



Studiengang Restaurierung, Kunsttechnologie und Konservierungswissenschaft

# **Wismutkästchen – Bismut als Farbmittel –**

**Diplomarbeit**

**Sefanie Küthe**

**März 2004**

1. Prüfer: Dipl. Chemiker Martin Mach
2. Prüfer: Prof. Erwin Emmerling

## **Zusammenfassung**

Wismutkästchen entstanden zwischen dem späten 15. bis ins 18. Jahrhundert. Das Metall wurde als Pulver in einem Bindemittel angerieben und auf grundierte Holztafeln gestrichen. Mittels Politur erhielt man eine glänzende Schicht, die teils mit deckend aufgetragenen Farben bemalt wurde.

Nach einer Literaturbearbeitung werden neun Wismutkästchen untersucht. Der Schwerpunkt der Arbeit liegt in der Untersuchung der Wismutschicht anhand von Querschliffen mit dem Auflichtmikroskop und mit der Rasterelektronen-mikroskopie/ergiedispersive Röntgenfluoreszenz (REM/EDX). Als Referenzen dienen Wismuterz aus Schneeberg, ein gereinigter Wismutnugget aus Bolivien sowie eine spektralreine Wismutprobe.

Mikrochemische Nachweise für Wismut werden getestet, um festzustellen, ob es eine Möglichkeit gibt, Wismut ohne aufwendige Analysen nachzuweisen.

An Probetafeln wird untersucht, mit welchem Bindemittel Wismut gebunden wurde, Überzüge wurden auf Wismut aufgestrichen, um zu sehen, ob man mit der Technik einen goldenen Farbeindruck imitieren kann. Zum Vergleich von Wismut und Silber entstanden zwei Probetafeln, auf denen mit Temperafarben auf die jeweiligen Metalle im Stil der Wismutmalerei gemalt wurde.

## **Abstract**

*This essay deals with the technique of the Bismuth paintings. Bismuth jewellery boxes were manufactured from the late 15<sup>th</sup> to the early 18<sup>th</sup> century. The metal was pulverized, elasticized in binding agents and then spreaded on wooden panellings that have been pre-primed before. The application of burnish led to a shiny lustrous surface, that was partially covered with paint afterwards.*

*After a literature research exercise nine Bismuth jewellery boxes have been investigated in this essay. The focus concentrates on the examination of Bismuth layers in the polished micro sections. Apart from the widely used reflected light microscope the metal layer was analysed by the scientific method of the scanning electron microscopy / energy dispersive x-ray fluorescence (SEM/EDX). A sample of a Bismuth are from Schneeberg, Germany, a cleaned Bismuth nugget from Bolivia and a spectrographically standardized Bismuth oxide.*

*Two different ways of microchemical proof for Bismuth are investigated to discuss the chances to detect Bismuth without a high-effort analysis. Prove-out panellings have been made to examine the binding agents Bismuth was plasticised in. Various historical paintings have been spread out on Bismuth surface to investigate, whether a golden finish impression can be imitated. In order to compare Bismuth and silver against each other distempers have been painted on two prove-out panellings in the Bismuth period style.*

*Key words: Bismuth Painting, Bismuth, painted jewellery boxes*

VORWORT .....	4
EIGENSCHAFTEN VON WISMUT .....	5
Etymologie.....	5
Namen für Wismut.....	5
Frühe Erwähnungen von Wismut .....	5
Wismut in der Literatur des 17. und 18. Jahrhunderts .....	6
Natürlich vorkommende Arten von Wismut.....	7
Wismutlegierungen.....	9
Verwendung von Wismut .....	10
Buchdruck .....	10
Wismut in der Alchemie.....	11
Wismut als Perlmutterersatz.....	12
Wismut in der Medizin.....	12
Wismut als Schminke .....	12
Wismut in der Kunst.....	12
Erwähnungen von Wismutmalerei .....	13
CHEMISCHE UND PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN VON WISMUT .....	14
Chemisches Verhalten von Wismut.....	15
Darstellung der Ergebnisse.....	15
WISMUT IM BERGBAU.....	17
Begleitelemente von Wismut .....	18
Gewinnungs- und Herstellungsprozeß .....	20
Gewinnung des Wismuts .....	23
Gewinnung von Rohwismut auf trockenem Wege .....	23
Reduktions- und Niederschlagsarbeit .....	23
Gewinnung von Rohwismut auf nassem Wege .....	24
Die Raffination des Wismuts.....	24
Raffination des Wismuts auf elektrolytischem Wege.....	24
Preisvergleich von Wismut mit Silber und Gold .....	24
Metallmenge auf Schmuckkästchen .....	25
Ergebnisse .....	26
KATALOG DER UNTERSUCHTEN WISMUTKÄSTCHEN .....	27
Wismutkästchen (Flachdeckeltruhe), Privatbesitz 1559.....	27
Wismutkästchen, Suermondt-Ludwig-Museum Aachen (Inv.-Nr. MK 233); um 1520.....	30
Wismutkästchen mit Runddeckel Suermondt-Ludwig-Museum Aachen (Inv.-N. MK 234); 18. Jh.; süddeutsch (Bodenseegegend?); Buchenholz(?) .....	32
Wismutkästchen (Flachdeckeltruhe); Suermondt-Ludwig-Museum Aachen (Inv.-Nr MK 235); 18. Jh.; Süddeutsch, Ulm(?); Buchenholz?).....	33
Wismutkästchen (Flachdeckeltruhe)Suermondt – Ludwig – Museum Aachen (Inv.-N. MK 240); Bodenseegegend(?); 2. H. 16. Jh. ....	35
Wismutkästchen (Flachdeckeltruhe), Suermondt-Ludwig-Museum Aachen (Inv.-Nr. MK 266); 16. Jh.; Bodenseegegend; Buchenholz?).....	37
Wismutkästchen mit Runddeckel; Bayerisches Nationalmuseum München (Inv.-Nr. 28/520); Buchenholz?).....	39
Wismutkästchen (Flachdeckeltruhe), Bayerischen Nationalmuseum München (Inv.-Nr. I 14/61), um 1600; Buchenholz(?) .....	41
Wismutkästchen mit Schubladen Bayerischen Nationalmuseum München (Inv.-Nr. I 14/64), um 1600; Buchenholz(?)43	43
AUSWERTUNG DER QUERSCHLIFFE .....	46
AUSWERTUNG DER PROBEN .....	48
Streupräparate von Wismut.....	49
Auswertung der Wismutaufnahmen im REM .....	53
Auswertung der Analysen im REM .....	54
Schnelltest zum Nachweis von Wismut.....	64
Darstellung der Ergebnisse .....	66
PROBETAFELN: REZEPTE MIT WISMUT IN DER KUNST.....	68
ZUSAMMENFASSUNG .....	74
LITERATUR.....	76
FOTOANHANG.....	78

## **Vorwort**

Wismutkästchen entstanden in der Zeit vom späten 15. bis ins 18. Jahrhundert. Die Blütezeit dieser Maltechnik lag im 16. und 17. Jahrhundert. Das Metall wurde wegen seiner Sprödigkeit zu Pulver verarbeitet. Mit Bindemittel versehen wurde es auf das grundierte Holz aufgetragen und nach dem Trocknen poliert. Durch die Politur erhielt die Oberfläche einen intensiven, metallischen Glanz, der an Silber erinnert.

Ausgangspunkt für die Auseinandersetzung mit dem Thema war die Auswertung der Literatur. Es wird auf die Etymologie, historische Quellen, frühere und aktuelle Verwendungsgebiete und die Eigenschaften des Metalls eingegangen. Es folgen Informationen über das Vorkommen von Wismut in Europa und die Gewinnung und Reinigung des Metalls. Es wird versucht, unter dem Gesichtspunkt der Anschaffungskosten von Wismut, im Gegensatz zu Gold und Silber, zu klären, ob die Wismutmalerei möglicherweise „nur“ als kostengünstigere Möglichkeit angesehen war, ein Kunstwerk wertvoll glänzend erscheinen zu lassen.

Die Unterschiede und Gemeinsamkeiten von neun untersuchten Wismutkästchen werden vorgestellt. Ein Schwerpunkt der Arbeit liegt in der Gegenüberstellung von Wismutschichten anhand von Querschliffen. Zunächst wurden die Schiffe im Auflichtmikroskop betrachtet, anschließend im Rasterelektronenmikroskop analysiert, um Aussagen zur Reinheit des Metalls zu erhalten. Diesen Analysen werden wismuthaltiges Erz und ein gereinigter Wismutnugget gegenübergestellt.

Probetafeln wurden gefertigt, um festzustellen, in welchem Bindemittel das anschließend polierte Wismut gebunden wurde. Außerdem wurde anhand von verschiedenen Aufstrichen Blattsilber und Blattgold dem Wismut gegenübergestellt. Das Wismut wurde mit unterschiedlichen, historischen Rezepten entnommenen Überzügen versehen, um zu sehen, ob man auf diese Weise Gold imitieren kann.

## **Dank**

Herrn Dipl. Chemiker Martin Mach und Herrn Christian Gruber (Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, Zentrallabor); Herrn Prof. Erwin Emmerling; Herrn Dr. Günter Grundmann (Technische Universität München); Herrn Dipl. Rest. Michael Rief und Frau Dipl. Rest. Ulrike Villwock (Süemondt-Ludwig-Museum, Aachen) und Frau Ute Hack (Bayerisches Nationalmuseum München).

Herzlichen Dank dem privaten Sammler, der mir sein Wismutkästchen zur Verfügung gestellt hat.

Mein besonderer Dank gilt meinen Eltern, ohne deren jahrlange Unterstützung ich die Ausbildung nicht hätte absolvieren können. Ich danke meinem Mann Udo, dessen Unterstützung und Geduld ich mir stets sicher sein durfte.

## Eigenschaften von Wismut

### Etymologie

Für Wismut<sup>1</sup> lautet die seit 1975 nach der „International Union of Pure and Applied Chemistry“ (IUPAC) vereinheitlichte, chemisch korrekte Bezeichnung Bismut.<sup>2</sup> Noch heute sprechen Viele trotz dieser Übereinkunft von Wismut, auch in der vorliegenden Arbeit wird diese Bezeichnung verwendet.

Zu „Wismut“ gibt es verschiedene etymologische Deutungen. MATHESIUS<sup>3</sup> deutete 1562 den Namen als Anspielung auf die bunten Farben der Wismutausblühungen in den Zechen. Die älteste bekannte Wismutzeche in Deutschland lag bei Schneeberg. Die Zeche „St. Georgen in der Wiesen“ wird schon 1472 erwähnt. *Wis-mut* ist demnach das Metall, worauf die Bergleute „in der Wiesen“ „muten“. Muten ist ein bergrechtlicher Fachausdruck, der sich auf die einzuholende Erlaubnis zum Suchen und Abbauen von Erzen bezieht. Diese zeitlich gebundene Etymologie ist heute widerlegt, da der Name „wesemut“ bereits bei ALBERTUS MAGNUS im 13. Jahrhundert und in Handschriften aus dem 14. Jahrhundert zu finden ist.<sup>4</sup> LIPPMANN meint, daß die Beschreibung des Aussehens als „weiße Masse, weiße Materie, weißes Metall“ dem Wismut seinen Namen gab.<sup>5</sup>

### Namen für Wismut

In den Quellen finden sich zahlreiche Schreibweisen für Wismut: *wesemut*<sup>6</sup>, *margasitan argentea* für „silbrin geschrift“<sup>7</sup>, *wismüt*<sup>8</sup>, *marchasita*<sup>9</sup>, *Wißmuth*<sup>10</sup>, *Wißmat*<sup>11</sup>, *wysmat*<sup>12</sup>, *Weißmat*<sup>13</sup>, *Wisemut*, *Bisematum*, *Bisemuthum*, *Wyssmut*<sup>14</sup>. Die in früherer Zeit gebräuchlichen Synonyme „*Markisitan oder marcasita argentea*“<sup>15</sup> gehen zurück auf die fälschliche Gleichsetzung des Metalls mit dem Mineral Markasit, einen Schwefel- bzw. Eisenkies<sup>16</sup>. Seit dem frühen 16. Jahrhundert wurde Wismut auch unter dem Synonym Markasit gehandelt, noch im 18. Jahrhundert war Markasit der Apothekernamen für Wismut.<sup>17</sup>

### Frühe Erwähnungen von Wismut

Der Name Wismut findet sich erstmals bei ALBERTUS MAGNUS im 13. Jahrhundert.<sup>18</sup> ARNOLD BACHUONE, Lehrer in Barcelona und Arzt des Königs erwähnte Ende des 13. Jahrhunderts Marcasit und beschrieb es als ein Gemenge aus Blei und Zinn.<sup>19</sup> Im 13. Jahrhundert bezeichnete ROGER BATO

<sup>1</sup> Englisch, französisch: bismuth; italienisch: bismuto.

<sup>2</sup> HERING 200, S. 218

<sup>3</sup> MATHESIUS 1562, S. 141b; in: LÜSCHEN; S. 344: „*Es haltens etliche darfür / weyl Wismut seine blut / vnd mancherley farben hat / wenn es in zechen außschlecht / vnd sihet weyß / braun / rot / geprencklich durcheinande / es habens die alten Bergkleut Wismut genennet / das es bliet wie ein schöne wissen / darauff allerley farben blumen stehen / denn erstlich hat man nur die Wismat plüet kenne / darnach hat man es auch lernen schmelzen.*“

<sup>4</sup> SCHIESSL 1998, S. 82.

<sup>5</sup> LIPPMANN 1930; S. 25-27.

<sup>6</sup> Rezepte für Schreiber und Miniaturisten, Handschrift des Germanisches Nationalmuseum Nürnberg, E. 14. Jh., in: SCHIESSL 1998, S. 83.

<sup>7</sup> *Straßburger Manuskript*, 1. H. 15. Jh.

<sup>8</sup> *Handschrift* (Bay. StB. Clm. 20174, ca. 1470, Tegernsee, fol 207r)

<sup>9</sup> *Bologneser Manuskript*, 6. Kap., Mitte 15. Jh.

<sup>10</sup> BÖCKLER: *Haus- und Feldschule*, 1699; STÖCKL 1801, S. 178 f.

<sup>11</sup> *Kunstabüchlein* von 1535: Herstellung von Tinte (*argentum musicum*).

<sup>12</sup> BOLTZ 1549.

<sup>13</sup> SCHIESSL 1998, S. 87.

<sup>14</sup> MAYR 1977, S. 14.

<sup>15</sup> BRACHERT 2001; S. 272.

<sup>16</sup> LIPPMANN 1930; S. 8.

<sup>17</sup> SCHIESSL 1998, S. 82.

<sup>18</sup> WAAGEN 1919, S. 251f.

<sup>19</sup> GMELIN 1797, S. 83, S. 96.

Wismut als ein den Metallen nahekommender Körper. Bei diesen frühen Erwähnungen ist zweifelhaft, ob die Autoren tatsächlich Wismut oder das stark glänzende Markasit (Eisenerz, Pyrit) meinten.<sup>20</sup> Noch der Benediktinermönch BASILIUS VALENTINUS kannte um 1500 Wismut auch unter dem Namen Markasit.<sup>21</sup>

In Rezepten für Schreiber und Miniaturisten finden sich die ersten Hinweise auf die Verwendung von Wismutpulver seit Ende des 14. Jahrhunderts.<sup>22</sup> Diese Rezepte dienten zum Imitieren von Silber- und Goldschrift, dem sog. „*argentum musicum*“.<sup>23</sup> Ebenso erwähnt das Tegernseer Manuskript „*wismüt*“ für Schreibzwecke. Im Tiroler Landesmuseum Innsbruck hat sich eine Bibel aus dem 15. Jahrhundert erhalten, deren Illuminierung Wismut aufweist.<sup>24</sup>

Die älteste bergbauliche Schrift, in der Wismut genannt wird, wurde vom Freiburger Bürgermeister RÜLEIN VON KALBE um 1505 verfaßt. Das „*Wysmud-ertz*“ trat hier als etwas bereits Bekanntes auf.<sup>25</sup> PARACELUS<sup>26</sup> (1493–1541) sah in Wismut eine Art Markasit und ein dem Zinn ähnliches Metall. Es war jedoch noch weitgehend unbekannt und bei den Zinngießern nicht beliebt.

Erstmals als Metall mit seinen Eigenschaften und sein Verhalten wird Wismut bei AGRICOLA beschrieben. Der Arzt, Mineraloge und Metallurge schrieb in seinem *Bermannus* 1527/28, daß Wismut in der Antike unbekannt war und „*bei uns*“ *Bisemutum* genannt wird. Laut AGRICOLA ist Wismut ein hellglänzendes Metall, das weißer als Blei und dunkler als Zinn ist und oft Silber enthält bzw. dessen Vorhandensein ankündigt, weshalb es bei den Bergleuten auch als das „Dach des Silbers“ bekannt war. Es wurde, zusammen mit Zinn und Blei, zu schönen Gefäßen verarbeitet. Durch den ca. dreiprozentigen Wismutzusatz wird das Zinn mit dem reinen englischen Zinn vergleichbar, welches als wertvoll galt und mit Silber aufgerechnet wurde.

Beim Ausschmelzen des Wismuts aus den Erzen bleiben „Wismutgrauen“ zurück, körnige Rückstände, aus denen Kobaltblau gewonnen wird. Bei geringer Erhitzung tropft der Wismut aus dem Erz aus, wobei es häufig einen giftigen, arsenhaltigen Rauch bildet.

Unter den Bergleuten herrschte die Meinung, daß, wenn man das „*taube*“ (wertlose) Wismut auf eine Halde wirft, es sich binnen weniger Jahre zu Silber verwandelt.

1590 erwähnt PETRUS ALBINUS in der *Meissnische Berg-Chronik*, daß Wismut seit kurzem auch in England abgebaut werde. Zu dieser Zeit ist die älteste Wismutzeche St. Georgen am Schneeberg bereits 210 m tief.

### Wismut in der Literatur des 17. und 18. Jahrhunderts

Der Arzt DE CHESNE († 1609) nannte das „echte“ Metall wegen seines schönen Glanzes „*stannum glaciale*“ (Spiegel- oder Eiszinn). Er unterschied es vom Antimon. Noch im späten 17. Jahrhundert wird die Frage aufgeworfen, ob Wismut nicht doch als ein „*in seiner Entwicklung noch zurückgebliebenes Zinn anzusehen sei*“.<sup>27</sup> VAN DYCK (1599–1641) meint, Wismutweiß sei als Pigment in der Ölmalerei dem Bleiweiß nicht ebenbürtig.<sup>28</sup>

Erste Untersuchungen des Berliner Chemikers POTT fanden 1739 wenig Beachtung. 1772 hielt WALLERIUS Wismut immer noch für ein Halbmetall.<sup>29</sup> Erst im späten 18. Jahrhundert begannen genauere chemische Untersuchungen des Metalls und seiner Salze.

<sup>20</sup> LIPPMANN 1930, S. 7

<sup>21</sup> GMELIN 1797, S. 141

<sup>22</sup> SCHIESSL 1998, S. 83: Handschrift im GN Nürnberg: „*Wiltu scriben, das is gestalt sey zam recht silber, so nym ein ruluer, daz heist wesemut, daz ribe of eynem steyne mit eys weiz, daz is kleyne wirt ader reib is mit gummi arabico als eyn varbe und menge is denn mit dem selben gummi arabico recht zam eyn tinte, das is wol aus der veder gee und reib is denne gar wol mit eym czane, zo wirt is clar und feyn als recht silber*“

<sup>23</sup> *Künstbüchlein* 1535: „*Argentum musicum. Ein lot zyn zerlaß / un(d) darzu j. lot Wißmat j. lot quecksilber / rürs wol biß es kalt wirt / zerstoß in(n) einem moerser / reibs auff dem stain / temper. mit gum(m)i wasser / schreyb damit und paliers.*“; VON RUFFACH 1549, S. 57, 58.

<sup>24</sup> SCHIESSL 1998, S. 84.

<sup>25</sup> LIPPMANN 1930, S. 9.

<sup>26</sup> PARACELUS (1493–1541): *De Mineralibus*, in: LIPPMANN 1930, S. 10.

<sup>27</sup> LIPPMANN 1930, S. 30.

<sup>28</sup> BERGER 1901, S. 117.

<sup>29</sup> LIPPMANN 1930, S. 37.

### Natürlich vorkommende Arten von Wismut

Name	Synonym	Formel
Wismutglanz <sup>30</sup>	Bismutin, Bismuthinit	Bi <sub>2</sub> S <sub>3</sub>
Wismutocker	Bismit	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Wismutweiß <sup>31</sup>	Wismutsubnitrat = bas. Wismutnitrat	BiO(NO <sub>3</sub> ) · 5H <sub>2</sub> O
Wismut Silber <sup>32</sup>		Ag <sub>10</sub> Bi
Wismutgold		Au <sub>2</sub> Bi
Kieselwismut <sup>33</sup>		[SiO <sub>4</sub> ] <sub>3</sub> Bi <sub>4</sub>
Kupferwismutglanz	Wismutkupfererz = Wittichenit	3Cu <sub>2</sub> S + Bi <sub>2</sub> S <sub>3</sub>
Kieselwismut	Wismutblende = Eulytin	Bi <sub>2</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>9</sub>
Selenwismutglanz		Bi <sub>2</sub> Se <sub>3</sub>
Bismutit		(BiO) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>

Die häufigsten Erscheinungsformen sind gediegenes Wismut und Wismutglanz. Von Bedeutung sind auch die Verwitterungsprodukte Bismutit und Wismutocker. Aus Wismutocker und Wismutglanz wird Wismut ausgeschmolzen. Reaktionen beim Ausschmelzen von Wismut in Röhren (Erzgebirge).<sup>34</sup>

- Wismutglanz:  $\text{Bi}_2\text{S}_3 + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{Bi} + 3 \text{SO}_2$
- Wismutocker:  $2 \text{Bi}_2\text{O}_3 \rightarrow 4 \text{Bi} + 3 \text{O}_2$

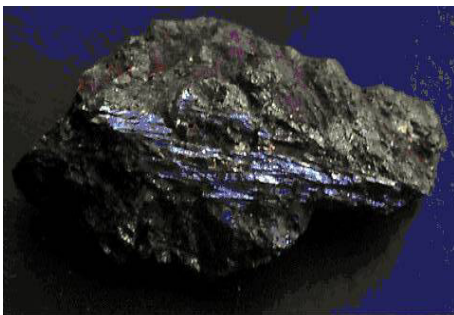


Abb. 1: Wismutglanz in Kupferkies

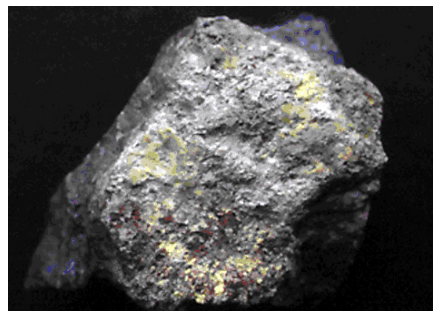


Abb. 2: Wismutocker

Zum Kristallsystem von Wismut gibt es unterschiedliche Aussagen. Nachfolgende Tabelle zeigt, daß Unklarheit über das Kristallsystem von Wismut herrscht. Im Kapitel „Auswertung der Wismutaufnahmen im REM“ wird versucht, diese Fragestellung anhand der Aufnahmen zu klären. Einigkeit herrscht in der Fachliteratur bezüglich des rhombischen Kristallsystems bei Wismutglanz.<sup>35</sup>

Autor	rhombisch	trigonal	hexagonal
BERSCH 1900	X		
BUCHNER 1908	X		
GMELIN, KRAUT 1908	X		
GMELIN 1927		X	
GRUNDMANN 1989		X	
RAMDOHR 1960		X	
RÖMPP 1999	X		
RÖSLER 1979		X	
ÜLLMANN 1932			X
INTERNET GALLERIES		X	

<sup>30</sup> Blättrige, strahlige Textur.

<sup>31</sup> BRACHERT 2001, S. 272 f.: entsteht Wismutsubnitrat durch Auflösen von Wismut in Salpetersäure.

<sup>32</sup> RÖSSING 1901, S. 243–248.

<sup>33</sup> GROTH 1889, S. 14.

<sup>34</sup> WAGENBRETH ET AL 1990, S. 88.

<sup>35</sup> GMELIN 1927, S. 6; GRUNDMANN 1989, RÖSLER 1979, S. 338.

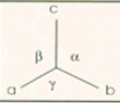

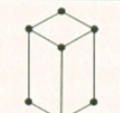
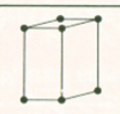
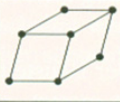



Kristallsystem (i) : optisch isotrop (a-1) : opt. anisotrop einachsig (a-2) : opt. anisotrop zweiachsig	Elementarzelle und Symmetrieelemente			
		Längen	Winkel	Kommentar
kubisch (i)		$a=b=c$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$	3 gleiche Längen, nur rechte Winkel
tetragonal (a-1)		$a=b\neq c$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$	2 gleiche Längen, nur rechte Winkel
hexagonal (a-1)		$a=b\neq c$	$\alpha=\beta=90^\circ$ $\gamma=120^\circ$	2 gleiche Längen, 2 rechte Winkel
trigonal (a-1)		$a=b=c$	$\alpha=\beta=\gamma\neq 90^\circ$	3 gleiche Längen, 3 gleiche Winkel
(ortho-)rhombisch (a-2)		$a\neq b\neq c$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$	ungleiche Längen, nur rechte Winkel
monoklin (a-2)		$a\neq b\neq c$	$\alpha=\gamma=90^\circ$ $\beta\neq 120^\circ$	ungleiche Längen, 2 rechte Winkel
triklin (a-2)		$a\neq b\neq c$	$\alpha\neq\beta\neq\gamma\neq 90^\circ$	ungleiche Längen, ungleiche Winkel

Abb. 3: Kristallsysteme und ihre Eigenschaften (WÜLFERT 1999, S. 104)

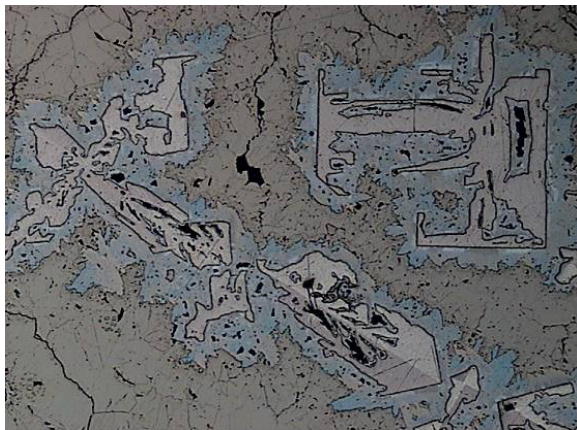


Abb. 4: Wismuthaltiges Erz aus Schneeberg, Erzgebirge bei gekreuzten Polarisatoren: Der Zwillingseffekt (hell-dunkelgrau) beim Wismut ist deutlich zu erkennen; Wismut ummantelt von Safflorit (blau) und Phyrith (grau).  
Bildbreite: 2,3 mm (Aufnahme: G. GRUNDMANN, TUM)

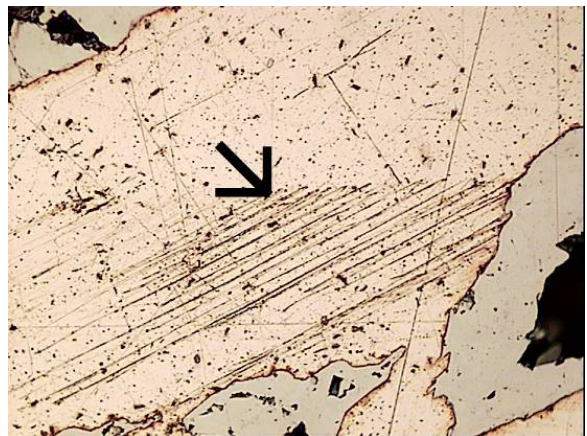


Abb. 5: Wismuthaltiges Erz aus Schneeberg, Erzgebirge: Parallele Spaltbarkeiten im Wismut (Pfeil) Bildbreite: 0,23 mm (Aufnahme: G. GRUNDMANN, TUM)



Bei Wismut sind häufig Zwillingsbildungen zu finden. Zwillingslammellen entstehen bei Wismut schnell unter Ausübung von Druck.

Eine Besonderheit stellt künstlich gewachsenes Wismut dar: Wismut wird ausgeschmolzen und auf einen Tiegel gegossen. Wegen des hohen Temperaturunterschiedes zwischen Tiegel und Metall kommt es zu einer schnellen Abkühlung im Metall. Die Wachstumszeit beträgt nur wenige Minuten. Dabei bilden sich pseudokubische Kristalle aus, die zu einem treppenartigen, vielfarbigem Komplex zusammenwachsen. Die Farben entstehen durch Interferenzerscheinungen an der dünnen Wismutoxidschicht, mit der sich die noch heißen Kristalle bei Luftkontakt sofort überziehen.

### Wismutlegierungen

Hauptanwendungsgebiet für Wismut ist heute die Legierungstechnik. Durch die Beigabe von Wismut kann der Schmelzpunkt der Legierung deutlich herabgesetzt werden. Technisch interessant sind die leichtschmelzenden Legierungen für Sicherheitsverschlüsse an Dampfkesseln.<sup>36</sup> Seit etwa 1865 dienten Schmelzloten auf Basis von Wismutlegierungen zum Verschließen von Sprinkleranlagen.<sup>37</sup> Extrem niedrig schmelzende Legierungen werden als Lotmetall verwendet. In der Literatur findet man zum Teil widersprüchliche Angaben zu den Zusammensetzungen der Legierungen. Insbesondere in älteren Texten wurden die Mengenangaben häufig nicht in Prozent sondern in Teilen angegeben. Deswegen ergibt die Addition der Bestandteile einiger in Tab. 1 genannten Legierungen nicht einhundert (Prozent).

Nach GMELIN<sup>38</sup> wurden Wismutlegierungen auch zum Plombieren von Zähnen verwendet und dienten zur Herstellung von Orgelpfeifen.<sup>39</sup>

Aus Gemischen von Zinn und Wismut werden Kannen hergestellt, deren Boden aus Wismut besteht. In diesen Kannen hält sich der Wein besonders lange. Durch die Zugabe von ca. 3 % Wismut werden Gegenstände aus Zinn härter, stärker und haben einen schönen Klang.

**Tabelle 1: Namen der Legierungen**

Namen der Legierung	Bi	Pb	Sn	Cu	Hg	Ni	Cd	Sb	Schmelzpunkt °C
Schnelllot	25	25	50						
Bibras-Münzabgußmetall	60	130	30						
Engström Königinmetall	9	71	885	35					
Klischeemetall <sup>40</sup>	9	32	48					11	71°
Lichtenberg	50	30	20						91,6°
Lipowitz Metall <sup>41</sup>	50	27	4				3		60°
Newtonmetall	20	50	30						94,5°
Rosesches Metall	50	28	22						92°
Wickersheimer Metall	8	3	2		2				
Wismutbronze <sup>42</sup>	1	5	12	52		30			
Wismutamalgam	500	310	175		100				70°
Woodsches Metall	50	25	12,5				12,5		60 <sup>o43</sup> / 68 <sup>o44</sup>

<sup>36</sup> DAMMER 1887, S 959.

<sup>37</sup> MORTIMER 1986, S. 412; GRUNDMANN 1989, S. 125.

<sup>38</sup> GMELIN 1927, S. 83.

<sup>39</sup> JAKOB 1998, S. 17.

<sup>40</sup> BORCHERS 1924, S.125.

<sup>41</sup> GMELIN 1927, S. 83 Die Angaben ergeben zusammen keine 100 Prozent, weshalb man davon ausgehen kann, daß es sich bei den Angaben um Angaben von Teilen handelt.

<sup>42</sup> wurde als Spiegelbelag und Lampenreflektoren verwendet.

<sup>43</sup> MAYR 1977, S. 34.

<sup>44</sup> DAMMER 1887, S 959.

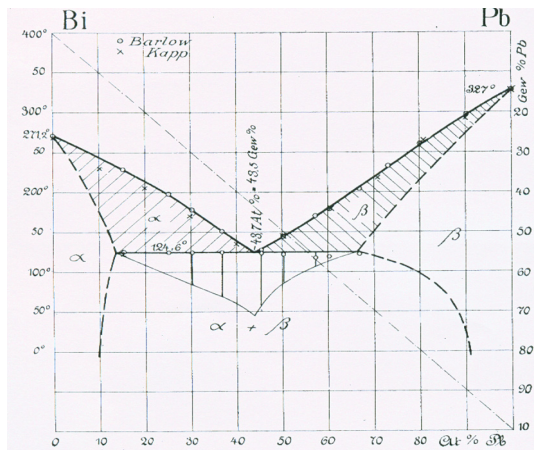


Abb. 6: Phasendiagramm Blei-Wismutlegierung (BORCHERS 1924, S. 124)

Das Phasendiagramm zeigt, daß Blei und Wismut in flüssigem Zustand vollständig ineinander löslich sind. Sie haben bei einem Mischungsverhältnis von 43,5 Gewichtsprozent Blei und 56,5 Gewichtsprozent Wismut ein Eutektikum, welches bei 124,6° C seinen Erstarrungspunkt besitzt. Am Phasendiagramm ist erkennbar, daß die Mischung beider Metalle immer einen niedrigeren Schmelzpunkt hat als die reinen Metalle.

## Verwendung von Wismut

### Buchdruck

Um 1450 stieg der Bedarf an Wismut deutlich an, so daß im Erzgebirge neue Gruben erschlossen und vorhandene Gruben tiefer ausgehoben wurden.<sup>45</sup> Es spricht vieles dafür, daß diese Entwicklung zusammenhängt mit der Entdeckung des Buchdrucks durch GUTENBERG. Vor GUTENBERG waren die Lettern zum Buchdruck nicht fest genug, um den hohen Druck der Druckpresse standzuhalten. Zudem sollten die Lettern günstig in der Herstellung sein und nach dem Guß möglichst wenig schwinden. Vor GUTENBERG gelang es dem Holländer COSTER Buchstaben aus Blei und Zinn herzustellen, um mit diesen kleine Bücher zu drucken. Allerdings hielten die Buchstaben nicht lange und waren wegen der Verwendung des Zinns sehr teuer. GUTENBERG gelang es, Matrizen für Buchstaben herzustellen und in diesen Formen Lettern aus Erz und Zinn zu gießen, die dem Druck der Presse standhielten.<sup>46</sup> Anhaltspunkte sprechen dafür, daß GUTENBERG eine Wismutlegierung für seine Buchstaben verwendet hat.

Wismut hat mit 270° C einen niedrigen Schmelzpunkt, bei Wismutlegierungen liegt der Schmelzpunkt zum Teil unter 100° C. Wismutlegierungen verflüssigen sich schnell und vollkommen, erstarren nach kurzer Zeit und werden weitaus härter als die einzelnen Bestandteile. Außerdem dehnen sie sich beim Erstarren aus, wodurch die Formen gleichmäßig gefüllt werden.<sup>47</sup>

1462 brannte während der Einnahme von Mainz das Haus von FUST SCHOEFFER aus. Die Gehilfen verließen die Arbeitsstelle und wanderten zum Teil ins Ausland ab. Seit 1474 lassen sich deutsche Buchdrucker in Spanien nachweisen. Einer von ihnen, HÜRUS VON SARAGOSSA, bestellte 1495 bei Ravensburger Kaufherren eine große Menge Wismut.

Auch bei AGRICOLA findet sich 1546 ein Hinweis, daß Drucker aus einer Wismut-Antimon-Mischung ihre Buchstaben gießen.

MATHESIUS schreibt 1553, daß Buchdrucker ihre Buchstaben aus einem Metall gießen und Blei und Wismut dazu verwendet werden solle.

Die Folge „Schriftgießer“ in JOST AMMANS „Stände und Handwerk“ von 1568 beginnt mit dem Vers: „Ich geuss die Schrift zu der Druckerey, Gemacht aus Wissmat, Zinn und Bley.“<sup>48</sup> Die Vermutung liegt nahe, daß eine Wismutlegierung die große Entdeckung GUTENBERGS zur Herstellung von Druckbuchstaben war.

<sup>45</sup> LIPPMANN 1930; S. 18.

<sup>46</sup> LIPPMANN 1930; S. 20.

<sup>47</sup> Den Herstellern von Zinnkannen war bekannt, daß die Zugabe von etwa 3 % Wismut die Kannen härter machte. Vielleicht war diese Tatsache GUTENBERG bekannt und Grund, weshalb er Wismut als Zugabe für seine Lettern wählte.

<sup>48</sup> LIPPMANN 1930; S. 22.

## Wismut in der Alchemie

Ende des Mittelalters kam es zu einer Gold- und Silberverknappung. Daraufhin wurde mit Hilfe der Alchemie nach besseren Methoden zur Ausschöpfung der Rohmaterialien und neuen Verhüttungsmethoden gesucht. Van HELMONT (1577–1644) schreibt vor, daß eine Tafel aus Wismut bei einer „magnetischen Wunderheilung“ vorhanden sein muß.<sup>49</sup>

Im *Lexikon Alchemiae* (1612) schreibt RULANDUS über „Wissmat“, daß es oft in der Nähe von Silber zu finden sei und eine schöne blaue Farbe ergebe. Es sei oft teurer als Blei.<sup>50</sup>

Der Chemiker BOYLE (1626–1691) glaubte, ein aus Wismut destilliertes Wundwasser habe eine stärkere Wirkung bei zunehmenden Mond und in Abhängig vom Stand der Sterne und Planeten.<sup>51</sup>

Das Bild „*Spiegel der Kunst und Natur*“, das die Alchemie veranschaulichen sollte und 1615 von STEFAN MICHELSPACHER veröffentlicht wurde, zeigt im oberen Drittel die Grundlagen der Alchemie. Im unteren Bildteil ist die praktische Anwendung dargestellt. In der Mitte erkennt man am Rand zwei Bilder vom Bergbau, die an die Herkunft der alchemistischen Stoffe erinnern sollen. In der Mitte finden sich zwei Symbole. „Der linke Kreis enthält zwischen den vier Komplexionen (Grundeigenschaften Heiß, Kalt, Trocken und Feucht) das Zeichen für Quecksilber, gebildet durch zwei gekrönte Schlangen. Dreieck, Viereck und Kreis (Quadratur des Kreises) deuten auf die Entstehung des Steins der Weisen: aus Körper, Seele und Geist, beziehungsweise den vier Elementen, muß eine Stein werden. Die Buchstaben sind als „Vitriol“ und „Azot“ (Quecksilber) zu lesen. Der rechte Kreis zeigt im Zentrum das alchemistische Zeichen für Gold, inmitten der Zeichen für Silber und Quecksilber (je viermal) und der unedlen Metalle (Eisen, Kupfer, Blei, Zinn je zweimal). Umgeben werden diese Zeichen durch eine Vierergruppe chemischer Stoffe (Sulphur, Wismut, Vitriol, Antimon), die vier Elemente und dazwischen ein Kreis mit der Inschrift. ‚*Virtutes Philosophiae, Astronomise, Alchimiae*‘, womit wohl die enge Verwandtschaft dieser Wissenschaften ausgedrückt werden soll.“<sup>52</sup>

Die Erwähnung von Wismut in dieser Darstellung belegt, wie wichtig das „junge“ Metall war.

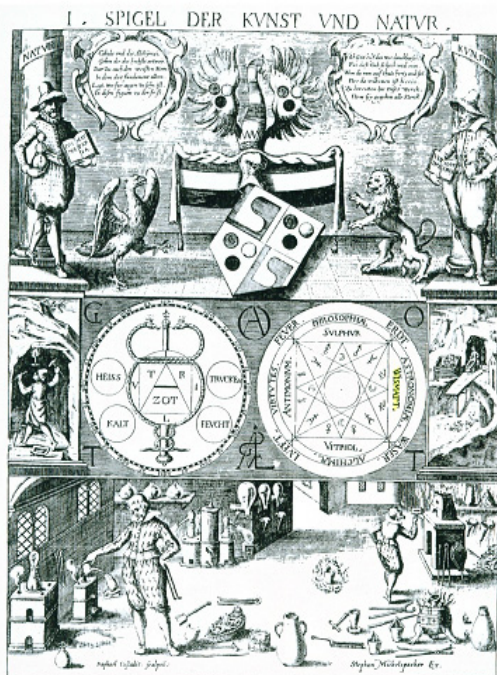


Abb. 7: STEPHAN MICHELSPACHER: Cabala: Spiegel der Kunst vnnnd Natur, Augsburg 1615 (ROOSEN-RUNGE ET AL 1970, S. 129)

<sup>49</sup> LIPPMANN 1930, S. 28.

<sup>50</sup> MAYER 1977, S. 13.

<sup>51</sup> LIPPMANN 1930, S. 29.

<sup>52</sup> ROOSEN-RUNGE ET AL 1970, S. 128.

### Wismut als Perlmutterersatz

Wismutsalze dienen in der Glas- und Keramikindustrie dazu, um irisierende Überzüge zu erzeugen. Hierzu schmilzt man die Salze mit Harz oder Harzseife zu Resinaten, wobei in der Hitze durch Reduktion Wismut ausgeschieden wird. Aus Wismut und Blei erhält man auf Glas und Porzellan Perlmutterglanz. Diese Technik wird bei der Herstellung von Perlmutterknöpfen verwendet. Zusätze von Uran, Eisen, Silber oder Chrom geben dem Luster verschiedene Farben.<sup>53</sup>

### Wismut in der Medizin

Seit dem 16. Jahrhundert wurden Wismutsalze aufgrund ihrer bakteriziden Wirkung zur Heilung von Magen- und Darminfektionen verabreicht. Im 17. Jahrhundert schreibt der niederländische Arzt VAN HELMONT (1577–1644) zur magnetischen Wunderheilung die Verwendung einer Wismuttabelle vor.<sup>54</sup> Anfang der 20er Jahre des 20. Jahrhunderts wurden Wismutverbindungen<sup>55</sup> als neues Mittel neben der bisher ausschließlich angewandten Quecksilber- und Arsenpräparate bei Heilbehandlung der Syphilis eingeführt.<sup>56</sup> Bis in die 80er Jahre wurde dieses Mittel in der Medizin verwendet.<sup>57</sup> Eine wismuthaltige Salbe wird zum Auftragen auf wunde Hautpartien verwendet.<sup>58</sup> Heute werden etwa ¾ der Wismutproduktion für pharmazeutische Zwecke verbraucht.

### Wismut als Schminke

1714 erwähnt Valentine eine Wismutschminke, als „*Cosmeticum Cluvii*“ im Handel.<sup>59</sup> Auch das weiße Wismutsubnitrat wurde als „*Blanc d'Espagne*“<sup>60</sup> als Schminke und Gesichtspuder gehandelt.<sup>61</sup> Heute werden kristallartige Wismutverbindungen als Glanzverstärker Lippenstiften, Nagellacken und Haarsprays zugesetzt.

SCHIESSL erwähnt weitere, historische Anwendungsgebiete von Wismut:<sup>62</sup> BÖCKLERS *Hauß- und Feldschule* (1699) berichtet von der Verwendung von Wismutpulver als Pigment zur Buntpapierherstellung. KUNCKEL empfahl „*Marcasit und Wismut*“ als Streuglanz von „*weissen Coleuren*“, CRÖKER verwendete das Metallpulver als Überstreumaterial für Gebirge und Steinklippen.

### Wismut in der Kunst

Die frühesten Hinweise auf die Verwendung von Wismutpulver für künstlerische Zwecke finden sich in den Rezepten für Schreiber und Miniaturisten zur Imitation von „*Silbertinte*“<sup>63</sup> und „*argentum musicum*“. In einer Handschrift aus dem späten 14. Jahrhundert (Germanisches Nationalmuseum Nürnberg), ist ein Rezept für Schreiber und Miniaturisten überliefert, in dem das Wismut wässrig gebunden verarbeitet und nach dem Trocknen poliert wurde.<sup>64</sup> Auch im Tegernseer Manuskript und in einer in München befindlichen Handschrift aus 1470 wird „*wismüt*“ für Schreibzwecke erwähnt.<sup>65</sup> Wismut in Rezepturen zur Herstellung von Silber- und Goldschriftnachahmung, dem sog. *argentum musicum* findet man im *Augsburger Kunstbüchlein* von 1535<sup>66</sup> und bei VALENTIN BOLTZ VON RUFFACH 1549<sup>67</sup>.

---

<sup>53</sup> KITTEL 1960, S. 399.

<sup>54</sup> LIPPMANN 1930, S. 28.

<sup>55</sup> Wismutsubnitrat, Wismutaluminat, Wismutsubcarbonat, Wismutsubgallat.

<sup>56</sup> KOSMOS 1924, S. 146. Bei einer Dosis über 800–1200 mg/Tag konnte es zu Vergiftungserscheinungen kommen.

<sup>57</sup> MÜHLBAUER 1990.

<sup>58</sup> ZEDLER 1743–60.

<sup>59</sup> LIPPMANN 1930, S. 34.

<sup>60</sup> HERRMANN 1977, S. 16, 22.

<sup>61</sup> MAYR 1977, S. 24.

<sup>62</sup> SCHIESSL 1998, S. 87.

<sup>63</sup> BRACHERT 2001, S. 272.

<sup>64</sup> SCHIESSL 1998, S. 83: „*Wiltu scriben, das is gestalt sey zam recht silber, so nym ein ruluer, daz heist wesemut, daz ribe of eynem steyne mit eys weiz, daz is kleyne wirt ader reib is mit gummi arabico als eyn varbe und menge is denne mit dem selben gummi arabico recht zam eyn tinte, das is wol aus der veder gee und reib is denne gar wol mit eym czane, zo wirt is clar und feyn als recht silber.*“

<sup>65</sup> SCHIESSL 1998, S. 83.

<sup>66</sup> *Augsburger Kunstbuechlein* 1535.

<sup>67</sup> BOLTZ 1549, S. 57, 58.

