

Supporting Information

Discovery of Pararealgar and Semi-amorphous Pararealgar in Rembrandt's *The Night Watch*: Analytical Study and Historical Contextualization

Authors: Nouchka De Keyser^{(1,2,3,4)*,†}, Frédérique T.H. Broers^{(1,2,3,5)*,†}, Frederik Vanmeert^(2,3), Annelies van Loon^(1,6), Francesca Gabrieli⁽²⁾, Steven De Meyer^(3,7), Arthur Gestels^(3,8), Victor Gonzalez^(2,9), Erma Hermens⁽¹⁰⁾, Petria Noble⁽²⁾, Florian Meirer⁽⁵⁾, Koen Janssens^(2,3,4), Katrien Keune^(1,2)

Affiliations:

⁽¹⁾University of Amsterdam, Van 't Hoff Institute for Molecular Sciences, 1090GD Amsterdam, The Netherlands

⁽²⁾Rijksmuseum, Conservation & Science, Museumstraat 1, 1070 DN Amsterdam, The Netherlands

⁽³⁾University of Antwerp, Department of Physics, AXIS, Groenenborgerlaan 171, 2020 Antwerp, Belgium

⁽⁴⁾University of Antwerp, Faculty of Design Sciences, ARCHES, Mutsaardstraat 31, 2000 Antwerp, Belgium

⁽⁵⁾Utrecht University, Inorganic Chemistry and Catalysis, Institute for Sustainable and Circular Chemistry and Debye Institute for Nanomaterials Science, Universiteitsweg 99, 3584CG Utrecht, The Netherlands

⁽⁶⁾Mauritshuis, Collection and Science, Plein 29, 2511 CS Den Haag

⁽⁷⁾Royal Institute for Cultural Heritage (KIK-IRPA), Paintings Laboratory, Jubelpark 1, 1000 Brussels, Belgium

⁽⁸⁾University of Antwerp, Department Electromechanics, Research Group InViLab, University of Antwerp, Groenenborgerlaan 171, 2020 Antwerp, Belgium

⁽⁹⁾Université Paris-Saclay, ENS Paris-Saclay, CNRS, PPSM, 91190, Gif-sur-Yvette, France.

⁽¹⁰⁾Hamilton-Kerr Institute and Conservation and Science Division, Fitzwilliam Museum, University of Cambridge, Trumpington Street, Cambridge, CB2 1RB, United Kingdom

* Correspondence: N.de.Keyser@rijksmuseum.nl, F.Broers@rijksmuseum.nl

† Nouchka De Keyser and Frédérique Broers contributed equally

Keywords – Arsenic sulfide, amorphous, pararealgar, pigments, Rembrandt, *The Night Watch*



Figure S1. *Still Life with a Silver Jug and a Porcelain Bowl* (1655 – 1660, oil on canvas, Rijksmuseum (inv. nr. SK-A-199)) by Willem Kalf.

