichische Alternativkulturenproduzentengemeinschaft Hollabrunn</b>	Weinviertel	Johanniskraut, Körnerdrogen; Öllein, Ölkürbis	Biolandbau und konventionell
<b>Saatbau Linz, Abteilung Kräuter und Gewürze</b>	Oberösterreich, Landwirte auch aus Niederösterreich	diverse Blatt-, Kraut-, Blüten- und Körnerdrogen; Mohn, Öllein	Überwiegend integrierte Produktion, aber auch Biobetriebe
<b>LVZ Wies und Vermarktungsorganisationen</b> (Schilcherland Spezialitätenverein, IG Thermenland, Biosonn, Gutes vom Bauernhof)	Steiermark	diverse Blatt-, Kraut- und Blütendrogen; Ölkürbis	auch Bio-Betriebe, aber großteils konventionell

Quelle: HARTL und VOGL 2001

LVZ = Landesversuchszentrum Steiermark, Versuchsstation für Spezialkulturen, Wies

### 2.2.3 Geeignete Standortbedingungen

#### Klima

Klimatisch geeignet erscheinen, insbesondere für den wärmeliebenden **Krapp**, der Osten und Süden Österreichs: z.B. das Weinviertel, das Marchfeld, die Süd- und Süd-Ost-Steiermark und die West-Steiermark (HACKL 2000, PELZMANN 2000).

Die **Färber-Resede** stellt keine besonderen Bedingungen an die Klimaverhältnisse. Sonnige Lagen werden bevorzugt (TLL 1999, ADAM und DITTMANN 2001a). Wegen der Anfälligkeit der Resede für die Blattfleckenkrankheit *Cercospora resedae* sollten vorbeugend feuchtwarme Gebiete (Gebiete mit hohen Temperaturen und hoher Luftfeuchte, nicht nur in Form von Niederschlägen sondern auch als Tau; z.B. Flusstäler oder Beckenlagen) gemieden werden. Eine Beregnung in der 2. Junihälfte sollte ebenfalls aus diesen Gründen vermieden werden und ist auch nicht notwendig. Die Fruchtfolge sollte möglichst weit sein, da die Dauerformen der *Cercospora* im Boden auf Blattresten überdauern. Es gibt in der Literatur keine Angaben darüber, ob *Cercospora* z.B. von Rüben auf Resede übertragen werden kann, trotzdem ist es ratsam, eine direkte Nachbarschaft zu Rübenfeldern zu vermeiden (dabei sollte auch die Windrichtung beachtet werden!) (GLAUNINGER 2002).

### **Boden**

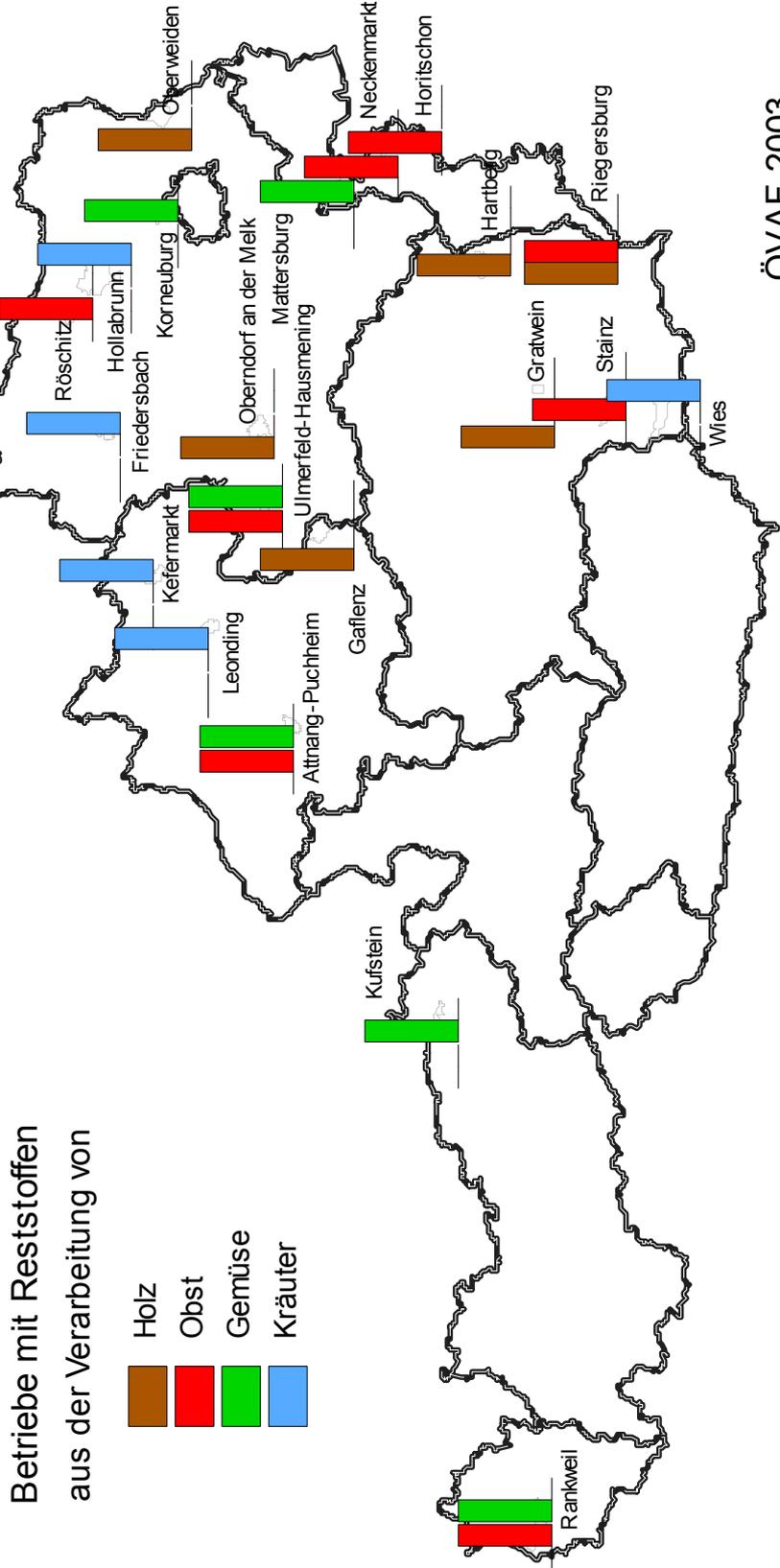
Als besonders geeignet für den **Krappanbau** gelten tiefgründige, sandige humose Lehme bzw. lehmige Sande. Böden mit stauender Nässe sollen vermieden werden. In Hinblick auf die Erntetechnologie sind schwere Böden und Böden, die viele Steine enthalten, nicht geeignet (TLL 1999, ADAM und DITTMANN 2001a).

Die Bodenansprüche für **Resede** sind dieselben wie bei Krapp: tiefgründige, sandige humose Lehme bzw. lehmige Sande, keine Böden mit stauender Nässe (TLL 1999, ADAM und DITTMANN 2001a).

### **2.2.4 Räumliche Nähe zu Betrieben der Kaskadennutzungskette**

Wie die kartographische Darstellung (Abbildung 1) zeigt, sind die Betriebe, von denen Reststoffe bezogen werden, auf das Alpenvorland, Niederösterreich, Burgenland, die Süd-Steiermark, Tirol und Vorarlberg verteilt.

Abbildung 1: Räumliche Verteilung der Betriebe der Kaskadennutzungskette (Reststoffe) und der Kräuterproduzenten



## 2.3 Schlussfolgerung und Auswahl der Betriebe

Um logistische Synergien nutzen zu können, ist es sinnvoll die beiden Färbepflanzenarten auf einem Betrieb bzw. auf benachbarten Betrieben anzubauen. Die räumliche Nähe zu Betrieben der Kaskadennutzungskette ist – da diese auf mehrere Gebiete verteilt sind – bei allen in Frage kommenden Kräuterproduzentengemeinschaften gegeben.

Aufgrund der standörtlichen Anforderungen – insbesondere der Anforderungen an das Klima, – erscheint eine Kooperation mit den Kräuterproduzenten in den eher kühlen Gebieten (Waldviertel, Mühlviertel) für den Krapp- und Resedanbau nicht sinnvoll.

Aus der maschinellen Ausstattung, der standörtlichen Lage und dem vorhandenen Interesse für den Färbepflanzenanbau zu schließen ist eine Kooperation mit Herrn Ludwig Perger, Bio-Kräuterbauer in Bruckneudorf, Burgenland (bei Bruck/Leitha) (Kontakt entstanden über die Kräuterabteilung der Saatbau Linz) erstrebenswert. Interesse für einen Anbau besteht, für eine fixe Zusage sind die zu vereinbarenden finanziellen Bedingungen, Abnahmeregulungen und eine Risiko-Abgeltung insbesondere beim mehrjährigen Krappanbau ausschlaggebend (PERGER 2002). Herr Perger arbeitet mit 6 anderen Bio-Bauern in der Umgebung zusammen, dadurch ist auch die ggf. notwendige Organisation von auf seinem Betrieb nicht vorhandenen Maschinen möglich.

Sollte nur kleine Mengen Färbepflanzen benötigt werden (Anbaufläche pro Betrieb nicht über 10 ar) ist auch eine Kooperation mit der LVZ Wies und Betrieben in der Steiermark möglich, der Nachteil ist hier allerdings die großteils in Handarbeit betriebene Landwirtschaft und möglicherweise Schwierigkeiten, Bio-Betriebe mit freien Kapazitäten, zu finden. Im ungünstigsten Fall kann nur mit konventionellen Betrieben zusammengearbeitet werden (PELZMANN 2002b). Für Resede ist wegen der Blattfleckenkrankheit *Cercospora resedae* die Süd-Oststeiermark aufgrund des feuchten, warmen Klimas nicht ideal (GLAUNINGER 2002).



### 3 Verfügbarkeit der Rohstoffe

Die **Resede** ist eine einjährige Pflanze, die im Herbst des Vorjahres oder im Frühjahr gesät bzw. gepflanzt und zur Blütezeit geerntet wird. Die Blütezeit wird je nach Saat- bzw. Pflanztermin mit Mai bis August angegeben (TLL 1999, ADAM und DITTMANN 2001a). Die Trocknung muss aus Qualitätsgründen unmittelbar nach der Ernte erfolgen, die aufbereitete (= geschnittene, windgesichtete, verpackte) Färbedroge ist also kurz nach der Erntezeit verfügbar.

Für die im Rahmen des Projektworkshops von Seiten der Textilbetriebe angegebene Menge von 20 kg für eine erste Testkollektion ist eine Anbaufläche von ca. 200 m<sup>2</sup> notwendig (Flächenberechnung sicherheitshalber unter der Annahme, dass der Ertrag im ungünstigsten Fall bei nur 1t/ha liegt).

**Krapp** kann erst nach zwei bzw. erst nach drei Jahren mit den Aufwand lohnenden Erträgen geerntet werden (TLL 1999, ADAM und DITTMANN 2001a). Es ist also eine mindestens zweijährige Vorlaufzeit notwendig.

Wegen dieser langen Vorlaufzeit ist für die Landwirte eine Abnahmegarantie von Seiten der Textilbetriebe notwendig, da Investitionen in den Anbau getätigt werden müssen (hohe Kosten v.a. für Saatgut und für die Anzucht der Jungpflanzen, siehe Kurzbericht Kalkulation Deckungsbeiträge). Wenn der bereits ein oder zwei Jahre lang kultivierte Krapp nicht abgenommen wird, fallen für die Landwirte zusätzlich zu den Investitionskosten auch noch die Verluste durch Einkommensentgang der sonst auf diesen Flächen anstelle von Krapp angebauten Kulturen an.

Die Ernte kann im Frühjahr oder im Herbst erfolgen (ADAM und DITTMANN 2001b). Die Aufbereitung ist bei Wurzeldrogen aufwendiger als bei Krautdrogen, da sie grob geschnitten, gewaschen, getrocknet und nochmals geschnitten werden müssen. Sie muss aber ebenfalls unmittelbar nach der Ernte erfolgen und deshalb ist mit einer Verfügbarkeit kurz nach der Ernte zu rechnen.

Für die im Rahmen des Projektworkshops von Seiten der Textilbetriebe angegebene Menge von 20 kg für eine erste Testkollektion ist eine Anbaufläche von ca. 200 m<sup>2</sup> notwendig (Flächenberechnung sicherheitshalber unter der Annahme, dass der Ertrag im ungünstigsten Fall bei nur 1 t/ha liegt).



## 4 Rückführung der Extraktückstände in den landwirtschaftlichen Kreislauf

Im Sinne einer Kreislaufschließung der Rohstoffströme ist eine Rückführung der biogenen Materialien auf landwirtschaftliche Flächen sinnvoll. Dabei ist es notwendig die rechtliche Situation, die Kompostqualität der verwendeten Materialien und die logistischen Möglichkeiten zu berücksichtigen:

### 4.1 Rechtliche Situation

Für die Rückführung von organischen Rückständen auf landwirtschaftliche Flächen stehen prinzipiell drei Möglichkeiten offen:

Ernterückstände, die innerhalb des landwirtschaftlichen Betriebes anfallen, werden im Zuge der Bodenbearbeitung eingearbeitet.

Erntegut wird einer gewerblichen Verarbeitung zugeführt, die Rückstände aus dieser Verarbeitung werden entsprechend vertraglicher Regelungen auf die landwirtschaftlichen Flächen der Herkunftsbetriebe des Ernteguts verbracht.

Organische Rückstände aus der gewerblichen, landwirtschaftlichen und industriellen Erzeugung, Verarbeitung und dem Vertrieb von land- und forstwirtschaftlichen Produkten werden kompostiert oder in Biogasanlagen verwertet und können bei Einhaltung bestimmter Qualitätsanforderungen auf landwirtschaftliche Flächen zurückgebracht werden.

Die Kompostverordnung, BGBl. II Nr. 292/2001, definiert bundeseinheitliche Qualitätsstandards für Komposte, die für den Anwendungsbereich in der Landwirtschaft geeignet sind. Diese sind aus bestimmten Ausgangsmaterialien herzustellen, die in Anlage 1 Teil 1 der Verordnung taxativ aufgezählt sind. Weiters sind nach den Anforderungen der Qualitätsklasse A, die in Anlage 2 Teil 2 beschrieben werden, Grenzwerte für die Schwermetalle Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Cu, Zn einzuhalten. Eigenkompostierung sowie Kleinmengen bis 150 m<sup>3</sup> sind jedoch vom Anwendungsbereich der Verordnung nicht ausgenommen.

So ferne Erntereste aus der Kaskadennutzungskette (Zwiebelschalen, Rotkraut, Rückstände der Saftproduktion, etc) nicht von im Biologischen Landbau angebauten Erzeugnissen stammen, ist eine Rückführung auf Flächen von Bio-Betrieben gemäß der EU-Verordnung 2092/91<sup>2</sup> unter bestimmten Bedingungen erlaubt. Diese sind dann gegeben, wenn der Nährstoffbedarf der Pflanzen im Rahmen der Fruchtfolge bzw. die Aufbereitung des Bodens nicht mit dem Anbau von Leguminosen, der Einarbeitung von Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft aus ökologischer tierischer Erzeugung oder der Einarbeitung von organischem Material, das in Betrieben des ökologischen Landbaus gewonnen wurde, gedeckt werden kann<sup>3</sup>.

Bei der Erzeugung von Rindenkompost wird bei Rinde ein Grenzwert für Lindan von 0,5 mg/kg TM gefordert. Dies führt zur Frage nach der Herkunft von lindanbelasteter

---

<sup>2</sup> EU-Verordnung 2092/91, 40. ergänzte Fassung vom 29. Oktober 2002

<sup>3</sup> EU-Verordnung 2092/91, 40. ergänzte Fassung vom 29. Oktober 2002

Rinde und zur Frage ob Auswirkungen für den Produktionsprozess der Textilfärbung bestehen.

Bis 1997 war Lindan als Stammschutzmittel zur Bekämpfung des Borkenkäfers in der Forstwirtschaft in Österreich zugelassen (TOMICZECK 2002). Stammschutzmittel werden nach der Schlägerung und vor der Holzbringung vorbeugend und punktuell in Borkenkäferbefallsgebieten eingesetzt, wenn die Stämme aus arbeitswirtschaftlichen Gründen länger im Wald bleiben.<sup>4</sup> Seit 1998 ist Lindan auch in Österreich generell verboten, als Stammschutzmittel werden Pyrethroide eingesetzt. Lindan wird jedoch noch in den östlichen Nachbarländern angewendet und importierte Stämme müssen nicht deklariert werden (KREHAN 2002). Diese Situation sowie die hohe Persistenz von Lindan, das vor allem in der Rinde bleibt, haben dazu geführt, dass für die Herstellung von Rindenkompost nur lindanfreie Rinde mit einem Grenzwert für den Verdachtsfall von 0,5 mg/kg TM als Ausgangsmaterial verwendet werden darf<sup>5</sup>.

Bei der Verwendung von Eschenrinde und Erlenrinde für die Textilfärbung und der anschließenden Rückführung der biogenen Reststoffe in den Kreislauf hat dies zwar keine unmittelbare Bedeutung, da bei Laubhölzern keine Stammschutzmittel angewendet werden (KREHAN 2002).

Allerdings soll dieses Beispiel verdeutlichen, dass bei kaskadischer Nutzung von Reststoffen, in einem Produktionsprozess wie der Textilfärbung, an die Nachvollziehbarkeit von Qualität und Herkunft der Ausgangsmaterialien hohe Anforderungen gestellt werden müssen, vor allem wenn ein ökologisch hochwertiges Produkt erzeugt und ausgelobt werden soll. Die praktische Ausführung dieser Nachvollziehbarkeit stellt eine Herausforderung für ein umfassendes Management der Produktionskette dar.

## 4.2 Kompostqualität

Die Farbstoffextraktion erfolgt durch wässrige Lösung und ohne weitere Hilfsstoffe. Die Färbung der Textilien (mit allfälliger Beizung) erfolgt in wässriger Lösung und nach Abtrennung der pflanzlichen Extraktionsrückstände, die somit frei von schwermetallhaltigen Beizmitteln bleiben. Eine Kompostierung und anschließende Rückführung der pflanzlichen Extraktionsrückstände auf landwirtschaftliche Flächen ist daher möglich.

## 4.3 Logistische Möglichkeiten

Wenn die Extraktion direkt in den Textilbetrieben in Vorarlberg erfolgt, ist es im Hinblick auf die Vermeidung von langen Transportwegen sinnvoll, die Kompostierung von einem dort ansässigen Kompostierungswerk oder direkt von interessierten Landwirten durchführen zu lassen und die Rückführung auf landwirtschaftliche Flächen in Vorarlberg anzustreben.

---

<sup>4</sup> Lindan findet in zahlreichen Ländern als Insektizid Verwendung, ist eine sehr beständige, leicht flüchtige Substanz, die weltweit in der Umwelt nachweisbar ist und sich auf Grund der guten Fettlöslichkeit in der Nahrungskette anreichert (Umweltbundesamt Wien 1997).

