

Titel des Projektes

Potential an nachwachsenden Rohstoffen unter Aspekten der Nachhaltigkeit

Synopsis

Produktion von farbstoffliefernden Pflanzen in Österreich und ihre Nutzung in der Textilindustrie

Problemstellung und Ausgangslage

Die verstärkte Nutzung nachwachsender Rohstoffe stellt einen wesentlichen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung dar, wenn bei gleichzeitiger Nutzung erneuerbarer Rohstoffe nicht erneuerbare Ressourcen geschont, Umweltbelastungen über die gesamte Produktionskette reduziert, landwirtschaftliche Flächen erhalten und Arbeitsplätze mit regionaler Wertschöpfung geschaffen und gesichert werden.

Mit der Verfügbarkeit fossiler Rohstoffe für stoffliche Nutzungsmöglichkeiten wurden nachwachsende Rohstoffe und die für ihre Verarbeitung erforderlichen handwerklichen Fähigkeiten verdrängt. Denn durch die fossilen Rohstoffe sind einheitliche Ausgangsstoffe vorhanden, die sich hervorragend für die Massenproduktion eignen und industriell verarbeitet werden können. Am Ende des 19. Jahrhunderts wurde beispielsweise die Verwendung natürlicher Farbstoffe durch das Aufkommen synthetischer Farbstoffe stark reduziert. Während davor neben importierten Farbstoffen wie etwa Indigo auch heimische Färbepflanzen von Bedeutung waren, kommen sie mittlerweile lediglich in Nischen zur Anwendung.

Das Projekt befasst sich mit diesem Teilbereich der nachwachsenden Rohstoffe. Grundlage ist eine Studie zur Untersuchung des Marktpotentials nachwachsender Rohstoffe (Studie des Industriewissenschaftlichen Instituts), die den Färbepflanzen bei Verbesserung der gegenwärtigen Produktionsverfahren gute Chancen für eine verstärkte Anwendung in der industriellen Färbung einräumt. Weitere Grundlage ist die Studie von C. Krotscheck „Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Österreich“ (KROTSCHKEK et al. 1997), welche die mangelnden Verknüpfungen von Angebotseite (Landwirtschaft) und Nachfrageseite (Verarbeitung, Industrie und Gewerbe) als massives Hemmnis für die breite Nutzung nachwachsender Rohstoffe feststellt.

Ziele des Projektes

Im Rahmen des Projekts sollten Grundlagen erarbeitet werden, um die Chance zur Neu- bzw. Wiedereinführung des Färbepflanzenanbaus in großem Umfang zu nutzen und gleichzeitig den Anforderungen an eine nachhaltige Entwicklung zu entsprechen.

Die wichtigsten Voraussetzungen dafür sind:

- Die Bedingungen der Landwirtschaft, die einen Färbepflanzenanbau in Österreich attraktiv machen würden, müssen bekannt sein.
- Die quantitativen und qualitativen Forderungen an den Farbstoff, sowie die Anforderungen hinsichtlich Art und Weise der Rohstoffbereitstellung müssen seitens der färbenden Betriebe klar formuliert vorliegen.
- Das färbetechnische Know-how für den industriellen Einsatz von Färbepflanzen muss vorhanden und allgemein zugänglich sein.
- Die ermittelten Verfahren sollen möglichst geringe Umweltbelastungen verursachen – vom Anbau der Pflanzen bis zur Anwendung des Farbstoffs im Färbebad.

Kern des Projektes ist die Verknüpfung des landwirtschaftlichen Angebotes an Rohstoffen mit den Erfordernissen der verarbeitenden Gewerbe- und Industriebetriebe unter möglichst geringer Belastung der Umwelt. Die Verknüpfung erfolgt in Form der Erstellung von Produktions-Nutzungsketten, die ökonomisch machbar, technisch umsetzbar und ökologisch vertretbar sein sollen.