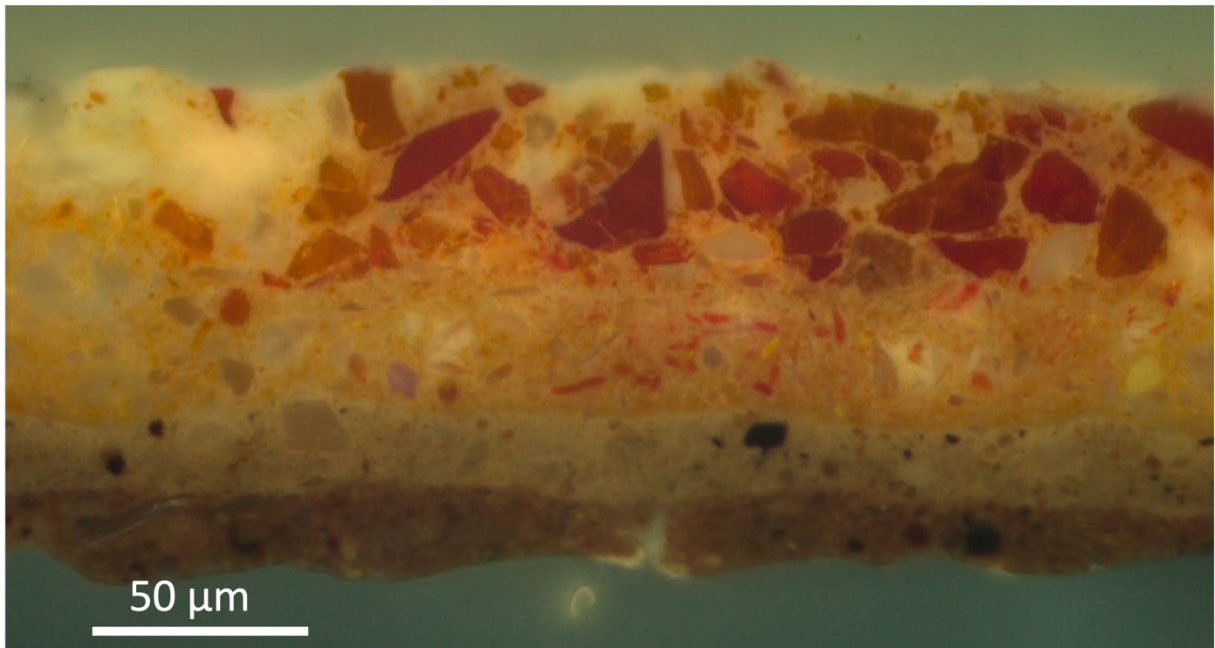


Figure S2. UV (365 nm) light micrograph of sample SK-A-199_R9/4 from the painting by Willem Kalf.

