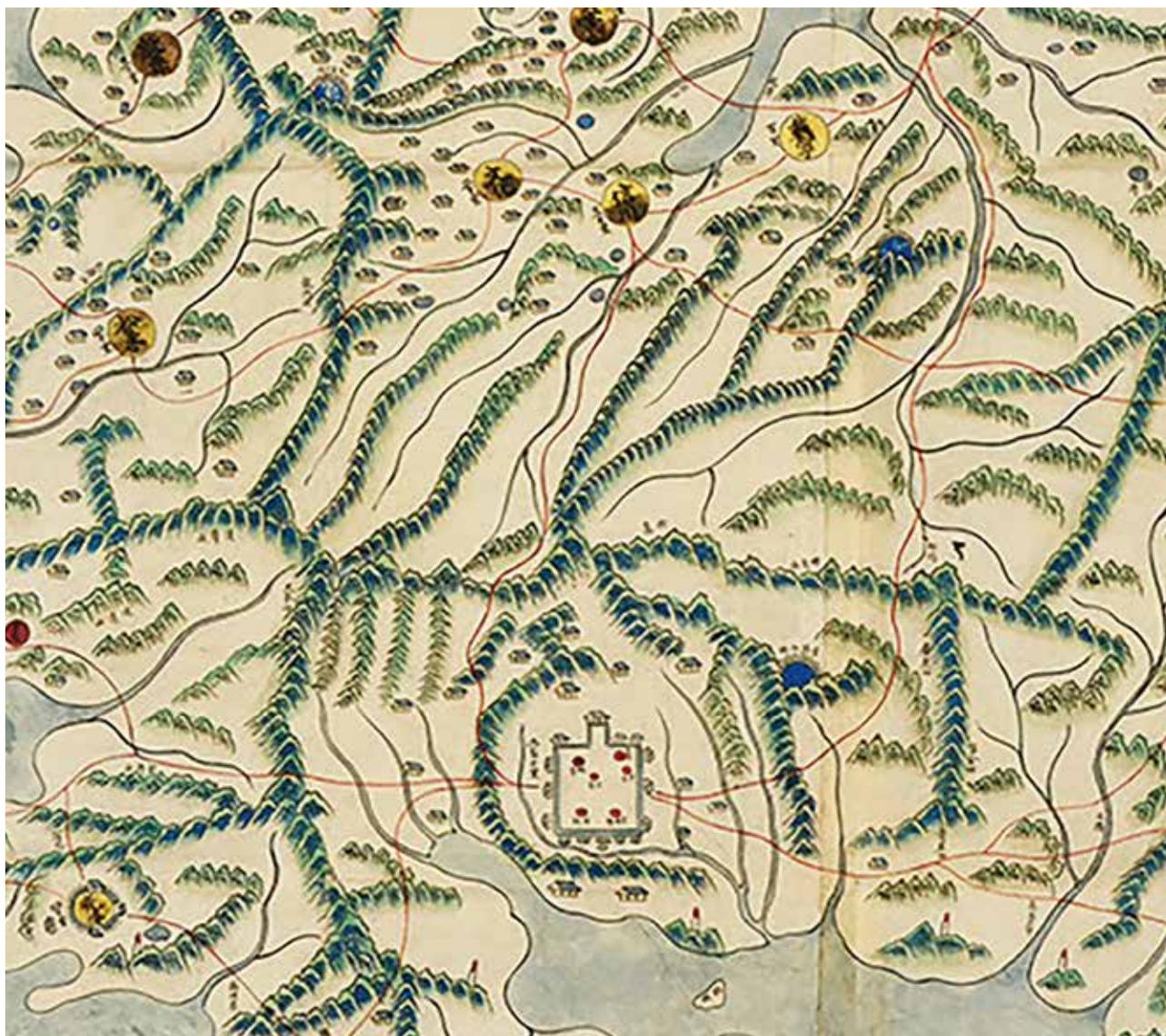


manuscript cultures

Hamburg | Centre for the Study of Manuscript Cultures

ISSN 1867-9617



Impressum

Ausstellungskatalog Farbe trifft Landkarte | Exhibition catalogue Colour meets map

Herausgegeben von Kathrin Enzel, Oliver Hahn, Susanne Knödel, Jochen Schlüter

Der Katalog erscheint als Nr. 16 der Zeitschrift *manuscript cultures* anlässlich der Ausstellung „Farbe trifft Landkarte“ | ‘Colour meets map’ im Museum am Rothenbaum – Kulturen und Künste der Welt (MARKK), Hamburg, vom 27. August 2021 – 30. Januar 2022.

Für die Unterstützung der Forschung und der Ausstellung danken wir dem Bundesministerium für Bildung und Forschung, der DFG, dem MARKK Freundeskreis und der Meyer-Glitza, Frese GmbH. Für die Restaurierung von Landkarten wird der Ernst von Siemens Kunststiftung, der Rudolf-August Oetker-Stiftung und der Hubertus Wald Stiftung gedankt. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) danken wir außerdem auch für die großzügige Unterstützung bei der Drucklegung des Katalogbandes.



Editorial Office

Dr Irina Wandrey
 Universität Hamburg
 Centre for the Study of Manuscript Cultures
 Warburgstraße 26
 D-20354 Hamburg
 Tel. No.: +49 40 42838 - 9420
 Fax No.: +49 40 42838 - 4899
 irina.wandrey@uni-hamburg.de

Satz- und Umschlaggestaltung

Miriam Gerdes

Umschlag

Hwanghae-do 黃海道 | Karte der Provinz Hwanghae, Ausschnitt
 (s. Abschnitt 4.5). | Map of Province Hwanghae, detail (see section 4.5).

Englische Übersetzung und Lektorat

Phil Marston

Druck

Schipplück + Winkler Printmedien, Lübeck
 Printed in Germany

www.csmc.uni-hamburg.de

ISSN 1867–9617

© 2021
 Centre for the Study of Manuscript Cultures
 Universität Hamburg
 Warburgstraße 26
 D-20354 Hamburg

INHALTSVERZEICHNIS

TABLE OF CONTENTS



Imperium Japonicum. Per Regiones Digestum Sex et Sexaginta atque ex ipsorum Japonensium mappis descriptum ab Hadriano Relando. | Das japanische Reich. In 66 Regionen aufgeteilt und aus Karten der Japaner selbst beschrieben von Hadrian Reland, Ausschnitt (s. Abschnitt 3.2.4, p. 163). | The Japanese Empire. Divided into 66 regions and annotated from maps of the Japanese themselves by Hadrian Reland, map cutout (see section 3.2.4, p. 163).

7	GELEITWORT PREFACE	71	2.4 Farbmittel Colourants
	Michael Friedrich & Barbara Plankensteiner		Oliver Hahn & Peter Zietlow
11	AUF DIE FARBE KOMMT ES AN COLOUR MATTERS	71	2.4.1 Rote Farbmittel Red colourants
	Matthew H. Edney	71	2.4.1.1 Zinnober Vermilion
17	1 EINLEITUNG INTRODUCTION	73	2.4.1.2 Mennige Minium
18	1.1 Das BMBF- Projekt „Kolorierte Landkarten“ in Hamburg	74	2.4.1.3 Roter Ocker Red ochre
	The research project 'Coloured Maps' in Hamburg	76	2.4.1.4 Krapp Madder*
	Kathrin Enzel, Oliver Hahn, Susanne Knödel, Jochen Schlüter	77	2.4.1.5 Karmin Carmine
23	1.2 Einführung – Farbe trifft Landkarte	79	2.4.2 Blaue Farbmittel Blue colourants
	Introduction: Colour meets map	79	2.4.2.1 Azurit Azurite
	Diana Lange & Benjamin van der Linde	81	2.4.2.2 Berliner Blau Prussian Blue
23	1.2.1 Karten und Farben: eine komplexe Beziehung	83	2.4.2.3 Indigo Indigo
	Maps and colours: a complex relationship	85	2.4.2.4 Kobaltglas oder Smalte Cobalt glass or smalt*
23	1.2.2 Farben auf Hamburger Karten	87	2.4.2.5 Ultramarin Ultramarine
	Colours on maps in Hamburg	88	2.4.3 Gelbe und weiße Farbmittel Yellow and white colourants
27	1.2.3 Kartendruck in Europa und Ostasien	89	2.4.3.1 Schüttgelb Stil de grain yellow
	Map printing in Europe and East Asia	91	2.4.3.2 Auripigment Orpiment
30	1.2.4 Kartenproduktion und Verlagswesen in Europa	93	2.4.3.3 Gelber Ocker Yellow ochre
	Map production and publishing in Europe	94	2.4.3.4 Chromgelb Chrome yellow*
34	1.2.5 Kartenproduktion in Ostasien	95	2.4.3.5 Färberwau Dyer's weed*
	Mapmaking in East Asia	96	2.4.3.6 Gold Gold
37	1.2.6 Was sagen Farben auf Karten über die Karten aus?	98	2.4.3.7 Safran Saffron*
	What do the colours on maps say about the map itself?	99	2.4.3.8 Bleiweiß White lead
37	1.2.6.1 Entwicklung von Kolorierungsweisen in Europa	100	2.4.3.9 Kalk Limestone*
	The development of colouring methods in Europe	102	2.4.3.10 Zinkweiß Zinc white*
40	1.2.6.2 Kolorierungsweisen in Ostasien	103	2.4.4 Grüne und sonstige Farbmittel Green and other colourants
	Colouring methods in East Asia	103	2.4.4.1 Malachit Malachite
44	1.2.7 Analyse der Farbmittel	105	2.4.4.2 Grünspan Verdigris
	Analysis of the colourants	107	2.4.4.3 Scheeles Grün und Schweinfurter Grün Scheele's Green and Paris Green
46	1.2.8 Fazit und Ausblick	109	2.4.4.4 Ruß Carbon black*
	Conclusions and outlook	110	2.4.4.5 Eisengallustinte Iron gall ink*
49	2 MATERIALWISSENSCHAFT UND TECHNOLOGIE 	111	3 EUROPÄISCHE KARTEN EUROPEAN MAPS
	MATERIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY	112	3.1 Kolorierte Landkarten in Europa – ein Querschnitt
50	2.1 Materialwissenschaftliche Untersuchungsmethoden	113	Coloured maps in Europe – a cross-section
	Methods of material scientific analysis	113	3.1.1 Carl Allard, Ostfriesland (um 1697)
	Oliver Hahn	118	Carl Allard, East Frisia (c. 1697)
53	2.2 Das mobile Labor The mobile laboratory	121	Benjamin van der Linde, Oliver Hahn, Peter Zietlow
	Oliver Hahn	121	3.1.2 Johann David Schleuen, Preußen (um 1750)
57	2.3 Materialien Materials	125	Johann David Schleuen, Prussia (c. 1750)
	Oliver Hahn & Peter Zietlow	125	Benjamin van der Linde, Oliver Hahn, Peter Zietlow
57	2.3.1 Farbmittel Colourants	128	3.1.3 Johann Baptist Homann, Weihnachtssturmflut (18. Jahrhun- dert) Johann Baptist Homann, Christmas Flood (18th century)
58	2.3.1.1 Rote Farbmittel Red colourants	128	Benjamin van der Linde, Oliver Hahn, Peter Zietlow
62	2.3.1.2 Blaue Farbmittel Blue colourants	131	3.1.4 Johann Baptist Homann, Bremen (18. Jahrhundert)
63	2.3.1.3 Gelbe und weiße Farbmittel		Johann Baptist Homann, Bremen (18th century)*
	Yellow and white colourants		Benjamin van der Linde, Oliver Hahn, Peter Zietlow
65	2.3.1.4 Grüne Farbmittel Green colourants		3.1.5 Johannes Covens und Cornelis Mortier, Kriegstheater der nordischen Königreiche (18. Jahrhundert)
67	2.3.2 Bindemittel Binders		Johannes Covens and Cornelis Mortier, Theatre of war of the Northern Crowns (18th century)
68	2.3.3 Trägermaterialien Writing supports		Benjamin van der Linde, Oliver Hahn, Peter Zietlow
			3.1.6 Hieronimus Christian Paulli, Südschweden (1716)
			Hieronimus Christian Paulli, South Sweden (1716)
			Benjamin van der Linde, Oliver Hahn, Peter Zietlow

- 135 | 3.1.7 Joan Blaeu, Tirol (1665/1667) | Joan Blaeu, Tyrol (1665/1667)
Benjamin van der Linde, Oliver Hahn, Peter Zietlow
- 139 | 3.1.8 Hendrik Hondius, Genfersee (1619) |
Hendrik Hondius, Lake Geneva (1619)
Benjamin van der Linde, Oliver Hahn, Peter Zietlow
- 143 | 3.1.9 Georg Braun und Franz Hogenberg, Krakau (1618) |
Georg Braun and Franz Hogenberg, Kraków (1618)
Benjamin van der Linde, Oliver Hahn, Peter Zietlow
- 147 | 3.1.10 Johannes Janssonius, Weltkarte (1645) |
Johannes Janssonius, World Map (1645)
Benjamin van der Linde, Oliver Hahn, Peter Zietlow
- 150 | 3.1.11 Bernhard von Breydenbach, Jerusalem (1486) |
Bernhard von Breydenbach, Jerusalem (1486)
Benjamin van der Linde, Oliver Hahn, Peter Zietlow
- 154 | 3.2 Entwicklung der Verlagskolorierung in Europa |
The development of colouring by publishers in Europe
- 154 | 3.2.1 Abraham Ortelius, Deutschland (1575) |
Abraham Ortelius, Germany (1575)
Benjamin van der Linde, Oliver Hahn, Peter Zietlow
- 157 | 3.2.2 Joan Blaeu, Helgoland (1667) | Joan Blaeu, Heligoland (1667)
Benjamin van der Linde
- 160 | 3.2.3 Nicolaas Visscher, Niederlande (1682–1685) |
Nicolaas Visscher, The Netherlands (1682–1685)
Benjamin van der Linde
- 163 | 3.2.4 Adrian Reland, Japan (um 1740) |
Adrian Reland, Japan (c.1740)
Benjamin van der Linde
- 166 | 3.2.5 Nicolaas Visscher und Peter Schenk, Wien und Umfeld (um
1700) | Nicolaas Visscher and Peter Schenk, Vienna and sur
roundings (c.1700)*
Benjamin van der Linde
- 168 | 3.2.6 Homann Erben, Vogtland (nach 1731) |
Homann Heirs, Vogtland (after 1731)
Benjamin van der Linde
- 172 | 3.2.7 Homann Erben, Rom (1755) | Homann Heirs, Rome (1755)*
Benjamin van der Linde
- 174 | 3.2.8 Gilles Robert de Vaugondy, Afrika (1749) |
Gilles Robert de Vaugondy, Africa (1749)
Benjamin van der Linde, Oliver Hahn, Peter Zietlow
- 177 | 3.2.9 Georg Biurman, Schweden (1747) |
Georg Biurman, Sweden (1747)*
Benjamin van der Linde, Oliver Hahn, Peter Zietlow
- 181 | 3.2.10 Landes-Industrie-Comptoir, Skandinavien (1800) |
Landes-Industrie-Comptoir, Scandinavia (1800)
Benjamin van der Linde, Oliver Hahn, Peter Zietlow
- 185 | 3.2.11 August Heinrich Petermann, Australien (1868) |
August Heinrich Petermann, Australia (1868)
Benjamin van der Linde, Oliver Hahn, Peter Zietlow
- 188 | 3.3 Funktionalitätssteigerung – Karten nutzbarer machen? |
Enhancing functionality - making maps more usable?
- 188 | 3.3.1 Neue Grenzen: Joan Blaeu, Russland (17. Jahrhundert) |
New borders: Joan Blaeu, Russia (17th century)
Benjamin van der Linde
- 192 | 3.3.2 Nicolaas de Fer, Weltkarte mit „Entdeckungsfahrten“ (nach
1713) | Nicolaas de Fer, World map with voyages of discovery
(after 1713)*
Benjamin van der Linde
- 195 | 3.3.3 Peter Schenk, Postroutenkarte Sachsens (1734) |
Peter Schenk, Postal map of Saxony (1734)*
Benjamin van der Linde
- 197 | 3.3.4 Karl Groos, Postroutenkarte Baden (1821) |
Karl Groos, Postal map of Baden (1821)
Benjamin van der Linde, Oliver Hahn, Peter Zietlow
- 200 | 3.3.5 Joan Blaeu, Frankfurt am Main (17. Jahrhundert) |
Joan Blaeu, Frankfurt am Main (17th century)
Benjamin van der Linde
- 204 | 3.3.6 Peter Schenk, Übersicht der Geschichte und Geographie der
Niederlande (1707) | Peter Schenk, Overview of the history
and geography of the Netherlands (1707)*
Benjamin van der Linde
- 207 | 3.4 Kopie der Platte, Kopie der Farben? | Copying the plate, copying
the colours?
- 207 | 3.4.1 Mecklenburg, von Frederick de Wit und Johann Baptist
Homann (17. und 18. Jahrhundert) | Mecklenburg, by Frederick
de Wit and Johann Baptist Homann (17th and 18th century)
Benjamin van der Linde
- 214 | 3.4.2 Peter Schenk und Matthäus Seutter, Das Erzgebirge
(18. Jahrhundert) | Peter Schenk and Matthäus Seutter,
Erzgebirge (18th century)*
Benjamin van der Linde
- 218 | 3.5 Ein Kartentypus, unterschiedliche Kolorierungsweisen |
One map type, different colouring styles
- 218 | 3.5.1 Matthäus Seutter, Kurfürstentum Hannover (18. Jahrhundert) |
Matthäus Seutter, Electorate of Hanover (18th century)*
Benjamin van der Linde
- 221 | 3.5.2 Heinrich Schaden, Elbe (1702) | Heinrich Schaden, Elbe (1702)
Benjamin van der Linde, Oliver Hahn, Peter Zietlow
- 225 | 3.6 Aufwendige Kolorierung versus einfache Kolorierung |
Opulent colouring versus simple colouring
- 226 | 3.6.1 Johann Baptist Homann, Fürstentümer Gotha, Coburg,
Altenburg (18. Jahrhundert) | Johann Baptist Homann,
Principalities of Gotha, Coburg and Altenburg (18th century)*
Benjamin van der Linde
- 230 | 3.6.2 Johann Baptist Homann, Rügen (18. Jahrhundert) |
Johann Baptist Homann, Rügen (18th century)*
Benjamin van der Linde
- 233 | 3.6.3 Johann Baptist Homann, Bezirk Olmütz (18. Jahrhundert) |
Johann Baptist Homann, District Olomouc (18th century)
Benjamin van der Linde
- 237 | 3.7 Kostbare Karten: Joan Blaeu, Titelblatt England (1662) |
Expensive maps: Joan Blaeu, Title page England (1662)
Benjamin van der Linde
- 240 | 3.8 Karten des Himmels | Maps of the Heavens
Benjamin van der Linde

- 240 | 3.8.1 Johann Baptist Homann, Sternbilder (nach 1730) | Johann Baptist Homann, Constellations (after 1730) Benjamin van der Linde
- 242 | 3.8.2 Peter Schenk, Sternbilder (18. Jahrhundert) | Peter Schenk, Constellations (18th century)* Benjamin van der Linde
- 242 | 3.9 Schulatlaten | School atlases Benjamin van der Linde
- 245 | 3.9.1 Gaspari, Ostindien (1806) | Gaspari, The East Indies (1806) Benjamin van der Linde, Oliver Hahn, Peter Zietlow
- 247 | 3.9.2 Grenet / Bonne, Weltkarte (1782) | Grenet / Bonne, World Map (1782)* Benjamin van der Linde, Oliver Hahn, Peter Zietlow
- 249 | 3.10 Provinzkarten | Provincial maps Benjamin van der Linde
- 250 | 3.10.1 Nicolaas Visscher / Peter Schenk, Provinz Friesland (18. Jahrhundert) | Nicolaas Visscher / Peter Schenk, Province of Friesland (18th century) Benjamin van der Linde
- 252 | 3.10.2 Nicolaas Visscher, Grafschaft Flandern (1662) | Nicolaas Visscher, Earldom of Flanders (1662)* Benjamin van der Linde
- 254 | 3.10.3 Nicolaas Visscher, Herrschaft Antwerpen (1662) – Peter Schenk, Herrschaft Antwerpen (18. Jahrhundert) | Nicolaas Visscher, Domain of Antwerp (1662) – Peter Schenk, Domain of Antwerp (18th century)* Benjamin van der Linde, Oliver Hahn, Peter Zietlow
- 257 | 3.11 Karte und Stadt | Map and city Benjamin van der Linde
- 257 | 3.11.1 Peter Schenk, Stift Merseburg (18. Jahrhundert) | Peter Schenk, Diocese of Merseburg (18th century) Benjamin van der Linde
- 259 | 3.11.2 Georg Braun / Franz Hogenberg, Hamburg (1617) | Georg Braun / Franz Hogenberg, Hamburg (1617) Benjamin van der Linde
- 261 | 3.11.3 Johann Baptist Homann, Hamburg (18. Jahrhundert) | Johann Baptist Homann, Hamburg (18th century) Benjamin van der Linde, Oliver Hahn, Peter Zietlow
- 264 | 3.11.4 Heinrich Schaden, Hamburg (1689) | Heinrich Schaden, Hamburg (1689) Benjamin van der Linde, Oliver Hahn, Peter Zietlow
- 268 | 3.12 Veränderung von Farben | Changes in colours Benjamin van der Linde
- 270 | 3.12.1 Matthäus Seutter, Hannover (18. Jahrhundert) | Matthäus Seutter, Hanover (18th century) Benjamin van der Linde
- 272 | 3.12.2 Gerard Valk / Peter Schenk, Die Provinz Béarn (18. Jahrhundert) | Gerard Valk / Peter Schenk, The country of Béarn (18th century) Benjamin van der Linde
- 274 | 3.12.3 Abraham Ortelius, Britische Inseln (16. Jahrhundert) | Abraham Ortelius, British Isles (16th century)* Benjamin van der Linde
- 277 | 3.13 Menschen auf Karten: Willem Blaeu, Asien (1665) | People on maps: Willem Blaeu, Asia (1665)* Benjamin van der Linde
- 279 | 3.14 Farbe und Nation | Colour and country Benjamin van der Linde
- 279 | 3.14.1 Plan der Schlacht von Freiberg (1762) | Plan of the Battle of Freiberg (1762) Benjamin van der Linde, Oliver Hahn, Peter Zietlow
- 281 | 3.14.2 Feldzug des russischen Generals Czernicheff im Jahr 1813 (1848) | Campaign of General Chernyshov in the year 1813 (1848) Benjamin van der Linde, Oliver Hahn, Peter Zietlow
- 284 | 3.14.3 Gerard van Keulen, Seekarte der Welt (ca. 1710) | Gerard van Keulen, Sea map of the world (c.1710)* Benjamin van der Linde
- 286 | 3.15 Handgezeichnete Karte: Johann Klefeker, Hamburger Gebiet (1745) | Hand-drawn map: Johann Klefeker, Territory of Hamburg (1745) Benjamin van der Linde, Oliver Hahn, Peter Zietlow
- 289 | **4 OSTASIATISCHE KARTEN | EAST-ASIAN MAPS**
- 290 | 4.1 *Daedongyeojido* | *Daedongyeojido*
- 290 | 4.1.1 *Daedongyeojido* Holzblockdruck | *Daedongyeojido* woodblock print Diana Lange
- 291 | 4.1.2 *Daedongyeojido* Manuskriptkarten | *Daedongyeojido* manuscript maps Diana Lange
- 294 | 4.1.3 *Doseongdo* und *Gyeongjo obudo* Holzblockdruck | *Doseongdo* and *Gyeongjo obudo* woodblock print* Diana Lange
- 295 | 4.1.4 *Doseongdo* und *Gyeongjo obudo* Manuskriptkarten | *Doseongdo* and *Gyeongjo obudo* manuscript maps Diana Lange, Oliver Hahn, Peter Zietlow
- 298 | 4.2 *Dori-pyo* | *Dori-pyo* Diana Lange, Oliver Hahn, Peter Zietlow
- 302 | 4.3 *Tianxia yutu* | *Tianxia yutu* Diana Lange, Oliver Hahn, Peter Zietlow
- 306 | 4.4 *Jeolla* | *Jeolla* Diana Lange, Oliver Hahn, Peter Zietlow
- 309 | 4.5 *Hwanghae* | *Hwanghae* Diana Lange, Oliver Hahn, Peter Zietlow
- 313 | 4.6 *Yejido* | *Yejido* Diana Lange, Oliver Hahn, Peter Zietlow
- 313 | 4.6.1 *Yejido* Manuskriptkarten | *Yejido* manuscript maps
- 314 | 4.6.2 *Yejido* Holzblockdruck | *Yejido* woodblock print
- 319 | 4.7 *Cheonhado* | *Cheonhado* Diana Lange, Oliver Hahn, Peter Zietlow

323	4.8	<i>Bankoku sōzu Jinbutsuzu</i> <i>Bankoku sōzu Jinbutsuzu</i> Diana Lange, Oliver Hahn, Peter Zietlow
328	4.9	Wutaishan Wutaishan Diana Lange, Oliver Hahn, Peter Zietlow
332	4.10	Qingdao Qingdao Diana Lange, Oliver Hahn, Peter Zietlow
336	4.11	Großer Kanal Grand Canal Diana Lange, Oliver Hahn, Peter Zietlow
339	4.12	Taiyuan Taiyuan Diana Lange, Oliver Hahn, Peter Zietlow
342	4.13	<i>Cheonsang Yeolchabunyajido</i> <i>Cheonsang Yeolchabunyajido</i> Diana Lange, Oliver Hahn, Peter Zietlow
345	4.14	Geomantik-Karten Geomancy maps Diana Lange, Oliver Hahn, Peter Zietlow
350	4.15	Peking Peking* Diana Lange
352	4.16	Kamakura Kamakura* Diana Lange
254	4.17	Fujimi Fujimi* Diana Lange
357	4.18	Edo Edo* Diana Lange

359	4.19	Kioto Kyoto* Diana Lange
360	4.20	Osaka Osaka* Diana Lange
362	4.21	Tokaido Tokaido* Diana Lange
364	4.22	<i>Dai Nihon kairiku meisho zue</i> <i>Dai Nihon kairiku meisho zue</i> * Diana Lange
365	4.23	<i>Ezo Atlas</i> <i>Ezo Atlas</i> * Diana Lange
367	4.24	Edo Kiriezu Edo Kiriezu* Diana Lange

369 | LITERATURVERZEICHNIS | REFERENCES

383 | ABBILDUNGSNACHWEISE UND VERZEICHNIS DER LEIHGEBER | PICTURE CREDITS AND LIST OF LENDERS

385 | BEITRAGENDE | CONTRIBUTORS

Die mit einem * gekennzeichneten Farbmittel und Landkarten im Katalog sind nicht in der Ausstellung zu sehen. / The colourants and maps marked by * are not shown in the exhibition.

MATERIALWISSENSCHAFT UND TECHNOLOGIE
MATERIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY



Fig. 1: Azurit aus Bou Beker, Jerada-Provinz, Marokko; zermahlener Azurit wird direkt als Pigment verwendet; Mineralogisches Museum Hamburg. | Azurite from Bou Beker, Jerada province, Marocco; ground azurite is directly used as a pigment; Mineralogical Museum Hamburg.



Fig. 2.1-1: Messkopf des mobilen Bruker Röntgenfluoreszenz-Spektrometers ARTAX über einer Karte des *Le Grand Atlas*, Joan Blaeu, 1667. | Measuring head of the portable Bruker X-ray fluorescence spectrometer ARTAX over a map of *Le Grand Atlas*, Joan Blaeu, 1667.

2 Materialwissenschaft und Technologie

2.1 Materialwissenschaftliche Untersuchungsmethoden

Naturwissenschaftliche Verfahren gewinnen zunehmend an Bedeutung bei der Untersuchung von Kunst- und Kulturgut und bei der Entwicklung von Konservierungskonzepten zum Erhalt des kulturellen Erbes. Neben bildgebenden Verfahren wie der Computertomographie oder der Radiographie sind materialanalytische Verfahren von großer Wichtigkeit. Bei den letztgenannten unterscheidet man die Elementanalyse, bei der nur die Atome hinsichtlich ihrer Art und Menge bestimmt werden, und die chemische Analyse, die die Bindungen zwischen den einzelnen Atomen untersucht und somit Hinweise auf die Art gibt, wie diese miteinander verknüpft sind.

Durch die Miniaturisierung elektronischer Bauteile kommen immer mehr mobile Messinstrumente auf den Markt, so dass Kulturgüter vor Ort im musealen Kontext untersucht werden können. Aufwendige und risikobehaftete Transporte kostbarer Originale entfallen und die Objekte verbleiben in ihrem angestammten (Museums-)Klima.

