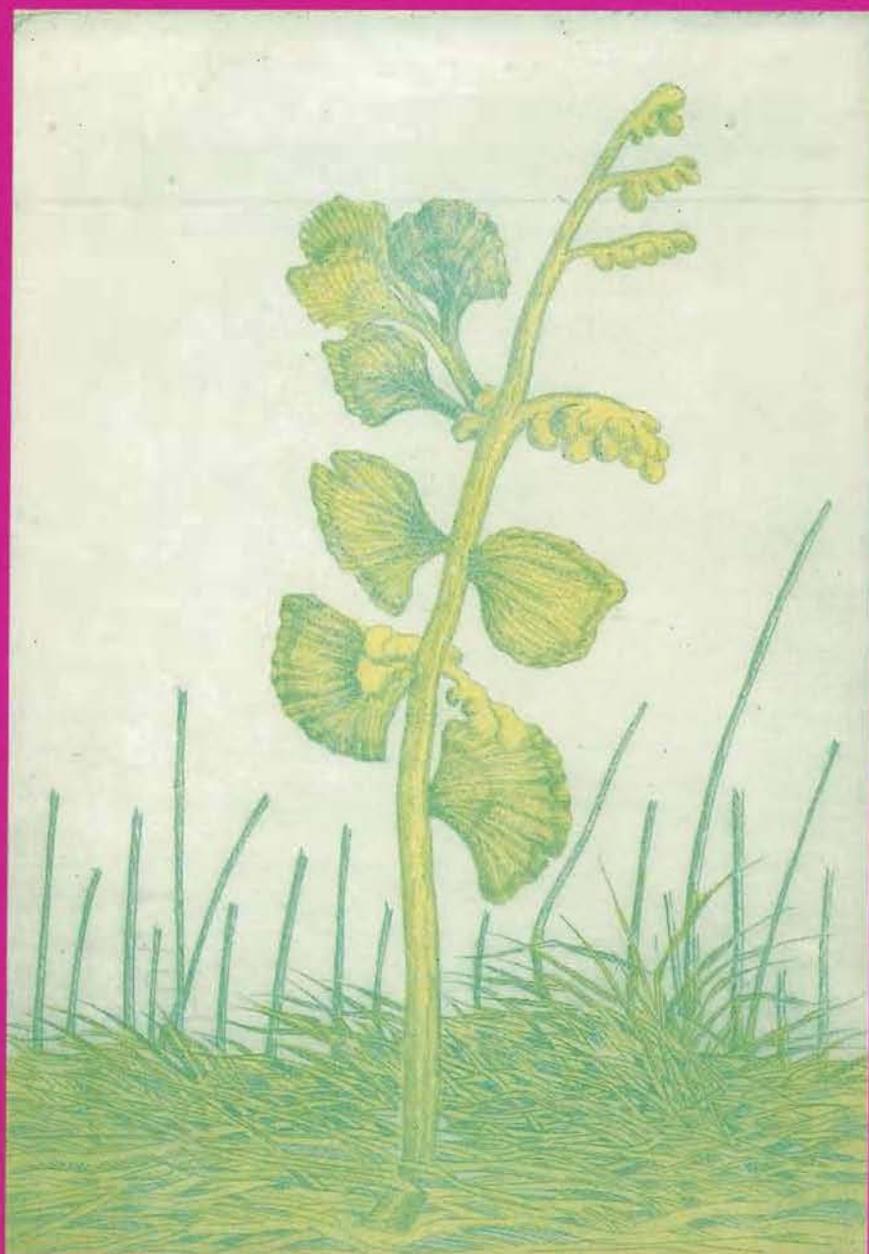


Soznat

Materialien für den Unterricht 29



NATURWERKSTATT I

Naturwissenschaften sozial

Titelbild:

“MONDFARN”
Farbradierung 1983
16,4 x 11,8 auf 24 x 18
Maarten THIEL

Wir bedanken uns für die Nachdruckerlaubnis

CIP - TITELAUFNABME DER DEUTSCHEN BIBLIOTHEK

Naturwerkstatt : Materialien zu einem Unterrichtsprojekt /
Hrsg.: AG Naturwiss. - sozial. Unter Verwendung von
Materialien und Erfahrungen von Annette Renschler ... -
Marburg : Red.-Gemeinschaft Soznat
NE: Renschler, Annette [Mitverf.]; Gesamthochschule <Kassel> /
Arbeitsgruppe Naturwissenschaften Sozial
1. Wolle, Pflanzenfarben, Färben. - 1. Aufl. - 1990
(Soznat ; Bd. 29)
ISBN 3-922850-55-3
NE: GT

1. Auflage 1990

(c) Redaktionsgemeinschaft Soznat Marburg
Postfach 2150 3550 Marburg

Druck: **Alp-Druck Marburg**

Alle Rechte vorbehalten - Kopien zu Unterrichtszwecken erlaubt

ISBN 3-922850-55-3

NATURWERKSTATT I:

Wolle, Pflanzenfarben, Färben

Materialien zu einem Unterrichtsprojekt

unter Verwendung von Materialien und Erfahrungen von
Annette Renschler, Lutz Stäudel, Günther Sanchez, Renate Kepler u.a.

Marburg 1990

Redaktion: Lutz Stäudel, Richard George

Graphik: Angela Bender

Herausgeber: **AG Naturwissenschaften - sozial**

c/o Lutz Stäudel
Gesamthochschule
Kassel, FB 19
Heinrich-Plett-Str. 40
3500 Kassel

c/o Armin Kremer
AG Soznat
Universität Marburg, FB 21
Postfach 2150
3550 Marburg

INHALT

	Seite
1. Vorbemerkung	1
2. Hinweise zur Gliederung der Materialien	2
3. Hinweise zu den Rezepten	3
4. Materialien	
<u>GELB</u>	
* Farben und Farbstoffe - so alt wie die Menschheitsgeschichte	4
* Färbepflanzen für Gelbfärbungen	5
* Färben mit Zwiebelschalen	6
* Organisation des ersten Tages (Vorbereitung der Wolle / erste Färbung / Beizen der Wolle / Vorbereitung der Flotte / Öko-Bilanz)	7
<u>Exkurs</u> : Wolle - Aufbau und Eigenschaften	12
<u>GRÜN / BRAUN</u>	
* Grün- und Braunfärbungen: einheimische Pflanzen	16
* Grünfärben mit Möhrenkraut - Braunfärben mit Kiefer	17
* Zur Sozialgeschichte der Textilfärberei - vom Altertum zum Mittelalter	18
* Zur Organisation des zweiten und der folgenden Tage (Dokumentation / Kämmen und Spinnen)	21
<u>Exkurs</u> : Wolle und Farbstoff	25
<u>ROT</u>	
* Purpur, Cochenille, Krapp und Rotholz	29
* Rotfärben mit Cochenille bzw. mit Krapp	32
* Die technische, chemische und industrielle Revolution	34
* Werkstücke aus pflanzengefärbter Schafwolle	37
<u>Exkurs</u> : Krapp und das Alizarin	39
<u>BLAU</u>	
* Waid, Indigo und Blauholz	42
* Blaufärben mit Indigo	44
* Von der Färbekunst	46
* Vom Waid zum synthetischen Indigo	47
* Alternativen zum Färben im Projekt	51
<u>Exkurs</u> : Was ist Farbe?	53
5. Erfahrungsbericht	58
6. Literaturhinweise	62
Anhang - Übersicht	64
Anhang I: Materialbedarf und -beschaffung (Wolle / Färbemittel / Geräte und Hilfsmittel / Chemikalien)	65
Anhang II: Weitere Färberezepte	78
Anhang III: "Fasern und Farben aus der Natur - eine ökologische Alternative?"	87

1. Vorbemerkung

Das Heft **Naturwerkstatt I** beinhaltet sowohl Rezepte für Einfärbungen von Wolle mit Pflanzenfarben wie auch Materialien zur theoretischen - geschichtlichen wie aktuellen - Auseinandersetzung mit den Themenbereichen Farbe, Färben und Textilien. Die Anregungen für die schulische Umsetzung, vorzugsweise im Rahmen von Unterrichtsprojekten, beruhen auf Erfahrungen der Autoren und anderer LehrerInnen mit verschiedenen Klassen in unterschiedlichen Schulstufen.

Der Umgang mit Farbstoffen aus der Natur, Naturfasern und das Färben lassen sich schwerlich einem Schulfach zuordnen, weder der Biologie noch der Polytechnik oder der Chemie. Wenn die Materialien dieses Hefts dennoch an einigen Stellen besondere Bezüge zur "Chemie" aufweisen, so hat dies verschiedene Gründe:

- Zunächst ist die Geschichte der modernen Chemie, in der Forschung wie in der industriellen Produktion, von Anfang an verknüpft mit dem Farben-Bereich: Die chemische Industrie begann mit der Analyse von Farbstoffen aus der Natur und dem Versuch ihrer synthetischen Herstellung im großen Maßstab. Nicht zufällig nannte sich der größte jemals gebildete Chemie-Konzern *I.G.Farben* (Interessengemeinschaft Farben). Daher muß die Auseinandersetzung mit Farben und Färben - aus unserer Sicht - immer auch ein Stück Erarbeitung von Chemiegeschichte beinhalten.
- Mit Chemie zu tun hat vieles beim Färben: Die Möglichkeit, den Farbcharakter über die chemische Struktur des betreffenden Stoffes zu erklären, die spezifischen Eigenschaften von Fasern und ihr Verhalten gegenüber Farbstoffen, Hilfsstoffen und nicht zuletzt gegenüber der Haut, der Färbevorgang selbst und schließlich die spezifischen Umweltbelastungen, die das Färben mit sich bringt, ob mit natürlichen oder synthetischen Farbstoffen auf Kunst- oder Naturfasern.
- Durchaus beabsichtigt sind dagegen die deutlichen Unterschiede zwischen den hier vorgeschlagenen Färbeverfahren und dem, wie sich die Chemie als Schulfach den Schülern normalerweise präsentiert. Arbeitet man im Schullabor - wenn überhaupt experimentell - mit farblosen Flüssigkeiten und überwiegend ebensolchen kristallinen Pulvern im Reagenzglas, so geht es hier um Kilogramm-Mengen in großen Gefäßen und um Stoffe, die mit bloßen Händen angefaßt werden dürfen und sollen. Ein Ziel solcher Tätigkeit ist es auch, den Absolutheitsanspruch des Faches Chemie zu relativieren und die damit verbundene Vorstellung, nur dort, wo man sich moderner wissenschaftlicher Methoden bediene, gehe es um "Chemie". Denn mit dem Färben erschließt sich den SchülerInnen der Blick auf eine kulturelle und handwerkliche Tradition, deren Produkte sich durchaus mit denen der "modernen Chemie" messen lassen können.

(Farb-)Stoffe und Fasern aus der Natur bedeuten auch eine Unmittelbarkeit der Begegnung mit Materialien und mit den Möglichkeiten der Gestaltung durch den Einzelnen, die in einer Welt der Fertigprodukte inzwischen an vielen - fast allen - Stellen verlorengegangen ist. Die Bereitung von Färbeflotten aus Pflanzenteilen unterscheidet sich darüberhinaus noch erheblich von einer Hobbyfärberei mit käuflichen Industrieprodukten in der Waschmaschine.

Schließlich zielt der tätige Umgang mit Naturprodukten auch ab auf eine sich parallel entwickelnde Reflexion der gegenwärtigen Verhältnisse: Modefarben bedeuten kurze Nutzungsdauern von Textilien, die "harte" chemische Synthese führt zu spezifisch hohen Umweltbelastungen, den heutigen verschwenderischen Umgang mit Fasern schließlich können sich die westlichen Industriegesellschaften nur auf Kosten der Menschen in der Dritten Welt leisten. Damit stellt sich die Frage nach realistischen Alternativen? Haben der Anbau und die Verwertung von Faser- und Färbepflanzen eine Perspektive für die Bundesrepublik, als "nachwachsende Rohstoffe" sozusagen anstelle von Produkten aus Erdöl, Energie und chemischer Industrie?

Damit werden auch ökologische und ökonomische, d.h. gesellschaftliche Aspekte berührt, die wiederum ins Verhältnis zur historischen Entwicklung gesetzt werden können.

2. Hinweise zur Gliederung der Materialien

Färben, Fasern und Farbstoffe bilden ein komplexes Praxis- und Theoriefeld, welches zwar zahlreiche Erfahrungen verschiedenster Art ermöglicht, andererseits nicht voraussetzunglos bearbeitet werden kann. Mit der Gliederung der Rezepte, Hinweise, Theoriestücke bzw. der historischen Elemente nach **Farben** bzw. nach Arbeitstagen wird hier versucht, neben dem handlungsorientierten Strang der Färbepaxis einen Theoriestrang zu entwickeln, der die notwendigen Informationen und Kenntnisse an der erfahrungsgemäß günstigsten Stelle einfließt. Natürlich können einzelnen Rezepte ebenso wie Textabschnitte auch für sich verwendet werden.

Um eine zielgerichtete Planung zu ermöglichen und unnötige Frustrationen zu vermeiden ist es in jedem Fall notwendig, daß der Betreuer bzw. die Betreuerin eines Färbeprojektes sich zunächst selbst mit der Materie vertraut macht, und zwar sowohl in theoretischer wie auch in praktischer Hinsicht.

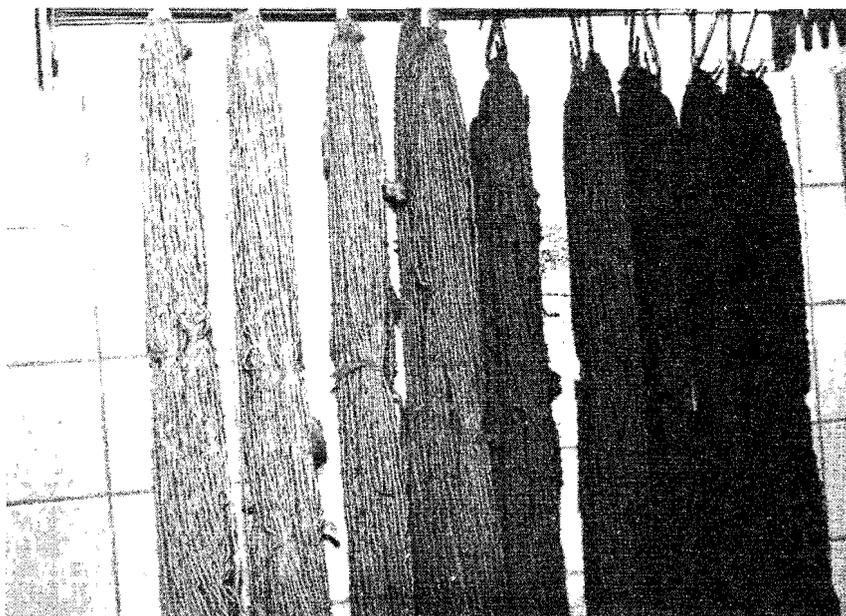
Die in der Kopfzeile mit einer grauen Unterlegung gekennzeichneten Hinweise zur Organisation beziehen sich auf ein mehrtägiges Färbeprojekt*). Vorschläge für eine Durchführung innerhalb des Regelunterrichts finden sich im Abschnitt BLAU (S. 51 f); weitere Hinweise zur Organisation sind dem Anhang I zu entnehmen.

3. Hinweise zu den Rezepten

Die hier vorgestellten praktischen Färbeanleitungen finden sich in der einschlägigen Literatur (vgl. Abschnitt 6 sowie Anhang II) in zahlreichen Varianten wieder. Wegen der Verschiedenheit der am Ort zugänglichen Naturmaterialien kann nicht mit immer reproduzierbaren Färbeergebnissen gerechnet werden. Die angegebenen Mengen können daher – je nach Qualität – verändert werden, ohne daß Mißerfolge zu erwarten wären.

Je nach Jahreszeit unterscheidet sich die Verfügbarkeit von frischen Pflanzen zum Färben; die Basisrezepte im Materialteil sind jedoch so ausgewählt, daß eine weitgehende Unabhängigkeit von der Jahreszeit erreicht worden ist. Je nach zeitlicher Plazierung des Färbeproyektes können diese Rezepte durch andere aus dem Anhang (II) ersetzt bzw. ergänzt werden. Eine Übersicht über Blüte- bzw. Sammelzeiten für häufig vorkommende Pflanzen(teile) findet sich in den Tabellen des Anhangs.

Die Mengenangaben bei den Rezepten beziehen sich in der Regel auf ein Kilogramm Wolle. Dies gilt auch für Abtönungen usw. Bei Nachbehandlungen (Entwicklung) einer Teilmenge der ersten Färbung muß die Zugabe der Entwicklersubstanz entsprechend vermindert werden.



*) Vgl. dazu auch den Erfahrungsbericht in Abschnitt 5 (S.58 ff).

GELB

bedeutet Sonne, Schöpfung und Fruchtbarkeit, aber auch Gold und Neid.)*

Farben und Farbstoffe – so alt wie die Menschheitsgeschichte **)

Farben umgaben die Menschen von Anbeginn: Zunächst konnten sie nur als Betrachter an der unglaublichen Farbenpracht der Natur teilhaben, am Blau des Himmels, dem Grün der Blätter oder der Buntheit des Herbstlaubes. Aber schon bald lernten sie, ihre direkte Umwelt und auch ihre Kleidung farblich zu gestalten: Frühe Zeugnisse sind die Höhlenmalereien z.B. von Altamira, die 10.000 oder 15.000 Jahre überdauert haben. Die Farben fanden die Steinzeitmenschen in der Erde, etwa Röteln, Ocker, Kalk und Ruß.

Noch bis vor wenigen Jahren entdeckte man in entlegenen Gegenden der Erde Kulturen, die technologisch auf dem Niveau der Steinzeit lebten und eine ganz ähnliche Palette von **Erdfarben** benutzten, bei Zeichnungen auf Stein, Holz oder Leder wie auch beim rituellen Schminken.

Während diese Mineralfarben aufgrund ihrer chemischen Stabilität (als anorganische Pigmente) große Zeiträume überdauern konnten, reichen die Zeugnisse für die Verwendung von **Farbstoffen** nur wenige Tausend Jahre zurück. Sowohl die aus Pflanzenteilen oder anderen Lebewesen (z.B. Schnecken) gewonnenen Naturfarbstoffe wie auch die gefärbten einfachen Textilien oder Felle sind organische – also sehr vergängliche – Stoffe, die nur unter ganz besonderen Umständen erhalten geblieben sind.

Die ältesten gefärbten Stoffe fand man in ägyptischen Gräbern aus der Zeit um 2500 v.Chr.. Diese Stoffe wurden mit Safran, Krapp und Indigo gefärbt. Dazu wurde ein Laugenverfahren angewandt, bei dem die Färbepflanzen mit Wasser vermengt und längere Zeit an einem warmen Ort stehen gelassen wurden. Im Zuge der dadurch eingeleiteten Gärprozesse entstand ein Farbsud, in den anschließend die Textilien eingelegt und ohne Erhitzen gefärbt wurden.

Aus der gleichen Zeit sind aus Indien bereits fortschrittlichere Methoden der Textilfärberei überliefert, z.B. in den Steinernen Tafeln von Ur, die im Britischen Museum in London aufbewahrt sind. Auch aus der Schweiz, aus Dänemark und verschiedenen anderen Ländern sind Ausgrabungsfunde bekannt, die beweisen, daß schon 2000 v.Chr. mit Waid, Krapp und Bärentraube gefärbt wurde.

Zwar spielen auch ROT (echter Purpur), BLAU (Indigo), Grün- und Brauntöne in der Frühzeit des Färbens von Textilien eine wichtige Rolle, wegen der leichten Handhabbarkeit des ersten Rezepts (Färben mit Zwiebelschalen) und der historischen Bedeutung verschiedener GELB-Töne (Safran und europäischer Wau) beginnt der erste Tag mit der GELB-Färbung.

*) vgl. Ingrid Riedel: Farben. Stuttgart 1983(2), S. 70ff.

***) vgl. u.a. H.-H. VOGT: Farben und ihre Geschichte. Stuttgart 1973

Wichtige Färbepflanzen für Gelbfärbungen *)

Färberwau

Der Färberwau (*Reseda luteola*) war die bedeutendste gelbfärbende Pflanze in Mitteleuropa, da er ein sehr kräftiges und ziemlich lichtehtes Gelb gibt. Er wurde in Deutschland, England, Belgien, Italien und vor allem in Frankreich angebaut. Im 19. Jahrhundert hatte Frankreich das Monopol im Wau-Export.

Wau wird heute praktisch nicht mehr angebaut, als Ruderalgewächs findet man ihn jedoch in ausreichenden Mengen bei Schutthalden oder auf mageren Erdaushüben (Trassenbau).



Safran

Safran (*Crocus sativus*) galt bereits in der Antike im Mittelmeerraum als eines der begehrtesten Gelbfärbemittel. Später war Basel der Hauptschlagplatz für Safran in Mitteleuropa.

Safran war und ist sehr teuer. Deshalb versuchte man in der Gegend von Basel, selbst Safran anzubauen. Nach kurzem Erfolg um das Jahr 1420 führten einige Schlechtwetterjahre zum schnellen Ende des Safranbaus in Mitteleuropa.

Saflor

Der Saflor (*Carthamus tinctoria*), auch falscher Safran genannt, kam ursprünglich aus dem Orient, wurde aber auch in Südeuropa, im Elsaß und in Thüringen angebaut. Er ergab nur ein - im Vergleich mit Safran - relativ schwaches Gelb und wurde oft zum Verschnitt von echtem Safran verwendet.

Vom Färben mit Saflor wird jedoch schon in den ältesten überlieferten Quellen berichtet, z.B. im Papyrus Graecus Holmiensis, auch Stockholmer Papyrus genannt. Dieser Papyrus stammt wahrscheinlich aus einem ober-ägyptischen Grab, die Datierung ist unsicher:

*Das Färben kanusischer Wolle **)*

Koche zuerst pro Pfund ungewaschener Wolle etwa 100 g Saflor und 40 bis 50 g Blütenblätter der Saflordistel mit etwa drei Litern Wasser in einem verzinnnten Kupferkessel aus. Dann gehe mit der Wolle ein, mach (von Zeit zu Zeit) eine Probe bis zur Fertigstellung.

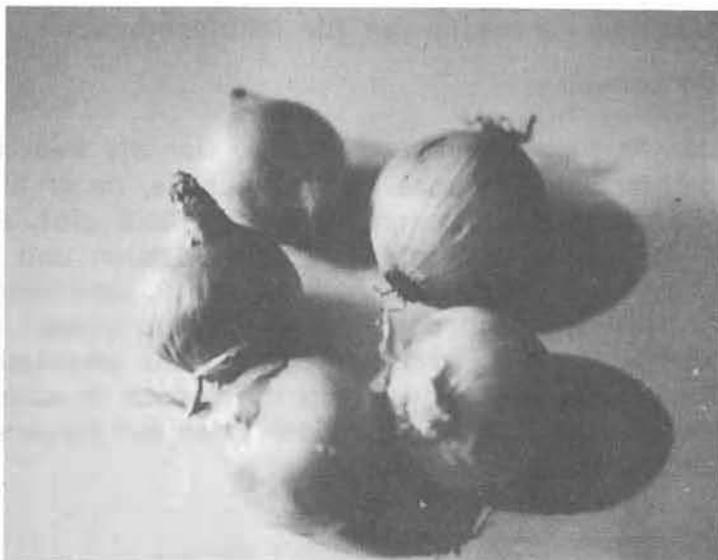
Andere Gelbfärber sind Gelbholz und Färberdistel.

*) nach: Gudrun Schneider: Färben mit Naturfarben. Ravensburg 1979, S.9 ff.

***) aus: K. Reinking: Die in den griechischen Handschriften aus dem Altertum erhaltenen Vorschriften für Wollfärberei. Frankfurt am Main, 1938, S.32. Übertragung durch K. Reinking. Kanusische Wolle bezeichnet, wie Plinius berichtet, eine bereits während der Römischen Republik bekannte Wollqualität aus Apulien bzw. der Stadt Canusium.

Färben mit Zwiebelschale

Neben Speise- und Gemüsezwiebel gibt es Wildformen, die in Wäldern wachsen, aber nicht sehr leicht zu finden sind. Für Färbungen von Wolle kann man gut die Schalen von käuflichen Zwiebeln verwenden; rote Zwiebeln färben dabei etwas röter als braune. Im Sommer sind die Schalen meist sehr dünn und hell.



Verwendet werden die äußeren dünnen Schalen, frisch oder getrocknet. Am einfachsten erhält man größere Mengen Zwiebelschalen bei Supermärkten: Dort fallen beim Umpacken aus Säcken in Kilogrammnetze regelmäßig Schalen an.

Für 1 kg Wolle benötigt man $\frac{1}{2}$ bis 1 kg Zwiebelschalen.

Ein Vorbeizen (siehe die späteren Abschnitte) entfällt. Es wird nicht oder direkt gebeizt.

Färben

Die Zwiebelschalen und die Wolle werden lagenweise im Topf aufgeschichtet, dann werden obenauf 100 g Alaun gestreut, das Ganze wird mit Wasser bedeckt und dann langsam erhitzt.

Wenn die Flotte eine Stunde lang gekocht*) hat, läßt man abkühlen, zieht die Wolle heraus, schüttelt gut aus, wäscht die Wolle und läßt sie trocknen.

Bemerkungen:

Diese Färbung ist sehr schnell und farbintensiv. Da das Ausschütteln der Schalen ziemlich viel Schmutz verursacht, sollte es im Freien durchgeführt werden.

Anstelle der direkten Zugabe von Alaun zur Flotte kann auch alaungebeizte Wolle - dann ohne weiteren Zusatz - mit Zwiebelschalen gefärbt werden.

Die mit Zwiebelschalen gelbgefärbte Wolle kann an einem späteren Tag z.B. mit Indigo überfärbt werden. Man erhält ein kräftiges GRÜN.

*) Kochen bedeutet hier und bei den folgenden Rezepten, daß das Färbebad mit Flotte und Wolle knapp unter 100 Grad C gehalten wird. Richtiges Kochen - manchmal nicht zu vermeiden - ist nicht schädlich, strapaziert aber die Wolle etwas und erschwert das anschließende Kämmen, falls man Fließwolle gefärbt hat. Optimal ist eine dauernde Kontrolle der Flotte mittels Thermometer.

Die Organisation des ersten Tages:

Beim Färben fallen eine Reihe von unterschiedlichen Arbeiten an, die teils parallel, teils nacheinander ausgeführt werden können bzw. müssen. Dazu gehören bei Verwendung von ungewaschenen Vliesen:

- das Sortieren, Zupfen, Waschen und Trocknen,
 - das Kardieren (Kämmen) der Wollflocke und
 - das Spinnen,
- weiterhin, unabhängig vom Verarbeitungsgrad der Wolle:
- das Beizen,
 - das Ansetzen der Färbeflotte,
 - u.U. mit vorhergehender Vorbereitung der Pflanzenteile,
 - das eigentliche Färben,
 - eventuell ein Überfärben bzw. Entwickeln und
 - das Auswaschen und Trocknen der gefärbten Wolle.

Daran schließt sich die Verarbeitung zu Webstücken oder anderen Textilien an.

Die meisten Arbeitsgänge sind zeitintensiv: So dauert eine Färbung oder ein Beizgang mindestens drei Stunden. Während dieser Zeit ist zwar Aufmerksamkeit erforderlich, getan werden muß hingegen relativ wenig; daher können Arbeiten wie Zupfen, Waschen und Spinnen durchaus nebenbei weitergeführt werden.

Um zu einem vertretbaren Gesamtzeitbedarf zu kommen, müssen die Tätigkeiten arbeitsteilig organisiert werden. Die Kleingruppen sollten allerdings nicht isolierte Teilarbeitsgänge - z.B. nur das Beizen - verantwortlich übernehmen, sondern etwa die gesamte Färbung einer Partie Wolle einschließlich der vorbereitenden Arbeiten und der Dokumentation.

Der Tag sollte stets mit einer gemeinsamen Arbeitsplanung begonnen werden, der sich die Gruppen(neu)einteilung anschließt.

Eingeplant werden müssen auch Abschnitte für gemeinsame (theoretische) Arbeit, am günstigsten am späten Vormittag oder kurz vor Mittag, ein zweiter Block am Nachmittag nach Beendigung der Tagesarbeiten.



Eine tägliche Abschlußbesprechung mit Vorplanung für den nächsten Tag ist unerlässlich.

Vorbereitung der Wolle*)

Die rohe Vlieswolle wird zunächst sortiert: Allzu verschmutzte Teile (vom Bauch) und Partien mit sehr kurzen Fasern werden aussortiert. Aus den übrigen Partien werden hartnäckige Verschmutzungen wie feste Kotteile oder Pflanzenreste herausgezupft (oder -geschnitten). Die Wolle wird gleichzeitig gezupft und damit aufgelockert, anschließend gewaschen. "Stilecht" wäre das Waschen (im Freien) mit Regenwasser und milder (Grüner) Seife; alternativ kann die Wolle mit der Hand in lauwarmen Wasser unter Zusatz von Neutalseife, einem Feinwaschmittel oder einem milden Haarshampoo gewaschen werden.

Für größere Mengen kann auch eine Waschmaschine benutzt werden. Um Verschmutzungen der Maschine und ein Verstopfen der Pumpe durch Wollteile zu vermeiden, steckt man die Wolle in einen alten Kopfkissenbezug, der zugeknöpft im Wollwaschgang samt Wolle gewaschen wird.

Es ist darauf zu achten, daß der gewaschenen Wolle noch genügend Wollfett anhaftet: Zwar nimmt weitgehend entfettete Wolle besser die Farbe auf, das Wollfett erleichtert aber einerseits das spätere Verspinnen, zum anderen schützt es die Faser, verhindert ein Kratzen auf der Haut und erhöht die Lebensdauer der Textilien.



Die zunächst unangenehme Arbeit des Zupfens sollte durchaus bewußt durchgeführt werden: Bei dieser Begegnung mit einem rohen Naturprodukt stellt sich bald eine gewisse Vertrautheit mit dem Material ein, auch mit dem Geruch, in den sich bald die Aromen der Pflanzen einfügen und die Arbeit während der folgenden Zeit begleiten. Im Vlies finden sich zudem viele "Kleinteile", die vom Leben der Schafe und ihrer Umgebung erzählen: Käfer, Halme, Dornen u.v.a.m.

Nach dem Waschen wird die Wolle locker zum Trocknen aufgehängt und am nächsten Tag gekämmt (siehe GRÜN/BRAUN) und versponnen.

Um - trotz zeitaufwendiger Vorbehandlung der Wolle - am ersten Tag bereits ein Färbeergebnis zu erhalten, kann man

- entweder eine ausreichende Menge Wolle am Strang bereithalten
- oder einen Teil der Wolle vorab waschen und verspinnen
- oder ein Portion Wollflocke direkt färben.

*) Wird mit fertig gesponnener (Strang-)Wolle gearbeitet, entfallen die im folgenden beschriebenen Arbeiten. Es empfiehlt sich jedoch, die Stränge umzuwickeln bzw. zumindest neu - locker - zu binden. Um beim gleichzeitigen Färben mehrerer Stränge keine "Verwicklungen" herbeizuführen, sollte jeder Strang mindestens viermal abgebunden werden.

Da für die vorgeschlagene Färbung mit Zwiebelschalen das Vorbeizen entfällt, kann ein Teil der gewaschenen Wolle ohne zwischenzeitliches Trocknen direkt weiterverarbeitet werden.

Das Färben von ungesponnener Wolle ist etwas schwieriger als das Färben im Strang, auch besteht eine gewisse Gefahr des Verfilzens, wodurch das anschließende Kämmen deutlich anstrengender wird.



Die erste Färbung – Anmerkungen

- Zum GELB-Färben mit Zwiebelschalen vgl. Seite 6.
- Die notwendigen Gerätschaften sind in Anhang 1 beschrieben.
- Es ist darauf zu achten, daß
- die Wassermenge stets ausreichend ist,
- der Topf mit der Flotte langsam erhitzt wird (1 Std.) und dann
- etwa eine Stunde knapp unter dem Kochen*) gehalten wird,
- dabei wird die Wolle in Abständen von 10 Minuten mit einer (glatten) Holzstange leicht bewegt ("umgezogen").
- Nach Abstellen der Heizquelle läßt man die Wolle in der Flotte abkühlen,
- die Wolle wird entnommen, abtropfen lassen und
- mehrfach mit klarem Wasser gewaschen. Wenn das Waschwasser klar abläuft,
- wird sie leicht ausgedrückt und locker zum Trocknen aufgehängt. Die unmittelbare Nähe von Heizkörpern o.ä. ist dabei zu meiden.

*) Bzgl. des "Kochens" vgl. Anmerkung auf Seite 6 unten.

Das Beizen der Wolle

Für die meisten Einfärbungen ist es notwendig, die Wolle zuvor zu beizen.

Gebeizt wird meistens mit Alaun (siehe Anhang), wegen der ökologischen Bedenklichkeit größerer Metallsalzmengen im Restwasser wird auf Beizen mit Kupfersulfat o.ä. hier weitgehend verzichtet. Zusätzlich oder alternativ findet auch Weinsäure oder Weinsteinrahm Verwendung.

- Weinsäure oder deren Salze säuern die Wolle an. Diese Ansäuerung bewirkt eine Quellung der Faser – besonders der äußeren Schuppenschicht –, wodurch die Farbstoffe besser auf die Faser aufziehen können.
- Zur Bedeutung des Beizens mit Alaun vgl. die Theorie zur Farblackbildung im Abschnitt GRÜN/BRAUN.

In bestimmten Fällen kann auf eine Vorbeize verzichtet werden nämlich dann,

- wenn die Färbepflanze selbst genug Weinsäure enthält wie z.B. der Rainfarn oder
- wenn die Pflanzen saure Bestandteile anderer Art in größeren Mengen enthalten; dies gilt z.B. für viele Rinden, Flechten und Nüsse, die saure Gerbstoffe enthalten.

Zum Beizen wird die Wolle in das kalte Beizbad eingelegt und langsam bis kurz unterhalb des Kochens erhitzt. Nach einer Stunde bei knapp 100 Grad – bei gelegentlichem Umziehen der Wolle – wird die Heizquelle ausgeschaltet und alles abkühlen lassen. Die Wolle wird herausgenommen und abtropfen lassen (nicht auswaschen!). Eine zusätzliche Lagerung der feuchten gebeizten Wolle (über Nacht) verbessert die Farbaufnahme.

Während des ersten Tages sollte mindestens ein Kilo Wolle mit Alaun gebeizt werden!

Vorbereitung der Färbeflotte

Je nach gewählten Färbungen mit Pflanzenteilen ist eine rechtzeitige Vorbereitung der Flotten erforderlich. Rinden, Zapfen, Nußschalen, Wurzeln (Krapp) und Hölzer (Gelb-/Blauholz) müssen mindestens einen Tag in lauwarmem Wasser quellen. Vor der Färbung werden sie aufgekocht – in der Regel eine Stunde lang – und danach in die wieder abgekühlte Flotte die (gebeizte) Wolle eingelegt und gefärbt.

Kleinere Pflanzenteile sieht man nach dem Aufkochen durch ein Mulltuch oder einen Sack ab; sie können im abgebundenen Tuch zur Farbverstärkung beim Färbenvorgang wieder in Flotte mit eingelegt werden. Pulverisierte Pflanzenteile läßt man von Anfang an im Tuch quellen und aufkochen.

Bei anderen Pflanzen oder Pflanzenteilen wird das ausgelaugte Material nach dem Aufkochen und Abseihen entfernt.

Die Pflanzenreste sollten nicht in den Hausmüll geworfen sondern der Kompostierung zugeführt werden.

***Färbeflotte für die zweite Färbung über Nacht ansetzen!
Holzige Pflanzenteile für spätere Färbungen mit Wasser zum Quellen ansetzen!***

Öko-Bilanz

Als zu den industriellen Färbeverfahren alternative Technik kann und muß das Färben von Wolle mit Naturfarbstoffen auch unter ökologischen Gesichtspunkten betrachtet und bewertet werden. Es reicht dazu keineswegs aus, der verbreiteten Meinung zu folgen, daß alles, was mit "natürlich" umschrieben werden kann, auch umweltfreundlich sei. Z.B. benutzt auch die Pflanzenfärberei Chemikalien als Hilfsstoffe - darunter in der Vergangenheit auch das carcinogene Chromat -, die benötigten Mengen Wasser sind erheblich, und beim unbedachten Einsammeln der Pflanzenteile können erhebliche Schädigungen der Natur auftreten.*) Schließlich sind die Pflanzenfarbstoffe selbst ebenfalls chemische Substanzen, die für Gesundheit und Umwelt prinzipiell problematisch sein könnten.

Voraussetzung für eine Bewertung im Vergleich ist daher die Kenntnis der Stoffumsätze - auch der Hilfsstoffe. Die im Rahmen einer Öko-Bilanz aufgenommenen Daten können dann nach Abschluß der praktischen Arbeiten verglichen werden mit bekannten Daten der industriellen Textilfärberei und der Produktion von synthetischen Farbstoffen.

Die Chemikalien: Der Chemikalienverbrauch wird in einer besonderen Liste notiert und am Ende ausgewertet. Zur ökologischen (Un-)Bedenklichkeit vgl. Anhang 1/Materialbedarf.

Wasserverbrauch: Der Wasserverbrauch kann abgeschätzt oder gemessen werden. Verfügt der Projektraum über eine eigene Wasseruhr, so können die Zählerstände zu Beginn und zu Ende des Projektes verglichen werden. Im anderen Fall ist der Wasserverbrauch bei mindestens zwei Färbungen durch Umfüllen in 10-Liter-Eimer zu messen und der Gesamtverbrauch hochzurechnen; wichtig ist die Berücksichtigung des Waschwassers beim Waschen der Rohwolle und beim Auswaschen nach dem Färben.

