

Südostasien Magazin

Einzelheftpreis EUR 9,99



Indigo - Der König der Farbstoffe **Dr. Renate Kaiser-Alexnat**

SüdostasienMagazin Ausgabe 3/2008 - Seiten 110 - 121

Sonderdruck

Indigo

Der König der Farbstoffe

von

Dr. Renate Kaiser-Alexnat

Auszug aus dem
SüdostasienMagazin 3 / 2008

Indigo

Der König der Farbstoffe



Blühender Indigostrauch

Von dem blauen Farbstoff Indigo ging über Jahrhunderte hinweg eine große Faszination aus, die auch heute noch ungebrochen ist. Indigo ist einer der ältesten und weltweit bekanntesten Farbstoffe. Er wurde von den Völkern fast aller Kontinente seit frühester Zeit vor allem zur Färbung von Textilien genutzt. Die frühe Nutzung von Indigo ist erstaunlich, wenn man sich die Komplexität der Indigofärberei vor Augen führt. Wie es den Färbern gelang, das komplizierte Färbeverfahren zu entwickeln bleibt bis heute ein Rätsel. Vermutlich wurde das Färben mit Indigo auf den verschiedenen Kontinenten unabhängig voneinander entdeckt. Erste Spuren der Indigofärberei lassen sich in Indien bis ins 3. Jahrtausend v. Chr. zurückverfolgen. Auch den Ägyptern war die Kunst des Färbens mit Indigo bekannt. In Grabkammern fand man Mumien, die in blau gefärbte Bänder gewickelt waren. Um den Indigo rankt eine wechselvolle Geschichte, die ihm aufgrund seiner großen weltwirtschaftlichen Bedeutung den Titel „König der Farbstoffe“ einbrachte.

Indigo - Ein pflanzlicher Farbstoff

Vor der Zeit der industriellen Produktion synthetischen Indigos wurde ausschließlich natürlicher Indigo pflanzlichen Ursprungs verwendet. Der Naturindigo kann aus zahlreichen Pflanzenarten gewonnen werden. Unter den Indigopflanzen haben die in tropischen und subtropischen Regionen gedeihenden Indigosträucher (*Indigofera*-Arten) weltweit die größte wirtschaftliche Bedeutung. In Mitteleuropa bildet der Färberwaid (*Isatis tinctoria* L.) und in Ostasien – vor allem China, Japan, Korea und Vietnam – der Färberknöterich (*Polygonum tinctorium* Ait. bzw. *Persicaria tinctoria* Ait.) die pflanzliche Grundlage für Blaufärbungen mit Indigo.

Indigo – Ein Küpenfarbstoff

Die Pflanzenfarbstoffe werden hinsichtlich der Art der Färbung in Direkt-, Beizen- und Küpenfarbstoffe eingeteilt. Während die Direkt- und Beizenfarbstoffe bereits vollständig in den Pflanzen ausgebildet sind und ihre weitere Unterscheidung darauf basiert, ob der Farbstoff beim Färbeverfahren direkt auf die Faser „aufzieht“ oder die Faser zur Erzielung einer beständigen Färbung zuvor „gebeizt“ werden muss, unterscheiden sich die Küpenfarbstoffe sowohl hinsichtlich des Zustands der

Farbe in der Pflanze als auch des Färbeverfahrens von den beiden anderen Farbstoffgruppen.

Der blaue Farbstoff Indigo ist das bekannteste Beispiel für einen Küpenfarbstoff. Er liegt in den Pflanzen nicht als Farbstoff selbst vor, sondern in Form farbloser, wasserunlöslicher Vorstufen des Indigos. Die meisten Indigopflanzen enthalten Indican als Indigovorstufe, während beim Färberwaid Isatan A und Isatan B vorherrschen und Indican nur in geringen Mengen vorliegt.

Die farblosen Indigovorstufen sind unlöslich und nur in reduziertem Zustand wasserlöslich. Um den Indigo nutzbar zu machen, müssen die Vorstufen zunächst mit Reduktionsmitteln in die wasserlösliche Vorform des Farbstoffs, die Leucoform (so nennt man die reduzierte Form des Farbstoffs), umgewandelt werden. Diese Umwandlung erfolgt mittels Vergärung. Bei diesem Prozess sterben die Pflanzenzellen ab und die Indigovorstufen treten heraus. Durch pflanzeigene Enzyme – die sich bei den intakten Blättern in separaten Zellkompartimenten befinden - wird der Zucker abgespalten, sodass das wasserlösliche Indoxyl frei wird. Unter Einwirkung von Luftsauerstoff vereinigen sich je zwei Indoxylmoleküle zum wasserunlöslichen, blauen Farbstoff Indigo.

Indigopflanzen

Pflanzenart	Familie	Vorkommen
<i>Indigofera</i> -Arten Deutsch: Indigostrauch Englisch: Indian indigo	<i>Fabaceae</i>	Südasiens, Afrika, Mittel- und Südamerika
<i>Isatis tinctoria</i> L. Deutsch: Färberwaid Englisch: Woad	<i>Cruciferae</i>	Mitteleuropa, Mittelasien, Nordafrika
<i>Polygonum tinctorium</i> Ait. Deutsch: Färberknöterich Englisch: Dyer's Knotweed	<i>Polygonaceae</i>	China, Japan, Korea, Vietnam

Neben diesen bedeutenden Pflanzenarten werden in allen Breiten - außer in den Polarzonen - auch weitere Indigo-liefernde Pflanzen genutzt: In Südostasien *Wrightia tinctoria* (= *Nerium tinctorium*, Färberoleander), *Strobilanthes cusia* (= *Strobilanthes flaccidifolia*), *Marsdenia tinctoria* (= *Asclepias tinctoria*, Färberschwalbenwurz) und *Tephrosia tinctoria* (= *Galega tinctoria*, Färbende Geißbraute); in China *Adenostemma lavenia* (Färbende Fleckblume) und *Isatis indigotica* (Chinesischer Waid); im tropischen Afrika *Philenoptera cyanescens* (= *Lonchocarpus cyanescens*, Garapflanze) und *Philenoptera laxiflora* (= *Lonchocarpus laxiflora*); im tropischen Amerika *Justicia spicigera* (= *Jacobinia mohintli*) und *Justicia colorifera* (= *Jacobinia tinctoria*); in Brasilien *Eupatorium laeve* (= *Eupatorium tinctorium*) sowie in Europa und Nordafrika *Succisa pratensis* (Gemeiner Teufelsabbiss).

Zum Färben wird der Indigo, da er selbst nicht wasserlöslich ist, zunächst in alkalischer Lösung mittels Reduktionsmitteln wieder in die wasserlösliche Form (Leucoform) – den so genannten Leucoindigo (von dem Griechischen leukos, weiß; daher auch die Bezeichnung Indigoweiß, obwohl die Farbe in Wirklichkeit gelblich-grün ist) – zurückverwandelt. Diese Umwandlung bezeichnet man als Verküpfung.