<sup>5</sup> gemäß Anlage 1 Teil 1 der Kompostverordnung

## 5 Produktionsnutzungsketten für Resede und Krapp; Anbieter-Nachfrager-Struktur

### KRAPP

Feldvorbereitung, Anbau, Bestandespflege und Ernte Ü	Zerkleinerung Ü	Wurzelwaschen Ü	Trocknung Ü	Standardisierung/ Ausfärbung Ü	Verpackung
<b>Mögliche Maschinenausstattung inkl. Leistungsangaben</b>					
Annahmen wie bei Kostenabschätzung. Trocknung und Zerkleinerung anlog Baldrian, da in Österreich keine Praxiserfahrungen mit Wurzeldrogen bestehen. Arbeitszeit und Kostenaufwand siehe Kostenabschätzung Krapp!					
Allradtraktor (50 kW) Standardtraktor (35 kW) Anbaubepflüg, Saatbeetkombination, dreireihige Pflanzmaschine, Striegel, Hackgerät, Kartoffelvielfachgerät, Miststreuer für Wirtschaftsfüngerausbringung, Siebkettenroder Schlegelhäcksler	Förderband (6m; Strombedarf: 1,5 kWh/h) Trommelwaschmaschine mit Steinabscheidung (500kg/h; Strombedarf: 4,5 kWh/h) Zerkleinerer für Wurzeldrogen (25 mm, 7,5 kW, 500 kg/h; Strombedarf: 7,5 kWh/h) Waschmaschine mit HD-Wascheinrichtung für Gemüse (500 kg/h; Strombedarf: 8,5 kWh/h) (Quelle: KTBL 2002)	Förderband (6 m; Strombedarf: 1,5 kWh/h) Satztrockner für Wurzel- drogen (2x40 m <sup>2</sup> , ca. 100 kg H <sub>2</sub> O/h, 8t Frischmasse; Strombedarf: 16,0 kWh/h, Heizölbedarf: 98,62 l/h) Trocknungsdauer: 32,5 h/t Droge (Quelle: KTBL 2002)	?		Schlauchbeutelmaschine
<b>Akteur</b>					
<b>Ludwig Perger</b> , Bio-Kräuterbauer in Bruckneudorf, Bgld. (Kooperation mit 6 Bio-Bauern in der Umgebung)			?		
<b>Tatsächliche Maschinenausstattung der Akteure</b>					
Standardausstattung + Pflanzmaschine Siebkettenroder für Wurzelernte lässt sich ausborgen (Rüben- und Erdäpfelanbau in der Nähe)	Schneidanlage (für kleine Mengen verwendbar)	derzeit Testbetrieb einer Gemüsewaschanlage, die auch für Krappwurzeln geeignet sein könnte	?		Schlauchbeutelmaschine

RESEDE				
Feldvorbereitung, Anbau, Bestandspflege und Ernte Ü	Zerkleinerung Ü	Trocknung Ü	Standardisierung/ Ausfärbung Ü	Verpackung
<b>Mögliche Maschinenausstattung inkl. Leistungsangaben</b>				
Annahmen wie bei Kostenabschätzung. Trocknung und Zerkleinerung anlog Pfefferminze. Arbeitszeit und Kostenaufwand siehe Kostenabschätzung Resede!				
Allradtraktor (50 kW) Standardtraktor (35 kW) Anbaubepflüg, Saatbeetkombination, dreireihige Pflanzmaschine, Striegel, Hackgerät, Mähler	Annahme-Dosiergerät (Strombedarf: 4,1 kWh/h) Schneidemaschine (Strombedarf: 6,0 kWh/h) Windsichter (Strombedarf: 1,1 kWh/h) (Quelle: KTBL 2002)	5-Bandtrockner (125 m <sup>2</sup> , ca. 700 kg H <sub>2</sub> O, 10t FMI; Strombedarf: 55,0 kWh/h, Heizölbedarf: 94,9 l/h) Trocknungsdauer: 11 h/t Droge (Quelle: KTBL 2002)	?	Schlauchbeutelmaschine
<b>Akteur</b>				
Ludwig Perger, Bio-Kräuterbauer in Bruckneudorf, Bgld. (Kooperation mit 6 Bio-Bauern in der Umgebung)			?	Firma Sonnentor
<b>Tatsächliche Maschinenausstattung der Akteure</b>				
Standardausstattung + Pflanzmaschine, Mähler	Schneidanlage	2 zusammengehängte Bandtrockner (Trocknungsfläche insgesamt 1.000 m <sup>2</sup> )	?	Schlauchbeutelmaschine

? = Wer den zwischen Trocknung und Verpackung in Schlauchbeutel liegenden Verarbeitungsschritt der Standardisierung der Färbetrogen (= Ausfärbung, Mischen der Chargen) durchführt, ist zum gegebenen Zeitpunkt offen.

## 5.1 Übertragbarkeit der hier dargestellten Prozessketten auf andere Färbepflanzenarten

Es kann davon ausgegangen werden, dass die für Krapp beschriebene Produktionskette ***hinsichtlich der Anforderungen an die Maschinen- und Anlagenausstattung*** auch für Labkraut und Färbermeister ähnlich ist. Diese theoretischen Überlegungen ersetzen jedoch nicht einen Praxis-Versuchsanbau, da sich erst dabei zeigt, wie die Pflanzen tatsächlich zu handhaben sind. Für Labkräuter und Färbermeister fehlen noch Erfahrungen im großflächigen Anbau (d.h. ein Anbau auf mehr als ein paar m<sup>2</sup>-großen Parzellen).

Die hier für Resede dargestellte Prozesskette für Ganzpflanzennutzung kann, was die Maschinen- und Anlagenausstattung betrifft prinzipiell auch auf Färberscharte, Rainfarn und kanadische Goldrute übertragen werden.

Für die Aufbereitung von Blütendrogen (Färberkamille) sind andere Erntetechnologien (Pflückmaschinen) erforderlich (genaueres dazu siehe Endbericht Vorprojekt und HARTL und VOGL 2001).

Zu beachten ist, dass die hier beschriebenen Analogien nur für die Ausstattung mit Maschinen und Anlagen gelten, NICHT jedoch für die Anbau-, Ernte und Aufbereitungsverfahren und auch NICHT für die Kostenabschätzung! (Resede z.B. ist einjährig kultivierbar, Färberscharte, Rainfarn und Goldrute sind mehrjährige Pflanzen, die z.T. erst ab dem zweiten Jahr geerntet werden können; die Trocknungsdauer z.B. hängt von der Dicke und Beschaffenheit des Materials ab; die Kostenabschätzung z.B. hängt nicht nur vom Anbauverfahren, sondern auch vom Ertrag ab; usw. usw.).



## 6 Quellen

- ACHLEITNER, F. (2002): Landwirt in Eferding. Telefonische Mitteilung am 02.03.2002.
- ADAM, L. und B. DITTMAN (2001a): Anbautelegramme für Färber-Resede und Krapp. Hrsg.: Landesanstalt für Landwirtschaft, Güterfelde.
- ADAM, L. und B. DITTMAN (2001b): Ergebnisse zu Krappanbau und Ernte sowie Aspekte zu Produktlinienentwicklung mit Pflanzenfarbstoffen. In: Forum Färberpflanzen Dornburg 2001, Gülzower Fachgespräche Band 18, Hrsg.: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Gülzow. S. 118-136.
- BUNDESGESETZBLATT: Kompostverordnung, BGBl. II Nr. 292/2001, Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Qualitätsanforderungen an Komposte aus Abfällen
- GLAUNINGER, J. (2002): Institut für Pflanzenschutz, Universität für Bodenkultur Wien. Telefonische Mitteilung am 16.12.2002.
- GRÖDL, E. (1997): Bergkräutergenossenschaft Sarleinsbach. Persönliche Mitteilung am 06. 08. 1997 in Sarleinsbach.
- HACKL, G. (2000): Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Interview am 19.06.2000.
- HARTL, A. und VOGL, C. R. (2001): Faser- und Färbepflanzen aus Ökologischem Landbau. Erzeugung, Verarbeitung und Vermarktung. In: Berichte aus Energie- und Umweltforschung, Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien. Band 1a.
- KÖPPL, P. (1997): Saatbau Linz, Abteilung Kräuter und Gewürze. Persönliche Mitteilung am 06. 08. 1997 in Kefermarkt.
- KRAPFENBAUER, F. (1997): NÖ Alternativproduzentenverein. Persönliche Mitteilung am 20. 11. 1997 in Retz.
- KTBL (2002) (Hrsg.): Heil- und Gewürzpflanzen. Daten für die Kalkulation von Deckungsbeiträgen und einzelkostenfreien Leistungen. Autoren: U. Bomme, M. Brenndörfer, A. Heindl, P. Jäger, I. Reichardt, B. Schaub, U. Schimmel, L. Weiershäuser, P. Winter. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL). Landwirtschaftsverlag, Münster.
- KREHAN H. (2002) Bundesamt und Forschungszentrum für Wald. Telefonische Mitteilung am 12. 12. 2002
- PELZMANN, H. (1997): Landwirtschaftliches Versuchszentrum Steiermark, Außenstelle Wies (ehemals Landes-Versuchsanlage für Spezialkulturen Wies). Persönliche Mitteilung am 24. 10. 1997 in Wies.
- PELZMANN, H. (2000): Landesversuchszentrum Steiermark, Versuchsstation für Spezialkulturen, Wies. Interview am 19.06.2000.
- PELZMANN, H. (2002a): Landwirtschaftliches Versuchszentrum Steiermark, Außenstelle Wies. Persönliche Mitteilung am 30.10.2002 in Wies.
- PELZMANN, H. (2002b): Landwirtschaftliches Versuchszentrum Steiermark, Außenstelle Wies. Telefonische Mitteilung am 16.12.2002.

- PERGER, L. (2002): Bio-Bauer in Bruck-Neudorf. Telefonische Mitteilung am 02.03. und 13.12.2002.
- TIEFENBACHER, F. (1997): Waldland Betriebs- und Handels Ges.m.b.H. Persönliche Mitteilung am 20. 11. 1997 in Oberwalthenreith.
- TLL (1999): Anbautelegramme für Krapp und Färberwau. Hrsg. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena.
- TOMICZEK Ch. (2002) Bundesamt und Forschungszentrum für Wald. Telefonische Mitteilung am 3. 12. 2002
- VOGL Ch. R. (2002) EU Verordnung 2092/91 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel; Konsolidierte Fassung 40. ergänzte Auflage vom 29. Oktober 2002, IFÖL BOKU Wien
- BMLFUW (2001), 6. Umweltkontrollbericht, Kapitel 18.5.3. Umweltbundesamt Wien 2001
- WANIEK, S. (1995): Der Anbau von Heil- und Gewürzpflanzen in der Steiermark – eine Bestandsaufnahme. Diplomarbeit am Fachbereich Gartenbau der Fachhochschule Osnabrück. Betreuer: Prof. Dr. C. Wonneberger.
- WEINGARTMANN, H. (2000): Institut für Land-, Umwelt- und Energietechnik. Universität für Bodenkultur Wien. Interview am 21.06.2000.

## ANHANG D

### Produktions-Nutzungsketten als Grundlage für die Optimierung der Farbstoffproduktion

#### D.1. Produktions-Nutzungsketten

Die folgenden Tabellen enthalten eine detaillierte Auflistung der Arbeitsschritte und erforderlichen Infrastruktur zur Produktion von standardisierten Farbstoffen. Die Arbeitsschritte und Infrastruktur wurden mit Kosten belegt. Die Grundlagen für diese Tabellen wurden bei Rohstoffen der landwirtschaftlichen Primärproduktion aus Anhang E<sup>1</sup> entnommen, für die Farbstoffstandardisierung wurden die entsprechenden Daten aus dem Laborbetrieb abgeleitet, die Daten für die Aufbereitung (Schneiden, Verpacken) wurden bei einem potenziell ausführenden Betrieb erhoben. Bei den Reststoffen wurden teilweise Analogieschlüsse vorgenommen (siehe Erläuterungen zu den Tabellen). Bei der Trocknung wurde als Alternative zur Trocknung mit Heizöl auch eine reinsolare Trocknung und eine teilsolare (30%) Trocknung angenommen. In einer ersten Näherung wurden die festen Maschinenkosten gleich belassen und die veränderlichen Energiekosten dementsprechend abgeändert.

Diese Tabellen bildeten die Grundlage für die Ermittlung der Stellschrauben zur Optimierung der Produktionsnutzungsketten von der Rohstoffbereitstellung bis zum standardisierten Farbstoff.

Die Tabellen 1 bis 4 enthalten die Daten für die Phasen der Rohstoffgewinnung sowie Aufbereitung und Trocknung. Die Phase der Farbstoffstandardisierung ist für alle Rohstoffe gleich und wird in einer separaten Tabelle beschrieben.

Tabelle 1: Resede (Krautige Drogen aus landwirtschaftlicher Primärproduktion)

	Resede 1 t Ertrag	Resede 2 t Ertrag	Resede 3 t Ertrag	Resede 4 t Ertrag	Resede 5 t Ertrag
	€	€	€	€	€
Zinsen Umlaufvermögen	134	134	134	134	134
<b>Pflanzenmaterial, Versicherung</b>					
Saatgut Jungpflanzenanzucht	6	6	6	6	6
Jungpflanzenanzucht, Transport	3.357	3.357	3.357	3.357	3.357
Hagelversicherung	125	125	125	125	125
<b>AK Pflanzung, Pflege, Ernte</b>					
1,6 h Herbstackerung	13	13	13	13	13
1,2 h 1x Saatbeetbereitung	10	10	10	10	10
5 h Rüstzeit Auspflanzung	41	41	41	41	41
40 h Auspflanzung	300	300	300	300	300
1,2 h 1x Striegeln	10	10	10	10	10
2,4 h 2x Hacken	20	20	20	20	20
40 h händisch Hacken	300	300	300	300	300
1,2 h Ernte Mähader	10	10	10	10	10
<b>MK Pflanzung, Pflege, Ernte</b>					
Herbstackerung	22	22	22	22	22
1x Saatbeetbereitung	16	16	16	16	16
Auspflanzung	146	146	146	146	146
1x Striegeln	16	16	16	16	16

<sup>1</sup> Die Datengrundlage stammt aus „Heil- und Gewürzpflanzen“, KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft), 2002, Eigenverlag. Heizölkosten: 0,36 €/l

	Resede 1 t Ertrag	Resede 2 t Ertrag	Resede 3 t Ertrag	Resede 4 t Ertrag	Resede 5 t Ertrag
	€	€	€	€	€
1x Hacken	22	22	22	22	22
Ernte Mähader	71	71	71	71	71
<b>Rohstoff (Erntematerial) / ha €</b>	<b>4.620</b>	<b>4.620</b>	<b>4.620</b>	<b>4.620</b>	<b>4.620</b>
<b>Rohstoff € pro kg</b>	<b>4,62</b>	<b>2,31</b>	<b>1,54</b>	<b>1,15</b>	<b>1,03</b>

<b>AK Aufbereitung</b>					
Überwachung Schneiden, Windsichter					
<b>MK Aufbereitung</b>					
Windsichter					
Schneidemaschine					
<b>AK Trocknung</b>					
Überwachung Bandtrockner	189	378	568	757	946
<b>MK Trocknung</b>					
12% Steuern Maschinenkosten	116	231	347	462	578
feste Kosten Maschine	500	1.000	1.500	2.000	2.500
veränderliche Kosten Strom	73	146	219	292	365
veränderliche Kosten Heizöl	374	749	1.123	1.498	1.872
veränderliche Kosten Reparatur	10	20	30	40	50
<b>AK Verpackung</b>					
Einsacken in 15 kg Säcke	86	172	258	344	430
<b>MK Verpackung</b>					
15 kg Säcke	22	44	66	88	110
Aministration / Vermarktung	26	52	77	103	129
<b>Aufbereitung, Trocknung €/kg</b>	<b>1,40</b>	<b>1,40</b>	<b>1,40</b>	<b>1,40</b>	<b>1,40</b>
<b>Solar ohne Heizöl €/kg</b>	<b>1,02</b>	<b>1,02</b>	<b>1,02</b>	<b>1,02</b>	<b>1,02</b>
<b>30% solar, 70 % Heizöl €/kg</b>	<b>1,28</b>	<b>1,28</b>	<b>1,28</b>	<b>1,28</b>	<b>1,28</b>

<b>AK Aufbereitung (Stundensatz 35 €/h)</b>	
Vor-, Rüst-, Nacharbeiten: Schneidemühle fix 1h	0,04
Schneidemühle variabel	0,12
<b>MK Aufbereitung (in Arbeitskosten: 35 €/h)</b>	
<b>AK Verpackung (Stundensatz 35 €/h)</b>	
Schlauchbeutelmaschine Vor-, Nachrüsten 1h	0,04
Überwachung Schlauchbeutelmaschine	0,08
<b>MK Verpackung (in Arbeitskosten: 35 €/h)</b>	
<b>Aufbereitung, Einwaage, Verpackung €/kg</b>	<b>0,26</b>

Erläuterungen zur Tabelle:

- # AK = Arbeitskosten, MK = Maschinenkosten, Materialkosten.
- # Zinsen des Umlaufvermögens sind mit 4% angesetzt.
- # Stundensätze Landwirtschaft: 7,50 € für einfache Arbeiten; 8,20 € für qualifizierte Arbeiten; 8,60 € für spezialisierte Arbeiten.
- # Die Kosten für Windsichten und Schneiden sind in der „Überwachung Bandtrockner“ enthalten.
- # Windsichten und Schneiden muss vor der Trocknung erfolgen, weil damit Energie für die Trocknung eingespart wird.
- # Stundensätze Privatwirtschaft (Erhebung beim Unternehmen Sonnentor: welchen Stundensatz würde der Betrieb für diese Leistung verrechnen): der Stundensatz von 35 €/h deckt auch die Maschinen- und Gebäudekosten ab.
- # Schneidemühle: Rinde max. 500 kg / h; Zwiebel 100-150 kg / h; Resede 300 kg/h.
- # Schlauchbeutelmaschine: max. 100 Stück pro Minute, das sind 100 Stück bei Rinde. 50 Stück bei Zwiebel. Füllmenge: 50 oder 100 g. Für Resede wurden 75 Stück pro Minute angenommen.

