

MALGRUND

Vorbereitung des Malgrundes und Grundierung

Nach einem isolierenden Bindemittelanstrich wurde der weitaus größte Teil spätmittelalterlicher Tafelgemälde grundiert. Der Grundierung kommen dabei mehrere Aufgaben zu: Sie egalisiert den Untergrund und gleicht durch Holzfehler oder Kaschierungsmaterialien entstandene Niveauunterschiede aus. Eine gleichmäßige, einfach zu glättende Unterlage homogener Dichte ist vor allem bei der Ausführung glänzend polierter Blattmetallaufgaben unabdingbar, denn selbst feinste Unebenheiten würden sich hier abzeichnen. Ausreichend dicke Grundierungen lassen sich zudem durch Punzierung, Gravierung und Tremolierung feinplastisch gestalten. Nicht zuletzt schafft die weiße Grundierung einen einheitlich hellen Untergrund für den anschließenden Farbauftrag. Der genauen Zusammensetzung der Grundierungen wurde in der früheren Forschung oft nur wenig Beachtung geschenkt, neuere Publikationen versuchen diese Wissenslücke sukzessive zu schließen.²²⁶

Mehrschichtige Grundierungsaufträge mit abweichender Füllstoff- und Bindemittelzusammensetzung erweckten schon bei der Beschäftigung mit den fränkischen Gemälden des GNM das Interesse.²²⁷ Auch im untersuchten Bestand finden sich noch bis Ende des 15. Jahrhunderts mehrschichtige Malgründe, deren Aufbau sich in eine direkt auf dem Bildträger liegende Ausgleichsschicht und die darüber liegende „klassische“ Grundierung unterteilen lässt. Bei einzelnen Werkgruppen verzichtete man ganz auf das Grundieren der Tafeln, weshalb auch diese Form der Werkgenese genauer beleuchtet werden soll.

Isolierung des Bildträgers

Vor dem Beginn des Grundiervorgangs wird allgemein eine Isolierung der Bildträgeroberfläche angenommen, wie sie Quellenschriften mehrfach beschreiben.²²⁸ Der Bindemittelauftrag sollte die Dichteunterschiede im Holz und damit die Saugfähigkeit des Materials ausgleichen und gleichzeitig ein Abwandern der Bindemittel aus dem Grundierungsauftrag verhindern. Der Nachweis einer Isolierung, häufig auch pauschal als Vorleimung bezeichnet, ist relativ schwierig, da Probenentnahmen meist entlang von Krakeleesprüngen erfolgen, über die auch sekundäre Binde- oder vielmehr Festigungsmittel in das Materialgefüge eingedrungen sein können. Es bleibt also offen, ob es sich bei den in Bildschichtproben häufig erkennbaren, bräunlich transparenten Schichten zwischen Holzbildträger und erster Grundierungsschicht um die ursprüngliche Isolierung handelt. Im UV-Licht fluoreszieren diese Schichten entweder gelblich orange (z.B. Kat.11) oder bläulich (z.B. Kat.5 oder Kat.14). Auf eine weiterführende Analyse dieser Bindemittelschicht wurde bei grundierten Gemälden aus den oben genannten Gründen verzichtet.

Exkurs: ungrundierte Gemälde

Einen besonderen Stellenwert nimmt die Isolierung bei Gemälden ein, die nicht weiß oder andersfarbig grundiert wurden. Dazu gehö-

ren im untersuchten Bestand der Tegernseer Kalvarienberg (Kat.4) und die Marinus-und-Theklanus-Tafel (Kat.9). Vor allem erstgenanntes Gemälde zeigt einen sorgfältig vorbereiteten Bildträger, bei dem Unregelmäßigkeiten des Holzes entfernt und mit Intarsien ausgesetzt wurden (vgl. Kap. Bildträger), sodass man auf Kaschierungen der Bildfläche verzichten konnte. Beide Gemälde sind mit schwarzen, flüssigen Zeichenmitteln unterzeichnet, deren Linien direkt auf dem Bildträger liegen und, trotz fehlender Grundierung, mittels Infrarotreflektografie sichtbar gemacht werden können (vgl. Abb. 90). Die Isolierung des Holzgrundes erfolgte wohl vor der Unterzeichnung, wie es der „Liber illuministarum“ rät,²²⁹ denn wie bei Kat.4 sind nur sehr wenige Zeichnungslinien in die Faserstruktur des Bildträgers „ausgeblutet“ (Abb. 44). Analysiert wurde die unter UV-Licht schwach gelblich orange fluoreszierende Isolierung am Kalvarienberg (Kat.4). Das Material ist größtenteils in die Holzporen des Bildträgers eingedrungen und liegt, wie entnommene Malerschichtproben nahelegen, nicht als durchgehende Schicht auf dem Bildträger. Es handelt sich um ein mit einer Bleiverbindung sikkativiertes Öl, wobei die winzigen, fein verteilten Bleipartikel in der Isolierung auf der Zugabe eines Pigments wie Mennige beruhen könnten.²³⁰ Ein „rotgefärbter Ölanstrich“ der gesamten Tafel, wie an anderer Stelle vermutet,²³¹ ließ sich nicht bestätigen, doch wurde die weitere Bemalung der Tafel dann mit ölgebundenen Farben umgesetzt.²³² Eine Isolierung mit Öl, dem als Sikkativ Mennige zugesetzt wurde, empfiehlt auch der „Liber illuministarum“ für Holzoberflä-

