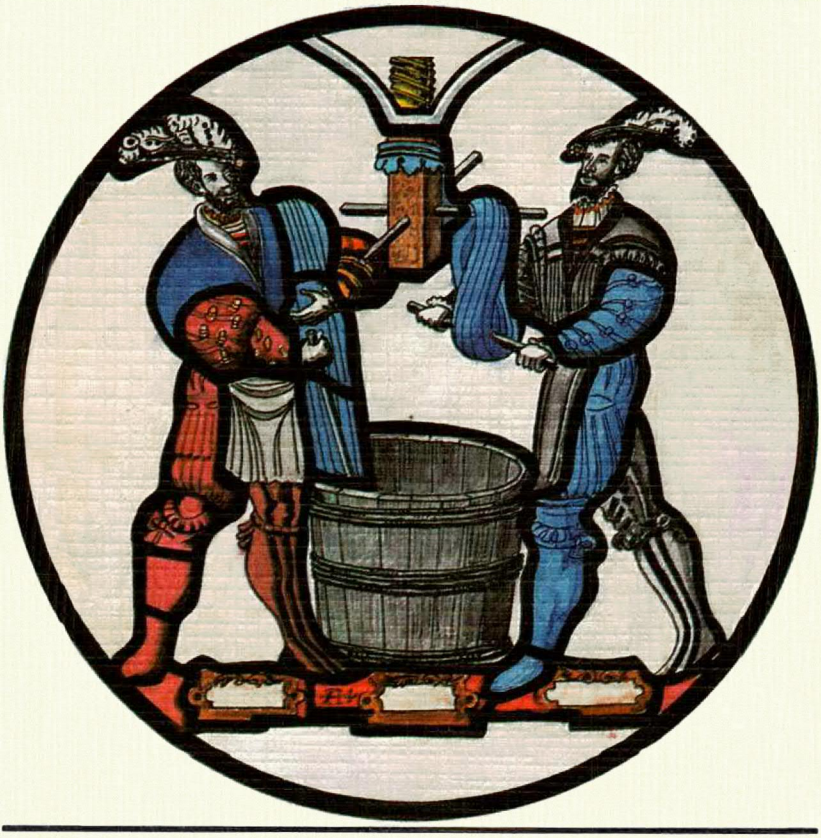
akzent

Wolfgang Müller
Winfried R. Pötsch

Vom Königspurpur zum Jeansblau



akzent

Wolfgang Müller/Winfried R. Pötsch

Vom Königspurpur zum Jeansblau

Urania-Verlag Leipzig Jena Berlin

Autoren: Dr. rer. nat. Wolfgang Müller
und Dr. rer. nat. Winfried R. Pötsch
Zeichnungen: Inge Brüx

1. Auflage 1983
1.–20. Tausend. Alle Rechte vorbehalten
© Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin
Verlag für populärwissenschaftliche Literatur. Leipzig 1983
VLN 212–475/22/83. LSV 1209
Lektor: Ewald Oetzel
Umschlagreihenentwurf: Helmut Selle
Typographie: Julia Strube
Printed in the German Democratic Republic
Gesamtherstellung: INTERDRUCK
Graphischer Großbetrieb Leipzig – III/18/97
Best.-Nr. 653 803 3
DDR 4,50 M

Die Autoren danken dem VEB Chemiekombinat Bitterfeld für die freundliche Unterstützung mit Fotomaterial.

Inhalt

Auf den Spuren uralter Färberei 7

Farbige Umwelt 7
Eine Höhle lüftet ihr Geheimnis 8
Es begann mit Schminke 14
Mumien geben Aufschluß 17
100000 Schnecken für eine Toga 25
Kleiderfarben der Griechen und Römer 31
Bemalung mit Pflanzensäften 38
Prachtmantel und Schandkleid 41
Aus alten Färbebüchern 45
Gelbfärbung 47
Verloren und wiedergefunden 49
Alizarinfärbung mehr als 3000 Jahre alt 50
Zünfte beherrschen die Färberei 52
Zwischen Kardinalspurpur und Waidblau 57
Mit Kolumbus begann eine neue Zeit 64
Vom Blaumachen 67
Färberei ohne mystischen Schleier 68

Auf dem Weg zur modernen Farbstoffindustrie 72

Die chemische Industrie – ein Kind der Textilindustrie 72
Wie vertreibt man Hunde? 74
Wirklich keine Verwertung für Teer? 75
1 kg Anilin aus 600 kg Teeröl 78
Perkin sucht Chinin und findet einen Farbstoff 81
Jeder Schritt eine Pioniertat 83
Das Fuchsin entthront das Mauvein 85
Grün, die Lieblingsfarbe der Kaiserin 91

Die Azofarbstoffe werden entdeckt 93
»Nichts ist so praktisch wie eine gute Theorie« 96
Zum Anilinschwarz braucht man einen Katalysator 98
Den Geheimnissen des Krappfarbstoffs auf der Spur 99
Das Ringen um die Indigosynthese 102
Kann auch Schneckenpurpur synthetisiert werden? 107
Vidal und der Zufall 108
Die Suche nach dem Superindigo 109
Synthesefasern stellen neue Anforderungen 110
Reaktivfarbstoffe, eine echte Überraschung 113
Weiß, weißer, superweiß 114
Farbstoffe, die heilen 116
Wege der Farbstoffindustrie 118
Synthetische Farbstoffe mit Zukunft 121

Auf den Spuren uralter Färberei

Farbige Umwelt

Niemand kann im Frühjahr an den blühenden Bäumen und Sträuchern unserer Gärten und Parks vorübergehen, ohne einen Blick auf die vielfältige Farbenpracht zu werfen, die uns die Natur jährlich schenkt. Alles, was uns umgibt, ist farbig.

Wir Menschen haben eine besondere Beziehung zur Farbe, der wir einen großen Platz in unserem Leben einräumen, denken wir nur einmal an unsere Kleidung und die Gegenstände unserer täglichen Umgebung, die durch ihre farbige Gestaltung unsere Umwelt bereichern.

Den Einfluß der Farbe auf den Menschen charakterisierte Goethe mit den Worten: »Wir empfinden im allgemeinen eine große Freude an der Farbe; das Auge bedarf ihrer, wie es des Lichts bedarf.«

Was aber verstehen wir unter Farbe? – Wir erinnern uns zunächst an jenen Optikversuch im Physikunterricht, der uns die Erzeugung der Spektralfarben demonstrierte: Über ein Glasprisma wurde ein weißer Lichtstrahl in ein breites Band ineinanderfließender Farben – Licht unterschiedlicher Wellenlänge –, beginnend mit Rot über Gelb, Grün und Blau bis hin zum Violett, zerlegt. Dieser Versuch bringt uns der Erklärung der Farbe ein Stück näher. Während das Prisma das weiße Licht vollständig in Einzelfarben zerlegt, besitzen die farbig erscheinenden Körper unserer Umwelt die Eigenschaft, einen Teil der im weißen Licht enthaltenen Spektralfarben, also Licht bestimmter Wellenlänge, zu absorbieren und den übriggebliebenen Anteil zu reflektieren. Die Blüte einer Nelke z. B. kann die Spektralfarben

Violett, Blau, Grün, Gelb, Orange absorbieren, und sie reflektiert die roten Strahlen, wodurch sie »rot« erscheint. Wir empfinden Farben, weil elektromagnetische Wellen eine spezielle Reaktion hervorrufen.

Dennoch ist es geradezu unglaublich: Unser Auge kann rund 10 Millionen verschiedener Farbnuancen aufnehmen, und für mehr als eine halbe Million solcher Farben existieren Namen, wie Türkis, Beige, Marineblau.

Der Begriff Farbe umfaßt nach unserem heutigen Sprachgebrauch aber nicht nur die Naturfarben, sondern auch Anstrichmittel und Farbstoffe.

Bevor wir uns auf die Suche nach den ersten Farbstoffen auf eine weite Entdeckungsreise durch die Kulturgeschichte der Menschheit begeben, wollen wir noch auf den Unterschied zwischen farbigen und färbenden Stoffen hinweisen. Die meisten der natürlich vorkommenden Stoffe sind zwar farbig, aber ohne färbende Wirkung. Farbstoffe im engeren Sinne, mit denen wir uns in diesem akzent-Band beschäftigen wollen, besitzen die Eigenschaft, ein bestimmtes Substrat, wie z. B. Textilfasern, Papier, Leder oder Pelz, anzufärben.

Das Bedürfnis, den menschlichen Körper, die Kleidung, den Schmuck, die Gebrauchsgegenstände zu färben, geht bis in die Frühzeit der menschlichen Gemeinschaften zurück. Welche Wege die Menschen beim farbigen Gestalten der Umwelt gingen, läßt sich an archäologischen Funden und für die spätere Zeit auch an Schriftdokumenten schrittweise rekonstruieren. Leider überstanden weder Fasern noch die meisten Farbstoffe die Jahrtausende, manchmal nicht einmal Jahrhunderte, so daß die Geschichte der Färberei viele Lücken aufweist.

Die Suche nach den Anfängen der Färberei führt uns zu den ersten Formen handwerklicher Arbeit zurück, aber auch zu den ersten Ergebnissen künstlerischer Tätigkeit.

Eine Höhle lüftet ihr Geheimnis

Im Jahre 1868 trug sich folgendes zu: Ein Jäger ging in der Nähe der nordspanischen Stadt Santander mit seinem Hund auf die Pirsch. Plötzlich verschwand das Tier in

einem Fuchsbau, ohne auf den Ruf seines Herrn zu hören. Da der Hund nach einiger Zeit trotz erneuter Rufe noch nicht zurückgekehrt war, versuchte der Jäger, in den Fuchsbau einzudringen. Dabei entdeckte er eine der prachtvollsten eiszeitlichen Höhlen, die uns bisher bekannt sind, die Höhle von Altamira.

Der Spanier Marcelino de Sautuola fand in dieser Höhle Gegenstände, die über das Leben der steinzeitlichen Menschen vor 20 000 bis 25 000 Jahren Auskunft geben. Die entscheidende Entdeckung machte die kleine Tochter des Forschers, als sie im Jahre 1879 im Lichte des Kerzenscheins zunächst undeutliche Spuren an der Felswand erkannte. Schnell wurden weitere Kerzen angezündet, und nun erst war erkennbar, daß farbige Tierbilder, die bis in die heutige Zeit nichts von ihrer Schönheit eingebüßt haben, die Höhlenwände bedecken.

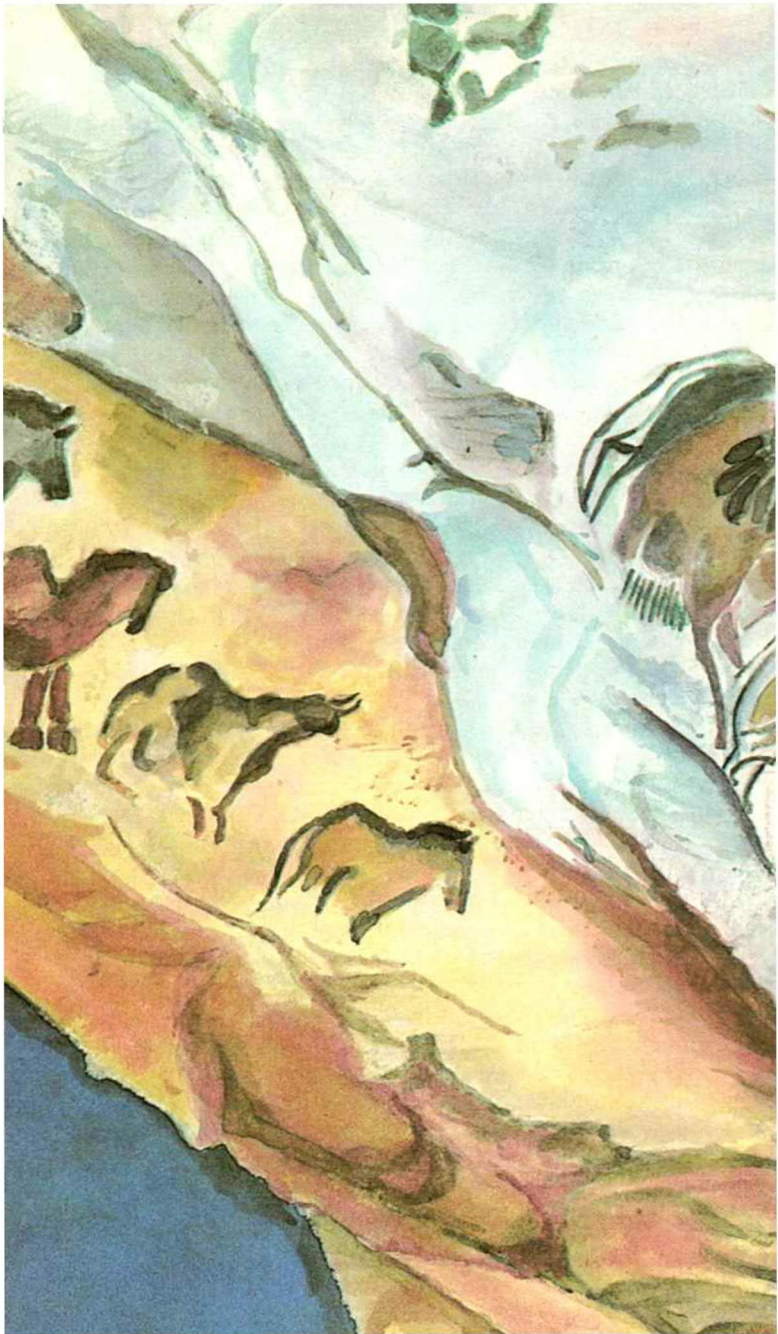
Am Anfang des 20. Jahrhunderts folgten weitere Entdeckungen von prähistorischen Höhlenmalereien, die die Jahrtausende ohne größeren Schaden überstanden haben. Erst 1940 wurden bei dem südfranzösischen Ort Lascaux Höhlenzeichnungen entdeckt, die Wildpferde, Büffel und Hirsche darstellen und ebenfalls aus der Steinzeit stammen.

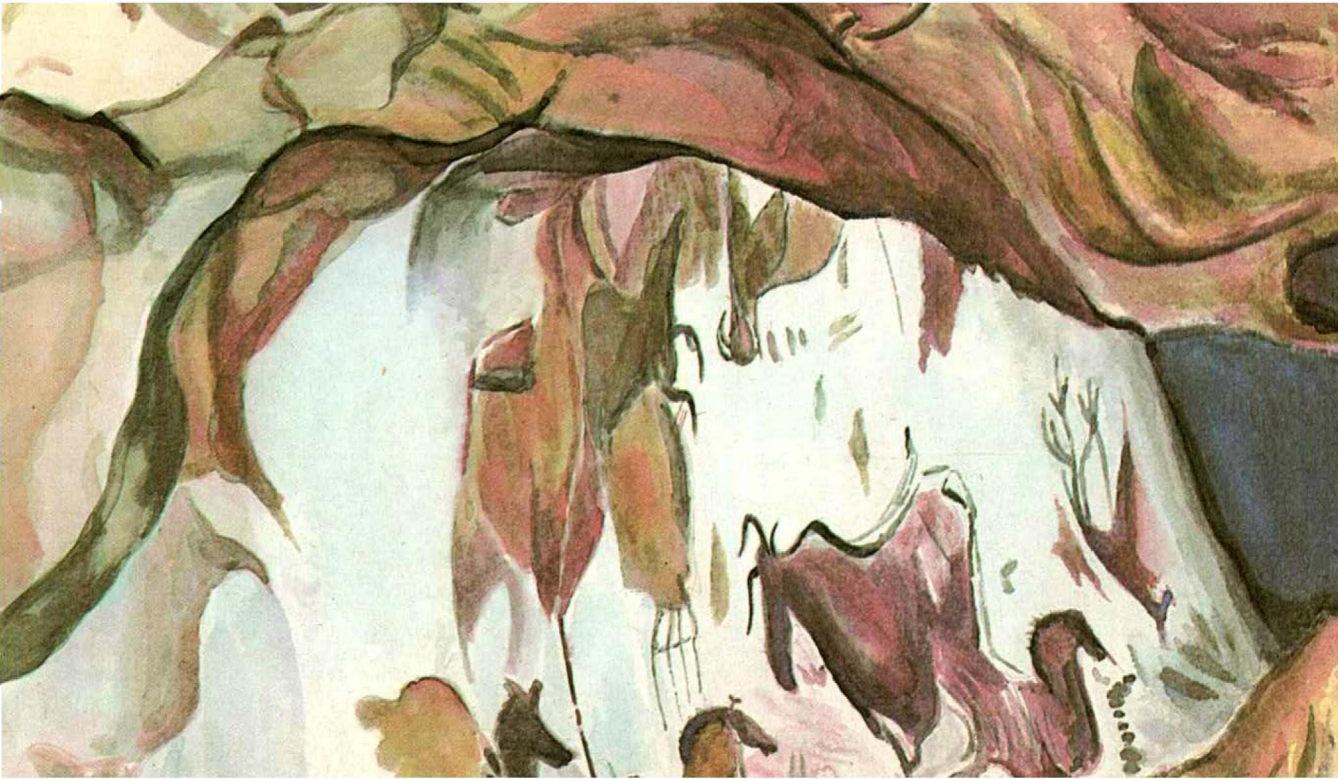
Wir erwähnen diese Höhlenzeichnungen, weil sie sichtbares Zeichen der Auseinandersetzung des Menschen mit seiner Umwelt sind. Das zeigt sich im Jagdmotiv, aber auch in der Benutzung von Erdfarben als Gestaltungsmittel.

Das Geheimnis der außerordentlichen Beständigkeit dieser Farben liegt in ihrem mineralischen Ursprung, in ihrer anorganischen Natur. Da sie nur in geringem Maße wasserlöslich sind, wurden sie in feinster Verteilung in Wasser suspendiert und in dieser Aufschwemmung als Malfarbe verwendet.

Viele dieser mineralischen Farben besitzen auch heute noch Bedeutung, denken wir nur an Kalk, Ocker, Mennige, Zinnober und Eisenoxide. Ihrer chemischen Natur nach sind es stabile Oxide, Carbonate und Sulfate, die in erdgeschichtlichen Zeiträumen entstanden sind. Vielfach stellen sie aber auch das Ergebnis von Verwitterungsvorgängen dar.

In der Höhle von Altamira gefundene Muschelschalen





Reliefbild eines Löwen aus der Prozessionsstraße von Babylon (Pergamonmuseum, Berlin); um 580 v. u. Z.
Der Löwe war das heilige Tier der Ischtar, der Göttin der Liebe, der Fruchtbarkeit und des Krieges.

und Knochengelenkpfannen enthielten Ocker- und Manganfarben, die vermutlich als stückige Masse zum Aufmalen verwendet oder auch, zu Pulver verrieben, mit Hilfe von Knochenröhren auf die feuchten Felsen geblasen wurden.

Farbige Mineralien wurden natürlich nicht nur im Gebiet des heutigen Spanien und Frankreich gefunden, sondern auch in vielen anderen Gegenden der Welt. So sind uns aus der südmesopotamischen Stadt Ur aus der Mitte des 3. Jahrtausends v. u. Z. Mosaikarbeiten überliefert, wie die sogenannte Standarte von Ur, die für einen Königsfriedhof geschaffen wurde. Auf diesen farbigen Tafeln sind Soldaten, Kriegswagen und Siegesfeierlichkeiten dargestellt.

Am stärksten beeindrucken uns die mit hoher Kunstfertigkeit geschaffenen farbigen Details aus Muscheln, Kalkstein und dem blauen Halbedelstein Lapislazuli, der in gepulverter Form als Ultramarin besonders geschätzt wurde.

S. 10/11: Felsmalerei aus der Höhle von Lascaux/Frankreich

Reliefbild eines Stieres vom Ischtartor (Pergamonmuseum Berlin) aus farbig emaillierten Ziegeln. Der Stier galt als heiliges Tier des Wettergottes Adad.

Verschiedenfarbige Metalloxide wurden mit Vorliebe auch für den Fassadenschmuck von Prachtbauten orientalischer Könige verwendet.

Wer einmal Gelegenheit hatte, die Staatlichen Museen in Berlin zu besuchen, der wird sich an das Ischtartor und die Prozessionsstraße des babylonischen Königs Nebukadnezar II. (604–562 v. u. Z.) erinnern, die nicht nur durch ihre imposante Größe, sondern auch durch die prachtvolle, farbige Ornament- und Tiergestaltung beeindrucken. Der Schmelzziegelschmuck dieser Fassaden entstand durch Verwendung verschiedenfarbiger mineralischer Metalloxide, die durch schwarze Glasfäden vor dem Ineinanderlaufen bewahrt wurden.

Zu den steinernen Zeugen der Vergangenheit gehören Teile der farbigen Stiftsmosaikwand aus dem Innintempel von Uruk (Südmesopotamien, um 3000 v. u. Z.), die im Vorderasiatischen Museum in Berlin zu besichtigen sind und die uns wie ein textiles Muster erscheinen. Das Mosaik besteht aus kleinen schwarz, rot und weiß gefärbten Stiften aus gebranntem Ton, die in den Putz der Lehmziegelmauer

eingedrückt wurden. Eine ähnliche farbige Ornamentierung der Wände kennen wir auch aus Assur mit Motiven aus dem 13. Jahrhundert v. u. Z.

Es begann mit Schminke

Farbige Mineralien, deren färbenden Anteil wir heute als »anorganische Pigmente« bezeichnen, wurden nicht nur für die farbige Wand- und Fassadengestaltung verwendet. Nach dem Pulverisieren konnten sie praktisch überall eingesetzt werden. Besonders häufig wurden sie sicherlich für die Körperbemalung benutzt.

Das uns auch heute noch geläufige Schminken als kosmetisches Attribut weiblicher Schönheit oder als berufsspezifische Notwendigkeit der Künstler von Theater, Film und Fernsehen hat eine sehr lange Vergangenheit. Aus Funden von Schminktöpfen und Reibschalen wissen wir, daß die Menschen schon in der Steinzeit den ganzen Körper oder einzelne Teile mit Farbe bestrichen. Große Bedeutung hatte dabei der Jagdzauber. Die Jagdbilder der eiszeitlichen Höhlenmenschen waren nicht das Ergebnis einer zufälligen Freizeitbeschäftigung, sondern sie besaßen eine tiefe kultische Bedeutung, die mit dem Glauben an größeres Jagdglück und persönlichen Erfolg verbunden war. So, wie die farbige Höhlenmalerei Teil der Jagdvorbereitung war, gehörte auch das Schminken zu den Ausdrucksmitteln des Steinzeitmenschen. Tiermalerei und Schminke gaben dem Jäger innere Sicherheit, weil sie sein Bewußtsein stärkten, dem Beutetier durch besondere im Kult erworbene Eigenschaften überlegen zu sein. Selbst den färbenden Stoffen wurde eine magische Wirkung zugeschrieben.

Da Kulthandlungen auch stets in der Gemeinschaft stattfanden, förderten Tiermalerei und Schminke das Zusammengehörigkeitsgefühl der Menschen der Urgesellschaft. Trug der Jäger keine Symbole der Sippen- und Stammesgemeinschaft auf seinem Körper, so war er ein Ausgestoßener.

Mit der beginnenden sozialen Differenzierung zur Zeit der Entstehung der Klassengesellschaft wurden auch

Bloody Hand, dessen Gesicht nach einem uralten Brauch der Indianer mit zinnoberroter Erde bemalt ist (Darstellung nach Catlin)

Schmuck und Schminke äußeres Zeichen der sozialen Stellung, des Wohlstandes und der Repräsentation. An Körper und Kleidung trug man häufig Ornamente, um einen bestimmten gesellschaftlichen Rang ihres Trägers sichtbar zu machen. So kennen wir aus dem Mittelmeerraum Tonstempel, mit denen vor etwa 4 400 Jahren feinste Ziselierungen auf die Haut aufgebracht wurden.

Auf der Insel Tahiti betrieb man diese Hautmalerei über viele Jahrtausende hinweg als Kult. Die Körperbemalung war auch bei den Ureinwohnern Amerikas vom äußeren Süden bis hoch in die nördlichen Regionen verbreitet. Die Bezeichnung »Rothäute« oder »redskins«, die die englischen Kolonisatoren den Indianern gaben, hat nichts mit der Körperfarbe zu tun, die gelblich-braun ist, sondern rührt von dem uralten Brauch her, sich bei feierlichen und kriegerischen Anlässen den Körper und das Gesicht mit roter Farbe zu bemalen.

Zur farbigen Körperbemalung gehört auch das Färben der Kopfhaare, das meist eine symbolische Bedeutung hatte.

Doch wie vermochte man zu jenen frühen Zeiten die Schminke herzustellen? – Bringt man angefeuchtete Pigmente auf die Haut, so bleibt nach dem Trocknen ein Pulver zurück, das leicht abfällt und damit seine färbende Wirkung verliert. Diesem Mangel begegneten die Steinzeitmenschen mit der Verwendung von Bindemitteln, z. B. des Knochenmarks erlegter Tiere, mit dem sie die Farbteilchen besser auf der Hautoberfläche fixieren konnten.

Aus analytischen Untersuchungen des Chemikers Adolf von Baeyer (1835–1917), der sich unter anderem mit den Farben der alten Ägypter beschäftigte, geht hervor, daß für braunrote Färbungen Eisenoxide besonders hoher Feinheit verwendet wurden. Zum Färben von Augenbrauen und Wimpern dienten Bleisulfid und Ruß, wie durch Untersuchungen an ägyptischen Mumien nachgewiesen werden konnte. Die grünen Schminken für Augenschatten wurden aus Grünspan, einem giftigen Kupfersalz, hergestellt, während die gelbe Farbe aus einer Mischung von Blattgold und zerriebener Bronze gewonnen wurde.

Aus der zweiten Hälfte des 2. Jahrtausends v. u. Z. kennen wir aus dem Babylonischen Reich die Verwendung von Henna, eines orangeroten Farbstoffs, der in den Blättern des Hennastrauches *(Lawsonia inermis)*, eines Weiderichgewächses, enthalten ist.

Der Schutz des menschlichen Körpers vor Kälte und Hitze stand am Anfang der Entwicklungsgeschichte unserer Kleidung. Wie unsere Vorfahren an die magische Wirkung von Zeichnungen und Körperbemalungen glaub-

ten, so meinten sie auch, daß durch das Anlegen der Felle erbeuteter Tiere die Kräfte und guten Eigenschaften dieser Tiere auf den Jäger übergingen.

Die Kleidung vieler Steinzeitmenschen bestand aus grob bearbeiteten Fellen und Häuten. Mit dem allmählichen Übergang zu Ackerbau und Viehzucht und der Entwicklung des Handwerks konnten Garne aus Wolle, Flachs und Hanf hergestellt werden. Anfangs versuchte man, die Erdfarben wie Ocker und Zinnober in das Gewebe einzureiben, um farbige Gewänder zu erlangen. Wie wir uns denken können, hatte man damit auf die Dauer keinen Erfolg. Die große Wende in der Färberei der neuen Fasern kam auf eine überraschende Weise zustande, die sich aus den Möglichkeiten der blühenden Natur ergab.

Niemand vermag zu sagen, wie es angefangen hat, ob der Zufall oder Beobachtungen den Ausschlag gegeben haben. Vielleicht waren es zufällig zerdrückte Beeren, die der Kleidung eine dauerhafte Färbung verliehen. Die mehrfach wiederholte Prüfung mit Früchten, Blättern und Wurzeln verschiedener Art auf unterschiedlichsten Geweben bestätigte ein neues Prinzip der Färberei, die Anwendung von Pflanzenfarbstoffextrakten.

Der Aufwand für die neue Methode war gewiß sehr groß. Trotzdem blieb über mehr als 2000 Jahre die Färbung mit Pflanzenextrakten eines der wichtigsten Färbeverfahren.

Mumien geben Aufschluß

Zeugen einer sich allmählich entwickelnden Kultur finden sich immer nur dort, wo es gute natürliche Voraussetzungen für die Entwicklung der menschlichen Gesellschaft gab. So entstanden die ersten patriarchalischen Gesellschaftsformationen in Mesopotamien und Ägypten, im Indusgebiet, im Gebiet des heutigen China und in Mittelamerika.

Kultur und Niveau der Produktivkräfte des alten Ägypten entwickelten sich auf der Basis einer erfolgreichen Landwirtschaft, die ihre Erträge der jährlichen Zuführung des Nilschlamms und der systematischen Bewässerung des Landes verdankte.

In Ägypten hatte sich aus den Vorstehern und Ältesten der Stämme eine Gentilaristokratie herausgebildet, die den Grundstock für die herrschende Klasse der Priester und Beamten darstellte und an deren Spitze der Pharao als geistliches und weltliches Oberhaupt stand. Zum beachtlichen Niveau der ägyptischen Kultur gehören nicht nur für die damalige Zeit hervorragende Kenntnisse in der Astronomie, Medizin und Mathematik, sondern auch die Gewinnung von Papier aus der Papyrusstaude sowie die Mumifizierung der Toten und der Pyramidenbau. Für die Erhaltung des Hofstaates des Pharao sowie den Unterhalt der Priester und Beamten waren die Handwerker, Bauern, Diener und Sklaven zuständig, ihnen oblag die ungeheure Arbeitslast, die als Voraussetzung für die Blüte der altägyptischen Reiche und ihrer Kultur bewältigt werden mußte.

Das trockene und heiße Klima Oberägyptens hat eine Reihe von archäologischen Funden über Jahrtausende hinweg bewahrt, die uns einen Einblick in jene Epoche gewährt.

In den Königsgräbern bei Theben, Achmim und Fajum fanden die Archäologen Papyri, Gegenstände, Schmuck und vor allem Mumien.

Aus der Vielzahl von Details, die uns Fundstücke und Schriftrollen liefern, haben die Altertumsforscher ein Bild zusammengesetzt, aus dem wir auch unsere Kenntnisse über die Färbekunst der alten Ägypter beziehen.

Gut erhaltene Textilfunde waren bei archäologischen Ausgrabungen sehr selten. Die meisten Textilien hatten den Fäulnisprozessen nicht standgehalten. Einmal aber hatten die Archäologen besonderes Glück. Bei der Öffnung eines Grabes ägyptischer Herrscher aus der Zeit um etwa 2000 v. u. Z. fanden sie gelbe bis rötliche Bänder, deren Färbung der Wissenschaft lange Zeit Rätsel aufgab. Handelte es sich um Erdfarben, die einfach in das Gewebe hineingerieben worden waren? Das schien unmöglich, denn das unbedingt dazu notwendige Bindemittel hätte die Jahrtausende nicht überdauert.