Energieverbrauch: Für Strom- oder Gasverbrauch gilt modifiziert das gleiche wie für's Wasser. Der Strombedarf für eine Kochplatte bzw. einen Einkochtopf läßt sich leicht aus dem Anschlußwert abschätzen, den Gasverbrauch kann man am Hauptzähler ermitteln, wenn sichergestellt ist, daß keine anderen Verbraucher Gas entnehmen.

Fragen zur Ökobilanz **): Wie läßt sich das Färben mit Naturprodukten möglichst umweltschonend gestalten? Wie wäre es, wenn alle Textilien mit Naturfarbstoffen gefärbt würden? Welche spezifischen Belastungen (z.B. für Wasser) entstehen durch die Pflanzenfärberei?

*) Vgl. dazu Anhang I: Materialbedarf - Ökologische Aspekte des Pflanzensammelns

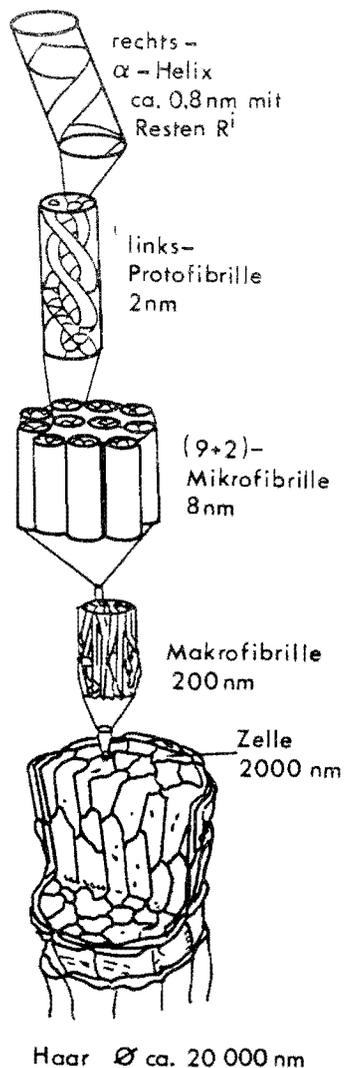
***) Vgl. Anhang III: Farben und Fasern aus der Natur

WOLLE - Aufbau und Eigenschaften

Zum Färben mit Pflanzenfarben eignet sich insbesondere Schafwolle, mit Einschränkungen auch Seide.*) Einerseits gehört Wolle zu den historisch ältesten Textilfasern und "wächst" auch in Mitteleuropa, andererseits erzielt man auf Wolle - unter schulischen Bedingungen - stets recht gute Färbeergebnisse mit einheimischen und importierten Färbepflanzen und -drogen.

Die gute Farbaufnahmefähigkeit von Wolle wird anschaulich deutlich, wenn man Aufbau und Feinstruktur von Wolle (oder anderen Tierhaaren) näher betrachtet. Darüberhinaus kann die Kenntnis der chemischen Zusammensetzung von Wolle ein vertieftes Verständnis des Färbeprozesses fördern.

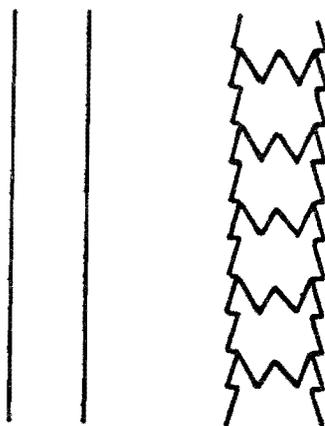
Aufbau der Wollfaser



Vorschlag für einen mikroskopischen Vergleich

Zwischen zwei Objektträger werden je eine Wollfaser und eine Synthefaser (z.B. Polyamidfaser) gelegt und bei verschiedenen Vergrößerungen (10- bis 100-fach) unter dem Mikroskop betrachtet.

Man erkennt deutlich den schuppenartigen Aufbau der Wollfaser im Vergleich zu der glatten, strukturlosen Oberfläche der Synthefaser. Falls vorhanden können zusätzlich Seide, Baumwolle, andere Tierhaare bzw. andere Synthefasern unter dem Mikroskop untersucht werden.



*) Färbeversuche sind auch mit Haaren von Ziegen, Hasen usw. möglich (Angorawolle). Für deren Aufbau gilt in etwa das im folgenden ausgeführte.

Chemischer Aufbau der Wolle

Wolle besteht - wie alle anderen tierischen Haare, chemisch betrachtet, aus großen Eiweißketten, die auf komplizierte Weise miteinander verknüpft sind.

Diese Eiweißketten bestehen wiederum aus einzelnen Eiweißen (Proteinen); die Eiweiße kommen schließlich durch Verknüpfung von einer Anzahl verschiedener Aminosäuren zustande.

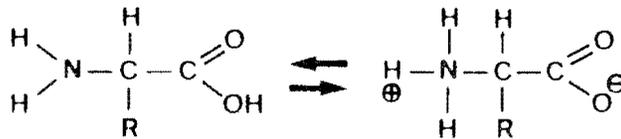
Die besondere Art der Verknüpfung der Aminosäuren nennt man Peptidbindung, in der Fachsprache nennt man Eiweiße daher auch Peptide, und Eiweißketten werden entsprechend auch Polypeptide genannt.

Chemischer Exkurs:

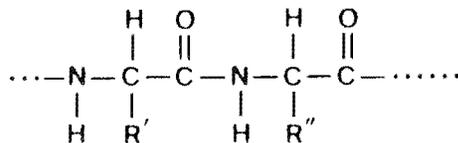
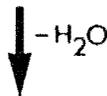
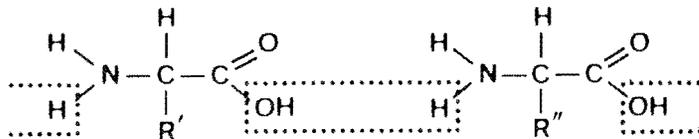
Wollkeratin, das Eiweiß, aus dem die Wollfaser zu 80% aufgebaut ist, setzt sich aus insgesamt 24 verschiedenen Aminosäuren zusammen. Diese Aminosäuren besitzen alle die gleiche Grundstruktur, unterscheiden sich aber durch ihre sog. Seitenketten (R). Je nach Art dieser Seitenketten spricht man von "sauren", "basischen" oder "neutralen" Aminosäuren.

Grundstruktur der Aminosäuren

(wegen der Seitenketten R
vgl. Tabelle rechts)



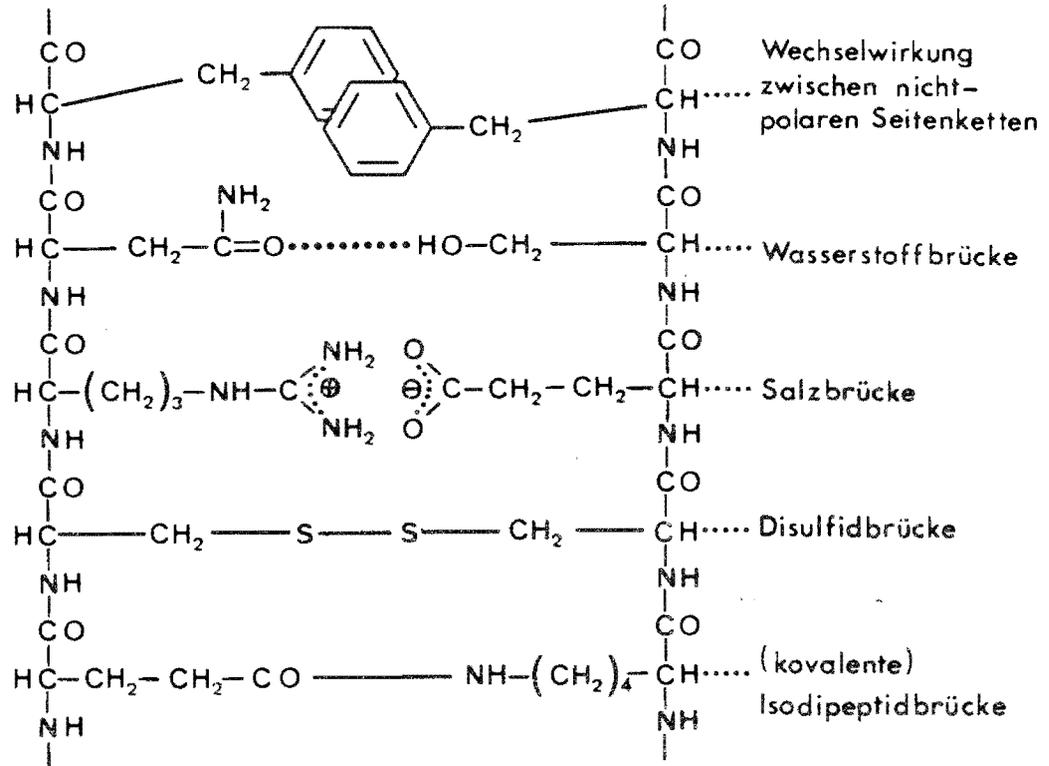
Peptid-Bindung



**Wichtige Aminosäuren
des Wollkeratins:**

- Glycin -H
- Leucin
("neutral") -CH₂-C(CH₃)₂-H
- Glutaminsäure - (CH₂)₂-COOH
("sauer")
- Arginin -(CH₂)₃-NH-C(NH₂)=NH
("basisch")
- Serin -CH₂-OH
(mit -OH-Gruppen)
- Cystein -CH₂-SH
(schwefelhaltig)

Die Peptidketten liegen - in der Wolle wie auch in den meisten anderen Eiweißen - als Doppelstrang vor. Je nach den beteiligten Aminosäuren kommt es zu unterschiedlichen Wechselwirkungen*):



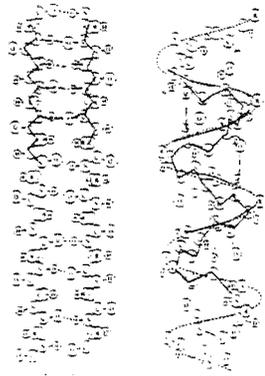
Für die Eigenschaften des Keratins und damit auch der Wollfaser spielt die Zusammensetzung der Peptide aus den unterschiedlichen Aminosäuren eine wichtige Rolle:

Je nach Art und Häufigkeit der einzelnen Aminosäuren kommt es zu deutlich verschiedenen Verknüpfungen der Polypeptidstränge. Diese entscheiden wiederum darüber, ob die Faser schließlich eher glatt oder gekräuselt ist, wie elastisch sie ist und wie sie sich gegenüber äußeren Einflüssen - Hitze, Wasser, Säuren u.a. - verhält.

Das nebenstehend links dargestellte **α -Keratin** besteht aus weitgehend parallel liegenden Peptid-Ketten. Aus α -Keratin baut sich überwiegend die Seide auf, deren Fasern ähnlich glatt sind wie die Struktur des Keratins auf der Ebene der Moleküle.

Rechts daneben ist das Modell des **β -Keratins** abgebildet; dort sind die beiden Polypeptidstränge verdrillt und bilden eine Doppelhelix (wie viele andere Eiweißstoffe, etwa die DNS). β -Keratin ist Hauptbestandteil der Schafwolle.

*) nach: Ullmanns Encyklopädie der Technischen Chemie. Weinheim 1982(4), Bd. 24, S.494



Diese Verdrillung kommt dadurch zustande, daß die Peptide im β -Keratin durchschnittlich längere Seitenketten bzw. Reste (R) tragen, deren Raumbedarf und gegenseitige Abstoßung (van-der Waals-Kräfte) zur Verformung führen. Bei Seide bzw. beim α -Keratin sind diese Reste eher klein.

Diese spiralförmige Struktur erklärt auch die Elastizität der Wolle. Durch Wasser, Hitze und verschiedene Chemikalien (z.B. Säuren) können die Wasserstoffbrücken und damit der innere Zusammenhalt der Wolle gelockert werden, daher läßt sich feuchte Wolle z.B. gut strecken. Beim Trocknen oder Abkühlen bilden sich diese Bindungen wieder aus, die Wolle zieht sich wieder zusammen.

Die Formstabilität der Wolle kommt durch die Cystein-Disulfid-Brücken (-S-S-) zwischen den Peptidketten zustande. Durch Einwirkung von Laugen können diese Brücken gespalten werden und sich nach einer gewollten Formveränderung und Auswaschen der Lauge an anderen Stellen wieder bilden. (Verfilzen von Wolltextilien und heißer Waschlauge, Filzen von Wolle mit Soda für Hüte o.ä., Dauerwelle beim menschlichen Haar.)

Schwefelnachweis im Wollweiß

Einige Wollfasern (1 g) werden in einem Erlenmeyerkolben mit 50 ml verdünnter Natronlauge 5 Minuten lang gekocht (Vorsicht, heiße Natronlauge wirkt ätzend), dann wird mit verdünnter Salzsäure gerade neutralisiert.

Die Lösung riecht nach faulen Eiern (Schwefelwasserstoff); hält man ein Bleiacetatpapier über die Öffnung, so färbt es sich durch Bleisulfid-Bildung schwarz.

In der Wollfaser liegen viele solcher Eiweiß-Spiralen nebeneinander. Sie bilden Spindelzellen aus, die wiederum den Schaft der Faser darstellen. Außen ist die Wollfaser von einer Schuppenschicht umgeben, die aus "gefalteten" Peptidketten besteht. Durch diese Schutzschicht wird der Wasserhaushalt der Faser geregelt.

Durch längeres Erhitzen in Wasser und durch Säuren wird diese Schuppenschicht aufgeweicht: die Farbstoffe können auf die Faser aufziehen. Färbungen werden daher meist in saurem Milieu durchgeführt.

Ein anderer Schutz für die Faser ist die Fettschicht, die sie umgibt. Diese Fettschicht wird von den Haarwurzeln bzw. Talgdrüsen aus ständig erneuert. Wolle muß daher vor dem Färben unbedingt gewaschen werden, weil es sonst zu einer ungleichmäßigen Aufnahme der Farbstoffe kommt und die Wolle fleckig wird.

GRÜN

ist das Anfängliche, das Wachsende. Grün gilt als sanft, beruhigend und freundlich

BRAUN

steht für Erde; es bedeutet Antriebskraft aber auch Trauer)*

Braun und Grün sind, bildlich gesprochen, historisch die ärmlichen Verwandten der teureren Farben Rot, Blau und Gelb. Im Mittelalter waren es die verbreiteten Schwarzfärber, die diese einfachen Färbungen unter Einsatz minderwertigen Färbematerials durchführten; Tuche für Adel, Klerus und reiche Kaufleute durften nur von den Schönfärber verarbeitet werden, das Färben von Seide war in der eigenen Zunft der Seidenfärber organisiert.

Für Brauntöne bestand zudem schon deswegen kein Bedarf, da man über verschiedene Sorten brauner bis grau-schwarzer Naturwolle verfügte. Grün - mit Brennesseln oder anderen Grünpflanzen gefärbt - war (und ist) viel weniger lichtecht als die haltbaren Rot- und Blautöne, die man etwa mit Krapp oder Indigo erhält. Um ein dauerhaftes Grün zu erhalten, wurden daher gelbe Färbungen blau überfärbt (vgl. BLAU).

Erst mit der Entwicklung der synthetischen Teerfarben wurden Braun und Grün wieder attraktiv und zeitweise zu ausgesprochenen Modefarben für Textilien.

Aber auch unter ökologischen Aspekten - als einheimische Farbstoffe - und unter dem Gesichtspunkt der Machbarkeit in einem zeitlich begrenzten Projekt spielen Grün- und Brauntöne eine wichtige Rolle: Mit der Mehrzahl der einheimischen Pflanzen lassen sich Grün- oder Braunfärbungen erreichen.

Grün färben Wolle u.a. der Ampfer, die Brennessel, Kerbel, Liguster, das Möhrenkraut, der Rainfarn oder die Studentenblume.**)

Zu bräunlichen Einfärbungen von Wolle führen nahezu alle Nüsse, Rinden und Hölzer.

Wegen der leichten Beschaffbarkeit wird im folgenden für Grün eine Färbung mit Möhrenkraut vorgeschlagen und für Braun die Verwendung von Kiefernzapfen.

*) vgl. Ingrid Riedel: Farben. Stuttgart 1983(2), S.100 ff. und S.144 ff.

***) Zu intensiveren Grüntönen gelangt man durch Überfärben von gelber Wolle mit (blauem) Indigo - siehe dort.

Grünfärben von Wolle mit Möhrenkraut

Die Möhre (*daucus carota*) kommt als Wildform und in verschiedenen kultivierten Formen vor, bei beiden färbt das Kraut Wolle in Gelb- bzw. Grüntönen. Die wilde Möhre sollte man vor der Blüte im Frühsommer sammeln, das Kraut der Gartenmöhre fällt beim Ernten an. Möhrenkraut kann frisch oder getrocknet verwendet werden.

Ohne Nachbehandlung erhält man mit dem Sud des Möhrenkrauts eher gelbe bzw. gelbgrüne Färbungen. Für grüne Farbtöne ist eine Nachbehandlung mit Eisensulfat erforderlich.

Gelbgrün: 2 kg frisches bzw. 1 kg getrocknetes Möhrenkraut werden zerkleinert, über Nacht in 15 Litern Wasser weichen lassen und anschließend mindestens eine Stunde lang sprudelnd gekocht. Der abgekühlte Sud wird durch ein Mulltuch oder durch Sackleinen abgeseiht; zum Färben wird nur der Sud ohne Pflanzenteile verwendet. In die abgekühlte Flotte werden 1 kg Wolle - vorgebeizt mit 130 g Alaun - locker eingelegt, aufgeheizt und unter gelegentlichem Umziehen eine Stunde knapp unter dem Kochen gehalten. Die nach dem Abkühlen auf etwa 40 Grad entnommene Wolle zeigt einen gelben Farbton.

Grün: Zur *Entwicklung* eines Grüntons werden der noch warmen Flotte 30 g Eisensulfat zugesetzt, gut durchgerührt, die Wolle wieder eingelegt und nochmals eine halbe Stunde lang gefärbt. Nach dem Abkühlen wird die Wolle ausgewaschen und zum Trocknen aufgehängt.

Beige-braun-Färben von Wolle mit Kiefernzapfen*)

Die Kiefer (*pinus sylvestris*) ist im mitteleuropäischen Raum in zahlreichen Arten verbreitet und kommt vorzugsweise auf sandigen Böden vor. Die zum Färben verwendeten Zapfen können das ganze Jahr über gesammelt werden. Am besten färben frisch gefallene Zapfen, ältere, durchweichte und nicht aufgeschlossene Zapfen eignen sich weniger gut.

Wegen der geringen Färbekraft benötigt man für 1 Kilo Wolle 3 Kilogramm Kiefernzapfen. Die Zapfen werden mindestens 24 Stunden, besser einige Tage, eingeweicht, dann im gleichen Wasser 2 bis 4 Stunden gekocht. Zum Färben wird der Sud ohne Pflanzenteile verwendet.

Sandfarben: Mit 160 g Alaun vorgebeizte Wolle wird eine Stunde lang in der Kiefernzapfenflotte gefärbt.

Grau-beige: Dazu wird die Wolle nach dem Abkühlen der Flotte herausgezogen, dem Farbsud 140 g Eisensulfat zugesetzt, gut umgerührt und eine halbe Stunde weitergefärbt.

*) Das Färbeergebnis mit Kiefernzapfen erscheint meist als ziemlich schwach. Für kräftigere Brauntöne wähle man andere Rezepte, im Spätsommer etwa Färbungen mit Kastanien- oder Walnußschalen (siehe Anhang II), sonst z.B. Eichenrinde oder andere Rinden.

Zur Sozialgeschichte der Textilfärberei – vom Altertum zum Mittelalter

Die Überlieferungen aus praktisch allen bekannten Kulturen belegen, daß die Tätigkeiten der Textilherstellung und -veredelung sehr früh zu einer Spezialisierung in besonderen Berufen führten. Die sich entwickelnden und bis zum späten Mittelalter in Europa bestehenden Berufe stellten einerseits wichtige Produktions- (und Erwerbs-)zweige dar, andererseits war ihr Ansehen – meist aufgrund der problematischen Arbeitsbedingungen – in der Regel ziemlich gering. So preist ein altägyptischer Papyrus etwa den Beruf des Schreibers und stellt im Vergleich die minderen Textilhandwerke (und die Situation der Frauen) gegenüber:

*"Der Weber im Hause ist schlimmer daran als irgendeine Frau. Er hockt mit den Kien an seinem Herzen und niemals kostet er die frische Luft. ... Des Färbers Finger stinken wie verdorbene Fische, seine Augen tränen vor Übermüdung." *)*

Diese Beschreibungen werden verständlich, wenn man berücksichtigt, daß praktisch alle Arbeiten mit den bloßen Händen (und Füßen) ausgeführt wurden, die Ernte der Pflanzen, die Bereitung der bevorzugten Urinküpe und der Umgang mit Farbstoffen und Chemikalien. So heißt es im Stockholmer Papyrus über die Ernte des Waids:

"Schneide den Waid vor Tau und Tage und sammle das Kraut in Körbe. Dann schlage und zerquetsche es und laß es den ganzen Tag welken. Am anderen Tag lüfte es, indem du darin herumgehst und es mit den Füßen aufwirfst, damit es gleichmäßig trocknet."

Der anschließende Ansatz einer Küpe für Schwarzblau gestaltete sich wie folgt:

*"Fülle etwa 25 kg des Materials in eine Küpe, die in der Sonne steht und mindestens 600 Liter faßt, und schichte es gleichmäßig auf. Dann gieße soviel Urin hinein, daß die Flüssigkeit darübersteht, und laß das Gemenge in der Sonne warm werden. Am anderen Tage schließ es dadurch auf, daß du in der Sonne darin herumstampfst, bis es gleichmäßig durchgezogen ist. Das muß drei Tage hintereinander geschehen." **)*

Andererseits waren die Weber und Färber schon früh in Gilden organisiert, wodurch ihre Tätigkeit gegen andere Berufe abgegrenzt und eine gewisse soziale Sicherheit erreicht wurde. Aus einer Überlieferung des Zweistromlandes (vermutlich einem babylonischen Text) sind Leinenweber, Kleiderweber und *Weber vielfarbiger Stoffe* bekannt. Um allerdings in

*) nach: A. Leix: Alt-Ägypten, das Land der Leinenweberei. In: CIBA-Rundschau Nr.12, Basel 1937, S.413

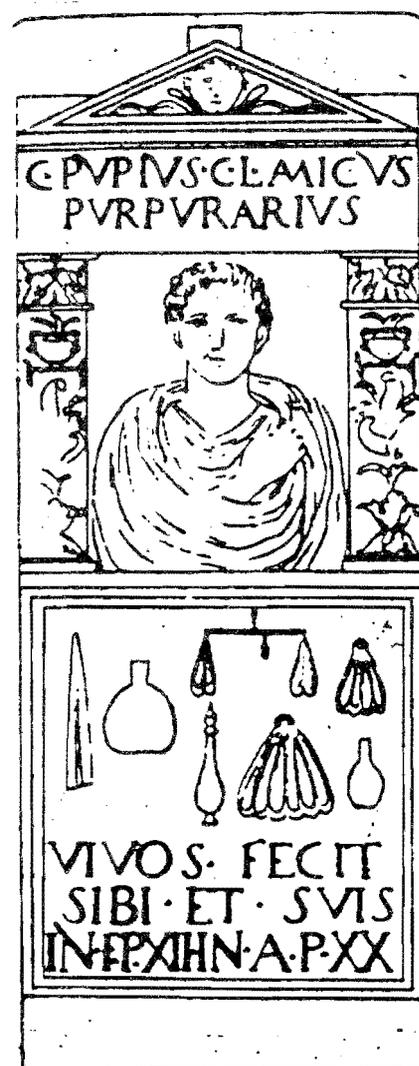
***) nach K. Reinking, a.a.O., S.19/20

den Schutz dieser Gilden zu kommen, war damals bereits eine fünfjährige Lehr- und Ausbildungszeit erforderlich.

Wegen der stofflichen Nähe des Färbens zur Alchemie und zum Schutz der eigenen Produktionsverfahren entwickelten die Färber in verschiedenen Kulturen deutliche Tendenzen der Geheimhaltung. So wird von dem griechischen Philosophen Demokrit berichtet, daß die Grundlage seiner vier Bücher über die zeitgenössische Färberei ein Besuch im Tempel des ägyptischen Memphis gewesen sei. Die Existenz von zahlreichen Geheimrezepten führte zu entsprechenden Nachahmungsversuchen, aber auch zu Farbfälschungen, von denen fast ebensoviele Zeugnisse überliefert sind, wie von den Originalrezepten. In Sparta, wo die Färberei von Wolle zeitweise strikt zugunsten des unverfälschten Wollweiß abgelehnt wurde, bedeutete der Begriff *dolin* sowohl färben wie auch betrügen. *)

Straffer als im antiken Griechenland war die Organisation der Färber im Rom des 1. Jahrhunderts: Eigene Zünfte gab es für die Wachsgelbfärber (*cerinariii*), die Blaufärber (*violarii*), die Rotfärber (*flammarii*), die Safranfärber (*crocotarii*), die Braunfärber (*spandicarii*) und die Purpurfärber (*purpurarii*). Im zerstörten Pompei wurde eine komplette Färberwerkstatt in fast zentraler Lage gefunden, das Ansehen des Färberhandwerks war jedoch auch hier relativ schlecht. So beklagten sich römische *Bürger* häufig über den Gestank durch Färbereien und das Urinsammeln für die Küpenherstellung. Während diese *niedereren* Arbeiten überwiegend von Sklaven ausgeführt wurden, genossen die staatlich kontrollierten Purpurfärber hohes Ansehen, wie die Grabstele des Pupius Amicus zeigt. **)

Im Mittelalter vollzog sich mit einer technologischen Veränderung - nicht mehr die rohe Wolle wurde gefärbt, sondern vorzugsweise das bereits gewebte Wolltuch - auch eine soziale: So gehörten die Färber im Florenz des 14. Jahrhunderts keiner eigenen Zunft an, sondern waren den Webern und Tuchmachern zugeordnet bzw. unterstellt. Ihre Arbeit war ein Arbeitsgang von 26 verschiedenen, vom Schlagen der Vlleßwolle mit Weidenruten zur Entfernung des groben Schmutzes bis zum Falten der fertigen Tücher.***) Von der ersten dauerhaften Färberzunft berichtet eine Schriftrolle (1429) aus Venedig, die Zunftregeln und Färbe-



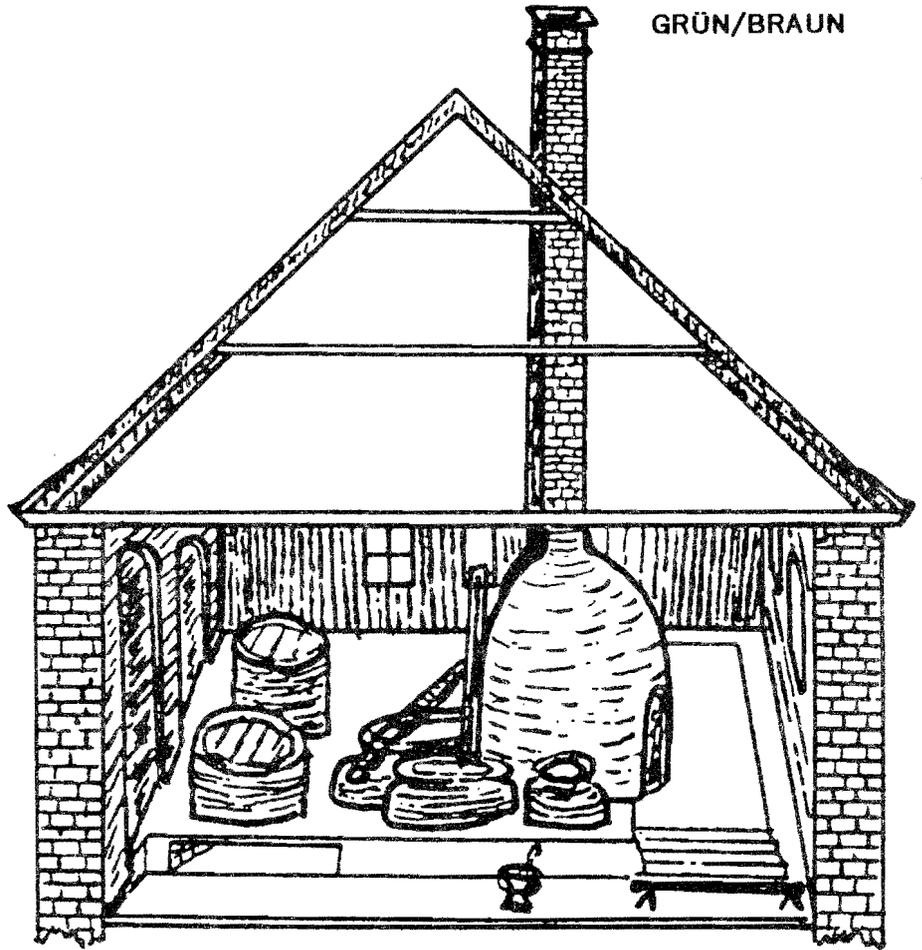
*) Nach G. Faber: Die Färberei in Griechenland. In: CIBA-Rundschau Nr.20, Basel 1937, S.704 ff.

**) Nach: G. Faber: Das Färben bei den Römern. ebenda, S.716 f.

***) vgl. E. Piper: Der Aufstand der Ciompi. Berlin 1981

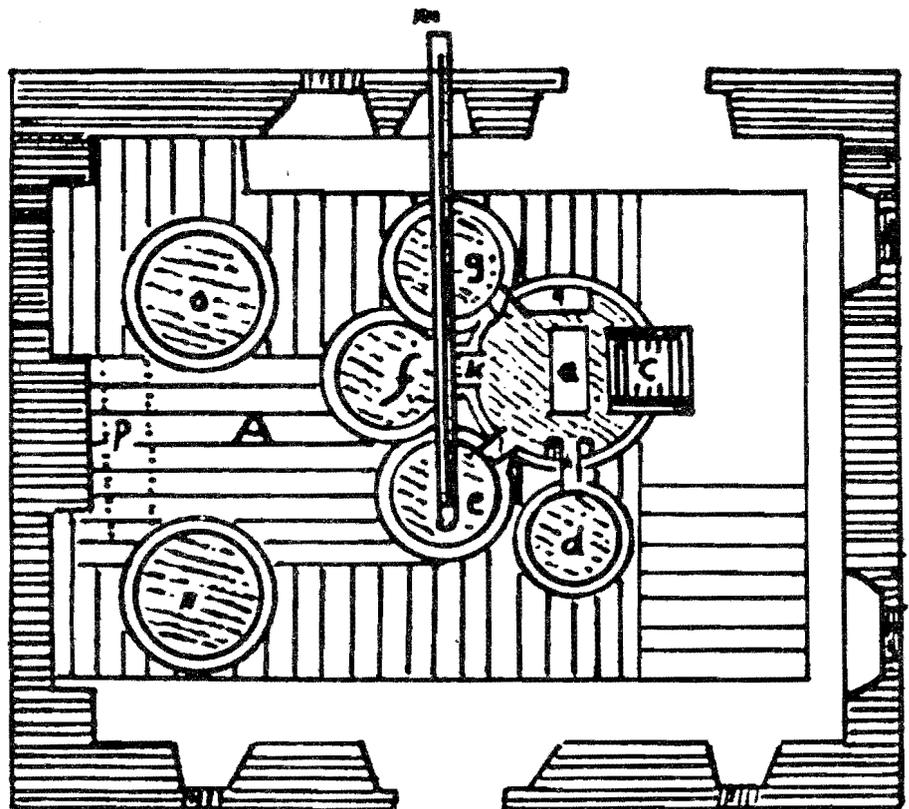
rezepte beinhaltet.

Die Färberhäuser des Mittelalters entwickelten sich in der Neuzeit zu eigenen Färbereien. Nebenstehende Abbildungen aus einem *Chymie*-Buch des Jahres 1757 kann einen Eindruck von der damaligen Technologie vermitteln.



Legende:

- a) Schlund der über der Küche stehenden Feuermäuer
- b) leerer Platz in der Küche
- c) Treppe in die Küche
- d) Probekessel
- e) Absiedekessel
- f) Küpenkessel
- g) Rotkessel
- h)-l) Mund- und Ofenlöcher
- m) Gedachte in der Höhe liegende Rinne
- n) große Küpe
- o) kleine Küpe
- p) Rinne, die unter den Dielen liegt
- q) Pfeiler, worauf die Esse gesetzt wird.

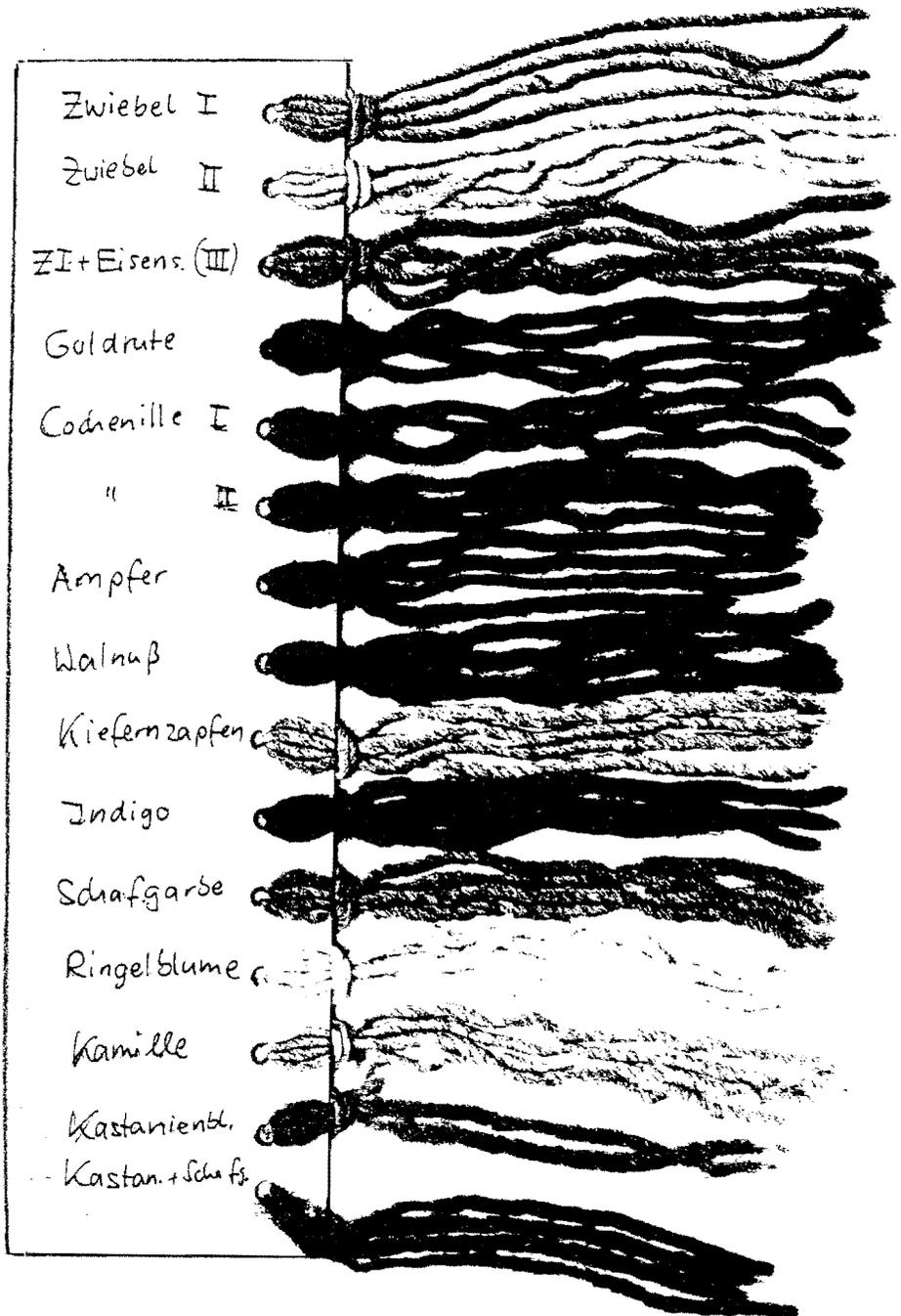


Zur Organisation des zweiten und der folgenden Tage:

Zu Beginn jeden Projekttages ist eine Besprechung zur Arbeitsorganisation unbedingt erforderlich. Dabei sollten sowohl die bisherigen Verantwortlichkeiten (für eine bestimmte Wollpartie) wie auch die Planung für neue Färbungen bzw. begleitende Tätigkeiten gemeinsam festgelegt werden, so ggf. die Benutzung der Spinnräder, die weitere Vorbereitung von Rohwolle, das Beizen usw. Es empfiehlt sich, neben der Notierung des **Arbeitsplans** auf einer Wandtafel oder Wandzeitung (Packpapier, Tapetenrolle) auch ein gemeinsames

Färbetagebuch zu führen, in das die Rezepte und insbesondere jeweilige Mengen, Zeiten und Anmerkungen eingetragen werden.