Als wichtige Bestandteile des Färbebad – der so genannten Küpe – wurden früher Kalk und abgestandener Urin – in dem bei der Lagerung Ammoniak entsteht – zugesetzt. Eine neue Epoche in der Indigofärberei begann mit der Entdeckung des starken Reduktionsmittels Natriumhydrosulfit mit dem es erstmals möglich war die Indigoküpe in einfacher und sicherer Form anzusetzen. In kurzer Zeit (kalt in ca. 50 - 60 Minuten, bei Erwärmen in ca. 30 Minuten) war die Reduktion vollzogen.

Beim eigentlichen Färbvorgang werden die Textilien in die Küpe getaucht, in der sie sich zunächst gelb färben. Erst wenn das Färbegut durch Aufhängen auf einer Leine mit Luftsauerstoff in Berührung kommt, färben sich die Textilien innerhalb kurzer Zeit von gelb über grün nach blau.

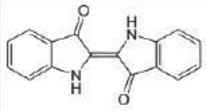
Hinter dem sichtbaren Übergang der im Färbebad gelb gefärbten Textilien über Grün- zur Blaufärbung an der Luft, dem so genannten „Vergrünen“, steht die allmähliche Oxidation des aus der Küpe auf die Faser aufgezogenen Indigoweiß mit Luftsauerstoff zum wasserunlöslichen Indigo. Der Indigo verbindet sich dabei nicht chemisch mit der Textilfaser, sondern haftet als unlösliches Pigment mittels Adhäsionskräften auf der Faseroberfläche. Das erklärt die geringe Reibechtheit des Indigos. An besonders beanspruchten Stellen des Stoffes, kann daher mit der Zeit der ursprüngliche Farbton der Faser wieder zum Vorschein kommen.

Indigo – Der Indigostrauch

Biologie

Der Indigostrauch gehört innerhalb der Familie der Schmetterlingsblütler (*Fabaceae*) zur großen Gattung *Indigofera*, die ca. 700 Arten umfasst. Für die Indigogewinnung spielen die beiden Arten *Indigofera tinctoria* und *Indigofera arrecta* die größte Rolle, wobei die erste genannte Art in Indien und die zweite in Afrika beheimatet ist. In Mittel- und Südamerika werden hauptsächlich *Indigofera suffruticosa* (= *Indigofera anil*) und

Indigo

Name	altindisch: Nil/Nila (dunkelblau) griechisch: Indikón (das Indische) lateinisch: Indicum
Aussehen	dunkelblaues Pulver
Hauptbestandteil	Indigotin
Strukturformel	
Summenformel	$C_{16}H_{10}N_2O_2$
Bezeichnung	2,2'-Biindolinyliden-3,3'-dion
Molekulargewicht	262,26 g/mol
Schmelzpunkt	390°C
Löslichkeit	unlöslich in Wasser, Alkohol und verdünnten Säuren, löslich in konz. Schwefelsäure
Färbbeeignung	sehr lichtecht und waschbe- ständig, aber nicht abriebfest
Verwandter	Purpur (6,6'-Dibromindigo)



Indigofera micheliana angebaut. Daneben umfasst die Gattung *Indigofera* zahlreiche weitere Indigolieferanten.

Der Indigostrauch ist ein ca. 1,5 Meter hoher mehrjähriger Strauch mit unpaarig gefiederten Blättern. Die roten oder weißen Schmetterlingsblüten sind in kurzen Trauben angeordnet und die Früchte sind kleine, schmale, knotige Hülsen.

Anbau

Der Anbau des Indigostrauchs ist nur in tropischen und subtropischen Gebieten lohnend. Für einen erfolgreichen Anbau ist es entscheidend, dass hochwertiges Saatgut verwendet wird. Außerdem sollte der Anbau auf fruchtbaren Böden erfolgen, die vor der Regenzeit mehrmals bearbeitet werden. Auch eine ausreichende Wasserversorgung durch Beregnung ist wichtig für den Anbauerfolg.

In Indien (Pondichéry) werden im März kleine Furchen im Abstand von 40 – 45 cm gezogen und die Samen in Abständen von etwa 6 cm eingelegt. Bereits nach 3 – 5 Tagen beginnt die Keimung und die Pflanzen wachsen rasch. In dieser Zeit werden die Bestände sorgfältig von Beikräutern befreit, weil diese ansonsten mit verarbeitet würden und sowohl die Menge als auch die Qualität des Farbstoffes ungünstig beeinflussen. Nach etwa 3 - 4 Monaten – zu Beginn der Blüte – ist der Indigo-gehalt der Blätter am höchsten und der erste Schnitt kann erfolgen. Je nach Witterungsverhältnissen bilden sich nach der Ernte neue Schösslinge, sodass nach 2 - 4 Monaten ein weiterer Schnitt erfolgen kann. Insgesamt sind bis zu drei Schnitte pro Jahr möglich, wobei die Folgeschnitte weniger ergiebig sind. Auf diese Weise lässt sich eine Pflanzung 2 bis 3 Jahre nutzen.

Obwohl die Indigovorstufe Indican sich nur in den Blättern befindet, werden bei der Ernte die ganzen Zweige – samt Blättern - etwa 10 - 20 cm über dem Boden abgeschnitten, gebündelt und möglichst zügig verarbeitet.

Die Indigoerträge hängen sehr stark von der angebauten *Indigofera*-Art ab, wobei mit *Indigofera arrecta* mit Abstand die höchsten Erträge erzielt werden. In Indien wird von Rekorderträgen zwischen 135 und 325 kg Indigostücken pro Hektar und Jahr berichtet. Für *Indigofera tinctoria* werden Erträge von 22 - 55 kg pro Hektar genannt. In El Salvador werden mit *Indigofera micheliana* im ersten Anbaujahr Indigoerträge von 12 - 18 kg/ha und ab dem zweiten Jahr 20 – 39 kg/ha erzielt. Da bei diesen Ertragsangaben kein Hinweis auf die absoluten Indigotingehalte gegeben wird, sind sie nicht direkt vergleichbar, sondern als Richtwerte anzusehen.

Verarbeitung

Die Gewinnung des Indigos erfolgt in so genannten Indigoterien oder Faktoreien. Hier werden die frisch geschnittenen Zweige in einer speziellen Anlage verar-

beitet, die aus zwei in ungleicher Höhe nebeneinander stehenden großen Bassins oder gemauerten Steinbecken besteht. In dem oberen Becken werden die Zweige fest übereinander geschichtet, mit Steinen oder Hölzern beschwert und mit Wasser übergossen, sodass sie völlig bedeckt sind. Durch die hohe Luftwärme setzt nach kurzer Zeit eine Gärung ein, die sich durch die Entwicklung großer Mengen Kohlendioxid und anderen Gasen bemerkbar macht. Außerdem bildet sich auf der Flüssigkeit Schaum, der nacheinander verschiedene Färbungen annimmt. Wenn die Flüssigkeit eine intensive gelb-grüne Farbe und einen angenehm süßlichen Geruch angenommen hat und der überstehende Schaum braunrot mit kupferigem Metallschimmer geworden ist, wird die Gärung abgebrochen. Nun wird die Flüssigkeit in das tiefer gelegene, flachere Becken abgelassen. Der erste Behälter wird von den Pflanzenresten gesäubert und neu befüllt.