Die Materialaufstellung der 1711–1715 erbauten Orgel der Klosterkirche Rheingau belegt die Verwendung von „Weißmat“ für die Orgel im Gegenwert von 338 Gulden vier Pfund.<sup>68</sup>

In seiner *Hauß- und Feldschule* (1699) berichtet BÖCKER über fein geriebenes Wismutpulver als Pigment zur Buntpapierherstellung<sup>69</sup> Nach BERSCH diente es zum Herstellen „der Malerfarbe“ Antimongelb.<sup>70</sup>

Nachweise über die Verwendung von Wismut bei der Faßmalerei sind bislang nicht zu finden. Allerdings ist im Lackier- und *Malerbuch* von H. F. A. STÖCKEL ein Rezept zur Fassung von Holzsulpturen mit Wismut um 1800 überliefert:

*„Hölzerne Figuren mit Wismut zu versilbern. Man gebe der Figur zwey anstriche mit einem reinen hellen Leim, trage nachdem einen schönen weißen Kreidegrund auf, welcher aber auch mit hellem Leim verfestigt wird, und macht davon 2 bis 3 Anstriche. Den Wißmuth schmelzet man in einem Schmelztiegel, ist solcher völlig geschmolzen, so gießt man ihn behutsam ab, damit alles Unreine im Tiegel zurück bleibt, und reibt solchen auf einem sehr harten Reibstein mit hellem Flußwasser ganz fein ab. Zum Auftragen rührt man ihn mit hellem Leim ein, und das etwas stark, trägt solchen auf den weißen Kreidegrund auf. Ist der Auftrag recht getrocknet, so poliert man es mit einem glatten Zahne, wovon es glänzend und schön wird, als wenn es gut versilbert wäre.“<sup>71</sup>*

### Erwähnungen von Wismutmalerei

Bei Wismutkästchen handelt es sich in der Regel um kleine, aus dünnen Buchenbrettchen stumpf zusammengenagelte Kästchen mit flachen Deckeln, die mit Holzscharnieren an die Rückseite befestigt sind. Seltener kommen Runddeckeltruhen oder Schreib- oder Nähpulte vor. Vielfach wurden die Holzzapfen, mit denen der Deckel an das Rückseitenbrett befestigt war, abgesägt, die Kästchen erhielten nachträglich Schlösser und Scharnier.

Datieren und Lokalisieren von Wismutkästchen ist schwierig, da Technik und Motive über Jahrhunderte hinweg, unabhängig von ihrem Entstehungsort, ähnlich waren. Die Verbreitung dieser Technik erfolgte vermutlich durch wandernde Wismutmaler. Wo genau die Technik aufkam, ist nicht geklärt. In Bad Wildbad läßt sich die Wismutmalerei bis ins Jahr 1514 nachweisen. In einer Ordnung der Drechsler, Maler und Ladenmacher steht: *„Item so ist auch am drehern in dieser Ordnung zugelassen, das gestenzeliert geschirr, so man mit dem wissmet schlicht anzustreichen zu machen und unser dem weissen zu verkauffen.“<sup>72</sup>*

Die Wismutmalerei ist in Nürnberg seit dem 15. Jahrhundert nachzuweisen, jedoch scheint das Handwerk erst nach 1572 in größeren Maßstab ausgeübt worden zu sein.<sup>73</sup> Um 1600 ist die Zahl der Wismutmaler dem Magistrat noch nicht groß genug, um ein geschworenes Handwerk zuzulassen. Eine zünftige Ordnung wurde in Nürnberg erst 1613 bewilligt. Drei der acht in der Zunftordnung genannten Wismutmaler stammten ursprünglich aus Bad Wildbad.

Sonneberg in Thüringen war das Zentrum der Holzzulieferer für Nürnberg. Ein Holzschnitzer brachte das Arbeitsgeheimnis der Wismutmaler von Nürnberg nach Sonneberg, 1670 gab es dort zwölf Wismutmeister, 1764 wurde eine Satzung der *„Innung derer Wißmuth-Mahler im Neustädtischen Obergericht Sonneberg“* verabschiedet. Zu der Zeit gab es 29 Meister in der Stadt.<sup>74</sup>

Die Zentren der Malerei lagen in Süd- bzw. Südwestdeutschland (Ulm, Augsburg, München, vor allem Nürnberg und Bad Wildbad am Oberrhein) und in der Schweiz (Baden im Kanton Aargau). Die Blüte dieser Technik hält bis ins 18. Jahrhundert an, nach 1800 stirbt die Technik völlig aus.

WULLSCHLEGER<sup>75</sup> und MAYER<sup>76</sup> veröffentlichten Farbpaletten: Bleiweiß; Bleizinnigelb; Auripigment; Mennige; Zinnober; Krapplack; Azurit; Smalte; Indigo; Malachit; Rußschwarz. Häufig genannte Bindemittel<sup>77</sup> sind Tempera, wässrige Bindemittel<sup>78</sup> und Öl.

<sup>68</sup> SCHIESSL vermutet Wismut für die Erstfassung (Fassung leider verloren).

<sup>69</sup> SCHIESSL 1998, S. 87.

<sup>70</sup> BERSCH 1900, S. 846.

<sup>71</sup> STÖCKEL: *Praktisches Handbuch für Künstler, Lackierliebhaber und Oehlfarben-Anstreicher*, Nürnberg 1801, S. 178 f.; in: SCHIESSL 1998, S. 87.

<sup>72</sup> INTERNET: <http://home.t-online.de/home/Mich.Barth/Heimatsforschung/wismut.htm>

<sup>73</sup> LIPPMANN 1930; S. 17.

<sup>74</sup> SCHIEBL 1998, S. 86.

<sup>75</sup> WULLSCHLEGER 1996, S. 21.

<sup>76</sup> MAYER 1977, S. 78.

<sup>77</sup> MAYER 1977, S. 76.

<sup>78</sup> SUTTER 1963, S. 40.

## Chemische und physikalische Eigenschaften von Wismut

Zu der fünften Hauptgruppe des Periodensystems gehören die Elemente Stickstoff, Phosphor, Arsen, Antimon und Wismut. Der metallische Charakter nimmt innerhalb einer Hauptgruppe mit zunehmender Ordnungszahl zu. Diese Eigenschaft ist in der fünften Hauptgruppe besonders stark ausgebildet. Stickstoff und Phosphor sind Nichtmetalle, Arsen und Antimon werden als Halbmetalle angesehen und Wismut als Metall. Den Elementen dieser Gruppe fehlen drei Elektronen, um die Edelgaskonfiguration zu erreichen. Eigenschaften der Elemente der fünften Hauptgruppe.<sup>79</sup> In der fünften Hauptgruppe ist Wismut das einzige echte Hydroxid. Die Fähigkeit der Atome, Elektronen anzuziehen, ist bei den Elementen der fünften Hauptgruppe am stärksten beim Stickstoff ausgebildet. Wismut und Antimon haben eine ähnliche Schichtenstruktur wie graues Arsen.

### Chemisch-physikalische Eigenschaften der Elemente der 5. Hauptgruppe

	Stickstoff	Phosphor	Arsen	Antimon	Wismut
Farbe	farblos	weiß, rot, schwarz	metallisch grau, gelb	metallisch grau	metallisch rötlich
Molekülformel	N <sub>2</sub>	P <sub>4</sub> (weiß) P <sub>n</sub> (rot, schwarz)	As <sub>n</sub> (metallisch) As <sub>4</sub> (gelb)	Sb <sub>n</sub>	Bi <sub>n</sub>
Schmelzpunkt/°C	-210	44 (weiß)	814 (36 bar)	630,5	271
Siedepunkt/°C	-196	280	633 (Subl.)	1325	1560
Kovalenzradius/pm	74	110	121	141	152
Ionenradius/pm	146 (N <sup>3-</sup> )	185 (P <sup>3-</sup> )	-	76 (Sb <sup>3+</sup> )	103 (Bi <sup>3+</sup> )
Erste Ionisierungsenergie/kJmol <sup>-1</sup>	1399	1061	965	830	772
Elektronennegativität	3,0	2,2	2,2	2,1	2,0

### Eigenschaften von Wismut<sup>80, 81</sup>

Chemisches Zeichen:	Bi
Ordnungszahl (Kernladungszahl):	83
Isotope:	Bi 209 (im natürlichen Wismut nur ein Isotop)
Atomgewicht:	208,9804
Atommasse:	3,4717 x 10 <sup>-22</sup> g
Atomradius:	150 pm (=150 x 10 <sup>-12</sup> m)
Ionenradius:	103 pm (3+), 76 (5+)
Wertigkeit:	meist dreiwertig, auch fünfwertig <sup>82</sup>
Härte nach der Skala von MOHS:	2 – 2,5
Schmelzpunkt:	271,4°C
Siedepunkt:	1564°C
Dichte (spezifisches Gewicht):	9,808 g/cm <sup>3</sup>
Farbe:	silberweiß, rotweiß, rot
Spezifischer elektrischer Widerstand:	120 x 10 <sup>-6</sup> Ohm / cm beim Schmp <sup>83</sup> : 267 x 10 <sup>-6</sup> Ohm / cm

Entsprechend der Kernladungszahl 83 enthält die Elektronenhülle 83 Elektronen, die sich auf sechs Schalen verteilen. Die äußere Schale ist mit fünf Valenzelektronen besetzt, kann demnach drei weitere bis zur Edelgaskonfiguration aufnehmen. Die Dichte kann durch Hämmern auf 9,8827 g/cm<sup>3</sup> erhöht werden. Aufgrund seines hohen spezifischen Gewichtes zählt Wismut zu den Schwermetallen. Im flüssigen Zustand, bei 271°C liegt die Dichte des Metalls bei 10,241 g/cm<sup>3</sup>. Die Dichte nimmt beim Abkühlen ab, das Metall dehnt sich dabei um 3,27 % aus<sup>84</sup>. Aus diesem Grund dient eine Wismutlegierung besonders gut zum Abgießen von Formen. Zwischen 150 und 260°C ist das Wismut gut preßbar, die Biegsamkeit eines Wismutdrahtes nimmt bei einer Erwärmung von 30 auf 70°C stark zu. Ein Wismutdraht wird jedoch nach kurzem Gebrauch schnell brüchig. Wismut ist das

<sup>79</sup> MORTIMER 1986, S. 394.

<sup>80</sup> DUDEN 2001.

<sup>81</sup> MORTIMER 1986.

<sup>82</sup> Zum Erreichen der Edelgaskonfiguration.

<sup>83</sup> GMELIN 1927, S. 66: „dies ist der höchste bekannte Widerstand eines reinen Metalls“.

<sup>84</sup> ULLMANN 1932, S. 504.

am stärksten diamagnetische Element.<sup>85</sup> Glänzt es silberweiß, so wird es vom Magneten angezogen, zeigt es eine dunkle, fast violette Färbigkeit, so wird es von beiden Magnetpolen zurückgestoßen.

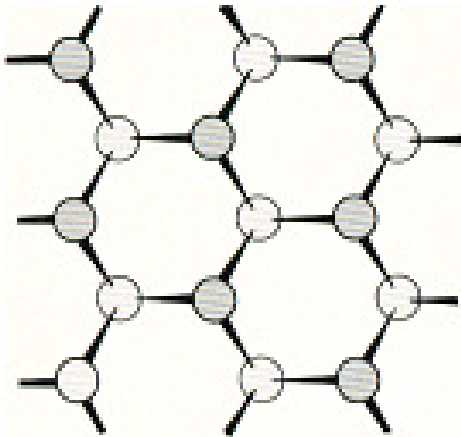


Abb. 8: Ausschnitt aus einer Schicht des grauen Arsens (MORTIMER 1986, S. 396)

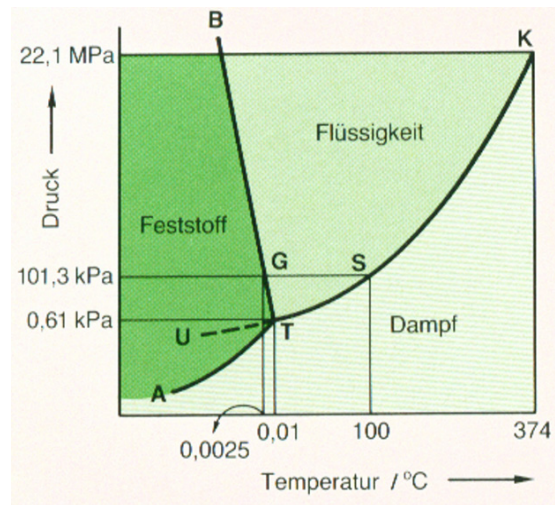


Abb. 9: Phasendiagramm des Wassers (MORTIMER 1986, S. 168)

Charakteristische Eigenschaften von Metallen sind ihr Glanz, die Wärmeleitfähigkeit und die elektrische Leitfähigkeit. Die elektrische Leitfähigkeit von Wismut beträgt bei 0° C 1 Ms/m und ist die niedrigste Leitfähigkeit aller Metalle. Im flüssigen Zustand verbessert sich die Leitfähigkeit.<sup>86</sup> Auch die Wärmeleitfähigkeit ist bei Wismut die geringste von allen Metallen. Wie Wasser gehört Wismut zu den wenigen Substanzen, die unter Kontraktion schmelzen. Durch einen höheren Druck wird demnach die Erstarrungspunkt herabgesetzt.<sup>87</sup>

### Chemisches Verhalten von Wismut

Wismut(III)-oxid zeigt nur basische Eigenschaften. Es ist nicht wasserlöslich und löst sich nicht in basischen Lösungen, bei Kontakt mit einer Säure geht es in Lösung. Wismut ist das letzte chemische Element im Periodensystem, das als nicht radioaktiv angesehen wird. Das Wismutisotop 209 hat allerdings einen instabilen Kern mit einer extrem hohen Halbwertszeit. In trockener und feuchter Luft verändert sich Wismut nicht. Gelbes Oxid bildet sich in CO<sub>2</sub>-freier Luft, wenn das Wismut gleichzeitig teilweise mit Wasser bedeckt ist. In CO<sub>2</sub>-haltiger Luft bildet sich ein wasserhaltiges Carbonat, das Metall läuft rotbraun, später blau an. Die Oberfläche von Wismut wird durch längerer Einwirkung von Ozon unter Bildung von Bi<sub>2</sub>O<sub>5</sub> gebräunt.

Mit den Metallen Quecksilber, Thallium, Zinn, Blei, Kupfer, Silber Gold und den Platinmetallen läßt sich Wismut in jedem Verhältnis zusammenschmelzen. Schon kleine Beimengungen von Wismut beeinflussen die Dehnbarkeit von Kupfer. Duktile Metalle<sup>88</sup> werden durch einen Wismutanteil spröde.

### Darstellung der Ergebnisse

Der Name Wismut ist deutscher Herkunft, auch wenn sich der genaue Ursprung des Wortes heute nicht nachvollziehen läßt. Da der Name schon im 13. Jahrhundert auftaucht, kann er nicht von der 1472 erwähnten Zeche „St. Georgen in der Wiesen“ abgeleitet sein kann. Demnach weist die Bedeutung des Namens vermutlich auf die Farbe des Metalls zurück. Die Bezeichnung „Bismut“ kam als lateinische Übersetzung von Wismut in Umlauf.

Als Metall wird Wismut erstmals bei AGRICOLA beschrieben. Bis ins 18. Jahrhundert gab es noch Unklarheiten bezüglich des metallischen Charakters von Wismut, erst im späten 18. Jahrhundert wird

<sup>85</sup> GMELIN 1927, S. 62; RÖSLER 1979, S. 285.

<sup>86</sup> GMELIN 1927, S. 69: „Bi, Sb und Ga sind die einzigen Metalle, bei deren Schmp. die Leitfähigkeit des flüssigen Metalls größer ist als die Leitfähigkeit des festen Metalls.“

<sup>87</sup> RAMDOHR 1960, S. 353.

<sup>88</sup> Duktile Metalle = verformbare, dehnbare Metalle.

es chemisch genauer untersucht. Man findet das Metall in der Natur in verschiedenen Mineralien, aus denen es gewonnen wird. Die häufigsten Erscheinungsformen sind gediegenes Wismut und Wismutglanz.

Über den kristallinen Aufbau gibt es unterschiedliche Aussagen in der Literatur. Ein gezielter Bergbau begann erst im ersten Viertel des 18. Jahrhunderts. Zu dieser Zeit entdeckt man, daß Wismutlegierungen mit Zinn und Blei in verschiedenen Verhältnissen sehr niedrig schmelzend sind. Es sind zahlreiche Legierungen bekannt, deren Schmelzpunkt durch die Zugabe von Wismut unter 100° C liegen. Sie dienen als Sicherheitsverschlüsse an Dampfkesseln oder zum Verschließen von Sprinkleranlagen. Wenn sich die Luft auf eine bestimmte Temperatur erhitzt, schmilzt die Legierung und das Wasser kann durch die Düsen austreten.

Die Eigenschaft des Wismut, sich beim Erstarren auszudehnen, entdeckte GUTENBERG für seine Druckbuchstaben. Da Wismut nach dem Aushärten zudem besonders hart wird, hielten die Lettern trotz der hohen Belastung in der Druckpresse lange.

Aus dem 14. Jahrhundert stammen die ersten Rezepte mit Wismutpulver zum Imitieren von Tinten. Aus dem 15. Jahrhundert stammt das erste Wismutkästchen. In der Blütezeit der Wismutmalerei, im 16. bis 18. Jahrhundert, war die Technik in Süddeutschland und der Schweiz verbreitet. Die mit Wappen verzierten Kästchen wurden als Auftragsarbeiten hergestellt. Viele Kästchen dienten in Badeorten für die Gäste als Mitbringsel für Angehörige und Freunde. Die Technik wurde über Jahrhunderte überliefert. Das Bildprogramm und die Holzkonstruktion der Kästchen wurden nicht verändert. Deswegen ist ein Datieren und Zuweisen der Provenienz schwierig.

An Skulpturen konnte eine Wismutschicht bislang nicht nachgewiesen werden. Bekannt ist ein Rezept aus der Zeit um 1800, in dem Wismut zum Versilbern hölzerner Skulpturen beschrieben ist.

Seit dem 16. Jahrhundert zählt Wismut in der Alchemie neben Schwefel und Antimon zu den bedeutenden chemischen Elementen. In dieser Zeit wurde es aufgrund seiner bakteriziden Wirkung für die Medizin entdeckt: als Salbe wurde es auf die Haut aufgetragen, bei Magenkrankheiten oral eingenommen; im 20. Jahrhundert diente es der Behandlung der Syphilis. Weiter diente Wismutsubnitrat als Schminke, das Metall kam als Streumaterial sowie als Lüsterfarbe in der Keramikindustrie zur Anwendung.

In der fünften Hauptgruppe des Periodensystems ist Wismut das einzige Metall. Der Ionenradius vom Wismut ist für ein Metall hoch, daraus ergibt sich der niedrige Schmelzpunkt des Metalls, da die Ionen einen geringen Zusammenhalt haben. Wismut hat von allen Metallen die niedrigste elektrische und Wärmeleitfähigkeit.



## Wismut im Bergbau

Gediegenes Wismut ist ein weit verbreitetes, natürlich vorkommende Metall.<sup>89</sup> Der Anteil von Wismut in der obersten, 16 km dicken Erdkruste beträgt  $1 \times 10^{-5} \%$ .<sup>90</sup> Meist sind die Vorkommen zu gering, als das sich ein Abbau lohnen würde. Die bedeutendsten Wismutvorkommen in Europa sind in Schneeberg und Joachimsthal im Erzgebirge zu finden.

Intensiver Bergbau auf Wismut begann erst im ersten Viertel des 18. Jahrhunderts. Der Aufschwung kam durch die Entdeckung, daß Wismutlegierungen, bestehend aus Wismut, Zinn, Blei und Kadmium in verschiedenem Verhältnis, sehr leichtflüssig sind. In den Sechzigerjahren des 19. Jahrhunderts bestand das im Erzgebirge gewonnene Erz aus 3–25 % Wismut, es wurden ca. 3000 kg reines Wismut gewonnen. 1868 wurde die Verhüttung in Joachimsthal vor Ort aufgegeben und das Erz wurde an die Hütte nach Freiberg geschickt.

In *De natura fossilium* (1546) teilte AGRICOLA mit, daß man das *Plumbum cinereum* (aschgraues Blei, Aschenblei)<sup>91</sup> in Schneeberg findet.

Tabelle 1: Überblick über die topographische Verteilung des Wismuts in Europa

Land	Region
Deutschland, Böhmen	Sächsisch-böhmisches Erzgebirge: Schneeberg, Annaberg, Johann-Georgenstadt, Joachimsthal, ... Badischer Schwarzwald: Wittichen, Sulzburg; Thüringen: Kamsdorf, Schweina; Hessen: Riechelsdorf, Bieber Neubulach (20 km von Bad Wildbad entfernt)
Österreich	Steiermark: Schladming; Kärnten: Distrikt Lölling-Hüttenberg
Schweiz	Annivierstal in Gängen des grünen Schiefers; Kanton Wallis: Crête d'Omberenza im Turtmanntal
England	Cornwall
Norwegen	Telemarken; Lier
Schweden	Christianiagebiet; Falun; Gladhammar
Spanien	Wismut-Nickel-Kobaltformationen in der Sierra Morena



Abb. 10: Rot: Orte, in denen Wismutkästchen hergestellt wurden; Blau: Abbaugelände von Wismut.<sup>92</sup>

<sup>89</sup> RAMDOHR 1960, S. 355

<sup>90</sup> In Peru und Bolivien befinden sich die größten Wismutvorräte der Erde.

<sup>91</sup> Beim Rösten fließt das Wismut tropfenweise in die Asche des Röstplatzes, während der Schmelzpunkt anderer Metalle noch nicht erreicht ist. Daher nannte AGRICOLA das Metall „Aschblei“, lat. *Plumbum cinerum*

<sup>92</sup> Die Jahreszahlen stehen für das Jahr, seit dem der Abbau von Wismut bzw. die Produktion von Wismutkästchen erstmals belegt werden kann

## Begleitelemente von Wismut

Eigentliche Wismutlagerstätten gibt es nicht, man findet Wismut als Begleiter in Kobalt-, Nickel-, Zinn- Silber- und Uranlagerstätten<sup>93</sup> oder in den Kupferkiespartien, selten im Arsenkies, auf Gängen im Ur- und Übergangsgebirge, im Gneis, Granit, Glimmer-, Ton- und Hornblendeschiefer, selten auf Kontaktlagerstätten.

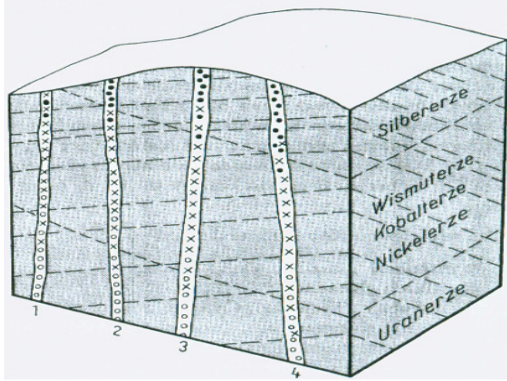


Abb.: 11: Erz aus Bieber in Hessen: Im Skutterudit findet man Einschüsse von gediegenem Wismut. Entlang dieser Einschüsse weist der Skutterudit radiale Sprünge im Material auf (RAMDOHR 1960, S. 355)

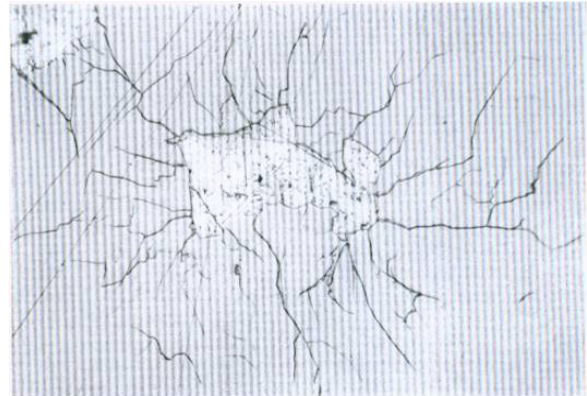


Abb.: 12: Primäre Treufenunterschiede in den Erzgängen eins bis vier im Erzgebirge in einem schematischen Blockbild: Punkte: Silbererze

Abb. 13: Erz aus Bieber in Hessen: Im Skutterudit findet man Einschüsse von gediegenem Wismut. Entlang dieser Einschüsse weist der Skutterudit radiale Sprünge im Material auf (RAMDOHR 1960, S. 355)

Die wichtigsten Rohstoffe, aus denen Wismut gewonnen wird, sind Gänge der Zinnerz- und Silber-Kobalt-Formation. Wismut wird, da es häufig neben Silber vorkommt, auch als das „Dach des Silbers“ bezeichnet. Ein weiterer wesentlicher Begleiter von Wismut ist Kupferkies.<sup>94</sup>

Meist sind es nur mikroskopisch kleine Gemengteile in diesen Gängen, in denen Wismut zu finden ist. Große Kristalle von Wismut und Wismutglanz finden sich in den Silber-Zinn-Wismutgängen in Tasna und Llallagua in den bolivischen Anden und in Queensland, Australien.

In vielen Vorkommen sind einzelne Wismutkörner durch dünne Krusten von Safflorit (Kobalteisen), Löllingit oder Skutterudit (Speiskobalt) getrennt. Da die Wismutkörner vollkommen ummantelt sind, muß das Erz in kleine Stücke geschlagen werden, um das Wismut durch Erhitzen ausschmelzen zu können.

<sup>93</sup> WAAGEN 1919, S. 251.

<sup>94</sup> GRUNDMANN 1989.

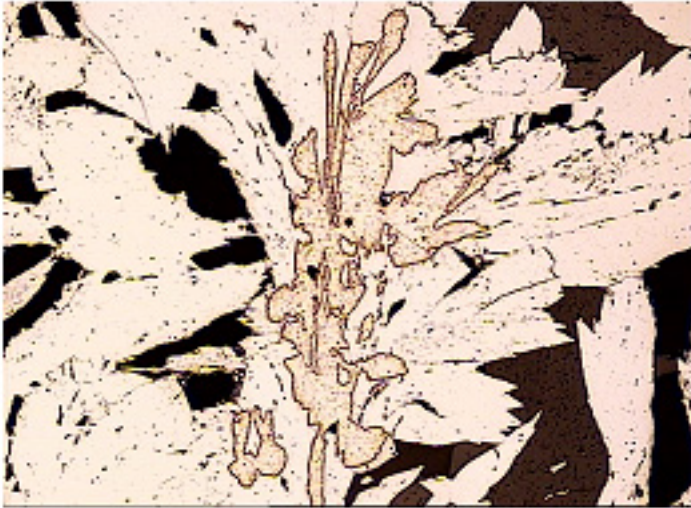


Abb. 14: Wismuthaltiges Erz aus Hüttenberg, Kärnten:

Wismut (dunkelbeige) ummantelt von Löllingit (hellbeige) und Siderit (schwarz)

Bildbreite: 2,3 mm

Foto: G. Grundmann, TUM

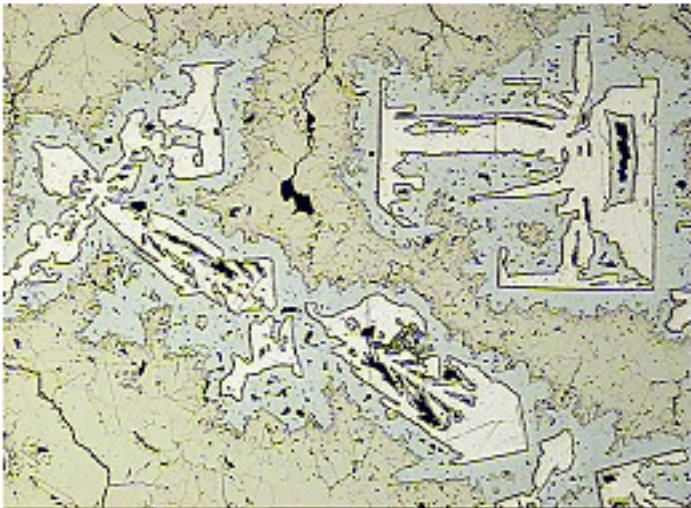


Abb. 15: Wismuthaltiges Erz aus Schneeberg, Erzgebirge:

Wismut (silberfarben) ummantelt von Safflorit (hellblau, Kobalterz) und Phyrat (hellgrün)

Bildbreite: 2,3 mm

Foto: G. Grundmann, TUM

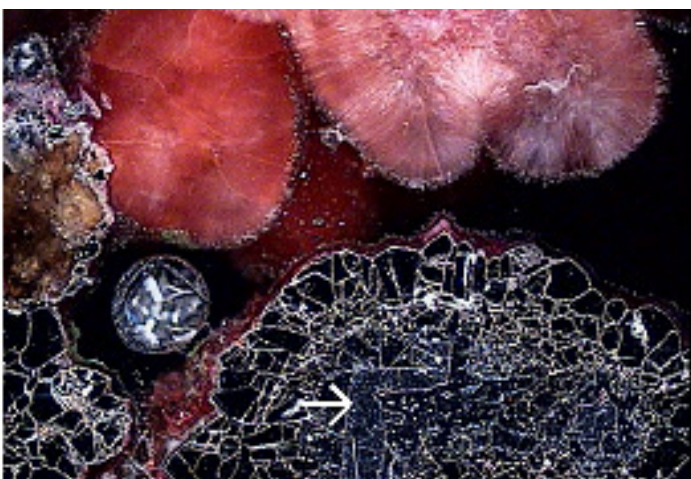


Abb. 16: Wismuthaltiges Erz aus Schneeberg, Erzgebirge (Auflicht, Dunkelfeld):

Wismut (weißer Pfeil) im Erz, am Rand vom Erzklumpen sieht man eine radialstrahlige Kobaltblüte (rot) und eine Haut der Kobaltblüte, die sich um den Erzklumpen gelegt hat.

Bildbreite: 2,3 mm

Foto: G. Grundmann, TUM

Auf dem Foto ist deutlich erkennbar, daß das Wismut im Erz einen rechten Winkel ausgebildet hat. Da das trigonale Kristallsystem<sup>95</sup> keine rechten Winkel besitzt, kann es hier nicht vorliegen.

<sup>95</sup> WÜLFERT 1999, S. 104: trigonales Kristallsystem: drei gleich Längen, drei gleiche Winkel ungleich 90°.



Abb. 17: Gangstück aus Schneeberg, Sachsen, (mineralogische Sammlung der TUM). An der Außenseite des Wismuterzes befindet sich eine Kobaltblüte. Im Gang findet man Wismut mit Safflorit, am Rand außen Quarz.

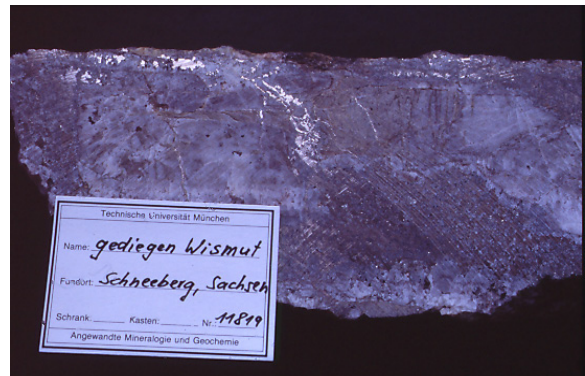


Abb. 18: Gangstück aus Schneeberg, Sachsen, (mineralogische Sammlung der TUM). Im Gegenlicht leuchtet das Wismut (Silber glänzend) stark auf. In diesem Gang ist es zusammen mit Quarz zu finden

### Gewinnungs- und Herstellungsprozeß

Wann und wo das Recht, Wismut zu schürfen, erstmals verliehen wurde, wird aus bergbaulichen Schriften nicht ersichtlich.<sup>96</sup> Urkundlich belegt ist es im Erzgebirge seit 1463.

In *De natura fossilium* (1546) teilte AGRICOLA mit, daß man das Fördergut zunächst auf seinen Gehalt an Silber und Wismut prüft. Verschiedene Verfahren zur Gewinnung von Wismut wurden erstmals bei AGRICOLA<sup>97</sup> beschrieben. Sie beruhten alle auf demselben Prinzip, dem Ausseigern bzw. Ausschmelzen des Wismuts aus dem Erz:

<sup>96</sup> DEGGELER 1963, S. 33.

<sup>97</sup> AGRICOLA 1556, S. 374–380.

1. In einer Vertiefung im Boden werden Kohlepulver und Buchenholzscheite gelegt, darauf die Wismuterze geworfen und angezündet. Das herausgeschmelzende Wismut tropft in die Grube. Durch ein nochmaliges Schmelzen werden Verunreinigungen entfernt (ohne Abbildung).<sup>98</sup>

2. (Abbildung rechts) Wenn die Grube im Hang angelegt ist, fließt das Wismut in eine zweite, tiefer liegende Vertiefung hinein. Bei diesem Verfahren spart man sich das nochmalige Schmelzen, da das Wismut sehr rein ist. Um einen Wismutkuchen herzustellen, wird das Metall mit einer Kelle abgeschöpft und in eiserne, mit Ton ausgestrichene Gußformen gegossen.

3. Das Erz wird in geneigte, aus Fichtenholz hergestellte Rinnen geworfen. Darauf wird Holz gelegt und angezündet. Das flüssige Wismut tropft aus der Rinne in eine unterhalb liegende Vertiefung.

4. Ziegelsteine werden mit Holz bedeckt und dieses angezündet. Der Wind treibt die Flammen in die daneben stehenden, mit Erz gefüllten Tiegel hinein und das Wismut seigert aus. Das flüssige Metall wird in eine leere Gußform abgegossen, um so aus dem Inhalt



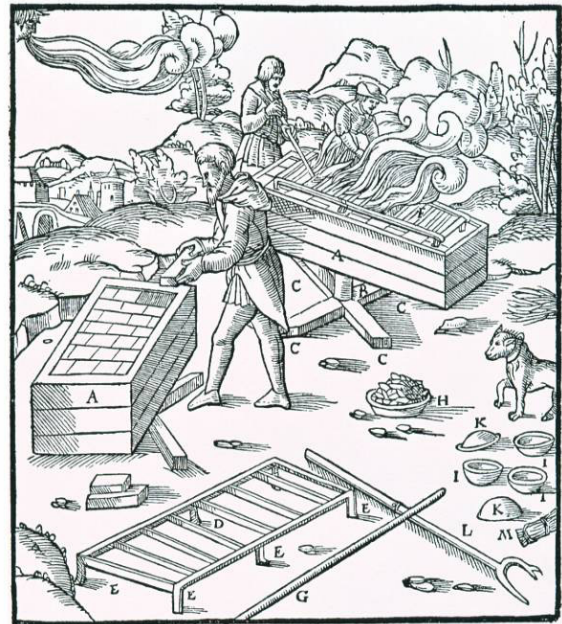
<sup>98</sup> Da das Wismut in die Asche des Röstplatzes fällt, nennt AGRICOLA das Metall auch „Aschblei“, lateinisch „*Plumbum cinerum*“.

mehrerer Tiegeln einen Kuchen herzustellen.

5. Steine werden mit Brettern umgeben und so zusammen gehalten. Die Oberfläche der Steine wird mit Lehm bedeckt, darauf wird Fichtenholz gelegt und dieses mit dem Erz bedeckt. Bei windigem Wetter wird das Holz angezündet und das Wismut seigert aus. Nach dem Abbrennen wird die Asche entfernt, die erstarrten Wismutkugelchen eingesammelt und durch nochmaliges Schmelzen in eisernen Tiegeln zum Kuchen verarbeitet.



6. Eine auf einem drehbaren Sockel liegende Holzboxe wird mit Sand und Ziegeln gefüllt. Auf diese Konstruktion wird ein engmaschiger Rost gelegt und mit Reisig und Erz bedeckt. Das flüssig gewordene Metall fließt durch den Rost auf den darunter liegenden Aufbau, während die Rückstände vom Feuer und vom Erz auf dem Rost zurückbleiben. Nach dem Abkühlen wird der Rost entfernt, das Wismut zusammengekehrt und zu einem Kuchen zusammen geschmolzen.



## Gewinnung des Wismuts

Es wird zwischen der Wismutgewinnung auf trockenem und nassem Weg unterschieden. Die trockene Gewinnung steht für das Ausseigern bzw. Ausschmelzen des Wismuts aus dem Erz, der nasse Weg bedeutet eine chemische Gewinnung des Metalls.

Die wichtigsten Ausgangsprodukte der Wismutgewinnung bilden das gediegene Wismut, Wismutocker ( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ), Wismutglanz ( $\text{Bi}_2\text{S}_3$ ) und wismuthaltige Hüttenprodukte. Bei der Gewinnung werden zwei Verarbeitungsstufen unterschieden:

1. die Gewinnung des Rohwismuts (verunreinigtes Wismut)
2. die Gewinnung von Wismut raffinat (gereinigtes Wismut).

Die Verarbeitung kann sowohl auf trockenem als auch auf nassem Wege erfolgen.

### Gewinnung von Rohwismut auf trockenem Wege

Ausseigern von gediegenem Wismut: Dieses besonders im Erzgebirge angewandte Verfahren beruht darauf, gediegenes Wismut bei niedriger Temperatur auszuschmelzen. Die kobalthaltigen Rückstände wurden weiter verarbeitet, um daraus Smalte<sup>99</sup> zu gewinnen. Seit der Mitte des 19. Jahrhunderts wird dieses Verfahren nur noch selten angewendet, da viel Wismut (4–6 %) in dem Erz zurückbleibt.<sup>100</sup>

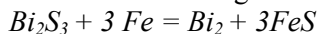
BERSCH beschreibt einen Seigofen: Das Ausseigern wird in geneigten Röhren vorgenommen, welche in einem Ofen eingemauert sind. Die Seigerung dauert ca. 20 Minuten.

### Reduktions- und Niederschlagsarbeit

Heute wird Wismut aus Erzen und deren Hüttenprodukte durch das Verschmelzen mit Kohle, Soda und verschiedenen weiteren Zusätzen (Z. B. Natriumsulfat oder Calciumsulfat) in Flammöfen oder Tiegeln gewonnen. Das Verschmelzen muß wegen der schnellen Flüchtigkeit des metallischen Wismuts bei einer möglichst geringen Temperatur erfolgen. Aus diesem Grund wird das Erz mit einer schon bei niedriger Temperatur schmelzbaren Schlacke bedeckt, um das Verdampfen vom Wismut zu vermeiden.

Während für das Niederschlagsverfahren eine schwach basische Schlacke erwünscht ist, arbeitet man bei der Reduktionsarbeit mit einer schwach sauren Schlacke, um ein möglichst reines Wismut auszuschmelzen. Das Verschmelzen wird in Tiegeln oder in Flammöfen vorgenommen.

Rein sulfidische Erze können im Niederschlagsverfahren durch Eisen entschwefelt werden, indem der Schwefel an metallisches Eisen gebunden wird nach der Gleichung:



Hierbei wird das  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  vollständig zersetzt. Oxidische Erze und Hüttenprodukte werden unter Zuschlag von Soda, Kalkstein und Kohle reduzierend verschmolzen. Sind in den zu verarbeitenden Produkten Wismutsalze ( $\text{BiOCl}$ ) vorhanden, werden diese zuvor durch das Einbringen einer starken Base zersetzt.

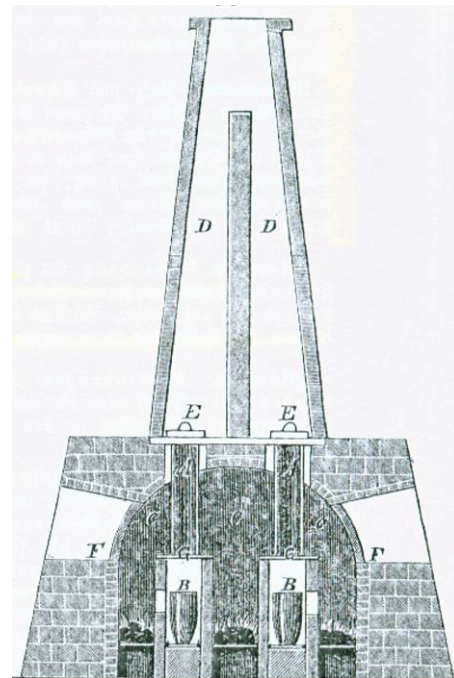


Abb. 19: Seigofen nach BERSCH 1900, S. 845.

„Bei diesem Ofen werden die durch Deckel E verschlossenen Saigerröhren A mit den abzusaugenden Gesteinen beschickt und fließt das Wismuth durch die am Boden der Röhren befindlichen Oeffnungen G nach den Sammelgefäßen B ab. Die Beseitigung der abgeseigerten Beschickung von A findet seitlich durch im Ofengewölbe ausgesparte Oeffnungen F statt.“

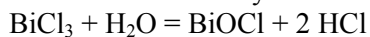
<sup>99</sup> Beschreibung der Smaltegewinnung: WAGENBRETH ET AL 1990.

<sup>100</sup> GMELIN 1927, S. 14; BALLING 1885, S. 549.

### Gewinnung von Rohwismut auf nassem Wege

Ärmere, oxidische und saure Erze werden auf nassem Wege gewonnen, ebenso Hüttenerzeugnisse wie Blei-Wismutglätte und Wismutlegierungen. Diese nasse Verarbeitung ist als eine Anreicherungsarbeit zu betrachten, um anschließend auf trockenem Wege mittels Reduktion die Gewinnung des Rohwismuts anschließt zu betreiben.

Erze mit einem Wismutgehalt von 5–20 % wurden in Freiberg mit HCl (1 : 1 nach Gewicht) gemischt und ca. sechs Stunden lang gelöst. Aus dieser Lösung wird das Wismut dann entweder durch metallisches Eisen als Metall niedergeschlagen und dann in einem Tiegel unter einer Kohlendecke verschmolzen, oder man mischt die Lösung mit Wasser, wodurch das Wismutchlorid zerfällt in Wismutoxydchlorid und Salzsäure:



Das gewonnene Wismutoxydchlorid wird in einen Reduktionsprozeß auf trockenem Wege weiter verarbeitet.

### Die Raffination des Wismuts

Die Raffination auf nassem Wege:

Die Raffination auf nassem Wege ergibt zwar das reinste Wismut, ist aber kostspielig und wird nur zur Herstellung pharmazeutischer Präparate oder für Laborzwecke angewendet.

Das Rohwismut wird in 75–90° C heißer Salpetersäure gelöst, wobei sich arsensaures und etwas basisches Wismut ausscheiden, reines Wismutnitrat bleibt in der Lösung und wird filtriert, um es von Rückständen zu trennen.<sup>101</sup>

### Raffination des Wismuts auf elektrolytischem Wege

In einer salzsauren Lösung von Wismutchlorid wird das Rohwismut als Anode elektrolysiert. Die Kathode ist aus Kohle, chemisch reinem Wismut oder Platin. Bei einer Stromdichte von 150–300 Ampere/m<sup>2</sup> scheidet sich reines Wismut an der Kathode ab. Es wird mit verdünnten HNO<sub>3</sub> gewaschen und anschließend getrocknet.

### Preisvergleich von Wismut mit Silber und Gold

In der Literatur<sup>102</sup> kommt häufig die Überlegung auf, ob die Wismutmalerei als „billige Ersatztechnik“ anzusehen ist, da Wismut deutlich billiger als Gold oder Silber gewesen sei. Um diese Aussage zu überprüfen, wurden Preisvergleiche zwischen den Metallen gesucht. Es konnten allerdings nur Preise aus dem 19. Jahrhundert gefunden werden, einer Zeit, in der die Technik der Wismutmalerei nicht mehr ausgeübt wurde.

Tabelle 2: Preistabellen in Mark je 1 kg

Jahr <sup>103</sup>	Wismut	Silber	Gold
1865–70	29,83	175,91	2734,70
71–75	19,40	171,74	2743,72
76–80	14,45	152,57	2730,70
81–85	15,58	145,61	2707,47
86–90	18,13	129,59	2740,83
91–95	15,67	130,80	2736,34

<sup>101</sup> ULLMANN 1932, S. 511; GMELIN 1927, S. 21.

<sup>102</sup> APPUHN 1986, S. 794: „...Zu Verlobung und Hochzeit durfte eine Braut des Adels oder des Patriziats wesentlich wertvollere Geschenke erwarten. Nur in den niedrigeren Ständen konnte solch ein Wismutkästchen Brautgabe sein. De glänzende Wismutgrund musste dann Silber und Gold ersetzen.“ STÖCKL: *Praktisches Handbuch für Künstler, Lackierliebhaber und Oehlfarben-Anstreicher*, Nürnberg 1801, S. 178 f.; in: SCHIESSL 1998, S. 87. MAYR 1977, S. 20.

<sup>103</sup> RÖSSING 1901, S. 243-248; Leider wird in der Quelle nicht erwähnt, aus welcher Quelle die Preise entnommen sind. Da die Preisentwicklung beider Quellen zwischen 1865 und 1895 ähnlich verläuft, kann man die Angaben zum Vergleich heranziehen.



Tabelle 3: Verhältnis Silber zu Gold in Mark je 1kg.

Jahr <sup>104</sup>	Wismut	Silber	Verhältnis Silber : Gold
1825 – 30	3,47	178,06	1 : 15,79
1831 – 35	3,03	178,06	1 : 15,78
1836 – 40	2,10	178,59	1 : 15,73
1841 – 45	3,22	177,31	1 : 15,85
1846 – 50	5,12	177,85	1 : 15,81
1851 – 55	4,06	182,33	1 : 15,42
1856 – 60	7,32	183,66	1 : 15,30
1861 – 65	17,30	181,78	1 : 15,36
1866 – 70	24,13	180,68	1 : 15,55
1871 – 75	16,37	175,82	1 : 15,98
1876 – 80	13,61	155,94	1 : 17,88
1881 – 85	14,45	151,24	1 : 18,64
1886 – 90	15,81	133,09	1 : 21, 16
1891 – 95	14,10	106,68	1 : 27,05
1896 - 1900	9,37	83,68	1 : 33,29

Die Tabellen belegen, daß Wismut deutlich billiger war als Silber oder Gold. Zu Beginn des Jahrhunderts ist der Wismutpreis noch sehr niedrig. Im späten 19. Jahrhundert bezahlt man für Silber ungefähr das Zehnfache, für Gold das Einhundertfünfzigfache im Vergleich zum Wismut. Der Goldpreis scheint im 19. Jahrhundert recht stabil gewesen zu sein. Anhand der Tabellen kann man den Eindruck gewinnen, daß die Technik der Wismutmalerei tatsächlich als billiger Ersatz herangezogen wurde. Preisvergleiche zwischen den Metallen aus dem 16. bis 18. Jahrhundert konnten nicht gefunden werden. Deswegen wurde versucht, auf anderem Wege herauszufinden, ob die Wismutmalerei als „billige Ersatztechnik“ für eine Versilberung bzw. Vergoldung anzusehen war oder als eigenständige Technik. Der Ansatz erfolgt über die Berechnung, wie viel Gramm Gold bzw. Silber im Vergleich zu Wismut auf ein Kästchen aufgetragen werden müßte, um eine gleich große Fläche mit einer Metallschicht zu bedecken.