Tabelle 2: Krapp (Wurzeldrogen aus landwirtschaftlicher Primärproduktion)

	Krapp 1 t Ertrag	Krapp 2 t Ertrag	Krapp 3 t Ertrag	Krapp 4 t Ertrag	Krapp 4,5 t Ertrag
	€	€	€	€	€
Zinsen Umlaufvermögen	207	207	207	207	207
<b>Pflanzenmaterial, Versicherung</b>					
Saatgut Jungpflanzenanzucht	1.149	1.149	1.149	1.149	1.149
Jungpflanzenanzucht, Transport	5.165	5.165	5.165	5.165	5.165
Hagelversicherung	100	100	100	100	100
<b>AK Pflanzung, Bestandspflege, Ernte</b>					
5 h Wirtschaftsdüngerausbringung	41	41	41	41	41
1,6 h Herbstackerung	13	13	13	13	13
1,2 h 1x Saatbeetbereitung	10	10	10	10	10
5 h Rüstzeit Auspflanzung	41	41	41	41	41
40 h Auspflanzung	180	180	180	180	180
1,2 h 1x Striegeln	10	10	10	10	10
1. Jahr					
2,4 h 2x Hacken	20	20	20	20	20
80 h händisch Hacken	600	600	600	600	600
1,2 h Anhäufeln	10	10	10	10	10
2. Jahr					
5 h Wirtschaftsdüngerausbringung	41	41	41	41	41
3. Jahr					
1,2 h Schlägeln	10	10	10	10	10
20 h Ernte Siebkettenroder	164	164	164	164	164
<b>MK Pflanzung, Bestandspflege, Ernte</b>					
Wirtschaftsdüngerausbringung	59	59	59	59	59
Herbstackerung	22	22	22	22	22
1x Saatbeetbereitung	16	16	16	16	16
Auspflanzung	146	146	146	146	146
1x Striegeln	16	16	16	16	16
1. Jahr					
2x Hacken	22	22	22	22	22
Anhäufeln	22	22	22	22	22
2. Jahr					
Wirtschaftsdüngerausbringung	59	59	59	59	59
3. Jahr					
Schlägeln	25	25	25	25	25
Ernte Siebkettenroder	1.609	1.609	1.609	1.609	1.609
<b>Rohstoff (Erntematerial) €/ha</b>	<b>9.757</b>	<b>9.757</b>	<b>9.757</b>	<b>9.757</b>	<b>9.757</b>
<b>Rohstoff €/kg</b>	<b>9,76</b>	<b>4,88</b>	<b>3,25</b>	<b>2,44</b>	<b>2,17</b>
<b>AK Aufbereitung</b>					
16 h Absieben, Vorwäsche, Zerkleinern	138	275	413	550	619
12 h Waschen Trommelwaschmaschine	103	206	310	413	464
<b>MK Aufbereitung</b>					
Reinigungswasser	15	29	43	58	66
<b>AK Aufbereitung</b>					
Überwachung Exakthäcksler					
<b>MK Aufbereitung</b>					
Exakthäcksler					

	Krapp 1 t Ertrag	Krapp 2 t Ertrag	Krapp 3 t Ertrag	Krapp 4 t Ertrag	Krapp 4,5 t Ertrag
	€	€	€	€	€
<b>AK Trocknung</b>					
Vor-, Rüst- und Nacharbeiten	275	275	275	275	275
6,75 h zur Trocknungsanlage, einlagern	58	116	174	232	261
17,5 h Satztrockner, 2x wenden	151	301	452	602	677
<b>MK Trocknung</b>					
12% Steuern Maschinenkosten	221,43	435	649	862	969
Vor-, Rüst- und Nacharbeiten	19,45	19,45	19,45	19,45	19,45
Zur Trocknungsanlage, einlagern	31,72	26,85	21,98	17,11	14,67
aus Trocknung auslagern	7,93	6,78	5,63	4,48	3,90
feste Kosten Maschine	540,00	1.080	1.620	2.160	2.430
veränderliche Kosten Strom	72,13	144	216	289	325
veränderliche Kosten Heizöl	1.164	2.328	3.492	4.656	5.238
veränderliche Kosten Reparatur	100	200	300	400	450
<b>AK Verpackung</b>					
7 h Auslagern Trocknung, Einsacken	60	120	181	241	271
<b>MK Verpackung</b>					
25 kg Säcke	11	22	34	45	50
Aministration / Vermarktung	37	74	111	148	167
<b>Aufbereitung, Trocknung €/kg</b>	<b>3,02</b>	<b>2,84</b>	<b>2,78</b>	<b>2,75</b>	<b>2,74</b>
<b>solar ohne Heizöl €/kg</b>	<b>1,71</b>	<b>1,54</b>	<b>1,48</b>	<b>1,45</b>	<b>1,44</b>
<b>30% solar, 70% Heizöl €/kg</b>	<b>2,62</b>	<b>2,45</b>	<b>2,39</b>	<b>2,36</b>	<b>2,35</b>

<b>AK Aufbereitung (Stundensatz 35 €/h)</b>	
Vor-, Rüst-, Nacharbeiten: Schneidemühle fix 1h	0,04
Schneidemühle variabel	0,07
<b>MK Aufbereitung (in Arbeitskosten: 35 €/h)</b>	
<b>AK Verpackung (Stundensatz 35 €/h)</b>	
Schlauchbeutelmaschine Vor-, Nachrüsten 1h	0,04
Überwachung Schlauchbeutelmaschine	0,06
<b>MK Verpackung (in Arbeitskosten: 35 €/h)</b>	
<b>Aufbereitung, Einwaage, Verpackung €/kg</b>	<b>0,21</b>

Erläuterungen zur Tabelle:

- ## AK = Arbeitskosten, MK = Maschinenkosten, Materialkosten.
- ## Zinsen des Umlaufvermögens sind mit 4% angesetzt.
- ## Stundensätze Landwirtschaft: 7,50 € für einfache Arbeiten; 8,20 € für qualifizierte Arbeiten; 8,60 € für spezialisierte Arbeiten.
- ## Die Kosten für Exakthäckseln sind in den Trocknungskosten enthalten.
- ## Die Trocknungskosten sind zum Großteil mengenabhängig; Vor-, Rüst- und Nacharbeiten sind mengenunabhängig und sinken daher pro kg bei steigender Menge.
- ## Stundensätze Privatwirtschaft (Erhebung beim Unternehmen Sonnentor: welchen Stundensatz würde der Betrieb für diese Leistung verrechnen): der Stundensatz von 35 €/h deckt auch die Maschinen- und Gebäudekosten ab.
- ## Schneidemühle: Rinde max. 500 kg / h; Zwiebel 100-150 kg / h; Resede 300 kg / h.
- ## Schlauchbeutelmaschine: max. 100 Stück pro Minute, das sind 100 Stück bei Rinde. 50 Stück bei Zwiebel. Füllmenge: 50 oder 100 g. Für Krapp wurden die Werte von Rinde übernommen.

Tabelle 3: Auszug aus der Produktions-Nutzungskette für trockene feste Reststoffe

	<b>Trockene feste Reststoffe</b>				
	<b>€ / kg TS bei 1 Tonne Rohmaterial</b>				
	Rinde händisch	Rinde Dekor	Rinde Heizwerk	Nusschale grün	Zwiebel- schale trocken
Wassergehalt	< 50%	< 50%	< 50%	< 12%	<12%
<b>AK Rohstoff (Handling)</b>	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>MK Rohstoff</b>	0,00	0,10	0,05	6,20	0,00
<b>AK Verpackung (8,6 €/h spezialisierte Arbeiten)</b>					
7 h Auslagern, Einsacken	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
<b>MK Verpackung</b>					
25 kg Säcke	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
<b>Rohstoff €/kg</b>	<b>0,57</b>	<b>0,17</b>	<b>0,12</b>	<b>6,27</b>	<b>0,07</b>
<b>AK Trocknung (8,6 €/h spezialisierte Arbeiten)</b>					
Überwachung Trockner	0,19	0,19	0,19	0,00	0,00
<b>MK Trocknung</b>					
12% Steuern Maschinenkosten	0,22	0,22	0,22	0,00	0,00
Vor-, Rüst- und Nacharbeiten	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00
Zur Trocknungsanlage, einlagern	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00
aus Trocknung auslagern	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
feste Kosten Maschine	0,54	0,54	0,54	0,00	0,00
veränderliche Kosten Strom	0,07	0,07	0,07	0,00	0,00
veränderliche Kosten Heizöl	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00
veränderliche Kosten Reparatur	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00
<b>Trocknung €/kg</b>	<b>1,21</b>	<b>1,21</b>	<b>1,21</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>AK Aufbereitung (Stundensatz 35 €/h)</b>					
Vor-, Rüst-, Nacharbeiten: Schneidemühle fix 1h	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Schneidemühle variabel	0,07	0,07	0,07	0,07	0,35
<b>MK Aufbereitung (in Arbeitskosten: 35 €/h)</b>					
<b>AK Verpackung (Stundensatz 35 €/h)</b>					
Schlauchbeutelmaschine Vor-, Nachrüsten 1h	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Überwachung Schlauchbeutelmaschine	0,06	0,06	0,06	0,06	0,12
<b>MK Verpackung (in Arbeitskosten: 35 €/h)</b>					
Administration / Vermarktung	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
<b>Aufbereitung, Einwaage, Verpackung €/kg</b>	<b>0,24</b>	<b>0,24</b>	<b>0,24</b>	<b>0,24</b>	<b>0,57</b>

Erläuterungen zur Tabelle:

- €# AK = Arbeitskosten, MK = Maschinenkosten, Materialkosten
- €# Die zugrunde gelegten Stundensätze stammen zum Teil aus der Landwirtschaft (8,60 €/h für spezialisierte Arbeiten) und aus der Privatwirtschaft (Erhebung beim Unternehmen Sonnentor: welchen Stundensatz würde der Betrieb für diese Leistung verrechnen): der Stundensatz von 35 €/h deckt auch die Maschinen- und Gebäudekosten ab.
- €# Grüne getrocknete Nusschale wird als Lebensmittelzusatz verkauft. Der Verkaufspreis scheint bei den Materialkosten auf. Der Aufwand für die Trocknung ist darin enthalten.
- €# Zwiebelchale weist einen Feuchtigkeitsgehalt unter 12% auf und muss daher nicht getrocknet werden.
- €# Für die Trocknung der Rinde wurden ein Wert für die Holz Trocknung aus GEMIS<sup>2</sup> verwendet: 714 kWh pro Tonne Trockensubstanz (entspricht etwa 71,4 l Heizöl). Die anderen Daten der Trocknung (MK) wurden aus der Berechnung für Krapp übernommen. Die Heizölkosten sind mit 0,36 € / l angesetzt, um mit den landwirtschaftlichen Primärprodukten zu vergleichbaren Kosten zu kommen (siehe Anhang E).
- €# Schlauchbeutelmaschine: max. 100 Stück pro Minute, das sind 100 Stück bei Rinde. 50 Stück bei Zwiebel. Füllmenge: 50 oder 100 g
- €# Schneidemühle: Rinde max. 500 kg / h; Zwiebel 100-150 kg / h; Resede 300 kg/h.
- €# Für das Schneiden und Verbeuteln von trockener Nusschale wurden die Daten für Rinde übernommen.

<sup>2</sup> BERTSCH, E.; GEISLER, S. (1996): GEMIS-Anpassung Österreich Primärenergie und Graue Energie, im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft, Verkehr und Kunst; Wien

Tabelle 4: Auszug aus der Produktions-Nutzungskette für nasse feste Reststoffe

	<b>Nasse feste Reststoffe</b>			
	<b>€ / kg TS bei 1 Tonne Rohmaterial</b>			
	Beerentrester nass	Beerentrester getrocknet	Teetrester nass	Gemüse- reste nass
Wassergehalt	ca. 60%	< 15%	60 - 65%	80 - 90%
<b>AK Rohstoff (Handling)</b>	0,50	0,00	0,50	0,50
<b>Rohstoffkosten</b>	0,00	1,50	0,00	0,00
<b>AK Verpackung (8,6 €/h spezialisierte Arbeiten)</b>				
7 h Auslagern, Einsacken	0,06	0,06	0,06	0,06
<b>MK Verpackung</b>				
25 kg Säcke	0,01	0,01	0,01	0,01
<b>Rohstoff €/kg</b>	<b>0,57</b>	<b>1,57</b>	<b>0,57</b>	<b>0,57</b>
<b>AK Trocknung (8,6 €/h spezialisierte Arbeiten)</b>				
Vor-, Rüst- und Nacharbeiten	0,28	0,00	0,28	0,28
6,75 h zur Trocknungsanlage, einlagern	0,06	0,00	0,06	0,06
17,5 h Satztrockner, 2x wenden	0,15	0,00	0,15	0,15
<b>MK Trocknung</b>				
12% Steuern Maschinenkosten	0,22	0,00	0,22	0,22
Vor-, Rüst- und Nacharbeiten	0,02	0,00	0,02	0,02
Zur Trocknungsanlage, einlagern	0,03	0,00	0,03	0,03
aus Trocknung auslagern	0,01	0,00	0,01	0,01
feste Kosten Maschine	0,54	0,00	0,54	0,54
veränderliche Kosten Strom	0,07	0,00	0,07	0,07
veränderliche Kosten Heizöl	0,81	0,00	0,81	0,81
veränderliche Kosten Reparatur	0,10	0,00	0,10	0,10
<b>Trocknung €/kg</b>	<b>2,29</b>	<b>0,00</b>	<b>2,29</b>	<b>2,29</b>
<b>AK Verpackung (Stundensatz 35 €/h)</b>				
Schlauchbeutelmaschine Vor- und Nachrüstarbeiten 1h	0,04	0,04	0,04	0,04
Überwachung Schlauchbeutelmaschine	0,06	0,06	0,06	0,06
<b>MK Verpackung (in Arbeitskosten: 35 €/h)</b>				
Administration / Vermarktung	0,04	0,04	0,04	0,04
<b>Einwaage, Verpackung €/kg</b>	<b>0,13</b>	<b>0,13</b>	<b>0,13</b>	<b>0,13</b>

Erläuterungen zur Tabelle:

- ## AK = Arbeitskosten, MK = Maschinenkosten, Materialkosten
- ## Die zugrunde gelegten Stundensätze stammen zum Teil aus der Landwirtschaft (8,60 € für spezialisierte Arbeiten) und aus der Privatwirtschaft (Erhebung beim Unternehmen Sonnentor: welchen Stundensatz würde der Betrieb für diese Leistung verrechnen): der Stundensatz von 35 €/h deckt auch die Maschinen- und Gebäudekosten ab.
- ## Beerentrester getrocknet wird als Tierfutterzusatz verkauft. Der Verkaufspreis scheint bei den Materialkosten auf. Der Aufwand für die Trocknung ist darin enthalten.
- ## Für die Trocknung wurden die Daten für Krapp übernommen: 30% solarer Anteil, 70% Heizöl.
- ## Die Zerkleinerung vor der Trocknung bzw. vor der Verbeutelung ist nicht erforderlich, weil es sich bereits um kleine Teilchen handelt (Trester) oder weil die Reststoffe durch die Gemüseverarbeitung bereits zerkleinert bzw. breiig vorliegen. Die Trocknung findet entweder am Ort der Gemüse- oder Beerenverarbeitung statt (z.B. Trocknung des Tresters bei Grünwald) und wird dann zum Ort der Verbeutelung transportiert, oder die Trocknung findet wie hier angenommen in einer landwirtschaftlichen Trocknungsanlage am Ort der Verbeutelung statt.
- ## Schlauchbeutelmaschine: max. 100 Stück pro Minute. Das sind 100 Stück bei Rinde, 50 Stück bei Zwiebel. Füllmenge: 50 oder 100 g. Für die nassen festen Reststoffe wurden die Daten für Rinde übernommen.

Tabelle 5: Auszug aus der Produktions-Nutzungskette: Farbstoffstandardisierung

<b>AK Standardisierung Farbstoff</b>		
Farbstoffbeutel ausfärben auf verschiedenen Fasern	1h	35,00
Visueller Vergleich mit Farbstoffstandard	0,25 h	8,75
Abmischen um Standard zu erreichen	0,5 h	17,50
Ausfärbung der Mischung auf verschiedenen Fasern	1 h	35,00
Visueller Vergleich mit Farbstoffstandard	0,25 h	8,75
1. Korrektur		
Abmischen um Standard zu erreichen	0,5 h	17,50
Ausfärbung der Mischung auf verschiedenen Fasern	1 h	35,00
Visueller Vergleich mit Farbstoffstandard	0,25 h	8,75
2. Korrektur		
Abmischen um Standard zu erreichen 0,5 h	0,5 h	17,50
Ausfärbung der Mischung auf verschiedenen Fasern 1 h	1 h	35,00
Visueller Vergleich mit Farbstoffstandard 0,25 h	0,25 h	8,75
<b>MK Standardisierung Farbstoff</b>		
Färbelabor		
Energiekosten		
Lagerkosten		
	<b>Kosten Standardisierung / verkaufter Charge</b>	<b>227,50</b>
	€ pro kg bei 50 kg	4,55
	€ pro kg bei 100 kg	2,28
	€ pro kg bei 200 kg	1,14
	€ pro kg bei 500 kg	0,46
	€ pro kg bei 1000 kg	0,23

Erläuterungen zur Tabelle:

€# AK = Arbeitskosten, MK = Maschinenkosten, Materialkosten

€# Die zugrunde gelegten Stundensätze stammen aus der Privatwirtschaft (Erhebung beim Unternehmen Sonnentor: welchen Stundensatz würde der Betrieb für diese Leistung verrechnen): der Stundensatz von 35 €/h deckt auch die Maschinen- und Gebäudekosten ab.

Bei der Optimierung der Herstellungskosten sind folgende Kostenkategorien zu berücksichtigen:

- €# Ertragsabhängige Kosten: Rohstoffgewinnung aus landwirtschaftlicher Primärproduktion. Die Kosten pro kg sinken mit steigendem Ertrag.
- €# Materialabhängige Kosten: Die Trocknungsdauer ist abhängig von der Beschaffenheit des Trocknungsgutes (Blätter trocknen schneller als Wurzeln); die Beschaffenheit bestimmt auch die Materialmenge, die pro Zeiteinheit geschnitten und verbeutelt werden kann (die gleiche Menge Zwiebelschale nimmt mehr Zeit in Anspruch als Rinde).
- €# Mengenabhängige Kosten: Die Trocknungskosten steigen im gleichen Ausmaß mit der Menge des Trocknungsgutes. In manchen Fällen (wie bei Krapp) können Fixkosten für vorbereitende oder nachbereitende Arbeiten auftreten, die unabhängig von der Menge des Trocknungsgutes anfallen. Diese Kosten sind jedoch nicht dominant.
- €# Mengenunabhängige Kosten: Für die Farbstoffstandardisierung ist ein bestimmter Arbeitsablauf erforderlich, der mengenunabhängig ist. Je mehr von dem standardisierten Farbstoff verkauft wird, desto geringer wird der Anteil der Standardisierungskosten am verkauften Produkt.

## D.2. Optimierung der Produktions-Nutzungsketten

Die folgende Darstellung ist in den Abschnitten „Rohstoffgewinnung“ und „Aufbereitung“ als Orientierung zu verstehen. Für die Bereitstellung von landwirtschaftlichen Rohstoffen müssen zur Optimierung pflanzenspezifische Versuche vorgenommen werden; das gilt auch für den Bereich der Trocknung, wo ebenfalls pflanzen- und anlagenspezifische Analysen erforderlich sind. Dem Schwerpunkt des Programms „Fabrik der Zukunft“ entsprechend lag der Schwerpunkt der Optimierungsarbeiten in diesem Projekt im Bereich „Standardisierung des Farbstoffs und Färbung“.

### D.2.1 Optimierung der Rohstoffgewinnung

Der Anbau erfolgt nach den Richtlinien des ökologischen Landbaus: es werden damit keine Pestizide und kein Kunstdünger eingesetzt und die damit verbundenen Umweltbelastungen eingespart. Da noch keine Praxiserfahrungen mit dem großmaßstäblichen Anbau von Färbepflanzen im Ökologischen Landbau bestehen und somit keine Erfahrungswerte zu den erzielbaren Erträgen vorliegen, sind für die Anfangszeit Praxisversuche oder Lösungen zur Minimierung des wirtschaftlichen Risikos für die Landwirte erforderlich. Dies könnten z.B. Abnahmeverträge sein, die Abnahmegarantien bieten und einen Preis gestaffelt nach der Höhe des Ertrages festlegen (siehe Anhang E).

Bei der Produktion von Farbstoffen aus landwirtschaftlicher Primärproduktion ist zwischen den Kosten für das Erntematerial und den Kosten für den getrockneten Rohstoff zu unterscheiden: Die Kosten für die Produktion des Erntematerials sind ertragsunabhängige Kosten (Euro pro Hektar). Je mehr Ertrag pro Fläche erwirtschaftet wird, desto geringer werden die Kosten pro kg Erntematerial. Die Kosten für die Trocknung des Erntematerials sind zum Großteil ertragsabhängige Kosten (Euro pro Kilogramm). Je mehr Menge getrocknet wird, desto höher werden die Kosten für die Trocknung.

Eine Ertragssteigerung zur Senkung der Kosten für den getrockneten Rohstoff ist daher nur in einer gewissen Bandbreite, nämlich im Bereich von 1 bis 3, maximal 4 Tonnen Ertrag sinnvoll: Bei Resede bringt eine Ertragssteigerung von einer Tonne auf zwei Tonnen eine Kostenreduktion von 2,31 € / kg getrocknetes Material. Die Ertragssteigerung von 2 t auf 3 t Material bringt eine Reduktion von ca. 0,77 €, die Steigerung von 3 auf 4 Tonnen bringt nur mehr eine Reduktion von 0,38 €, von 4 auf 5 Tonnen 0,23 €.

