

Zeitschrift: Ferrum : Nachrichten aus der Eisenbibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG

Herausgeber: Eisenbibliothek

Band: 90 (2018)

Artikel: Alchemy grun, blygel, Aurum musicum : Farbmittelherstellung und -gebrauch zwischen 800 und 1600

Autor: Oltrogge, Doris

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-787104>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 06.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Alchemy grun, blygel, Aurum musicum

Farbmittelherstellung und -gebrauch zwischen 800 und 1600

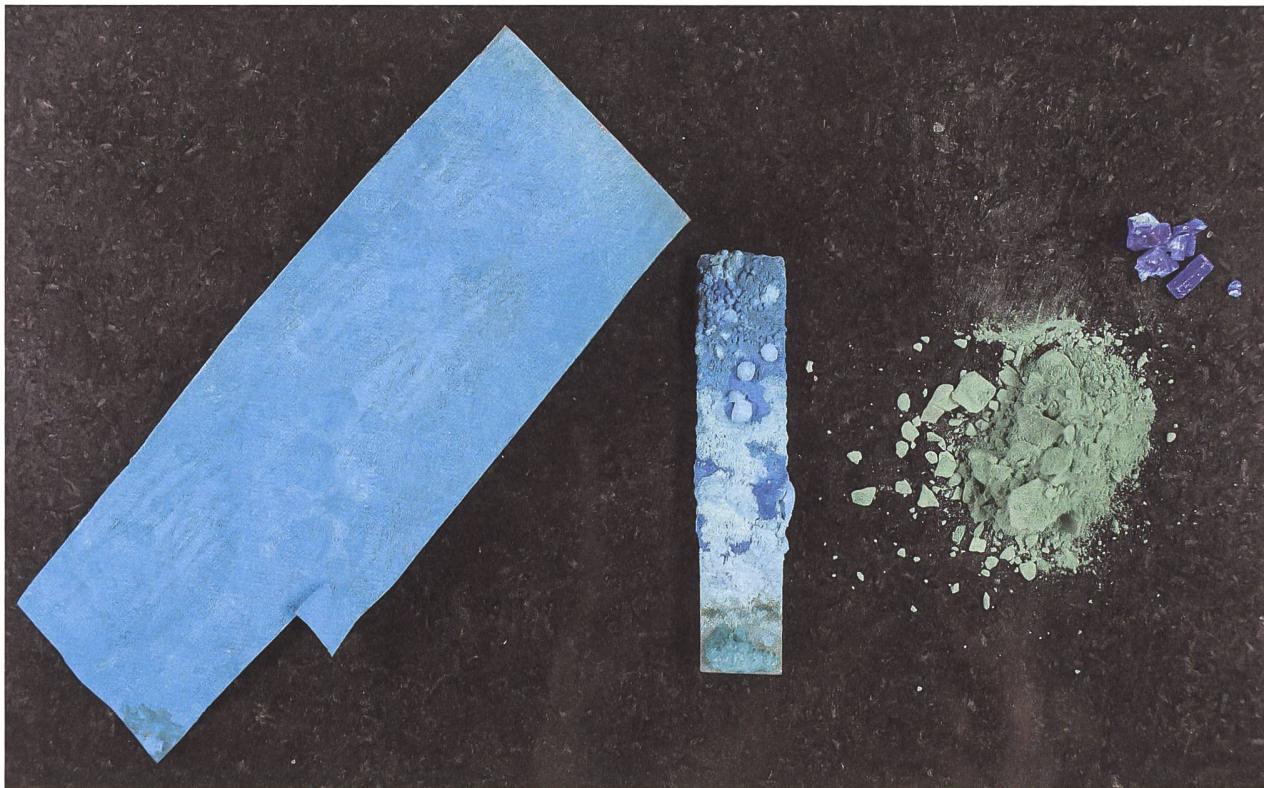
Die ersten synthetischen Farbmittel wurden bereits in der Antike hergestellt. Grünspan, Bleiweiss und Mennige produzierte man bis in die Neuzeit nach ähnlichen Methoden. Farbtechnologische Innovationen des Mittelalters und der Frühen Neuzeit fanden vor allem im Umfeld der Glasherstellung, der Verhüttungstechnik und alchemistischer Experimente statt. Letztere waren ebenso wie die einfachen Prozesse der Gewinnung von Grünspan, Mennige oder Bleiweiss gemeinfreies Wissen, das über kunsttechnologische Rezeptsammlungen und Kunstschriften verbreitet wurde, auch wenn die Produktion wohl überwiegend durch spezialisierte Handwerker erfolgte. Dagegen wurden Neuerungen des Glas-, Keramik- und Hüttenhandwerbes eher intern über Lehre und Migration weitergegeben.

Leuchtende Farben und koloristischer Reichtum gehören zu den Charakteristika der mittelalterlichen und frühneuzeitlichen Malerei. Den Künstlern stand hierfür eine Vielzahl mineralischer, künstlicher und organischer Farbmittel zur Verfügung. Einige von ihnen waren bereits seit der Antike bekannt, andere kamen im Laufe des Mittelalters und der Renaissance hinzu, sei es durch den Import aus aussereuropäischen Regionen, durch verbesserte Aufbereitungsmethoden von Mineralien oder durch die Entwicklung neuer synthetischer Pigmente. Deren Erfinder sind in den Epochen vor Einführung von Patent- oder sonstigen Schutzrechten namentlich nicht bekannt, doch lässt sich zumindest teilweise das Umfeld von Entdeckung und Durchsetzung von Neuerungen auf dem Markt indirekt erschließen. Die wichtigsten Informationsquellen hierfür sind kunsttechnologische Rezeptsammlungen und Traktate

sowie analytische Befunde an Kunstwerken; hinzu kommen wirtschaftshistorische Quellen. Der vorliegende Beitrag stellt einige wesentliche farbtechnische Innovationen des Mittelalters und der Frühen Neuzeit (bis 1600) vor und untersucht deren technische und wissenschaftliche Voraussetzungen, Verbreitungswege dieses Wissens sowie Faktoren, die die Durchsetzung einzelner Produkte auf dem Markt begünstigten.