### Metallmenge auf Schmuckkästchen

Exemplarisch wurde berechnet, wie viel Gramm Metall auf ein Kästchen aufgetragen wurden. Die Maße des Kästchens entsprechen dem Wismutkästchen aus dem BNM (Inv.-Nr. I 14/61), Höhe: 12,9 cm; Breite: 29,6 cm ; Tiefe: 20,9 cm. Die Fläche, auf der das Metall aufgebracht wird, ist kleiner, da der Rand ausgespart bleibt. Fläche, auf der das Metall aufgetragen wird:

<b>Vorder- / Rückseite:</b>	<b>b<sub>1</sub> = 25,6 cm</b> <b>h<sub>1</sub> = 8,9 cm</b>
<b>Seiten:</b>	<b>t<sub>1</sub> = 16,9 cm</b> <b>h<sub>1</sub> = 8,9 cm</b>
<b>Deckel:</b>	<b>b<sub>2</sub> = 23,4 cm</b> <b>t<sub>2</sub> = 14,7 cm</b>

Metall	Schichtdicke <sup>105</sup>	Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]
Wismut	10µ = 1 x 10 <sup>-3</sup> cm	9,79
Silber	1µ = 1 x 10 <sup>-4</sup> cm	10,5
Gold	0,5µ = 5 x 10 <sup>-5</sup> cm	19,32

Schichtdicke (δ): Dichte (ζ) = Gewicht / Volumen => Gewicht = ζ x V

$$\begin{aligned} V_{\text{Vorder-/ Rückseite}} &= b_1 \times h_1 \times \delta \\ V_{\text{Seiten}} &= t_1 \times h_1 \times \delta \\ V_{\text{Deckel}} &= b_2 \times t_2 \times \delta \end{aligned}$$

Schichtvolumen des Kästchen:  $V_{\text{gesamt}} = 2 \times V_{\text{Vorder-/ Rückseite}} + 2 \times V_{\text{Seiten}} + V_{\text{Deckel}} = 2b_1h_1\delta + 2t_1h_1\delta + b_2t_2\delta$

<sup>104</sup> HAENIG 1910, S. 416; Leider wird in der Quelle nicht erwähnt, aus welcher Quelle die Preise entnommen sind.

<sup>105</sup> Heute wird Silber auf eine Schichtdicke von 1/4000 mm (= 0,25 µ), Gold auf eine Dicke von 1/7000–1/10000 mm ausgeschlagen. Zur Zeit CENNINI wurde aus einem Dukaten Gold 100 Blätter gewonnen, 145 Blätter waren auch möglich, wobei CENNINI es als zu dünn bezeichnet. Nach KÜHN entspricht das einer Schichtdicke von 1/3000–1/2000 mm. Für die exemplarische Rechnung wurden nach diesen Angaben die Schichtdicken für die Berechnung ausgewählt. Nach: KELLNER 1996, S. 210 und *Reclams Handbuch* 1986, S. 183 Die Schichtdicke des Wismuts entspricht im Durchschnitt etwa der Wismutschicht in den untersuchten Querschliffen.

$$\begin{aligned}\text{Gewicht}_{\text{Bi}} &= 9,79 \text{ g / cm}^3 (2 \times 8,9 \text{ cm} \times 25,6 \text{ cm} \times 1 \times 10^{-3} \text{ cm} + 2 \times 8,9 \text{ cm} \times 16,9 \text{ cm} \times \\ & 1 \times 10^{-3} \text{ cm} + 23,4 \text{ cm} \times 14,7 \text{ cm} \times 1 \times 10^{-3} \text{ cm}) \\ &= 9,79 \text{ g / cm}^3 \times 1,10048 \text{ cm}^3 = \underline{10,77 \text{ g}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Gewicht}_{\text{Ag}} &= 10,5 \text{ g / cm}^3 (2 \times 8,9 \text{ cm} \times 25,6 \text{ cm} \times 1 \times 10^{-4} \text{ cm} + 2 \times 8,9 \text{ cm} \times 16,9 \text{ cm} \times \\ & 1 \times 10^{-4} \text{ cm} + 23,4 \text{ cm} \times 14,7 \text{ cm} \times 1 \times 10^{-4} \text{ cm}) \\ &= 10,5 \text{ g / cm}^3 \times 0,110048 \text{ cm}^3 = \underline{1,16 \text{ g}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Gewicht}_{\text{Au}} &= 19,32 \text{ g / cm}^3 (2 \times 8,9 \text{ cm} \times 25,6 \text{ cm} \times 5 \times 10^{-5} \text{ cm} + 2 \times 8,9 \text{ cm} \times 16,9 \text{ cm} \times \\ & 5 \times 10^{-5} \text{ cm} + 23,4 \text{ cm} \times 14,7 \text{ cm} \times 5 \times 10^{-5} \text{ cm}) \\ &= 19,32 \text{ g / cm}^3 \times 0,055024 \text{ cm}^3 = \underline{1,06 \text{ g}}\end{aligned}$$

Durch die Berechnung wird deutlich, daß auf einem Kästchen, aufgrund seiner geringeren Dichte und der höheren Schichtdicke, ungefähr die zehnfache Menge von Wismut im Vergleich zu den Blattmetallen Silber und Gold aufgetragen werden muß, um eine deckende Metallfläche zu erlangen.

## Ergebnisse

Wismut ist zwar weit verbreitet, aber häufig nur in geringen Mengen anzufinden. Das wichtigste Abbaugelände in Europa liegt im Erzgebirge, in Gängen mit Wismut-Kobalt-Nickel Erzen. Silber ist ein häufiges Element, das mit Wismut vorkommt. Im Erz findet man das Wismut häufig ummantelt von Safflorit, Löllingit oder Skutterudite. Das Erz wird laut AGRICOLA vor dem Ausseigern des Wismuts in kleine Stücke geschlagen. Dies geschieht, da die kleineren Gesteinsbrocken sich schneller erwärmen. Außerdem wird beim Zerkleinern die Ummantelung um das Wismut aufgebrochen, so daß das Metall herausfließen kann.

Heute wird das Wismut in zwei Schritten auf verschiedenen Wegen gewonnen. Über die Art der Reinigung entscheidet eine vorhergehende Analyse. Sie ist abhängig von den Begleitmaterialien.

Die Tabelle über die Abbaugelände von Wismut und den Orten, in denen Wismutkästchen hergestellt wurden wird deutlich, daß die Kästchenproduktion zum Teil in der Nähe eines Gebietes lag, in dem das Metall abgebaut wurde.

Bad Wildbad liegt nur 20 Kilometer von Neubulach entfernt. Man kann davon ausgehen, daß hier das Wismut abgebaut wurde, welches der Wismutmalerei anschließend in Bad Wildbad verarbeitet wurde. Vielleicht war Nürnberg ein Handelszentrum, in dem das im Erzgebirge geförderte Wismut angeboten wurde. Von Nürnberg aus gelangte die Technik der Wismutmalerei nach Sonneberg.

Durch den Preisvergleich von Wismut, Silber und Gold wird deutlich, daß es wegen der unterschiedlichen Schichtdicken, zumindest im späten 19. Jahrhundert, zu keiner Kostenersparnis bei der Verwendung von Wismut anstelle von Silber kommt. Man benötigt die zehnfache Menge von Wismut im Vergleich zu Blattsilber. Da Silber im späten 19. Jahrhundert ungefähr das Zehnfache von Wismut kostet, decken sich hier die Kosten. Im frühen 19. Jahrhundert bezahlt man für Silber noch etwa das vierzig- bis fünfzigfache im Vergleich zu Wismut. Hier hat man demnach eine deutliche Ersparnis bei der Verwendung von Wismut. Gold ist wesentlich teurer.

## Katalog der untersuchten Wismutkästchen

Für die Verwendung von Buchenholz sprechen übereinstimmende Hinweise in der Fachliteratur.<sup>106</sup>

### Wismutkästchen (Flachdeckeltruhe), Privatbesitz 1559

Höhe: 19 cm; Breite: 39,1 cm; Tiefe: 28,4 cm

#### Konstruktion

Der Deckel ist mit sekundär angebrachten Scharnieren am Rückbrett befestigt. Im überfallenden Rand befinden sich noch die Löcher (Ø 0,9 cm) der früheren Loch/Zapfen-Verbindung. Der überfallende Rand hat hinten seine maximale Höhe von 2,2 cm. Nach vorne hin wird die Höhe geringer und der untere Rand verjüngt sich über die halbe Holzhöhe. Die mit Muster verzierten Scharniere sind mit je drei Metallnägeln an Deckelinnen- und Rückwandaußenseite befestigt. Seiten, Deckel und Boden bestehen aus je einer Buchenholz(?) -tafel von 0,6–0,8 cm Stärke.

#### Holzverbindungen

Boden – Vorderseite; Boden – Rückseite	je 4 Metallstifte
Boden – rechte Seite; Boden – linke Seite	je 3 Metallstifte
Rückseite – rechte Seite	3 Metallstifte
Rückseite – linke Seite	4 Metallstifte
Vorderseite – rechte Seite	3 Metallstifte
Vorderseite – linke Seite	5 Metallstifte
Deckel – linker und rechter überfallender Rand	je 5 Metallstifte
Deckel - Rückseite	frühere Loch / Zapfen / Verbindung, heute zwei Scharniere

#### Brettdicken

Deckel; rechte Seite	0,8 cm
Vorderseite; Rückseite	0,7 cm
linke Seite	0,9 cm
Boden; überfallender rechter und linker Rand	0,6 cm

#### Darstellung

*Deckel:* Rot eingerahmt und von einem Streifen Wismut umfaßt ist auf dem Deckel die Hochzeit von Kana dargestellt.<sup>107</sup> Das Fest findet in einem Raum statt; im Hintergrund fünf Arkadenöffnungen, die auf roten Pfeilern ruhen. Zwischen den Arkaden sieht man eine hügelige Landschaft mit Wiesen und einzelnen Bäumen. Der hellen Arkadenwand sind dunkle Fugen aufgemalt.

Sieben Personen sitzen an einer gedeckten Tafel an beiden Schmal- und der hinteren Längsseite. Vor dem Tisch sind fünf Amphoren, die rechte füllt ein Diener aus einer gelben Kanne. Der Mann trägt dunkle Kleidung, knielange, weite Hosen, eine weiße Schürze und einen weißen, hohen Kragen. Vollbart und Haare sind braun, ein großer, goldener Ohrring ist im linken Ohr sichtbar. Rechts außen betritt eine Person in knöchellangem, in der Taille gerafftem rotfarbenem Gewand den Raum. Die barfußige Person mit Heiligenschein trägt eine gefüllte Schale. Die Schattierung des Gewandes ist mit schematisch wirkenden, schwarzen Linien ausgeführt, die Höhen sind gelb schraffiert.

An der von zwei wuchtigen goldenen Tischbeinen getragenen Tafel sitzt an der rechten, hinteren Tischecke Maria (mit Heiligenschein). Die Person rechts von ihr wendet sich zu Maria. Zwei Frauen unterhalten sich, an der Tischmitte sitzend. Die Rechte hält einen Becher in den Händen. Am linken Ende der Längsseite eine weitere Dame, die sich dem Herren rechts von ihr zuwendet. Den Abschluß bildet, auf einen goldfarbenen Stuhl sitzend, Jesus (Kreuznimbus). Hinter ihm ein Brokatstoff mit rotem Muster auf dunkelgrünen Grund. Ein

<sup>106</sup> LANZ 1977, S. 72; HERRMANN 1977, S. 25.

<sup>107</sup> Joh 2,1-12: Die Hochzeit von Kana als Zeichen: Am dritten Tag fand in Kana in Galiläa eine Hochzeit statt und die Mutter Jesu war auch dabei. Auch Jesus und seine Jünger waren zur Hochzeit eingeladen. Als der Wein ausging, sagte die Mutter Jesu zu ihm: Sie haben keinen Wein mehr. Jesus erwiderte ihr: Was willst Du von mir, Frau? Meine Stunde ist noch nicht gekommen. Seine Mutter sagte zu den Dienern: Was er euch sagt, das tut! Es standen dort sechs steinerne Wasserkrüge, wie es der Reinigungsvorschrift der Juden entsprach; jeder faßte ungefähr hundert Liter. Jesus sagte zu den Dienern: Füllt die Krüge mit Wasser! Und sie füllten sie bis zum Rand. Er sagte zu ihnen: Schöpft jetzt und bringt es dem, der für das Festmahl verantwortlich ist. Sie brachten es ihm. Er kostete das Wasser, das zu Wein geworden war. Er wußte nicht, woher der Wein kam; die Diener aber, die das Wasser geschöpft hatten, wußten es. Da ließ er den Bräutigam rufen und sagte zu ihm: Jeder setzt zuerst den guten Wein vor und erst, wenn die Gäste zu viel getrunken haben, den weniger guten. Du jedoch hast den guten Wein bis jetzt zurückgehalten. So tat Jesus sein erstes Zeichen, in Kana in Galiläa, und offenbarte seine Herrlichkeit und seine Jünger glaubten an ihn.

roter Vorhang vor dem Brokatstoff ist zur Seite gerafft und verdeckt das linke, obere Eck der Darstellung. Die Personen tragen wertvoll wirkende Kleidung mit weißem, hohen Spitzenkragen und Hauben im Haar.

Auf dem Tisch sieht man zwei große Schalen, mehrer Brote, sieben Becher und Teller. Der perspektivisch gemalte Fußboden besteht abwechselnd aus dunkelgrünen und weißen Fliesen, mit rotfarbenem Muster. Oberhalb der Pfeiler findet sich eine Datierung, je eine Zahl steht über einem Pfeiler. Erhalten haben sich die fünf und die neun über dem dritten und vierten Pfeiler, das Jahrhundert der Entstehung des Kästchens ist wegen der schlechten Erhaltung der Malerei nicht mehr lesbar. Anhand vergleichbarer Kleidung liegt nahe, daß das Kästchen aus dem Jahr 1559 stammt.

Die Kleidung – tailliertes Oberkleid mit eckigem Halsausschnitt, sichtbare, weite Ärmel des Unterkleides – ist auf Kleidungen des 16. Jahrhunderts zu finden.<sup>108</sup> Ähnlich auch die Kopfbedeckung und der Spitzenkragen. Unlesbar ist die Inschrift, im rechten, oberen Eck des Deckels.

Die Darstellung auf dem Deckel des Kästchens wird von einem schlecht erhaltenen, ca. 1,3 cm breiten Streifen Wismut umfaßt, auf dem sich Reste einer gelben Fassung befinden. Da auf dem Deckel die Wismutschicht nur partiell aufgetragen wurde, wird das Wismut unter dem Gelb sichtbar gewesen sein. Demnach wird das Gelb eine heute nicht mehr ablesbare Borte gewesen sein. Noch weiter außen befindet sich eine 1,7 cm breite, rote Umrahmung mit einer Linie weißer Punkte. Die Punkte befinden sich am äußeren Rand in einem Abstand von ca. 1,5 cm und einem Durchmesser von ca. 0,4 cm.

*Seiten:* Alle Seiten haben im Rand denselben Aufbau: ganz außen ein 1,7 cm breiter, roter Rand, es folgen mehrere weiße Linien auf grünlichem Grund. Mit der inneren, weißen Linie beginnt die Wismutschicht, die unter der daneben gemalten, roten Rahmung mit drei gelben Linien als Abschluß liegt. In inneren Feld liegt das Wismut ganzflächig auf Kreidegrund und wird partiell von opaker Malerei verdeckt.

An den *Schmalseiten* befindet sich das Herz mit den ineinander verschlungenen Händen, die Blumen halten, Blätterranken und verschiedenfarbene Blüten.

An der *Vorder- und Rückseite* finden sich auf Wismut in der rechten und linken Hälfte je eine große Phantasieblume, mittig ein Herz mit zwei ineinander verschlungenen Händen, die Blumen umfassen: Symbol der Handtreue. Umgeben sind die unterschiedlichen Blumen und das Herz von Ranken und Blüten.

#### Fassungsaufbau

Schicht	Deckel, Rahmung	Deckel, Fußboden	Deckel, Personen	Deckel, Tisch
1	Grundierung			
2	Wismut			Wismut
3	Rot	Weiß	Gelb	Weiß
4	Gelb, Weiß	Grün, 2-schichtig	Grün	Gelb (Teller)
5		Rot	Rot	Braun (Brot)
6		Gelb (Amphore)	Weiß	Schwarze Linie
7		Grau (Amphore)	Braun (Haare)	
8		Schwarze Linien	Schwarze Linien	
9	Überzug			

*Deckel:* Auf die Grundierung wurde zunächst das Wismut aufgetragen. Am Rahmen folgen anschließend Rot und die weißen Punkte. Auf das Wismut ist eine gelbe Verzierung aufgemalt (nur in Resten erhalten). Das Wismut wurde nur partiell aufgetragen, an den Stellen, an denen es in die Malerei integriert wurde. Alle Schalen, Becher und Heiligenscheine sind mit Wismut gemalt. Der Maler begann beim Bemalen des Deckels mit dem Fußboden und der Wand, dann folgten die zwei stehenden Personen, der Thron und der Tisch. Zuletzt wurden die am Tisch sitzenden Personen gemalt.

Schicht	Seiten, Rahmung	Seiten, Darstellung	Boden
1	Grundierung		
2	Wismut		
3	Rot	Weiß	
4	Grün	Rot	
5	Weiß und gelbe Linien	Grau	
6		Verzierungen (Rot, Blau, Weiß, Gelb, 2-schichtiges Grün, Schwarz)	
7	Gelber, stark fluoreszierender Überzug, unter dem überfallenden Rand ausgespart		

*Seiten:* Auf die Grundierung wurde zunächst die Wismutschicht aufgetragen, wobei der Bereich der Rahmung ausgespart bleibt. Bei der Rahmung folgte das Rot, anschließend Grün. Darauf sind die weißen und gelben Linien aufgetragen. Auf der Wismutschicht wurden zunächst die weißen Flächen angelegt, dann Rot und Grau, darauf folgten die Verzierungen, Blumen und Linien.

Im geschlossenen Zustand wurde das Kästchen mit einem Überzug versehen, welcher stark vergilbt ist (unter dem überfallenden Rand des Deckels ist dieser Überzug nicht nachzuweisen).

<sup>108</sup> LAVER 1951: unbekannter Künstler, um 1575.

*Seiten:* Auf die Grundierung wurde eine Leimlöse aufgegeben. An den Seiten folgt eine Wismutschicht, darauf eine transparente Lasur. Zu erkennen ist, daß die Wismutschicht an der Oberfläche verdichtet wurde. Dieses entspricht Literaturangaben, das Wismut nach dem Auftrag mit dem Achat zu polieren.<sup>109</sup> Der transparente Überzug ist im Querschliff deutlich erkennbar, im Schliff 2 ist er sehr dünn. Anschließend erfolgte an den Seiten die partielle Bemalung der Wismutschicht.

**Querschliffe** (Probeentnahmen hauptsächlich auf der rechten Schmalseite des Kästchens)

	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 6	Probe 7
Entnahmest.	re. Seite: Mitte Wismut	re. Seite: helle Blüte	re. Seite: rote Blüte	re. Seite: Mitte Wismut	Re. Seite: neben Probe 3	Rückseite: Mitte Wismut
1. Schicht	Grundierung					
2. Schicht	Leimlöse					
3. Schicht	Wismut					
4. Schicht	Überzug					
5. Schicht		weiße Malschicht	rote Malschicht			Gelb
6. Schicht		Überzug	Überzug			

**Erhaltung**

Die Malschicht auf dem *Deckel* ist stark berieben. Partiiell weist die Malschicht ein feines Craquelé auf. Besonders die Stellen mit Wismut, sind schlecht erhalten. An den Beinen des Dieners, der die Amphore füllt, ist die Malschicht transparent geworden.

Da die Formen der Scharniere der Deckelinnenseite nicht mit denen der Rückseite übereinstimmen, bestehen Zweifel, ob die Scharniere der Deckelinnenseite original sind.

Am *überfallenden Rand* ist die Malschicht teils beschädigt. Das Holz auf der linken Seite ist am hinteren Loch abgebrochen, der rechte Metallstift steht leicht heraus. Auf der rechten Seite ist der überfallende Rand links beschädigt.

*Vorderseitig* um das Schloß gibt es Schäden an Malschicht und Holz. Zwei Nägel, außenseitig eingeschlagen, halten den Schließmechanismus im Inneren.

Die opake Malschicht der *Rückseite* ist an einigen Stellen bis auf den Wismutgrund ausgebrochen.

Die Malschicht der *rechten Schmalseite* ist großflächig beschädigt, die Ausbrüche reichen bis zum Holz. Die Schäden betreffen die Wismutmalerei und den grünen Randbereich mit den weißen Linien. Die Malschicht der roten Umrahmung ist nur geringfügig beschädigt. Auf der *linken Seite* einige kleine Ausbrüche in der opaken Malschicht, bis auf die Wismutschicht.

Der *Boden* des Kästchens ist leicht nach unten gewölbt. Dadurch lösen sich einige Metallstifte, die den Boden an den Seiten fixieren. Die abgefaste Kante ist an mehreren Stellen schadhaf.

<sup>109</sup> HERRMANN 1977, S. 23; BOHRING 1963, S. 112; SUTTER 1963, S. 40; BOLZ 1549, S. 58 „... ribs wol vff eim stein, temperiers an mit eyer temperatur, trags vff vnd lass es wol trocknen, prunier es mit dem zan, so würt es gar glantz vnd schon...“; WEHLTE 1967, S. 746.

**Wismutkästchen, Suermondt-Ludwig-Museum Aachen (Inv.-Nr. MK 233); um 1520**

Höhe: 8,5 cm; Breite: 24,3 cm; Tiefe: 14,6 cm; Gewicht: 655,6 g

**Konstruktion**

Der Deckel ist mit sekundär angebrachten Scharnieren an das Rückbrett befestigt. Im überfallenden Rand befinden sich noch die Löcher der früheren Loch/Zapfen-Verbindung (Ø 0,6 cm). Der überfallende Rand hat hinten eine maximale Höhe. An der Deckelinnenseite sind die Scharniere mit je vier großen Nägeln befestigt (Nagelköpfe an der Deckelaußenseite). Je drei Nägel halten die Scharniere an der Rückseite. Die Innenseite des Kästchens wurde nach der Anbringung der Scharniere mit rot bemaltem Papier verkleidet. Die Bretter sind stumpf durch flache Metallstifte miteinander verbunden. Später wurden noch einige Nägel zum Verstärken der Verbindung eingeschlagen.

Die Scharniere und Beschläge wurden nachträglich angebracht. Die Beschläge wurden an allen Ecken angebracht, die originale Loch/Zapfen-Verbindung des Deckels wurde in eine Befestigung mit Scharnieren abgeändert. Das Bodenbrett wurde erneuert, wobei der sichtbare, überstehende Rand gerade abgeschnitten wurde. Alle Seiten, Deckel und Boden bestehen aus je einer Holztafel von 0,5–0,8 cm Stärke.<sup>110</sup>

**Holzverbindungen**

Boden – Vorderseite	Nagel zur Befestigung des Schlosses an der Vorderseite wurde durch den Boden geschlagen
Boden – Rückseite	Das Scharnier, das den Deckel hält, ist bis über Boden gezogen und mit einem Nagel dort befestigt
Boden – rechte Seite	Keine Befestigung, evtl. ist der Metallbeschlag abgebrochen, ein Nagelloch ist nicht zu sehen
Boden – linke Seite	Befestigung durch einen Metallbeschlag, der über das Eck gezogen ist und zusätzlich mit einem Nagel gesichert wurde
Rückseite – Seiten	je 2 Metallstifte und zusätzlich Metallbeschläge, die mit je 3 Nägeln pro Seite befestigt wurden
Vorderseite – Seiten	je 2 Metallstifte und zusätzlich Metallbeschläge, die mit je 3 Nägeln pro Seite befestigt sind
Deckel – überfallender Rand	je 2 Metallstift und 3 Nägel
Deckel - Rückseite	Löcher der früheren Loch/Zapfen-Verbindung zwischen dem überfallenden Rand und dem Rückseitenbrett noch vorhanden, heute wird der Deckel durch Scharniere gehalten

**Darstellung**

*Deckel:* In einem runden Medaillon sind drei junge Männer und rechts von ihnen eine Frau vor einer Landschaft dargestellt. Der Bereich zu Füßen der Personen ist wegen der schlechten Erhaltung des Kästchens nicht erkennbar.

Die Herren tragen gegürtete, knielange Gewänder in der Landsknechttracht der 1. Hälfte des 16. Jahrhunderts.<sup>111</sup> Das Gewand des Herren links ist gelb, der Hut rot. Der rechte Mann ist in Gelb gekleidet mit einem großen, weißen Hut, der Herr in der Mitte trägt Rot und im Haar eine Feder. Die Frau ganz links trägt ein knöchellanges Kleid. Das blonde Haar ist zu einem Zopf geflochten. Die Borten der Kleidungen sind mit Wismut ausgeführt. Rechts und links neben dem Medaillon sieht man helle Blattranken auf dunklen Grund.

Die Innenseite des Kästchens ist mit bemaltem Papier beklebt, an der Kante des Deckels sieht man die Reste einer Grundierung und rote Farbpartikel. Ob sich an der Deckelinnenseite früher eine ganzflächige Bemalung befunden hat, läßt sich wegen der Papierbeklebung nicht feststellen.

*Seiten:* Eine maximal 1,7 cm breite, helle und mit zwei schwarzen Linien abgesetzte Umrahmung umfaßt den dunkelgrünen Hintergrund. Auf diesem Hintergrund sieht man am oberen Rand zwei helle Blüten mit schwarzen Schattierungen. Auf dem dunklen Grund sind mit dunklen Linien Blätter und Blüten angedeutet. Ein vergilbter Überzug ist auf die Seiten aufgetragen.

**Fassungsaufbau**

*Deckel:* Auf der Grundierung wurden zunächst die Farben flächig aufgetragen, mit hellen und dunklen Linien, die Details anschließend ausgearbeitet. Wismut befindet sich nur partiell auf dem Deckel des Kästchens.

*Vorder- und Rückseite, Seiten:* Auf der Grundierung wurden auf einer grünen Schicht mit schwarzen Linien Blüten und Blätter gemalt. Dann wurde der Überzug aufgetragen.

*Boden:* Das Bodenbrett wurde erneuert und an den Kanten gerade abgeschnitten. An der Kästchenunterseite finden sich zwei Aufschriften mit demselben Wortlaut: „HG 10“; einmal mit dunkler Farbe, einmal mit weiß aufgeschrieben.

Anhand der Querschliffe wird ersichtlich, daß die Farbe auf der Palette gemischt und anschließend in einer Lage auf das Holz aufgestrichen wurde.

<sup>110</sup> Brettdicken: Deckel: 0,7 cm; Vorderseite, Rückseite: 0,6 cm; rechte und linke Seite: 0,8 cm; Boden, überfallender rechter und linker Rand: 0,5 cm.

<sup>111</sup> BOEHN 1976, S. 184.

**Querschliffe**

Probe	1	2	4	5	6
Entnahmestelle	Deckel: Kleidborte	Deckel: Ärmelaufschlag der Dame	Vorderseite: links neben Schloß	Rückseite: Übergang Blume - grüner Hintergrund	Deckel: Blattranken rechts unten neben dem Medaillon
Schicht 1	Grundierung				
Schicht 2	Leimlöse				
Schicht 3	Wismut	Grün	Grün	schwarz-roter Lack	Grau mit Gelb und Schwarz
Schicht 4		dunkler Überzug	rot in wachsartiger Masse	grün	weiß
Schicht 5			dunkler Überzug	Überzug	Überzug
Schicht 6					Schmutz ?

**Erhaltung**

*Deckel:* Die Malschicht ist schadhafte, im unteren Bereich verloren. Am Rand der Fehlstellen hafteten dicke Verschmutzungen, die wässrig entfernt wurden.

*Überfallender Rand:* Links ist die Malschicht berieben und bis auf das Holz verloren. Je drei später eingeschlagene Nägel dienen als zusätzliche Befestigung. Rechts ist beim vorderen Nagel ein Stück des Randes abgebrochen und verloren, am linken Rand ist das Holz gerissen.

*Seiten:* Im Randbereich ist die Malschicht teils verloren, der Überzug vergilbt, die Blattranken nur schwer zu erkennen.

## Wismutkästchen mit Runddeckel Suermondt-Ludwig-Museum Aachen (Inv.-N. MK 234); 18. Jh.; süddeutsch (Bodenseegegend)?; Buchenholz(?)

Höhe: 12,4 cm; Breite: 15,5 cm; Tiefe: 9,0 cm; Gewicht: 205 g

### Maße und Konstruktion

Der Deckel ist halbrund gearbeitet. Das Holz ist 0,1 cm dünn, weshalb es in die halbrunde Form gebogen werden konnte. Um diese Form zu stabilisieren wurden die Ränder mit ca. 1 cm breiten und 0,1 cm starken Holzstreifen verstärkt. Diese seitlichen Holzstreifen werden von den längeren, geraden Holzstreifen am Rand überlappt, weshalb sie nur mit einem Metallstift befestigt wurden. Mittels Drahtschlaufenscharnieren ist der Deckel an der Rückseite befestigt. Die Bretter sind stumpf miteinander durch Nägel verbunden. Seiten, Deckel und Boden bestehen aus je einer Holztafel von 0,4–0,7 cm Stärke. Die am Deckelrand befestigten Holzstreifen haben eine Stärke von 0,1 cm.<sup>112</sup>

### Holzverbindungen

Boden – Vorder- und Rückseite / Vorderseite – Seiten / Rückseite – Seiten	je 2 runde Nägel
Boden – Seiten	je 1 runder Nagel
Deckel – vorderer und hinterer Holzstreifen	außen: je 1 runder Nagel; mittig: je 2 flache Metallstifte
Deckel – rechter Holzstreifen	1 runder Nagel
Deckel – linker Holzstreifen	1 flacher Metallstift
Deckel – Rückseite	2 Metallösen

### Darstellung

*Deckel:* Die Rahmung besteht außen aus einer roten Fassung, verziert mit kleinen, weißen Blüten auf den Holzstreifen, in den Ecken Rosetten. Auf Wismut wurde hier mittig ein grünfarbener Punkt aufgetragen, umgeben von einem grünen Kreis und außen von gelben Punkten. Am Deckel, entlang der Vorder- und Rückseite ist der Rand außen weiß und innen an der Darstellung blau, entlang der rechten und linken Seite rot. Darauf befinden sich zwei Lorbeerzierbänder, das innen liegende weiß, das äußere gelb. Zur Abgrenzung der Rahmung mit der Darstellung sind drei gelbe Striche auf Wismut aufgemalt.

Auf Wismutgrund finden sich zwischen zwei großen, stilisierten Blumen verschlungene Hände über einem Herz und dahinter Maiglöckchen (Handtreue). Kleine Blumen und Blüten umgeben die Darstellung.

*Seiten:* Die Rahmung besteht aus zahlreichen, parallel verlaufenden, Haarstrichlinien. Ganz außen ist ein ca. 1 cm breiter, roter Streifen, es folgen drei weiße Linien auf grünlich-blauen Grund, wobei der äußere Streifen dick gemalt ist, die inneren sind dünner. Weiter eine 0,5 cm breite, blaugraue Linie, es folgt eine ca. 0,4 cm rote Linie und abschließend drei gelbe Linien auf Wismut. Auf Wismut sind Ornamente gemalt.

### Fassungsaufbau

*Deckel:* Auf der Grundierung wurde zunächst Wismut aufgetragen, es folgen die großen, farbigen Flächen, die dann mit hellen und dunklen Farben ausgearbeitet wurden. Die stilisierten, großen Blumen sind farbig unterlegt. Darauf wurden weiße Kreise auf blauen Grund und gelbe Kreise auf roten Grund gemalt.

*Vorder- und Rückseite, Seiten:* Das Wismut wurde auf die Grundierung aufgetragen. Es zieht sich bis unter den 0,4 cm breiten, roten Streifen.

*Boden:* Der ca. 1 cm überstehende Boden ist am Rand abgefast und rot gefaßt.

Auf die Grundierung ist ein Überzug gestrichen. Weitere Überzüge folgten während der Bemalung und nach Fertigstellung.

### Querschliffe

	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 5
Entnahmestelle	linke Seite: Mitte Wismutfläche	rechte Seite: weiße Blüte	rechte Seite: rote Blüte mit gelben Punkten	Rückseite: Blatt neben rechter, roter Frucht
Schicht 1	Grundierung			
Schicht 2	Wismut			
Schicht 3		gelblicher Überzug	Überzug	Überzug
Schicht 4		Rosaweiß	Rot	
Schicht 5		Blau	Gelb	Überzug
Schicht 6		Überzug		Weiß
Schicht 7				Grün
Schicht 8				Überzug

### Erhaltung

Am Deckelrand ist die Malschicht partiell verlorengegangen und verschmutzt. Partielle Malschichtverluste an den Seiten.

<sup>112</sup> Brettstärken: Deckel, Holzstreifen rechte und linke Seite: 0,1 cm; Vorderseite, Rückseite, Boden, vorderer und hinterer Holzstreifen: 0,4 cm; rechte und linke Seite, Deckel rechte und linke Seite: 0,7 cm.



## Wismutkästchen (Flachdeckeltruhe); Suermondt-Ludwig-Museum Aachen (Inv.-Nr MK 235); 18. Jh.; Süddeutsch, Ulm(?); Buchenholz(?)

Höhe: 15,2 cm; Breite: 34,4 cm; Tiefe: 25,0 cm; Gewicht: ca. 1,6 kg

### Konstruktion

Der Deckel ist mit sekundär angebrachten Scharnieren an das Rückbrett befestigt. Im überfallenden Rand finden sich noch die Löcher der früheren Loch/Zapfen-Verbindung. Der überfallende Rand hat am hinteren Ende eine maximale Höhe von 2,7 cm. Nach vorne hin wird die Höhe geringer und der untere Rand verjüngt sich über die halbe Holzhöhe. Das Loch, in dem der Zapfen befestigt war, hat einen Durchmesser von 1,1 cm.

An der Deckelinnenseite sind die Scharniere mit je drei großen Nägeln befestigt, die Nagelköpfe (Ø 0,9 cm) finden sich an der Deckelaußenseite. Das Schloß ist mit drei Nägeln an der Innenseite des Deckels angebracht. Je drei Nägel halten die Scharniere an der Rückseite. Die Bretter sind stumpf durch flache Metallstifte verbunden. Seiten, Deckel und Boden bestehen aus je einer Holztafel von 0,6–0,8 cm Stärke.<sup>113</sup>

### Holzverbindungen

Boden – Seiten	je 2 flache Metallstifte
Boden – Vorderseite	4 flache Metallstifte
Boden – Rückseite	5 flache Metallstifte
Rückseite – Seiten	je 3 flache Metallstifte
Vorderseite – Seiten	je 3 flache Metallstifte
Deckel – linker überfallender Rand	4 flache Metallstifte
Deckel – rechter überfallender Rand	4 flache Metallstifte
Deckel – Rückseite	Scharniere, früher Loch/Zapfen-Verbindung

### Darstellung

*Deckel:* Der Deckel und die vier Seiten sind mit bunten Ornamenten auf hellblauem Grund bemalt. Am Deckel findet sich außen ein roter, 1,2 cm breiter Rand mit weißen Punkten. Nach innen schließt ein abwechselnd weiß-gelber und roter Grund an, auf diesem wechselnd weiße Zierbänder in S-Spiralen und rosafarbene Blüten. Ein 0,8 cm breiter Wismutstreifen, mit einem gelben Bogenband und drei gelben Linien verziert, trennt die Zierbänder von der Darstellung. Mittig eine Vase oder Springbrunnen, von zwei großen und vielen kleinen stilisierten Blumen umgeben; Grund hellblau.

*Seiten:* An den Seiten ist außen ein roter, 1,4 cm breiter Rahmen, der von einer 0,1 cm breiten, gelben Linie unterbrochen wird. Dann folgt ein 1 cm breiter weiß-gelblicher Untergrund, auf dem sich abwechselnd weiße Zierbänder in S-Spiralen und rosafarbene Blüten befinden. Weiter innen ist ein dunkelroter Bereich, der mit drei gelben Linien verziert ist. Die Darstellung ist hellblau unterlegt, es sind stilisierte Blumen und Blüten dargestellt.

### Fassungsaufbau

*Deckel:* Auf der Grundierung wurden zunächst die Farben flächig aufgetragen, mit hellen und dunklen Linien die Details anschließend ausgearbeitet. Wismut findet sich nur partiell auf dem Deckel in einem 0,8 cm breiten Streifen in der Rahmung.

*Vorder- und Rückseite, Seiten:* Auf der Grundierung wurde auf hellblauem Grund zunächst die Grundfarbe der jeweiligen Blume bzw. Blüte angelegt, darauf folgte die Ausarbeitung der Details. An den Seiten des Kästchens ist der Bereich, den der geschlossene Deckel verdeckt, nicht gefaßt. Die Grundierung reicht bis 1,8 cm unter die Holzkante, die oberen 1,1 cm des Brettes sind unbemalt.

Der *überfallender Rand* ist rot gefaßt und mit kurzen, schwarzen, Strichen verziert. Um die Löcher sind schwarze Blütenblätter aufgemalt.

Der ca. 1 cm überstehende *Boden* ist am Rand abgefaßt und rot gefaßt.

Nachdem der Untergrund für die S-Spiralen aufgemalt war, wurde er zunächst mit einem Überzug versehen, bevor die Darstellung fertig gestellt wurde. Wahrscheinlich erleichterte dieser Überzug die Durchführung von Korrekturen.

### Querschliffe

	Probe 2	Probe 4
Entnahmestelle	Linke Seite: S-Spirale auf hellen Grund	Rechte Seite: hellblauer Untergrund in Kästchenmitte
Schicht 1	Grundierung	
Schicht 2	Leimlöschung	
Schicht 3	Rosaweiß	hellblau mit schwarzen Einschlüssen
Schicht 4	gelblicher Überzug	Überzug
Schicht 5	Weiß	

<sup>113</sup> Brettstärken: Deckel, rechte Seite: 0,8 cm; Vorderseite, Boden, Rückseite, linke Seite: 0,7 cm; rechter, linker überfallender Rand: 0,6 cm.

**Erhaltung**

*Deckel:* Am Rand des Deckels ist die Malschicht partiell verloren. Die Verzierung auf dem Wismut ist großflächig abgeplatzt. Die Malschicht ist verschmutzt.

*Seiten:* Partiiell Ausbrüche in der Malschicht. An der Vorderseite ein Kratzer, die Malschicht ist beschädigt. Auf der rechten Seite eine helle Rinnsur.

*Boden:* Partiiell ist der Boden nach Schädlingsbefall entlang der Fraßgänge ausgebrochen und verloren.

**Wismutkästchen (Flachdeckeltruhe) Suermondt – Ludwig – Museum Aachen (Inv.-N. MK 240); Bodenseegegend(?); 2. H. 16. Jh.**

Höhe: 8,4 cm; Breite: 17,5 cm; Tiefe: 12,7 cm; Gewicht: 245,2 g

**Konstruktion**

Der Deckel ist durch eine Loch/Zapfen-Verbindung mit dem rückseitigen Holzbrett befestigt. An den Seiten des Rückseitenbrettes befindet sich unterhalb des Deckels je ein ca. 0,5 cm langer Zapfen, das Brett war also demnach ursprünglich ca. 1 cm breiter. Diese Zapfen stecken in Löchern, die in den überfallenden Rand eingearbeitet wurden (Ø 0,6 cm). Der überfallende Rand ist mit Metallstiften am Deckel befestigt. Der linke überfallende Rand ist eine spätere Zutat, das Holz wurde ohne eine Grundierung rot eingetönt. Der rechte überfallende Rand hat am hinteren Ende, wo sich die Loch/Zapfen-Verbindung befindet, seine maximale Höhe. Nach vorne hin wird die Höhe geringer und der untere Rand verjüngt sich über die halbe Holzhöhe. Die Bretter sind stumpf durch flache Metallstifte miteinander verbunden. Seiten, Deckel und Boden bestehen aus je einer Holztafel von 0,4–0,6 cm Stärke.<sup>114</sup>

**Holzverbindungen**

Boden – Vorderseite, linke Seite	3 Metallstifte
Boden – Rückseite und rechte Seite:	je 2 Metallstifte
Rückseite – Seiten / Vorderseite – Seiten	je 2 Metallstifte
Deckel, linker und rechter überfallender Rand:	je 3 Metallstifte
Deckel – Rückseite	Loch/Zapfen-Verbindung

**Darstellung**

*Deckel:* In einem runden Medaillon sind ein Herr und eine Dame dargestellt. Das Medaillon wird von einem 0,3 cm breiten Strich umrahmt. Der untere Teil im Medaillon ist rot und schließt nach oben mit vier rosafarbenen Linien ab, die von acht schrägverlaufenden, rosa Linien von 1,5 cm Länge unterbrochen sind. Hinter diesem roten Bereich, der vielleicht einen Tisch oder eine Brüstung darstellt, stehen eine Frau und ein Mann. Er stemmt seinen rechten Arm in die Hüfte, die linke Hand ist in Richtung Dame ausgestreckt. Deren rechter Arm wird von ihm verdeckt, ihr linker Arm ragt aus dem Medaillon, so daß nur ihr Oberarm sichtbar ist. Die einander zugewandt stehenden Personen haben die Köpfe leicht gedreht und blicken sich an. Anhand der Kleidung läßt sich die Entstehungszeit des Kästchens in die zweite Hälfte des 16. Jahrhunderts festlegen.<sup>115</sup>

Der Mann trägt ein gegürtetes, hellbraunes Oberteil mit Spitzenkragen. Weiße Spitzen, die am Armansatz, Armaufschlag und entlang der Taille verlaufen, zieren die Kleidung zusätzlich. Die Haare trägt der Herr halblang, er trägt einen schwarzfarbenen Hut. Die Dame trägt ein tailliertes Kleid. Das Oberteil ist eng anliegend, der Rock weit geschnitten. Die langen Ärmel sind angesetzt, das Kleid am Hals hochgeschlossen und mit einem großen Spitzenkragen versehen. Die Haare trägt die Frau zurückgebunden, Perlen und eine rote Haube zieren die Frisur.<sup>116</sup> Der Medaillonhintergrund besteht aus Wismut, ohne zusätzliche Verzierungen.

Die rechteckige Rahmung um das Medaillon herum besteht außen aus zwei hellen Linien und abwechselnd weißen und rosafarbenen, einfach gearbeiteten Zierbändern in S-Spiralen auf rotem und grünem Grund. Nach innen schließen drei gelbliche Linien und ein gelblicher Bogenfries an, der die dunkelgrünen stilisierten Blattranken auf Wismut umrandet. Durch einen Überzug wirkt das Wismut dunkel und grünstichig.

*Seiten:* Eine rote, 2,3 cm breite Fläche, welche von einer weißen Linie unterbrochen und von drei gelben Linien abgeschlossen wird, umrahmt eine dunkle Fläche, auf der stilisierten Blumen dargestellt sind. Die dunkle, grünliche Fläche besteht aus Wismut (mit Überzug).

**Fassungsaufbau**

*Deckel:* Die Wismutschicht ist im Medaillon und in den Zwickeln neben dem Medaillon ganzflächig aufgetragen. Auf dieser Wismutschicht wurde außerhalb des Medaillons ein ganzflächiger, dunkler Überzug aufgetragen, darauf kamen die Blattranken. Im Medaillon wurden das Paar auf die Wismutschicht gemalt (Film B, Dia 13). Ob sich die Wismutschicht auch unter der roten Brüstung befindet, ist nicht feststellbar. Zunächst wurden die großen Flächen mit einer Farbe angelegt, darauf kamen die Details (z. B. Hände).

*Vorder- und Rückseite, Seiten:* Auf einer hellen Grundierung wurde in der Mitte das Wismut, am Rand das Rot aufgetragen. Die Wismutbegrenzung ist ungleichmäßig. Zwischen diesen beiden Farbflächen blieb stellenweise ein schmaler Streifen der Grundierung sichtbar stehen. Auf das Wismut wurde ein dunkler Überzug aufgetragen, darauf kamen die stilisierten Blumen

*Boden:* Der Boden steht leicht über und ist rot gefaßt auf weißem Grund. Das ca. 1 cm überstehende Bodenbrett ist am Rand abgefaßt. An der Kästchenunterseite die Aufschrift „1912 No. 68“.

<sup>114</sup> Brettdicken: Vorderseite, Rückseite, Boden, überfallender Rand allseitig: 0,4 cm; Deckel; rechte und linke Seite: 0,6 cm.

<sup>115</sup> Vergleichsbeispiele: KRETSCHMER 1906, Tafel 70 (französisch, 1550–1600), Tafel 83 (Deutsch, 1600).

<sup>116</sup> Vergleichsbeispiele: BOEHN 1976, S. 216, datiert 1584; THIEL 1980, S. 215.

**Erhaltung**

*Deckel:* Partiiell einige Verbräunungen in der Malschicht, wenige Farbausbrüche.

*Überfallender Rand:* Links ist die Malschicht stellenweise berieben und bis auf die Grundierung verloren. Rechts ist der überfallende Rand jünger. Am Loch ist ein Stück des Randes weggebrochen, der Deckel mit einem Draht an dem Zapfen befestigt.

*Seiten:* Die Malschicht ist intakt.

## Wismutkästchen (Flachdeckeltruhe), Suermondt-Ludwig-Museum Aachen (Inv.-Nr. MK 266); 16. Jh.; Bodenseegegend; Buchenholz(?)