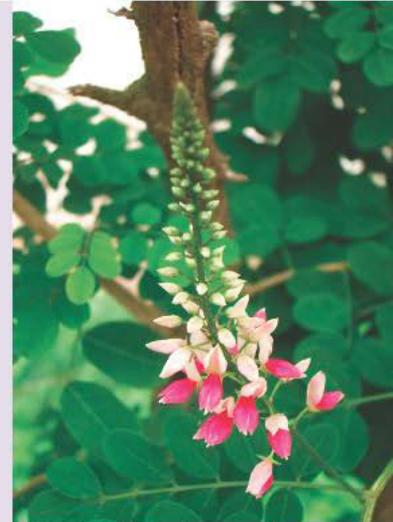
Die Flüssigkeit im tiefer stehenden Becken wird ca. 1½ bis 3 Stunden fortwährend stark bewegt um möglichst viel Sauerstoff zuzuführen. Die Luftzufuhr erfolgt mittels Schaufelrädern oder durch einfaches Schlagen mit Ruten, Holzlatten oder auch in harter Beinarbeit - wie es in dem Video „Natural Indigo Extraction“ unter www.youtube.com zu sehen ist. Unter Einwirkung des Luftsauerstoffs vereinigen sich je zwei farblose Indoxylmoleküle zum unlöslichen blauen Farbstoff Indigo, der sich während des Schlagens zu festen Körnern und Flocken zusammenballt und sich schließlich als blauer flockiger Schlamm am Beckenboden absetzt. Nach dem Ablassen der überstehenden klaren Flüssigkeit wird die verbleibende Masse mit Wasser gewaschen und anschließend filtriert. Durch Auspressen wird der Wassergehalt der blauen Masse nochmals reduziert.

Indigostrauch



Dann wird die feuchte Masse durch Zerschneiden mit Messingdrähten in Würfelform gebracht, häufig noch mit dem Zeichen der Faktorei versehen und im Schatten oder in Trockenhäusern langsam getrocknet. Die Trocknung dauert mindestens 60 Tage, wobei die Stücke alle 2 – 3 Tage gewendet werden.

Bei einer Temperatur von 35°C dauert die Gärung – in Abhängigkeit vom Pflanzenalter – etwa 18 Stunden und die Oxidation verbunden mit der Abscheidung des Indigos einige Stunden. Die ganze Prozedur erfordert große Aufmerksamkeit um sowohl eine Übergärung als auch eine übermäßige Lüftung zu vermeiden und so eine hohe Produktqualität zu gewährleisten.



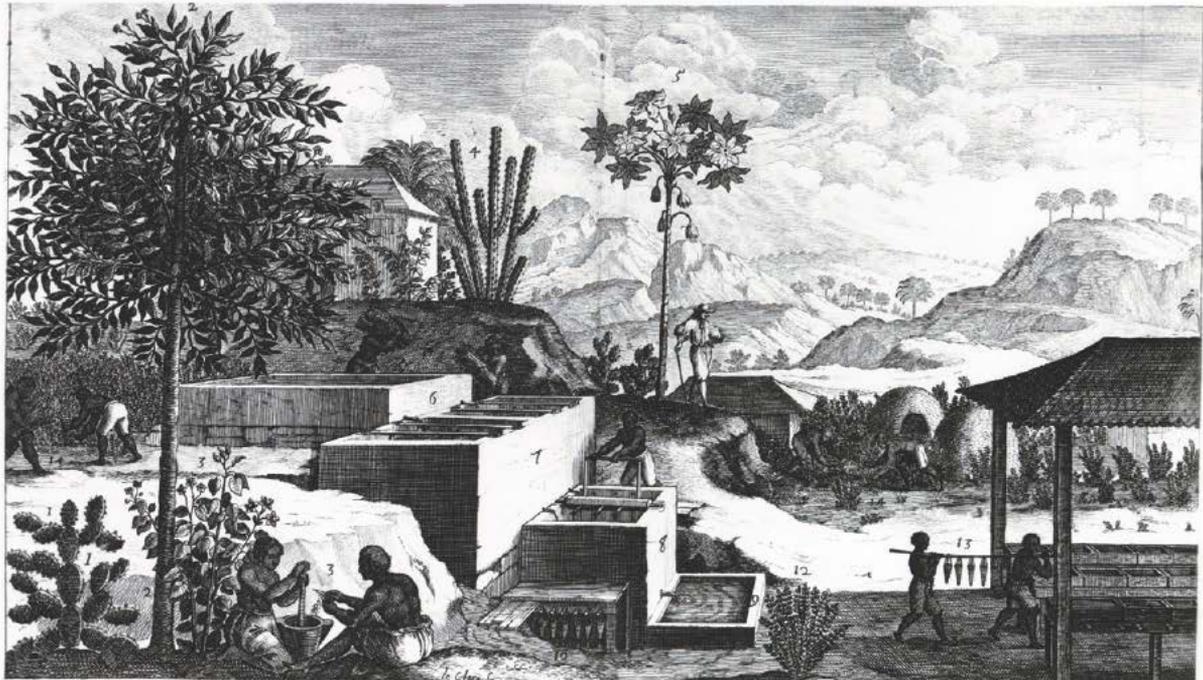
Blütentraube des Indigostrauchs

Das Handelsprodukt Indigo ist immer ein Gemisch verschiedener Substanzen, unter denen der eigentliche Blaufarbstoff Indigotin bei den verschiedenen Sorten in schwankenden Mengen vorkommt. Früheren Angaben zufolge enthielten die besten Indigosorten 70 - 90% Farbstoff und stammten vorwiegend aus Java. Bei guten Sorten liegt der Gehalt an reinem Indigo um 40 bis 50 %, während Sorten geringerer Qualität kaum über 20 % Indigo enthalten.

Als Anhaltspunkte für die Qualität des Indigos werden verschiedene Merkmale herangezogen. Hinsichtlich der Farbe sind die besten Sorten dunkelblau, während die Sorten von geringerer Qualität purpurblau oder violett und ohne Glanz sind. Beim Reiben mit einem glatten Gegenstand entsteht bei Sorten geringerer Qualität ein kupferroter Metallglanz, der bei feineren Sorten mehr gelblich-rötlich ist. Weiterhin ist guter Indigo leicht; auf Wasser schwimmend; trocken, sodass er aufgespritztes Wasser rasch aufsaugt; leicht zerbrechlich und homogen. Demgegenüber taucht Indigo geringerer Qualitäten in Wasser unter; ist hartbrüchig und weist einen matten Strich und körnige, streifige, unreine Bruchflächen auf.