Bedeutsam ist, dass einige Verfahren die Bedingung der zerstörungsfreien Analyse erfüllen, es müssen für die Untersuchungen also keine Proben entnommen werden. Die Anwendung dieser Methoden genügt in vielen Fällen, um die notwendigen materialanalytischen Kenntnisse zu erlangen. Manche Fragestellungen erfordern jedoch den Einsatz spezieller Analyseverfahren, wie nachfolgend angerissen werden wird. Letztere Verfahren setzen immer eine, wenn auch minimale, Probenentnahme voraus – diese Probe wird im Laufe der Untersuchungen zerstört und kann nicht an ihren ursprünglichen Entnahmeort zurückgeführt werden. Daraus erschließt sich auch die Intention dieses Forschungsvorhabens: An die mikroskopische Betrachtung der Objekte schlossen sich die Untersuchungen mit zerstörungsfreien, nicht-invasiven Methoden an. Mit einer Ausnahme, bei der eine Probenentnahme durchgeführt wurde, erfolgten alle Analysen mit nicht-invasiven Verfahren.

2 Material Science and Technology

2.1 Methods of material scientific analysis

Scientific methods are becoming increasingly important in the investigation of artistic and cultural assets and in the development of concepts for the conservation of our cultural heritage. Alongside imaging techniques such as computer tomography or radiography, methods of material analysis are of great importance. In the latter we distinguish element analysis, in which only the atoms are determined according to their type and quantity, and chemical analysis, which investigates the bonds between the individual atoms, thus giving an indication of their connectivity.

Thanks to the miniaturization of electronic components, more and more mobile measuring instruments are coming onto the market, so that cultural assets can be examined on site in a museum context. The laborious and risky transport of precious originals can thus be dispensed with and the objects remain in the climatic conditions (in the museum) to which they are accustomed.

A significant aspect here is that some methods fulfil the criteria for non-destructive analysis, so that there is no need to take samples for the investigations. The use of these methods is in many cases sufficient to obtain the necessary material analysis information. Some research questions, however, require the use of specialized analytical techniques, which we will touch on in the following pages. These last-mentioned methods necessitate taking a sample, albeit a minimal one – and this sample is destroyed in the course of the investigations and cannot be restored to the location from which it was originally taken. This helps to explain the intention of this research project: the microscopic observation of the objects was followed by analysis with non-destructive, non-invasive methods. With one exception, in which a sample was extracted, all analyses were carried out using non-invasive methods.

Most of the analyses carried out as part of the research project can be grouped together under the term

Die meisten im Rahmen des Forschungsprojekts durchgeführten Analysen lassen sich mit dem Begriff „strahlendiagnostische Untersuchungen“ zusammenfassen. Bei solchen Verfahren tritt Licht einer bestimmten Wellenlänge in eine Wechselwirkung mit der zu untersuchenden Materie. Dieser Vorgang wird als Anregung bezeichnet. Energien werden übertragen, Ordnungen kurzzeitig gestört, einzelne Teilchen aus Verbänden entfernt. Die Art und Weise, wie diese Wechselwirkung erfolgt, hat mit der Art des anregenden Lichtes – sichtbares (VIS) oder ultraviolettes (UV) Licht, Infrarot- (IR) oder Röntgenstrahlung – und dem Aufbau bzw. der Zusammensetzung der Materie zu tun. Nach kurzer Störung tritt das System wieder in den ursprünglichen Grundzustand ein. Dieser Relaxationsprozess führt zur Freisetzung charakteristischer Strahlung, die, entsprechend interpretiert, Hinweise auf die Art und die Zusammensetzung des untersuchten Materials erlaubt. Die meisten dieser strahlendiagnostischen Untersuchungsverfahren sind nach der Art der verwendeten Anregungsstrahlung benannt.

Aus der großen Bandbreite materialwissenschaftlicher Untersuchungsverfahren seien hier die im Forschungsprojekt zum Einsatz gekommenen Verfahren detaillierter beschrieben. Dies sind die Mikroskopie mit drei unterschiedlichen Beleuchtungssystemen (UV, VIS, NIR), die Röntgenfluoreszenzanalyse, zwei schwingungsspektroskopische Verfahren (FTIR, RAMAN), die VIS-Spektroskopie und die Röntgendiffraktometrie.

‘radiodiagnostic examinations’. In these methods, light with a specific wavelength interacts with the material to be examined. This procedure is known as excitation. Energies are transmitted, orders are briefly disrupted, individual particles are removed from compounds. The way in which this interaction plays out has to do with the type of light used to excite the material – visible (VIS) or ultraviolet (UV) light, infrared (IR) or X-ray radiation – and the structure or composition of the material. After this short disruption, the system reverts to its original basic state. This process of relaxation leads to the emission of characteristic radiation which, when correctly interpreted, can give indications as to the type and composition of the material examined. Most of these radiodiagnostic methods are named after the type of excitation radiation used.

Out of the huge bandwidth of methods in use in materials science we will only describe here in greater detail those used in the research project. These are microscopy, with three different illuminators (UV, VIS, NIR), X-ray fluorescence analysis, two vibrational spectroscopical analyses (FTIR, RAMAN), VIS spectroscopy, and X-ray diffractometry.

Oliver Hahn

2.2

Das mobile Labor

Die materialwissenschaftlichen Untersuchungen beginnen üblicherweise mit der Verwendung eines Lichtmikroskops, um die Oberflächenbeschaffenheit, Details der Maltechnologie sowie Beschädigungen oder Übermalungen zu studieren. In den meisten Fällen wird hier das sichtbare Licht genutzt. Strahlt man jedoch mit UV- oder Infrarotlicht auf das Objekt ein, erlaubt die charakteristische Wechselwirkung, d.h. Absorption und Reflexion der Strahlung, erste Erkenntnisse über die materielle Beschaffenheit – so können zum Beispiel schwarze Schreib- und Zeichenmaterialien voneinander unterschieden werden.

Die Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) zählt zu den klassischen Methoden bei der Untersuchung von Elementen. Das zu untersuchende Material wird mit hochenergetischer Röntgenstrahlung bestrahlt. Durch die Wechselwirkung zwischen Röntgenlicht und Materie werden einzelne Elektronen aus ihrer ursprünglichen Umgebung im Atom herausgeschlagen. Die auf diese Weise angeregten Atome kehren unter Abgabe von Röntgenlicht wieder in den Grundzustand zurück und werden anhand der dabei entstehenden charakteristischen Strahlung identifiziert. Die Bezeichnung dieser Strahlung berücksichtigt sowohl



Fig. 2.2-1 und 2.2-2: 50-fach vergrößerte Mikroskop-Aufnahme des Pigments Zinnober (links, Karte Allard, Ostfriesland, siehe Karte 3.1.1, S. 113) und des Farbstoffs Karmin (rechts, dieselbe Karte). Während das Pigment als opake Schicht auf dem Papier aufliegt, sinkt der Farbstoff in die Papiermatrix ein. | 50x magnified microscope image of the pigment vermillion (on the left, map Allard, East Frisia, see map 3.1.1, p. 113) and the dye carmine (on the right, on the same map). While the pigment overlays the paper as an opaque coating, the dye soaks into the paper matrix.

2.2

The mobile laboratory

Material scientific examinations normally begin by using an optical microscope in order to study the surface characteristics, details of the painting techniques used, as well as any damage or overpainting. In most cases, visible light is used at this stage. If an UV or infrared light beam is directed at the object, however, the characteristic interaction observed, i.e. the absorption and reflection of the radiation, permits initial findings concerning the constitution of the material – thus, for instance, black writing and drawing materials can be distinguished from one another.

X-ray fluorescence analysis (XRF) is one of the classical methods for investigating elements. The material to be examined is irradiated with high-energy X-rays. Through the interaction between the X-ray light and the material, individual electrons are knocked out of their original environment in the atom. The atoms excited in this way revert to their original basic state while emitting X-ray light and can be identified by the characteristic radiation which occurs in this. The designation of this radiation takes both the original position of the primary electron which was knocked out of place (K, L, M shell) and the relaxation processes which follow to fill the gap with further electrons (α , electron from the next shell; β , electron from the



Fig. 2.2-3: Röntgenfluoreszenzspektrometer Bruker ARTAX, Messungen im Hanseatischen Wirtschaftsarchiv. | X-ray fluorescence spectrometer Bruker ARTAX, measurements in the *Hanseatisches Wirtschaftsarchiv*.

den ursprünglichen Ort des Primärelektrons, welches herausgeschlagen wurde (K, L, M-Schale), als auch die daran anschließenden Relaxationsprozesse zur Auffüllung des Lochs durch weitere Elektronen (α , Elektron aus der nächsten Schale; β , Elektron aus der übernächsten Schale, also $K\alpha$, etc.). Die Höhe der erhaltenen Röntgenpeaks erlaubt mit Hilfe eines Standards Rückschlüsse auf die Menge des enthaltenen Elements.

Schwingungsspektroskopische Methoden wie die Infrarotspektroskopie oder die Ramanspektroskopie sind gängige Verfahren für die chemische Materialcharakterisierung. Beide einander ergänzende Methoden nutzen die Wirkung elektromagnetischer Strahlung auf chemische Bindungen aus. Durch die Wechselwirkung von Infrarot- oder Laserlicht mit Molekülen findet ein Energieübertrag auf Atombindungen statt. Bei der Infrarotspektroskopie führt dies zu einer Änderung der Schwingungs- bzw. Rotationszustände der Bindungen. Da die notwendigen Energiebeträge charakteristisch für die jeweiligen Bindungen sind, kann damit das Gerüst der chemischen Bindungen bestimmt werden. Die Bezeichnung Infrarotspektroskopie ist oftmals mit weiteren Attributionen wie „in diffuser Reflexion“, „in abgeschwächter Totalreflexion“ oder „in Transmission“ versehen. Diese bezeichnen den Weg der anregenden Infrarotstrahlung, wenn diese auf die Probe auftritt. Da unterschiedliche Lichtführungen auch differierende Ergebnisse erwarten lassen, müssen diese unterschiedlichen Messmodi immer mit angegeben werden. Zählt die Infrarotspektroskopie auch zu den klassischen Methoden, um organische Materialien, wie etwa Bindemittel, zu untersuchen, ist sie doch einigen Limitierungen unterworfen. Insbesondere, wenn komplexe Mischungen unterschiedlicher Bindemittel untersucht werden sollen, sind die Nebenkompenten oder gar nur in Spuren vorhandenen Beimischungen nicht mehr detektierbar. Sie werden von den Hauptbestandteilen im Analyseergebnis überdeckt. Hier sind dann weiterführende Methoden anzuwenden.

Die Ramanspektroskopie nutzt die Wechselwirkung von Laserlicht mit den sogenannten Schwingungsmoden einer Atomgruppe, beispielsweise die symmetrische Streck- oder Atmungsbewegung eines Karbonats, das aus einem zentralen Kohlenstoffatom und drei in gleichem Abstand darum schwingenden Sauerstoffatomen besteht. Trifft Laserlicht auf die Atomgruppe, geht entweder ein geringer Anteil der Energie auf die Atomgruppe über oder der Laser nimmt umgekehrt einen spezifischen Anteil der Bindungsenergie

next shell but one, i.e., $K\alpha$, etc.) into account. The intensity of the X-ray peak reached enables conclusions to be made concerning the amount of the element the material contains.

Methods using vibrational spectroscopy such as infrared spectroscopy or Ramanspectroscopy are standard methods for the chemical characterization of materials. Both methods, which complement each other, make use of the effect of electromagnetic radiation on chemical bonds. Through the interaction of infrared or laser light with molecules, energy is transferred to atomic bonds. In infrared spectroscopy, this leads to a change in the vibrational and/or rotational state of the bonds. Since the energy values necessary for this are characteristic for the bonds in question, the structure of the chemical bonds can be determined in this way. The term infrared spectroscopy is often coupled with further attributions such as ‘diffuse reflection’, ‘attenuated total reflection’ or ‘transmission’. These describe the trajectory of the exciting infrared radiation when it hits the sample. Since different light routings can be expected to produce differing results, these different measurement modes must always also be specified. While infrared spectroscopy is among the classical methods for examining organic materials such as e.g. binding agents, it is nevertheless subject to certain limitations. In particular, when complex mixtures of different binders are to be examined, the secondary components or even only trace admixtures are no longer detectable. They are masked by the main components in the analysis results. In this case further methods need to be used.

Ramanspectroscopy makes use of the interaction of laser light with the so-called vibrational modes of a group of atoms, for instance the symmetrical stretching or respiratory movements in a carbonate consisting of a central carbon atom and three oxygen atoms oscillating equidistantly around it. When laser light hits the atom group, either a small amount of the energy is transferred to the atom group or conversely, the laser absorbs a specific proportion of the bond energy of the atom group. This exchange of energy is called the Raman effect and can be measured with adequate detectors.

While vibrational spectroscopy is capable of establishing the direct environment of an atom, X-ray diffraction is used to investigate the ordered structure of solids, the so-called crystalline structure. The crystalline structure is not only characteristic for a specific crystalline material, it is also, for example, the determining factor in the appearance of the visible crystalline surfaces of minerals, as can be seen in the exhibition with the raw materials for the mineral colourants



Fig. 2.2-4: Ramanspektrometer B&W Tek i-Raman plus. | Ramanspektrometer B&W Tek i-Raman plus.

der Atomgruppe auf. Dieser Energieübergang wird Raman-Effekt genannt und ist mit entsprechenden Detektoren messbar.

Während die Schwingungs-Spektroskopie also die unmittelbare Umgebung eines Atoms nachweisen kann, wird bei der Röntgenbeugung der geordnete Aufbau von Festkörpern, die sogenannte Kristallstruktur, untersucht. Die Kristallstruktur ist nicht nur charakteristisch für ein bestimmtes kristallines Material, sie ist beispielsweise auch ausschlaggebend für die Ausformung sichtbarer Kristallflächen an Mineralen, wie sie mit den Schaustücken der mineralischen Farbmittelrohstoffe in der Ausstellung gezeigt wird. Durch die regelmäßige Anordnung einzelner Atome bilden sich Netzebenen innerhalb eines Kristalls aus, deren Abstände in der Größenordnung der Wellenlänge der einstrahlenden Röntgenstrahlung liegen. Die Wechselwirkung der Röntgenstrahlen mit diesen Netzebenen führt zu sogenannten Beugungsbildern, den Diffraktogrammen, die auf die kristalline Struktur und das



Fig. 2.2-5: VIS-Spektrometer X-rite exact, Messungen am Centre for the Study of Manuscript Cultures. | VIS spectrometer X-rite exact, used in measurements at the Centre for the Study of Manuscript Cultures.

shown. Due to the regular arrangement of individual atoms, lattice planes form inside a crystal whose atomic distances are in the range of the wavelength of the irradiating X-rays. The interaction of the X-rays with these lattice planes leads to diffraction patterns, so-called diffractograms, which enable inferences to be made concerning the crystalline structure and the material itself. This analysis normally requires extracting a sample, however.

VIS spectroscopy makes use of the impact of light in the part of the spectrum visible to the human eye on materials. Strictly speaking, it is only usable on coloured, so-called 'chromatic' substances. 'Achromatic' colours such as black, white or grey cannot be analyzed with it. If the visible light illuminates a chromatic object, specific parts of the exciting light are absorbed while others are reflected. The reflectance curve obtained from this, which shows the variation of the reflected light as a function of the wavelength of the excitation light, is slightly different for each colourant and can be differentiated using further mathematical methods. This applies in particular to the identification of mineral pigments and organic dyes up to the end of the eighteenth century. This method no longer gives conclusive results for the nineteenth century, however, in which a plethora of synthetically produced colourants which resemble each other too closely in their colour nuances came into use.

Oliver Hahn

Material selbst rückschließen lassen. Die Untersuchung setzt jedoch in der Regel eine Probenentnahme voraus.

Die VIS-Spektroskopie macht sich die Einwirkung des für das menschliche Auge sichtbaren Lichtes auf Materie zu Nutze. Streng genommen ist sie nur anwendbar auf farbige, sogenannte „bunte“ Substanzen. „Unbunte“ Farben wie Schwarz, Weiß oder Grau können hiermit nicht analysiert werden. Strahlt das sichtbare Licht auf einen farbigen Körper ein, so werden spezifische Teile des Anregungslichtes absorbiert, andere reflektiert. Die so erhaltene Reflexionskurve, die die Abhängigkeit des reflektierten Lichts als Funktion der eingestrahnten Wellenlänge der Anregungsstrahlung zeigt, ist für jedes Farbmittel ein wenig anders und kann mittels weitergehender mathematischer Verfahren unterschieden werden. Dies trifft insbesondere auf die Bestimmung von mineralischen Pigmenten und organischen Farbstoffen bis zum Ende des 18. Jahrhunderts zu. Für das 19. Jahrhundert, in dem eine Fülle synthetisch hergestellter Farbstoffe zum Einsatz kam, die sich in ihren Farbnuancen zu sehr ähneln, ist diese Methode jedoch nicht mehr aussagekräftig.

2.3

Materialien

2.3.1

Farbmittel

Das auffälligste Charakteristikum der hier vorgestellten Landkarten ist die Vielfalt der Verwendung von „Farbe“ auf den Blättern. Sie reicht von der detaillierten Ausgestaltung einzelner Szenen oder dekorativer Schmuckelemente bis hin zu schematischen, zurückgenommenen, transparenten Kolorierungen. Im Gegensatz zu der schwarzen, rußhaltigen Druckfarbe, die fast ausschließlich eine ölige Komponente als Bindemittel enthält, werden für die farbliche Gestaltung der Drucke durch händische Kolorierung Farbmittel mit wässrigen Bindemitteln verwendet.

Die vielfältige Gruppe der Farbmittel kann zunächst in zwei Untergruppen unterteilt werden – in die der Pigmente und die der Farbstoffe. Diese Unterscheidung ist insofern sinnvoll, da Pigmente und Farbstoffe bei der Zubereitung von Farben unterschiedliche Prozeduren durchlaufen. Pigmente sind in Binde- und Lösemitteln nicht löslich und deshalb bei Betrachtung unter dem Mikroskop als kleine Teilchen sichtbar. Farbstoffe lösen sich und sind als individuelle Partikel nicht mehr auszumachen (siehe obige Mikroskop-Aufnahmen Fig. 2.2-1 und 2.2-2, S. 53). Auch für die Auswahl eines geeigneten, materialwissenschaftlichen Analyseverfahrens spielt diese Unterscheidung eine Rolle.

In der Regel sind Pigmente anorganische Verbindungen, Metallsalze wie Oxide, Carbonate oder Sulfide, die anhand eines typischen Elements (Marker-Element) leicht identifiziert werden können. Neben natürlichen Pigmenten, die als Mineralien aus entsprechenden Lagerstätten gewonnen wurden, werden seit tausenden von Jahren in zahlreichen Kulturen weltweit auch künstliche Pigmente hergestellt. Natürliche Farbstoffe hingegen werden aus Pflanzen, Pilzen oder Insekten gewonnen, indem die entsprechenden Teile gereinigt bzw. zerkleinert und die Farbstoffe mit geeigneten wässrigen Lösungsmitteln extrahiert bzw. fermentiert werden. Die farbstoffhaltige Lösung wird abfiltriert und entweder getrocknet oder als sogenannter Lack mit einer Beize oder durch Zugabe eines Substrates wie zum Beispiel Alaun stabilisiert. Für die Herstellung von organischen Farbstoffen aus natürlichen Rohstoffen existieren zahllose Zubereitungsvorschriften. Seit dem Beginn der Teerfarbenchemie Mitte des 19. Jahrhunderts ist eine Vielzahl synthetischer organischer Farbstoffe (und Pigmente) verfügbar.

2.3

Materials

2.3.1

Colourants

The most striking feature of the maps shown here is the diversity in the way use is made of the ‘colours’ on the sheets. It ranges from the detailed depiction of individual scenes or decorative embellishments up to schematic, very sparingly applied, transparent colourings. In contrast to the black printer’s ink containing carbon black, which almost exclusively also uses an oily component as a binder, colourants with aqueous binders are used in colouring the prints by hand.

The diverse group of the colourants can first of all be subdivided into two groups – pigments and dyes. This division makes sense in as far as pigments and dyes undergo different procedures when being processed into colourants. Pigments are not soluble in binders and solvents and for this reason are visible under a microscope as small particles. Dyes dissolve and are therefore no longer detectable as individual particles (see microscope photos above Figs 2.2-1 and 2.2-2, p. 53). This distinction also plays a part in choosing an appropriate method of material scientific analysis.

Pigments are as a rule inorganic compounds, metal salts such as oxides, carbonates or sulphides, which can be easily identified by a typical element (marker element). Besides natural pigments, which were mined from suitable deposits, artificial pigments have also been produced for thousands of years in a large number of cultures. Natural dyes, on the other hand, are extracted from plants, fungi or insects by purifying or crushing the relevant parts and extracted by means of suitable aqueous solvents or fermented to obtain the dye. The solution containing the dye is then filtered off and either dried or stabilized with a mordant or by adding a substrate such as e.g. alum as a so-called lake. There are innumerable recipes and instructions for producing organic dyes from natural raw materials. Since the advent of dyes based on coal-tar chemistry in the mid-nineteenth century, a multitude of synthetic organic dyes (and pigments) has been available.

2.3.1.1

Rote Farbmittel

2.3.1.1

Red colourants

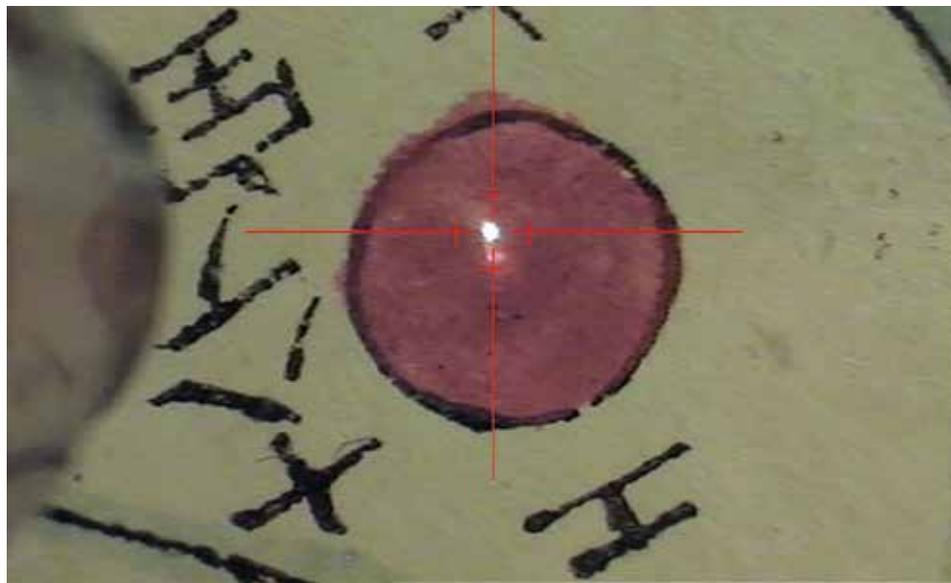
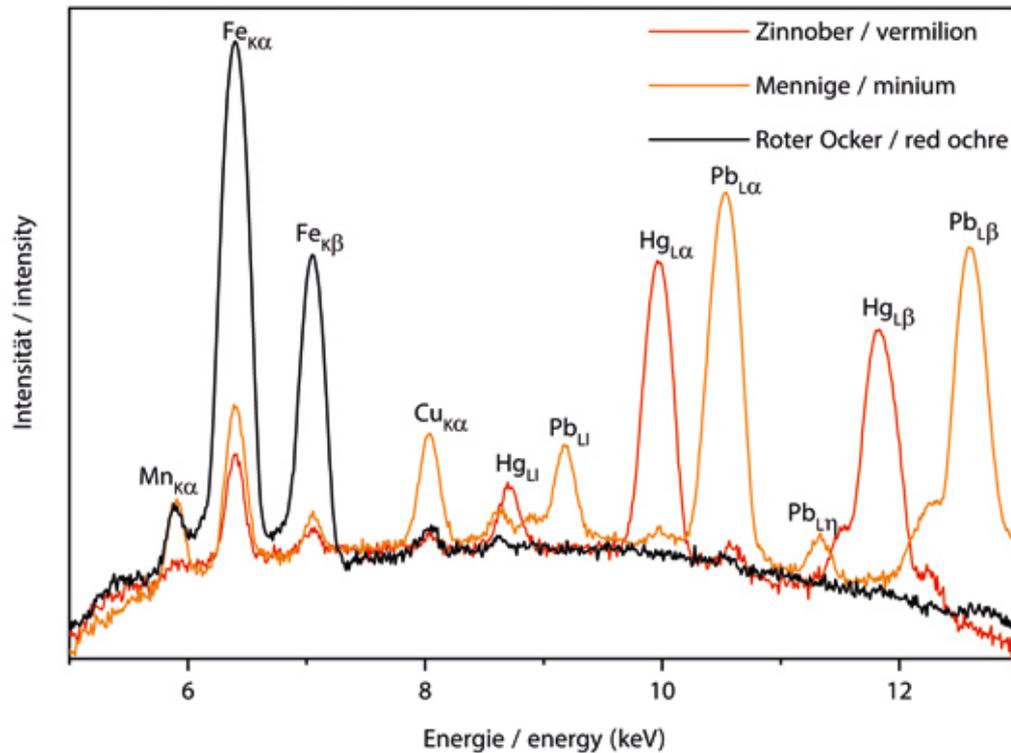


Fig. 2.3.1.1-1: a: Röntgenfluoreszenzspektren der drei „klassischen“ Rotpigmente Zinnober (HgS), Mennige (Pb_3O_4) und roter Ocker (Fe_2O_3 mit etwas MnO). Aus der Abbildung wird deutlich, dass aufgrund unterschiedlicher Elektronenübergänge innerhalb der einzelnen Atomsorten mehrere charakteristische Peaks für ein Element existieren. Geringe Anteile von Fe und Cu sind wie hier häufig aufgrund des Herstellungsprozesses bereits im Papier vorhanden. b: mikroskopische Aufnahme der Messumgebung, 20-fache Vergrößerung. | a: X-ray fluorescence spectra of the three 'classical' red pigments vermilion (HgS), minium (Pb_3O_4) and red ochre (Fe_2O_3 with some MnO). As can be clearly seen on the diagramme, several characteristic peaks exist for an element due to different electron transfers within the individual atom species. Small amounts of Fe and Cu are here, as is often the case, already present in the paper due to the manufacturing process. b: microscopic image of the measuring environment, magnification 20 x.

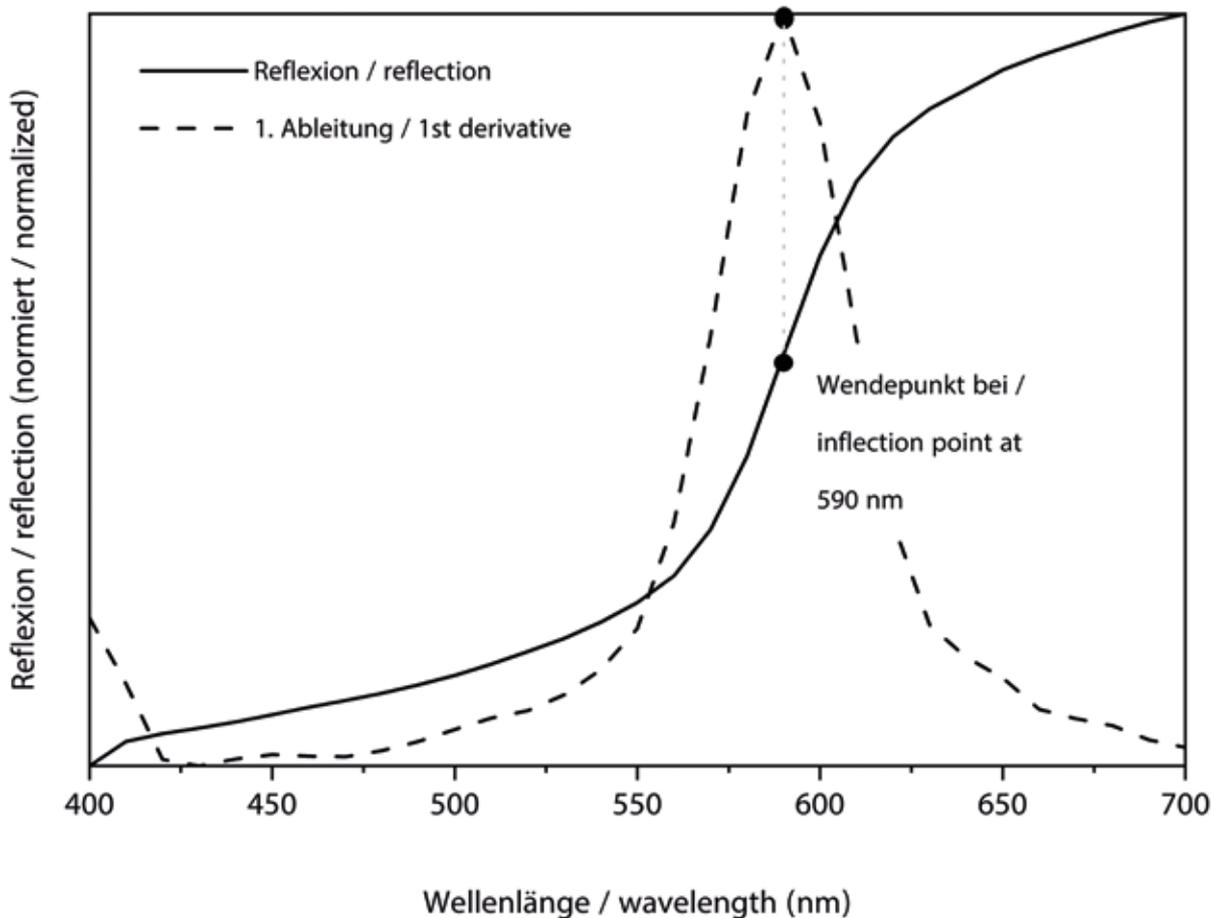


Fig. 2.3.1.1-2: Reflexionsspektrum und zugehörige erste Ableitung (zur Bestimmung des Wendepunktes) des roten Farbstoffes auf der koreanischen Karte *Dori-pyo* (siehe Karte 4.2, S. 298). | Reflectance spectrum and the related first derivative (to determine the inflection point) of the red colourant on the Korean map *Dori-pyo* (see map 4.2, p. 298).