Höhe: 17,6 cm; Breite: 40,8 cm; Tiefe: 28,8 cm; Gewicht: ca. 2,4 g

### Konstruktion

Der Deckel ist durch eine Loch/Zapfen-Verbindung mit dem rückseitigen Holzbrett befestigt (Film 3, Dia 4, 5). An den Seiten des Rückseitenbrettes befindet sich unterhalb des Deckels jeweils ein ca. 1 cm langer Zapfen, das Brett war also demnach ursprünglich 2 cm breiter. Diese Zapfen stecken in Löchern, die in den überfallenden Rand eingearbeitet wurden ( $\varnothing$  1,1 cm). Der überfallende Rand ist mit Metallstiften am Deckel befestigt und hat am hinteren Ende, wo sich die Loch/Zapfen-Verbindung befindet, seine maximale Höhe von 2,7 cm. Nach vorne hin wird die Höhe geringer und der untere Rand verjüngt sich über die halbe Holzhöhe. Die Bretter sind miteinander stumpf durch flache Metallstifte verbunden. Alle Seiten, der Deckel und Boden bestehen aus je einer Holztafel von 0,8–1,0 cm Stärke.<sup>117</sup>

### Holzverbindungen

Boden – Seiten, Boden – Vorder- und Rückseite	je 3 flache Metallstifte
Rückseite – Seiten, Vorderseite – Seiten	je 3 flache Metallstifte
Deckel – linker und rechter überfallender Rand	je 4 flache Metallstifte
Deckel – Rückseite	Loch-Zapfen-Verbindung

### Darstellung

*Deckel:* Die Rahmung beginnt außen mit abwechselnd weißen und gelben Punkten zwischen einer dunklen Wellenlinie auf einer 1,5 cm breiten, roten Fläche. Nach innen schließt zunächst ein ca. 4 mm, dann ein 1 mm breiter weißer Streifen an, die ebenfalls Rot unterlegt sind. Nun schließt ein ca. 2 cm breiter Streifen an. Auf diesem abwechselnd roten bzw. blaugrauen Untergrund befinden sich große, detailliert ausgearbeitete, weiße Zierbänder aus S-Spiralen, welche mit stilisierten, gelben Blüten abgesetzt sind. Innen schließt an diese Fläche ein ca. 1 cm breiter Wismutstreifen an, der mit einer schmalen gelben und breiten roten Linie die Darstellung umfaßt.

Auf dem Deckel ist „Abraham nimmt Abschied von seinen Söhnen“ dargestellt. Erläutert wird die Darstellung durch eine in der Rahmung eingefasste schwarzfarbene Inschrift auf weißem Grund (Film 3, Dia 14): „*Sein zehen son schickt jakob aus / Den Deneiam bhielt er zu hus / Hies sie ime inn der theuren Zeit / Frücht kauffen ins egypten wein / Genesis 43 35P.*“<sup>118</sup> Die Inschrift ist nur undeutlich zu lesen. Der Text wurde von einer früheren Dokumentation des Kästchens übernommen.

In einer grünen, hügeligen Landschaft sieht man rechts ein Haus, Turm und Torbogen. Davor steht Abraham mit langem, grauem Bart, weißem Turban und rotem Mantel über einem grünen Gewand auf einen Stab gestützt, um von seinen Söhnen Abschied zu nehmen, die mit ihren Frauen um ihn versammelt stehen. Ein bartloser Jüngling, vermutlich der zurückbleibende Benjamin, umfaßt den linken Arm des Vaters. Zwei Söhne befinden sich rechts von Abraham, der rechte reicht Abraham die Hand. Hinter Abraham stehen zwei Frauen, links hinter Benjamin eine dritte. Die Herren tragen knielange, gegürtete Gewänder, die Frauen knöchellange Kleider. Links bietet sich ein Ausblick auf eine hügelige Landschaft mit einigen Bäumen. In der äußersten Ecke sieht man die Rückenansicht eines Mannes mit geschnürtem Bündel auf dem Rücken und Wanderstab in der rechten Hand. Rechts von ihm ein Hund.

*Vorder- und Rückseite, Seiten:* Außen ist ein 2,7 cm breiter, roter Rand, welcher mit einer breiten und einer schmalen, weißen Linie begrenzt ist. Innen schließt ein ca. 2 cm breiter Streifen an. Auf diesem abwechselnd roten bzw. blauen und hellblauen Untergrund befinden sich große, detailliert ausgearbeitete, weiße Zierbänder aus S-Spiralen, welche mit gelbgoldenen Streifen begrenzt sind. Waagrecht befinden sich je sechs S-Spiralen, die mit je drei goldgelben Streifen abgesetzt sind. Senkrecht wird eine Spirale von vier Streifen eingefasst.

An der *Vorder-* und *Rückseite* ist auf einer Wismutfläche, umgeben von zwei großen und zahlreichen kleinen stilisierten Blumen und Blüten mittig das Symbol der Handtreue (zwei verschlungene Hände über einem Herz, dahinter Maiglöckchen).

<sup>117</sup> Brettstärken: Deckel, linke Seite: 0,9 cm; Vorderseite, Rückseite, Boden: 0,8 cm; rechte Seite: 1,0 cm; überfallender Rand rechte und linke Seite: 0,8 cm; Zapfendurchmesser: 1,0 cm.

<sup>118</sup> BIBEL, Genesis 42, 1–4 (Die erste Reise der Brüder Josefs nach Ägypten): Als Jakob erfuhr, dass es in Ägypten Getreide zu kaufen gab, sagte er zu seinen Söhnen: Warum schaut ihr einander so an? Und er sagte: Ich habe gehört, dass es in Ägypten Getreide zu kaufen gibt. Zieht hin und kauft dort für uns Getreide, damit wir am Leben bleiben und nicht sterben müssen. Zehn Brüder Josefs zogen also hinunter, um in Ägypten Getreide zu kaufen. Benjamin, den Bruder Josefs, ließ Jakob nicht mit seinen Brüdern ziehen, denn er dachte, es könnte ihm ein Unglück zustoßen...Genesis 43, 13–14 (Die zweite Reise der Brüder Josefs nach Ägypten): So nehmt denn euren Bruder (Benjamin) mit, brecht auf und geht wieder zu dem Mann zurück! Gott, der Allmächtige, lasse euch Erbarmen bei dem Mann finden, sodass er euch den anderen Bruder und Benjamin freigibt. Ich aber, ich verliere noch alle Kinder.

An den *Seiten* auf Wismutgrund mittig je eine große, stilisierte Blüte, umgeben von kleinen Blumen und Blüten.

### Fassungsaufbau

*Deckel:* Zunächst wurden die großen farbigen Flächen des Hintergrundes angelegt, dann die rote und darauf die gelbe Linie der Umrandung, evtl. mit einem Malhorn, aufgemalt. Dann folgte das Auftragen der Details. Wismut wurde auf dem Deckel nur partiell aufgetragen. Der Wismutstreifen von der Umrandung endet 1–2 mm unter dem roten, innen liegenden Streifen.

In der Darstellung wurde das Wismut verwendet, um den Torbogen zu gestalten. Auf der Wismutschicht deuten schwarze Linien ein Mauerwerk an. Die Borte von Benjamins Rock ist mit Wismut unterlegt, darauf Reste einer gelben Verzierung. Bei der Borte des knielangen, roten Mantels des Sohnes, der rechts neben Abraham steht, ist ebenfalls Wismut verwendet.

*Vorder- und Rückseite, Seiten:* Die Wismutschicht beginnt unterhalb des blauen bzw. roten Hintergrundes des Zierbandes und liegt ganzflächig unter der Darstellung der stilisierten Blumen, der Herzen und Hände (Film A, Dia 40). In einem Ausbruch an der Vorderseite ist die Begrenzung gut sichtbar. Auf dem Wismut wurde ein Überzug aufgetragen, der ein Craquelé aufweist.

*Boden:* Der Boden steht leicht über und ist rot gefaßt auf einem weißen Grund. Das ca. 1 cm überstehende Bodenbrett ist am Rand abgefast. An der Kästchenunterseite befinden sich verschiedene Aufschriften im linken, oberen Eck: „~~14~~.1790 fr. 9204 Zug. No 1913 / 4“.

### Querschliffe

	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5
Entnahmestelle	li. Seite: oberer Wismutrand (neben Probe 3)	li. Seite: Unterkante Übergang Wismutschicht zu Umrahmung	li. Seite: oberer Wismutrand (neben Probe 1)	Vorderseite: rechter Randbereich, Übergang Wismutschicht zu Umrahmung	Vorderseite: Mitte Wismutschicht (rote Ranken)
Schicht 1	Grundierung				
Schicht 2	Wismut				
Schicht 3	gelblicher Überzug		Überzug	gelblicher Überzug	Überzug
Schicht 4	Gelb	Rot		Hellblau	Rot
Schicht 5	Überzug			Dunkelblau	
Schicht 6		Überzug		gelblicher Überzug	
Schicht 7		partiell Weiß		Weiß	

Anhand der Querschliffe wird ersichtlich, daß die Wismutschicht vor der weiteren Bemalung mit einem gelblichen Überzug versehen wurde. Dieser Überzug erlaubte dem Künstler Korrekturen in der Malerei, die auf die empfindliche Wismutschicht kam und gab der Fläche einen warmen Farbton. Ein weiterer Überzug wurde auf die angelegten Farbflächen aufgebracht, bevor die Verzierungen auf das Kästchen aufgemalt wurden.

### Erhaltung

Auffällig, daß sich die Ausbrüche häufig in Bereichen befinden, wo Wismut unter der deckend gemalten, floralen Dekoration liegt. Das Wismut wurde nach dem Auftrag poliert, weshalb die auf liegende Malschicht wenig Halt findet.

*Deckel:* Die Malschicht ist partiell bis auf die Grundierung oder bis auf das Holz ausgebrochen. Stellenweise ist die Malschicht gelockert. Die Oberfläche ist verschmutzt.

*Überfallender Rand:* Die Malschicht ist berieben und bis auf die Grundierung verloren. Die Metallstifte sind rostig, die Malschicht auf den Metallstiften verloren.

*Vorderseite:* In der rechten, großen Blume geringe Ausbrüche. Die Malschicht ist im Randbereich partiell verloren.

*Rechte Seite:* Die Malschicht ist gering berieben, kleine Fehlstellen, die umliegende Malschicht ist locker und gefährdet. Eine Rinnschicht verläuft senkrecht über die rechte Seite, die Malschicht ist verbräunt, das Wismut abgeplatzt.

*Rückseite:* An der Stelle, wo der Deckel beim Öffnen an die Rückwand stößt, ist die Malschicht berieben und partiell bis auf das Holz verloren. Ansonsten minimale Ausbrüche in der Malschicht.

*Linke Seite:* Einige Ausbrüche bis zu 1,5 cm<sup>2</sup>. Partiiell ist die Malschicht locker, der Überzug auf dem Wismut weist ein starkes Craquelé auf.

## Wismutkästchen mit Runddeckel; Bayerisches Nationalmuseum München (Inv.-Nr. 28/520); Buchenholz(?)

Höhe: 14,7 cm; Breite: 18,4 cm; Tiefe: 10,4 cm; Gewicht: 337,2 g

### Konstruktion

Der Deckel ist halbrund gearbeitet. Das Holz ist mit 0,2 cm sehr dünn, weshalb es in die halbrunde Form gebogen werden konnte. Um diese Form zu stabilisieren, wurden die Ränder mit ca. 1 cm breiten und 0,1–0,4 cm starken Holzstreifen verstärkt. Die seitlichen Holzstreifen werden von den längeren, geraden Holzstreifen an Vorder- und Rückseite überlappt und mit Metallstiften befestigt.

Mittels Drahtschlaufenscharnieren war der Deckel an der Rückseite befestigt. Je zwei Metallschlaufen befanden sich am Deckel und an der Rückseite des Kästchens und verbanden diese miteinander. Diese Schlaufen wurden später entfernt und durch zwei große Scharniere ersetzt, die mit je drei Nägeln an Deckel und Rückseite befestigt wurden. Im Deckelinneren sind noch Reste der ursprünglichen Befestigung zu sehen. Die Bretter sind stumpf miteinander durch Metallstifte verbunden. Alle Seiten, Deckel und Boden bestehen aus je einer Holztafel von 0,2–0,7 cm Stärke.<sup>119</sup>

### Holzverbindungen

Boden – Vorder- und Rückseite	je 2 Metallstifte
Boden – Seiten	je 1 Metallstift
Rückseite – Seiten	je 2 Metallstifte
Vorderseite – Seiten	je 2 Metallstifte und ein Nagelloch
Deckel – vorderer Holzstreifen	5 Metallstifte
Deckel – hinterer Holzstreifen	3 Metallstifte sind sichtbar, möglicherweise 5 Metallstifte vorhanden (verdeckt unter Scharnierbefestigung)
Deckel – rechter und linker Holzstreifen	je 2 Metallstifte
Deckel – Rückseite	ehemals 2 Metallösen, heute 2 Scharniere

### Darstellung

**Deckel:** Die Umrahmung der Darstellung ist an den Längsseiten weiß, an den Schmalseiten rot unterlegt, darauf befinden sich Lorbeerzierbänder mit Rosetten in den Ecken. Die Rosetten werden gebildet durch einen mittigen weißen Punkt, umgeben von einem grünen und einem weißen Kreis. Auf den Holzstreifen wurde Wismut aufgetragen, hier befindet sich an den Schmalseiten in der Mitte des Streifens eine kleine Blume und an den Längsseiten je eine Blume in der Ecke aus weißen Punkten. Auf dem Wismutgrund befinden sich zwischen zwei großen, stilisierten Blumen verschlungene Hände über einem Herz und dahinter Maiglöckchen (Handtreue). Kleine Blumen und Blüten umgeben die Darstellung.

**Seiten:** Außen ein 0,7 cm breiter Farbstreifen in Dunkelrot, anschließend innen ein 0,8 cm breiter, heller Grund, dem drei weiße Haarstrichlinien aufgemalt sind. Zwei helle Striche auf dem Wismut vervollständigen die Rahmung.

An der *rechten* und *linken Seite* des Kästchens finden sich auf Wismut je eine große, stilisierte Blume, um die sich eine verzweigte, rote Blumenranke mit verschiedenen Blüten und grünen Blätter windet.

An *Vorder-* und *Rückseite* finden sich je drei Pflanzen; links Maiglöckchen, in der Mitte rote Früchte und rechts an der Rückseite Stiefmütterchen, vorne Bittersüß.

### Fassungsaufbau

Schicht	Deckel, Rahmung	Deckel, Darstellung	Seiten, Rahmung	Seiten, Darstellung	Holzstreifen
1	Grundierung				
2					rot
3		Wismut		Wismut	Wismut
4	rot				
5	weiß				
6	Grün an Rosetten, 2-schichtig	Grün	helle Linien	Grün, partiell 2-schichtig	
7	Weiß (Rosetten, Lorbeeren)	Rote, weiße und schwarze Linien		Rote, weiße und schwarze Linien	
8	dunkler Überzug				

**Deckel:** Auf die Grundierung erfolgte zunächst das Auftragen des wässrig gebundenen Wismuts. Bei der Rahmung wurde erst Rot, dann Weiß aufgetragen und die Rosetten Grün unterlegt, bevor man mit Weiß die Rosetten und das Lorbeerzierband aufmalte.

<sup>119</sup> Brettdicken: Deckel: 0,2 cm; Vorderseite, Rückseite: 0,6 cm; rechte Seite: 0,6–0,7 cm (Brett wird zur Rückwand hin dicker); linke Seite: 0,7 cm; Deckel rechte und linke Seite: 0,7 cm; Boden, vorderer und hinterer Holzstreifen: 0,4 cm; Holzstreifen rechte und linke Seite: 0,1–0,15 cm.

Auf die Wismutschicht wurden die Farbflächen Rot, Weiß und Grün angelegt und diese anschließend mit roten, weißen und schwarzen Linien verziert.

Auf dem Kästchen befindet sich ganzflächig ein dunkler Überzug, unsicher ist, ob ursprünglich oder später.<sup>120</sup>

*Seiten:* Auf die Grundierung wurde Wismut aufgetragen, wobei die Fläche, auf der die Rahmung geplant war, ausgespart wurde. Im Randbereich wurde das Weiß nach dem Rot aufgetragen, anschließend folgten die hellen Linien. Der Farbauftrag auf die Wismutschicht erfolgte in derselben Reihenfolge wie auf dem Deckel.

*Boden:* Der ca. 1 cm überstehende Boden ist am Rand abgefast und auf der Grundierung rot gefaßt. Mit schwarzer Tinte steht auf der Unterseite „28 / 520“, mit rot „9“ und mit blau, schlecht erhalten, „28 / 520“ geschrieben.

### **Erhaltung**

*Deckel:* Die Malschicht ist verschmutzt. Der dunkle Überzug ist an einigen Stellen verloren. Das gewölbte Holzbrett hat einen ca. 13 cm langen Riß. Auf dem Deckel und insbesondere entlang des Risses gibt es großflächige Fassungsverluste, partiell Wachstropfen auf dem Deckel.

An den Holzstreifen gibt es kleinere Ausbrüche in der Malschicht. Am vorderen Holzstreifen in der Mitte verschiedene Schädigungen, die auf ein verloren gegangenes Schloß hinweisen. Man sieht drei runde Nagellöcher, in der Mitte ist der Nagel noch vorhanden. Die Fassung ist um diese Nagellöcher beschädigt, das Holz über eine Länge von ca. 10 cm gerissen.

*Vorderseite:* In der Mitte des vorderseitigen Brettes befinden sich übereinander zwei Löcher, die auf ein verloren gegangenes Schloß hinweisen. Auf Höhe des oberen Loches ist das Brett über seine gesamte Länge hin gerissen. Oben rechts befindet sich am Nagelloch im Randbereich ein 2,8 cm langer, am Metallstift ein 4,6 cm langer, waagerechter Riß.

Große Malschichtverluste sind dort, wo früher einmal wahrscheinlich das Schloßbefestigt war.

Der Überzug ist teilweise verloren, die Malschicht dunkel und verschmutzt.

*Rückseite:* Im rechten Randbereich ist die Malschicht partiell bis auf die Grundierung verloren. Durch die Scharniere wird die Darstellung teilweise verdeckt, rechts vom rechten Scharnier befindet sich ein senkrechter, länglicher Ausbruch in der Malschicht, Farbschollen stehen dachförmig auf. Links vom linken Scharnier hat sich die Malschicht an einer ca. 1,5 cm<sup>2</sup> großen Stelle zusammengezogen und ein Craquele gebildet. Auf der Malschicht befindet sich ein langer Kratzer in U-Form.

*Rechte Seite:* Im rechten Randbereich befindet sich ein länglicher, waagerechter Ausbruch im Holz, der über eine Länge von 1,8 cm und einer Höhe von 0,4 cm in die Malschicht hineinragt. Es gibt Ausbrüche in der Malschicht bis zu 1 cm<sup>2</sup>.

*Linke Seite:* Am linken Rand Abplatzungen der Malschicht, auch der Überzug ist an einigen Stellen abgeplatzt. Unten steht die Malschicht teils dachförmig auf.

---

<sup>120</sup> Bei der Untersuchung mit dem Stereomikroskop läßt sich auch keine Aussage darüber treffen, ob sich, wie bei anderen Kästchen in Querschliffen beobachtet, Überzüge zwischen der Wismutschicht und daraufliegender Malerei bzw. zwischen den verschiedenen Malschichten befinden.



## Wismutkästchen (Flachdeckeltruhe), Bayerischen Nationalmuseum München (Inv.-Nr. I 14/61), um 1600; Buchenholz(?)

Höhe: 12,9 cm; Breite: 29,6 cm; Tiefe: 20,9 cm; Gewicht: 936 g

### Konstruktion

Der Deckel war ursprünglich durch eine Loch/Zapfen-Verbindung mit dem rückseitigen Holzbrett befestigt. Die Zapfen, die in die Rückseite eingearbeitet waren, sind ausgebrochen, der rechte überfallende Rand verloren. Der Deckel liegt lose auf dem Kästchen auf, Scharniere fehlen. Das Loch im linken, überfallenden Rand hat einen Durchmesser von 0,8 cm, die maximale Höhe des Holzes beträgt am hinteren Ende 2,2 cm, nach vorne hin wird es schmaler. Die Bretter sind stumpf durch flache Metallstifte miteinander verbunden. Alle Seiten, Deckel und Boden bestehen aus je einer Holztafel von 0,5–0,7 cm Stärke.<sup>121</sup>

### Holzverbindungen

Boden, Vorderseite	3 Metallstifte
Boden, Rückseite	2 Metallstifte
Boden, rechte Seite	1 Metallstift sichtbar, vermutlich 2 vorhandene Metallstifte <sup>122</sup>
Boden, linke Seite	2 Metallstifte
Rückseite, Seiten	je 3 Metallstifte
Vorderseite, Seiten	je 2 Metallstifte
Deckel, linker überfallender Rand	5 Metallstifte, ein runder Nagel befindet sich rechts neben dem Loch
Deckel, rechter überfallender Rand	4 Metallstifte im Deckel, der überfallende Rand ist verloren
Deckel, Rückseite	ehemals Loch-Zapfen-Verbindung zwischen dem überfallenden Rand und dem Rückseitenbrett. Die Zapfen sind abgebrochen, der Deckel liegt lose auf

### Darstellung

*Deckel:* In einem runden Medaillon sind ein Herr und eine Dame dargestellt. Das Medaillon wird von einem 0,3 cm breiten, schwarzen Strich gebildet und ist von Blumen umgeben. Der Untergrund besteht aus Wismut.

Die rechteckige Rahmung um das Medaillon herum besteht außen aus einem 1,8 cm breiten, roten Streifen, nach innen schließt ein weißes Lorbeerzierband an. Die Lorbeeren sind auf rotem und blau-weißem Grund gemalt, es handelt es sich um eine zweifarbige Untermauerung. Innen am Wismut befindet sich der weiße, außen der blaue Grund. Die Lorbeeren werden durch schräg laufende, gelbliche Linien getrennt. An einigen Stellen ragen die Lorbeeren auf die äußere, rote Rahmung.

Vier gelbe Linien trennen die Umrahmung vom Wismutgrund. Auf der Fläche zwischen Rahmung und Medaillon ist im unteren Bereich rechts und links neben dem Medaillon je ein Herz mit Maiglöckchen dargestellt, darüber je eine große, stilisierte Blüte, umgeben von kleinen Blüten und Blättern.

Im Medaillon befinden sich zwei stehende Personen, ein Herr an der rechten Seite der Dame. Er trägt eine helle knielange Hose über knielangen gelb-roten Strümpfen und ein helles Oberteil, darüber einen dunklen Mantel und einen hoch geschlossenen, hellen Spitzenkragen. An seiner rechten Seite trägt er eine Schärpe, die Schuhe sind schwarz. Die rechte Hand ist nicht erhalten, sie ruhte ursprünglich entweder auf dem Rücken oder dem Bauch, die linke ist zum Gruß erhoben. Der Fuß des rechten Standbeines schaut aus dem Medaillon heraus, der linke Fuß ist vom Rock der Frau verdeckt. Der Herr hat den Kopf in Richtung der Frau gedreht. Seine roten Haare sind mit schwarzen Strichen modelliert.

Die Frau wendet sich dem Mann zu und trägt ein rotes, am Oberkörper eng anliegendes Kleid mit langen, weißen Ärmeln und einem weiten Rock. Das Oberteil ist mit gelben Verzierungen versehen, die Borte des Rockes ist mit fünf weißen Linien. Die Hände sind vor dem Bauch gefaltet und halten eine hellrosafarbene lange Kette oder einen Gürtel. Die Haare trägt die Frau streng zurückgebunden, Perlen zieren die Frisur.<sup>123</sup>

Die Gesichter und Hände der beiden Personen wurden zunächst mit einem hellen Inkarnat angelegt, mit einem rötlichen Farbton wurden die Wangen gestaltet. Darauf wurden mit schwarzen Linien Finger, Nasen und Augen und mit Rot die Münder gemalt. Die Köpfe sind mit einem schwarzen Strich umrandet.

*Seiten:* Alle Seiten des Kästchens weisen dieselbe Malerei auf. Außen befindet sich eine 1,6 cm bis 2,1 cm breite, rote Umrandung. Innen schießen vier weiße Linien auf hellblauen Grund an, dann folgt eine gelbe Linie, die mit rot unterlegt ist. Drei gelbe Haarstrichlinien auf Wismut vervollständigen die Umrandung. An allen Seiten des Kästchens sind auf der Wismutfläche die Blüten und Früchte in zwei Reihen nebeneinander, von Blätter umgeben, dargestellt.

<sup>121</sup> Brettdicken: Vorderseite: 0,6 cm; Deckel, Rückseite, rechte Seite, linke Seite: 0,7 cm; Boden, überfallender linker Rand: 0,5 cm; überfallender rechter Rand: verloren.

<sup>123</sup> Vergleichsbeispiele: LAVER 1951, S. 281

**Fassungsaufbau**

Schicht	Deckel, Rahmung	Deckel, Blumen	Deckel, im Medaillon	Seiten, Rahmung	Seiten, Darstellung	Boden
1	Grundierung					
2	Wismut					
3	Rot					
4	Weiß		Schwarze Linie	Blau	Gelb	
5	Blau	Grün	Helle Kleidung, Inkarnat	Rot innen	Blau, Rosa <sup>124</sup>	
6	Gelbe Linien <sup>125</sup>	Schwarze Linien	Rötliche Wangen	Gelbe Linien	Roter Lack	
7	Weißes Lorbeerzierband		Schwarze Linien im Inkarnat, Details der Kleidung		Weiß	
8					Grün	
9	Überzug <sup>126</sup>			Fleckiger, späterer Überzug		

*Deckel:* Auf einer hellen Grundierung wurde in der Mitte das Wismut, am Rand das Rot aufgetragen. Dann folgen am Rand Weiß und Blau der Untermalung, darauf die schrägen Linien, die die Lorbeeren abgrenzen und anschließend das Lorbeerzierband.

Die Wismutbegrenzung ist ungleichmäßig. Zwischen Rahmung und Wismutschicht blieb stellenweise ein schmaler Streifen der Grundierung sichtbar stehen, an anderer Stelle liegt das Wismut 2-3 mm unter dem Rot und dem Weiß der Rahmung.

Der Untergrund, auf dem das Wismut aufgetragen wurde, war an einigen Stellen sehr uneben, die Vertiefungen sind gut sichtbar.

Auf das Wismut wurde zunächst das Rot für aufgetragen, dann die helle Kleidung des Mannes, das helle Inkarnat, der rötlichen Farbton für die Wangen und die roten Haare. Auf diesen Farbflächen wurden nach der schwarzen Linie des Medaillons die Details des Gesichtes und der Kleidung mit farbigen Linien herausgearbeitet. Bei den Blumen, die das Medaillon umgeben, erfolgte zunächst das Aufmalen der roten Farbflächen, dann Weiß, Grün und zuletzt die schwarzen Linien am Herz.

Auf dem Deckel finden sich Reste eines gelben, leicht glänzenden Überzugs, von dem man nicht sagen kann, ob er Original ist<sup>127</sup>. Bei der Untersuchung mit dem Stereomikroskop läßt sich auch keine Aussage darüber treffen, ob sich, wie bei anderen Kästchen in Querschliffen beobachtet, Überzüge zwischen der Wismutschicht und aufliegender Malerei bzw. zwischen den verschiedenen Malschichten befinden.

*Seiten:* Auf der Grundierung erfolgte zunächst der Auftrag des Wismuts. Die Rahmung wurde von außen nach innen aufgemalt. Zunächst kam das Rot ganz außen, dann der blaue Untergrund und dann das Rot. Die Wismutschicht reicht bis ca. 2-3 mm unter dieses Rot. Anschließend folgte der Auftrag der Linien.

Die Blumen wurden angelegt, indem man zunächst flächig die Farben und anschließend die Details aufgetragen hat. Der Maler begann mit den roten Flächen, dann folgten Gelb, dann Blau und Rosa. Die Linien für die Details wurden zunächst mit Rot ausgeführt, anschließend folgten die gelben Ranken, dann Weiß und zuletzt die grünen Blätter.

*Boden:* Der Boden steht ca. 1 cm über und ist rot gefaßt auf weißem Grund, die Kanten sind abgefast. An der Kästchenunterseite befindet sich eine große, blaue Aufschrift „61 / I 14“ und, mit Bleistift „No 2“.

**Erhaltung**

*Deckel:* Der Deckel liegt lose auf dem Kästchen. Am Rand vorne ist in der Mitte ein Nagel eingeschlagen, der auf der Unterseite gekürzt wurde. Auf der Wismutschicht großflächiger Malschichtverlust im Bereich der Kleidung des Herren. Am Rand ist der Deckel bestoßen und die Malschicht partiell bis auf das Holz bzw. bis auf die Grundierung verloren. Die Oberfläche ist verschmutzt.

*Linker Überfallender Rand:* Der Überzug ist stellenweise abgeplatzt.

*Seiten:* An der Vorderseite des Kästchens Beschädigungen, die von dem Nagel im Deckel des Kästchens stammen. In der roten Fläche der rechten Rahmenseite und in der blauen Umrahmung links befinden sich noch Reste einer teilweise entfernten, kittartigen Masse. Kleinere Ausbrüche in der Malschicht, insbesondere an den Rändern und auf der Wismutschicht. Der Überzug ist fleckig und dick mit Rinnspuren aufgetragen.

<sup>124</sup> Da jede Blume einzeln für sich auf der Wismutfläche steht, stehen teilweise auch die Farben nebeneinander, ohne daß es zu einer Überlappung kommt, weshalb man nicht nachvollziehen kann, welche Farbe vom Maler zuerst aufgebracht wurde.

<sup>125</sup> Es kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, ob die gelben Linien wirklich mit gelb gemalt wurden, oder ob sich dieser Farbeindruck durch den dicken gelben Überzug ergibt und die Linien eigentlich mit Weißpigmenten gemalt worden sind.

<sup>126</sup> Der Überzug auf dem Deckel ist dünner aufgetragen als an den Seiten.

<sup>127</sup> Laut Frau Schwadorf BNM, wurden die Überzüge auf dem Deckel vieler Kästchen in einer früheren Restaurierung entfernt, um die Darstellung von starken Verschmutzungen zu befreien.

## Wismutkästchen mit Schubladen Bayerischen Nationalmuseum München (Inv.-Nr. I 14/64), um 1600; Buchenholz(?)

Höhe: 24,3 cm; Breite: 33,4 cm; Tiefe: 21,8 cm; Gewicht: ca. 6 kg

### Konstruktion

Der Deckel ist durch eine Loch/Zapfen-Verbindung mit dem rückseitigen Holzbrett befestigt. An den Seiten des Rückseitenbrettes befindet sich unterhalb des Deckels jeweils ein ca. 1 cm langer Zapfen, das Brett war also demnach ursprünglich 2 cm breiter. Diese Zapfen stecken in Löchern, die in den überfallenden Rand eingearbeitet wurden ( $\varnothing$  0,9 cm), dieser Rand ist mit je vier flachen Metallstiften am Deckel befestigt. Der überfallende Rand hat am hinteren End eine maximale Höhe von 2,5 cm. Nach vorne hin wird die Höhe geringer und der Rand verjüngt sich über die halbe Holzöhe.

Die Vorderseite des Kästchens ist in zwei gleich große Türen unterteilt, die mit je zwei aus Ösen gearbeiteten Scharnieren befestigt sind. Hinter diesen Türen befindet sich mittig eine weitere kleine Türe, die ein kleines Fach verdeckt. Rechts und links von dieser Türe sind je drei übereinanderliegende Schubladen von 10 cm Breite und 3 cm Höhe. Unter den kleinen Schubladen und der kleinen Türe befindet sich eine große Schublade, die über die gesamte Breite des Kästchens geht. Oben über den kleinen Schubladen und der Tür ist ein Blendbrett angebracht, hinter dem sich das 4,7 cm tiefe Fach befindet.

Eine an der rechten Türe mit vier Nägeln befestigte metallene Zierleiste verdeckt die Begrenzung zwischen den beiden Türen. Neben der Metalleiste befinden sich auf mittlerer Höhe an beiden Türen ein 4,8 cm hohes und mit zwei Nägeln befestigtes Schloß. Durch das Öffnen der rechten Türe kommt man an einer im Boden eingelassenen Feder. Wenn man diese 7,4 cm lange Feder hinunter drückt, läßt sich die linke Türe öffnen. Ein langer Dorn, der am Deckel befestigt ist, verhakt sich im geschlossenen Zustand des Kästchens mit einer Öse, die an der rechten Türe befestigt ist. Die Bretter sind stumpf miteinander durch flache Metallstifte verbunden. Alle Seiten, Deckel und Boden bestehen aus je einer Holztafel von 0,4–1 cm Stärke.<sup>128</sup>

### Holzverbindungen

Boden – Vorderseite	An der Bodenplatte vorne ein 2,4 cm breiter Holzstreifen erneuert, mit zwei Nägeln an die gedünnte Bodenplatte befestigt
Boden – Rückseite	3 Metallstifte
Boden – rechte und linke Seite	je 4 Metallstifte
Rückseite – Seiten	je 5 Metallstifte
Vorderseite – Seiten	Die Vorderseite besteht aus zwei Türen, befestigt mit je zwei kleinen Scharnieren
Deckel – linker und rechter überfallender Rand	je 4 Metallstifte
Deckel - Rückseite	Loch/Zapfen-Verbindung
Große Schublade: Boden – Vorder-/ Rückseite:	je 4 Metallstifte
Boden – Seiten:	je 3 Metallstifte
Seiten – Vorder-/ Rückseite:	je 2 Metallstifte
Kleine Schubladen: Boden – Vorderseite:	je 2 Metallstifte
Boden – Rückseite:	je 1 Metallstift
Boden – Seiten:	je 2 Metallstifte
Seiten – Vorder-/ Rückseite:	je 1 Metallstift

### Darstellung

*Deckel:* Auf blauem Grund ist mittig eine mit Blumen gefüllte Vase dargestellt, umgeben von vier großen, stilisierten Blumen und zahlreichen kleinen Blumen.

Wismut wurde nur an der Rahmung verwendet. Außen am Deckel finden sich zunächst weiße Punkte auf blauen Grund. Die dunkelblaue Wellenlinie, die auf dem helleren Blau aufgemalt wurde, ist nur noch schwach zu erkennen. Auf einem 1,8 cm breiten, abwechselnd roten bzw. weißen Untergrund ist ein Zierband aus S-Spiralen gemalt. Zwischen jeder einzelnen Spirale befindet sich eine aus Punkten bestehende gelbe Blüte. Auf dem innen folgenden, 0,9 cm breiten Wismutstreifen wurden mit gelb Wellenlinien aufgemalt. Eine gelbe und eine dunkelblaue Linie begrenzen die Darstellung in der Mitte.

Das Fach, das sich unter dem Deckel befindet, wurde mit einem hellen Rot unterlegt, darauf folgte eine Bemalung mit einem dunkelroten Lack.

Die schmale Schnittfläche der Rückwand, die bei geöffnetem Deckel sichtbar wird, ist abwechselnd mit je drei hellgelben und drei dunkelblauen, schräg verlaufenden Linien auf blaugrünem Grund bemalt, die Schnittflächen der Seitenbretter mit je einer hellgelben und einer dunkelblauen Linie auf dergleichen Untermaalung, wobei sich die gelbe Linien immer rechts von der dunkelblauen befinden. Das schmale Brett, daß den Deckel von der Vorderseite begrenzt, ist an der Oberseite außen mit einem hellgelben, einem dunkelblauen

<sup>128</sup> Brettdicken: Deckel: 1 cm; Vorderseite, durchgehende Bretter: 0,5 cm; Rahmenbretter: 0,4 cm; rechte Seite: 0,7 cm an der Vorderseite, hinter den Türen 1 cm; Rückseite, Boden: 0,7 cm; linke Seite: 0,7 cm an der Vorderseite, hinter den Türen 1 cm; überfallender rechter Rand: 0,6 cm; überfallender linker Rand: 0,5 cm; Schubladen: 0,4 cm; innere, kleine Türe, innere Türrahmung: 0,7 cm; Bretter zwischen den Schubladen: 0,5 cm; Brett zwischen Deckel und Vorderseite: 0,7 cm.

und innen mit einem gelben Strich auf blaugrüner Unterma­lung bemalt, in der Mitte sind rosafarbene Wellenlinien auf einem blaugrauen Grund zu sehen.

*Überfallender Rand:* Auf flächig aufgetragener, hellblauer Unterma­lung vier Haarstrichlinien, die äußeren hellgelb, die inneren blau. Das Loch der Loch/Zapfen-Verbindung wurde mit nach außen laufenden, kurzen dunkelblauen Linien verziert. Auf den abgeschrägten Flächen am unteren Ende der überfallenden Ränder weiße Wellenlinien.

*Türaußenseite:* An den Türaußenseiten links ein Mann und rechts eine Frau auf hellblauer Unterma­lung. Sie stehen aneinander zuge­dreht, die Kleidung entspricht der Mode um 1600.<sup>129</sup> Umgeben sind sie von zahlreichen Blüten und Blättern.

Die aus vier Hölzern konstruierte, hellblau unterlegte Rahmung zeigt in den Zwickeln kleine Köpfe. Ein dunkelblauer, pastos aufgetragener Bogenfries wird innen mit einer blauen Linie begrenzt. Weiße Punkte finden sich zwischen den Bögen. Nach innen schließen rosafarbene S-Spiralen auf abwechselnd rotem bzw. hellbeigem Grund an, die durch gelbe, gepunktete Blüten getrennt werden.

Die Schnittflächen der Seitenbretter sind hellblau mit weißen Wellenlinien gefaßt. Wegen des vergilbten Überzuges wirkt die blaue Bemalung grünlich.

*Türinnenseite:* An jeder Türe befindet sich innen eine große Blume auf blauem Grund, umgeben von kleinen Blüten. Bemalung der Rahmung an den Türinnenseiten wie außen.

*Schubladen, Blendbrett:* Die Schubladen wurden zunächst mit einer hellblauen Unterma­lung versehen, die wegen des vergilbten Überzuges grünlich wirkt. Auf dieser Unterma­lung wurden auf jeder Schublade und dem oberen Blendbrett Haarstrichlinien aufgetragen, außen hellgelb, dann zwei gelbe und innen eine blaue Linie. In der mittleren Fläche finden sich nebeneinander verschiedene Blüten, von Blättern umgeben. Es gibt vier verschiedene Blüten, die sich in unterschiedlicher Reihenfolge auf den Schubladen wiederholen. Auf den kleinen Schubladen sind vier Blüten, auf der großen Schublade dreizehn und auf dem Blendbrett zwölf Blüten aufgemalt.

Die Holzkonstruktion, die die Schubladen und Türen voneinander trennen, sind mit je drei dunkelblauen, schräg verlaufenden Strichen versehen. Dazwischen sich weiße Punkte.

*Kleine Türe:* Die Türzwickel über der oben halbrund gearbeiteten Türe sind mittig mit einer Blüte versehen, umrandet von einer hellgelben bzw. dunkelblauen Linie. Auf der Türe eine große Blüte, umgeben von Blüten und Blättern auf hellblauem Grund. Außen hellgelbe und blaue Linie, dann rosafarbene S-Spiralen und gelbe, gepunktete Blüten auf rotem und weißem Grund. Die Rahmung wird nach innen hin von drei gelben und einer dunkelblauen Haarstrichlinie begrenzt.

*Seiten:* Die Rahmenbemalung der Seiten entspricht der des Deckels. Auf hellblauem Grund mittig große, stilisierte Blume, von kleinen Blüten und Blättern umgeben.

*Rückseite:* Die Rahmenbemalung der Rückseite entspricht der des Deckels. Auf hellblauem Grund mittig Symbol der Handtreue über zwei Herzen. Das obere Herz ist gelb, das untere rot. Über der Handtreue Maiglöckchen, an den Seiten zwei große, stilisierte Blumen, umgeben von Blüten und Blättern.

*Boden:* Der vordere, abgefaste Rand ist ergänzt. Seitlich und rückseitig ist der abgefaste Rand hellblau gefaßt, mit weißen Wellenlinien.

#### Fassungsaufbau

Schicht	Deckel, Rahmung	Deckel, Darstellung	Türrahmung	Türzwickel	Türen, Blumen
1	Grundierung				
2		Blau	Rot	Hellblau	Hellblauer Untergrund
3	Wismut		Blau	Blauer Bogenfries	Rot
4	Rot	Rot	Verzierung	Inkarnat, roter Halsausschnitt	Weiß
5	Blau	Weiß		Hautschattierungen	Blau
6	Verzierung	Grün		Details (Augen, Mund, Lichthöhen)	Rote, schwarze Linien
7		Verzierungen			
8.	Reste eines Überzuges				

Schicht	Türaußenseite, Dame	Türaußenseite Mann	Seiten, Rahmung	Seiten,	Seiten, kleine Blumen
1	Grundierung				
2	Figur rot unterlegt		Wismut	hellblauer Hintergrund	
3	Hellblauer Hintergrund		Rot	Weiß	weiß
4	Helle Kleidflächen	Rot	Blau	Grün	rot
5	Details Kleid (helle Linien, Schattierungen im Rock)	Inkarnat	Schwarze Linie	Rot	rote Details
6	Rote Rockborte	Schwarz		Linien	weiße Details
7	Inkarnat	Verzierungen			
8	Überzug				

<sup>129</sup> Vergleichskostüm vgl. ESAIAS DE VELDE „Landpartie“, 1615, Rijksmuseum Amsterdam, in: LAVER 1951, S. 284.

*Deckel:* Auf der Grundierung wurde nach dem Blau in der Mitte zunächst ein schmaler Streifen Wismut aufgetragen. Anschließend folgte bei der Rahmung der Auftrag der roten und blauen Untermauerung, darauf die Verzierungen. Die rosa S-Spiralen, gelbe Blüten, weiße Punkte, blaue Bogenfriese und die gelbe Wellenlinie auf dem Wismut liegen nebeneinander. Bei der Darstellung folgten auf dem blauen Untergrund zunächst die roten Farbflächen, dann Weiß und Grün. Auf diese Farbflächen folgten die roten Verzierungen und gelben Linien.

*Türaußenseite:* Bei der Rahmung erfolgte auf der Grundierung zuerst das Bemalen der roten, anschließend der blauen Flächen. Bei der darauf liegenden Verzierung wurden nach dem Bogenfries die rosafarbenen S-Spiralen aufgemalt, anschließend folgten nebeneinander liegend die gelben und weißen Punkte und die gelben Wellenlinien.

In den Zwickeln wurden Inkarnat und der roter Halsausschnitt auf hellblauen Untergrund gemalt. Das Halstuch liegt über dem dunkelblauen Bogenfries der Rahmung. Dann folgen die Hautschattierungen, abschließend die Details im Gesicht und die Lichthöhen der Kleidung.

Bei den Personen wurden die Gestalten zunächst angedeutet. Arme und Beine sind mit roten Strichen, der Kopf ganzflächig mit Rot unterlegt. Erst dann wurde der hellblaue Hintergrund angelegt. Darauf folgte beim Herren der Auftrag der roten und weißen Kleidung, das Inkarnat, die schwarzen Schuhe und der Hut und anschließend die Verzierung. Striche in Schwarz, Rot und Gelb dienen zum Andeuten von Schattierungen und Borten in der Kleidung, von Nase, Augen und Mund im Gesicht. Bei der Dame auf der rechten Türe wurden zunächst die Farbflächen vom Kleid angelegt, dann folgte das Inkarnat, danach die hellen Linien und Schattierungen im Rock, die rote Rockborte, das Gesicht und die roten Haare.

*Türinnenseite:* Die Rahmung an den Türinnenseiten entspricht dem Aufbau der Rahmung der Türaußenseiten. Auf blauem Grund wurde die stilisierte große Blume zunächst farbig unterlegt, diese Flächen dann mit hellen und dunklen Linien im Detail ausgearbeitet und die kleinen Blumen und Blätter gemalt.

*Seiten:* Die Rahmung der Seiten entspricht der des Deckels. Der Übergang vom Wismut zum blauen Grund in der Mitte der Seiten ist nicht zu sehen, da er mit einer schwarzen Linie übermalt wurde. Bei den großen Blumen wurde erst Weiß, danach Grün und Rot aufgemalt, bevor sie mit verschiedenfarbigen Linien detailliert ausgearbeitet wurden. Bei den Händen der Handtreue folgte auf die Inkarnatfarbe partiell ein Rot. Mit schwarzen Linien wurden die Finger angedeutet und anschließend die Ärmelaufschläge gemalt. Die weißen Punkte in ihrer Mitte wurden bei den kleinen Blumen zuerst aufgetragen, gefolgt von Rot und die in rot und weiß ausgeführten Details. Auf den Seiten wurde ganzflächig ein dicker Überzug aufgetragen, der heute stark vergilbt ist. Aufgrund dieses Überzuges wirken die blauen Farbpartien stark grünlich.

## Erhaltung

*Deckel:* Auf dem Deckel vier 1–4 cm<sup>2</sup> große Ausbrüche bis auf das Holz. An zwei Stellen ist die Malschicht verschwärzt. Die Bemalung auf dem Wismut ist berieben und teilweise verloren, das außen aufgemalte Bogenfries ist nur noch partiell undeutlich zu erkennen, bei den weißen Punkten zwischen den Bögen ist häufig die Farbe in der Mitte des Punktes herausgebrochen. Die Oberfläche ist verschmutzt. Zwei Aufkleber unten links: Der linke ist 1,7 x 0,8 cm groß, in roter Rahmung eine aufgedruckte „5“. Der zweite Zettel ist 1,6 x 1,2 cm groß, zwei blaue Linien umrahmen die mit schwarzer Tinte aufgebraute „4390“.

*Deckelinnenseite:* Im Fach unter dem Deckel sind zwei bis zu 10 cm<sup>2</sup> große, runde und zahlreiche kleine Stellen denen die Malschicht verloren ist. Das Fach ist verschmutzt, die Malschicht an der Deckelinnenseite ist bestoßen.

*Türaußenseite:* An der rechten Türe am Schloß ein 7 cm langer Riß, weitere Risse an den Türscharnieren. An der rechten Türe ein 2 x 0,3 cm großer Ausbruch im Holz.

Links an der roten Hose des Mannes ist die Oberfläche der Malschicht abgeplatzt, im Gesicht steht die Malschicht dachförmig hoch und ist locker. An beiden Türen ist die Malschicht teils berieben, besonders unten an der Rahmung. Das Blau der Hintergrundes ist schlecht erhalten, der vergilbte Überzug teilweise abgeplatzt. Dadurch wirkt die Malerei auf den Türen unruhig und fleckig. Überzug jünger: ?

*Türinnenseite:* Malschicht am Rand teils bestoßen; Überzug vergilbt und zeigt ein feines Craquelé. In der linken oberen Ecke Aufkleber: Zwei blaue Linien umrahmen die mit schwarzer Tinte geschriebene, auf dem Kopf stehende „60“.

*Schubladen:* Über den heute sichtbaren Knöpfen je ein kleines Loch, das evtl. von früheren Befestigungen herrührt. Am Boden Wasserflecken; der vergilbte Überzug ist teilweise abgeplatzt.

*Rechte Seite:* Über eine Länge von ca. 8 cm ist der Überzug verkratzt. Unten rechts ist der Überzug verloren, hier ist die blaue Rahmenmalerei und die Malerei auf dem Wismut beschädigt. Der Überzug ist fleckig aufgetragen.

*Rückseite:* An den Metallstiften ist das Holz leicht eingerissen. Unten geringe Malschichtlockerungen im Wismut. Der fleckige Überzug ist bei den S-Spiralen an der unteren Kante teils verloren.