Angewandte Methoden

Die komplexe Fragestellung des Projekts, die mehrere Wissenschaftsfelder umfasst, erfordert eine breite Palette von Instrumentarien, die einerseits die Integration thematisch unterschiedlicher Sichtweisen zulässt und es andererseits ermöglicht, die sehr umfangreiche Thematik sinnvoll auf den Projektumfang einzugrenzen.

Im einzelnen wurden folgende Methoden angewendet:

- Bearbeitung fachbezogener Recherchen im interdisziplinären Team
- Leitfadengestützte Interviews
- Bewertungsverfahren
- Färbeversuche

Projektergebnisse

Anforderungen der Landwirtschaft an die Produktion von Färbepflanzen

Aus der Sicht der landwirtschaftlichen Produktion können folgende Aussagen hinsichtlich der technischen und ökonomischen Umsetzbarkeit für den Anbau von Färberpflanzen getroffen werden:

- Die Nutzung vorhandener Anbau-, Ernte- und Aufbereitungstechnologien, bzw. die kostengünstige Umrüstung soll möglich sein, um teure Investitionen in Neuanschaffungen zu vermeiden.
- Abnahmegarantien vor allem bei mehrjährigen Kulturen bzw. bei Kulturen, die in ihrer Bestandeseinrichtung teuer und erst nach 2 bis 3 Jahren zu ernten sind (z.B. Krapp).
- Höhe des Preises, der von der Industrie für ein lagerfähiges Ernteprodukt oder evt. für einen bereits standardisierten Farbstoff an die Landwirte bezahlt wird.

Es wäre notwendig, durch Anbauversuche bzw. einen Pilotanbau im Praxismaßstab Ertragszahlen zu generieren, die auf die Standortverhältnisse (Boden, Klima) und auf die Produktionsverhältnisse in Österreich (kleinstrukturierte Landwirtschaft, konventioneller oder ökologischer Landbau) abgestimmt sind, damit in weiterer Folge erste Kostenabschätzungen getroffen werden können. Diese Ertrags- und Kostenschätzungen sind die erforderliche Bemessungsgrundlage für Deckungsbeiträge.

In welchem Ausmaß Landwirte in Zukunft Färbepflanzen in Österreich produzieren, ob sich aus einem – dzt. noch nicht etablierten – Pilotstadium eine Nischenproduktion von regionaler ökonomischer Bedeutung entwickelt, hängt nicht zuletzt auch vom Preis ab, der von der Industrie bezahlt wird, bzw. vom Anteil der Wertschöpfung, der von den Landwirten lukriert werden kann.

In diesem Zusammenhang wird der Schnittstelle zwischen Angebotsseite und Nachfrageseite, im Rahmen der Entwicklung einer technischen und ökonomischen Struktur zur Produktion von Pflanzenfarben für Textilien, eine wesentliche Bedeutung für die langfristige Etablierung eines Färbepflanzenanbaus in Österreich zukommen.

Neben diesen produktionsbezogenen Voraussetzungen ist es außerdem sinnvoll, dass Anbieter und Nachfrager über Abnahmeverträge bzw. Vertragsanbau kooperieren, damit einerseits eine kontinuierliche Bereitstellung gleicher Qualität und Menge der Produkte garantiert und andererseits ein angemessener Preis an die Landwirte gewährleistet werden kann. Färbepflanzen sind eine neue Kulturart, für die es derzeit noch keinen Markt mit der Möglichkeit großer Absatzmengen gibt, da auf der Abnehmerseite die Pflanzenfärbung (im industriellen Maßstab!) erst im Stadium von Forschung und Entwicklung ist. Eine möglichst enge Kooperation von Anbietern und Abnehmern könnte eine bestmögliche Abstimmung von Angebot und Nachfrage bringen.