Die historisch verfügbaren roten Pigmente und Farbstoffe lassen sich aufgrund ihrer charakteristischen Absorption im Bereich des sichtbaren Lichtes und, im Fall der Pigmente, aufgrund der enthaltenen Marker-Elemente, zumeist Schwermetalle wie Quecksilber (Hg), Blei (Pb) und Eisen (Fe), sehr gut nachweisen.

Der Nachweis von Zinnober ist eindeutig, da Zinnober das einzige bekannte Pigment ist, das aus einer Quecksilberverbindung besteht. Wird in der Röntgenfluoreszenzanalyse Quecksilber nachgewiesen (Fig. 2.3.1.1-1), ist dies also ein sicherer Hinweis auf Zinnober.

The red pigments and dyes which were historically available can be easily detected due to their characteristic absorption in the domain of visible light and, in the case of the pigments, from the marker elements they contain, mostly heavy metals such as mercury (Hg), lead (Pb) and iron (Fe).

The evidence for vermilion is unambiguous, since vermilion is the only known pigment which consists of a mercury compound. If mercury is detected in the X-ray fluorescence analysis (Fig. 2.3.1.1-1), this is therefore a sure indication that it is vermilion.

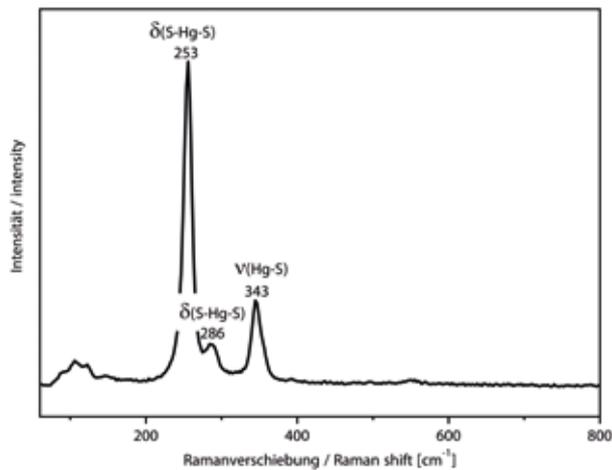


Fig. 2.3.1.1-3: Ramanverschiebung des roten Farbmittels auf der Karte *Tetrarchiae Antverpiensis pars meridionalis* (siehe Karte 3.10.3, S. 254). | Raman shift of the red colourant on the map *Tetrarchiae Antverpiensis pars meridionalis* (see map 3.10.3, p. 254).

Durch das eindeutige Reflexionsverhalten im sichtbaren Bereich des Lichtes (Wendepunkt der Reflexionskurve bei 590 nm, Fig. 2.3.1.1-2) und die klar zuordenbaren Ramanbanden ($\delta(\text{S-Hg-S})$ -Deformationsschwingungen bei 253 cm^{-1} und 286 cm^{-1} und symmetrische Streckerschwingung $\nu(\text{Hg-S})$ bei 343 cm^{-1}) kann Zinnober auch mit optischer Reflexions- bzw. Raman-Spektroskopie (Fig. 2.3.1.1-3) eindeutig bestimmt werden.

Mennige ist das einzige bekannte bleihaltige rote Pigment. Zwar gibt es weitere anorganische Pigmente, die Blei enthalten (Bleiweiß, Hydrocerussit und Bleigelb [Massicot]), aber abgesehen davon, dass sie Blei enthalten, können diese anhand ihrer Farbe und damit anhand ihres charakteristischen Reflexionsspektrums im Bereich des sichtbaren Lichtes eindeutig unterschieden werden. Handelt es sich bei den Farben jedoch um Ausmischungen, stößt die Methode an ihre Grenzen. Eine Ausmischung mit Weiß- oder Schwarzpigmenten verschiebt den Wendepunkt derartiger Reflexionsspektren selbstverständlich nicht.

Ein drittes, eher auf europäischen Karten häufig nachzuweisendes, rotes Farbmittel ist Karmin. Der organische Farbstoff kann aufgrund seines charakteristischen Reflexionsspektrums eindeutig identifiziert werden. Auffallend sind hier die drei Wendepunkte der Reflexionskurve bei 490, 540 und 590 nm (Fig. 2.3.1.1-5). Der Befund des Farbmittels

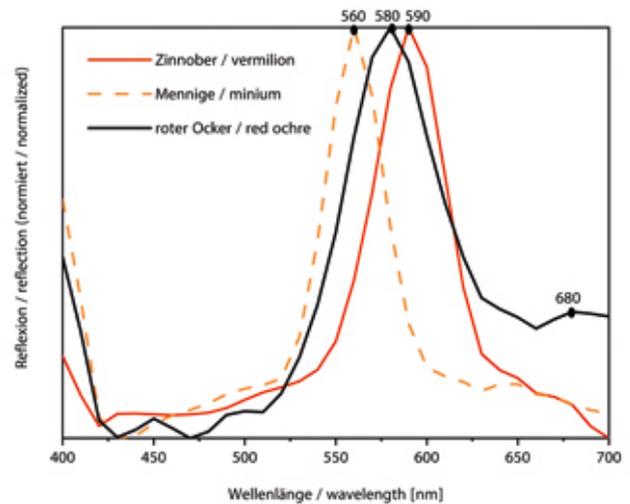


Fig. 2.3.1.1-4: Jeweilige erste Ableitung der Reflexionsspektren von Zinnober (siehe Karte 3.1.7, S. 135, Blaeu, *Le grand Atlas*), Mennige (siehe Karte 4.1.1, S. 290, *Daedongyeojido*), sowie von rotem Ocker (siehe Karte 4.13, S. 342, *Cheonsang Yeolchabunyajido*). | The respective first derivatives of the reflectance spectra of vermilion (see map 3.1.7, p. 135, Blaeu, *Le grand Atlas*), minium (see map 4.1.1, p. 290, *Daedongyeojido*) and red ochre (see map 4.13, p. 342, *Cheonsang Yeolchabunyajido*).

Due to its unambiguous reflectivity characteristics in the visible spectrum of light (inflection point of the reflection curve at 590 nm, Fig. 2.3.1.1-2) and clear allocation of the Raman bands ($\delta(\text{S-Hg-S})$ deformation vibrations at 253 cm^{-1} and 286 cm^{-1} and symmetrical stretching vibration $\nu(\text{Hg-S})$ at 343 cm^{-1}), vermilion can also be unambiguously identified with optical reflectance spectroscopy or Raman spectroscopy (Fig. 2.3.1.1-3).

Minium is the only known red pigment containing lead. There are, it is true, other inorganic pigments which contain lead (white lead, hydrocerussite and lead yellow [massicot]). Apart from the fact that they contain lead, these can, however, be clearly distinguished by their colour and thus their characteristic reflectance spectrum in the area of visible light. If the colours are blended, however, this method reaches its limits. Blending with white or black pigments, of course, does not shift the inflection point of corresponding reflection curves.

A third red colourant, frequently found on the European maps, is carmine. This organic dye can be unambiguously identified by its characteristic reflectance spectrum. A striking feature here is the three inflection points of the reflection curve at 490, 540 and 590 nm (Fig. 2.3.1.1-5). The finding of this colourant on one of the East Asian maps may possibly point to the cultivation of the scale insects' host plant in the Asian region or trading of the product between Europe or America and Asia.

auf einer ostasiatischen Karte ist möglicherweise ein Hinweis darauf, dass die Wirtspflanze der Schildläuse auch im asiatischen Raum kultiviert oder das Produkt zwischen Europa oder Amerika und Asien gehandelt wurde.

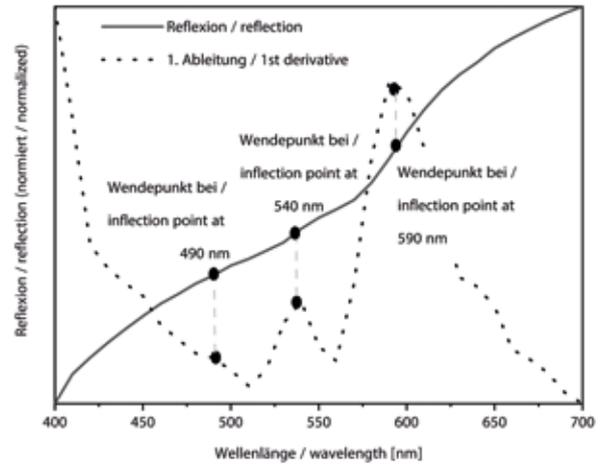


Fig. 2.3.1.1-5: Reflexionsspektrum und zugehörige erste Ableitung des rot-violetten Farbmittels (Karmine) auf der chinesischen Kartenrolle (siehe Karte 4.3, S. 302, Ausschnitt Provinz Jiangnan). | Reflectance spectrum and related first derivative of the mauve colourant (carmine) on the Chinese map scroll (see map 4.3, p. 302, map cutout Jiangnan province).

2.3.1.2

Blaue Farbmittel

Die blauen Farbmittel können mit der Röntgenfluoreszenzanalyse aufgrund ihres Kupfer-, Eisen-, Cobalt- oder Siliziumgehaltes den anorganischen Pigmenten Azurit ($\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$), Berliner Blau ($\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$), Cobaltblau (CoAl_2O_4) und Ultramarin ($\text{Na}_6\text{Ca}_2(\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24})\text{S}_2$) zugeordnet werden. Dies wird durch das nachfolgende Beispiel für Azurit illustriert (Fig. 2.3.1.2-1).

Die Abwesenheit charakteristischer Marker-Elemente bei der Röntgenfluoreszenzanalyse in blauen Farbpartien deutet auf organischen Indigo hin. Dieser wird jedoch eindeutig anhand seines Reflexionsspektrums identifiziert, welches sich deutlich von den anderen Blaupigmenten unterscheidet. Während bei den Blaupigmenten erwartungsgemäß im blauen Bereich (etwa 430-500 nm) die stärkste Reflexion erfolgt – in Fig. 2.3.1.2-3 ist dies anhand des Ultramarins beispielhaft dargestellt – zeigt sich bei Indigo ein anderes Reflexionsverhalten (Fig. 2.3.1.2-2).

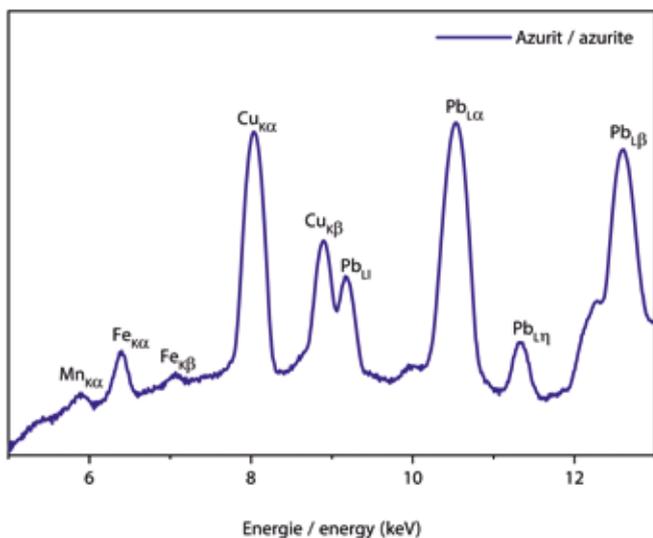


Fig. 2.3.1.2-1: RFA-Spektrum des himmelblauen Farbmittels auf der Karte *Cracovia Metropolis Regni Poloniae* (siehe Karte 3.1.9, S. 143). Kupferhaltiger Azurit ist hier mit Bleiweiß stark aufgehellt. Eisen und Mangan sind im Papier enthalten. | XRF spectrum of the sky blue colourant on the map *Cracovia Metropolis Regni Poloniae* (see map 3.1.9, p. 143). Copper-containing azurite is mixed here with white lead, giving a strong whitening effect. Iron and manganese are present in the paper.

2.3.1.2

Blue colourants

The blue colourants can be assigned by means of X-ray fluorescence analysis to the inorganic pigments azurite ($\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$), Prussian Blue ($\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$), cobalt blue (CoAl_2O_4) and ultramarine ($\text{Na}_6\text{Ca}_2(\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24})\text{S}_2$) due to their content of copper, iron, cobalt or silicon. This is illustrated by the following example for azurite (Fig. 2.3.1.2-1).

The absence of characteristic marker elements in the X-ray fluorescence analysis in the blue coloured parts points to organic pigment indigo. This can be identified unambiguously, however, by its reflectance spectrum, which differs noticeably from the other blue pigments. Whereas in the case of the blue pigments the strongest reflection, as might be expected, is in the blue area (c.430-500 nm) – in Fig. 2.3.1.2-3 we see an exemplary illustration of this with ultramarine – indigo exhibits different reflectivity characteristics (Fig. 2.3.1.2-2).

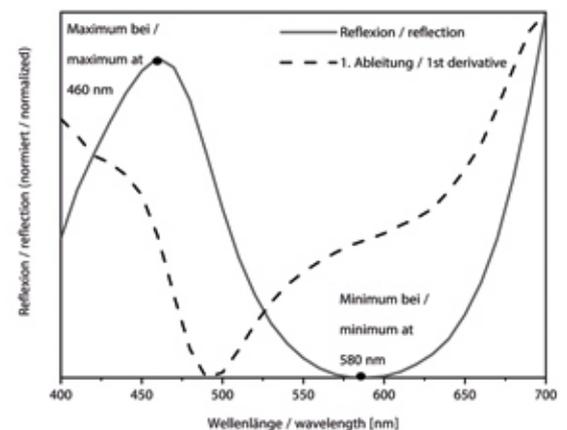
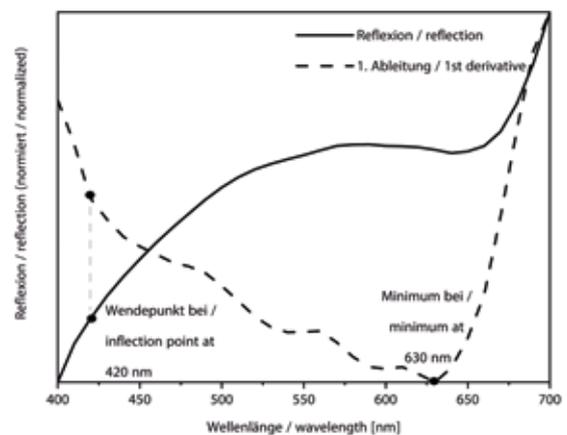


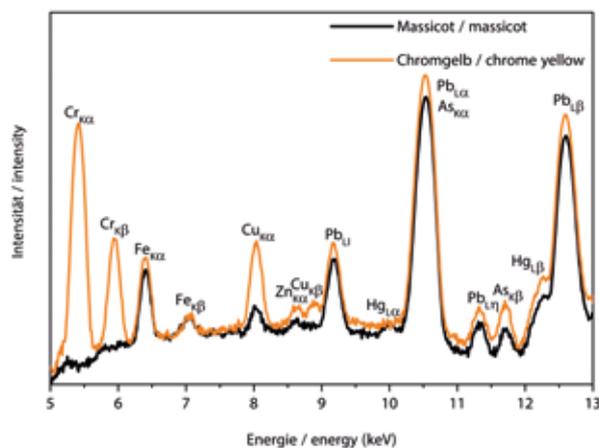
Fig. 2.3.1.2-2 und 2.3.1.2-3: VIS-Spektren von Indigo und Ultramarin. | VIS spectra of indigo and ultramarine.

2.3.1.3

Gelbe und weiße Farbmittel

Bei den gelben Pigmenten, die in den untersuchten Karten nachgewiesen wurden, handelt es sich um Auripigment, gelben Ocker, Massicot und Chromgelb. Der Nachweis charakteristischer Marker-Elemente, wie Arsen (Auripigment), Eisen (Ocker), Blei (Massicot) und Chrom (Chromgelb), mittels Röntgenfluoreszenzanalyse ergibt wieder eindeutige Hinweise auf die Farbmittel. Neben den genannten anorganischen Pigmenten wurden mehrere organische Farbmittel, darunter Gummigutti, Schüttgelb und Färberwau anhand ihrer charakteristischen VIS-Reflexionsspektren bestimmt. Neben Auripigment (goldgelb) existiert ein weiteres Arsensulfid-Pigment: Realgar (tiefrot). Beide lassen sich daher durch ihre elementare Zusammensetzung nicht unterscheiden. Allerdings verursacht die unterschiedliche Farbigeit beider Pigmente deutliche Unterschiede in den VIS-Spektren. Auch wenn Blattgold und Goldtusche gelb wirken, zählen sie nicht zu den Gelbpigmenten. Das Metall lässt sich leicht mit der Röntgenfluoreszenzanalyse identifizieren. Häufig finden sich Nebenkomponten wie Kupfer oder Zink, mit denen das Gold legiert wurde.

Weißer Farbmittel lassen sich anhand der Elemente Blei, Zink und Barium in Bleiweiß, Zinkweiß und Lithopone unterscheiden.



2.3.1.3

Yellow and white colourants

The yellow pigments identified on the maps examined are orpiment, yellow ochre, massicot and chrome yellow. The identification of characteristic marker elements such as arsenic (orpiment), iron (ochre), lead (massicot) and chromium (chrome yellow) by X-ray fluorescence analysis once again clearly indicates which colourant is concerned. Besides the inorganic pigments mentioned, several organic colourants were determined by their characteristic VIS reflectance spectra, among them gamboge, stil de grain yellow and dyer's weed. There is a further arsenic sulphide pigment besides the golden-yellow orpiment: the deep red realgar. For this reason, it is not possible to distinguish the two by means of their elemental composition. The different shades of colour of the two pigments do, however, generate noticeable differences in the VIS spectra. Although gold leaf and gold ink appear yellow, they do not belong to the yellow pigments. The metal can be easily identified by X-ray fluorescence analysis. Secondary components such as copper or zinc are frequently found alloyed with the gold.

White colourants can be distinguished by the presence of the elements lead, zinc and barium as white lead, zinc white and lithopone.

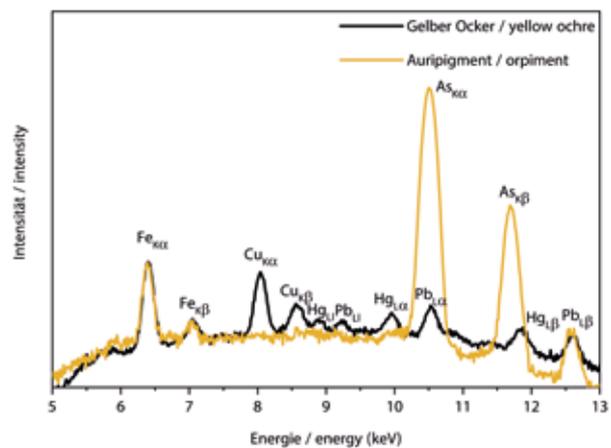


Fig. 2.3.1.3-1 Charakteristische RFA-Spektren von Chromgelb (Karte Spörer (1868), Tafel 07, siehe Fig. 2.4.3.4-2, S. 94) und Massicot (siehe Karte 3.14.2, S. 281, Feldzug), sowie 2.3.1.3-2 gelbem Ocker (siehe Karte 3.15, S. 286, *Territorium Hamburgense*) und Auripigment (Karte 4.12, S. 339, *Taiyuan*). | Characteristic XRF spectra of chrome yellow (map Spörer (1868), panel 07, see Fig. 2.4.3.4-2, p. 94) and massicot (see map 3.14.2, p. 281, Campaign), as well as 2.3.1.3-2 yellow ochre (see map 3.15, p. 286, *Territorium Hamburgense*) and orpiment (map 4.12, p. 339, *Taiyuan*).

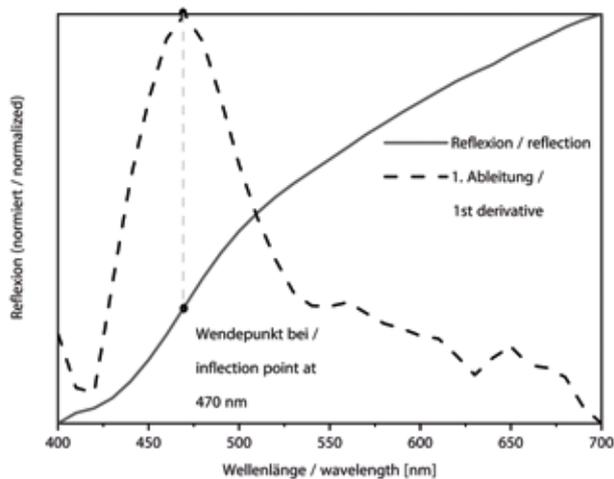


Fig. 2.3.1.3-3: VIS-Spektrum von Färberwau mit Wendepunkt bei 470 nm (siehe Karte 3.2.1, S. 154, *Germania*). | VIS spectrum of dyer's weed with inflection point at 470 nm (see map 3.2.1, p. 154, *Germania*).

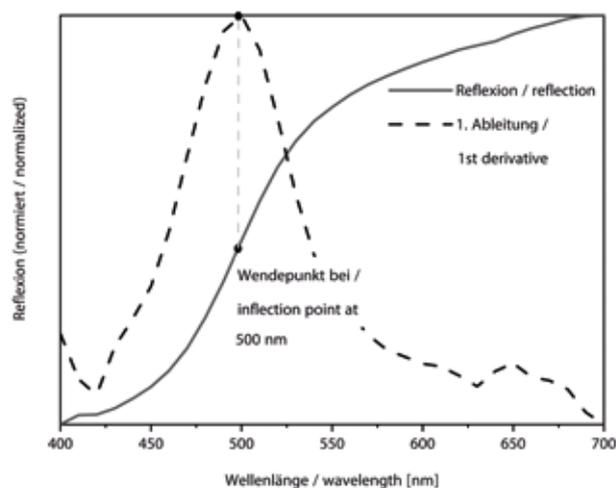


Fig. 2.3.1.3-4: VIS-Spektrum von Schüttgelb mit Wendepunkt bei 500 nm (siehe Karte 3.2.8, S. 174, *L'Afrique divisée*). | VIS spectrum of stil de grain yellow with inflection point at 500 nm (see map 3.2.8, p. 174, *L'Afrique divisée*).

2.3.1.4

Grüne Farbmittel

Bei den meisten anorganischen Grünpigmenten handelt es sich um Verbindungen des Elements Kupfer. Hierzu zählen Carbonate, Acetate, Chloride und Hydroxide. Mittels Röntgenfluoreszenzanalyse lassen sich nur die chloridhaltigen Verbindungen von den übrigen trennen. Hierzu zählt beispielsweise Atacamit ($\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$), der im asiatischen Raum u. a. als Kupfergrünpigment Verwendung fand. Malachit, ein Kupfercarbonat ($\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$) und Grünspan, ein Kupferacetat wechselnder Zusammensetzung (beispielsweise $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \times \text{H}_2\text{O}$), lassen sich nicht unterscheiden, da die Elemente Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff mit der Röntgenfluoreszenzanalyse nicht gemessen werden können. Ähnlich verhält es sich auch bei den Kupferarsenpigmenten, die eine Untergruppe der Kupfergrünpigmente darstellen: Diese künstlichen Zubereitungen, welche frühestens zu Beginn des 19. Jahrhunderts hergestellt wurden, lassen sich zwar anhand von Arsen von den vorhergenannten Kupfergrünpigmenten unterscheiden. Die Pigmente selbst allerdings, wie beispielsweise Schweinfurter Grün ($\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \times 3 \text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$) oder Scheeles Grün (CuHAsO_3), lassen sich nur durch die Struktur und die Größenverteilung der Pigmentkörner differenzieren.

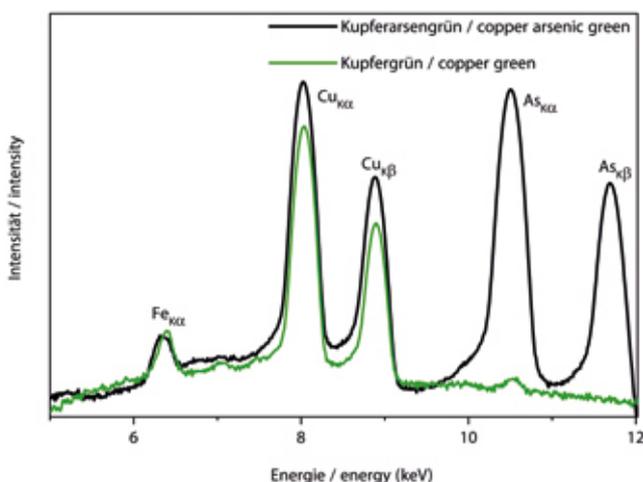


Fig. 2.3.1.4-1: RFA-Spektrum von Kupferarsengrün (*Dori-pyo*, siehe Karte 4.2, S. 298) und Kupfergrün (Janssonius, *Weltkarte*, siehe Karte 3.1.10, S. 147) in logarithmischer Darstellung. Eisen und Blei sind ebenfalls in geringen Anteilen vorhanden. | XRF spectrum of copper arsenic green (*Dori-pyo*, map 4.2, p. 298) and copper green (Janssonius, *World Map*, see map 3.1.10, p. 147) in a logarithmic representation. Small amounts of iron and lead are also present.

2.3.1.4

Green colourants

Most inorganic green pigments are compounds containing the element copper. These include carbonates, acetates, chlorides and hydroxides. Only the chloride-containing compounds can be told apart from the others with X-ray fluorescence analysis. This includes e.g. atacamite, ($\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$), which was used, among other things, as a copper green pigment in the Asiatic region. Malachite, a copper carbonate ($\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$) and verdigris, a copper acetate of variable composition (for example $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \times \text{H}_2\text{O}$) cannot be distinguished, since the elements carbon, oxygen and hydrogen are not accessible to X-ray fluorescence analysis. The same is true of the copper arsenic pigments which represent a subgroup of copper green pigments: these artificial preparations, which were produced at the earliest at the outset of the nineteenth century, can be, based on the presence of arsenic distinguished from the copper green pigments mentioned above, it is true. The pigments themselves, however, such as Paris green ($\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \times 3 \text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$) or Scheele's green (CuHAsO_3), can only be differentiated by the structure and distribution of their pigment particle sizes.

VIS spectroscopy is also not a suitable method for distinguishing copper green pigments, since even the characteristic VIS spectra of one and the same type of pigment can differ strongly due to different manufacturing processes (see Figs 2.3.1.4-2 and 2.3.1.4-3). Because of this wide variation, it is not possible to distinguish individual copper green pigments.

Material scientific methods of phase analysis such as X-ray diffractometry would normally be the method of choice to tell the copper green and copper arsenate pigments apart. Due to the fragile state of conservation of most of the maps, however, this could not be used. An exact specification was therefore not possible within the remit of this research project.

If we look at the literature published to date on the analysis of colourants in Asia and the colour scheme books for colouring maps, a certain tendency in the choice of colourants used in the respective regions becomes apparent. Verdigris is regarded as one of the earliest synthetic Chinese pigments, but it seems to have been of little importance in painting and drawing in the Asiatic region. Colour scheme

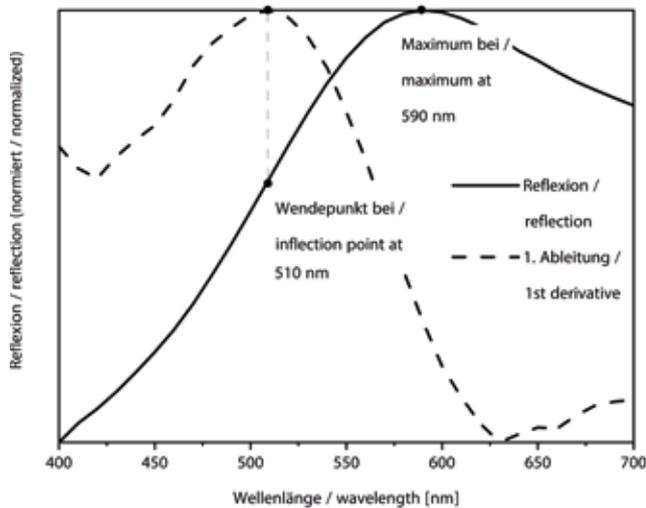


Fig. 2.3.1.4-2: VIS-Spektrum von Kupfergrün (*Teatre de la Guerre*, siehe Karte 3.1.5, S. 128). | VIS spectrum of copper green (*Teatre de la Guerre*, see map 3.1.5, p. 128).