Bei Krapp können durch Ertragssteigerung folgende Kostenreduktionen erreicht werden: eine Ertragssteigerung von einer Tonne auf zwei Tonnen bringt eine Kostenreduktion von 5,05 € / kg getrocknetes Material. Die Ertragssteigerung von 2 t auf 3 t Material bringt eine Reduktion von ca. 1,69 €, die Steigerung von 3 auf 4 Tonnen bringt nur mehr eine Reduktion von 0,84 €, von 4 auf 5 Tonnen 0,5 €.

Ursache für den Rückgang des Ausmaßes der Kostensenkung bei steigender Ertragsmenge ist der Einfluss der mengenabhängigen Kosten für die Trocknung des Erntematerials.

Ertragssteigerung bedeutet hier nicht das Erzielen von hohen Erträgen durch direkte Düngung der Kultur wie im konventionellen Landbau üblich, sondern - den Prinzipien des Ökologischen Landbaus entsprechend - durch Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit, Wahl des optimalen Standortes, Wahl der richtigen Fruchtfolge sowie geeigneter Methoden der Schädlings- und Unkrautregulierung.

Im Reststoffbereich muss darauf geachtet werden, dass der Rohstoff keine Schadstoffe enthält. Aus diesem Grund kommen beispielsweise die Rinden von Nadelhölzern für eine Verwertung nicht in Betracht (siehe Anhang C).

Langfristig wünschenswert wäre eine Steigerung des Farbstoffgehalts im Erntematerial durch Züchtung bzw. Erhöhung der wertgebenden Anteile im Rohstoff (Reduktion des Holzanteils bei der anfallenden Rinde). Mehr Farbstoffgehalt bei der gleichen Menge an Rohstoff rechtfertigt einen höheren Preis pro kg Rohstoff.

### **D.2.1 Optimierung der Aufbereitung**

Die Aufbereitung (Zerkleinerung und Trocknung) ist ein Schlüsselfaktor für die pflanzliche Textilfärbung. Stückgröße, Trocknungstemperatur, Endfeuchtegehalt und die Wahl der Energieträger / des Trocknungsverfahrens beeinflussen die Qualität der Farbstoffe, das Ausmaß der Umweltbelastungen und sind ein wichtiger Kostenfaktor der Produktionskosten.

Für die Aufbereitung ist elektrische Energie für die Schneidemaschinen und Windsichter erforderlich; für den Trocknungsvorgang selbst wird Wärme und elektrische Energie für den Antrieb von Ventilatoren, Steuerungen, Wendeeinrichtungen und Laufbändern benötigt.

Das Zerkleinern erfolgt vor der Trocknung, weil damit Energie eingespart wird. Die Trocknung von Stückgut ist weniger energieintensiv als die Trocknung von Ganzpflanzen. Die Trocknung muss unmittelbar nach dem Schneiden erfolgen, damit die wertgebenden Inhaltsstoffe erhalten werden. Der Einsatz von Windsichtern ermöglicht die Trennung von Stielen (enthalten wenig wertgebende Inhaltsstoffe), damit wird die zu trocknende Menge um bis zu 40% reduziert, was mit einer dementsprechenden Energie- und Kosteneinsparung verbunden ist.

Für die Trocknung wird im Normalfall Heizöl verwendet. Die Einsparung fossiler Energieträger und von CO<sub>2</sub> ist durch den Einsatz von Solarkollektoren und Wärme aus Biogas für die solar unterstützte Trocknung möglich. Die Nutzung der Wärme aus der Kraftwärmekopplung im Sommerhalbjahr ist sinnvoll, weil der Bedarf nach Raumwärme nicht gegeben ist, die Wärme aber (an die Stromerzeugung gekoppelt) weiter anfällt. Die Wärmenutzung im Sommer verbessert damit die wirtschaftliche Bilanz der Biogasnutzung.

Die folgenden Beispiele geben eine Größenordnung für die aus der Trocknung mit Heizöl resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen und zeigen auch den Einfluss der Beschaffenheit des Pflanzenmaterials auf den Energieverbrauch für die Trocknung:

Resede (krautige Pflanze): Verbraucht werden 1.040 l Heizöl pro Tonne Trockenmasse<sup>3</sup>; der Energieinhalt von 1 l Heizöl beträgt etwa 10 kWh. Mit 10.400 kWh kann ein Niedrigenergiehaus mit 250 m<sup>2</sup> Fläche ein Jahr lang beheizt werden. Emissionsfaktor CO<sub>2</sub>: 0,28 kg / kWh, das ergibt eine CO<sub>2</sub> Emission von 2.912 kg CO<sub>2</sub> / t Pflanzenmaterial. Im Vergleich dazu beträgt die jährliche CO<sub>2</sub> Emission einer Person in Österreich ca. 8 t CO<sub>2</sub>.

Krapp (Wurzel): Verbraucht werden 3.233 l Heizöl pro Tonne Trockenmasse<sup>4</sup>; der Energieinhalt von 1 l Heizöl beträgt etwa 10 kWh. Mit 32.333 kWh kann ein Niedrigenergiehaus mit 750 m<sup>2</sup> Fläche ein Jahr lang beheizt werden. Emissionsfaktor CO<sub>2</sub>: 0,28 kg / kWh, das ergibt eine CO<sub>2</sub> Emission von 9.053 kg CO<sub>2</sub> / t Material, das entspricht etwas mehr als der jährlichen CO<sub>2</sub> Emission einer Person in Österreich.

Verglichen mit dem Energieverbrauch für die Trocknungswärme ist der Stromverbrauch vergleichsweise gering (siehe Anhang E). CO<sub>2</sub>-Einsparungen sind durch den Bezug von Ökostrom oder den Strombezug aus einer landwirtschaftlicher Biogasanlage (Kraftwärmekopplung) möglich.

Bei der Aufbereitung von Wurzeln ist vor der Trocknung ein Waschgang erforderlich. Aus ökologischen Gründen sollte der Wasserverbrauch durch Kreislaufführung reduziert werden, oder das Waschwasser für die Bewässerung genutzt werden: der Wasserverbrauch beträgt 10 m<sup>3</sup> Wasser pro Tonne Material (10.000 Liter; bei einem angenommenen Wasserverbrauch von ungefähr 120 Liter pro Tag entspricht das etwa dem Vierteljahresverbrauch einer Person).

<sup>3</sup> Siehe Anhang E: Kosten für die Trocknung von Resede: 374,39 € pro Tonne Trockenmaterial; bei einem angenommenen Ölpreis von 0,36 € / l (laut Tabellenwerk „Heil- und Gewürzpflanzen“ KTBL 2002, Eigenverlag) ergibt dies 1.040 Liter Heizöl pro Tonne Trockenmasse.

<sup>4</sup> Siehe Anhang E: Kosten für die Trocknung von Krapp: 1.164 € pro Tonne Trockenmaterial; bei einem angenommenen Ölpreis von 0,36 € / l (laut Tabellenwerk „Heil- und Gewürzpflanzen“ KTBL 2002, Eigenverlag) ergibt dies 3.233 Liter Heizöl pro Tonne Trockenmasse.

### ***D.2.3 Optimierung des Färbeverfahrens und der Farbstoffstandardisierung***

Um den Farbstandard festzulegen, muss für jeden Pflanzenfarbstoff eine Farbstoff-Einstellung vorgenommen werden. Für diesen Vorgang sind zahlreiche Ausfärbungen notwendig, da eine Optimierung der Rohstoffaufbereitung (Zerkleinerung, Stabilisierung) stattfinden muss. Versuche dazu wurden in diesem Projekt durchgeführt (siehe Anhang B2).

Um Betriebe anschließend bei der Verfahrensanpassung zu unterstützen, müssen weitere Versuche durchgeführt werden, um die Empfindlichkeit der verschiedenen Färbeprozess-Parameter (Beizenzugabe, pH-Wert, Temperatur des Färbebads, ...) auszutesten. Versuche dazu wurden ebenfalls in diesem Projekt durchgeführt (siehe Anhang B3 und B4). Ziel ist es, ein Rezept zu entwickeln, das geringfügige Schwankungen bei einzelnen Parametern ohne Veränderung des Ergebnisses toleriert. Damit sinkt das Risiko für den färbenden Betrieb, fehlerhafte Chargen zu produzieren. Als Grundlage für die betriebliche Einstellung wurde ein Färbeverfahren verwendet, das umweltrelevante Anforderungen erfüllt: es handelt sich um ein einbadiges Verfahren, die Extraktion erfolgt mit Wasser, auf Kupferbeize wird verzichtet (siehe Anhang A1).

Dieser relativ große Arbeitsaufwand muss für jeden Pflanzenfarbstoff nur einmal erbracht werden, denn sobald ein Farbstandard festgelegt ist, der Pflanzenfarbstoff als solcher also etabliert ist, muss nur noch die Reproduzierbarkeit des Farbstoffs gewährleistet werden. Der Arbeitsaufwand für die Farbstoffeinstellung ist somit als einmalige Entwicklungsarbeit einzustufen.

Die Kosten der anschließenden Farbstoffstandardisierung, die das Erreichen des festgelegten Farbstandards sicherstellt, sind mengenabhängig. Die Standardisierungskosten für einen Farbstoff hängen von Größe der Charge ab, die eingestellt wird. Der Farbstoff wird pro kg verkauft; der Aufwand für die Standardisierung von 100 kg und 1 t Material ist der gleiche. Eine entsprechende Nachfrage senkt daher den Anteil der Standardisierungskosten am verkauften Produkt.

### D.3. Solare Trocknung und solar unterstützte Trocknung

Viele landwirtschaftliche Produkte werden durch Warmlufttrocknung konserviert. Lange Trocknungszeiten und hoher Energieeinsatz bis zu einem Liter Heizöl pro kg Trockenware sind für den hohen Anteil der Trocknungskosten an den Erzeugungskosten verantwortlich. Berücksichtigt man den Verlust an Trockenprodukt aufgrund von Reinigungsprozessen (Staub- und Stielentfernung), so kann der spezifische Energieverbrauch auf bis zu zwei Liter Heizöl ansteigen (HEINDL 1999). Durch die Anwendung von solar unterstützten oder solaren Trocknern kann der Aufwand an Öl, Gas oder Holz stark verringert bzw. gänzlich vermieden werden. Temperatureinbrüche während der Nacht können durch thermische oder thermochemische Energiespeicher abgefangen werden, sodass der Trocknungsprozess ohne starke Verzögerung weitergeführt werden kann. In Mitteleuropa muss bei ungünstigen Wetterverhältnissen eine Nachtrocknung in konventionellen Trocknungsanlagen vorgesehen werden, bzw. sollte der Solartrockner über die Möglichkeit einer konventionellen Energieversorgung verfügen (HEINDL 2000).

Die Bodentrocknung ist der klassische Fall der direkten solaren Trocknung, wobei das Produkt der Sonnenstrahlung unmittelbar ausgesetzt ist. Das Produkt wird auf dem Boden oder einer Folie ausgebreitet, die Feuchtigkeit wird über natürliche Konvektion abgeführt. Probleme bereiten Verunreinigungen und Regenfälle.

Bei der solaren Warmlufttrocknung mit Kollektoren unterscheidet man Flachkollektoren mit lichtundurchlässiger Abdeckung (z.B. Dachraumkollektoren mit einfacher Dachraumabsaugung) und mit transparenter Abdeckung (Folienkollektoren, Plattenkollektoren); man unterscheidet weiters unterströmte, überströmte, durchströmte sowie über- und unterströmte Kollektoren.

Solare Folientunnel werden vor allem zur Trocknung von stückigen Gütern mit höherem Schüttgewicht eingesetzt. Das Trocknungsgut wird auf die Trocknungsfläche in relativ dünnen Lagen aufgelegt. Die Folie übernimmt die Funktion der Energieaufnahme und des Daches. Das Gut wird von der Trocknungsluft überströmt, welche die Feuchtigkeit entzieht und abtransportiert. Der Luftstrom wird durch Ventilatoren erzeugt. Die Ventilatorleistung liegt zwischen 6 und 13 W/m<sup>2</sup>. Als übliche Beladung für Heilpflanzen werden von der Universität Hohenheim 5 kg/m<sup>2</sup> angegeben.

Die Gesteungskosten eines Folientunnels mit 18 m Länge, 2 m Breite, Kollektorfläche 16 m<sup>2</sup>, Trocknungsfläche 20 m<sup>2</sup> betragen 203,5 € / m<sup>2</sup> bei der Fertigung in Deutschland, 63,6 € / m<sup>2</sup> bei der Fertigung in der Türkei. Die Lebensdauer eines Folientunnels beträgt 1 bis 2 Jahre. Wird die Luftbewegung durch einen Aufwindkamin erreicht, kann auch die Energie für den elektrisch betriebenen Ventilator eingespart werden (HEINDL 2000).

Nach MÜHLBAUER & ESPER (2001) wird der solare Tunnelrockner in Deutschland als Baukastensystem produziert und um ca. 4.000 € angeboten. Der Tunnelrockner ist mit einer Zusatzheizung kombinierbar.

Plattenkollektoren werden aus Metall, Glas, Holz oder Kunststoffen aufgebaut und können als Wand-, Dach- oder Bodenkollektoren eingesetzt werden. Über Luftkanäle sind sie mit dem Ventilator und dem Warmluftherzeuger der eigentlichen Trocknungsanlage oder direkt mit dem Trockner verbunden. In Form von solaren Gewächshaustrocknern eignen sie sich vor allem für Produkte mit geringer Schüttdichte, z.B. Arznei und Gewürzpflanzen, die als Ganzpflanzen getrocknet werden. Gewächshaustrockner werden mit Ventilatoren und gegebenenfalls mit Zusatzheizung betrieben. Bei einer Schütthöhe von 80 cm und einer Beladung von 60 kg/m<sup>2</sup> beträgt die Trocknungszeit für Pfefferminze 5 Tage; die Trocknungszeit für Salbei beträgt bei einer Schütthöhe von 80 cm und einer Beladung von 40 kg/m<sup>2</sup> 4,5 d. Die Daten gelten für ungeschnittene Pflanzen bei einer mittleren täglichen Sonneneinstrahlung von rund 5 kWh/m<sup>2</sup> und einer Trocknungstemperatur von 40°C (HEINDL 2000).

Flachkollektoren mit lichtundurchlässiger Abdeckung (z.B. Dachkollektoren mit einfacher Dachraumabsaugung) weisen einen einfacheren Aufbau, geringere Investitionskosten, aber auch einen geringeren Wirkungsgrad bei höheren Temperaturdifferenzen auf. Sie werden daher hauptsächlich bei geringeren Temperaturerhöhungen (Heutrocknung) im Frischluftbetrieb eingesetzt (HEINDL 2000).

In den Stielen ist häufig nur ein geringer Anteil an wertgebenden Inhaltsstoffen vorhanden. Das Schneiden und Windsichten zur Ausscheidung vor dem Trocknungsprozess ist daher sinnvoll. Bis zu 40% des Eingangsmaterials können vor der Trocknung entfernt werden. Damit kann Energie gespart und der Durchsatz erhöht werden (HEINDL 1999).

Schonendes Wenden des Produktes per Hand oder durch mechanisierte Vorrichtungen. Weitere Energieeinsparung durch Produktwendevorrichtungen (z.B. um 15% bei der Trocknung von Hopfendolden) (HEINDL 1999).

Die folgende Beschreibung dient als Beispiel für die Kosten einer solar unterstützten Trocknungsanlage:

Ein Bandtrockner mit einem Durchsatz von 1000 kg Rohware pro Stunde soll geschnittene Arznei- und Gewürzpflanzen bei einem Temperaturniveau von 60°C trocknen. Als spezifischer Energieverbrauch werden 8.370 kJ/kg verdampftes Wasser angenommen. Bei einem Eingangsfeuchtegehalt von 87% und einem Endfeuchtegehalt von 10% ergibt sich eine stündliche Wasserverdampfung von 855,6 kg, ein Leistungsbedarf von 1.992 kW und ein Energieverbrauch von 7.161.400 kJ/h (1.989,27 kWh; 1l Heizöl enthält etwa 10 kWh), das entspricht ungefähr 198 l Heizöl pro Tonne Rohware.

Der Bandtrockner hat eine Fläche von rund 200 m<sup>2</sup>, der mittlere solare Energieanteil am gesamten thermischen Energieverbrauch beträgt 30%. Das Verhältnis von Solarkollektorfläche zu Bandtrocknerfläche liegt bei 4:1. 800 m<sup>2</sup> Solarkollektor kosten inklusive Ventilator, Luftleitung, Isolierung und Montage rund 71.222 €. Die Kosten für Zins, Tilgung und Wartung werden mit 6% pro Jahr veranschlagt (4.273 €). Der Elektroleistungsbedarf wird mit 15 W/m<sup>2</sup> angesetzt. 2.400 Betriebsstunden pro Jahr ergeben einen Stromverbrauch von 28.800 kWh und Stromkosten von rund 3.663 € bei einem Strompreis von 1,1 € pro kWh.

Der jährliche Heizölverbrauch beträgt bei einer Betriebszeit von 2.400 Stunden rund 400.800 kg, die Einsparung rund 20.240 kg bzw. 139.814 l Heizöl Extraleicht. Dies entspricht bei einem Heizölpreis von rund 0,2 € / l einer Einsparung von jährlich 28.450 €. Die Investition könnte sich also bei dem angenommenen Heizölpreis in 3,2 Jahren amortisieren (HEINDL 2000).