Arbeitet man - wie vorgeschlagen - in arbeitsteiligen Gruppen, die je eine Wollfärbung eigenverantwortlich durchführen, so kommt der umgehenden **Dokumentation** für jeden einzelne Projektteilnehmer eine wichtige Rolle zu: Denn nachdem die ersten drei oder vier unterschiedlichen Einfärbungen vorliegen, ist die Übersicht bald verloren. Für diese Dokumentation haben sich zwei Varianten als praktisch erwiesen: Eine Musterkarte mit getrennter Rezeptkartei und eine Rezeptkartei mit Farbmustern.



A Musterkarte und die Rezeptkartei

Zur Herstellung einer Musterkarte schneidet man etwa 5 cm breite und 30 cm lange Streifen aus Karton und stanz mit einem Locher die notwendige Anzahl Löcher in den Rand. Von allen Farbpartien werden je zwei Fäden von 20 cm Länge abgeschnitten, die Fadenmitte durch das Loch gezogen und die freien Enden durchgesteckt. Neben den Musterfäden wird ein Stichwort zum Rezept o.ä. notiert.

Die Rezepte selbst werden auf Karteikarten (z.B. in Postkartenformat) geschrieben oder (verkleinerte) Kopien der Rezepte aufgeklebt.

B Rezeptkartei mit Farbmustern

Alternativ können die Musterfäden direkt auf der Karteikarte befestigt werden, auf der das Rezept dokumentiert ist. Dazu wird eine Karteikarte in DIN A 6-Format seitlich gelocht und ein 40 cm langer Wollfaden zweimal durchgezogen und verknotet.

Zu Projektende sollte jede/r Teilnehmer/in eine Musterkarte und/oder die zugehörige Rezeptkartei besitzen. Der durch die Musterfäden verursachte Wollverbrauch muß - bei größeren Projektgruppen - von Anfang an berücksichtigt werden.

Die Vorlage für die Rezeptkarten sollten von der jeweiligen Färbegruppe erstellt werden.

● Zwiebelschalen

Vorbeize: keine

I 1000 g Wolle (handgesponnen)
gefärbt mit 1 kg Zwiebelschalen
(1. Färbung) 1 Std.

II gelbgefärbte Wolle (Zwiesel)
indigefärbt mit
Indigo
(Rezept wie bei Indigo färbung)

● Anmerkungen: II ist etwas
ungleichmäßig, weil Wolle zu stark gedreht

II



I



Das Kämmen und Spinnen der Wolle

Wird Vlieswolle verarbeitet und soll damit gesponnen werden, so muß die Wolle entweder vor oder nach dem Färben gekämmt werden. Zum Kämmen benutzt man entweder je einen Satz Handkarden oder eine (mechanische) Kardiermaschine. In beiden Fällen wird die Rohwolle durch das Auseinanderziehen einer Portion Wollfasern mit gegeneinander gerichteten Metallhäkchen parallel ausgerichtet.

Das Arbeiten mit Handkarden ist relativ anstrengend; jüngere SchülerInnen ermüden leicht und verletzen sich dann an den spitzen Metallhäkchen.

Kardiermaschinen (siehe Foto) sind leichter zu bedienen und führen auch bei wenig Übung zu guten Ergebnissen. Allerdings können solche Maschinen nur in Ausnahmefällen ausgeliehen werden; die Anschaffung für ein einzelnes Projekt ist zu teuer.

Demgegenüber sind Handkarden meist leicht zu beschaffen.

Beim Kämmen ist zu beachten, daß immer nur kleine Wollportionen genommen werden; mehr Wolle führt zu einer überproportionalen Zunahme des notwendigen Kraftaufwands.



Das Spinnen

Für Anfänger eignet sich besonders die Spinnradform mit senkrechter Anordnung von Schwungrad und Spindel/Spule. Je massiver das Schwungrad ausgelegt ist und je weiter in der Mitte das Antrittsbrett gelagert ist, desto leichter gelingt der Einstieg. Zur Einführung sollte der Betreuer/die Betreuerin entweder selbst das Spinnen vorführen oder von einer geübten Person vorführen lassen. Die ersten Erfolge stellen sich meist nach einer halben Stunde ein.

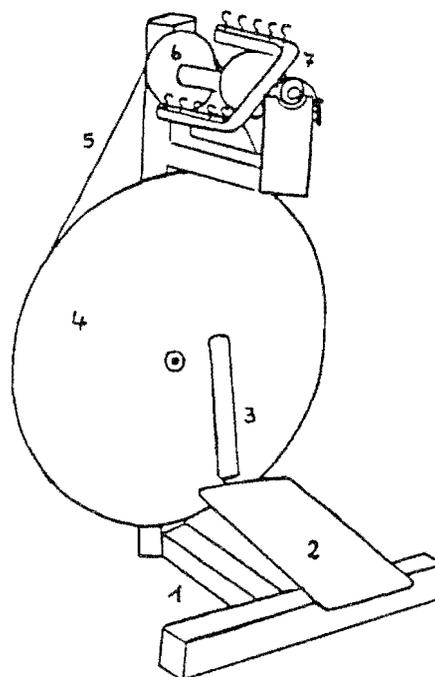
Auch geübte Spinner benötigen viel Zeit für größere Wollmengen. Je nach Auskämmung und sonstiger Beschaffenheit der Wolle kann man 50 bis 100 Gramm pro Stunde verspinnen.

Häufige Anfängerfehler sind:

- * Die Wolle wird zu stark gedreht und bildet beim Umwickeln Knötchen.
- * Der Faden gerät zu dick oder (seltener) zu dünn.
- * Es wird ein ganzes Bündel Fasern in die Öse der Spindel eingezogen.

Abhilfe:

- * Langsam und gleichmäßig treten
- * Bremse (für Fadendrehung) einregulieren
- * Die Drehung des einziehenden Vor-Fadens darf sich nicht auf die gekämmte Wolle übertragen (Zeigefinger und Daumen der Hand am Spinnrad bilden dafür eine Sperre)
- * Vorfaden mit der anderen Hand möglichst gleichmäßig aus der gekämmten Wolle ausziehen bzw. auszupfen.



1 Grundgestell

2 Trittplatte

3 Pleuelstange

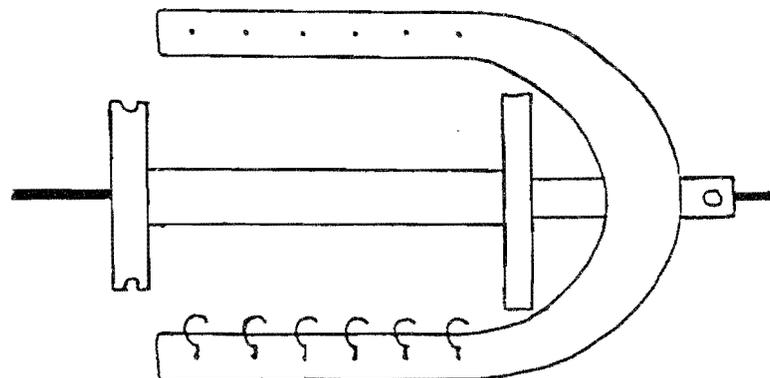
4 Schwungrad

5 Riemen

6 Spule

7 Flügel

**Einriemiges
Flügelspinnrad**
(neuere Bauweise)



Zur Chemie des Färbens

Drei Möglichkeiten, wie Farbstoffe auf der Wollfaser haften:

Beim Färben der Wolle können, je nach Art des Farbstoffs, drei verschiedene chemische Prozesse ablaufen; entsprechend werden die Farbstoffe eingeteilt in

- direktfärbende- oder Reaktivfarbstoffe
- Beizenfarbstoffe
- Küpenfarbstoffe.

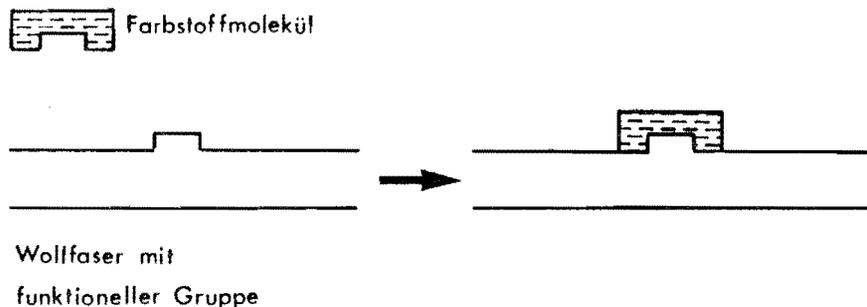
Farbstoffe natürlicher Herkunft unterscheiden sich dabei nicht prinzipiell von synthetischen Farbstoffen; letztere gehören - wegen der damit zu erzielenden Vereinfachung der Färbeverfahren - heute überwiegend zur Gruppe der Reaktivfarbstoffe.

Reaktivfarbstoffe

Beim Direktfärben reagiert der Farbstoff direkt mit der Faser: Es findet eine chemische Reaktion zwischen den funktionellen Gruppen der Wolle und dem Farbstoff statt.

Das Schema unten zeigt, wie man sich die Direktfärbung auf Molekülebene vorstellen kann:

Farbstoffmoleküle und funktionelle Gruppen der Wollfaser stehen in einem Schlüssel-Schloß-Verhältnis zueinander. Die Farbstoffteilchen verbinden sich mit den *passenden* Haftstellen der Faser.



Ein Beispiel für die Direktfärbung von Wolle mit einem Naturfarbstoff ist die Färbung mit grünen Walnußschalen.) Ähnlich wie bei der Laugenfärberei von vor 2000 Jahren, wo in einem gegorenen Farbsud kalt gefärbt wurde, kann hier auf eine Wärmezufuhr verzichtet werden. Die kräftigen Farben sind sehr wasch- und lichtecht.*

Direktfärbungen von Wolle finden meist in saurem Medium statt; da die Nußschalen oder Rinden, die zur Direktfärbung geeignet sind, in der Regel gerbsäurehaltig sind, ist ein zusätzliches Ansäuern nicht nötig.

*) Die färbende Substanz der Nußschalen ist das Juglon, ein Naphthohydrochinon. Dieses geht eine Additionsreaktion an der Peptidkette der Wollfaser ein. Wegen dieser Reaktion wird Juglon auch in Sonnenschutzcremes und besonders in selbstbräunenden Cremes verwendet: mit den Proteinen der Haut bildet es braunes - stabiles - Additionsprodukt. Ein Rezept zum Färben mit Walnußschalen findet sich im Anhang II.

Beizenfarbstoffe

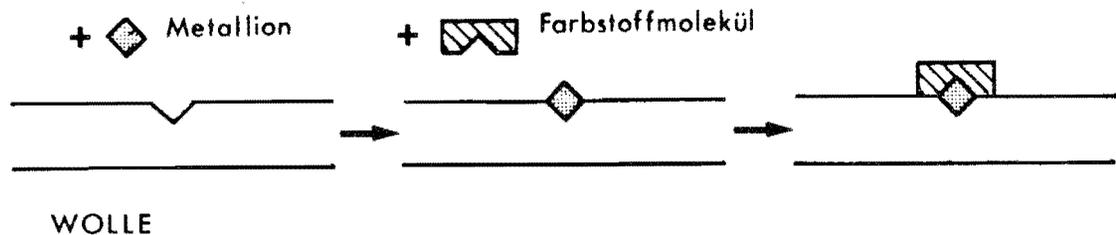
Die meisten natürlichen Farbstoffe ziehen nur nach einer Vorbehandlung als haltbare Farbe auf die Wolle auf. Wenn die Wolle vor der Färbung mit einem Metallsalz vorbehandelt werden muß, spricht man vom **Beizen**.

Geeignete Beizsubstanzen sind die Salze *)
 des Aluminiums (Al^{3+}), z.B. der Alaun,
 des Kupfers (Cu^{2+}), z.B. Kupfersulfat,
 des Eisens (Fe^{2+}), z.B. Eisenvitriol,
 des Zinns (Sn^{2+}), z.B. Zinnchlorid,
 und des heute nicht mehr verwendeten Chroms (Cr^{6+}), z.B. das Dichromat.

Die Metallsalze bilden dabei mit den Aminogruppen der Wolle sog. Chelatkomplexe und anschließend mit dem Farbstoff einen sehr lichtechten und haltbaren "Farblack".

Diese Vermittlerfunktion zwischen Faser und dem Farbstoff läßt sich im Modell etwa wie folgt veranschaulichen:

Durch Reaktion der Metallionen mit der Wollfaser bilden sich Kontaktstellen aus, an die sich die Farbstoffmoleküle anlagern können.



Als *neutrale*, die Farbigkeit nur wenig beeinflussende Standardbeize findet die Alaunbeize seit Jahrtausenden Verwendung. Das die Haftung zwischen Faser (Polypeptid) und Farbstoff vermittelnde Metallion ist hier das dreiwertige Aluminiumion.

Beim Nuancieren (auch Entwickeln genannt) nach der Färbung kommen geringe Mengen der anderen Metallsalze zum Einsatz. Dabei wird das Aluminiumion durch andere (zweiwertige) Metallionen ausgetauscht. Dieses Verfahren ist für die Wolle schonender als eine Direktbeize mit (größeren Mengen) von Kupfer- oder Eisensalzen, die die Wollstruktur nachteilig beeinflussen.

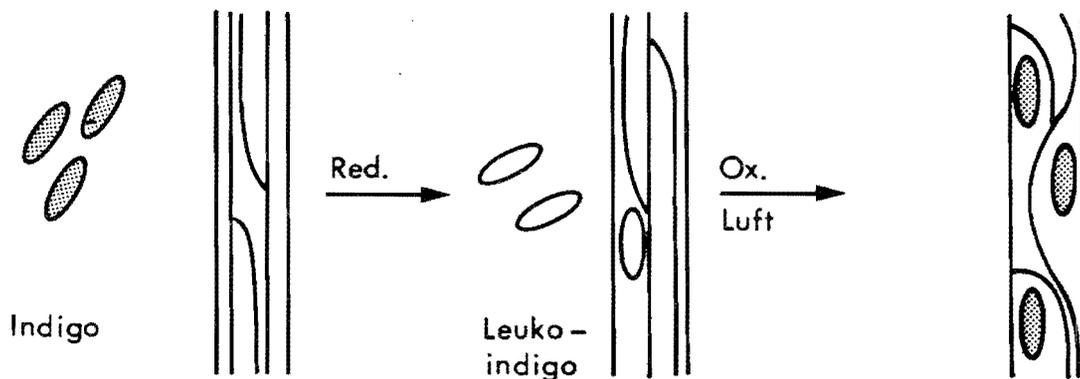
Die Farbveränderung beim Nuancieren kommt dadurch zustande, daß sich Eisen-, Kupfer- und Zinnionen in Ladung und Größe vom Aluminiumion unterscheiden und einen unterschiedlichen Einfluß auf den chemischen Bindungszustand der Farbstoffmoleküle ausüben. Dadurch wird wiederum der Bereich verändert, in welchem ein Farbstoff Licht absorbiert.

*) Wegen der systematischen chemischen Bezeichnungen, der Eigenschaften und möglicher Gesundheitsgefahren vgl. Anhang I.

Die chemische Zusammensetzung des Alaun, $KAl(SO_4)_2 \cdot 2H_2O$, wurde schon 1797 von *Chapter* und *Vauquelin* endgültig geklärt. Als ältestes und bekanntestes Beispiel für einen Beizenfarbstoff gilt der *Krapp*. Zu dessen Geschichte vgl. den Exkurs "Vom Krapp zum Alizarin".

Küpenfarbstoffe

Küpenfarbstoffe sind Farbstoffe, die wasserunlöslich sind und vor dem Färben in eine wasserlösliche Form gebracht werden. Dies erfolgt meistens durch eine chemische Reduktion. Wenn die reduzierte (lösliche) Form des Farbstoffes auf die Faser aufgezogen ist, wird der Farbstoff oxidiert und so wieder in die wasserunlösliche Form gebracht. Dazu reicht es in der Regel, die Faser bzw. das Tuch mit dem Farbstoff aus der Flotte zu entnehmen und der Luft auszusetzen. Wegen der festen mechanischen Haftung auf der Faser sind Küpenfarbstoffe äußerst licht- und waschecht.



Die bekanntesten Küpenfarbstoffe sind Purpur und Indigo.*)

Am Beispiel des Indigo sollen hier – den historischen Vorschriften folgend – Gewinnung und Verarbeitung unter chemischen Aspekten näher beschrieben werden. Im Gegensatz zur Extraktion von anderen Farbstoffen handelt es sich hier nicht um einen physikalischen sondern um einen chemischen Vorgang.

Zerkleinere und male die Pflanze.

Bedecke sie mit Wasser und laß alles an warmem Ort einige Tage stehen.

Gieße von den Pflanzenteilen ab.

In der Pflanze liegen die Indigoteilchen als Glukosid vor, d.h. sie sind an Zuckermoleküle gebunden. Diese Form bzw. Verbindung heißt Indikan. Beim Stehenlassen in Wasser vergärt der Zucker und trennt sich vom eigentlichen Farbstoff. In der wässrigen Lösung bildet sich das gelbliche Indoxyl, eine wasserlösliche Vorstufe des Indigo.

*) Indigo wird aus der Indigopflanze oder dem europäischen Waid gewonnen. Vgl. dazu den Abschnitt BLAU.

Schlage die Lösung mit Ruten.

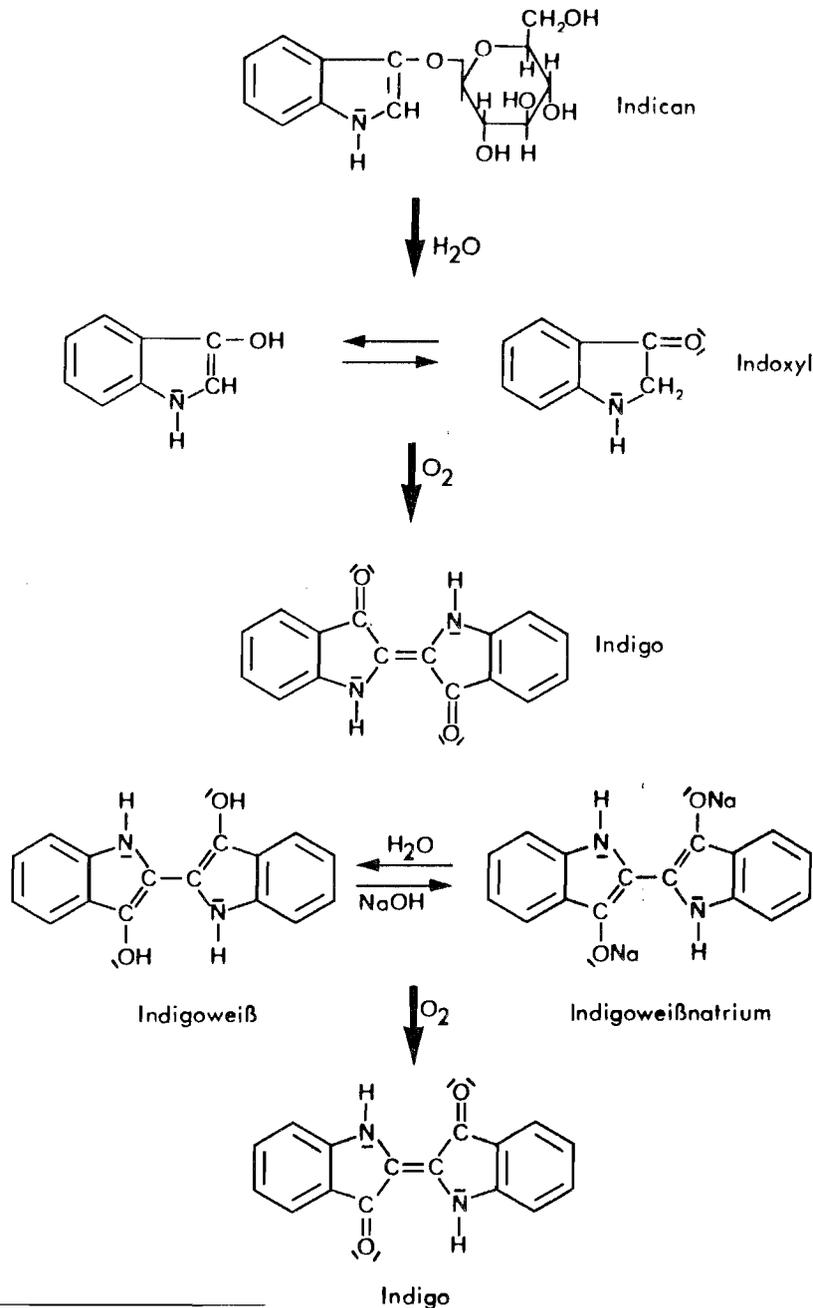
Filtrierte den blauen Farbkörper ab und forme Kugeln und Ziegeln.

Durch das Schlagen kommt Luft - Sauerstoff - in die Lösung, es entsteht wasserunlöslicher Indigo, der sich absetzt und nun leicht abfiltriert werden kann.

Je nach Gegend und Kultur wurde der Indigo in Kugelform oder in Ziegelform gelagert und gehandelt.

Um mit Indigo färben zu können, muß er erst wieder in eine wasserlösliche Form gebracht werden. Als Reduktionsmittel wurde früher Urin benutzt, heute verwendet man meist Natriumdithionit.*)

Chemische Reaktionen - vom Indikan zum Indigo auf der Faser



*) Zum Färben mit Indigo vgl. Abschnitt BLAU.

ROT

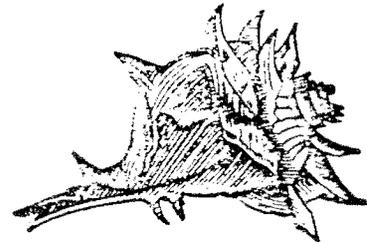
*steht als Symbol für Leben und Liebe,
aber auch für Macht und das Böse.*)*

Purpur

In Phönizien (im heutigen Libanon) wurde bereits um 1400 v.Chr. mit Purpur gefärbt. Der Purpur-Farbstoff wurde aus Schnecken gewonnen (und zwar aus der *Murex Branduaris* und der *Purpura Lapillus*). Je nach historischer Quelle finden sich auch andere Bezeichnungen für die verwendeten Schnecken, die Geschichten über die Entdeckung des Purpurrots sind aber bei allen Geschichtsschreibern recht ähnlich:

*Man erzählt, daß der rote Farbstoff von einem Hirten entdeckt wurde, dessen Hund in eine dieser Schnecken gebissen hatte. Der Hirte wollte seinem Hund das "Blut" mit einem Tuch vom Maul wischen und entdeckte, daß das Tuch dabei haltbar rot gefärbt wurde.**)*

Eine andere Version dieser Geschichte besagt, daß ein junger Gott den Farbstoff auf ähnliche Art und Weise entdeckte und seiner Geliebten umgehend ein ganzes Gewand purpurrot färben ließ.



Die Gewinnung des Purpurs war sehr schwierig: Um ein Gramm des begehrten roten Farbstoffs herzustellen, der als Sekret in einer Drüse der Schnecken vorkommt, mußten ca. 8000 Tiere getötet werden. Von den frühzeitlichen Purpurfabriken zeugen heute noch meterhohe Ablagerungen von Schneckengehäusen südlich von Saida (ehemals Sidon). Angesichts der komplizierten Gewinnung ist verständlich, daß Purpur sehr teuer war. So stellten purpurfarbene Wollstoffe bei der Eroberung der persischen Hauptstadt Susa durch Alexander den Großen (331 v.Chr.) den wohl interessantesten Teil der Kriegsbeute dar.

Im antiken Rom gab es eine eigene Purpurfärberzunft, die unter staatlicher Aufsicht stand, so daß der Kaiser an den Gewinnen beteiligt war. Im Jahre 60 v.Chr. bestimmte Cäsar, daß nur er und die Götter das Recht hätten, eine purpurne Toga zu tragen, den Senatoren billigte er lediglich einen purpurnen Streifen am Saum der Toga zu.

Aus dem Edikt von Diokletian (301 n.Chr.) kann ermittelt werden, daß ein Kilogramm purpurner Wolle nach heutigem Wert etwa 6000 bis 7000 DM kostete. Später trugen auch Bischöfe, Kardinäle und der Papst purpurne Gewänder.

Mit dem Niedergang des byzantinischen Reiches verlagerte sich die Purpurfärberei nach Italien. Der Machtverlust von Konstantinopel und

*) vgl. Ingrid Riedel: *Farben*. Stuttgart 1983(2), S. 16ff.

***) Als Küpenfarbstoff (siehe Exkurs "Wolle und Farbe") entwickelt der Purpur erst unter Lichteinwirkung seine volle Schönheit; Purpur ist außerordentlich lichtecht.

Palermo bedeutete zugleich das Ende der Purpurfärberei, die vorher schon durch die Konkurrenz des wesentlich billigeren *Scharlachrots* starke Einbußen hatte.

Scharlachrot (Kermes)

Im Jahre 1464 führte Papst Paul II für die Gewänder seiner Kardinäle Scharlachrot anstelle von Purpur ein, da es wesentlich preiswerter war. Es wurde aus der Kermeslaus gewonnen, die in Südeuropa auf der Stieleiche und der Kermeseiche lebt, wonach sie benannt worden ist. Der Farbstoff wird aus den getrockneten Weibchen gewonnen.

Die Farbe ist ebenso lichtecht wie der Purpur, haftet – als Beizenfarbstoff – auf Wolle und Seide aber nur, wenn diese vorher mit Alaun gebeizt werden.

Im Mittelalter hatten scharlachrote Tücher aus Venedig Weltruf, der türkische Fes und die entsprechende Mütze bei den Griechen wurden in der Regel nur mit Scharlach gefärbt.

Cochenille

1512 begann der Niedergang der Kermesfärberei, da die spanischen Eroberungsheere bei ihrer Landung in Mexiko einen roten Farbstoff entdeckten, der dem Scharlachrot sehr ähnelte. Sie nannten diesen Farbstoff, den die Azteken bereits seit langem verwendeten, *grana cochinilla*, das heißt "scharlachrotes Korn". Der Export nach Europa begann wenige Jahre später.

Der Cochenille-Farbstoff stammt, wie Kermes, aus einer weiblichen Schildlaus, der "Coccus Cacti" (Cochenille ist die französische Bezeichnung, die sich im Färberbereich durchgesetzt hat). Sie lebt auf Feigenkakteen, hat aber gegenüber der Kermeslaus den Vorteil, daß sie wesentlich mehr Farbstoff enthält. Außerdem kann sie bis zu sechsmal im Jahr gesammelt werden.

Heute wird die Laus u.a. auf Ibiza und Formentera gezüchtet; ihr Farbstoff findet Verwendung in der Kosmetikindustrie (z.B. in Lippenstiften) und als Lebensmittelfarbstoff.

Krapp

Neben den recht teuren Rot-Farbstoffen Purpur, Kermes und Cochenille war durch die Jahrhunderte das Krapp-Rot eine billigere Alternative.

Der Farbstoff – im wesentlichen identisch mit dem Alizarin – wird aus der Wurzel der Krapp-Pflanze (*Rubia tinctoria*), auch Färberröte genannt, gewonnen. Die Ernte findet erst bei der dreijährigen Pflanze statt; die Wurzeln werden danach noch ein Jahr getrocknet.

Der Anbau des Krapp - arabisch: "Al Izari" - wurde schon im Altertum betrieben. Kleinasien und Zypern hatten dabei das Monopol der Krappfärberei. Dies hängt damit zusammen, daß Krapp nur auf mit Alaun vorbeizter Wolle färbt und gerade dort, nämlich in Bursa und in Izmir, große Vorkommen von Alaun zu finden waren.

Krapp bzw. Krapp-gefärbte Wolle und Tuche wurden zunächst über Holland in Europa eingeführt; später kam der Krappanbau selbst über Griechenland, Italien und Frankreich bis nach Deutschland. Neben Avignon waren die Rheinpfalz, Schlesien und das Elsaß Zentren des Krappanbaus, in denen er lange Zeit ein wichtiger Bestandteil der landwirtschaftlichen Produktion darstellte.

Mitteuropäischer Krapp stand aber stets in Konkurrenz mit dem Türkischroth, das zunächst in Byzanz, später auch in Griechenland gefärbt wurde. Zwar handelte es sich dabei auch um ein Krapprot, jenes war aber viel kräftiger und leuchtender in der Farbe. Die Rezepte des Türkischroth waren streng geheim, der Färbeprozess äußerst kompliziert. Erst im 18. Jahrhundert gelang es in Frankreich mit Hilfe griechischer Färber, ein Türkischroth in einem einfacheren Verfahren nachzufärben. Rouen und Mühlhausen wurden zu den europäischen Zentren der Türkischrothfärberei.

Bedingt durch die französische Revolution 1789 kam der Krappanbau in Frankreich zum Erliegen, wurde einige Jahrzehnte später aber durch ein Dekret von Louis Philippe (1830 -1848) wiederbelebt, der bestimmte, daß seine Soldaten mit Krapp gefärbte Hosen zu tragen hätten.



Rotholz

Im 10. Jahrhundert kam das farbintensive Rotholz aus China und Indien nach Europa. In Deutschland wurde seit dem 13. Jahrhundert mit Rotholz gefärbt, die Entdeckung des Seeweges nach Indien durch Vasco da Gama im Jahre 1498 steigerte den Rotholzimport enorm.

Rotholz wurde auch unter dem Namen Brasilholz - von "brazá" = Feuer-glut - gehandelt. Als im Jahre 1500 die Ostküste Brasiliens entdeckt wurde, fand man dort so viel Rot-(Brasil-)holz, daß das Land danach Brasilien benannt wurde.

Wie Krapp färbt auch Rotholz (als Beizenfarbstoff) nur nach Vorbeize mit Alaun.

Rotfärben von Wolle mit Cochenille (coccus cacti)

Mit Cochenille können bis zu 10 Rottöne, von Kardinalsrot bis hellrosa, gefärbt werden. Der Farbton hängt von der eingesetzten Menge an Cochenille, deren Qualität, der Art der Wollbeize (Alaun und/oder Weinsteinrahm), weiter vom Zusatz von Weinsteinrahm zur Flotte und von der Entwicklung mit Eisen- oder Zinnsalzen ab.*)

Mit dem hier vorgeschlagenen Grundrezept wird ein Karminrot und mit der zweiten Färbung ein helles Karminrot erzielt.

Beize:

Ein Kilo Wolle wird, wie bei der Alaunbeize beschrieben, mit in 15 Litern Wasser unter Zusatz von 75 g Weinsteinrahm gebeizt. Die Beize kann parallel zur Vorbereitung der Flotte durchgeführt werden.

Vorbereitung der Flotte:

75 g der (gekauften) getrockneten ganzen Läuse werden portionsweise in einem Mörser zerkeinert und anschließend mit ausreichend Wasser und 30 g Wein(stein)säure verrührt und über Nacht stehen gelassen. Am nächsten Tag wird der Farbbrei mit Wasser auf 15 Liter aufgefüllt, zum Kochen gebracht und 20 Minuten lang sprudelnd gekocht. Nach dem Abkühlen wird durch ein geeignetes Tuch filtriert, harzige Rückstände am Färbetopf mit etwas Papier entfernt.

Färben:

Gefärbt werden jeweils 500 g Wolle nacheinander in der gleichen Flotte.

Die Wolle wird locker in die Flotte eingelegt und zunächst mit einer Holzstange gründlich und sorgfältig umgezogen. Die Flotte wird bis knapp zum Sieden erhitzt und etwa eine Stunde gefärbt.

Danach: Abkühlen lassen, Wolle herausnehmen, waschen, trocknen.

Für die zweite Färbung wird die nächste Wollpartie entsprechend eingelegt.

Je kürzer die Färbedauer, desto heller wird der Farbton.



*) Eine Übersicht über weitere Rezepte mit Cochenille enthält z.B. Gretel Fieler: Farben aus der Natur. Hannover 1978, S.56-62. Die dort vorgeschlagenen Beizen mit Chromsalzen sind - aus Gesundheits- und Umweltgesichtspunkten - nicht mehr zugelassen. Vgl. dazu Anhang I.

Rotfärben von Wolle mit Krapp (*rubia tinctorum*)

Krappwurzeln werden in getrocknetem Zustand gehandelt. Zum Färben von einem Kilogramm Wolle benötigt man 600 g Krapp.

Auf Alaun-gebeizter Wolle ergibt sich ein Backsteinrot, ein Zusatz von Weizenkleie (500 g) beim Färben macht dieses Rot deutlich kräftiger.

Bei der zweiten Färbung in der gleichen Flotte erhält man ein helles Braunrot.

Vorbeize:

mit 100 g Alaun.

Vorbereitung der Flotte:

Man läßt die notwendige Menge Krappwurzelspäne über Nacht mit reichlich Wasser weichen. Da die holzige Masse stark quillt, verwendet man einen deutlichen Überschuß Wasser.

Am folgenden Tag wird der Brei auf die zum Färben nötige Flüssigkeitsmenge aufgefüllt und durch ein Tuch geseiht.

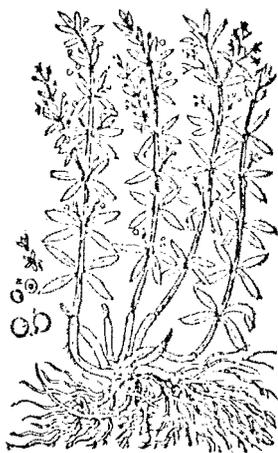
(Eventuell Zusatz von Weizenkleie)

Färben:

Die Wolle wird am Holzstock in die warme Flotte (40°C) gegeben und gründlich umgezogen. Dabei wird auf 70 Grad erhitzt, die Wolle fallen gelassen und bei dieser Temperatur eine Stunde ziehen lassen.*)

Zweite Färbung:

Im selben Farbsud noch einmal färben wie oben.



Zahme Röte
(*Rubia tinctorum*)



Wilde Röte
(*Rubia sylvestris*)

*) Die Farbe verliert an Leuchtkraft, wenn die Wolle kochend gefärbt wird.

Die technische, chemische und industrielle Revolution

Der Untergang der klassischen Färberhandwerke wurde durch Entwicklungen im technischen, industriellen und chemischen Bereich eingeleitet:

* Die Weiterentwicklung des mechanischen Webstuhls zum dampfgetriebenen Fabrikwebstuhl in England: Dadurch konnte wesentlich mehr Garn in erheblich kürzerer Zeit als vorher zu Tuchen verarbeitet werden. Die gestiegene Nachfrage nach Garnen führte zur Entwicklung von mechanischen Spinnern, z.B. der noch handbetriebenen *Spinning-Jenny* (1767) und der bereits wasserkraftgetriebenen *Water-Frame* Spinnmaschine (1769). Diese – später auch in Großfabriken mit Dampfmaschinen betriebenen – Spinnern (z.B. die *Mule-Jenny* mit 216 Spindeln) eigneten sich zwar auch für bestimmte Wollsorten, besonders aber für Baumwolle. Mit seinen Kolonien stand England im 18. und 19. Jahrhundert eine billige Quelle für Baumwolle zur Verfügung.

Wegen seiner von Wolle verschiedenen chemischen Eigenschaften konnte Baumwolle mit den meisten damals bekannten Naturfarbstoffen (und den traditionellen Färbeverfahren) nicht gefärbt werden. Statt dessen wurde die industriell gefertigte Massenware vorzugsweise bedruckt. Noch vor 1800 begann die Technisierung des Kattun- und Leinendrucks, es entstanden erste Walzendruckmaschinen für (mehr-)farbige Stoffe.

In einem Brief an den "Durchlauchtigsten Landgrafen, Gnädigsten Fürsten und Herrn" beklagen die Färber von Groß-Gerau bereits 1771 den Rückgang der Geschäfte: *)

"... sehen wir uns äußerst nothgedrungen Höchst Demselben hierdurch untherthänigst beschwehrend vorzustellen, was gestatten sich viele fremde Drucker in den Ämtern Dornberg, Zwingenberg und Rüßelsheim niederlassen und daselbst uns zünftigen Färbern ... in die nahrlosteste Umstände versetzen."

* Die Verlagerung der Produktion aus den kleinen Handwerksbetrieben in die neuen industriellen Produktionsstätten brachte tiefgreifende soziologische Veränderungen mit sich. Kinder und Frauen verdrängten – als billigere Arbeitskräfte – die qualifizierten Handwerker. Gleichzeitig kam es mit der ausgeweiteten Produktion zu Belastungen von Umwelt und Gesundheit. So schreibt Friedrich Engels 1839 in einem Artikel für den *Telegraph für Deutschland*:

Briefe aus dem Wuppertal

Bekanntlich begreift man unter diesem ... Namen die beiden Städte Elberfeld und Barmen, die das Tal in einer Länge von fast drei Stunden einnehmen. Der schmale Fluß ergießt bald rasch, bald stockend seine purpurnen Wogen zwischen rauchigen Fabrikgebäuden und garnbedeckten Bleichen hindurch; seine hochrote Farbe rührt ... einzig und allein von den vielen

*) Nach: E. Schneider: Die alten Rezepte aus dem Merkbüchlein. 5. Folge. In: Heimatspiegel Groß-Gerau. Nr.3/1970

Türkischrot-Färbereien. Kommt man von Düsseldorf her, so tritt man bei Sonnborn in das heilige Gebiet; die Wupper kriecht träg und verschlammt vorbei und spannt durch ihre jämmerliche Erscheinung, dem eben verlassenen Rheine gegenüber, die Erwartungen bedeutend herab. Die Gegend ist ziemlich anmutig; die nicht sehr hohen, bald sanft steigenden, bald schroffen Berge, über und über waldig, treten keck in die grünen Wiesen hinein, und bei schönem Wetter läßt der blaue, in der Wupper sich spiegelnde Himmel ihre rote Farbe ganz verschwinden.