Geschichte

Der Indigo wird seit undenklichen Zeiten in Indien für den Eigenbedarf genutzt. In Europa war der indische Indigo zwar schon in der Antike bei den Griechen und Römern bekannt, wurde zunächst jedoch als exotische Rarität nur wenig verwendet. Der Indigo wurde erstmals als Malpigment in einem Werk aus dem 1. Jahrhundert v. Chr. erwähnt, während er zum Färben von Textilien in Europa zunächst keine allgemeine Ver-



1. Figuier Inde ou Kaguene. 110. 2. Gempa. 119. 3. Rocou et les Negres qui le pillent. 123. 4. Cierge Espinoux. 130. 5. Bou de Trompette. INDIGOTERIE. 6. Bassin. 7. la Yempoire. 8. La Baurie. 9. le Reposeir. 10. Chauffe ou Stegout Indigo. 12. Plante d'Indigo. 13. Negres portant l'Indigo aux caissins pour le secher. 14. Negres coupant portants l'Indigo. 107.

Arbeitsschritte in einer Indigoterie (Jean-Baptiste du Tertre, Histoire générale des Antilles, 4 vols, Paris, 1667)

breitung fand, weil den Färbern in dem heimischen Waid bereits eine Indigopflanze zur Verfügung stand. Weder die Griechen noch die Römer hatten eine klare Vorstellung vom Indigostrauch und der Gewinnung des Farbstoffs. Damals wurde Indigo jedoch schon in der Medizin als Adstringens (zusammenziehendes Mittel) bei Entzündungen und Geschwülsten sowie zur Reinigung und Heilung von Wunden eingesetzt.

Den ersten Bericht über die Gewinnung von Indigo im Königtum Kulam an der Westküste Indiens brachte der Venezianer Marco Polo um 1300 von seinen Reisen nach Europa. Dennoch hielt man den Indigo fälschlicherweise noch lange Zeit für ein Mineral, das bergmännisch gewonnen wird und bezeichnete ihn als indischen Stein.

Nach der Entdeckung des Seeweges nach Indien durch Vasco da Gama (1498) wurde der asiatische Indigo durch portugiesische Händler in immer größeren Mengen nach Europa gebracht. Mit der Gründung der niederländischen Ostindien-Kompanie (niederländisch: Vereenigde Oostindische Compagnie; abgekürzt: V.O.C. bzw. VOC oder Kompanie) im Jahre 1602 begannen auch die Holländer vermehrt Indigo aus Indien einzuführen. Wegen der großen Nachfrage baute man den Indigostrauch bereits im 16. Jahrhundert in Indien und Südostasien auf großen Plantagen an.

Die Spanier führten den Anbau des Indigostrauchs auch in ihren Kolonien Guatemala und Venezuela ein. Besonders auf den Antillen dehnten sich die Indigopflanzungen rasch aus. Von der Karibik und den englischen Kolonien in Nordamerika wurden so große Mengen Indigo exportiert, dass der Weltmarkt zwischenzeitlich hauptsächlich aus diesen Regionen gespeist wurde.

Nach dem Verlust der nordamerikanischen Kolonien legten britische Kolonisten vor allem in Bengalen ab 1783 Indigopflanzungen an. Durch diese Neubelegung des Indigoanbaus rückte Indien als Produktionsland für Indigo wieder an erste Stelle und in Britisch-Indien erreichte die Indigoproduktion 1896 – ein Jahr vor der Markteinführung von synthetischem Indigo – mit 9.500 Tonnen Indigo ihren Höhepunkt. Die Indigoanlagen Indiens umfassten 1895 ca. 7.000 km², wobei sich der Hauptanteil in Bengalen und Madras (jeweils 2.000 km²) sowie in den Nordwestprovinzen befand.

Anfänglich bereitete der Umgang mit dem Indigo in Europa noch Schwierigkeiten. Zur Umwandlung des Indigos in die zum Färben erforderliche Leucoform verwendete man zunächst Operment (Arsensulfid), eine Methode die vermutlich von den indischen Färbereien übernommen wurde. Das Arbeiten war für die Färber mit gesundheitlichen Risiken verbunden und die ätzende Wirkung des Operments auf die Faser führte

zum Ruf des Indigos als „Corrosivfarbe“. Später verwendete man Vitriolküpen mit Eisensulfat und Kalk zur Reduktion des Indigos. Das Eisenvitriol machte die Fasern jedoch hart und brüchig und führte zu einer Schädigung des Gewebes. Aus diesen Gründen – und auch zur Unterstützung der heimischen Waidwirtschaft – wurden Verbote erlassen, die die Einfuhr und die Weiterverarbeitung des exotischen Indigos verhindern sollten. Je besser man jedoch den Umgang mit dem Indigo beherrschte, umso stärker trat die Färbung mit Waidindigo in den Hintergrund. Im 17. Jahrhundert setzte sich der indische Indigo aufgrund seines niedrigeren Preises und höheren Farbstoffgehalts immer mehr durch, sodass die Färbung mit exotischem Indigo im 18. Jahrhundert in ganz Europa Standard war.

Mit den Jeans begann eine neue Ära in der wechselvollen Geschichte des Indigos. Im Jahr 1850 wanderte der zwanzigjährige Kaufmann Levi Strauss aus Buttenheim (Oberfranken) nach San Francisco aus. In dieser Zeit herrschte im Westen der USA der Goldrausch und Levi Strauss stellte aus indigogefärbtem Drillich strapazierfähige Arbeitskleider her. Den Drillich importierte er aus dem französischen Nîmes. Aus dem französischen „Bleu de Nîmes“ wurde das amerikanisierte „Blue Denim“. Da der blaue Stoff von Genua in die USA kam, sprach man von „Bleu de Gènes“, woraus die Bezeichnung „Blue Jeans“ abgeleitet wurde. Die ersten Jeans wurden mit Naturindigo gefärbt.

Indigo – Der Färberwaid

Biologie

Der Färberwaid (*Isatis tinctoria* L.) gehört zur Familie der Kreuzblütler (*Cruciferae*) und ist zweijährig. Im ersten Jahr bildet er zahlreiche bläulich-grüne Blätter, die in einer grundständigen Blattrosette angeordnet sind. Nach dem Winter schosst der Färberwaid im zweiten Jahr zu Vegetationsbeginn und bildet viele 1 bis 1,2 Meter hohe Triebe. Anfang bis Mitte Mai entwickeln sich zahlreiche gelbe Blütenchen, aus denen nach etwa 6 bis 7 Wochen schwarz-violette Früchte – die so genannten Schötchen – hervorgehen.