Die Lösung des Rätsels brachten schließlich chemisch-analytische Untersuchungen. Sie belegten die Verwendung der Färbedistel *(Carthamus tinctorius).* Aus den Blüten

dieser im Mittelmeerraum, in Südarabien, aber auch in Mittel- und Osteuropa vorkommenden Pflanze wurde der Färbeextrakt Saflor gewonnen, der aus einer gelben und einer roten Komponente besteht. Für die Färberei ist nur der rote Bestandteil von Bedeutung, das Carthamin, ein wasserlöslicher Farbstoff mit geringer Echtheit, dessen chemische Konstitution auf einem Chinonkörper[1] beruht.

Einen kulturhistorisch besonders wertvollen Fund machten die Archäologen mit der Ausgrabung des Grabmals von Tut-ench-Amun, eines Königs der 18. Dynastie (14. Jahrhundert v. u. Z.). In ihm wurden u. a. mit Alizarin gefärbte Gewebe gefunden.

Während die Saflorfärbung nur eine geringe Echtheit aufweist, brachte die Verwendung von Alizarin eine höhere Haltbarkeit des Farbstoffs auf der Faser.

Auch dieser Farbstoff geht auf eine aus dem Orient stammende 60 bis 120 cm große Pflanze, die Färberröte *(Rubia tinctoria)*, zurück. (vgl. S. 22 u. 50).

Erst 1868 konnten die Chemiker Carl Graebe und Carl Liebermann die Konstitution des Alizarins aufklären.

Worin bestand die besondere Kunst der Alizarinfärberei? Das Geheimnis lag nicht allein in der Verwendung von Alizarin, sondern im gesamten Färbevorgang, der einen vorangehenden Beizprozeß für die Faser erforderte, weshalb wir das Alizarin auch als Beizenfarbstoff bezeichnen. Die Vorbehandlung der Faser, insbesondere der Wolle, begann zunächst mit einer Entfettung mit Hilfe der Wurzel des Echten Seifenkrautes *(Saponaria officinalis)*, häufig auch mit faulendem Urin, der wegen seines Ammoniakgehaltes mit den Faserfetten eine flüssige Seife bildet.

Bei dem nachfolgenden Beizvorgang wurde durch das Aufbringen von Beizmitteln eine enge Verbindung zwischen Faser und Farbstoff erzielt. Dazu verwendete man

[1] Chinone sind reaktionsfähige organische Verbindungen, die aus einem Ringsystem und Sauerstoffdoppelbindungen aufgebaut sind und in der Farbstoffchemie auch heute noch erhebliche Bedeutung besitzen.

Kleidung von Angehörigen der herrschenden Kaste im alten Ägypten: König Ramses III. (um 1180 v. u. Z.)

die absonderlichsten und z. T. auch übelriechenden Stoffe, wie Schweinemist, Abkochungen von Bohnenschrot, Kuhkot, Aschenlauge und Kalkmilch.

Zusätzliche Schwierigkeiten gegenüber der Wollfärbung bereitete die Baumwollfärbung, die bis zu vier Monate dauerte und 25 Operationen umfaßte, deren wichtigste wir hier nur kurz skizzieren wollen: alkalisches Ölbad, Behandlung mit Abkochung aus Schafmist, Gallieren (Behandeln mit Gerbsäure), Beizen, Kreidebad, Färbung mit

Alizarin unter Blutzusatz und Avivage[1] im Alkalibad. Die Bedeutung einiger Operationen ist uns heute unklar bzw. scheint eher magischen Vorstellungen als technologischen Notwendigkeiten zu entsprechen, wie etwa der Blutzusatz. Der letzte Schritt, die Nachbehandlung oder Avivage, ist entscheidend für den Farbton, die Nuance. Sie muß sorgsam überwacht und im richtigen Augenblick abgebrochen werden.

Das bekannteste Beizmittel war der in der Natur vorkommende Alaun, der bereits im 5. Jahrhundert v. u. Z. von dem griechischen Geschichtsschreiber Herodot erwähnt wurde.

Mit dem jeweiligen Beizmittel wurde die Faser mehrere Stunden gekocht. Auf das so vorgebeizte Gewebe ließ man den in Wasser suspendierten Farbstoff aufziehen. Das Beizmittel verband sich dann auf der Faser zu einem haltbaren Farblack aus Alizarin und Aluminiumoxid. Je nach Verwendung verschiedener Metallbeizen aus Zinn-, Aluminium-, Chrom-, Kupfer- und Eisensalzen wurden Farbnuancen zwischen Orange über Rot, Braun bis Violett erzeugt.

Die Alizarinfärbung brachte also noch den zusätzlichen Vorteil, daß mit einem Farbstoff die verschiedensten Nuancen erzielt werden konnten. Der römische Schriftsteller Plinius der Ältere (23–79) berichtet in seiner »Naturalis historia« (»Naturgeschichte«), daß die Ägypter beim Färben besondere Effekte dadurch erreichten, daß sie nur einige Stellen der Stoffe vorbeizten und danach färbten, wobei die ungebeizten Stellen natürlich ungefärbt blieben, so daß eine Musterung entstand.

Unsere Kenntnisse über die ägyptische Färberei wurden wesentlich durch zwei im Jahre 1828 aufgefundene Papyri bereichert, die zwar »nur« ein Alter von 1600 Jahren hatten, aber eine Rezeptursammlung der ältesten Färbereimethoden enthielten. Der heutige Leser dieser Vorschriftensammlung ist besonders von der klaren, sachlichen Schilderung beeindruckt, weil in der darauffolgenden Zeit bis zum 18. Jahrhundert der mystische Einfluß auf

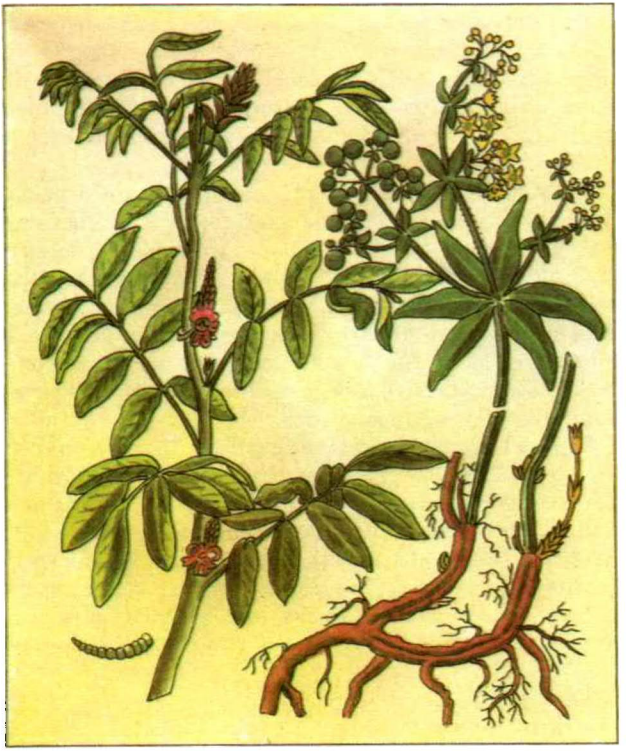
[1] avivieren: Gewebe »schönen«, mit Glanz versehen

die Färberei erheblich größer wurde und den rationellen Kern handwerklicher Färberei immer mehr überdeckte.

Neben Saflor und Krapp werden im Stockholmer Papyrus, einem der beiden 1828 aufgefundenen Papyri, Waid *(Isatis tinctoria)* und Indigo *(Indigofera tinctoria)* erwähnt. Die beiden letztgenannten Pflanzen waren Rohstoffe für die sogenannte Küpenfärbung.

Waid, Indigo und Alizarin bildeten über viele Jahrhunderte die am häufigsten verwendeten Farbstoffe der Welt.

Links: Indigostrauch (Indigofera tinctoria); unten links: Samenschote; rechts: Krapp, auch Färberröte genannt (Rubia tinctoria)



Kindertunika (Leinen) aus einem oberägyptischen Grab bei Achmim, das 1894 aufgedeckt wurde und Stoffteile enthielt, die ein Beispiel für den frühen Zeugdruck um 400 geben. Das mit einem weißen Rautennetz und Blütenmotiv ausgestattete Dessin macht das Kleidungsstück zu einer besonderen Kostbarkeit.

Die Färberei der alten Ägypter stand auf einem so hohen Niveau, daß die Seiten dieses Buches nicht ausreichen würden, um alle Färbevorschriften zu beschreiben, deren sich die Ägypter bedienten. Dabei darf allerdings nicht vergessen werden, daß die Färberei eine Kunst war, deren Geheimnisse streng gehütet wurden.

Einige der uns überlieferten Färberezepturen stammen von Bolos von Mende (200 v. u. Z.), der seine Kenntnisse dem Erfahrungsschatz des Oberpriesters zu Memphis, Ostanes, verdankte. Ostanes, der als »Stammvater« der Färbekunst gilt, sowie Bolos waren Gelehrte, die sich unter anderem mit der Ausarbeitung und Sammlung technischer Anweisungen für vielfältige Herstellungsmethoden beschäftigten. Bolos von Mende beschrieb in seinem Färbebüchlein z. B. das Nachahmen von Gold und Silber durch

Karolingischer oder frühromanischer Druck auf rosa Seide, der mit handgeschnitzten Holzmodeln ausgeführt wurde

»Tingieren« – ein oberflächliches Färben – unedler Metalle.

Da sich die Priester als Hüter der Religion und als Wächter des Staates verstanden, nahmen sie persönlich nicht an der körperlichen Arbeit teil, sondern überließen diese ihren Dienern und Sklaven, die die langwierige Prozedur des Beizens und Färbens mit übelriechenden Stoffen auszuführen hatten.

Das Los der Färber, die ständig mit tierischem oder menschlichem Harn umgehen mußten, schildert ein Papyrus aus der Zeit Ramses II. (etwa 1400 v. u. Z.): »Seine Hände stinken, sie haben den Geruch fauler Fische .«

Wer trug in Ägypten die herrlichen Kleider, wie sie uns auf den Grabbildern begegnen?

Wenn man alten Schrifttafeln glauben darf, dann trugen in der 4. bis 8. Dynastie (etwa 2700–2000 v. u. Z.) alle Frauen, von der Königstochter bis zur Hausfrau, das gleiche einfache Kleid. Erst mit der zunehmenden sozialen Differenzierung der Gesellschaft wird von der 18. bis 20. Dynastie (etwa 1500 v. u. Z.) die Kleidung zum Statussymbol. So gab es reichverzierte Stirnbänder und die gestreifte Sphinxhaube, die wir auch auf der goldenen Totenmaske Tut-ench-Amuns wiederfinden.

Obwohl die weiße Kleidung vorherrschte, wurden viele Stoffe auch mit farbigen (z. B. blauen) Ornamenten bedruckt. Dabei galt die Lotosblume als Symbol der Priester und Beamten. Die Sklavenkleidung dagegen war kürzer, einfarbig und ohne Verzierung.

100 000 Schnecken für eine Toga

Der französische Arzt Gaillardot fand 1864 bei Sidon (Saida, Libanon) eine 120 m lange und 7 bis 8 m hohe Halde von Schneckenschalen, die mehrere tausend Jahre alt waren. Sie entstammten der Zeit, als hier die Phönizier herrschten.

Um 1430 v. u. Z. hatte sich um die phönizischen Handelsstädte Tyrus und Sidon ein ausgedehnter Produktionszweig entwickelt, der sich mit der Gewinnung und dem Verkauf von Purpur beschäftigte.

Obwohl dieser Farbstoff nicht in Phönizien, sondern in Kreta entdeckt worden war, gebührt den Phöniziern der Ruhm, diesem wichtigen und teuersten Farbstoff des Altertums zu seinem hohen Ansehen verholfen zu haben.

Um die Entdeckung des Purpurs rankt sich folgende Sage: Der phönizische Gott Melkart war mit seiner Geliebten, der Nymphe Tyros, und seinem Schäferhund auf einem Spaziergang am Meeresstrand auf eine Schnecke gestoßen, an der sich der Hund heftig zu schaffen machte. Nach mehrfachem Zubeißen kehrte der Hund mit einer roten Schnauze zurück, scheinbar von einer blutenden Wunde stammend. Doch der Hund hatte sich nicht verletzt. Die Schnecke hatte ein Sekret abgesondert, das diese

Gehäuse der Purpurschnecke; links: Thais haemastoma; rechts: Murex trunculus; darunter Murex brandaris

Rotfärbung hervorrief. Der Nymphe gefiel diese Farbe so sehr, daß sie sich ein Kleid dieser Farbe wünschte.

Tatsächlich läßt sich aus vielen Schneckenarten der südlichen Meeresküsten Purpur herstellen, vor allem aber aus Brandhorn oder Türkenblut *(Murex brandaris), Murex trunculus* und auch aus der Art Blutmundige *(Thais haemastoma).* Sie verdankt ihren Namen der Gewinnungsmethode für den Purpur, der als Sekret aus der Schleimdrüse isoliert werden muß. Den großen Tieren wurde die Schleimdrüse aus dem Schlund gerissen, während man die kleineren Schnecken vollständig entschalte. Dieser Prozedur folgten weitere Arbeitsgänge. Nach einer dreitägigen Lagerung in Salzwasser wurde die Masse mit Wasser und

fauligem Harn versetzt und etwa zehn Tage lang in bleiernen Gefäßen gekocht. Auf diese Weise reduzierte sich das ursprüngliche Gewicht der Schneckenmasse auf etwa 6 Prozent. Nach Abtrennung der verbliebenen festen Stoffe konnte der flüssige Farbextrakt getrocknet und verkauft werden.

Der eigentliche Färbevorgang bestand in einem mehrfachen Eintauchen und Kochen des Garnes, selten eines ganzen Stückes. Durch das nachfolgende Aufhängen des gefärbten Gutes vertiefte sich unter der Einwirkung von Luft und Sonne der Farbton.

Durch unterschiedliche und mehrfache Färbung wurde eine Skala von mehr als zehn verschiedenen Rot- bis Violettönen erzielt. Farbstoffe, die auf eine solche Weise zunächst in reduzierter Form auf die Faser aufziehen und danach an der Luft ihre gewünschte Nuance annehmen, sind heute noch üblich und werden, nach der niederdeutschen Bezeichnung »Küpe« für Färbebad, Küpenfarbstoffe genannt.

Da im Altertum das Wesen des Oxydationsvorganges unbekannt war, entstand um den Purpur der Nimbus des »göttlichen Farbstoffs«. Tatsächlich ist dem Begriff »Purpur« bis in unsere Tage ein wenig von dem Glanz geblieben, der ihm von der Antike an bis in das Mittelalter anhaftete.

Obgleich nicht so langwierig und umständlich wie die Herstellung des Farbstoffs, erforderte der Färbevorgang dennoch spezielle Kenntnisse und Fertigkeiten, um gerade die Nuance zu erreichen, die am höchsten bewertet wurde. So kennen wir aus römischer Zeit besonders phantasievoll benannte Farben, wie Hyacintina, Amethistina und Violacea, die durch Mischung von schwarz-violettem Murex-Purpur mit dem scharlachroten Farbstoff der *Thais haemastoma* gewonnen wurden.

Die Purpurfärberei entwickelte sich wahrscheinlich als erster spezialisierter Zweig der Färberei. Waren zunächst nur die phönizischen Purpurfärber wegen ihrer Qualitätsarbeit berühmt, so müssen sich im 8. Jahrhundert v. u. Z., wie der Dichter Homer beschreibt, auch griechische Färber einen Namen gemacht haben.

Um das 6. Jahrhundert v. u. Z. beherrschten vor allem die

Ionier mit ihrem Purpur nicht nur den eigenen Markt, sondern die Gebiete bis nach Italien. Von dort nach Rom gelangt, erlebte die Purpurfärberei einen weiteren Aufschwung. Das Symbol der sogenannten Purpurarii, unter dem sich die Purpurfärber in Rom zu einer Zunft zusammenschlossen, war ein Körbchen mit purpurfarbener Wolle.

Die Dosierung des wertvollen Farbstoffs verlangte von den Färbern größte Gewissenhaftigkeit. Neben den üblichen Arbeitsgeräten wie Rührholz und Farbflaschen finden wir deshalb auf dem Grabstein eines römischen Purpurarius auch die Darstellung einer Waage, die zum Wägen des Purpurs oder der Wolle diente.

Immerhin lag noch im Jahre 300 der Preis für 1 kg purpurgefärbter Wolle bei umgerechnet 6000 bis 7000 Mark. Aus Aufzeichnungen römischer Schriftsteller wissen wir, daß 1 kg Schneckenpurpur etwa 30000 bis 50000 Mark in unserer heutigen Währung kosten würde.

Einen genauen Überblick über den wirklichen Farbstoffeinsatz und die dazu erforderliche Menge an Purpurschnecken besitzen wir erst seit 1909, als es dem deutschen Chemiker Paul Friedländer gelang, die chemische Konstitution des Purpurs zu ermitteln. Er benötigte für die Gewinnung von 1,4 g Farbstoff 12000 Purpurschnecken. Legt man einen Bedarf von etwa 10 bis 12 g Farbstoff für die vollständige Färbung einer römischen Toga zugrunde, so mußten etwa 100000 Schnecken für ein einziges Kleidungsstück ihr Leben lassen.

Nun ist uns verständlich, daß die Bestände an Purpur in Rom von hohen staatlichen Beamten, den Prokuratoren, verwaltet wurden. Selbst die römischen Kaiser waren an den Geschäften der Purpurfärber unmittelbar beteiligt. Purpur gehörte wie heute Gold zum Staatsschatz.

Bei der Eroberung der persischen Hauptstadt Susa traute Alexander der Große seinen Augen nicht, als er in den Schatzkammern viele Ballen wollener Gewebe fand, die mit Purpur gefärbt worden waren. Nachträgliche Berechnungen ergaben, daß ihm eine Beute von 5000 Talenten, nach heutiger Währung 30 Millionen Mark, in die Hände gefallen war.

Ungeachtet der Tatsache, daß die Purpurfärbung durch

Grabstein eines Purpurarius aus dem Museum von Parma. Auf der Grabinschrift sind Färbergefäße, Rührscheit, Wollstränge und Waage zu erkennen.

den Staat überwacht wurde, hat es nicht an Versuchen gefehlt, mit Pflanzenextrakten ähnliche Farbeffekte zu erreichen. Bemerkenswert ist die Imitation, die mit Orseille, einem aus verschiedenen Lackmusflechten der Meeresküste gewonnenen säureempfindlichen Pflanzenfarbstoff, erzielt wurde. Plinius der Ältere (23–79) gab in seinem Werk über die Naturgeschichte außer dem Schneckenpurpur und Krapp weitere Färbemittel, wie Wau, Safran und Scharlachbeere, an, die aber alle an Echtheit der Färbung weit hinter dem Purpur zurückstehen.

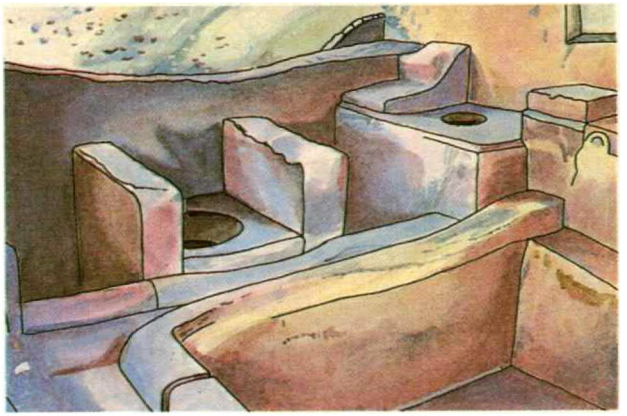
Der 1828 aufgefundene und in Stockholm aufbewahrte Papyrus Holmiensis enthält etwa 70 verschiedene Rezepturen, nach denen im Altertum Purpurfärbungen nachgeahmt wurden. Als »Pseudopurpur« verwendete man z. B. auch Saflor, Henna und Sandyx sowie den Saft der Kermesschildläuse (*Kermes vermilio* und *Kermes ilicis*).

Obwohl die Purpurarii die bekanntesten Färber waren, existierten noch einige andere – »technites« genannte – Handwerker, die spezialisierte Färbearbeiten verrichteten, z. B. Safranfärber, Rotfärber, Gelbfärber, Braunfärber und Blaufärber.

Römische Fresken sowie in Ägypten und Rom ausgegrabene Färbeanlagen zeigen überall ein ähnliches Bild vom Ablauf des Färbereigeschäfts. Der Kunde wurde empfangen. Nach der Auftragserteilung erfolgte das Färben in Kesselanlagen aus Blei oder Stein. Nächster Arbeitsgang war das Waschen des Färbegutes. Fast alle Verrichtungen fanden im Wohnhaus des Färbers, im Peristyl, statt.

In Rom wie in den Landstädten wurde die Färberei häufig in Manufakturen mit Sklaven als Arbeitern durchgeführt. Für den Hausgebrauch, insbesondere für die Sklavenkleider, diente auch Saft von Heidelbeeren.

Die schwere und zudem noch unangenehme Arbeit der Färber fand in Rom wenig Anerkennung. Ähnlich war die Situation der Walker (Fullonen), deren Hauptaufgabe die Reinigung der Kleidung war. Sie deckten ihren Bedarf an Fettlösungsmitteln durch Aufsammeln von menschlichem Urin in den Straßen Roms, wo große irdene Töpfe aufgestellt waren, die von den Anwohnern gefüllt und von den Fullonen abgeholt wurden. Solche Arbeiten mit faulendem



Römische Färbeanlagen (in Pompeji). Durch Freilegung des im Jahre 79 vom Vesuvausbruch verschütteten Ortes Pompeji kamen wesentliche Teile einer Färberwerkstatt zum Vorschein.

Harn haben auch die Färber ausführen müssen. Wir erkennen die Geringschätzung dieser Arbeit z. B. daran, daß die römischen Schriftsteller über die Färberei nichts hinterlassen haben, weil diese Tätigkeit eines »Freien« unwürdig war.

Kleiderfarben der Griechen und Römer

Aus den Werken griechischer und römischer Schriftsteller der Antike sowie aus Fresken wissen wir einiges über die Kleider der Griechen und Römer in den verschiedenen historischen Epochen. Da diese Angaben besonders zur Farbe oftmals nicht eindeutig sind, bleiben einige Fragen unbeantwortet.

Das griechische Wort »xanthon« wird von dem griechischen Schriftsteller Euripides für die Farbe des Blutes, von Äschylus für die grünen Blätter, ja selbst für die Farbe des Honigs verwendet. Unter dem Begriff »pharmakon« verstand man im antiken Griechenland Woll-, Glas-,

Hektor nimmt Abschied von seiner Gattin: Ausschnitt aus einem etruskischen Weinkrug um 530 v. u. Z.

Emailfärberei, Malerei und Schminke. Es drängt sich deshalb die Frage auf, ob die Griechen der Farbe etwa keine Bedeutung beimaßen. Diese Annahme ist unzutreffend, denn im Altertum bestand bei den Völkern des Mittelmeerraumes eine ausgesprochene Farbenliebe, wenn auch die Farbigkeit der Kleidung in den einzelnen Jahrhunderten unterschiedlich war.

Epochen mit zunehmender Farbenfreudigkeit folgten Zeiten der einfachen Tracht aus naturfarbener Wolle oder weißer Kleidung. Die Farben der Kleidung von Frauen und Kindern entsprachen häufig den Naturfarben – z. B. das Dunkelgrün der Myrthe, das Blau dem wolkenlosen Himmel – und wurden auch so bezeichnet.

In der Kleidung wurde die Farbwirkung nicht ausschließlich durch Färbung der Faser, sondern auch durch Aufsetzen andersfarbiger Borten, Säume und Stickereien erreicht. So heißt es von Helena in Homers Ilias (III, 125/127):

»Und ein großes Gewand in der Kammer webte sie,
doppelt und hell, durchwirkt mit mancherlei
Kämpfen rossezäumender Troer und erzumschienter
Achäer.«

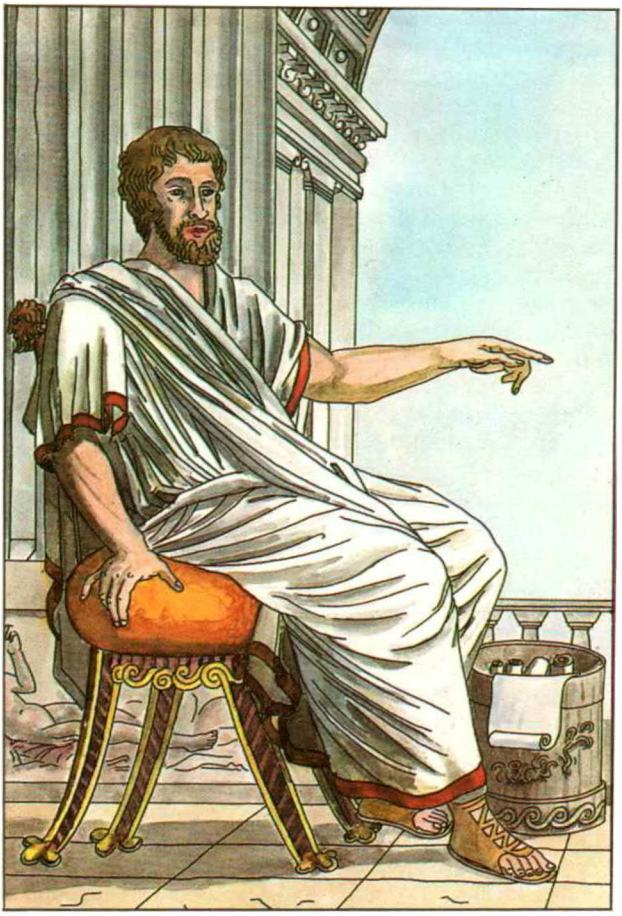
Gewänder dieser Art wurden nur bei festlichen Gelegenheiten getragen.

Bunte Ornamentstreifen und Bänder trugen dazu bei, die sonst einfachen Kleider aus Wolle und Leinen nach dem persönlichen Geschmack des einzelnen zu gestalten. In Griechenland galt Schwarz als Farbe der Trauer, das Purpurgewand dagegen als Symbol der Strategen Athens und der Priester.

Imposant muß der Eindruck der griechischen Infanterie, Hopliten genannt, gewesen sein, die purpurne Tuniken trugen, um den Feind durch ihre Pracht zu beeindrucken, aber auch das Blut der Wunden zu verbergen.

Die weite Verbreitung der Purpurfärberei über den gesamten Mittelmeerraum, und selbst bis nach Britannien, läßt darauf schließen, daß damals die Purpurfärbung nicht allein auf die Kleidung der Staatsoberhäupter beschränkt war, sondern zumindest Teile der Kleidung freier Bürger, wenn es das persönliche Einkommen erlaubte, mit Purpur oder purpurähnlichen Farbstoffen gefärbt werden durften. Sowohl in Griechenland als auch zu Beginn des Römischen Reiches waren die Bestimmungen über das Tragen purpurgefärbter Kleidung großzügig. Nicht nur die Prominenten, sondern sogar die Hetären durften in Griechenland purpurgefärbte Kleidung tragen.

In Rom wurde der Farbigkeit und Eleganz der Gewänder ein weitaus größerer Tribut gezollt als in Griechenland. War das Straßenbild Athens noch wenig von der farbigen Kleidung seiner Bürger geprägt, so entwickelte sich im Rom der Kaiserzeit ein Luxus, der in Farbe und Stoffqualität der Tunika und Toga zum Ausdruck kam. Das war nicht immer so. In der Zeit der Republik durften z. B. nur freie Römer eine weiße Toga tragen, die sie von den eingewanderten Fremden, aber auch von den Sklaven und Unfreien unterschied. Der angesehene römische Grammatiker Donatus schrieb im 4. Jahrhundert über die Kleiderfarbe der Römer: »Alle Männer sind weiß gekleidet, da dies die älteste Mode sein soll, junge Männer tragen



Römischer Senator

Gewänder, die in der Farbe unterschiedlich sind. – Weiß ist die Farbe für eine fröhliche Person, Purpur ist die Farbe der Reichen, Rot die der Armen. Ein Zuhälter trägt ein Kostüm von bunter Schattierung; eine Kurtisane erhält einen gelben Mantel, um ihre Habsucht zu bezeichnen.«

Ganz so einfach, wie das hier zum Ausdruck kommt, war natürlich die Farbsymbolik nicht, die Wirklichkeit war wesentlich komplizierter. Das begann bereits mit der Kleidung der Kinder. In Rom trugen die Knaben aus den reichen Römerfamilien die purpurfarbig gesäumte Kindertoga, die mit dem Eintritt in das Jünglingsalter (16. Lebensjahr) während einer Feier endgültig abgelegt wurde. Dieser Kindertoga folgte die weiße Toga des freien Mannes, ein Obergewand aus Wolle, das etwa 5 m lang und

Römischer Feldherr in purpurner Toga. Die ohnehin teure Purpurfärbung führte bei wiederholter Anwendung zu der besonders wertvollen dunklen Nuance.

2 m breit war und als Amts-, Fest- und Hofkleid getragen wurde (Toga pura).

Die Beamten und Priester hatten wie die freigeborenen Kinder das Recht, die purpurgesäumte Toga praetexta (gesäumte Toga) zu tragen.

Die höchste Form der äußerlichen Anerkennung genossen die Triumphatoren, die siegreichen Feldherren, deren Toga picta völlig purpurgefärbt und mit goldenen Palmen bestickt war. Ihnen allein gebührte die gleiche Ehre wie dem Gott Jupiter im Kapitol, ihr Antlitz mit Mennige gefärbt zur Schau zu stellen.

Umfangreiche Ordnungen legten für bestimmte Anlässe besondere Farben fest. Zum Beispiel war die Toga candida als leuchtend weiße Kleidung für die Bewerber um die Staatsmacht bestimmt. Die Toga pulla diente als schwarzes Trauerkleid. Der feuerfarbene Brautschleier war bei der Hochzeit zu tragen.

Die verschiedensten Formen farbiger Kleidung waren den Legionären vorbehalten. Bei den ärmeren Familien und in den Werkstätten dagegen wurde die dunkelfarbige, knielange Tunika pulla getragen.