*... Aber es herrscht ein schreckliches Elend unter den niedern Klassen, besonders den Fabrikarbeitern im Wuppertal; syphilitische und Brustkrankheiten herrschen in einer Ausdehnung, die kaum zu glauben ist; in Elberfeld alleine werden von 2500 schulpflichtigen Kindern 1200 dem Unterricht entzogen und wachsen in den Fabriken auf, bloß damit der Fabrikherr nicht einem Erwachsenen, dessen Stelle sie vertreten, das Doppelte des Lohnes zu geben nötig hat, das er einem Kinde gibt. *)*

* Aber erst die aufkommende moderne Chemie setzte der traditionellen Färbekunst ein Ende: Während bei der Verwendung von Pflanzenfarbstoffen noch umfangreiche über die Zunfttradition weitergebene Kenntnisse und breite praktische Erfahrungen notwendig waren, reduziert die Verwendung der synthetischen Produkte die Arbeit auf die Anwendung technischer Rezepte. Wegen der allgemeinen Bedeutung der Farbstoffe bei der Entwicklung der chemischen Industrie ist deren Geschichte hier kurz dargestellt:

Bis ins 18. Jahrhundert stand die Chemie noch in der Tradition der alchemistischen Praxis und war eher Handwerk als Wissenschaft. Ein Anfang der systematischeren Arbeitsweise lag in Frankreich, wo Lavoisier die Waage als Hilfsmittel bei chemischen Experimenten einführte. Ein Schüler Lavoisiers war Justus Liebig, der ab 1824 an der Universität Gießen lehrte; aus seiner Schule gingen viele bekannte Chemiker hervor. Friedlieb Ferdinand Runge, der ebenfalls kurze Zeit bei Lavoisier gelernt hatte, entdeckte 1834 im Steinkohlenteer einen Stoff, der mit Chlor eine veilchenblaue Verbindung ergab; deshalb nannte er diesen Stoff *Kyanol*. Außerdem konnte er eine andere Substanz isolieren, die er als *Carbolsäure* (heute Phenol) bezeichnete.

Die Wichtigkeit seiner Entdeckungen wurde erst viel später erkannt, als August Wilhelm Hoffmann, ein Schüler Liebig's, erkannte, daß

- die von Fritsche 1841 aus dem Indigo gewonnene Substanz *Anillin* (nach dem portugiesischen Namen für Indigo - *anil*),
- die von Paul Unverdorben im Jahre 1826 aus dem Indigo gewonnene Substanz *Kristallin* und
- die von dem Russen Nikolaus Zinnic im Jahre 1841 entdeckte Substanz *Benzidamin*

mit dem *Kyanol* Runge's identisch waren. Damit begann die Chemie des Steinkohlenteers, denn Anilin erwies sich als idealer Ausgangsstoff für organisch-chemische Forschungen.

*) Aus: Marx-Engels-Werke, Band 2. Berlin 1974, S.413; S.418

1849 stellte der Franzose Guinon Pikrinsäure her, mit der man Seide gelb färben konnte.

A. W. Hoffmann, Leiter des Royal College of Chemistry in London, beauftragte seinen Assistenten William Perkin, aus Anilin Chinin zu synthetisieren, das ein brauchbares Mittel gegen Fieberkrankheiten war. Bei der Oxidation des Anilin mit Kaliumdichromat erhielt Perkin an Stelle des Chinin eine schmierige Substanz, die sich zufällig als ein idealer Farbstoff herausstellte. Dieser erste Farbstoff, der aus dem Steinkohleteer gewonnen wurde, färbte sehr schön violett.

Der geschäftstüchtige Perkin ließ seine Entdeckung ohne Wissen Hoffmanns 1858 patentieren. Zusammen mit seiner Familie begann er die maßstäbliche Herstellung dieses ersten synthetischen Farbstoffs, der nach anfänglichen Absatzschwierigkeiten unter dem Namen *Mauvein*, benannt nach der violetten Farbe der Malve, zum Verkaufserfolg wurde.

Hoffmann brachte kurze Zeit später das *Fuchsin* als zweiten synthetischen Farbstoff auf den Markt.

Mit der 1857 von Kékulé und anderen entwickelten Strukturformel des Benzols erlebte die Strukturchemie und mit ihr die geplante chemische Synthese einen ungeheueren Aufschwung. An vielen Stellen Europas kam es zu Gründungen von Farbenfabriken:

1861 Chemische Fabriken vorm. Weiler ter Meer in Uerdingen

1863 Farbenhandlung F. Bayer et Comp. in Wuppertal

Im selben Jahr stellte Lucius das Aldehydgrün her, den ersten grünen Farbstoff, der auch bei künstlicher Beleuchtung noch grün erschien. Er gründete noch im selben Jahr eine Farbenfabrik:

1863 Farbwerke Meister, Lucius und Brüning in Hoechst

Es folgten

1865 Badische Anilin - und Sodafabriken in Ludwigshafen

1867 Gesellschaft für Anilinfabrikationen in Rummelsburg bei Berlin, die sich im Jahre 1872 mit der Farbenfabrik Jordan in Treptow zusammenschloß. Danach nannte sie sich *Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation* (*Agfa*).

Bereits um 1880 hatten die Großbetriebe der Farbstoffbranche die Farbstoffherstellung stark konzentriert. Kleinere Betriebe wurden aufgekauft.

1858 wurden die Azofarbstoffe (azote = frz. Stickstoff) und 1862 die Diazoverbindungen durch P. Griess entdeckt. Daraus entwickelten sich sehr bald ganze Forschungszweige in den Farbfabriken.

1868 schließlich gelang die erste Synthese eines Naturfarbstoffes, des Alizarins.

1871 wurden bereits 15 Tonnen Alizarin fabrikmäßig hergestellt.

1870 gelang es Bayer, aus Isatin Indigo zurückzuführen.

1878 schließlich gelang die Synthese des Indigo.

Ab 1897 wurde Indigo, nach mehreren Versuchen, die Indigosynthese wirtschaftlicher zu gestalten, nach einem Verfahren von K. Heimann aus dem Jahre 1890 in der BASF großtechnisch synthetisiert.

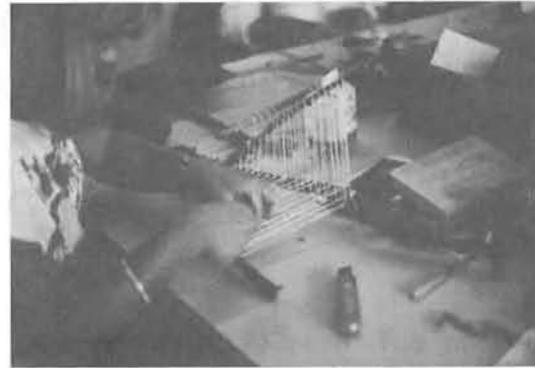
Werkstücke aus pflanzengefärbter Schafwolle

Die Anfertigung eines textilen Werkstücks durch jeden Projektteilnehmer wirkt sinnstiftend für das gesamte Woll- und Färbeprojekt. Um unnötige Frustrationen durch nicht fertiggewordene Teile zu vermeiden, sind die konkreten Möglichkeiten sowie die Wünsche und Vorstellungen der Projektteilnehmer bereits zu Projektbeginn abzuklären.

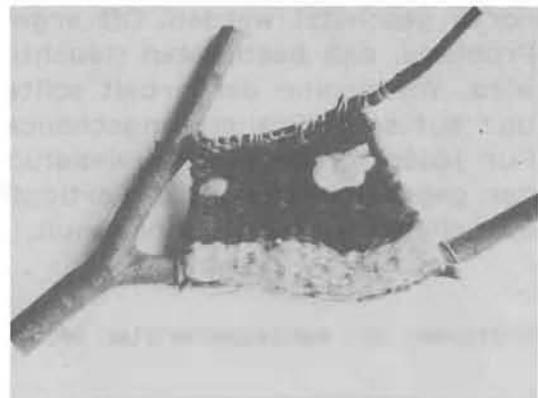
Die Möglichkeiten hängen insbesondere von den finanziellen Mitteln, der zur Verfügung stehenden Zeit und den praktischen Vorerfahrungen der TeilnehmerInnen ab. Werden trotz begrenzten Zeitrahmens etwa komplizierte großformatige Webbilder vorgeschlagen, so muß auf eine häusliche Fortsetzung der Arbeit ausgewichen werden. Die im folgenden vorgeschlagenen einfacheren Arbeiten sind ohne besonderen Zeitaufwand und auch mit ungeübten SchülerInnen der Sekundarstufe I durchführbar.

Astgabelweben

Das Astgabelweben gehört zu den einfachsten und trotzdem anspruchsvollen Techniken zur Herstellung textiler Objekte. Als Material benötigt man eine geeignete Astgabel, stabilen Kettfaden und lose, einfach gedrehte, gesponnene oder gezwirnte farbige Wolle.



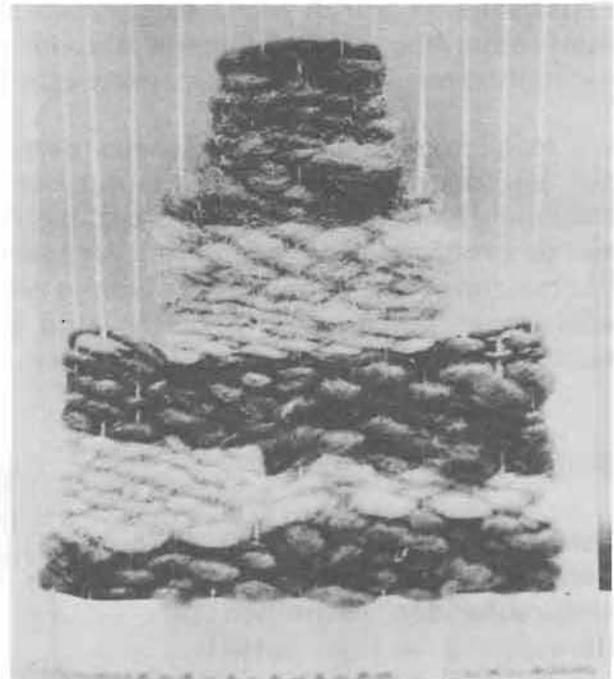
Zunächst wird der Kettfaden auf der Astgabel befestigt. Ist die Rinde zu glatt, so kann sie mit einem Messer an den Stellen leicht eingekerbt werden, wo die Kettfäden sitzen sollen. Zwischen die gespannten Kettfäden wird ein Wollfaden oder auch leicht gedrehte Rohwolle in Leinwandbindung (also abwechselnd über und unter einem Kettfaden) geschoben, u.U. mittels einer dicken Webnadel. Ein fester Abschluß erübrigt sich, wenn auf beiden Seiten bis zum Holz gewebt wird.



Je nach Dicke der Wolle und vorhandenen Farben können so kleine Bildmotive gewebt werden. Der Materialbedarf ist so gering, daß keine Mengenabschätzungen vorab notwendig sind.

Eine Alternative zum Astgabelweben stellt das **Weben auf einer Pappe** dar, die mit einem Kettfaden in regelmäßigen Abständen umwickelt ist.

Dazu wird ein z.B. DIN-A-4 großes Stück steifen Kartons in Abständen von etwa 5 bis 8 mm oben und unten eingekerbt und mit Kettfaden fest umwickelt. Technik wie beim Astgabelweben; es besteht die Möglichkeit, die Rück- und Vorderseite zu bearbeiten.



Weben auf dem Schulwebrahmen

Größere Webstücke - z.B. Tischläufer oder Webbilder - können auf den bekannten Schulwebrahmen hergestellt werden. Das Scheren und Spannen der Kette sollte nach Vorschrift bzw. unter Anleitung eines/einer Sachkundigen erfolgen. Gleiches gilt für die festen Kanten zur Begrenzung des fertigen Webbildes.

Der Materialbedarf kann durch Wiegen von vergleichbaren Webstücken vorab geschätzt werden. Oft ergeben sich jedoch im nachhinein dadurch Probleme, daß bestimmten (leuchtenden) Farben der Vorzug gegeben wird. Vor Beginn der Arbeit sollte zunächst ein grober Entwurf erstellt und auf seine Realisierungschancen hin diskutiert werden.

Für jedes so hergestellte Webstück wird ein eigener Webrahmen benötigt, der gegebenenfalls - zur Fertigstellung der Arbeit - auch nach Hause ausgeliehen werden können muß.

Stricken mit selbstgefärbter Wolle

Handstrickarbeiten im Rahmen eines Woll- und Färbeprojektes sollten möglichst überschaubar bleiben. Da für einen Pullover mit langen Ärmeln je nach Größe ein Kilo Wolle oder mehr notwendig sind, müssen entsprechende Mengen (und Farbpartien) von Anfang an eingeplant werden. Soll die zum Stricken verwendete Wolle auch selbst gesponnen werden, so muß den Teilnehmern unbedingt der hohe Zeitaufwand verdeutlicht werden.

Zur Geschichte des Alizarins

Bei Versuchen, das Färben mit Krapp zu erleichtern, haben Colin und Robiquet im Jahre 1826 zum ersten Mal das Alizarin als färbenden Hauptbestandteil der Krappwurzel isoliert. Sie benannten den entdeckten Farbstoff nach dem orientalischen Namen des Krapp - Al Izari - Alizarin.

In den folgenden Jahren beschäftigten sich viele Chemiker mit der Synthesierung des Alizarins, aber erst 1868 gelang es C. Graebe und C. Liebermann, die Struktur des Alizarins zu endgültig klären und es zu synthetisieren.

Chemische Isolierung des Alizarins aus der Krappwurzel *)

Ein Lehrbuch der Chemie (1858) beschreibt dazu ein Verfahren wie folgt:

"Am einfachsten vermischt man die gepulverte Krappwurzel mit konzentrierter Schwefelsäure, wäscht die schwarz gewordene Masse mit Wasser aus und erhitzt sie. Das Alizarin sublimiert hierbei (beim Erhitzen) in langen, glänzenden rotgefärbten Nadeln."

Der entsprechende Versuch darf nur vom Fachlehrer ausgeführt werden. Das Arbeiten mit konzentrierter Schwefelsäure bringt erhebliche Gefahren mit sich.

Zur Kondensation des Alizarins eignet sich ein wasserdurchflossener Kühlfinger, der in einen Glaskolben aus temperaturbeständigem Glas ragt.

Inhaltsstoffe der Krappwurzel

Die Krappwurzel enthält - wie die meisten Färbepflanzen - nicht nur einen färbenden Bestandteil, sondern ein Gemisch verschiedener Stoffe, die sich mittels chromatographischer Methoden teilweise voneinander trennen lassen. Der Hauptbestandteil, das Alizarin, ist daran zu erkennen, daß es im sauren Bereich gelborange aussieht und im alkalischen blauviolett. Auf Grund dieser Eigenschaften findet Alizarin für bestimmte Zwecke als Indikatorfarbstoff Verwendung.

Anstelle einer aufwendigen dünnschichtchromatographischen Trennung**) wird hier eine Trennung von Krappextrakten auf Tafelkreide vorgeschlagen.

*) Nach: Thomas Hapke: Färben mit Krapp und Alizarin in themendifferenzierter Gruppenarbeit. Arbeitspapier für die Kurse ch-3/CH-3 Chemie/Sek II. Herausgegeben vom Pädagogischen Zentrum Berlin, Referat II D, Naturwissenschaften. Berlin 1988.
Im genannten Heft sind weiterhin Experimente zur Alizarinsynthese und zu dessen Eigenschaften sowie geschichtliche Materialien zur Färberei wiedergegeben.

**) vgl. T. Hapke, a.a.O., S.32

Trennung der Inhaltsstoffe im Krapp

Material: Krappwurzelspäne, dest. Wasser, Tafelkreide, Ethanol, Testbenzin, Bechergläser, eventuell Isopropanol, verdünnte Natronlauge, Blumenspritze

Vorbereitung:

10 g Krappspäne werden über Nacht in 100 ml dest. Wasser quellen gelassen und am folgenden Tag einige Minuten aufgeköcht. Die abgekühlte Flüssigkeit wird durch ein Mulltuch filtriert und das Filtrat mit wenig verdünnter Schwefelsäure angesäuert.

Parallel wird ein alkoholischer Krappauszug hergestellt, indem 10 g Krappspäne mit einer gerade ausreichenden Menge reinem Ethanol kurz erhitzt und anschließend stehen gelassen werden. Die durch Mull filtrierte Lösung eignet sich ohne weitere Veränderung für die dünn-schichtchromatographische Analyse.

Zum Vergleich wird etwas Alizarin in Ethanol gelöst.

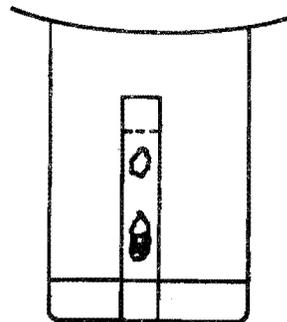
Durchführung:

Alle drei Proben werden mit einer Pasteurpipette (oder einem dünnen Glasrohr etwa 1 cm oberhalb des unteren Randes auf ein Stück Tafelkreide aufgetragen, und zwar jede Probe auf eine andere Seite der Kreide.

Die Kreide wird senkrecht in ein kleines Becherglas gestellt, in das zuvor einen halben cm hoch Fließmittel gegeben wird.

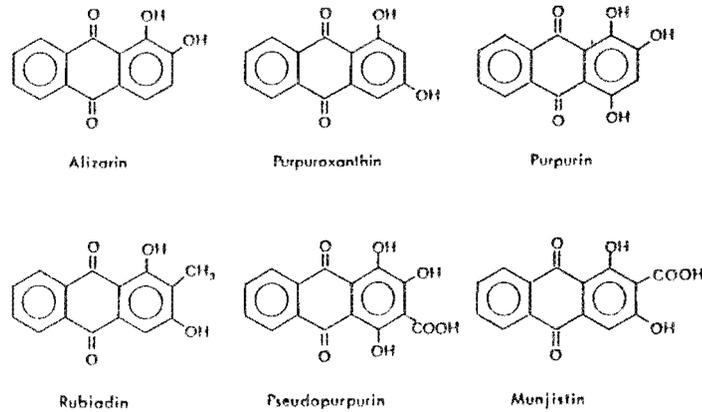
Als (relativ ungiftige) Fließmittel eignen sich Wasser, Ethanol und Wasser, reines Ethanol und Mischungen aus Testbenzin mit Isopropanol. Es darf experimentiert werden!

Kurz bevor die Fließmittelfront den oberen Rand des Kreidestücks erreicht, wird es aus dem Becherglas genommen und zum Trocknen zur Seite gestellt. Man erkennt bereits unterschiedliche Farbzonen.



Um den Trenneffekt deutlicher sichtbar zu machen, kann das Kreidetchromatogramm durch Besprühen mit verdünnter Natronlauge (mittels Blumenspritze) entwickelt werden.

Durch weitergehende chemische Analysen läßt sich zeigen, daß die Krappwurzel neben Alizarin folgende chemisch verwandte (Farb-)stoffe enthält:



Zur Natur des Krapplackes:

Ebenso wie Alizarin mit den Aluminiumionen, die durch das Beizen*) auf die Faser aufgebracht worden sind, einen Farblack bildet, reagiert es auch in Lösung mit Aluminiumsalzen. Dabei bilden sich komplizierte Komplexe, die wegen des scherenartigen Einschlues des zentralen Aluminium-Ions Chelat-Komplexe heißen.

Ausfllung von rotem Krapp-Pigment

50 g Krappwurzelspäne werden in 2 Litern Wasser über Nacht weichen lassen und danach 20 Minuten aufgekocht. Die Flüssigkeit wird durch ein Mulltuch geseiht und 5 ml verdünnte Salzsäure zugegeben. In einem zweiten Gefäß werden 30 g Alaun in einer gerade ausreichenden Menge Wasser aufgelöst, zur der Farbstofflösung gegeben und zusammen weitere 10 Minuten aufgekocht.

Zu der noch warmen Lösung wird so viel Sodalösung gegeben, bis sich ein pH-Wert von 5 eingestellt hat.**). Bei diesem pH-Wert fllt Aluminiumhydroxid als flockiger Niederschlag aus. Dabei wird der gebildete Krapplack-Komplex mitgerissen.

Um die Ausfllung zu beschleunigen und die Filtrierbarkeit des Niederschlags zu verbessern, erhitzt man die Lösung weitere 10 Minuten. Anschließend wird durch einen großen Faltenfilter filtriert. Alternativ kann auch eine Nutsche verwendet werden, die an eine Wasserstrahlpumpe angeschlossen ist.

Die Filtration verläuft meist sehr langwierig.

Das Filter samt Niederschlag wird danach auf einer saugfähigen Unterlage (mehrere Lagen Zeitungspapier) ausgebreitet und die rote Masse trocknen lassen. Beim Trocknen, das je nach Menge mehrere Tage dauern kann, schrumpft der Niederschlag durch Wasserverlust erheblich. Die trockene Masse kann zerrieben und mit Wasser oder mit Leinölfirnis zu einer streichfähigen (Pigment-)Farbe angerührt werden.

*) vgl. S.26: Beizenfarbstoffe

**). Wegen der intensiven Farbigkeit der Lösung kann zur pH-Kontrolle kein Indikatorpapier verwendet werden; geeignet sind elektrisch arbeitende pH-Meter. Eine Kontrollmöglichkeit - ohne pH-Meter - besteht darin, von der überstehenden Lösung (oder vom Filtrat eines Teils der Ausfllung) eine Probe abzunehmen und weiter Sodalösung zuzugeben; fllt dabei weiteres Hydroxid aus, so muß der Gesamtlösung noch Soda zugegeben werden.

BLAU

*bedeutet Himmel, Nacht und Kälte, Ordnung
und Disziplin,
aber auch Treue und Vertrauen.*)*

Waid

Mit Waid (*Isatis tinctoria*) wird schon ebenso lange gefärbt, wie mit Krapp. Bereits Cäsar berichtet in *de bello gallico*, daß sich die Britannier mit Waid einfärbten, um "noch schrecklicher" auszusehen. Im nordeuropäischen Raum wurden bei mehrere Ausgrabungen mit Waid gefärbte Textilien gefunden, so in einem Grab am Oslofjord, das einer Königin Asa (800 v. Chr.) zugeschrieben wird, ebenso ein für rituelle Zwecke benutzter Mantel, der aus dem Moor bei Thorsberg in Schleswig-Holstein geborgen wurde.

Bereits im frühen Mittelalter war Der landwirtschaftliche Anbau des blau-färbenden Waids weit verbreitet; Karl der Große ordnete durch die Landgüterverordnung den Waid- und Krappanbau sogar auf allen seinen Fronhöfen an. Im Mittelalter wurde der Waidanbau hauptsächlich in Thüringen und Sachsen betrieben.

Der Verkauf und die Verarbeitung des Waid wurde durch die Zünfte sehr genau geregelt und kontrolliert. Erfurt und Naumburg galten als Zentren des Waidhandels. Erfurter Kaufleute konnten ihren Waid aufgrund ihrer Mitgliedschaft in der Hanse bis nach England verkaufen. Der Reichtum der Waidhändler ermöglichte 1392 die Gründung der Universität Erfurt.

Nach der Entdeckung des Seeweges nach Indien kam nicht nur das Rotholz vermehrt nach Europa, sondern mit dem Indigo auch ein sehr starker Konkurrent für den Waid.

Indigo

Der Indigo wird aus der strauchartigen Pflanze "*Indigofera tinctoria*" gewonnen. Diese hauptsächlich auf dem indischen Subkontinent vorkommende Pflanze liefert zwar den selben Farbstoff wie der Waid, ist aber wesentlich ergiebiger. Zudem sind Indigofärbungen brillanter als solche mit Waid.

Ab 1560 wurde der Indigo von den Portugiesen gehandelt, dann von den Holländern und ab dem 18. Jahrhundert von den Engländern, die ihn in Indien auf Plantagen anbauen ließen. Trotz des langen Seeweges führte der Import des Indigo zu einem Preisverfall des Waids. Man versuchte zunächst, die Einfuhr dieses lästigen Konkurrenten zu verbieten, hatte

*) vgl. Ingrid Riedel: *Farben*. Stuttgart 1983(2), S.48 ff.

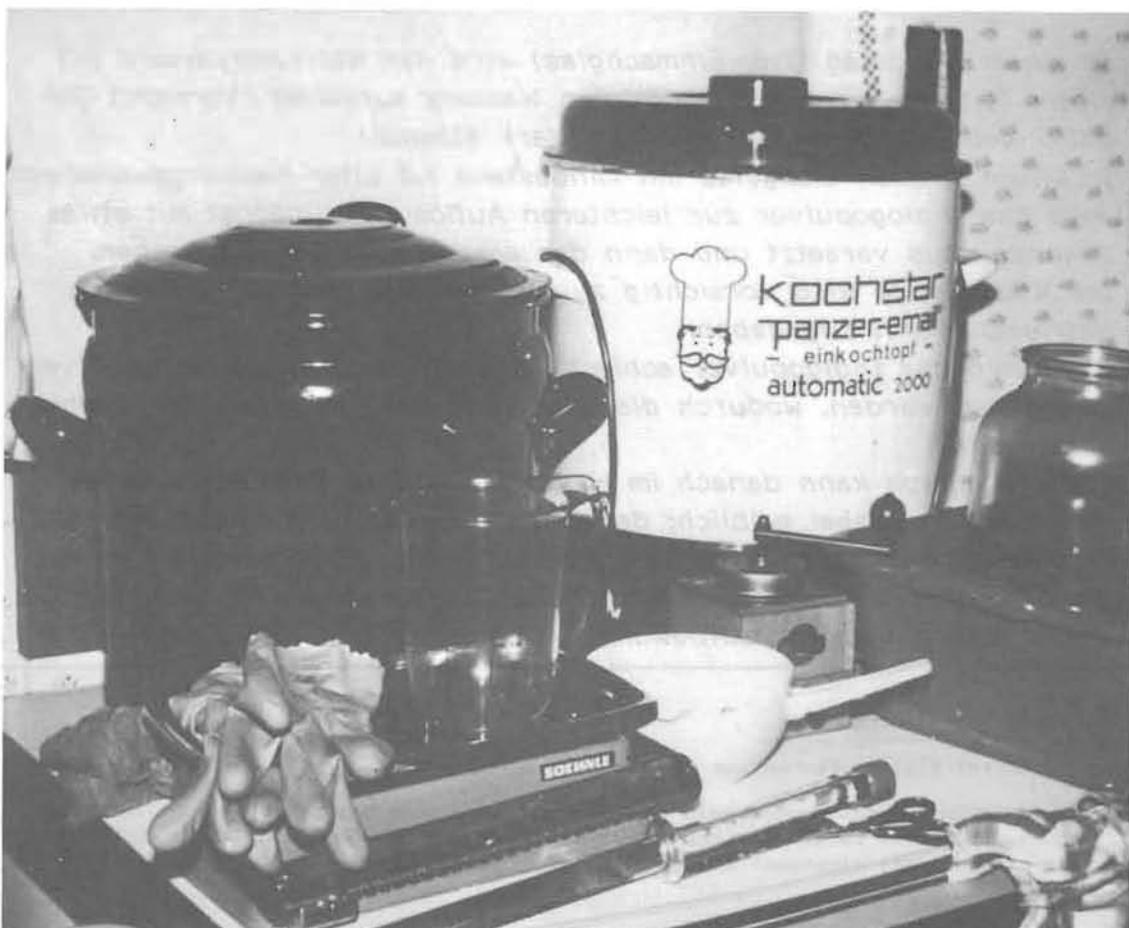
aber keinen Erfolg, da die Färber den Indigo über Holland einkaufen konnten. Der Preis für den Waid sank bis auf ein Viertel des vormaligen Höchstpreises ab, und der Waidanbau ging langsam zu Grunde.

Noch heute wird Indigo angebaut, seine Bedeutung als Exportgut ist aber deutlich begrenzt, da inzwischen synthetisch hergestellter Indigo wiederum erheblich preiswerter ist.

Blauholz

Im 16. Jahrhundert entdeckte man bei Campeche in Mexiko ein blaufärbendes Holz, das Blauholz, nach seinem Fundort auch Campecheholz benannt. Das Kernholz des Baumes "Haematoxylon Campechianum" enthält Farbstoffe, die sich aber erst nach zehn Jahren Wachstum und einem Jahr trockener Lagerung richtig entwickeln.

Da der Farbstoff nicht besonders lichtecht ist, hatte er nur als Beizenfarbstoff eine Bedeutung. Erst 1760 gelang es einem Franzosen, den Farbstoff mit einer Zinnbeize haltbar an die Wolle zu binden. Seither gewann das Blauholz – vor allem zum Schwarzfärben – etwas an Bedeutung. Intensive dunkle Farbtöne entwickeln sich jedoch nur auf chromat-gebeizter Wolle, wegen ökologischer und Gesundheitsgefahren durch das karzinogene Chromat wird Blauholz in neuerer Zeit kaum mehr verwendet.



Blaufärben von Wolle mit Indigo

Indigo ist als pulverförmiger Stoff im Handel erhältlich. Synthetisches und natürliches Indigo führen zu kaum unterscheidbaren Färbeergebnissen. Je nach Menge des eingesetzten Farbstoffs erzielt man Abtönungen von dunkelblau bis hellblau.

Neben den klassischen Gährungs- und Urin-Küpenverfahren gibt es im Handel fertige Pasten und Stammküpen, die z.B. auf Alaun-gebeizte, zum Teil auf ungebeizte Wolle aufzulehen. Indigopaste kann man selbst herstellen, indem man Indigopulver mit rauchender Schwefelsäure behandelt (Vorsicht!)*. Ähnliche Farben (Sächsisch Blau) erzielt man mit "Indigo wasserlöslich".

Im folgenden wird das heute am meisten verwendete Küpenverfahren mit Natriumdithionit als Reduktionsmittel beschrieben. Eine Vorbeizung der Wolle ist dafür nicht erforderlich.

*Ansetzen der Stammküpe **)*

Zum Färben von insgesamt 1 kg Wolle benötigt man:

30 g Indigo

20 g festes Natriumhydroxid oder 50 ml 33%ige Natronlauge

60 g Natriumdithionit

etwas Brennspritus und

etwa 1 Liter Wasser

außerdem für die Färbung 50 ml 25%igen Ammoniak.

In einem Glasgefäß (z.B. Einmachglas) wird das Natriumhydroxid mit einem Teil des insgesamt benötigten Wassers aufgelöst (Vorsicht! Die dabei gebildete Natronlauge wirkt stark ätzend!)

In einem zweiten Glasgefäß mit mindestens 1,5 Liter Fassungsvermögen wird das Indigopulver zur leichteren Auflösung zunächst mit etwas Brennspritus versetzt und dann das restliche Wasser zugegeben. Die Natronlauge wird vorsichtig zugegossen und das pulverförmige Natriumdithionit zugegeben.

Falls sich das Indigopulver schlecht auflöst, kann etwas Seifenpulver zugegeben werden, wodurch die Benetzung der Indigoteilchen verbessert wird.

Die Stammküpe kann danach im Wasserbad auf 60 Grad erwärmt werden. Sie wird dabei gelblich; der Indigo liegt nun in seiner löslichen farblosen reduzierten Form vor. Kontakt mit (Luft-)Sauerstoff bringt die blaue Farbe wieder zum Vorschein. Gut verschlossen kann die Stammküpe einige Zeit aufbewahrt werden.

**) vgl. Gretel Fieler: Farben aus der Natur. a.a.o., S.93 f.*

****) Aus Sicherheitsgründen sind beim Ansetzen der Stammküpe Schutzbrille und Gummihandschuhe zu tragen. Laugenspritzer sofort mit viel Wasser abwaschen. Dämpfe des Dithionits nicht direkt einatmen! Kleidung vor Spritzern schützen!*

Die Indigoküpe und das Färben

Man füllt die benötigte Wassermenge (15 - 20 Liter) in den Färbekessel, erwärmt auf 50 bis 60 Grad und fügt 50 ml 25%igen Ammoniak und 5 bis 10 g Natriumdithionit hinzu.

Danach gießt man vorsichtig die Stammküpe in den Kessel; werden hellere Blautöne gewünscht, entsprechend weniger. Es sollte beim Eingießen vermieden werden, zuviel Luft in die Küpe einzumischen. Die Küpe sieht jetzt gelblich-grün aus. Blaue Schlieren an der Oberfläche stören nicht.

Zum Färben läßt man mit Wasser gut durchfeuchtete Wolle (ausdrücken!) in die Indigoküpe fallen und zieht gelegentlich mit einem Holzstab um. Gefärbt wird bei 50 - 60 Grad, Dauer etwa eine halbe Stunde.

Die Wolle wird herausgezogen und abtropfen lassen. Dabei färbt sie sich umgehend blau: dieses Verblauen wird durch den Luftsauerstoff bewirkt, der die lösliche farblose Form des (Leuko-)Indigo wieder zum blauen unlöslichen Indigo oxidiert.

Um dunklere Farbtöne zu erhalten, kann der Färbeprozess noch einmal wiederholt werden.

Färbt man im gleichen Bad weitere Partien ohne Zusatz von Stammküpe, so werden die folgenden Färbungen jeweils etwas heller. Sollte sich die Küpe durch das Einlegen und Herausnehmen der Wolle zwischendurch bläulich färben, so muß etwas Natriumdithionit zugesetzt werden.

Nach dem Auswaschen der Wolle muß diese mit Essigwasser oder sehr verdünnter Ameisensäure (2 g auf 20 Liter) behandelt werden. Dabei wird der natürliche Säuregrad der Wolle wieder hergestellt und die Haftung des Farbstoffs gefestigt. Die Wolle kann dazu längere Zeit in säurehaltiges Wasser eingelegt werden oder 10 Minuten lang bei 80 Grad behandelt werden.

Eine Steigerung der Brillanz des Blaus kann durch Zugabe von Perlleim oder Gelatine erreicht werden.

Überfärbt man zuvor gelb gefärbte Wolle mit Indigo, so erhält man verschiedene Grüntöne.

Neben Wolle kann auch Baumwolle problemlos mit Indigo eingefärbt werden. Es ist allerdings zu beachten, daß Baumwollgewebe (unter den vorliegenden Bedingungen) den Farbstoff längst nicht so gut und gleichmäßig aufnehmen, wie lose Wollfäden.

Die Indigofärbung ist sehr geruchsintensiv und sollte daher im Freien oder in einem gut belüfteten Raum durchgeführt werden.

Von der Färbekunst *)

§.417. Das BLAUE wird aus der Küpe gefärbet. Diese ist unter allen die dauerhafteste. Das Geheimnis der Küpe ist der Umstand, daß eine gemischte Gährung darinnen vorgeht. Weis man dieses, so weis man, wie ihr in Ansehung der Hitze und Kälte, im florieren und bey aller Gelegenheit zu begegenen sey. Unter dieser gemischten Gährung verstehe ich eine Weingährung, welche mit halbgefaulten Partikuln vermischt ist. Denn der Waidt und Indig haben bereits einige faulende Gährung überstanden; sie geben auch im Abziehen, Destillieren, einen harnhaften Geist, spiritum urinosum (ab). ...

§.418. Man muß dahin sehen, daß die Küpe, so bald als möglich, zur Gährung gebracht werde; folglich alle die Gährung befördernde bekannte Mittel brauchen; ... zu viel und zu wenig Luft, zu viel und zu wenig Hitze, verhindern die Gährung; ein beständiges Rühren gleichfalls; ...

§.419. ... Da nun in der blauen Küpe das Alkali das Hauptingredienz ist, so färbet man damit ein beständiges und schönes Blau; nicht in Kraft gemischter Salze, nicht in Kraft eines tartari vitriolati, sondern hauptsächlich eines beständigen fixen Alkali; ...

§.420. Die Waidtküpe wird also bereitet : Brennet die Küpe, oder das Gefäße mit siedendem Wasser aus. Bestreuet den Boden sowohl der Küpe als des Kessels, 3 Queerfinger hoch mit Weizenkleyen. Gießt den Kessel meist voll faulen Wassers und laßt 2 Stunden sieden. Thut nunmehr alles Feuer hinweg und kühlet das Wasser mit gar wenig kaltem Wasser; schlaget das heiße Wasser in die Küpe, bis sie halb damit angefüllet, mittler Zeit lasset 5 oder 6 Metzen Waidt in die Küpe werfen und solchen mit der Krücke völlig zerstoßen; lasset selbige wohl zugedeckt und mit Leinwand, oder Tuchen belegt, 3 Stunden ruhen, sodann rühren, ferner 3 Stunden wohl verdeckt stehen; fahret mit diese 3stündigen Abwechselung fort. In der 12ten Stunde schüttet mit der Schaufel 1 $\frac{1}{2}$ Metze Kalk, der sich selbst an der Luft gelöscht hat, hinein, rühret alles wohl ... hängt den Wächter ein, (welches ein Stückchen Tuch zur Probe ist) um zu sehen, ob es blaue; ... Finden sich noch keine Merckmaale einer Gährung, z.E. kein Rauschen und keine blauen Blasen auf der Oberfläche, so muß, wenn man meynet, daß man zu wenig Kalk gegeben, etwas davon wieder zugesetzt, gerührt ... Bis hierher hat man den Waidt zur Gährung, mithin zur Auflösung, folglich zum Blaufärben gebracht. ...