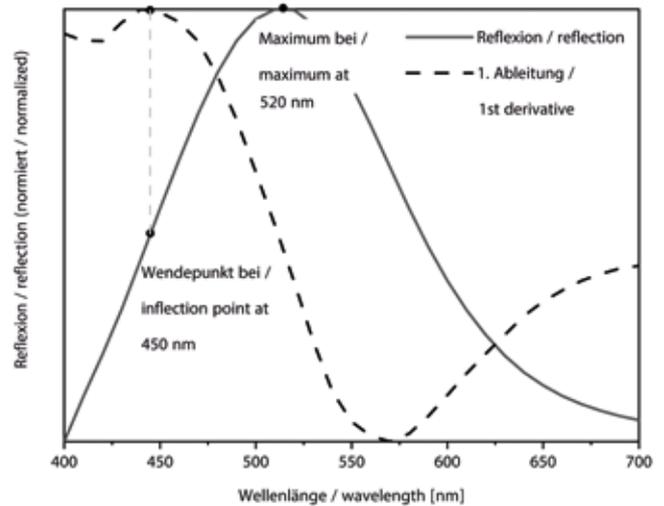


Fig. 2.3.1.4-3: VIS-Spektrum von Kupfergrün (*L'Afrique divisée*, siehe Karte 3.2.8, S. 174). | VIS spectrum of copper green (*L'Afrique divisée*, see map 3.2.8, p. 174).

Auch die VIS-Spektroskopie ist keine geeignete Methode zur Unterscheidung von Kupfergrün-Pigmenten, da sich die charakteristischen VIS-Spektren bereits einer Pigmentsorte aufgrund von verschiedenen Herstellungsprozessen stark unterscheiden können (siehe 2.3.1.4-2 und 2.3.1.4-3). Aufgrund dieser starken Streuung ist es nicht möglich, einzelne Kupfergrün-Pigmente zu unterscheiden.

Materialwissenschaftliche Verfahren zur Phasenanalyse wie die Röntgendiffraktometrie wären üblicherweise die Methoden der Wahl, um die Kupfergrün- und Kupferarsenpigmente zu differenzieren. Aufgrund des fragilen Erhaltungszustandes der meisten Karten konnten diese jedoch nicht zur Anwendung kommen. Eine genaue Spezifizierung war daher im Rahmen dieses Forschungsvorhabens nicht möglich.

Zieht man jedoch die bisher publizierte Literatur zu analysierten Farbmitteln in Asien und die Farbmusterbücher für die Kolorierung von Karten heran, ergibt sich eine gewisse Tendenz, welche Farbmittel jeweils in den unterschiedlichen Räumen verwendet wurden. Grünspan gilt als eines der frühesten synthetischen chinesischen Pigmente, auf Malereien und Zeichnungen scheint es im asiatischen Raum aber von geringer Bedeutung gewesen zu sein. Farbmusterbücher für Kartenkolorierungen, die in Europa angefertigt wurden, favorisieren dagegen grundsätzlich Grünspan gegenüber Malachit. Diese Vorkenntnisse haben die Autoren dieses Kataloges dazu bewogen, bei den mit Kupfergrün-Pigmenten kolorierten Teilen europäischer Karten von Grünspan sowie in Asien von Malachit auszugehen.

books for colouring maps produced in Europe, on the other hand, favour verdigris over malachite in principle. This prior knowledge therefore prompted the authors of this catalogue to assume that the copper green pigment used to colour parts of European maps was verdigris whereas in East Asia it was malachite.

2.3.2

Bindemittel

Die Kolorierungen wurden mit wasserlöslichen Bindemitteln ausgeführt. Da es sich bei den Farbmittelaufträgen um sehr dünne Schichten handelt, die auch teilweise in den Bildträger, d.h. in das Papier, eingesunken sind, können die Bindemittel nicht zerstörungsfrei, d.h. mittels Infrarotspektroskopie in diffuser Reflexion, untersucht werden. Die Probenmenge, die im Falle einer invasiven Untersuchung hätte entnommen werden müssen, hätte deutlich sichtbare Spuren hinterlassen, so dass von einer invasiven Studie Abstand gewonnen wurde. Aus diesen Gründen kann die Frage nach den verwendeten Bindemitteln nicht durch eine analytische Studie, sondern nur anhand bereits publizierter Daten theoretisch beantwortet werden.

In Europa gibt es eine lange Tradition der mittelalterlichen Buchmalerei, deren kunsttechnologische Traktate sich bis in die Neuzeit verfolgen lassen. Als wasserlösliche Bindemittel sind grundsätzlich *Gummi arabicum*, aber auch tierischer Proteinleim und Eikläre sowie Mischungen aus Eikläre und *Gummi arabicum* genannt. In seinem Illuminierbuch von 1549 beschreibt Valentin Boltz von Ruffach detailliert, welche Farbmittel mit *Gummi arabicum* zu mischen sind, und stellt eine Liste von Pigmenten zusammen, die „den *Gummi arabicum* nit wol dulden [mögen], dass sy bläyen sich darab vnd gond nit von stat“¹³ und daher nur mit Leim zu verwenden sind. Folgerichtig findet sich auch in Farbmusterbüchern zur Kolorierung von Karten die Anweisung, die Farben mit Gummi (*arabicum*) oder Leim anzurühren.

In Asien wurde traditionell mit Tusche gezeichnet. Meist wurde auf Farbe verzichtet und nur schwarze Tusche aus Fichtenruß als Pigment und tierische Leime als Bindemittel verwendet.

Gummi arabicum wird aus dem wasserlöslichen Baumharz der Akazie gewonnen. Das Material besteht aus farblosen bis braunen, matten, spröden Stücken mit glänzendem Bruch, die sich in warmem Wasser zu einer klaren, zähen, klebrigen und schwach sauer reagierenden Flüssigkeit auflösen. Daneben gibt es weitere Pflanzengummen (wie Kirsch-, Aprikosen-,

¹³ „die sich mit dem *Gummi arabicum* nicht vertragen, so dass sie die Farbe verändern und sich zersetzen“

2.3.2

Binders

Colourings were executed using water-soluble binders. Since the colourants were applied in very thin layers, which in some cases also soaked into the picture base, i.e. the paper, the binders cannot be investigated non-destructively, that is, using infrared spectroscopy in diffuse reflection. The sample quantity which would need to have been removed for an invasive analysis would have left clearly visible traces, so that the idea of an invasive study was abandoned. For these reasons, the question of which binders were used cannot be answered by an analytical study, but only theoretically on the basis of already published data.

In Europe there is a long tradition of mediaeval book illumination, and treatises on the artistic techniques used can be tracked up to modern times. The water-soluble binders mentioned in these are basically gum arabic, but also glue from animal protein and egg white, as well as mixtures of egg white and gum arabic or also protein glue and egg white. In his illumination manual of 1549, Valentin Boltz von Ruffach describes in detail which colourants should be mixed with gum arabic and draws up a list of pigments which ‘den *Gummi arabicum* nit wol dulden [mögen], dass sy bläyen sich darab vnd gond nit von stat’¹³, and should therefore only be used with glue. In accordance with this, the colour scheme books on map colouring advise mixing the colours with either gum (arabic) or glue.

In Asia, the traditional method of drawing was with ink. In most cases colour was not used and only black ink made from pine soot as a pigment and animal glues were used as binders.

Gum arabic is extracted from the water-soluble resin of the acacia tree. The material consists of colourless to brown dull, brittle chunks which have a shiny surface when broken apart, and dissolve in warm water into a clear, viscous, sticky fluid with a weakly acidic reaction. Besides this, there are also other vegetable gums (e.g. cherry, apricot, plum gum) with similar solubility behaviour. Chemically, the gums are polysaccharides.

The main constituent of animal glues on an aqueous basis is gelatine. This is obtained from animal hide, bones

¹³ ‘which do not go well with gum arabic, so that they cause discolouration and degenerate.’

Pflaumengummi) mit ähnlichem Lösungsverhalten. Die Gummien zählen chemisch zu den Polysacchariden.

Der Hauptbestandteil tierischer Leime auf wässriger Basis ist Gelatine. Diese wird aus tierischer Haut, Knochen und Knorpeln hergestellt (Kollagene quellen und lösen sich schließlich auf); je nach Ausgangsmaterialien werden Knochenleim, Hautleim, Lederleim, Pergamentleim, Fischleim oder Hasenleim unterschieden. Chemisch gesehen handelt es sich um ein Polypeptid.

2.3.3

Trägermaterialien

Der überwiegende Teil der hier gezeigten Karten wurde auf Papier gedruckt und anschließend handkoloriert oder – wie im Falle der Manuskriptkarten – handgezeichnet und dann koloriert. Bei einigen Exemplaren aus dem ostasiatischen Raum dient Seide als Trägermaterial. Die Geschichte des Papiers ist bereits ausgiebig in der Forschung behandelt worden, weshalb an dieser Stelle nur ein paar grundlegende Unterschiede der Papierproduktion Ostasiens und Europas thematisiert werden.

Als Wiege der Papierherstellung gilt gemeinhin China, schließlich wurde der Werkstoff im 2. Jahrhundert v. Chr. während der Han-Dynastie eingeführt. Von China aus gelangten die Kenntnisse des Papierschöpfens nach Korea. Hier wurde ab dem 6. Jahrhundert n. Chr. mit der Herstellung von Papier aus Hanf, Rattan, Maulbeerbast, Bambus, Reisstroh und Seetang begonnen. Auch in Japan breitete sich das Wissen, aus pflanzlichen Rohstoffen – vorzugsweise aus den frischen Bastfasern des Maulbeerbaumes – Papier herzustellen, schnell aus. Erst das Papier aus Holzschliff verdrängte die traditionellen Werkstoffe.

Im Gegensatz zu europäischen Papieren besitzen asiatische Papiere keine Wasserzeichen. Aufgrund der Verwendung von Eingussieben oder Rollsieben ist es nicht möglich, feste Wasserzeichenformen zu befestigen. Weiterhin führt die Verwendung unterschiedlicher Schöpfsiebe zu unterschiedlichen Strukturen. Die europäischen Papiersiebe sind aus Draht und starr, die asiatischen aus gespleißten Bambusstängeln, die per Fadenbindung miteinander verwunden sind. Diese Stängel sind jeweils ca. 10 bis 20 cm lang, dann schließt sich stirnseitig der nächste Bambusstängel an. Dieser sorgt für die Ausbildung einer „Kettlinie“. Dort, wo die zwei Kettlinien so eng zusammenstehen, entsteht eine Stoßstelle, die charakteristisch für asiatische Papiere ist.

and cartilage (collagens swell up and eventually dissolve); depending on the raw materials, a distinction is made between bone glue, hide glue, leather glue, parchment glue, fish glue or rabbit-skin glue. In chemical terms it is a polypeptide.

2.3.3

Writing supports

The majority of the maps shown here were printed on paper and subsequently coloured by hand or – as in the case of the manuscript maps – drawn by hand and then coloured. Some of the examples from the Asiatic region have silk as supports. The history of paper has already been extensively covered in research, so that we will only address a few of the basic differences between papermaking in East Asia and Europe here.

China is widely regarded as being the cradle of papermaking, after all, the material was introduced under the Han Dynasty in the second century BCE. The knowledge of how to make paper came from China to Korea. The manufacture of paper from hemp, rattan, mulberry bast, rice straw and seaweed began there from the sixth century CE on. In Japan, too, the knowledge of papermaking from vegetable raw materials – primarily from fresh bast fibres of the mulberry tree - quickly spread. The traditional materials were only supplanted when paper began to be made from wood pulp.

In contrast to European paper, Asian paper has no watermarks. Due to the use of inlet strainers or roll screen filters, it is not possible to attach a fixed watermark design. Moreover, the use of different skimming screens results in different structures. The paper screens used in Europe are made of wire and are rigid, whereas the Asian screens are made of spliced bamboo stems wound together and fastened with thread. These stems are some 10 to 20 cm long in each case, connected at the front to the next bamboo stem. This ensures that a ‘warp line’ is formed. Where the two warp lines lie so close together, this gives rise to a discontinuity, which is typical for Asian paper.

Asian paper was predominantly made from plant-based raw materials, not from rags as was common in Europe. Thus

Asiatische Papiere wurden überwiegend direkt aus pflanzlichen Rohstoffen und nicht aus Lumpen hergestellt, wie es in Europa üblich war. So war der Hauptrohstoff in Japan *kozo* (vergleichbar mit dem koreanischen *dak* und dem chinesischen 构树 *gou shu*) aus der Pflanzengattung des Papiermaulbeerbaumes. Daneben fanden weitere Rohstoffe, wie *mitsumata*, *manila*, *gampi* etc., Anwendung. Bei der Herstellung von Japanpapieren wird beispielsweise ein Extrakt, eine Art „Schleim“ von der Wurzel der Noripflanze, zugesetzt. Hierdurch können die Bogen auf Bogen abgegauscht werden.¹⁴ Bei europäischen Papieren ist dies nicht möglich. Asiatische Papiere sind in der Regel ungeleimt.

Ein letzter Unterschied liegt in der Schichtdicke der Papiere. Aufgrund der Herstellungstechnologie und der verwendeten Rohstoffe können asiatische Papiere hergestellt werden, die viel dünner sind als europäische Papiere. Dies liegt an den viel längeren Rohfasern, anhand derer die für die Blattstruktur notwendigen Faserkreuzungspunkte viel weiter auseinandergelegt werden können.

Der Beginn der Herstellung von europäischem Papier lässt sich in das frühe 13. Jahrhundert datieren, als in weiten Teilen Europas Papiermühlen entstanden, um den neuen Werkstoff selbst herzustellen und nicht mehr zu importieren. Schon gegen Ende des Jahrhunderts werden mit dem sogenannten *Fabriano*-Papier Innovationen eingeführt: Das neue Papier zeigt eine feinere Faserung, bedingt durch eine maschinelle Zertrennung (Mazerisierung) der Lumpen, d.h. der Rohstoffe, die seit dem Mittelalter bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts für die Papierherstellung verwendet wurden. Die Papiere sind nicht mehr – so wie arabische Papiere – mit Stärkekleister geleimt, sondern mit tierischer Gelatine, was die Festigkeit erhöht. Die wichtigste Innovation betrifft jedoch die Einführung der Wasserzeichen, dem Kennzeichen der Papiermacher und Papiermühlen. Diese – und die damit verbundene Papierstruktur – geben nach wie vor wichtige Hinweise für die Datierung und Provenienz von Papierqualitäten.

Viele technologische Fortschritte waren dem Wunsch nach Verbesserung der Papierqualität geschuldet, wie beispielsweise 1673/74 die Einführung einer Maschine, die

the principal raw material in Japan was *kozo* (comparable to the Korean *dak* and the Chinese 构树 *gou shu*) a species of paper mulberry. Besides this, other raw materials such as *mitsumata*, *manila*, *gampi* etc. were also used. When making Japanese paper, for instance, an extract, a sort of ‘slime’ from the root of the nori plant is added. This enables the paper to be couched sheet for sheet.¹⁴ This is not possible with European paper. Asian paper is generally unsized.

One last difference is the thickness of the layers in the paper. Due to the papermaking technique and the raw materials used, Asian paper can be manufactured in a much thinner quality than European paper. This is due to the much longer raw fibres, which make it possible to place the fibre intersection points, which are necessary for the structural stability of the sheet, much farther apart.

The beginning of papermaking in Europe can be dated to the early thirteenth century, when paper mills were set up in many parts of Europe in order to manufacture the new material domestically and obviate the need to import it. Innovations were already introduced towards the end of the century with so-called *Fabriano* paper: the new paper had a finer-grained texture due to the mechanical shredding (maceration) of the rags, i.e. the raw material which was used in papermaking from the Middle Ages up to the mid-nineteenth century. The paper is no longer – like Arabic paper – sized using starch paste, but with animal gelatine, which increases its rigidity. The most important innovation, though, was the introduction of watermarks, the ‘trademark’ of the papermakers and paper mills. These – and the structure of the paper which went with it – are and continue to be important clues when dating and determining the provenance of paper qualities.

Many technical advances were the result of the wish to improve paper quality, such as for instance the introduction of a machine which improved the maceration of the rags (textile fibres) in 1673/74, known as a beater or rag machine (*Holländer*). The perpetual scarcity of raw materials was the second motive to optimize manufacturing with ever new methods. These included, at the end of the eighteenth century, methods of chlorine bleaching which enabled even heavily dyed textiles to be used as raw material. It was only the invention by Friedrich Gottlob Keller in 1843 of a

¹⁴ Asiatische Papiere können, noch nicht getrocknet, Blatt auf Blatt gelegt werden – ohne zu verkleben. Dies geht mit europäischen Papieren nicht. Gauschen bezeichnet dabei „das Papier mit einer zügigen, rollenden Bewegung vom Sieb auf den Filz zu übertragen“.

¹⁴ Asian paper can be laid one sheet upon the other without sticking together even when it is not yet dried. This is not possible with European paper. ‘Couching’ means here ‘transferring the paper with a swift rolling movement from the screen to the felt couch to drain’.



Fig. 2.3.3-1: Durchlichtaufnahme ostasiatischen Papiers. | Backlight image of East Asian paper.



Fig. 2.3.3-2: Durchlichtaufnahme europäischen Papiers. | Backlight image of European paper.

als „Holländer“ bezeichnet wurde, die die Mazerisierung der Hadern (Textilfasern) verbesserte. Die ständige Rohstoffknappheit war das zweite Motiv, die Produktion mit immer neuen Verfahren zu optimieren. Hierzu zählten Ende des 18. Jahrhunderts Chlorbleichverfahren, die es ermöglichten, auch stark gefärbte Textilien als Rohstoffe zu verwenden. Erst die Erfindung Friedrich Gottlob Kellers 1843 zur Herstellung von Papier aus Holzschliff läutete eine neue Ära in der europäischen Papierproduktion ein.

Die klassischen Hadernpapiere sind neben den Wasserzeichen durch ihre typische Rippenstruktur gekennzeichnet, die sich auf das verwendete Schöpfsieb zurückführen lässt. Ab Mitte des 18. Jahrhunderts etablieren sich Papiere, deren Schöpfsiebe keine Kett- und Rippdrähte mehr, sondern ein gewebtes Drahtsieb enthalten. Die daraus resultierenden Velinpapiere weisen eine gleichmäßigere Oberfläche auf, sie sind besser für Tiefdruckverfahren geeignet, und ab etwa den 1780ern lassen sich Drucke auf Velinpapier nachweisen. Die Technologie setzt sich jedoch nur uneinheitlich durch, fortan existieren beide Typen nebeneinander.

technique for making paper from wood pulp which heralded a new era in European papermaking.

Classical rag paper is characterized, apart from watermarks, by its typical ridge structure, which derives from the skimming screen used. In the middle of the eighteenth century papers came in use which were made with a skimming screen containing a sieve of wire mesh instead of warp and rib wires. The wove paper produced in this way has a smoother surface and is better suited to rotogravure (intaglio) printing techniques. Printing on wove paper is documented from about the 1780s. Adoption of the technology was scrappy, however, so that henceforth both techniques existed alongside one another.

Oliver Hahn, Peter Zietlow

LITERATURHINWEISE / REFERENCES:

Franke 1962; Goedings 1989; Jixing 2011; Kogou et al. 2016; Roosen-Runge 1988; Rückert et al. 2009, Stillo 2016; Tscudin 2007; von Ruffach 1993; Yu 1988.

2.4

Farbmittel

2.4.1

Rote Farbmittel

Zinnober, Mennige, roter Ocker, Krapp und Karmin sind die bedeutendsten historischen roten Farbmittel. Mit Ausnahme des Färberkrapps, der nur auf wenigen europäischen Karten identifiziert werden konnte, wurden diese Farbmittel sowohl auf den ostasiatischen wie auf den europäischen Karten verwendet. Das häufigste Rotpigment war sowohl in Ostasien als auch in Europa über den gesamten betrachteten Zeitraum (etwa 16. bis spätes 19. Jahrhundert) und unter Berücksichtigung der jeweiligen Kartenauswahl Zinnober. Zu vermuten ist, dass sowohl in Europa als auch in Ostasien vereinzelt rötlich-violette Flechtenfarbstoffe wie Orseille genutzt wurden.

2.4.1.1

Zinnober



Fig. 2.4.1.1-1: Cinnabarit auf Dolomit, Hunan, China | Cinnabar on dolomite, Hunan, China

Cinnabarit (HgS) auf Dolomit | Cinnabar (HgS) on dolomite

Englisch: vermilion, cinnabar | English: vermilion, cinnabar

Chinesisch: *zhu sha* 朱砂 | Chinese: *zhu sha* 朱砂

Maße 14 x 11 x 9 cm | dimensions 14 x 11 x 9 cm

Mineralogisches Museum Hamburg | Mineralogical Museum Hamburg

2.4

Colourants

2.4.1

Red colourants

Vermilion, minium, red ochre, madder and carmine are the most important historically used red colourants. With the exception of dyer's madder, which was only identified on a few European maps, these pigments were used both on the East Asian and the European maps. The red pigment most commonly found in East Asia as well as in Europe over the entire period investigated (from c. sixteenth to the late nineteenth centuries), taking into account the selection of maps examined, was vermilion. It may be assumed that both in Europe and in East Asia, reddish-mauve dyes extracted from lichens such as orchil were also occasionally used.

2.4.1.1

Vermilion

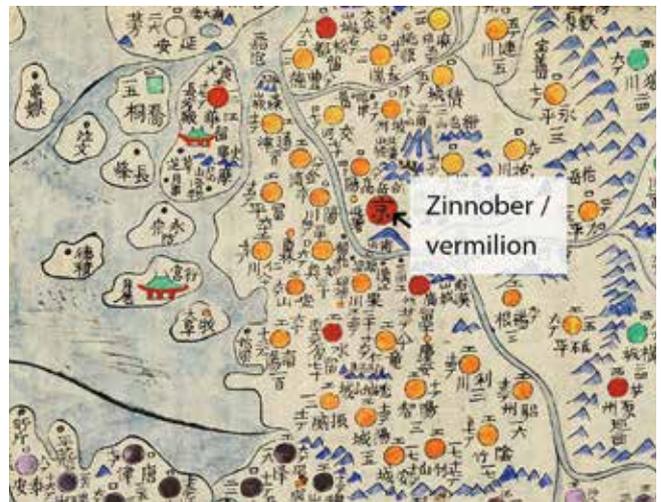


Fig. 2.4.1.1-2: Kartenausschnitt *Dori-pyo* (siehe Karte 4.2, S. 298), Ausschnitt zeigt die Verwendung von Zinnober. | Map cutout *Dori-pyo* (see map 4.2, p. 298), the detail shows the use of vermilion.

Zinnober (griechisch κιννάβαρι „Drachenblut“) ergibt einen kräftigen Farbton, der bei feinkörniger Mahlung in Orange übergeht. In Ostasien sind seit langer Zeit zahlreiche natürliche Vorkommen bekannt, unter anderem in den südlichen chinesischen Provinzen Hunan und Guizhou (Shang Dynastie 1600 – 1050 v. Chr.). In Europa gab es in Almadén, Spanien, und Idrija, Slowenien, bedeutende Lagerstätten, die heute als Weltkulturerbe dokumentiert sind. In diesen Minen wurde das Mineral Cinnabarit abgebaut. Dieses konnte selbst als Pigment verwendet werden, ist jedoch auch das Hauptquecksilbererz. Durch die Zugabe von Schwefel kann reines Quecksilber wiederum zu synthetischem Zinnober verarbeitet werden. Dieser weist aufgrund der Abwesenheit von Verunreinigungen eine höhere UV-Beständigkeit auf als das mineralische Farbmittel. Sowohl auf den untersuchten ostasiatischen als auch auf den europäischen Karten ist Zinnober das häufigste Rotpigment. Amsterdam war seit Anfang des 17. Jahrhunderts das Zentrum für die Zinnoberherstellung in Europa. Der Kaufmann Jean Deutz van Assendelft (1618–1673) hielt das Monopol auf den Quecksilberhandel mit der Habsburgermonarchie. Wegen der mit der Produktion verbundenen Brandgefahr durfte das Pigment allerdings nicht innerhalb des Stadtgebietes hergestellt werden. Aufgrund der Farbmühlen war es in den Niederlanden möglich, Zinnober mit sehr feiner Körnung herzustellen. Erst 1770 wurde die Produktion nach Österreich verlagert, wodurch die Amsterdamer Herstellungsstätten an Bedeutung verloren.

Vermilion or cinnabar (Greek κιννάβαρι ‘dragon’s blood’) gives a vivid red colour, graduating into orange when it is ground into a more fine-grained texture. In East Asia, its occurrence in numerous natural deposits has long been known, among other locations in the South Chinese provinces of Hunan and Guizhou (Shang Dynasty 1600 – 1050 BCE). In Europe, there were major deposits in Almadén in Spain and Idrija in Slovenia, both documented as world heritage sites today. The mineral cinnabar was mined in these quarries. This could be used as a pigment in itself, but is also the principal mercury ore. Pure mercury can in turn be processed into synthetic vermilion by adding sulphur. Due to the absence of impurities, this has greater UV stability than the mineral pigment. Vermilion is the red pigment most often found on both the East Asian and European maps examined. Amsterdam was the centre of vermilion production in Europe from the beginning of the seventeenth century onwards. The merchant Jean Deutz van Assendelft (1618–1673) held the monopoly for mercury trading from the Habsburg monarchy. It was forbidden to produce the pigment within the bounds of the city, however, due to the fire hazard associated with the production process. Because of the paint mills, it was possible in the Netherlands to produce extremely fine-grained vermilion. Only in 1770 was the production relocated to Austria, which led to the decline of the Amsterdam production sites.

LITERATURHINWEISE / REFERENCES

N.N. 1766, p. 7, Art XX; Baptista-Salazar and Biester 2019; Dickson / Sperling 1971, 307f.; Franquelo and Perez-Rodriguez 2016; Golas 1999; Homburg 1993, 160; Hunt-Ortiz et al. 2011, 3–13; Jones 2013, 3136–38; Kesler 1927; Resenberg 2005; van Schendel 1972, 70–82.

2.4.1.2

Mennige



Fig. 2.4.1.2-1: Bleibarren | Lead ingots

Rohstoff des Pigments Mennige (Pb_3O_4) | the raw material for minium (Pb_3O_4)

Englisch: minium, red lead | English: minium or red lead

Chinesisch: *qian dan* 铅丹 | Chinese: *qian dan* 铅丹

Maße 10,5 x 3,5 x 2 cm | dimension: 10,5 x 3,5 x 2 cm

Universität Hamburg | Universität Hamburg

Mennige wird durch Brennen von Bleiweiß hergestellt. Seine Synthetisierung ist in China spätestens seit der Han-Dynastie (206 v. Chr. – 220 n. Chr.) sowie in Europa seit der Antike bekannt. Das im Gestein vorkommende Mineral Minium gleicher Zusammensetzung spielte als Pigment keine Rolle, da es nicht in ausreichenden Mengen vorkommt. Mennige hat einen charakteristischen orangeroten Farbton, konnte allerdings durch Beimischungen in seiner Farbkraft variiert werden. Oft wurde es als kostengünstigeres Pigment dem hochwertigen Zinnober beigemischt. Mennige hat zwar eine gute Deckkraft, kann sich mit der Zeit aber dunkel verfärben, wenn es über Jahrhunderte Licht ausgesetzt ist, wie beispielsweise von den zentralasiatischen Wandmalereien von Dunhuang bekannt. Auf den untersuchten Karten tritt Mennige häufig auf: Dabei wurde es mit Zinnober gemischt (bspw. Braun/Hogenberg, *Krakau*, siehe Karte 3.1.9, S. 143 und *Bankoku sōzu Jinbutsuzu*, siehe Karte 4.8, S. 323), oder als eigenständiges Pigment (bspw. *Daedongyeojido*, siehe Karte 4.1.2, S. 291; Breydenbach, *Jerusalem*, siehe Karte 3.1.11, S. 150) aufgetragen. Während es heute durch die

2.4.1.2

Minium

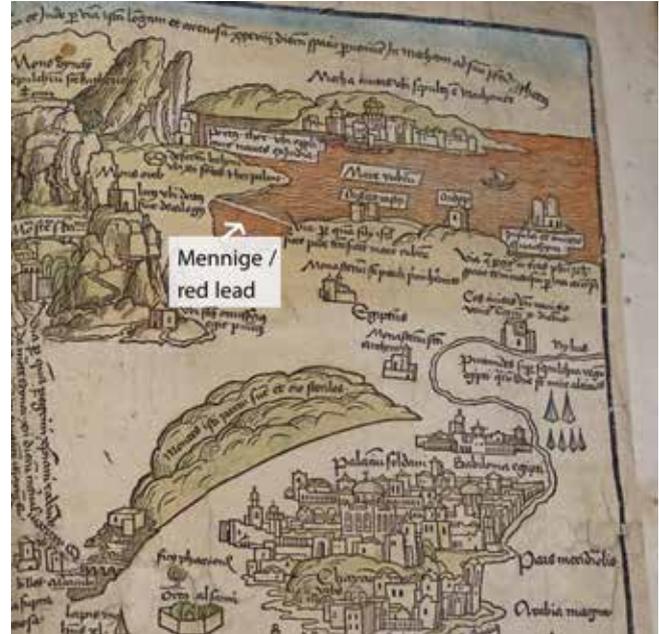


Fig. 2.4.1.2-2: Kartenausschnitt Breydenbach, *Jerusalem* (siehe Karte 3.1.11, S. 150), Ausschnitt zeigt die Verwendung von Mennige. | Map cutout Breydenbach, *Jerusalem* (see map 3.1.11, p. 150), the detail shows the use of minium.