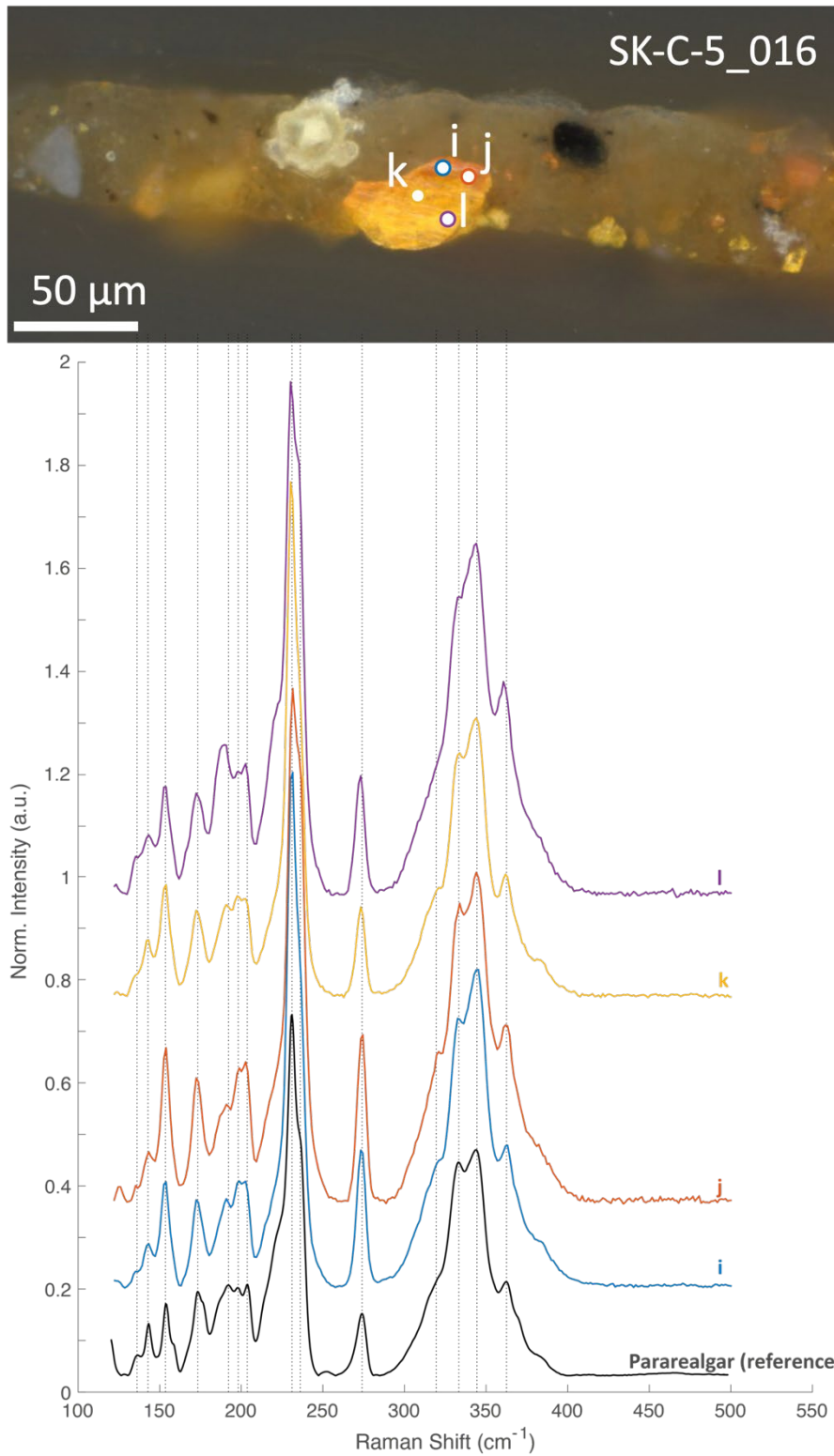


Figure S3. Light micrograph (DF) of sample SK-C-5_016 including four locations of the collected Raman spectra. The collected spectra are shown together with a reference Raman spectrum of pararealgar.

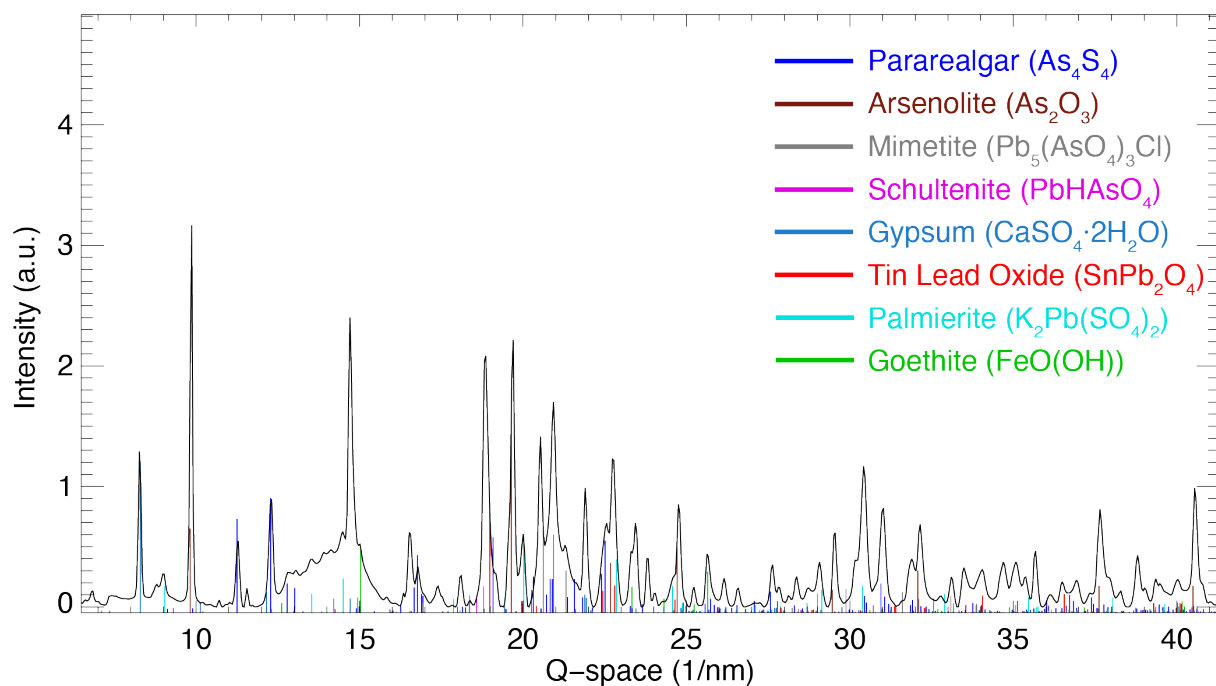


Figure S4. Average XRD pattern of sample SK-C-5_017 with superimposed the PDF of the identified components.