§.421. Nachdem nunmehr die volle Gährung des Waidtes sich angefangen, und das zuerst übrig gebliebene Wasser im Kessel auf vorige Art wieder erhitzt, auch der gestoßene gepulverte Indig in einem besonderen Gefäße mit ein paar Pfund Pottasche 1 Stunde über gekocht worden; so schlaget beydes, das Überbleibsel des erstern Wassers und die Auflösung des Indigs in die Küpe, daß sie beynahe voll werde; rühret dir Küpe stark, thut auf jedes Pfund Indig 1 bis 1 $\frac{1}{2}$ Pfund Sommerröthe darzu; ... rühret und decket es wohl zu, laßt sie 3 Stunden ruhen; aber in der 3ten Stunde setzet wiederum einen Stahl, welcher bey dem Herausziehen grün, oder olivfarbig sieht, aber nach 1 bis 1 $\frac{1}{2}$ Minute in der Luft blau wird ... um zu sehen, ob er gnugsam blaue. ... und wenn alles wohl von staten geht, so wird die Waare eingedreht; man läßt sie eine Stunde darinnen; ...

*) gekürzt aus: G. A. Hoffmann: Die Chymie ... Leizig 1757, S.221 ff

Vom Waid zum synthetischen Indigo *)

Der Waid wurde als wichtigste Färberpflanze für Blautöne im Mittelalter in vielen Gegenden Europas angebaut. Im fruchtbaren Erfurter Becken z.B. war der Waidanbau (neben dem Ostbau) so ertragreich, daß er hier das Getreide zurückdrängte. Bereits um 1250 erhob der Mainzer Erzbischof als Landesherr einen Waidpfennig, der ihm erhebliche Einnahmen verschaffte.

Wegen der Abhängigkeit des Waidanbaus vom funktionierenden Handel führte jeder politische und/oder militärische Konflikt zu deutlichen Einbrüchen, so z.B. die Bemühungen der Stadt Erfurt um Unabhängigkeit – als freie Reichsstadt – vom Mainzer Bischof, die 1483 mit der Kapitulation der Stadt (und ihrer völligen Verschuldung) endeten.

Eine zweite Blüte des Waidanbaus und -handels begann um 1530: So bauten nach Angaben der thüringer Waidregister im Jahre 1579 "in 57 Dörfern 1766 Personen Waid an, und zwar 1748 Bauern, 5 Pfarrer, 1 Schulmeister und 12 Erfurter Bürger, unter diesen (vier) Waidhändler ... mit 11, 12, 14 und 18 Äckern." Insgesamt wurden damals 4344 Waidäcker registriert und ca. 1800 Personen, die mit dem Waidanbau beschäftigt waren. Vergleicht man diese Zahl mit der damaligen Einwohnerschaft von Erfurt (ca. 19.000), so wird deutlich, wie wichtig dieser Wirtschaftszweig gewesen sein muß.

Noch bis zum Jahr 1620 stiegen – trotz Beginn des 30jährigen Krieges – die Preise für "Waidasche", die übliche Handelsform des getrockneten und leicht gepreßten Waids, an; trotzdem ging der Waidanbau in Thüringen (1615: 1731 Äcker; 1629: 675 Äcker) und anderen Stellen Europas drastisch zurück. Ursache war die Entdeckung des Seeweges nach Indien und der Import des Indigo. Dieser war dreißigmal farbkraftiger als der Waid und wurde zudem wesentlich billiger angeboten. Die ab 1548 mehrfach erlassenen Indigoverbote konnten die Großabnehmer nicht daran hindern, sich auf Indigo umzustellen. Schon 1617 handelte der erste Waidhändler in Erfurt mit dem neuen Farbstoff, und Hamburger und Leipziger Tuchmacher und Färber stellten 1651 gegenüber dem Kurfürsten von Sachsen fest, daß Indigo keineswegs die stoffzerstörende "Corrisiv"-Farbe sei, als die es die Waidhändler gerne abgestempelt hätten.

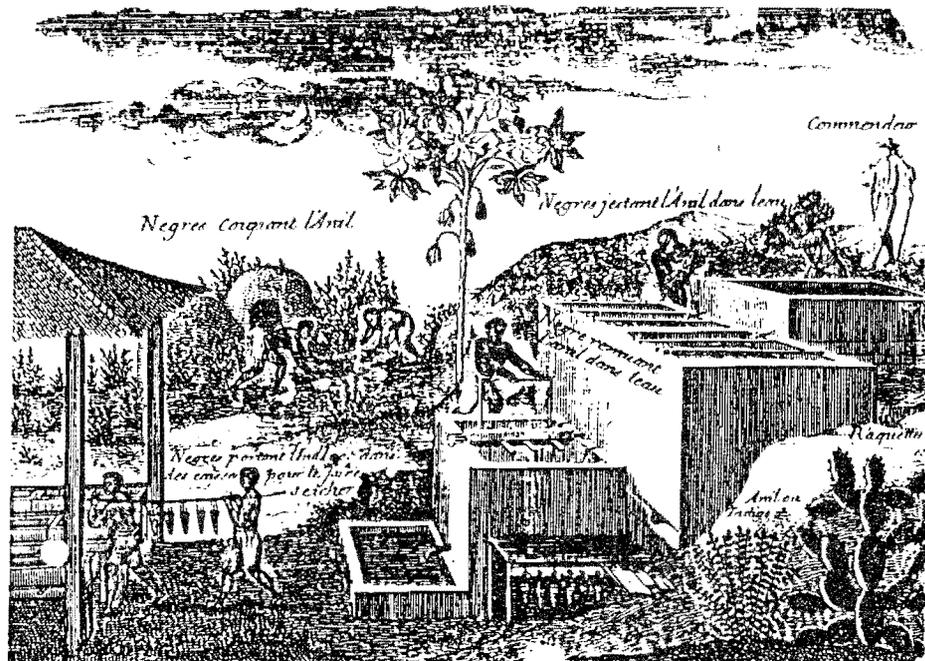
Kriegsbedingt kam ein allgemeiner Rückgang der Wirtschaft hinzu, der sich auch im Verfall der Münzwertes ausdrückte. Der Niedergang der Waidverarbeitung wird daran deutlich, daß 1704 von der Obrigkeit befohlen wurde, keine Steine von Waidmühlen zum Hausbau zu verwenden, wozu offensichtlich praktischer Anlaß gegeben war.

Ein letzter Versuch, den Waidanbau wieder zu heben, fand im Zusammenhang mit der von Napoleon verhängten Kontinentalsperre (nach dem Sieg

*) Die Daten zum Waidhandel sind dem Beitrag von Alfred Rach: Die zweite Blütezeit des Erfurter Waidhandels. In: Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik. 1959, S.22-58, entnommen.

Der Abriß zur Geschichte der chemischen Industrie folgt der "Geschichte der Farbwerke Hoechst und der chemischen Industrie in Deutschland – Ein Lesebuch aus der Arbeiterbildung" (Offenbach 1984)

bei Jena 1806) statt. Die Einfuhr englischer Waren, zu denen insbesondere Indigo gehörte, setzte nach dem Sturz Napoleons aber umgehend wieder ein. Die Exporte aus Britisch-Indien drängten den Waid schließlich zur völligen Bedeutungslosigkeit zurück. Im Jahr 1896 – also unmittelbar vor der Markteinführung des synthetischen Indigos – hatten die Exporte nach Europa einen Wert von jährlich 70 Millionen RM, ein Viertel davon wurde allein von Deutschland importiert.



Kolonialer Indigo-Anbau in Britisch-Indien

Nachdem es der Badischen Anilin- und Sodafabrik 1897 gelungen war, Indigo synthetisch auf Basis von Steinkohlenteer herzustellen und auf den Markt zu bringen, passierte mit dem Indigoanbau und -handel das selbe, was zuvor mit dem Waid geschehen war. Aufgrund der Konkurrenz durch das chemische Produkt sank der Preis für Naturindigo von 1886 bis 1905 auf die Hälfte. Der Umfang der Anbaufläche in den indischen Kolonien Englands wurde von 1,6 Millionen acres im Jahre 1897 auf 0,5 Millionen acres 1905 eingeschränkt. Unzählige indische Hindus verloren ihre Arbeit; das englische Kapital, im Besitz der kolonialen Plantagen, hatte erhebliche Einbußen hinzunehmen. 1911 war der Indigo-Import aus Indien auf 860 Tonnen zurückgegangen, während Deutschland 22.000 Tonnen künstliche Teerfarbstoffe exportierte.

Um weitere Preiseinbrüche durch die Konkurrenz zwischen verschiedenen Anbietern – in Deutschland insbesondere die BASF und die Farbwerke Höchst – zu verhindern, wurden produktbezogene Kartellabsprachen zur Preisgestaltung getätigt; auf Druck der chemischen Industrie war bereits 1877 das Patentgesetz erlassen worden, durch welches die entwickelten und angemeldeten Produktionsverfahren geschützt und die Konkurrenz durch Dritte ausgeschaltet werden sollte. Für Indigo gab es so z.B. im Jahre 1901 allein 152 patentierte Herstellungsverfahren, womit eine Produktion außerhalb der Großunternehmen praktisch ausgeschlossen war.

So groß auch die Zahl der Farbstoffe ist, die man bereits aus Steinkohlenteer gewinnt, so ist doch diese neue Quelle eben erst erschlossen, und die bisherigen Resultate berechtigen zu der Hoffnung, daß wir dahin gelangen werden, für jede der verschiedensten Farbnuancen, die bisher nur aus kostbarem pflanzlichem oder tierischem Material, wie Farbinsekten, Rinden, Blumen, Wurzeln erhältlich waren, einen gleichwertigen Farbstoff aus Teer herzustellen . . .

Diese Betrachtungen lassen volkswirtschaftliche Folgen voraussehen, die sich von hervorragender Bedeutung erweisen werden.

Da nämlich die Steinkohle früher oder später als Rohmaterial für die Erzeugung von Farbstoffen alle die kostbaren Farbhölzer, die man bisher zur Verschönerung der Gewebe verwendete, aus dem Felde schlagen wird; da diese merkwürdige chemische Revolution keineswegs auf sich warten läßt, vielmehr gerade eben in voller Entwicklung begriffen ist, so stehen wir am Vorabend tiefgreifender Veränderungen in den Handelsbeziehungen zwischen den Farbstoff kaufmännischen und produzierenden Ländern der Welt!

Kohle und Eisen, heißt es, regieren die Welt. Die letzten Erzeugnisse der Chemie werden weitere ausgedehnte Gebiete der Herrschaft der Steinkohle unterwerfen und den ohnehin schon mächtigen Besitzern der Kohle eine weitere Quelle kommerziellen Übergewichtes eröffnen.

Wir sind daher berechtigt, der Erzeugung von Farbstoffen aus Steinkohlenteer eine Stellung, und zwar eine hervorragende Stellung unter den charakteristischen Fortschritten einer Zeit anzurufen, die ihre Aufgabe darin findet und ihre Triumphe darin sucht, die Grundlagen von Wohlstand und Wohlbefinden, früher das Vorrecht der Wenigen, den Vielen zugänglich zu machen."

Farben aus Steinkohlenteer^{*)}

stand hier höher waren, als in irgend einem anderen Industriezweig. Entsprechend waren die Arbeitszeiten geregelt: Von Montag bis Samstag wurde täglich 10 $\frac{1}{2}$ Stunden gearbeitet, jeden zweiten Sonntag zusätzlich 21 Stunden, was einer durchschnittlichen Wochenarbeitszeit von 73,5 Stunden entspricht (bis 1914). Urlaub gab es nach zweijähriger Werkszugehörigkeit 3 Tage im Jahr.

Zwischen 1900 und 1910 führte dies zu einer Fluktuation der Arbeiter in heute unvorstellbarem Ausmaß. So wechselten in den Elberfelder Farbfabriken mehr als 70 von 100 Arbeitern im Jahr, in Höchst sogar 161 von Hundert, was bedeutet, daß ein und derselbe Arbeitsplatz im Durchschnitt pro Jahr zweimal neu besetzt werden mußte.

Versuche, diese Situation durch Bildung von gewerkschaftlichen Zusammenschlüssen zu verbessern, scheiterten lange Zeit. Jedoch wurde von Kapitalseite bald eine betriebliche Sozialpolitik entwickelt, die mit Betriebskrankenkassen, Werkswohnungen, Kantinen und Genesungsheimen

Zwischen 1900 und 1914 dominierte die deutsche Farbstoffchemie den Weltmarkt. Während 1867 erst 30 verschiedene Farbstoffe in der Retorte hergestellt werden konnten, waren es um 1900 bereits 11.000, davon gelangten etwa 40 zu einiger praktischer Bedeutung. 1913 hatte die deutsche Farbstoffproduktion einen Anteil von 87% an der Weltproduktion (137.000 t von 157.000 t).

Dieser rasante Aufschwung ging natürlich zu Lasten der Arbeitsbedingungen. Die Gesundheitsgefahren durch eingesetzte Rohstoffe und eine Produktionstechnik, die jeweils schnell auf die erwarteten Marktchancen umgestellt wurde, führte dazu, daß Unfallhäufigkeit und Kranken-

*) Auszug aus dem Beitrag von A.W. Hofmann für den Ausstellungsführer zur Internationalen Ausstellung in London 1862: Farben aus Steinkohlenteer. Nach: E. Barth von Wehrenalp: Farbe aus Kohle. Stuttgart 1937, S.21

die Arbeiterschaft und ihre Familien längerfristig an das jeweilige Werk binden sollten. Eine Organisation der Arbeiter wurde damit verhindert und die Identifikation mit Werk und dessen Produktionszielen verstärkt.

Die Produktion synthetischer Farben wurde bald zu einer von vielen Branchen innerhalb der chemischen Industrie; weitere wichtige Sparten waren und sind der Pharmabereich, die Biozid-("Pflanzenschutzmittel"-) Produktion, Kunststoffherstellung, Grundchemikalien u.a.m.,

Im ersten und zweiten Weltkrieg spielte die chemische Industrie bei der Herstellung von Giftgasen - z.B. Lost, Phosgen und später Soman, Tabun u.a.*) - und der Unterstützung der Autarkiebestrebungen Deutschlands durch Produktion von künstlichem Salpeter und synthetischem Benzin und Gummi eine äußerst problematische Rolle. So kam es etwa zu einer intensiven Kooperation mit dem von den Nationalsozialisten eingerichteten Konzentrationslagern: Gefangene aus Auschwitz mußten gegen geringe "Nutzungszahlungen" an die KZ-Verwaltung im eigens gegründeten I.G.-Farben-Werk Auschwitz arbeiten - bis zum Umfallen bzw. zum Tod.

Der Zusammenschluß der meisten deutschen Chemiefabrikanten im Jahre 1925 zur I.G. Farben diente hauptsächlich der Sicherung der Weltmarktchancen gegen eine während des ersten Weltkriegs erstarkte Konkurrenz in England und den USA. Nach dem zweiten Weltkrieg wurde dieser größte Konzern der damaligen Zeit auf Beschluß der Siegermächte "entflochten" und die Einzelunternehmen nahmen ihre Arbeit wieder auf. Tatsächlich wurde dabei eine Aufteilung der Produktionsbereiche vollzogen, sodaß die heutigen (internationalen) Konzerne BASF, Hoechst und Bayer sich am Weltmarkt nur in geringem Umfang als Konkurrenten gegenüberstehen. Der Schwerpunkt der Farbenproduktion liegt heute bei den Farbwerken Hoechst.

In neuerer Zeit gerieten auch die Herstellung und die Anwendung von synthetischen Farbstoffen in die ökologische Diskussion. Zwar wurden die Arbeitsbedingungen durch gesetzliche Auflagen so gestaltet, daß akute Gesundheitsgefährdungen nur noch bei "Störfällen" auftreten sollten, Untersuchungen haben jedoch ergeben, daß die heute überwiegend hergestellten Azofarbstoffe sowie deren Vorprodukte krebserregend sein können. Zudem ist deren Produktion eingebunden in ein Verbundsystem von Grundchemikalien und Hilfsstoffen, die zum sehr großen Teil dazu beitragen, daß umweltunverträgliche bis toxische, langlebige und schwer zu beseitigende Abfälle entstehen, die zu einer weiträumigen Belastung der Biosphäre beitragen. An vielen Standorten mit "Altlasten" hat sich diese Produktionsweise und der unbekümmerte Umgang mit den nicht verwertbaren Nebenprodukten als chemische Zeitbombe erwiesen, die insbesondere das Grundwasser auf Jahrzehnte hinaus bedroht.**)

*) vgl. dazu: H.-J. Bezler u.a.: Biozide - Chemische Waffen und Pflanzenschutzmittel. Sozmat Materialien für den Unterricht Bd. 25. Marburg 1988

**) Eine ausführliche Darstellung zum Vergleich der Produktion synthetischer Farbstoffe mit einer naturnahen Gewinnung findet sich im Anhang III: Fasern und Farbstoffe aus der Natur.
Zur Umweltproblematik vgl. AG Naturwissenschaften sozial: Unser täglich Wasser. Sozmat Materialien für den Unterricht Bd. 25. Marburg 1989

Alternativen zum Färben in Rahmen eines Projektes oder einer Projektwoche

Wie aus den Vorbemerkungen und aus dem Aufbau der Materialien erkennbar ist, stellt ein Unterrichtsprojekt bzw. ein Projekt im Rahmen einer Projektwoche eine sehr gut geeignete Möglichkeit für das Färben und Bearbeiten von Wolle dar. Wie die Erfahrungen gezeigt haben, kann ein entsprechendes Vorhaben - modifiziert - aber auch im Rahmen des Regelunterrichts durchgeführt werden. Dazu sind jedoch einige Mindestvoraussetzungen erforderlich:

- Die wöchentlich verfügbare Zeit muß mindestens drei Stunden betragen, schon wegen der Dauer der einzelnen Arbeitsgänge. Diese Zeit sollte zusammenhängend zur Verfügung stehen.
Oft gelingt ein solches Arrangement durch Kooperation bzw. Stundentausch mit einer Kollegin/einem Kollegen. Im einfachsten Fall können, soweit ein(e) Lehrer(in) mehrere Fächer in einer Klasse unterrichtet, die Zuordnungen von Fächern zu bestimmten Zeiten verändert werden. Kooperationen bieten sich auch hinsichtlich anderer Fächer und LehrerInnen in der Weise an, als chemische, biologische, historische oder technologische Aspekte dort vertieft werden können. Wichtig ist nach aller Erfahrung jedoch, daß die praktischen Arbeiten stets von der gleichen Person betreut werden.
- Es muß ein Raum gefunden werden, in dem die Mehrzahl der notwendigen Gerätschaften und Materialien während der Dauer des Vorhabens stehenbleiben kann. Insbesondere Kessel mit weichenden Pflanzenteilen und trocknende Wolle können nicht beliebig weggeräumt werden.
Vielfach reicht es dazu aus, in einem Werkraum eine "Ecke" zu erhalten, in der die Kessel u.ä. zusammengestellt werden können. Die übrigen Gerätschaften sowie die Chemikalien sollten jedoch aus Sicherheitsgründen jedesmal sicher verwahrt werden.
- Angepaßt werden müssen insbesondere die "Produktionsziele" bzw. die Organisation der Arbeit an den Werkstücken. Insoweit Arbeiten zuhause erledigt bzw. fortgeführt werden sollen, müssen dazu ausleihbare Gerätschaften zur Verfügung stehen. Für die Färbearbeiten ist eine sehr genaue Absprache vorab erforderlich, damit so wenig wie möglich der verfügbaren Blockzeit verloren geht.
Auch bei einem Woll- und Färbeprojekt "am Stück" sollten jedoch die Erwartungen bzgl. der anzufertigenden Teile nicht zu hoch gesteckt werden. Deutlich gemacht werden sollte in jedem Fall, daß es sich um handwerkliche Techniken handelt, die erlernt und eingeübt werden müssen.

- Je nach Bedingungen kann auch eine Eingrenzung der Gesamthematik erfolgen, z.B. durch Verzicht auf alle käuflichen Färbetrogen, durch Einschränkung der chemischen Betrachtungen oder durch Auswahl bestimmter Farben und Rezepte nach eigenen Kriterien. Da der Zeitaufwand beim Färben weitgehend unabhängig ist von den jeweils eingesetzten Mengen (nur das Aufheizen dauert bei größeren Wassermengen länger), ist von einer deutlichen Einschränkung der pro Partie zu färbenden Wollmengen nachdrücklich abzuraten. Zu leicht erhält das Vorhaben sonst den Charakter von chemischer Laborarbeit, was gerade nicht intendiert ist.
- Nicht eingeschränkt werden sollte auch der Anteil der Auseinandersetzung mit der historischen Entwicklung. Im Gegenteil sollte die Lerngruppe ermutigt werden, am eigenen Ort eventuell Recherchen durchzuführen hinsichtlich früher und/oder frühindustrieller Färberei, die sich zum Teil noch in Straßennamen wie "Krappgarten", "Färbergasse" o.ä. dokumentiert.
- Schließlich sollte auch bei einer Durchführung im Regelunterricht eine (schul-)öffentliche Dokumentation ins Auge gefaßt werden. Einmal werden die Nichtteilnehmer dadurch für die Rücksicht auf jeweils auftretenden ungewohnten Gerüche entschädigt, zum anderen können damit die Idee vom (schulischen) Arbeiten mit "Kopf, Herz, und Hand" weiter verbreitet und ähnliche Initiativen unterstützt werden.



Was ist FARBE ?

Die Wahrnehmung von Farbe durch das menschliche Auge ist ein wichtiger und faszinierender, aber auch komplizierter Vorgang. Bereits die Philosophen des antiken Griechenlands haben sich mit diesem Phänomen beschäftigt und es zu erklären versucht. Aber noch um 1800 gab es heftige Auseinandersetzungen um die "wahre Natur" der Farbigekeit und der Farbwahrnehmung, an denen neben dem bedeutenden Physiker Newton auch Johann Wolfgang von Goethe beteiligt war. Dieser Streit spielt in gewisser Weise auch heute noch eine Rolle:

- Auf der einen Seite steht die rein physikalische Erklärung der Aussendung, Reflexion und Absorption des Lichts auf der Grundlage meßbarer Wellenlängen, ergänzt durch Modelle, die die Farbwahrnehmung beim Menschen physiologisch, biochemisch und biophysikalisch erläutern;
- auf der anderen Seite wird Farbe und deren Wahrnehmung als mehr oder weniger ganzheitlicher Vorgang angesehen, der zunächst eine spezifisch menschliche Form der Wechselwirkung mit der Umwelt darstellt; schließlich ist das Auge kein Meßinstrument für Wellenlängen, sondern ein evolutionär "erprobtes" Sinnesorgan, das auch in enger Beziehung zur Psyche steht, äußere Reize also nicht nur übersetzt, sondern auch mit Empfindungen verschiedenster Art verknüpft.

Bei der Auseinandersetzung mit der menschlichen Farbwahrnehmung muß man daher nicht in jeden Fall beim Welle-Teilchen-Dualismus landen oder gar bei Fluoreszenz, Phosphoreszenz oder Quantenchemie. Jedoch können einfache Modelle von Licht, Stoff und Farbe das Verständnis für diese Erscheinungen durchaus fördern und damit die Alltagssicht der Welt erweitern, ohne daß sie im Widerspruch zu den physikalischen Erklärungsansätzen stehen müssen.

Licht – Voraussetzung für "Farbe"

Um Farben sehen zu können, brauchen Lebewesen Licht.

Licht ist eine Form von Energie.

Ein Maß für die Energie des Lichts ist die Wellenlänge*):

Je kürzer dessen Wellenlänge, desto energiereicher ist die Strahlung (die sehr energiereiche UV-Strahlung ruft eine Rötung und spätere Bräunung der Haut hervor).

*) Die Wellenlänge des Lichts wird meist in der Einheit Nanometer (nm) angegeben, das sind millionstel Meter. Andere elektromagnetische Strahlungen können wesentlich langwelliger sein (z.B. Radiowellen: KW = 50 m; LW = 150-1000 m) oder auch kürzerwellig und entsprechend energiereicher (Röntgenstrahlung: einige billionstel Meter)

Das menschliche Auge kann nur Licht von bestimmte Wellenlängen wahrnehmen. Dieser Bereich ist das sichtbare Licht und umfaßt die Strahlung zwischen 400 und 700 nm.

Licht der Wellenlänge 400 nm nehmen wir als ein tiefes Violett wahr, Licht der Wellenlänge 700 nm empfinden wir als dunkles Rot.

Für andere Lebewesen ist oft ein anderer Bereich des Spektrums sichtbar: So nehmen Bienen im für uns unsichtbaren ultravioletten Bereich wahr, sehen dafür im roten Bereich nicht mehr. Eine umgekehrte Verschiebung des "sichtbaren Spektrums" gibt es bei Nachttieren, z.B. bei Fledermäusen und Käuzchen; diese sehen bis in den Bereich des Infrarot hinein und können damit die Wärmestrahlung von anderen Lebewesen erkennen.

Weißes und farbiges Licht

Läßt man weißes Licht, z.B. das einer normalen Glühbirne, durch ein Prisma auf eine weiße Wand fallen, so wird das Licht in einen Fächer von verschiedenfarbigen Bereichen zerlegt. Es erscheinen die bekannten Regenbogenfarben. Wie man zeigen kann, gehört zu jeder (reinen) Spektralfarbe auch eine zugehörige Wellenlänge (s.o.).

Umgekehrt kann man weißes Licht "erzeugen", indem man dieses Spektrum wieder durch eine Sammellinse schickt.

Beim Aufspalten des Lichtes hat man auch die Möglichkeit, eine oder mehrere Farben auszublenden, so daß diese dem Spektrum fehlen. Läßt man die übrigen Farbanteile jetzt durch eine Sammellinse fallen, so erscheint kein weißes Licht mehr, sondern eine Mischfarbe. Filtert man z.B. aus dem Spektrum des weißen Licht den roten Anteil heraus, so erhält man hinter der Linse grünes Licht. Daß es sich dabei um eine Mischfarbe handelt und nicht ein spektralreines (nicht weiter zerlegbares) Grün, kann vom menschlichen Auge nicht unterschieden werden.

Fügt man diesem Misch-Grün jetzt wieder das ausgeblendete Rot hinzu, so erhält man wieder weißes Licht.*)

Weißes Licht kann also als Mischfarbe aufgefaßt werden, die sich aus den Farben des Spektrums addieren läßt.

Daß den Menschen das Sonnenlicht als "neutrales Weiß" erscheint, ist aus dem Sichtwinkel der Evolution leicht verständlich:

Helligkeit (Sonnenlicht) bei gleichzeitiger Abwesenheit von "besonderen" optischen Einflüssen stellt sozusagen einen Standardreiz dar, der keine besondere Aufmerksamkeit erzeugt.

*) Farben, die man zu weiß addieren kann, heißen "Komplementärfarben".

Das Phänomen Farbe

Um zu verstehen, wodurch Gegenstände im weißen Licht für das menschliche Auge farbig erscheinen, ist es hilfreich zu betrachten was passiert, wenn (weißes) Licht auf einen Gegenstand fällt.

Wenn wir einen weißen Gegenstand – ein Blatt Papier z.B. – sehen, bedeutet das, daß die Oberfläche dieses Gegenstands das weiße Licht, das auf sie fällt, weder aufspaltet (wie z.B. das Prisma) noch einen Teil davon verschluckt (absorbiert), sondern daß sie das Licht einfach nur zurückwirft (reflektiert).

Ein schwarzer Gegenstand dagegen absorbiert das weiße Licht vollständig, zumindest aber weitgehend *und* gleichmäßig. Schwarz ist in diesem Sinn keine "Farbe" und daher auch nicht durch Mischung irgendwelcher anderer Farben zu erhalten.

Betrachtet man einen "farbigen" Körper, z.B. Gras, so nehmen wir "seine" zugehörige Farbe wahr, z.B. Grün. Dieser Eindruck kommt dadurch zustande, daß die Oberfläche des Körpers

- entweder alle Farben des weißen Lichtes absorbiert mit Ausnahme des grünen Anteils,
- oder gerade den Teil des Lichts (z.B. Rot), sodaß das Restlicht sich zu Grün (als Mischfarbe) addiert.

Daß die Farben von Körpern und Stoffen bzw. von deren Oberflächen keineswegs unabhängig ihre zugehörigen Farben "ausstrahlen", sondern sehr wohl vom auffallenden Licht abhängig sind, gehört zu den – meist unbewußten – Erfahrungen aller Menschen: Das Sprichwort sagt: "Nachts sind alle Katzen grau", was schon im Wortsinn stimmt.

Wie sich die Farbwahrnehmung in Abhängigkeit von der Beleuchtung ändert, kann man leicht im Rotlicht eines Fotolabors feststellen: Weißes wird rot, und alle Gegenstände, die gewöhnlich grün oder blau aussehen, werden schwarz oder grau.

Naturwissenschaftliche Modelle der Farberscheinung

Die Frage nach der Farberscheinung von Gegenständen (im weißen Licht) hat sich mit diesem Erklärungsansatz (einer teilweisen Absorption von Licht durch Oberflächen) verschoben:

- * *Warum – oder besser: wie – absorbieren die Oberflächen von Gegenständen überhaupt bestimmte Teile des Lichts?*
- * *Warum wird Licht bestimmter Farbe – d.h. bestimmter Wellenlänge und Energie – "verschluckt" und anderes Licht nicht?*

Die einfachste "Erklärung" dafür ist die Aussage, *daß dies eben so ist*, und zwar für einen bestimmten Gegenstand weitgehend unabhängig von der Umgebung und in immer gleicher Weise.

Tatsächlich liefern die Physik und die Chemie mit ihren Theorien und Modellen keineswegs eine Antwort auf diese Frage, sondern vielmehr "nur" immer feinere und kompliziertere Muster und Begriffe, die, wenn man sie lange genug benutzt, den Eindruck hinterlassen, man hätte die Ursache des Phänomens verstanden.*) Das folgende ist daher eher bildhaft zu verstehen und kann auch ohne die zugrunde liegenden Formalismen nachvollzogen werden.

Materie ist aus Atomen aufgebaut, die zueinander in Beziehung stehen, z.B. in Metallen, Salzen, Molekülen oder anderen Strukturen. Zu jedem Atom gehört eine bestimmte Anzahl von Elektronen, die (je nach der chemischen Umgebung) mehr oder weniger fest gebunden sind. Alle, auch die gebundenen Elektronen sind immer in Bewegung.

Diese Elektronen können ihre Bewegung in genau feststellbarer, immer gleicher und für einen bestimmten Stoff charakteristischer Weise ändern, wenn sie von außen bestimmte Energie-"Mengen" aufnehmen. Das ist z.B. der Fall, wenn Licht einer bestimmten Wellenlänge auftrifft:

Das passende Lichtbündel (und nur dieses) überträgt seine Energie auf diejenigen Elektronen, die genau dieses Energiepaket aufnehmen und dabei ihre Bewegung ändern können. Das betreffende Licht wird damit absorbiert, verschwindet.

In physikalischer Fachsprache: Ein Photon wechselwirkt mit einem Elektron, wobei sich dessen Quantenzustand ändert.

Für jeden Stoff, jede chemische Substanz gibt es nur ganz bestimmte Elektronen, die in der Lage sind, auf diese Weise schmale Bereiche des sichtbaren Lichts zu absorbieren.

Passen Wellenlänge (d.h. Energiegehalt) des Lichts und Elektronen nicht zusammen, so kommt es zu keiner Absorption: der Stoff erscheint weiß oder auch durchsichtig, wie z.B. viele Salze (Kochsalz) oder Wasser. Bei anderen Stoffen funktioniert die Absorption in großen Bereichen besonders effektiv, sie erscheinen mehr oder weniger schwarz: Dies trifft für Graphit und viele Metalle zu, solange sie pulverförmig vorliegen. Geschlossene Oberflächen von Metallen zeigen dagegen den bekannten Glanz.

Eine dritte Gruppe von Stoffen erscheint besonders intensiv farbig, z.B. **Farbstoffe** in Blüten oder im Herbstlaub, aber auch solche, die in der organischen Chemie künstlich hergestellt werden.

Farbstoffe absorbieren in der Regel Licht in einem (oder mehreren) scharf begrenzten Bereich(en) des für uns sichtbaren Lichts. Je enger bzw. schärfer abgegrenzt diese Bereiche sind, desto klarer und brillanter erscheinen dem Auge die Farben.

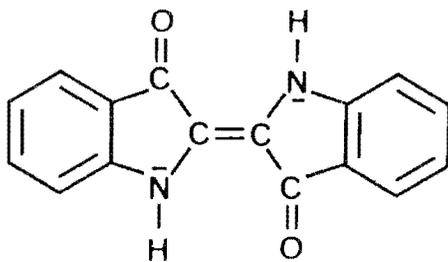
*) Diese vielleicht ketzerisch klingenden Einschränkungen kann man sich leicht an einem anderen Beispiel deutlich machen: Jemand sieht eine Uhr und die sich bewegenden Zeiger. Er öffnet das Gehäuse und kann die Mechanik der Kraftübertragung rekonstruieren. Auch der Antrieb erscheint ganz einfach: die Unruh. Das Wechselspiel zwischen von außen wirkender Kraft - von der Feder - und Beschleunigung bzw. Trägheit der Unruh läßt sich aber nur noch (mathematisch) beschreiben, jedoch nicht mehr "verstehen". Mit der Rückführung der Fragestellung, was die Uhr antreibt, wird die Frage in anderer Weise - ungleich prinzipieller - wieder gestellt.

Zwischen Art und Bereich dieser Absorption und Aufbau der Stoffe auf der Molekülebene konnten die Naturwissenschaften einige Beziehungen entdecken, die besonders für die Entwicklung neuer synthetischer Farbstoffe Bedeutung hat: Einer der wichtigsten Zusammenhänge soll nachstehend am Beispiel von Indigo und Purpur verdeutlicht werden.

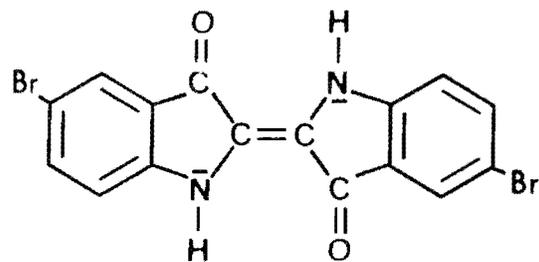
Indigo absorbiert Licht im Wellenbereich zwischen 600 und 604 nm, d.h. einen rot-orange Anteil. Die reflektierte Komplementärfarbe erscheint uns blauviolett.

Purpur absorbiert Licht bei 530 nm im blaugrünen (kürzerwelligen) Bereich, er erscheint uns intensiv rot.

Nun konnte die chemische Strukturanalyse zeigen, daß Indigo und Purpur auf der Ebene der Moleküle eine sehr ähnliche Struktur besitzen:



Indigo



Dibromindigo (Purpur)

Purpur unterscheidet sich lediglich durch zwei Bromatome vom Indigo, die an Stelle von Wasserstoff-Teilchen an den äußeren Benzolringen sitzen. Im übrigen besitzt ein Purpurmolekül die gleiche Anzahl von Elektronen im Bindungssystem wie Indigo.

Die Farbverschiebung wird chemisch nun so erklärt, daß die Bromatome eine starke Anziehungskraft auf die Bindungselektronen des molekularen Grundgerüsts ausüben. Dadurch wird die Bindung fester, und es bedarf höherer Energien, um den (Bewegungs-)Zustand der zugänglichen Elektronen zu verändern.*)

*) Der chemisch vorgebildete Lehrer bzw. Schüler weiß, daß besonders π -Bindungssysteme in der Lage sind, effektiv Photonen zu absorbieren. Das hängt damit zusammen, daß π -Elektronen besonders locker gebunden sind; der energetische Abstand zum nächsthöheren Energieniveau, das sie einnehmen können, ist verhältnismäßig klein und paßt gut zum Energiegehalt von Teilen des sichtbaren Lichtspektrums. Von Bedeutung ist dabei die relative Größe von π -Bindungssystemen: Je größer diese sind, desto enger liegen die Energieniveaus und desto leichter erfolgen Absorption und Anregung.

Lutz Stäudel

Färben

Montag:

Um 8 Uhr ist alles an Ort und Stelle: Rohwolle, Spinnräder, fünf Färbetöpfe, die wenigen Chemikalien, eine Waage, Holzstangen, diverse Pflanzenpräparate – und: die Klasse II der benachbarten Berufsfachschule, 11 Schülerinnen und ein Schüler im letzten Jahr der Kinderpfleger(innen)-Ausbildung. Viele haben frische oder getrocknete Pflanzen und Kräuter mitgebracht: Rainfarn, Brennessel, Wau, Blätter und Rinden von verschiedenen Bäumen, Fichtenzapfen und Zwiebelschalen. Schon vor den Ferien im Frühsommer hatten wir nach einer kurzen Vorbereitungsbesprechung zusammen einen Gang durch die Wildwiesen und Brachen rund um die Schule gemacht und anhand unserer Färbepflanzen-Liste sammelnswerte Spezies gesucht.

Der Raum ist voll von Gerüchen, noch ungewohnt und befremdlich. Nach einer kurzen gemeinsamen Planung beginnt die Arbeit: Die Rohwolle muß gesäubert, gezupft und gekämmt werden. (Glücklicherweise haben wir Vliese von saubereren Schafen bekommen: das Waschen, portionsweise in Kissenbezügen in der Waschmaschine, bleibt uns erspart.) Am Vormittag schafft die halbe Klasse gerade 3 Kilo, begleitet von gelegentlichen Äußerungen der Verwunderung über all das, was so aus der Wolle herausfällt.: Käfer, Pflanzensamen, Kot und Gräser.