Anbau

Bei Aussaat im Spätherbst – ab Ende Oktober – bzw. im zeitigen Frühjahr – von Anfang März bis Mitte April – bleibt der Färberwaid im ersten Anbaujahr im Blatt-

stadium. Die Blätter enthalten die höchsten Gehalte an Indigovorstufen und werden für die Farbstoffnutzung verwendet. Aufgrund seiner guten Regenerationsfähigkeit ist der Färberwaid im ersten Jahr mehrschnittig nutzbar. Der erste Schnitt der Waidblätter sollte nach Bestandesschluss etwa Ende Juni bis Anfang Juli erfolgen sobald die unteren Blätter gelb werden und im günstigsten Falle an den Rändern eine leicht violette Färbung aufweisen. Folgeschnitte sind alle 5 – 7 Wochen möglich, so dass im Jahr in der Regel drei Schnitte erfolgen können. Die Blatterträge liegen insgesamt bei 150 – 250 dt/ha Frischmasse. Im Verlauf der Vegetationsperiode nimmt der Blattertrag mit jedem weiteren Schnitt ab. Der Ertragsabfall ist gleichzeitig mit einer Verringerung des Indigogehaltes verbunden. Auch beim Waid schwanken die Angaben zum Farbstofftrag sehr stark. Bei einem modernen Produktionsverfahren werden beispielsweise ca. 2 - 3 Kilogramm Waidpigment pro Tonne frischer Waidblätter genannt.



Blattrosetten des Färberwaid

Früher wurden die Blattbüschel in Handarbeit mit gekrümmten, sehr scharfen Stech- bzw. Waideisen 2 bis 3 cm über dem Boden – möglichst ohne den Wurzelkopf zu verletzen – abgeschnitten. Bei dem heutigen modernen Anbauverfahren haben sich für die Blatternte Spezialmaschinen aus dem Gemüse- bzw. Kräuteranbau, z.B. die Spinat- oder Petersilienerntetechnik bewährt.

Verarbeitung

Der Anbau und die Verarbeitung des Färberwaides waren früher räumlich getrennt. Den Bauern war es vorbehalten, den Waid anzubauen, zu ernten, aufzuarbeiten und in den Waidstädten auf dem Markt zu verkaufen, während die Waidhändler und Waidknechte den Waid zu „Farbpulver“ weiterverarbeiteten und damit Handel betrieben.



Färberwaid in der Blüte

Nach der Ernte wurden die Waidblätter sofort verarbeitet. Sie wurden gewaschen, angewelkt und unter Zugabe von Wasser in den Waidmühlen zerquetscht. Der entstandene Brei – das Waidmus – wurde auf ein Meter hohe Haufen geschichtet. Durch mehrmaliges Trocknen und erneutes Anfeuchten des Breies wurde eine Gärung in Gang gesetzt. Nach etwa 14 Tagen wurden aus dem vergorenen Waidmus von Hand Bällchen – die Waidkugeln – geformt, die auf speziellen Horden – den Darrn – getrocknet wurden. Bei sonnigem Wetter dauerte das Trocknen etwa 2 bis 3 Tage. Dann brachten die Waidbauern die getrockneten Waidbällchen zu den städtischen Waidmärkten und verkauften sie an die Waidhändler. Damit endete die Arbeit der Bauern. Vor dem Verkauf wurde die Qualität durch den Waidmarktmeister überprüft. Die Prüfung der angebotenen Ware erfolgte in der Weise, dass auf Papier oder Stein Proben der getrockneten Waidbällchen gezogen wurden. Je dunkler der Farbton, umso besser war die Qualität des Waid, die auch entsprechend bezahlt wurde.



Waidmühle in Thüringen
(Neudietendorf)

Die weitere Verarbeitung – die „Aufschließung“ des Farbstoffs – war den Waidhändlern vorbehalten. Sie stellten meist Waidknechte an, die diese „übel riechende“ Tätigkeit ausführten. Die Waidkugeln wurden auseinander genommen und mit Wasser oder Urin wieder angefeuchtet und auf Haufen geschichtet um eine erneute Fermentierung in Gang zu setzen. Nach einiger Zeit wurde der Haufen auseinander gebreitet und erneut aufgeschichtet. Diesen Vorgang wiederholte man einige Male. Dann wurde das Material getrocknet, zu Pulver gemahlen, in so

genannte Waidfässer abgefüllt und schließlich zum Verkauf angeboten.

Die Blaufärberei mit Waid war früher nur aus der Gärungsküpe möglich und ziemlich kompliziert, sodass sie nur von erfahrenen Blaufärbern durchgeführt wurde. Zum Färben wurde in den mittelalterlichen Färbereien mit dem Waidpulver eine Küpe angesetzt. Zunächst wurde in einen Kessel mit Wasser etwas Krapp und Kleie zugegeben, das Ganze erhitzt und die Flüssigkeit danach in den Färbebottich überführt. Der Krapp und die Kleie beschleunigten den nun folgenden Gärungsprozess im Färbebottich, dem schließlich das Waidpulver und einige Stunden später gestandener Urin, ungelöschter Kalk oder Pottasche beigemischt wurden. Bei diesem Vorgang wurde die Brühe, auch Färbeküpe genannt, mehrmals umgerührt. Die Temperatur hielt man auf etwa 60°C. Die nun einsetzende Fermentation dauerte etwa drei Tage, bis die Oberfläche der Färbeküpe blau aussah. Nun konnte das Färben beginnen.

Die nasse Wolle oder das nasse Tuch wurden in den mittelalterlichen Färbeküchen üblicherweise am Sonnabend in die Küpe getaucht, damit die Vorstufe des Indigos über Sonntag genügend Zeit hatte um auf die Fasern aufzuziehen. In der Küpe nahm das Färbegut zunächst eine gelblich-grünliche Farbe an. „Was gut grünt, das tut gut blauen“ besagt ein alter Blaudrucker-spruch. Am Montag früh wurden die Stoffe bzw. die Wolle



Früchte des Färberwaid

aus der Küpe genommen und auf einer Leine aufgehängt. Erst an der Luft entwickelt sich die beständige blaue Farbe Indigo. Dieser Tag des Bläuens ist heute umgangssprachlich immer noch als „blauer Montag“ bekannt. Auch das sprichwörtliche „blau machen“ leitet sich von diesem prozessbedingten Ruhetag in der Blaufärberei ab.

Nach der Einführung des asiatischen Indigos auf dem europäischen Markt blieben die Blaufärber zunächst zwar noch beim für Waid üblichen Verfahren, der Waidküpe. Um intensivere Blautöne zu erreichen, fügten sie jedoch in steigendem Maße Indigo zu.



Indigo Fabrik in Bengalen (William Simpson, 1867; British Library)

Geschichte

Der in den Steppengebieten um den Kaukasus sowie in Inner- und Vorderasien beheimatete Färberwaid breitete sich im Laufe der Jahrhunderte durch Anbau und Verschleppung in Ostasien (China), Nordafrika und Europa (u.a. Frankreich, Italien, Deutschland, England, Irland) aus.

Der Anbau des Färberwaid lässt sich bis ins Altertum zurückverfolgen. Neben den Römern und Griechen gebrauchten auch die Gallier und Germanen den Waid zum Färben. In Mitteleuropa war der Färberwaid über Jahrhunderte hinweg von großer Bedeutung für die Färberei. Um 795 wurde der Färberwaid, in der Landgüterverordnung Karls des Großen, als wichtige Kulturpflanze erwähnt. Im 13. Jahrhundert war der Anbau von Färberwaid bereits in ganz Mitteleuropa – vor allem in Deutschland und Frankreich – verbreitet.