Die Farbigkeit der Kleidung war nicht allein der Zweckmäßigkeit, also rationellen Gesichtspunkten, untergeordnet, sondern meist Ausdruck der gesellschaftlichen Stellung des Trägers.

Als einzelne Sklaven durch ihre besonderen Fertigkeiten oder ihre Aufsichtsfunktion in der Lage waren, sich teure Kleider zu leisten, wurde dies verboten.

Eines Tages brachte einer der römischen Senatoren zu diesem Problem einen weitergehenden Vorschlag ein. Er forderte, daß alle Sklaven in Rom eine einheitliche dunkle Kleidung tragen müßten. Der Antrag fand allgemeinen Beifall, da viele der anwesenden Senatoren daran interessiert waren, entflohene Sklaven schneller erkennen und ergreifen zu können. Bei der anschließenden Debatte kamen aber dann nüchtern denkende Senatoren zu Wort. Sie hielten den Vorschlag für sehr bedenklich, weil die Sklaven untereinander bereits auf der Straße erkennen würden, wie viele ihresgleichen in Rom lebten. Das hätte nicht nur das Selbstbewußtsein der Sklaven erheblich gestärkt, sondern vor allem die Gefahr eines gewaltsamen

Römische Frauen aus dem 1. Jahrhundert v. u. Z.

Umsturzes heraufbeschworen. So blieb es bei der bisherigen Praxis.

Die gesetzlichen Einschränkungen der Farbenverwendung wurden jedoch schrittweise verschärft. Das begann mit Kaiser Diocletianus (284–305), der ein strenges Farbenzeremoniell erließ, und erreichte unter Kaiser Theo-

dosius (379–395) seinen Höhepunkt, als die Purpurschnecke heiliggesprochen und die widerrechtliche Verwendung von Purpur unter Todesstrafe gestellt wurde. Die Purpurkleidung war zum Vorrecht der Kaiser geworden, das darüber hinaus nur dem siegreich aus der Schlacht heimkehrenden Feldherrn auf dem Weg zum Jupitertempel zugestanden wurde.

Die Einschränkung der Purpurfärbung ausschließlich für den Bedarf des Kaisers und der Triumphatoren führte allmählich zu einem Rückgang der Purpurerzeugung innerhalb des Römischen Reiches.

Nach dem Ende des Weströmischen Reiches erreichte der Kult um den Purpurfarbstoff am byzantinischen Hof eine neue Blüte, Ausgangspunkt für die Übernahme der Purpurkleidung durch geistliche und weltliche Herrscher im Mittelalter. Der Schneckenpurpur wurde fortan auch *Königspurpur* genannt. Noch heute sind uns Prachtstücke solcher mit Purpur gefärbten Königsmäntel erhalten, wie das Pallium imperiale, der deutsche Krönungsmantel, der 1183 von sarazenischen Künstlern angefertigt wurde und sich heute in Wien befindet.

Bemalung mit Pflanzensäften

Die nord- und westeuropäischen Völker, denen wir uns jetzt zuwenden wollen, standen ökonomisch und kulturell mehrere Jahrhunderte hindurch unter dem Einfluß des Römischen Imperiums, lagen sie doch hinsichtlich der Entwicklung der Produktivkräfte noch hinter der der römischen Sklavenhaltergesellschaft zurück. Zahlreiche Erfindungen, die in Rom und seinen Provinzen gemacht worden waren, wurden von den »Barbaren«, wie die Römer die fremden Völker bezeichneten, übernommen.

Beim ersten Zusammentreffen von Römern und Barbaren war der Niveauunterschied der beiden Kulturen noch so groß, daß die römischen Heerführer und Schriftsteller recht überheblich auf die primitiven Völker herabsahen. Der große Gegensatz kam nicht nur in der Bewaffnung, sondern auch in der Bekleidung zum Ausdruck; denn den Kohorten der wohlgekleideten und bestens ausgerüsteten

Waidpflanze (Isatis tinctoria)

römischen Soldaten traten oftmals nackte, am ganzen Körper blau geschminkte Feinde gegenüber.

Am stärksten war dieser Brauch bei den Britanniern vertreten. Der römische Schriftsteller Pomponius Mela schreibt in seinem Buch »De chorographica« darüber folgendes: »Sie färben sich mit Waid, vielleicht zur Zierde, vielleicht aus anderen Gründen.«

Plinius erzählte, daß Frauen und Jungfrauen der Britannier bei gewissen religiösen Festen den ganzen Körper mit Kraut (Waid) einrieben und dann nackt umhergingen.

Germanischer Mantel mit Zierkanten und Fransen

Welche Rolle spielte das Schminken in einer Zeit, in der nach dem römischen Geschichtsschreiber Tacitus der Mantel die allgemeine Volkstracht war? Daß die Körperbemalung kein besonderer Brauch der Britannier war, sondern auch von den Galliern, Kelten und Germanen ausgeübt wurde, gilt als unbestritten. Es wird berichtet, daß die keltischen Frauen besonderen Wert auf eine mehrfarbige Körperbemalung legten, die ihre Schönheit wirkungsvoll unterstrich. Es klingt fast nach moderner Kosmetik, wenn wir hören, daß die Augen schwarz, die Wangen rot oder blau und die übrige Haut weiß gefärbt wurden.

Die Haarfärbung spielte eine besondere Rolle. Ebenso wie die Gallier legten vor allem die germanischen Männer Wert darauf, ihr Haar als Ausdruck ihrer gesellschaftlichen Stellung rot zu färben. Die Rezepturen zur Herstellung solcher Haarfarben waren den Römern so begehrenswert, daß sie diese übernahmen.

Schon damals blieben die Kenntnisse und Erfahrungen der Körper- und Textilfärbung in Europa nicht das Besitztum eines Volkes. So finden sich einerseits römische Textilreste in germanischen Heldengräbern und andererseits mehrfarbige Wollstoffe der Friesen bei römischen Feldherren.

Die Kleidung der germanischen Stämme war sowohl durch die Einflüsse der römischen Kultur als auch durch

die gegebenen geographischen Bedingungen erheblich differenziert. Cäsar schrieb über die Kleidung der auf Wanderung befindlichen Stämme der Sueben: »Auch sie sind dermaßen abgehärtet, daß sie trotz des rauhen Klimas ihres Landes in Flüssen baden und keine andere Kleidung als Felle tragen, die den größten Teil ihres Körpers bloß lassen.«

Die Tierfelle, so einfach ihre Gewinnung auch war, entsprachen bei den Germanen weder den klimatischen Bedingungen noch den gestiegenen Bedürfnissen, vor allem des Sippen- und Kriegeradels. War die aus Schafwolle hergestellte Kleidung zunächst, entsprechend ihrer Herkunft, weiß, gelblich bis braun, so wurden mit Hilfe von Pflanzenfarbstoffen bestimmte Kleidungsstücke kontrastierend gefärbt.

Über die Kleidung der germanischen Frauen schreibt der römische Schriftsteller Tacitus, daß sie nicht anders als die der Männer sei, »nur hüllen sie sich öfters in leinene Umhänge mit purpurrotem Besatz, deren Oberteil jedoch nicht in Ärmel ausläuft«.

Prachtmantel und Schandkleid

Vollständige Bekleidung aus dem 1. Jahrtausend u. Z. ist heute äußerst selten zu finden, dennoch haben uns manche Moore durch ihre konservierende Wirkung Textilien bewahren können. Im Jahre 1859 wurde in Thorsberg in Schleswig-Holstein (BRD) ein besonders wertvoller Fund gemacht, der die Archäologen und Chemiker lange beschäftigte. Ein leuchtend blauer Mantel aus einem quadratischen Tuch von 1,70 m Seitenlänge erblickte nach 1 500jähriger Ruhe wieder das Licht der Welt. Dieses Prachtstück überrascht den Beschauer durch helle Zierkanten und Fransen sowie grüne Borten. Mittels Infrarotaufnahmen konnte sichtbar gemacht werden, daß der Thorsberger Mantel aus verschieden gefärbten Fasern entstanden war und durch die Webart ein kariertes Muster erhalten hatte. Der manuelle Aufwand zur Herstellung dieses wertvollen Mantels muß unter den damaligen Verhältnissen außerordentlich hoch gewesen sein. Allein das

So mag der Thorsberger Prachtmantel ausgesehen haben, dessen Reste im Jahre 1859 im Thorsberger Moor in Schleswig-Holstein (BRD) gefunden wurden. Dieses etwa 1600 Jahre alte Kleidungsstück war mit dem Indigo der Waidpflanze gefärbt worden.

Weben wird zwei Frauen mindestens ein Jahr beschäftigt haben.

Von dem westgotischen oder burgundischen König Sigismer wird berichtet, daß er bei seinem Einzug in Lyon im Jahre 440 einen grünen, mit Purpurstreifen eingefaßten Mantel trug, der das Erstaunen der Anwesenden hervor-

rief. Seine Kleidung war flammendrot, goldschimmernd und mit milchfarbener Seide ausgestattet.

Zur farbenprächtigen Oberbekleidung der Könige kam gelegentlich ein Kopfschmuck. Der Alemannenkönig Chnodomar kreierte 357 eine neue Mode, als er in der Schlacht bei Strasbourg eine flammendrote Kopfbinde trug.

Sowohl die Art als auch die Farbigkeit der Kleidung wiesen bei einzelnen Völkern durchaus größere Unterschiede auf. Die Langobarden beispielsweise trugen Kleidung mit mehrfarbig eingewebten Streifen und weiße Beinbinden. Ebenso bekannt waren im 4. Jahrhundert die Linnenkleider und grünen Kriegsmäntel der Goten.

Seit dem 6. Jahrhundert bemächtigte sich auch die Geistlichkeit der Farbenpracht und des Seidenluxus. In einer Aufzeichnung wird davon erzählt, daß die fränkische Äbtissin zu Poittiers beschuldigt wurde, sie habe aus einem schwerseidenen Altarbehang mit goldverziertem Saum für ihre Nichte ein mit Goldplättchen besetztes Kleid anfertigen lassen. .

Nach den Beschreibungen von Mönchen trugen die Frauen und Töchter der fränkischen Könige Kleider, die noch farbenprächtiger waren als der Thorsberger Mantel. Fränkische Edle waren im 9. Jahrhundert wegen ihrer langen scharlachroten Hosen bekannt, während die Beamten an ihren langen blauen Hosen mit Kniegürteln aus golddurchwirktem Band zu erkennen waren. Die Farben Rot, Grün und Blau waren in der fränkisch-romanischen Kleidung fast ausschließlich der herrschenden Klasse vorbehalten.

Da dieser Kleiderluxus mit ausländischen Stoffen und Farben immer aufwendiger wurde, erließ Karl der Große im Jahre 808 die erste bekannte Kleiderordnung.

War bisher allen Adligen das Tragen ausländischer Stoffe erlaubt gewesen, so waren jetzt nur noch wenige im Besitz besonderer Privilegien. Karl der Große ging zwar mit persönlichem Beispiel voran, indem er sich wochentags nur in seinem Schafspelz zeigte und nur zweimal in seinem Leben die fränkische Kleidung mit der römischen vertauschte, aber schon seine Familie hielt sich nicht an seine Anordnungen. Die Kaiserin trug Kleider aus purpurner

Kaiser Otto III. (um 1000)

Baumwolle, seine Töchter Gisela und Rodheid verzierten ihre Kleidung mit seidenen Schleiern, die von Purpurfäden durchzogen waren. So konnte durch die Kleiderordnung der Farben- und Kleiderluxus nicht eingedämmt werden, denn Adel und Geistlichkeit hielten sich nicht an die kaiserlichen Festlegungen. Für die Bauern und Handwerker waren sie jedoch Gesetz.

Das, was früher aus dem Ausland gekauft wurde, versuchten nunmehr die einheimischen Handwerker am Königshof und in Klosterwerkstätten selbst anzufertigen.

Kunstvolle farbige Wolltücher waren in der damaligen Zeit immerhin so wertvoll, daß sie gelegentlich bei den Herrschenden als Zahlungsmittel dienten.

Während die herrschende Schicht dieser Zeit eine prächtige und vollständige Kleidung aus Mantel, Rock, Hose und Schuhen trug, mußten die Minderbegüterten mit dem einen oder anderen Kleidungsstück zufrieden sein. Wegen des großen Arbeitsaufwandes zur Herstellung der Kleidung wurde jedes Kleidungsstück immer wieder geflickt und solange wie möglich getragen. Bei den einfachsten Geweben, die im Haus hergestellt wurden, war ein Aufwand von etwa 80 bis 100 Stunden für das Spinnen und Weben von 1 m^2 Stoff erforderlich.

Aus alten Färbebüchern

Nach unserem kleinen Ausflug in die Geschichte frühmittelalterlicher Kleidung wollen wir versuchen, einigen Geheimnissen der meist nur mündlich weitergegebenen Verfahren und Rezepturen auf die Spur zu kommen, nach denen im Mittelalter gefärbt wurde. Dabei machen wir eine erstaunliche Beobachtung, die unserem Empfinden zunächst zu widersprechen scheint. Vieles von dem, was in der Antike an Färberei betrieben wurde, ist uns durch historische Berichte und Papyri mit hohem Sachverstand übermittelt worden. Mit dem Beginn der alchimistischen Arbeiten treten dagegen stark mystische Züge in der Färbereiliteratur auf, die uns das Enträtseln bestimmter Färbevorgänge ein wenig erschweren.

Über Jahrhunderte beherrschte selbst die erfahrenen Färber der Glaube, eine geheimnisvolle Färbekraft, die in bestimmten Pflanzen und Bäumen verborgen sei, übertrage sich wie eine Heilkraft auf das zu färbende Material. Rotes Gewebe wandte man z. B. für blutstillende Verbände und gegen aufbrechende Blattern an. Aus der Lehre von der färbenden Kraft leitete sich die Auffassung ab, man müsse die Blüten und Früchte von Färbepflanzen am Michaelistag bzw. Johannistag jeweils vor Sonnenaufgang pflücken, um eine gute Färbung zu erzielen.

Entkleidet man die uns überlieferten Rezepturen ihres

mystischen Charakters, so gelangt man zu brauchbaren, einfachen Färbemethoden, die entweder in der heimischen Hauswirtschaft entstanden oder von den Nachbarvölkern übernommen worden sind bzw. durch die Kreuzzüge und den Levantehandel im 12. Jahrhundert nach Mitteleuropa gekommen waren. Schriftliche Dokumente sind sehr selten. Dazu gehören die Bücher des im 4. Jahrhundert lebenden Alchimisten Zosimos, das enzyklopädische Werk »De universo« des Klosterabtes von Fulda (776–856) sowie das im 8. bis 9. Jahrhundert geschriebene Buch »Compositiones ad tingenda musiva«, das die Textilfärberei der Karolingerzeit wiedergibt. Als Sammlung von medizinischen und anderen Rezepturen besitzen die »Basler Rezepte« aus dem Jahre 800 sowie die Züricher und Innsbrucker Arzneibücher (um 1100) einen hohen kulturhistorischen Wert.

Interessante Zusammenstellungen über Farben fanden sich auch in Büchern über die Malkunst, wie die im 11. Jahrhundert von Theophilius Presbyter verfaßte »Schedula diversarum artium«.

In größerem Umfang als bei den selbständigen Handwerkern entwickelten sich Handwerk und Kunst in einigen Klöstern, von denen wir Teppich- und Bildwirkereien oder Buchmalereien kennen.

Aus der Überlieferung von klösterlichen Färbevorschriften können wir jedoch nicht ableiten, daß die Färberei allein von den Klöstern betrieben worden wäre. Der größte Teil der Bevölkerung konnte die im frühen Mittelalter gewebte und gefärbte Kleidung aus klösterlichen Werkstätten nicht bezahlen und führte deshalb das Färben, Spinnen und Weben im eigenen Hause durch. In Südeuropa verwendete man zeitweise einige hundert verschiedene Färbepflanzen, die für die unterschiedlichsten Farbtöne eingesetzt wurden. Da viele Farbstoffe auf Wolle und Baumwolle nicht direkt aufzogen, war seit der Antike das Beizen der Fasern mit Metallsalzen üblich.

Auch in der Hausfärberei wurden Beizen als Vermittler zwischen Faser und Farbstoff bei höherer Temperatur angewandt. Als geeignet erwiesen sich Aluminium-, Eisen-, Kupfer- und andere Metallsalze.

Dem Beizen folgte der Färbevorgang. Dazu wurde das

Färber aus dem 17. Jahrhundert

Färbegut in die Färbelösung, die »Flotte«, getaucht und bei langsamer Steigerung der Temperatur ein bis zwei Stunden kochend gefärbt. Andere Farbstoffextrakte zogen direkt auf die Faser auf, waren aber oft nicht genügend wasserbeständig.

Wir wollen an dieser Stelle die sogenannte Küpenfärbung erwähnen, deren Prinzip wir bereits beim Schneckenpurpur der Antike kennengelernt haben und auf die wir beim Indigo eingehen werden. Je nach Angebot an Färbedrogen mußte die geeignete Färbemethode ausgewählt werden.

Gelbfärbung

Zu den wichtigsten seit der Antike bis in das 19. Jahrhundert verwendeten gelben Färbepflanzen gehört der in Mitteleuroa wachsende Wau, auch Färberesede *(Reseda luteola),* Färberkraut oder Romanisches Kraut genannt, der nach der Blüte gerauft und in Garben zusammengebunden wurde. Ebensolche Bedeutung erlangte bereits im Altertum der Safran, der aus getrockneten Blütennarben der in Spanien wachsenden Safranpflanze *(Crocus*

Als Färbemittel dienten jahrhundertelang auch die hochroten Blüten von zwei Arten des Granatapfels (Punica mala).

sativus) gewonnen wurde. Allerdings mußten für 1 kg Safran 70 000 bis 80 000 Blüten gesammelt und getrocknet werden. Der daraus resultierende hohe Preis schränkte die allgemeine Verbreitung erheblich ein. Die Hausfärberei nutzte deshalb viele Pflanzen, deren Farbextrakte billiger waren, z. B. Wegedorn, Sauerdorn, Berberitze, Zwiebelschalen und Birkenblätter.

Die färbende Komponente des Pflanzenextrakts ist

häufig chemisch identisch oder ähnlich, tritt aber in unterschiedlicher Konzentration auf. Zwiebelschalen und die in Nordamerika wachsende Färbereiche enthalten z. B. das Quercetin, eine chemische Substanz, die sich von dem im Wau vorkommenden Luteolin nur wenig unterscheidet.

Verloren und wiedergefunden

Das Spektrum rotfärbender Pflanzensäfte ist, wie wir wissen, groß, denn viele unserer Früchte hinterlassen ihre dauerhaften roten Spuren auf unserer Wäsche. Solche Erfahrungen haben auch unsere Vorfahren gemacht und damit die ersten roten Farbstoffe verwandt. Zu den ältesten Rotfarbstoffen gehört das violette Orseille, das seit der Antike aus verschiedenen Flechten der Meeresküsten gewonnen wurde. Der Farbstoff bildete sich erst nach einem Gärungsprozeß, wobei zunächst zwei Tage lang mit gefaultem Harn gerührt werden mußte. Danach folgte eine Umsetzung mit gelöschtem Kalk. Das Ende des sechswöchigen Gärungsprozesses zeigte der allmählich auftretende Veilchengeruch an.

Für das Orseille wie für viele andere Farbextrakte ging in Europa am Ende des Altertums das Herstellungsrezept verloren. Erst um 1300 stieß ein florentinischer Kaufmann in der Levante wieder auf die alte Kunst und gründete daraufhin Färbereien in Italien.

In Europa und auch in anderen Teilen der Erde war seit der Antike die Färberdistel (Saflor) weit verbreitet. Aus Übersee stammte das Orlean, das als roter Belag aus dem Samen des Orleanbaumes isoliert wurde.

Der Fund des Thorsberger Prachtmantels brachte uns bei der Suche nach historischen Farbnuancen ein Stück weiter. Die aufgefundene grüne Borte bezeugt die bereits im 4. Jahrhundert in Mitteleuropa vorhandene Kenntnis haltbarer Grünfärbungen. Dafür bot sich am ehesten das unter dem Einfluß des Sonnenlichtes überall in der Natur vorhandene Blattgrün (Chlorophyll) an. Viele unserer heutigen Sträucher, wie Hartriegel, Liguster, Wacholder, Rainweide, Faulbeerbaum und Kreuzdorn, erwiesen sich schon vor 1 000 Jahren als Rohstofflieferanten für grüne

Farbstoffe. Durch das Zerdrücken der grünen Beeren oder Blätter wurde Saft ausgepreßt, der unter Hitzeeinwirkung zum Färben der Garne geeignet war.

Für anspruchslose Färbungen kam Laub des Ahorn- und Holzapfelbaumes in der Hausfärberei zum Einsatz.

Gallier und Germanen nutzten nicht nur die blauviolette Heidelbeerfärbung für ihre Garne, sondern auch die Schwarzfärbung mit Walnußschalen.

Bekannt war auch die Herstellung von schwarzfärbenden Eisensalzen der Gallussäure, die durch einen langwierigen Prozeß aus Eichen- und Erlenrinde unter Zusatz von Eisenfeilspänen bis zu Beginn unseres Jahrhunderts gewonnen wurden.

Alizarinfärbung mehr als 3000 Jahre alt

Die Naturgeschichte des Krappanbaues geht in die Zeit der altägyptischen Kultur zurück und fand ihre Fortsetzung durch die systematische Kultivierung der Lizari genannten Pflanze im Römischen Reich in der Umgebung Roms. Das unter dem Namen Krapp gehandelte trockene Pulver enthielt den eigentlichen Farbstoff, das Alizarin, nur zu 1 Prozent. Die farbstoffliefernde Pflanze ist die gelbblühende Färberröte *(Rubia tinctoria),* eine etwa 1 m hoch werdende Pflanze, die seit ältester Zeit im Orient angebaut wurde. Der Farbstoff ist in der »Krapp« genannten Wurzel enthalten.

Der Anbau der Krapppflanzen ist nachweislich seit dem 7. Jahrhundert in der Nähe von Paris betrieben worden. Durch die Landgüterordnung Karls des Großen wurde er gesetzlich geregelt.

Im 16. und 17. Jahrhundert gehörten die Niederlande zu den bedeutendsten Anbaugebieten. Seit 1729 wurde auch in Frankreich der Krappanbau forciert. In der Mitte des vergangenen Jahrhunderts wurden noch 50000t Krappwurzeln jährlich erzeugt.

Die sogenannte Türkischrotfärberei stammt wahrscheinlich aus Zentralasien (Turkmenien); sie gelangte mit der türkischen Expansion über Kleinasien (heutige Türkei) nach Europa.

Noch im 17. und 18. Jahrhundert waren die im Orient nach Geheimrezepten gefärbten Türkischrotgarne in Europa sehr gefragt. Trotz des hohen Preises fand das kräftige rote Gewebe, aus dem der Türkenfez hergestellt wurde, einen reißenden Absatz. Die Tatsache, daß die Färber des türkischen Imperiums eine Art Monopolstellung in der Türkischrotfärberei hatten, war vor allem darauf zurückzuführen, daß es in Kleinasien (Türkei) reiche Vorkommen an guten Alaunen gab.

Schließlich entdeckte Giovanno di Castro 1462 in Tolfa bei Civita Vecchia, also auf dem Gebiet des damaligen römischen Kirchenstaates, ein Vorkommen von Alunit (Alaungestein), das sich im Tagebau fördern ließ. Durch Rösten und Wässern unter freiem Himmel, eine Art künstlich beschleunigte Verwitterung, ließ sich daraus eine Lösung gewinnen, aus der man den begehrten Alaun aussieden konnte. Der Papst erklärte Abbau und Gewinnung sofort zu seinem Monopol. Der »päpstliche« Alaun war aber qualitativ schlechter als der türkische. Möglich auch, daß die europäischen Färber hinter die Finessen des Türkischrotfärbens doch nicht gekommen waren, jedenfalls stand nach wie vor echt »türkische« Ware hoch in der Käufergunst. Was nützte aber dem Papst sein Monopol, wenn damit nichts zu verdienen war? In seiner Osterbulle des Jahres 1463 verpflichtete Pius II. alle Christen bei ihrem Seelenheil, ihren Alaun bei ihm und nicht bei den »heidnischen« und somit »antichristlichen« Türken zu kaufen. Er gab dafür auch eine »christliche« Begründung: »Heute bringe ich Euch den Sieg über den Türken, denn dieser preßt der Christenheit jährlich mehr als 300 000 Dukaten für ihren Alaunbedarf ab.«

Zu Beginn des 16. Jahrhunderts wurden dann die Alaunschieferlager in England und bei Bad Düben entdeckt. Letztere wurden natürlich sofort kursächsisches Monopol und somit eine wichtige Einnahmequelle für die sächsischen Könige.

Der Anbau der Färberröte, meist, aber nicht ganz exakt Krappanbau genannt, breitete sich weiter in Europa aus. Der klimatisch begünstigte Süden Frankreichs blieb bis ins 19. Jahrhundert europäisches Hauptanbaugebiet.

Das diffizile Färbeverfahren wurde jedoch von den

Färbern des Türkischen Reiches (zu dem damals Griechenland gehörte) geheimgehalten. So nimmt es nicht wunder, daß europäische Ware qualitativ minderwertig war und weiterhin riesige Importe erfolgten. Noch im Jahre 1784 importierten allein Deutschland, Österreich und Ungarn 1 000 t türkischrotgefärbte Garne im Werte von 2 Millionen Talern (etwa 6 Millionen Mark) aus der Türkei.

Zünfte beherrschen die Färberei

Im beginnenden Mittelalter war das Färbereiwesen in Mitteleuropa weitgehend von der hauswirtschaftlichen Arbeitsweise geprägt. Hohe Preise und die weit verbreitete Armut unter dem größten Teil der Bevölkerung zwangen die Insassen bäuerlicher Hauswirtschaften, ihre Kleidung mit einfachen Mitteln zu färben. Das änderte sich nicht, als in einigen Klöstern eine Spezialisierung auf Weberei und Färberei einsetzte.

Die Konzentration der Färberei auf einige Klöster brachte seit dem 12. Jahrhundert einen echten Fortschritt in der Qualität und der Vielfalt des färberischen Könnens, das naturgemäß örtlich begrenzt blieb und dem Erfahrungsaustausch eher abträglich als förderlich war.

In dieser Zeit gewann das städtische Leben einen beherrschenden Einfluß auf Handwerk und Wirtschaft. Die Färberei wurde in den neugegründeten Städten von Tuchmachern betrieben, die entweder selbst färbten oder besondere Färber für sich arbeiten ließen.

In einer Urkunde aus Regensburg von 1259 wurden im Zusammenhang mit den Webern auch die »Schwarzfärber und Waidfärber« erwähnt, die jedoch im Gegensatz zu den Tuchmachern noch nicht über eine eigene Innung oder Zunft verfügten.

Die Ursache für den fehlenden Zusammenschluß der Färber lag wahrscheinlich in der ungenügenden Anerkennung dieser Handwerkskunst, in der geringen Anzahl von Färbern und in deren Armut. Im 12. Jahrhundert waren in der seit der Römerzeit bedeutenden Stadt Köln nur acht Weber und zwei Färber ansässig. Ende des 13. Jahrhunderts waren in Erfurt die Färber Hilfsarbeiter der Weber.

Alaungewinnung aus alaunhaltigem Wasser (nach einer Darstellung von Georg Agricola)

Die sächsischen Färber hatten 1492 noch immer keine eigene Werkstatt und arbeiteten nach wie vor bei den Tuchmachern.

Die ältesten Färbereizünfte entstanden ab 1300 in deutschen Städten, dort, wo sich eingewanderte Färber niedergelassen und das Bürgerrecht erworben hatten. Da der Wasserbedarf der Färber erheblich war, siedelten sie sich meist in der Nähe der Wasserläufe an, und so entstanden die Straßenbezeichnungen Färbergraben und Färbergasse. Hier ließen sich die verschiedensten Gruppen von Färbern nieder, deren Berufsbezeichnung und Zunftwappen Auskunft über ihre Tätigkeit gaben.

So kennen wir z. B. Schwarzfärber (auch Schlecht- oder Schlichtfärber); Schönfärber (Buntfärber); Türkischrotfärber und Blaufärber (Waidfärber).

Aus einer Gerichtsverfügung des Rates von Konstanz aus dem Jahre 1380 geht hervor, daß für das Mitteilen von Färberezepturen Geld abverlangt wurde. Verbindliche Färbevorschriften galten etwa seit 1400. Wegen der häufig auftretenden Verfälschungen der Farbstoffe und Gewebe wurde den neugebildeten Färbereizünften durch die Städte eine Reihe von Reglementierungen auferlegt, über deren Einhaltung sie strengstens zu wachen hatten. Dafür ein kleines Beispiel.

Die Stadt Nürnberg hatte im Jahre 1388 etwa 80 Färber, die einer besonderen Polizeiverordnung unterworfen waren. Danach mußten die Färber schwören, daß sie das Färben nach den bestehenden Regeln vornahmen. Das gefärbte Tuch mußten sie dann von eigens dafür zugelassenen Meistern prüfen lassen.

Auch in anderen Städten wurde um 1500 das Färben nur noch den zugelassenen Zünften erlaubt.

Die »Schauordnungen« und »Schauämter«, deren Aufgabe es war, als Obrigkeitsorgane über die Qualität der Arbeit der Färber zu wachen, schufen ein immer breiteres System von Gütekennzeichen und Festlegungen, durch die die Zünfte ständig weiter eingeengt wurden. Solche graduell abgestuften Qualitätszeichen trugen die Musterbezeichnung »enkelstal« (Einfachmuster), »anderhalbstal« (Anderthalbfachmuster) und »doppelstal« (Doppelmuster). Das Gemälde des berühmten niederländischen Malers

Wappen der Färber (von links oben nach rechts unten): Dresden (1750); Blau- und Schönfärber in Holzminden (1823); Blaufärber in Gent; Schwarz- und Schönfärber in Berlin; Schwarz- und Leinfärber in Nürnberg.
Die Zunftwappen wurden bei Umzügen und Feiern sowie an den Häusern zur Schau gestellt.

Zwei Färbermeister auf der St. Gallener Färberscheibe aus dem Jahre 1565. Oben: Glättung des Tuches mit Hilfe eines Wellholzes; links davon in einem »Trümmelhus« ein Pferdegöpel als Antrieb für die Tuchmangel

Rembrandt »Staalmeesters« zeigt die kontrollbefugten Meister, die über die Qualität des gefärbten Tuches das letzte Wort sprachen.