Anforderungen der Textilindustrie

Befragt wurden 10 (von 38) österreichischen Unternehmen der Textilindustrie. Dabei wurden 7 Lohnveredler, 2 Färber, die ebenfalls ihre Ware selbst vermarkten und ein Farbenproduzent interviewt. Um ein möglichst breites und differenziertes Bild der Textilindustrie darzustellen, haben wir bei der Auswahl der Interviewpartner einerseits eine regionale Streuung vorgenommen, (wobei der Großteil der Textilbetriebe in Vorarlberg ansässig ist) und andererseits Unternehmen mit möglichst unterschiedlichen Produkten und somit verschiedenen Produktionstechniken befragt.

Anforderungen an die Qualität des Farbstoffes:

Die Anforderungen an die Qualität, welche die befragten Unternehmen an den Farbstoff stellen, betreffen in erster Linie die Echtheiten. Dabei werden vor allem wichtige Echtheiten wie die Lichtechtheit, Waschechtheit, Reibechtheit und Schweißechtheit hervorgehoben.

Um die Echtheiten zu beurteilen, werden diese visuell und farbmetrisch gemessen, wobei im letzteren Fall die Beurteilung in Noten ausgedrückt wird. Von dieser farbmetrischen Beurteilung ausgehend fordern die Unternehmen im allgemeinen zumindest *Note 4 für alle Nassechtheiten und die Reibechtheit und Note 4-5 für die Lichtechtheit*.

Es muss jedoch festgehalten werden, dass die Färberesultate und in der Folge die Echtheiten eines Produktes vom Abnehmer beziehungsweise Kunden vorgegeben werden, da die Unternehmen ihre Ware nur absetzen können, wenn diese den Ansprüchen der Kunden entsprechen.

In bezug auf den betrieblichen Umweltschutz wird von den Unternehmen gefordert, dass ihre Produkte dem Öko-tex Standard 100 entsprechen und somit auch der Farbstoff die dafür erforderlichen Voraussetzungen erfüllen muss.

Logistische Anforderungen:

Die Unternehmen bevorzugen für die Lieferung der Farbstoffe weitgehend einen *einzelnen Ansprechpartner*. Für die Auswahl der Farbstoffe erfolgt eine Bemusterung, welche die Auswahl einer Farbkarte und anschließende Prüfung des neuen Farbstoffes hinsichtlich Nuance, Echtheit und Preis beinhaltet. Zur Prüfung des Farbstoffes wird dem Unternehmen entweder eine Substanzprobe zur Verfügung gestellt oder das Unternehmen überlässt dem Farbstoffproduzenten ein Stück Ware zur Färbung einer Probestartie in dessen Labor.

Die Anforderungen der befragten Unternehmen an ihre Lieferanten betreffen vor allem die *Konstanz der Qualität* und die *technische Betreuung beziehungsweise Unterstützung bei den Anwendungsvorschriften* und der *richtigen Farbeinstellung*.

Die bevorzugte Handelsform der Farbstoffe (pulverförmig oder flüssig) hängt von den Gewohnheiten und Vorlieben der jeweiligen Unternehmen ab, wobei eine stärkere Tendenz in Richtung *Pulverform* feststellbar ist. Dabei muss jedoch eine differenzierte Betrachtung vorgenommen werden, da für das kontinuierliche Färbeverfahren weitgehend ein *flüssiger Farbstoff* bevorzugt wird.

Derzeit erstrecken sich die Lieferzeiten der bestellten Farbstoffe bei den befragten Unternehmen von einem Tag bis zu einer Woche. Gefordert wird eine *max. Lieferfrist von einer Woche*.

Bezüglich der *Haltbarkeit* des Farbstoffes sind die Unternehmen der Meinung, dass ein Farbstoff *zwischen einem halben Jahr und fünf Jahren* haltbar sein sollte; ein Unternehmen fordert aufgrund der hohen Farbstoffpreise und der wiederkehrenden Modetrends eine *unbegrenzte Haltbarkeit der Farbstoffe*.