Vom Mittelalter bis in das 17. Jahrhundert hinein war der Färberwaid die einzige Quelle zum Blaufärben von Textilien in Europa. Im deutschsprachigen Raum bildeten sich vor allem in Thüringen und im Dreieck Aachen, Jülich und Köln Zentren einer intensiven Waidkultur. Der Bedarf an Färberwaid war so groß, dass ganze Land-

striche von Anbau, Aufbereitung, Handel und Färberei leben konnten. In Thüringen erwarben die Waidstädte Erfurt, Gotha, Langensalza, Tennstedt und Arnstadt die Erlaubnis Waidhandel zu betreiben. Die Stadt Erfurt wurde durch den Waidhandel so reich, dass sie im Jahr 1392 die Mittel zur Gründung der Universität aufbrachte. Noch heute weisen die vielen Waidmühlsteine in der Umgebung dieser Waidstädte auf die Aufbereitung der Waidblätter hin. In Frankreich hatte der Färberwaid (französisch: le pastel) vor allem im Dreieck zwischen Toulouse, Albi und Carcassone eine große wirtschaftliche Bedeutung, weshalb man auch vom „Goldenen Dreieck“ sprach.

Mit der Einführung des *Indigofera*-Indigos aus Indien ging der Anbau von Färberwaid im 17. Jahrhundert immer mehr zurück. Der Indigo aus Indien zeichnete sich durch eine höhere Farbausbeute aus und war trotz des weiten Transportweges preisgünstiger als die heimische Färbepflanze. Um den vollkommenen Zusammenbruch des Waidanbaus zu verhindern, wurden zunächst zahlreiche Verbote erlassen, die das Färben mit Indigo aus Indien verhindern sollten. Die Nürnberger ließen jeden Färber jährlich schwören, dass er keinen Indigo gebrauche, und drohten ihm im Übertretungsfall mit der

Todesstrafe. Napoleon I. versuchte dem zunehmenden Import von indischem Indigo mit der Verhängung einer Kontinentalsperre (1806 - 1813) und einem Einfuhrverbot für Indigo entgegen zu wirken. Gleichzeitig setzte er mehrere Preise für die Verbesserung der Färbung mit Waid und das Finden einer Ersatzpflanze aus. Zudem wurde in ganz Frankreich der Waidanbau angeordnet. Doch auch diese Bemühungen führten wegen der nur noch kurzen Lebensdauer des Kaiserreichs zu keinem Erfolg. Der Siegeszug des Indigos aus der Indigopflanze war nicht mehr aufzuhalten.

Indigo – Der Färberknöterich

Biologie



Färberknöterich in der Blüte

Der aus Ostasien stammende Färberknöterich (*Polygonum tinctorium* Ait. bzw. *Persicaria tinctoria* Ait.) gehört zur Familie der Knöterichgewächse (*Polygonaceae*). Die einjährige krautige Pflanze wird 30 bis 80 cm hoch und hat rötliche, gegliederte Stängel mit lanzettförmigen Blättern. Die in Blütentrauben zusammengesetzten weiß bis rosa Einzelblüten sind klein und unscheinbar. Aus ihnen gehen als Früchte kleine, glänzende, schwarze, einsamige Nüsse hervor.

Anbau

Der Färberknöterich ist eine Pflanze des tropischen Klimas. In der japanischen Provinz Tokushima werden die Samen im März ausgesät und im Mai wird das vorgezogene Pflanzenmaterial in Reihen im Feld ausgepflanzt. Historische Hinweise deuten darauf hin, dass der Färberknöterich in China durch Wurzelabschnitte und in Europa durch Samen - aber auch durch Stängelabschnitte (Ableger) - fortgepflanzt wurde. Beim Anbau unter mitteleuropäischen Klimabedingungen ist der Färberknöterich extrem frostempfindlich. Daher sollte er nicht vor den letzten Spätfrösten – Ende April oder Anfang Mai - angebaut werden.

Für die Farbstoffnutzung werden zwei Schnitte pro Jahr angestrebt, weil im Gegensatz zur einschnittigen

Nutzung der Blattanteil im Erntegut höher ist und die Farbstoffvorstufen nur in den Blättern – vor allem jungen Blättern - enthalten sind. Der erste Schnitt erfolgt in Japan Mitte Juni bis Juli und der zweite Schnitt im August. In Deutschland erwies sich Ende Juli/Anfang August als bester Zeitpunkt für den ersten Schnitt und Ende September für den zweiten Schnitt. Bei Anbauversuchen in Mittelitalien konnten sogar drei Schnitte im Jahr geerntet werden. Die Ertragsangaben reichen von 100 bis 300 dt/ha Frischmasse.

Der Färberknöterich ist eine ausgeprägte Kurztagspflanze, deren Blütezeit unter mitteleuropäischen Klimabedingungen erst Ende August bis Anfang September beginnt und sich bis zum Frostbeginn erstreckt. Nur in langen, warmen und frostfreien Herbstern kann Saatgut gewonnen werden, sodass eine Saatguterzeugung in wärmeren Klimagebieten anzustreben ist.

Verarbeitung

Das chinesische Verfahren zur Indigogewinnung aus dem Färberknöterich gleicht dem Verfahren beim Indigostrauch, wobei der extrahierte Indigo jedoch nicht getrocknet wird, sondern in Form einer feuchten Paste gelagert wird.

In Japan werden die Blätter des Färberknöterichs (japanisch: Ai) nach der Ernte getrocknet und erst bei Bedarf zu einer Farbpaste - Sukumo - vergoren. Nach Takahiro Yonekawa wird Sukumo wie folgt bereitet: Die geernteten Pflanzen werden getrocknet, wobei die Blätter nach der Trocknung eine dunkelblaue Färbung annehmen. Anschließend werden die Pflanzen auf eine Länge von 2 – 3 cm geschnitten, mit einer speziellen Häckselmaschine von den Stielen getrennt und als Kuko Sukumo (Indigostieldünger) genutzt. Die Blätter des ersten Schnitts werden auf dem Boden der Knöterichhäuser etwa einen Meter hoch aufgeschüttet. Der Haufen wird zunächst mit Sake (Reiswein) besprengt – ein Ritual um eine gute Fermentation zu gewährleisten. Danach wird der Haufen mit Wasser übergossen und gewendet. Nach 2 – 3 Tagen beginnt die Gärung, wobei sich die Blätter erhitzen. Im Laufe der weiteren Verarbeitung werden zunächst immer wieder Blätter des ersten Schnitts und schließlich Blätter des zweiten Schnitts zugeführt. Alle fünf Tage wird das Material erneut befeuchtet und gewendet. Mitte Oktober wird die Blattmasse mit Strohmatten abgedeckt, damit die Gärung trotz sinkender Außentemperaturen nicht ins Stocken gerät. Wenn der Gärungsprozess abgeschlossen



Wollfärbung mit Färberknöterich

ist, wird die entstandene Masse durch Siebe gerieselt. Die Indigomeister bestimmen wie viel Wasser zugegeben werden muss um die Masse zu Klumpen zu formen. Nach drei Monaten sind die Klumpen klebrig und das Verfahren ist beendet. Im Laufe des

Verarbeitungsprozesses entsteht eine Kompost-ähnliche, fermentierte, indigo-haltige Masse (japanisch: Sukumo), die ca. 3 – 8 % Indigotin enthält.