Durch Traditionen und Erfahrungen wurde in den ein-

zelnen Städten oftmals eine besondere Farbnuance erzielt, die unübertroffen war. So sprach man beispielsweise vom Berliner Blau und vom Schweinfurter Grün. Im Norden kamen wegen des flandrischen Einflusses gefärbte Stoffe häufiger vor als im Süden.

Man kann die zunächst progressive Rolle der Färberzünfte und ihren späteren Niedergang nicht beschreiben, ohne auf das Leben der Färbergesellen einzugehen. Nach einer Lehrzeit bis zu sieben Jahren Dauer gingen die Gesellen auf Wanderschaft, um sich die Erfahrungen anderer Meister anzueignen. Die Bezahlung war in den meisten Ländern sehr niedrig. Im Jahre 1378 traten z. B. in Lucca in Italien die Färber in den Streik – ein Zeichen dafür, wie wenig die harte Arbeit und hohes handwerkliches Können durch einen entsprechenden Lohn geachtet wurden.

Zwischen Kardinalspurpur und Waidblau

Die Kleidung der arbeitenden Klassen und Schichten war im Hochmittelalter ebenso streng reglementiert wie die Zunftarbeit selbst. Durch Verbote und Anordnungen wurden Gewebe, Schnitt und z. T. auch die Farbe der Kleidung festgelegt. Die Zünfte überwachten z. B. die Ausgehkleidung der Gesellen bis in das feinste Detail und straften jeden, der von den geltenden Normen abwich.

Die Kleider der wohlhabenden Bürger waren meist leuchtend farbig und nach mittelalterlicher Farbensymbolik gestaltet, wobei die Farben Grün, Rot, Blau und Schwarz häufig wiederkehrten.

Eine besondere Wirkung wurde durch die Kombination von verschiedenen Farben auf Rock und Hose der Männer und durch kontrastierende Besätze der Kleider erreicht.

Gegen die Putzsucht der reichen Bürger zogen die Priester zu Felde, obwohl gerade die Priestergewänder und Altarbehänge einen ungeheuren Luxus aufwiesen. So mahnt im 13. Jahrhundert Berthold von Regensburg: »Ihr wißt nicht, wie Ihr Euch mit dem Gewande und der Haltung Eures Leibes gebaren sollt vor eitel Hoffart. Euch genügt nicht, daß Euch unser Herrgott gegeben hat rotes Gewand,

grün und gelb und blau und weiß und schwarz. Ihr wollet es auch sprengliebt machen wie die Vögel, bald hellglänzend, bald dunkel.«

Unter dem Einfluß der Reformation wurde gegen Ende des 16. Jahrhunderts die schwarze Kleidung vom reichen Bürgertum bevorzugt. Das Tragen von Spitzen- und Seidenstoffen war den Bürgern nicht erlaubt; sie mußten sich mit weniger wertvollen Bändern als Borten begnügen. Noch strenger waren die Bestimmungen für die Bauern, sie durften nur einheimische Stoffe aus Wolle und Leinen in den Farben Grau, Braun und Schwarz tragen.

Zu den vornehmsten Farben des Mittelalters gehörte der sogenannte Kardinalspurpur, der durch Papst Paul II. eingeführt wurde, aber mit dem antiken Schneckenpurpur nicht identisch ist. Zwar entstammt der Kardinalspurpur wie ehedem der antike Purpur dem Tierreich, diesmal waren es aber nicht Schneckenarten, sondern verschiedene Schildläuse, die ihr Leben für die Gewinnung des Kermes genannten Farbstoffs lassen mußten.

Wir müssen dies besonders hervorheben, weil bis in das 18. Jahrhundert hinein die Vorstellung bestand, daß der Farbstoff Kermes von Beeren der in Europa und im Orient wachsenden Stecheiche stamme. Tatsächlich handelt es sich aber um die weiblichen Färberschildläuse *Kermes vermilio* und *Kermes ilicis*, die in Kugelform auf Eichenblättern leben. Wegen der Ähnlichkeit mit dem Schneckenpurpur diente Kermes bereits im Altertum als Ersatz für den echten Purpur, weil er wesentlich billiger war.

In Deutschland und Polen wurde das sogenannte Johannisblut, eine Schildlaus, die an den Wurzeln verschiedener Pflanzen lebt, mit religiösem Zeremoniell ausgegraben und zum Färben verwendet.

Die spanischen Eroberer Mexikos brachten im 16. Jahrhundert Cochenille nach Europa mit, das aus den auf Kakteen lebenden Schildläusen gewonnen wurde und eine besonders kräftige und reine Rotfärbung ergab, die zur echten Konkurrenz für den europäischen Kermes wurde. Kermes wie Cochenille blieben wegen ihres hohen Preises jedoch für die arbeitenden Menschen luxuriöse Färbemittel. In Polen wurde das getrocknete Johannisblut sogar als »Geld« zur Steuerbezahlung akzeptiert.

Kardinal um 1640

Mit solchen kostbaren Farbstoffen wie Kermes und Cochenille wurden im 16. Jahrhundert die wertvollen Damaste, Atlasstoffe, Brokate, Musselins und andere Seidengewebe gefärbt und aus Oberitalien nach Mitteleuropa gebracht.

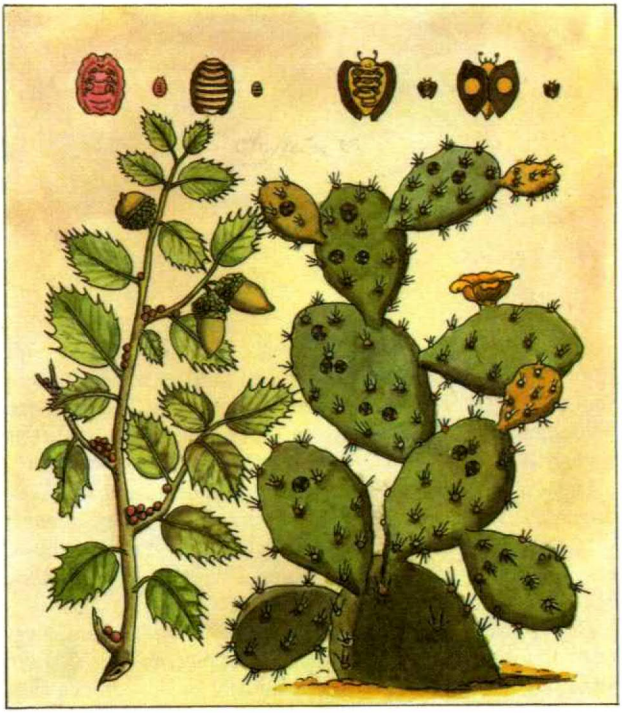
Die Purpurfärbung war jedoch, bedingt durch den geringen Bedarf, praktisch unbedeutend. Der am meisten verwendete natürliche Textilfarbstoff war das Waidblau, das über Jahrhunderte die farbige Kleidung der arbeitenden Klassen prägte.

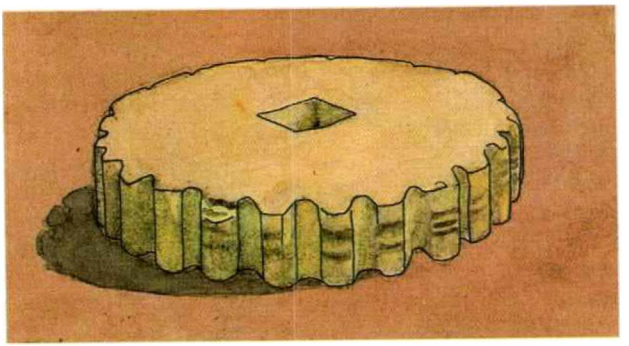
Der Waid *(Isatis tinctoria)* ist eine aus dem Samen zu ziehende zweijährige Pflanze. Sie bringt im ersten Jahr viele blaugrüne 12 bis 20 cm lange Blätter hervor, die sich

auf der Erde ausbreiten. Im zweiten Jahr wächst ein meterhoher fingerdicker Stengel, der die Blüte trägt. Der Farbstoff ist in den Blättern enthalten.

Die erste urkundliche Erwähnung des Waids in Deutschland finden wir 1236 in einer Verordnung, die den Zoll beim Waidhandel regelt. Man geht wohl nicht fehl, wenn man daraus folgert, daß der Waidanbau wesentlich älter ist. Hauptanbaugebiet war Thüringen (die Gegend um Erfurt und Bad Langensalza), daneben sind die Altmark,

Links Kermesschildlaus (Kermes vermilio und Kermes ilicis) und rechts Cochenillelaus (Dactylopius coccus) mit Wirtspflanzen nach einer Darstellung aus dem Jahre 1798 (F. J. Bertuch)





Rad einer Waidmühle

Sachsen, Franken, das Rheingebiet, Schlesien und Österreich zu erwähnen.

Gesät wurde im Dezember oder im März auf einen warmen Boden, der gut gepflegt und gedüngt werden mußte. Ein Pflanzenabstand von 15 cm war einzuhalten, was durch Verziehen erreicht wurde. Laut Waidordnung war dann bis zur Ernte drei- bis viermal zu hacken.

Gegen Ende des Mittelalters wurde allerdings gegen die Waidordnung häufig verstoßen, weil mitgeerntetes Unkraut höhere Erträge vortäuschte, was aber sehr zum Niedergang des Waidanbaues beitrug.

Vergilbten die äußersten Blätter, begann die Ernte. Mit einem Stoßeisen wurden alle Blätter (bis zu 200 pro Staude) von der Wurzel getrennt, die nicht verletzt werden durfte, sollte es noch weitere Ernten geben. Nachdem der Boden um die Wurzel herum aufgelockert war, schlug sie bald wieder aus, so daß nach fünf bis sieben Wochen eine weitere Ernte möglich war. Die Ernte mußte bei gutem Wetter schnell erfolgen, da der Waid sonst bald faulte.

Die gewaschenen Blätter wurden in Waidmühlen zu Brei gequetscht, aus dem die Mädchen und Frauen schneeballgroße Kugeln, die Waidbälle, kneteten. Dabei ging es meist sehr lustig zu, denn ein alter Spruch besagt: »Waid ist der Pferde Leid, der Knechte Arbeit, der Mägde Schalkheit.«

Die Ernte erfolgte drei- bis viermal im Jahr. Das einheimische Arbeitskräftepotential reichte dazu nicht aus. Wanderarbeiter aus der Lausitz füllten 300 Jahre lang, vom 14. Jahrhundert bis zum Niedergang des Waidbaues im 30jährigen Krieg, die Lücke. Durch Frost geschädigte Blätter und die des zweiten Jahres zu verkaufen, war aus Qualitätsgründen verboten, aber hieran kehrte man sich nicht immer.

Die Waidbälle wurden z. B. nach Erfurt und Nürnberg zum Verkauf gebracht. Die weitere Verarbeitung war den Bauern verboten, sie war das Vorrecht der Waidhändler. Ein solches Handelsprivilegium konnte der kaufen, der ein versteuertes Vermögen von mindestens 1000 Gulden hatte.

Verkauft wurde auf dem Waidmarkt nach Hohlmaß (sog. Schote). Für 60 Waidbälle erhielt der Bauer in der Blütezeit des Waidhandels (14.–15. Jahrhundert) 6 bis 12 Groschen. Es wird berichtet, daß einige Dörfer im Jahr bis zu 16000 Taler aus dem Waidverkauf erzielten. Zur Zeit der Indigokonkurrenz sank der Ankaufspreis auf 2 bis 3 Groschen.

Im späten Herbst begannen die Waidhändler mit der Weiterverarbeitung. Etwa 4000 Waidbälle wurden mit besonderen Waidhämmern zerschlagen, auf dem Waidboden in Haufen geschüttet und mit Urin angefeuchtet. Nun begann unter starker Wärmeentwicklung die Gärung, die das Indoxyl als Vorstufe des eigentlichen Farbstoffs aus seiner in der Pflanze enthaltenen Zuckerverbindung freisetzte.

Die Haufen mußten während des Prozesses mehrmals auseinandergerissen und gewendet werden, um den Gärprozeß unter Kontrolle zu halten. Danach wurde getrocknet und gesiebt, anschließend in Gegenwart des Waidbeschauers das Gut in tannene Waidfässer verpackt und mit dem Wappen der Waidstadt und dem Stempel des Waidhändlers versehen. Das war meist im Juni.

Das Waidstapelrecht einer Stadt zwang alle umliegenden Orte, dort ihren Waid zu verkaufen. Die damit verbundenen Qualitätsprüfungen mit Probefärbungen und Wägungen einschließlich der obligatorischen Beköstigung der Prüfer mit ihren Gehilfen und Knechten durch den Ver-

käufer und alle sonstigen Abgaben brachten einer Stadt großen Gewinn, so daß das Waidprivilegium sehr begehrt war. Das wiederum ermöglichte den Landesherren gute Einnahmen (einschließlich Zwangsanleihen), besonders wenn sich mehrere benachbarte Städte darum bewarben. Weitere Geldquellen waren die Zollabgaben an den Landesgrenzen und das Waidgeld der Dörfer für das Anbaurecht (neben den sonstigen Abgaben).

Da Waid für alle Schattierungen vom Schwarz über Blau, Grün, Braun bis zu Rotnuancen gebraucht wurde, müssen große Mengen für die farbenprächtigen Gewänder des Mittelalters verbraucht worden sein. Wir wissen z. B., daß in der Spätzeit des Waidhandels allein der Leipziger Händler Litzbrand für 70000 Taler Waid aus Langensalza kaufte. Beachtet man die Verarbeitungskosten und die vielfältigen Abgaben und Steuern, so kann man ermessen, welche Geldmengen im Waidhandel zirkulierten. Am Waidhandel verdienten auch die Böttcher, Tuchmacher und Gastwirte. In Erfurt entwickelte sich wie in vielen anderen thüringischen Städten eine durch den Waidhandel privilegierte Schicht, die 1392 die Gründung der Erfurter Universität mit vier Fakultäten veranlaßte.

Bis zur Ablösung des Waidanbaues durch den Import des ergiebigeren Indigos im 17. Jahrhundert blieb Waid das »goldene Vlies« des Thüringer Landes, weil es trotz kriegerischer Rückschläge zu einer Aufwärtsentwicklung der landwirtschaftlichen Produktivkräfte führte.

Der Untergang des Waidbaues und -handels hatte viele Gründe. Die Waidäcker wurden durch den jahrhundertelangen Anbau ohne adäquate Düngung regelrecht ausgelaugt. Durch willentliche Verunreinigung der Waidbälle mit Unkraut geriet der Waid verständlicherweise in Mißkredit. Dazu kam, daß der Waidanbau einer zunehmenden Abgabenbelastung unterworfen war, zumal er infolge der inzwischen einsetzenden Konkurrenz des qualitativ hochwertigeren Indigos ohnehin zurückging. Der Versuch, die Konkurrenz des besseren Indigos durch protektionistische Gesetze (z. B. Reichspolizeiordnung von 1577) auszuschalten, schlug fehl. So ist es nicht verwunderlich, daß der Waidanbau nach dem Wüten des 30jährigen Krieges erlosch.

Mit Kolumbus begann eine neue Zeit

Mit der Entdeckung Amerikas durch Kolumbus im Jahre 1492 und der des Seeweges nach Indien 1498 durch Vasco da Gama begann auch für die Färberkunst Europas eine neue Zeit. Neue färbende Agenzien kamen aus den entdeckten Gebieten: Blauholz, Rotholz, Gelbholz, Quercitronenrinde, Cochenille, um nur einige zu nennen, und natürlich der Indigo.

Obwohl der Indigo aus Indien stammt, ist der Name des Farbstoffs nicht vom Land abgeleitet. Er stammt aus dem Sanskrit und hat auf dem langen Weg übers Persische, Griechische, Lateinische und Spanische die heutige Form angenommen. Sein Urwort bedeutet ganz einfach »Blau«.

Indigo wurde aus der Indigopflanze *(Indigofera tinctoria)*, einer Pflanze der Tropen und Subtropen, gewonnen. Sie wächst in hüft- bis mannshohen Stauden auf sorgfältig bewässerten Feldern. Zur Ernte wurde sie zwei Handbreit über dem Boden geschlagen. Das erforderte große Erfahrung, denn hatte man zu hoch geschlagen, sank die Ausbeute, zu niedrig, waren die jungen Triebe verletzt worden, und das schmälerte die neue Ernte.

Genau wie beim Waid ist in der Indigopflanze der Farbstoff in seiner Vorstufe Indoxyl an einen Zucker gebunden, aus dem er durch Gären freigesetzt werden muß. Dies geschah in gemauerten Gruben, die in Baracken in die Erde eingelassen waren. Dieser Vorgang dauerte etwa einen halben Tag und mußte am Ende sorgfältig überwacht werden. Färbte sich der entstandene Schaum blau, so war die Gärung beendet. Die gelbe Flüssigkeit aus den Gärbehältern wurde dann in die nächste Wanne gelassen, wo durch Lufteinschlagen, ursprünglich manuell, später mit einfachen Mechanismen, der eigentliche Farbstoff, der Indigo, entstand, der sich blauflockig abschied. Nach einigen Reinigungsoperationen wurde er getrocknet und in kleine Ziegel gepeßt, deren Bruch tiefblau mit mattem Kupferglanz war.

Wie uns ägyptische Mumienbänder zeigen, ist Indigo einer der ältesten verwendeten Farbstoffe. Plinius, Vitruv und Dioscorides beschrieben ihn in ihren Werken. Auch

der pflanzliche Ursprung war ihnen bekannt. Mit dem Untergang des Römischen Reiches scheint die Kenntnis vom Indigo in Europa verlorengegangen zu sein. Erst im 12. Jahrhundert wurde er wieder urkundlich erwähnt, doch scheinen keine großen Mengen gehandelt worden zu sein.

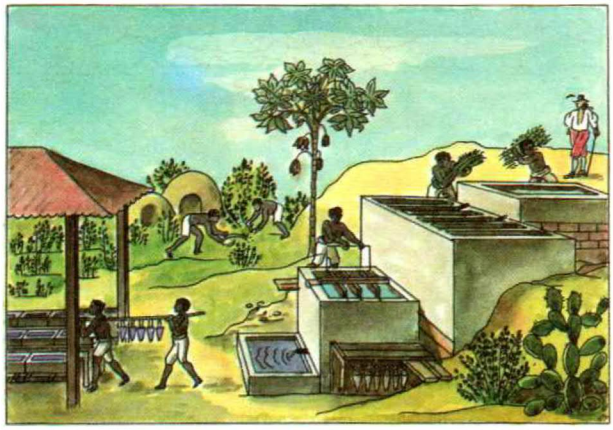
Mit der Entdeckung des Seeweges nach Indien und dem nun einsetzenden Handel gelangten größere Mengen nach Europa. Im Jahre 1631 brachten allein sieben holländische Schiffe 300 t Indigo aus Java nach Europa. Da der javanische Indigo mit 80 Prozent Farbstoff qualitativ wesentlich besser war als der geringhaltige Waid, ist es verständlich, daß der Indigo den Waid trotz aller Verbote recht schnell verdrängte.

Obwohl Marco Polo (1254–1324) in seinem Reisebericht die Herkunft des Indigos aus »Kraut« beschrieb, hielt sich in Europa noch lange die Mär, daß Indigo ein Mineral sei. Noch im 18. Jahrhundert ließen sich die Halberstädter Bergleute vorsorglich das Recht verbriefen, auch auf Indigo zu schürfen.

Der Kampf der Waidhändler gegen den Indigo verlief unter der Losung des Kampfes gegen die »korrosiven oder Teufelsfarben«. Es geschah nämlich häufig, daß in jener Zeit die gefärbten Tuche und Textilien in den Truhen zerfielen; Ursache war die unsachgemäße Anwendung neuer, scharfer Beizen. Die Waidhändler schoben es jedoch auf den Indigo. Sie versteckten also scheinheilig ihre kommerziellen Interessen unter dem Mantel des Verbraucherschutzes. Nur so sind die Gesetze zum Indigoverbot (wie z. B. die schon genannte Reichspolizeiordnung von 1577) uns heute verständlich.

Jedoch wurde schon 1610 den Hamburger Färbern das Indigofärben erlaubt, und in Sachsen und Thüringen, den Hauptwaidkulturgebieten, verkaufte man schon vor dem 30jährigen Krieg ziemlich ungestört Indigo.

Nach dem 30jährigen Krieg beherrschte der Indigo unangefochten das Feld. Versuche Friedrichs II. und Napoleons, durch Wiederbelebung des Waidanbaues importunabhängig zu werden, waren ohne anhaltende Wirkung. Der Indigohandel blühte bis zum Ende des vorigen Jahrhunderts.



Indigoernte und -verarbeitung nach einer Darstellung aus dem Jahre 1694. Die Zweige wurden zum Gären in Wasser gelegt. Die Gärflüssigkeit wurde in tiefer gelegene Kufen geleitet, wo sie mit Ruten und Stöcken gepeitscht wurde, damit viel Sauerstoff hineingeriet, der den Indigo oxydierte und ausfällte, damit er abfiltriert werden konnte.

Ursprünglich waren Indien und Indonesien (Java) die Hauptlieferländer. Doch bald wurde die Indigokultur auf die karibischen Inseln verpflanzt, wo Martinique und die anderen Antilleninseln zu bedeutenden Indigoausfuhrgebieten wurden. Die Engländer schließlich brachten Indigo nach Süd-Carolina (jetzt Bundesstaat der USA), das sich daraufhin zum Hauptlieferland für Europa entwickelte. Nach 1783 erlangten die Engländer auch die Kontrolle über den indischen Indigoanbau.

Indigo aus der Indigopflanze war nicht nur qualitativ hochwertiger, da konzentrierter, als das Waidblau, sondern auch billiger trotz der langen Transportwege, da es auf geraubtem Boden durch Sklaven in einem für die damalige Zeit industriemäßig zu nennenden Plantagenbetrieb produziert wurde und deshalb vergleichsweise nur geringe Gestehungskosten anfielen.

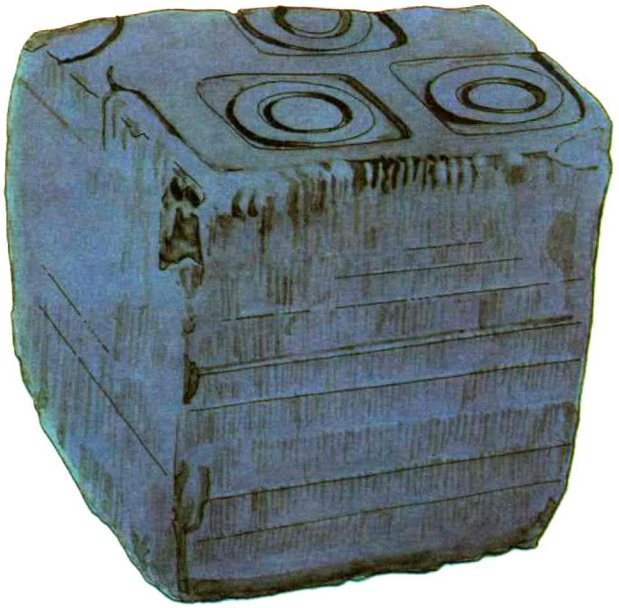
Vom Blaumachen

Der Farbstoff Indigo ist seiner Färbetechnologie nach ein Küpenfarbstoff. Was heißt das? Indigo ist wasserunlöslich; Färben ist jedoch ein Vorgang, der unter Vermittlung wäßriger Lösungen erfolgt. Man muß also den unlöslichen Indigo wasserlöslich machen. Das geschieht, indem man ihn reduzierend löst. Der reduzierte, nun farblose Indigo (Leukindigo) zieht dann auf die Faser auf und wird durch Luftoxydation wieder zum wasserunlöslichen, fest auf der Faser haftenden Indigoblau. Dieses Verfahren ist schon in alter Zeit empirisch gefunden worden. Da es in hölzernen Bottichen, sogenannten Küpen, erfolgte, nennen wir dieses Verfahren noch heute Küpenfärberei.

Im Mittelalter kannte man zwei Arten der Verküpung. Da war erstens die Urinküpe, in der faulender Menschenharn das reduzierende Mittel war, und zweitens die Honigküpe, in der Bakterien die Reduktion bewirkten. Der zugesetzte Honig hatte nur die Aufgabe, das Bakterienwachstum zu beschleunigen und somit akzeptable Verküpungszeiten zu gewährleisten.

Im 17. Jahrhundert stieß man auf die Opermentküpe. Das Arsensulfid »Operment« (Auripigment) zeichnet sich durch eine schöne goldgelbe Farbe aus. Da die Honigküpe häufig durch zu niedrigen *p*H-Wert oder durch fehlende Wärme zum Stillstand kam, war diese »kranke« Küpe durch nichtreduzierten Indigo blau gefärbt. Gute Küpen waren grünlich. Man versuchte, offensichtlich durch Zusatz des gelben Operments, die kranken Küpen zu heilen, also grün zu machen. Daß sich diese Hoffnung erfüllte, lag allerdings nicht an der Farbaddition Gelb + Blau = Grün, sondern an der reduzierenden Wirkung des Arsensulfids. Heutige Färber verwenden eine Hydrosulfit-Ammoniak-Leim-Küpe, die eine der Jetztzeit einigermaßen entsprechende Arbeitsproduktivität gewährleistet.

Eine Urinküpe brauchte folgende Arbeitsgänge:
– Faulenlassen des Urins
– Eintragen des feingestoßenen Waids oder Indigos
– Verküpen (Reduzieren), mindestens vier Tage lang bei 40 °C
– Eindrücken der gewaschenen, getrockneten Wolle



Gepreßter Indigo (Handelsform, 9 cm Kantenlänge, 163 g)

– Aufziehen des Leukindigos auf die Faser, mindestens drei Stunden
– Oxydation des Leukindigos zu Indigo durch Aufhängen zum Trocknen an der Luft (»Blauen«)

Je nach der gewünschten Farbtiefe mußten die letzten Teilschritte mehrfach wiederholt werden. Durch geschicktes Auffüllen der Küpe mit Urin und Farbstoff konnte aus einer Küpe wochenlang gefärbt werden.

Färberei ohne mystischen Schleier

Die mittelalterliche Zunft der Färber betrieb ihr Handwerk zwar mit hohem handwerklichem Können und großem Erfahrungsschatz, aber ohne jede tiefe Kenntnis der Zusammenhänge zwischen färbender Substanz und Färbegut.

Davon legen einige Aufzeichnungen des 16. Jahrhunderts Zeugnis ab, wie die des Tegernseer Mönches Wolfgang Seidl und des Venezianers Giovanni-Ventura Rosetti, die zwar Erfahrungen aus der Praxis wiedergeben, aber nicht frei von Mystizismus sind.

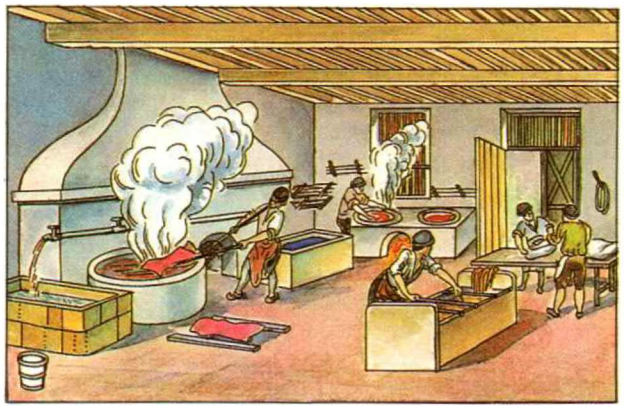
Im 17. Jahrhundert übte die französische Kultur, besonders die Mode, einen entscheidenden Einfluß auf das höfische Leben in den zersplitterten deutschen Kleinstaaten aus.

Das prunkvolle Leben am Hofe des französischen Königs begünstigte die Entwicklung der Seidenmanufakturen und des französischen Färbereiwesens. Der Finanzminister Ludwigs XIV., Colbert, ließ 1669 eine Färbeordnung herausgeben, nach der eine strenge Trennung zwischen der echten Färbung, dem »grand teint«, und der unechten, dem »petit teint«, vollzogen wurde. Die systematische Überarbeitung der Färbereirezepte durch den von Colbert berufenen Chemiker François Dufay (1698–1739) führte zu einer Befreiung vom mystischen Ballast, der vor allem einer Qualitätsverbesserung der Färbungen bisher im Wege gestanden hatte. Seinen Arbeiten verdanken wir Prüfmethoden zur Beurteilung der Farbechtheit.

Mit ebenso großer Intensität widmete sich der französische Chemiker Jean Hellot (1685–1766) der Entwicklung einer Färbemethode und der Abfassung eines praktischen Färbereibuches sowie der ersten chemischen Theorie über die Zeugfärbung. Neben Dufay und Hellot, die zugleich Direktoren der Farbstoffmanufakturen in Frankreich waren, arbeiteten weitere bedeutende französische Chemiker der Pariser Akademie an der Rationalisierung der Färbeprozesse.

Zu ihnen gehört der Pariser Chemieprofessor Pierre Joseph Macquer (1718–1784), der sich besonders der Seidenfärberei annahm und darüber ein international geschätztes Buch schrieb. Zum Kreis der Pariser Akademie gehörte auch Claude Louis Berthollet (1748–1822), der Inspekteur der Färbereien war und 1791 ein bedeutendes Werk über die Färberei schrieb.

Wenn auch keiner dieser französischen Chemiker tiefgreifende Aufklärungen der komplizierten Farbstoffstrukturen erzielen konnte, weil die chemische Wissenschaft



Färberwerkstatt Ende des 18. Jahrhunderts

noch nicht so weit entwickelt war, so haben sie die Färberei insgesamt doch einen entscheidenden Schritt nach vorn gebracht, weil sie als erste mit wissenschaftlichen Methoden Farbstoffgewinnung und Färberei analysieren und verbessern konnten. Dazu gehören die Untersuchungsergebnisse über Bleichung, Beizen und Farbstoffhaltbarkeit. Bei der Beurteilung ihrer wissenschaftlichen Arbeit muß berücksichtigt werden, daß das Spektrum der färbenden Substanzen weit größer war, als das bisher geschildert wurde. Ohne Zweifel drückt sich in allen Arbeiten über die Färberei das Bemühen aus, mit den vorhandenen chemischen Kenntnissen die Empirie zu überwinden.