Synthetische grüne Kupferpigmente

Die ersten synthetischen Pigmente wurden bereits in der Antike hergestellt. Bis in die Neuzeit produzierte man Bleiweiss, Mennige und Kupfergrünpigmente (Grünspan) nach ähnlichen Methoden.¹ Bei der Korrosion von Kupferplatten entstehen je nach eingesetzten Reagenzien oder Umgebungsbedingungen verschiedene grüne Kupferverbindun-



1 Mit unterschiedlichen Reagenzien hergestellte synthetische Kupfergrünpigmente sowie tiefblaues Calcium-Kupferhydroxid.

gen, die sich im Farbton wie auch in der Stabilität unterscheiden können. In kunsttechnologischen Rezeptsammlungen des 9. bis 17. Jahrhunderts sind zahlreiche Varianten der Herstellung von Kupfergrünpigmenten aufgeführt. Statt oder zusätzlich zu dem bereits in der Antike gebrauchten Essig wurden Urin, Zitronensaft oder Eiweiss als Reaktionsflüssigkeiten eingesetzt, die entweder über die Gasphase oder in direktem Kontakt auf das Metall einwirkten. Als weitere Reagenzien konnten Kochsalz, Ammoniumchlorid, Weinstein, Honig, Vitriol oder Alaun zugefügt werden. Neben Kupferblechen oder -feilspänen diente auch Messing als Ausgangsprodukt. Die notwendige Reaktionswärme wurde wahlweise unter Trester, unter Mist oder am Ofen erzeugt, wodurch mal eher die Bildung von Acetaten, mal die von Carbonaten begünstigt wurde. Reagenzien und Produktionsablauf beeinflussen nicht nur die Ausbeute an Kupfergrünpigmenten, sondern auch die chemische Konstitution und damit das Aussehen der Endprodukte.² So ist beispielsweise neutrales Kupferacetat türkisfarben, blaustichig; Kupfercarbonat, basisches Kupferchlorid und Kupfertartrat³ sind hellgrün; und andere Verbindungen sind feurig grün oder olivstichig. Da auf den Metallplatten üblicherweise Mischsalze entstanden, wurden sie oft mit Essig oder Wein gerieben, teils abermals unter Zusatz von Ammoniumchlorid, um homogenerne Pigmente zu gewinnen: meist neutrales Kupferacetat mit Essig oder Kupferchlorid mit Ammoniumchlorid.

An Kunstwerken lassen sich die jeweiligen Herstellungsverfahren teilweise analytisch bestimmen. So konnten in ottonischen und romanischen Handschriften mehrfach Kupferchloride nachgewiesen werden.⁴ Auch

die Verwendung von Messing als Grundstoff für die Gewinnung von Kupfergrünpigmenten ist in der Buchmalerei des 11. bis 13. Jahrhunderts verschiedentlich belegt.⁵

Weniger gut sind die Produzenten von Kupfergrünpigmenten dokumentiert. Die mittelalterlichen Bezeichnungen *viride grecum* und *viride hispanicum* lassen vermuten, dass im Umkreis von Kupferlagerstätten im griechischen Raum, möglicherweise in Zypern, sowie in Spanien frühe Herstellungszentren existierten, die besonders qualitätsvolle Pigmente lieferten.⁶ Seit dem 16. Jahrhundert war Montpellier ein Zentrum für die Herstellung von hochwertigem synthetischen Kupfergrün.⁷ Hier nutzte man den in der umliegenden Weinbauregion beim Keltern anfallenden Trester zur Gewinnung von Kupferacetat. Zuvor, und wohl auch gleichzeitig, wurden auch an anderen Orten Europas Kupfergrünpigmente hergestellt, vielleicht als Nebenprodukt der Buntmetallverarbeitung oder von spezialisierten Handwerkern. Ein eigentlicher Ausbildungsberuf oder gar entsprechende Zünfte existierten jedoch offenbar nicht. Das notwendige technische Wissen war relativ frei verfügbar; es wurde über handschriftliche Rezeptsammlungen ebenso verbreitet wie ab dem 16. Jahrhundert in gedruckten Kunstabüchern, z.B. dem Illuminierbuch von Valentin Boltz, das ab 1549 in zahlreichen Auflagen bis ins 18. Jahrhundert erschien.⁸ Schreiber und Rezipienten der erhaltenen kunsttechnologischen Rezeptsammlungen entstammten im frühen und hohen Mittelalter vor allem dem monastischen Kontext; Klöster spielten bis ins Hochmittelalter eine wichtige Rolle bei der Bewahrung und Vermittlung antiken Wissens wie auch bei der Entwicklung und Verbreitung technischer Neuerungen. Im Spätmittelalter



2



3

sind zunehmend auch Ärzte, Apotheker oder Künstler unter den Autoren und Lesern der Rezeptsammlungen vertreten.⁹ Da zahlreiche Farbmittel auch Heilzwecken dienten, war die Kenntnis ihrer Herstellung und Eigenschaften für Mediziner ebenso von Interesse wie für Künstler. Die Apotheken waren dabei der einschlägige Fachhandel für Pigmente und Vorprodukte.¹⁰ Die Kunstabücher schliesslich wandten sich an Fachleute ebenso wie an Gebildete mit breitem wissenschaftlichem und technischem Interesse.¹¹ Verfasser und Rezipienten von Rezeptsammlungen und Kunstabüchern waren allerdings nicht nur an Verfahren interessiert, die Marktreife erlangten und als Handelsprodukt erhältlich waren, sondern auch an Experimenten, die nicht zwingend zum gewünschten Resultat führten oder zu komplex für eine kommerzielle Produktion waren. So gehörte die Herstellung von Grünspan zu den Basisprozessen der Alchemie, als eine der ersten Stufen des Tingierens und der Transmutation von Metallen. Hier standen theoretisch-naturphilosophische Vorstellungen im Vordergrund, weniger die Produktion eines brauchbaren Pigmentes. Vielleicht war auch das *alchemy grun*, das im Nachlassinventar von Mathias Grünewald verzeichnet ist, nicht für den Gebrauch in der Malerei bestimmt, sondern ein Zeugnis für die wissenschaftlich-alchemistischen Interessen dieses Künstlers. Der Maler Hans Halberger, der für die Schätzung der hinterlassenen Pigmente herangezogen wurde, vermerkte denn auch keinen Preis für diese Substanz.¹²