Die anderen machen sich mit den Spinnrädern vertraut und kämpfen mit dem Frust der ersten Versuche beim Spinnen: mit dem ständig reißenden Faden oder fingerdicken Wollwürsten, die partout nicht durch die Öse auf die Spindel passen wollen. Um 10 Uhr gibt es Tee und Kaffee, dazu ein vorbereitetes Kurzreferat über Wolle und Schafe. Zum Mittagessen gehen wir gemeinsam in die Mensa, heute wie an jedem der folgenden Projekttag. Am Nachmittag wechseln die Gruppen, bereits begleitet von guten Ratschlägen aus den vormittäglichen Erfahrungen. Kurz vor 16 Uhr findet dann noch die Arbeitsplanung für Dienstag statt, und die ersten Färbeflotten werden angesetzt.

Natürliche Stoffe – Fremd(e)stoffe?

Wolle – besonders pflanzengefärbte – wurde schon jahrelang im großen und kleinen vermarktet und hat längst den Stempel des alternativen Chics weg. Was also könnte Wolle und Färben, besonders in der Schule und für die Schüler, noch hergeben für ein Thema „Natur“ oder „Ökologie“? Eine ganze Menge, denke ich: schon deswegen, weil „natürliche“ Wolle riecht, sich fettig anfühlt und auf der bloßen Haut auch kratzt. Im Unterschied dazu kommen unsere konfektionierten Textilien im Sonntagsstaat einher: Kunstfasern werden aus feinen Düsen industriell gesponnen und sind „glatter“ als Seide, verfügbar in den jeweils aktuellen Modifarben, zugerichtet auf jeden erdenklichen Zweck (und noch dazu preiswert). Ganz ähnlich unsere sonstigen Gebrauchsartikel, vom gestylten Plastikochlöffel bis zum Wegwerfkugelschreiber. Andererseits hat (und macht) „Natur“ auch Konjunktur; kaum ein Produkt, das nicht mit diesem Etikett vermarktet wird, wenn wenigstens ein Teil der verwendeten Rohstoffe irgendwo gewachsen oder abgebaut worden ist. Mit natürlichen Stoffen aber haben wir es im Alltag praktisch nie zu tun. Was wir in unsere Hände oder auf unsere Haut bekommen, sind in der Regel sorgsam komponierte Gemische von chemisch gereinigten oder vorbehandelten Reinstoffen, denen nichts mehr von ihrer Herkunft anhaftet (und dies im wörtlichen Sinn). Notwendig muß sich unsere Beziehung zu diesen Gegenständen an deren Warencharakter orientieren – und darauf beschränken. Damit wird auch verständlich, daß die Begegnung mit Stoffen aus der Natur nicht unproblematisch ist und auf Widerstände stößt, wenigstens zu Anfang.

Dienstag:

„Wo kommst du denn her? haben die mich gestern zu Hause gefragt“, berichtet eine Schülerin. „Die Klamotten haben unheimlich nach Schaf gerochen.“ Andere haben sich lange die Hände gewaschen, um das Wollfett wieder zu entfernen. Andererseits, verspinnen läßt sich fettige Wolle leichter als (die in geringeren Mengen vorhandene) chemisch gereinigte, diese Erfahrung haben alle bereits gemacht.

Die Planung nimmt heute mehr Zeit in Anspruch. In zwei Kesseln soll Wolle gebeizt werden, je ein knappes Kilo mit 150 Gramm Alaun, einer Chemikalie, die schon bei den alten Ägyptern in Gebrauch war. Das Aufheizen auf knapp 100° und das einstündige „Kochen“ muß ebenso überwacht werden wie die beiden angesetzten Bottiche mit Färbeflotten: einer mit den über Nacht eingeweichten Zapfen, der andere mit zerkleinertem Rainfarn.

Damit wir nicht gänzlich von den noch langwierigen Spinnergebnissen abhängig sind, wird zur ersten richtigen Färbung anderweitig handgesponnene Wolle verwendet. Und damit das erste Produkt und damit der erste Erfolg nicht allzulange auf sich warten lassen, setzen wir im fünften Kessel eine Direktfärbung an: 500 Gramm Wolle und ebenso viele Zwiebelschalen kommen schichtweise in den Behälter, dazwischen werden 120 Gramm Alaun eingestreut und mit 20 Litern Wasser aufgefüllt. Schon am Nachmittag kann die orange-gelbe, fast goldene Wolle gewaschen und zum Trocknen aufgehängt werden.

Was es mit dem Beizen, dem Aufziehen der Farbe auf die Wolle und deren Struktur auf sich hat, erfahren die Schüler(innen) nach dem Mittagessen: Unter dem Mikroskop sieht man schon bei 40facher Vergrößerung, daß die einzelnen Wollfasern eine schuppige Außenschicht haben. Diese „Dachziegelbauweise“ ist u. a. für die guten physiologischen Eigenschaften der Wolle verantwortlich: für ihre große Aufnahmefähigkeit für Wasser – und Schweiß, für das gegenseitige Haften der Fasern aneinander, wodurch gestrickte Kleidungsstücke Schutz vor Kälte garantieren, verstärkt durch etwa noch anhaftendes Wollfett.

Der Vorstellung zugänglich ist danach auch der Mechanismus des Färbens: erst wird mit dem Alaun (genaugenommen durch die Aluminium-Ionen) eine aufnahmefähige Schicht an der Oberfläche der Faser geschaffen, daran lagern sich im folgenden Färbeprozess die farbgebenden Stoffe aus den Pflanzen an. Durch Wechsel des Mediums (sauer–neutral) kommt es zu einem Quellen der Faser, nach dem Färben und Auswaschen schließen sich die Dachziegel der äußeren Schicht wieder und halten die Farbe zusammen mit dem Aluminium lackartig fest.

Schließlich sehen wir uns unter dem Mikroskop zum Vergleich Nylon-Fasern an: der Kontrast könnte nicht größer sein: das Synthesegarn präsentiert sich makellos glatt, aber irgendwie steril.

Nicht ganz verlorene Empfindungen

Was heute mühsam und unter Heranziehung wissenschaftlicher Untersuchungen wieder ans Licht befördert wird, die bessere Verträglichkeit von Baumwoll- statt Nyltest-Hemden etwa, belegt durch vergleichende Analysen von elektrostatischen, mechanischen und (bio-)chemischen Eigenschaften, muß früher einmal Allgemeingut gewesen sein – es gab ja auch nichts anderes. Unsere mangelnde Praxis legt erworbene Unfähigkeit des eigenen Urteils in dieser Hinsicht nahe. Wenn aber „Natur“ bei der Begegnung fremd erscheint, weist das auch hin auf vergessene, verschüttete Wahrnehmungen. Daß diese Wahrnehmungen durchaus verlässlich sein können, zeigt ein kleines Experiment¹, durchgeführt mit der gleichen Klasse ein Jahr früher: Im Zusammenhang mit „künstlichen und natürlichen Stoffen“ bauten wir eine Fühlekiste, einen Pappkarton mit zwei handgroßen Öffnungen, von innen mit einem Tuch als Sichtschutz verhängt. Von hinten konnten beliebige Stoffe in die Kiste gelegt werden, die Schüler vor der Kiste sollten erfühlen, um welche es sich jeweils handelte. Die Treffsicherheit war bemerkenswert: nicht nur bezüglich der Zuordnung zu „künstlich“ oder „natürlich“, sondern auch in der konkreten Bestimmung von Materialien. So unterschieden die Schüler(innen) problemlos Seide, Baumwolle, Wolle und diverse Kunstfaser-Gewebe, ebenso Baustoffe, Lebensmittel u. a.

Als Reaktivierung solcher Erfahrungen läßt sich auch der Umgang mit Wolle und Pflanzen verstehen, als Sich-wieder-vertraut-Machen mit sich selbst und Teilen der Umwelt.²

Mittwoch und Donnerstag:

Inzwischen haben sich kleinere Gruppen gebildet, die sich für bestimmte Färbungen als verantwortlich empfinden. Der Arbeitsplan wird regelrecht zwischen den Birkenblättern-Leuten und den Krapp-Interessenten ausgehandelt. Denn eines ist inzwischen klar: Jede(r) will am Ende des Projektes ein fertiges Projekt hergestellt haben, einen Pullover, eine Weste oder ein Webbild (letzteres als Alternative für diejenigen, denen Naturwolle doch zu sehr kratzt).

Eine Kollegin führt in die Webtechnik ein, alte Schulwebrahmen werden mitgebracht oder ausgeliehen, jede(r) möchte wenigstens ein kleines Astgabel-Webstück anfertigen. Entsprechend engagiert läuft die Arbeit. Nachdem vier, fünf verschiedene Farben gefärbt worden sind, haben auch die Skeptiker Feuer gefangen. Sie suchen aus den zur Verfügung stehenden Rezeptbüchern³ Vorschriften heraus, um möglichst die Töne zu erzielen, die sie sich vorstellen. Daß dann doch jede Färbung anders ausfällt als im Buch beschrieben, führt uns in mehr chemische Bereiche: Naturfarben sind nicht spektralrein, im Unterschied zu vielen ihrer synthetischen Nachkommen. Pflanzenextrakte sind – wie fast alles Natürliche – nicht einheitlich, sondern setzen sich aus vielen Einzelkomponenten zusammen. Deren Anteil ist wiederum vom Standort der Pflanzen abhängig, vom Boden, von der einzelnen Art, vom Wetter in einem bestimmten Jahr. Dafür garantieren sie Individualität und sind ziemlich anspruchslos: Die meisten mitteleuropäischen Färbepflanzen sind ausgesprochene Schutthaldbewohner. Synthetische Farbstoffe besitzen demgegenüber alle Vorzüge unserer modernen Zivilisation: Sie sind immer gleich und führen zu reproduzierbaren Ergebnissen. Als Retortenkinder⁴ entstehen sie aus dem Zusammenwirken zahlreicher chemischer Grundsubstanzen, vom Erdöl bis zur Schwefelsäure – und verursachen durchschnittlich achtmal so viel Chemiemüll⁵, wie ihrer eigenen Produktionsmenge entspricht.

Als Nebeneffekt der mangelnden Farbreinheit fällt beim Weben und Musterstricken, aber schon beim Trocknen verschieden gefärbter Wollstränge nebeneinander auf, daß sich die verschiedenen Töne ohne Schwierigkeiten kombinieren lassen. An Dias von Wollteppichen aus Ägypten oder Tüchern aus Afrika und Südamerika wird dies den Schüler(inne)n vollends klar. Eine andere Ästhetik, aber keine unangenehme.⁶

Arbeiten mit der Hand und Teilung der Arbeit

Hand anzulegen an Stoffe vermittelt nicht nur Erfahrungen mit diesen Stoffen und dem eigenen Verhältnis dazu, auch die eigene Tätigkeit wird wahrnehmbar – als spezifische Form der Arbeit. Was dabei herauskommt, ein Pullover z. B., steht nicht als bloße Ware da, sondern als Produkt eines Prozesses, der über weite Strecken erlebbar oder wenigstens nachvollziehbar ist: Die Pflanzen hat man gesammelt, zerkleinert, gekocht, abgossen, den Rest zum Müll gegeben, die Wolle vom Schäfer geholt, gewaschen, gezupft, gesponnen, gefärbt, ausgewaschen, getrocknet, gewickelt und verstrickt oder verwebt, die Schritte wurden gemeinsam geplant⁷ und die Arbeit organisiert – und geteilt. Schon bei einem 10tägigen Projekt werden Ansätze zur Spezialisierung sichtbar, der Trend zur Bildung von Gilden, ganz ähnlich der spätmittelalterlichen Organisation des Textilhandwerks.⁸ Im Unterschied dazu entzieht sich der Zustand gesellschaftlicher Arbeitsteilung heute mehr und mehr der Vorstellung. Farben werden in fernen Labors nach Maß geschneidert, Fasern, zum Teil aus chemischen Reaktoren, werden an anderem Ort zu Vorprodukten gezwirnt, auf komplizierten Maschinen verwebt und in Textilfasern verarbeitet, zugeschnitten auf den durchschnittlichen Geschmack eines (im Durchschnitt) wohlbekannten Publikums. Wer seine Arbeit im Rahmen dieses Prozesses verrichtet, kontrolliert vielleicht sein Leben lang von immer der gleichen Meßwarte aus die

Temperatur eines Druckbehälters, führt Bücher oder versäubert Nähte an Strickwesten. Draußen bleibt fast alles: die Stoffe, die Planung der Arbeit und die eigene Person. Vergleiche solcher Art drängen sich beim Arbeiten mit der Hand fast von allein auf, auch weitergehende Fragen nach den Arbeits- und Produktionsbedingungen: Etwa ob ein Schäfer von seiner Arbeit heute noch leben kann, wie es kommt, daß ein Wollkontor ein Kilo Rohwolle für knapp 3 Mark auf- und nach dem chemischen Reinigen und Kämmen für 30 Mark wieder verkauft, wieso man bei C & A Pullover für 20 Mark kaufen kann und trotzdem irgendwer daran verdient, ob die Rückkehr zur Handarbeit dieser Art denn eine reale Alternative darstellt – und vielleicht auch eine ökologisch vertretbare.

Freitag, Montag, Dienstag, Mittwoch:

Am Freitag sind die Webbilder und Stricksachen dann doch erst zur Hälfte fertig, auch gibt es noch Interessenten für die eine oder andere Färbung oder Abtönung. Die Scheu vor dampfenden Kesseln mit Pflanzenteilen hat sich inzwischen so gelegt, daß die bereitgestellten Gummihandschuhe nur noch selten benutzt werden. Nur bei der Indigo-Färbung verbreiten die eingesetzten Chemikalien solch einen Gestank, daß die alte Vorsicht wieder Platz greift. Natürlich gäbe es auch in diesem Zusammenhang eine ganze Reihe von Geschichte(n): vom mittelalterlichen Waid-Anbau für die Blaufärbung, von dessen Niedergang infolge der Importe des Indigo aus Indien, von den ersten chemischen Farbstoffen und dem unaufhaltsamen Aufstieg der Farbenindustrie in Deutschland; auch von der rück-(und vor-)sichtslosen Produktion, der Kinderarbeit in England, der Vergiftung der Flüsse, die bereits Engels in seinen „Briefen aus dem Wuppertal“⁹ beschreibt und die heute mit dem Rhein als Vorfluter für Chemieabfälle ihren Höhepunkt gefunden hat. Aber die Zeit drängt, einige Schülerinnen nehmen sogar Spinnräder übers Wochenende mit nach Hause und verspinnen bis zum Montag ganze 1000 Gramm. Bis Dienstag Mittag geht die Fertigstellung, dann wird aufgeräumt und all das dokumentiert, was in den letzten Tagen getan und hergestellt worden ist. Am Mittwoch schließlich fahren wir aufs Land, zum gemeinsamen Frühstück und um einen Schäfer mit seiner Herde aufzusuchen. Dort kommt der etwas vernachlässigte Umweltaspekt auf unerwartete Weise wieder zum Vorschein: „Über die Ränder der Wiesen muß ich meine Schafe ganz schnell wegtreiben“, sagt der Schäfer, „von den Spritzmitteln, mit denen die Bauern die Wege unkrautfrei halten, sind mir schon einige Tiere verreckt.“

Anmerkungen

- ¹ Dieses Experiment verdanke ich der Auseinandersetzung mit *Mims Mimsen*, der sich seit langem mit dem Verhältnis von Stoff und dem menschlichen Umgang damit beschäftigt. Interessierten sei sein Buch „Der sinnliche Stoff. Vom Umgang mit Materie“ (Stuttgart 1986) empfohlen.
- ² Vgl. *S. Staudel*: Anmerkungen zum Workshop „Naturfasern und Naturfarbstoffe“ – Praktische Wollarbeit mit Pflanzfarbstoffen. In: *H. Mikelskis* (Hrsg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie, Aisbach 1983, S. 93ff.
- ³ Rezepte zum Färben mit Pflanzen finden sich u. a. in: *G. Fiedler*: Farben aus der Natur, Hannover 1978; *L. Neucki*: Die Kunst des Färbens mit natürlichen Stoffen, Bern und Stuttgart 1984; *G. Schneider*: Farben mit Naturfarben, Ravensburg 1979; *J. van de Vrande*: Wollfärben mit Naturfarben, Ravensburg 1982. Im Frühjahr 1987 erscheint im Verlag Soznat Marburg ein Unterrichtsmaterialheft zum Wollfärben mit Pflanzen unter dem Titel Naturwerkstatt I.
- ⁴ Zur Chemie der Farbstoffe vgl.: *K. O. Hensling, A. Salinger*: Farbstoffe und Unterrichtsmaterialien zum Thema Farbstoffe, Berlin 1985 (vom Verfasser erhältlich: Habelschwerdter Allee 17, 1000 Berlin 33).
- ⁵ Vgl. *W. Linden*: Konversion der Farbstoffindustrie; in: Arbeitskreis Chemische Industrie und Katalyse (Hrsg.): Gift Macht Geld, Köln 1986.
- ⁶ Vgl. dazu das wunderschöne Buch von *E. E. Ploss*: Ein Buch von alten Farben, Gräfelfing vor München 1977¹.
- ⁷ Zur Wahrnehmung des Projektprozesses durch die Schüler vgl. *L. Staudel*: Projekte aus Schulersicht; in: *A. Kremer, L. Staudel* (Hrsg.): Praktisches Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht, Marburg 1987, S. 10ff.
- ⁸ Vgl. *E. Piper*: Der Aufstand der Ciompi. Über den „Tumult“, den die Wollarbeiter im Florenz der Frührenaissance anzettelten, Berlin 1981².
- ⁹ *F. Engels*: Briefe aus dem Wuppertal I; in: MEW Band 1, Berlin 1974, S. 413ff.

6. Literaturhinweise

Die für die Gestaltung des Materialteils verwendete Literatur ist jeweils direkt angegeben. Die hier angeführten Publikationen können – z.B. als Projekt-Handbibliothek – die praktischen und theoretischen Arbeiten begleiten und unterstützen.

Praxis-Hilfen

... zum Bestimmen und Finden von Färbepflanzen:

Dietmar Aichele: Was blüht denn da? Stuttgart 1973³⁶

Aichele/Schwegler: Welcher Baum ist das? Stuttgart 1976

Leonhart Fuchs: Kreuterbuch. Basel 1543. Reprint München 1975

... zum praktischen Färben:

Gretel Fieler: Farben aus der Natur. Hannover 1978

Leonhart Fuchs: Kreuterbuch. Basel 1543. Reprint München 1975

Lydie Nencki: Die Kunst des Färbens mit natürlichen Stoffen. Bern/
Stuttgart 1984

Gudrun Schneider: Färben mit Naturfarben. Ravensburg 1979

Jet van de Vrande: Wollefärben mit Naturfarben. Ravensburg 1982

... zur Ver- und Bearbeitung von Wolle:

Ruth Bleckwenn: Kreatives textiles Gestalten. Ravensburg 1981

Almut Bohnsack: Spinnen und Weben. Entwicklung von Technik und Arbeit im Textilgewerbe. Reinbek 1981

Paula Simmons: Spinnen und Weben mit Wolle. Ravensburg 1982

Allgemeine und theoretische Publikationen

... zur Chemie der Farbstoffe

Alfred Jenette: Farbe, Farbstoff, Färben. Praxis Schriftenreihe Chemie, Band 13. Köln 1974³

Wilfred Kratzert, Rasmus Peichert: Farbstoffe. Heidelberg 1981

Herrmann Römpf: Chemielexikon. Stuttgart 1972⁷

M. Schallies: Kunststoffe, Farbstoffe, Waschmittel. Bamberg 1982

... zu ökologischen Fragestellungen:

Wolfgang Linden: Konversion der Farbstoffindustrie. In: Arbeitskreis Chemische Industrie und KATALYSE (Hrsg.): Gift Macht Geld. Köln 1986, S. 126 ff

Bernhard Rosenkranz, Edda Costelló: Leitfaden für gesunde Textilien. Reinbek 1989

Arnim von Gleich: Harte oder sanfte Chemie. In: Arbeitskreis Chemische Industrie und KATALYSE (Hrsg.): Gift Macht Geld. Köln 1986, S. 155 ff

... zur industriellen Faser- und Färbetechnik:

F. Ullmann: Enzyklopädie der technischen Chemie. Bd. 11. Weinheim 1976⁴
Stichwort: Farbstoffe, natürliche

F. Ullmann: Enzyklopädie der technischen Chemie. Bd. 22. Weinheim 1982
Stichwort: Textilfärberei

... zur Geschichte der Farbstoffe:

Hans-Heinrich Vogt: Farben und ihre Geschichte. Von der Höhlenmalerei zur Farbchemie. Stuttgart 1973

Ernst Emil Ploss: Ein Buch von alten Farben. Gräfeeling 1977⁴

Ernst Piper: Der Aufstand der Clompi. Berlin 1978

Für den (Chemie-)Unterricht aufbereitete Materialien

Thomas Hapke: Färben mit Krapp und Alizarin. Unterrichtsmaterialien zum Thema Farbstoffe. Pädagogisches Zentrum Berlin 1989

Karl-Otto Henseling, Anselm Salinger: Farbstoffe. Unterrichtsmaterialien zum Thema Farbstoffe. Berlin 1985

Wolfgang Glöckner (Hrsg.): Unterrichtsbaustein: Farbstoffe. Themenheft der Zeitschrift Praxis der Naturwissenschaften - Chemie. Heft 4/89
38. Jg., Köln 1989

Bayer AG (Hrsg.): Versuche auf dem Gebiet der Textilfärberei.
Leverkusen o.J.

Bayer AG (Hrsg.): Papierchromatographische Trennung eines Farbstoffgemisches. Leverkusen o.J.

Bayer AG (Hrsg.): Einfache Versuche zur Herstellung von Azofarbstoffen.
Leverkusen o.J.

und

Mins Minssen: Der sinnliche Stoff. Vom Umgang mit Materie. Weinheim 1986

ANHANG I

Die Wolle	65
1. Schweißwolle - direkt vom Schaf	65
2. Ungespinnene / gekämmte Wolle	66
3. Strangwolle	66
Geräte zur Wollverarbeitung	66
Färbemittel	67
1. Selbstgesammelte Färbepflanzen	67
* Pflanzen zum Färben - Sammelzeiten und Wirkstoffe	68
* Ökologische Aspekte des Pflanzensammelns	69
* Methodische Hinweise zum Sammeln von Färbepflanzen	70
2. Käufliche getrocknete Pflanzen und andere Färbedrogen	70
3. Mengen und Qualitäten	71
4. Bezugsadressen für Farbstoffe und Wolle	72
Geräte und Hilfsmittel	73
1. Töpfe	73
2. Heizquellen	73
3. Weitere Geräte und Hilfsmittel	74
Chemikalien	75

ANHANG II

Färberezepte	78
Ampfer	78
Blauholz	79
Goldrute	80
Johanniskraut	81
Wiesenkerbel	82
Maiglöckchen	83
Rainfarn	84
Walnuß	85

ANHANG III

Fasern und Farben aus der Natur - eine ökologische Alternative?	87
--	----

Die Wolle

Wolle zum Färben gibt es

- als rohe Vlieswolle (Schweißwolle)
- als gewaschene Vlieswolle
- gewaschen und gekämmt als Krempelbänder
- einfach gesponnen (als handgesponnene Wolle am Strang)
- oder gesponnen und gezwirnt (als handelsübliche Naturwolle*)

Vor Beginn eines Färbeprojektes sind Entscheidungen darüber zu treffen,

- wozu die gefärbte Wolle hauptsächlich verarbeitet werden soll und
- welche Arbeitsgänge der Wollverarbeitung überhaupt durchgeführt werden sollen.

Damit kann dann entschieden werden, ob bereits versponnene Wolle oder Vlieswolle beschafft werden muß.

Je weniger bearbeitet das Ausgangsmaterial ist, desto mehr Arbeitsgänge sind während des Färbeprojektes notwendig: Geht man von roher Vlieswolle aus, die man direkt vom Schäfer bezieht, so muß gewaschen werden, gezupft und gekämmt und entweder vor oder nach dem Beizen und Färben gesponnen.

Soll z.B. ein Arbeitsschwerpunkt beim Spinnen liegen, die Projektteilnehmer besitzen aber noch keine Erfahrung damit, so sollte die Wahl auf gewaschene und gekämmte Wolle fallen. Soll die Wolle anschließend nicht zu textilen Stücken verstrickt oder verwebt werden, sondern z.B. überwiegend zu Webbildern verarbeitet werden (wozu man leicht gedrehte Wollstränge herstellt), so wäre der gewaschenen oder ungewaschenen Rohwolle der Vorzug zu geben.

In jedem Fall sind der Verwendungszweck, die Belastbarkeit der ProjektteilnehmerInnen und die finanziellen Möglichkeiten gegeneinander abzuwägen.

1. Schweißwolle - direkt vom Schaf

In vielen Gegenden gibt es heute wieder Schäfer und Schafherden. Auch wird die Schafschur, besonders bei kleineren Herden, vom Schäfer selbst besorgt. Während der größere Teil der Wolle in der Regel an die regionalen Wollkontore angegeben wird, verkaufen manche Schäfer auch Vlieswolle an Einzelpersonen. Adressen kann man bei Wollgeschäften erfragen, die Naturwolle vertreiben, ebenso bei den Wollkontoren.

Je nach Bedingungen kann der Kauf der Wolle mit einem Besuch der ProjektteilnehmerInnen beim Schäfer verbunden werden. Dabei lassen sich - neben dem Sammeln von Eindrücken aus der Hütepraxis - auch weitere Informationen gesprächsweise gewinnen, etwa über die Schaf-

*) Beim Kauf von industriell verarbeiteter "Naturwolle" muß genau auf die Kennzeichnung der Bandarole geachtet werden: Eine chemische Ausrüstung der Wolle erschwert das Färben erheblich. Anteile von Kunstfasern nehmen überhaupt keine Färbung an. Günstig ist ein Restgehalt von Wollfett.

zucht als Erwerbsmöglichkeit, Schaf- und Wollsorten, Futterwiesen und die landwirtschaftliche Konkurrenznutzung (Probleme mit Pestizidrückständen), Krankheiten u.v.a.m..

Dazu kommt der preisliche Vorteil des Direktverkaufs: Während gewaschene und gekämmte Wolle je nach Qualität 25 bis 50 DM pro Kilo kostet, bekommt man Vlieswolle vom Schäfer bereits ab 3 DM pro Kilo.

Schweißwolle muß vor dem Färben sortiert und gezupft, dann mit einem milden Waschmittel (z.B. Grüne Seife, Shampoo) gewaschen werden (vgl. dazu die Organisationshinweise für den ersten Projekttag). Je nach gewähltem Vorgehen wird die Wolle vor dem Färben auch noch getrocknet, gekämmt und versponnen.

Vor einer Beschaffung von ungesponnener Wolle ist zu klären, woher man die für die Weiterverarbeitung nötigen Geräte bekommt (s.u.).

2. Ungesponnene / gekämmte Wolle

Bei dieser Art der Wollbeschaffung fällt das Sortieren, Waschen und Kämmen der Wolle weg, die Wolle muß - je nach Verwendungszweck - noch gesponnen werden.

Ungesponnene Wolle erhält man lose oder kompakter als Krempelband. Kleinere Mengen davon gibt es in manchen Wollgeschäften, allerdings zu meist hohem Preis. Günstiger ist die Beschaffung über den Großhandel, wobei aber mit längeren Lieferzeiten zu rechnen ist. Da die Projektteilnehmer ihre Produkte in der Regel behalten sollen, sind die anfallenden Kosten vorab zu ermitteln und eventuell Kostenanteile zu vereinbaren.

3. Strangwolle

Für kürzere Projekte oder für den Fall, daß keine Geräte zur Wollverarbeitung zu beschaffen sind, kann man auf Strangwolle zurückgreifen. Je nach Qualität und (chemischer) Vorbehandlung der Wolle kann es dabei zu sehr unterschiedlichen Färbeergebnissen kommen. Im Preisvergleich kommt Strangwolle kaum teurer als gekämmte Wolle oder als Krempelband.

Geräte zur Wollverarbeitung

Für die Verarbeitung von Wolle vom Vlies benötigt man

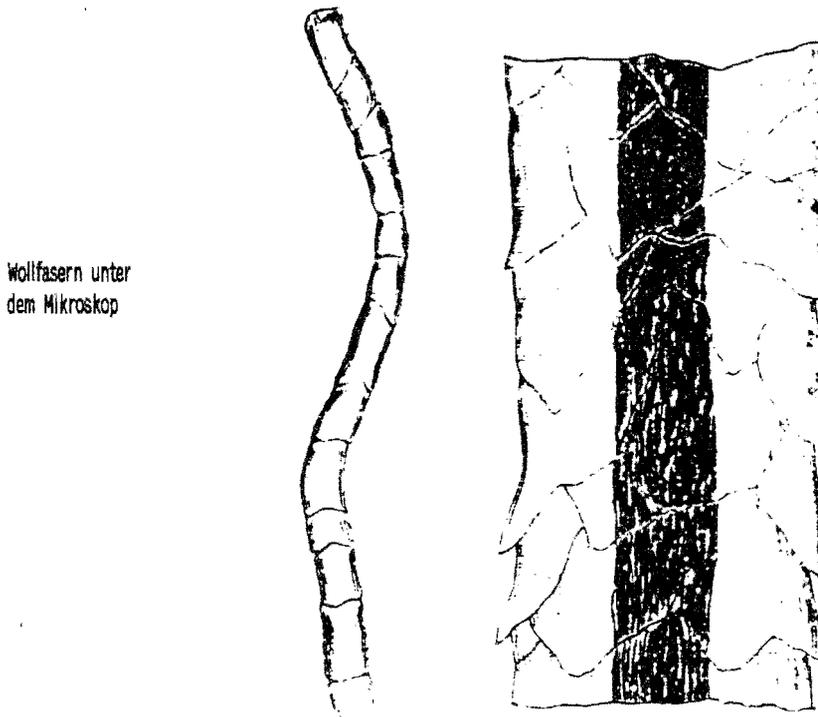
- Handkarden zum Kämmen der Wolle oder
- eine Handkardiermaschine und
- Spinnräder.

Weiterhin je nach Entscheidung über mögliche Produkte

- Webrahmen mit Zubehör.

Für eine Wollverarbeitung von Anfang an benötigt man für eine Gruppe von 20 Personen mindestens 4 Spinnräder und 2 Paar Handkarden oder eine Kardiermaschine. Der im Materialteil abgebildete Spinnradtyp zeichnet sich vor anderen durch leichte Bedienbarkeit aus, was insbesondere den Einstieg ins Spinnen erleichtert.

Kardierer und Spinnräder können fallweise ausgeliehen werden, z.B. bei Volkshochschulen oder kirchlichen Arbeitskreisen oder in einigen Wollgeschäften, die sich auf Naturprodukte spezialisiert haben (gegen Mietgebühren). Oft lohnt es sich, nach vorhandenen Geräten in den Familien der Projektteilnehmer zu fragen.



Wollfasern unter dem Mikroskop

Färbemittel

Zum Färben können sowohl selbstgesammelte Pflanzen und Pflanzenteile verwendet werden wie auch käufliche (getrocknete) aus Drogerien oder beim Spezialhandel. Außer Pflanzen eignen sich auch bestimmte Läuse zum Färben von Wolle (s.u.).

1. Selbstgesammelte Färbepflanzen

Unter den Aspekten von Naturerfahrung, Ökologie und Möglichkeiten von alternativer (nicht-industrieller) Produktion ist dem eigenen Sammeln von Färbepflanzen prinzipiell der Vorzug zu geben. Dies bedeutet jedoch einen zusätzlichen Zeitbedarf sowie einige Vorarbeiten und den Erwerb von Kenntnissen über Arten und Standorte.

Zunächst empfiehlt sich die Anschaffung eines geeigneten Pflanzenbestimmungsbuches. Der Vorzug ist dabei solchen mit fotografischen Abbildungen der Pflanzen zu geben, da es für Laien ist es ziemlich schwierig ist, Pflanzen anhand von gezeichneten Darstellungen sicher zu identifizieren. In diesen Büchern kann man auch nachlesen, zu welcher Jahreszeit welche Pflanzen wachsen bzw. blühen und auf welchen Böden sie zu finden sind. Eine Übersicht über einheimische Pflanzen bzw. Pflanzenteile und die damit erzielbaren Färbungen gibt die umseitige Tabelle.

Weitere Hinweise sind z.B. den Rezeptbüchern von G. Schneider oder G. Fieler zu entnehmen.

PFLANZEN ZUM FÄRBE: SAMMELZEITEN UND WIRKSTOFFE

Pflanze	Botanischer Name	Sammelzeit	Farben	Färbende Teile	Farbstoffe
Adlerfarn	<i>Pteridium aquilin.</i>	Sommer	Gelbtöne	ganze Pflanze	Chlorophyll, Xanthophyll
Ampfer	<i>Rumex</i>	Juli, vor Blüte	Gelb/Grün	ganze Pflanze	Rumicin, Emodin
Birke	<i>Betula pendula</i>	Sommer	Gelbtöne	Blätter	Chlorophylle, Xanthophylle
Blauholz	<i>Haematoxylon camp.</i>	/	Blauviolett	Kernholz	Hämatein, Hämatoxylin
Brasilholz	<i>Caesalpinia echinata</i>	/	Rottöne	Kernholz	Brasilin, Brasilein
Brennnessel	<i>Urtica dioica</i>	ganzjährig	Grün	ganze Pflanze	Chlorophylle
Butternuß	<i>Juglans cinerea</i>	September	Braun	Nuss und Schalen	Juglon
Eiche	<i>Quercus</i>	ganzjährig	Braun	Rindenbast	Quercitrin
Faulbaum	<i>Rhamnus frangula</i>	/	Hellbraun	Rinden	Frangulanol.
Frauenmantel	<i>Alchemilla vulgaris</i>	Sommer, vor Blüte	Gelbtöne	ganze Pflanze	Ellagsäure, Luteosäure
Gelbholz	<i>Morus tinctoria</i>	/	Gelb	Holz	Morin, Maclurin, Fisetin
(Färber-)Ginster	<i>Genista tinct.</i>	Frühling, vor Blüte	Beige	Junge Triebe	Genistein, Luteolin
Goldrute	<i>Solidago virgaurea</i> und <i>canadensis</i>	Juli, vor Blüte	Gelb-grün	ganze Pflanze	Chlorophylle, Xanthophyll, Carotinoide
Heide	<i>Calluna vulg.</i>	August, vor Blüte	Grüntöne	Junge Triebe	Quercetin, Fumarsäure
Henna	<i>Lawsonia inermis</i>	ganzjährig	Rotorange	Blätter	Lawson
Indigo	<i>Indigofera tinct.</i>	/	Blau	Blätter	Indigo
Johanniskraut	<i>Hypericum</i>	August	Gelb-Braun	ganze Pflanze	Hypericin
Kamille	<i>Anthemis tinct.</i>	August	Gelbtöne	Blüten	Apigenin, Chamazulen
Kastanie	<i>Aesculus hipp.</i>	Oktober	Brauntöne	Grüne Schalen	Juglon
katechu	<i>Acacia catechu</i>	/	Braun	Kernholz	Gerbstoffe
Kerzei	<i>Anthriscus ceref.</i>	Sommer	Gelb-grün	ganze Pflanze	Esdragol, Chlorophyll
Waldkiefer	<i>Pinus sylvestris</i>	Sommer	Hellbeige	Zapfen	Gerbstoffe
Krapp	<i>Rubia tinct.</i>	Frühling	Rottöne	Wurzeln	Alizarin, Purpurin u.a.
kurkuma	<i>Curcuma longa</i>	/	Orangegelb	ganze Pflanze	Curcumin
Labkraut	<i>Galium boreale</i>	Juni	Rottöne	Wurzeln	Rubiadin, Alizarin, Pseudopurpurin
Liguster	<i>Ligustrum vulgare</i>	Juli	Gelb-grün	Blätter u. Beeren	Chlorophylle, Xanthophyll
Maisglöckchen	<i>Convallaria maj.</i>	Juni	gelborange	Blätter	Chlorophylle, Xanthophyll
Algermaive	<i>Malva sylvestris</i>	August	rötlich	Blüten	Quenin, Anthocyane
Möhre	<i>Daucus carota</i>	September	Gelb-grün	Kraut	Carotine
Orseille	<i>Varioiaria</i>	/	Brauntöne	ganze Flechte	Orcin, Orcein, Azolithmin

Petersilie	Petroselinum sat.	Sommer	Gelb	ganze Pflanze	Chlorophylle, Xanthophyll
Reinfarn	Chrys. vulgare	August, v. Blüte	Gelb-grün	ganze Pflanze	Chlorophylle, Xanthophyll, Thujon
Ringelblume	Calendula offic.	Juli, vor Blüte	Gelb	Blütenköpfe	Rubixanthin, Lycopin
Saffor	Carthamus tinct.	Juli, vor Blüte	Gelb-gold	Knospen	Carthamin, Saflorgelb
Sandeinholz	Pterocarpus santal.		Rottöne	Kernholz	Santalin, Santal, Pterocarpin
Schachtelnalm	Equisetum	Frühling	Grau-gelb	ganze Pflanze	Chlorophylle, Xanthophyll
Studentenblume	Tagetes	August	Gelbgrün	Blüten	Carotine, Chlorophyll
Walnuß	Juglans regia	Herbst	Brauntöne	Grüne Schalen	Juglon
Wau	Reseda luteola	Frühsommer	Gelb	ganze Pflanze, Samen	Luteolin, Apigenin
Zwiebel	Allium cepa	ganzyährig	Gelb-orange	Außenhaut	Carotine, Xanthophyll

Bei vielen Pflanzen ist noch nicht geklärt, welche Substanzen für ihre färbende Wirkung verantwortlich sind.

Pflanzen, bei denen keine Sammelzeit angegeben ist, werden in unseren Breiten nicht angebaut oder sind so selten, daß man sie käuflich erwerben muß.