Nach der Entdeckung Amerikas und der Erschließung des Seeweges nach Ostindien waren bereits seit dem 16. Jahrhundert viele ausländische Farbhölzer nach Europa gelangt, die der europäischen Farbstoffgewinnung eine große Konkurrenz brachten und neue Färbereiprobleme aufwarfen, so z. B. das rote Brasilholz, das einen roten Beizenfarbstoff in hoher Konzentration enthält, sowie das aus Indien kommende Sandelholz.

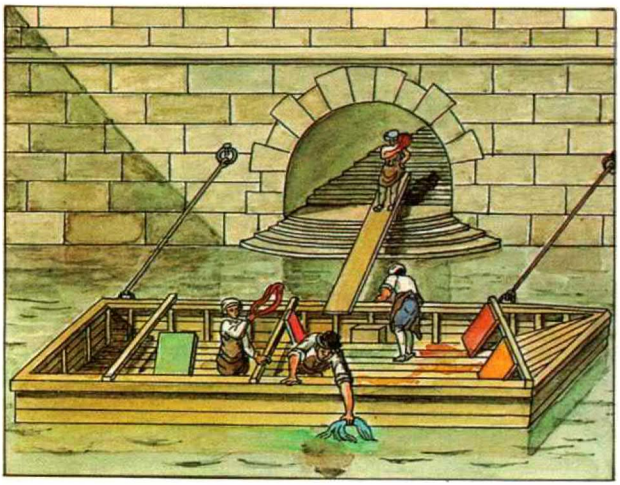
Seit 1829 gelang es, die in den Farbhölzern enthaltenen Farbstoffe durch chemische Extraktion zu gewinnen und

sie durch Weiterbehandlung zu verbessern. Damit standen reine Färbepräparate zur Verfügung, die eine weitere Qualitätsverbesserung und Erleichterungen in der Färberei mit sich brachten.

Unter dem Einfluß der wissenschaftlichen Arbeiten der französischen Chemiker erschienen Anfang des 19. Jahrhunderts auch in Deutschland die ersten wissenschaftlichen Färbereibücher. Im Jahre 1802 gab in Preußen Sigismund Hermbstädt (1760–1833) einen »Grundriß der Färberkunst« heraus, der sehr schnell Anerkennung fand.

Das Ziel dieser Arbeiten läßt sich am besten mit einem Wort Justus von Liebigs (1803–1873) ausdrücken: »Die letzte und höchste Aufgabe der Chemie ist die Erforschung der Ursachen der Naturerscheinungen, ihres Wechsels, sowie der Faktoren, welche verschiedenartige Erscheinungen miteinander gemein haben; der Chemiker ermittelt die Gesetze, nach denen die Naturerscheinungen vor sich gehen, und er gelangt zuletzt, indem er alles durch die Sinne Wahrnehmbare und Erkannte zusammenfaßt, zu einem geistigen Ausdruck der Erscheinungen, zu einer Theorie.«

Färber spülen das gefärbte Garn im Fluß.



Auf dem Weg zur modernen Farbstoffindustrie

Die chemische Industrie – ein Kind der Textilindustrie

Bereits im 15. Jahrhundert begannen sich in England die kapitalistischen Produktionsverhältnisse auch in der Landwirtschaft durchzusetzen. Das bedeutete den Übergang von der im wesentlichen nur die eigenen Bedürfnisse befriedigenden feudalen Kleinbauernwirtschaft zur marktbeliefernden Großflächenbewirtschaftung. Gemäß dem niedrigen Stand der Produktivkräfte konnte das jedoch kein Großraum-Ackerbau sein. Es war eine Großflächenweidewirtschaft mit der Wolle als haltbarem, leicht zu transportierendem und gefragtem Material als Verkaufsprodukt. Die Bauern wurden vertrieben und das Land in Schafweiden verwandelt, ein historischer Prozeß, der uns als »Einhegung« bekannt ist.

Die Bauern drängten in die Städte, wurden das Reservoir für das sich mit dem ausbreitenden Manufakturwesen bildende Proletariat.

Die erzeugten Wollmengen stießen bald an die Grenzen der Verarbeitungskapazität. Neue, produktivere Arbeitsmittel und Verfahren wurden zu einer objektiven Notwendigkeit. So wurde die Textilindustrie mit ihren mechanischen Spinnmaschinen (1738 John Wyatt und Lewis Paul, 1764 James Hargreaves) und ihren mechanischen Webstühlen (1786 Edmund Cartwright) zum Vorreiter der industriellen Revolution.

Im Jahre 1784 wurde die erste Spinnerei mit Dampfantrieb eröffnet. Das Manufakturstadium des Kapitalismus ging in das Fabrikstadium über. Mit der nun sprung-

haft steigenden Produktion der Textilindustrie konnten die vor- und nachgelagerten Prozesse des Waschens und Bleichens kaum Schritt halten.

Zur Rasenbleiche brauchte man außer der Sonne eines ganzen Sommers enorm viel Platz und für die Zwischenwäschen alkalische Mittel und gesäuerte Milch zum anschließenden Neutralisieren.

Als alkalische Waschmittel verwendete man faulenden Urin (mit Ammoniak als wirksamem Agens), Pottasche (K_2CO_3) oder Soda (Na_2CO_3). Zur Gewinnung von 1 kg Pottasche mußte man aber 300 kg Buchenholz oder 600 kg Eichenholz oder gar 1 200 kg Pappelholz verbrennen, so daß für den ständig steigenden Bedarf fast ganz Mitteleuropa entwaldet wurde. Ein Kilogramm Soda erforderte ähnliche Mengen Tang zu seiner Herstellung. So verlangte die ständig steigende Produktion der Textilindustrie dringend nach einer Intensivierung dieser Prozesse, nach neuen Verfahren und Agenzien.

Nicolas Leblanc (1742–1806) fand 1791 ein Verfahren zur Herstellung von Soda aus Kochsalz. Damit war eine der wichtigsten Chemikalien chemisch-industriell zugänglich.

Ab 1824 wurde Soda auch in England industriell hergestellt. Diese im Zentrum der englischen Textilindustrie, in Liverpool, arbeitende Fabrik lieferte 1825 bereits 5 000 t Soda. Zehn Jahre später erzeugte man davon in England schon 100 000 t!

Ebenfalls ein Franzose, Claude Louis Berthollet (1748–1822), fand 1792 mit seinem »Eau de Javelle« (Kaliumhypochlorit) ein Mittel, das es ermöglichte, die monatelange Rasenbleiche durch ein chemisches Verfahren von einigen Stunden zu ersetzen. Dieses Verfahren wurde von James Watt, dem Erfinder der Dampfmaschine, nach England gebracht und in die Bleicherei eingeführt.

Das in der Mitte des 18. Jahrhunderts in England entwickelte Bleikammerverfahren erlaubte die industrielle Herstellung von Schwefelsäure, unter anderem als Substitut (Austausch) für gesäuerte Milch.

So befriedigte die chemische Industrie die im Zuge der industriellen Revolution sprunghaft gewachsenen Bedürfnisse der Textilindustrie.

Auf der anderen Seite brachte die Entwicklung der Textilmaschinen neue Forderungen an das Konstruktionsmaterial und an den Antrieb, was zur Weiterentwicklung der Eisen- und Stahlindustrie sowie der Dampfkraft führte.

Zur Eisengewinnung benötigte man Holzkohle, ein weiterer Fakt, der zur rapiden Entwaldung Europas beitrug. Versuche, Steinkohle zu verwenden, mißlangen. Erst Mitte des 18. Jahrhunderts fand der englische Arzt und Chemiker John Roebuck (1718–1794), daß der Grund im unterschiedlichen Aschegehalt lag. Er konstruierte einen Hüttenofen, der den schädlichen Ascheeinfluß ausschaltete, und errichtete nach seinem Verfahren am Carronfluß das größte Eisenwerk im damaligen England, das ab 1760 Eisen nur noch aus schottischen Erzen und Steinkohlen erzeugte.

Der bei der Steinkohlenverkokung anfallende Teer, ein äußerst lästiges, wertloses, nicht verwendbares Abfallprodukt, sollte sich jedoch in der Zukunft als wichtiger Rohstoff für die Herstellung synthetischer Farbstoffe erweisen! Mit ihnen leistete die chemische Industrie dann ihrerseits einen wichtigen Beitrag zur Steigerung der Arbeitsproduktivität auf einem weiteren Gebiet der Textilindustrie, der Färberei.

Im folgenden wollen wir versuchen, einige Stationen der Geschichte der synthetischen Farbstoffe zu beleuchten.

Wie vertreibt man Hunde?

Einer derjenigen, die sich im 19. Jahrhundert mit den Problemen der Eisenhüttenindustrie befaßten, war Carl Ludwig von Reichenbach (1788–1869). Er war Leiter von Österreichs größtem Eisenwerk in Blansko (Mähren), das Bergwerke, Hütten und chemische Fabriken umfaßte.

Neben seiner umfangreichen organisatorischen Arbeit war Reichenbach auch wissenschaftlich tätig. Unter anderem suchte er nach Verwendungsmöglichkeiten für den Teer. Aus dem Buchenholzteer z. B. isolierte er ein, wie wir heute wissen, Gemisch von Kohlenwasserstoffen, dem er aufgrund seiner chemischen Trägheit den Namen »Paraf-

fine« gab und das er für »Tafellichte«, als säurebeständige Auskleidung und als Schmiermittel empfahl. Für uns wichtig und interessant ist jedoch jene Fraktion, die er bei 285 °C destillierte und die er »Picamar« (»sehr bitter«) nannte.

Reichenbach, stets auf die Verwendung aller anfallenden Produkte bedacht, fand fürs Picamar jedoch keine. Schließlich verfiel er auf die Idee, damit seinen Zaun zu streichen, um durch den unangenehmen Geruch des Picamars die Hunde zu vertreiben, die gerade seinen Zaun bevorzugten. Diese Idee erwies sich als gut, die Hunde wahrten fortan Abstand.

Allmählich färbte sich jedoch zu Reichenbachs Erstaunen der Zaun blau. Das erregte seine Neugier. Er stellte 1833 fest, daß diese blaue Verbindung das Salz eines Stoffes ist, der durch Oxydation aus dem Picamar entsteht. Diesen Farbstoff nannte er Pittakal (nach heutiger Nomenklatur Hexamethoxyaurin[1]).

Reichenbach fand auch, daß sich mit Alaun gebeizte Textilien damit blau anfärben lassen. Pittakal ist somit der erste synthetische organische Farbstoff der Chemiegeschichte. Erstaunlicherweise hat sich Reichenbach jedoch nie um eine industrielle Anwendung dieser Entdekkung bemüht.

Wirklich keine Verwertung für Teer?

Friedlieb Ferdinand Runge (1794–1867) war, wie wir heute sagen würden, Betriebschemiker in der »Chemischen Produktenfabrik« in Oranienburg bei Berlin, einem Betrieb des preußischen Staatsunternehmens »Königliche Seehandlungssocietät«. Die Produktenfabrik stellte Schwefelsäure, Soda, Seife, Berliner Blau und Chromgelb her.

Als billiges ammoniakalisches Medium bezog die Produktenfabrik von der Gasanstalt, die für Berlins Beleuchtung arbeitete, »Gaswasser«. Es enthielt jedoch noch

[1] Im folgenden werden wir immer den heute gebräuchlichen Begriff in Klammern hinter die historische Bezeichnung stellen, um dem chemisch interessierten Leser das Verständnis zu erleichtern.

beachtliche Anteile Teer, der nach seiner Abtrennung nutzlos in einigen Gruben auf dem Betriebsgelände lagerte und die Luft verpestete.

Runge hatte sich während seiner fünfjährigen Apothekerlehre in Lübeck und bei seinen späteren Studien an den Universitäten in Göttingen, Jena und Berlin umfangreiche chemische Kenntnisse angeeignet. In Jena hatte er als erster die »Kaffeebase« (Coffein) aus Kaffeebohnen, die Goethe ihm geschenkt hatte, isoliert. Das gleiche gelang ihm mit der »Chinabase« (Chinin) aus der Chinarinde und der »Grünsäure« (Gerbsäure) aus dem Gerbholz.

Besonders interessierten ihn aber die natürlichen Farbstoffe und die Färberei. Aus dem Naturprodukt »Krapp« der Türkischrotfärberei isolierte er sieben Farbstoffe, darunter das »Krapprot« (Alizarin, das eigentliche färbende Agens des Krapps) und den »Krappurpur« (Purpurin) – eine Leistung, die bei den zur Verfügung stehenden Chemikalien und Ausrüstungen von außergewöhnlicher Handfertigkeit und großer Gewissenhaftigkeit zeugt.

1822 promovierte er in Berlin mit einer Arbeit über Indigo. Seine Dissertation verrät eine – von heute aus gesehen – geradezu moderne Auffassung der Indigoverküpung (Reduktion), indem er die »Waidsäure« (Leukindigo) als hydrierten Indigo ansah. Seine außerordentlich guten Kenntnisse der Färberei, der Färbereihilfsmittel und der Textilindustrie brachten ihm auch den Auftrag zu einem Färbereihandbuch, das er 1832 bis 1850 als umfassendes dreibändiges Werk erarbeitete.

Schon zu Beginn seiner Tätigkeit in Oranienburg im Jahre 1831 nahm er sich des unliebsamen Teers an. 1834 isolierte er als erstes »den Begleiter des Ammoniaks und diesem ähnlich« – das »Kyanol« (Anilin, Aminobenzen). Er war zwar nicht der erste, der Anilin in den Händen hielt, denn schon 1826 hatte der Apotheker und Kaufmann Otto Unverdorben (1806–1873) »Krystallin« (Anilin) durch trockene Destillation von Indigo erhalten. Aber die Isolierung als Abbauprodukt eines teuren Naturstoffs konnte vorerst nur wissenschaftliches Interesse haben, während sich der Nachweis als Bestandteil des ungemein lästigen Abproduktes »Teer« als außerordentlich folgenschwer erweisen sollte. Übrigens wurde das Anilin noch zwei

weitere Male entdeckt: 1841 von Carl Julius Fritzsche (1808–1871) als »Anilin« (wieder als Ergebnis einer Indigoanlayse; er bildete den Namen vom portugiesischen Wort »anil« für Indigo) und 1842 vom russischen Chemiker Nikolai Nikolajewitsch Sinin (1812–1880) als Reduktionsprodukt des Nitrobenzens (eine Erkenntnis, die für die spätere Industrie der synthetischen Farbstoffe sehr wichtig werden sollte).

Runge untersuchte das von ihm gewonnene Anilin sehr gründlich. Er entwickelte Farbreaktionen zum Nachweis, stellte verschiedene, farbige Verbindungen her und fand dabei als erster, daß die Reaktion von Anilin mit Dichromat einen schwarzen Farbstoff, das Anilinschwarz, ergab. Wie zu erwarten, gab der Praktiker Runge gleich eine Vorschrift zum Textildruck: Man behandle Kattun (Baumwollgewebe) mit Bleichromat und bedrucke anschließend mit Anilinhydrochlorid, so entstehen echte schwarze Muster.

Er isolierte noch weitere Stoffe aus dem Teer, darunter das Phenol, das er »Carbolsäure« nannte. Mediziner gebrauchen den von Runge geprägten Ausdruck noch heute. Allerdings war Runges Produkt nicht ganz rein, doch seine Leistung mit heutigen Maßstäben zu messen wäre sehr ungerecht. Durch Oxydation seiner »Carbolsäure« erhielt er eine »künstlich aus dem Steinkohlentheer erzeugte rothe Farbe«, die »Rosolsäure« (Aurin). Weitere Versuche zeigten, daß sie mit geeigneten Beizen rote Farben und Lacke ergab, die »Saflor, Cochenille und Crapp zur Seite gestellt werden können«.

Obwohl in Runge Chemiker und Färbereipraktiker ideal gepaart waren, konnte er seine Entdeckungen nicht verwenden. Voraussetzung dafür wäre die technische Umsetzung seiner Teerzerlegung gewesen. Eine dafür verwendbare Anlage gab es in Oranienburg nicht. Und eine entsprechende Investition lag nicht in seiner Macht.

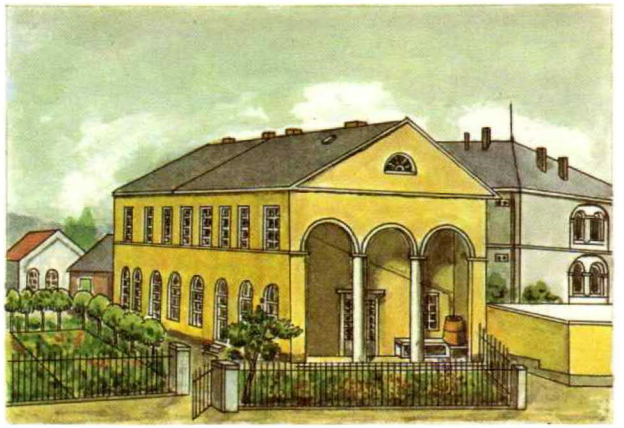
Im Jahre 1850 verkaufte der preußische Staat die Produktenfabrik an den bisherigen kaufmännischen Direktor, einen Gegner Runges. Der neue Besitzer entließ Runge bald. Danach fristete der fast 60jährige sein Leben von »angewandter Chemie«, d. h. von Kochrezepten, Konservierungsvorschriften, Desinfizierungsvorschlägen und ähnlichem, die er als »Hauswirtschaftliche Briefe« her-

ausgab. Im Jahre 1862 verlieh ihm die Londoner Weltausstellung auf Vorschlag August Wilhelm von Hofmanns eine Preis-Denkmünze für seine bahnbrechenden Leistungen. So konnte er noch erleben, daß die Entdeckung des »Kyanols« ihre Würdigung fand. Materiell brachte ihm diese Ehrung jedoch nichts ein. 1867 starb er arm.

1 kg Anilin aus 600 kg Teeröl

Am 9. April 1841 promovierte an der Universität Gießen ein junger Chemiker, Schüler Justus von Liebigs, »summa cum laude« über das Thema »Chemische Untersuchungen der organischen Basen im Steinkohlenteer«. Damit hatte August Wilhelm von Hofmann (1818–1892) seine erste selbständige Arbeit abgeschlossen, zu der er auf eine recht zufällige Weise gekommen war. Ein anderer Schüler Liebigs, Ernst Sell, hatte 1839 in Offenbach (Main) eine Teerdestillation errichtet. Eine Probe seiner Erstproduktion hatte er seinem verehrten Lehrer Liebig überreicht, der diese Hofmann zur näheren chemischen Untersuchung gab.

Hofmann wußte, daß Runge aus dem Teer basische (Anilin u. a.) und saure Bestandteile (Phenol) isoliert hatte. Da in der Zwischenzeit der Franzose Laurent die »Carbolsäure«, die er »Phenol« nannte, näher untersucht hatte, beschloß Hofmann, sich mit den basischen Inhaltsstoffen zu beschäftigen. Er fuhr nach Offenbach. Dort wurden in acht Tagen mit Salzsäure aus 600 kg Teeröl fast 2 kg Basengemisch extrahiert, dessen Hauptbestandteil sich als Anilin erwies. Aufbauend auf Sinins Arbeiten, suchte Hofmann nach einer eleganten Anilinsynthese. Er destillierte Benzol (Benzen) aus Benzoeharz und nitrierte es. Höhepunkt seiner Bemühungen war dann das Auffinden der Reduktion des so erhaltenen Nitrobenzens mit »Wasserstoff in statu nascendi« (atomarer Wasserstoff) zu Anilin. Wie wir noch sehen werden, machte das Entdecken dieser Reduktionsart die industrielle Produktion des synthetischen Farbstoffs »Mauvein« durch Perkin überhaupt erst möglich. Doch vorerst dachte Hofmann noch nicht an Farbstoffe.



Im Wachlokal einer ehemaligen Kaserne richtete Liebig 1824 sein weltberühmtes Labor ein, in dem eine ganze Chemikergeneration ihre Ausbildung erhielt, u. a. auch A. W. v. Hofmann.

In diese Zeit fällt eine weitere, für die spätere Farbstoffindustrie wichtige Entdeckung: Hofmann stellte bei eingehenderen Analysen des Steinkohlenteers fest, daß Benzol (Benzen) der Hauptbestandteil der leichtsiedenden Fraktion des Steinkohlenteers ist.

Im letzten Drittel des 18. Jahrhunderts und im ersten Drittel des 19. Jahrhunderts hatten sich in England die Produktivkräfte sprunghaft entwickelt. England war zur führenden kapitalistischen Macht geworden. Viele Errungenschaften, oft das Werk genialer Erfinder, harrten jedoch noch ihrer theoretischen Durchdringung. Dazu und zur effektiven industriellen Anwendung der neuen Erfindung benötigte man aber qualifizierte Kräfte. Aus diesen Erwägungen heraus schloß sich eine Anzahl englischer Geschäftsleute zusammen; sie gründeten das »College of Chemistry«. Auf Empfehlung Liebigs wurde Hofmann 1845 als dessen Leiter berufen, eine Konstellation, die sich als außerordentlich fruchtbar für die Farbstoffchemie erweisen sollte.

In den 20 Jahren, die Hofmann das College leitete,

Industriezentrum in England um die Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert. Die aufblühende Industrie benötigte qualifizierte Kräfte. Zu ihrer Ausbildung wurde das College of Chemistry gegründet, an dem A. W. v. Hofmann 20 Jahre lang Chemiker ausbildete.

bildete er eine Reihe hervorragender Chemiker aus, von denen für die Farbstoffchemie und -industrie unter anderem Perkin, Griess und Martius besonders wichtig wurden. Und er vollbrachte selbst bahnbrechende Leistungen bei der Synthese von Farbstoffen. Von den vielen Farbstoffen, die in Hofmanns Institut das Licht der Welt erblickten, nennen wir nur »Hofmanns Violett«. Auf seine Arbeiten lassen sich direkt die Farbstoffklassen der Triphenylmethanfarbstoffe, der Induline, der Safranine und der Chinolinfarbstoffe zurückführen. Mit seinen Forschungen über aromatische Amine wurde er darüber hinaus zum Wegbereiter der Azofarbstoffchemie. So nimmt es nicht wunder, daß Hofmann auf der Londoner Weltausstellung 1862 zum Sekretär der Jury für »Anilinfarben« berufen wurde. Dem großen Triumph, den die noch ganz junge Industrie der synthetischen Farbstoffe damals feierte, verlieh Hofmann mit den Worten Ausdruck: »Alle diese Farben von wunderbarer Schönheit entstehen durch noch wunderbarere chemische Umwandlung aus einem und dem nämlichen Ausgangsmaterial, aus dem ekelhaften Theer.«

Im Jahre 1865 siedelte Hofmann nach Berlin über. Auf seinen Londoner Erfahrungen aufbauend, entstanden hier ein modernes Labor mit Hörsaal und nach dem Vorbild der

»Chemical Society« die »Deutsche Chemische Gesellschaft«. Diese mehr wissenschaftsorganisatorischen Arbeiten Hofmanns waren von grundlegender Bedeutung für die Entwicklung der chemischen Industrie in Deutschland, die bald eine Vormachtstellung einnehmen sollte.

Als Hofmann 1892 starb, hatte sich die organische Chemie, insbesondere die Farbstoffchemie, nicht zuletzt dank seines Wirkens zur Produktivkraft entwickelt.

Perkin sucht Chinin und findet einen Farbstoff

Daß ein 18jähriger starkes Interesse für Wissenschaft und Technik zeigt, ist sicher nichts Ungewöhnliches. Auch wohl nicht, daß er experimentiert. Einmalig aber dürfte sein, daß aus diesen Experimenten und unter Leitung eben dieses 18jährigen eine gewinnträchtige Produktion entsteht, die ihrerseits wieder zum Ausgangspunkt eines neuen Industriezweiges wird. Wir sprechen von William Henry Perkin (1838–1907) und von der Industrie der synthetischen Farbstoffe.

Dabei hatte der junge Perkin, der in den Osterferien 1856 im primitiv eingerichteten Labor im elterlichen Haus experimentierte, eigentlich etwas ganz anderes vor: er wollte Chinin synthetisieren. Chinin, ein wichtiges Medikament gegen Fieber und Malaria, war für die Weltmacht England mit ihren vielen Kolonien in den Tropen und Subtropen ein notwendiges Mittel zur Gesunderhaltung der Militärs, Verwaltungsbeamten und Kaufleute. Kurz, es war zur Ausdehnung und Erhaltung der britischen Macht wichtig, man kann fast sagen, von grundlegender Bedeutung.

Chinin wurde aus der Rinde des Chinarindenbaumes gewonnen und war damit nur begrenzt verfügbar, so daß das Auffinden einer Chininsynthese nicht nur außerordentlich interessant für die Kolonialmacht England gewesen wäre, sondern auch sehr profitabel für den Hersteller. Wir sehen, daß Perkins Tun durchaus von kommerziellen Interessen bestimmt war.

Perkin versuchte, Chinin durch Oxydation von Anilin

Blatt und Blüte des Chinarindenbaums (Cinchona succiruba). Das aus der Rinde dieses Baumes gewonnene Anti-Malaria-Mittel Chinin wollte W. H. Perkins synthetisieren.

mit Kaliumdichromat zu erzeugen. Wenn uns heute dieses Vorhaben seltsam anmutet, dann gehen wir vom heutigen Wissensstand aus. Wir müssen jedoch bedenken, daß die damalige Chemie ohne Vorstellungen über die Struktur der Verbindungen auskommen mußte. Die Grundlagen unserer heutigen Strukturtheorie wurden erst später gelegt. Als einziges einigermaßen anschauliches Hilfsmittel stand die Summenformel zur Verfügung. Aufgrund irriger Annahmen bei den relativen Atommassen spiegelten diese aber die Realität fehlerhaft wider.

Schrieben wir die Reaktionsformel der Anilinoxydation entsprechend den Kenntnissen zur Zeit Perkins auf, so erschiene uns der Versuch, auf diesem Wege Chinin zu

erzeugen, nicht mehr absurd, sondern durchaus logisch. Tatsächlich entsteht aber bei dieser Reaktion, wie schon Runge gefunden hatte, Anilinschwarz. Und so fand Perkin, trotz Variation der Versuchsbedingungen, stets statt des gewünschten Chinins einen voluminösen, unansehnlichen Niederschlag. Sollte nicht doch etwas Chinin entstanden sein? Perkin extrahierte mit Alkohol und erhielt eine *violette* Lösung.

Die aus der violetten Lösung isolierte Substanz, die er Anilinpurpur (Mauvein) nannte, schickte er an die Färbereifirma Pullar in Perth, Schottland. Die Antwort lautete: »Wenn die Substanz nicht zu teuer ist, ist sie die wertvollste Entdeckung seit langer Zeit!«

Jeder Schritt eine Pioniertat

Der junge Forscher ließ sich seinen Farbstoff patentieren, und gemeinsam mit seinem Vater als Geldgeber und seinem Bruder als kaufmännischem Berater gründete er die Firma »Perkin und Söhne«. Auf einem Grundstück in Greenford Green bei London wurde 1857 ein Produktionsgebäude errichtet. Mit unseren heutigen chemischen Fabriken hatte dieses wenig gemeinsam; der Vergleich mit einer Scheune ist naheliegend.

Es galt, zwei große Probleme zu lösen: die Rohstoffbeschaffung und die Entwicklung geeigneter Apparaturen.

Ursprünglich hatte Perkin direkt vom Anilin ausgehen wollen, um die nicht ganz gefahrlose Herstellung des Anilins aus Benzol (Benzen) zu umgehen. Aber es zeigte sich schnell, daß das Vorhaben, Anilin mittels Säure aus Teeröl zu extrahieren, mit den vorhandenen Mitteln nicht zu realisieren war. Also mußte man doch Benzol nehmen, dieses nitrieren und das erhaltene Zwischenprodukt zum Anilin reduzieren. Aber Benzol war ein Apothekenprodukt, das in kleinen Mengen als Fleckentfernungsmittel abgegeben wurde. Einem Bedarf in Tonnen, wie ihn die Perkins plötzlich anmeldeten, standen die Hersteller hilflos gegenüber. So reisten denn die Perkin-Brüder durch das Land und suchten einen Lieferanten, von dem sie Benzol kontinuierlich und zu akzeptablen Preisen in den ge-

wünschten Mengen beziehen konnten. Schließlich fanden sie eine Glasgower Firma, die zum Preis von etwa 65 Pfennig pro Liter die vorgesehenen Mengen lieferte. Jedoch war dieses Produkt so unrein, daß Perkin es erst noch destillieren mußte. Nun galt es, das Benzol zu nitrieren. Die dazu benötigte hochkonzentrierte sogenannte rauchende Salpetersäure mußte Perkin wiederum selbst produzieren. Später verbesserte Perkin das Verfahren, indem er statt der schwierig herzustellenden hochkonzentrierten Salpetersäure ein Schwefelsäure-Salpetersäure-Gemisch, die sogenannte Nitriersäure, verwendete, ein Verfahren, das auch heute noch üblich ist.

Das Nitrieren selbst wurde zuerst in gläsernen Ballons durchgeführt. Später benutzte Perkin Gußeisenkessel mit Rührer. Schließlich galt es, die Reduktion von Nitrobenzol mit Eisenfeilspänen in Säure technisch zu beherrschen. Jeder Schritt, jeder Handgriff war eine Pioniertat im technischen Neuland. Um so mehr müssen wir bewundern, daß es Perkin gelang, trotz mehrerer Explosionen und anderer Mißgeschicke, ein praktikables Verfahren zu entwickeln, mit dem er 19 Monate nach seinem historischen Experiment und nur sechs Monate nach Baubeginn das erste Mauvein gewann, das an eine Seidenfärberei bei London ging. Daher betrachten wir heute das Jahr 1857 als das Geburtsjahr der Industrie der synthetischen Farbstoffe! Der große Erfolg kam jedoch erst 1858 durch die französischen Färber, was sich auch im heute noch gebräuchlichen, aus dem Französischen stammenden Namen »Mauvein« zeigt.

Als in einer Nebenreaktion nur in geringer Menge anfallend (Ausbeute um 5 Prozent), mußte das Mauvein recht teuer sein. Doch kann man überschlagen, daß der erzielte Preis von 4000 Franc/kg[1] wohl beim 10fachen der Materialkosten lag und sich so der Gesamtaufwand der Perkinschen Familienfirma sehr schnell amortisierte. Andererseits zeigt dieser Preis, daß mauveingefärbte Seidengewebe nur den Reichen zugänglich waren. Mauvein

[1] Zum Vergleich die heutigen Preise (1980) synthetischer Farbstoffe, deren billigste Sorten bei 5 M/kg und deren hochwertigste um 100 M/kg liegen.

wurde zum Statussymbol, wie es einst in der Sklavenhaltergesellschaft der Purpur war. Und folgerichtig nannte Perkin sein Produkt zeitweilig auch »Tyrian Purple« (Tyrischer Purpur, in Anspielung auf den Schneckenpurpur).