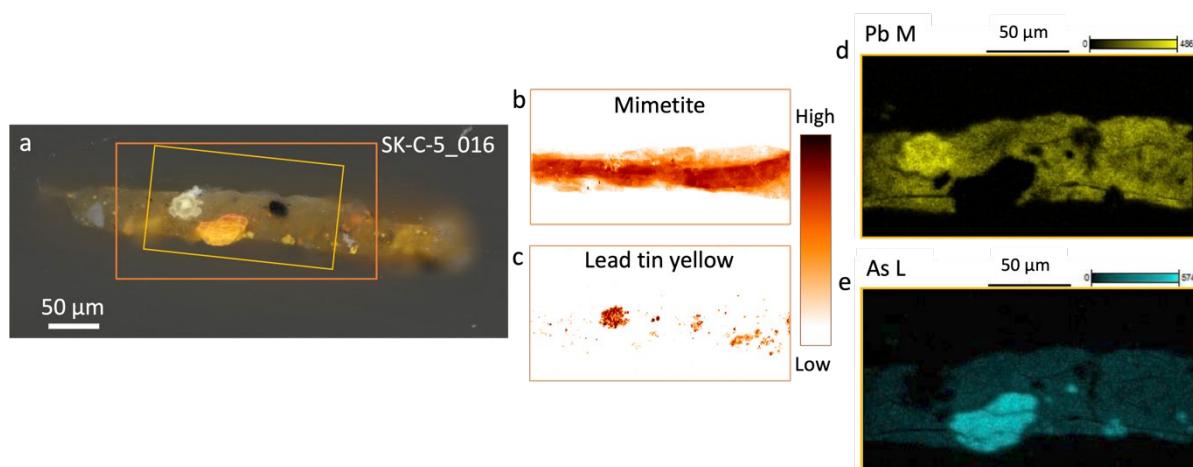


Figure S5. a) Light micrograph (DF) of sample SK-C-5_016 and the distribution map of b) mimetite and c) lead tin yellow as collected by SR- μ -XRD. In d) the distribution of lead and e) of arsenic are shown as collected by SEM-EDX mapping of the sample in a). The contrast in e) was lowered to show the presence of arsenic throughout the layer more clearly.

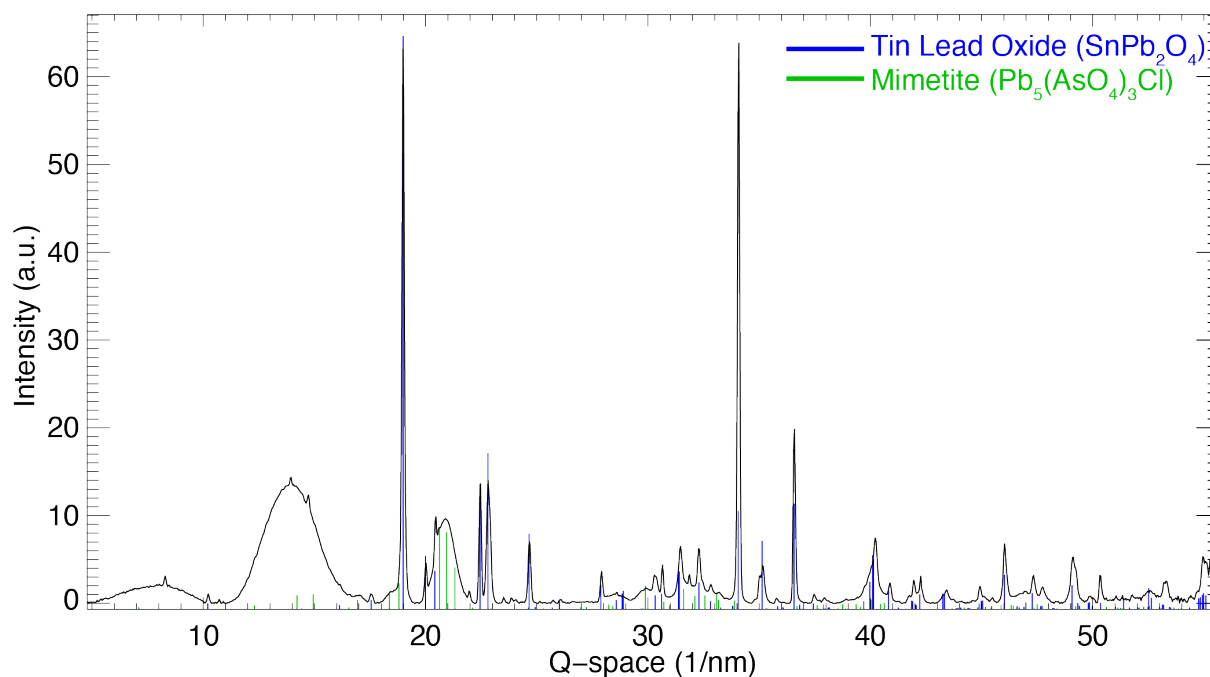


Figure S6. Average XRD pattern of sample SK-C-5_016 with superimposed the PDF of the identified components.