226 Townsend u. a. 2008, zu mittelalterlichen Grundierungen und Angaben in zeitgenössischen Quellenschriften ausführlich **Nadolny 2008**. **227 Fückler/Baum/Eckstein 2017**, S. 5–6. **228 Cennini/Broecke 2015**, Kap. 113, S. 146–147; **Bartl u. a. 2005**, Rez. 233c, S. 172–173. **229 Bartl u. a. 2005**, Rez. 625, S. 277. **230** Analysenbericht V 37 zu BStGS 1434/Gm1055 von Patrick Dietemann und Heike Stege, 4.5.2022. Nürnberg, GNM, IKK, Restaurierungsakte Gm1055, S. 14–17. Dabei könnten evtl. vorhandene Anteile von Mennige auch durch Bleiverseifung vollständig entfärbt sein. **231 Bartl u. a. 2005**, S. 606, Anm. 7 (Anna Bartl, Doris Oltrogge). **232** Vgl. Anm. 230, S. 7, 10.

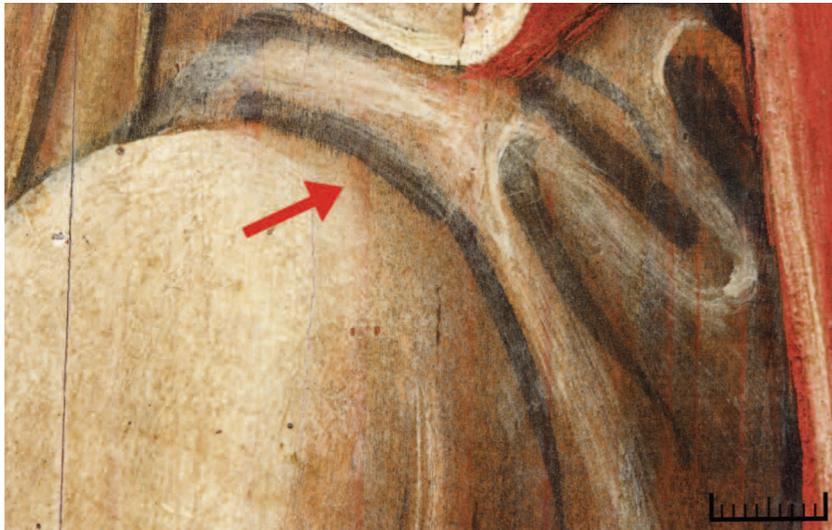


Abb. 44 Kat.4, Gm1055, Vorderseite, Detail Gewand Veronika:
Unterzeichnungsmittel „blutet“ in die Holzstruktur (Pfeil)

chen, die anschließend mit Ölfarben und offenbar ohne eine Grundierung bemalt werden sollten.²³³ Den Vorgaben der Quellenschrift folgt vermutlich auch das 1509 datierte, in Ulm entstandene Wespach-Epitaph (Himmelfahrt Mariä, Nürnberg, GNM, [Inv.Nr. Gm1213](#)), dessen hölzerner Bildträger statt einer Grundierung eine wohl mit Mennige sikkativierte Ölprägnierung zeigt.²³⁴

Strohhammer nennt weitere ungrundierte Gemälde aus Ulm, wie das Epitaph für Heinrich Neidhart (datiert 1509, Ulm, Münster) sowie die Gedächtnistafeln des Ulmer Bürgermeisters Wilhelm Besserer (datiert 1499, Ulm, Museum Ulm, Inv.Nr. 1940.8398–8399).²³⁵ Die auf



Abb. 45 Verkündigung an Anna, Außenseite eines Retabelflügels, Wien, Belvedere, Inv.Nr. 4829, Detail Kopf Annas: bis auf den Nimbus ungrundierte Tafelfläche