Desiderat Blaupigment – Experimente mit Kupfer und Silber

In einen Grenzbereich zwischen praktischen und experimentellen Rezepten gehören die seit dem 11. Jahrhundert zahlreich in den Rezeptsammlungen vertretenen Vorschriften für blaue Verbindungen, die man auf Kupferblechen, aber auch auf Silber erzeugen könne. Vor allem Silberblau wird in den Quellen als ausserordentlich kostbar und qualitätsvoll gerühmt, da es im Aussehen dem Lapislazuli gleichkomme.¹³ Aus dem Halbedelstein Lapislazuli lässt sich durch ein aufwendiges Aufbereitungsverfahren ein leuchtendes Blaupigment gewinnen, doch kommt das Mineral in der Natur nur in Afghanistan sowie in schlechterer Qualität im Ural und in Chile vor. Für den tiefblauen Azurit sind zwar auch europäische Lagerstätten bekannt, jedoch lieferten nur wenige gute Pigmentqualitäten.¹⁴ In der Antike wurde der Bedarf an farbintensiven Blaupigmenten überwiegend mit Ägyptisch Blau gedeckt, das als ältestes synthetisches Pigment überhaupt gelten darf.¹⁵ Vereinzelt hatten sich Bestände dieses antiken Farbmittels in Frankreich, England und im Alpenraum erhalten, bis sie jedoch von verschiedenen Malwerkstätten zwischen dem 8. und 12. Jahrhundert aufgebraucht wurden.¹⁶ Das Wissen über das Herstellungsverfahren von Ägyptisch Blau war mit dem Ende des Römischen Reiches verloren gegangen.

Die Nachfrage nach leuchtend blauen Farbmitteln führte daher einerseits zu einer verstärkten Prospektion

auf mineralische Lagerstätten, andererseits zu Experimenten zur Wiedergewinnung von Verfahren zur Herstellung synthetischer Blaupigmente. Wie erwähnt ist Kupferacetat blaustrichig türkisfarben; dies dürfte Versuche inspiriert haben, auch rein blaue Verbindungen auf Kupferplatten zu erzeugen. Dagegen ist die Verwendung von Silberblechen für diesen Zweck vermutlich durch alchemistische Vorstellungen beeinflusst. Das Tingieren und die Transmutation von Metallen gehörten zu den alchemistischen Grundprozessen. Da Blau wegen der Seltenheit guter Pigmente kostbarer war als Grün, konnte der Einsatz eines wertvolleren Metalls in diesem Kontext sinnvoll erscheinen.¹⁷ Bei den meisten Verfahren entstehen auf Kupfer oder Silber, das hierfür mit einem geringen Anteil Kupfer legiert sein muss, Kupferacetate. Diese können wegen des Pleochroismus grüner Verbindungen bzw. bei Ausbildung grosser Kristallite tiefblau wirken. Allerdings ist dieser Farbton nicht stabil: Verreibt man die auf den Metallblechen entstandenen Ausblühungen für die Malerei, so verschiebt sich die Farbigkeit ins Grüne, im besten Fall zu Türkis, oft aber zu reinen Grün tönen. Demnach dürften Experimente zur Erzeugung von Blau nach diesen Vorschriften durchaus gelungen sein, für die kommerzielle Produktion von Blaupigmenten waren sie jedoch nicht geeignet.

Eine Ausnahme bilden Rezepte, bei denen Kupfer mit Essig und Kalk reagieren soll. Bei einem Überschuss von Kalk, also in einem stark basischen Medium, entsteht ein tiefblaues Calcium-Kupferhydroxid [Calumetit], das in alkalischen Bindemitteln stabil ist.¹⁸ Bisher liegen keine Befunde für diese Verbindung aus Kunstwerken vor, doch könnte dies einem analytischen Problem geschuldet sein. Es lässt sich jedoch nicht ganz ausschliessen, dass auch dieses technisch wie ökonomisch probate Verfahren zur

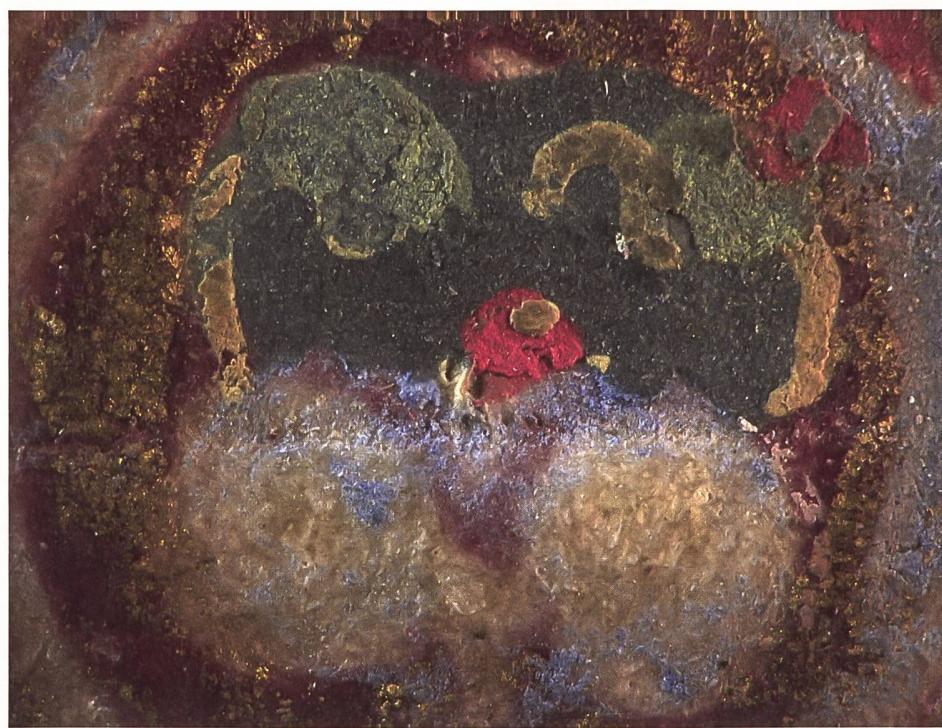
Herstellung eines Blaupigmentes nie über die Experimentierphase hinaus in die Produktion für den Farbmittelmarkt gelangte.