Heindl, A. (1999): Trockner für Arznei- und Gewürzpflanzen – Überblick und mögliche Entwicklungen für die Zukunft. In: Drogenreport Jahrgang 12 (199) Heft 21

Heindl, A. (2000): Solare Warmlufttrocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen, 5. Jahrgang 80-88, Agrimedia GmbH, Bergen 2000

Mühlbauer, W.; Esper, A. (2001): Solarer Tunneltrockner für Früchte, Gemüse und Gewürze. In: Erneuerbare Energie 1/2001, Gleisdorf

---

## Anhang E

---

### **E.1 Abschätzung der Produktionskosten für Resede und Krapp**

### **E.2 Preisabschätzung für Resede und Krapp bei drei Bedarfsmengenszenarien**

#### **Kurzberichte zum Projekt Farb & Stoff**

Anna Hartl und Otto Schütz  
oevaf-wien@oevaf.at

Muthgasse 107  
A-1190 Wien



Österreichische Vereinigung für Agrar-, Lebens- und Umweltwissenschaftliche Forschung



---

## Anhang E.1

---

### Abschätzung der Produktionskosten für Resede und Krapp

#### Kurzbericht zum Projekt Farb & Stoff

Anna Hartl und Otto Schütz

Wien, Juni 2002

[oevaf-wien@oevaf.at](mailto:oevaf-wien@oevaf.at)

Muthgasse 107  
A-1190 Wien



Österreichische Vereinigung für Agrar-, Lebens- und Umweltwissenschaftliche Forschung



<b>1</b>	<b>VORBEMERKUNG .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>FRAGESTELLUNG, VORGANGSWEISE UND METHODE .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1</b>	<b>Datengrundlage .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2</b>	<b>Getroffene Annahmen.....</b>	<b>7</b>
2.2.1	Anbauverfahren und Ernte .....	7
2.2.2	Trocknung und Aufbereitung .....	7
2.2.3	Färbedrogenenerträge.....	8
2.2.4	Preise für Färbedrogen.....	8
2.2.5	Farbstoffeiträge .....	8
2.2.6	Betriebsausstattung .....	8
2.2.7	Arbeitskräfte.....	9
2.2.8	Ertragsabhängige und ertragsunabhängige Kosten.....	9
2.2.9	Steuern .....	9
<b>3</b>	<b>ABSCHÄTZUNG DER PRODUKTIONSKOSTEN.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1</b>	<b>Kalkulation des Deckungsbeitrags für Resede (<i>Reseda luteola</i>).....</b>	<b>11</b>
3.1.1	Variable Spezialkosten .....	11
3.1.2	Arbeitskosten .....	12
3.1.3	Ergebnis für 1t/ha .....	13
3.1.4	Ergebnis bei variierten Erträgen und Preisen.....	14
<b>3.2</b>	<b>Kalkulation des Deckungsbeitrags für Krapp (<i>Rubia tinctorum</i>).....</b>	<b>15</b>
3.2.1	Variable Spezialkosten .....	15
3.2.2	Arbeitskosten .....	16
3.2.3	Ergebnis für 1t / ha .....	17
3.2.4	Ergebnis bei variierten Erträgen und Preisen.....	18
<b>4</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN .....</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>QUELLEN .....</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>ANHANG BERECHNUNGSTABELLEN.....</b>	<b>23</b>
<b>6.1</b>	<b>Allgemeines .....</b>	<b>23</b>
6.1.1	Färbedrogenenerträge.....	23
6.1.2	Handelspreise für Färbedrogen.....	23
6.1.3	Kosten für Saatgut und Jungpflanzen .....	24

<b>6.2</b>	<b>Kosten und Arbeitszeit für Trocknung und Aufbereitung .....</b>	<b>25</b>
6.2.1	Kosten & Arbeitszeit für Trocknung & Aufbereitung (ertragsabhängig / t Droge) .....	25
6.2.2	Kosten & Arbeitszeit für Vor-, Rüst- & Nacharbeiten der Trocknung von Krapp (ertragsunabhängig).....	25
<b>6.3</b>	<b>Arbeitszeit und Arbeitskosten für Anbau und Ernte .....</b>	<b>27</b>
6.3.1	Arbeitstarif.....	27
6.3.2	Arbeitszeit Handhacke.....	27
6.3.3	Arbeitsstunden Anbau, Ernte und Auspflanzung bei Resede .....	28
6.3.4	Arbeitsstunden Anbau, Ernte und Auspflanzung bei Krapp .....	28
6.3.5	Arbeitskosten Fremd-Akh .....	29
<b>6.4</b>	<b>Variable Maschinenkosten Anbau und Ernte .....</b>	<b>29</b>

# 1 Vorbemerkung

Die Deckungsbeitragsrechnung ist eine Teilkostenrechnung für den landwirtschaftlichen Betrieb zum Vergleich und zur optimalen Kombination von Produktionsverfahren innerhalb eines Betriebs. Der Deckungsbeitrag eines Produktionsverfahrens gibt an, um wie viel sich der Gesamtgewinn des Betriebs bei Ausdehnung dieses Verfahrens um eine Einheit erhöht, wenn alle benötigten fixen bzw. quasifixen Produktionsfaktoren noch frei verfügbar sind. (Steinhauser 1992). Sobald einer der benötigten knappen Faktoren voll ausgelastet ist, kann eine weitere Expansion eines Produktionsverfahrens nur erfolgen, wenn ein anderes Produktionsverfahren eingeschränkt wird. Eine solche Einschränkung ist für den Betrieb mit der Einbuße des Deckungsbeitrags aus dem eingeschränkten Prozess verbunden.

Der Deckungsbeitrag ist die Differenz zwischen dem Rohertrag oder den proportionalen und marktfähigen Leistungen und den variablen oder proportionalen Spezialkosten eines Produktionsverfahrens. Der Rohertrag enthält den Wert der marktgängigen Haupt und Nebenleistungen eines Produktionsverfahrens. Die dem Produktionsverfahren zuordenbaren Kosten (Spezialkosten) werden vom Rohertrag subtrahiert. Den Differenzbetrag steuert das betreffende Produktionsverfahren zur Deckung der disproportionalen Spezial- und Gemeinkosten sowie zum Gewinn des Betriebes bei.

Proportionale und marktfähige Leistungen sind das Produkt aus Naturalertrag und Marktpreis. Proportionale Spezialkosten (Variable Kosten) sind Kosten für Saatgut, Anzucht, Düngung, Variable Maschinenkosten, Versicherung und Zinsansatz des Umlaufvermögens. Disproportionale Spezialkosten (Fixkosten) sind Kosten von Spezialarbeitskräften, Gebäuden, Maschinen. Gemeinkosten sind nicht zuordenbare Kosten von Arbeitskräften, Gebäuden, Maschinen und allgemeine Betriebskosten.



## 2 Fragestellung, Vorgangsweise und Methode

Zur Ermittlung der Produktionskosten von Resede (*Reseda luteola*) und Krapp (*Rubia tinctorum*) wurde die Deckungsbeitragsrechnung als Verfahren der Teilkostenrechnung gewählt. Dabei wurden die Kosten der Faktoreinsätze Anbau inklusive Feldvorbereitung, Ernte, Trocknung und Aufbereitung des Erntegutes berücksichtigt. Das Endprodukt ist die getrocknete, verpackte Färbedroge.

### 2.1 Datengrundlage

Für die Färbepflanzenarten Resede und Krapp bestehen in Österreich noch keine mehrjährigen Erfahrungen sowie Ertragszahlen aus dem großmaßstäblichen Praxisanbau, es liegen auch nur wenige Versuchsergebnisse für österreichische Standortverhältnisse bzw. Produktionsverfahren vor (vgl. Aufzeichnungen des LVZ Wies sowie HARTL und VOGL 2001).

Die Abschätzung der Datengrundlagen für diese beiden Kulturen begründet sich deshalb größtenteils auf getroffenen Annahmen und Anbautelegrammen, Analogschlüssen aus dem Heil- und Gewürzkräuteranbau, (siehe Anhang 6).

Für eine Kalkulation mit fundierten Daten müssten Produktionserfahrungen in mehrjährigen Anbauversuchen gewonnen und genauere Ertragsdaten ermittelt werden.

### 2.2 Getroffene Annahmen

Folgende Annahmen wurden für die Kalkulation der Deckungsbeiträge von Resede und Krapp getroffen.

#### 2.2.1 Anbauverfahren und Ernte

Der Anbau der Färbepflanzen erfolgt nach den Kriterien des Biologischen Landbaus. Die dem Deckungsbeitrag zugrunde liegenden Anbauverfahren orientieren sich an den in Anbautelegrammen und Literatur vorhandenen Angaben (TLL 1999, HARTL und VOGL 2001, WURL und BIERTÜMPFEL 2001, ADAM und DITTMANN 2001a, ADAM und DITTMANN 2001b), die den Erfordernissen des Biologischen Landbaus angepasst wurden (vgl. Standarddeckungsbeiträge für den Biologischen Landbau, ALTRICHTER et al. 1999). Die Daten für die variablen Maschinenkosten wurden den ÖKL-Richtwerten (ÖKL 2001) und der Datensammlung für die Deckungsbeitragskalkulation von Heil- und Gewürzpflanzen (KTBL 2002) entnommen. Die Anzucht der Setzlinge wird von einem gewerblichen Gärtnereibetrieb ausgeführt und nicht vom Landwirt selbst vorgenommen. Für Krapp wird eine Produktionsdauer von drei Jahren bis zur Ernte angenommen.

#### 2.2.2 Trocknung und Aufbereitung

Für Trocknung und Aufbereitung des Erntegutes wurden die in der Datensammlung für die Deckungsbeitragskalkulation von Heil- und Gewürzpflanzen (KTBL 2002) vorliegenden Ar-

beitsschritte und Kosten für vergleichbare Kulturen übernommen und zwar: Pfefferminze für Resede und Baldrianwurzel für Krapp. Die Gründe für diese Annahme liegen darin, dass Praxiserfahrungen aus dem Heil- und Gewürzkräuteranbau in Österreich nicht so detailliert zu erheben bzw. für mit Krapp vergleichbare Wurzelrogen nicht vorhanden sind. In den ÖKL-Richtwerten sind Kosten für die Aufbereitung von Spezialkulturen nicht enthalten.

### 2.2.3 Färbedrogenenerträge

Da in Österreich sowohl Praxiserfahrung als auch mehrjährige Anbauversuche fehlen, können keine genauen Aussagen in Bezug auf Erträge von Resede und Krapp gemacht werden. Die Abschätzung Deckungsbeiträge erfolgt daher für Ertragsspannen von 1 bis 5 t/ha Färbedroge für die Resede bzw. von 1 bis 4 t/ha für den Krapp. Diese Zahlen decken den in der Literatur dokumentierten Bereich ab (siehe 6.1.1).

### 2.2.4 Preise für Färbedrogen

Große Mengen an Färbedrogen für industrielles Färben werden derzeit weder nachgefragt noch angebaut. Die in der Kalkulation verwendeten Preise decken die Preisspanne von derzeit bei Großhändlern erhältlichen Färbedrogen (Krapp und Resede) bei Bestellmengen in der Größenordnung von einigen Kilogramm ab (siehe 6.1.2). Dabei konnte nicht ermittelt werden, ob die Händler das Produkt von Produzenten selbst beziehen bzw. wie hoch die Anzahl der Zwischenhändler ist. Aus diesem Grund wird eine Preisspanne für den potentiell erzielbaren Verkaufspreis für Landwirte im Ausmaß von 5,-- bis 12,-- € / kg Resede und von 4,-- bis 10,-- € / kg Krapp abgeleitet. Da die Größenordnung der Nachfrage von Färbedrogen seitens der Industrie nicht bekannt ist, kann nicht abgeschätzt werden, wieweit höhere Produktionsmengen preiswirksam sind.

### 2.2.5 Farbstofferträge

Der Farbstoffertrag korreliert nicht mit dem Biomasseertrag, wie Ergebnisse von Herkunftsprüfungen (Wurl & Biertümpfel 2001) zeigen. Unterschiedliche Analysemethoden lassen einen Vergleich der verschiedenen Farbstoffgehalte aus der Literatur nur bedingt zu. In der vorliegenden Kalkulation wird der Rohertrag aus dem Preis für 1 kg Färbedroge gebildet, somit bleibt der Farbstoffgehalt unberücksichtigt. Eine Standardisierung der Analysemethoden zur besseren Vergleichbarkeit von festgestellten Farbstoffgehalten fehlt.

### 2.2.6 Betriebsausstattung

Bei Arbeitsschritten, die mit einer Standardbetriebsausstattung an Maschinen ausgeführt werden können, gehen Reparatur- und Treibstoffkosten als variable Kosten in die Kalkulation ein. Für Arbeiten, die mit Spezialmaschinen (Pflanzmaschine und Erntemaschinen, Anlagen zur Trocknung und Aufbereitung sowie Wurzelwaschanlagen) ausgeführt werden, und deren Leistung über einen Maschinenring oder durch andere gemeinschaftliche Nutzung (Nach-

barn, Kooperativen) zukaufte wird, werden als variable Kosten die Gesamtkosten gemäß Maschinering (= Fixkosten, variable Kosten, gegebenenfalls Fremd-Arbeitszeit) eingesetzt.

### 2.2.7 Arbeitskräfte

Die Daten für die Arbeitskraftstunden wurden den ÖKL-Richtwerten (ÖKL 2001) und der Datensammlung für die Deckungsbeitragskalkulation von Heil- und Gewürzpflanzen (KTBL 2002) entnommen. Die Arbeiten werden teils von Familienarbeitskräften, teils von Fremdarbeitskräften ausgeführt. Als variable Kosten gehen nur die Kosten für Fremdarbeitskräfte in die Berechnung ein. Der Lohn der Familienarbeitskräfte wird durch den Deckungsbeitrag des gesamten landwirtschaftlichen Betriebes abgedeckt.

### 2.2.8 Ertragsabhängige und ertragsunabhängige Kosten

Die Kosten für Bodenvorbereitung, Saat- und Pflanzgut, Hagelversicherung sowie Kosten der Akh (Arbeitskraftstunden) für die Handhacke sind ertragsunabhängig. Die Kosten für Trocknung und Aufbereitung (Maschinen und Akh) sind (bis auf einen kleinen Anteil bei Krapp (siehe Abschnitt 6.2.2) ertragsabhängig, vgl. BREUER (1987) und KTBL (2002).

### 2.2.9 Steuern

Die Kalkulation wird für pauschalierte Betriebe zu Bruttopreisen vorgenommen. Die unterschiedlichen Steuersätze sind im Tabellenanhang jeweils bei den entsprechenden Kosten angeführt.



### 3 Abschätzung der Produktionskosten

#### 3.1 Kalkulation des Deckungsbeitrags für Resede (*Reseda luteola*)

Die Kalkulation erfolgt für eine Tonne Trockenmasseertrag / ha.

Als Verkaufspreis wird ein Preis 5,-- € / kg Färbedroge angenommen.

Der Rohertrag beträgt demnach 5.000 €/ha.

##### 3.1.1 Variable Spezialkosten

Die variablen Spezialkosten setzen sich aus den folgenden Kosten zusammen: Kosten für Saatgut, Jungpflanzenanzucht und Transport zum Feld, Hagelversicherung, Maschinenkosten für Anbau und Ernte sowie Kosten für die Trocknung und Aufbereitung.

**Saatgut, Jungpflanzenanzucht und Transport zum Feld:** Die Auspflanzung von vorgezogenen Setzlingen ist der Aussaat vorzuziehen. Der Grund ist der Wachstumsvorsprung von ausgepflanzten Setzlingen gegenüber dem Unkraut sowie die raschere Bildung eines geschlossenen Pflanzenbestandes. Bei einer Pflanzenanzahl von 60.000 Stk. pro Hektar betragen die Saatgutkosten 5,50 €, die Anzuchtkosten einschließlich Transport 3.357,50 €, wenn sie von einem gewerblichen Gärtnereibetrieb ausgeführt werden (siehe 6.1.3).

**Hagelversicherung:** Die Jahresprämie wird als %-satz vom erwarteten Rohertrag je nach Marktlage berechnet. Der Netto Tarif Nord (NÖ, OÖ, Bgld) beträgt derzeit durchschnittlich 2,5%. (Österreichische Hagelversicherung, 2002). Die Jahresprämie beträgt demnach 125,-- €.

**Maschinenkosten für Anbau und Ernte:** Für die Maschinenkosten der Standardbetriebsausstattung wurden als variable Kosten Reparatur- und Treibstoffkosten von Herbstackerung, Saatbeetvorbereitung, Striegeln und Hacken eingesetzt. Kosten für die Ausbringung von Wirtschaftsdünger werden nicht veranschlagt. Im Biolandbau ist es üblich, nur alle 2-3 Jahre einen Schlag mit Mist zu düngen (Herrman und Plakolm 1991, Altrichter et al. 1999). Da die Resede auf zuviel Stickstoffdüngung mit geringerem Farbstoffgehalt reagiert, ist in bezug auf die Fruchtfolge der Anbau in jenen Jahren, in denen nicht gedüngt wird, vorzuziehen. Die Auspflanzung erfolgt mit einer dreireihigen Pflanzmaschine, die Ernte mit einem Mähader mit Parallelogrammausschwenkung für Kräuter. Für die Maschinenkosten von Auspflanzung und Ernte werden als variable Kosten die Gesamtkosten gemäß Maschinenring veranschlagt, ÖKL Richtwerte (2001), (siehe 6.4). Die Summe der Maschinenkosten beträgt, 429,-- €.

**Kosten für Trocknung und Aufbereitung:**

Die Trocknungskosten setzen sich aus den Kosten für Maschinen (Annahmedosiergerät, Schneidemaschine, Windsichter, 5-Bandrockner, siehe Abschnitt 6.2), Verpackung und Lohnkosten für Trocknung und Aufbereitung zusammen. Die Summe für eine t Resede (Trockenmasse) beträgt 1.406,-- €.

**3.1.2 Arbeitskosten**

Die Arbeiten werden teils von Familienarbeitskräften, teils von Fremdarbeitskräften ausgeführt. Für die Entlohnung der Fremdarbeitskräfte werden 7,5 € für einfache Arbeiten, 8,2 € für qualifizierte Arbeiten und 8,6 € für spezialisierte Arbeiten eingesetzt (Arbeitstarif ÖKL-Richtwerte 2002).

**Feldvorbereitung, Bestandespflege, Ernte**

Die Standardarbeiten inklusive der Ernte werden vom Betriebsleiter im Ausmaß von 7,6 Akh vorgenommen. Die Handhacke im Ausmaß von 40 Akh wird zur Gänze von Fremdarbeitskräften ausgeführt (siehe 6.3).

**Auspflanzung**

Die Auspflanzung erfolgt mit einer 3reihigen Pflanzmaschine, wofür insgesamt 45 Akh Arbeitskraftstunden davon 24 Fremdarbeitsstunden und 21 Familienarbeitsstunden veranschlagt werden. 1 Traktorfahrer, 1 Person die nachsetzt, 3 Arbeitskräfte auf der Pflanzmaschine, das entspricht 40 Akh plus 5 Stunden Rüstzeiten. Die Summe der Kosten für Fremdarbeitskräfte (Handhacke und Arbeiten beim Auspflanzen) beträgt 480,-- € (siehe 6.3).

**Trocknung und Aufbereitung**

Die Arbeitskraftstunden für die Trocknung von 1 t TM betragen insgesamt 35,5 Akh. Es werden nur Fremdarbeitskräfte für die Trocknung veranschlagt (Lohntrocknung). Die Summe der Arbeitskosten beträgt 306,-- € (siehe 6.2).

## 3.1.3 Ergebnis für 1t/ha

Bei einem Ertrag von 1 t / ha und einem Preis von 5,-- € pro kg ist der Deckungsbeitrag negativ.

<b>Resede</b>	€/kg	€/ ha	ATS / ha	Anmerkung
<b>Proportionale und marktfähige Leistungen</b>				
<b>Rohrertrag bei einer Tonne Ertrag</b>	<b>5,00</b>	<b>5.000,00</b>	<b>68.801,50</b>	
<b>Variable Spezialkosten</b>				
Saatgut für Jungpflanzenanzucht		5,52	75,97	Anhang 6.1.3
Jungpflanzen + Transport		3.357,48	46.199,87	
Hagelversicherung		125,00	1.720,04	Ö.Hagelvers.
Trocknungskosten für 1 t		1.406,35	19.351,80	Anhang 6.2
<b>Summe: Saatgut, Jungpflanzen, Trocknung</b>		<b>4.894,35</b>		
	h/ha			
Herbstackerung, Allradtraktor 50 kW (68 PS), Anbaubeetpflug	1,6	22,34	307,39	Anhang 6.4
1x Saatbeetbereitung, Allradtr. 50 kW (68 PS), Saatbeetkombination s 4 m	1,2	16,35	224,93	
Auspflanzung		146,16	2.011,20	
1x Striegeln	1,2	16,35	224,93	
2x hacken, Standardtr. 35 kW (48 PS) Hackgerät	2,4	21,81	300,10	
Ernte, Mähader	1,2	71,37	982,01	
Zinsanspruch des Umlaufvermögens (4%)		134,30	1.847,99	
<b>Summe variable Maschinenkosten</b>		<b>428,66</b>	<b>5.898,55</b>	
<b>Summe Arbeitskosten Fremd Akh</b>	64,0	<b>480,00</b>	6.604,94	Anhang 6.3.4
<b>Summe variable Spezialkosten bei 1 t Ertrag</b>		<b>5.803,01</b>	<b>79.851,18</b>	
Rohrertrag		<b>5.000,00</b>	68.801,50	
Summe variable Spezialkosten		<b>5.803,01</b>	73.246,23	
<b>Deckungsbeitrag</b>		<b>-803,01</b>	<b>-11.049,68</b>	

ÖVAF 05/2002

## 3.1.4 Ergebnis bei variierten Erträgen und Preisen

Bei Ertragsspannen für die **Resede** von 1 bis 5 t/ha Färbedroge und eine Preisspanne für den potentiell erzielbaren Verkaufspreis im Ausmaß von 5,-- bis 12,-- € / kg Resede ergeben sich folgende Roherträge bzw. Deckungsbeiträge.