Geschichte

Die Verwendung von Färberknöterich hat ihren Ursprung vermutlich in Vietnam und Südchina, wo der Indigo seit alters her aus den Blättern des Färberknöterichs gewonnen wurde. Von dort wurde der Färberknöterich nach Japan gebracht. Es wurde auch mehrfach versucht den Färberknöterich in Europa einzuführen. Gegen Ende des 18. und Anfang des 19. Jahrhunderts wurden in einigen europäischen Ländern – einschließlich Frankreich, Belgien, Österreich und Deutschland – erfolgreiche, aber nur kurze Zeit anhaltende Anbauversuche unternommen, während der Färberknöterich in Russland (Kaukasus) längere Zeit angebaut wurde. Doch der Färberknöterich konnte neben dem tropischen Indigo nie in nennenswertem Umfang aufkommen.

Indigo – Strukturaufklärung und Synthese

Die ersten bekannten Untersuchungen mit dem Indigo begannen, als der Apotheker Otto Unverdorben 1826 Indigo verdampfte und wieder kondensierte. Dabei zersetzte sich der Indigo und Unverdorben nannte die entstandene Flüssigkeit in Anlehnung an die portugiesische Sprache „Anilin“.

1865 begann Adolf von Baeyer mit der Strukturaufklärung und Synthese des Indigos. Seine ersten Erfahrungen machte er bereits im Alter von 13 Jahren, als er mit seinem Taschengeld ein Stück Indigo kaufte und damit zu arbeiten begann. Die erste Vollsynthese von Indigo gelang Baeyer 1878 und 1880 hatte er eine neue Herstellungsmethode entwickelt.

Danach setzte eine rasante Entwicklung ein und zahlreiche neue Verfahren zur Herstellung von Indigo wurden entwickelt, wobei die von Karl Heumann 1890 entwickelten Syntheseverfahren von besonderer Bedeutung waren. Nach weiteren sieben Jahren kam 1897 der erste synthetische Indigo durch die BASF – der Name „Badische Anilin und Sodafabrik“ weist auf den Indigo („Anilin“) hin – auf den Markt. Die Farbwerke Hoechst übernahmen das 1901 von Johannes Pfleger entwickelte Verfahren. Im Jahr 1926 vereinbarten die deutschen Werke vertraglich, dass beide nach der kombinierten Heumann-Pfleger-Methode Indigo produzieren durften – eine Vorstufe zur späteren Gründung der IG-Farben.

Indigo – Weiterentwicklung

Die kostengünstige Herstellung synthetischen Indigos ermöglichte es, dass Millionen von Menschen in allen Teilen der Welt blaue Kleidung tragen konnten. Die Indigosynthese brachte gleichzeitig eine entscheidende Wende für den Handel mit Naturindigo. Bereits 1914 hatte der natürliche Indigo nur noch einen Marktanteil von 4%. Doch auch diese Entwicklung stellt nicht das Ende in der wechselvollen Geschichte des Indigos dar. Heute ist man bemüht die Erzeugung von Naturindigo wieder zu beleben.

Der Indigostrauch wird heute in kleinerem Umfang in Indien, in einigen Teilen Amerikas und Afrikas zur Farbstoffgewinnung angebaut und verarbeitet. Im Süden Indiens - vor allem in Cuddapah in Andhra Pradesh und in Tindivanam in Tamil Nadu – aber auch in Bangladesch wird der Indigostrauch angebaut um Indigo zu gewinnen. Ähnliche Bemühungen werden in Mittelamerika – vor allem in Mexiko und El Salvador – unternommen. In Afrika wird Indigo nach wie vor für den lokalen Bedarf hergestellt. Besonders die Tuareg sind bekannt für ihre mit Indigo blau gefärbte Kleidung. Der Färberknöterich wird heute in geringem Umfang im Süden Chinas und in Japan - vor allem in der Präfektur Tokushima (ca. 20 ha) – angebaut.

Unter mitteleuropäischen Klimabedingungen sind zur Indigogewinnung nur der Färberwaid und der Färberknöterich anbauwürdig. Im Rahmen des EU Projektes „Spindigo“ wurde untersucht, welche der beiden in Frage kommenden Pflanzenarten am besten geeignet ist. Dabei zeigte sich, dass die Blatterträge beider Arten auf gleichem Niveau liegen, während die Indigoerträge

des Färberknöterichs - aufgrund des deutlich höheren Farbstoffgehaltes - wesentlich höher sind als die des Färberwaid. Daher kam man - unabhängig von der kulturhistorischen Bedeutung des Färberwaid - unter rein ökonomischen Gesichtspunkten zu dem Schluss, dass für die Indigoproduktion in Mitteleuropa in erster Linie der Färberknöterich in Frage kommt.

Dennoch sind in vielen europäischen Ländern, in denen der Färberwaid früher angebaut wurde, Bestrebungen im Gange den Waid wieder anzubauen. Die Anbauflächen betragen im vergangenen Jahr im Südwesten Frankreichs ca. 40 ha und im Norden ca. 8,5 ha. Für Deutschland – vor allem in Thüringen – werden 10 bis 30 ha und für Italien weitere 18 ha – vor allem in der Toskana - genannt. Auch in England soll wieder Färberwaid angebaut werden.

In Frankreich, Italien und Deutschland wurde auch beim Färberwaid schon sehr früh versucht den Indigo zu extrahieren, wobei die resultierenden Verfahren von der Indigogewinnung aus dem Indigostrauch inspiriert waren. Darauf aufbauend wird beispielsweise bei der Firma „Bleu de Pastel de Lecture“ im Südwesten Frankreichs Waidindigo isoliert.

Im Zuge eines veränderten Verbraucherverhaltens gibt es heute wieder zahlreiche Interessenten für Blaufärbungen mit Naturindigo. Die Textilfärberei ist nur eine von vielen Einsatzbereichen für den Naturindigo. So

wird der Naturindigo beispielsweise auch zur Herstellung von Maler- und Anstrichfarben sowie kosmetischen Erzeugnissen eingesetzt.

■ Renate Kaiser-Alexnat



Dr. Renate Kaiser-Alexnat

Jahrgang 1960; Studium der Agrarwissenschaften und Promotion an der Justus-Liebig Universität in Gießen; Postdoc an der Kyushu Universität in Fukuoka, Japan; anschließend Bearbeitung des Forschungsprojektes „Screening von Farbstoffliefernden Pflanzen“ am Institut für Rebenzüchtung Geilweilerhof der damaligen Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen; seit 2002 Wissenschaftlerin am Institut für Biologischen Pflanzenschutz des Julius Kühn-Instituts (Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen) in Darmstadt; Homepage zum Thema Färbepflanzen und Naturfarbstoffe www.dyeplants.de.