Desiderat Blaupigment – Smalte

Ganz anders verhält es sich bei der Smalte, einem weiteren synthetischen Blaupigment, das nicht auf der Basis von Grünspanrezepten entwickelt wurde, sondern dessen Erfindung eng mit der Glas- und Keramikherstellung zusammenhängt.

Die Blaufärbung von Glas und Glasuren durch Zugebung von Kobaltverbindungen war im Mittleren Osten seit frühgeschichtlicher Zeit bekannt. Seit dem früheren Mittelalter wurden in den Glaswerkstätten in Murano blaue Kobaltgläser hergestellt, in der Gotik dann in ganz Europa für die Farbverglasung der Kirchen. Auch in Emails ist Kobalt als färbender Bestandteil seit romanischer Zeit nachgewiesen.¹⁹ Die notwendige Kobaltquelle war der sogenannte saffer, abgeleitet vom antiken Begriff für Lapislazuli, *saphirus*, einem Kobaltoxid, das durch Rösten von Kobalterzen als Nebenprodukt bei der Verhüttung von Silber aus kobalthaltigen Lagerstätten entstand. Auch für die italienischen und französischen Kunsthändler war spätestens seit dem 13. Jahrhundert das Erzgebirge der wichtigste Lieferant von saffer.²⁰

Für die Herstellung von blauem Glas reicht ein Gehalt von 0,05 bis 0,5 Prozent Kobaltoxid aus, beim Vermahlen zur Korngrösse von Pigmenten verbleibt dann allerdings nur ein farbloses Pulver. Smalte wird hergestellt, indem Kobaltoxid mit Quarzsand und Pottasche geschmolzen wird, sodass ein intensiv gefärbtes Glas entsteht, das auch noch im verriebenen Zustand eine kräftig blaue Farbe aufweist. Emails haben einen Anteil von 0,5 bis 5 Prozent Ko-



4

2 Byzantinisches Evangeliar, frühes 13. Jahrhundert, Koimesis: Die graublauen Partien sind mit Smalte gemalt.

3 Rosarium Philosophorum, St. Gallen, um 1530: Der blaue Bereich der Retorte ist mit Smalte gemalt, der wenig Azurit beigemischt wurde.

4 Byzantinische Sammelhandschrift, 11. Jahrhundert: Die gelben Lichter sind mit Bleizinngelb Typ II gemalt, das Grün ist eine Mischung aus diesem Bleizinngelb mit Indigo.



5

baltoxid, doch nur ab einem Gehalt von mindestens 2 Prozent ist das blaue Glas als Pigment geeignet; sehr farbintensives Smaltepigment enthält bis zu 20 Prozent Kobaltoxid.²¹

Als Pigment wurde Smalte in Byzanz spätestens ab dem 13. Jahrhundert verwendet,²² im westlichen Europa vereinzelt seit dem frühen 15. Jahrhundert.²³ Die europaweite Verbreitung als viel genutztes Malpigment setzte jedoch erst im Laufe des 16. Jahrhunderts ein.²⁴ Aus dieser Zeit sind auch die ersten Rezepte überliefert.²⁵ Seit dem mittleren 16. Jahrhundert sind ausserdem verschiedene Zentren der Pigmentherstellung dokumentiert. So gab es Farbmühlen für die Smalteherstellung im Umkreis der erzgebirgischen Kobaltvorkommen.²⁶ Ebenso wurde im Bergbaugebiet von Schwaz das dort anstehende Kobalterz zu Smalte weiterverarbeitet.²⁷ Aber auch das Landshuter Töpfergewerbe, das Kobaltoxid für die Herstellung blauer Glasuren nutzte, produzierte zusätzlich Smaltepigment.²⁸ Beherrscht wurde der Markt jedoch bereits im späten 16. Jahrhundert von holländischen Fabrikanten, die das nötige technische Wissen offenbar im Erzgebirge erworben hatten, woher sie auch das Kobalterz bezogen.²⁹ In England versuchte man durch die Verleihung eines Patentes im Jahr 1605 die heimische Produktion zu fördern.³⁰

Die Verbindung von Kobaltvorkommen und lokaler Glasherstellung scheint die Entwicklung des Smaltepigments entscheidend beeinflusst zu haben. So berichtete 1684 der sächsische Historiker Christian Melzer, der aus

Nürnberg stammende Schneeberger Bürger Peter Weidenhammer habe um 1520 entdeckt, dass aus Wismutgrauen – für solche hielt man das geröstete Kobaltoxid – eine schöne Farbe produziert werden könne,³¹ die Mathesius 1562 als blaues Farbmittel beschrieb.³² Eine andere Tradition weist die Entdeckung, dass Kobaltoxid mit Glas zu einer blauen Farbe schmilzt, dem Glasmacher Christoph Schürer aus Neudeck zu, der hierfür ebenfalls das aus dem nahe gelegenen Schneeberg stammende Kobaltoxid verwendete. Schürer soll die blaue Fritte als Vorprodukt für Glasuren an Nürnberger Töpfer und später an holländische Glasmacher verkauft haben.³³ Allerdings stellte er auch selbst in seiner Hütte eine blaue «Wasserfarbe» her, wofür er um 1540 dem sächsischen Kurfürsten einen Kostenvorschlag erstellt haben soll.³⁴