Roherträge bei Bruttopreisen (€ / kg,)								
Ertrag (t/ha)	5,--	6,--	7,--	8,--	9,--	10,--	11,--	12,--
1	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000	10.000	11.000	12.000
2	10.000	12.000	14.000	16.000	18.000	20.000	22.000	24.000
3	15.000	18.000	21.000	24.000	27.000	30.000	33.000	36.000
4	20.000	24.000	28.000	32.000	36.000	40.000	44.000	48.000
5	25.000	30.000	35.000	40.000	45.000	50.000	55.000	60.000
Deckungsbeiträge bei Bruttopreisen (€ / kg,)								
Ertrag (t/ha)	5,--	6,--	7,--	8,--	9,--	10,--	11,--	12,--
1	-803	197	1.197	2.197	3.197	4.197	5.197	6.197
2	2.791	4.791	6.791	8.791	10.791	12.791	14.791	16.791
3	6.384	9.384	12.384	15.384	18.384	21.384	24.384	27.384
4	9.978	13.978	17.978	21.978	25.978	29.978	33.978	37.978
5	13.572	18.572	23.572	28.572	33.572	38.572	43.572	48.572

Roherträge bei Bruttopreisen (ATS / kg)								
Ertrag (t/ha)	68,80	82,56	96,32	110,08	123,84	137,60	151,36	165,12
1	68.802	82.562	96.322	110.082	123.843	137.603	151.363	165.124
2	137.603	165.124	192.644	220.165	247.685	275.206	302.727	330.247
3	206.405	247.685	288.966	330.247	371.528	412.809	454.090	495.371
4	275.206	330.247	385.288	440.330	495.371	550.412	605.453	660.494
5	344.008	412.809	481.611	550.412	619.214	688.015	756.817	825.618
Deckungsbeiträge bei Bruttopreisen (ATS / kg)								
Ertrag (t/ha)	68,80	82,56	96,32	110,08	123,84	137,60	151,36	165,12
1	-11.050	2.711	16.471	30.231	43.992	57.752	71.512	85.272
2	38.400	65.921	93.441	120.962	148.482	176.003	203.524	231.044
3	87.850	129.131	170.412	211.692	252.973	294.254	335.535	376.816
4	137.299	192.341	247.382	302.423	357.464	412.505	467.547	522.588
5	186.749	255.551	324.352	393.154	461.955	530.757	599.558	668.360

ÖVAF, 05/2002

## 3.2 Kalkulation des Deckungsbeitrags für Krapp (*Rubia tinctorum*)

Die Kalkulation erfolgt für eine Tonne Trockenmasseertrag / ha.

Als Verkaufspreis wird ein Preis von 4,-- € / kg Färbedroge angenommen.

Der Rohertrag beträgt demnach 4.000 €/ha.

### 3.2.1 Variable Spezialkosten

Die variablen Spezialkosten setzen sich aus den folgenden Kosten zusammen: Kosten für Saatgut, Jungpflanzenanzucht und Transport zum Feld, Hagelversicherung, Maschinenkosten für Anbau und Ernte sowie Kosten für das Waschen, Trocknen und Aufbereiten.

**Saatgut, Jungpflanzenanzucht und Transport zum Feld:** Die Auspflanzung von vorgezogenen Setzlingen ist der Aussaat vorzuziehen. Der Grund ist der Wachstumsvorsprung von ausgepflanzten Setzlingen gegenüber dem Unkraut und die raschere Bildung eines geschlossenen Pflanzenbestandes. Bei einer Pflanzenanzahl von 60.000 Stk. pro Hektar betragen die **Saatgutkosten 1.149,-- €**, die **Anzuchtkosten** einschließlich Transport **5.165,-- €**, wenn sie von einem gewerblichen Gärtnereibetrieb ausgeführt werden (siehe 6.1.3).

**Hagelversicherung:** Die Jahresprämie wird als %-satz vom erwarteten Rohertrag je nach Marktlage berechnet. Der Netto Tarif Nord (NÖ, OÖ, Bgld) beträgt durchschnittlich 2,5%. (Österreichische Hagelversicherung (2002)). Die Jahresprämie beträgt demnach 100,-- €.

**Maschinenkosten für Anbau und Ernte:** Für die Maschinenkosten der Standardbetriebsausstattung wurden als variable Kosten Reparatur- und Treibstoffkosten von Herbstackerung, Saatbeetvorbereitung, Striegeln, Hacken, Anhäufeln, Schlägeln sowie Wirtschaftsdüngerausbringung eingesetzt.

Für den Krapp wird zweimal Mistausbringen veranschlagt, einmal vor dem Pflügen, womit ein zusätzlicher Arbeitsgang für die Einarbeitung gespart wird, und einmal im zweiten Bestandsjahr. Die Auspflanzung erfolgt mit einer dreireihigen Pflanzmaschine, die Ernte mit einem Siebkettenroder. Für die Maschinenkosten von Auspflanzung und Ernte werden als variable Kosten die Gesamtkosten gemäß Maschinenring veranschlagt, ÖKL Richtwerte (2001) und Altrichter et al (2001), (siehe 6.4). Die Summe der Maschinenkosten beträgt, 2.204,-- €.

**Kosten für Trocknung und Aufbereitung:** Die Trocknungskosten setzen sich aus den Kosten für Maschinen (Förderband, Trommelwaschmaschine mit Steinabschneidung, Zerkleinerer für Wurzelrogen, Waschmaschine mit HD-Wascheinrichtung für Gemüse, Förderband, Satzrockner für Wurzelrogen) und den Kosten für Reinigungswasser, Verpackung und Lohnkosten für Trocknung und Aufbereitung zusammen. Die Summe der ertragsabhängigen Kosten (siehe 6.2.1) für eine Tonne Krapp (Trockenmasse) beträgt 2.698,-- €. Die Summe der ertragsunabhängigen Kosten für Vor- Rüst und Nacharbeiten bei der Trocknung betragen 297,-- € (siehe Abschnitt 6.2.2).

### 3.2.2 Arbeitskosten

Die Arbeiten werden teils von Familienarbeitskräften, teils von Fremdarbeitskräften ausgeführt. Für die Entlohnung der Fremdarbeitskräfte werden 7,5 € für einfache Arbeiten, 8,2 € für qualifizierte Arbeiten und 8,6 € für spezialisierte Arbeiten eingesetzt (Arbeitstarif ÖKL 2002).

#### **Feldvorbereitung, Bestandespflege, Ernte**

Die Standardarbeiten inklusive der Ernte werden vom Betriebsleiter im Ausmaß von 38,8 Akh vorgenommen. Die Handhacke im Ausmaß von 80 Akh wird zur Gänze von Fremdarbeitskräften ausgeführt (siehe 6.3).

#### **Auspflanzung**

Die Auspflanzung erfolgt mit einer 3reihigen Pflanzmaschine wofür insgesamt 45 Arbeitskraftstunden, davon 24 Fremdarbeitsstunden und 21 Familienarbeitsstunden veranschlagt werden. 1 Traktorfahrer, 1 Person die nachsetzt, 3 Arbeitskräfte auf der Pflanzmaschine, das entspricht 40 Akh plus 5 Stunden Rüstzeiten. Die Summe der Kosten für Fremdarbeitskräfte (Handhacke und Arbeiten beim Auspflanzen) beträgt 780,-- € (siehe 6.3).

#### **Trocknung und Aufbereitung**

Bei den Arbeitskosten der Trocknung und Aufbereitung von Krapp fallen ertragsunabhängige und ertragsabhängige Kosten an. Die Arbeitskraftstunden für die Trocknung von 1 t Trockenmasse betragen insgesamt 96 Akh, davon sind 32 Akh ertragsunabhängig und 64 Akh ertragsabhängig. Es werden nur Fremdarbeitskräfte für die Trocknung veranschlagt (Lohntrocknung) (siehe 6.2).

## 3.2.3 Ergebnis für 1t / ha

Aufgrund der dreijährigen Kulturdauer bis zur Ernte ist der Deckungsbeitrag auf drei Jahre aufzuteilen. Bei einem Ertrag von 1 t / ha und einem Preis von 4,-- € pro kg ist der Deckungsbeitrag negativ.

<b>Krapp</b>	€/kg	€/ ha	ATS / ha	Anmerkung
<b>Proportionale und Marktfähige Leistungen</b>				
<b>Rohrertrag bei einer Tonne Ertrag</b>	<b>4,00</b>	<b>4.000,00</b>	<b>55.041,20</b>	
<b>Variable Spezialkosten</b>				
Saatgut für Jungpflanzenanzucht		1.148,89	15.809,08	Anhang 6.1.3
Jungpflanzen +Transport		5.164,92	71.070,80	
Hagelversicherung		100,00	1.376,03	Ö. Hagelvers.
Trocknungskosten ertragsunabhängig		296,99	4.086,67	Anhang 6.2
Trocknungskosten 1 t ertragsabhängig		2.697,97	37.124,88	
<b>Summe Saatgut, Jungpflanzen, Trocknung</b>		<b>9.408,77</b>	129.467,50	
	h/ha			
Wirtschaftdüngerausbringung	5,0	59,04	812,40	Anhang 6.4
Herbstackerung, Allradtraktor 50 kW (68 PS), Anbaubeetpflug	1,6	22,34	307,39	
1x Saatbeetbereitung, Allradtr. 50 kW (68 PS), Saatbeetkombination s 4 m	1,2	16,35	224,93	
1x Striegeln	1,2	16,35	224,93	
Auspflanzen 3reihig	s.u.	146,16	2.011,20	
<b>1. Jahr</b>				
2x hacken, Standardtr. 35 kW (48 PS) Hackgerät	1,2	21,81	300,10	Anhang 6.4
anhäufeln Allradtr. 50 kW (68 PS), Kartoffelvielfachger.	1,2	21,92	301,68	
<b>2. Jahr</b>				
Wirtschaftdüngerausbringung	5,0	59,04	812,40	Anhang 6.4
<b>3. Jahr</b>				
schlägeln	1,2	25,26	347,64	Anhang 6.4
Ernte	20	1.609,09	22.141,60	
Zinsanspruch des Umlaufvermögens in (4 %)		206,60	2.842,83	
<b>Summe variable Maschinenkosten</b>		<b>2.203,96</b>	<b>30.327,10</b>	
<b>Summe Arbeitskosten Fremd Akh</b>	104,0	<b>780,00</b>	<b>10.733,03</b>	Anhang 6.3.4
<b>Summe variable Spezialkosten bei 1 t Ertrag</b>		<b>12.392,72</b>	<b>170.527,59</b>	
Rohrertrag bei 1 Tonne Ertrag		4.000,00	55.041,20	
Summe variable Spezialkosten Kosten		12.392,72	169.794,56	
Deckungsbeitrag pro ha für drei Jahre		<b>-8.392,72</b>	-115.486,39	
Ergibt einen <b>Deckungsbeitrag pro ha und Jahr</b> von		<b>-2.797,57</b>	-38.495,46	

ÖVAF 05/2002

## 3.2.4 Ergebnis bei variierten Erträgen und Preisen

Bei Ertragsspannen für den Krapp 1 bis 4 t / ha und bei einer Preisspanne für den potentiell erzielbaren Verkaufspreis im Ausmaß von 4,-- bis 10,-- € pro kg Krapp.

Roherträge bei Bruttopreisen (€ / kg)							
Ertrag (t/ha)	4,--	5,--	6,--	7,--	8,--	9,--	10,--
1	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000	10.000
2	8.000	10.000	12.000	14.000	16.000	18.000	20.000
3	12.000	15.000	18.000	21.000	24.000	27.000	30.000
4	16.000	20.000	24.000	28.000	32.000	36.000	40.000
Deckungsbeiträge pro ha und Jahr bei Bruttopreisen (€ / kg)							
Ertrag (t/ha)	4,--	5,--	6,--	7,--	8,--	9,--	10,--
1	-2.798	-2.464	-2.131	-1.798	-1.464	-1.131	-798
2	-2.364	-1.697	-1.030	-364	303	970	1.636
3	-1.930	-930	70	1.070	2.070	3.070	4.070
4	-1.496	-162	1.171	2.504	3.838	5.171	6.504

Roherträge bei Bruttopreisen (ATS / kg)							
Ertrag (t/ha)	55,04	68,80	82,56	96,32	110,08	123,84	137,60
1	55.041,20	68.801,50	82.561,80	96.322,10	110.082,40	123.842,70	137.603,00
2	110.082,40	137.603,00	165.123,60	192.644,20	220.164,80	247.685,40	275.206,00
3	165.123,60	206.404,50	247.685,40	288.966,30	330.247,20	371.528,10	412.809,00
4	220.164,80	275.206,00	330.247,20	385.288,40	440.329,60	495.370,80	550.412,00
Deckungsbeiträge pro ha und Jahr bei Bruttopreisen (ATS / kg)							
Ertrag (t/ha)	55,04	68,80	82,56	96,32	110,08	123,84	137,60
1	-38.495	-33.909	-29.322	-24.735	-20.148	-15.562	-10.975
2	-32.523	-23.350	-14.176	-5.003	4.171	13.344	22.518
3	-26.551	-12.791	969	14.730	28.490	42.250	56.011
4	-20.579	-2.232	16.115	34.462	52.809	71.156	89.503

ÖVAF, 05/2002

## 4 Schlussfolgerungen

Zur Ermittlung der Produktionskosten der Färbepflanzenarten Resede (*Reseda luteola*) und Krapp (*Rubia tinctorum*) wurde die Deckungsbeitragsrechnung als Verfahren der Teilkostenrechnung gewählt.

Dabei wurden die Kosten der Faktoreinsätze Feldvorbereitung Anbau und Bestandspflege, Ernte, Trocknung und Aufbereitung des Erntegutes berücksichtigt.

Für Resede und Krapp gibt es in Österreich keine fundierten Daten zu Ertragszahlen, da mehrjährigen Anbauerfahrungen aus Exakt- oder Praxisversuchen fehlen. Die Abschätzung der Datengrundlagen beruht deshalb auf getroffenen Annahmen und Literaturergebnissen. Für eine genauere Berechnung müssten Produktionserfahrungen in mehrjährigen Anbauversuchen gewonnen und genauere Ertragsdaten ermittelt werden.

Resede:

Die Kulturdauer beträgt 1 Vegetationsperiode. Geerntet wird die gesamte oberirdische Pflanzenmasse. Das Endprodukt ist die getrocknete und verpackte Droge. Bei einem Ertrag von 1 t/ha machen die Kosten für Anzucht und Auspflanzung beinahe zwei Drittel, die Trocknungskosten ein Viertel der gesamten variablen Kosten aus. Bei einem Preis von 5,-- € ist der Deckungsbeitrag erst bei einem Ertrag von 1,2 bis 1,3 t / ha positiv. Nach den bestehenden Anbauerfahrungen ist es durchaus realistisch, dass ein Ertrag von 1,2 bis 1,3 t / ha in Österreich erreicht bzw. überschritten werden kann. Allerdings muss einschränkend vermerkt werden, dass ein regional auftretender *Cercospora*-Befall in witterungsbedingt schlechten Jahren zu Ertragseinbußen führen kann, wobei unter Bedingungen des Biologischen Landbaus noch keine ausgereiften Behandlungsmöglichkeiten zur Verfügung stehen.

Krapp:

Die Produktionsdauer beträgt 3 Jahre. Erntegut ist die Wurzel und Endprodukt ist die getrocknete und verpackte Droge. Bei einem Preis von 6,-- € pro kg ist der Deckungsbeitrag erst bei einem Ertrag von 3 t / ha positiv. Kosten für Jungpflanzenanzucht und Trocknungskosten haben dabei einen hohen Anteil an den variablen Kosten. Ein Ertrag von 3 t / ha kann jedoch für den Biologischen Landbau auf Grund der fehlenden Anbauerfahrungen in Österreich nicht mit Sicherheit prognostiziert werden. Somit muss sich der Verkaufspreis im Bereich von 8,-- bis 9,-- € bewegen, damit ein positiver Deckungsbeitrag erzielt werden kann.



## 5 Quellen

- ADAM, L. und B. DITTMAN (2001a): Anbautelegramm Färber-Resede. Landesanstalt für Landwirtschaft, Güterfelde.
- ADAM, L. und B. DITTMAN (2001b): Ergebnisse zu Krappanbau und Ernte sowie Aspekte zu Produktlinienentwicklungen mit Pflanzenfarbstoffen. In: Gülzower Fachgespräche: Forum Färberpflanzen 2001. Hrsg.: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe. S.118-136.
- ALTRICHTER, G., A. BURGSTALLER, M. EDER, C. GRÖSS, M. HACKET, O. HOFER, R. HUBER, H. JANETSCHKEK, H. KÖSTENBAUER, K. MINARIK, G. PLAKOLM, G. RETTENEGGER, L. RITTLER, R. ZEHETNER (1999): Standarddeckungsbeiträge für den Biologischen Landbau 1999/2000. Hrsg. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- BREUER, G. (1987): Möglichkeiten der grossflächigen Produktion von Heil- und Gewürzpflanzen im Marchfeld. Diplomarbeit am Institut für Agrarökonomie, Univers. f. Bodenkultur. Betreuer: Univ. Doz. Dr. Walter Schneeberger. Wien.
- HARTL, A. und C. VOGL (2001): Ertragsleistung und Farbstoffgehalt von Färber-Resede (*Reseda luteola* L.), Färberkamille (*Anthemis tinctoria* L.) und Färberknöterich (*Polygonum tinctorium* AIT.) auf Biobetrieben in Niederösterreich im Vergleich mit praxis- und handelsüblichen Warenpartien. Endbericht zur Projekterweiterung Teil B zum Forschungsprojekt L 1043/96 „Erarbeitung von Grundlageninformationen und Strategien zur Erzeugung, Verarbeitung und Vermarktung von Faser- und Färbepflanzen aus Ökologischem Landbau“ im Auftrag des BMLF und BMWV
- HERRMAN G. und G. PLAKOLM (1991) Ökologischer Landbau Grundwissen für die Praxis, Österreichischer Agrarverlag
- KTBL (2002) (Hrsg.): Heil- und Gewürzpflanzen. Daten für die Kalkulation von Deckungsbeiträgen und einzelkostenfreien Leistungen. Autoren: U. Bomme, M. Brenndörfer, A. Heindl, P. Jäger, I. Reichardt, B. Schaub, U. Schimmel, L. Weiershäuser, P. Winter. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL). Landwirtschaftsverlag, Münster.
- ÖKL (2001) (Hrsg.): ÖKL-Richtwerte für die Maschinenselbstkosten für das Jahr 2001. Bearbeitet von Dr. Franz Kogler. Hrsg.: Österr. Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung. Wien.
- ÖKL (2002) (Hrsg.): ÖKL-Richtwerte für die Maschinenselbstkosten für das Jahr 2002. Bearbeitet von Dr. Franz Kogler. Hrsg.: Österr. Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung. Wien.
- ÖSTERREICHISCHE HAGELVERSICHERUNG (2002), persönliche Mitteilung von Ing. Werner Brunner, 24. 05. 2002
- REISCH E., (1984) Betriebs und Marktlehre, Verlag Ulmer Stuttgart, 6. Auflage
- SIEBENBORN, S. und R. MARQUART (2001): Ergebnisse der züchterischen Bearbeitung von Krapp (*Rubia tinctorum* L.). In: Gülzower Fachgespräche: Forum Färberpflanzen 2001. Hrsg.: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe. S. 93-108.
- STEINHAUSER, H. C. LANGBEHN, U. PETERS (1992) Einführung in die landwirtschaftliche Betriebslehre, Allgemeiner Teil, 5. Aufl. Ulmer, UTB

TLL (1999): Anbautelegramme für Krapp und Färberwau. Jena.