Quellen

- Autorenkollektiv: Merck's Warenlexikon. Verlag von G.A. Gloeckner, Leipzig, 1884.
- Cardon, D.: Natural Dyes. Sources, Tradition, Technology and Science. Archetype Publications Ltd, London, 2007.
- Dulty, A.: Geschichte des Indigos. <http://www.dutly.ch/indigohtml/indigo1.html>, 2003.
- Kaiser-Alexnat, R.: Färberwaid (*Isatis tinctoria* L.). <http://www.jki.bund.de>, 2008.
- Kaiser-Alexnat, R.: *Isatis tinctoria* L. – Färberwaid. <http://www.dyeplants.de>, 2008.
- Meyer, U.: Farbstoffe aus der Natur. Geschichte und Wiederentdeckung. Verlag Die Werkstatt, Göttingen, 1997.
- Müllerott, H.: Knöterichhöfe und traditionelle Färberei in Japan (Aufzeichnungen einer Forschungsreise). Beiträge zur Waidtagung 6, 32-41, 1994.
- Nencki, L.: Die Kunst des Färbens mit natürlichen Stoffen. Geschichte – Methoden – Rezepte. Verlag Paul Haupt, Bern und Stuttgart, 1984.
- Schweppe, H.: Handbuch der Naturfarbstoffe. Vorkommen – Verwendung – Nachweis. Ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg/Lech, 1993.
- Wurl, G., A. Biertümpfel: Waid und Färberknöterich als Indigolieferanten in Europa - Ergebnisse der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft im EU-Projekt Spindigo. <http://www.tll.de>, 2005.

Publikationen von Renate Kaiser-Alexnat zum Thema Färbepflanzen und Naturfarbstoffe

Interne Publikationen unter www.dyeplants.de

- Kaiser-Alexnat, R.: Färberwaid (*Isatis tinctoria* L.). Faltblatt, seit 2007
Kaiser-Alexnat, R.: Wunderwesen Waid. Geschichten, seit 2007
Kaiser-Alexnat, R.: Der Färberwaid: Eine Brücke zwischen Menschen und Pflanzen. Essay, 2008
Kaiser-Alexnat, R.: Woad: A bridge between humans and plants. Essay, 2008
Kaiser-Alexnat, R.: *Isatis tinctoria* L. - Färberwaid. Datenblatt, 2008
Kaiser-Alexnat, R.: *Reseda luteola* L. - Färberwau. Datenblatt, 2008
Kaiser-Alexnat, R.: *Rubia tinctorum* L. - Färberröte. Datenblatt, 2008
Kaiser-Alexnat, R.: Färbepflanzen und Pflanzenfarben. Datenblatt, 2008
Kaiser-Alexnat, R.: Produkte auf der Basis von Naturfarben. Datenblatt, 2008

Externe Publikationen in Fachzeitschriften

- Kaiser, R.: Dye plants, their cultivation and use in Germany | In: Marshall, G., K. Svoboda (Eds.): Proceedings of an EC workshop „The production and impact of specialist minor crops in the rural community“ | 27.-28. April 1993, Brüssel, Belgien, 75-83, 1993
Kaiser, R.: Quantitative analyses of flavonoids in yellow dye plant species weld (*Reseda luteola*) and sawwort (*Serratula tinctoria*) | *Angewandte Botanik* 67, 128-131, 1993
Kaiser, R.: Farbstoffliefernde Pflanzen – Naturfarbstoffe mit Zukunft | *Geilweilerhof aktuell – Mitteilungen des Instituts für Rebenzüchtung Geilweilerhof* 21 (2), 12-17, 1993
Kaiser-Alexnat, R.: Screening von Farbstoff-liefernden Pflanzen | *Beiträge zur Waidtagung* 6, 5-11, 1994
Kaiser-Alexnat, R.: Färberwaid (*Isatis tinctoria* L.) | Internetseite des Julius Kühn-Instituts, www.jki.bund.de, seit 2007
Kaiser-Alexnat, R.: Färberwaid (*Isatis tinctoria* L.): Perspektiven einer vielseitigen Nutzpflanze | *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* 60 (5), 97-103, 2008
Kaiser-Alexnat, R.: Untersuchungen zur keimhemmenden Wirkung von Schötchen des Färberwaid (*Isatis tinctoria* L.) | *Mitteilungen aus dem Julius Kühn-Institut*, 2008 (im Druck)
Kaiser-Alexnat, R.: Indigo – Der König der Farbstoffe | *Südostasien Magazin*, Ausgabe 3/2008, S. 110-121, 2008



Institut für Färbepflanzen

Institute for Dye Plants

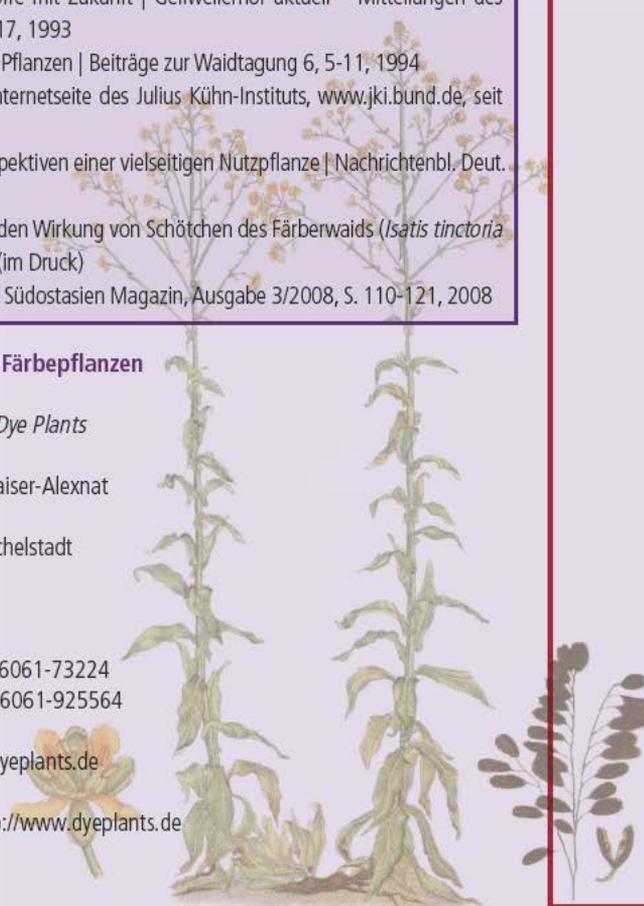
Dr. Renate Kaiser-Alexnat
Stadtring 71
D-64720 Michelstadt

Germany

Tel.: +49 (0) 6061-73224
Fax: +49 (0) 6061-925564

Mail: info@dyeplants.de

Internet: <http://www.dyeplants.de>



Lindman 1901-1905