Probefärbungen

Da für die Gesamtheit aller Färbepflanzen aufgrund der Heterogenität keine konkreten Aussagen getroffen werden können, war es von großer Wichtigkeit, im Vorfeld eine Eingrenzung der Färbepflanzen durchzuführen. Mit Hilfe weniger, gut gewählter Pflanzen sollte es möglich sein, konkrete Ergebnisse (Versuchsfärbungen) zu erhalten, auf deren Basis ein möglicher Einsatz von Pflanzenfarben in der Textilindustrie diskutiert werden kann. Dabei waren unterschiedlichste Aspekte zu bedenken, denn bei der Verknüpfung von Landwirtschaft und Textilindustrie stehen einander sehr unterschiedliche Blickpunkte gegenüber.

Die Pflanzenauswahl erfolgte durch einen Entscheidungsprozess, bei dem sowohl Umweltaspekte, wichtige textilchemische Kriterien als auch die landwirtschaftliche Realisierbarkeit berücksichtigt wurden. Dafür wurden die aus sektoraler Sicht formulierten Kriterien vor der tatsächlichen Pflanzenauswahl gewichtet.

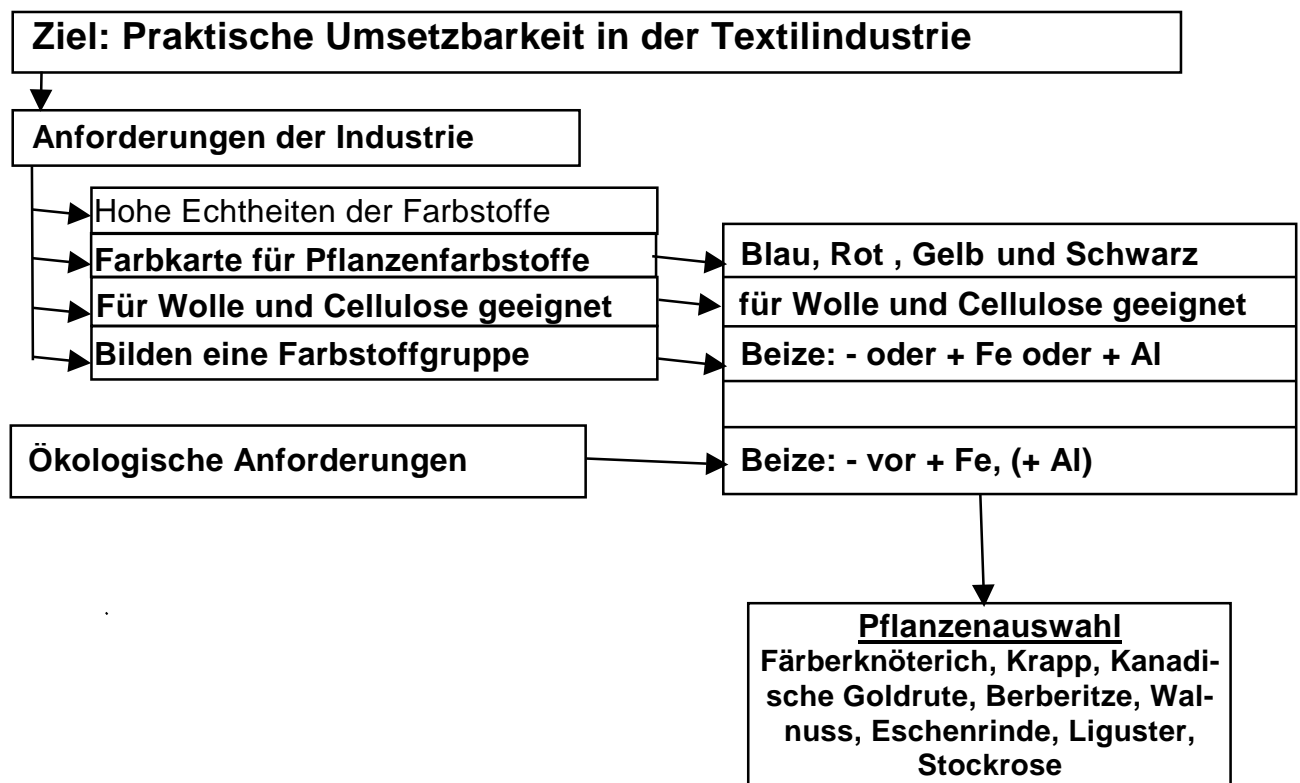


Abbildung 1 stellt den Prozess der Pflanzenauswahl im Überblick dar.

Mit den acht ausgewählten Färbepflanzen wurde durch Färbeversuche exemplarisch gezeigt, wo die Möglichkeiten und Schwierigkeiten beim Einsatz farbstoffliefernder Pflanzen in der Textilchemie liegen. Darüber hinaus wurden Produktions-Nutzungsketten erstellt, wobei alle Schritte von der Produktion der Pflanze als Rohstoff über die Gewinnung und Stabilisierung des Farbstoffs bis zur Verwendung im färbenden Betrieb beschrieben werden.