Minium is produced by roasting white lead. The method of synthesizing it has been known in China at least since the Han Dynasty (206 BCE–220 CE) and in Europe since Classical Antiquity. The mineral minium of identical composition, which occurs in rocks, played no role as a pigment, since it is not present in sufficient quantities. Minium has a characteristic orange-red hue, but the intensity of the colour could be varied by adding admixtures of other substances. Being a cheaper pigment, it was often added to the higher-quality vermilion. While minium has a good opacity, it may darken over time if it is exposed to light over centuries, as is known for example from the Central Asian wall paintings of Dunhuang. Minium is often found on the maps investigated: there it is often applied mixed with vermilion (e.g. Braun/Hogenberg, *Kraków*, see map 3.1.9, p. 143 and *Bankoku sōzu Jinbutsuzu*, see map 4.8, p. 323), or as a pigment in its own right (e.g. *Daedongyeojido*, see map 4.1.2, p. 291; Breydenbach, *Jerusalem* see map 3.1.11, p. 150). Whereas it is possible to distinguish minium unambiguously from vermilion with today's scientific methods, minium (red

naturwissenschaftlichen Methoden möglich ist, Mennige von Zinnober zu unterscheiden, waren im älteren deutschen Sprachgebrauch Mennige und Zinnober oftmals verwechselt worden.

In europäischen Kartenkolorierungsbüchern taucht Mennige immer auf und auch in chinesischen Malereihandbüchern wird es als Standardfarbmittel erwähnt.

lead) and vermilion (cinnabar) were often confused in older German texts.

Minium always features in European books on map colouring and is also mentioned as a standard colourant in Chinese painting manuals.

LITERATURHINWEISE | REFERENCES

Gettens and Stout 1966; Jones 2013, 1868–1870; Needham et al. 1974; West FitzHugh 1986.

2.4.1.3

Roter Ocker



Fig. 2.4.1.3-1: Hämatit, Egremont, UK | Haematite, Egremont, UK
Hauptbestandteil des Pigments Roter Ocker (Fe_2O_3) | principal constituent of the pigment red ochre (Fe_2O_3)

Englisch: red ochre | English: red ochre

Chinesisch: *chi shi zhi* 赤石脂 | Chinese: *chi shi zhi* 赤石脂

Maße 9 x 6 x 4 cm | dimensions 9 x 6 x 4 cm

Mineralogisches Museum Hamburg | Mineralogical Museum Hamburg

Roter Ocker oder Rötel wurde seit prähistorischer Zeit verwendet. Sein altsteinzeitlicher Gebrauch wurde in Höhlenmalereien sowie auf Alltags- und Ritualgegenständen nachgewiesen. Auch bei Körperbemalungen kam er zum

2.4.1.3

Red ochre

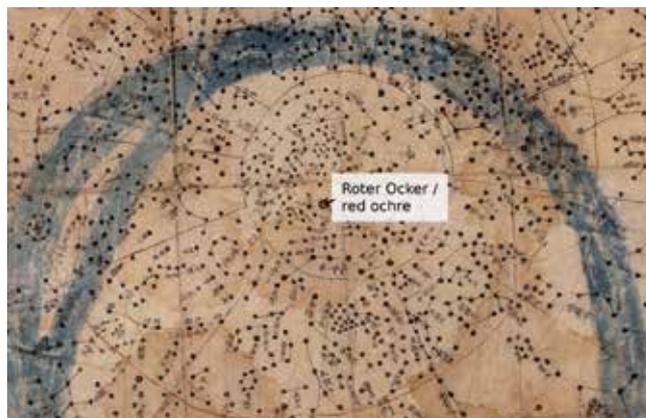


Fig. 2.4.1.3-2: Kartenausschnitt *Cheonsang Yeolchabunyajido* (siehe Karte 4.13, S. 342), Ausschnitt zeigt die Verwendung von Rotem Ocker. | Map cutout *Cheonsang Yeolchabunyajido* (see map 4.13, p. 342), the detail shows the use of red ochre.

Red ochre, raddle or red limestone has been used since prehistoric times. Its use in the Palaeolithic has been identified on cave paintings as well as on everyday and ritual objects. It was also used as body paint. Its widespread occurrence, ease of processing and the intensity of colour contributed to this early use. Raddle has a high content of haematite with clay minerals, proportions of 95 % haematite are given for high-quality red ochre. Deposits are often found in sedimentary formations, but can also be volcanic in origin.

Einsatz. Seine weite Verbreitung, die leichte Verarbeitbarkeit und die Farbintensität haben zu dieser frühen Verwendung beigetragen. Rötel besteht zu einem hohen Anteil aus Hämatit mit Tonmineralen, für hochwertigen roten Ocker werden Hämatit-Anteile von 95 % angegeben. Fundstätten sind häufig sedimentäre Ablagerungen, können aber auch vulkanischen Ursprungs sein. Roter Ocker wurde nur auf einzelnen ostasiatischen und europäischen Karten der beiden Sammlungen verwendet, so zum Beispiel auf der Karte *Territorium Hamburgense* (siehe Karte 3.15, S. 286) und der koreanischen *Cheonsang Yeolchabunyajido* (siehe Karte 4.13, S. 342). Wie die anderen Ockertöne ist er wegen seiner hohen Deckkraft nicht gut für lasierende Kolorierungen von Karten geeignet, da dadurch die durch die Druckvorlage vorgegebenen Linien verdeckt werden könnten.

In europäischen Kartenkolorierungsbüchern taucht Roter Ocker stets als Pigment auf, ebenso in chinesischen Malereihandbüchern.

Red ochre was only used on individual East Asian and European maps in the two collections, so for example on the map *Territorium Hamburgense* (see map 3.15, p. 286) and the Korean *Cheonsang Yeolchabunyajido* (see map 4.13, p. 342). Like the other ochre colour tones, it is not very well suited for obtaining a glaze finish on maps due to its high covering opacity, since this may obscure the lines pre-defined on the printing template.

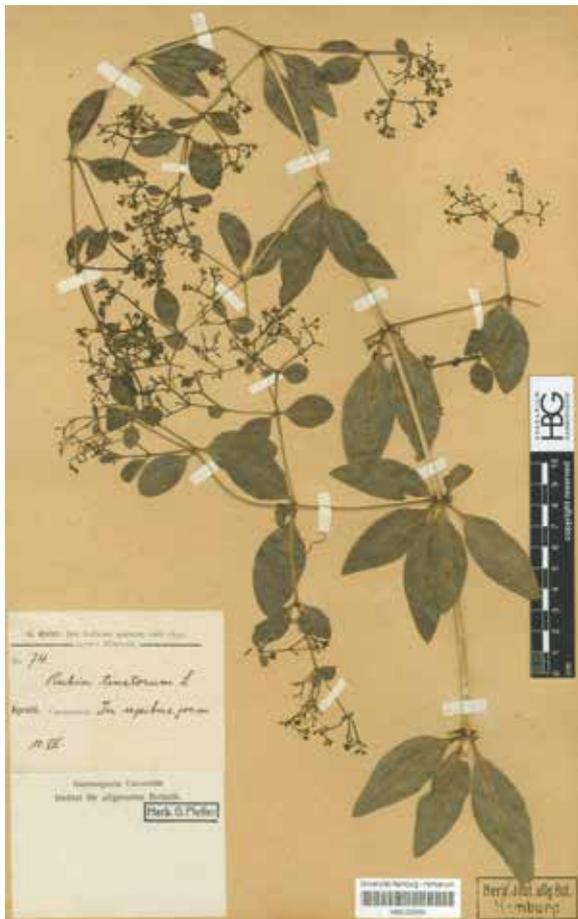
Red ochre is always mentioned as a pigment in European books on the colouration of maps, just as it is in Chinese painting manuals.

LITERATURHINWEISE / REFERENCES

Gettens and Stout 1966; Marshak 1981; Pitarch Marti et al. 2017.

2.4.1.4

Krapp



Die Wurzel des Färberkrapps enthält den roten Pflanzenfarbstoff Alizarin. Färberkrapp wurde von Vorderasien bis nach Europa als Färberpflanze angebaut und hauptsächlich zum Färben von Textilfasern verwendet. Bereits von griechisch-römischen Autoren als *rubia* erwähnt, war er in Europa neben der Textilfärberei besonders in der Buch- und Tafelmalerei in Gebrauch. In der Textilfärberei war Krapp in der Zeit von 1600 bis 1850 das Standardfärbemittel und setzte sich in Manufakturen durch die Übernahme eines im Osmanischen Reich entwickelten stufenweisen Prozesses, der sogenannten „Türkischrotfärberei“, durch. Mit dem Farbstoff kann mit Alaunsalz in alkalischer Lösung ein als Krapplack bezeichnetes Pigment erzeugt werden. Im Vergleich zu anderen Pflanzenfarbstoffen ist Alizarin sehr lichtecht. Krapplack wurde mit hoher Wahrscheinlichkeit auf mehreren in unserem Projekt untersuchten europäischen

2.4.1.4

Madder



Fig. 2.4.1.4-2: Kartenausschnitt Janssonius, *Weltkarte* (siehe Karte 3.1.10, S. 147), Ausschnitt zeigt die Verwendung von Krapp. | Map cutout Janssonius, *World Map* (see map 3.1.10, p. 147), the detail shows the use of madder.

Links | Left: Fig. 2.4.1.4-1: *Rubia tinctorum* | *Rubia tinctorum*

die Wurzel der Pflanze ist Rohstoff des Farbmittels Färberkrapp (Anthrachinon) | the root of the plant is the raw material for the pigment dyer's madder (anthraquinone)
Englisch: dyer's madder | English: dyer's madder

Chinesisch: *ran se qian cao* 染色茜草 | Chinese: *ran se qian cao* 染色茜草
Maße 20 x 30 cm | dimensions 20 x 30 cm

Herbarium Hamburgense | Herbarium Hamburgense

The root of dyer's madder contains the red plant pigment alizarin. Dyer's madder was cultivated across the Middle East and as far as Europe and mainly used for dyeing textiles. In fact, it is already mentioned by Graeco-Roman authors as *rubia*, and has been used in Europe, besides for dyeing textiles, in particular in book illumination and panel painting. Madder was the standard dye used in colouring textiles in the period from 1600 till 1850 and established its superiority in manufactories through the adoption of a stepwise process developed in the Ottoman Empire and known as 'Turkish red dyeing'. With this pigment, a dye called madder lake can be obtained with potash alum salts in an alkaline solution. Alizarin is very lightfast compared to other plant dyes. Madder lake was used with a high degree of probability on several of the European maps examined in our project (Breydenbach, *Jerusalem*, see map 3.1.11, S. 150 und Janssonius, *World*

Karten benutzt (Breydenbach, *Jerusalem*, siehe Karte 3.1.11, S. 150 und Janssonius, *Weltkarte*, siehe Karte 3.1.10, S. 147), jedoch auf keiner der untersuchten ostasiatischen Karten.

Map, see map 3.1.10, p. 147), but was not found on any of the East Asian maps analyzed.

LITERATURHINWEISE / REFERENCES

Gettens and Stout 1966; Jones 2013, 1013–1015; Schweppe and Winter 1997.

2.4.1.5

Karmin



Fig. 2.4.1.5-1: Schildlaus *porphyrophora hamelii* | Scale insect *Porphyrophora hamelii*

der Körper der Schildlaus ist Rohstoff des Farbstoffs Karmin (Anthrachinonderivat) | the body of the scale insect is the raw material for the pigment carmine (an anthraquinone derivate)

Englisch: carmine or cochineal | English: carmine or cochineal

Chinesisch: *yan zhi hong* 胭脂红, *shen hong* 深红 | Chinese: *yan zhi hong* 胭脂红, *shen hong* 深红

Maße: ca. 10–12 mm | dimensions: c.10–12 mm

wikimedia | wikimedia

2.4.1.5

Carmine



Fig. 2.4.1.5-2: Kartenausschnitt *Tianxia yutu* (siehe Karte 4.3, S. 302), Ausschnitt zeigt die Verwendung von Karmin. | Map cutout *Tianxia yutu* (see map 4.3, p. 302), detail shows the use of carmine.

Carmine was extracted from scale insects of the genera *Dactylopius* (in America) and *Porphyrophora* (in Asia and Europe). The female insects store the pigment carmine in their bodies as a defensive mechanism against predatory insects. The colouration comes especially from carmine itself as well as from Kermes acid, which is also secreted in different proportions by various species of scale insects. To obtain the pigment, the insects are killed and afterwards dried. The dye is then extracted from the insects in an alkaline solution. Since the sixteenth century, ‘cochineal’, which gives a more intensive colour tone, was imported from Mexico, and this gradually displaced the pigment kermes, extracted from indigenous European scale insects, from the 1520s on. The

Karmin wurde aus Schildläusen der Gattungen *dactylopius* (in Amerika) und *porphyrophora* (in Asien und Europa) gewonnen. Die weiblichen Läuse lagern den Farbstoff Karmin als Abwehrstoff gegen Raubinsekten in ihrem Körper ein. Farbgebend sind insbesondere Karmin selbst sowie Kermessäure, die von verschiedenen Arten der Schildlaus in unterschiedlichen Anteilen gebildet werden. Für die Gewinnung des Farbstoffs werden die Läuse getötet und anschließend getrocknet. Der Farbstoff wird den Tieren in einer alkalischen Lösung entzogen. Seit dem 16. Jahrhundert wurde das stärker färbende „Cochenille“ aus Mexiko importiert, seit den 1520er Jahren verdrängte der Farbstoff den aus einheimischen Schildläusen gewonnenen Farbstoff Kermes. Der spanische Staat hielt bis Anfang des 19. Jahrhunderts ein Monopol auf die Produktion echten Karmins. In Ostasien wurde Karmin nur vereinzelt importiert. Während der Tang-Dynastie (618 – 906 n. Chr.) ist das „Ameisen-Erz“ der indischen Lackschildlaus *kerria lacca* bekannt. Ab dem 16. Jahrhundert wurde über die spanischen Philippinen auch mexikanisches Cochenille nach Ostasien exportiert. Karminproduzierende heimische Schildlausarten kamen nur in Randgebieten (Zentralasien, Mongolei und Indien) vor und hatten keine große Bedeutung bei der Farbstoffgewinnung. Auf den untersuchten europäischen Karten ist Karminrot der häufig auftretende Violetton, der bei der Herstellung durch Hinzugabe von alkalischer Lauge entsteht. Die teilweise beobachtete Beimischung von Zinnober verstärkt den Farbton. Auf den ostasiatischen Karten konnte es lediglich auf der chinesischen Kartenrolle *Tianxia yutu* (siehe Karte 4.3, S. 302) nachgewiesen werden.

LITERATURHINWEISE / REFERENCES

Jones 2013, 1606–1608; 1623–1625; 1669–1672; Gettens and Stout 1966; Schewpe and Roosen-Runge 1986; Yu 1988.



Fig. 2.4.1.5-3: Ausschnitt Homann, *Wasserflutt* (siehe Karte 3.1.3, S. 121), Ausschnitt zeigt die Verwendung von Karmin. | Map cutout Homann, *Wasserflutt* ('water flood') (see map 3.1.3, p. 121), the detail shows the use of carmine.

Spanish crown held a monopoly on the production of true carmine up to the beginning of the nineteenth century. Carmine was only sporadically imported into East Asia. During the Tang Dynasty (618 – 906 CE) ‘ant ore’, a resin secreted by the Indian lac insect *Kerria lacca*, was known. From the sixteenth century onwards, Mexican cochineal was also exported to East Asia via the Spanish Philippines. Carmine-producing indigenous scale insect species only occurred in peripheral regions (Central Asia, Mongolia and India) and so played only a minor role in the production of pigments. Carmine red (crimson), which was achieved by adding alkaline lye during the production process, is the most frequently found mauve tone on the European maps examined. The admixture of vermilion observed in some cases intensifies the depth of colour. On the East Asian maps, this was only identified on the Chinese map scroll *Tianxia yutu* (see map 4.3, p. 302).

2.4.2

Blaue Farbmittel

Azurit, Berliner Blau, Indigo, Kobaltblau und Ultramarin sind historische blaue Farbmittel. Während Azurit auf den untersuchten Karten in Ostasien und Europa bis ins 19. Jahrhundert nachweisbar ist, setzte sich Berliner Blau nach seiner Erfindung im frühen 18. Jahrhundert schnell auch in Ostasien durch. Indigo war auf den analysierten ostasiatischen Karten gängig, auf den europäischen aber nur in wenigen Ausnahmen im Einsatz. Kobaltblau und Ultramarin traten jeweils nur auf einer einzelnen Karte auf.

2.4.2.1

Azurit



Fig. 2.4.2.1-1: Azurit von Bou Beker, Provinz Jerada, Marokko | Azurite from Bou Beker, Jerada Province, Morocco

zermahlener Azurit ($\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$) wird direkt als Pigment verwendet | ground azurite ($\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$) is directly used as a pigment

Englisch: azurite | English: azurite

Chinesisch: *lan tong kuang* 蓝铜矿 | Chinese: *lan tong kuang* 蓝铜矿

Maße 17 x 16 x 4 cm | dimensions 17 x 16 x 4 cm

Mineralogisches Museum Hamburg | Mineralogical Museum Hamburg

2.4.2

Blue colourants

Azurite, Prussian Blue, indigo, cobalt blue and ultramarine are the historically used blue pigments. Whereas azurite can be identified on the maps examined both in East Asia and in Europe up to the nineteenth century, Prussian Blue rapidly supplanted them after its discovery in the early eighteenth century, also in East Asia. Indigo was commonly used on the East Asian maps analyzed, on the European maps, on the other hand, only in a few exceptions. Cobalt blue and ultramarine only occurred on a single map in each case.

2.4.2.1

Azurite



Fig. 2.4.2.1-2: Kartenausschnitt Homann, *Wasserflut* (siehe Karte 3.1.3, S. 121), Ausschnitt zeigt die Verwendung von Azurit. | Map cutout Homann, *Wasserflut* ('water flood') (see map 3.1.3, p. 121), the detail shows the use of azurite.

Das Pigment Azurit besteht aus dem in der Natur vorkommenden Kupfermineral gleichen Namens. Das Wort Azurit (persisch *lazhward* „blau“) wurde erst 1824 von dem französischen Mineralogen François Sulpice Beudant (1787–1850) etabliert. Zuvor war Azurit unter anderem auch als *caeruleum montanum* (lateinisch „Bergblau“), unechter Lasurstein oder *azzurrum citramarinum* (lateinisch „blau diesseits des Meeres“) bekannt. Azurit bildet sich oberflächennah in der Verwitterungszone von Kupferlagerstätten, wenn die ursprünglichen Kupferarsenide oder -sulfide des Gesteins in Kontakt mit kohlendioxidhaltigem Wasser kommen. Er tritt meist zusammen mit dem grünen Mineral Malachit auf, das ebenfalls als Pigment genutzt wurde. Unter Einfluss von speziellen klimatischen Bedingungen kann sich der blaue Azurit kontinuierlich unter Aufnahme von Wasser in den thermodynamisch stabileren grünen Malachit umwandeln. Die Folgen dieser Reaktion lassen sich auf vielen Kunstwerken beobachten. Auf den untersuchten Karten spielte diese Umwandlung jedoch keine große Rolle (wahrscheinlich nur auf Braun/Hogenberg, *Krakau*, siehe Karte 3.1.9, S. 143).

Je nach Durchmesser der Pigmentkörner reicht der Farbton des Pigments von tiefblau (grobkörnig) bis himmelblau (feinkörnig). Ein erhöhter Malachitanteil lässt das Blaupigment türkis erscheinen. Historisch bedeutsam waren in Europa die habsburgischen Kupferminen Moldava und Rudabánya im heutigen Ungarn und Brixlegg in Österreich. In China lagen während der frühen und mittleren Qing-Dynastie (1644–1911) die wichtigsten Kupferminen in der Provinz Yunnan. Bis Ende des 18. Jahrhunderts war Azurit in der europäischen und ostasiatischen Malerei das bedeutendste blaue Pigment. Insbesondere auf den untersuchten europäischen Karten kam es bis etwa 1800 häufig vor. Das Pigment konnte auch synthetisch aus Kalk und Kupfersulfat oder anderen Kupfersalzen hergestellt werden.

The pigment azurite consists of the naturally occurring copper mineral azurite. The word ‘azurite’ (from Persian *lazhward* ‘blue’) was first coined by the French mineralogist François Sulpice Beudant (1787–1850) in 1824. Azurite had previously been known, among other terms, as *caeruleum montanum* (Latin ‘mountain blue’), false lazurite or *azzurrum citramarinum* (Latin: ‘blue this side of the sea’). Azurite is formed near the surface in the weathering zone of copper deposits when the original copper arsenides or sulphides in the rock matrix come into contact with water containing carbon dioxide. It mostly occurs in conjunction with the green mineral malachite, which was also used as a pigment. Under the influence of special climatic conditions, the blue azurite can, by continuously absorbing water, in fact be transformed into malachite, which is thermodynamically more stable. The effects of this reaction can be observed on many works of art. This transformation did not play any great role on the maps we examined, however (probably only on Braun/Hogenberg, *Kraków*, see map 3.1.9, p. 143).

Depending on the diameter of the granules of pigment, the shade ranges from deep blue (coarse-grained) to sky blue (fine-grained). An increased proportion of malachite results in the colour turquoise. Of historical significance in Europe were the copper mines of the Habsburgs at Moldava and Rudabánya, which today lie in Hungary, and Brixlegg in Austria. In China, the most important copper mines during the early and mid-Qing Dynasty (1644–1911) were in Yunnan Province. Up to the end of the eighteenth century, azurite was the most important blue pigment in European and East Asian painting. In particular, it occurred very frequently up to 1800 on the European maps we examined. The pigment could also be produced synthetically from limestone and copper sulphate or other copper salts.

LITERATURHINWEISE / REFERENCES

Braun et al. 2015; Gettens and Stout 1966; Kim 2014.

2.4.2.2

Berliner Blau



Fig. 2.4.2.2-1: Berliner Blau ($\text{Fe}_4(\text{Fe}[\text{CN}]_6)_3$) | Prussian blue ($\text{Fe}_4(\text{Fe}[\text{CN}]_6)_3$)
 Englisch: Prussian blue | English: Prussian Blue
 Chinesisch: *pu lu shi lan* 普鲁士蓝 | Chinese: *pu lu shi lan* 普鲁士蓝

Berliner Blau wird synthetisch aus gelöstem Eisensulfat (FeSO_4) und gelbem Blutlaugensalz ($\text{K}_4(\text{Fe}[\text{CN}]_6)$) gewonnen. Das Pigment wurde zu Beginn des 18. Jahrhunderts von Johann Jacob Diesbach zusammen mit dem Alchemisten Johann Conrad Dippel (1672/3–1734) in Berlin zufällig entdeckt. Aus Cochenille, Alaun, Eisenvitriol und Pottasche sollte ein roter Farblack hergestellt werden, die Pottasche war jedoch durch Blutlaugensalz verunreinigt. Stattdessen erhielten sie ein sehr lichtechtes Blaupigment, welches zudem auch einfach produziert werden konnte. Anfangs wurde versucht, das Rezept geheim zu halten, allerdings taucht die Rezeptur bereits 1722 in einem Brief des Hamburger Kaufmanns Detlef Klefeker (1675–1750) auf. Dieser beschreibt detailliert das Verfahren. Erst 1724 endete die Geheimhaltung, nachdem das Rezept von John Woodward (1665–1728) veröffentlicht worden war. Infolgedessen fand es mit der Verbreitung des Herstellungsverfahrens schnell Verwendung in der Malerei, es ersetzte vor allem das wesentlich teurere Ultramarin. Sein Preis lag bei einem Zehntel des Ultramarin-Preises. Später wurde das Pigment auch in anderen Produktionsstätten hergestellt, wodurch sich weitere Namen wie Antwerpener oder Hamburger Blau etablierten. Das mit Weiß verschnittene Pigment wurde als „Pariser Blau“ bezeichnet. Ab der Mitte des 18. Jahrhunderts

2.4.2.2

Prussian Blue



Fig. 2.4.2.2-2: Kartenausschnitt *Cheonhado* (siehe Karte 4.7, S. 319), Ausschnitt zeigt die Verwendung von Berliner Blau. | Map cutout *Cheonhado* (see map 4.7, p. 319), the detail shows the use of Prussian Blue.

Prussian Blue is synthetically produced from a solution of ferrous sulphate (FeSO_4) and yellow prussiate of potash ($\text{K}_4(\text{Fe}[\text{CN}]_6)$). The Pigment was discovered by chance at the beginning of the eighteenth century by Johann Jacob Diesbach together with the alchemist Johann Conrad Dippel (1672/3–1734) in Berlin. A red lacquer was to be made from cochineal, alum, iron vitriol and potash, but the potash was contaminated with potassium ferrocyanide. Instead, they obtained a very colourfast blue pigment, which on top of this was also simple to manufacture. They tried initially to keep the formula secret, but the formulation can already be found in 1722 in a letter from the Hamburg merchant Detlef Klefeker (1675–1750). He also describes in detail the method for producing it. The attempt at secrecy only ended in 1724, after the formula had been published by John Woodward (1665–1728). As a consequence, with the dissemination of the production method, the use of the colour

tritt es auf einzelnen der in diesem Projekt untersuchten Karten auf (*Territorium Hamburgense*, siehe Karte 3.15, S. 286; *Cheonsang Yeolchabunyajido*, spätes 18. Jahrhundert, siehe Karte 4.13, S. 342). Bis in das 19. Jahrhundert werden auf den Karten unserer Sammlungen Azurit oder Indigo jedoch weiterhin benutzt. Erst im 19. Jahrhundert verdrängt Berliner Blau die anderen Farbmittel und ist dann das am häufigsten eingesetzte blaue Pigment auf den untersuchten ostasiatischen und europäischen Karten. Das Pigment wird zwar in Kolorierungshandbüchern für Karten, wie beispielsweise bei F. Lindenbergh im Jahr 1753 oder Dossie (1764), erwähnt, jedoch ergeht keine explizite Aufforderung, Karten damit zu kolorieren.

LITERATURHINWEISE / REFERENCES

N.N. 1710; Dossie 1764; Jones 2013, 344–345; Klefeker 1794, 191–195; Kraft 2012; Krünitz 1784, 593–597; Lindenbergh 1753; Stahl 1731, 281–283.

spread very quickly among painters, replacing above all the much more expensive ultramarine. It cost only a tenth of the price paid for ultramarine. The pigment was later also produced in other facilities, so that it acquired other names such as Antwerp Blue or Hamburg Blue. A blend of the pigment with white was known as ‘Paris Blue’. From the mid-eighteenth century on, it occurs on some of the maps examined in this project (*Territorium Hamburgense*, see map 3.15, p. 286, *Cheonsang Yeolchabunyajido*, late eighteenth century, see map 4.13, p. 342). Azurite and indigo are still being used on the maps in our collections well into the nineteenth century, however. It is only in the nineteenth century that Prussian Blue supplants the other colourants and then becomes the most frequently used blue pigment on both the East Asian and European maps examined. The pigment is already mentioned in manuals for colouring maps, e.g. in those by F. Lindenbergh in 1753 or Dossie (1764), it is true, but no explicit invitation is made to colour maps with it.