Table S1. Apothecary Taxae. Overview of apothecary Taxae which mention the price of the natural (auripigmenti, sandaracha graecorum) and artificial arsenic sulfide pigments (rauschgelb, arsenici citrini, rubei, factitij).

Date	City	Latin description	German/Danish/french description	Weight*	price	Price of other pigments	
1553	Dreszden	Arsenici Albi Arsenici Rubei Auri pigmenti	Hüttenrauch	1 lot	6 pfennig 6 pfennig 6 pfennig	Ceruae albae 3 pfennig; ceruae citrinae 3 pfennig	(1)
1563	Anneberg	Arsenici Albi Arsenici Rubei Arsenici citrini Auripigmenti		2 loth	3 pfennig 4 ½ pfennig 4 ½ pfennig 4 ½ pfennig	Ceruae albae 2 ½ pfennig; ochrea 1 pfennig, less then vermilion	(2)
1568	Liegnitz	<i>Mineralia:</i> Arsenici albi Arsenici citrini Arsenici rubei Auripigmenti <i>COLORES:</i> Auripigmenti Rauschgelb		1 lot	6 hl. 6 hl. 6 hl. 6 hl. (heller) 6 hl. 8 hl. (heller)		(3)
1583	Liegnitz	Auri pigmenti Rauschgelb	Operment geler Arsenic	1 lot	6 pfennig 6 pfennig	Venedisch bleyweis 3 pfennig, zinober 6	(4)

						pfenning, ocker gelb 3 pfenning	
1607	Freyburg im Breyßgaw	Arsenicum album Arsenicum citrinum Auripigmentum	Weisser Arsenick/ Operment Gelber Arsenick Maußgiff	1 loth	4 pfennig 4 pfennig 4 pfennig	Bleyweiß 2 pfenning Vermilion (fact.) 6 pfenning	(5)
1614	Speier	Arsenicum album Arsenicum luteum Arsenicum rubrum	Weisser Arsenick Geeler arsenick / opermend Roter Arsenick	1 loth	4 pfennig 4 pfennig 4 pfennig	Bleyweiß 2 pfenning Vermilion bz1 2 pfenning	(6)
1614	Liegnitz	Arsenici albi crystal. Arsenici citrini Arsenici rubei Auripigmenti crudi Auripigmenti subtilis, triti Sandar. Graec. Sulph. Rub. Real	Weiß hüttenrauch Gelbes hüttenrauch Roth hüttenrauch Unbereit Operment Wolgerieben Operment Rauchgel	1 lot	9 hell. 9 hell. 9 hell. 4 hell. 9 hell. 4 ½ hell	Bleyweis cerusae albae 6 hell. Vermilion (factitae 2 gl)	(7)
1644	Coburgk	Arsenici albi factitij Arsenici citrini factitij Auripigmenti, Arsenici citrini fossilis	Weisser Arsenick Gelber Arsenick/ hüttenrauch Operment	1 loth	4 pfennig 4 pfennig 4 pfennig	Cerussa alba veneta (2 pfenning) Cinnabaris factitae 1fb, 2 pfenning)	(8)
1648	Ulm	Arsenici albi, Arsenici citrini, Auripigmenti,	Weisser Arsenick gelber Arsenick Operment	1 loth	2 Heller 2 Heller 2 Heller		(9)
1662	Liegnitz	Arsenici albi Arsenici citrini Auripigmenti Sandaracae Graec.	Weiß arsenic Gelb hüttenrauch Rauschgelb	1 loth	9 Heller 6 Heller 6 Heller 12 Heller	Cerussae alb. 6 heller Cerussae citr. (bleygelb) 6 Heller , vermilion 27 Heller	(10)
1665	Quedlinburgica	Arsenici albi factitij. Citrini	Weisser Arsenic/ hüttenrauch/Rattenpulver.	Ein loth	4 gpf		(11)