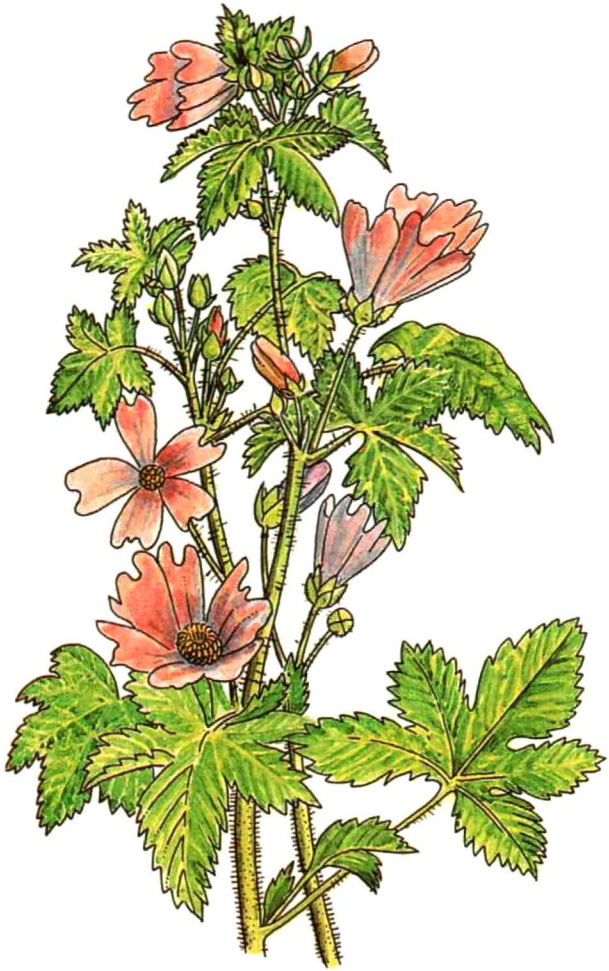
So nimmt es nicht wunder, daß man sehr schnell anfing, nach Herstellungsverfahren für Mauvein zu suchen, die Perkins Patente umgingen, und andere synthetische Farbstoffe zu entwickeln. Die hierbei aufgefundenen neuen Farbstoffe, voran das Fuchsin, ließen das Mauvein innerhalb von zehn Jahren uninteressant werden.

Dabei war Perkin nicht einseitig orientiert. Obwohl er sich persönlich sehr stark für die Einführung des Mauveins in die Färbereien und Textildruckereien einsetzte, forschte er in seinem Privatlabor an anderen Dingen weiter. Ihm verdanken wir z. B. die Synthese des Waldmeisterriechstoffs, des Cumarins. Auf dem Gebiet der Farbstoffchemie entwickelte er eine eigene Methode der Alkylierung des Fuchsins zu Hofmanns Violett, das er als Britannia-Violett vertrieb, sowie eine Alizarinsynthese, die er in die Produktion überführte. Mit seiner Zimtsäuresynthese leistete Perkin schließlich einen wichtigen Beitrag zur Indigosynthese.

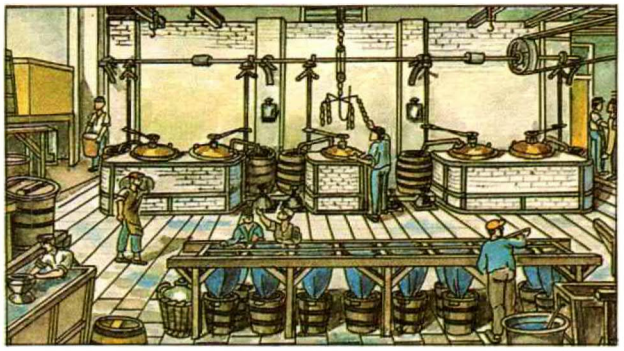
Perkin sah sich jedoch mehr und mehr deutscher Konkurrenz ausgesetzt, so daß er im Jahre 1873 seine Fabrik verkaufte und sich danach vorzugsweise mit physikalisch-chemischen Forschungen beschäftigte. Er starb 1907 hochgeehrt nach einem erfüllten Leben.

Das Fuchsin entthront das Mauvein

Ohne Perkins Verdienste schmälern zu wollen, müssen wir hier betonen, daß bereits vor Perkin drei Farbstoffe technisch in größerem Maße hergestellt wurden:
– Sächsischblau (Indigo-5,5'-disulfonsäure). Es entsteht durch Behandeln von Indigo mit konzentrierter Schwefelsäure. Diese Reaktion wurde im Jahre 1740 vom Ratsherrn Barth in Großenhayn (Sachsen) aufgefunden. Er verkaufte seine Erfindung nach England an die Norwicher Wollfärber, die sie sich patentieren ließen.



Die violette Farbe von Malvenblüten (Malva silvestris), die der des synthetischen Farbstoffes glich, stand bei der Namensgebung »Mauvein« Pate.



Blick in die Anilinblau-Anlage der Fa. Poirier & Chappat, St. Denis, 1865. Anilinblau ist ein »veredeltes« Fuchsin, also ein Fuchsinderivat. Die Retorten zur Fuchsinherstellung sind im Hintergrund zu sehen.

– Pikrinsäure (2,4,6-Trinitrophenol) wurde seit 1847 von einer Lyoner Seidenfärberei durch Nitrieren von Phenol in größeren Mengen produziert. Sie färbt Wolle und Seide leuchtend gelb.
– Murexid, ein roter Beizenfarbstoff, wurde ab 1853 aus der Harnsäure des Guano gewonnen.

Diese Farbstoffe wurden entweder von den Färbereien selber oder in deren Auftrag hergestellt. Mit Perkin entstand eine chemische Industrie, eine Farbstoffindustrie, die neue Farbstoffe selbst entwickelte, produzierte und durch ihren anwendungstechnischen Service den Färbern anbot. Dieses Konzept ist eigentlich die wichtigste Neuerung, die wir Perkin verdanken!

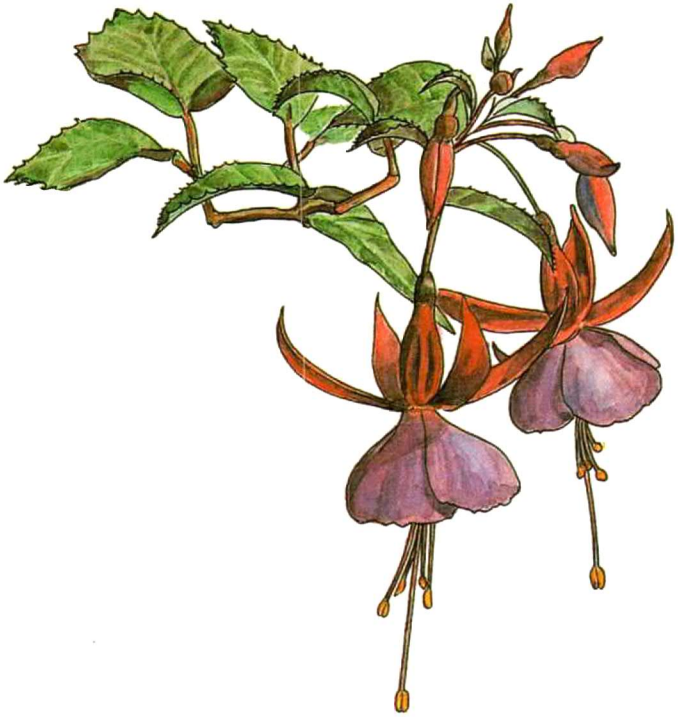
Der spektakuläre Erfolg des Mauveins überschattet nicht nur seine Vorgänger, sondern auch Entstehung und Aufstieg eines Farbstoffs, der zur eigentlichen Initialzündung der Farbstoffindustrie wurde. Wir sprechen vom Fuchsin.

Als Entdecker des Farbstoffs Fuchsin gilt François-Emmanuel Verguin (1814–1864), der es im Oktober 1858 durch Erhitzen von Anilinöl mit wasserfreiem Zinn(IV)-chlorid erhielt. Wir betonen »Farbstoff«, weil diesen Stoff offensichtlich bereits in den Jahren zuvor auf anderen

Wegen Natanson und auch A. W. v. Hofmann erhalten hatten, die jedoch dessen färberischen Eigenschaften keine Aufmerksamkeit schenkten.

Verguin hatte 1855 seine Laufbahn als Dozent am Lycée Royal in Lyon aufgegeben, um die Leitung der Pikrinsäure-Anlage zu übernehmen, die der Drogist Raffard einige Kilometer südlich von Lyon errichtet hatte.

Neben seiner betrieblichen Tätigkeit forschte er. Bereits im Februar und März 1858 ließ er sich synthetische Farb-



Die Fuchsie (Fuchsia speciosa, oben) und die Azalee (Rhododendron simsii. links) gaben dem »Fuchsin« und dem chemisch identischen Konkurrenzprodukt »Azalein« ihre Namen.

stoffe patentieren. Im Oktober 1858, inzwischen bei Raffard ausgeschieden, entdeckte er einen rotvioletten Farbstoff, der nicht nur das Mauvein, sondern auch alle bis dahin bekannten natürlichen Farbstoffe dieser Nuance an Schönheit und Brillanz übertraf. Und was für die Herstellungskosten sehr wichtig war: Während Mauvein nur in fünfprozentiger Ausbeute entstand, war die des neuen Farbstoffs wesentlich höher!

Da sich »Mauvein« von Malvenblütenfarbe (Malve, frz.

mauve) herleitet, zog Verguin den Vergleich zur kräftiger leuchtenden Blüte der Fuchsie (frz. fuchsia) und nannte seinen Farbstoff »Fuchsin«.

Seine Rechte übertrug Verguin der Lyoner Färbereifirma Renard Frères et Franc (Gebrüder Renard und Franc), die sich die Erfindung patentieren ließ und damit für sich monopolisierte.

Der neue Farbstoff war die Sensation! Die Firma der Renards wollte aus ihrem Monopol das Maximum an Profit herausholen. Sie verkauften kein Fuchsin. Wer etwas damit färben lassen wollte, mußte das bei ihnen ausführen lassen. Daher begann nun andernorts eine eifrige Suche nach patentumgehenden Verfahren. Im Jahre 1859 fanden die Mulhouser Chemiker Jean und Armand Gerber-Keller (Vater und Sohn) ein anderes Oxydationsmittel, das sie zum Patent anmeldeten. Ihren damit erzeugten Farbstoff, der chemisch mit dem Fuchsin identisch ist, nannten sie »Azalein« (etwa: Azaleenblütenfarbe). Den nachfolgenden Patentstreit mit der Firma Renard Frères et Franc verloren sie jedoch.

Als Ausweg bot sich die Produktion im nahe gelegenen Basel an. Die Schweiz war seinerzeit ein Land ohne Patentgesetzgebung; hier galt also das Renardsche Fuchsin-Patent-Monopol nicht. Mit seinen zwölf Färbereibetrieben war Basel bereits ein bedeutendes Zentrum der Textilindustrie. Außerdem war der Rhein, der nach wenigen Kilometern die Schweiz verläßt, für die Färberei- und Farbstoffindustrie eine »ideale Abfallgrube«.

So entstand in den Jahren von 1859 bis 1862 in Basel eine Reihe von Produktionsstätten, die Fuchsin nach verschiedenen Verfahren erzeugten. Als ökonomischstes Verfahren setzte sich dasjenige durch, das Arsensäure als Oxydationsmittel verwendete.

Auf diese Jahre des Fuchsin-Booms lassen sich die Anfänge der renommierten Schweizer Chemieindustrie, repräsentiert durch die Firma Ciba-Geigy, zurückführen. Auch die deutsche Farbstoffindustrie hat ihre Wurzeln im Fuchsin. Die im Jahre 1850 als Farbenhandlung von F. Bayer gegründete Firma Bayer & Co. begann 1863 ihre Farbstoffproduktion mit Fuchsin. Das gleiche gilt für die 1863 gegründete Firma Meister, Lucius & Co. (heute:

Hoechst) und die 1861 gegründete Firma Chemische Fabrik Dyckerhoff, Clemm & Co. (die 1865 in Badische Anilin- und Soda-Fabrik GmbH [BASF] umfirmierte), um nur einige Betriebe zu nennen, deren Namen noch heute existieren.

Auch die Farbstoffproduktion des heutigen VEB Chemiekombinat Bitterfeld begann im Jahre 1895 mit Fuchsin.

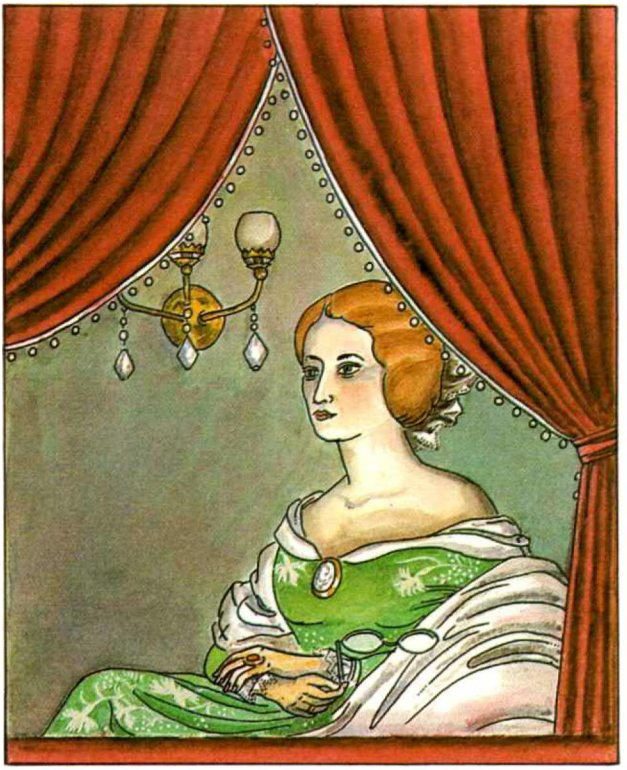
Es ist übrigens wenig bekannt, daß selbst Perkins Fabrik Fuchsin produzierte. Vor der Aufnahme der Alizarinproduktion durch Perkin dürfte Fuchsin sogar die Haupteinnahmequelle gewesen sein.

Die Bedingungen, unter denen sich um 1860 die Produktion vollzog, sind uns heute unvorstellbar. Sie waren primitiv und ließen jeglichen Gesundheits- und Arbeitsschutz vermissen. In einem auf zwei Seiten offenen Schuppen wurde auf einem Backsteinherd in Retorten das Fuchsin durch Oxydation mit Arsensäure erzeugt. Man goß die Schmelze auf Eisenbleche, wo sie erstarrte. Die feste Masse wurde mit einem Eisenstab zerschlagen, wobei sich die Arbeiter zum Schutz gegen den arsenikhaltigen Staub ein Tuch vor Mund und Nase hielten. Die beim Umlösen des Fuchsins entstehenden Arsenikabwässer wurden in Basel durch das Schmutzloch der Mittleren Brücke in den Rhein gegeben.

Grün, die Lieblingsfarbe der Kaiserin

Es war im Jahre 1862. Perkins Mauvein und noch mehr Verguins Fuchsin hatten eine allgemeine Begeisterung für neue synthetische Farbstoffe ausgelöst. Es verging kaum ein Monat, in dem nicht ein neuer Farbstoff das Licht der Welt erblickte. Die meisten dieser Substanzen waren aber infolge geringer Echtheiten nicht oder nur kurze Zeit in Gebrauch.

Der französische Chemiker Charles Lauth hatte durch Einwirken von Schwefelsäure auf ein Fuchsin-Aldehyd-Gemisch einen violett-blauen Farbstoff erhalten, den er Aldehydblau nannte. In der kleinen Färbereifirma Usèbe in St. Quen bei Paris wurde der Arbeiter Cherpin beauftragt, Seide damit zu färben. Leider hielt der Faden die



Das auch im künstlichen Licht (Gaslicht) der Oper strahlendgrüne Kleid der jungen, hübschen und modebewußten Kaiserin Eugenie fand viele Bewunderer.

Farbe nicht richtig. Beim abendlichen Schoppen klagte Cherpin seinem Freund, einem Fotografen, daß der Farbstoff nicht »fixiere« (frz. se fixe: sich festlegen, niederlassen). Dieser meinte, daß er zum Fixieren Hyposulfit (Dithionit) verwende, Cherpin solle es doch einmal damit versuchen. Dieser Vorschlag, der offensichtlich auf einem Mißverständnis beruhte – infolge der Verwendung des Wortes »Fixieren« für ganz unterschiedliche Prozesse –,

gelangte zur Ausführung. Zu Cherpins und Usèbes großem Erstaunen färbte sich die Seide jedoch plötzlich leuchtend grün!

Obwohl Grün in der Natur die vorherrschende Farbe ist, gibt es nur wenige einheitliche Grünfarbstoffe für färberische Zwecke. Chlorophyll ist dazu nicht geeignet, da es zu schnell verbleicht. Und von allen anderen Farbstoffen erfüllen auch heute noch nur wenige die Anforderung, alle Wellenlängen des sichtbaren Spektrums zu absorbieren, außer dem kleinen grünen Bereich genau in der Mitte. Man hilft sich meist mit Mischungen aus gelben und blauen Farbstoffen, die jedoch bei künstlicher Beleuchtung unansehnlich bläulich erscheinen, und außerdem zersetzt sich meist eine Komponente schneller, so daß die damit gefärbten Textilien ihre Farbe ändern.

Die Lieblingsfarbe der schönen, modebewußten und modemachenden Kaiserin Eugenie, Gattin Napoleons III., war Grün. Ein mit dem neuen Grün von Usèbe gefärbtes Seidenkleid erregte ihr höchstes Entzücken, zumal dieses Grün im Schein des Gaslichtes seine Nuance nicht änderte, sondern genau so brillant strahlte wie am Tage. Und so begann die kurze Karriere des Aldehydgrün genannten Farbstoffs dank »allerhöchster Wertschätzung«.

Das Cherpinsche Verfahren war jedoch für die nun einsetzende Nachfrage nicht produktiv genug. Der deutsche Chemiker Eugen Lucius verbesserte es und brachte sein Verfahren – einschließlich eines Exklusivvertrages mit einer Lyoner Seidenfärberei über die Abnahme einer Jahresproduktion – in die von ihm mitbegründete Farbstoffabrik Meister, Lucius & Co. (heute: Hoechst) ein. So stand die Vorliebe einer französischen Kaiserin Pate bei der Gründung eines Werkes, das sich zu einem der mächtigsten Konzerne der Welt entwickeln sollte.

Die Azofarbstoffe werden entdeckt

Durch geschicktes Probieren und Variieren wurden immer mehr Farbstoffe entdeckt und produziert. Die meisten von ihnen besitzen heute nur noch historisches Interesse. In jene Zeit fällt aber auch eine Entdeckung, deren Bedeutung

für die Farbstoffchemie gar nicht überschätzt werden kann: die der Azofarbstoffe.

Das Wort »Azofarbstoffe« ist eine Verkürzung von »Diazofarbstoffe«. Dabei kommt »azo« vom Französischen azote, Stickstoff, und »diazo« weist auf die fundamentale, allen diesen Farbstoffen gemeinsame Gruppe $-N=N-$ hin.

Teilt man die synthetischen Farbstoffe nach ihren chemischen Grundstrukturen ein, so findet man, daß die heutige kommerzielle Palette etwa 3000 Azofarbstoffe enthält, die mehr als die Hälfte des Gesamtangebots bestreiten und damit mit Abstand die größte Gruppe sind. Azoverbindungen sind darüber hinaus die Grundlage des Lichtpausverfahrens (Diazotypie), und auch eins der ersten Sulfonamide, das »Prontosil«, ist eine Diazoverbindung.

Der erste in den Handel gebrachte Azofarbstoff war das Anilingelb des Franzosen Charles Mené, der sich aber der Tragweite seiner Synthese nicht bewußt war.

So feiern wir heute mit Recht Johann Peter Griess (1829–1888) als Begründer der wichtigsten Farbstoffklasse.

Ausgangspunkt für seine Entdeckung, die er 1858 im chemischen Labor der Universität Marburg machte, war eine von Piria beschriebene Umsetzung. Bei dieser werden aliphatische Aminosäuren durch Einwirkung salpetriger Säure in die entsprechenden Hydroxysäuren überführt. Gerland, ebenfalls in Marburg, hatte diese Reaktion auf aromatische Säuren übertragen, indem er Aminobenzoesäure in Hydroxybenzoesäure umwandelte.

Griess wollte nun diese Reaktion auf die Pikraminsäure (2-Amino-4,6-dinitrophenol) anwenden. Unter seinen Reaktionsbedingungen (niedere Temperatur, Ethanol als Lösungsmittel) erhielt er aber eine isolierbare Verbindung, deren Analyse ergab, daß die Aminogruppe ($-NH_2$) sich mit der salpetrigen Säure zu $-N_2$ umgesetzt hatte. Griess nannte daher den neuen Stoff eine »Diazo«-Verbindung.

Die Veröffentlichung über diese neue Reaktion fesselte A. W. v. Hofmann so, daß er Griess an sein Londoner Institut holte. Hier fand Griess die zweite wichtige Reak-

tion der Azofarbstoffchemie, das Kuppeln: Diazoverbindungen reagierten mit Phenol, sie »kuppelten auf das Phenol«.

Griess gewann etwa zur gleichen Zeit wie Mené oder auch etwas später auf diesem Wege im Jahre 1859 das Anilingelb. Da ihm unser heutiges Wissen über die Struktur aromatischer Verbindungen noch fehlte, erschloß sich ihm das Verständnis dieser Reaktion erst im Verlauf weiterer Studien.

Seine wirtschaftliche Lage zwanzig Griess, im Jahre 1862 eine Stellung in einer Brauerei anzunehmen. Da er über die »Brauereigeheimnisse« nichts veröffentlichen durfte, trieb er die Chemie »seiner« Diazoverbindungen als Hobby weiter. Er klärte die Kupplungsreaktion auf und erkannte ihren universellen Charakter.

Griess' Lebensweg ist ein weiteres Beispiel für die tragische Situation eines begabten, aber mittellosen Chemikers in der damaligen Gesellschaft. Der Forscher, der viele Azofarbstoffe synthetisierte und teilweise auch patentieren ließ, mußte zusehen, wie die finanziell Mächtigen seine Ideen ausbeuteten, während er selbst am ökonomischen Ergebnis nicht teilhatte. Erst nach seinem Tode wurden seine bahnbrechenden Arbeiten gewürdigt.

Die diazotierbare Substanz, das aromatische Amin, nennen wir heute aktive Komponente. Die Substanz, auf die gekuppelt wird, ist die passive Komponente. Die Zahl der aktiven und passiven Komponenten läßt mehrere hunderttausend Kombinationen zu.

Im Jahre 1879 entdeckte Rudolf Nietzki, daß als aktive Komponente Diamine verwendbar sind, die zweimal kuppeln können. Und schließlich kann man als passive Komponente auch Amine verwenden, so daß die entstehende Verbindung erneut als aktive Komponente umgesetzt werden kann. Das erhöht die Anzahl der möglichen Kombinationen auf Millionengröße. Wenn davon nur etwa 3000 technisch genutzt werden, so liegt das an unseren heutigen hohen Anforderungen an die »Echtheit«, d. h. die Langzeitbeständigkeit (Lichtechtheit), an die Widerstandsfähigkeit beim Waschen (Reib-, Wasch-, Chloritechtheit) und Tragen (Schweißechtheit), an das Farbgefühl (reine, satte, brillante Färbungen) usw.

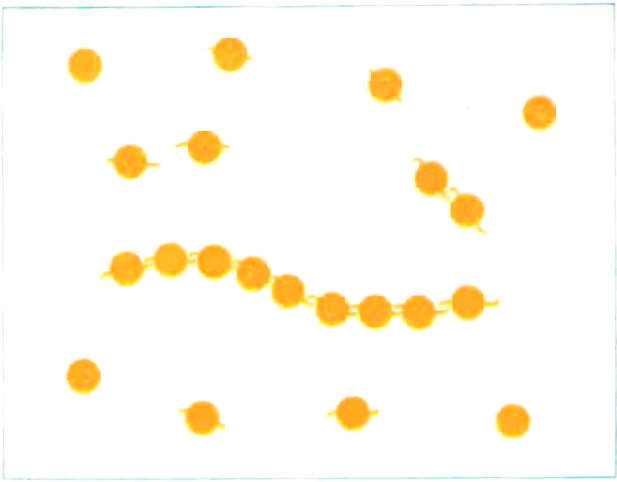
In der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, in der wir uns bei unserer Betrachtung noch befinden, bestritt die Baumwolle mit etwa 90 Prozent den Hauptanteil des Faseraufkommens. Sie hatte damit die Wolle, die 100 Jahre früher noch mit 75 Prozent an der Spitze lag, eindeutig hinter sich gelassen. Während Wolle und auch Seide mit Farbstoffen chemisch reagieren können, mußte die Cellulosefaser Baumwolle erst chemisch präpariert, gebeizt werden, um den Farbstoff zu binden. Oder es mußten andere komplizierte Prozesse angewendet werden (z. B. Küpenfärberei beim Indigo).

Im Jahre 1884 entdeckte Paul Boettiger einen Azofarbstoff, den er Kongorot nannte und der ohne Vorbehandlung auf Cellulosefasern fest aufzog. Damit hatte er den Weg zu einer der wichtigsten Farbstoffklassen, den substantiven oder Direktfarbstoffen, gefunden, die eine wesentliche Erhöhung der Arbeitsproduktivität beim Färben von Baumwollfasern und -stoffen erlaubten.

»Nichts ist so praktisch wie eine gute Theorie«

Nachdenklich saß der junge 28jährige Kekulé, Professor an der belgischen Staatsuniversität Gent, in seinem Studierstübchen. Die Vorbereitungen für seine Übersichtsvorlesung über die organische Chemie beschäftigte ihn schon tagelang und damit die Frage, wie er das Material übersichtlich ordnen und systematisch darlegen könne.

Um die Schwierigkeiten zu verstehen, die 1857 Friedrich August Kekulé von Stradonitz (1829–1896) hatte, müssen wir uns vor Augen halten, daß man keine rechten Vorstellungen besaß, wie die Atome in einer organischen Verbindung miteinander verknüpft sind. Dieses Problem nun beschäftigte Kekulé, und es verfolgte ihn bis in seine Träume. Während seines Londoner Ferienaufenthaltes schlief er auf der abendlichen Rückfahrt zu seiner Unterkunft im Bus ein. Er selbst berichtete darüber: »Da gaukelten vor meinen Augen die Atome. Ich sah, wie größere eine Reihe bildeten und an den Enden der Kette noch kleinere mitschleppten.«

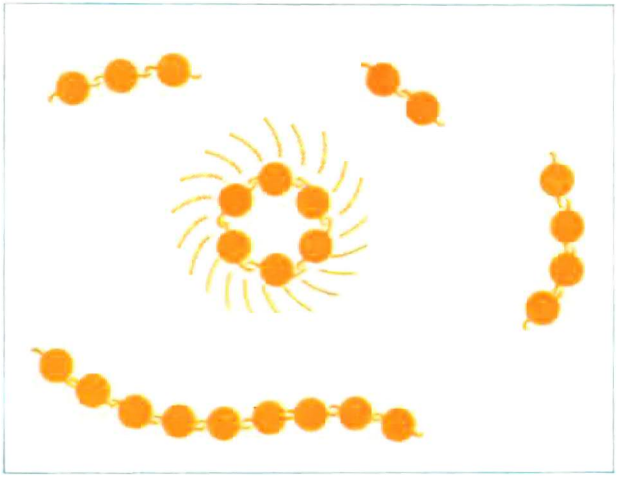


Kekulé beschäftigte sich mit der Frage, wie die Atome einer organischen Verbindung miteinander verknüpft sind. Diese Frage verfolgte ihn bis in den Schlaf. Sein weiterarbeitendes Unterbewußtsein fand die Lösung.

Kekulé, der die Vorstellungen von der Vierwertigkeit des Kohlenstoffs und der Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindung gründlich durcharbeitete und 1858 veröffentlichte, übrigens nahezu gleichzeitig mit Archibald Scott Couper, der unabhängig zur gleichen Erkenntnis gekommen war, wurde dadurch zum Begründer der Strukturtheorie.

Noch aber stand eine wichtige Erkenntnis aus: die Struktur des Benzols und seiner Derivate oder, allgemeiner, der aromatischen Verbindungen. Man versuchte, die dadurch entstandenen Schwierigkeiten zu meistern, indem man die Gruppierung C_6 als eine Art Superatom, »Kern« genannt, behandelte.

Wieder ein Problem, das Kekulé stark beschäftigte. Er selbst berichtete darüber: »In meiner Genter Junggesellenwohnung drehte ich den Stuhl zum Kamin und versank in Halbschlaf. Wieder gaukelten die Atome vor meinen



Noch immer aber war die Struktur des Benzols (Benzens) unklar. Wieder gaukelten die Atome im Halbschlaf vor Kekulés geistigem Auge und führten ihn zur Lösung.

Augen. Siehe, was war das? Eine der Schlangen erfaßte den eigenen Schwanz und wirbelte vor meinen Augen.«

Kekulé prüfte die Konsequenzen seines Benzolringes noch drei Jahre lang sehr eingehend und trat erst am 27. Januar 1865 in einem Vortrag vor der Pariser Akademie damit an die Öffentlichkeit.

Kekulés Benzolformel lieferte den letzten theoretischen Baustein, dessen die Farbstoffchemiker bedurften, um zum Verständnis des Baues ihrer Farbstoffmoleküle zu kommen und darüber hinaus gezielt an der Synthese neuer Verbindungen arbeiten zu können.