*Linke Seite:* Partiiell kleine Abplatzungen im Überzug und in der großen Blüte bis auf den blauen Untergrund. Entlang der Brettanten geringe Malschichtverluste, die Malerei auf dem Wismut ist an einigen Stellen abgeplatzt. Der Überzug ist fleckig. Entlang der unteren Rahmung Verschwärzungen in der Malschicht.

*Boden:* Der vordere abgefaste Rand ist erneuert, die Malschicht teils verloren und verschmutzt.

Auswertung der Querschliffe<sup>130</sup>

Probe	Entnahmestelle	Proben- größe/mm	Schichtstärke	Oberfläche	Übergang Wismut - Grundierung	Kornform	Korngröße
<b>Privatbesitz Probe 1</b>	Rechte Seite, Schichtmitte	0,4	Schicht sehr gleichmäßig (10–14 $\mu$ ), 3 Kornlagen <sup>131</sup>	gleichmäßig, die oben liegenden Körner wurden teilweise gegen die tiefer liegenden Körner gedrückt und legten sich um diese	gleichmäßig, eben	eckig	regelmäßige, kleine Körner
<b>Privatbesitz, Probe 2</b>	Rechte Seite, Helle Blüte	0,6	Schicht sehr gleichmäßig (~ 10 $\mu$ ), 2 Kornlagen				
<b>Privatbesitz, Probe 3</b>	Rechte Seite, Rote Blüte	0,3	Schicht sehr gleichmäßig (~ 8 $\mu$ ), 2 Kornlagen				
<b>Privatbesitz, Probe 4</b>	Rechte Seite, Schichtmitte	0,48					
<b>Privatbesitz, Probe 6</b>		0,8					
<b>Privatbesitz, Probe 7</b>	Rückseite	3,3	Schicht sehr gleichmäßig				
<b>SLM, MK 233, Probe 1</b>	Deckel, Borte	0,6	Schicht sehr gleichmäßig, sehr dick, 5–6 Kornlagen				
<b>SLM, MK 234, Probe 1</b>	linke Seite: Schichtmitte	1,3	Schicht sehr dünn (0-4 $\mu$ ), eine Kornlage				
<b>SLM, MK 234, Probe 2</b>	Rechte Seite, Schichtmitte	1,5	Schicht sehr dünn (0–6 $\mu$ ), 2 Kornlagen				
<b>SLM, MK 234, Probe 3</b>	Rechte Seite, Schichtmitte	1,5	Schicht sehr dünn (~6 $\mu$ ), 2 Kornlagen				
<b>SLM, MK 234, Probe 5</b>	Rückseite, Schichtmitte	1,2	Schicht sehr dünn (~4 $\mu$ ), eine Kornlage				
<b>SLM, MK 266, Probe 1</b>	Linke Seite, Randbereich	2,5	Schicht sehr unregelmäßig in Dicke (0–32 $\mu$ ), 2–3 Kornlagen	eben			unterschiedlich, teils durch Polieren stark verdichtet, daß die Korngrenzen nicht mehr sichtbar sind
<b>SLM, MK 266, Probe 3</b>	Linke Seite, Randbereich	0,6	Schichtdicke regelmäßig (0–16 $\mu$ ), 1–2 Kornlagen	Körner nur partiell poliert, man sieht Körner, die sich aus der ebenen Fläche herausheben			
<b>SLM, MK 266, Probe 4</b>	Vorderseite, Randbereich	1,3	Schichtdicke regelmäßig (0–8 $\mu$ ), 1–2 Kornlagen				
<b>SLM, MK 266, Probe 5</b>	Vorderseite, Schichtmitte	1,4	Schichtdicke regelmäßig 1–2 Kornlagen				

<sup>130</sup> Einbettungsmedium für die Querschliffe: Technovit 2000 LC von Kulzer, ein lichthärtender Kunststoff.<sup>131</sup> Anzahl der Kornlagen pro Schichtdicke.

**Auswertung der Wismutschicht in den Aufstrichen**

Probe	Schichtstärke	Oberfläche	Kornform	Korngröße
<b>Wismut aufgestreut, dicke Schicht</b>	sehr unregelmäßig (0–26 µ)	Die oben liegenden Körner wurden deutlich gegen die tiefer liegenden Körner gedrückt und legten sich um diese	rund	sehr unterschiedlich
<b>Wismut aufgestreut, dünne Schicht</b>	sehr unregelmäßig (0–24 µ)	Die oben liegenden Körner wurden deutlich gegen die tiefer liegenden Körner gedrückt und legten sich um diese	rund	sehr unterschiedlich
<b>Wismut angerieben, stark poliert</b>	regelmäßig (~ 70µ)	Die oben liegenden Körner wurden deutlich gegen die tiefer liegenden Körner gedrückt und legten sich um diese	untere Lagen sehr rund, an Oberfläche eckig	unterschiedlich
<b>Wismut angerieben, leicht poliert</b>	regelmäßig (~ 70µ)	Die Oberfläche ist glatt mit kleinen Unregelmäßigkeiten, an denen noch einzelne Körner aus der Ebene hervorstehen, Die Oberfläche ist deutlich verdichtet	untere Lagen sehr rund, an Oberfläche eckig	unterschiedlich
<b>Wismut angerieben, unpoliert</b>	regelmäßig (~ 30µ)	Die Körner an der Oberfläche sind rund, es bestehen deutliche Abstände zwischen den einzelnen Körnern	sehr rund	unterschiedlich
<b>Wismutsubnitrat ausgefällt, angerieben, poliert</b>		In der Schicht befinden sich nur minimal Wismutkörner	eckig	klein

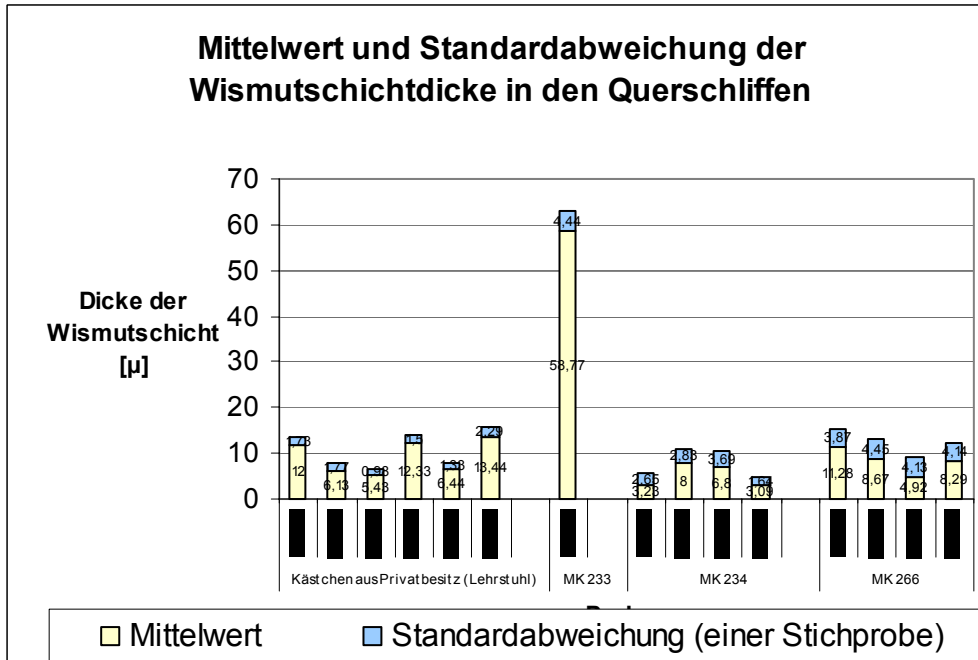
**Mittelwerte und Standardabweichungen [µ]**

Die Dicke der Wismutschicht wurde in Abständen von 50µ am Auflichtmikroskop gemessen. Aus diesen Daten wurden Mittelwerte und Standardabweichungen errechnet.

		Mittelwert	Standardabweichung (einer Stichprobe)
Lehrstuhl Probe 1	10 10 12 14 12 14 10 12 14	12	1,732050808
Lehrstuhl Probe 2	10 6 8 6 6 8 6 6 4 6 6 2 6 6 6	6,133333333	1,767430203
Lehrstuhl Probe 3	6 4 6 6 6 6 4	5,428571429	0,975900073
Lehrstuhl Probe 4	12 14 14 10 12 12	12,333333333	1,505545305
Lehrstuhl Probe 6	6 8 6 4 6 8 8 6 6	6,444444444	1,333333333
Lehrstuhl Probe 7	12 18 16 16 16 16 18 14 14 12 10 10 12 12 12 14 12 14 14 14 10 12 14 14 16 12 14 14 16 10 12 10	13,4375	2,28512017
MK 233 Probe 1	46 60 60 58 62 60 60 62 62 60 62 58 54	58,76923077	4,43760157
MK 234 Probe 1	8 4 0 6 0 4 6 4 0 2 4 4 0	3,230769231	2,65059258
MK 234 Probe 2	6 4 4 8 6 10 4 12 8 8 12 10 12 8 8	8	2,828427125
MK 234 Probe 3	12 10 14 8 2 6 8 6 6 0 6 6 4 4 10	6,8	3,687817783
MK 234 Probe 5	6 2 4 4 2 4 2 0 4 2 4	3,090909091	1,640399065
MK 266 Probe 1	16 14 8 6 20 14 4 12 18 16 14 6 10 12 14 8 10 8 10 12 10 10 10 8 12	11,28	3,867815921
MK 266 Probe 3	14 0 10 8 2 12 4 8 14 6 12 14 6 8 12	8,666666667	4,450789122
MK 266 Probe 4	4 4 6 0 0 8 0 0 8 8 12 4 10	4,923076923	4,13242339
MK 266 Probe 5	10 18 6 12 12 8 12 4 6 8 8 4 4 4	8,285714286	4,140393356

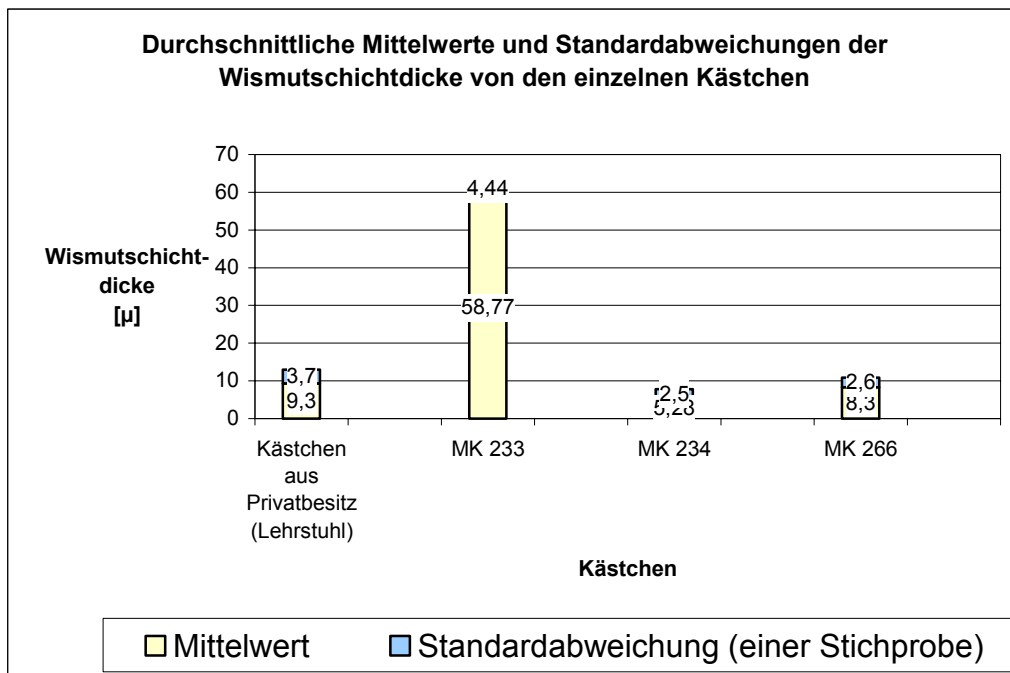
Anhand der Werte, die auf der nächsten Seite in tabellarischer Form wiedergegeben sind, wird ersichtlich, daß die Wismutschicht bei drei der vier Kästchen bei ca. 10 µ liegt. Der Querschliff vom Kästchen SLM MK 233 zeichnet sich durch eine besonders dicke Wismutschicht aus. Hier wurde das Metall an einer Kleiderborte nur partiell verwendet.

**Auswertung der Proben**



Die durchschnittliche Wismutschichtdicke der einzelnen Kästchen wird in der nächsten Berechnung und der folgenden Tabelle wiedergegeben. Hier wurden die Mittelwerte der einzelnen Querschliffe zusammengefasst.

	Mittelwert	Standardabweichung (Stichprobe)
Lehrstuhl Mittelw.	12 6 5 12 6 13	9,295
MK 233 Mittelw.	59	58,76923077
MK 234 Mittelw.	3 8 7 3	5,28
MK 266 Mittelw.	11 9 5 8	8,295





### Streupräparate von Wismut

Die Streupräparate wurden in 2000 Melmount® ( $n_D = 1,662$ ) eingebettet.

Zerriebenes, bolivisches Wismut wurde mit einem Mörser zerkleinert, das zerschlagene, bolivische Wismut wurde mit einem Hammer bearbeitet. Bei beiden Streupräparaten stammt das Metall von einem bolivischen Wismutnugget, einem gereinigten und zu einem Nugget zusammen geschmolzenen Hüttenprodukt.

Streupräparat	Struktur	Korngröße
Wismutsubnitrat 54100 Kremer Pigmente	weiße, längliche Körner	kleine Körner von gleichmäßiger Größe
Wismutsubnitrat ausgefällt	runde und eckige Körner von verschiedener Farbigkeit (gelb, schwarz); nur die schwarzen Körner sind Wismut	unterschiedliche Korngrößen
Wismutpulver, 54000 Kremer Pigmente	sehr runde Körner	kleine Körner von gleichmäßiger Größe
Bolivisches Wismut, zerrieben	eckige und abgerundete Körner	unterschiedliche Korngrößen
Bolivisches Wismut, zerschlagen	eckige und abgerundete Körner	unterschiedliche Korngrößen, deutlich größer als beim zerriebenen Wismut

## Museen und Privatsammlungen mit Wismutkästchen

Die Tabelle bietet einen Überblick zu Anzahl und Arten der Kästchen und Truhen mit Wismut nach Angaben in der Literatur. Besonderheiten der Darstellungen auf dem Deckel bzw. den Seiten sind hervorgehoben. (Ohne Anspruch auf Vollständigkeit.)

Museum	Anzahl	Inv.-Nr.	Breite	Datierung Ort	Deckeldarstellung	Besonderheiten	Seiten
Suemondt-Ludwig-Museum, Aachen	5	A: MK 233 B: MK 234 C: MK 235 D: MK 240 E: MK 266	A: 24,3 cm B: 15,5 cm C: 34,4 cm D: 17,5 cm E: 40,8 cm	A: um 1520 B: 18. Jh. C: 18. Jh. D: um 1600 E: 16. Jh.	A: drei Jünglinge und eine Dame in Tracht B: Blumen, Handtreue C: Vase, Blumen D: Dame und Herr in Medaillon E: Abraham nimmt Abschied von seinen Söhnen	E: Inschriftentafel	A: Blüten, Blätter B: Blumen C: Blumen D: Blumen E: Blumen
Basel, Hist. Mus.	1	1898/284	66 cm	1551, Wildbad ?	Hl. Margareta, Hl. Barbara	Flügelaltar	
Basel, Völkerkunde-museum	6	A: VI 403 B: VI 9760 C: 1896.68 D: 1879.5 E: 1905.274 F: 1888.85	A: 22,5 cm  C: 26,3 cm D: 20 cm  F: 33,8 cm	B: 17. Jh. C: 1599 D: 2. H. 16. Jh. E: 1. H. 17. Jh. F: 17. Jh.	A: Landschaft B: Blumen, Inschrift C: Fußwaschung Christi D: Dame in Lorbeerkranz E: Tanzendes Paar F: Allegorie der 8 Tugenden	A: Nähzeugkästchen B: Truhe in Hausform  D: Kofferform E: Kofferform F: 7 Schubladen	C: Inschrift D: Blumen E: Blumen
Bern, Historisches Museum	6	A: 2897 B: 5072 C: 34378 D: 7754 E: 3343 F: 16055	A: 31,5 cm B: 22,6 cm C: 27,3 cm D: 27,5 cm E: 27 cm F: 18 cm	A: 16. Jh. B: 16. Jh. C: 16. Jh. D: 16. Jh. E: 16. Jh. F: 1650	A: Herr und Frau im Medaillon B: Wappen C: Frau D: Jakobs Traum von der Himmelleiter E: Blumenranken in Vase F: Blumendekor	B: Runddeckel C: vorne Schiebedeckel, Schubladen D: Wappen an der Vorderseite	A: Blumen B: Blumen C: Handtreue D: naturalistische Blumen E: Blumen F: Blumen
Feuchtwangen, Heimatmuseum	4	A: 694 B: 692 C: 695 D: 696	A: 36 cm B: 16,2 cm C: 33,5 cm D: 11,3 cm	A: 1. H. 17. Jh. B: 16. Jh. C: 1. H. 17. Jh. D: 1. H. 17. Jh.	A: Brautpaar in spanischer Tracht B: Frau in Baret C: Handtreu, Blumen	A: Innen 4 Fächer B: Schriftband C: Innenseite bemalt D: Innen Fächer	A: Vögel, Blumen B: Blattornament
Frankfurt, Museum für Kunsthandwerk	1	6786	19,7 cm	1545 Wildbad ?	Maria mit dem Kind, Wappen des Pforheimer Vogtes Eberhard von Reischach und seiner Frau Elisabeth von Kaltental		Blütendolden
Innsbruck, Volksmuseum	10	A: 1813 B: 3954 C: 16289 / 290 D: 21424 /25 E: 2734/50 F: 2533/34 G: 2036 H: 2320 I: 2634 J: 10110	B: 43,5 cm         J: 27 cm	A: 17. Jh.	A: Ehepaar in Tracht des 17. Jh. B: Blumenornamente	A: Schubladen B: doppeltüriger Schrank C: Reliquienbildchen D: Reliquienbildchen E: Reliquienbildchen F: Reliquienbildchen G: Reliquienbildchen H: Reliquienbildchen I: Reliquienbildchen J: Schubladen	A: Blumen B: Blumen         J: Blumen
Kloster Lichtenthal	1		30,5 cm	2. H. 16. Jh	Hl. Margarethe		Blumen
Graal, Lüneburg	1	A: 3101	A: 29 cm	A: 1580	A: insgesamt 18 verschiedene Rosetten	A: Kiefernholz	
Mönchengladbach Städtisches Museum Schloß Rheydt	1	S 5	24,2 cm	1554 Wildbad ?	Vornehm gekleidetes Paar		Blütendolden

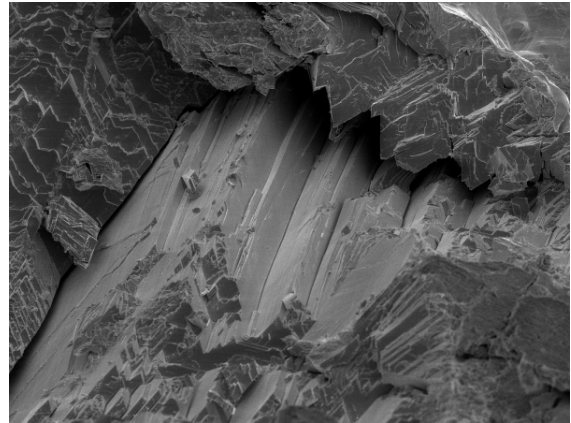
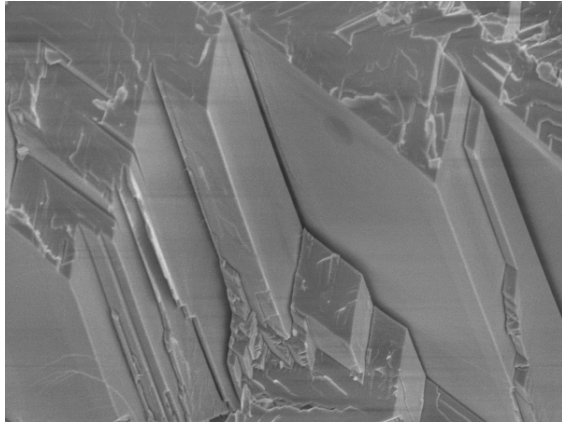
Museum	Anzahl	Inv.-Nr.	Breite	Datierung Ort	Deckeldarstellung	Besonderheiten	Seiten
Bayerisches Nationalmuseum München	46	A: 62 I 14 B: 72 I 14 C: 82 I 14 D: 35 / 371 E: I 14 / 60 F: I 14 / 61 G: I 14 / 63 H: I 14 / 64 I: I 14 / 65 J: I 14 / 66 K: I 14 / 67 L: I 14 / 69 M: I 14 / 70 N: I 14 / 73 O: I 14 / 74 P: I 14 / 75 Q: I 14 / 76 R: I 14 / 77 S: I 14 / 80 T: I 14 / 81  U: I 14 / 83 V: I 14 / 84 X: I 14 / 85 Y: I 14 / 86 Z: I 14 / 88 AA: I 14 / 89 AB: I 14 / 90 AC: I 14 / 91 AD: I 14 / 92 AE: I 14 / 93 AF: I 14 / 95 AG: I 14 / 106 AH: I 14 / 898 AI: I 14 / 1374 AJ: I 14 / 1375 AK: I 14 / 1410 AL: MA 2922 AM: MA 2923 AN: R 7777 AO: R 8836 AP: 10 / 303 AQ: L 28 / 520 AR: 30 / 536 AS: 30 / 1694 AT: 29 / 318	A: 33,5 cm B: 29 cm C: 45,5 cm D: 27,7 cm E: 41 cm F: 30 cm G: 26,5 cm H: 32,4 cm I: 27 cm J: 37 cm K: 22,5 cm L: 37 cm M: 31 cm N: 26 cm O: 25,5 cm P: 25 cm Q: 41 cm R: 31 cm S: 32,5 cm  U: 24 cm V: 35,5 cm X: 36,5 cm Y: 55,5 cm Z: 33 cm AA: 31 cm AB: 31 cm AC: 45 cm AD: 30 cm AE: 23 cm AF: 24 cm Ø AG: 22 cm AH: 14,8 cm  AK: 20 cm AL: 41 cm AM: 40 cm AN: 23 cm AO: 32,5 cm AP: 44 cm AQ: 18,5 cm AR: 30 cm AS: 46 cm	A: 1.H.17.Jh. B: 1600 C: 1600 D: um 1620 E: 1600 F: 1. H. 17.J h. G: 1600 H: 1. H. 17. Jh. I: 1550 J: 1556 K: 1600 L: 1580 - 1600 M: 1584  N: 1600 O: 1600 P: 1. H. 17. Jh. Q: 1592 R: 16. Jh. S: 1600 T: 16. Jh.  U: 1520 V: 1591 X: 1.H.17.Jh. Y: 1.H.17.Jh.  AA: 1600 AB: 1550 AC: 17. Jh. AD: 1540–1560 AE: 1554 AF: 1600 AG: 1600 AH: 1750 AI: 1584  AO: 16. Jh. AP: 1544  AT: ca. 1780	A: Blumen B: Blumen C: Mann und Frau in Zeitracht D: junger Kavalier E: Abendmahl F: Mann und Frau im Medaillon G: Blumen H: Blumen I: Judith J: 2 Knaben, Stundenglas K: Dame mit Schlange L: jagende Hunde M: Blumen N: Mann und Frau O: Mann und Frau P: Blumen Q: Moses schlägt Wasser aus dem Felsen R: Kreuzigung S: 2 Wappen T: Engel halten die Wappen der Familien Führer und Tetzels aus Nürnberg U: Wappen, Evangelisten Markus und Matthäus V: Frau und spielende Kinder im Garten X: Mann und Frau  AA: Mann und Frau AB: Christus am Ölberg AC: Mann und Frau in Zeitracht AD: Christus; Magdalena salbt die Füße AE: „Hoffnung“; Frau in bürgerlicher Tracht, Anker AF: Blumenvase AG: Mann und Frau hinter einer Schranke AH: Blumen AI: Hl. Katharina mit Rad und Schwert AJ: Tulpenmuster  AL: Anna Selbdrift neben zwei weibliche Heiligen AM: Maria mit Kind in Landschaft vor Anna, sitzend AN: Allegorie auf den Wein AO: Liebespaar AP: Hochzeit von Kana  AR: Nadelkissen, Spiegel AS: Wismutmalerei, Handtreue, biblische Szenen AT: aus Seide aufgeklebte Blütenornamente	A: Schubfächer B: Vorderwand hochschiebbar D: Schreibkasten E: Schubfächer  H: Vorderwand besteht aus zwei Türen, Mann und Frau aufgemalt I: Schubfächer J: Schubfächer  L: Schubfächer M: Vorderseite mit Wappen bemalt N  P: Vorderwand klappt nach unten Q: 2 Inschrifttafeln  S: Deckel gewölbt T: Muster für eine Wismutmalerei  Y: kleiner Schrank  AA: AB: schiebbare Vorderwand fehlt  AE: Fächer AF: runde Schachtel mit Fächern AG: gewölbter Deckel AH: Medizinkästchen  AJ: Fächer  AP: Spruchband AQ: gewölbter Deckel AR: pultförmiges Nähkästchen AS: Kabinettkasten AT: Kommodenform, Schubladen	A: Blumen B: Blumen D: Handtreue E: 4 Jahreszeiten F: Blumen G: Blumen H: Blumen  I: Blumen J: Blumen K: Blumen L: Blumen M: Blumen N: Blumen O: Blumen P: Blumen  R: Blumen S: Blumen  U: Blumen V: Blumen X: Blumen Y: Blumen Z: Verzierungen AA: Blumen AB: AC: Blumen AD: Blumen  AF: Blumen  AH: Blumen  AK: Handtreue, Blumen AL: Malwen-, Bohnenstr. AM: Blumen AO: ornamentale Verz. AP: verschiedene Darst. AQ: Blumen-Ranken AR: mit Pergament bezogen AS: Blumen AT: kolorierte Kupferstiche

Museum	Anzahl	Inv.-Nr.	Breite	Datierung Ort	Deckeldarstellung	Besonderheiten	Seiten
Germanisches Nationalmuseum, Nürnberg	11	A: HG 251 B: HG 9044 C: HG 249 D: HG 250 E: HG 9975 F: HG 256 G: HG 2029 H: HG 3970 I: HG 9240 J: HG 7865  K: KLING 12 166	A: 40 cm B: 35 cm C: 30 cm D: 24 cm E: 30 cm F: 40 cm G: 24 cm H: 24 cm I: 49 cm Ø  K: 25 cm	D: 1531  G: 1850 H: 1. H. 17. Jh. I: um 1608	A: Wappen, Handtreue B: Anbetung der Hl. 3 Könige C: Schneiderzunft D: Paar im Medaillon, Wappen E: sitzendes Paar am Brunnen F: 18 Wappen G: Brautpaar H: stehendes Paar I: Brautpaar, Wappen J: Blumen, Handtreue  K: Blumenornament	B: reiche Innenausstattung C: Fächer  F: Schubladen, Kreuzigung G: Spruchband H: Spruchband I: Hochzeitsschüssel J: Schmuckkästchen, schiebbare Vorderwand K: Sockeltruhe mit Fächern	E: Lackmalerei F: Szenen AT G: Blumen H: Linienornament
Württembergisches Landesmuseum Stuttgart	4	A: 8444 B: 11500 C: <sup>132</sup> D:	A: 24,3 cm B: 24 cm C: 21 cm D: 37 cm	A: 16. Jh., Schwaben B: 1595 Schwaben C: 16. Jh. D: 1595	A: 30 Wappen (Ahnentafel) B: modisch gekleidetes Paar C: große Blumen, Ranken, Vögel D: Anbetung der Hl. 3 Könige	A: Schreibkasten B: Schiebedeckel, 6 Fächer C: gewölber Deckel D: Inschriftentafel auf Deckel	A: Wappen, Handtreue B: Blumen C: Handtreue, Blumen D: Handtreue, Blumen
Tiroler Landesmuseum	1	129		15. Jh.		Bibel	
Ulmer Museum	3	A: AB 2478 B: 1929, 6994 C: 7512 D:	A: 36 cm B: 28 cm C: 34,6 cm D: 16 cm.	A: 1564 Wildbad ? B: 1568, Ulm ? C: 16. Jh. D: 17. Jh.	A: Susanna im Bade B: Wappen, Buckelkanne C: Kanne, Handtreue, Blumen D: Handtreue	A: Vorderseite hochschiebbar,  C: Schreibpult D: Schubladen	A: Handtreue B: Handtreue, Blumen C: Blumen D: Blumen
Museum für angewandte Kunst, Wien	4	A: 0856 B: 0857 C: 0858 D: 0859	A: 56,5 cm B: 43,5 cm C: 27 cm D: 20 cm	A: 1538, Nürnberg B: 16. Jh. C: 1597 D: 16. Jh.	A: Lazaruslegende NT Lukas 16,16 B: Brautpaar C: König David kniet vor Gott D: Liebespaar, Handtreue	A: Spruchbänder  C: Inschrift auf Deckel D: Innen mehrere Fächer	A: Rautenornament B: Blumen C: Blumen D: Blumen
Mainfränkisches Museum, Würzburg	8	A: A 11434 B: A 11435 C: A 11436 D: A 11437 E: A 11438 F: A 11439 G: A 11440 H: 43444	A: 25,4 cm B: 30 cm C: 26,4 cm D: 31,6 cm E: 34 cm F: 12 cm G: 15 cm	A: 17. Jh.  D: 16. Jh.  F: 17. Jh.  H: 16. Jh.	A: Herr und Dame in Zeittracht B: 3 Herzen um Kugel, Ranken C: Ornamente D: Simson und Delila E: Vase aus der Phantasieblumen wachsen F: Halbfigur einer Dame in hellem Kostüm G: Handtreue, Blumenranken H: Wismutmalerei	A: gewölbter Deckel B: gewölbter Deckel C: Rosetten D: Inschriftentafel  G: truhenförmig H: Eisentrufe	A: Blumen B: Herztreu C: Rosetten D: Blumen E: Herztreu, Ranken F: Blumen G: Blumen
Zürich, Schweizerisches Landesmuseum	2	A: LM 12345 B: LM 15552	A: 50,7 cm B: 29 cm	A: 1557, Baden ? B: 1588 Baden ?	A: 2 Szenen aus der Geschichte Josephs B: Paar mit Handtreue, Schriftband	A: Wappen an Vorderseite	B: Wappen, Handtreue
Südtiroler Privatbesitz	1		39,1 cm	1559	Hochzeit von Kana		Blumen, Handtreue
?	1		9,5 cm Ø		Dose mit Deckel	Chem. Untersuchung ergab Ag und Bi	

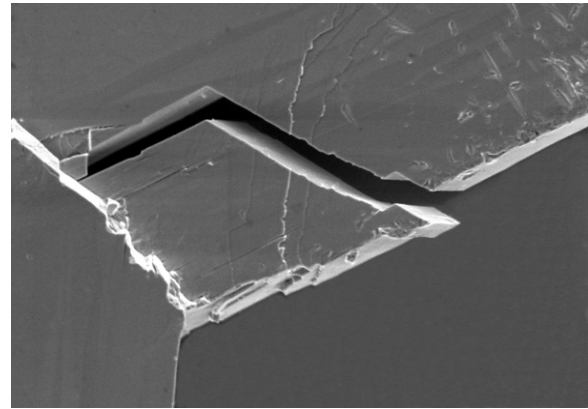
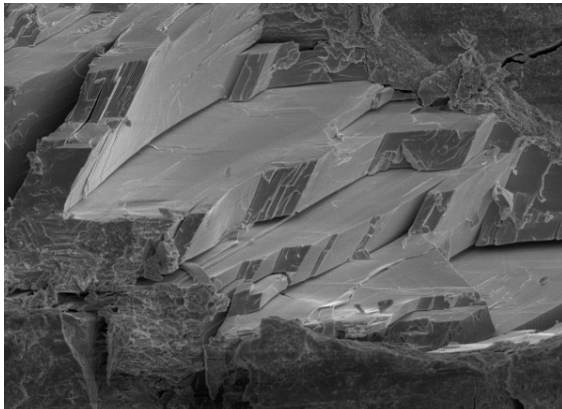
<sup>132</sup> Auflistung der Kästchen ohne Angaben von Inventarnummern HERRMANN 1977, S. 32 ff

### Auswertung der Wismutaufnahmen im REM<sup>133</sup>

Das Rasterelektronenmikroskop basiert auf die Verwendung von Elektronenstrahlen anstelle von sichtbarem Licht.<sup>134</sup> Dadurch kann man realistische Bilder mit einer hoher Tiefenschärfe bei hoher Auflösung liefern. Die bis auf das 100.000fache vergrößerten Bilder wirken dreidimensional. Die Oberfläche muß leitfähig sein, weshalb sie mit einem leitenden Material, meist Kohlenstoff oder Gold, hauchdünn beschichtet wird.



Die Aufnahmen entstanden an einem Bruchstück des bolivianischen Wismutnuggets. Deutlich ist die Sprödigkeit des Metalls zu erkennen, ebenso die Spaltflächen. Die Aufnahmen zeigen, daß mindestens einer der drei Winkel ungleich  $90^\circ$  ist. Demnach kann es sich bei Wismut nicht um ein rhombisches Kristallsystem handeln, da es hier nur rechte Winkel und ungleiche Längen gibt. In Frage kommt ein hexagonales (zwei gleiche Längen, zwei rechte Winkel) oder trigonales (drei ungleiche Längen, drei gleiche Winkel ungleich  $90^\circ$ ) Kristallsystem.

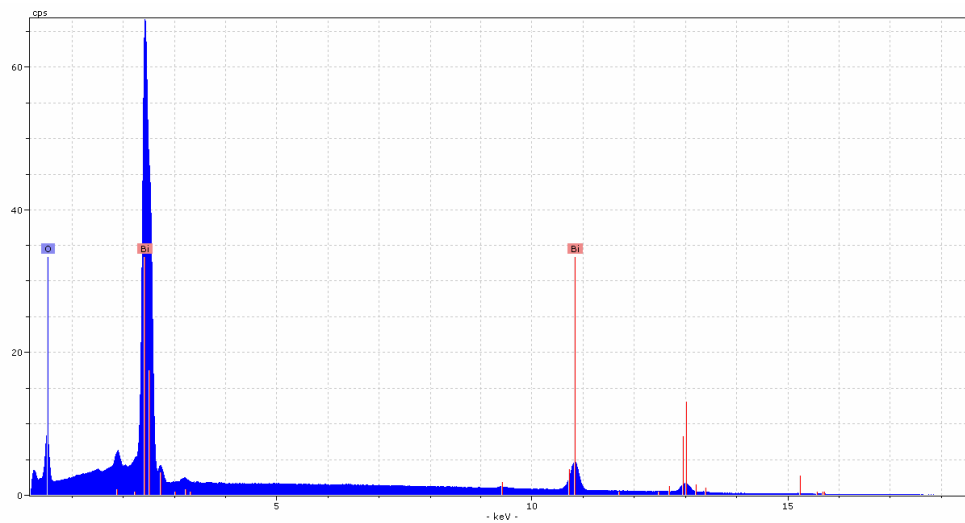


<sup>133</sup> Die REM-Aufnahmen fertigte CHRISTIAN GRUBER, Zentrallobar, Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege.

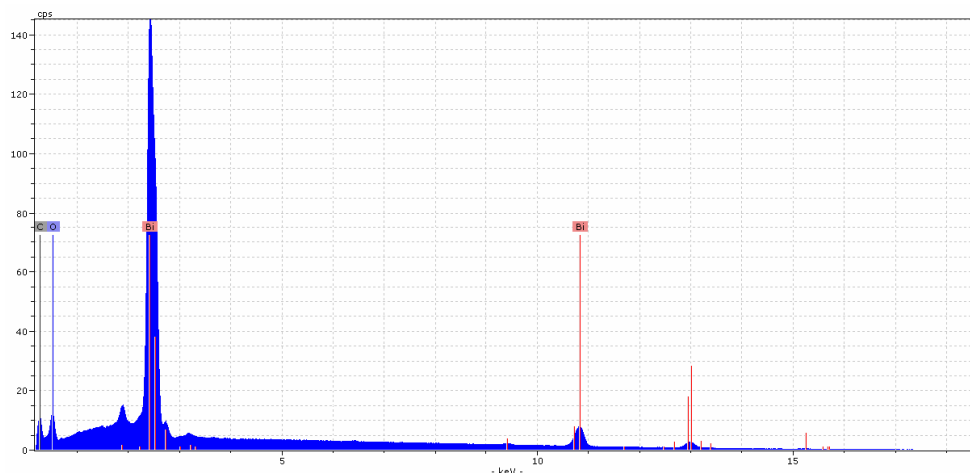
<sup>134</sup> MATTEINI ET AL 1990, S. 40 ff.

## Auswertung der Analysen im REM<sup>135</sup>

Als Analysemethode stand die Rasterelektronenmikroskopische Untersuchung mit energiedispersivem Röntgenanalyse (REM/EDX) zur Verfügung. Es wird bei der energiedispersiven Röntgenanalyse (EDX) im Rasterelektronenmikroskop die Energie der durch den Elektronenstrahl angeregten charakteristischen Röntgenstrahlung der einzelnen Elemente gemessen, indem Analysatoren die über einen Halbleiterkristall detektierte Röntgenstrahlung nach deren Quantenmenge auftrennen. Der Elektronenstrahl muß eine bestimmte Energie, die kritische Anregungsenergie, aufweisen, um ein Elektron aus einer bestimmten Schale entfernen zu können. Diese Energie wird mittels der Beschleunigungsspannung erzeugt. Die detektierte Röntgenstrahlung der Probe wird qualitativ in Form eines Spektrums ausgegeben. Mit dieser Analysemethode wurde die elementare Zusammensetzung bestimmt. Vor der Untersuchung werden die Schriffe mit leitendem Kohlenstoff beschichtet.

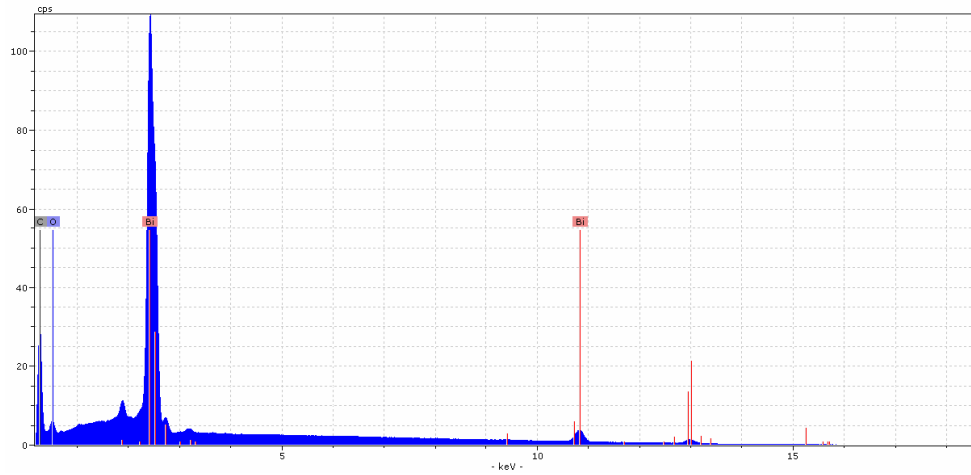


Spektrum Bismutoxid (Spektrographisch Standardisiert, JMC No. 685) Die spektralreine Wismutprobe dient den weiteren Messungen als Referenz.

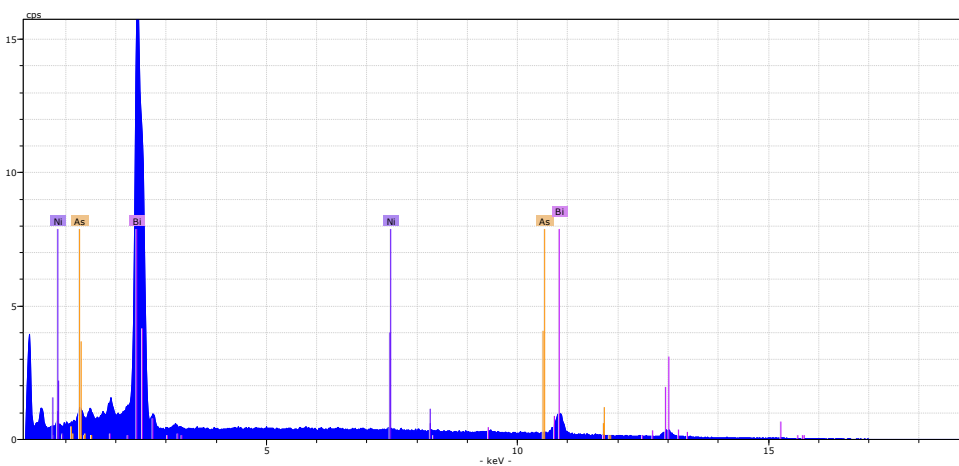


Wismutpulver (Kremer-Pigmente). Das Pulver ist hochreines Wismut. Der Kohlenstoff stammt vermutlich von Staub auf der Probe.

<sup>135</sup> Die Analysen erstellte Herr Christian Gruber, Zentrallabor Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege.

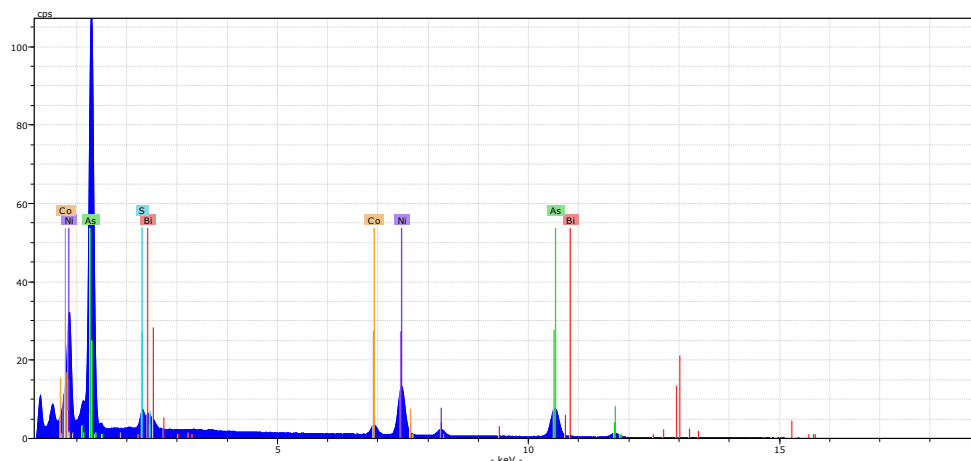


Wismut-Pulver, „Lagerstätte Bolivien“; gereinigtes Wismut, als Nugget im Handel; zerpulvert; hochreines Wismut.



Wismut-Mineral, (Etikett: „Wismut aus Sachsen, Schlema-Schacht 66, Rammelsbergit“)

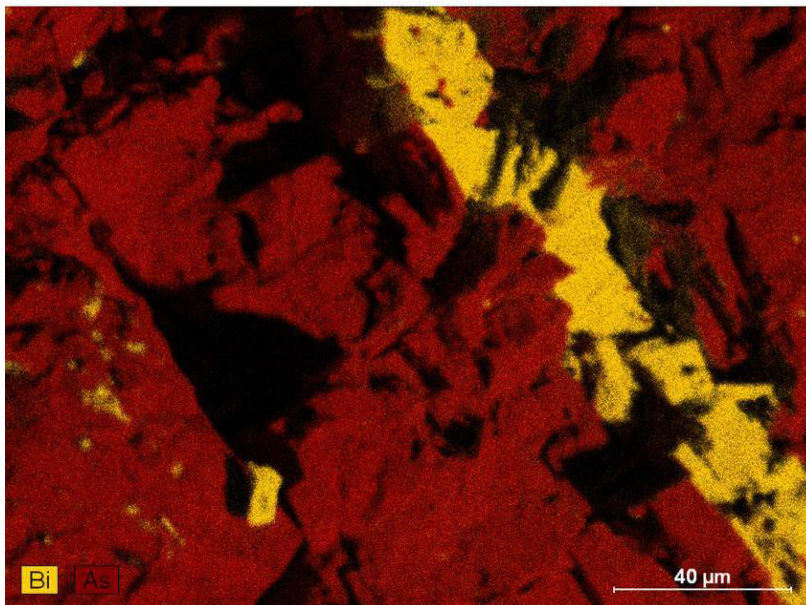
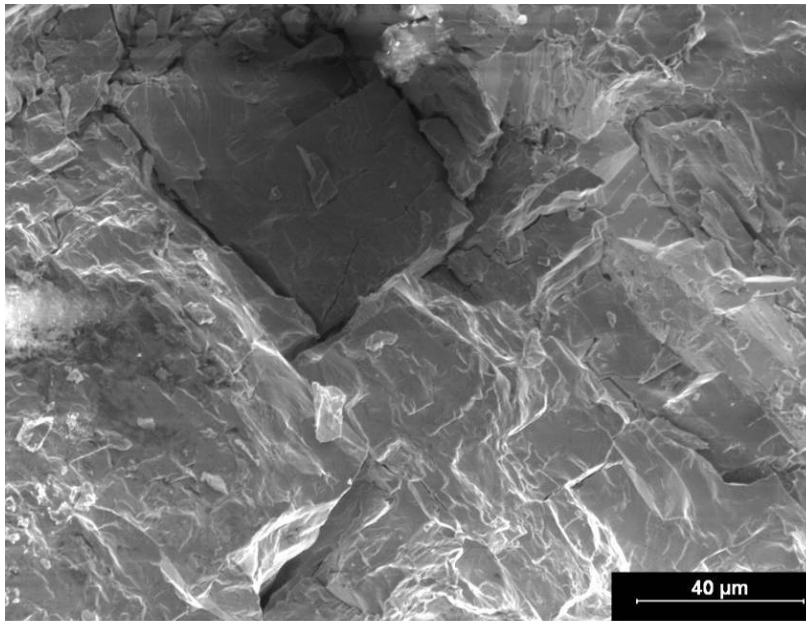
EDX-Elementspektrum eines Bismut-Kristalls. Aus dem Erz wurde zunächst ein einzelnes Wismutkorn analysiert, man erkennt, daß das Rohwismut mit Arsen und Nickeln verunreinigt ist. In der Arsen-Wismut-Verteilung im Kristallaggregat wird deutlich, daß der Anteil vom Arsen sehr hoch ist<sup>136</sup>. Diese Verunreinigungen werden bei der Raffination entfernt, das Metall kommt sehr rein in den Handel (vgl. Analysen zwei und drei).