2.4.2.3

Indigo



Fig. 2.4.2.3-1: *Indigofera tinctoria* | *Indigofera tinctoria*
 die Blätter sind Rohstoff des Pigments Indigo (Farbstoff: Indigo) | the leaves are
 the raw material for the pigment indigo (Dye: indigo)
 Englisch: indigo | English: indigo
 Chinesisch: *dian qing* 靛青 | Chinese: *dian qing* 靛青
 Maße 30 x 24,5 cm | dimensions 30 x 24,5 cm
 Herbarium Hamburgense | Herbarium Hamburgense

Indigo (griechisch Ἰνδικόν „indisch“) ist das farbgebende blaue Molekül, welches aus Pflanzen der Gattung *indigofera* gewonnen wird. Während in Ostasien Färberknöterich (*polygonum tinctorium*) als Färberpflanze angebaut wurde, war in Europa Färberwaid (*isatis tinctoria*) die wichtigste blaufärbende Pflanze, bis sie dort ab der Frühen Neuzeit zunehmend durch Importe der Pflanze *indigofera tinctoria*

2.4.2.3

Indigo

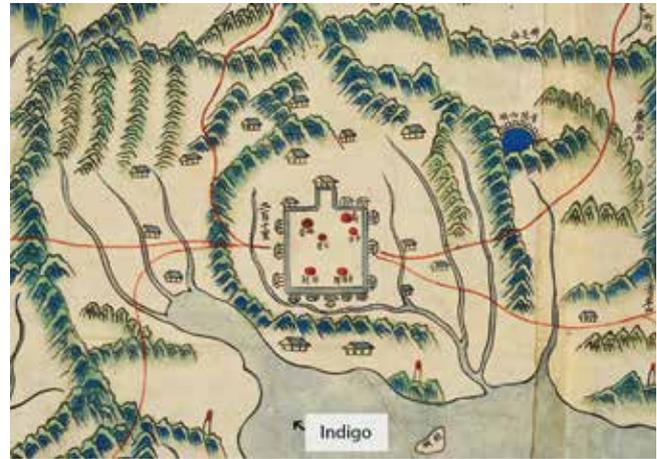


Fig. 2.4.2.3-2: Kartenausschnitt *Hwanghae* (siehe Karte 4.5, S. 309), Ausschnitt zeigt die Verwendung von Indigo. | Map cutout *Hwanghae* (see map 4.5, p. 309), the detail shows the use of indigo.

Indigo (Greek Ἰνδικόν ‘Indian’) is the chromophoric blue molecule which can be extracted from plants of the genus *Indigofera*. While in East Asia dyer’s knotweed (*Polygonum tinctorium*) was cultivated for the dye, in Europe the most important blue dye came from woad (*Isatis tinctoria*) until this was increasingly replaced by imports of the plant *Indigofera tinctoria* from India starting in the Early Modern period. To produce the dye, the leaves of the plant were steeped in water and then put aside and allowed to ferment. In a process similar to mashing in beer brewing, a water-soluble precursor and sugar are formed out of the preliminary vegetal stage. And finally, this faintly yellow-tinged precursor only turns into the deep blue organic dye indigo through reaction on contact with atmospheric oxygen. Dyeing with indigo is an important example of the method known as vat dyeing. In this, the insoluble pigment is made water-soluble by means of a reducing agent – the textile to be dyed is submerged in this so-called dye bath, the dye penetrates deeply into the fibres, and an insoluble pigment which is firmly embedded in the fibre is formed through subsequent oxidization. Indigo is not only a significant product in the dyeing of textiles, but was also adopted in painting and drawing. It was ‘regarded as the best’ in the colouring manual by Wilhelm Goeree (1677). While indigo occurred on many of the East Asian maps examined by us, it could only be identified on the

aus Indien ersetzt wurde. Zur Farbstoffherstellung werden die Blätter der Pflanze eingeweicht und anschließend zum Fermentieren gelagert. In einem Prozess vergleichbar des Maischens beim Bierbrauen bilden sich aus der pflanzlichen Vorstufe ein wasserlösliches weiteres Vorprodukt und Zucker. Erst durch Reaktion mit dem Luftsauerstoff wandelt sich das schwach gelblich gefärbte Vorprodukt schließlich in das tiefblaue organische Farbpigment Indigo um. Die Färbung mit Indigo ist ein wichtiges Beispiel der sogenannten Küpenfärberei. Hier wird der unlösliche Farbstoff durch ein Reduktionsmittel in eine wasserlösliche Form gebracht – in diese sogenannte Küpe wird das zu färbende Textil eingetaucht, der Farbstoff zieht tief in die Faser ein, durch anschließende Oxidation bildet sich ein unlösliches Pigment, welches fest in der Faser verankert ist. Indigo ist nicht nur in der Textilfärberei bedeutsam, sondern fand auch Eingang in die Malerei und Zeichenkunst. In dem Kolorierungshandbuch von Wilhelm Goeree (1677) wurde er für das „beste gehalten“. Während Indigo auf vielen der von uns untersuchten ostasiatischen Karten auftrat, war er auf den analysierten europäischen Karten der Hamburger Sammlung jedoch nur vereinzelt nachweisbar.

occasional map among the European ones analyzed in the Hamburg Collection.

LITERATURHINWEISE / REFERENCES

Gettens and Stout 1966; Goeree 1677; Kaiser-Alexnat 2008; Perkin and Everest 1918, 475ff.

2.4.2.4

Kobaltglas oder Smalte



Fig. 2.4.2.4-1: Skutterudite, Hoher Atlas, Marokko | Skutterudite, High Atlas, Morocco
Kobalt-Rohstoff des Pigments Kobaltblau (CoAl_2O_4) | the cobalt raw material for the pigment cobalt blue (CoAl_2O_4)

Englisch: cobalt blue | English: cobalt blue

Chinesisch: *gu lan se* 鈷藍色 | Chinese: *gu lan se* 鈷藍色

Maße 10 x 9 x 6 cm | dimensions 10 x 9 x 6 cm

Mineralogisches Museum Hamburg | Mineralogical Museum Hamburg

Kobaltglas, in gemahlener Form als Smalte bezeichnet, ist ein durch Beimischung von Kobaltoxid blaufärbtes Kalium-Silikatglas. Kobalterze waren meist Arsenate wie Skutterudite (CoAs_3) und Safflorit (Co,Ni,FeAs_2). In Europa wurden diese besonders im 16. Jahrhundert im Erzgebirge in sogenannten „Blaufarbenwerken“ durch Erhitzen in Oxide umgewandelt. Das hierbei entstehende Kobaltoxid – auch „Zaffer“ genannt – wurde in Größenordnungen von wenigen Gewichtsprozent dem Kalium-Silikatglas beigemischt. Smalte weist je nach Partikelgröße einen tiefblauen (bei grober Körnung) bis hellblauen (feinkörnig) Farbton auf. Es fand vor allem als Ersatz für das noch höherpreisige Ultramarin Verwendung. Bei den Untersuchungen konnte es lediglich auf einer europäischen Karte (Blau, *Germania vulgo Teutschlandt*, um 1650) nachgewiesen werden. Im Kolorierungshandbuch von Wilhelm Goeree (1677) wird Smalte als in der Handhabung umständlich beschrieben, weil es „dick und schmiericht fällt“. Der Vorteil dieser Farbe bestand aber in den geringen Kosten. Auf den ostasiatischen Karten kam Smalte nicht vor, obwohl es dort zur selben Zeit, wie auch ab

2.4.2.4

Cobalt glass or smalt

Cobalt glass, known in its ground form as smalt, is a potassium silicate glass coloured blue through the admixture of cobalt oxide. Cobalt ores were mostly arsenates such as skutterudite (CoAs_3) and safflorite (Co,Ni,FeAs_2). These were transformed into oxides by heating. This was done particularly in sixteenth century Europe in the so-called ‘blue colour works’ in the Erzgebirge. The cobalt oxide produced in this way – also known as ‘zaffer’ – was added to the potassium silicate glass in a proportion of just a few percent by weight. Smalt gives a colour spectrum ranging from deep blue (coarse grain) to light blue (fine grain) depending on particle size. It was used first and foremost as an alternative to the even more expensive ultramarine. In our analyses it was only identified on one European map (Blau, *Germania vulgo Teutschlandt*, c. 1650). In Wilhelm Goeree’s (1677) colouring manual smalt is described as being awkward to use, since it ‘precipitates as thick and greasy’. The advantage of this pigment was however that it was inexpensive. Smalt did not occur on the East Asian maps, although it was widely used there at the same period in porcelain painting, as it was also in Europe from the eighteenth century on.

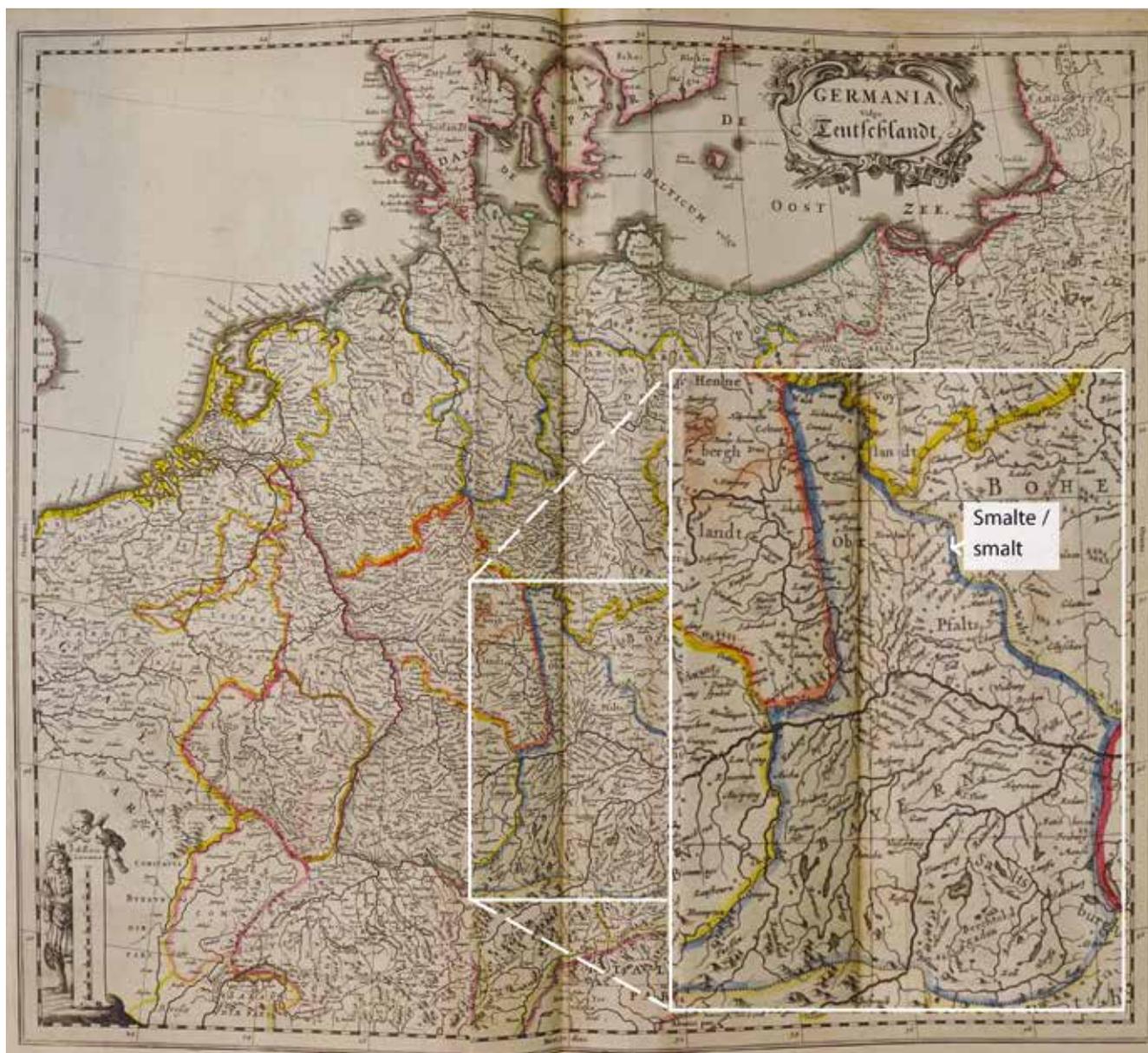


Fig. 2.4.2.4-2: Joan Blaeu, *Germania vulgo Teutschlandt* (Maße 56 x 48,5 cm). SHWA, S/575, *Atlas Abraham August Abendroth*, Bd. 10-1, Nr. 003. | Joan Blaeu, *Germania vulgo Teutschlandt* (dimensions 56 x 48,5 cm). SHWA, S/575, *Atlas Abraham August Abendroth*, Vol. 10-1, No. 003.

dem 18. Jahrhundert in Europa, vielfach in der Porzellanmalerei Verwendung fand.

LITERATURHINWEISE / REFERENCES

Gettens and Stout 1966; Goeree 1677, 14; Jones 2013, 2687–2689; Zlámalová Čilová et al. 2020.

2.4.2.5

Ultramarin



Fig. 2.4.2.5-1: Lapislazuli, Sar-e-Sang, Afghanistan | Lapis lazuli, Sar-e-Sang, Afghanistan

Rohstoff des Pigments Ultramarin ($\text{Na}_3\text{Ca}(\text{Si}_3\text{Al}_3)\text{O}_{12}\text{S}$) | raw material of the pigment ultramarine ($\text{Na}_3\text{Ca}(\text{Si}_3\text{Al}_3)\text{O}_{12}\text{S}$)

Englisch: ultramarine | English: ultramarine

Chinesisch: *qun qing* 群青 | Chinese: *qun qing* 群青

Maße 6 x 5 x 4 cm | dimensions 6 x 5 x 4 cm

Mineralogisches Museum Hamburg | Mineralogical Museum Hamburg

Ultramarin war bis ins 19. Jahrhundert das hochwertigste, aber auch teuerste blaue Farbpigment. Sein lateinischer Name bedeutet so viel wie „jenseits des Meeres“ und wurde als Gegensatz zu dem in Europa einheimischen Azurit etabliert. Der hohe Preis lag nicht nur in den wenigen Fundorten begründet, insbesondere die Sar-e-Sang Minen in Nordost-Afghanistan. Auch die streng geheim gehaltenen und aufwendigen Verfahren zur Intensivierung seiner Farbtonsättigung trugen dazu bei. Natürliches Ultramarin wird aus dem Gestein Lapislazuli gewonnen, das auch als Schmuckstein begehrt ist. In der mittelalterlichen Buchmalerei wurde es speziell zur Hervorhebung des Mariengewands verwendet. Farbgebender Hauptbestandteil ist hier das Mineral Lasurit. Der Maler Cennino Cennini (um 1370 – um 1440) beschreibt im 15. Jahrhundert das in Europa bis heute angewandte Verfahren der Erzeugung von Ultramarin aus gemahlenem Lapislazuli, Kiefernharz, Mastixharz und Bienenwachs, das einmal täglich durchgeknetet und nach einer Woche in warmem Wasser mit gelöster Asche (KOH) massiert werden sollte. Das Mineral Lasurit bildet dabei eine Suspension im Wasser und

2.4.2.5

Ultramarine



Fig. 2.4.2.5-2: Kartenausschnitt *Wutaishan* (siehe Karte 4.9, S. 328), Ausschnitt zeigt die Verwendung von Ultramarin. | Map cutout *Wutaishan* (see map 4.9, p. 328), the detail shows the use of ultramarine.

Ultramarine was the highest quality, but also the most expensive blue pigment up into the nineteenth century. Its Latin name essentially means ‘from beyond the sea’, and was coined to contrast it with azurite, which occurred in Europe. The high price was not only because of the very few sources, in particular the mines of Sar-e-Sang in North-Eastern Afghanistan. The strict secrecy surrounding the laborious processes for intensifying the saturation of the colour also played a role. Natural ultramarine is extracted from the rock lapis lazuli, which is also much sought after as a gemstone. It was especially used in mediaeval book illumination to accentuate the garments of the Virgin Mary. The chief chromophoric component here is the mineral lazurite. The artist Cennino Cennini (c.1370 – c.1440) describes in the fifteenth century the method used up to this day for producing ultramarine from ground lapis lazuli, pine resin, mastic and beeswax, which is thoroughly kneaded once a day for a week and then must be massaged in warm water with dissolved ash (KOH). In this process the lazurite forms a suspension in the water and eventually settles as a deep blue precipitate, which is ultramarine. All the other unwanted constituents remain in the kneading mass. In Europe, alternatives to ultramarine came in in the eighteenth century with Prussian Blue and at the beginning of the nineteenth century with cobalt blue. From 1828 on, it could also be produced synthetically.

setzt sich schließlich als intensiv blauer Niederschlag, dem Ultramarin, ab. Alle anderen unerwünschten Komponenten verbleiben bei diesem Verfahren in der Knetmasse. In Europa etablierten sich im 18. Jahrhundert durch Berliner Blau sowie zu Beginn des 19. Jahrhunderts mit Kobaltblau Alternativen zu Ultramarin. Ab 1828 konnte dieser auch synthetisch hergestellt werden. In China ist Ultramarin zum Beispiel von buddhistischen Wandbildern in Kizil (u.a. ca. 400–600 n. Chr.), Xinjiang-Provinz, und Seidenmalereien in Dunhuang (10. Jahrhundert), Gansu-Provinz, bekannt, wird aber in einem Überblick traditioneller chinesischer Farbmittel von Yu Feian nicht erwähnt. Auf den untersuchten Karten wurde nur auf der chinesischen Pilgerkarte des Wutaishan aus dem 19. Jahrhundert Ultramarin verwendet (Karte 4.9, S. 328).

In China, ultramarine is known, for instance, from the Buddhist murals in Kizil (among others, c.400–600 CE), Xinjiang Province and from silk paintings in Dunhuang (tenth century), Gansu Province, but it is not mentioned in a review of traditional Chinese colourants by Yu Feian. On the maps examined here, ultramarine was only used once, on the Chinese pilgrim's map of the Wutaishan from the nineteenth century (map 4.9, p. 328).

LITERATURHINWEISE / REFERENCES

Jones 2013, 2819; Ganio et al. 2018; Gettens and Stout 1966; Hamerton et al. 2013; Yu 1988.

2.4.3

Gelbe und weiße Farbmittel

Schüttgelb, Auripigment, Gelber Ocker, Chromgelb, Färberwau, Gold und Safran sind die gelben Farbmittel, die auf den untersuchten Karten nachgewiesen werden konnten. Während in Ostasien häufig Auripigment verwendet wurde, war Schüttgelb bis ins 19. Jahrhundert das allgegenwärtige gelbe Farbmittel auf den europäischen Karten. Daneben traten weitere organische Farbmittel wie Färberwau (Europa) sowie vermutlich Gamboge und Färberdistel (Ostasien) auf. Ocker kam sowohl auf den ostasiatischen als auch auf den europäischen Karten gelegentlich zum Einsatz. Gold wurde nur in Einzelfällen in beiden Regionen verwendet. Chromgelb, Safran und vermutlich Massicot wurden jeweils auf nur einer

2.4.3

Yellow and white colourants

Stil de grain yellow, orpiment, yellow ochre, chrome yellow, dyer's weed, gold and saffron are all yellow pigments which it was possible to identify on the maps examined. Whereas orpiment was frequently used in East Asia, stil de grain yellow was the ubiquitous yellow colourant on European maps up into the nineteenth century. Alongside these, further organic pigments such as dyer's weed (Europe) as well as probably gamboge and safflower (East Asia) were found. Ochre was occasionally used both on the East Asian and the European maps. Gold was only used in a very few cases in both regions. Chrome yellow, saffron and probably massicot were only used once each on a European map. In addition, indications were

europäischen Karte verwendet. Zudem konnten Indizien für die Verwendung von Cadmiumgelb auf einer ostasiatischen Karte gefunden werden.

Auf den untersuchten Karten konnten Bleiweiß, Kalk, Zinkweiß und Lithopone identifiziert werden. Davon war Bleiweiß das in Ostasien wie Europa gängigste weiße Farbmittel. Kalk trat als Pigment vereinzelt in Ostasien auf. Zinkweiß und Lithopone sind als Pigmente europäische Erfindungen, die erst im Lauf des 19. Jahrhunderts auch auf ostasiatischen Karten zum Einsatz kamen.

2.4.3.1

Schüttgelb

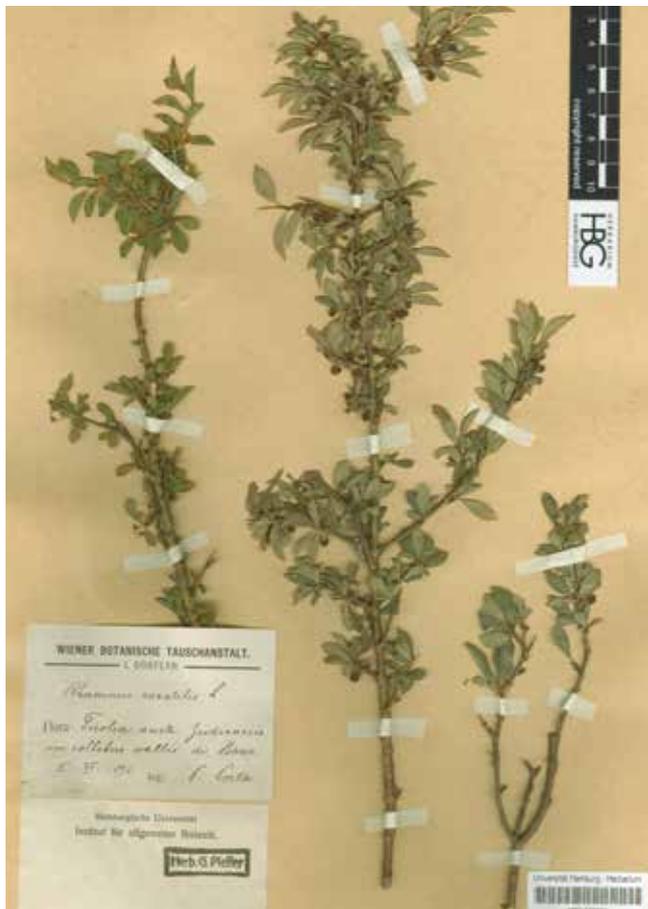


Fig. 2.4.3.1-1: *Rhamnus saxatilis* | *Rhamnus saxatilis* (buckthorn) die unreifen Beeren sind Rohstoff des Farbstoffs Schüttgelb (Flavon) | the unripe berries are the raw material for the pigment stil de grain yellow (flavone)
Englisch: stil de grain | English: stil de grain
Maße 20 x 40 cm / dimensions 20 x 40 cm
Herbarium Hamburgense | Herbarium Hamburgense

found for the use of cadmium yellow on one of the East Asian maps.

White lead, limestone, zinc white and lithopone were identified on the maps examined. Of these, white lead was the most often used white colourant both in East Asia and Europe. Limestone was found as a pigment sporadically in East Asia. Zinc white and lithopone as pigments are a European invention, which only came into use on East Asian maps during the nineteenth century.

2.4.3.1

Stil de grain yellow



Fig. 2.4.3.1-2: Kartenausschnitt Braun/Hogenberg, *Krakau* (siehe Karte 3.1.9, S. 143), Ausschnitt zeigt die Verwendung von Schüttgelb. | Map cutout Braun/Hogenberg, *Kraków* (see map 3.1.9, S. 143), the detail shows the use of stil de grain yellow.

Stil de grain, also called sap green, occurs in several plants of the buckthorn genus, which can be found in the Middle East and Europe. The unripe berries of the plants are dried and then boiled to produce the dye. This dye was already being used as a yellow colourant. If it was intended to further process the dye into a pigment, this was done by adding alum ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) and soda ($(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) in an aqueous dye solution. The lake produced by this absorbs the colourant. When this is subsequently ground, the stil de grain

Schüttgelb, auch Stil de grain genannt, kommt in mehreren Pflanzen der Gattung Kreuzdorn vor, die im Nahen Osten und Europa anzutreffen sind. Die unreifen Beeren der Pflanzen werden für die Farbstoffherstellung getrocknet und anschließend gekocht. Bereits der Farbstoff wurde als gelbes Farbmittel verwendet. Sollte der Farbstoff zu einem Pigment weiterverarbeitet werden, erfolgte dies durch die Hinzugabe von Alaun ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) und Soda ($(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) in wässrige Farbstofflösung. Der hierbei hergestellte Lack nimmt den Farbstoff auf. Nach anschließendem Zermahlen kann das Schüttgelb als Pigment verwendet werden. Schüttgelb überwiegt auf den untersuchten europäischen Karten bis in das 19. Jahrhundert alle anderen gelben Farbmittel, während es auf keiner ostasiatischen Karte nachgewiesen werden konnte. Sowohl das Pigment als auch der Farbstoff kamen auf den untersuchten europäischen Karten zum Einsatz.

Im niederländischen heißt die Farbe *Schijtgeel*. Der Name ist als „Scheißgelb“ zu übersetzen und soll sich von der Farbe der Exkremente von Säuglingen ableiten. Unterschieden wurde zwischen hellem und braunem Schüttgelb. Das Kartenkolorierungsbuch von William Salmon (1685) riet dazu, mit Schüttgelb die Grenzlinien von Karten darzustellen. Und bei Wilhelm Goeree (1677) taucht diese Verbindung noch expliziter auf: „[Beerengelb] wird viel gebraucht in den Land-Charten die Landschaften zu unterscheiden / wie auch die Ränder in Schriften und andern grossen Charten zu belegen.“

yellow can be applied as a pigment. Stil de grain yellow is the predominant pigment on the European maps well into the nineteenth century, far outstripping all other yellow colourants, while it could not be identified on a single East Asian map. It was used both as a dye and a pigment on the European maps.

The name for the colour in Dutch is *schijtgeel*. This translates as ‘shit yellow’ and is supposed to be derived from the colour of infants’ excrement. A distinction was made between light and brown stil de grain yellow. The map colouring book by William Salmon (1685) advised using stil de grain yellow to represent border lines on maps. And this association is even more explicit in Wilhelm Goeree (1677): ‘[Berry yellow] is much used on maps to tell the territories apart / as also to cover the boundaries in lettering and other large maps.’

LITERATURHINWEISE / REFERENCES

Gettens and Stout 1966; Deveoglu et al., 2012; Jones 2013, 2508–2510; Oertel 1840, Bd. 2. 707; van der Linde 2020.

2.4.3.2

Auripigment



Fig. 2.4.3.2-1: Auripigment, Shimen, China | Orpiment, Shimen, China
Rohstoff des Pigments Auripigment (As_2S_3) | raw material for the pigment orpiment (As_2S_3)

Englisch: orpiment | English: orpiment

Chinesisch: *ci huang* 雌黄 | Chinese: *ci huang* 雌黄

Maße 10 x 10 x 4 cm | dimensions 10 x 10 x 4 cm

Mineralogisches Museum Hamburg | Mineralogical Museum Hamburg

Auripigment (lateinisch *Aurum* „Gold“), auch Königsgelb genannt, ist ein natürliches Arsenmineral. Ähnlich wie Zinnober wird Auripigment in Europa bereits seit der Antike bzw. in China seit der Han-Dynastie (206 v. Chr. – 220 n. Chr.) auch synthetisch hergestellt. Als brillanter zitronengelber bis orangefarbener Farbton – je nach Beimengungen des oft mit ihm vergesellschafteten Minerals Realgar (AsS) – bekannt, wurde es in Europa bis etwa 1800 in der Buchmalerei und auf Gemälden verwendet. Aufgrund seiner Farbe und seines Glanzes ging man früher davon aus, dass das Pigment tatsächlich Gold enthält. In China, wo es in den Provinzen Hunan, Gansu und Yunnan im Gegensatz zu Europa wichtige Abbaugelände gab, war es in regem Gebrauch. Neben seiner Verwendung als Pigment wurde Auripigment vor allem in der traditionellen chinesischen Medizin eingesetzt, wobei seine Giftigkeit bereits während der Han-Dynastie bekannt war. Schon im 5. Jahrhundert wurde zum Schutz vor Insekten die Behandlung alter chinesischer Bücherrollen mit Auripigment empfohlen. Während es nur auf zwei (*Handgezeichnete Karte der Außenelbe*, um 1740, siehe Fig. 2.3.4.2-3, S. 92; Landes-Industrie-Comptoir, *Skandinavien*, siehe Karte 3.2.10, S. 181) der 71 untersuchten

2.4.3.2

Orpiment

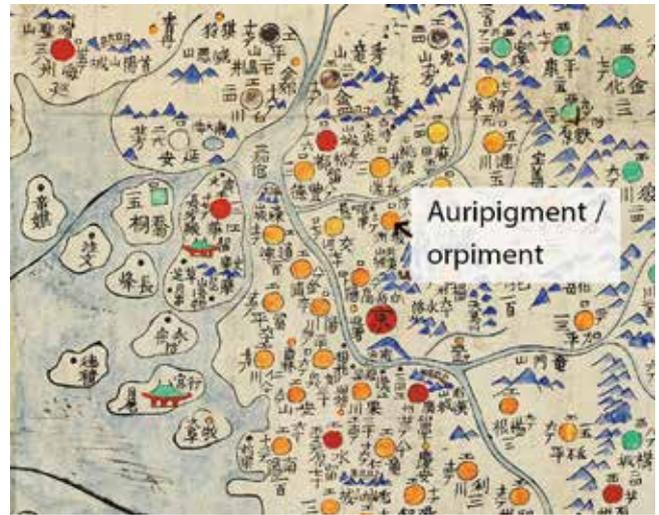


Fig. 2.4.3.2-2: Kartenausschnitt *Dori-pyo* (siehe Karte 4.2, S. 298), Ausschnitt zeigt die Verwendung von Auripigment. | Map cutout *Dori-pyo* (siehe map 4.2, p. 298), the detail shows the use of orpiment.