Unklar ist, ob die sächsischen Glas- und Farbenhersteller die älteren Verfahren der Herstellung von Kobaltglas in Venedig kannten. Ebenso ist fraglich, ob es einen Technologietransfer von Byzanz, wo man Smalte schon im Hochmittelalter verwendete und vielleicht auch herstellte, nach Sachsen bzw. über Venedig in das westliche Europa gab.³⁵ Der Siegeszug der Smalte ab dem 16. Jahrhundert dürfte mit technischen Innovationen zusammenhängen, die im Umfeld der erzgebirgischen Bergwerke und Glashütten entstanden. Darauf verweisen auch die Veränderungen in der Zusammensetzung italienischer Kobaltgläser und -glasuren in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts, die offenbar mit dem Import von Schneeberger saffer zusammenhängen.³⁶

Die wenigen Rezepte für die Smalteherstellung in den kunsttechnologischen Quellen des 16. Jahrhunderts sind relativ unpräzise, möglicherweise weil die Produzenten versuchten, ihr Fachwissen nicht allzu breit zu streuen und so Konkurrenz zu unterbinden. Der Technologietransfer aus dem Erzgebirge nach Schwaz, Holland oder England fand also vermutlich hauptsächlich in den Glashütten und Farbmühlen statt, durch die Lehre, über wandernde Gesellen³⁷ oder – wie sächsische Lokalhistoriker des 17. Jahrhunderts vermuteten – durch «Industriespionage» bzw. den Verkauf der Rezepturen.³⁸

Blygel – gelbes Glas und synthetische Gelbpigmente

Ebenfalls in engem Zusammenhang mit Glasmachern wie mit Verhüttungstechnikern steht die Entwicklung synthetischer Gelbpigmente. Als Nebenprodukt der Kupellation bei der Silberverhüttung entstehen verschiedene graue und gelbe Bleioxide, die wegen ihres Farbtöns als *lithargirum argenteum* [Silberglätte] bzw. *lithargirum aureum* [Goldglätte] bezeichnet wurden. Gelbes Bleioxid lässt sich auch unmittelbar aus Bleiweiß oder aus Blei brennen.³⁹ Dieses Pigment ist jedoch nicht stabil, sondern wandelt sich unter Lichteinfluss zu grauen Bleiverbindungen um. Deutlich beständiger sind Mischoxide aus Blei und Zinn. Seit dem 11. Jahrhundert lässt sich in byzantinischen Buchmalereien das sogenannte Bleizinngelb Typ II belegen, glasartiges siliciumhaltiges $PbSnO_3$.⁴⁰

Im westlichen Europa war dieses Pigment seit dem 13. Jahrhundert bekannt; es wurde jedoch ab dem 14. Jahrhundert zunehmend durch ein glasfreies Bleizinn-gelb, den sogenannten Typ I (Pb_2SnO_4), abgelöst.⁴¹ Im frühen 16. Jahrhundert kamen zunächst in Italien, später auch in anderen Regionen Europas, erneut siliciumhaltige gelbe Bleipigmente auf den Markt, sowohl erneut Bleizinngelb vom Typ II als auch Bleiantimonat, das sogenannte Neapel-gelb, sowie Bleizinnantimongelb.⁴² Vorkommen von Spiess-glanz, also Antimonsulfid, wurden seit dem 15. Jahrhundert beispielsweise im Harz oder im Erzgebirge ausgebeutet und als härtender Zusatz in Bleilegierungen verwendet. Vielleicht waren es abermals Glashütten im Umkreis solcher Vorkommen, in denen erkannt wurde, dass dieser Spiessglanz zusammen mit Bleiverbindungen und Glas-flüssen leuchtende Gelb- und Orangetöne erzeugt. «Mennige sandt vnd Spießglaß / gibt goldgelb», schreibt der Joachimsthaler Prediger Mathesius 1562.⁴³ Ob er damit ein Pigment, Farbgläser oder Keramikglasuren meinte, bleibt offen. Ganz offensichtlich waren es jedoch italienische Töpfer, die im späten 15. und im 16. Jahrhundert die Färbung von Glasuren mittels Blei- und Antimonverbindungen perfektionierten.⁴⁴ Von diesen scheinen zunächst Maler wie Giovanni Bellini solche Glasurfarben erworben und verwendet zu haben, bis dann abgewandelte Verfahren für das als Pigment geeigneteren, da leichter verreibbare Neapelgelb entwickelt wurden.⁴⁵

Im Handel wurden die verschiedenen gelben Bleipigmente kaum unterschieden, in deutschen Quellen ist der übliche Name *blygel*, in italienischen *giallorina*, wobei jeweils sowohl reines Bleioxid als auch beide Typen von Bleizinngelb sowie seit dem 16. Jahrhundert Bleiantimonat oder Bleizinnantimongelb gemeint sein können. Typ-I-Bleizinngelb konnte durch blosses Brennen von Blei und Zinn erzeugt werden, ein vergleichsweise lichtstables Bleigelb entsteht bereits beim Brennen von Blei, das mit weniger als 5 Prozent Zinn verunreinigt ist.⁴⁶ Bleibrenner sind im 15. Jahrhundert z.B. in Nürnberg bezeugt.⁴⁷ Reines Bleigelb wurde jedoch offenbar auch in den Bergwerken produziert, wo es nach dem Zeugnis des Agricola in langen Gläsern im Ofen gebrannt wurde.⁴⁸ Die glasartigen Bleigelbverbindungen setzen dagegen die Kenntnis von Glas- oder Glasurtechniken voraus. Bleizinngelb Typ II dürfte also vermutlich in den bedeutenden byzantinischen Glashütten entwickelt worden sein; der Technologietransfer nach Europa könnte über Venedig erfolgt sein. Venedig ist im 16. Jahrhundert neben den Niederlanden und England als

5 Graduale, Meissen oder Leipzig, um 1500–1504:
Der Buchstabenkörper ist mit *Aurum musicum* gemalt,
das Binnenfeld mit Blattgold gestaltet.