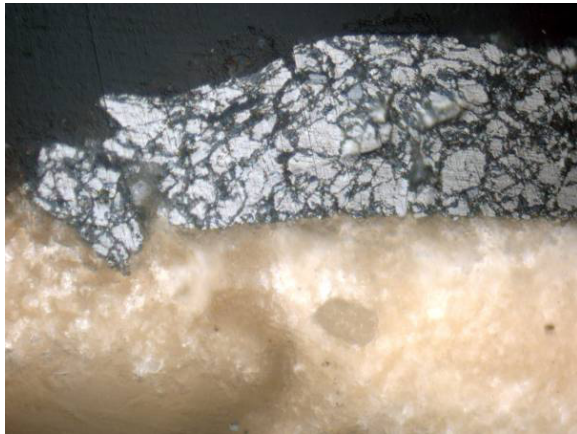
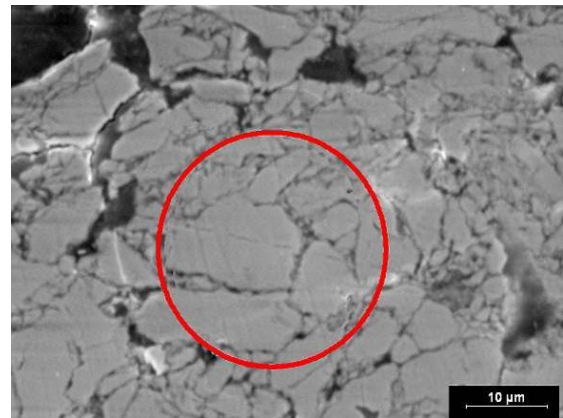
EDX-Elementspektrum einer „Bismut-Verunreinigung“ im Erz: Neben Wismut, Nickel und Arsen finden sich in diesem Gangstück noch Kobalt und Schwefel. Diese Begleitelemente werden bei der Gewinnung des Wismuts vom Metall getrennt.

<sup>136</sup> In Quellen ist häufig vom giftigen Rauch die Rede, der bei dem Ausschmelzen von Wismut entsteht. Dies ist das verdampfende Arsen, das sich im Wismut befindet.

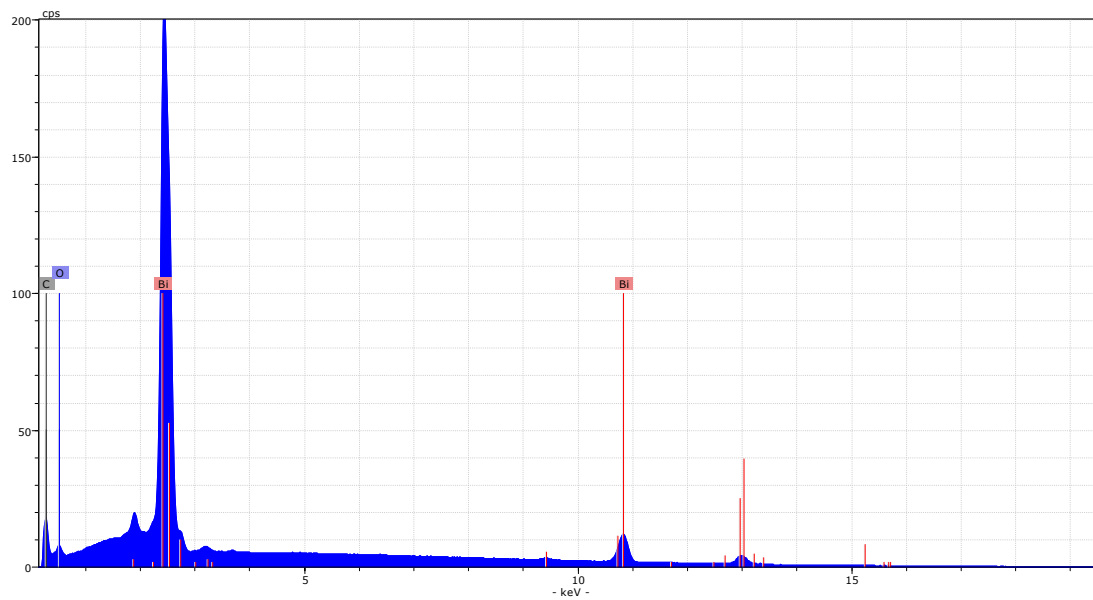
### Arsen-Bismut-Verteilung in einem Kristall-Aggregat des Sächsischen Wismut-Erzes



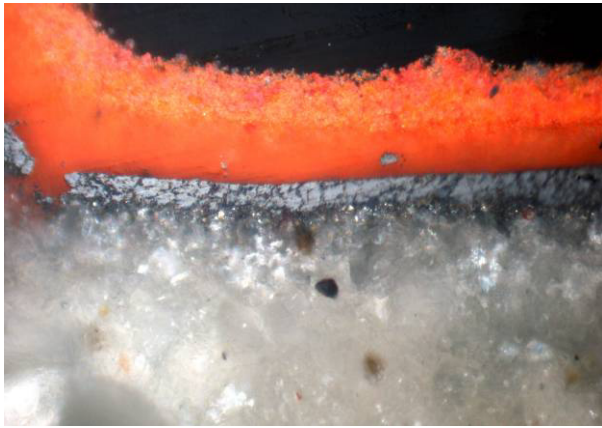
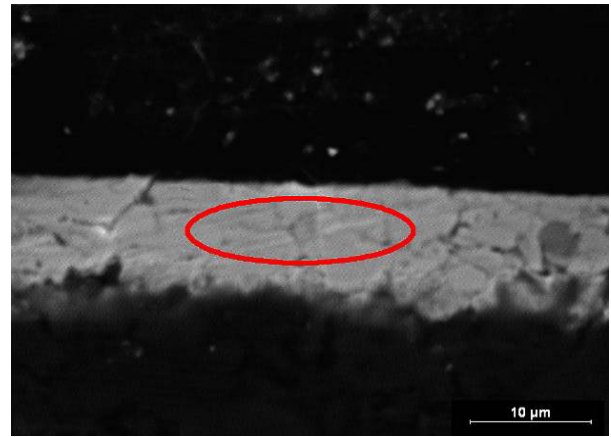


**Anschliff der Probe 1 (SLM-Aachen, MK 233)**PLM-Aufnahme Bildbreite ca. 230 $\mu$ 

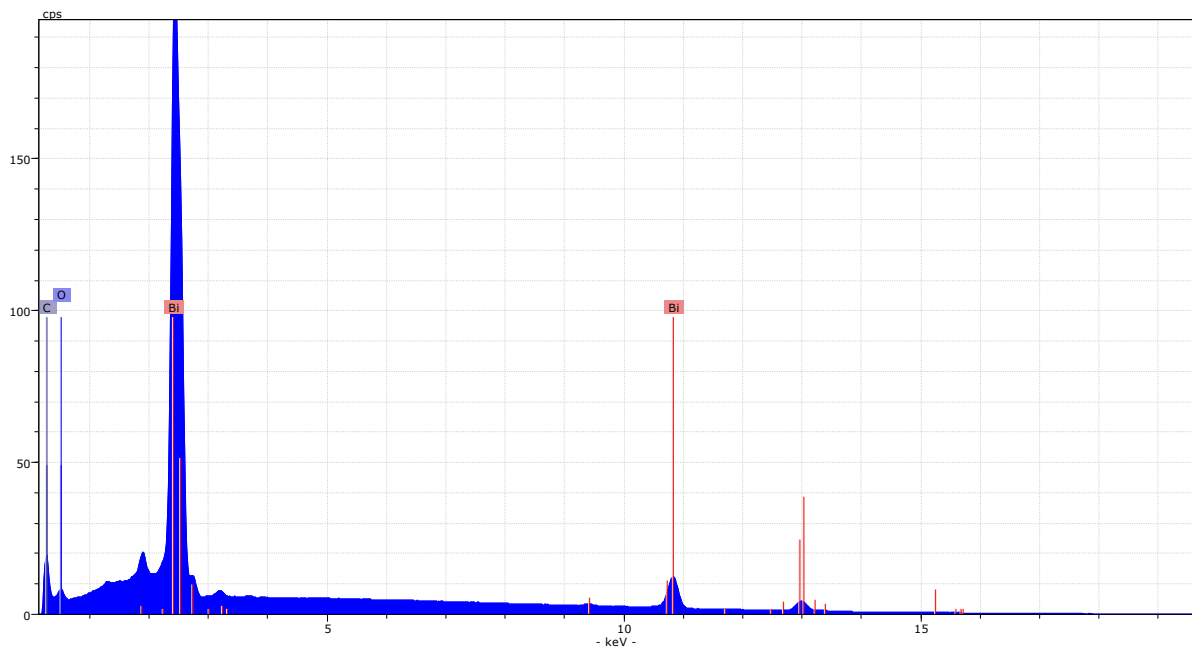
REM-SE-Aufnahme



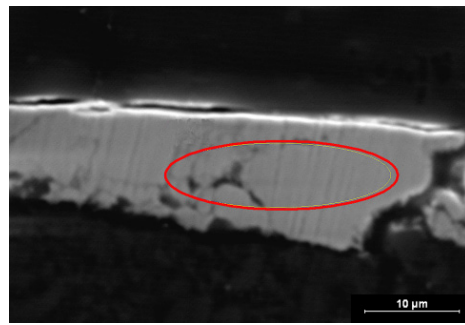
EDX-Meßergebnis im markierten Bereich. Bei dem Wismutkästchen aus dem 16. Jahrhundert liegt das Wismut in sehr reiner Form vor, das Meßergebnis stimmt mit der hochreinen Vergleichsprobe überein. Demnach bestand schon zu Zeiten AGRICOLAS die Möglichkeit, das Metall äußerst rein zu erhalten.

**Anschliff der Probe 3 (SLM Aachen, MK 234)**PLM-Aufnahme Bildbreite ca. 230  $\mu$ 

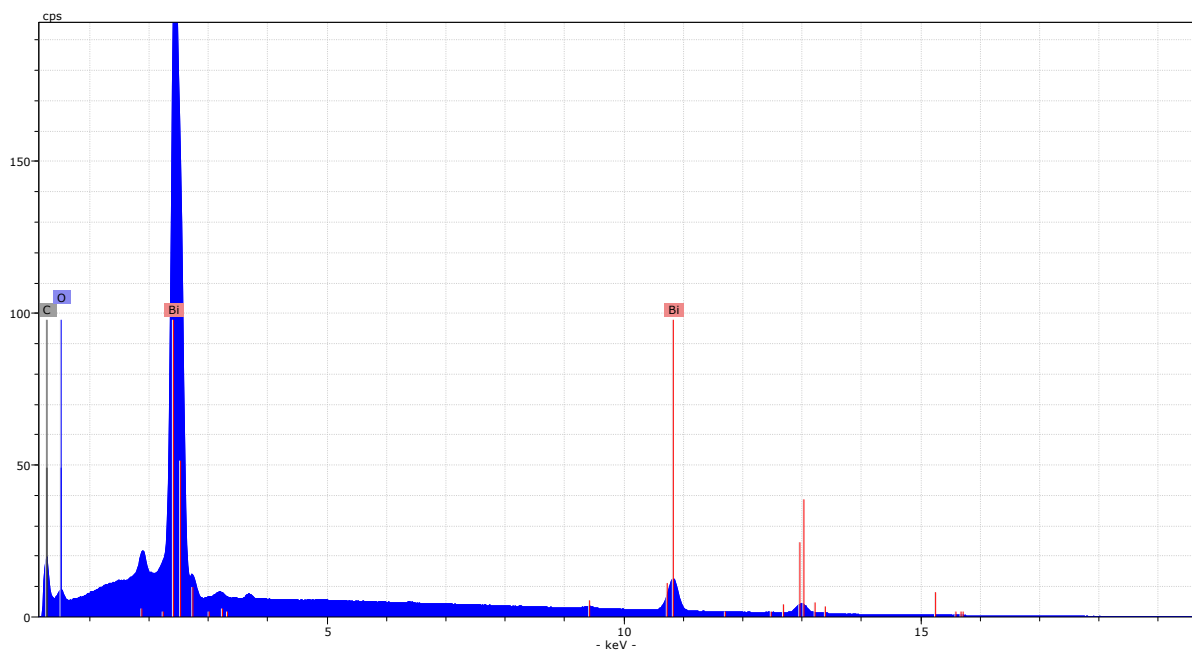
REM-SE-Aufnahme



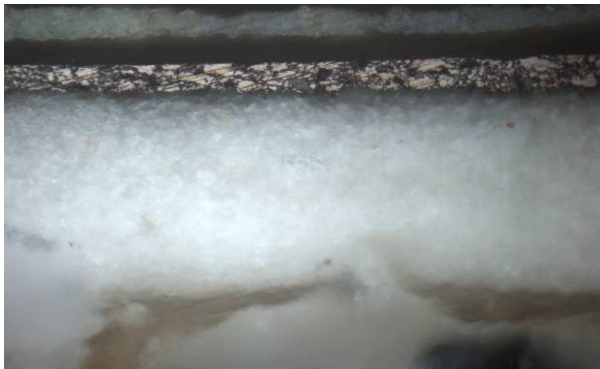
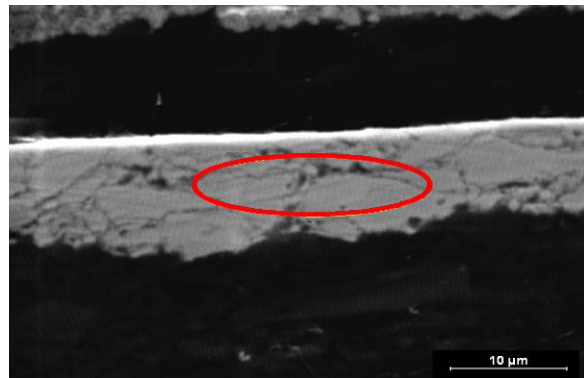
EDX-Messergebnis im markierten Bereich. Auch in diesem Querschliff eines Wismutkästchens aus dem 18. Jahrhundert liegt das Wismut hochrein vor, außer Kohlenstoff und Sauerstoff sind keine Elemente vorhanden.

**Anschliff der Probe 5 (SLM-Aachen, MK 266)**PLM-Aufnahme (Bildbreite ca. 230  $\mu$ )

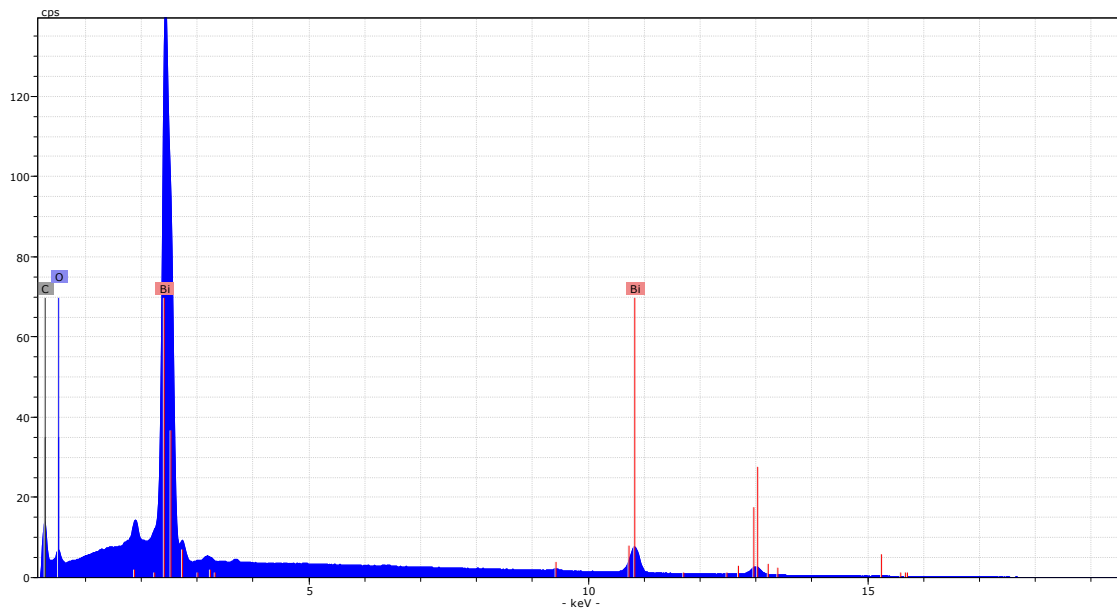
REM-SE-Aufnahme



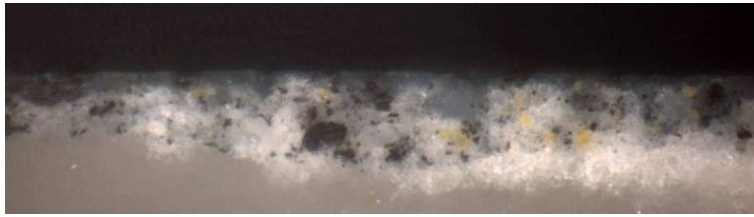
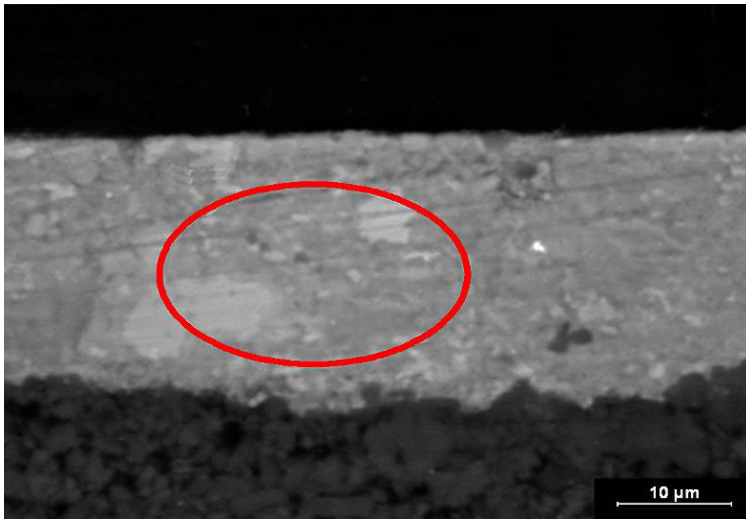
EDX-Messergebnis im markierten Bereich. Wismutkästchen, 16. Jh.; das Wismut liegt in reiner Form vor, das Meßergebnis stimmt mit der hochreinen Vergleichsprobe überein, außer Kohlenstoff und Sauerstoff sind keine Elemente vorhanden.

**Anschliff der Probe 7 (Lehrstuhlkästchen)**PLM-Aufnahme (Bildbreite ca. 230  $\mu$ )

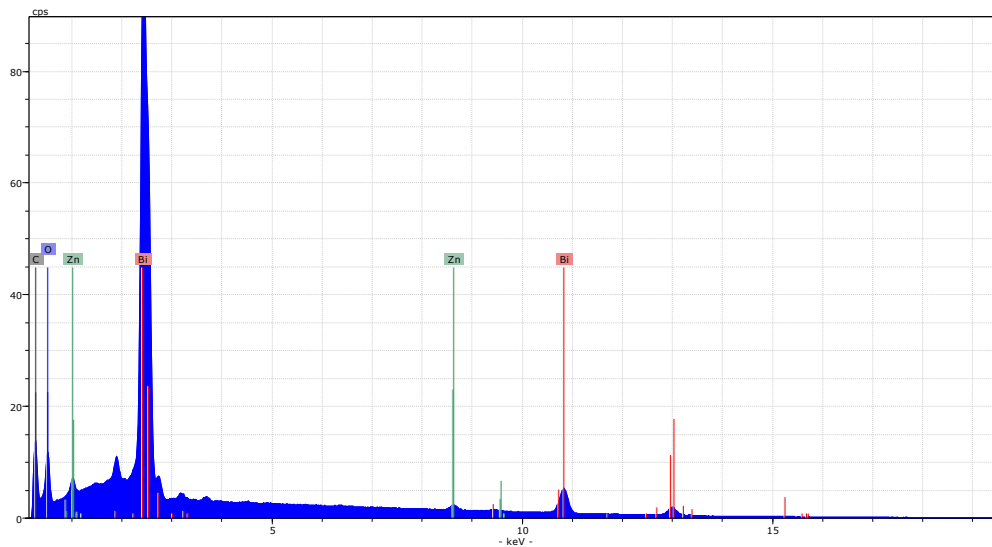
REM-SE-Aufnahme



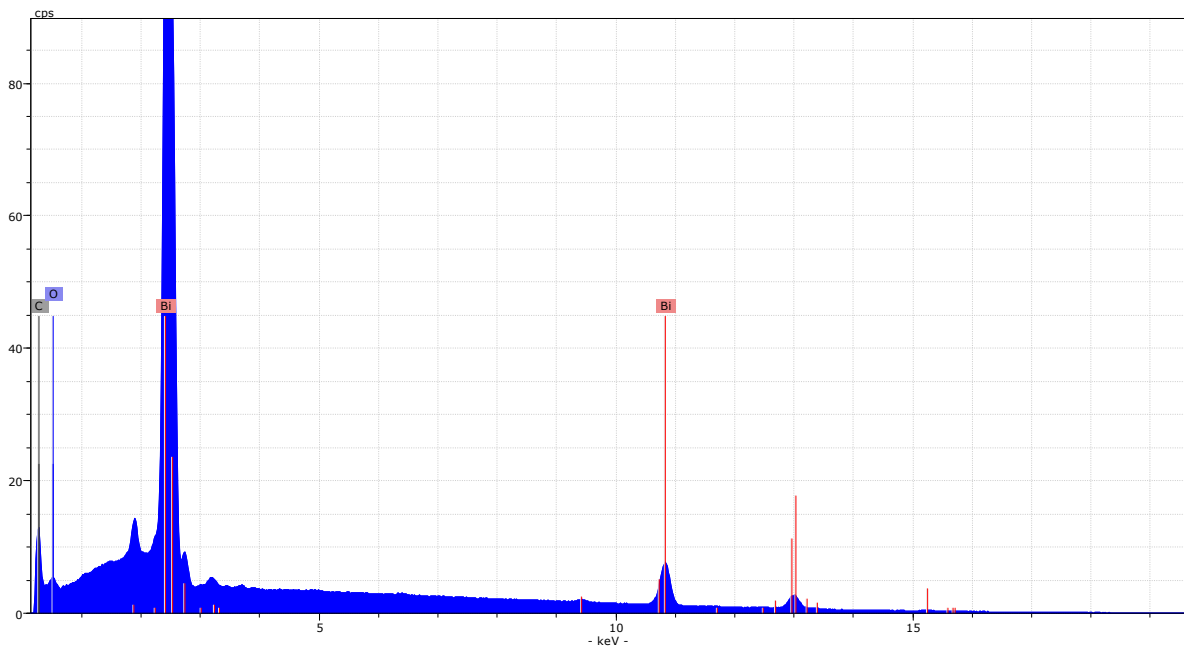
EDX-Messergebnis im markierten Bereich. Wismutkästchen 16. Jh.; das Wismut liegt in sehr reiner Form vor, das Meßergebnis stimmt mit der hochreinen Vergleichsprobe überein, außer Kohlenstoff und Sauerstoff sind keine Elemente vorhanden.

**Anschliff der Probe „Wismutsubnitrat“ (angerieben in 5 %igem Leim)**PLM-Aufnahme  
Bildbreite ca. 230  $\mu$ 

REM-SE-Aufnahme



EDX-Messergebnis im markierten Bereich; Im ausgefällten Wismut findet sich neben Wismut, Kohlenstoff und Sauerstoff auch Zink. Dieses wurde zum Ausfällen des Wismutsubnitrats verwendet, da es anstelle des edleren Wismuts in Lösung geht und das Wismut ausfällt. Demnach befinden sich Reste des Zinks noch immer im ausgefällten Wismutsubnitrat, reines Wismut konnte mit dieser Technik also nicht hergestellt werden.

**Anschliff der Probe „Wismutsubnitrat“ (angerieben in 5 %igem Leim)**

## Verunreinigungen in Wismut

## BALLING 1885, S. 551

Element	Bolivien		Sachsen		Joachimstal	
<b>Bi</b>	99,053	99,069	99,39	99,83	99,39	99,83
<b>Ag</b>	0,083	0,621	0,188	0,075	0,188	0,075
<b>Pb</b>	-	-	-	Spur	-	Spur
<b>Cu</b>	0,258	0,156	0,09	0,04	0,09	0,04
<b>Fe</b>	-	-	-	0,026	-	0,026
<b>As</b>	-	-	0,255	-	0,255	-
<b>S</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Sb</b>	0,559	-				
<b>Au</b>	-	Spur				
<b>Te</b>	-	0,14				

## DAMMER 1887, S. 958

Element	Gediegenes Wismut				
	Peru		Frankreich	Schweden	
<b>Bi</b>	99,914	94,46	99	95,16	91,15
<b>Ag</b>	-	-	-	-	-
<b>Pb</b>	-	-	0,41	-	-
<b>Cu</b>	-	-	-	Spur	Spur
<b>Fe</b>	Spur	-	0,1	1,8	4,03
<b>S</b>	-	0,07	0,06	1,42	2,28
<b>Sb</b>	-	-	0,15	-	-
<b>Sn</b>	-	-	-	-	-
<b>As</b>	-	0,38	0,09	-	-
<b>Au</b>	-	Spur	-	-	-
<b>Te</b>	0,042	5,09	-	-	-
Element	Käufliches Wismut				
	Sächsisches Wismut	Joachimstal	Peru	Australien	
<b>Bi</b>	99,77	99,32	93,37	94,103	
<b>Ag</b>	0,05	0,38	-	-	
<b>Pb</b>	-	0,3	-	-	
<b>Cu</b>	0,08	Spur	2,058	-	
<b>Fe</b>	Spur	Spur		1,944	
<b>S</b>	0,1	-	-	0,43	
<b>Sb</b>	-	-	4,57	2,621	
<b>Sn</b>	-	-		-	
<b>As</b>	-	-	-	0,29	

## GMELIN 1927, S. 19 und GMELIN/KRAUT 1908, S. 937: gereinigte Wismutsorten

Element	Wismut aus den sächsischen Blaufarbenwerken		Sächsisches Wismut (Johann-Georgenstadt?)		Sächsisches Wismut	Böhmisches Wismut	Bolivianisches Wismut	
<b>Bi</b>	99,791	99,745	99,031	99,390	99,77	99,32	99,053	99,069
<b>Ag</b>	0,07	0,066	0,092	0,188	0,05	0,38	0,083	0,621
<b>Pb</b>	0,084	0,108	-	-	-	0,3	-	-
<b>Cu</b>	0,027	0,019	0,308	0,09	0,08	Spur	0,258	0,156
<b>Fe</b>	0,017	Spur	-	-	Spur	99,32	-	-
<b>As</b>	-	0,011	0,504	0,255	-	-	-	-
<b>S</b>	Spur	0,042	-	-	0,1	-	-	-
<b>Se</b>	-	-	Spur	-	-	-	-	-
<b>Sb</b>							0,559	-

## ULLMANN 1932, S. 514

Element	Rohwismut			Raffinat	
	Australien	Bolivien	Peru	Sächsisches Wismut	
<b>Bi</b>	96,2	99,05	93,57	99,74	99,98
<b>Ag</b>	-	0,08	-	0,07	-
<b>Pb</b>	2,1	-	-	0,11	0,06
<b>Cu</b>	0,5	0,26	2,06	0,02	0,03
<b>Fe</b>	0,4	-	-	Spur	Spur
<b>As</b>	Spur	-	-	0,01	Spur
<b>S</b>	-	-	-	0,04	-
<b>Sb</b>	0,8	0,56	4,57	-	-

Die Tabellen verdeutlichen, daß der Wismutgehalt bei allen Untersuchungen von gereinigtem, käuflichem Wismut über 99 % liegt. Die nachgewiesenen Begleitelemente sind minimal.

Bei dem im Erzgebirge gewonnenen Metall beschränken sie sich auf sieben Elemente. Ihr Anteil ist schwankend. Einige Analysen stimmen vollkommen überein, weshalb die Vermutung nahe liegt, daß sie in den jüngeren Veröffentlichungen übernommen wurden oder das Probengestein weitergegeben wurde. So findet man z. B. die beiden Analysen bei DAMMER 1887 schon bei BALLING 1885. Beide bezeichnen die analysierte Probe als „Joachimstaler Wismut“. Bei GMELIN 1927 laufen genau diese Ergebnisse unter „Sächsisches Wismut“ und „Böhmisches Wismut“.

Der Anteil der begleitenden Elemente wechselt vermutlich zwischen den einzelnen Lagerstätten und innerhalb einer Lagerstätte, je nachdem, wo das Wismut abgebaut wurde.

Auf Grund dieser doch deutlichen Schwankungen ist es nicht sinnvoll, die Wismutproben, die im Rasterelektronenmikroskop analysiert wurden, noch weitergehend nach Begleitelemente zu untersuchen, da auch nach einer genaueren Analyse nicht das genaue Abbauggebiet festgelegt werden kann.

Deutlich zu unterscheiden ist das vollkommen gereinigte, käufliche Wismut vom Rohprodukt. Im Rohwismut liegt der Wismutgehalt zwischen 90 und 95 % und man findet eine größere Bandbreite von Begleitelementen.

### Schnelltest zum Nachweis von Wismut

In der Literatur findet man Hinweise, nach denen man Wismut bestimmen kann. Für die meisten dieser Tests sind allerdings große Probemenge oder giftige und somit im Umgang nicht empfehlenswerte Chemikalien notwendig.<sup>137</sup> Der Schwerpunkt dieses Nachweises liegt für Restauratoren meist in der Unterscheidung von Wismut und Silber, da die beiden Metalle wegen des hohen Glanzes und der ähnlichen Farbe verwechselt werden können. Zwei mikrochemische Tests werden ausführlich bei KÖSTER-PFLUGMACHER<sup>138</sup> beschrieben. Diese Versuche wurden nachgestellt, um zu prüfen, ob anhand dieser Tests festzulegen ist, ob es sich beim Ausgangsmaterial um Wismut oder Silber handelt.

### Versuchsaufbau

Ausgangsmaterial ist das in 50 %iger Salpetersäure gelöste Metall:

1. Nullprobe (nur HNO<sub>3</sub> ohne Metall)
2. Wismutpulver
3. Wismut mit Grundierung (dem Malschichtaufbau entsprechend mit Bindemittel usw.)
4. Silber

#### 1. Versuch: Reduktion durch Stannit

„Eine alkalische Lösung von Zinn(II)Salzen gibt mit Wismutsalzen einen schwarzen Niederschlag von Wismut.

Reagenzien: Lösung von Zinn(II)chlorid: 50g SnCl<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O  
NaOH 2 0%

Ausführung: Zu einem Tropfen der Zinn(II)chloridlösung auf einer Tüpfelplatte gebe man zwei Tropfen Lauge und mische einige Sekunden. Dann füge man einen Tropfen der Probelösung hinzu. Bei Anwesenheit von Wismut erscheint ein schwarzer Niederschlag. Die Fällung erfolgt sofort oder doch, bei der Grenzkonzentration, nach einigen Sekunden.

Empfindlichkeit: Grenzkonzentration 100µg / ml<sup>139</sup>

<sup>137</sup> RÖMPP 1999, Bismut; ULLMANN 1932, S. 504; GMELIN 1927, S. 51, S. 84; u. a.

<sup>138</sup> KÖSTER-PFLUGMACHER 1969, S. 23 – 25.

<sup>139</sup> KÖSTER-PFLUGMACHER 1969, S. 23, 24.



## 2. Versuch: Extraktion komplexer Jodide

*In Gegenwart eines Überschusses von Jodid bildet Bi (III) einen orangefarbenen Komplex, der mit zahlreichen organischen Lösemitteln extrahiert werden kann.*

*Reagenzien: Lösung von Natriumhypophosphit, 300g / L  
Lösung von Kaliumjodid, 15 g / L  
Methylisobutylketon (Hexon)*

*Ausführung: In einem Reagenzglas fügt man zu einem Tropfen der Lösung einen Tropfen Hypophosphit und fünf Tropfen Jodid und schüttelt mit fünf bis zehn Tropfen Hexon.*

*Empfindlichkeit: Grenzkonzentration 10 µg/ml<sup>140</sup>*

Die Empfindlichkeit gibt an, wie viel µg Wismut pro 100 ml in der Lösung sein müssen, um zu einem Ergebnis zu kommen. Aus den Angaben wird deutlich, daß die Probe bei dem 2. Versuch demnach deutlich kleiner sein kann als beim 1. Versuch.

## Durchführung und Ergebnis

### 1. Versuch

Zunächst wurde der Versuch nur mit Blattsilber und Wismutpulver durchgeführt. Dabei zeichnete sich schon ab, daß es beim Silber zum selben schwarzen Niederschlag kam, der auch bei der Wismutlösung beobachtet werden konnte. Deswegen wurde der Versuch als ungeeignet abgebrochen.

### 2. Versuch

Anstelle des Natriumhypophosphit wurde Kaliumnitrit verwendet.<sup>141</sup>

Da HNO<sub>3</sub> ein Oxidationsmittel ist, wird eine größere Menge vom Reduktionsmittel Kaliumnitrit auf die Probelösung gegeben als angegeben, um mit einem Kaliumnitritüberschuß reduzierende Bedingungen zu erhalten. Unter oxidierenden Bedingungen würde sich das Jodid zu Jod umwandeln. Beim Einträufeln des Kaliumnitrits auf die Probelösung kommt es zu einer Reaktion (Bläschenbildung). Es wird so viel Nitrit aufgegeben, bis die Reaktion abgeschlossen ist.

Der Versuch wurde mehrfach durchgeführt. Bei einigen dieser Versuche wurde das gewünscht Ergebnis erzielt. Die Unterscheidung von Wismut, Silber und der Nullprobe war bei einigen der Versuche möglich. Die Probe mit Wismut färbte sich nach der Zugabe von Kaliumnitrit und Kaliumjodid bräunlich, nach der Zugabe vom Hexon kommt es zu einer Schichtentrennung, unten ist die Flüssigkeit klar, oben dunkelorange. Die Silberprobe färbte sich nach der Zugabe von Kaliumnitrit und Kaliumjodid hellgelb, durch die Zugabe vom Hexon färbt sich die untere Flüssigkeit hellgelb, die obere Schicht bleibt klar.

Häufig jedoch färbte sich das Silber genau wie das Wismut orange oder braun. Der Test ist stark abhängig von den verwendeten Mengen der einzelnen Reagenzien. Je nachdem, ob man die richtige Menge mit der Pipette gemischt bekommt, kann man im Ergebnis Wismut und Silber voneinander unterscheiden oder auch nicht. Ein leichter Nachweis von Wismut ist demnach mit diesen hier vorgestellten Versuchsaufbauten nicht möglich, der Nachweis ist mit größerem Aufwand verbunden.

<sup>140</sup> KÖSTER-PFLUGMACHER 1969, S. 25.

<sup>141</sup> Nach Dipl. Chemiker Martin Mach, Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, läßt sich mit dieser Lösung dieselbe Reaktion erreichen.

## Darstellung der Ergebnisse

Die Untersuchung der Kästchen belegen Ähnlichkeiten zwischen den einzelnen Kästchen nicht nur in der Konstruktion und in der Darstellung, sondern auch im Malschichtaufbau.

Die verwendeten Holztafeln sind maximal 1 cm dick. Große Unterschiede sind im Gewicht der Kästchen zu finden. Die kleinen Kästchen wiegen nur wenige hundert Gramm. Am schwersten war das Kästchen BNM I 14 / 64. Hier wurde beim Einbau der Schubladen und Türen deutlich mehr Holz verarbeitet als bei den anderen Kästchen.

Alle Kästchen wurden zunächst ganzflächig grundiert (Kreidegrund?)<sup>142</sup>. Einzige Ausnahme bildet Kästchen SLM MK 235, hier verblieb der Bereich, der im geschlossenen Zustand vom überfallenden Rand verdeckt ist holzsichtig.

Auf die Grundierung wurde zunächst das Wismut aufgetragen, großflächig in Bereichen, in denen das Wismut mit den der Wismutmalerei typischen Elementen bemalt wurde oder partiell, wenn das Wismut als gestalterisches Element in die Rahmung oder die Malerei integriert werden sollte.

Insbesondere bei Kästchen, bei denen das Metall als Teil der Malerei auf dem Deckel auftritt, wird deutlich, daß sich der Maler vorab genau überlegt haben muß, mit welchem Motiv er sein Kästchen bemalt und wo genau er Wismut benötigt. Es ist deshalb wahrscheinlich, daß er die Darstellung zuvor auf die Grundierung skizziert hat. Reste solcher Skizzen wurden nicht gefunden, wobei es in den Bereichen, die anschließend mit Wismut übermalt wurden, schwer sein dürfte, den grauen Bleistiftstrich oder das dunkle, durch eine Lochpause gestäubte Pigment von der dunklen Übermalung zu unterscheiden.

Bei dem Bemalen der Wismutflächen lassen sich bei allen Kästchen Ähnlichkeiten im Malschichtaufbau erkennen. Zunächst wurde die Darstellung in den entsprechenden Farben angelegt, anschließend wurden auf diese Farbflächen mit helleren Farben und schwarzen Linien die Details ausgemalt.

Datierungen und Herkunftsbestimmungen sind bei Wismutkästchen schwierig, da die Technik und die Motive über mehrere Jahrhunderte hinweg, unabhängig vom Entstehungsort, ähnlich waren. Die Verbreitung dieser Technik erfolgt vermutlich durch Wanderschaften der Wismutmaler. So läßt sich in der 1613 verfaßten Nürnberger Zunftordnung nachlesen, daß drei der acht genannten Wismutmaler als Heimatort Bad Wildbad angeben, wo die Wismutmalerei schon seit 1514 belegbar ist. Signaturen wurden an keinem Kästchen gefunden.

Auf der glatten, polierten Wismutschicht hat die aufliegende Malerei wenig Halt, weshalb hier häufig Malschichtlockerungen bzw. Malschichtverluste zu beobachten sind.

Die Kornform des Wismuts ist meist eckig, wobei die Ecken teilweise abgerundet sind. Eine Kristallstruktur ist in den gebundenen und polierten Körnern nicht mehr zu erkennen. An der Oberfläche der Wismutschicht sind die Körner deutlich mit hohem Druck gegen die unteren Kornlagen gedrückt worden und dadurch stark verformt. Dies ist ein deutliches Zeichen dafür, daß das Wismut vor der weiteren Bemalung poliert wurde.

Der Übergang zwischen der Wismutschicht und der Grundierung ist bei einigen Kästchen unregelmäßig (SLM MK 234, SLM MK 266). Hier wurde die Grundierung nicht sorgfältig geglättet und die Metallkörner wurden beim Polieren in die Vertiefungen gedrückt.

Mit Ausnahme von SLM MK 233 ist die Wismutschicht um 10 µ dick, was eine bis drei Kornlagen entsprechen. Durch die Politur wurden die Körner teilweise so stark aneinander gepreßt, daß die Korngrenzen nicht mehr ablesbar sind. Die Schicht des Wismuts an der Kleiderborte einer der Personen bei SLM, MK 233 ist mit 60 µ und fünf bis sechs Kornlagen sehr dick.

Anzeichen einer Oxidation oder sonstigen Alterungen vom Wismut konnten in keinem Querschliff gefunden werden.

Auf den Deckeln von Wismutkästchen findet man meist biblische Darstellungen, Blumen oder eine Dame mit einem Herrn. Wappen sind auf einigen Kästchen sowohl auf dem Deckel als auch auf den Seiten, zu finden. Diese Kästchen wurden demnach als Auftragsarbeiten hergestellt.

Die Bemalung auf den Seiten wiederholt sich häufig. So ist das Symbol der Handtreue und Blumen auf sehr vielen Kästchen zu finden.

---

<sup>142</sup> Wahrscheinlich Kreidegrund; es liegen keine Analysen vor.

Die meisten Kästchen haben einen Flachdeckel und sind von schlichter Konstruktion. Schubladen im Inneren sind häufig zu finden, ebenso Kästchen mit Runddeckeln. Wismutmalerei findet man jedoch auch auf Schalen, Dosen, Nähkästchen, Medizinkästchen, Reliquienbildchen, in einer Bibel und auf einem kleinen Flügelaltar.

Die meisten Kästchen sind auf das 16. und 17. Jahrhundert datiert, vereinzelt findet man eine Wismutmalerei aus dem 18. Jahrhundert. Selten ist ein Kästchen über 50 cm breit, die meisten Kästchen weisen eine Breite von 20–40 cm auf.

An den Querschliffen, die den im Rahmen dieser Arbeit entstandenen Aufstrichen entnommen wurden, läßt sich erkennen, daß die Verformung der Wismutkörner mit zunehmendem Druck während des Polierens deutlich zunimmt. Im unpolierten Zustand sind die Wismutkörner rund, sie liegen mit geringer Dichte nebeneinander. Leicht poliert hat die Dichte zwischen den Wismutkörnern zugenommen, die Körner an der Oberfläche sind verformt und an die darunter liegenden Körner gepreßt. Stark poliert hat sich die Dichte an der Oberfläche weiter erhöht, die Körner legen sich so eng umeinander, daß die Korngrenzen teils nicht mehr bestimmbar sind. Auch stark poliert findet eine Verformung der Metallkörner nur im oberen Bereich des Aufstriches statt, die unteren Kornlagen bleiben von der Druckeinwirkung nahezu unberührt. Bei den Aufstrichen wurde das Wismut sehr dick aufgestrichen. Die den Wismutkästchen entnommenen Querschliffe weisen meist eine deutlich dünnere Wismutschicht auf. Hier hat die Verformung der Metallkörner durch die gesamte Schicht stattgefunden hat.

Bei den Streupräparaten fällt auf, daß das käuflich erworbene Wismut eine sehr runde Form hat. Das zerriebene und zerstoßene Metall hat eine überwiegend eckige Kornform, einige Körner sind an den Ecken abgerundet. Wahrscheinlich wurde das gekaufte Wismut deutlich länger mechanisch zerkleinert, wobei sich die Ecken abschliffen und das Korn immer runder und kleiner wurde. Diese Tendenz, daß sich die Körner bei längerer Bearbeitung abrunden, ist auch am bolivischen Wismut zu beobachten. Die Verarbeitung von gereinigtem Wismut zu Metallpulver ist mit geringem Aufwand verbunden und konnte in jeder Werkstatt erfolgen.

Durch die REM/EDX-Analysen läßt sich belegen, daß das Wismutpulver für die Wismutkästchen zuvor von anderen Elementen vollkommen gereinigt wurde. Weitere, noch genauere Analysen wären sinnlos, da sich aufgrund von unterschiedlichen Zusammensetzungen der einzelnen Gänge kein bestimmtes Abbauggebiet festlegen läßt, selbst wenn man andere Elemente finden würde.

Beim Ausfällen von Wismutsubnitrat bleiben Reste vom Zink zurück, die Qualität des Wismuts nimmt deutlich ab. Da in den entnommenen Proben keine Zinkreste zu finden waren, ist davon auszugehen, daß dieses Rezept damals nicht zur Anwendung gekommen ist, sondern, wie SCHIESSL<sup>143</sup> schreibt, eine Erfindung des 20. Jahrhunderts ist.

---

<sup>143</sup> SCHIESSL 1998, S. 84

## Probetafeln: Rezepte mit Wismut in der Kunst

In Quellen finden sich einige Rezepte, in denen Wismut als Bestandteil genannt wird. Nachfolgend werden die wichtigsten Rezepte vorgestellt.

**Handschrift, spätes 14. Jahrhundert (Germanisches Nationalmuseum Nürnberg);** Rezept für Schreiber und Miniaturisten; das ist Wismut wässerig gebunden und poliert:

*„Wiltu scriben, das is gestalt sey zam recht silber, so nym ein ruluer, daz heist wesemut, daz ribe of eynem steyne mit eys weiz, daz is kleyne wirt ader reib is mit gummi arabico als eyn varbe und menge is denne mit dem selben gummi arabico recht zam eyn tinte, das is wol aus der veder gee und reib is denne gar wol mit eym czane, zo wirt is clar und feyn als recht silber.“*

**Kunstabchlein 1535;** Rezept zur Herstellung von Tinte (Musivgold, *argentum musicum*)<sup>144</sup>

*„Argentum musicum.*

*Ein lot zyn zerlaß, und thue darzue j lot Wißmat j lot quecksilber, ruer wol biß es kalt wirt, zerstoß inn einem moerser, reibs auff dem stain, temper, mit gummi wasser, schreyb damit und poliers.“*

Die Musivgoldrezepte (*argentum musicum*) sind im wesentlichen identisch:

Zinn und Wismut werden in der Schmelze in derselben Menge zusammen gegebenen. Diesen Metallen gießt man das (in der Mengenangabe variierende) bis zum Rauchen erhitzte Quecksilber hinzu und rührt bis zum Erkalten bzw. so lange wie möglich. Man kann es auch im noch flüssigen Zustand auf den Reibstein oder in steinernem Mörser gießen und das Gemenge zu silberfarbenem Pulver zerkleinern. Quecksilber vermischt sich leicht und innig mit Zinn. Seine Zugabe soll dem leichteren Zerkleinern der Zinn-Wismut-Legierung dienen. Das Quecksilber verbleibt im Metallpulver und wird nicht abgedampft.