WURL, G. und BIERTÜMPFEL, A. (2001): Züchtung ausgewählter gelbfärbender Pflanzen und Färberknöterich. In: Gülzower Fachgespräche: Forum Färberpflanzen 2001. Hrsg.: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe. S. 81-92.

## 6 Anhang Berechnungstabellen

### 6.1 Allgemeines

#### 6.1.1 Färbedrogenenerträge

	Ertrag / ha in t TM		Quellen	Anmerkung
	von	bis		
<b>Resede</b>	0,7	2,7	Hartl & Vogl (2000)	Bio-Anbau, 2 Standorte, 1 Schnitt, starker Cercosporabefall, 1 Versuchsjahr
		5	TLL (1999)	Ertrag unter Praxisbedingungen, konventioneller Anbau, 1 Schnitt
	3,49	6,05	Wurl & Biertümpfel (2001)	Herkunftsprüfung, kleinster und größter Wert von 14 Herkünften
	4	5	Adam & Dittmann (2001)	konventioneller Anbau, 1 Schnitt
		3,82	Aufzeichnungen des LVZ Steiermark, Außenstelle Wies (o. J.)	durchschnittliche Ernte aus 2 Jahren Praxisanbau (STMK). Jungpflanzenanzucht, Ernte in 2 Schnitten im Juli und September.
<b>Krapp</b>		1,5	TLL (1997)	Vermutlich bei Saat, k.A.
	2,5	3,3	Adam & Dittmann (2001a) (Anbautelegramm)	bei Saat, Ernte im 2. (= von) bzw. 3. (= bis) Jahr
	3,5	4,4	Adam & Dittmann (2001a) (Anbautelegramm)	bei Pflanzung, Ernte im 2. (= von) bzw. 3. (= bis) Jahr
	2,26	2,71	Adam & Dittmann (2001b)	dreijährige Kultur. Test von 3 Saatgutherkünften
	2,47	3,57	Adam & Dittmann (2001b)	dreijährige Kultur. Dammanbau (=von) und Beetanbau (=bis).

#### 6.1.2 Handelspreise für Färbedrogen

	Preis € / kg TS		Preis € / kg TM brutto inkl. 16% Mwst. (Deutschland)		Quelle:
	von	bis	von	bis	
<b>Resede</b>	4,00	5,00	4,64	5,80	Firma Röper, Hr. Hermann (Resede aus Wildsammlungen)
		10,23		11,86	Galke Katalog 2001 (Preis bei Abnahme von mindestens 5 kg)
		9,30		10,79	Auro
	7,67	8,95	8,90	10,38	Livos
<b>Krapp</b>	3,00	4,00	3,48	4,64	Firma Röper, Hr. Hermann (Krapp aus dem Iran, wird in großen Mengen nicht gehandelt)
		5,11		5,93	Galke Katalog 2001 (Preis bei Abnahme von mindestens 5 kg)
		8,34		9,67	Auro
		6,14		7,12	Livos (gemahlener Krapp)
		5,11		5,93	Livos (geschnittener Krapp)

## 6.1.3 Kosten für Saatgut und Jungpflanzen

	netto	brutto	
	Preis €	Preis €	Quelle / Bemerkung
<b>Resede</b>			
Saatgut (Preis pro g)	0,17		Conrad Appel 129 €/kg ab 500g, <b>bis 500g 172 €/kg</b> , Preise 2002 (LVZ Steiermark Wies und Pharmasaat haben es nicht)
Anzucht (Preis pro Stk )	0,05		Gärtnerei Unger Preise 2002
Anzuchtkosten <b>pro ha</b> (60.000 Stk)	2.834,24		HARTL & VOGL 2000 60.000 Stk / ha
Kosten Transport <b>pro ha</b>	218,01		<b>Berechnung Transportkosten:</b> 10 ATS = 0,7267 € pro Kiste (200 STk, Würfelgröße 3x3 cm), bei 60.000 Stk sind es <b>300 Kisten</b>
<b>Kosten Anzucht + Transport pro ha</b>	3.052,25	<b>3.357,48</b>	Anm.: Preis inkl. 10%Mwst., weil Gärtnerei Unger buchführender Betrieb in Österreich ist
<b>Saatgutkosten pro ha</b>	5,16	<b>5,52</b>	<b>Berechnung Saatgutmenge:</b> 2 Korn pro Topf, + 20% Aufschlag. Bei 60.000 Stk pro ha: 144.000 Korn, bei TKG 0,2 g sind es 28,8 g, gerundet <b>30 g</b> . Anm.: Preis inkl. 7% Mwst., weil Saatgut aus Deutschland stammt.
<b>Krapp</b>			
Anzucht (Preis pro Stk )	0,07		Gärtnerei Unger. Preise 2002; wenn Korngröße 3-5 mm, muß man im Kisterl händisch pikieren, Topfgröße 4x4 cm, Preis bestätigt von Pelzmann
Anzuchtkosten <b>pro ha</b> (60.000 Stk)	4.360,37		50.000 - 60.000 Stk pro ha, Reihenabstand 30 - 40 cm (Adam & Dittmann 2001)
Kosten Transport <b>pro ha</b>	335,01		<b>Berechnung Transportkosten:</b> 10 ATS = 0,7267 € pro Kiste (130 STk, Würfelgröße 4x4cm), bei 60.000 Stk sind es <b>461 Kisten</b>
<b>Kosten Anzucht + Transport pro ha</b>	4.695,38	<b>5.164,92</b>	Anm.: Preis inkl. 10 % Mwst., weil Gärtnerei Unger buchführender Betrieb in Österreich ist
Saatgut (Preis <b>pro kg</b> )	109,01		LVZ Steiermark, Außenstelle Wies. 1500 ATS/kg, Preise 2002
<b>Saatgutkosten pro ha (Saatgut aus Wies)</b>	<b>545,05</b>	<b>599,55</b>	<b>Berechnung Saatgutmenge:</b> 2 Korn pro Stk, da KF nur 50-60%: doppelte Menge Saatgut. Bei 60.000 Stk pro ha: 240.000 Korn, bei TKG 15-25 g (TLL 1999, Adam & Dittmann 2001) sind es 3,6 - 6 kg, im Durchschnitt <b>5 kg</b> . Anmk.: Preis inkl. 10 % Mwst., weil LVZ Wies buchführender Betrieb ist
Saatgut (Preis <b>pro kg</b> )	214,75		Conrad Appel. 420 DM/kg <b>netto</b> = Preis f. Saatgut Ernte 2001 (Qualität unbekannt), Ernte Herbst 2002 Preis etwas höher
<b>Saatgutkosten pro ha (Saatgut von Appel, D)</b>	<b>1.073,73</b>	<b>1.148,89</b>	Anm.: Preis inkl. 7% Mwst., weil deutsche Firma

Steuersätze: Deutschland 7%, Österreich: buchführende Betriebe 10 %, pauschalierte Betriebe 12%

## 6.2 Kosten und Arbeitszeit für Trocknung und Aufbereitung

### Resede :

Maschinenkette analog der Pfefferminze (KTBL 2002): Annahme-Dosiergerät, Schneidemaschine, Windsichter, 5-Band Trockner (125 m<sup>2</sup>, ca. 700 kg H<sub>2</sub>O, 10t FM); Anschaffungspreis für die gesamte Kette: 323.300 €. Trocknungstemperatur 45°C.

### Krapp:

Maschinenkette analog von Baldrian (KTBL 2002): Förderband (6m), Trommelwaschmaschine mit Steinabscheidung (500kg/h), Zerkleinerer für Wurzel droge (25mm; 7,5 kW; 500 kg/h), Waschmaschine mit HD-Wascheinrichtung für Gemüse (500kg/h), Förderband (6m), Satz-trockner (2x40m<sup>2</sup>) für Wurzel drogen (ca. 100kg H<sub>2</sub>O/h, 8t FM). Trocknungstemperatur 45°C.

### 6.2.1 Kosten & Arbeitszeit für Trocknung & Aufbereitung (ertragsabhängig / t Droge)

Nr.*	Kostenart	Resede				Krapp			
		netto €/t Droge	brutto (12%) €/t Droge	AKh		netto €/t Droge	brutto (12%) €/t Droge	Akh	
		€/t Droge	€/t Droge	Akh/t Droge	€/t Droge	€/t Droge	€/t Droge	Akh/t Droge	€/t Droge
1	Gesamt-Maschinenkosten Trocknung und Aufbereitung	963,16	1.078,74			1.878,36	2.103,76		
2	Gesamt-Maschinenkosten B+C sonstige					19,20	21,50		
3	Kosten Reinigungswasser					13,00	14,56		
4	Kosten Verpackungsmaterial	19,60	21,95			10,00	11,20		
5	Arbeitszeit + -kosten für ge- samte Trocknung und Aufbe- reitung (8,6 €/h, Arbeitstarif für spezialisierte Tätigkeiten, ÖKL 2002)			35,54	305,66			63,60	546,95
	<b>Summe</b>	<b>982,76</b>	<b>1.100,69</b>		<b>305,66</b>	<b>1.920,56</b>	<b>2.151,02</b>		<b>546,95</b>

### 6.2.2 Kosten & Arbeitszeit für Vor-, Rüst- & Nacharbeiten der Trocknung von Krapp (ertragsunabhängig)

Nr.*	Kostenart	Krapp		
		netto €/ha	brutto (12%) €/ha	Arbeitskraftstunden Akh/ha
2A	Vor-, Rüst- und Nacharbeiten Trocknung Krapp	19,45	21,79	
5	Arbeitszeit und -kosten für Vor-, Rüst- und Nacharbei- ten Trocknung (8,6 €/h, Arbeitstarif für spezialisierte Tätigkeiten, ÖKL 2002)		275,20	32,00
	<b>Summe</b>		<b>296,99</b>	

\* Die Nummerierung bezieht sich auf die folgenden Tabellen.

## Nr. 1: Gesamt-Maschinenkosten Trocknung

Gesamt-Maschinenkosten Trocknung (€/t Droge)	feste Kosten (fK)			veränderliche Kosten (vK)							
	fK bei 8% Zins (€/h)	Trocknerleistung Droge (kg/h)	fK (€/kg Droge)	vK Energie			vK Reperatur				
				vK Heizöl (€/h)	vK Strom (€/h)	Trocknerleistung (kg/h)	vK Energie (€/kg Droge)	vK Reperatur (€/h)	Trocknerleistung (kg/h)	vK Reperatur (€/kg Droge)	
<b>Resede</b>											
<b>963,16</b>	45,79	91,20	0,50	34,16	6,62	91,20	0,45	1,27	91,20	0,01	
<b>Krapp</b>											
<b>1.878,36</b>	16,56	30,50	0,54	35,50	2,20	30,50	1,24	3,03	30,50	0,10	

## Nr. 2: Berechnung der sonstigen Gesamt-Maschinenkosten im Zuge der Aufbereitung (ohne AKh) für Krapp analog Baldrian (KTBL 2002)

		Annahme Baldrian-Ertrag niedrig (2t Droge/ha)				Annahme Baldrian-Ertrag hoch (4,5t Droge /ha)			
				gMK				gMK	
		vMK	fMK	vMK+fMK	gMK	vMK	fMK	vMK+fMK	gMK
	Arbeitsgänge Aufbereitung und Trocknung	€/ha	€/ha	€/ha	€/t Droge	€/ha	€/ha	€/ha	€/t Droge
<b>A</b>	Vor-, Rüst - und Nacharbeiten Trocknung Baldrian	11,05	8,40	19,45	-	11,05	8,40	19,45	-
<b>B</b>	Baldrian zur Trocknungsanlage, einlagern	16,07	15,65	31,72	15,86	32,74	33,30	66,04	14,67
<b>C</b>	Baldrian auslagern aus Trocknung	4,02	3,91	7,93	3,96	8,86	8,67	17,53	3,90
	<b>Summe B+C</b>			39,65	<b>19,82</b>			83,57	<b>18,57</b>
<b>2 B+C</b>	Mittelwert gMK aus beiden Ertragsannahmen = gMK für Krapp (€/t Droge)								<b>19,20</b>
<b>2A</b>	Vor-, Rüst - und Nacharbeiten Trocknung Krapp (€/ha)								<b>19,45</b>

A ist ertragsunabhängig, B + C sind ertragsabhängig

## Nr. 3: Kosten Reinigungswasser analog Baldrian (KTBL 2002)

	Kosten Reinigungswasser (€/t Droge)	Menge Reinigungs- wasser pro t Droge (m3)	Kosten pro m3 (€)
<b>Krapp</b>	<b>13,00</b>	10,00	1,30

## Nr. 4: Kosten Verpackungsmaterial analog Pfefferminze bzw. Baldrian (KTBL 2002)

	Kosten Verpackungsmaterial (€/t Droge)	Verpackung (€/Stk.)	
<b>Resede</b>	<b>19,60</b>	0,28	15kg-Säcke
<b>Krapp</b>	<b>10,00</b>	0,25	25kg-Säcke

Nr. 5: Arbeitszeit Trocknung und Aufbereitung Resede und Krapp, analog Pfefferminze bzw. Baldrian (KTBL 2002)

	Ertrag niedrig			Ertrag hoch			Mittelwert Akh/t	
	Ertrag		Akh/t	Ertrag		Akh/t		
	AKh/ha	t/ha		AKh/ha	t/ha			
<b>Arbeitsgänge Aufbereitung und Trocknung</b>								
<b>für Resede : Pfefferminze (1.Ernte)</b>								
Überw. B-Trockner 560 kg FM/h	28,00	1,25	22,40	50,00	2,25	22,22	22,31	<b>Resede</b>
Einsacken in 15-kg-Säcke	12,50	1,25	10,00	22,50	2,25	10,00	10,00	
Nachweisführung/Vermarktung (10 % aller Arbeiten als Zuschlag)							3,23	
<b>Summe</b>							<b>35,54</b>	
<b>für Krapp: Baldrian</b>								
Vor-, Rüst- und Nacharbeiten Trocknung Baldrian ( <b>ertragsunabhängig!</b> )	<b>32,00</b>			<b>32,00</b>				<b>Krapp</b>
Absieben, Vorwäsche und Zerkleinern v. Baldrian	32,00	2,00	16,00	74,00	4,50	16,44	16,22	
Waschen in Trommelwaschmaschine; 0,5 t/h, nur Akh	24,00	2,00	12,00	56,00	4,50	12,44	12,22	
Baldrian zur Trocknungsanlage, einlagern	13,50	2,00	6,75	27,00	4,50	6,00	6,38	
Baldrian, Überwachung Satztrockner; 2x wenden	35,00	2,00	17,50	78,00	4,50	17,33	17,42	
Baldrian auslagern aus Trocknung, Einsacken	14,00	2,00	7,00	32,00	4,50	7,11	7,06	
Nachweisführung/Vermarktung (10 % von waschen, einlagern, überwachen und einsacken, als Zuschlag)	8,65			19,30			4,31	
<b>Summe</b>							<b>63,60</b>	

### 6.3 Arbeitszeit und Arbeitskosten für Anbau und Ernte

#### 6.3.1 Arbeitstarif

	€/h	
einfache Arbeiten	7,50	ÖKL, 2002
fachlich qualifizierte Tätigkeiten	8,20	
Spezialisierte Tätigkeiten	8,60	

#### 6.3.2 Arbeitszeit Handhacke

Färbepflanzenart	Analog (KTBL 2002)	Akh/ha	Begründung
<b>Resede</b>	Baldrian	<b>40</b>	Baldrian wird ebenfalls gepflanzt, gleiche Stückzahl pro ha wie für Resede (60.000 Stk.)
Krapp 1. Jahr	Baldrian	40	Baldrian wird ebenfalls gepflanzt, gleiche Stückzahl pro ha wie für Krapp (60.000 Stk.)
Krapp 2. Jahr	Halbe Zeit von Baldrian	20	Annahme (geringerer Aufwand da nur vereinzelte Unkräuter wie Disteln und Gräser zu entfernen sind)
Krapp 3. Jahr	Halbe Zeit von Baldrian	20	Annahme (geringerer Aufwand da nur vereinzelte Unkräuter wie Disteln und Gräser zu entfernen sind)
<b>Krapp Summe</b>		<b>80</b>	

## 6.3.3 Arbeitsstunden Anbau, Ernte und Auspflanzung bei Resede

Anbau und Ernte	Familien Akh	Fremd Akh	Akh/ha
Herbstackerung, Allradtraktor 50 kW (68 PS), Anbaubeetpflug	x		1,6
1x Saatbeetbereitung, Allradtr. 50 kW (68 PS), Saatbeetkombination s 4 m	x		1,2
1x Striegeln	x		1,2
2x hacken, Standardtr. 35 kW (48 PS) Hackgerät	x		2,4
Ernte, Mähader	x		1,2
<b>Summe</b>	<b>x</b>		<b>7,6</b>
Auspflanzung und Handhacke	Familien Akh	Fremd Akh	Akh/ha
Rüstzeiten	x		5,0
Traktorfahrer	x		8,0
Kontrollgang & Nachsetzen	x		8,0
Summe Familien Akh Aussetzen	x		<b>21,0</b>
Auspflanzen		x	24,0
Handhacke		x	40,0
Summe Fremd Akh		x	<b>64,0</b>

## 6.3.4 Arbeitsstunden Anbau, Ernte und Auspflanzung bei Krapp

Anbau und Ernte	Familien Akh	Fremd Akh	Akh/ha
Wirtschaftsdüngerausbringung	x		5,0
Herbstackerung, Allradtraktor 50 kW (68 PS), Anbaubeetpflug	x		1,6
1x Saatbeetbereitung, Allradtr. 50 kW (68 PS), Saatbeetkombination s 4 m	x		1,2
1x Striegeln	x		1,2
<b>1. Jahr</b>			
2x hacken, Standardtr. 35 kW (48 PS) Hackgerät	x		2,4
anhäufeln Allradtr. 50 kW (68 PS), Kartoffelvielfachgerät	x		1,2
<b>2. Jahr</b>			
Wi Dü Ausbringung	x		5,0
<b>3. Jahr</b>			
1 x schlägeln	x		1,2
<b>Ernte</b>	<b>x</b>		<b>20,0</b>
<b>Summe Familien AKh</b>			<b>38,8</b>
Auspflanzung und Handhacke	Familien Akh	Fremd Akh	Akh/ha
Rüstzeiten	x		5,0
Traktorfahrer	x		8,0
Kontrollgang & Nachsetzen	x		8,0
Summe Familien Akh Aussetzen			<b>21,0</b>
Auspflanzen		x	24,0
Handhacke 1 Jahr		x	40,0
Handhacke 2 Jahr		x	20,0
Handhacke 3 Jahr		x	20,0
Summe Fremd Akh		x	<b>104,0</b>

## 6.3.5 Arbeitskosten Fremd-Akh

<b>Resede</b>	Akh	€	ATS
Familien AKH	7,6		
Familien AKH Auspflanzen	21,0		
Fremd AKH Auspflanzen	24,0	180,00	2.476,85
Fremd AKH Handhacke	40,0	300,00	4.128,09
Summe Familien AKH	28,6		
<b>Summe Fremd (Saison) Akh</b>	64,0	<b>480,00</b>	6.604,94
Summe Arbeitszeitbedarf im Jahr	92,6		
<b>Krapp</b>	Akh	€	ATS
Familien AKH	38,8		
Familien AKH Auspflanzen	21,0		
Fremd AKH Auspflanzen	24,0	180,00	2.476,85
Fremd AKH Handhacke 1 Jahr	40,0	300,00	4.128,09
2 Jahr	20	150,00	2.064,05
3 Jahr	20	150,00	2.064,05
Summe Familien AKH	59,8		
<b>Summe Fremd AKH</b>	<b>104,0</b>	<b>780,00</b>	10.733,03