Ökologische Aspekte des Pflanzensammelns

Typische Ansätze für Färbeflotten gehen von einem Gewichtsverhältnis von 1:1 für Wolle und Pflanzenteile aus; d.h. daß etwa für das Färben mit Blütenblättern (z.B. mit Malven) ausgesprochen große Mengen von Blüten gesammelt werden müssen, bis das erforderliche Gewicht erreicht ist. Andere Pflanzen kommen in der Natur eher selten vor, z.B. der Färberwaid. Problematisch könnte auch die Beschaffung von bestimmten Baumrinden sein.

Selbstverständlich verbietet es sich, geschützte Pflanzen für Färbewecke zu sammeln. Glücklicherweise gehören die ergibigsten Färbepflanzen zur Gruppe der sog. Ruderalgewächse, die eher auf kargen Böden wie etwa Schutthalden gedeihen oder auf steinigem Erdaushub, wie er beim Trassenbau für Straßen oder Bahn in großen Mengen anfällt. Auch dort sollte prinzipiell darauf geachtet werden, daß nie alle Pflanzen an einem Standort gepflückt werden, damit der Fortbestand der Pflanze an diesem Ort nicht gefährdet wird.

Baumblätter möglichst vorsichtig und nie alle von einem Baum gepflückt werden, dasselbe gilt für Blüten und Zapfen.

Baumrinden findet man beim Holzeinschlag im Wald, beim Schreiner oder in Sägemühlen. Gesunde Bäume sind tabu.

Für viele Färbungen gibt es Alternativen, für die man auf massenweise vorkommende Pflanzen zurückgreifen kann. Für Grün kommen z.B. alle Brennesselarten in Frage sowie Möhrenkraut oder Spinat.

Eine Reihe Färbepflanzen können auch im Garten gezogen werden, etwa Wald, Wau, Krapp oder verschiedene färbende Küchenkräuter wie Kerbel.

Methodische Hinweise zum Sammeln von Färbepflanzen

Bei längerfristiger Planung eines Färbeprojektes sollte mit den Projektteilnehmern einige Wochen vor Projektbeginn eine färberische Exkursion durchgeführt werden. Voraussetzung ist die ungefähre Kenntnis von Standorten und die eigene Sicherheit bei der Identifikation von einschlägigen Pflanzen.

Im Rahmen dieses Ausflugs können Musterpflanzen in kleineren Mengen gesammelt und die o.g. ökologischen Aspekte diskutiert werden. Das eigentlich Sammeln sollte den Projektteilnehmern selbst überlassen werden.

Da die meisten Pflanzen auch getrocknet verwendet werden können, kann man schon lange vor dem eigentlichen Färben mit Pflanzensammeln beginnen und hat so sehr viele Pflanzen zur Auswahl. Die Angaben in den Rezepten dieser Materialsammlung beziehen sich stets auf das Trockengewicht. Bei Verwendung von frischen Pflanzenteilen muß stets die doppelte Menge eingesetzt werden.

Die Alternative zum Sammeln besteht im Anlegen eines Färbergartens, was jedoch eine mehrjährige Perspektive der eigenen Tätigkeit voraussetzt. Unter Umständen kann eine solche gärtnerische Aktivität mit anderen Maßnahmen im Rahmen von Schulgartenarbeit oder Biotoppflege verbunden werden. Wegen der anspruchslosigkeit und Robustheit der meisten Färbepflanzen ist der Arbeitsaufwand gering, der Flächenbedarf jedoch erheblich. Nähere Angaben zur Anlage eines Färbergartens finden sich z.B. bei Gretel Fieler: Farben aus der Natur.

2. Käufliche getrocknete Pflanzen und andere Färbedrogen

Neben dem eigenen Sammeln (z.B. aus Zeitgründen) bzw. ergänzend dazu gibt es die Möglichkeit, getrocknete Pflanzenteile in Drogerien, Reformhäusern oder im Fachhandel zu kaufen. Einige sind nur auf diesem Weg erhältlich, weil die entsprechenden Pflanzen nicht in Mitteleuropa wachsen. Zu nennen sind hier z.B. der Tee, die Färbehölzer Blau- bzw. Gelbholz (meist brasilianischer Herkunft), Indigo und auch die seltene Krappwurzel.

Bei dieser vergleichsweise teuren Art der Pflanzenbeschaffung fehlt dem Benutzer jedoch der eigentliche Bezug zu den Pflanzen, die man weder an ihrem natürlichen Standort gesehen hat noch im getrocknetem Zustand überhaupt wiedererkennt.

Historisch wie aktuell bedeutsam für Rot- und Violettfärbungen (auch in Kosmetikprodukten) sind bestimmte **Läusearten** wie Kermes und Cochenille, für die man ebenfalls auf importierte Drogen*) zurückgreifen muß. Färbungen mit den zerriebenen Trockenläusen sind zudem ausgesprochen einfach in der Durchführung und führen zu schönen lichtechten Produkten. Dem hohen Preis (25 DM für 100 g) steht die große Ergibigkeit gegenüber (reicht für 2 kg Wolle und mehr).

Färberisch bedeutsam sind auch Flechten. Zum Sammeln von geeignetem Material braucht man jedoch sehr viel Erfahrung, da sie sich teilweise schlecht auseinanderhalten lassen. Mit Flechten erhält man - zum Teil auch ohne Vorbeize**) - haltbare Farben mit warmen Farbtönen; Flechtflechten sind dabei farbintensiver als Baumflechten.

Die bekannteste Färberflechte ist die Orseille-Flechte.

3. Mengen und Qualitäten

Die bei verschiedenen Autoren zu findenden Färberezepte variieren sehr stark bzgl. der notwendigen Menge an Pflanzenteilen und bzgl. des zu erwartenden Ergebnisses der Färbung. Als Faustregel kann gelten, daß man pro Kilo Wolle ebensoviel Pflanzenmaterial (getrocknet) einsetzt, in frischem Zustand die doppelte Menge (Ausnahme z.B. Cochenille, Indigo). Die Variation der erzielten Farbtöne geht auf verschiedene Faktoren zurück:

- auf die unterschiedliche Wasserqualität (z.B. beeinflußt die Wasserhärte bereits den pH-Wert der Farbflotte)
- weiter hängt die Färbekraft der Pflanzen von ihrem Standort, ihrem Alter und dem Zeitpunkt des Sammelns ab und
- davon, wie lange sie getrocknet wurden und natürlich
- von der Qualität der Wolle (z.B. Fettgehalt, Eigenfarbe).

Allgemein kann festgestellt werden, daß bei den hier und in den meisten Rezeptbüchern vorgeschlagenen Färbvorschriften gleich mehrere Farbstoffe aus den Färbepflanzen auf die Faser aufziehen. So hat man aus dem Krapp nicht nur den dominanten Farbstoff Alizarin isoliert, sondern auch Purpurin, Purpuroxanthin, Rubladin, Pseudopurpurin und Munjistin (vgl. S. 41).***) Die Zusammensetzung bezüglich dieser "Nebenfarbstoffe" hängt vom Standort und vom Reifegrad ab, entsprechend fallen die Färbungen verschieden aus.

Zusätzlich spielt auch der Säuregehalt der Pflanzen eine gewisse Rolle beim Färben.

Mit dem Zusammenwirken mehrerer Farbstoffe erklärt sich auch, daß natürliche Farbstoffe "wärmere" Färbungen ergeben als synthetische und daß die unterschiedlichen Naturfarben weitgehend miteinander harmonieren.

*) Solche Läuse werden z.B. auf den Kanarischen Inseln auf bestimmten Kakteengewächsen gezüchtet.

**) Die Färberflechten enthalten Farbstoffe, die den synthetischen Reaktivfarbstoffen verwandt sind, welche ohne Hilfsmittel auf die Wollfaser aufziehen.

***) Vgl. W. Kratzert, R. Peichert; Farbstoffe. - Natürlich lassen sich durch entsprechende Manipulationen - etwa Isolieren der Farbstoffe und anschließende Trennung - auch Ein-Farbstoff-Färbungen durchführen, dies liegt jedoch nicht in der Absicht dieser Materialien.

4. Bezugsadressen für Farbstoffe und Wolle

Farbstoffe:

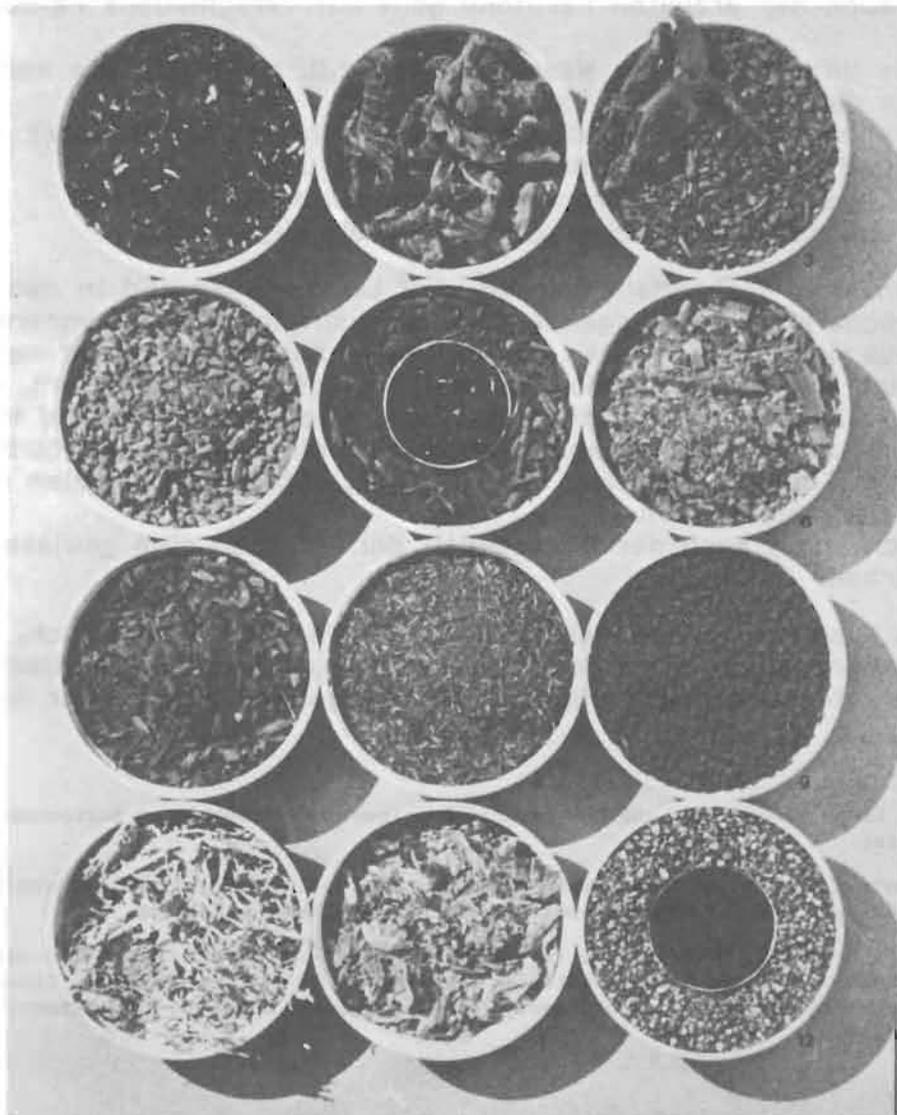
- Auro Pflanzenchemie GmbH, Postfach 1220, 3300 Braunschweig
- Livos GmbH, Neustädter Straße 23-25, 3123 Bodenteich

Wolle:

- Seehawer oHG, Sonnhalde 9, 7400 Tübingen 1
- Effekta-Wollspinnerei, Birkenweg 9, 8940 Memmingen
- Deutsche Wollverwertung, Wollmarktstraße 119, 4790 Paderborn

Spinnräder usw.:

- Friedrich Traub KG, Schorndorfer Straße 18, 7065 Winterbach



Geräte und Hilfsmittel

Vor Projektbeginn ist sicherzustellen, daß alle benötigten Gerätschaften und Hilfsmittel vorhanden sind. Da die beim Färben verwendeten Substanzen nicht gesundheitsschädigend sind (Ausnahme: Indigo-Färbung), können durchaus Haushaltsutensilien benutzt werden. Von Plastikgegenständen ist jedoch deswegen abzuraten, da sie gelegentlich Farbspuren annehmen und unansehnlich werden.

1. Töpfe

Die Töpfe zum Beizen, Ansetzen der Färbeflotte und zum Färben sollten etwa 20 Liter fassen. Vorzuziehen sind emaillierte Töpfe, z.B. ältere Einkochtöpfe. Die Emaillierung darf jedoch nicht beschädigt sein, einmal wegen der Gefahr, daß die Wolle hängenbleibt, zum anderen weil offene Metallflächen mit Flotte und gebeizter Wolle reagieren und die Färbung stören.*) Außerdem lassen sich Töpfe mit unebener Oberfläche schlechter reinigen.

Zink- und Aluminiumtöpfen können nicht verwendet werden, die gelegentlich empfohlenen Kupferkessel sind sehr teuer.**)

Bewährt haben sich moderne Einkochtöpfe mit integrierter elektrischer Heizung, mit und ohne eingebautem Thermostaten. Sie können überall aufgestellt werden, also auch im Freien, wenn ein Stromanschluß vorhanden ist. Ein Thermostat erspart die ständige Kontrolle der Temperatur, was für viele Färbungen bei niedrigerer Temperatur (z.B. mit Seide: maximal 70°C) sehr günstig ist.

Für schulsche Projekte können entsprechende Töpfe eventuell über die Eltern der Schüler organisiert werden.

Die Anzahl der benötigten Töpfe hängt von der Gruppengröße ab. Will man z.B. parallel beizen, eine Flotte ansetzen und zwei Färbungen durchführen, so braucht man mindestens 5 bis 6 große Gefäße, davon 3 von der oben beschriebenen Art (die übrigen zum Umgießen etc.).

2. Heizquellen

Töpfe ohne integrierte Heizung können entweder mit Gas oder elektrisch beheizt werden.

Bei der Verwendung hinreichend großer Elektroheizplatten ist darauf zu achten, daß die Töpfe keinen gewölbten Boden besitzen und möglichst plan aufliegen. Gegen Elektroplatten spricht der hohe Energieverbrauch, die oft hohen Wärmeverluste zum Topf hin und der Zeitfaktor.

*) So löst sich Rost unter den Färbebedingungen teilweise auf und führt zu einer Farbverfälschung, Aluminium wird z.B. durch eine Kupferbeize angegriffen (Lokalelementbildung).

***) Die selben Resultate wie beim Färben in Kupferkesseln erhält man, wenn man auf den Topfboden Kupfermünzen oder ein Kupferblech legt. Für außerschulische Projekte kann - falls zugänglich - auf einen fest eingemauerten Kupferkessel mit Feuerung zurückgegriffen werden, wie sie früher in Waschküchen oder Waschkhäusern verwendet wurden. Dabei ist jedoch mit langen Aufheizzeiten zu rechnen.

Gasfeuerstellen sind sowohl schneller beim Aufheizen wie auch billiger im Verbrauch. Die meisten transportablen Gaskocher sind jedoch zu klein, und die für einen Anschluß im Freien notwendigen Gasflaschen bringen ein gewisses Sicherheitsrisiko mit sich.

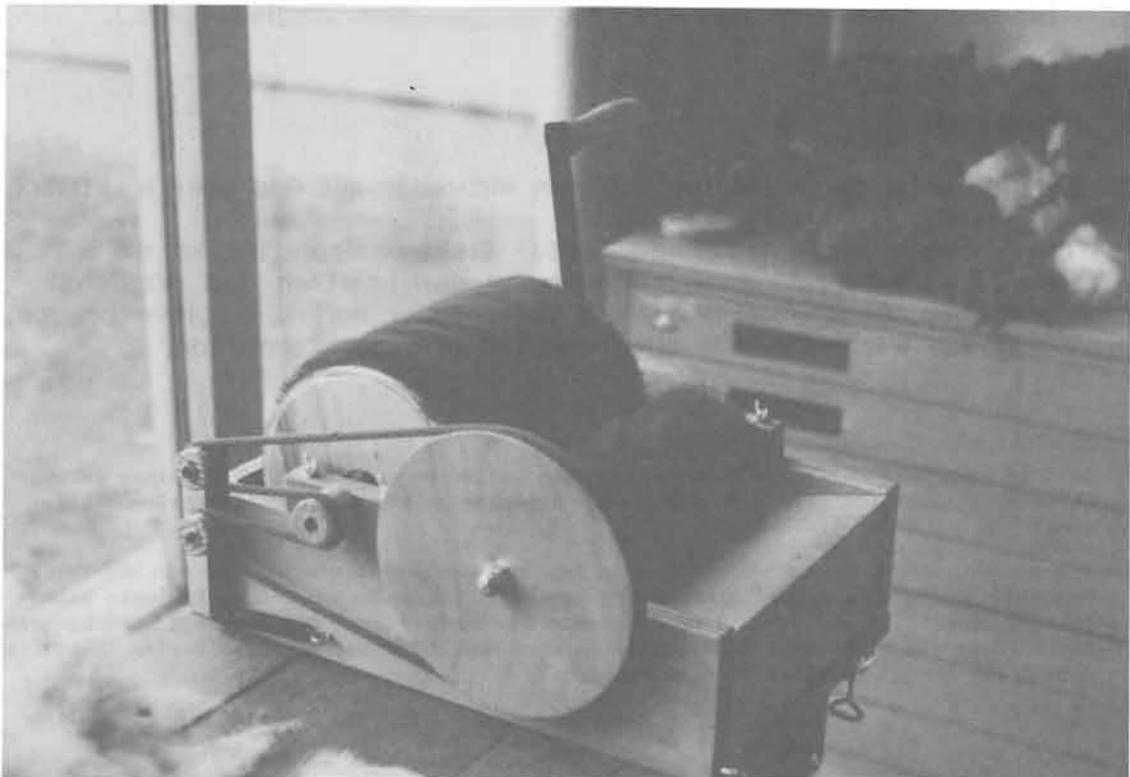
Günstig ist die Verwendung von (älteren) Gasherden in Innenräumen.

3. Weitere Geräte und Hilfsmittel

- Große Eimer mit Literskala zum Abmessen der Wassermengen
- kleinere Meßbecher zum Abmessen von flüssigen Chemikalien (bestimmte Waschmittelfirmen rüsten ihre Produkte mit sehr stabilen Meßbechern aus)
- Porzellengefäße zum Anrühren der Chemikalien
- Gummihandschuhe zum Schutz der Hände
- große Kochlöffel oder glatte Holzstangen/Rundhölzer zum Rühren und zum "Umziehen der Wolle"
- Küchenwaagen zum Abwiegen von Wolle, Färbemittel und Chemikalien
- Mull oder andere Tücher für das Einwelchen von Blauholz, Krapp etc.
- Wecker, um die Zeiten richtig einhalten zu können
- alte Tücher oder Bezüge, um den Farbsud abzuseihen
- Einkochthermometer zur Temperaturkontrolle der Flotte
- eventuell Holzspannen zum Herausnehmen der Wolle
- Plastikgefäße zum Transport und zur Aufbewahrung der nassen Wolle
- Wäscheständer oder feste Leinen, um die Wolle zum Trocknen aufzuhängen
- Notizbuch, Wandtafel o.ä. zum Notieren der Rezepte, Zeiten u.s.w.

Außerdem

- für die Cochenillefärbung: Mörser zum Zerstoßen der Läuse
- für das Zerkleinern von Krapp, Rinden: eine alte Kaffeemühle
- für die Indigofärbung: größere Glasgefäße zum Ansetzen der Chemikalien



Chemikalien

Auch das Färben mit Naturfarbstoffen kommt nicht ganz ohne Chemikalien aus, wenn auch mit mengenmäßig viel weniger und viel weniger (ökologisch und gesundheitlich) gefährlichen Stoffen.*)

Alaun (Kallum-Aluminium-Sulfat: $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$)

Alaun ist ein weißes, kristallines Pulver, das zu den ältesten bekannten Chemikalien in der Menschheitsgeschichte zählt.

In Wasser zeigt Alaun eine leicht saure Reaktion infolge von Hydrolyse (dabei bilden sich im Gleichgewicht geringe Mengen Schwefelsäure).

Alaun wird hier zum **Beizen** der Wolle verwandt, ansonsten zum Gerben von Fellen, bei der Leimung von Papier; wegen der adstringierenden Wirkungen wurde Alaun auch zur Wundbehandlung eingesetzt.

Alaun zählt nicht zu den Giftstoffen, das enthaltene Aluminium(ion) besitzt jedoch eine schädigende Wirkung für Pflanzen; Aluminium(ionen) werden in sehr großem Umfang durch den sauren Regen in den Böden freigesetzt.**)

Eisenvitriol (Eisensulfat: $FeSO_4 \cdot 5H_2O$)

Eisensulfat bildet nach Wassergehalt grün-bräunliche Kristalle. Die wässrige Lösung ist braun; sie reagiert neutral.

Beim Färben wird Eisensulfat als **Entwickler**, manchmal auch Beize eingesetzt; da es die Wollfasern etwas angreift, muß es sparsam verwendet werden.

Früher hatte Eisenvitriol eine gewisse Bedeutung im Pflanzenschutz; gelegentlich wurde es zur Desinfektion von Müllgruben eingesetzt; im (tier-)medizinischen Bereich wird es als Blutbildungsmittel verwendet. Wie Kupfervitriol dient es zur Holzkonservierung im Außenbereich.

Kupfervitriol (Kupfersulfat: $CuSO_4 \cdot 5H_2O$)

Kupfersulfat bildet nach Wassergehalt große blaue bis grünliche Kristalle. Wasserfreies Kupfersulfat bindet Wasser (ist also hygroskopisch). Die wässrige Lösung ist blau und stark sauer.

Beim Färben wird Kupfersulfat als **Entwickler** eingesetzt, seltener als Beize.

Im chemisch-technischen Bereich benutzt man Kupfersulfat in galvanischen Bädern und als Ätzmittel und zum Entwässern von Alkohol; früher wurde es in der Medizin als Brech- und Bandwurmmittel eingesetzt; wegen seiner bakteriziden Wirkungen verwendet man es als Saatbeize und zum Spritzen von Rebstöcken (fungizide Wirkung), weiter im Holzschutz. Für höhere Lebewesen ist Kupfersulfat in großen Dosen akut toxisch, in kleineren Mengen kann es zu chronischen Vergiftungen führen.

*) Vgl. dazu Anhang III

**) Vgl. dazu z.B. L. Stäudel: Saurer Regen. Soz. Materialien für den Unterricht. Band 10. Marburg 1984 (2. Aufl.)

Essig (Essigsäure: CH_3COOH)

Essig wird entweder durch Vergären von Zuckerlösungen hergestellt oder durch Verdünnen von chemisch gewonnener Essigsäure. Essigsäure (Essigessenz) ist eine farblose, stechend riechende Flüssigkeit, chemisch betrachtet eine schwache Säure, der (verdünnte) Haushaltsessig hat nur sehr schwache Säurewirkung.

Beim Färben wird (verdünnte) Essig(säure) zum Ansäuern basischer Färbungen verwendet, im Haushalt als Würzmittel und als Konservierungsstoff.

Essigsäure wirkt leicht desinfizierend; sie reizt Haut und Augen, wird aber in der Umwelt relativ schnell und vollständig abgebaut.

Ammoniak (NH_3)

Ammoniak ist ein farbloses Gas mit stechendem Geruch. Verwandt wird Ammoniak meist als wässrige Lösung; die 10-prozentige Ammoniaklösung nennt man Salmiakgeist; sie reagiert wie eine Lauge.

Beim Färben findet Ammoniak als Base Verwendung - zur Einstellung eines pH-Wertes im alkalischen Bereich. Ammoniak dient als Ausgangssubstanz für chemischen Dünger und zur Harnstoffsynthese.

Ammoniak reizt die Haut und die (Lungen-)Schleimhäute.

Natronlauge (Natriumhydroxid: NaOH)

Natronlauge entsteht beim Lösen von Natriumhydroxid in Wasser und bildet eine farblose Flüssigkeit, die stark alkalisch/basisch reagiert.

Beim Wollfärben wird Natronlauge als Hilfsmittel für die Indigoküpe eingesetzt; sonst spielt es eine wichtige Rolle in der Seifen- und Waschmittelindustrie, bei der Papierherstellungindustrie und bei zahlreichen anderen chemischen Prozessen.

Natronlauge ist stark ätzend, Spritzer ins Auge können zur Erblindung führen. Sie führt auf der Haut zu starken Reizungen, Kontaktstellen müssen gründlich mit Wasser abgespült werden. Handschuhe und möglichst Schutzbrille verwenden.

Pottasche (Kaliumcarbonat: K_2CO_3)

Pottasche wurde früher aus Buchenholzasche gewonnen. Beim Lösen des weißen Pulvers in Wasser bildet sich eine mäßig stark alkalische Lösung. Pottasche wird beim Färben zur Nachbehandlung der Wolle benutzt. Beim Backen kommt sie - ähnlich wie Hirschhornsalz oder Natron (Natriumhydrogencarbonat - als Treibmittel zur Anwendung.

Weinstein(rahm) (Kaliumbitartrat: $\text{K}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$)

Dieses weiße, mehlige schwerlösliches Pulver kommt in der Natur in vielen Beerensorten vor. Die wässrige Lösung wirkt sauer.

Weinstein wird in der Färberei als Säuerungsmittel beim Beizen eingesetzt. Es ist chemisch betrachtet sowohl eine sauer wirkende Substanz wie auch ein Reduktionsmittel. Medizinisch wurde es gegen Verdauungsstörungen gegeben; zusammen mit Natron (s.o.) war es früher Bestandteil des Backpulvers. Bekannt ist auch die historische Verwendung als Puder anstelle von Talkum.

Weinstein wie Weinsäure sind ökologisch unbedenklich.

Weinsteinsäure (Weinsäure: $C_4H_6O_4$)

Weinsäure ist ein weißes, mehliges Pulver. Sie kommt in vielen Pflanzen, z.B. im Rainfarn und im Huflattich vor. Die wässrige Lösung zeigt saure Reaktion.

Verwendung in der Färberei wie Weinsteinrahm, sonst Einsatz bei der Weinherstellung.

Hydrosulfit (Natriumdithionit: $Na_2S_2O_7$)

Diese Spezialchemikalie, ein weißes, mehliges Pulver, wird beim Färben ausschließlich zur Bereitung der Indigoküpe benötigt. Hydrosulfit ist ein starkes Reduktionsmittel und riecht unangenehm stechend nach Schwefeldioxid. In Wasser reagiert die Chemikalie neutral.

Dithionit wird als Bleichmittel verwandt und als Reduktionsmittel bei verschiedenen chemischen Reaktionen. Es ist giftig.

Andere Metallsalze

Gelegentlich wird zum Entwickeln oder Nachbehandeln von gefärbter Wolle auch Zinnchlorid ($SnCl_2$) vorgeschlagen; dies ist in kleinen Mengen unbedenklich zu handhaben.

Ausgeschlossen werden muß dagegen das früher oft benutzte

Chromkali (Kaliumdichromat: $K_2Cr_2O_7$),

welches nachweislich krebserregend ist. Der in großen orangefarbenen Kristalle erhältliche Stoffe ist ein starkes Oxidationsmittel, als Schwermetallsalz ein starkes Zellgift.)*

Kaliumdichromat wird in photographischen Verfahren, in der Lithographie und in der Metallverarbeitung benutzt. Medizinische Anwendungen sind inzwischen ausgeschlossen, ebenfalls die Verwendung als Holzschutzmittel.

*) Bereits 0,5 g oral aufgenommen sind tödlich. Wird auch durch die Haut aufgenommen. Bei Langzeitwirkung kann das Erbgut geschädigt werden. Akut kanzerogen!

Rezepte *)**Ampfer**

Es gibt mehrere Ampferarten, die aber sehr ähnliches Färbeverhalten zeigen.

Standort: Ampfer wächst überall reichlich als "Unkraut".

Blütezeit: Juli

Sammelzeit: kurz vor der Blüte

Verwendete Teile: Ganze Pflanze, frisch oder getrocknet

Frische Pflanzenteile werden zerkleinert und 1 - 2 Stunden aufgekocht.

Getrocknete und zerkleinerte Pflanzenteile werden einen Tag eingeweicht, dann eine Stunde gekocht und abgeseiht.

Menge: 3 - 4 kg

gelb

Vorbeize mit 120 g Alaun

Färben: Eine Stunde im Farbsud sanft kochen.

grün

Vorbeize mit 120 g Alaun

Färben: Eine Stunde im Farbsud sanft kochen.

Entwickeln mit 100 g gelöstem Eisensulfat, eine halbe Stunde.

*) Die Mengenangaben beziehen sich jeweils auf 1 kg Wolle. Die Wasserhärte sollte nicht mehr als 10 Grad dH (deutsche Härtegrade) betragen.

Blauholz

Blauholz ist in getrockneter Form im Handel (auch unter dem Namen Campecheholz) erhältlich.

Verwendete Teile: Kernholz

Das Blauholz wird in einem Mullsäckchen 12 Stunden eingeweicht, dann eine Stunde lang gekocht.

Beim Färben bleibt das Säckchen im Farbsud.

Menge: 400 g

dunkel-violett

Vorbeize mit 140 g Alaun

Färben: Eine Stunde im Farbsud sanft kochen lassen.

hell-violett

Vorbeize mit 140 g Alaun

Im selben Farbsud noch einmal eine Stunde kochen.

Bemerkungen:

Blauholz ergibt je nach Alter, Lagerung etc. sehr verschiedene Farben von schwarz über dunkel-blau bis hellviolett.



Goldrute

Es gibt drei verschiedene Arten, wobei zwei Arten besonders häufig vorkommen, die echte Goldrute (*solidago virgaurea*) und die kanadische Goldrute. Im Färbeverhalten sind die verschiedenen Arten sehr ähnlich.

Vorkommen: Sehr häufig, als "Unkraut" (Trümmerblumen); die kanadische Goldrute wird oft in Ziergärten angepflanzt.

Blütezeit: August-September

Sammelzeit: Vor der Blüte

Verwendete Teile: Ganze Pflanze, getrocknet oder frisch

Die getrockneten, zerkleinerten Pflanzenteile etwa eine Nacht einweichen, dann eine Stunde kochen, abkühlen lassen, abseihen.

Menge: 1 kg (getrocknet)

gelb

Vorbeize mit
200 g Alaun und
120 g Weinstein-
rahm

Färben: Eine
Stunde sanft
kochen lassen.

mittelbraun

Vorbeize mit
200 g Alaun und
120 g Weinstein-
rahm

Färben: Eine
Stunde sanft
kochen lassen.

Entwickeln mit
60 g Kupfersulfat,
eine Stunde

dunkelgrün

Vorbeize mit
200 g Alaun und
120 g Weinstein-
rahm

Färben: Eine
Stunde sanft
kochen lassen.

Entwickeln mit
30 g Eisensulfat;
eine halbe Stunde

Johanniskraut

Vorkommen: Johanniskraut ist eine anspruchslose Pflanze, daher weit verbreitet an Wegrändern etc..

Blütezeit: Spätsommer

Sammelzeit: Während der Blüte, da die Blüten der Farbe einen leichten Rotton geben.

Verwendete Teile: Das ganze Kraut

Das getrocknete, zerkleinerte Kraut 2 - 3 Stunden einweichen, dann 2 Stunden kochen lassen.

Menge: 1 kg (getrocknet)

gelb

Vorbelze mit 130 g Alaun

Färben: Eine gute Stunde sanft kochen.

grün

Vorbelze mit 130 g Alaun

Färben: Eine gute Stunde sanft kochen.

Entwickeln: Mit 30 g gelöstem Eisensulfat bei niedrigerer Temperatur eine Stunde ziehen lassen.

Wiesenkerbel

Neben dem wilden Kerbel gibt es den Küchenkerbel, dessen Färbungen jedoch etwas schwächer ausfallen.

Vorkommen: Der Kerbel ist ein zähes "Unkraut", das sich vor allem auf gedüngten Wiesen findet.

Blütezeit: Da er sich immer wieder selbst aussät, findet man ihn von Mai bis Oktober.

Sammelzeit: Während der Blüte.

Verwendete Teile: Die ganze Pflanze, getrocknet.

Die getrockneten und zerkleinerten Pflanzenteile werden einen Tag eingeweicht, dann 1-2 Stunden gekochen.

Menge: 1 kg

gelb

Vorbeize mit 140 g Alaun

Färben: Eine Stunde sanft kochen.

grün

Vorbeize: mit 140 g Alaun

Färben: Eine Stunde sanft kochen.

Entwickeln mit 60 g Eisensulfat eine halbe Stunde.

Bemerkungen:

Für den Laien ist es schwierig, den Kerbel von den anderen weißen Doldenblütlern zu unterscheiden; zur Kontrolle zerreibt man ein Blatt zwischen den Fingern: Geruch ähnlich wie Liebstöckl (Maggi) weisen auf Kerbel hin.

Maiglöckchen

Es gibt wilde Arten und das gezüchtete Maiglöckchen;
die Wildform steht unter Naturschutz.

Vorkommen: In Gärten als Zierpflanze sehr verbreitet.

Blütezeit: Mai

Sammelzeit: Nach der Blüte

Verwendete Teile: Blätter, frisch.

Die zerkleinerten Blätter 1 - 2 Stunden kochen.

Menge: 2 kg

blassgelb

Vorbeize: 160 g Alaun und 70 g Weinsteinrahm.

Färben: Eine Stunde sanft kochen.

Bemerkungen:

*Maiglöckchen sind giftig, daher Vorsicht beim Umgang damit!
Die Flotte entwickelt einen unangenehmen Geruch.*

Rainfarn

Rainfarn wächst reichlich an Wegrändern, auf Wiesen etc.

Blütezeit: Spätsommer

Sammelzeit: Vor der Blüte

Verwendete Teile: Ganze Pflanze, getrocknet

Die getrockneten und zerkleinerten Pflanzenteile einweichen, eine Stunde kochen, dann abseihen.

Menge: 2 kg

goldgelb

Vorbeize mit 200 g Alaun

Färben: Dem Farbbad setzt man 10 Eßlöffel 25-prozentigen Ammoniak zu.

Wolle eine Stunde darin sanft kochen.

dunkelgrün

Vorbeize mit 200 g Alaun

Färben: Dem Farbbad setzt man 10 Eßlöffel 25-prozentigen Ammoniak zu.

Wolle eine Stunde darin sanft kochen.

Entwickeln mit 60 g Eisensulfat

Walnußschalen - Kaltfärbung

Verwendet werden die äußeren Schalen der Walnuß, aus der man die reife Nuß herausnimmt.

Man braucht die zehnfache (!) Menge an Nußschalen, auf 100 g Wolle also 1 kg grüne Walnußschalen.

Die Schalen müssen umgehend in Wasser gelegt werden, da sie sonst braun werden. Die Walnußschalen werden einen Tag mit Wasser bedeckt stengelassen.

orangebraun

Die trockene saubere Wolle in den **kalten** Farbsud drücken (muß vollständig bedeckt sein) und 48 Stunden ziehen lassen.

Die Wolle kommt grüngelb heraus und oxydiert an der Luft zu einem kräftigen Orangebraun.

Wenn sich die Farbe an der Luft nicht mehr verändert, waschen und spülen.

Restfärbungen

In derselben Flotte kann man noch einmal *lauwarm* und noch einmal *kochend* färben und im letzten Bad dann noch eine *zweite Kochfärbung* durchführen.

Bemerkungen:

Die färbende Substanz in den Walnußschalen ist das Juglon, das seinen Namen nach der lateinischen Bezeichnung der Nuß herleitet. Alle Färbungen mit Nußschalen basieren auf diesem Wirkungsstoff.

Das Juglon gehört zu den Naphtochinonen (Naphtohydrochinon). Es wirkt als direktfärbender Reaktivfarbstoff.

Juglon wird auch in Sonnenschutzcremes und Selbstbräunern verwendet, da es auch mit den Proteinen der Haut ein braunes Additionsprodukt bildet.