Orpiment (from Latin *aurum* ‘gold’), also known as ‘king’s gold’ is a naturally occurring arsenic mineral. Just like vermilion, orpiment has also been synthetically produced in Europe since Classical Antiquity and in China since the Han Dynasty (206 BCE – 220 CE). As a brilliant lemon yellow to orange tone – depending on the admixture of the mineral realgar (AsS) often found in association with it – it was used in Europe for book illumination and on paintings up to about 1800. Due to its colour and brilliant sheen, it was earlier assumed that the pigment actually contained gold. In China, where, in contrast to Europe, there were significant areas where it was mined in the provinces of Hunan, Gansu and Yunnan, it was widely used. Besides its use as a pigment, orpiment had a role above all in traditional Chinese medicine, whereby its toxicity was already well known in the Han Dynasty (202 BCE – 265 CE). It was already recommended in the fifth century to treat old Chinese book scrolls with orpiment to protect them from insect infestation. While it was only used on two (*Hand-drawn map of the tidal Elbe*, c.1740, see Fig. 2.4.3.2-3, p. 92; Landes-Industrie-Comptoir, *Scandinavia*, see map 3.2.10, p. 181) of the 71 European maps examined, it was identified

europäischen Karten verwendet wurde, konnte es auf den ostasiatischen Karten dagegen als häufigstes gelbes Farbmittel (7 der 14 Farbuntersuchungen auf gelben Farbpartien) nachgewiesen werden. Bei der Kolorierung mit Auripigment war Vorsicht geboten. Die Farbe war giftig und Goeree empfahl in seinem Kolorierungstraktat, dass man sie beim Kolorieren „von dem Munde weg lassen soll“. Wegen der Giftigkeit, so Goeree, sei Auripigment nicht häufig genutzt worden.

on the East Asian maps as the most common yellow colourant (7 of the 14 colour analyses on yellow areas). Caution needed to be exercised when colouring with orpiment. The pigment was poisonous, and Goeree advised in his treatise on colouring to ‘keep it well away from your mouth’ when colouring. Due to its toxicity, he states, orpiment was not used very often.



Fig. 2.4.3.2-3: *Handgezeichnete Karte der Außenelbe*, um 1740, SHWA, S/571, Atlas Klefeker, Bd. 6, Nr. 097, Maße 36,5 x 205 cm. | *Hand-drawn map of the tidal Elbe*. c.1740, SHWA, S/571, Atlas Klefeker, Vol. 6, No. 097, dimensions 36,5 x 205 cm.

LITERATURHINWEISE / REFERENCES

Gettens and Stout 1966; Goeree 1677, 18; West FitzHugh 1997.

2.4.3.3

Gelber Ocker



Fig. 2.4.3.3-1: Gelber Ocker, oberes Lahntal, Deutschland | Yellow ochre, upper Lahn valley, Germany

Rohstoff des Pigments Gelber Ocker (verschiedene Eisenhydroxide) | the raw material for the pigment yellow ochre (various iron hydroxides)

Englisch: yellow ochre | English: yellow ochre

Chinesisch: *zhe se* 赭色 | Chinese: *zhe se* 赭色

Maße 8 x 7 x 6 cm | dimensions 8 x 7 x 6 cm

Mineralogisches Museum Hamburg | Mineralogical Museum Hamburg

Ocker sind erdige Mineralgemische, die vor allem in gelben, roten und braunen Farbtönen als Pigmente verwendet werden. Gelber Ocker besteht zum größten Teil aus Eisenhydroxiden (u.a. Goethit und Lepidokrokit) mit Anteilen von Tonmineralen, Calcit oder Quarz. Gelber Ocker kann durch Brennen rot verfärbt werden, da sich die Eisenhydroxide bei diesem Vorgang in rotes Eisenoxid (Hämatit) umwandeln. Obwohl in Ostasien und Europa seit prähistorischer Zeit als Farbpigment in Gebrauch (Wand-, Tafel- und Buchmalerei, Körperbemalung), spielt er auf den untersuchten Karten nur eine untergeordnete Rolle (*Großer Kanal*, siehe Karte 4.11, S. 336 und *Qingdao*, Karte 4.10, S. 332, *Territorium Hamburgense*, siehe Karte 3.15, S. 286). Lediglich auf der handgezeichneten Karte des Hamburger Gebietes von Johann Klefeker und auf zwei chinesischen Karten konnte das Pigment nachgewiesen werden. Goeree schreibt, dass es zwar eine „feiste und nützliche Farbe“ sei, allerdings beim Kolorieren kaum genutzt werde (S. 20). Dies könnte daran liegen, dass Ocker eher in deckenden, opaken Farbschichten Verwendung fand. Dünne, lasierende Aufträge des Farbmittels, wie sie bei der Kolorierung von Landkarten üblich waren, sind dagegen schwierig in der Ausführung.

2.4.3.3

Yellow ochre



Fig. 2.4.3.3-2: Kartenausschnitt *Großer Kanal* (siehe Karte 4.11, S. 336), Ausschnitt zeigt die Verwendung von gelbem Ocker. | Map cutout *Grand Canal* (see map 4.11, p. 336), the detail shows the use of yellow ochre.

Ochres are earthy mineral aggregates which are used as pigments first and foremost in yellow, red, and brown tones. Yellow ochre consists mostly of iron hydroxides (goethite and lepidocrocite among others), with proportions of clay minerals, calcite or quartz. Yellow ochre can be coloured red by roasting it, since the iron hydroxides turn into red ferrous oxide (haematite) through this process. Although it has been in use both in East Asia and Europe as a pigment since prehistoric times, (wall paintings, panel painting and book illumination, for body painting), it only plays a minor role on the maps examined here (*Grand Canal*, see map 4.11, p. 336 and *Qingdao*, see map 4.10, p. 332, *Territorium Hamburgense*, see map 3.15, p. 286). The pigment was only identified on Johann Klefeker's hand-drawn map of Hamburg and its surroundings as well as on two Chinese maps. Goeree writes that, while it is a 'robust and useful colour', it is nevertheless hardly ever used in colouring (p. 20). This might be because ochre was used rather in covering, opaque layers of paint. Thin, translucent application of the colourant, the usual technique when colouring maps, in contrast, is difficult to execute.

LITERATURHINWEISE/REFERENCES

Gettens and Stout 1966; Goeree 1677.

2.4.3.4

Chromgelb



Fig. 2.4.3.4-1: Krokoit, Dundas, Australien | Crocoite, Dundas, Australia
mineralische Form des Pigments Chromgelb (PbCrO_4) | mineral form of the pigment chrome yellow (PbCrO_4)

Englisch: chrome yellow or lead chromate | English: chrome yellow or lead chromate

Chinesisch: *ge suan qian* 鉻酸鉛 | Chinese: *ge suan qian* 鉻酸鉛

Maße 8 x 8 x 4 cm | Dimensions 8 x 8 x 4 cm

Mineralogisches Museum Hamburg | Mineralogical Museum Hamburg

Chromgelb ist ein synthetisch hergestelltes Pigment. Es entsteht bei der Zugabe einer Chromatlösung zu gelöstem Blei. Erst mit der Erschließung größerer Chromlagerstätten in Frankreich, Großbritannien und den USA ab etwa 1820 setzte sich Chromgelb als Farbmittel durch. Nachdem es Anfang des 19. Jahrhunderts in Europa kommerziell verfügbar wurde, fand es als Pigment auch zusammen mit Berliner Blau Verwendung, um grüne Farben zu mischen, denn es dunkelt als reiner Stoff schnell aus. In Abhängigkeit von der Korngröße reicht der Farbton von zitronengelb (feinkörnig) bis orange (grobkörnig). Das Mineral Krokoit gleicher Zusammensetzung war zwar mineralogisch bekannt, wurde aufgrund seines seltenen Vorkommens jedoch nicht als Pigment verwendet. Chromgelb konnte, gut erhalten, nur auf einer einzigen europäischen Karte (Spörer 1868, Tafel 7, Fig. 2.4.3.4-2), jedoch auf keiner der ostasiatischen Karten nachgewiesen werden. Die europäische Karte „Die Seenbecken des Balchasch und Ala-Kul in Inner-Asien. Nach den neuesten russischen Aufnahmen und Forschungen von Babkow, Golubew u.a. zusammengestellt von A. Petermann“ stammt dabei aus der Zeitschrift *Mittheilungen*

2.4.3.4

Chrome yellow



Fig. 2.4.3.4-2: Kartenausschnitt Die Seenbecken des Balchasch und Ala-Kul in Inner-Asien. Nach den neuesten russischen Aufnahmen und Forschungen von Babkow, Golubew u.a., zusammengestellt von A. Petermann, in: Spörer 1868, Tafel 7 (Maße 30 x 24,5 cm), Ausschnitt zeigt die Verwendung von Chromgelb. | Map cutout Die Seenbecken des Balchasch und Ala-Kul in Inner-Asien. Nach den neuesten russischen Aufnahmen und Forschungen von Babkow, Golubew u.a., zusammengestellt von A. Petermann, in: Spörer 1868, Tafel 7 (dimensions 30 x 24,5 cm), the detail shows the use of chrome yellow.

Chrome yellow is a synthetically produced pigment. It is created when a chromate solution is added to dissolved lead. It was only when major deposits of chromium were opened up for mining in France, Great Britain and the USA from about 1820 that chrome yellow was able to establish itself as a colourant. After it had become available commercially in Europe at the beginning of the nineteenth century, it was used together with Prussian Blue to mix green colours, since it very soon darkens as a pure colour. Depending on the graining, the hue ranges from lemon yellow (fine grain) to orange (coarse grain). The mineral crocoite, which has the identical composition, was known by mineralogists, but was not used as a pigment due to its scarce occurrence. Chrome yellow, in good condition, could only be identified on a single European map (Spörer 1868, plate 7, Fig. 2.4.3.4-2) but not on any of the East Asian maps. The European map, ‘The lake basins of the Balchash and Ala-Kul in Inner Asia, according to the most recent Russian surveys and research by Babkov, Golubev and others, compiled by A. Petermann.’

aus Justus Perthes' *Geographischer Anstalt über wichtige neue Erforschungen auf dem Gesamtgebiete der Geographie* 1868.

is from the periodical *Mittheilungen aus Justus Perthes' Geographischer Anstalt über wichtige neue Erforschungen auf dem Gesamtgebiete der Geographie* 1868.

LITERATURHINWEISE/REFERENCES

Gettens and Stout 1966; Kühn and Curran 1986; Spörer 1868.

2.4.3.5

Färberwau



Fig. 2.4.3.5-1: *Reseda luteola* | *Reseda luteola*

die Blüten sind Rohstoff des Farbstoffs Färberwau (Flavon) | the flowers are the raw material for the pigment dyer's weed (flavone)

Englisch: dyer's weed, weld or dyer's rocket | English: dyer's weed, weld or dyer's rocket

Chinesisch: *huang mu xi cao* 黄木犀草 | Chinese: *huang mu xi cao* 黄木犀草

Maße 30 x 20 cm | dimensions 30 x 20 cm

Herbarium Hamburgense | Herbarium Hamburgense

2.4.3.5

Dyer's weed

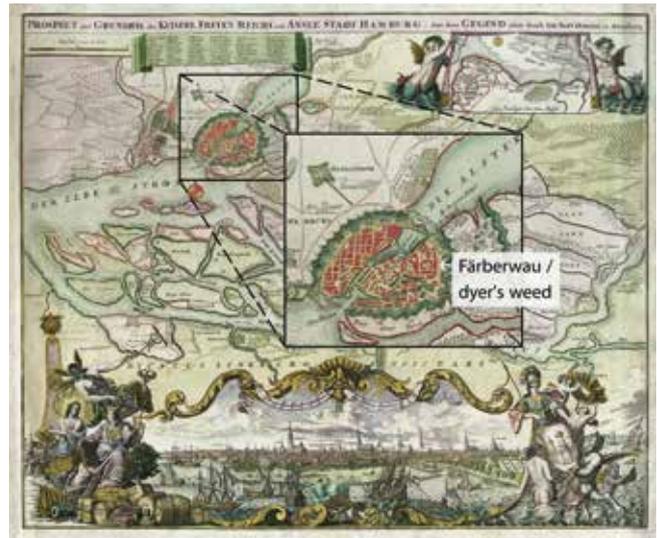


Fig. 2.4.3.5-2: Kartenausschnitt Homann, *Hamburg* (siehe Karte 3.11.3, S. 261), Ausschnitt zeigt die Verwendung von Färberwau. | Map cutout Homann, *Hamburg* (see map 3.11.3, p. 261), the detail shows the use of dyer's weed.

Luteolin, a yellow plant colourant, is extracted from the inflorescence of the plant *Reseda luteola*, dyer's weed. It was primarily used in dyeing textiles up to the twentieth century. By adding alum and soda to the dissolved colourant, a yellow lake pigment which gives a very translucent tone could be produced. In contrast to Europe and West Asia, its cultivation as a dye plant is not known from East Asia. Instead, other yellow colourants from indigenous plants such as safflower (*Carthamus tinctoria*) were in use there. For

Luteolin, ein gelber Pflanzenfarbstoff, wird aus dem Blütenstand der Pflanze *reseda luteola*, auch Färberwau, gewonnen. Er wurde bis ins 20. Jahrhundert vor allem zum Textilfärben verwendet. Unter Zugabe von Alaun und Soda in den gelösten Farbstoff konnte hieraus ein gelbes Lackpigment hergestellt werden, das einen sehr klaren Gelbton aufweist. Im Gegensatz zu Europa und Westasien ist seine Kultivierung als Färberpflanze aus Ostasien nicht bekannt. In Ostasien waren stattdessen andere gelbe Farbstoffe heimischer Pflanzen wie der Färberdistel (*carthamus tinctoria*) in Gebrauch. Färberwau kommt daher auf mehreren der untersuchten europäischen (zum Beispiel Homann, *Hamburg*, siehe Karte 3.11.3, S. 261; *Atlas portatif*, siehe Karte 3.9.2, S. 247; *Tetrarchiae Antverpiensis*, siehe Karte 3.10.3, S. 254), aber auf keiner der ostasiatischen Karten vor.

2.4.3.6

Gold



Fig. 2.4.3.6-1: Gold auf Quarz, Australien | Gold on quartz, Australia
als zu Blattgold geschlagene Folie oder als Pigment (Au) verwendet | used beaten into a foil as gold leaf or as a pigment (Au)
Englisch: gold leaf, gold powder | English: gold leaf, gold powder
Chinesisch: *jin bo* 金箔, *jin fen* 金粉 | Chinese: *jin bo* 金箔, *jin fen* 金粉
Maße 8 x 6 x 4 cm | dimensions 8 x 6 x 4 cm
Mineralogisches Museum Hamburg | Mineralogical Museum Hamburg

this reason dyer's weed occurs on several of the European maps examined (e.g. zum Beispiel Homann, *Hamburg*, see map 3.11.3, p. 261; *Atlas portatif*, see map 3.9.2, p. 247; *Tetrarchiae Antverpiensis*, see map 3.10.3, p. 254), but not on any of the East Asian ones.

LITERATURHINWEISE/REFERENCES

Gettens and Stout 1966.

2.4.3.6

Gold



Fig. 2.4.3.6-2: Kartenausschnitt Geomantik-Karte (siehe Karte 4.14-2, S. 346), Ausschnitt zeigt die Verwendung von Goldpigment. | Map cutout Geomancy map (see map 4.14-2, p. 346), the detail shows the use of gold as a pigment.

Gold (Au) wurde für Illustrationen entweder in Form von Blattgold oder als Pulver verwendet. Aufgrund von Farbe, Glanz und seiner Eigenschaft, kaum Verbindungen mit anderen Elementen einzugehen, wurde es für besondere Betonungen eingesetzt. Elementares Gold findet sich unter anderem in Gold-Quarz-Gängen („Goldadern“) oder durch Verwitterungsprozesse herausgelöst als Anreicherungen in Flüssen und Bächen. In China wurde es in vielen präkambrischen Gebirgszügen (älter als 540 Mio. Jahre) wie Wutai, Lüliang oder Anshan gefunden. Aufgrund seiner Verformbarkeit kann es zu sehr dünnem Blattgold verarbeitet werden. So wurde die Umrandung der japanischen „Karte aller Länder und Menschen“ mit Goldfolie verziert (siehe Karte 4.8, S. 323). Blattgold wurde ebenfalls bei den Verlagsatlanten aus Amsterdam des 17. Jahrhunderts verwendet, wie beim Deckblatt des *Atlas Major* von Joan Blaeu (siehe Karte 3.7, S. 237) oder auf den Karten des Atlas Mercator-Hondius (siehe Karte 3.1.8, S. 139). Kolorierungshandbücher in Europa empfehlen, Gold allein für Verzierungen zu nutzen. Aufgrund seiner Verformbarkeit ist seine Zermahlung zu Pulver aufwendig. Unterschiedliche Rezepte empfehlen das Einlegen des Blattmetalls in Honig, Wasser und Salz und anschließendes Zerreiben. Seit der östlichen Han-Dynastie (206 v. Chr. – 220 n. Chr.) ist aus China außerdem die erleichterte Zerkleinerung eines Gold-Quecksilber-Amalgams überliefert, dessen Quecksilber anschließend wieder verdampft wurde. Eine ähnliche Herstellung ist in dem Kolorierungsbuch von Jan Dirksz. Zoutman in der Abschrift von Simon Eikelenberg belegt.

In Europa spielt Gold bei der Kolorierung von Landkarten und Atlanten seit der Wende zum 18. Jahrhundert keine Rolle mehr.

LITERATURHINWEISE/REFERENCES

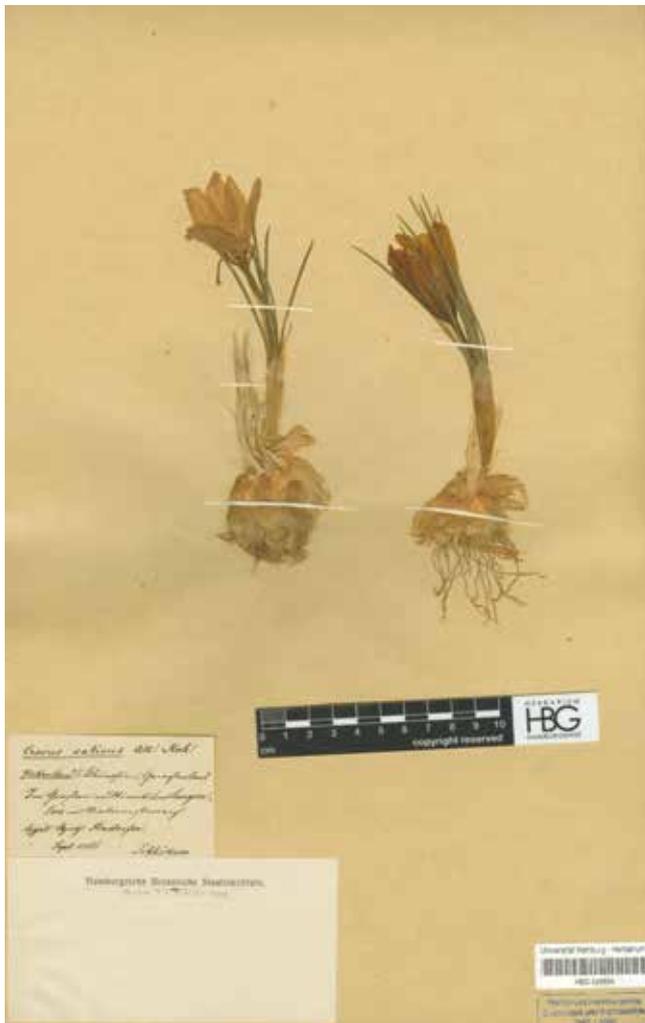
Eikelenberg 2018; Goeree 1677, 16f.; Gettens and Stout 1966; Golas 1999; Zhao and Yuantao 2000.

Gold (Au) was used for illustrations either as gold leaf or in powdered form. Due to its colour, its sheen and its property of hardly forming chemical bonds with other elements, it was used to set special accents. Elemental gold can be found, among other places, in gold-quartz veins (‘gold veins’) or dissolved out of the rock by weathering processes in rivers and streams. In China, it was found in many Pre-Cambrian mountain ranges (older than 540 million years) such as Wutai, Lüliang or Anshan. Due to its ductility it can be beaten into very thin gold leaf. Thus the border of the Japanese ‘Map of all lands and peoples’ was decorated with gold leaf (see map 4.8, p. 323). Gold leaf was similarly used on the publishers’ atlases from Amsterdam such as on the cover page of Joan Blaeu’s *Atlas Major* (see map 3.7, p. 237) or on the maps in the Mercator-Hondius atlas (see map 3.1.8, p. 139). Colouring manuals in Europe recommended only using gold for decorative purposes. Its ductility makes grinding it into a powder a laborious process. Various different prescriptions recommend steeping the metal leaf in honey, water and salt and then pulverizing it. In addition, a simplified method for crushing a gold-mercury amalgam in which the mercury was subsequently evaporated has been handed down since the eastern Han Dynasty (206 BCE – 220 CE) from China. A similar production process is documented in the colouring treatise of Jan Dirksz. Zoutman, which was copied by Simon Eikelenberg.

Gold has no longer played any role in the colouration of maps and atlases in Europe since the beginning of the eighteenth century.

2.4.3.7

Safran



2.4.3.7

Safran



Fig. 2.4.3.7-2: Kartenausschnitt Homann, *Hamburg* (siehe Karte 3.11.3, S. 261), Ausschnitt zeigt die Verwendung einer Mennigemischung, der vermutlich Safran für den Farbton beigegeben wurde. | Map cutout Homann, *Hamburg* (see map 3.11.3, p. 261), the detail shows the use of a mixture with minium to which saffron was probably added to give the colour required.

Links | Left: Fig. 2.4.3.7-1: *Crocus sativus* | *Crocus sativus*
die Blüten sind Rohstoff des Farbstoffs Safran (Carotinoid) |
the flowers are the raw material for the dye saffron (Carotinoid)

Englisch: saffron | English: saffron

Chinesisch: *cang hong hua* 藏红花 | Chinese: *cang hong hua* 藏红花

Maße 15 x 5 cm | dimensions 15 x 5 cm

Herbarium Hamburgense | Herbarium Hamburgense

Safran ist ein gelber Pflanzenfarbstoff, der bereits seit der europäischen Antike aus den Narben der Blüten von Krokus-Pflanzen gewonnen wird (insbesondere *crocus sativus*). In Ostasien wurde er während der Yuan-Dynastie (1279–1368) in geringem Umfang über die Seidenstraße importiert, meist wurden aber heimische gelbe Pflanzenfarbstoffe mit einem sehr ähnlichen Farbton verwendet wie zum Beispiel die Färberdistel *carthamus tinctorius* oder Gummigutti (Gattung *garcinia*). Die im Safran enthaltenen Farbstoffe wie Crocin ergeben einen goldgelben Farbton. Aufgrund seiner geringen Lichtbeständigkeit wurde Safran eher in Mischungen mit anderen Farbmitteln verwendet. Obwohl Kolorierungsbücher wie jenes von Goeree (1677) Safran als „viel gebraucht“ klassifizierten, konnte es nur auf

Saffron is a yellow colouring agent which has been extracted from the stigmata of the crocus flower (especially *Crocus sativus*) since at least European Classical Antiquity. In East Asia it was imported in small quantities during the Yuan Dynasty (1279–1368) via the Silk Road, but mostly indigenous yellow plant-based colourants with a very similar tone were used such as, for instance, the safflower *Carthamus tinctorius* or gamboge (genus *Garcinia*). The pigments contained in the crocus such as crocin give a golden yellow tone. Due to its low light stability, saffron was mostly used in combination with other colourants. Although colouring manuals such as that of Goeree (1677) classify saffron as ‘much used’, it could only be identified on a few of the maps examined in the European collection. (Homann, *Hamburg*, see map 3.11.3,

wenigen Karten der untersuchten Sammlung europäischer Karten nachgewiesen werden (Homann, *Hamburg*, siehe Karte 3.11.3, S. 261). Bei dem organischen Gelbton auf der handgezeichneten koreanischen *Daedongyeojido* (Karte 4.1.2, S. 291) und der kreisförmigen Weltkarte (Karte 4.7, S. 319) mit ähnlichem Reflexionsspektrum könnte es sich dagegen um Gummigutti oder Färberdistel handeln.

p. 261). The organic yellow colour on the hand-drawn Korean *Daedongyeojido* (map 4.1.2, p. 291) and the circular map of the world (map 4.7, p. 319) on the other hand, which has a similar reflectance spectrum, could be gamboge or safflower.

LITERATURHINWEISE / REFERENCES

Goeree 1677; Gettens and Stout 1966; Han 2015.

2.4.3.8

Bleiweiß



Fig. 2.4.3.8-1: Bleiglanz, Peru | Galena, Peru
Rohstoff des Pigments Bleiweiß ($Pb_3(CO_3)_2(OH)_2$) | the raw material for the pigment white lead ($Pb_3(CO_3)_2(OH)_2$)

Englisch: white lead | English: white lead

Chinesisch: *bai fen* 白粉 | Chinese: *bai fen* 白粉

Maße 13 x 10 x 8 cm | dimensions 13 x 10 x 8 cm

Mineralogisches Museum Hamburg | Mineralogical Museum Hamburg

Bleiweiß ist ein synthetisch produziertes Pigment, dessen Herstellung in China mindestens seit der Qin- und Han-Dynastie (221 v. Chr. – 220 n. Chr.) sowie in Europa seit der Antike bekannt ist. Das Mineral Hydrocerussit mit gleicher Zusammensetzung kommt zu selten vor, um als Pigment herangezogen zu werden. Für die Herstellung von Bleiweiß werden Bleiplatten in Essigsäure- oder Gerberlohedampf erhitzt. Dabei entsteht zunächst Bleiacetat, das sich unter Einwirkung des Kohlendioxids in der Luft zu Bleicarbonat

2.4.3.8

White lead



Fig. 2.4.3.8-2: Herstellung von Bleiweiß im 19. Jh., China. | Production of white lead in the 19th century, China.

White lead is a synthetically produced pigment whose production process has been known in China since at least the Qin and Han Dynasties (221 BCE – 220 CE) and in Europe since Classical Antiquity. The mineral hydrocerussite with the same chemical composition occurs far too rarely to be used as a pigment. In order to make white lead, sheets of lead are heated in the steam from acetic acid or tanning bark. This first produces lead acetate, which turns into lead carbonate through the effect of contact with atmospheric carbon dioxide. In Europe, this was the most frequently used white pigment until well into the nineteenth century, when it was supplanted by zinc white. In East Asia, its only rival was shell limestone, which was primarily used in Japan. On

umwandelt. In Europa war es bis in das 19. Jahrhundert das bei Weitem am meisten benutzte Weißpigment, bevor es von Zinkweiß verdrängt wurde. In Ostasien konkurrierte es nur mit Muschelschalenkalk, der primär in Japan zum Einsatz kam. Auf den untersuchten Karten kommt Bleiweiß gelegentlich als weißes Pigment vor (*Wutaishan*, siehe Karte 4.9, S. 328; *Dori-pyo*, siehe Karte 4.2, S. 298; Blaeu, *Le grand Atlas*, siehe Karte 3.1.7, S. 135; Braun/Hogenberg, *Krakau*, siehe Karte 3.1.9, S. 143). Oft ist es aber als Aufheller anderen Pigmenten beigemischt, insbesondere solchen von kräftigem Farbton wie Zinnober, Auripigment oder Azurit (Allard, *Ostfriesland*, siehe Karte 3.1.1, S. 113 und *Dori-pyo*, siehe Karte 4.2, S. 298).

LITERATURHINWEISE / REFERENCES

Goeree 1677; Gettens and Stout 1966; Han 2015.



Fig. 2.4.3.8-3: Kartenausschnitt Braun/Hogenberg, Krakau (siehe Karte 3.1.9, S. 143), Ausschnitt zeigt die Verwendung von Bleiweiß. | Map cutout Braun/Hogenberg, *Kraków* (see map 3.1.9, p. 143), the detail shows the use of white lead.

the maps examined, white lead does occasionally occur as a white pigment in its own right (*Wutaishan*, see map 4.9, p. 328; *Dori-pyo*, see map 4.2, p. 298; Blaeu, *Le grand Atlas*, see map 3.1.7, p. 135; Braun/Hogenberg, *Kraków*, see map 3.1.9, p. 143). It is often, however, mixed with other pigments as a whitener, especially those with a bold, bright tone such as vermilion, orpiment or azurite (Allard, *East Frisia*, see map 3.1.1, p. 113 and *Dori-pyo*, see map 4.2, p. 298).