## 6.4 Variable Maschinenkosten Anbau und Ernte

	Variable Kosten	MWST	Leistung		von	bis		Quelle
	ATS/h	%	von	bis	€	€		
<b>Maschinen:</b>				Std/ha				
Allradtraktor 50 kW (68 PS) Anbaubeetpflug	137,04	20		1,6		15,93	St	ÖKL S 6
Anbaudrehpflug 4scharig	55,08	20		1,6		6,40	St	ÖKL S 10
<b>Herbstackerung</b>				1,6		22,34		
Allradtraktor 50 kW (68 PS)	137,04	20		1,2		11,95	St	ÖKL S 6
Saatbeetkombination	50,40	20		1,2		4,40	St	ÖKL S 12
<b>1 mal Saatbeetbereitung</b>				1,2		16,35		
Allradtraktor 50 kW (68 PS)	137,04	20		1,2		11,95	St	ÖKL S 6
Hack-Striegel	50,40			1,2		4,40	St	ÖKL S 18
<b>1 mal Striegeln</b>				1,2		16,35		
Standardtraktor 35 kW (48 PS)	96,84	20	1,0	1,2	7,04	8,45	St	ÖKL S 6
Hackgerät (Mais vierreihig)	28,20	20	1,0	1,2	2,05	2,46	St	ÖKL S 18
<b>1 mal Hacken</b>				1,2	9,09	10,90		
<b>150 dt Wirtschaftsdünger ausbringen</b>	812,40			5,0		59,04	St	Altrichter
Standardtraktor 35 kW (48 PS)	96,84			8,0		56,30	St	ÖKL S 6
Pflanzmaschine 3 reihig	154,56	12		8,0		89,86	MR	ÖKL S 17
<b>Auspflanzen AKH Summe</b>						146,16		
Allradtraktor 50 kW (68 PS)	96,84		0,8	1,2		8,45	St	ÖKL S 6
Kartoffelvielfachgerät 4reihig	154,56	12	0,8	1,2		13,48	MR	ÖKL S 18
<b>Anhäufeln</b>				1,2		21,92		
Standardtraktor 35 kW (48 PS)	96,84		0,9	1,2		8,45	St	ÖKL S 6
Mähler Parallellogramausschw. f. Kräuter	721,50	12	0,9	1,2		62,92	MR	ÖKL S20
<b>Ernten Resede</b>				1,2		71,37		
Allradtraktor 50 kW (68 PS)	96,84		10,0	20,0		140,75	St	ÖKL S 6
Siebkettenroder (4t)	1010,24	12	10,0	20,0		1.468,34	St	KTBL 2002
<b>Ernten Krapp</b>				20,0		1.609,09		
Standardtraktor 35 kW (48 PS)	96,84		0,9	1,2		8,45	St	ÖKL S 6
Schlegelhäcksler 300 cm	192,86	12	0,9	1,2		16,82	St	ÖKL S 21
<b>Schlägeln</b>				1,2		25,26		

St Standardgerät, MR Maschinenring



---

## Anhang E.2

---

### **Preisabschätzung für Resede und Krapp bei drei Bedarfsmengenszenarien**

#### **Kurzbericht zum Projekt Farb & Stoff**

Anna Hartl

Wien, 24.4.2003

oevaf-wien@oevaf.at

Muthgasse 107  
A-1190 Wien



Österreichische Vereinigung für Agrar-, Lebens- und Umweltwissenschaftliche Forschung



# 1 Methode

Da von Seiten der Textilbetriebe noch keine Angaben gemacht werden konnten, wie hoch ihr zukünftiger Bedarf an Färbedrogen sein wird, wurden Szenarien für verschieden große Abnahmemengen festgelegt (Beschreibung der Szenarien siehe unten).

Zur Abschätzung der Kilopreise wurde die Abschätzung der Produktionskosten für Resede und Krapp (Anhang E.1) unter Einbeziehung von Praktikern aus dem Kräuteranbau überarbeitet. Anhand der konkreten Rahmenbedingungen (Maschinenausstattung bzw. Einsatz von Handarbeit, Kostenbewusstsein, Gewinnvorstellung) der potentiellen Produzenten wurde modellhaft eine Kilopreisabschätzung durchgeführt.

## 1.1 Beschreibung der Szenarien

Beim Workshop am 20.02.2003 in Wien wurden drei Mengenszenarien festgesetzt:

Szenario 1: 500 kg Färbedrogen pro Textilbetrieb

Szenario 2: 1 t Färbedrogen pro Textilbetrieb

Szenario 3: 100 t Färbedrogen pro Textilbetrieb

Gemäß den Farbvorgaben der Textilbetriebe (Tabelle 1) wurde der Mengenbedarf an Resede und Krapp berechnet. Zur Vereinfachung wurde angenommen, dass der Anteil aller gelbfärbenden Pflanzen durch Resede abgedeckt wird und der Anteil aller rotfärbenden Pflanzen durch Krapp.

Tabelle 1: Farbvorgaben der Textilbetriebe in Prozent der Gesamtmenge Färbedrogen

<b>Wolford</b>		<b>Schöller</b>	
	%		%
Wein	20	Wein	22
Himbeere	10	Himbeere	6
Schwarztee	10	Schwarztee	6
Nuss-Schale	8	Nuss-Schale	6
Eschenrinde	11	Eschenrinde	6
Erlenrinde	10	Erlenrinde	6
Färberresede	3 Gesamtanteil	Färberresede	5 Gesamtanteil
Färberkamille	3 Gelb: 15 %	Färberkamille	5 Gelb: 25 %
Rainfarn	3	Rainfarn	5
Färberscharte	3	Färberscharte	5
Kanadische Goldrute	3	Kanadische Goldrute	5
Zwiebel	5	Zwiebel	7
Färbermeister	3 Gesamtanteil	Färbermeister	5 Gesamtanteil
Labkraut	3 Rot: 11 %	Labkraut	5 Rot: 11 %
Krapp	5	Krapp	6
<b>100</b>		<b>100</b>	

Es ergeben sich somit folgende Mengenszenarien für einen zukünftigen Bedarf an Resede und Krapp (Tabelle 2).

Tabelle 2: Mengenszenarien für Bedarf an Resede und Krapp

			<b>Szenario 1</b>	<b>Szenario 2</b>	<b>Szenario 3</b>
			<b>500kg Färbedrogen</b>	<b>1 t Färbedrogen</b>	<b>500 t Färbedrogen</b>
			<b>pro Textilbetrieb</b>	<b>pro Textilbetrieb</b>	<b>pro Textilbetrieb</b>
<b>Resede</b>	Wolford	15 %	75 kg	150 kg	75 t
	Schöller	25 %	125 kg	250 kg	125 t
	<b>Summe</b>		<b>200 kg</b>	<b>400 kg</b>	<b>200 t</b>
<b>Krapp</b>	Wolford	11 %	55 kg	110 kg	55 t
	Schöller	11 %	55 kg	110 kg	55 t
	<b>Summe</b>		<b>110 kg</b>	<b>200 kg</b>	<b>110 t</b>

Der für die Preisabschätzung wesentliche Mengenunterschied liegt zwischen dem **100-kg-Bereich** (Szenario 1 + 2) und **100-t-Bereich** (Szenario 3). Es wurden deshalb zwei Anbauvarianten angenommen:

**Szenario 1 + 2 (Mengen von ca. 100 bis 400 kg): Anbau in der Süd-Steiermark**

Anbauflächen unter 1 ha, viel Handarbeit, kleine Trocknungsanlage (Satztrockner)

Die Preisabschätzung beruht auf Anbauerfahrungen des Landesversuchszentrums Wies (Ing. Pelzmann<sup>1</sup>).

**Szenario 3 (Mengen von ca. 100 bis 200 t): Anbau im Burgenland**

Anbauflächen über 1 ha, mechanisierter Anbau, große Trocknungsanlage (Bandtrockner)

Die Preisabschätzung beruht auf den Kräuteraanbau-Erfahrungen des Bio-Betriebes Ludwig Perger<sup>2</sup> in Bruckneudorf und Angaben zum Färbepflanzenanbau aus der Literatur.

Diese Varianten stellen gewissermaßen zwei Extreme dar. Es gibt auch Betriebe, die kleine Mengen (Anbauflächen unter 1 ha) maschinell produzieren und mit einer entsprechend kleiner dimensionierten Trocknungsanlage trocknen können. Diese Variante wurde hier jedoch nicht berücksichtigt, da im Landesversuchszentrum Wies bereits Erfahrungen mit dem Anbau von Resede und Krapp in kleinem Maßstab bestehen.

Die Preisabschätzung bezieht sich auf **1 kg getrocknete, geschnittene Ware, verpackt und geliefert** nach Sprögnitz/NÖ, Firma Sonnentor zur Standardisierung und Abfüllung in Schlauchbeutel.

---

<sup>1</sup> Persönliche Mitteilung am 27.03.2003

<sup>2</sup> Persönliche Mitteilung am 13.03., 24.03., 03.04. und 09.04.2003.



## 2 Ergebnisse

### 2.1 Kilopreis für Resede

#### Szenario 1 + 2 (Mengen im 100-kg-Bereich)

Verfahren: Saat im Herbst, Unkrautregulierung händisch, Ernte mit Sichel per Hand, Trocknung auf Satzrockner, Verpackung, Transport.

Kilopreis: Bei einem Ertrag von hochgerechnet 3 t/ha (Erfahrungen aus kleinflächigem Praxisanbau in der Steiermark) liegt der Preis bei ca. 7 € pro kg, mit Transport: **7,50 €** (+ 12% Mwst).

#### Szenario 3 (Mengen im 100-t-Bereich)

Verfahren: Aussaat mit Drillmaschine oder Einzelkornsaat, Unkrautregulierung maschinell (1x striegeln und 2x hacken) und Handhacke, Ernte mit Mähler, Trocknung auf Bandrockner bei 100°C, Verpackung in PE-Säcken, Transport per LKW.

Kilopreis: Bei einer Ertragsannahme von 1,5 t pro ha (= niedriges Ertragsniveau, z.B. durch Cercospora-Befall wie bei Anbauversuchen im Marchfeld, HARTL und VOGL 2001) liegt der Preis inkl. Transport bei **5 €** (brutto). Können ähnlich hohe Erträge wie in der Steiermark erzielt werden, könnte der Preis bei **3,50 €** (brutto) liegen.

### 2.2 Kilopreis für Krapp

#### Szenario 1 + 2 (Mengen im 100-kg-Bereich)

Verfahren: Setzen von Jungpflanzen, Anbaudauer 3 Jahre, Unkrautregulierung händisch, Ernte mit Grabgabel (ausstechen), Waschen mit Schlauch und Gemüsewaschmaschine, Schneiden, Trocknung auf Satzrockner, Verpackung, Transport.

Kilopreis: Bei einem Ertrag von hochgerechnet 1,5 t/ha (Erfahrungen aus kleinflächigem Praxisanbau) und verglichen mit der ebenfalls dreijährigen Kulturführung von Enzianwurzeln liegt der Preis bei ca. 30 € pro kg, mit Transport: **30,50 €** (+ 12 % Mwst.).

#### Szenario 3 (Mengen im 100-t-Bereich)

Verfahren: Aussaat oder Jungpflanzensetzen, Anbaudauer 2 - 3 Jahre, Unkrautregulierung maschinell (jedes Anbaujahr 1x striegeln und 2x hacken) und Handhacke, Ernte mit Siebkettenroder, Wurzelreinigung (abspritzen mit Hochdruckschlauch, dann nachwaschen in Kräuterwaschanlage), Trocknung auf Bandrockner bei 100°C, Verpackung in PE-Säcken, Transport per LKW.

Es wurden mehrere Varianten gerechnet: Aussaat (Drillmaschine bzw. Einzelkornsaat) und Jungpflanzensetzen (inkl. Beregnung), jeweils bei zweijährigem und dreijährigem Anbau. Die Ertragsverhältnisse zwischen gepflanzten und gesäten Beständen sowie die Ertragssteigerung vom zweiten zum dritten Anbaujahr wurden nach den Angaben von ADAM und DITTMANN (2001) angenommen (Tabelle 3).

**Kilopreis:** Bei ähnlich hohen Erträgen wie in Brandenburg liegt der Kilopreis inkl. Transport bei ca. **8 – 9 €** (brutto). Liegen die Erträge jedoch ähnlich niedrig wie in der Steiermark bzw. auch im Anbautelegramm der Thüringer Landesanstalt angegeben (1,5 t/ha) so liegt der Preis unter der Annahme dass die Erträge je nach Anbauverfahren bzw. Anbaudauer im Verhältnis so ansteigen wie in Tabelle 3 dargestellt, bei **11 – 12 €** (brutto). Wie sich die verschiedenen Anbauverfahren auf den Preis auswirken, ist in Tabelle 5 und Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 3: Erträge und Ertragsverhältnisse bei Krapp

	<b>2-jähriger Anbau</b>	<b>3-jähriger Anbau</b>	<b>Ertragsanstieg</b>
<b>Bei Saat</b>	2,5 t	3,3 t	+ 32%
<b>Bei Pflanzung</b>	3,5 t	4,4 t	+ 26%
<b>Ertragsanstieg</b>	+ 40%	+ 33%	

Ertragszahlen nach ADAM und DITTMANN (2001), Anbau in Brandenburg.

### 3 Fazit

Auch kleine Mengen (100-kg-Bereich, unter 1 ha) können in Österreich produziert werden, sind aber wesentlich teurer, weil hauptsächlich Handarbeit eingesetzt wird. Der Vorteil bei einem Anbau in der Süd-Steiermark ist, dass hier seitens des Landesversuchszentrums Wies bereits Erfahrungen mit den in Österreich noch weitgehend unbekanntem Kulturen Resede und Krapp bestehen.

Bei einem Anbau im größeren Maßstab (über 1 ha) sind die Kilopreise niedriger (abgeschätzt anhand der Erfahrungen aus dem Kräuteraanbau und Annahmen aus der Literatur). Dies wird v.a. beim Kilopreis für Krapp deutlich: 8 bis 12 € im Gegensatz zu 30 € bei kleinmaßstäblichen Anbau.

Die Kilopreise wurden nach den Vorgaben eines Betriebes kalkuliert (Maschinenausstattung, Kostenbewusstsein), andere Betriebe können anders rechnen! Die Kalkulation ist deshalb als Modell zu verstehen. Auch die Wahl des Anbauverfahrens hängt von den Vorlieben des Landwirts ab: das Setzen von Jungpflanzen z.B. erfordert zusätzlich zu den Kosten für die Bestandespflege und dem jährlichen Ertragsentgang eine hohe Vorfinanzierung (erst nach 2 – 3 Jahren wird geerntet und bezahlt!). Dieses Risiko ist bei einer Saat geringer.

Für eine wirkliche Preisbestimmung sind Praxiserfahrungen mit den Kulturen notwendig. Für die ersten Jahre ist es deshalb empfehlenswert, wenn Verträge zwischen den Produzenten und Abnehmern geschlossen werden, die auf ertragsabhängigen Preisen basieren, um für die Landwirte das Anfangsrisiko zu mindern (Beispiel für ertragsabhängige Preisgestaltung siehe Tabelle 4).

**Tabelle 4: Kilopreis für Krapp bei Saat und dreijährigem Anbau, gestaffelt nach Ertrag**

Anbaudauer	Ertrag in Tonnen	Kilopreis in EURO	DB pro ha in ATS
zweijährig	1,5	12,00	42.711
	2,0	10,00	46.415
	2,5	8,50	44.959
dreijährig	2,0	12,00	40.794
	2,5	10,00	44.200
	3,0	8,50	43.064



## 4 Quellen

- ADAM, L. und B. DITTMAN (2001a): Anbautelegramm Färber-Resede. Landesanstalt für Landwirtschaft, Güterfelde.
- HARTL, A. und C. VOGL (2001): Ertragsleistung und Farbstoffgehalt von Färber-Resede (*Reseda luteola* L.), Färberkamille (*Anthemis tinctorum* L.) und Färberknöterich (*Polygonum tinctorium* AIT.) auf Biobetrieben in Niederösterreich im Vergleich mit praxis- und handelsüblichen Warenpartien. Endbericht zur Projekterweiterung Teil B zum Forschungsprojekt L 1043/96 „Erarbeitung von Grundlageninformationen und Strategien zur Erzeugung, Verarbeitung und Vermarktung von Faser- und Färbepflanzen aus Ökologischem Landbau“ im Auftrag des BMLF und BMWV

Tabelle 5: Deckungsbeiträge (DB) von Krapp BEI SAAT

<b>Ertragsniveau hoch</b>		<b>1,5 Jahre Anbau</b>				<b>2,5 Jahre Anbau</b>				
		Preis in ATS	Ertrag (kg)	Rohertrag pro Jahr (ATS)	Kosten pro Jahr	DB pro Jahr (ATS)	Rohertrag pro Jahr (ATS)	Kosten pro Jahr	DB pro Jahr (ATS)	
Preis pro kg in EURO										
	7	96	<b>2.500</b>	120.403	101.244	19.158	105.954	85.595	20.360	
	8	110		137.603		36.359	121.091		35.496	
	8,5	117		146.203		44.959	128.659		43.064	
	9	124		154.803		53.559	136.227		50.632	
<b>Ertragsniveau niedrig</b>		<b>1,5 Jahre Anbau</b>				<b>2,5 Jahre Anbau</b>				
		Preis in ATS	Ertrag (kg)	Rohertrag pro Jahr (ATS)	Kosten pro Jahr	DB pro Jahr (ATS)	Rohertrag pro Jahr (ATS)	Kosten pro Jahr	DB pro Jahr (ATS)	
Preis pro kg in EURO										
	7	96	<b>1.500</b>	72.242	81.132	-8.890	63.573	68.187	-4.615	
	8	110		82.562		1.430	72.654		4.467	
	8,5	117		87.722		6.590	77.195		9.008	
	9	124		92.882		11.750	81.736		13.549	
	10	138		103.202		22.070	90.818		22.631	
	11	151		113.522		32.391	99.900		31.713	
	12	165		123.843		42.711	108.982		40.794	
	13	179		134.163		53.031	118.063		49.876	

Tabelle 6: Deckungsbeiträge (DB) von Krapp BEI PFLANZUNG

Ertragsniveau hoch		1,5 Jahre Anbau				2,5 Jahre Anbau															
		Preis in ATS	Ertrag (kg)	Kosten pro Jahr (ATS)	DB pro Jahr (ATS)	Rohertrag pro Jahr (ATS)	Kosten pro Jahr	DB pro Jahr (ATS)	Rohertrag pro Jahr (ATS)	Kosten pro Jahr	DB pro Jahr (ATS)										
Preis pro kg in EURO																					
	7	96	3.500	168.564	144.626	23.938	141.272	115.709	25.563												
	7,5	103		180.604		35.978	151.363		35.654												
	8	110		192.644		48.018	161.454		45.745												
	8,5	117		204.684		60.058	171.545		55.836												
	9	124		216.725		72.099	181.636		65.927												
Ertragsniveau niedrig		1,5 Jahre Anbau				2,5 Jahre Anbau															
		Preis in ATS	Ertrag (kg)	Kosten pro Jahr (ATS)	DB pro Jahr (ATS)	Rohertrag pro Jahr (ATS)	Kosten pro Jahr	DB pro Jahr (ATS)	Rohertrag pro Jahr (ATS)	Kosten pro Jahr	DB pro Jahr (ATS)										
Preis pro kg in EURO																					
	7	96	2.100	101.138	116.476	-15.338	83.479	91.971	-8.492												
	7,5	103		108.362		-8.113	89.442		-2.529												
	8	110		115.587		-889	95.405		3.433												
	8,5	117		122.811		6.335	101.368		9.396												
	9	124		130.035		13.559	107.330		15.359												
	10	138		144.483		28.007	119.256		27.285												
	11	151		158.931		42.456	131.182		39.210												
	12	165		173.380		56.904	143.107		51.136												