Verwendung von Naturfarbstoffen	
Verwendungszweck	Farbstoffprodukte
<i>Textilfärberei</i>	
Polyamid, Seide	Blauholz-, Quercitron-, Gelbholzextrakt, Rottlerin
Wolle (Modenuancen)	Blauholz-, Gelbholz-, Fisetholz-, Quercitron-, Rotholzextrakt
Baumwolldruck	Blauholz-, Quercitron-, Gelbholz-, Kreuzbeerenextrakt
<i>Zum Färben von</i>	
Leder	Blauholz-, Fisetholz-, Gelbholzextrakt, Cassler Braun
Haaren, Pelzen	Blauholzextrakte, Dopamelanin
Kunstharzen, Horn, Bein	Blauholzextrakte
Papier, Pflanzenfasern	Blauholzextrakte, Quercitronlacke, Cassler Braun
Lacken, Firnis, Holzbeizen	Cassler Braun
Mineralölen	Chlorophyll (öllöslich)
Wachswaren	Bixin, Alkannin, Chlorophyll
<i>Zum Färben von</i>	
<i>Nahrungsmittel, Genußmittel</i>	
Öle, Fette	Bixin, Carotin, Alkannin, Curcumin, Chlorophyll
Milch-, Käseprodukte	Bixin, Carotin, Curcumin, Lackmus
Teig-, Zuckerwaren,	Crocin, Carminsäure, Carthamin, Lackmus, Rottlerin, Santalin,
Puddingpulver	Chlorophyll (wasserlöslich), Lactoflavin
Liköre, Limonaden, Brausen	Azafrin, Chlorophyll (wasserlöslich), Rottlerin, Santalin, Safran, Safflorgelb
Fruchtsäfte, Marmeladen, Weine	Carminsäure, Kino, Oenin, Lackmus
Kräutersäfte, Fruchtmark	Betanin (Rohextrakt), Chlorophyll (wasserlöslich)
Gewürze, Senf	Safran, Curcumin
<i>Zum Färben von Kosmetika</i>	
Seifen, Zahnpasten, Cremes	Chlorophyll (fett- und wasserlöslich), Bixin, Lackmus
Haar-, Körperöle, Pomaden	Alkannin, Bixin, Juglon, Chlorophyll (öllöslich)
Schminken, Haarfarben	Lawson (Henna), Melanine, Carmin, Carthamin
Tinkturen, Zahnwässer	Alkannin, Lackmus, Chlorophyll (wasserlöslich)
<i>Pharmazeutika</i>	
Specifica	Aloine, Emodine, Sennoside, Chlorophyll (wasserlöslich), Chamazulen, Chrysarobin, Cochenilletinktur, Rutin, Citrin, Hypericin, Hämatoporphyrin, Hamin
Roborantia, Zuchtfutter	Xanthophyll, Chlorophylle
Vitamine, Provitamine	Carotin, Kryptoxanthin, Lactoflavin, Folsäure, K-Vitamine, Vitamin B 12
Antibiotika, Insektizide	Actinomycine, Pyocyanase, Aureomycin, Usninsäure u.a., Gossypol
Arzneimittelfarben	s.o. unter Nahrungsmittel- und Genußmittel
<i>Sonstige Verwendung</i>	
Antioxidantien	Alkannin, Hämatoxylin, Quercitrin, Bilirubin
Katalysatoren	Chlorophyll, Hamin u.a. Porphyrine
Indikatoren, analyt. Reagentien	Lackmus, Morin, Carminsäure, Curcumin, Alkannin, Hämatoxylin
Künstlerfarben, Tinten, Tuschen	Kreuzbeerenlacke, Indischgelb, Blauholzlacke, Sepiaschwarz, Carminlacke, Krapplacke, Bixin
Mikroskopische Technik	Carmin-, Hämatoxylin-, Brasilin-, Krapp-Präparate, Orcein
Standardsubstanzen	β -Carotin, Bilirubin, Biliverdin, Morin

Aus: Wolfgang Linden: Konversion der Farbstoffindustrie. In: Arbeitskreis Chemische Industrie und KATALYSE (Hrsg.): Gift Macht Geld. Köln 1986, S. 126 ff

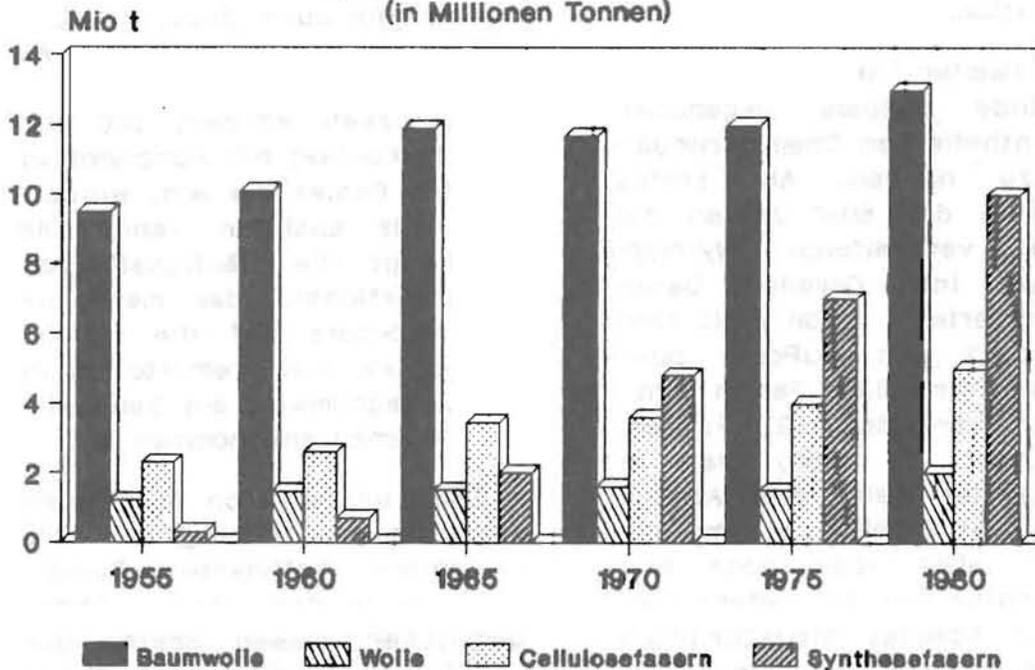
Fasern und Farben aus der Natur eine ökologische Alternative? *)

Naturfasern versus Chemiefasern

In den industrialisierten Ländern hat sich der jährliche Pro-Kopf-Verbrauch von Textilien für Kleidung und für den Wohnbereich seit 1950 von 5 auf heute fast 25 kg gesteigert. Bei kaum steigender Naturfaser-Produktion aber leicht erhöhten Importen kam dieser Zuwachs zum allergrößten Teil der expandierenden Kunstfaser-Herstellung zugute.

Inzwischen haben sich die Marktanteile von Natur- und Chemiefasern auf hohem Niveau relativ stabilisiert. Anfang der 80er Jahre wurden weltweit ca. 30 Mio t Textilfasern**) hergestellt, davon etwa die Hälfte Chemiefasern. Von diesen jährlich 15 Mio t Kunstfasern werden 2/3 vollsynthetisch auf Erdölbasis produziert (hauptsächlich Polyester- und Polyacrylfasern), immerhin ein Drittel bzw. 5 Mio t entstehen durch chemische Be- und Verarbeitung von Zellulose (z.B. Azetatseide oder Viskose). Bei den Naturfasern überwiegt eindeutig die Baumwolle (9/10) vor Wolle und einem verschwindend kleinen Anteil von Seide.

Weltfaserproduktion
(in Millionen Tonnen)



*) Gekürzt nach: Lutz Stäudel: Fasern und Farben aus der Natur. Vorabdruck eines Beitrags für einen Sammelband "Sanfte Chemie".

**) Im Weltmaßstab gesehen konzentrieren sich sowohl die seit Mitte dieses Jahrhunderts eingetretene Mehrproduktion von Textilien wie auch der Mehrverbrauch in den westlichen Industrieländern.

Daß die Naturfasern nach den Jahren des Höhenflugs der Chemie überhaupt wieder ins Gespräch kamen, hängt mit mehreren Faktoren zusammen:

* Mit der Öl(preis)krise der 70er Jahre trat eine merkliche Verteuerung der vollsynthetischen Kunstfasern ein. Mehr bezahlt werden mußte sowohl für den Rohstoff Öl als Ausgangsstoff für die chemische Produktion wie auch für die Energie, deren Preis mit dem des Öls gekoppelt ist. Durch längst wieder gesunkene Preise für Rohöl und die seitdem erschlossenen europäischen Ölfelder wäre dieser Effekt bedeutungslos, hätte nicht die Absatzkrise Mitte der 70er Jahre zu einer Strukturveränderung in der Textilbranche geführt: Insbesondere unterblieb der schnelle Ausbau weiterer Kapazitäten in der Kunstfaserproduktion.

* Als zweiter Faktor ist die zunehmende Skepsis gegenüber vollsynthetischen Chemieprodukten zu nennen: Als erstes kamen in den 60er Jahren die damals verbreiteten *Nyltesthemden* ins Gerede. Deren Fasermaterial - Nylon (seit 1940 produziert von DuPont) oder das eng verwandte Perlon (entwickelt von der IG. Farben, produziert ab 1950) war in intelligenter Weise dem Aufbau natürlicher Eiweiße nachempfunden - aber eben doch nur nachempfunden: Im Unterschied zu den komplex strukturierten Wollfasern erhielt man beim Spinnen der Sythesefasern einen glatten Strang, verwebt ein mehr oder weniger elastisches aber ausgesprochen dich-

tes Textilmaterial. Dieser Stoff - war im Unterschied zu Wollstoffen - in keiner Weise in der Lage, Feuchtigkeit aufzunehmen bzw. die Haut atmen zu lassen. In der Folge feierten die Deosprays gegen Körpergeruch ihren triumphalen Aufstieg - aber auch die ersten gravierenden Kontaktallergien und andere entzündliche Hautveränderungen.

* Seit den 70er Jahren, begleitet von einem insgesamt gewachsenen Bewußtsein für das eigene Wohlergehen, wurden von der Öffentlichkeit in sensibler Weise die sich häufenden Meldungen registriert, daß der eine oder andere Stoff aus den chemischen Labors bei bestimmten Personengruppen Erkrankungen verursacht; daß z.B. vollsynthetische Teppichböden sowohl durch Ausdünstung von nicht umgesetzten chemischen Vorprodukten wie auch durch ungünstige Auswirkungen auf das Raumklima gesundheitsschädigend wirken können; daß der direkte Kontakt mit Kunststoffen z.B. bei Babies die sog. Windeldermatitis auslösen kann; daß überhaupt die Häufigkeit von "Fehlreaktionen" des menschlichen Körpers auf die zunehmende Zahl von Fremdstoffen in der Alltagsumwelt ein bedenkliches Ausmaß angenommen hat.

* Eher unspezifisch erscheinen vor diesem Hintergrund die ökologisch motivierten Bedenken, die in den letzten Jahren gegenüber *diesem* Sektor der chemischen Industrie erhoben worden sind. Dies hängt vermutlich damit zusammen, daß die Warnungen vor den Folgen der *Harten Chemie* praktisch für

Jeden ihrer Einzelbereiche zu treffen und daß andere Bereiche, z.B. auch der unten noch zu beleuchtende Farbstoffsektor, deutlich größere Probleme aufwerfen. Aber auch die schrankenlose Produktion von Kunstfasern zeigt die charakteristischen Auswirkungen von ökologisch ungeplanten Eingriffen in natürliche Stoffflüsse bzw. -kreisläufe: Dies ist sowohl festzumachen bei dem verschwenderischen Umgang mit den Rohstoffen, hier: den begrenzten Vorräten von Erdöl und der Vergeudung von Energie, in der Regel ebenfalls aus fossilen Lagerstätten gewonnen, - dann bei einer Produktion, die nach wie vor abfallintensiv ist und somit Luft, Wasser und Böden belastet, - wie auch bei der gewollten Kurzlebigkeit der Produkte: jene 25 kg Textilien pro Jahr wollen erst einmal untergebracht sein, und das ist nur möglich bei einer extrem kurzen Nutzungsdauer, Mode (möglichst nur) für eine Saison, Teppichböden und Gardinen für wenige Jahre etc. Da inzwischen eine Art Sättigungszustand bei Kleidung und Wohntextilien erreicht worden ist - mit anderen Worten: es gibt keine Bereiche mehr, die markttechnisch erschlossen werden könnten, - heißt dies, daß jährlich durchschnittlich auch etwa 25 kg Textilmaterial (pro Person) dem Müll zugeführt werden, mit den ebenfalls bekannten Belastungen für die Umwelt.

Naturfasern als Alternative?

Der Gedanke, unter Beibehaltung der Randbedingungen wie

Umfang und Verbrauch den heutigen Kunstfaseranteil durch natürliche Fasern (als nachwachsenden Rohstoffe) zu ersetzen, geht, wie man leicht einsehen, in die Irre.

Andererseits gibt es eine Reihe von guten (d.h. verifizierbaren) Gründen, für eine Rückkehr zu den Naturfasern sprechen. Im einzelnen sind dies *physiologische, ökologische, ökonomische und die 3. Welt betreffende Gründe*.

Zunächst zu den **physiologischen Aspekten**: Naturfasern wie Baumwolle, Wolle und Seide - oder als einheimische Vertreter Hanf und Flachs - und daraus hergestellten Textilien kann zunächst eine besondere Verträglichkeit durch den Menschen unterstellt werden. Als traditionelle Stoffe für Kleidung im täglichen Gebrauch können sie als *evolutionserprobt* gelten. Sie begleiten den Menschen und seine Entwicklung seit Jahrtausenden und haben ihre prinzipielle Eignung für den gewählten Verwendungszweck hinreichend gezeigt. (Daß heute in zunehmenden Maße auch Kontaktallergien gegen Wolle auftreten, spricht in keiner Weise gegen diese Annahme, vielmehr müssen diese als Sekundärreaktion des Körpers auf eine Überflutung durch bislang nicht in der Umwelt vorhandene Stoffe - auch Kunstfasern - verstanden werden.) Inzwischen mehrten sich die Hinweise darauf, daß die Jahrzehntlang belächelte Bevorzugung von Wolle und anderen Naturfasern etwa durch die Anthroposophen durchaus eine rationale Grundlage besitzt: Z.B. treten hinsichtlich der elektrostatischen Aufladung bei

den Synthetiks so gravierende Unterschiede auf, daß eine negative Beeinflussung des körperlichen Wohlbefindens möglich und wahrscheinlich ist. Das gleiche Phänomen bewirkt eine geringere Schmutzempfindlichkeit von Naturfasertextilien - einhergehend mit weniger häufigem Waschen, geringerer Tensidbelastung der Gewässer und verminderter Abnutzung. Bezüglich Wärmeisolation und der Aufnahmefähigkeit von Wasser (sprich: Schweiß und Wasserdampf) gelten die Naturfasern heute noch geradezu als Vorbild für den Versuch, möglichst ähnliche Synthefasern *maßzuschneidern*.

Unter **ökologischen Gesichtspunkten** fallen bei den Naturfasern zunächst die umweltverträglichen Produktionsbedingungen ins Gewicht: Durch die geringe *Eingriffs-Tiefe* entstehen weder langlebige Abfallprodukte oder Metabolismus-fremde Substanzen noch kommt es nach der Nutzung zu spezifischen Müllproblemen, wie z.B. bei der Verbrennung von PVC-Materialien, wobei das im Produkt zwischenzeitlich gebundene Chlor als Chlorwasserstoff bzw. Salzsäure wieder an die Umwelt abgegeben wird.

Natürlich läuft auch die Produktion von Naturfasern Gefahr, unter den Bedingungen einer hochkapitalisierten landwirtschaftlichen Wirtschaftsweise in typische Fehlentwicklungen hineinzugeraten. Eine Monokultur von Flachs, chemisch gedüngt, mit Bioziden aller Art am Leben erhalten und vielleicht gar noch genetisch auf maximalen Ertrag getrimmt (wie der kürzlich

durch ein massives Wildsterben bekannt gewordene Doppel-Null-Raps) schadet der Umwelt ebenso wie die heutigen Getreidemonokulturen.

Andererseits bietet der Anbau von Faserpflanzen, richtig betrieben, d.h. unter Berücksichtigung der ökologisch vertretbaren Entnahmemenge an organischer Substanz, eine ganze Reihe bedeutsamer Vorteile: Damit könnte sowohl - standortabhängig und bodenspezifisch - eine Auflockerung und Anreicherung der Fruchtfolge erreicht werden, dies würde wiederum den Bedarf an Universaldüngern und Pflanzenschutzmitteln verringern helfen, und schließlich würde der dezentrale Anbau auf kleineren Parzellen eine ebenso dezentrale Verarbeitung zu Vor- oder Endprodukten begünstigen.

Ausgesprochen günstig sind in Mitteleuropa die Anbauchancen für Hanf. Als wahrscheinlich älteste Kulturpflanze stellt der Hanf keine besonderen Anforderungen an Böden und Pflege. Bis zur Jahrhundertwende wurden vier Fünftel aller Textilien aus Hanffasern hergestellt, und noch bis zum Beginn des zweiten Weltkriegs (und der dann bald einsetzenden Produktion von Synthefasern) war Hanf das bevorzugte Rohmaterial für Sella und Zwirne aller Art. Im Unterschied zu damals stehen heute ausgereifte Techniken zur Verfügung, die das früher mühsame Strippen der Fasern aus den angerotteten Pflanzen - per Hand - ersetzen können.

Beim Flachs bzw. Lein steht zudem eine ökonomisch und ökologisch interessante Mehrfachnutzung in Aussicht: Die

Langfasern sind seit einigen Jahren ohnehin wieder begehrter Rohstoff für Textilhersteller, die dabei als *Abfall* anfallenden Kurzfasern werden für einige Anwendungszwecke als Ersatzstoff für den gesundheitsschädigenden Asbest diskutiert, und Leinsamen und -öl haben heute bereits einen festen Platz im Nahrungsmittelsortiment bzw. finden zunehmend Verwendung bei der Produktion von Lacken auf Naturstoffbasis und bei der Tensidherstellung.

Daß **ökonomische Interessen** durchaus nicht immer im Widerspruch zu ökologischen stehen müssen, ist im obigen Beispiel bereits angedeutet.

Eine Diversifizierung der angebauten Nutzpflanzen hat sich im Bereich der reinen Nahrungsmittelproduktion bei landwirtschaftlichen Umstellungsbetrieben in der Mehrzahl der Fälle so ausgewirkt, daß Abhängigkeiten abgebaut wurden, die für die konventionelle Nutzpflanzenproduktion wegen des Monopols auf Abnehmerseite (Raiffeisen o.a.) ganz typisch sind.

Positive Effekte sind für die direkten und indirekten Folgekosten zu erwarten; vom geringeren Aufwand für Chemikalien bis hin zur wenig problematischen Entsorgung. Ganz nebenbei könnte durch Beweidung mit Schafen ohne zusätzlichen Aufwand die von Naturschützern gewünschte und oftmals mit einigem finanziellen Aufwand betriebene Erhaltung (nicht mehr bewirtschafteter) seltener Trockenrasenbiotope erreicht werden.

Die unter Einbeziehung der gesellschaftlichen Folgekosten auf-

zustellende **Gesamtbilanz** schließlich erweist sich noch weitaus günstiger.

Unser tatsächlicher bzw. möglicher Bedarf an Naturfasern und die **Dritte Welt** stehen in einem ausgesprochen ambivalenten Verhältnis. Verstärkte Importe von Baumwolle hätten sicher zur Folge, daß in den Produzentenländern die Tendenz zur Monokulturwirtschaft für den Export - mit allen ihren Nachteilen bis hin zur Unterversorgung mit Nahrungsmitteln - weiter gefördert würde. Eine Wiederaufnahme des Faserpflanzenanbaus im eigenen Land könnte zwar keine *unmittelbare* Entlastung für die Agrarwirtschaft jener Staaten schaffen, würde aber gewiß langfristig zur ökonomischen und ökologischen Gesundung beitragen (ebenso wie die seit einiger Zeit geführte Debatte über den hohen Fleischkonsum hier und den aus dem intensiven Futtermittelanbau resultierenden Nahrungsmittelmangel dort).

Deutlich wird somit, daß es keinen Weg der ökologischen Alternative gibt, auf dem nicht gleichzeitig Schluß gemacht wird mit dem verschwenderischen Umgang mit den Ressourcen, seien es nachwachsende oder nur beschränkt vorhandene - hier oder anderswo.

Dies gilt in gleichem, wenn nicht stärkerem Maße für den Bereich der Einfärbung von Textilien.

Textilfarben - Lieblinge der Chemischen Industrie

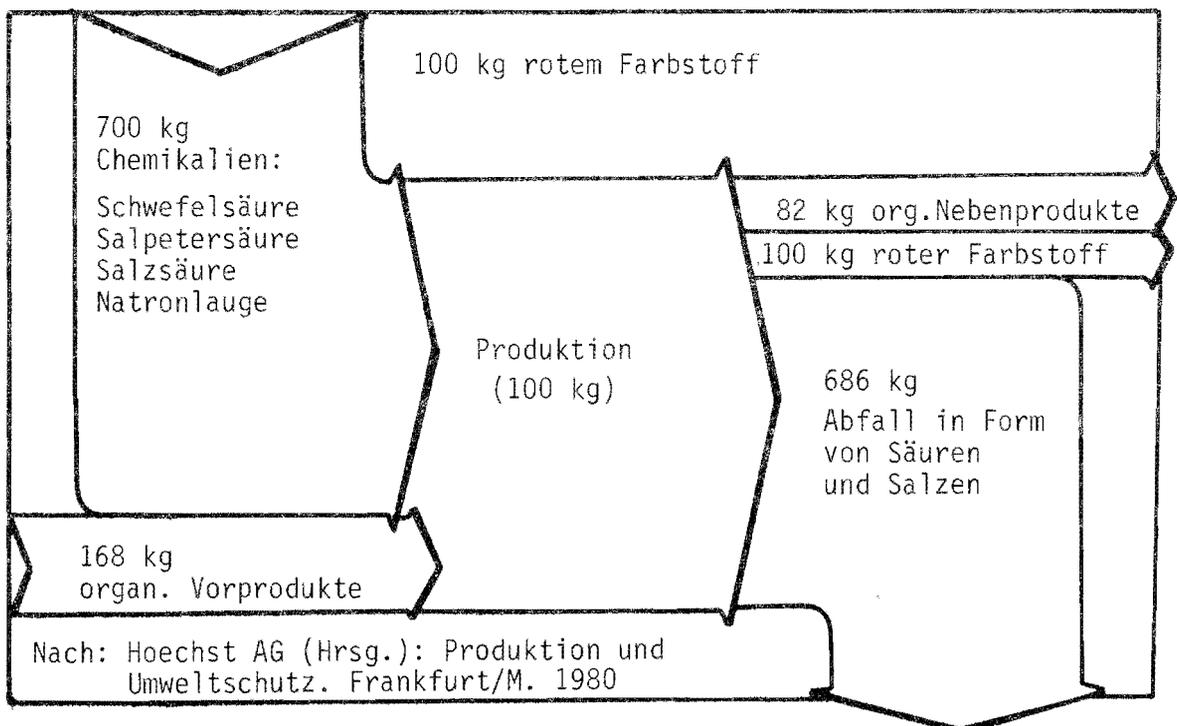
Die Vorstellung, für die Textilegestaltung wieder Naturfarb-

stoffe einzusetzen, gilt vielen als Angriff auf einen zentralen Bereich der chemischen Industrie. Denn es waren gerade die ersten künstlich hergestellten Farbstoffe, die den unvorstellbaren Aufstieg dieses Industriezweigs begleiteten und teilweise wohl auch bewirkten. Im Rückblick auf *Ein Jahrhundert Chemie* schweigt die industrie-eigene Geschichtsschreibung in nostalgischen Erinnerungen: "Seit William Henry Perkin (...) aus dem schwarzen und unansehnlichen Steinkohlenteer einen leuchtenden Farbstoff (Mauvein) hervorgezaubert hatte, nahm die Entwicklung der Farbstoffchemie einen rasanten Verlauf. ... (es) glückte die exakte Ermittlung der chemischen Zusammensetzung des Natur-Krapps. Dieser Farbstoff wurde damals vorwiegend auf französischen Feldern gewonnen und fand seiner strahlend roten Farbe wegen weiten Absatz." Stolz berichtet der Chronist (E. Bäuml), daß

man das synthetische Allzarin bereits 1888 zu einem Zehntel des Preises verkaufen konnte, den eine entsprechende Menge Natur-Krapp kostete. Dann, so fährt er fort, kam "bald der Tag, an dem die französischen Bauern ihre Krapp-Plantagen in profane Kartoffeläcker verwandel(te)n".

Ähnliches geschah, etwa 10 Jahre später, mit dem zweiten wichtigen Naturfarbstoff, dem Indigo: Dessen Ausfuhrmenge allein aus Indien sank nach der Markteinführung des synthetischen Indigos von fast 200.000 Tonnen 1895 auf weniger als ein Zehntel im Jahr 1910. Der Zusammenbruch des Natur-Indigo-Marktes löste in Indien eine schwere soziale Krise aus. Währenddessen amortisierten sich in Deutschland die hohen Forschungs- und Entwicklungsausgaben recht schnell: Bereits 1914 produzierte die Fa. Hoechst 4,5 Millionen Tonnen Indigo pro Jahr!

Materialfluß bei Herstellung von



Tatsächlich waren und sind Naturfarbstoffe gegenüber synthetisch hergestellten damals und heute unter *Marktgesichtspunkten* nicht konkurrenzfähig: Die *betriebswirtschaftliche Bilanz*, die nur die Kosten für Rohstoffe, Energie, Anlagen und Personal einerseits und Verkaufserlöse auf der anderen Seite berücksichtigt, weist die chemischen Produkte als weit billiger und in jedem Fall als profitabler aus. Dafür wurden und werden die ökologischen und gesundheitlichen Folgekosten und Folgen auf die Allgemeinheit und zukünftige Generationen abgewälzt: Die unerwünschten bzw. nicht verwertbaren Nebenprodukte wurden entweder gleich in nahegelegene Gewässer eingeleitet oder gefährden, Jahrzehnte lang deponiert, heute als *Altlasten* Böden und Grundwasser und bedrohen die Umwelt und unsere Gesundheit.

Der Umfang der Belastung durch die synthetische Farbstoffproduktion wird schon bei einer einfachen Bilanz der eingesetzten und hergestellten Stoffmengen deutlich. Nach Angaben der Fa. Hoechst fallen pro Kilogramm (rotem) Farbstoff mehr als 8 kg anderweitig verwertbare Nebenprodukte an - aber auch 6,8 kg definitiver Abfälle, Salze und Farbschlämme inklusive Schwermetalle und chlorierte Kohlenwasserstoffe, die "entsorgt" werden müssen. Bei einem weltweiten Verbrauch von einer halben Million Tonnen Farbstoffe für den Textilbereich (1983) bzw. bei einem Produktionsumfang von synthetischen Farbstoffen in Höhe von ca. 200.000 t pro Jahr in der BRD

entzieht sich der resultierende Chemiemüllberg schnell der Vorstellung.

Eine ökologische ebenso wie eine volkswirtschaftliche Gesamtbilanz muß aber über den Stofffluß hinaus die bei der Produktion entwertete und z.T. an die Umwelt abgegebene Energie einbeziehen, weiter den Herstellungsweg der Vorprodukte (hier: bestimmter Erdölfraktionen und Grundchemikalien) berücksichtigen und schließlich die Folgekosten untersuchen, die durch natürlicherweise nicht vorhandene Abfallstoffe in der Umwelt verursacht werden.

Die Ursache für diese unkontrollierbare Umweltbelastung ist in der Art und Weise zu suchen, in der bei der industriellen chemischen Synthese das Ziel angegangen wird, komplexe Farbstoffmoleküle herzustellen: Mit aggressiven Chemikalien, hohen Temperaturen und Drücken wird die Ausbeute des Produkts optimiert, solange es sich irgendwie *rechnet*.

Der Weg der *Sanften Chemie**) überläßt diese Syntheseleistung,

*) Vgl. hierzu: Armin v. Gleich: *Der wissenschaftliche Umgang mit der Natur. Über die Vielfalt harter und sanfter Naturwissenschaften.* Frankfurt 1989.

Die im weiteren hier verwendeten Begriffe wie "Eingriffstiefe" u.a. stammen vom gleichen Autor. Mit "Sanfter Chemie" ist ein Verständnis von naturnaher (dezentraler) Produktion gemeint, die aggressive Prozesse (Reaktionen mit Chlor und anderen Halogenen; Hochdruck und thermisches Cracken etc.) verzichtet und hauptsächlich natürlich entstandene (und in der Regel leicht abbaubare) Substanzen direkt oder nach geringfügiger Modifikation verwendet bzw. verarbeitet. Vgl. hierzu auch die Publikationen von H. Fischer, Braunschweig, bzw. die AURO-Nachrichten.

hier wie in anderen Bereichen, der Natur: Mit Hilfe von Sonnenlicht, den im Boden vorhandenen Mineralstoffen und einem komplizierten natürlichen Syntheseapparat auf Zellbasis produzieren praktisch alle Pflanzen Farbstoffe, die für die Einfärbung (vorzugsweise) natürlicher Fasern genutzt werden können. Die anfallenden "Abfälle" sind durchwegs kompostierbar, ebenso wie die Pflanzen selbst, die ja Bestandteil natürlicher Stoffkreisläufe sind.

Farben aus der Natur?

Wie oben angedeutet liegt das Ende der traditionellen Textilfärberei auf Pflanzenbasis und des Anbaus von Färberpflanzen noch gar nicht so lange zurück; vielerorts erinnern sogar noch Straßennamen wie *Krappgarten* oder *Färbergasse* daran. Elnem Ausstieg aus dem harten chemischen Weg steht demnach nichts im Wege. Oder?

Zunächst zur landwirtschaftlichen Seite der Naturfarbenproduktion: Zwar enthalten so gut wie alle Pflanzen verwertbare Farbstoffe - meist grüne, gelbe oder braune-, für die dauerhafte Einfärbung von Textilien und unter dem Aspekt des vertretbaren (Energie-, Material- und Arbeits-) Aufwands kommen aber nach dem gegenwärtigen Stand der Kenntnis nur einige wenige in Frage. Die meisten der bekannten Färberpflanzen zeichnen sich dafür durch ausgesprochene Genügsamkeit aus: Als Ruderalpflanzen findet man sie heute wildwachsend auf Schutthalden oder auf sonstigen kargen

Böden. Damit sind sie für die Landwirtschaft besonders für sog. Grenzertragsböden interessant, also überall dort, wo andere Nutzpflanzen nur mit geringem Ertrag wachsen. (Als Gürtel um andere, z.B. Getreidekulturen könnten sie vor Einwanderung von Wildkräutern und Schädlingen schützen, die großflächigen Monokulturen auflockern und den Einsatz von Bioziden senken.)

Obwohl es - wegen der Nichtberücksichtigung notwendiger Strukturveränderungen - eigentlich wenig Sinn macht, den Flächenbedarf für eine 100%ige Deckung des gegenwärtigen Textilfarbenkonsums in der BRD durch Färberpflanzen abzuschätzen, soll dies überschlagsmäßig hier geschehen: Ausgehend von bekannten Daten für die Produktion von Biomasse und für den spezifischen Farbstoffgehalt wären z.Zt. rund 40.000 ha notwendig (und damit weniger als die landwirtschaftliche genutzte Fläche, die z.B. allein 1989 im Rahmen der EG-Stillegungspläne aus der Bewirtschaftung genommen werden sollte). Bei dieser überschlägigen Rechnung bleibt jedoch verschiedenes unberücksichtigt, etwa, daß einige Farbstoffe aus den Abfällen bereits bestehender Kulturen gewonnen werden können - mit den Gerbstoffen aus den Rinden vieler Bäume kann z.B. Wolle beige oder braun eingefärbt werden-, dann aber auch, daß diesen Zahlen der gegenwärtige "pro-Kopf"-Verbrauch von 20 kg Textilien pro Jahr zugrunde liegt.

Wie der Anbau von Hanf und Flachs stellt die Wiedereingliederung der Färberpflanzen in

die Palette der nachwachsenden Rohstoffe schon heute eine Möglichkeit dar, dem großflächigen Landbau durch eine angereicherte Fruchtfolge auf kleineren Parzellen entgegenzuwirken.

Wichtig erscheinen in diesem Zusammenhang auch die Notwendigkeit und die Möglichkeit zu einer Dezentralisierung von Produktion und Weiterverarbeitung. Denn es ergibt - unter dem Blickwinkel der ausgeführten Kritik an der Produktion der synthetischen Farbstoffe - keinen Sinn, nur die Rohstoffbasis auszutauschen und fortzufahren mit zentralisierter und monopolartig organisierter industrieller Verarbeitung. (Daß Naturextrakte sogar im Rahmen hochtechnisierter Färbeverfahren mit Erfolg eingesetzt werden können, hat die flexible Reaktion einiger Firmen Ende der 70er Jahre gezeigt, als die Nachfrage nach pflanzengefärbter Wolle sprunghaft anstieg.) Zur Entwicklung einer Technologie, die diesen Erfordernissen angepaßt ist, bedarf es noch intensiver Forschungsanstrengungen. Gleiches gilt für die lange Zeit vernachlässigte Untersuchung der bekannten und weitere Pflanzen auf relevante Inhaltsstoffe.

Ungeklärt sind zur Zeit auch noch die Möglichkeiten für abfall- und rückstandsarme Verarbeitungs-, Färbe- und Textildruckverfahren. Die im Zusammenhang mit den synthetischen Farbstoffen entwickelten Techniken benützen in großem Umfang chemische Textil- und Färbehilfsstoffe: Im Durchschnitt wird dabei noch einmal ein Zehntel der eingesetzten

Farbstoffmenge in Form anderer Chemikalien für die "Ausstattung" bzw. für die Färbe- und Druckvorbereitung und Nachbehandlung eingesetzt.

Die im Vergleich zu den synthetischen Textilfarbstoffen eingeschränkte Farbskala könnte prinzipiell dadurch erweitert werden, daß man die pflanzlichen Inhaltsstoffe einer geringfügigen chemischen Modifikation unterwirft. (Z.B. lassen sich aus dem isolierten Alizarin des Krapps praktisch alle bekannten Vertreter aus der Familie der Alizarinfarbstoffe erzeugen.) Vor der Diskussion der Vor- und Nachteile solcher Manipulationen (bei denen man die prinzipielle Syntheseleistung der Natur überläßt und anschließend eine "Anpassung" an die gesellschaftlichen "Bedürfnisse" vornimmt), müßte jedoch die Frage geklärt werden, ob tatsächlich die Vorstellung der universellen Machbarkeit ("*Wir liefern Ihnen jede gewünschte Farbe für jeden Zweck*") zur Richtschnur des Urteils und des Handelns gemacht werden soll ...

Die Vorteile einer Modifikation liegen klar auf der Hand: Am Markt stiege die Konkurrenzfähigkeit der Produkte auf Naturstoffbasis, die Wünsche nach bestimmten modischen Nuancen könnten eher befriedigt werden. Andererseits setzen solche chemischen Strukturveränderungen in der Regel die Isolation des betreffenden Inhaltsstoffes voraus. Dies ist wiederum mit einem Aufwand von Energie und - im Einzelfall - von bestimmten Chemikalien verbunden, den man ja gerade vermeiden wollte.

Das Vorliegen der farbgebenden Inhaltsstoffe als mehr oder weniger komplexes Gemisch wirkt sich aber nicht nur "störend" aus. Es ist die Ursache dafür, daß die meisten Naturfarben miteinander harmonieren. Denn im Unterschied zu den Synthesefarben, die nach dem Willen der Produzenten als Einzelstoff oder als definiertes Gemisch ein gesetzt werden, gibt es in der Natur (fast) keine spektralreinen Farben: Die Farben wirken gebrochen, dafür aber warm. (Es sind übrigens oft die gleichen Leute, die für die Allmachbarkeit der Chemie plädieren und ein ander Mal - wegen der unnachahmlichen Ästhetik - einen teuren pflanzengefärbten Teppich erwerben.)



Indigopflanze

Und die Perspektiven?

Nicht nur im Textilbereich haben sich die Hoffnungen der industriellen Produzenten auf eine immer weiter fortschreitende Formierung des Marktes in Richtung auf synthetische Produkte nicht im erwarteten Umfang erfüllt. Inzwischen hat sich in allen Lebensbereichen gezeigt, daß trotz Technisierung und Chemisierung unserer Gesellschaft und Umwelt viele Mitmenschen noch ihr Sensorium für die sie umgebenden Stoffe bewahrt haben. Tatsächlich sind viele Erwachsene (und die Mehrzahl der Kinder) auch heute noch in der Lage, mit geschlossenen Augen Stoffe und andere Materialien voneinander zu unterscheiden und teilweise sogar zu identifizieren.

"Künstliches fühlt sich eben glatt und kalt an". Es ist vorstellbar, daß es gerade die angenehme (und vielleicht lange vermißte) Stoffe Erfahrung war, die vor einigen Jahren zu jenem Natur-Boom beim Stricken und Färben geführt hat.

Auch sonst darf jener zunächst sehr vordergründig erscheinende Trend zur Natur nicht gering geschätzt werden: Im Unterschied zum kaufhausmäßigen Tausch "Ware gegen Geld" mach(t)en die Spinn-, Färbe- und Strickarbeiten auch wieder einen Zugang zu einer ganzheitlichen Stoff- und Selbsterfahrung möglich. Denn das Zupfen, Kämmen und Spinnen von Wolle, das Sammeln, Trocknen und Kochen von Färbepflanzen und die anschließende Verarbeitung zu einem Produkt mit persönlichem Gebrauchswert,

ob Pullover oder Webstück, bedeuten mehr als nur die Wiedergewinnung vergessener handwerklicher Techniken; mit Wollfett an den Händen und kaum gekannten Gerüchen in der Nase erschließt sich eine neue Art Erfahrungen.

Auch wenn dieses fast romantische Bild einer mehr oder weniger direkten Begegnung mit Natur nicht identisch ist mit einer vorstellbaren Produktion von Stoffen und Garnen aus pflanzengefärbten Naturfasern in einer Art von dezentralen Manufakturen, so zeigt es doch,

daß hier Rohstoffe, Verarbeitungsprozesse und Arbeitsabläufe wieder greifbar oder doch wenigstens wieder nachvollziehbar werden. Damit lassen die Produkte wieder jenes Stück "kristallisierter Arbeit(skraft)" erkennen, das sie möglicherweise von einer bloßen Ware unterscheidet. Zumindest für die so *selbstergestellten* Gegenstände gilt, daß sie längst nicht so schnell ausgemustert und zum Müll geworfen werden, - wo sie im Unterschied zu Stoffen aus Synthefasern zudem noch einem sinnvollen Recycling zugeführt werden können.



Blaufärber

Holzschnitt aus: Jost Amman: Eygentliche Beschreibung aller Stände auff Erden. Frankfurt am Main 1568