6 Aus Zinnmalz unter Zusatz von Ammoniumchlorid und Schwefel
grosskristallines, goldglänzendes *Aurum musicum*.



6

ein Zentrum der Herstellung gelber Bleipigmente dokumentiert.⁴⁹ Wie bei Smalte sind Vorschriften erst deutlich nach den frühesten Belegen für die Verwendung in Rezeptsammlungen zu finden.⁵⁰ Auch hier dürfte das Wissen üblicherweise in den Werkstätten monopolisiert und selektiv weitergegeben worden sein.

Gold und Goldersatz – die Rolle der Alchemie

Sehr viel häufiger ist dagegen das Herstellungsverfahren eines anderen gelben Farbmittels in den kunsttechnologischen Quellen überliefert, *aurum musicum*. Hierbei handelt es sich um ein goldfarbenes Zinndisulfid, dessen grosse Kristallite einen metallischen Schimmer aufweisen, sodass das Pigment in der Buchmalerei vor allem des 15. und 16. Jahrhunderts gerne als drittes «Gold» neben echtem Blatt- und Pulvergold eingesetzt wurde.⁵¹

Vorschriften für die Synthese von *aurum musicum* sind in nahezu jeder Rezeptsammlung dieser Zeit kopiert, ebenso in den gedruckten Kunstabchern. Das Grundverfahren wird immer identisch beschrieben: Zunächst wird aus Zinn und Quecksilber ein Amalgam hergestellt, das dann mit Schwefel und Ammoniumchlorid in einem mehrstündigen Prozess in der Retorte erhitzt wird, bis sich ein gelber Niederschlag im oberen Bereich des Gefäßes absetzt.⁵² Zutaten und Verfahren verweisen auf alchemistisch-naturphilosophische Vorstellungen. Im Prinzip wird die Transmutation eines geringeren Metalls, hier Zinn, zu Gold intendiert. Quecksilber und Schwefel galten nach der mittelalterlichen Quecksilber-Schwefel-Theorie als Urmaterie, *sal ammoniacum*, Ammoniumchlorid, als ein besonders reaktives Agens.⁵³ Rezepte sind nicht nur im rein kunsttechnologischen, sondern oft auch im alchemistischen Kontext überliefert. Die Erfindung des Pigmentes dürfte also das Ergebnis praktischer Experimente auf der Grundlage theoretischer Überlegungen zur Transmutation sein, ein Experiment zum «Goldmachen», das tatsächlich zu einem goldartigen Produkt führte. Und auch wenn für die Synthese von Zinndisulfid mit modernen Verfahren ausschliesslich die Grundstoffe Zinn und Schwefel benötigt werden, waren unter mittelalterlichen und frühneuzeitlichen Herstellungsbedingungen die «alchemistischen» Zutaten Quecksilber und Ammoniumchlorid zwingend erforderlich.⁵⁴ Ohne Vakuum bildet sich Zinndisulfid nur über eine Transportreaktion mit Di-Tetrachlorostannat als flüchtigem Zwischenprodukt. Das Amalgam fördert durch die Bildung von Quecksilbersulfid als weiteres Zwischenprodukt die Bildung grosser goldfarbener Zinndisulfidkristallite.⁵⁵

Die Erfindung des Pigmentes dürfte im 13. Jahrhundert erfolgt sein, zumindest stammen die frühesten Belege aus der italienischen Buchmalerei dieser Zeit.⁵⁶ Im Laufe des 14. Jahrhunderts verbreiteten sich das Wissen und das Pigment in ganz Europa. Die Herstellung dürfte jedoch in der Hand weniger Spezialisten gelegen haben, da die praktische Umsetzung der Rezepte grosse Erfahrung in Temperaturführung und technischem Aufbau voraussetzte.

Fazit

Farbtechnologische Innovationen des Mittelalters und der Frühen Neuzeit fanden vor allem im Umfeld der Glasherstellung, der Verhüttungstechnik und alchemistischer Experimente statt. Letztere waren ebenso wie die einfachen Prozesse der Gewinnung von Grünspan, Mennige oder Bleiweiss gemeinfreies Wissen, das über kunsttechnologische Rezeptsammlungen und Kunstabcher verbreitet wurde, auch wenn die Produktion wohl überwiegend durch spezialisierte Handwerker erfolgte. Dagegen wurden Neuerungen des Glas-, Keramik- und Hütten gewerbes eher intern über Lehre und Migration weitergegeben. ■

Verwandter Artikel im Ferrum-Archiv:

«Ein fürstliches Kompendium aus dem 13. Jahrhundert: Die Aristoteles-Albert Magnus Handschrift der Eisenbibliothek» von Rudolf Gamper und Susan Marti in Ferrum 70/1998: Die Rolle der Klöster bei der Verbreitung der Technik



Zur Autorin

Dr. Doris Oltrogge



Doris Oltrogge studierte Kunstgeschichte, Klassische und Christliche Archäologie in Göttingen und Bonn. Nach ihrer Promotion 1987 über die «Illustrationszyklen der Histoire ancienne jusqu'à César» war sie wissenschaftliche Mitarbeiterin in der DFG-Forschungsstelle für Technik mittelalterlicher Buchmalerei in Göttingen. Seit 1992 ist sie Mitarbeiterin für Forschung und Lehre am Cologne Institute for Conservation Sciences (CICS). Ihre Forschungsschwerpunkte umfassen die Kunsttechnologie und Kunstgeschichte der mittelalterlichen Buchmalerei, kunsttechnologische Quellen des Mittelalters und der Frühen Neuzeit sowie die Geschichte, Herstellung und zerstörungsfreie Untersuchung von Farbmitteln und Färbungen.