		fossilis, vel (nativis Auripigmenti, rubei, s. sandaracae (Metallicae Graecorum.	Gelber gegrabener Arsenick oder Operment. Rother Arsenick oder Operment		3 gpf 4 gpf		
1668	Gdansk	Arsenici albi, crystallini Arsenici Citrini, Auripigmenti, Realgar.	Weiß Arsenick/ Ratzenkraut Operiment Rauschgelbe	Lb j	15 H 1 H 9 pfenning	Vermilion (FACITIAE) 4 H Lead white 8 H	(12)
1672	Kopenhagen	Arsenic:alb:fact: Arsenic: citrin Arsenic rubr. Arsenic ter sublime. Auripigm.	Rottekraud (dan.) Weiss ratten pulver/ hüttenrauch (Germ.) Guel Arsenick (dan.), gelber Arsenick (German.) Rusgeel (dan.), Rauschgelbe (german.) Operment	1 loth ¼ loth 1 loth	2 ß (danish schilling) 2 ß 2 ß 8 ß 1 ß	Bleyweis 1ß Bleigelb 8 ß	(13)
1673	Freybergk in Meissen	Arsenici albi Arsenici citrini s. Auripigmenti Arsenici Lutei factitii Arsenici rubei	Weisser Arsenick/ hüttenrauch/ Rattenpulver Gelb gegrabner Arsenick/ Aurpig. Gelb gemachter Arsenick Rother Arsenick oder Operment	Ein loth	9 pfenning 4 pfenning 4 pfenning 6 pfenning	Lead white is 3 pfenning Lead tin yellow and vermilion more expensive	(14)
1674	Weimar	Arsenici albi Arsenici citrini Arsenici Rubei Auripigmenti comm optimi	Weisser Arsenick/ Rattenpulver Gelber arsenick Rother Arsenick oder Rauschgelb Operment des besten gelben operments	1 loth	6 pf 6 pf 3 pf 3 pf		(15)
1722	Strasbourg	Arsenici albi pulverisati Arsenici Citrini Auripigmenti	Weisser Arsenick oder rattengiffit <i>Arsenic blanc</i> Gelber Arsenick Operment <i>Orpin ou Orpiment</i>	1 loth <i>La demie once</i> <i>Ein loth</i>	4 pfenning <i>1 f. 4 d.</i> 4 pfenning <i>1 f. 4 d.</i> 2 pfenning <i>8d.</i>	Bleyweiss 2 lot 2 pfenning	(16)

*Most weights are given in loth. It is assumed that 1 Loth = 15 g.(4)