Im **Kunstabchlein** gibt **ANDREAS HELMREICH 1574** ein eigenwilliges Tintenrezept:

*„Item / Nim Wissmath in ein Eisern Löffel / vnd halte den vber ein Feuer / vnd lass jn zergehen / vnd so der zerschmoltzen ist / wirff darunter ein klein Stücklein Speck / der verbrent den vnflät / Vnd so das ausgebrent hat / lass jn kalt werden / vnd thue jn darnach in ein Mörscher / vnd zerstosse jn auff kleinest. Wenn er wol zerstoßen ist / so nim jn darnach / vnd thue jn auff einen Reibstein / mit offt gedachtem Saltz vnd Gummiwasser / vnd reib jn wol vier Stunden nach einander / So das geschehen / thue jn in ein Mörschel / vnd schwemme jn mit warm Wasser / bis das Saltz zerschmiltzet / vnd abgeleutert wird / Darnach leuter jn mit Brunwasser gar rein / bis die Metal oder Wissmat weis zu grunde ligt / vnd das wasser / wie dann angezeigt / lauter ist / vnd temperirs als dann mit Gummiwasser / vnd schreib damit / Lass die Schrift wol trucken werden / vnd polirs in der werme gegen dem Ofen / oder in der Sonnen mit einem Zan.“*

Die Verwendung von Speck findet sich auch in einem Rezept bei **BÖCKLER 1699**:<sup>145</sup>

*„Man nimmet Wißmuth, brennet denselbigen erstlich mit Speck oder Schmeer, dass das schwartze desto besser heraus kommt, hernach im Mörser klein gestossen, und mit Gummi-Wasser auf einem Stein angerieben und geschwämnet, wann es nun rein geläutet ist, thut man es in ein Glaß oder ander sauberes Geschirr, und schreibt damit. Nota: Von dem Fett reinigt sich der Wißmuth, und durch das abschwämmen mit reinem Brunnen-Wasser wird er schön, wird auch mit einem Zahn polirt.“*

Rezept zur Verwendung von Wismut in der Faßmalerei; **STÖCKL**. Eine Skulptur mit Wismutfassung ist allerdings nicht bekannt.<sup>146</sup>

*„Hölzerne Figuren mit Wißmuth zu versilbern.*

*Man gebe der Figur zwey anstriche mit einem reinen hellen Leim, trage nachdem einen schönen weißen Kreidegrund aus, welcher aber auch mit hellem Leim verfestigt wird, und macht davon 2 bis 3 Anstriche. Den Wißmuth schmelzet man in einem Schmelztiegel, ist solcher völlig geschmolzen, so gießt man ihn behutsam ab, damit alles Unreine im Tiegel zurück bleibt, und reibt solchen auf einem sehr harten Reibstein mit hellem Flusswasser ganz fein ab. Zum Auftragen rührt man ihn mit hellem Leim ein, und das etwas stark, trägt solchen auf den weißen Kreidegrund auf. Ist der Auftrag recht*

<sup>144</sup> Auch in: BOLTZ 1549, S. 57 f.

<sup>145</sup> SCHIESSL 1998, S. 84.

<sup>146</sup> STÖCKL 1801, S. 178 f.

*getrocknet, so poliert man es mit einem glatten Zahne, wovon es glänzend und schön wird, als wenn es gut versilbert wäre.“*

BOHRING<sup>147</sup> und SUTTER<sup>148</sup> beschreiben ein Rezept, bei dem das Wismut durch Ausfällen von Wismutsubnitrat gewonnen wird. Nach SCHIESSL<sup>149</sup> wurde die sog. „nasse Methode“ in den 20er Jahren des 20. Jahrhunderts entdeckt.

*Man benötigt:*

- 1. Wismutsubnitrat, ein weißes, locker-flockiges Pulver, welches in Chemiegroßhandlungen oder Apotheken erhältlich ist.*
- 2. sauberes Zinkblech*
- 3. 25%ige Salzsäure*
- 4. destilliertes Wasser*

*In ein sauberes Literglas gibt man 50 g Wismutsubnitrat und übergießt dieses mit 100 ccm Wasser, welches etwa Zimmertemperatur haben sollte. Diese Wismutlösung wird mit einem Glasstab verrührt und 150 ccm Salzsäure hinzugegeben. Weiter verrühren, bis eine klare, leicht gelbliche Lösung entsteht und das Ganze mit 500 ccm Wasser verdünnen.*

*Nun nimmt man ein 5 x 20 cm großes Stück Zinkblech, ätzt dieses mit Salzsäure kurz an und stellt diesen Zinkblechstreifen in die Lösung. Sofort nach dem Eintauchen des Zinkblechstreifens beginnt der chemische Vorgang des Ausfällens; übrigens ein reizvolles Schauspiel. Das im Überschuss vorhandene Zink fällt das Wismutmetall in Form von grauen, flockigem „Wismutschwamm“ aus. Zink, das unedlere von beiden Metallen, geht an Stelle des Wismuts in Lösung über. Wenn kein Wismut mehr ausfällt, also kein Zink mehr in Lösung geht, ist der Prozess des Ausfällens beendet. Das Ganze dauert ungefähr zwei Stunden. Jetzt wird vorsichtig die Säurelösung abgegossen und mit frischem, lauwarmen Wasser (möglichst mit einem Druckstrahl) wieder aufgefüllt und stehgelassen, bis das Wasser wieder klar ist. Der Wismutschwamm muss von der Säure restlos befreit werden. Er wird so lange ausgewaschen, bis sich blaues Lackmuspapier nicht mehr rot färbt. Wenn das letzte Wasser abgegossen ist, wird der Wismutschwamm mit dem Glasläufer verrieben, mit Hasenleim (50 - 1000) abgeleimt und auf einen Kreidegrund, der möglichst aus vier Schichten bestehen sollte, aufgestrichen. Nach 2 – 3 Stunden kann mit dem Achat poliert werden. Falls Wismutschwamm nicht sofort verwendet wird, hebt man ihn in einem dicht verschließbaren Glas auf und übergießt den Wismutschwamm mit verdünntem Alkohol (1 : 1) Das Übergießen des Wismutschwammes mit Alkohol hat den Zweck, das Wismut vor der Oxydation zu schützen.<sup>150</sup> Bei Wiederverwendung gießt man den Alkohol ab und drückt den Wismutschwamm durch ein sauberes, feines Tuch. Etwas Feuchtigkeit soll aber der Wismutschwamm noch erhalten, da er sich so besser verreiben lässt. Der jeweils abgegossene Alkohol kann mehrmals verwendet werden.*

Die „trockene Methode“ nach BORING beschreibt HERRMANN<sup>151</sup>:

*Reines Wismutpulver wird im Diamantmörser zu noch feineren Staub zerstoßen und anschließend durch ein feines Kupfersieb gesiebt. Abgeleimt wird der feine Wismutstaub mit Hasenleim, im Ansatzverhältnis 50 : 1000. Da das Wismut, trotz seiner Feinheit, sich auf Grund seines spezifischen Gewichtes sehr schnell absetzt, muß die Masse während des Auftragens ständig umgerührt werden. Der Aufstrich erfolgt auf einen vierschichtigen Kreidegrund (Stein- oder Champagnerkreide), der zuvor mit Glaspapier glattgeschliffen wird. Wenn der Auftrag nach etwa 6 Stunden trocken ist, kann mit dem Achat poliert werden. Wenn die gewünschte Deckkraft nicht erreicht wird, kann noch ein zweiter Auftrag erfolgen.*

Rezept, bei dem Wismut in eine Leimschicht eingestreut wird; nach MAYR:<sup>152</sup>

<sup>147</sup> BOHRING 1963, S. 107 f.

<sup>148</sup> SUTTER 1963, S. 39 f.

<sup>149</sup> SCHIESSL 1998, S. 84.

<sup>150</sup> Nach dem Ausfällen wurde das im Rahmen dieser Arbeit angefertigte ausgefällte Wismutsubnitrat getrocknet. Während des Trocknens veränderte sich die Farbigekeit des Wismutschwammes von dunkelgrau hin zu einem hellen Grüngrau. In dem von diesem Pulver angefertigten Querschliff finden sich nur vereinzelt Wismutkörner neben gelben und schwarzen Pigmentkörnern. Eine Oxidation an den Wismutkörnern war jedoch nicht zu sehen. Die helle Färbung entsteht eventuell durch Wismutsalze, das Wismut wäre demnach nicht komplett ausgefällt.

<sup>151</sup> HERRMANN 1977, S. 30.

„Streicht man auf Holz einen mäßig dünnen Brei von Kreide mit Leimlösch, lässt diesen erhärten, schleift dann dessen Oberfläche eben, überzieht diese abermals mit dünner Leimlösch und streut jetzt etwas fein gepulvertes Wismut darauf, so lässt sich nach dem Trocknen die bis jetzt noch mattgraue Oberfläche mit dem Polierstahl oder Polierstein leicht zu einem schönen, metallisch glänzenden, zusammenhängenden Metallüberzug umarbeiten. Je härter das Holz ausgewählt ist, je besser die Erhärtung des Kreidegrundes und je ebener die Oberfläche und gleichmäßiger und dünner die Bestreuung mit Wismutpulver ist, desto schneller und besser vollzieht sich die letzte Arbeit mit dem Polierstein.“

#### Auswahl der Rezepte für die Probetafeln

Wegen der Giftigkeit des Quecksilbers kamen die Rezepte zur Herstellung von Musivgold in der Versuchsreihe nicht zur Anwendung.

Die Rezepte von HELMREICH und BÖCKLER kamen mit ihrer Verwendung von Speck auch nicht in die nähere Auswahl. Zwar spricht BÖCKLER von einem reinigenden Effekt, den der Speck auf das Wismut haben soll, aber es bestehen Zweifel, ob es durch Speck tatsächlich zu einer Reinigung kommt.

Es kamen drei Rezepte zur Anwendung: Wismut wurde sowohl angerieben als auch eingestreut, um zu sehen, ob sich die Ergebnisse voneinander unterscheiden und welche Methode bei der Herstellung von den Wismutkästchen wahrscheinlich vorgezogen wurde. Außerdem wurde Wismutsubnitrat ausgefällt, um es mit dem gekauften Wismut zu vergleichen.

#### Aufbringen des Wismuts auf die Probetafeln

Beim Aufbringen des Wismuts auf die Probetafeln traten Probleme auf: Beim Einstreuen des Wismuts sollte der Leim sehr dick aufgetragen sein und das Wismut möglichst schnell eingestreut werden. Nach dem Aufstreuen und Trocknen der Wismutschicht wird das locker aufliegende Wismut abgekehrt. Die Oberfläche ist unregelmäßig dick, da es beim Eintreuen schwer möglich ist, eine konstant dicke Schicht zu erzielen.

Beim Polieren dieser unregelmäßigen Fläche werden die Höhen zuerst geglättet und poliert, während die tiefen Stellen weiterhin matt sind. Nur mit Kraftaufwand läßt sich eine einigermaßen, im Ergebnis jedoch immer noch unbefriedigende, glänzende Oberfläche herstellen. An Stellen, wo der Leim zu dünn aufgetragen oder schon zu weit ausgehärtet war, riß die Wismutschicht auf und ließ sich auch nachträglich nicht mehr schließen.

#### Aufbau der Probetafeln

Die Aufstriche erfolgten auf 15 x 20 cm großen und 1 cm dicke Buchenholztafeln. Auf die Tafeln wurde zunächst eine Leimlösch aufgetragen, darauf ein Kreidegrund (fünfprozentiger Hautleim in Champagner- und Bologneser-Kreide 1:1).

Die ersten drei Aufstriche erfolgten in wässrigem Bindemittel (Hautleim 50:1000 in entmineralisiertem Wasser). Bei dem oberen Aufstrich (a) wurde gekauftes Wismutpulver<sup>153</sup> im Bindemittel angerieben, für den zweiten Aufstrich (b) wurde aus Wismutsubnitrat ausgefalltes Wismut im Leim angerieben und beim unteren Aufstrich (c) wurde das fertig gekaufte Wismutpulver in eine Leimschicht eingestreut. Der linke Bereich der Aufstriche blieb unpoliert, die Mitte wurde poliert und das rechte Drittel poliert und mit einem Goldfirnis<sup>154</sup> versehen.

Um die Farbwirkung, Polierbarkeit und der Glanzgrad von Wismut in verschiedenen Bindemitteln zu testen, wurden drei Tafeln mit je vier verschiedenen Aufstrichen versehen. Auf jede der Holztafeln wurden dieselben vier Bindemittel aufgetragen.

Für eine Tafel wurde fertig gekauftes Wismutpulver mit dem jeweiligen Bindemittel angerieben, bei der nächsten Probetafel wurde das Wismutpulver durch eine Leinwand eingestreut und für die dritte Tafel wurde aus Wismutsubnitrat ausgefalltes Wismut verwendet.

wässriges Bindemittel (5 %iger Hautleim in entmineralisiertem Wasser)	Eitempera <sup>155</sup>
Leinölfirnis	Bienenwachs (gelöste in Shellsol T)
Die Auftragflächen der vier verwendeten Bindemittel	

In der Literatur wird davon gesprochen, daß poliertes Wismut einer Versilberung ähnlich sehe. Durch Goldfirnis wurde versucht, eine Goldwirkung zu erzielen.

Silber auf blauem Bolus	Wismut
Gold auf rotem Bolus	Wismut mit Überzug <sup>156</sup>
Silber und Gold gegenübergestellt	

Verschiedene historische Überzüge (Goldfirnis, Rotlacke) wurde auf einer weiteren Probeplatte getestet, um zu sehen, welcher Überzug der Goldwirkung am ehesten entspricht.<sup>157</sup> Aus der Zeit vom 16.–18. Jahrhundert sind zahlreiche Rezepte

<sup>152</sup> MAYER 1977, S. 70.

<sup>153</sup> 54000 Kremer Pigmente.

<sup>154</sup> Historisches Rezept nach CRÖKER 1763, S. 58.

<sup>155</sup> Feldmann's Eitempera, hergestellt aus: frische Hühnereier, Dammar, Leinöl, Kasein, Borax, Balsamterpentin, Walnußöl, Sikkativ, Spiköl, (79290 Kremer Pigmente)

<sup>156</sup> Mastix gelöst in Ethanol und Leinölfirnis, pigmentiert mit Neapelgelb, italienischem, gelbem Ocker und Bleimennige

für Überzüge überliefert. Es wurden vier verschiedene Rezepte, die in vier verschiedenen Quellen veröffentlicht wurden, ausgewählt und auf eine polierte Wismutschicht aufgestrichen.

Rotlack nach KUNCKEL, 1679 <sup>158</sup>	Goldfirnis nach CRÖKER, 1713 <sup>159</sup>
Goldfirnis aus dem Augsburger Kunstbüchlein, 1535 <sup>160</sup>	Rotlack aus Experimentirte Kunst-Stücke, 1762 <sup>161</sup>
Die Auftragflächen der vier historischen Überzüge	

Auf der ersten Tafel wurde Temperamalerei<sup>162</sup> auf Wismutgrund, auf der zweiten Tafel wurde dieselbe Darstellung auf Silbergrund gemalt, um die Wirkung der Malerei mit verschiedenen Untergründen zu vergleichen. Auf die Metallschicht und als abschließender Überzug wurde ein Überzug nach dem Rezept bei CRÖKER aufgetragen.

### Auswertung der Probetafeln

Drei verschiedene Aufstriche im wässrigen Bindemittel

#### a: Wismut angerieben, unpoliert

Der Wismutauftrag zeigt ein graufarbenes, mattes und homogenes Erscheinungsbild. Bei genauer Betrachtung sieht man einzelne Körner, die erhaben auf der Oberfläche liegen.

Wismut angerieben, poliert

Das Polieren erfolgte in beide Richtungen.

#### Wismut angerieben, poliert mit Überzug (Goldfirnis)

Auch durch den leicht gelblichen Überzug ließ sich der Effekt, der sich um die aus der Oberfläche stehenden Körner gebildet hat, nicht ausgleichen. Durch den Überzug bekommt die polierte Wismutfläche einen warmen Farbton.

#### b: Wismutsubnitrat ausgefällt, unpoliert

Das selbst ausgefällte Wismut unterscheidet sich in seiner Farbigkeit deutlich vom gekauften Wismut. Es ist hellblau-grau, matt und leicht körnig, wodurch die Oberfläche unruhig wirkt.

Wismutsubnitrat ausgefällt, poliert

Beim Polieren reibt sich die obere Schicht des Auftrages ab, die untere wird durch die Politur glänzend blaugrau. Durch die unruhige, körnige Oberfläche gibt es in der polierten Fläche kleine Vertiefungen, die matt und hell stehen bleiben.

Wismutsubnitrat ausgefällt, poliert mit Überzug

Durch den Überzug wirkt der Farbton homogener und wärmer.

#### c: Wismut eingestreut, unpoliert

Der Leim muß für das Einstreuen vom Wismutpulver dick aufgetragen werden, um eine deckende Wismutschicht herzustellen. In den Ecken und entlang der oberen Kante ist die Schicht nicht deckend, die Grundierung scheint zwischen den Körnern durch. Entweder war hier der Leim zu dünn aufgetragen oder er zog so schnell an, daß das Pulver nicht mehr haftete. Die matte, graue Schicht ist etwas dunkler als bei dem angeriebenen Wismut (a). Die Schicht ist bezüglich der Dicke sehr unterschiedlich.

Wismut eingestreut, poliert

Durch die unterschiedlich dicke Wismutschicht bleiben nach der Politur mit dem Achat zahlreiche matte Stellen stehen, da die Vertiefungen mit dem Achat nicht erreicht werden können.

Wismut eingestreut, poliert mit Überzug

Auch durch den Überzug ließ sich die Fleckigkeit der polierten Schicht nicht ausgleichen, das Ergebnis ist nicht überzeugend.

Drei Tafeln mit Aufstrichen in vier verschiedenen Bindemitteln, poliert

#### Wismut angerieben, in wässrigem Bindemittel

Das Polieren erfolgte in beide Richtungen, so wurde ein hoher Glanzgrad erreicht. Teilweise sind die Spuren der Politur in der silbergrauen, stark glänzenden Schicht noch zu sehen. Die erhaben aus der Oberfläche stehenden Körner ließen sich durch das Polieren nicht ganz in die glänzende Fläche eingliedern. Die Höhen sind besonders stark poliert, während die Ränder vom Achat nicht gut erreicht wurden und somit einen etwas matteren, kreisrunden Schatten um die glänzenden Höhen ergaben. Kleine, matte Stellen in der Fläche entstanden durch einen geringen Bindemittelmangel, hier ließ sich das Wismut nicht polieren und riss auf.

<sup>157</sup> Die Umrechnung der Maßangaben in heutige Gewichte erfolgten nach der Umrechnung in der Seminararbeit von Ernst Striebel: KUNSTBÜCHLEIN 1535. Die historischen Begriffe wurden nach BRACHERT 2001 übernommen

<sup>7</sup> KUNCKEL 1679, S. 40: „Gummi-Lacc anderthalb Loth / Therebentin und Calophonien iedes ein halb Loth / Mennig und Zinnober iedes ein halb Quintl. Verfahre wie oben.(Gummi-Lacc und Calophon lasse erstlich zergehen / ob einer sanfften Glut / in einen reinen Tiegelgen / thue den Therbentin daran / und hernach fein mäblig den Zinnober und Mennig / wann solches zuvor aufs kleinste unter einander gerieben / dazu gethan)“

<sup>8</sup> CRÖKER 1713, S. 58: „Ein Gold-Firnis auf allerley Metalle, in Engeland gebräuchlich. Nimm Gummi-Lack, so aus lauter Körnern bestehet, und nicht von einem Stücke ist, ein halb Pfund, Sandarac- oder Wocholder-Gummi ein viertel Pfund, Mastix ein halb Pfund, des besten Drachen-Bluts 1. Loth ... Alle diese Materien wohl und klein gestossen, in ein Glas gethan, und so viel von dem stärksten Brandtwein darüber gegossen, dass er... über obgedachte Species gehe, ...“

<sup>160</sup> KUNSTBÜCHLEIN 1535: S. 10: „Eyn anders. Eyn lot Boli armeni / j. lot weysse gum(m)i / lasse es zerhehn auff eynem kolfewer / thue darein zway lot oel / und wann es sich zeücht wie eyn faden / so hat es genug.“

<sup>161</sup> EXPERIMENTIRTE KUNST-STÜCKE 1762, S. 345: „Von der rothen Lack-Arbeit. ... nimmi 2 Theile Zinnober, und 1 Theil Drachen-Blut, reibt solches auf einem Reibstein mit dem schönsten und stärksten Firnis wohl ab“

<sup>162</sup> Eitempera nach WEHLTE 1967: 1 Raumteil Vollei, 0,5 Raumteile Leinöl, 0,5 Raumteile Dammar in Terpentinöl.

Wismut, angerieben in Eitempera

Der Glanz der Schicht ist unterschiedlich. Der hohe Glanz des wässrigen Bindemittels wird bei weitem nicht erreicht.

Wismut, angerieben in Leinöl

In Leinöl verklumpt das Wismut. Die Oberfläche ist unruhig, die Farbe dunkel, fast schwarz. Der Glanz rührt ausschließlich vom Öl her.

Wismut, angerieben in Wachs

In Wachs erzielt man eine mittelgraue, glatte Fläche mit mittleren Glanzgrad.

Wismutsubnitrat ausgefällt und angerieben, in wässrigem Bindemittel

Beim Polieren reibt sich die obere Schicht des Auftrages ab, die untere wird durch die Politur glänzend blaugrau. Durch die unruhige, körnige Oberfläche gibt es in der polierten Fläche kleine Vertiefungen, die matt und hell stehen bleiben.

Wismutsubnitrat ausgefällt und angerieben in Eitempera

Die Farbe ist unregelmäßig, in einer grün-gräulichen Fläche sieht man einzelne schwarze und weiße Pigmente. Der Glanzgrad ist gering und unregelmäßig, die Oberfläche glatt.

Wismutsubnitrat ausgefällt und angerieben in Leinöl

In Leinöl verklumpt das Wismut. Die Farbe ist hellblaugrau. Der Glanz rührt ausschließlich vom Öl her. Die Oberfläche ist sehr unruhig rau.

Wismutsubnitrat ausgefällt und angerieben in Wachs

Die deutliche Struktur erfolgt durch den Auftrag, die Farbe ist weiß bis hellgrau mit schwarzen Einsprenkelungen. Der Glanzgrad ist mittelmäßig.

Wismut eingestreut, in wässrigem Bindemittel

Durch die unterschiedlich dicke Wismutschicht bleiben nach der Politur mit dem Achat zahlreiche matte Stellen stehen, da die Vertiefungen mit dem Achat nicht erreicht werden können.

Wismut eingestreut, in Eitempera

Die Farbe ist ein mittleres Grau, die Oberfläche wirkt stumpf und nahezu glanzlos. Nicht polierbare Vertiefungen in der aufgestreuten Schicht erscheinen etwas dunkler. Die Politur hinterließ eine deutliche Struktur in der Oberfläche.

Wismut eingestreut, in Leinöl

Der Glanz rührt ausschließlich vom Öl her, die Fläche ließ sich nach dem Trocknen nicht polieren. An den Stellen, an denen das Wismutpulver vollständig vom Bindemittel umschlossen wurde, ist die Oberfläche fast schwarz und glänzend, wo das Pulver auf dem Bindemittel liegt, ist sie dunkelgrau und matt.

Wismut eingestreut, in Wachs

Der Glanzgrad und die Farbigkeit sind sehr unterschiedlich, wodurch die Fläche ein sehr unruhiges Erscheinungsbild hat. Teils ist die Oberfläche leicht glänzend und grau, die Stellen, die sich nicht so gut polieren ließen, matt und grünlich. Durch das Polieren ist die Oberfläche an einigen Stellen aufgerissen.

Wismut, Silber und Gold gegenübergestellt

Silber ist deutlicher heller und hat einen höheren Glanzgrad als das dunklere, gräuliche Wismut.

Auf die Wismutschicht, die zum Vergleich mit der Goldschicht dient, wurde ein dem Gold möglichst ähnlicher Farbton aufgetragen. Der Auftrag erfolgte nur sehr dünn, um das Wismut durchscheinen zu sehen. Deshalb ist die Farbe sehr dunkel, durch den Überzug nimmt der Glanzgrad des Wismuts deutlich ab. Durch den stark pigmentierten Überzug treten die Unebenheiten in der Wismutfläche deutlicher hervor als ohne Überzug. Die Oberfläche wirkt schmutzig, da ein gleichmäßiges Auftragen des Überzuges nicht möglich war.

Verschiedene historische Überzüge

Der Überzug nach KUNCKEL und aus dem *Kunstabwischen* ließen sich im Wasserbad nicht lösen. Deswegen wurden die Zutaten in Ethanol gelöst.

Der Rotlack nach KUNCKEL hat einen orangen Farbton. Nach dem Trocknen: mittelmäßiger Glanz. Einen leicht gelblichen, klaren Überzug nennt CRÖKER. Der Auftrag ist gleichmäßig, der Glanz hoch. Der Goldfirmis nach dem Rezept im *Augsburger Kunstabwischen* ist rot. Der Auftrag ist streifig, der Glanz mittelmäßig. Der gleichmäßige Auftrag vom Rotlack nach *Experimentierte Kunst-Stücke* ist leicht rötlich, der Auftrag streifig und der Glanz mittelmäßig.

## Ergebnisse

Das Auftragen des Wismuts bedarf Übung, um eine gleichmäßige Wismutschicht zu erhalten. Das Wismut ist zügig mit einem breiten Pinsel auf einer genügend gebundenen Grundierung aufzutragen. Die Grundierung erlaubt im Gegensatz zu Grundierungen für Vergoldungen oder Versilberungen geringe Unregelmäßigkeiten, da die Wismutschicht dicker aufgetragen wird als das Blattmetall. Der Kraftaufwand für die Politur der Wismutschicht ist deutlich höher als beim Polieren von Blattmetall. Beim Wismut erreicht man durch das Polieren in beide Richtungen den höchsten Glanzgrad. An den untersuchten Wismutkästchen war die Polierrichtung nicht erkennbar.

Nur mit einem wässrigem Bindemittel lassen sich hoher Glanzgrad und silbrige Farbe erreichen.

Die Verwendung von ausgefälltem Wismutsubnitrat ist an historischen Kästchen nicht anzunehmen. Die Farbigkeit, insbesondere im unpolierten Zustand, ist sehr unterschiedlich im Vergleich zum gekauften Wismutpulver. Die helle Färbung entsteht eventuell durch Wismutsalze oder Fremdpartikeln, die sich bei der Ausfällung mit im Glas angesammelt haben. Poliert ist der



Unterschied in der Farbigkeit nicht gravierend. Trotzdem macht die Verwendung von ausgefälltem Wismutsubnitrat keinen Sinn, da das Wismutsubnitrat durch Ausfällen von Wismut bzw. Wismut (III)-oxid gewonnen wird<sup>163</sup>.

Das Einstreuen von Wismut in Leim ist unwahrscheinlich. Die Oberfläche wird bei dieser Technik unruhig und weist zahlreiche matte Stellen auf, die nicht poliert werden können. Auch durch einen Überzug läßt sich das Ergebnis nicht verbessern.

Keiner der farbigen Überzüge erinnert von der Farbigkeit an Gold. Der Überzug nach CRÖKER ist farblich nicht intensiv genug, die anderen Überzüge tendieren vom Farbton her zu Rot. Der Glanz ist beim Goldfirnis nach CRÖKER am höchsten, hier ist der Auftrag auch am gleichmäßigsten.

Ein Goldton ist auf Wismut nicht erreichbar, da das deutlich dunklere Wismut durchleuchtet und die Farbwirkung immer dunkler als die des Goldes ist. Es ist zu vermuten, daß sich bei den Überzügen, die Dammar oder Mastix enthalten, durch deren Alterung die Gelbfärbung intensiviert und sich der Farbton dem Gold annähert.

Es gibt einen deutlichen Farbkontrast in der Farbwirkung der beiden Tafeln mit Malerei auf Wismut und Silber. Aus diesem Grund ist nicht anzunehmen, daß das Wismut als Ersatz für eine Versilberung anzusehen ist.

Bei Wismutmalerei ist auch ein farbloser Überzug sinnvoll, da dadurch die empfindliche Metallschicht kleine Korrekturen zuläßt. Außerdem bietet der Überzüge einen Schutz.

---

<sup>163</sup> HERING 200, S. 219: *Löst man Bismut oder Bismut(iii)oxid in Salpetersäure auf, so scheiden sich aus der eingedampften Lösung große, durchscheinende, farblose Kristalle der Zusammensetzung  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  aus. Durch Wasser werden diese Salze zu basischen Salzen der Form  $\text{Bi}[\text{O}|\text{NO}_3] \cdot x\text{H}_2\text{O}$  hydrolisiert.* Formel von Wismutsubnitrat, richtiger basisches Wismutnitrat:  $\text{Bi}[\text{O}|\text{NO}_3] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

## Zusammenfassung

Wismut ist das am weitesten verbreitete Metall, der Abbau lohnt sich aber nur an wenigen Stellen. In Europa findet man im Erzgebirge die größten Vorkommen.

In Quellen des 13. Jahrhunderts wurde das Metall erstmals erwähnt, seine Eigenschaften als Metall und die Gewinnung wurden von AGRICOLA im 16. Jahrhundert ausführlich beschrieben. Erst im späten 18. Jahrhundert wird es chemisch genau untersucht. Zu dieser Zeit entdeckte man auch die Eigenschaft von Wismut, daß seine Legierungen mit Zinn und Blei einen sehr niedren Schmelzpunkt haben. Diese Eigenschaft nutzt man heute noch für Sicherheitsverschlüsse an Dampfkesseln und zum Verschließen von Sprinkleranlagen.

Erstmals in der Kunst wird Wismutpulver zum Imitieren von Tinte im 14. Jahrhundert verwendet. GUTENBERG entdeckte die Wismutlegierung zum Herstellen seiner Lettern. Da sich das Metall beim Erstarren ausdehnt, konnten die Matrizen genau abgeformt werden. Zudem wurde die Legierung nach dem Abkühlen besonders hart, so daß sie trotz der hohen Belastung in der Druckerpresse häufig wiederverwendet werden konnten. In der Alchemie kam Wismut eine besondere Bedeutung zu. In der Medizin ist es als Hautwundsalbe, zur Bekämpfung von Syphilis und gegen Magenkrankheiten verabreicht worden.

## Malerei auf Wismut

Die ersten Wismutkästchen werden etwa in die Zeit datiert, in der auch die erste Wismutzeche in Quellen belegt ist. Datierung und Provenienzbestimmung sind bei Wismutkästchen schwierig, da die Technik und die Motive der Darstellung über Jahrhunderte hinweg mit wenigen Änderungen ausgeführt wurden. An einigen Kästchen des späten 16. Jahrhunderts finden sich Datierungen auf dem Deckel. Die Deckel der Kästchen sind häufig mit einer Darstellung versehen, an den Seiten befinden sich meist kleine Blumen, große, stilisierte Blüten und häufig das Symbol der Handtreue mit Herzen und Maiglöckchen. Die Produktionsorte, in denen Wismutkästchen hergestellt wurden, lagen entweder in unmittelbarer Nähe zu einem Abbaugelände oder der Produktionsort war eine große Handelsstadt, in der es möglicherweise einen Markt für Wismut gab.

## Kristallsystem

Im Schneeberger Wismuterz ist erkennbar, daß der Wismutkristall einen rechten Winkel besitzt. Aufnahmen im REM belegen, daß mindestens einer der drei Winkel ungleich  $90^\circ$  ist. Demnach kann es sich bei Wismut nicht um ein rhombisches Kristallsystem handeln, da es hier nur rechte Winkel und ungleiche Längen gibt. Auch ein trigonales Kristallsystem kommt nicht in Frage. Demnach ist es wahrscheinlich, daß Wismut ein hexagonales Kristallsystem besitzt.<sup>164</sup>

## Bindemittel für Wismutpulver

Einzig im wässrigen Bindemittel läßt sich das Metall so polieren.

## Aufbringen vom Wismut auf die Grundierung

Wahrscheinlich wurde Wismut im Bindemittel angerieben und mit dem Pinsel aufgestrichen. Beim Einstreuen des Metalls wird die Schicht sehr unterschiedlich stark, die lose aufliegenden Metallreste müssen abgebürstet werden. Man benötigt mehr Wismut als beim Anreiben, zudem wird die Schicht unruhiger, da sich die Tiefen in der Schicht nur schlecht polieren lassen und sich somit matte Stellen die glänzende Schicht störend unterbrechen. Im Gegensatz zu einer Blattmetallaufgabe erlaubt das Aufstreichen des Wismutpulvers leichte Unebenheiten in Grundierung auszugleichen. Das Wismut wurde stets vor weiteren Malschichten auf die Grundierung aufgetragen. Das belegt, daß das Motiv an den Kästchen, bei denen das Metall auf dem Deckel nur partiell aufgetragen wurde, zuvor genau geplant sein mußte.

Die für die Kästchen verwendeten Wismutkörner sind meist eckig, die Ecken zum Teil gerundet. Je länger das Metall zerrieben wird, um so mehr runden sich die Ecken ab. Das heute mechanisch hergestellte Metallpulver besteht aus vollkommen runden Körnern. Unpoliert ist die Wismutschicht

---

<sup>164</sup> WÜLFERT 1999, S. 104: hexagonales Kristallsystem: 2 gleiche Winkel, 2 gleiche Längen.

matt und grau, der Glanz kommt durch die Politur. Deswegen wird die Oberfläche des aufgestrichenen Metalls mit einem Zahn oder Achat poliert. Dadurch kommt es zu einer Verdichtung, die sehr weichen Metallkörner werden so stark verformt, daß die Korngrenzen bisweilen nicht mehr erkennbar sind. Meist ist die Metallschicht um 10 µ dick und besteht aus zwei bis drei Kornlagen.

### **REM/EDX – Analysen**

Das Wismutkorn im Erz ist mit Arsen und Nickel verunreinigt. Diese Verunreinigungen werden bei der Gewinnung entfernt, handelsübliches Wismut ist absolut rein. Auch das Wismut an den Kästchen zeigt keinerlei Verunreinigungen.

### **Verwendung von Wismutsubnitrat an Wismutkästchen**

Es gibt keine Anhaltspunkte dafür, daß an Wismutkästchen ausgefälltes Wismutsubnitrat verwendet wurde. In den REM/EDX-Analysen liegt das an den Wismutkästchen verwendete Metall rein vor. Dagegen zeigt die Analyse des ausgefällten Wismuts deutliche Reste von Zink, das für die Ausfällung verwendet wurde. Die Farbigekeit des ausgefällten Metalls unterscheidet sich deutlich vom reinen, gekauften Produkt. Wismutsubnitrat wird durch Ausfällen von Wismut bzw. Wismut (III)-oxid gewonnen. Es ist unwahrscheinlich, daß im 16. bis 18. Jahrhundert Wismut ausgefällt wurde, um es durch nochmaliges Ausfällen in schlechterer Qualität wieder zu gewinnen. Eine Verwendung von Wismutsubnitrat für die Herstellung von Wismutkästchen ist nicht ratsam.

### **Überzug auf Wismut**

Bei einer Malerei auf Wismut ist auch ein farbloser Überzug sinnvoll, da dadurch die wässrig gebundene, empfindliche Metallschicht geschützt wird. Auf der aufliegenden Malerei können kleine Korrekturen vorgenommen werden. Der Überzug dient nicht, wie häufig angenommen<sup>165</sup>, als Schutz vor Oxidation. Das Wismut ist im polierten Zustand von Beginn an dunkler als Silber. Anzeichen einer Oxidation konnten an keinem Kästchen nachgewiesen werden. Wismut ist grundsätzlich deutlich dunkler als Silber.

### **Wismut als Ersatz für Gold und Silber?**

Es konnten keine Preisvergleiche von Wismut, Gold und Silber aus der Zeit gefunden werden, in der Wismutkästchen produziert wurden. Im späten 19. Jahrhundert hatte man durch die Verwendung von Wismut anstelle von Blattsilber aufgrund der höheren Schichtdicke des Wismuts keine Preisersparnis. Wenn überhaupt von einer Preisersparnis gesprochen werden kann, dann zu Beginn des 19. Jahrhunderts, als Wismut noch billiger war. Silber hat einen deutlich höheren Glanzgrad und ist deutlich heller als Wismut. Die Wirkung von Malerei auf einem silbernen Untergrund unterscheidet sich stark von der Wirkung auf einem Wismutuntergrund. Bei der Malerei auf der hellen Silberfläche fallen die dunklen Farbtöne stark auf, während sich die hellen Farben nur geringfügig vom Untergrund abheben. Bei einer Malerei auf Wismut ist es genau umgekehrt: Die dunklen Farbtöne werden vom Wismut geschluckt und sind nur schwer erkennbar, die hellen Farbtöne heben sich deutlich vom Untergrund ab.

Es wurde kein Überzug für das Wismut gefunden, mit dem Gold gut imitiert werden könnte. Da Wismut dunkler als Gold ist, müßte der Überzug sehr deckend aufgetragen werden, wodurch der Glanz reduziert wird. Bei einem dünnen Überzug scheint das Wismut so dunkel durch, daß die Farbe nicht an Gold erinnert. Wegen dieser deutlich unterschiedlichen Farbwirkung ist nicht davon auszugehen, daß Wismut als billiger Ersatz von Silber oder Gold verwendet wurde. Die Wismutmalerei ist als eine eigene Technik anzusehen.

### **Schnelltest zum Nachweis von Wismut**

Ein Schnelltest zum Nachweis von Wismut konnte nicht gefunden werden.

---

<sup>165</sup> Z. B. bei APPUHN 1986, S. 791.

## Literatur

- ACHTEN, BERND: *Moderne Gastritis- und Ulkustherapie mit Wismut*, München 1990
- AGRICOLA, GEORG: *De re metallica*, Übersetzung von CARL SCHIFFER ET AL.: *Georg Agricola: Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen*, Berlin 1928, S. 374–380 (9. Buch)
- APPUHN, HORST: *Kleine Kästchen mit Malerei auf Wismutgrund*, in: *Die Renaissance im deutschen Südwesten*, Ausst. Bad. Landesmuseum Karlsruhe 1986, S. 791–801
- BALLING, CARL: *Die Metallhüttenkunde*, Berlin 1885, S. 545-551
- BAYLISS, PETER: *Glossary of obsolete Minerals Names*, Tuscon (Arizona) 2000
- BERGER, ERNST: *Renaissance und deren Folgezeit*, München 1901
- BERSCH, JOSEF: *Lexikon Metalltechnik. Handbuch für alle Gewerbetreibende und Künstler auf metallurgischem Gebiete*, Leipzig 1900
- BOEHN, MAX VON: *Die Mode: Eine Kulturgeschichte vom Mittelalter bis zum Barock*, München 1976
- BORING, LOTHAR: *Wismut für heutiges Gestalten?* in: *Restauro* 4, 1963
- BOLTZ, VALENTIN: *Illuminierbuch*, 1549
- BRACHERT, THOMAS: *Lexikon historischer Maltechniken*, München 2001
- BUCHNER, GEORG: *Über Wismutmalerei*, in: Bayer. Industrie- und Gewerbeblatt, 1908, S. 121–122
- CRÖKER, JOHANN MELCHIOR: *Der wohl anführende Mahler*, Jena 1736
- DAMMAR, OTTO: *Illustriertes Lexikon der Verfälschungen und Verunreinigungen der Nahrungs- und Genussmittel*, Leipzig 1887
- DARMSTAEDTER, ERNST: *Berg-, Probir- und Kunstbüchlein*, München 1926
- DEGELER, SUSANNE: *Wismut und die Geschichte der Wismutmalerei*, in: *Restauro* 2, 1963, S. 33–38
- DIETRICH, EWALD V.: *Kurze Übersicht der Geschichte des Bergbaues im königlich sächsischen Erzgebirge*, Annaberg 1822
- ANONYMUS: *Experimentirte Kunst-Stücke*, Zittau / Leipzig 1762
- GERHARDT, CLAU W.: *Geschichte der Druckverfahren, Teil II: Der Buchdruck*, Stuttgart 1975
- GMELIN, JOHANN FRIEDRICH: *Geschichte der Künste und Wissenschaften seit der Wiederherstellung derselben bis an das Ende des 18. Jahrhunderts*, 8. Abt., II. Geschichte der Chemie, 1. Bd., Göttingen 1797, S. 83–96, 136–141
- GMELINS *Handbuch der anorganischen Chemie*, Bd. 19: Wismut und radioaktive Isotope, Berlin 1927
- GMELIN-KRAUT'S *Handbuch der anorganischen Chemie*, Bd. III, Abt. 2, Heidelberg 1908, S. 934–949
- GOLD, RENATE: *Reconstruction and Analysis of Bismuth Painting*, in *Painted Wood: History and Conservation*, Virginia 1994, S. 166–178
- GROTH, P.: *Tabellarische Übersicht der Mineralien nach ihrer krystallographisch-chemischen Beziehung*, 3. Aufl., Braunschweig 1889
- GRUNDMANN, GÜNTER: *Sondermetalle, Sonderschau der TUM*
- HAENIG, A.: *Der Erz und Metallmarkt*, Stuttgart 1910
- HELMREICH, ANDREAS: *Kunstbüchlin wie man auff Marmelstein, Kupffer, Messing, Zihn, Stal, ... und Waffen etc. Etzen und künstlich vergülden sol.*, Wittenberg 1574
- HERING, BERND: *Weißer Farbmittel*, Fürth 2000
- HERRMANN, CHRISTIAN: *Ein Beitrag zur Geschichte und Technik der Wismutmalerei*, Dipl.-Arbeit Stuttgart 1977
- JAKOB, FRIEDRICH: *Die Orgel und das Metall*, in: Neujahrsblatt der Orgelbau Th. Kuhn AG, Maunedorf, 1998
- KELLNER, HANS: *Das Arbeiten mit Blattgold*, München 1996
- KITTEL, HANS: *Pigmente: Herstellung, Eigenschaften, Anwendung*, Stuttgart 1960
- KÖSTER-PFLUGMACHER, A.: *Qualitative Schnellanalyse der Kationen und Anionen*, Berlin 1969
- [KOSMOS HANDWEISER FÜR NATURFREUNDE: *Wismut als Waffe gegen die Syphilis*, Stuttgart 1924
- KRETSCHMER, ALBERT: *Die Trachten der Völker*, Leipzig 1906
- KUGLER, JENS; SCHREIBER, WOLFGANG: *Das beste Erz ... eine Bergbauhistorische Reise durch das sächsische Erzgebirge*, Haltern 1992
- KUNCKEL, JOHANNIS: *Vollkommene Glasmacher-Kunst*, Frankfurt, Leipzig, 1679
- *Augsburger Kunstbüchlein* von 1535, Seminararbeit Ernst Striebel (MS), Lehrstuhl für Restaurierung, TUM
- LANG, JOHANNA: *Wismutmalerei*, Seminararbeit am Lehrstuhl für Restaurierung, TUM, WS 2001/02
- LANZ, HANS: *Kästchen mit Wismutmalerei* in: Schweizerische Volkskunst, Basel 1967; in: Mayer, Katharina: *Wismutmalerei*. Diplomarbeit Akademie der Bildenden Künste, Wien 1977
- LAVER, JAMES: *Das Kostüm / Eine Geschichte der Mode, Renaissance und Frühbarock*, München 1951
- LIPPMANN, EDMUND O. VON: *Die Geschichte des Wismuts zwischen 1400 und 1800. Ein Beitrag zur Geschichte der Technologie und der Kultur*, Berlin 1930
- LÜSCHEN, HANS: *Die Namen der Steine: Das Mineralienreich im Spiegel der Sprache*, München 1968
- MATTEINI, MAURO; MOLES, ARCANGELO: *Naturwissenschaftliche Untersuchungsmethoden in der Restaurierung*, München 1990
- MAYER, KATHARINA: *Wismutmalerei*, Diplomarbeit Akademie der Bildenden Künste, Wien 1977
- MORTIMER, CHARLES: *Chemie: Das Basiswissen der Chemie*, Stuttgart 1986
- MÜHLBAUER, STEPHANIE: *Neue Impulse für ein altes Therapieprinzip: Wismut in der Gastroenterologie*; in: Fortschritte der Medizin, 28, München 1990
- PRESCHER, H.: *Beiträge zur Geschichte der Mineraliensammlungen und des Bergbaus im 16. und frühen 17. Jahrhundert*, Leipzig
- RAMDOHR, PAUL: *Die Erzminerale und ihre Verwachsungen*, Berlin 1960

- KÜHN, HERMANN; ROOSEN-RUNGE, HEINZ; STRAUB, ROLF E.; KOLLER, MANFRED: *Reclams Handbuch der künstlerischen Techniken, I. Band: Farbmittel, Buchmalerei, Tafel- und Leinwandmalerei*
- *Römpp Lexikon Chemie*
- RÖSLER, HANS JÜRGEN: *Lehrbuch der Mineralogie*, Leipzig 1979
- RÖSSING, ADALBERT: *Geschichte der Metalle*, Berlin 1901
- ROOSEN-RUNGE, HEINZ; PLOSS, EMIL ERNST; SCHIPPERGES, HEINRICH; BUNTZ, HERWIG: *Alchimia. Ideologie und Technologie*, München 1970
- SCHIESSL, ULRICH: *Techniken der Fassmalerei in Barock und Rokoko*, Stuttgart 1998
- STEIN, OTTO: *Untersuchung über neue Wege zur Aufbereitung der sächsischen Wismuerze*, Diss. Freiberg 1930
- STÖCKL, HF. A.: *Praktisches Handbuch für Künstler, Lackir Liebhaber und Oehlfarben-Anstreicher*. Neuste ganz umgearb. Aufl. Nürnberg 1801
- *Strassburger Manuskript*, 1. H. 15. Jh., in: SCHIESSL 1998
- SUTTER, JOSEPH: *Wismutmalerei und ihre Technik*, in: *Restaura* 2, 1963, S. 39–42
- THIEL, ERIKA: *Geschichte des Kostüms, Die europäische Mode von den Anfängen bis zur Gegenwart*, Berlin 1980
- ULLMANN, FRITZ: *Enzyklopädie der technischen Chemie*, Berlin 1932
- WAAGEN, LUKAS: *Bergbau und Bergwirtschaft*, Wien 1919
- WAGENBRETH, OTTFRIED; WÄCHTLER, EBERHARD; BECKE, ANDREAS; DOUFFET, HEINRICH; JOBST, WOLFGANG: *Bergbau im Erzgebirge. Technische Denkmale und Geschichte*, Leipzig 1990
- WEHLTE, KURT: *Werkstoffe und Techniken der Malerei*, Ravensburg 1967
- WÜLFERT, STEFAN: *Der Blick ins Bild: Lichtmikroskopische Methoden zur Untersuchung von Bildaufbau, Fasern und Pigmenten*, Ravensburg 1999
- WULLSCHLEGER, SONJA: *Wismut und Wismutmalerei einst und heute. Ein vergessenes Kunsthandwerk*, Schaffhausen 1996
- ZEDLER, JOHANN HEINRICH: *Großes und vollständiges Universa- Lexikon aller Wissenschaften und Künste*, 64 Bd., Leipzig, Halle 1743 – 60

[INTERNET GALLERIES]

<http://galleries.com/minerals/elements/bismuth/bismuth.htm>

[INTERNET CRYSTALGROWING]

[www.crystalgrowing.com/bismuth/wismut.htm](http://www.crystalgrowing.com/bismuth/wismut.htm)

[INTERNET BATH]

<http://home.t-online.de/home/Mich.Barth/Heimaforschung/wismut.htm>

## Fotoanhang

Aufgrund der hohen Anzahl an Fotografien zum Dokumentieren der untersuchten Wismutkästchen und der Querschliffe, sind diese nicht in den Text, sondern in diesem Kapitel eingearbeitet.