Technische Hochschule Köln, Deutschland
Doris.oltrogge@th-koeln.de

Anmerkungen

- 1 Robert Fuchs, Doris Oltrogge: Farbenherstellung. In: Uta Lindgren (Hg.): Europäische Technik im Mittelalter, 800–1200. Berlin 1996, S. 435–450, bes. S. 441.
- 2 David A. Scott: Copper and Bronze in Art. Corrosion, Colorants, Conservation. Los Angeles 2002; Catarina Miguel, Ana Claro, João A. Lopes, Maria J. Melo: Copper Pigments in Medieval Portuguese Illuminations: Green, Blue, Greenish Blue or Bluish Green? In: Erma Hermens and Joyce H. Townsend (Hg.): Sources and Serendipity – Testimonies of Artists' Practice. London 2009, S. 33–38.
- 3 Salz der Weinsäure.
- 4 Doris Oltrogge, Robert Fuchs: Die Maltechnik des Codex Aureus aus Echternach. Nürnberg 2009, S. 164.
- 5 Rita de Castro Sousa Oliveira: The Book of Birds in Portuguese Scriptoria. Preservation and Access (PhD thesis, Universidade de Lisboa 2016). S. 52; Robert Fuchs, Doris Oltrogge: Farbmittel in Reichenauer und St. Galler Handschriften (in Vorb.).
- 6 Doris Oltrogge:tibi quaterniones, corium, colorem et sericum transmisi... Überlegungen zur Verfügbarkeit von Materialien für die Handschriftenherstellung in Hoch- und Spätmittelalter. In: Monika Müller und Jens Reiche (Hg.): Zentrum oder Peripherie? Kulturtransfer in Hildesheim und im Raum Niedersachsen (12.–15. Jahrhundert). Wiesbaden 2017, S. 75–91, bes. S. 86.
- 7 Filip Vermeylen: The Colour of Money. Dealing in Pigments in Sixteenth-Century Antwerp. In: Jo Kirby, Susan Nash and Joanna Cannon (Hg.): Trade in Artists' Materials. Markets and Commerce in Europe to 1700. London 2010, S. 356–365, bes. S. 360f.
- 8 Für einen Überblick über die mittelalterlichen Rezeptsammlungen vgl. Mark Clarke: The Art of All Colours. Mediaeval Recipe Books for Painters and Illuminators. London 2001. Zu Boltz vgl. Doris Oltrogge: Writing on Pigments in Natural History and Art Technology in Sixteenth-Century Germany and Switzerland. In: Early Science and Medicine 20 (2015), S. 335–357, bes. S. 342f.
- 9 Doris Oltrogge: Transmission of Artists' Knowledge in Germany (15th – 17th centuries). In: Mark Clarke, Bert De Munck and Sven Dupré (Hg.): Transmission of Artists' Knowledge. Brussels 2012, S. 25–30.
- 10 Andreas Burmester, Ursula Haller, Christoph Krekel: Pigmenta et Colores. The Artist's Palette in Pharmacy Price Lists from Liegnitz (Silesia). In: Kirby et al.: Trade (wie Anm. 7), S. 314–324.

Bildnachweis

- 1 Foto: Doris Oltrogge, CICS Köln
- 2 Los Angeles, J. Paul Getty Museum, Ms. Ludwig II 5, Foto: Robert Fuchs, CICS Köln
- 3 St. Gallen, Kantonsbibliothek, VadSlg. 394a, fol. 253v, Foto: Robert Fuchs, CICS Köln
- 4 Weimar, Herzogin Anna Amalia Bibliothek, Hs. Q 741, Foto: Robert Fuchs, CICS Köln
- 5 Naumburg, Dom, Hs. 8, fol. 134v, Foto: Robert Fuchs, CICS Köln
- 6 Foto: Doris Oltrogge, CICS Köln