References

1. *Apotecken Tax der Stadt Dreszden* (Stöckel, Dreszden, 1553; <http://digital.slub-dresden.de/id510581269>).
2. *Apoteken Tax der Stadt Anneberg, und würderung aller Ertzneyen, so inn der Apoteken alda verkaufft werden : In itziger Visitation der billigkeit nach geordnet und gestalt, Welche mit fleis gehalten und vollendet den 17. Julij des jetzlauffenden Jahrs (1563)*, (available at https://leopard.tu-braunschweig.de/receive/dbbs_mods_00002039, <http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00002039>, https://leopard.tu-braunschweig.de/servlets/MCRZipServlet/dbbs_derivate_00001845, <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-200602080100-7>).
3. *Apotecken Tax vnd ordnung aller Ertzneien so der Apotecken der Furstlichen Stad Lignitz im Jar nach Christi vnsers lieben HErrn geburt 1567. durch die verordente Visitatorn der billigkeit nach gestellt welche in diesem jtz lauffenden 1568. jare auff befelh eines Erbarñ Wolweisen Raths der Stad Lignitz von dem Doctore Baldasar Summer jtziger zeit alda Fuerstlichen bestelten Leib vnd Stad Artzt wider vbersehen in das werck gebracht vnd in den druck verfertiget.* (Johann Schwertel, Wittenberg, 1568; <http://resolver.staatsbibliothek-berlin.de/SBB0001796500000000>).
4. A. Burmester, U. Haller, C. Krekel, *Pigmenta et Colores: The Artist's Palette in Pharmacy Price Lists from Liegnitz (Silesia). Trade in Artists' Materials: Markets and Commerce in Europe to 1700*, 314–324 (2010).
5. *Wol-geordende hervorming van alle rekwisieten, hun apotheek aan een lovenswaardig front in de Oostenrijkse stad Freyburg im Breyßgaw* (Boeckler, Freyburg im Breyßgaw, 1607; <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bvb:29-bv008960460-0>).
6. *Ordnung der Apotecken, wie es mit denselben in der keiserlichen freyen Reichs-Stadt Speier soll gehalten werden : sampt verordneten Tax, wie nemlich unnd in was Werth, alle Artzneyen ... durch die Apotecker hinfürter verkaufft und gegeben werden solle.* (Kembach, Speyer, 1614; <http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00001990>).
7. *Der Fürstlichen Stad Lignitz Apoteken Ordnung und Taxa/ Bey dero im Monat Iulio, des 1614. Jahres gehaltenen Visitation revidiret, gemehret und verbessert* (Schneider, Lignitz, 1614; <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN585089701>).
8. J. L. Bausch, *Valor sive taxatio omnium materier. medicarum tam simplicium quam compositarum, quae in officina pharmaceutica Swinphordiana ad Amplissimum Senatam eius loci spectante vernundantur hoc est, Apothecken Tax, der Stadt Schweinfurt, in was Werth alle u. jede Artzneyen, an Simplicibus u. Compositis in d. Apotecken daselbsten, forthin sollen verkaufft u. gegeben werden ; ... Jetzo aber zum 4. mahl auffgelegt und ... verm.* (Eyrich, Coburgk, 1644; <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bvb:29-bv008995153-5>).
9. *Dess H. Reichs-Statt Ulm/ Renewable tax/ all medicines/ which are found there in the pharmacies* (Ulm, 1648; <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN585090289>).
10. *Neu revidirte Apothecker-Ordnung und Taxa im Fürstenthumb Lignitz* (Liegnitz, 1662; <http://digital.slub-dresden.de/id384337791>).
11. *Quedlinburgica Officina Pharmaceutica, seu Designatio omnium Materialium ac Medicamentorum cum Chymicorum, tum Galenicorum adiuncto eorum pretio ac valore in Pharmacopolio Quedlinburgico prostantium. Das ist: Verzeichnüs aller Materialien/ und so wohl Chym- als Galenischen Medicamenten nebenst derselben Wurderung und Tax/ so in der*

Apotecken zu Quedlinburg zu bekommen (Ockel, Quedlinburg, 1665; <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN741130432>).

12. *Designatio Et Valor, Omnium Materialium, Et Medicamentorum, tam Simplicium, quam Compositorum, quæ in Officinis Gedanensibus reperiuntur & venduntur = Verzeichnüß und Taxa Aller Marterialien und Artzneyen, so wol der Einfachen als zusammen gesetzen, welche in den Dantziger Apotheken zu finden seyn, und verkauffet werden.* (Dawid Fryderyk Rhete (-1694), Gdańsk, 1668; <https://pbc.gda.pl/publication/12022>).
13. K. universitet L. fakultet, *Catalogus&valor medicamentorum simplicium&compositorum in officinis Hafniensibus prostantium. Apotecker Taxt paa alt hvis i Kiøbenhaffn hos de fire privilegerede Apotheckere til Kiøbs findis, etc.* [Edited by T. Bartholinus.] Lat., Dan.&Ger (P. Haubold, 1672).
14. *Apothecken-Ordnung und Taxa Derer in denen Apothecken der Churf. Sächs. alten freyen Berg-Stadt Freybergk in Meissen/ befindlichen Medicamenten und Materialien : durch E.E. Rath daselbsten auffgerichtet und publiciret Anno 1673.* (Zacharias Becker, Freyberg, 1673; <http://digitale.bibliothek.uni-halle.de/vd17/470090>).
15. *Erneuerte und verbesserte Medicinal- und Apothecker Ordnung, Des Durchleuchtigsten Fürsten ... Johann-Ernstens, Hertzogs zu Sachsen, Jülich, Cleve und Berg ... Samt beygefügter Taxa, derer, in der privilegirten Apotheken zu Weimar befindlichen Wahren u. Artzeneyen zu Jedermans Wissenschaft und Nachricht in Druck gegeben, den 19. Novembris 1673* (Müller, Weimar, 1674; <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN396385885>).
16. *Strasbourg (France), Catalogus et taxatio medicamentorum tam simplicium quam compositorum quae in officinis pharmaceuticis civitatis Argentinensis prostant et prostare debent* (S. Kürszner, Strassburg, 1722; <http://archive.org/details/b30543873>).