Zum Anilinschwarz braucht man einen Katalysator

Wie wir wissen, hatte bereits Runge Anilinschwarz durch Oxydation von Anilin erzeugt, jedoch damit keinen Eingang in die färberische Praxis gefunden. Für Perkin war

Anilinschwarz nur ein lästiges Nebenprodukt. Erst im Januar 1863 schlug mit John Lightfoot und dessen Patent auch für das Anilinschwarz die große Stunde. Lightfoot hatte nämlich bei seinen Versuchen, Kattun mit einem Gemisch von Anilin und Kaliumchlorat zu bedrucken, herausgefunden, daß sich beim Verwenden von Holzformen fast keine Farbe bildete, im Gegensatz zum Druck mit Kupferwalzen.

Beim näheren Untersuchen dieser Erscheinung stellte er fest, daß zur Anilinschwarz-Bildung ganz offensichtlich Spuren von Kupfer notwendig waren, es also der katalytischen Wirkung des Kupfers bedurfte. Katalysatoren sind bekanntlich Stoffe, deren Gegenwart in vergleichsweise kleinen Mengen eine Reaktion wesentlich beschleunigt. Wollte man also mit Holzformen drucken, so mußte man etwas Kupferchlorid oder eine andere Kupferverbindung zugeben.

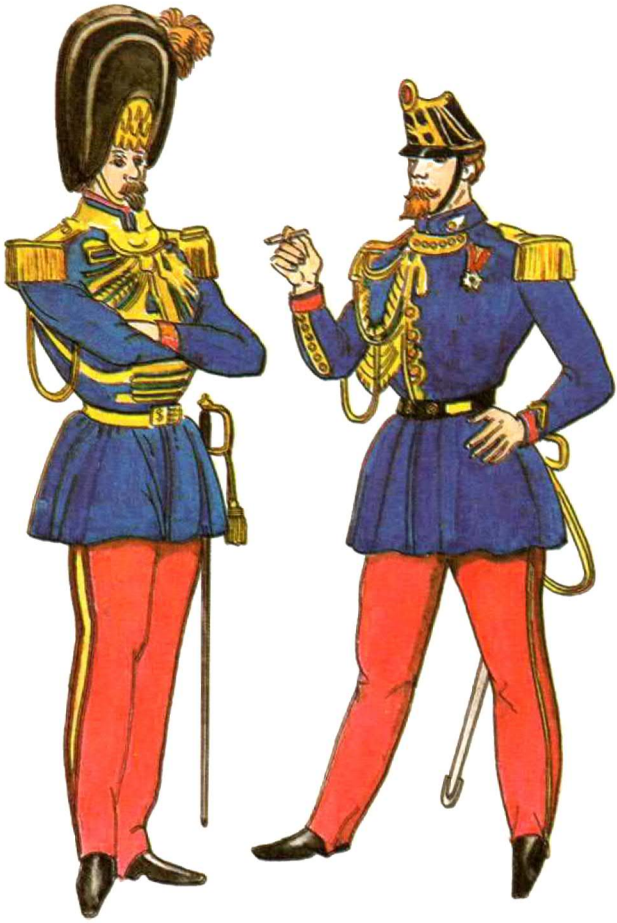
Lightfoot untersuchte auch andere Verbindungen auf ihre katalytische Wirksamkeit. Er fand, daß Vanadium(III)-chlorid tausendmal stärker als Kupferchlorid wirkt, man also nur einen Teil dieses Katalysators auf 20000 bis 100000 Teile Anilin benötigte. Diese Erkenntnis wurde auch technisch angewendet. So finden wir auf dem Gebiet der synthetischen Farbstoffe die erste bewußte Anwendung eines Katalysators im industriellen Maßstab.

Den Geheimnissen des Krappfarbstoffs auf der Spur

Am Berliner Gewerbeinstitut, dessen Leiter 1868 Adolf von Baeyer war, arbeiteten Carl Graebe (1841–1927) und Carl Liebermann (1842–1914) an der Konstitutionsaufklärung des Krappfarbstoffs Alizarin. Sie fanden, daß Anthrazen, das bereits als Teerbestandteil bekannt war, das Grundgerüst dieses Farbstoffes bildete.

Unter Berücksichtigung der Elementaranalyse des Alizarins postulierten sie Alizarin als Dihydroxyanthrachinon.

Darauf aufbauend, fanden sie bald eine Synthese, die zum Alizarin führte. Damit war 1868 zum ersten Mal in der



Die Krappbauern Frankreichs hatten in ihrer Armee mit ihren berühmten »roten Hosen« einen beständigen und sicheren Abnehmer. Doch auch hier verdrängte das qualitativ bessere und billigere synthetische Alizarin das Naturprodukt.

Geschichte der Chemie die Totalsynthese eines pflanzlichen Farbstoffs gelungen!

Graebe und Liebermann boten ihr zum Patent an-

gemeldetes Verfahren der Industrie an. Verhandlungen mit Hoechst zerschlugen sich, die Badische Anilin- und Sodafabrik (BASF) kaufte es 1869. Das Graebe-Liebermannsche-Verfahren, das über eine Bromierung lief, war aber nicht ökonomisch. Der Farbstoffchemiker Heinrich Caro (1834–1910) fand in der Sulfonierung mit anschließender Ätzalkalischmelze einen technisch günstig realisierbaren Weg, den die BASF unter den Namen von Graebe, Liebermann und Caro am 25. Juni 1869 in England zum Patent anmeldete.

Inzwischen hatten sich auch Ferdinand Riese (Fa. Hoechst) und W. H. Perkin um die technische Realisierung der Alizarinsynthese bemüht. Im April 1869 hatte Riese ebenfalls das Sulfonsäureverfahren in der Hand. Er deponierte die Verfahrensvorschrift beim Amtsgericht in Höchst, eine in der damaligen Zeit übliche Verfahrensweise. Perkin meldete sein englisches Patent am 26. Juni 1869, einen Tag nach der BASF, an. So wurde das interessante Problem der Alizarinsynthese, unabhängig voneinander, an drei Stellen im gleichen Monat gelöst!

Im Patentstreit einigte man sich übrigens recht schnell. Darüber hinaus beschleunigte ein reger Erfahrungsaustausch zwischen Perkin und Caro die technische Realisierung der Alizarinsynthese. 1870 begann die BASF mit der Produktion, zwei Jahre später produzierten Alizarin in Deutschland bereits zwölf Werke sowie je eins in England und Frankreich.

Das billigere, qualitativ bessere, hochkonzentrierte synthetische Alizarin verdrängte den Krapp binnen kurzem völlig vom Markt. 1868 wurden in Europa noch 70000 t Krapp geerntet, der größte Teil davon in Südfrankreich. Das synthetische Alizarin brachte den hochspezialisierten französischen Krappbauern den Ruin, da sie auf die veränderte Lage nicht flexibel reagierten. Selbst die berühmten »roten Hosen« der französischen Armee wurden nun mit synthetischem Alizarin gefärbt! Doch ist letztlich in einer Welt mit ständig wachsender Bevölkerung der Entfall des Krappanbaues nur positiv zu bewerten, weil damit Ackerflächen für den Nahrungsmittelanbau frei wurden.

Die Alizarinsynthese, die große Mengen konzentrierter Schwefelsäure benötigte, war auch der Beweggrund für

Untersuchungen zur Modernisierung der Schwefelsäureproduktion, der Ausgangspunkt für die Beschäftigung mit dem Kontaktverfahren. So wirkte die industrielle Farbstoffproduktion auch stimulierend auf den Fortschritt in der anorganischen Großchemie.

Das Ringen um die Indigosynthese

Der erste Schritt auf dem Wege zur Indigosynthese war die Aufklärung der Konstitution des natürlichen Indigos, die unauslöschlich mit dem Namen Adolf von Baeyers (1835–1917) verknüpft ist. Er war mit den Versuchen der Synthese gekoppelt. Der zweite Schritt war dann die Umsetzung in ein technisch praktikables und auch ökonomisches Verfahren. Beide Schritte zusammen, ab einer gewissen Stufe der Erkenntnis parallel laufend, benötigten 30 Jahre (1866 von Baeyers erste Arbeiten zur Strukturaufklärung, 1897 Produktion des ersten synthetischen Indigos).

Ausgangspunkt war das durch Oxydation aus dem Indigo gewinnbare Isatin. 1866 bewies Adolf von Baeyer – er war damals Dozent am Berliner Gewerbeinstitut –, daß Isatin sich in zwei Stufen zu Indol reduzieren ließ, also ein Dioxindol ist.

Drei Jahre später, 1869, stellten von Baeyer und sein Schüler Adolf Emmerling Indol aus Nitrozimtsäure her, und 1870 gelang es den beiden, Isatin mit Phosphorchlorid in Indigo zurückzuverwandeln. Es fehlte also nur noch ein Schritt auf dem Wege vom Indol zum Indigo, um die Totalsynthese des Indigos wenigstens im Labor durchzuführen. Diese Lücke schloß 1875 der Chemiker und Baeyerschüler Marcellus von Nencki durch Oxydation des Indols zu Isatin mit Ozon. Doch war diese Reaktion infolge ihrer geringen Ausbeute nur von akademischem Interesse.

Im Jahre 1875 wurde von Baeyer zum Nachfolger Liebigs an die Münchner Universität berufen. Trotz starker Belastung durch organisatorische Aufgaben widmete er sich weiter seinen Forschungen auf dem Farbstoffgebiet, insbesondere dem Indigo. Und 1878 gelang es ihm,

aus Phenylessigsäure über Isatin Indigo zu synthetisieren – wobei zu diesem Zeitpunkt die chemische Konstitution des Indigos immer noch unbekannt war.

Im Jahre 1880 meldete von Baeyer sein erstes Patent zur Herstellung von Indigo an. Dieses Verfahren ging von o-Nitrozimtsäure aus, die er nach dem Perkinschen Zimtsäureverfahren gewonnen hatte.

Adolf von Baeyer wandte sich nun an Heinrich Caro von der BASF und bot sein Patent an. Caro erkannte jedoch, daß die technische Umsetzung noch Arbeit und Aufwand erfordern würde. Um das Risiko zu minimieren, kaufte die BASF gemeinsam mit Hoechst die Rechte an. Tatsächlich zeigte sich bald, daß dieses Verfahren unökonomisch war, da bei der Nitrierung von Zimtsäure neben dem benötigten o-Derivat eine etwa gleich große Menge p-Nitrozimtsäure anfiel, für die keine Verwendung gefunden werden konnte. Jedoch war der erste Schritt zum synthetischen Indigo im technischen Maßstab insofern getan, als Caro, aufbauend auf von Baeyers Patent, ein Verfahren entwickelte, durch das man mit der aus o-Nitrozimtsäure herstellbaren Propiolsäure (o-Nitrophenylpropiolsäure) Indigo direkt auf der Faser erzeugen konnte.

Auch die nächste, 1882 von Adolf von Baeyer und Viggo Drewsen gefundene Synthese aus o-Nitrobenzaldehyd und Azeton war noch nicht ökonomisch. Und noch immer war die Konstitution des Indigos unbekannt! Erst 1883 fand von Baeyer die richtige Formel. Die Schwierigkeit hatte darin gelegen, daß man bei der Synthese von Indigo aus Isatin labile isomere Formen annehmen muß.

Ausgehend von diesem Beispiel, entwickelte dann Laar in den Jahren 1885 und 1886 die für die organische Chemie so außerordentlich fruchtbare Tautomerielehre. Wir sehen an diesem kleinen Beispiel wieder einmal, wie überaus befruchtend gerade die Farbstoffchemie auf die gesamte organische Chemie wirkte.

Für die industrielle Realisierung der Indigosynthese waren jedoch erst die beiden von Karl Heumann (1851–1894), Chemiker am Eidgenössischen Polytechnikum in Zürich, entwickelten Indigosynthesen aus Phenylglycin bzw. aus Anthranilsäure (sog. 1. bzw. 2. Heumannsche Synthese) geeignet. Beide Verfahren wur-

den wieder von der BASF und dem Farbwerk Hoechst gemeinsam angekauft. Hoechst widmete sich jedoch in den achtziger Jahren vorrangig dem Ausbau seiner Pharmasparte und war daher auf dem Indigogebiet vorerst nicht so aktiv.

Die Ansichten im Leitungsgremium der BASF über die Indigosynthese waren eigentlich ziemlich eindeutig: Man hielt sie für ein sehr kostspieliges Steckenpferd. Nur dem persönlichen Einsatz des technischen Direktors Heinrich von Brunck (1847–1911) war es zu verdanken, daß die Bemühungen nicht abgebrochen wurden. Als 1897 der erste synthetische Indigo angeboten wurde, hatte schließlich die BASF für Patenterwerb, für eigene Forschungen und für die benötigte Anlage in 17 Jahren 18 Millionen Mark ausgegeben, eine für die damalige Zeit horrende Summe.

Doch wie immer, steckte auch hier der Teufel im Detail. Die BASF hatte sich nämlich für das zweite Heumannsche Verfahren mit Anthranilsäure als Ausgangsprodukt entschieden. Man ging dabei vom Toluen (Methylbenzen) aus, das über Nitrotoluen zu Anthranilsäure (o-Aminobenzencarbonsäure) umgesetzt wurde. Die nach diesem Verfahren arbeitende BASF-Anlage lieferte Mitte 1897 ihr erstes »Indigo rein« auf den Markt, wobei bereits zu diesem Zeitpunkt mit einem Preis von 16 M/kg der Preis des Naturindigos (18 bis 20 M/kg) unterboten wurde. Weitere Vorteile des synthetischen Indigos gegenüber dem Naturprodukt waren die höhere Konzentration an Farbstoff und die gleichbleibende Qualität.

Das Verfahren, Anthranilsäure aus Toluen herzustellen, war aber weder besonders elegant noch besonders ökonomisch, obwohl laufend an der Verbesserung gearbeitet wurde. Gerade zur rechten Zeit entwickelte eine Amsterdamer Chininfabrik ein Verfahren, das es gestattete, Anthranilsäure aus dem Teerbestandteil Naphthalen, mit dem man nichts anzufangen wußte und das aus lauter Verlegenheit als Mottenkugeln angepriesen wurde, und konzentrierter Schwefelsäure herzustellen. Da die BASF bereits 1876 das kurz zuvor von Clemens Winkler zur technischen Reife geführte Kontaktverfahren zur Herstellung von Schwefelsäure (im Zusammenhang mit der Alizarinsynthese!) realisiert hatte, also auch eine mate-

rielle Basis für das Naphtalenverfahren besaß, kaufte sie das Patent der niederländischen Firma. Rudolf Knietsch und andere Mitarbeiter der BASF überarbeiteten die einzelnen Verfahrensstufen. Unter anderem fanden sie, daß die Naphthalenoxydation mit Schwefelsäure durch Quecksilber katalysiert wurde. Ab 1899 wurde Indigo nach dem neuen Verfahren wirtschaftlicher hergestellt.

Wie beim Alizarin, so war auch beim Indigo das Naturprodukt auf die Dauer nicht dem billigeren, qualitativ ausgeglicheneren, fast reinen synthetischen Produkt gewachsen. Während 1896 Deutschland noch knapp 2000 t Naturindigo importierte, ging der Import binnen weniger Jahre auf fast Null zurück, ja Deutschland entwickelte sich darüber hinaus zum Indigoexporteur, der bereits 1913 über 3000 t synthetischen Indigo ausführte. Innerhalb von 15 Jahren wurde der Indigoanbau unrentabel und daher aufgegeben.

In den ehemaligen indischen Indigoanbaugebieten wird heute Zuckerrohr erzeugt, so daß ein weiteres Mal durch die chemische Industrie wertvoller Ackerboden für ein direkt der menschlichen Ernährung dienendes Produkt frei wurde.

Der alte Partner der BASF, Hoechst, hatte inzwischen ebenfalls an der Indigosynthese gearbeitet und auch Indigo nach verschiedenen Verfahren produziert.

Doch noch immer reizte das erste Heumannsche Verfahren mit Phenylglycin als Ausgangsprodukt. Die große Wende brachte hier die Entdeckung von Johannes Pfleger (1867–1957), eines Mitarbeiters der Firma Degussa. Im Jahre 1901 fand er, daß sich Anilin (Aminobenzen) und Chloressigsäure (2-Chlorethansäure) leicht mit Natriumamid als Kondensationsmittel zu Phenylglycin (N-Phenyl-2-aminoethansäure) vereinigen lassen.

So schloß sich in 75 Jahren der Kreis von der ersten labormäßigen Anilingewinnung durch trockene Destillation des Indigos (1826 Unverdorben) bis zur technischen Indigosynthese aus Anilin (1901 Pfleger). Über eine Gemeinschaftsgründung realisierten nun Degussa und Hoechst dieses neue Verfahren. Im Jahre 1902 produzierten sie bereits 300 t Indigo.

Dieses neue Verfahren war weitaus ökonomischer als

Das im Vergleich mit den modernen synthetischen Farbstoffen gar nicht so echte Indigo verlor zunehmend an Bedeutung. Einige Hersteller erwogen schon die Schließung ihrer Produktionsanlagen. Da brachte die Jeansmode der zweiten Hälfte unseres Jahrhunderts dem Indigo ein unerwartetes Comeback.

die bisher praktizierten. Der nun einsetzende Konkurrenzkampf zwischen Hoechst und der BASF senkte den Indigopreis auf 7 M/kg. Doch einigten sich beide Kontrahenten und Partner aus alten Zeiten bereits 1904 in der Indigokonvention auf eine gemeinsame Preispolitik

(Kartell), wobei der vereinbarte Abgabepreis von 8 M/kg den Profitinteressen beider Partner gerecht wurde.

Die weitere Geschichte des synthetischen Indigos wäre wenig interessant, würde uns nicht die Mode immer wieder Überraschungen bereiten. Indigo, einer der echtesten Naturfarbstoffe, ist nämlich im Vergleich zu den inzwischen entwickelten anderen synthetischen Farbstoffen gar nicht so echt. Besonders die Waschechtheit läßt zu wünschen übrig. Auch ist die Verarbeitung als Küpenfarbstoff relativ aufwendig; sie entspricht nicht mehr heutigen Anforderungen an die Arbeitsproduktivität. So nahm also die Bedeutung des Indigos im Laufe der Jahre langsam ab. Einige der Hersteller erwogen sogar schon die Schließung ihrer Anlagen. Da setzte plötzlich eine Verdopplung der Nachfrage ein. Der Grund war die Jeansmode mit ihren »echten«, d. h. in diesem Fall »ausgebleichten« Jeans. Zahlreiche kleine Hersteller versuchten, sich an diesen Jeans- und damit Indigoboom anzuhängen, ja selbst Naturindigo erschien wieder auf dem Markt. Inzwischen ist die Jeansmode im Abklingen und der Indigobedarf wieder auf seine Ausgangsbasis zurückgefallen.

Kann auch Schneckenpurpur synthetisiert werden?

Im Jahre 1909 veröffentlichte Paul Friedländer (1857 bis 1923) seine Ergebnisse zur Strukturaufklärung des Schneckenpurpurs, dieses berühmtesten Farbstoffs der Geschichte. Zu diesem Zweck hatte er aus 12000 Schnecken *(Murex brandaris)* 1,4 g Farbstoff isoliert und analysiert. Das Ergebnis wies überraschenderweise ein Indigoderivat aus: 6,6'-Dibromindigo.

Diese Nachricht ließ dem coloristischen Prüfer der BASF, Karl Reinking, keine Ruhe. Er suchte in seinen Akten, und richtig, sein Gedächtnis hatte ihn nicht getrogen! Bereits 1903 hatte ein Vertragsforscher der BASF diesen Stoff zur coloristischen Prüfung vorgelegt. Das Urteil lautete: Die Echtheit entspricht der des Indigos, für diese Nuance bestehe jedoch kein Bedarf.

Somit könnte die chemische Industrie uns heute auch

den Schneckenpurpur synthetisch darstellen, wenn nicht seine Farbnuance unserem heutigen ästhetischen Empfinden widerstreben würde.

Vidal und der Zufall

Henri Raymond Vidal (1862–1938), Assistent an der pharmazeutischen Fakultät in Montpellier, war leidenschaftlicher Fotoamateur. Als es ihm eines Tages am benötigten Hydrochinon mangelte, kam er auf die Idee, es selbst herzustellen. Das von ihm befragte Lehrbuch gab in einer Fußnote den Hinweis, daß das gesuchte Produkt aus p-Nitrophenol, Schwefelnatrium und Schwefel herstellbar sei. Vidal erprobte diese obskure Vorschrift; statt des gewünschten Hydrochinons erhielt er jedoch stets nur eine schwarze Substanz. Verärgert gab er seine Bemühungen auf. Aber das Produkt wegzuschütten erschien ihm zu schade. Er nahm es mit nach Hause, um es als Tinte zu nutzen. Doch kippte ihm bald das Tintenfaß um. Bestürzt mußte seine Frau feststellen, daß der große schwarze Fleck dem Waschen trotzte. Noch im gleichen Jahr, 1896, meldete Vidal seine Zufallsentdeckung in Frankreich und Deutschland als Patent an und nahm Verbindung zu einer Farbstoffabrik auf, der S. A. des Matières Colorants & Produits Chimiques de St. Denis (Gesellschaft für Farbstoffe und Chemikalien in St. Denis).

Unterbrechen wir hier kurz unsere Geschichte. Wenn wir die bisherigen Entdeckungen auf dem Farbstoffgebiet analysieren, so finden wir zwei Klassen. Die eine, die die Ergebnisse systematischer Forschungen und Untersuchungen beinhaltet und in der wir das synthetische Alizarin und den synthetischen Indigo finden, und die andere, zu der das Mauvein und das Vidalschwarz gehören, die mehr zufällige Entdeckungen darstellen.

Solche Zufälle mag es mehr gegeben haben, als wir ahnen. Wichtig ist, daß der Beobachter bereit und in der Lage ist, das unerwartete Ergebnis zu analysieren, zu reproduzieren und Schlüsse daraus zu ziehen.

Vidal hatte jedoch mit seiner Entdeckung wenig Glück. Hier zeigt sich wieder, daß im Kapitalismus der kleine,

wenig bemittelte Forscher nur geringe Chancen hat. Seine ursprüngliche Verbindung mit der Firma in St. Denis war für ihn nicht ertragreich, und der Versuch, sein Recht in einem Prozeß zu erzwingen, scheiterte an der größeren Finanzkraft seiner ehemaligen Partner und nunmehrigen Gegner. In Deutschland hatte sich inzwischen die Firma Casella seiner Entdeckung bemächtigt. Auch hier verlor Vidal den angestrengten Prozeß.

Ist auch das Vidalschwarz für den Chemiehistoriker nicht der erste Schwefelfarbstoff der Geschichte, so ist es doch der Ausgangspunkt für die Entwicklung einer ganzen Farbstoffklasse, der Schwefelfarbstoffe, gewesen, von denen Hydronblau und Schwefelschwarz noch heute große Bedeutung besitzen.

Vidal beschäftigte sich weiterhin mit Farbstoffen, aber auch mit anderen Produkten, wie Wundreinigungsmitteln, und sogar mit dem Versuch, synthetische Diamanten herzustellen.

Alle seine Entdeckungen brachten ihm jedoch keinen Gewinn, er starb arm. Einer der wenigen Lichtblicke in seinem Leben dürfte im Jahre 1919 die Verleihung der Großen Perkin-Medaille in Gold an ihn durch die englische Gesellschaft der Färber und Koloristen gewesen sein.

Die Suche nach dem Superindigo

Der Elsässer René Bohn (1862–1922), Mitarbeiter im Alizarinlabor der BASF, hatte eine Idee: Es müßte doch möglich sein, die Grundstrukturen des Alizarins und des Indigos miteinander zu verbinden und so zu einem Superindigo zu gelangen! Doch wie könnte man das machen?

Bohn hatte in Zürich bei Karl Heumann, dem Vater der technischen Indigosynthese, promoviert. Die erste Heumannsche Indigosynthese wollte er entsprechend abwandeln! Anstelle des Anilins wollte er Aminoanthrachinon einsetzen.

Und richtig – dessen Reaktion mit Chloressigsäure und Ätzkali führte tatsächlich zu einem blauen Produkt, das verküpbar war und auf pflanzlichen Fasern beispiellos echt aufzog. Am 17. Januar 1901 legte er seiner Direktion einen

Bericht »Indigoähnliche Farbstoffe aus Anthracen« vor. Der Kürzel dieses Titels, Indanthren, diente gleich als Namen für den neuen Farbstoff (heute: Indanthrenblau RS). Er sollte bald die Bezeichnung für eine neue Farbstoffklasse werden, deren Echtheiten alles bisher Dagewesene übertrafen, so daß die Werbung mit ihrem Spruch »Indanthrene – Farbstoffe, dauerhafter als die damit gefärbte Ware« eigentlich nicht übertrieb.

Es zeigte sich jedoch bald, daß die Annahme, eine indigoide Struktur sei entstanden, falsch war. Die Reaktion war ohne Chloressigsäure abgelaufen; es hatte »nur« eine Dimerisierung stattgefunden. Erhöhte man die Temperatur, so verlief die Dimerisierung etwas anders, und es entstand das Flavanthren (Indanthrengelb G).

Diese ersten nichtindigoiden Küpenfarbstoffe in die färberische Praxis zu überführen, war trotz (oder vielleicht gar wegen?) ihrer hohen Echtheiten nicht leicht. Die Anwender fanden die Applikation zu kompliziert. Bohn mußte, wie einst Perkin, selbst den koloristischen Service übernehmen. Er fuhr nach Mulhouse, seiner Heimat, und überzeugte die Drucker und Färber in beharrlicher Kleinarbeit.

Die Alizarinlabors der BASF und der Bayer AG arbeiteten nun um die Wette an der Entwicklung neuer Indanthrene. Bis 1910 war das Sortiment auf 93, bis 1912 gar auf 183 Marken angewachsen. Somit war in der Geschichte der synthetischen Farbstoffe eine neue Ära eröffnet.

Synthesefasern stellen neue Anforderungen

Die bisherige Geschichte der synthetischen Farbstoffe war auf nur wenige zu färbende Substrate ausgerichtet. Der Hauptverbrauch lag bei den Naturfasern, den vorzugsweise aus Cellulose bestehenden Baumwoll- und Leinenfasern sowie den aus Eiweiß bestehenden Gerüstfasern Wolle und Seide. Daneben gingen Farbstoffe in Lacke und Anstrichfarben, Wachse und Druckereierzeugnisse sowie in Lebensmittel.

Doch auf dem Fasersektor waren die Chemiker nicht untätig gewesen. Nitratseide, Kupferseide und Viskose

In der Farbstoffindustrie werden für Natur- und Synthesefasern neue echte und brillante Farbstoffe synthetisiert, getestet und produziert.

waren die ersten Versuche, die Cellulose des Holzes als Faserrohstoff zu nutzen. Mit der Acetatseide, der acetylierten Cellulose, trat 1920 eine Synthesefaser an die Öffentlichkeit, die den Farbstoffchemikern und Koloristen zuerst einmal arge Kopfschmerzen bereitete. Es waren nämlich nur wenige Farbstoffe der damaligen Sortimente geeignet, die Acetatseide zu färben. Der Schweizer Chemiker Clavel fand 1921 die überraschende Lösung: Vermahlte man nahezu wasserunlösliche Farbstoffe in Wasser sehr fein, bis nahe an die kolloidale Größe, so konnte man damit Acetatseide färben! Da man diese sehr feinen Verteilungen in Wasser Dispersionen nennt, bekamen diese Farbstoffe den Namen Dispersionsfarbstoffe.

Die Überraschung liegt jedoch in der Art der erhaltenen

Die Prüfung neuer Farbstoffe berücksichtigt alle Erfordernisse der Praxis. Unser Bild zeigt eine Laborfärbeapparatur, in der unter den gleichen Bedingungen gearbeitet wird wie in der Industrie.

Färbung. Während die bisherigen Färbungen nur die Oberfläche betrafen, wo die Farbstoffe chemisch oder physikalisch hafteten (beim Textildruck werden die Farbstoffteilchen geradezu aufgeklebt!), so fand man bei der dispersgefärbten Acetatseide plötzlich den Farbstoff im Innern der Faser. Wie ist das möglich?

Geringste Mengen des Farbstoffs lösen sich echt im Wasser. Die Löslichkeit des Farbstoffs in der Acetatcellulose ist aber wesentlich höher. Die Farbstoffmoleküle »ziehen« also »um«, aus der wäßrigen Lösung in die Faser. Die feine Verteilung des Farbstoffs gibt den Farbstoffteilchen eine derartig enorm große Oberfläche, daß das Nachlösen des Farbstoffs mit einer vertretbaren Ge-

schwindigkeit erfolgt, die den Prozeß technisch anwendbar macht.

Die heute mit großem Marktanteil produzierte Polyesterfaser läßt sich übrigens auch nur mit Dispersionsfarbstoffen färben, so daß diese Farbstoffklasse eine immer größere Bedeutung gewann.

Dagegen sind die Polyamidfasern chemisch der Wolle und Seide verwandt. Ihr Erscheinen regte daher die Farbstoffchemiker nicht besonders auf. Doch ist die stete Verbesserung der Sortimente durch Einführung neuer Farbstoffe mit höherer Brillanz und Echtheit zu vermerken.

Reine Acrylfasern (Polyacrylnitrilfasern) lassen sich überhaupt nicht befriedigend färben. Hier mußten Farbstoff- und Faserchemiker Hand in Hand arbeiten. Heute färbt man die durch Einbau geringer Mengen anderer Monomerer modifizierten Polyacrylfasern mit Farbstoffen basischen Charakters, den sogenannten kationischen Farbstoffen. Malachitgrün ist ein solcher Farbstoff. Doch wurde die Mehrzahl der heute verwendeten Farbstoffe dieser Klasse extra für diesen Zweck entwickelt.

Reaktivfarbstoffe, eine echte Überraschung

Nach 1945 war die Entwicklung der Farbstoffchemie so weit fortgeschritten, daß prinzipiell Neues nicht mehr erwartet wurde. Doch schon die nächsten zehn Jahre zeigten, daß es auch hier noch neue Wege zu entdecken gab.

Wie wir bereits wissen, war das Auffinden der Klasse der substantiven oder Direktfarbstoffe sehr wertvoll, weil mit ihnen das Färben von Baumwollfasern wesentlich vereinfacht werden konnte. Ans Fasermaterial werden diese Farbstoffe physikalisch mittels der sogenannten van-der-Waalsschen Kräfte gebunden. Traum der Farbstoffchemiker war es jedoch schon immer, noch echter haftende Farbstoffe durch eine chemische Bindung zu erzielen, so wie die Bindung der Säurefarbstoffe auf Wolle oder Polyamid eine chemische ist.