- 11** Vgl. Oltrogge, Transmission (wie Anm. 8).
- 12** Bernhard Müller Wirthmann: Von Fellen, Farben und Vermischtem – das Nachlassinventar des Mathis Gothart-Nithart. In: Das Rätsel Grünewald. Ausstellungskat. Aschaffenburg 2002/2003. München 2002, S. 71–95, bes. S. 82.
- 13** Mary Virginia Orna, Manfred J. D. Low, Norbert S. Baer: Synthetic Blue Pigments. Ninth to Sixteenth Centuries. I. Literature. In: Studies in Conservation 25 (1980), S. 53–63.
- 14** Doris Oltrogge: „Pro lazurio auricalco et alii correquisitis pro illuminacione“. The Werden Accounts and Some Other Sources on the Trade of Manuscript Materials in the Lower Rhineland and Westfalia around 1500. In: Jo Kirby et al.: Trade (wie Anm. 7), S. 189–198, bes. S. 192f.
- 15** Vgl. den Beitrag von Robert Fuchs in diesem Band.
- 16** Helen Howard: Pigments of English Medieval Wall Painting. London 2003, S. 39f., 227–229; Jean Vezin, Patricia Roger: Étude des matériaux de la couleur dans les manuscrits médiévaux. Emploi inédit de bleu égyptien dans trois manuscrits des VIII^e et X^e siècles. In: Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres 151/1 (2007), S. 67–87.
- 17** Spike Bucklow: Paradigms and Pigment Recipes: Silver and Mercury Blues. In: Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung 15 (2001), S. 25–33, er vermutet zudem einen Zusammenhang mit der mittelalterlichen Planetenlehre.
- 18** Christoph Krekel, Karl Polborn: Lime Blue – A Mediaeval Pigment for Wall Paintings? In: Studies in Conservation 48 (2003), S. 171–182.
- 19** Heike Stege: Out of the Blue? Considerations on the Early Use of Smalt as Blue Pigment in European Easel Painting. In: Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung 18 (2004), S. 121–142, bes. S. 122.
- 20** François Delamare: Aux origines des bleus de cobalt. Les débuts de la fabrication du saffre et du smalt en Europe occidentale. In: Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres 153.1 (2009), S. 297–315.
- 21** Stege, Blue (wie Anm. 19), S. 121.
- 22** Delamare, Origines (wie Anm. 20), S. 313.
- 23** Stege, Blue (wie Anm. 19).
- 24** Barbara H. Berrie: Mining for Color. New Blues, Yellows, and Translucent Paint. In: Early Science and Medicine 20 (2015), S. 308–334, bes. S. 319–322.
- 25** Kunstabuch des Peder Månsson, vgl. Otto Johannsen: Peder Månnssons Schriften über technische Chemie und Hüttenwesen. Berlin 1941, S. 162. Ferner in der Rezeptsammlung des Ps.-Savonarola, vgl. Antonio P. Torresi (Hg.): *Pseudo-Savonarola. A far littore de oro. Alchimia e tecnica della miniatura in un ricettario rinascimentale*. Ferrara 1992, S. 145f.
- 26** Delamare, Origines (wie Anm. 20), S. 308f.
- 27** Ursula Haller: Das Einnahme- und Ausgabebuch des Wolfgang Pronner. München 2005, S. 118–120.
- 28** Ebd., S. 121f.
- 29** Delamare, Origines (wie Anm. 20), S. 308f.
- 30** Vgl. Nicola Costaras: Early Modern Blues: The Smalt Patent in Context. In: Kirby et al.: Trade (wie Anm. 7), S. 401–414.
- 31** Delamare, Origines (wie Anm. 20), S. 305.
- 32** Johannes Mathesius: Sarepta Oder Bergpostill Sampt der Joachimsthalischen kurtzen Chroniken. Nürnberg 1562, fol. 142r.
- 33** Delamare, Origines (wie Anm. 20), S. 308f.
- 34** Bernhard Neumann: Zur Erfindung des blauen Kobaltglases. In: Glastechnische Berichte 9 (1932), S. 477–480.
- 35** Delamare, Origines (wie Anm. 20), S. 309–314.
- 36** Berrie, Mining (wie Anm. 24), S. 316–318.
- 37** Vgl. zur Rolle von Lehre und Migration beim Technologietransfer in der Frühen Neuzeit Reinhold Reith: Know-How, Technologietransfer und die Arcana Artis im Mitteleuropa der Frühen Neuzeit. In: Early Science and Medicine 10 (2005), 349–377, bes. S. 356–362.
- 38** Delamare, Origines (wie Anm. 20), S. 308f.
- 39** Fuchs, Oltrogge, Farbenherstellung (wie Anm. 1), S. 441.
- 40** Doris Oltrogge: Byzantine Recipes and Book Illumination. In: Adelaide Miranda and Maria João Melo (Hg.): Medieval Colours between Beauty and Meaning. Revista de História da Arte Serie W 1. Lisboa 2011, S. 59–71.
- 41** Vgl. Hermann Kühn: Lead-Tin Yellow. In: Ashok Roy (Hg.): *Artists' Pigments. A Handbook of the History and Characteristics* 2. Washington, D.C. 1993, S. 83–112.
- 42** Berrie, Mining (wie Anm. 24), S. 327–330.
- 43** Mathesius, Sarepta (wie Anm. 32), fol. 142r.
- 44** Berrie, Mining (wie Anm. 24), S. 324–326.
- 45** Claudia Pelosi, Giorgia Agresti, Ulderico Santamaría, Elisabetta Mattei: Artificial Yellow Pigments. Production and Characterization through Spectroscopic Methods of Analysis. In: *e-Preservation-Science* 7 (2010), S. 108–115.
- 46** Fuchs, Oltrogge, Farbenherstellung (wie Anm. 1), S. 442.
- 47** Andreas Burmester, Christoph Krekel: Von Dürers Farben. In: Gisela Goldberg, Bruno Heimberg und Martin Schwae (Hg.): *Albrecht Dürer. Die Gemälde der Alten Pinakothek*. München 1998, S. 54–101, bes. S. 65.
- 48** Georg Agricola: *Natura fossilium*. Basel (Froben) 1546, S. 358.
- 49** Roland Krischel: Zur Geschichte des venezianischen Pigmenthandels. Das Sortiment des Jacobus de Benedictis à Coloribus. In: *Wallraf-Richartz-Jahrbuch* 63 (2002), S. 93–158, bes. S. 114–116; Gunnar Heydenreich: The Leipzig Trade Fairs as a Market for Painters' Materials in the Sixteenth Century. In: Kirby et al.: Trade (wie Anm. 7), S. 297–313, bes. S. 305.
- 50** Pelosi et al., Artificial Yellow (wie Anm. 45).
- 51** Doris Oltrogge, Robert Fuchs: Farbe in der Buchmalerei. Rezeptliteratur und Be funde. In: Ingrid Bennewitz und Andrea Schindler (Hg.): *Farbe im Mittelalter. Materialität – Medialität – Semantik*. Berlin 2011, S. 221–234, bes. S. 230.
- 52** Fuchs, Oltrogge, Farbenherstellung (wie Anm. 1), S. 442f.
- 53** Vgl. Spike Bucklow: Paradigms and Pigment Recipes: Vermilion, Synthetic Yellows and the Nature of Egg. In: Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung 13 (1999), S. 140–149, bes. S. 145f.
- 54** Anders Bucklow, Vermilion (wie Anm. 53), S. 46, der Quecksilber und Ammoniumchlorid für technisch überflüssig hält.
- 55** Fuchs, Oltrogge, Farbenherstellung (wie Anm. 1), S. 442.
- 56** Vgl. Paola Ricciardi, Kristine Rose Beers: The Illuminators' Palette. In: Stella Panayotova (Hg.): *Colour. The Art & Science of Illuminated Manuscripts*. Ausstellungskat. Fitzwilliam Museum. Cambridge 2016, S. 26–57, bes. S. 37.

Dem kulturellen und historischen Erbe verpflichtet

Die Eisenbibliothek ist eine Stiftung der Georg Fischer AG.
Das Schweizer Industrieunternehmen GF unterstützt
die Eisenbibliothek jährlich mit einem namhaften Betrag
und trägt damit zur Förderung der Wissenschaft und
Pflege des historischen und kulturellen Erbes bei.
Wie die Eisenbibliothek profitieren viele weitere
Institutionen in Kultur, Kunst, Gesellschaft und Sport
von der Unterstützung durch GF.
GF in Schaffhausen. Ein verlässlicher Partner seit 1802.

www.georgfischer.com