Erstellung einer Farbkarte

In der Textilfärberei ist es üblich, sich an Farbkarten zu orientieren, denn die breite Farbpalette von Einzelfarbstoffen, die von einer Farbstoffgruppe abgedeckt werden kann, wird in dieser Form präsentiert. Im Fall der Färbepflanzen existiert eine solche Farbkarte derzeit nicht. Die in diesem Projekt vorgenommene Pflanzenauswahl erfolgte mit dem Ziel, eine Farbkarte erstellen zu können. Dementsprechend mussten sämtliche Grundfarben (Trichromie / Blau, Rot und Gelb) abgedeckt werden.

Eine Farbgruppe liegt dann vor, wenn für sämtliche Farbstoffe der Gruppe der gleiche Färbeprozess angewendet werden kann. Damit ist gewährleistet, dass ein Betrieb mit einer gewissen Maschinenausrüstung die gesamte Farbpalette der Gruppe, die in der Farbkarte festgeschrieben ist, erreichen kann. Trotz der Fülle der Färbepflanzen lässt sich keine vollständige Gruppe zusammenstellen, denn der einzige blaue Naturstoff (Indigo bzw. Indigoderivate) ist ein direkt ziehender Küpenfarbstoff. Damit hat Indigo jedenfalls eine Sonderstellung.

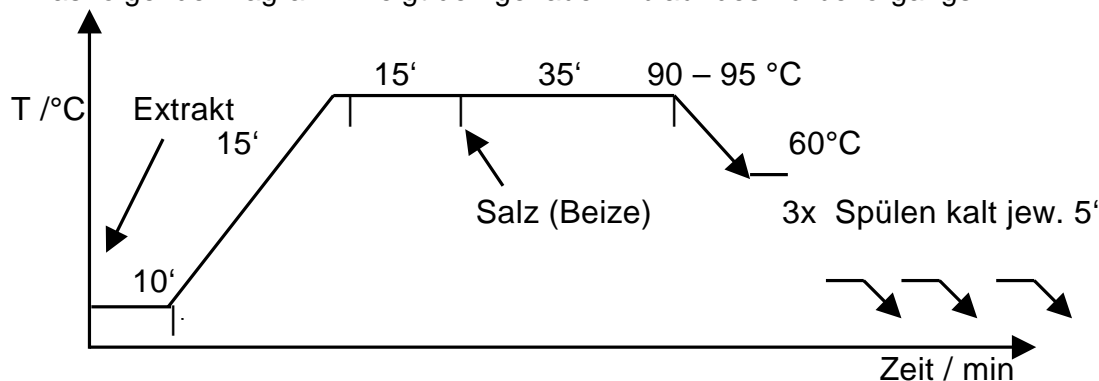
Um eine Farbkarte ansatzweise zusammenzustellen, wurden neben roten und gelben Naturfarben auch verschiedenste Vertreter im dunklen Farbbereich für Probefärbungen gewählt. Dabei wurde mit allen Pflanzenmaterialien folgendermaßen vorgegangen:

- **Extraktion:** Rohmaterial und Wasser wurden im Verhältnis 1:20 gemischt, eine Stunde lang gekocht, wobei das verdampfte Wasser wieder zugesetzt wurde. Anschließend wurde abfiltriert, das Filtrat wurde als Färbeflotte eingesetzt. Je nach Vorbereitung des Materials wurde das getrocknete Pflanzenmaterial (Malve, Goldrute) oder die frischen nicht getrockneten Materialien verwendet (grüne Nuss-Schalen, Ligusterbeeren). Grobe Materialien wie Eschenrinde, Schwarzerlenrinde wurden grob zermahlen oder zerstampft (Teilchengröße einige mm)
- **Färbung:** Ware (Wolle bzw. Zellulose) wurde ausgewogen und in einem Becherglas mit der 20-fachen Menge Flotte versetzt. Für jeden Pflanzenextrakt wurden 6 verschiedene Färbungen durchgeführt, da Leinen und Wolle jeweils ohne Beize, mit Fe-Beize und mit Al-Beize gefärbt wurde.

Das Verfahren wurde als Einbadverfahren ohne Vor- oder Nachbeizvorgang angelegt. Man beginnt den Färbeprozess mit vorbehandelter Ware und Extrakt im Flottenverhältnis 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 1 g/100 ml FeSO₄·7 H₂O bzw. Kalium-Aluminiumalaun). 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 Farbmessung mit einem Dreifilterfarbmessgerät.

Durch die Anwendung eines einheitlichen Färbeprozesses wird die gemeinsame Verwendung der unterschiedlichen Farbstoffe und der Beizen in Mischung möglich. Man erhält dadurch zusätzliche färberische Freiheitsgrade.

Das folgende Diagramm zeigt den genauen Ablauf des Färbeprozesses:

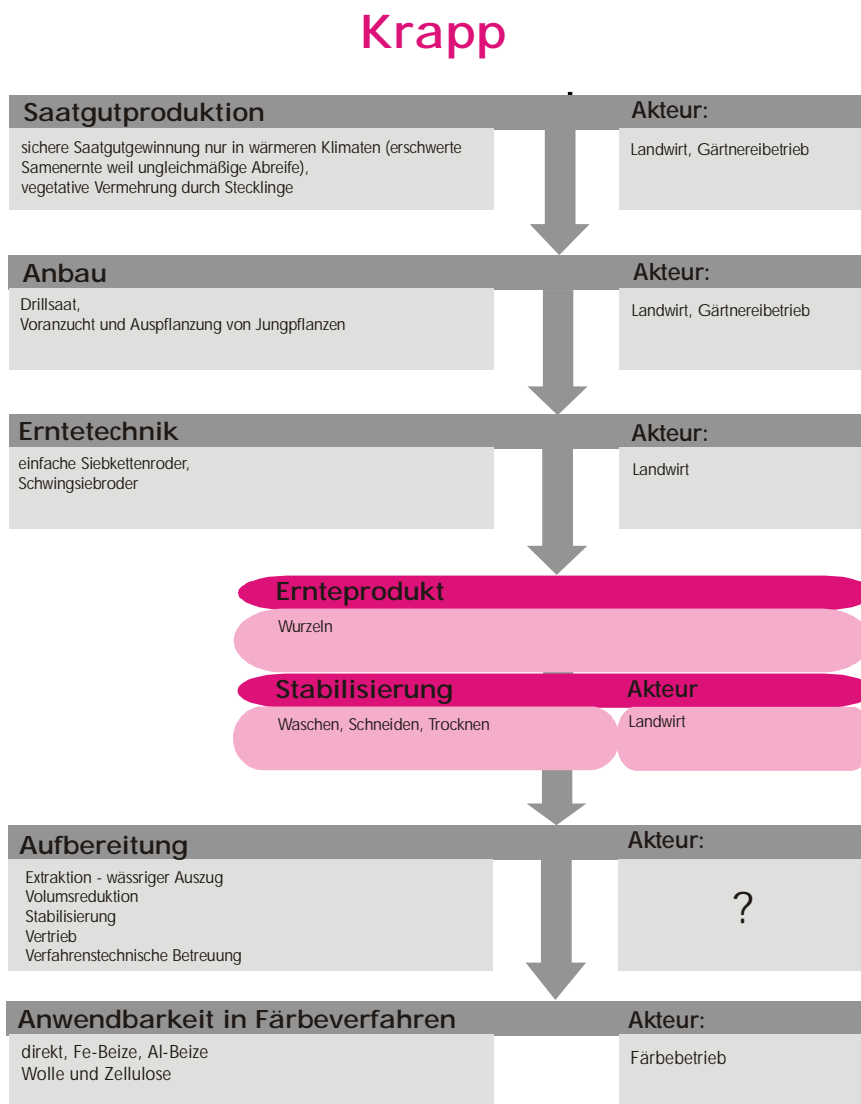


Neben der Farbvielfalt gibt die Farbkarte auch Auskunft über anwendungstechnische Eigenschaften (Färbetemperatur, Flottenverhältnis etc.) und Qualitätsmerkmale (Lichtechtheiten, Waschechtheiten, Bügelechtheiten etc.). Die Bestimmung sämtlicher Echtheiten war im Rahmen dieses Projektes leider nicht möglich, dennoch wurden die wichtigsten Echtheitsprüfungen durchgeführt: Waschechtheit (40°C) nach DIN 54014, Nassechtheit schwer nach DIN 54006, Lichtechtheit (Xenotestbelichtung und Vergleich mit Blaumaßstab).

Aufstellung potentieller Produktions-Nutzungsketten für exemplarisch gewählte Färbepflanzen

Für die acht ausgewählten farbstoffliefernden Pflanzen wurden mögliche Produktions-Nutzungsketten mit Informationen zu allen Arbeitsschritten vom pflanzlichen Rohstoff bis zum Produkt, das in den Färbeprozess eingeht, erstellt. Ausgehend von den Anforderungen der Textilindustrie und der Landwirtschaft werden die erforderlichen Prozesse, technischen Einrichtungen und die jeweiligen Akteure beschrieben. Fehlende Informationen und Einrichtungen werden durch das Aufstellen dieser Produktions-Nutzungsketten leicht erkennbar. Auf Grundlage der Produktions-Nutzungsketten können „Lücken im System“ festgestellt werden und Empfehlungen für das Überwinden dieser Hemmnisse bei der industriellen und gewerblichen Anwendung von Färbepflanzen kommuniziert werden.

Abbildung 2 zeigt exemplarisch die Produktions-Nutzungskette für Krapp.



Lerneffekte

Die wichtigste Erkenntnis, die bei der Erstellung der Produktions-Nutzungsketten sehr deutlich wurde, ist das „missing link“ zwischen Anbietern der unterschiedlichen Pflanzenmaterialien und der Textilindustrie. Bei allen acht farbstoffliefernden Pflanzen gibt es keinen Akteur, der für die notwendige Aufbereitung und den Vertrieb zuständig ist.