### Fotos zu 4.2.1: Kästchen aus Privatbesitz



Deckel mit der Darstellung: Hochzeit von Kana  
Am Deckel wurde Wismut nur partiell eingesetzt,  
um bestimmte Bereiche der Darstellung zu betonen



Vorderseite des Kästchens



Abbildung der rechten Seite des Kästchens



Rückseite des Kästchens



Abbildung der linken Seite des Kästchens

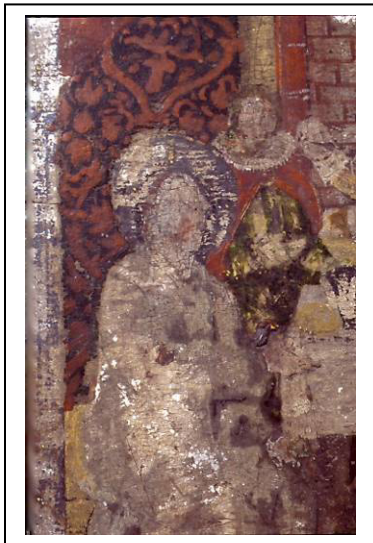
Auf den Seiten liegt eine großflächige Wismutschicht, auf der die Darstellung aufgetragen wurde.  
Im Randbereich ist die Wismutschicht ausgespart.



Datierung auf dem Kästchen über den Säulen



Inschrift auf dem Deckel



Darstellung des Jesus auf dem Deckel. Im Heiligenschein sind noch Reste eines Nimbus zu sehen



Detail rechte Seite, oberes, linkes Eck: Es ist deutlich zu erkennen, dass sich die Wismutschicht unter dem Rot fortsetzt



Detail rechte Seite, unteres, rechtes Eck: Die Wismutschicht wurde bis zur weißen, inneren Linie aufgetragen, unter dem Grün ist sie ausgespart



Rechte Seite: der sekundäre Überzug ist unter dem Überfallenden Rand ausgespart<sup>166</sup>



Alte flache Metallstifte und neue Nägel mit runden Köpfen sind am Kästchen zu finden



Englische Schule um 1575<sup>167</sup>



Gemälde aus 1572

<sup>166</sup> Das Kästchen kann mit geschlossenem Deckel in den Lehrstuhl, wahrscheinlich war es auch schon verschlossen, als dieser Überzug aufgetragen wurde.

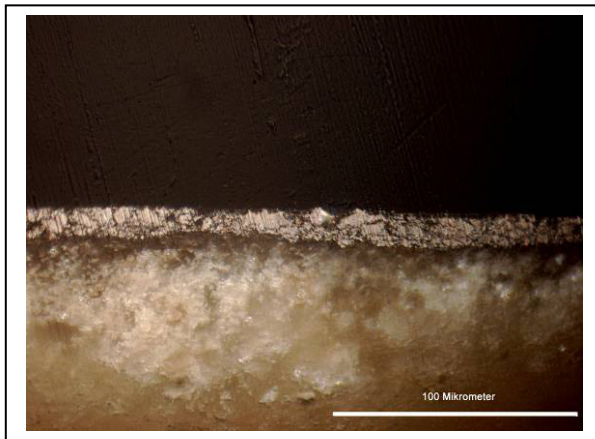
<sup>167</sup> LAVER 1951: unbekannter Künstler



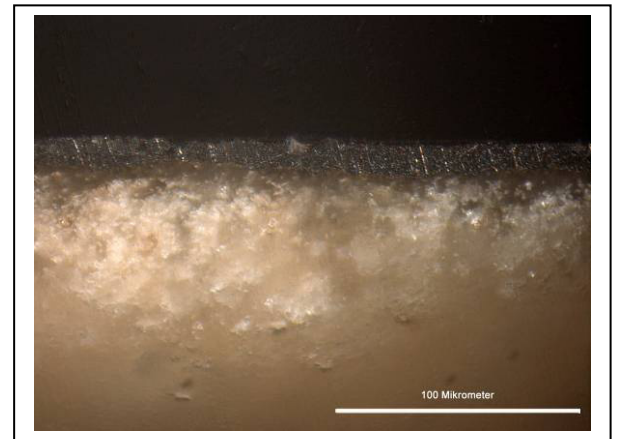
## Querschliffe



Die Proben eins bis sechs wurden alle an der rechten Seite entnommen. Da diese Seite schon zahlreiche Malschichtverluste aufwies, musste hier keine Intakte Malschicht zerstört werden.



Probe eins bei fünfzigfacher Vergrößerung: Wismut auf der Grundierung  
Im Dunkelfeld



Im Hellfeld



Probe zwei bei fünfzigfacher Vergrößerung: Auf dem Wismut liegt ein gelber Überzug, darauf Weiß, dass nochmals mit einem Überzug versehen wurde  
Im Dunkelfeld



Im Hellfeld



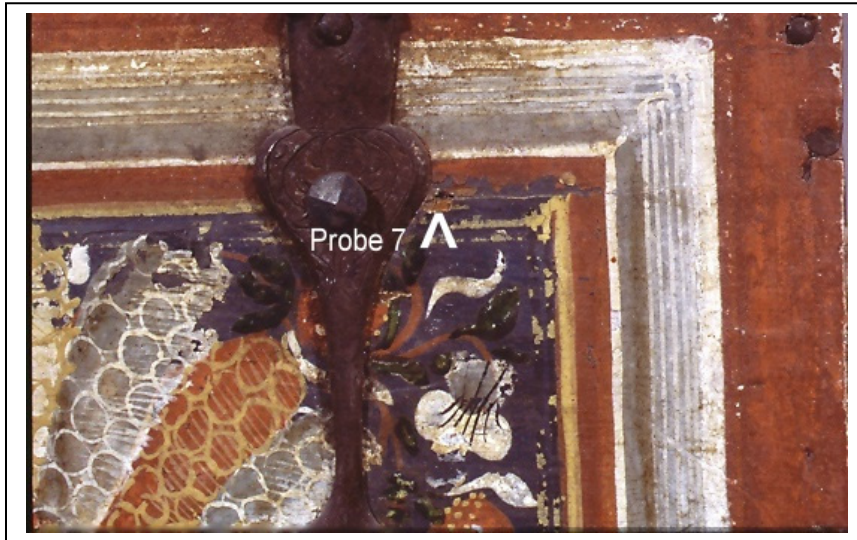
Probe 3 bei fünfzigfacher Vergrößerung: Auf dem Wismut liegt ein transparenter Überzug, darauf Rot und noch ein Überzug  
Im Dunkelfeld



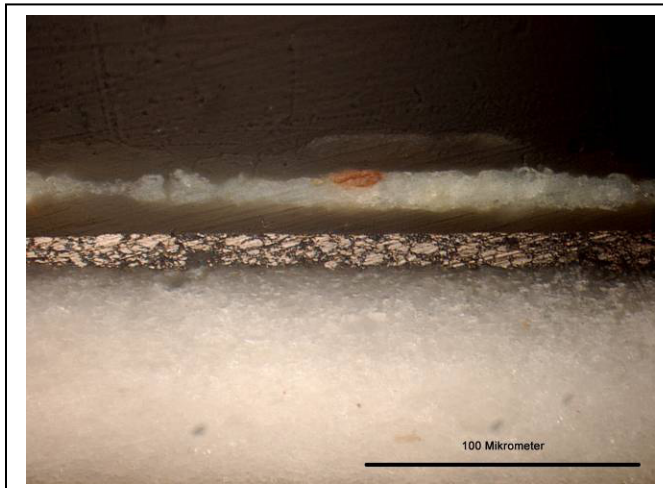
Im Hellfeld



Probe sechs bei fünfzigfacher Vergrößerung  
Auf der Wismutschicht sieht man einen transparenten Überzug, darauf ein Rot, das mit einem Überzug versehen wurde und partiell ein Gelb



Probe sieben wurde an der Rückseite, rechts neben dem rechten Scharnier entnommen



Im Hellfeld bei fünfzigfacher Vergrößerung



Im Dunkelfeld bei zwanzigfacher Vergrößerung: Das mehrstrahlige Holz Tan genzialschnitt, darauf liegt die Grundierung und die Malschicht

## Fotos zu 4.2.2: Kästchen aus dem Suermondt-Ludwig-Museum Aachen

### Wismutkästchen MK 233



Darstellung auf dem Deckel: Eine Frau und drei Männer im Medaillon, umgeben von Blumenranken



Vorderseite des Kästchens  
Rechte Seite des Kästchens



Rückseite des Kästchens



Linke Seite des Kästchens

An den Seiten des Kästchens wurde nicht mit Wismut gearbeitet, die Fläche wurde Grün unterlegt.

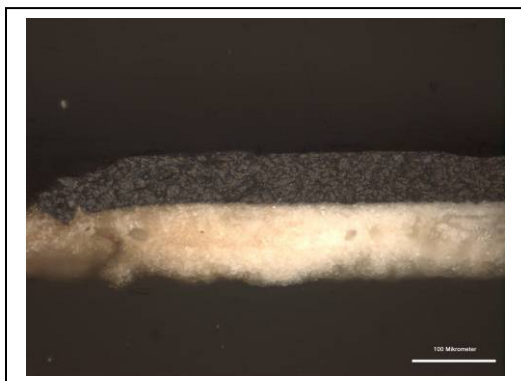


Innen ist das Kästchen nach Befestigung der Scharniere mit bedrucktem Papier ausgekleidet worden. Am Rand vom Deckel befinden sich Grundierungsreste. Ob das Kästchen früher Innen ausgemalt war, konnte aufgrund der Papierbeklebung nicht festgestellt werden.

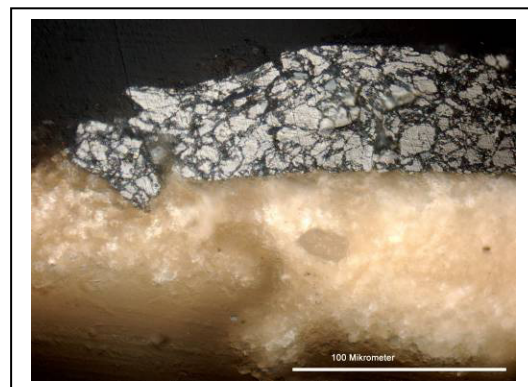
### Querschliffe



Probeentnahmestelle der Proben eins



Probe eins bei zwanzigfacher Vergrößerung im Dunkelfeld

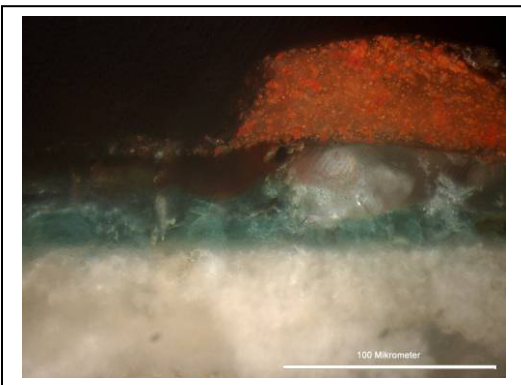


Probe eins bei fünfzigfacher Vergrößerung im Hellfeld



Probe zwei: Der dunkle, auf der grünen Malschicht liegende Überzug hat die Malschicht an einigen Stellen durchdrungen und ist in die Grundierung hineingesickert.

Die Probe wurde am Ärmelaufschlag der Dame entnommen



Probe vier: Auf der grünen Malschicht liegt eine wachsartige, rot pigmentierte Masse, darüber ein Überzug



Die Probe vier wurde an der Vorderseite links neben dem Schloss entnommen



Probe sechs: auf der Grundierung befindet sich eine graue Malschicht mit gelben und schwarzen Einsprenkelungen, darüber ein Überzug. Darauf liegt eine nicht näher zu bestimmende Schicht, vielleicht Schmutz.

Die Probe stammt von den Blattranken rechts neben dem Medaillon auf dem Deckel

**MK 234**



Auf der Runddeckeltruhe befindet sich die Darstellung der Handtreue mit zwei Herzen und Maiglöckchen zwischen zwei stilisierten Blumen



Vorderseite



Rückseite

Die Vorder- und Rückseite des Kästchens sind mit vier Blüten auf Wismutgrund bemalt

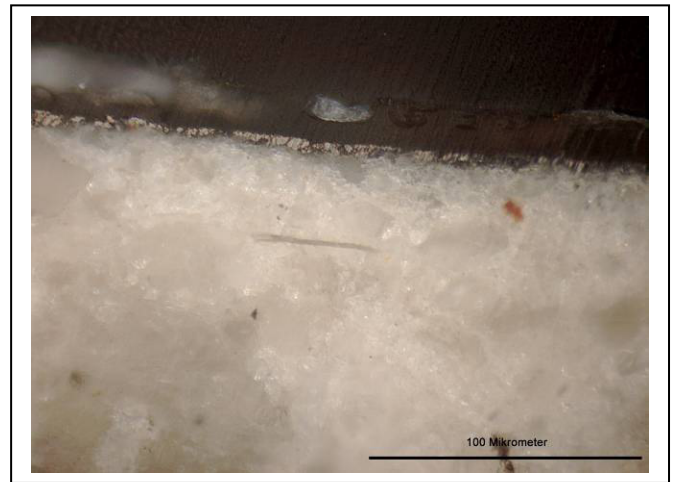


Rechte Seite des Kästchens



Linke Seite des Kästchens

## Querschliffe



Probe eins: Entnahmestelle an der linken Seite: Wismut auf Grundierung im Querschliff im Hellfeld fotografiert



Die Probenentnahmestelle der Proben zwei und drei liegen auf der rechten Seite des Kästchens

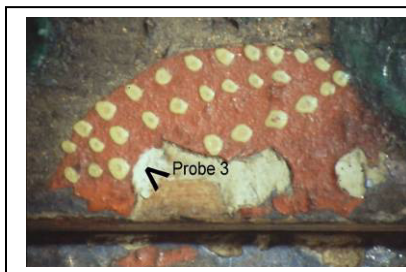




Entnahmestelle der Probe zwei an der hellen Blüte



Auf dem Wismut liegt ein gelber transparenter Überzug, die Blüte wurde mit rosafarben unterlegt und mit aufgehellten Blau ausgeführt (Dunkelfeld, zwanzigfache Vergrößerung)



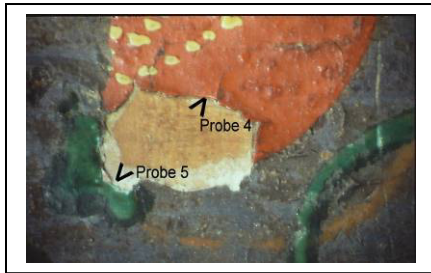
Entnahmestelle der Probe drei an einer roten Frucht mit gelben Punkten



Im Querschliff (Dunkelfeld, zwanzigfache Vergrößerung) sieht man Rot auf der Wismutschicht, darüber partiell Gelb und einen dicken Überzug

Bei der fünfzigfachen Vergrößerung im Hellfeld sieht man, dass ein Überzug auf dem Wismut liegt. Durch das auf ihm liegende, leuchtende Rot wirkt der Überzug ebenfalls rotfarben.





Rückseite des Kästchens

Entnahmestelle der Probe 5 an der



Auf der Wismutschicht liegt ein Überzug, darüber das Rot der Frucht. Auf die Frucht wurde Weiß partiell aufgetragen, wodurch das recht transparente Grün der Blätter sehr hell wirkt

**MK 235**



Die Blumen und die Vase wurden auf einen blauen Untergrund Gemalt. Wismut wurde nur zur Gestaltung des Rahmens verwendet.

Vorderseite



Rückseite



An den Seiten des Kästchens wurde kein Wismut verwendet.  
Die Darstellung wurde auf einem hellblauen Untergrund ausgeführt.



Rechte Seite des Kästchens



Linke Seite des Kästchens

## Querschliffe



Probe zwei: Die Grundierung wurde mit einer Leimlöse versehen. Darauf kam eine Hellrosa Farbschicht, auf die ein gelblicher Überzug aufgebracht wurde. Mit dem darauf liegenden Weiß wurden die S-Spiralen aufgemalt. (Zwanzigfache Vergrößerung)

Entnahmestelle: Linke Seite, S-Spirale auf hellen Grund



Probe vier: Der hellblaue Untergrund, der auf der leimgelöschten Grundierung liegt, weißt schwarze Partikel auf. Auf diesem Untergrund ist ein Überzug aufgetragen (Zwanzigfache Vergrößerung)

Entnahmestelle: Rechte Seite, hellblauer Untergrund

**MK 240**



Auf dem Deckel des Wismutkästchens befinden sich eine Dame und ein Herr, die in einem Medaillon auf einen Wismutgrund dargestellt sind.



Vorderseite des Kästchens



Rückseite des Kästchens

Die nebeneinander liegenden Früchte sind auf Wismut aufgemalt.  
Die Grenzen der Wismutschicht sind sehr unregelmäßig gearbeitet, die Grundierung ist an vielen Stellen sichtbar



Rechte Seite des Kästchens  
Der Überfallende Rand ist eine spätere Ergänzung



Linke Seite des Kästchens

**MK 266**



Auf dem Deckel des Kästchens befindet sich die Darstellung „Abraham nimmt Abschied von seinen Söhnen“. Wismut befindet sich in der Rahmung und partiell in der Darstellung. Die Borten der Kleider und die Toreinfahrt wurden mit Wismut gestaltet.



Vorderseite des Kästchens



Rückseite des Kästchens

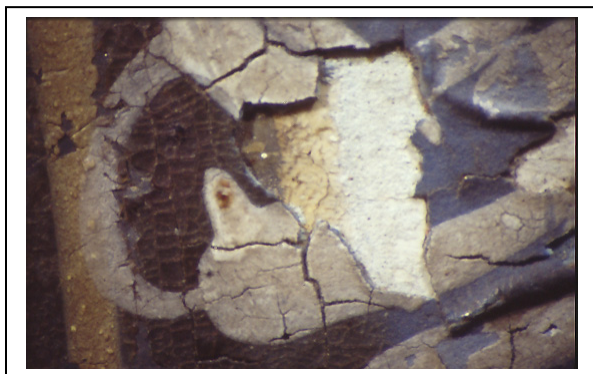
Die Darstellung wurde an den Seiten auf eine Wismutschicht aufgetragen.



Rechte Seite



Linke Seite

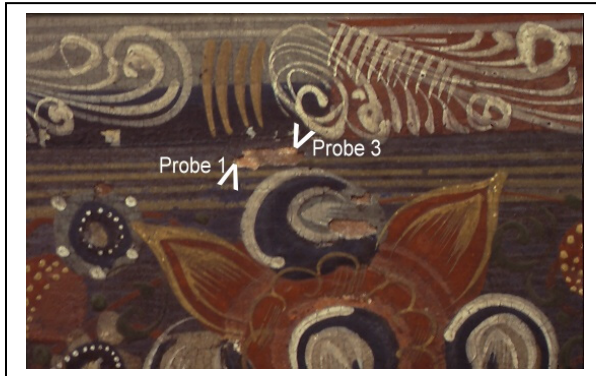


### Maltechnik

Aufnahme: Vorderseite, rechter Randbereich, Übergang von Wismutschicht zur Rahmung

Bei dieser Aufnahme sieht man im Ausbruch die Begrenzung der dunklen Wismutschicht und der darauf aufgetragene, gelbliche Überzug. Der Überzug wurde nur auf die Wismutschicht aufgetragen, der Bereich, auf der die Rahmung aufgemalt wurde, bleibt ohne Überzug.

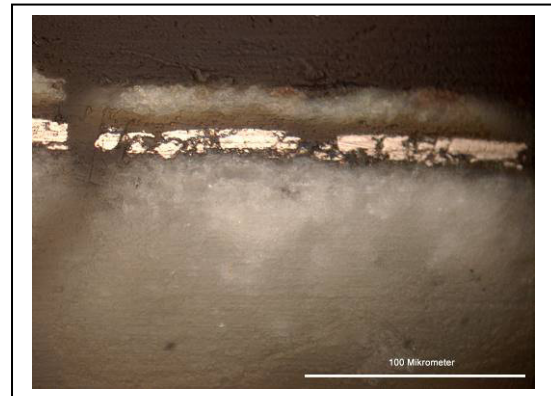
## Querschliffe



Die Probenentnahmestelle der Proben eins und drei liegen auf der linken Seite des Kästchens oberhalb der großen, stilisierten Blume



Probe eins bei zwanzigfacher Vergrößerung  
Im Dunkelfeld:  
Auf das Wismut ist ein gelber Überzug, darauf liegt die gelbe Linie, die an Rand der Wismutschicht aufgetragen worden ist.



Probe eins bei fünfzigfacher Vergrößerung  
Im Hellfeld:  
Im Hellfeld sind deutlich die Wismutkörner erkennbar, die an der Stelle in ein bis zwei Lagen liegen.



Probe drei bei fünfzigfacher Vergrößerung:  
An den Stellen, an denen die Grundierung Vertiefungen aufweist, liegen die Wismutkörner auch in drei Lagen übereinander.



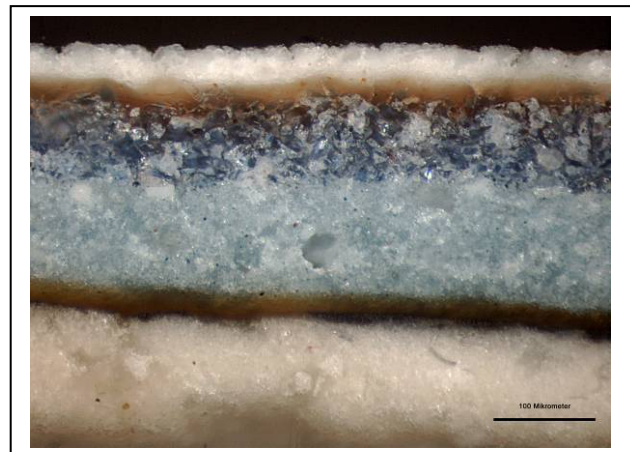
Die Probeentnahmestelle der Probe zwei liegt auf der linken Seite des Kästchens am Übergang von der Wismutschicht zur Rahmung



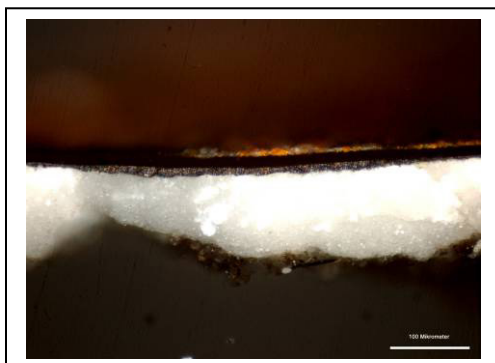
Probe zwei bei zwanzigfacher Vergrößerung: Unter dem Rot ist noch eine minimale Wismutschicht erkennbar. Auf dem Rot liegt ein transparenter Überzug, darauf das Weiß der S-Spirale



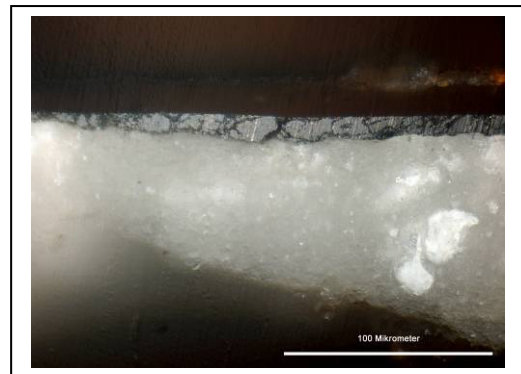
Die Probeentnahmestelle der Probe zwei liegt auf der linken Seite des Kästchens am Übergang von der Wismutschicht zur Rahmung



Probe vier bei zwanzigfacher Vergrößerung: Reste von Wismut sind noch zu finden, darauf gut sichtbar der transparente, gelbe Überzug. Das Blau, auf dem die weiße S-Spirale liegt, ist zweischichtig aufgetragen und ebenfalls mit einem transparenten, gelblichen Überzug versehen



Probe fünf, zwanzigfache Vergrößerung Dunkelfeld Die Entnahmestelle der Probe fünf liegt auf der Vorderseite mitten in der Wismutschicht. Auf dem Wismut liegt ein transparenter Überzug, darauf Rot von den Ranken. Die Wismutkörner liegen in ein bis zwei Lagen auf der Grundierung



Probe fünf, fünfzigfache Vergrößerung, Hellfeld



Fotos zu 4.2.3: Kästchen aus dem Bayerischen Nationalmuseum München

28 / 520



Auf dem Deckel dieser Runddeckeltruhe befindet sich auf einer Wismutschicht die Darstellung der Handtreue mit Herz und Maiglöckchen zwischen zwei großen, stilisierten Blumen



Vorderseite des Kästchens



Rückseite des Kästchens

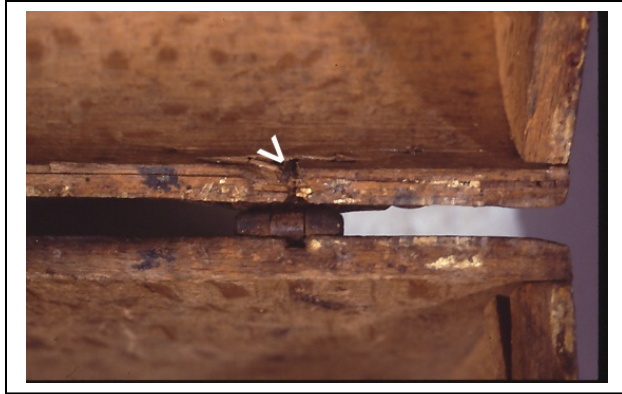
An Vorder- und Rückseite sieht man je drei Pflanzen auf Wismutgrund, an den Seiten eine große, stilisierte Blume, die von roten Ranken und kleinen Blumen umgeben ist.



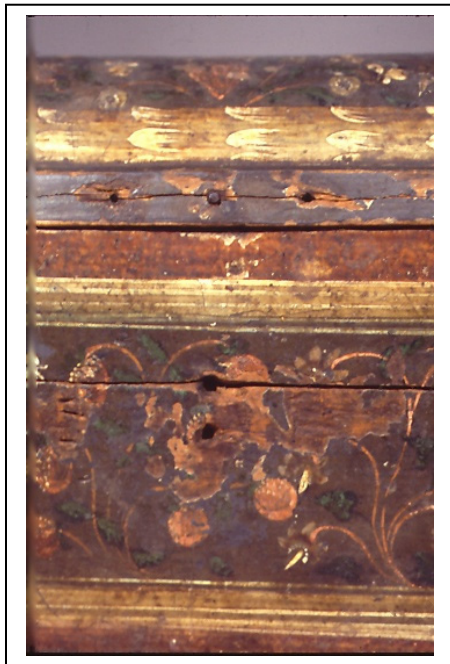
Rechte Seite des Kästchens



Linke Seite des Kästchens



An der Innenseite des Kästchens findet man rechts noch Drahtreste der entfernten, früheren Drahtschlaufenscharniere (Pfeil). Heute sind Scharniere an die Rückseite angebracht, die die Deckel mit der Rückseite verbinden. Diese verdecken einen Großteil der Darstellung an der Rückseite.



An der Vorderseite befinden sich mittig zahlreiche Löcher, die auf eine Schlossbefestigung hindeuten. Um die Nagellöcher herum ist das Holz gerissen und die Malschicht zum Teil verloren gegangen. Das Schloss ist heute nicht mehr vorhanden.

## I 14 / 61



Auf dem Deckel befindet sich die Darstellung von einem Mann und einer Frau in einem Medaillon, das von Blumenranken umgeben ist. Die Darstellung befindet sich auf einer Wismutschicht

Deutlich ist zu sehen, dass die Wismutschicht in dem Bereich, in dem die Personen aufgemalt sind, nicht ausgespart wurde.



Vorderseite des Kästchens



Rückseite des Kästchens

An den Seiten des Kästchens befinden sich auf dem Wismutgrund die Darstellungen von verschiedenen Früchten und Blüten, umgeben von Blattranken



Rechte Seite des Kästchens



Linke Seite des Kästchens



An der rechten, oberen Ecke der Vorderseite befinden sich Reste einer kittartigen Masse. Bei einem früheren Versuch, diese zu entfernen, wurde die rote Malschicht beschädigt. Deutlich erkennbar ist der stark vergilbte Überzug, der sehr ungleichmäßig auf dem Kästchen aufgetragen wurde.



Anhand der Kleidung, die die Dame und der Herr tragen, lässt sich das Kästchen in die Zeit um 1600 datieren. Der Schnitt der Hose, die der Herr trägt, ist nur bis 1610 modern und wird anschließend nicht mehr getragen.

Das Vergleichsbeispiel ist ein Gemälde von Hendrik Aerts: Schlossgarten (Ausschnitt), welches 1602 gemalt wurde und sich heute im Amsterdamer Rijksmuseum befindet.

## I 14 / 64



Auf dem Deckel befindet sich auf blauem Untergrund die Darstellung von einer mit Maiglöckchen und anderen Blumen geschmückten Vase, die von vier großen, stilisierten Blumen und zahlreichen kleinen Blumen und Früchten umgeben ist.



sich zwei Türen



An der Vorderseite des Kästchens befinden

Rückseite



Hinter den Türen befinden sich sieben Schubladen und mittig eine weitere, kleine Türe. Die Innenseite der großen Türen ist mit einer großen, stilisierten Blume auf blauem Grund bemalt.



Die Schubladen und die kleine Türe sind wurden mit einem heute stark vergilbten Überzug versehen, weshalb die eigentlich blaue Untermalung heute Grün wirkt.



Rechte Seite des Kästchens

An den Seiten, ebenso wie an der Rückseite, wurde Wismut zur Gestaltung des Rahmens verwendet. Es befindet sich zwischen den S- Spiralen und der in der Mitte liegenden Darstellung



Linke Seite des Kästchens



Unter dem Deckel befindet sich ein mit zwei Rottönen ausgemaltes Fach. Am Boden befinden sich mehrere ca. 10 cm große Fehlstellen in der Malschicht.



Am Boden des Kästchens befindet sich eine Feder mit einem Dorn (Pfeil). Um die linke Türe der Vorderseite zu öffnen, muss die Feder niedergedrückt werden.

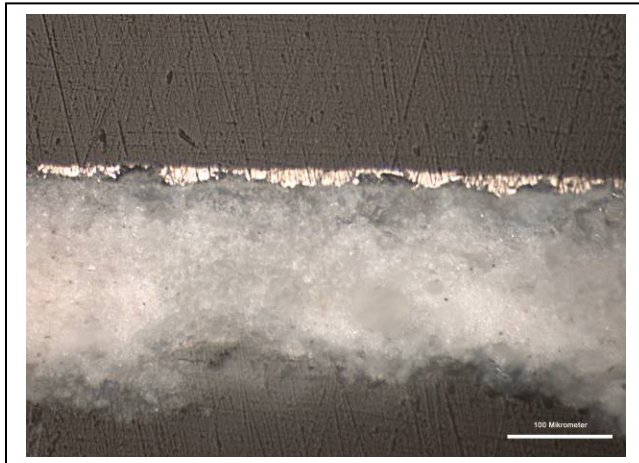


Anhand der Kleidung, die die Dame und der Herr tragen, lässt sich das Kästchen in die Zeit um 1600 datieren.

Das Vergleichsbeispiel ist ein Gemälde von Esaias de Velde: *Landpartie*, das 1615 gemalt wurde und sich heute im Amsterdamer Rijksmuseum befindet.

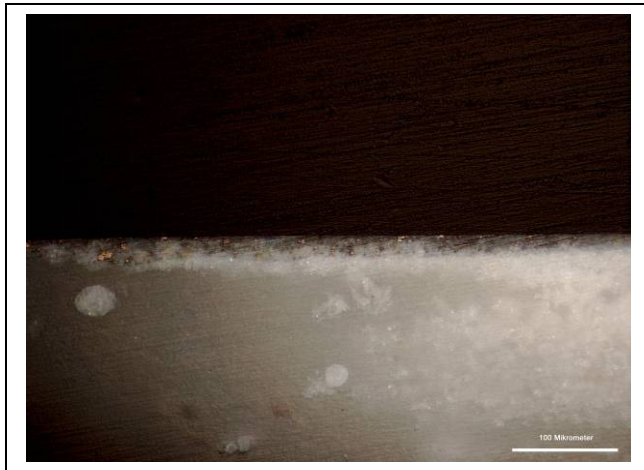
Die vom Betrachter aus gesehen links am Tisch sitzende Dame trägt einen halblangen Überrock, die Herren knielange, weite Hosen.

### Abbildungen zu: Auswertung der Wismutschicht in den Aufstrichen (Kapitel 4.3)



**Wismut aufgestreut, dicke Schicht**  
Im Hellfeld bei zwanzigfacher Vergrößerung

Die Schichtdicke ist sehr unregelmäßig, durch die Politur wurde die Oberfläche geglättet und die Körner verdichtet.

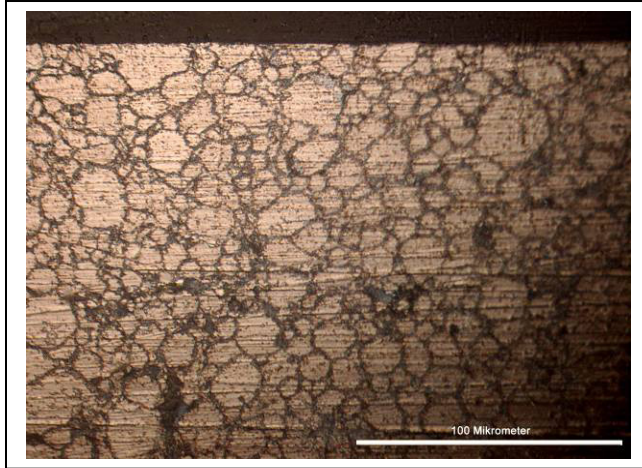


**Wismutsubnitrat ausgefällt, angerieben und poliert**

Im Dunkelfeld bei zwanzigfacher Vergrößerung

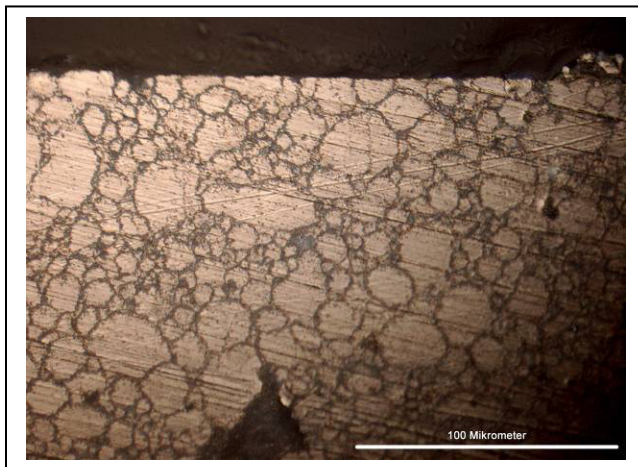
Es befinden sich nur wenige Wismutkörner im ausgefallten Wismutsubnitrat. Daneben sieht man noch schwarze und gelbe Partikel.



**Wismut angerieben, stark poliert**

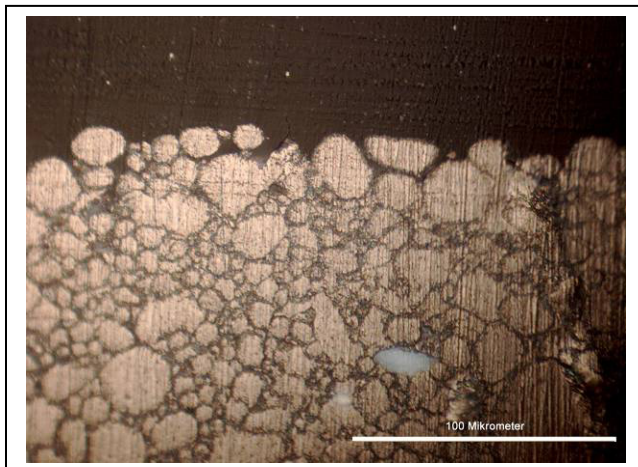
Im Hellfeld bei fünfzigfacher Vergrößerung

Die Oberfläche wurde poliert, dadurch entstanden an den oberen Kornlagen Verformungen. Die in den unteren Lagen fast runden Körner erscheinen an der Oberfläche eckig. Die Verformung der Metallkörner findet nur in den oberen Kornlagen statt, die direkt von der Politur betroffen sind.

**Wismut angerieben, leicht poliert**

Im Hellfeld bei fünfzigfacher Vergrößerung

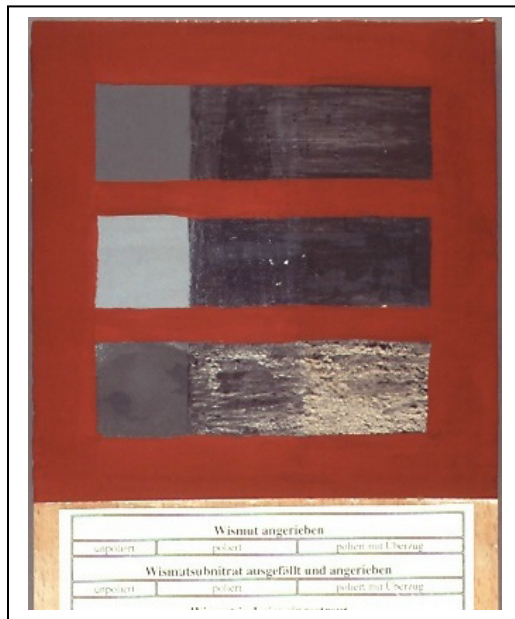
Die Oberfläche wurde poliert, dadurch entstanden an den oberen Kornlagen Verformungen. Die in den unteren Lagen fast runden Körner erscheinen an der Oberfläche eckig. Spuren der Politur sind nicht erkennbar, allerdings stehen vereinzelt (rechts) noch Körner aus der Ebene heraus

**Wismut angerieben, unpoliert**

Im Hellfeld bei fünfzigfacher Vergrößerung

Die unpolierte Wismutschicht bietet einen deutlichen Kontrast zu der leicht bzw. stark polierten Wismutschicht. Die runden Körner an der Oberfläche liegen locker nebeneinander.

**Abbildungen zu: Aufbau der Probetafeln (Kapitel 5.3)**



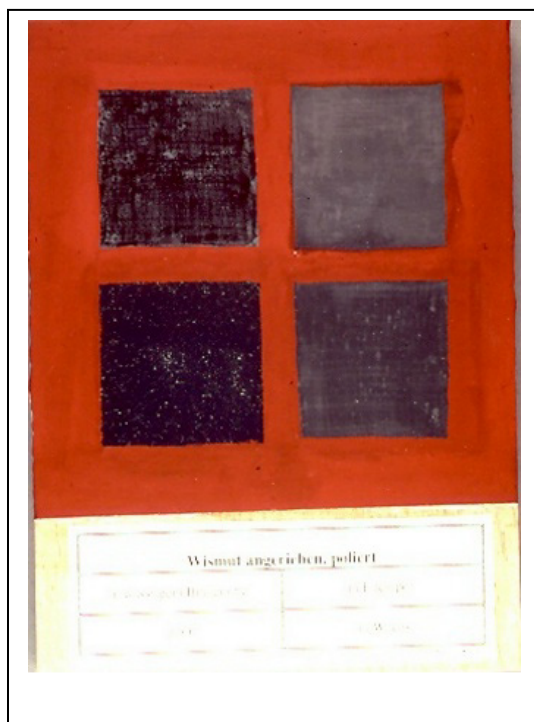
Probetafel 1: Wismut in wässrigem Bindemittel

- Gekauftes im Bindemittel angeriebenes Wismut und mit einem Pinsel aufgestrichen
- Wismutsubnitrat ausgefällt, im Bindemittel angerieben und mit einem Pinsel aufgestrichen
- gekauftes Wismut in eine Leimschicht eingestreut

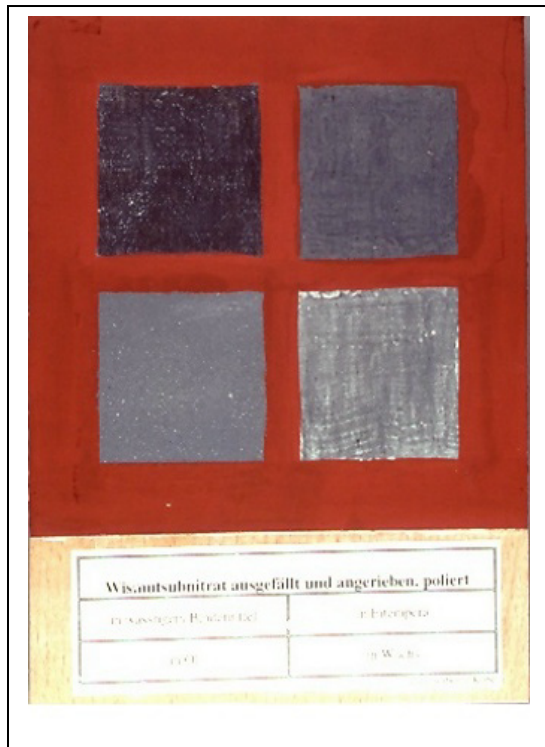
Links befindet sich das unpolierte Metall, in der Mitte ist es poliert und rechts poliert mit Überzug.

**Aufbau der Probetafeln 2.1 bis 2.3 Wismut in verschiedenen Bindemitteln**

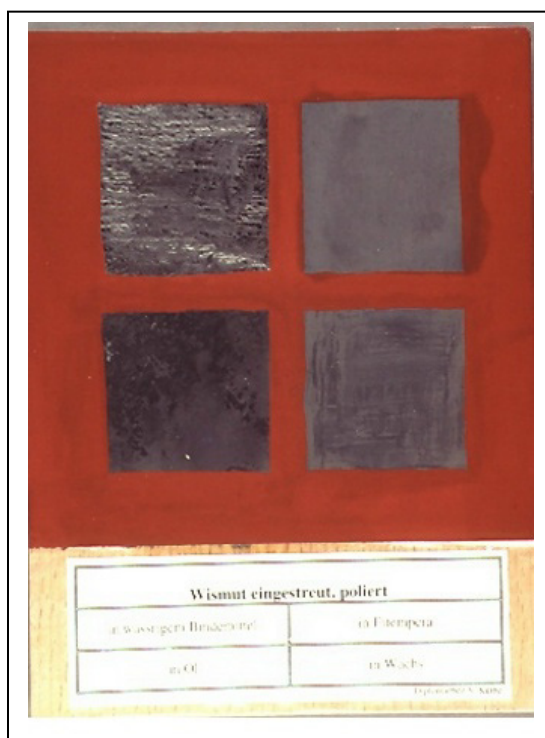
Wässriges Bindemittel (5prozentiger Hautleim in entmineralisiertem Wasser)	Eitempera
Leinölfirnis	Bienenwachs (gelöste in Shellsol T)



Probetafel 2.1: Wismut angerieben in verschiedenen Bindemitteln



2.2 Wismutsubnitrat ausgefällt und angerieben in verschiedenen Bindemitteln



2.3 Wismut eingestreut in verschiedenen Bindemitteln

Probetafel 3: Wismut, Silber und Gold gegenübergestellt

Silber auf blauem Bolus	Wismut
Gold auf rotem Bolus	Wismut mit Überzug

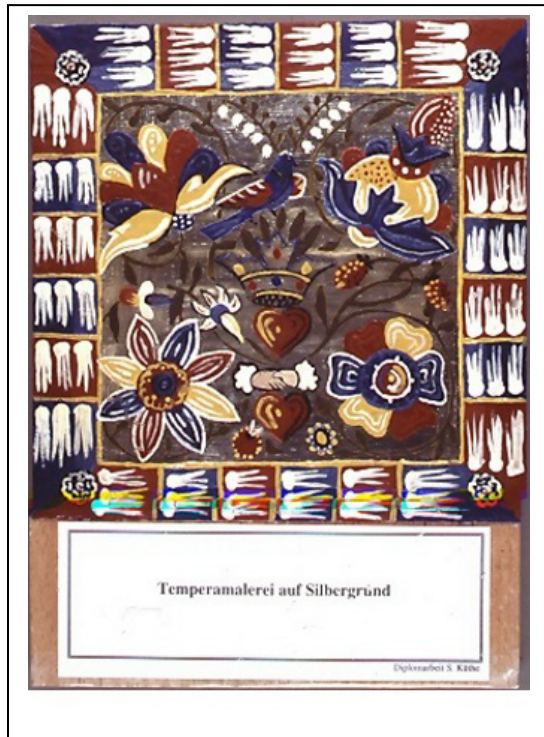


Probetafel 4: Verschiedene historische Überzüge

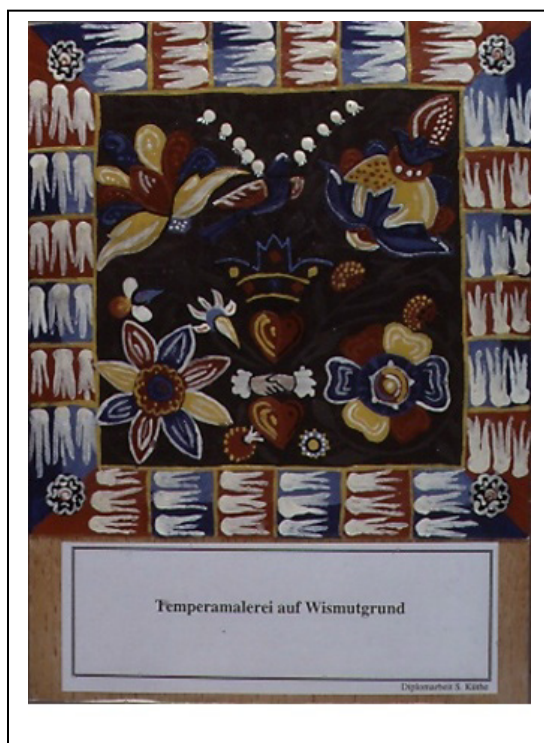
Rotlack nach Kunckel, 1679	Goldfirmis nach Cröker, 1713
Goldfirmis aus dem Augsburger Kunstbüchlein, 1535	Rotlack aus Experimentierte Kunst-Stücke, 1762



Probetafeln 5: Temperamalerei auf Wismut und auf Silber



Temperamalerei auf Silber



Temperamalerei auf Wismut