Dieses Bemühen läßt sich bis ins vorige Jahrhundert

zurückverfolgen. 1895 erzeugten Cross und Bevan gefärbte Celluloseester nach komplizierten Verfahren. Später setzten Haller und Heckendorn Trichlortriazin als Vermittler für die chemische Bindung zwischen Cellulose und Farbstoff ein. Sie arbeiteten in organischen Lösungsmitteln, da man allgemein der Ansicht war, daß in wäßrigen Lösungen das Trichlortriazin rasch hydrolysiert, also nicht mit der Cellulose reagiert. Da Färbereien auf das Färben in Wasser eingerichtet sind, wurde das Lösungsmittelverfahren nicht praktiziert.

Im Jahre 1952 publizierten Warren und Mitarbeiter die Ergebnisse ihrer Untersuchungen, die zeigten, daß – entgegen diesem weitverbreiteten Vorurteil – Trichlortriazin sich doch in wäßriger Lösung chemisch an Cellulose binden läßt. Das lasen I. D. Rattee und W. E. Stephen, Farbstoffchemiker beim britischen Chemiekonzern ICI (Imperial Chemical Industries), und übertrugen diese Erkenntnis sofort auf das Problem der Cellulosefärbung. Das Ergebnis war eine Sensation! Ihre Chlortriazinfarbstoffe ergaben sehr waschechte Färbungen, bei denen der Farbstoff chemisch auf der Baumwollfaser gebunden war. 1956, sozusagen als Paukenschlag zur Hundertjahrfeier von Perkins Mauvein, brachte die ICI diese Reaktivfarbstoffe in den Handel. Sie nahmen in den folgenden Jahren einen immensen Aufschwung, der den der Indanthrenfarbstoffe seinerzeit noch übertraf.

Weiß, weißer, superweiß

Seit alters ist Weiß das Symbol der Reinheit. Unglücklicherweise sind die natürlichen Fasern, und zwar sowohl Baumwolle und Leinen als auch Wolle, gelbstichig, also recht weit vom Ideal entfernt. Durch Bleichen, also durch chemisches Entfernen der gelblichen Bestandteile, hat man schon immer versucht, dem Ideal näherzukommen.

Die Rasenbleiche, bei der geringe Mengen Wasserstoffperoxid durch die Einwirkung des Sonnenlichts gebildet werden und als oxydierendes Bleichmittel wirken, ist eines der ältesten Bleichverfahren. Mit dem Aufkommen der chemischen Industrie im 18. Jahrhundert begann dann die

Bleichung mit Chlor und seinen Oxiden. Doch wurden dabei häufig nicht nur die Verunreinigungen zerstört. sondern auch die Gewebe selbst angegriffen.

Deshalb versuchte man schonender, den Gelbstich physikalisch wegzunehmen, und zwar durch Aufbringen der Komplementärfarbe. Dieses Bläuen erhöht aber andererseits den Grauwert des Gewebes und mindert dessen Brillanz.

Nun gibt es aber Stoffe, die den unsichtbaren Ultraviolettanteil des Lichts in sichtbares Licht umsetzen. Erfolgt diese Frequenzumsetzung so, daß sichtbares blaues Licht entsteht, so kommt man zu einem Bläuen in neuer Qualität: Die Komplementärfarbe bringt einen sichtbaren Lichtanteil hinzu, das Gewebe wird nicht nur weißer, sondern auch heller und brillanter! Diese frequenzumsetzenden Farbstoffe nennen wir »optische Aufheller«. Andere Bezeichnungen dafür sind »Weißtöner« oder »Weißmacher«.

Am besten können wir diesen bekannten Effekt in der Ultraschau bei Tanzveranstaltungen erkennen. Wenn die Tanzfläche verdunkelt und nur noch von UV-Lampen angestrahlt wird, dann leuchten die mit Weißtönern behandelten weißen Hemden und Blusen sowie die Kleider und Röcke, deren Farbstoffe mit optischen Aufhellern gemischt wurden, hell und zaubergleich auf.

Diesen Effekt des Weißtönens zeigt z. B. ein Naturprodukt, das Aesculin des Roßkastanienextraktes. Es wird berichtet, daß bereits vor 200 Jahren die Bleicher von Blaubeuren ihrem Waschwasser Roßkastanienextrakt beimischten. Doch leider wäscht bereits kaltes Wasser das Aesculin wieder aus, so daß eine kommerzielle Anwendung in unseren Tagen nicht in Frage kommt.

Im Jahre 1933 fanden dann die Wolfener Forscher B. Wendt und J. Eggert in den Triazinylderivaten der 4,4'-Diaminostilben-2,2'-disulfonsäure Weißtöner für Cellulosefasern, die heutigen Ansprüchen an Echtheit genügen. Damit eröffneten sie die Ära der optischen Aufheller. Sie werden in großem Umfang bei der Textilveredlung und in Waschmitteln angewendet, darüber hinaus auch zur Aufhellung von Papier, Seife, Leder, Plasten und vielem anderem mehr benutzt.

So erfüllte die Farbstofforschung nicht nur den Wunsch nach brillanten und echten Farbstoffen, sondern auch den Wunsch nach »schneeweißen« Textilien.

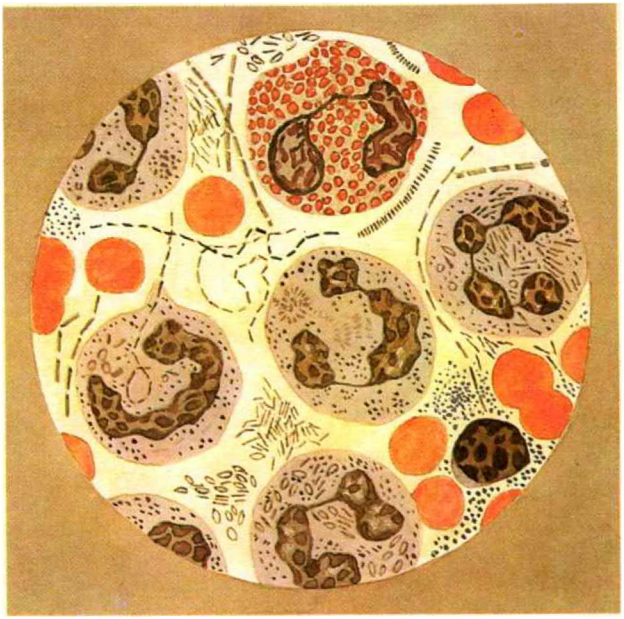
Farbstoffe, die heilen

Paul Ehrlich (1854–1915), der sich bereits als Schüler mit Farbstoffen beschäftigt hatte, wendete seine Erfahrungen mit diesen Substanzen auf seine medizinischen Studien an. Vor allem bewegte ihn die Frage, welche Kräfte den Farbstoff am tierischen und menschlichen Gewebe festhalten. Fuchsin war die wichtigste Substanz seiner Untersuchungen. In seiner Dissertation kam er zu der Überzeugung, daß die von Schützenberger aufgestellte Theorie von der chemischen Bindung zwischen Farbstoff und Gewebe stimmt. Sein Gedanke war nun, einen Farbstoff zu finden, der Krankheitserreger selektiv anfärbt, und diese Substanz dann mit einer bakterientötenden Komponente zu kombinieren.

Diese am Anfang der Chemotherapie liegende Überlegung zeigt wieder einmal, wie große Ideen oft aus der phantasievollen Verknüpfung nicht unmittelbar verbundener Tatbestände oder Gedanken erwachsen.

Ehrlich suchte nun nach Substanzen »aus der Retorte der Chemiker«, die selektiv Bakterien anfärbten und dabei die Krankheitskeime gezielt vernichteten. Aber erst 1907 bestätigte sich seine Theorie zum ersten Mal praktisch! Mit dem Trypanrot fand er ein Mittel gegen die Schlafkrankheit. Zusammen mit seinem Mitarbeiter, dem Japaner Sahachiro Hata, gelang es im Jahre 1909, ein Mittel gegen die Syphilis herzustellen, das Salvarsan, ein Arsenanaloges einer Diazoverbindung. Damit war eine intensive 30jährige Arbeit mit einem großen wissenschaftlichen und praktischen Erfolg gekrönt. Die profitable Verwertung seiner Entdeckungen übernahmen die Farbwerke in Höchst.

An der weiteren Verwertung des Gedankens der Chemotherapie beteiligten sich die großen Werke der Industrie der synthetischen Farbstoffe mit besonderem Eifer. Mit ihren vielen Zwischenprodukten hatten sie eine solide Basis für Chemotherapeutika. Darüber hinaus zeigte sich



Unter dem Mikroskop lassen viele Präparate erst nach dem Anfärben die interessierenden Details erkennen. Unser Bild zeigt Leukozyten (großer gelappter Kern) beim Angriff auf Bakterien (in dichten Haufen oder langen Ketten). Daneben sind rote Blutkörperchen zu sehen.

bald, daß sich auch bisher wertlose Nebenprodukte der Farbstoffsynthese auf diesem Sektor profitbringend verwerten ließen. Treffendes Beispiel hierfür ist das Antifiebermittel Phenacetin (Acetyl-p-phenetidin), das auf einem bis dahin nicht verwertbaren Farbstoffzwischenprodukt basiert.

Die heute unentbehrlichen Sulfonamide stammen letztlich ebenfalls aus dem Farbstoffsektor. Ausgehend von der Tatsache, daß saure Azofarbstoffe eine gute Affinität zu tierischen Fasern (Wolle) haben, suchten die Farbstoffforscher F. Mietzsch und J. Klarer in Gemeinschaftsarbeit

mit dem Pathologen Gerhard Domagk nach Farbstoffen mit baktericiden Eigenschaften.

In den Azofarbstoffen des p-Aminobenzolsulfamids und schließlich in diesem selbst fanden sie die gewünschte Substanz. Domagk (1895–1964) erhielt für diese Entdekkung der Sulfonamide den Nobelpreis für Medizin des Jahres 1939. Die Chemiker, deren Arbeitshypothese letztlich den Stein ins Rollen gebracht hatte, gingen allerdings leer aus.

Die modernen Chemotherapeutika sind keine Farbstoffe mehr. Doch, wie wir sahen, standen Farbstoffe am Anfang der Entwicklung.

Wege der Farbstoffindustrie

August Wilhelm von Hofmann sagte auf seiner Rede zur Londoner Weltausstellung im Jahre 1862: »Man darf sagen, daß die Industrie im Ganzen zur Zeit sich in dieser Richtung bewegt: Ersatz des pflanzlichen und tierischen Rohmaterials durch mineralisches (Anm. d. A.: synthetisches). Dies läßt volkswirtschaftliche Folgen voraussehen, die sich gerade für die Industrie Großbritanniens von hervorragender Bedeutung erweisen werden, da nämlich Steinkohle früher oder später als Urmaterial für die Erzeugung von Farbstoffen alle kostbaren Farbhölzer aus dem Felde schlagen wird. Da diese merkwürdige chemische Revolution keineswegs auf sich warten läßt, so stehen wir am Vorabend tiefgreifender Veränderungen in den Handelsbeziehungen zwischen den Farbstoff consumierenden und produzierenden Ländern der Welt. Man hat allen Grund als wahrscheinlich anzunehmen, daß England, noch bevor das Decennium bis zu einer anderen Ausstellung verstrichen sein wird, die Farbstoffe, die es in so gewaltiger Menge verbraucht, hauptsächlich, wenn nicht ganz, aus seinen fossilen Vorräthen darstellen wird. Statt jährlich Millionen für diese Stoffe auszugeben, wird England ohne Frage in nicht ferner Zeit selbst das größte Farbstoffe erzeugende Land der Welt werden.«

Was die fachliche Seite seiner Prognose betrifft, so ist sie voll bestätigt worden. Aber nicht England wurde das

Land der Industrie der synthetischen Farbstoffe, sondern Deutschland. 1913 lieferte die deutsche Farbstoffindustrie 88 Prozent des Weltfarbstoffbedarfs, 80 Prozent der Produktion wurden exportiert.

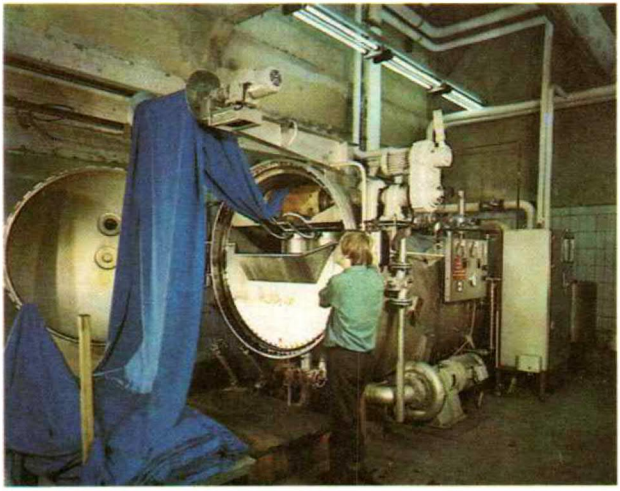
Diese unerwartete Verlagerung des Entwicklungsschwerpunktes nach Deutschland hat vielschichtige Gründe, deren wichtigste wir kurz skizzieren wollen.

Die englische Farbstoffindustrie nahm nicht den erwarteten Aufschwung, weil es ihr an Kapital mangelte. Das englische Kapital wurde vorzugsweise in den Kolonien angelegt, wo es schnell und sicher hohe und höchste Profite brachte.

Aber warum stagnierte die Entwicklung auch in Frankreich? Hier hatte sie doch mit dem Fuchsin und anderen Farbstoffen ebenfalls sehr hoffnungsvoll begonnen. Den Grund kennen wir bereits: Das französische Patentgesetz gab dem Patentinhaber eine Monopolstellung, die es ihm ermöglichte, die weitere Entwicklung zu hemmen. Aus diesem Grund war die Fuchsinindustrie in die Schweiz ausgewichen.

In Deutschland hatte die industrielle Revolution verspätet eingesetzt. Sie begann etwa in den dreißiger Jahren des vorigen Jahrhunderts, und zwar ebenfalls in der Textilindustrie. Das führte auch hier zu einer steigenden Nachfrage nach Chemikalien und damit zur Herausbildung einer chemischen Industrie. Diese griff auf die bereits in England und Frankreich erprobten Verfahren zurück und kopierte sie. Das trifft nicht nur auf den chemischen Sektor zu; wir sprechen in dieser Hinsicht von der Imitationsphase der deutschen Industrie, ein Vorgehen, das durch die patentrechtliche Zerrissenheit Deutschlands praktisch gefördert wurde. Von den 39 deutschen Staaten hatten zehn überhaupt kein Patentrecht, die restlichen hatten 29 verschiedene. Unter diesen Umständen versuchten Ausländer erst gar nicht, in Deutschland Patentschutz zu erwerben.

In dieser Situation also entstand die deutsche Industrie der synthetischen Farbstoffe. Das Stromgebiet des Rheins gab das kostengünstige Verkehrsrückgrat ab. Die im übrigen Deutschland gegründeten Farbstoffabriken gingen infolge zu hoher Transportkosten bald wieder ein. Die



Erst die modernen synthetischen Farbstoffe ermöglichen mit ihren hohen Färbegeschwindigkeiten eine hohe Arbeitsproduktivität. Im Düsen- oder Jetfärbeapparat werden Polyestergewebe unter Druck gefärbt.

einzige Ausnahme bildete die Agfa in Berlin mit ihren späteren Betrieben in Wolfen.

Die deutsche chemische Industrie begann bald selbst zu forschen, es entstanden firmeneigene Forschungslabors. Darüber hinaus waren die Hochschulchemiker materiell und ideell eng an die Industrie gebunden. Zusätzlich profitierte man in Deutschland vom Rückstrom erfahrener Farbstoffchemiker, der infolge des Niedergangs der englischen Farbstoffindustrie einsetzte. Zu ihnen gehörten z. B. August Wilhelm von Hofmann und Heinrich Caro.

Der Innovationsschub der deutschen Industrie bedurfte jedoch einer rechtlichen Sicherung. Diesem Bedürfnis entsprach das 1877 geschaffene einheitliche deutsche Patentrecht.

In den achtziger Jahren des 19. Jahrhunderts bildeten sich in Deutschland die ersten Farbstoffkartelle. Kartelle

sind monopolistische Vereinigungen rechtlich selbständiger Firmen zur Realisierung höchstmöglicher Profite. Das Alizarinpreiskartell von 1881 war eins der ersten. Es sollte den durch freie Konkurrenz eingetretenen Preisverfall stoppen und die Profite der Beteiligten sichern.

Im Jahre 1904 formierten sich der Dreibund Bayer-BASF-Agfa und die Interessengemeinschaft Hoechst-Casella, der sich 1907 Kalle anschließen mußte. Zwischen beiden Gruppierungen bestand eine Reihe von Kartellabsprachen. Damit war schon 1904 die spätere IG Farben vorgebildet.

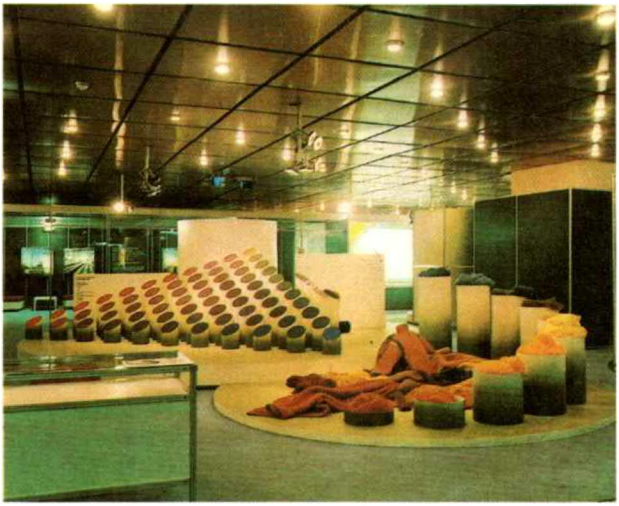
Die deutsche chemische Industrie firmierte zwar weiterhin gern als Farbstoffindustrie, betrieb aber eine ausgesprochene Diversifikationspolitik, d. h., sie steckte ihre aus der Farbstoffproduktion stammenden Gewinne in andere Produkte, insbesondere in solche »strategischen« Charakters. Wir nennen hier als Beispiele nur Salpetersäure für Sprengstoffe, synthetischen Gummi und Benzin sowie chemische Kampfstoffe. Organisatorisch wurde diese Strategie am 9. Dezember 1925 durch die endgültige Verschmelzung der Chemiegiganten zum Mammutkonzern der IG Farben (»Interessengemeinschaft Farbenindustrie AG«) gesichert.

Die IG Farben brachten nicht nur den Rest der deutschen chemischen Industrie durch Vereinbarungen, Aktienkäufe u. ä. unter ihre Kontrolle, sie waren darüber hinaus mit der deutschen Kohle- und Stahlindustrie materiell und personell engstens verflochten. Ihre Auslandsorganisation umfaßte den ganzen Erdball. Ihr Ziel war die Beherrschung der chemischen Industrie im Weltmaßstab!

Der Ausgang dieses Vorhabens ist bekannt: Die abenteuerliche, auf Weltherrschaft orientierte Politik der deutschen Imperialisten scheiterte.

Synthetische Farbstoffe mit Zukunft

Wenn wir in ein Museum gehen und Prunkgewänder vergangener Jahrhunderte ansehen, so fällt es uns schwer, die Begeisterung zu verstehen, in die damalige Chronisten bei ihrem Anblick verfielen. Heute sind ihre Farben verblaßt,



Farbstoffe aus dem VEB Chemiekombinat Bitterfeld auf der Leipziger Messe. In der Mitte des Raumes sehen wir am Beispiel der Crypurfarbstoffe (R) für Polyacrylnitril, wie mit den drei Grundfarben Gelb, Rot und Blau eine Vielzahl von Farbtönen erzeugt werden kann.

sie wirken geradezu unansehnlich gegenüber den leuchtenden, brillanten und echten Farbstoffen, die uns die chemische Industrie liefert. Farben aus der Retorte sind schön und haltbar. Viel wichtiger, wenn auch weniger augenfällig, erscheint uns aber die durch sie mögliche hohe Arbeitsproduktivität. Halten wir uns noch einmal die alten Färbeverfahren vor Augen, wie wir sie z. B. beim Türkischrot oder Indigo kennenlernten, so können wir ermessen, wie arbeitszeitaufwendig Färben früher war. Es dauerte oft Wochen, mitunter sogar Monate, bis das Garn die gewünschte Farbnuance hatte. Bei den modernen Verfahren erreicht man beim Färben Warengeschwindigkeiten bis zu 100 m/min!

In der Welt werden heute im Jahr etwa 800 000 t Farbstoffe (einschließlich Weißtöner) erzeugt und verbraucht, 200 000 t davon in den sozialistischen Ländern. Knapp

70 Prozent dieser Menge gehen in den textilen Sektor, der Rest wird für Farben und Lacke, Plaste und Elaste verwendet, in den polygrafischen Betrieben und auf anderen Spezialgebieten eingesetzt. Erzeugt werden etwa 6000 Einzelfarbstoffe, von denen über die Hälfte Azofarbstoffe sind.

In den fortgeschrittenen Industriestaaten liegt der Verbrauch pro Kopf und Jahr etwa bei 500 g Farbstoffen. Um sich eine Vorstellung machen zu können, was das bedeutet, seien einige Zahlen genannt: So färbt 1 kg Farbstoff 42 Anzüge oder 31 Sesselbezüge oder 118 Lederkoffer oder 17 Personenkraftwagen.

Farbstoffe sind ein wichtiges Element zur Gestaltung unserer Umwelt und unseres Lebens. Ob Jeans oder das

Die in der Industrie arbeitenden großen Schwestern der Labor-Kontinuefärbeanlage erreichen Warengeschwindigkeiten bis zu 100 m/min.

Individuell ausgewählte Kleidung ist ein Teil der Selbstverwirklichung des Menschen. Die modernen Farbstoffe mit ihren hohen Echtheiten machen unsere Mode attraktiv.

duftige Sommerkleid oder die modisch gefärbte Krawatte, Farbstoffe helfen uns, uns darzustellen und der von uns geschaffenen Umwelt ein eigenes Gepräge zu verleihen. Dazu hat uns die Industrie der synthetischen Farbstoffe in ihrer reichlich 100jährigen Entwicklung ein großes, nuancenreiches Sortiment zur Verfügung gestellt, das jedem gestattet, seine Kleidung und seine Umwelt individuell so farbig zu gestalten wie nie zuvor.

Die wichtigsten modernen organischen Farbstoffgruppen und ihre Haupteinsatzgebiete

Farbstoffgruppe	Haupteinsatzgebiete	Art der Bindung Farbstoff–Faser
Substantive oder Direktfarbstoffe	leichte modische Kleidung aus Cellulosefasern	physikalische Bindung (van-der-Waalssche-Kräfte)
Reaktivfarbstoffe	Drucken und Färben von Textilien, insbesondere von Dekorationsstoffen, aus Cellulosefasern in hohen Echtheiten und hoher Brillanz	chemische Bindung durch Veretherung oder Veresterung der OH-Gruppe der Cellulose mit der reaktiven Gruppe des Farbstoffs
Schwefelfarbstoffe	Färben von Berufsbekleidung, Camping- und Touristenbekleidung, Bademänteln, Trainingsanzügen u. ä. aus Cellulosefasern mit gedeckten Farbtönen	Die lösliche Leukoform wird wie ein substantiver Farbstoff gebunden. Durch anschließende Oxydation wird der wasserunlösliche Farbstoff auf der Faser gebildet.
Küpenfarbstoffe	Färben von Bettwäsche, Leibwäsche, Markisenstoffen u. ä. aus Cellulosefasern mit hohen Echtheiten	
Dispersionsfarbstoffe	Färben und Drucken von Bekleidung aus Polyester (Grisuten), Polyamid (Dederon) und Cellulosetriacetat (Acetatseide)	physikalische Bindung (feste Lösung)
Säurefarbstoffe	Färben und Drucken von Damenkleiderstoffen, Obertrikotagen, Möbelstoffen u. ä. aus Wolle und Polyamid	chemische Bindung zwischen der Säuregruppe des Farbstoffs und der Aminogruppe der Faser

Farbstoffgruppe	Haupteinsatzgebiet	Art der Bindung Farbstoff–Faser
Säuremetallkomplexfarbstoffe	Färben von Wetterbekleidung, Anoraks, Uniformen u. ä. aus Wolle und Polyamid in gedeckten Farben	wie Säurefarbstoffe, zusätzlich jedoch koordinative Bindung zwischen dem Metallatom des Farbstoffs und dem Peptid
basische Farbstoffe	Färben von Strickwaren und Dekorationsstoffen aus Polyacrylnitril (Wolpryla)	chemische Bindung zwischen dem basischen Zentrum des Farbstoffs und den sauren Gruppen der Copolymeren
Pigmente	Polygrafie, Farben und Lacke, Plaste und Elaste, Textilien	Pigmente sind wasserunlöslich. Feinstgemahlen werden sie mit Hilfe eines Bindemittels auf dem Substrat befestigt oder in ihm verteilt (Massefärbung).
optische Aufheller (Weißtöner)	Aufhellen von Textilien, Papier, Waschmitteln, Plasten u. ä.	optische Aufheller sind je nach anzufärbendem Substrat substantiv (Cellulose), sauer (Polyamid, Wolle) usw.

Cellulosefasern: Baumwolle und Leinen (natürliche Cellulosefasern), Viskosefasern und Kupferseide (Cellulose, die gelöst und versponnen wurde).
Polyacrylnitril ist ein Mischpolymerisat von mind. 85 Prozent Acrylnitril und Copolymeren, die saure Gruppen besitzen, wie Vinylchlorid, Vinylacetat, Vinylidenchlorid, Allylsulfonat.

»akzent«-Reihe (1974–1983)

Nur durch den Buchhandel zu beziehen

1. Brosin, Vorstoß ins Ungewisse
2. Kobrinski, Achtung – Roboter!
3. Kirchberg, Oldtimer – Autos von einst
4. Lindner, Der Sternhimmel
5. Dorschner, Sind wir allein im Weltall?
6. Rast, Aus dem Tagebuch der Erde
7. Lindner, Kraftquell Kernenergie
8. Raths, Tiere im Winterschlaf
9. Lehmann, Mathe mit Pfiff
10. Peters, Mensch und Tierwelt
11. Brentjes, Die Erfindung des Haustieres
12. Mothes, Tiere am Fließband
13. Eyermann, Sojus–Apollo 1975
14. Thomas/Thomas, Milliarden Jahre Leben
15. Schönknecht, Schneller – aber wie?
16. Freytag, Vom Wasser- zum Landleben
17. Raubach, Rätsel um das Molekül
18. Rudolph, Olympische Spiele in der Antike
19. Krause, Gehirn contra Computer?
20. Friedemann, Leben wir unter kosmischen Einflüssen?
21. Mohrig, Wieviel Menschen trägt die Erde?
22. Günther, Gebaute Umwelt
23. Kéki, 5000 Jahre Schrift
24. Krumbiegel, Tiere und Pflanzen der Vorzeit
25. Windelband, Woher der Mensch kam
26. Winde/Knoll, Schlagadern des Seeverkehrs
27. Dorschner, Planeten – Geschwister der Erde?
28. Becher, Ist das Eigentum ewig?
29. Kurze, Leichter als Luft
30. Ritzhaupt u. a., Nahrung aus dem Meer

31. Kehnscherper, Auf der Suche nach Atlantis
32. Gränz/Kirchberg, Klassiker auf vier Rädern
33. Lange, Die Farben der Tiere
34. Wille, Sibirien – Erschließung eines Kontinents
35. Zimmermann, Nur eine Münze ...
36. Kolb, Lebensvorgänge unter der Lupe
37. Rührdanz, Bagdad – Hauptstadt der Kalifen
38. Lewantowski, Raumtransporter
39. Szécsényi-Nagy, Jenseits der Milchstraße
40. Odening, Parasiten – Geißel der Menschheit?
41. Brentjes, Vom Stamm zum Staat
42. Conrad, Vom Jakobsstab zur Satellitennavigation
43. Wassilewski, Vulkane – Feuer des Pluto
44. Petrik, Kurioses aus der Technik
45. Knoll/Winde, Windjammer
46. Mohrig, Wie kam der Mensch zur Familie?
47. Brentjes, Rätsel aus dem Altertum
48. Rehbein, Oldtimer auf Schienen
49. Marquart, Raumstationen
50. Herrmann, Besiedelt die Menschheit das Weltall?
51. Farkas, Veränderliche Tierwelt
52. Oppermann, Târnovo – Zarenstadt des Balkan
53. Rook, Oldtimer der Flüsse und Meere
54. Günther, Straßen, Brücken, Türme
55. Mothes, Durch Sonnenenergie mehr Nahrung
56. Katona, Interessantes aus der Medizintechnik
57. Marcinek, Droht eine nächste Kaltzeit?
58. Nichelmann, Licht und Leben
59. Lányi, Erstaunliches über Tiere
60. Brentjes, Libyens Weg durch die Jahrtausende
61. Scheikov, Leben und Symmetrie
62. Mletzko/Mletzko, Die Uhr des Lebens
63. Brentjes, Bauern, Mullas, Schahinschahs
64. Müller/Pötsch, Vom Königspurpur zum Jeansblau
65. Conrad, Kommunikation 2000
66. Naumann, Unerschöpfliche Energiequellen
67. Farkas, Wandernde Tierwelt
68. Vahlen, Weltwunder der Antike

»akzent« – die Taschenbuchreihe
mit vielseitiger Thematik:
Mensch und Gesellschaft,
Leben und Umwelt, Naturwissenschaft
und Technik. – Lebendiges Wissen
für jedermann, anregend und aktuell,
konkret und bildhaft.

Uralt ist die Kunst des Färbens. Erdfarben wie Ocker und Zinnober wurden in Gewebe eingerieben, um farbige Gewänder zu erlangen. Mit Ocker, Rötel und Ruß entstanden Höhlenzeichnungen. Bald entdeckte man auch die färbende Wirkung von Extrakten aus organischen Substanzen. Saflor, Krapp und Waid, Purpur, Indigo und Alizarin waren jahrhundertelang die am häufigsten verwendeten Farbstoffe. Seit der Entdekkung der Teerfarben entwickelte sich eine riesige Farbstoffindustrie, die uns heute ein Sortiment von rund 6000 einzelnen Farbstoffen zur Verfügung stellt. Jährlich werden etwa 800000 t Farbstoffe in der Welt erzeugt.