2.4.3.9

Kalk

Kalk besteht vorwiegend aus Calciumcarbonat, das in Form der Minerale Calcit, chinesisch *fang jie shi* 方解石, oder Aragonit, chinesisch *xian shi* 霏石, natürliche Gesteine wie Kalkstein, Kreide oder Marmor dominiert. Erdgeschichtlich haben sich insbesondere kalkschalenformende Organismen in mächtigen Schichten abgelagert, wie es etwa die weißen Kreidefelsen von Dover, England, zeigen. Da Kalk eine niedrigere Deckkraft als Bleiweiß hat, wurde es in Europa oft nur zum Aufhellen anderer Pigmente bzw. als Füllstoff verwendet. Als weißes Pigment wird es daneben auch aus

2.4.3.9

Limestone

Limestone consists mainly of calcium carbonate, which predominates in naturally occurring rock such as limestone, chalk or marble in the form of the minerals calcite, Chinese *fang jie shi* 方解石, or aragonite, Chinese *xian shi* 霏石. In geological terms, especially organisms which grow a calcareous shell were deposited in thick strata such as we find, e.g., in the White Cliffs of Dover in England. Since limestone has a lower opacity than white lead, it was often only used in Europe as a whitener for other pigments or as a filler. Besides this, it was also extracted from crushed living



Fig. 2.4.3.9.-1: *Auster pinctada martensii* | Oyster *Pinctada martensii* | Rohstoff des Pigments Perlweiß (CaCO_3) | the raw material for the pigment pearl white (CaCO_3)

Englisch: pearl white | English: pearl white

Chinesisch: *hu fen* 胡粉 | Chinese: *hu fen* 胡粉

Maße 7 x 6 x 2 cm | dimensions 7 x 6 x 2 cm

Mineralogisches Museum Hamburg | Mineralogical Museum Hamburg

zerriebenen rezenten Muschelschalen, wie beim seit dem 15. Jahrhundert belegten japanischen Perlweiß 胡粉 (*go fun*) aus Austernschalen, oder aus Korallen gewonnen, was einen stärker deckenden Weißton ergibt. Auf den im Projekt untersuchten Karten trat es als weißes Calciumcarbonat nur auf der japanischen Weltkarte *Bankoku sōzu Jinbutsuzu* (siehe Karte 4.8, p. 323) und der Karte Homann, *Hamburg* (siehe Karte 3.11.3, S. 261) auf, war aber sehr oft anderen Pigmenten beigemischt.



Fig. 2.4.3.9-2: Kartenausschnitt *Bankoku sōzu Jinbutsuzu* (siehe Karte 4.8, S. 323), Ausschnitt zeigt die Verwendung von Perlweiß. | Map cutout *Bankoku sōzu Jinbutsuzu* (see map 4.8, p. 323), the detail shows the use of pearl white.

seashells for use as a white pigment, for instance the Japanese pearl white 胡粉 (*go fun*) extracted from oyster shells or corals, documented since the fifteenth century, which gives a more opaque white colour. On the maps examined in our project, it only occurs as white calcium carbonate on the Japanese map of the world *Bankoku sōzu Jinbutsuzu* (see map 4.8, p. 323) and the map Homann, *Hamburg* (Homann, *Hamburg*, see map 3.11.3, p. 261), but was often present as an admixture in other pigments.

LITERATURHINWEISE / REFERENCES

Gettens et al. 1993; Yu 1988.

2.4.3.10

Zinkweiß

Obwohl Zinkweiß bereits in der europäischen Antike erwähnt wird, kam es in Europa als ungiftiges, weißes Pigment erst im späten 18. Jahrhundert zum Einsatz, als die toxischen Eigenschaften von Bleiweiß nachgewiesen wurden. Obwohl Zinkweiß vom britischen Hersteller Winsor & Newton 1834 als „Chinesisch Weiß“ verkauft wurde, ist seine Verwendung in Ostasien erst mit dem Import aus Europa belegt. Da Zinkweiß weniger deckend ist als Bleiweiß und zudem teurer in der Produktion war, dauerte es bis Mitte des 19. Jahrhunderts, bis sich Zinkweiß als Pigment etablierte. Hergestellt wurde es durch das Schmelzen von Zink in oxidierender Atmosphäre oder alternativ direkt aus dem Zinkmineral Sphalerit (ZnS), welches mit Kohlenkoks gemischt gebrannt wurde. Zinkweiß tritt auf den hier untersuchten ostasiatischen und europäischen Karten nur vereinzelt als Farbmittel auf (Geomantik-Karte, siehe Karte 4.14, S. 345; *Bankoku sōzu Jinbutsuzu*, siehe Karte 4.8, S. 323; *Territorium Hamburgense*, siehe Karte 3.15, S. 286), jeweils als Aufheller.

LITERATURHINWEISE / REFERENCES

Gettens and Stout 1966; Kühn 1986; Yu 1988.

2.4.3.10

Zinc white



Fig. 2.4.3.10: Zinkblende | Zinc blende (sphalerite)

Rohstoff des Pigments Zinkweiß (ZnO) | raw material for the pigment zinc white (ZnO)

Englisch: Chinese white | English: Chinese white

Chinesisch: *yang hua xin* 氧化鋅 | Chinese: *yang hua xin* 氧化鋅

Maße 20 x 10 x 10 cm | dimensions 20 x 10 x 10 cm

Mineralogisches Museum Hamburg | Mineralogisches Museum Hamburg

Although zinc white is already mentioned in European Classical Antiquity, it was not used in Europe as a non-toxic white pigment until the late eighteenth century, when the toxic properties of white lead were discovered. Although zinc white was marketed by the British manufacturer Winsor & Newton in 1834 under the name of ‘Chinese white’, its use in East Asia is only documented from the beginning of its importation from Europe. Since zinc white is less opaque than white lead, and on top of that more expensive to produce, it took until the middle of the nineteenth century before it could establish its position as a pigment. It was produced by smelting zinc in an oxidizing atmosphere or alternatively directly from the zinc mineral sphalerite (ZnS), which was fired mixed with coke. Zinc white is only present as a pigment on a very few of the East Asian and European maps examined here (Geomancy map, see map 4.14, p. 345; *Bankoku sōzu Jinbutsuzu*, see map 4.8, p. 323; *Territorium Hamburgense*, see map 3.15, p. 286), in every case as a whitener.

2.4.4

Grüne und sonstige Farbmittel

Als bevorzugtes grünes Farbmittel konnte Kupfergrün auf ostasiatischen wie europäischen Karten identifiziert werden. Als Kupfergrün kommen mehrere messanalytisch schwer aufzuschlüsselnde Farbmittel infrage, insbesondere Malachit und Grünspan, bei geringen Anteilen von Chlor auch Atacamit. Für die Zeit des 19. Jahrhunderts ließ sich auch Kupferarsengrün wie Schweinfurter oder Scheeles Grün nachweisen. Vereinzelt wurden in beiden Regionen Grüntöne aus Berliner Blau und einem organischen Gelb gemischt.

Schwarze und braune Farbmittel umfassen vor allem Ruß, verschiedene braune Ocker und in Europa auch Eisengallustinte. Auf den untersuchten Karten kamen diese selten zum Einsatz, da Schwarz in der Regel bereits als Druckfarbe verwendet wurde.

2.4.4.1

Malachit



Fig. 2.4.4.1-1: Malachit mit Azurit, Marokko | Malachite with azurite, Marocco mineralische Form des gleichnamigen Pigments ($\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$) | the mineral form of the pigment of the same name ($\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$)

Englisch: malachite | English: malachite

Chinesisch: *kong que shi* 孔雀石 | Chinese: *kong que shi* 孔雀石

Maße 24 x 18 x 7 cm | dimensions 24 x 18 x 7 cm

Mineralogisches Museum Hamburg | Mineralogical Museum Hamburg

2.4.4

Green and other colourants

The preferred green pigment identified on both the East Asian and European maps was copper green. Copper green may refer to several pigments which are very difficult to break down by non-invasive analytical measurement methods. These are especially malachite and verdigris and, where faint traces of chlorine are present, also atacamite. In the period of the nineteenth century, green copper arsenites such as Paris Green or Scheele's Green were also identified. In both regions, green tones were mixed from Prussian Blue and an organic yellow dye in individual cases.

Black and brown colourants comprise mainly carbon black (soot), various brown ochres and, in Europe, also iron gall ink. These were rarely used on the maps examined, since black was as a rule already used in the printing of the map.

2.4.4.1

Malachite



Fig. 2.4.4.1-2: Kartenausschnitt *Tianxia yutu* (siehe Karte 4.3, S. 302), Ausschnitt zeigt die Verwendung von Kupfergrün, vermutlich Malachit. | Map cutout *Tianxia yutu* (see map 4.3, p. 302), the detail shows the use of copper green, probably malachite.

Malachite, which is also used as a gemstone (Greek *Μαλάχη* 'mallow') is, like azurite, a naturally occurring copper mineral. As a pigment it is also called *chrysocolla* (in German 'Berggrün', literally 'mountain green'). The term 'malachite' has been in use since Classical Antiquity. The pigment has been known at least since Ancient Egyptian times. In East Asia, malachite was in use at the latest since ancient times,

Der auch als Schmuckstein verwendete Malachit (griechisch Μαλάχη „Malve“) ist wie Azurit ein natürliches Kupfermineral. Als Pigment wird er auch als Berggrün bezeichnet. Der Begriff Malachit wird bereits seit der Antike verwendet, das Pigment mindestens seit altägyptischen Zeiten. In Ostasien war Malachit spätestens seit der Antike als Pigment in Gebrauch, wie grüne Pigmente auf den Terrakottakriegern im Mausoleum des Kaisers Qin Shihuangdi, Zentralchina, beweisen. Möglicherweise wurde Malachit in der europäischen Literatur teilweise nicht vom Pigment Azurit unterschieden, da er zumindest in Abhandlungen über mittelalterliche und frühneuzeitliche Farbmittel keine Erwähnung fand, obwohl er zu dieser Zeit in Europa noch viel verwendet wurde. Im 15. Jahrhundert wird Malachit bei Cennino Cennini (um 1370 – um 1440) als *verde azzurro* bezeichnet. Malachit ist wie Azurit ein Oxidationsprodukt primärer Kupfererze und kommt in zahlreichen Kupferlagerstätten vor (z.B. Provinz Yunnan, China, und Banska Bystrica, Slowakei).

as evidenced by green pigments on the terracotta warriors in the mausoleum of the Emperor Qin Shihuangdi in central China. In the European literature it may be the case that no distinction was made between malachite and the pigment azurite, since it found no mention at least in treatises dealing with mediaeval and Early Modern colourants although it was still much used in Europe at that period. Malachite is mentioned as *verde azzurro* in the fifteenth century by Cennino Cennini (c.1370 – c.1440). Malachite, like azurite, is an oxidation product of primary copper ores and occurs in many deposits (e.g. Yunnan Province, China, and Banska Bystrica, Slovakia).

LITERATURHINWEISE / REFERENCES

Gettens and Stout 1966; Gettens and West Fitzhugh 1993; Stone 2009.

2.4.4.2

Grünspan



Fig. 2.4.4.2-1: Kupfer | Copper

Rohstoff des Pigments Grünspan ($\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$) | the raw material for the pigment verdigris ($\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$)

Englisch: verdigris | English: verdigris

Chinesisch: *yi suan tong* 乙酸铜 | Chinese: *yi suan tong* 乙酸铜

Maße 10 x 10 cm | dimensions 10 x 10 cm

Mineralogisches Museum Hamburg | Mineralogical Museum Hamburg

Neben Malachit und Azurit existieren weitere, farbenprächtige kupferhaltige Mineralien, die als Pigment Verwendung fanden. Im Gegensatz zu den beiden erstgenannten Mineralien wird Grünspan (lateinisch *verdis hispanicum* „spanisch Grün“) künstlich hergestellt. Belege dafür lassen sich in Europa bereits für die Antike nachweisen. Üblicherweise wurden Kupferplatten den Dämpfen fermentierender Fruchtschalen ausgesetzt oder das Kupfer wurde in oder über Essigbehältern gelagert. Anschließend werden die entstandenen Grünspankrusten zu Pulver zermahlen. Zahlreiche weitere Rezepturen verdeutlichen die Wichtigkeit des Pigments. In China beschreibt Li Shizhen (1518–1593) in einem 1590 herausgegebenen Kompendium medizinischer Pflanzen einen sehr ähnlichen Prozess. Die hierbei erzeugten Farbtöne reichen von einem bläulichen Türkis bis hin zu kräftigem Grün. Auf den untersuchten ostasiatischen wie europäischen Karten basieren die verwendeten grünen Farbmittel fast ausschließlich auf Kupfergrüntönen. Die exakte Zusammensetzung des Kupfergrüns lässt sich mit den Möglichkeiten des mobilen Labors nicht auflösen. Die in den Kupferpigmenten enthaltenen Kupferionen können den Zellulosefasern

2.4.4.2

Verdigris



Fig. 2.4.4.2-2: Kartenausschnitt Hondius, *Genfersee* (siehe Karte 3.1.8, S. 139), Ausschnitt zeigt die Verwendung von Kupfergrün, vermutlich Grünspan. | Map cutout Hondius, *Lake Geneva* (see map 3.1.8, p. 139), the detail shows the use of copper green, probably verdigris.

Besides malachite and azurite, other colourful minerals containing copper exist which were used as pigments. Unlike the two first-mentioned minerals, verdigris (Latin *verdis hispanicum*, ‘Spanish Green’) is produced artificially. Evidence of this can already be found in European Classical Antiquity. Normally sheets of copper were exposed to the vapour from fermenting fruit peel or the copper was stored in or above vats of vinegar. The encrustations of verdigris which formed in this way were then ground into a powder. Numerous further formulations document the importance of the pigment. In China, Li Shizhen (1518–1593) describes a very similar process in a compendium of medicinal plants published in 1590. The palette of colour tones created in this way range from a bluish turquoise to a rich green. On the East Asian and also the European maps examined by us, the green pigments used are almost exclusively based on copper green tones. The exact composition of the copper green cannot be determined with the means available to the mobile laboratory. The copper ions contained in the copper pigments can cause considerable damage to the cellulose fibres of the paper substrate, especially if the paper has a low pH (Fig. 2.4.4.2-3). The latter apparently hardly played a role on the maps examined, since damage to the paper was only observed to a very minor extent.

European colouring manuals for maps recommended choosing verdigris for the colouring of green parts. Chinese



Fig. 2.4.4.2-3: Braun durchschlagendes Kupfergrün im Janssonius, *Atlas Novus* (SHWA S/577). | Brownish penetrating copper green in Janssonius, *Atlas Novus* (SHWA S/577).

des Papiers erheblichen Schaden zufügen, besonders bei niedrigem pH-Wert im Papier (siehe Abbildung 2.4.4.2-3). Letzteres war auf den untersuchten Karten offenbar kaum von Bedeutung, da Papierschädigungen nur in sehr geringem Umfang zu beobachten waren.

Europäische Kolorierungsbücher für Karten empfahlen für die Kolorierung grüner Teile Grünspan zu wählen. Chinesische Malereihandbücher erwähnen sowohl Malachit als auch Grünspan als gängige Farbmittel.

painting manuals mention both malachite and verdigris as the most used colourants.

LITERATURHINWEISE / REFERENCES

Ahn et al. 2014; Kühn 1993; Scott et al. 2001; Yu 1988.

2.4.4.3

Scheeles Grün und Schweinfurter Grün

2.4.4.3

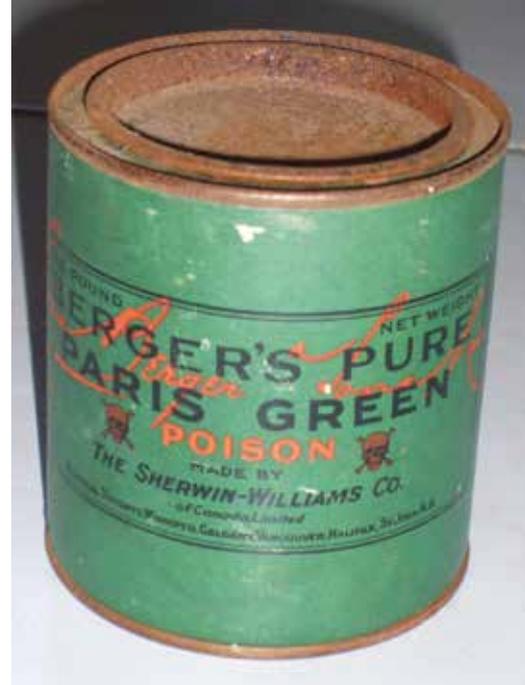
Scheele's Green and Paris Green

Fig. 2.4.4.3-1, 2.4.4.3-2: Schweinfurter Grün ($\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3 \text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$) | Paris green ($\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3 \text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$)

Chinesisch: *xie le lü* 謝勒綠, *ba li lü* 巴黎綠 | Chinese: *xie le lü* 謝勒綠, *ba li lü* 巴黎綠

Links: Historische Farbstoffsammlung der Technischen Universität Dresden. | Left: Historical pigment collection of *Technische Universität Dresden*.

Rechts: wikimedia. | Right: wikimedia.

Scheeles Grün ist eine Kupfer-Arsen-Verbindung. Sein Name stammt vom schwedischen Chemiker Carl Wilhelm Scheele (1742–1786), der 1778 erstmalig dieses Pigment beschrieb. Nach Zugabe von weißem Arsenik in Soda- oder Kaliumlösung wird das Gemisch erhitzt und anschließend in eine Kupfersulfatlösung gegeben. Scheeles Grün fällt in dieser Lösung als grüne Flocken aus.

Anfang des 19. Jahrhunderts wurde schließlich Schweinfurter oder Pariser Grün synthetisiert, das eine noch bessere Farbqualität besitzt als Scheeles Grün und dieses schnell verdrängte. Hierzu wurden Kupfer, Essigsäure, Arsenik und Soda in wässrige Lösung gemischt und erhitzt. Das Fällungsprodukt ergibt ein kräftig blaugrünes Pigment. Beide Arsenverbindungen erfreuten sich aufgrund ihrer Farbbrillanz großer Beliebtheit. Sie sind allerdings hochgiftig und wurden daher lange auch als Insektizid benutzt oder im Firnis verwendet. 1888 wurden Kupferarsenpigmente in Deutschland gesetzlich auf die Anwendung in Ölfarben, Lacken oder in Verbindung mit einer schützenden

Scheele's Green is a compound of copper and arsenic. It got its name from the Swedish chemist Carl Wilhelm Scheele (1742–1786), who described this pigment for the first time in 1778. After adding white arsenic in a solution of soda or potash, the mixture is subsequently heated and then decocted into a copper sulphate solution. Scheele's Green precipitates in this solution as green flakes.

And finally, Schweinfurt or Paris Green was synthesized at the beginning of the nineteenth century. This has a better quality of colour than Scheele's Green, which it quickly supplanted. To produce this, copper, acetic acid, arsenic and soda were heated in an aqueous solution. The precipitate can be used as a vibrant bluish-green pigment. Both arsenic compounds were very popular due to the brilliance of their hue. They are, however, highly toxic and were used for that reason for a long time as an insecticide or in varnish. In Germany, copper arsenic pigments were restricted by law in 1888 to use in oil paints, lacquers or in combination with a protective coating of varnish over the pigment. On the maps

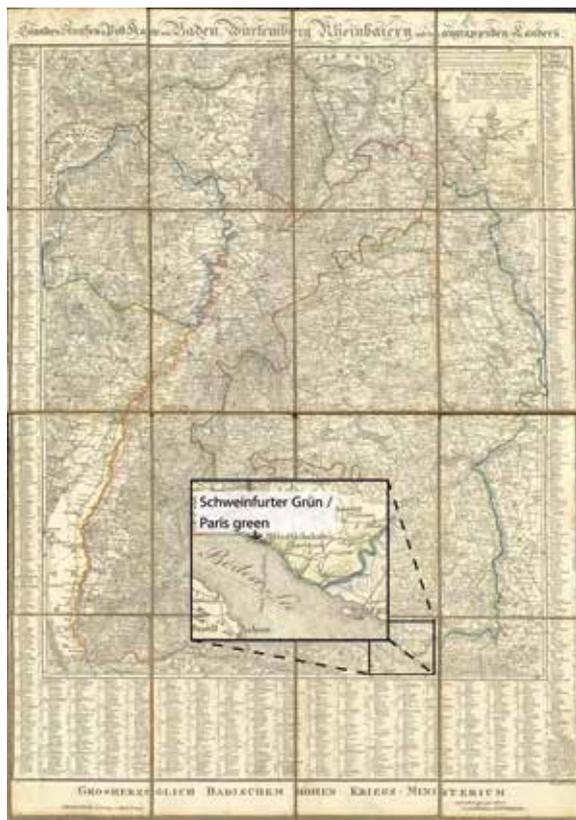


Fig. 2.4.4.3-3 and 2.4.4.3-4: Kartenausschnitte Groos, *Postroutenkarte Baden* (siehe Karte 3.3.4, S. 197) und *Bankoku sōzu Jinbutsuzu* (siehe Karte 4.8, S. 323), Ausschnitte zeigen die Verwendung von Kupferarsenigrün, vermutlich Schweinfurter Grün. | Map cutout Groos, *Postroutenkarte Baden* (see map 3.3.4, p. 197) and *Bankoku sōzu Jinbutsuzu* (see map 4.8, p. 323), the details show the use of copper arsenite green, probably Paris Green.

Firnisschicht über dem Pigment eingeschränkt. Auf den analysierten Karten kommt eines der arsenhaltigen Grünpigmente (vermutlich meist Schweinfurter Grün) vereinzelt auf Karten bzw. einer vermuteten Überarbeitung des 19. Jahrhunderts vor – sowohl in Ostasien (*Wutaishan*, siehe Karte 4.9, S. 328; *Dori-pyo*, siehe Karte 4.2, S. 298; *Bankoku sōzu Jinbutsuzu*, siehe Karte 4.8, S. 323) als auch in Europa (Groos, *Postroutenkarte Baden*, siehe Karte 3.3.4, S. 197, Spörer 1868, Tafel 7, siehe Fig. 2.4.3.4-2, S. 94).

analyzed by us, one of the arsenical pigments (probably in most cases Paris Green) is present on very few maps or in the suspected restoration of a map in the nineteenth century – both in East Asia (*Wutaishan*, see map 4.9, p. 328, *Dori-pyo*, map 4.2, p. 298; *Bankoku sōzu Jinbutsuzu*, see map 4.8, p. 323) as well as in Europe (Groos, *Postroutenkarte Baden*, see map 3.3.4, p. 197; Spörer 1868, panel 7, see Fig. 2.4.3.4-2, p. 94).

LITERATURHINWEISE / REFERENCES

Fiedler and Bayard 1997.

2.4.4.4

Ruß

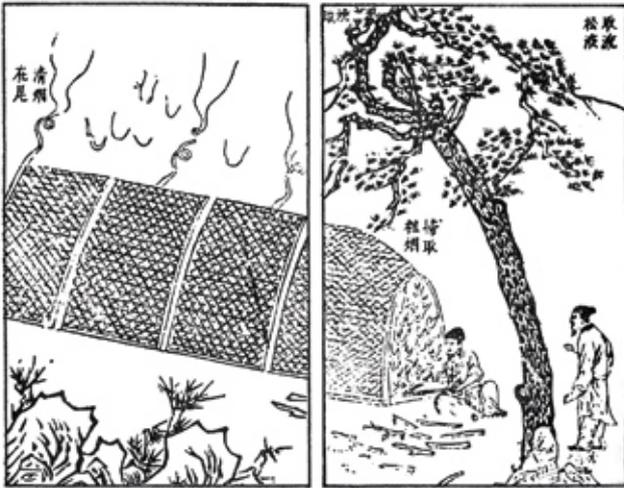


Fig. 2.4.4.4-1: Verbrennung von Kiefernholz zur Tuscheherstellung (天工開物 (Tiangong Kaiwu)) | Burning pinewood to produce (Indian) ink (天工開物 (Tiangong Kaiwu))

Rohstoff von Rußtuschen | the raw material for carbon black

Englisch: carbon black | English: carbon black (soot)

Chinesisch: *tan hei* 炭黑 | Chinese: *tan hei* 炭黑

Maße 10 x 13 cm | dimensions 10 x 13 cm

wikimedia | wikimedia

Ruß wurde vor allem in Druckerschwärze eingesetzt. Daneben tauchen vereinzelt auch kohlenstoffhaltige Tuschen bei der Handkolorierung von Karten auf. Tusche bezeichnet hier – im Gegensatz zu farbstoffhaltigen Tinten – allgemein eine Ausmischung eines unlöslichen Pigmentes in einem wasserlöslichen Bindemittel. Als Schwarzpigment fanden wasserunlösliche Verbrennungsrückstände unterschiedlichster organischer Materialien wie Öle, Holz oder auch Knochen Verwendung. Die Ursprünge dieses tiefschwarzen Zeichenmaterials liegen in Ägypten (Altes Reich, 2700 – 2200 v. Chr.), Indien und China (Han-Dynastie, 206 v. Chr. – 220 n. Chr., vermutlich aber schon früher). Auf wenigen europäischen Karten wurde Rußtusche verwendet, um einen dunklen Farbton zu erzeugen (zum Beispiel Karte 3.15, S. 286). Chinesische Tusche wird traditionell durch Verkohlung von Eichen- oder Kiefernholz hergestellt und wird auf den untersuchten Karten häufig für handgeschriebene Schriftzeichen verwendet.

2.4.4.4

Carbon black



Fig. 2.4.4.4-2: Kartenausschnitt *Tianxia yutu* (siehe Karte 4.3, S. 302), Ausschnitt zeigt die Verwendung von Ruß. | Map cutout *Tianxia yutu* (see map 4.3, S. 302), the detail shows the use of carbon black.

Carbon black was used above all in printer's ink. Besides this, there are individual cases where black inks containing carbon are used for colouring maps by hand. 'Ink' here means – in contrast to inks containing pigments – in general a blending of an insoluble pigment in a water-soluble binder. Water-insoluble residues from the combustion of various organic materials such as oils, wood or also bones were used as a black pigment. The origins of this deep black drawing material go back to Ancient Egypt (Old Kingdom, 2700 – 2200 BCE), India and China (Han Dynasty, 206 BCE – 220 CE, but probably also earlier). Carbon black from soot was used on a few European maps in order to obtain a dark colour (for example map 3.15, p. 286). Chinese (Indian) ink was traditionally produced as charcoal from the burning of oak and pine wood and is often used on the maps examined for hand-written lettering.

LITERATURHINWEISE / REFERENCES

Gettens and Stout 1966; Needham 1986; Yu 1988.

2.4.4.5

Eisengallustinte



Fig. 2.4.4.5-1: Gallapfel | Oak apple

Rohstoff von Eisengallustuschen und -tinten (Ferrogallat) | the raw material for iron gall drawing ink and other inks (ferro-gallate)

Englisch: iron gall ink | English: iron gall ink

Chinesisch: *tie dan mo shui* 铁胆墨水 | Chinese: *tie dan mo shui* 铁胆墨水

Durchmesser ca. 2 cm | diameter c. 2 cm

Herbarium Hamburgense | Herbarium Hamburgense

In Europa und Vorderasien war eisenhaltige Tinte vom Mittelalter bis in das 19. Jahrhundert das bevorzugte Schreib- und Zeichenmittel. Sie wurde durch Mischung von Eisensulfat und Galläpfeln – durch Eiablagen der Gallwespe (Gattung *cynipidae*) an Eichenblättern entstehende Wucherungen – hergestellt. Der durch Reaktion mit der Luft entstehende Ferrogallatkomplex aus Eisenionen und Gallussäure ist schwarz gefärbt. In Ostasien kommen Pflanzengallen zum Beispiel an Blättern des Gallen-Sumach 盐麸木 (*yan fu mu*) vor. Zu Farbmitteln wurden sie jedoch selten verarbeitet. Gegenüber Rußtusche hatten Eisengallustinten den Vorteil, dass sie nach Entstehung des Eisengallatkomplexes wasserunlöslich und daher schwerer zu tilgen waren. Teilweise entsteht über lange Zeiträume aufgrund des Säuregehalts jedoch Tintenfraß. Auf wenigen Karten der europäischen Sammlung wurde in schwarzbraunen Partien eine erhöhte Konzentration von Eisen nachgewiesen, hierbei handelt es sich möglicherweise um Eisengallustinte.

2.4.4.5

Iron gall ink



Fig. 2.4.4.5-2: Kartenausschnitt *Territorium Hamburgense* (siehe Karte 3.15, S. 286), Ausschnitt zeigt die Verwendung von Eisengallus. | Map cutout *Territorium Hamburgense* (see map 3.15, p. 286), the detail shows the use of iron gall ink.

In Europe and the Middle East, ferrous ink was the substance of choice for drawing and writing from the Middle Ages up well into the nineteenth century. It was obtained by mixing iron sulphate and oak apples – growths produced on oak leaves by the eggs laid by the gall wasp (genus *Cynipidae*). The ferro-gallate complex which is produced by the reaction with air from iron ions and gallic acid has a black colour. In East Asia, gall apples occur, for instance, on the leaves of the Chinese sumac or nutgall tree, 盐麸木 (*yan fu mu*). They were only seldom processed into pigments, however. Iron gall inks possessed the advantage over ink from soot that they were insoluble in water once the iron gall complex had been formed, and thus could only be erased with difficulty. In some cases, however, this leads to ink corrosion over long periods due to the acid content of the ink. An elevated concentration of iron was identified on blackish-brown areas of a few European maps, this is possibly iron gall ink.

LITERATURHINWEISE / REFERENCES

Bicchieri, Monti, Piantanida and Sodo 2008; Hahn, Kanngießer and Malzer 2005; Yu 1988.