Schlussfolgergerungen

Um die Anwendung von Pflanzenfarben in industriellen Färbetrieben zu gewährleisten, muss es gelingen, eine Betriebsstruktur zu schaffen, die Pflanzenmaterial von unterschiedlichsten Anbietern ankauft um daraus ein für die Industrie nutzbares Produkt herzustellen. Mit anderen Worten, erst wenn es einen Ansprechpartner für Betriebe gibt, der wie ein Farbhersteller die Aufbereitung, Standardisierung und verfahrenstechnische Betreuung der von ihm vertriebenen Naturfarben übernimmt, werden Färbepflanzen in der österreichischen Textilindustrie zum Einsatz kommen.

Eine weitere Strategie besteht in der gezielten Kooperation zwischen Landwirten und färbenden Betrieben. Durch eine größtmögliche Abstimmung von Angebot und Nachfrage können Verarbeitungsschritte eingespart werden und bestehende Infrastruktur kann weitgehend genutzt werden. Diese Strategie soll in Folgeprojekten mit interessierten Betrieben weiterverfolgt werden.

Neben diesem strukturellen Problem stehen auch noch viele färbetechnische Fragen offen. Die Farbkarte zeigt deutlich, dass manche Färbepflanzen so nicht einsetzbar sind, da sich einige Farbtiefen und auch viele Echtheiten als nicht genügend herausstellten (z.B. Berberitze – sämtliche Lichtechtheiten kleiner 1). Dem Problem könnte man einerseits mit alternativem Pflanzenmaterial entkommen, eine andere Möglichkeit bietet eine Optimierung der eingesetzten Beizenmenge.

Die derzeit vorliegende Farbkarte lässt noch vieles offen – tatsächlich ist eine enorme Variationsbreite innerhalb der Naturfarben zu erwarten, denn Dr. Bechtold entdeckte, dass durch Zugabe von Beizenmischungen (bestimmtes Verhältnis von Al- und Fe-Beize) enorme Nuancierungsmöglichkeit¹ bestehen. Dies ist eine neue wissenschaftliche Erkenntnis, die auch entsprechend in Fachjournalen publiziert werden wird. Sie eröffnet bisher nicht berücksichtigte Möglichkeiten für den färbetechnischen Einsatz von Pflanzenfarben. Darüber hinaus können durch Mischung der verschiedenen Pflanzenmaterialien weitere Mischfarben erwartet werden.

¹ Eine Nuancierung ist eine Farbtonverschiebung.

Projektleitung (Name, Adresse, Email etc.)

Mag. Susanne Geissler
Dr. Erika Ganglberger
Seidengasse 13
A-1070 Wien
Telefon: 01 / 523 61 05-16
Fax: 01 / 523 58 43
geissler@ecology.at

Institut/Unternehmen

Österreichisches Ökologie-Institut für Angewandte Umweltforschung
Seidengasse 13
A-1070 Wien
Telefon: 01 / 523 61 05
Fax: 01 / 523 58 43

Auflistung ev. weiterer Projekt- bzw. KooperationspartnerInnen (Name /Institut oder Unternehmen, Adresse, E-mail, etc.)**Dr. Thomas Bechtold**

Institut für Textilchemie und Textilphysik der Universität Innsbruck
Höchsterstrasse 73
A-6850 Dornbirn
textilchemie@uibk.ac.at

Simone Sandberg

Industriewissenschaftliches Institut
Lugeck 2
A-1010 Wien

DI Otto Schütz, DI Anna Hartl, DI Regina Reiterer

Österreichische Vereinigung für Agrarwissenschaftliche Forschung
Kleine Sperlgasse 1/37
A-1020 Wien
oevaf-wien@oevaf.at

Kontaktadresse**(Name des/der EinreicherIn und/oder ProjektleiterIn, Adresse, Tel/Fax, Email, Etwaige Website zu Ihrem gegenständlichen Projekt)**

Mag. Susanne Geissler
Österreichisches Ökologie-Institut für Angewandte Umweltforschung
Seidengasse 13
A-1070 Wien
Telefon: 01 / 523 61 05
Fax: 01 / 523 58 43
geissler@ecology.at
<http://www.ecology.at>