Tannenholz gemalte, großformatige „Kreuzigung mit zwei Stiftern“ (um 1417–1430, Donaueschingen, Fürstenbergische Sammlungen, Inv.Nr. 770) soll ebenso Ulmer Provenienz sein.²³⁶ Grundiert wurden auf letztgenannter Tafel nur die vergoldeten Nimben, wohingegen der Rest des Gemäldes ungrundiert blieb.²³⁷ Die Aufzählung lässt sich mit Werken außerhalb Schwabens fortsetzen: So liegt der Großteil der Malerei der sog. Rothenburger Passion (dat. 1494, Rothenburg o.d.T., Rothenburg Museum, Inv.Nr. ZR 360210–360221) auf dem ungrundierten Holz.²³⁸ Im Wiener Raum entstand in der Werkstatt des Meisters der St. Lambrechter Votivtafel das auf 1434 da-

tierte Epitaph für Elisabeth Waloch (Prag, Nationalgalerie, Inv.Nr. DO 4597). Laut technologischer Untersuchung wurde die Malschicht mit einem öligen Bindemittel über einer bräunlichen Isolierung mit Ockeranteilen auf dem ungrundierten Holzgrund ausgeführt.²³⁹ Möglicherweise gehört auch eine um 1445 in Salzburg entstandene Ablasstafel (Bischofshofen, ehem. Museum am Kastenturm) zur Gruppe der ungrundierten Gemälde, denn es heißt, die Malerei der Außenseiten sei „auf einer kaum sichtbaren, dünnen Grundierung ausgeführt“.²⁴⁰ Auffällig ist, dass alle besprochenen Gemälde auf Nadelholz, in der Regel Fichten- oder Tannenholz, gemalt wurden. Außerdem handelt es sich um relativ große Tafeln, die meist mindestens 150 cm in der Höhe oder Breite messen.²⁴¹

Kleinformatigere Werke ohne Grundierung stammen größtenteils aus dem Bereich der Porträtmalerei: Weder beim Männerbildnis (Kat.7) noch bei zwei kleinen Tafeln aus der Nürnberger Werkstatt Jakob Elsners, dem Bildnis des Jörg Kötzer (Nürnberg, GNM, [Inv.Nr. Gm884](#)) und dem zu einem Porträt gehörigen Schiebedeckel mit Darstellung eines Wilden Mannes (Nürnberg, GNM, [Inv.Nr. Gm2438](#)), sind „klassische“ Grundierungen nachweisbar; Isolierungen mit einem sehr geringen Füllstoffanteil hingegen nicht auszuschließen.²⁴² Partielle Grundierungen auf ansonsten ungrundierten Bildträgern, wie beim bereits besprochenen Gemälde aus Donaueschingen, beschränken sich meist auf die vergoldeten Nimben. So im Fall der (heute abgetrennten) Außenseite eines Retabelfragments mit einer Darstellung der Verkündigung an Anna (Meister der Darbringungen, Wien, Belvedere, [Inv.Nr. 4829](#)). Um einen ausreichend flexiblen Untergrund für Politur und Punzierung der Nimben zu schaffen, sind nur diese grundiert, wohingegen der Rest des Gemäldes augenscheinlich ohne Grundierung verblieb ([Abb. 45](#)).²⁴³

233 Bartl u.a. 2005, Rez. 625, S. 276–277. **234** Strohhammer 1994, S. 11–15. **235** Ebd., S. 68–71, 78–79. **236** Ausst.Kat. Köln 1993, Kat. 5, S. 236–237 (Frank Günter Zehnder) stellt jedoch auch eine Herkunft aus Konstanz zur Diskussion. **237** Grimm/Konrad 1990, Kat. 1, S. 94–95, hier S. 94. **238** Krohm 1985, S. 11; Krohm schreibt auf S. 92, Anm. 10: „Nach Auskunft des Restaurators Fritz Reimold [der die Tafeln 1980/81 restaurierte, vgl. Abb. S. 15] sind nur die weiß und grün ausgemalten Partien und natürlich die wenigen Preßbrokate grundiert.“ Nach heutigem Kenntnisstand erscheint zumindest die Grundierung der Brokatflächen ungewöhnlich. Mglw. verwechselte man hier die Klebeschicht der Brokate mit einer Grundierung. **239** Kotková 2007, Kat. 51, S. 96–97. **240** Köllermann 2007, S. 118; dazu auch Pächt 1969, S. 6–7. **241** Wespach-Epitaph, Nürnberg: Kiefernholz, 165 x 107 cm; Kreuzigung, Donaueschingen: Tannenholz, 100 x 170 cm; Waloch-Epitaph, Prag: Tannenholz, 150 x 114 cm; Neidhardt-Epitaph, Ulm: Nadelholz, 83 x 175 cm und 172 x 271 cm; Gedächtnistafeln, Ulm: Nadelholz, je 184 x 224 cm; Tegernseer Kalvarienberg, Nürnberg: Fichtenholz, 189 x 267 cm. **242** Zu den Nürnberger Gemälden Hess/Hirschfelder/Baum 2019, Bd. 2, Kat. 53, S. 785–795 (Lisa Eckstein, Sabine Lata); Kat. 54, S. 796–805 (Beate Fücker, Judith Hentschel). **243** Diese Beobachtung beruht auf der lediglich visuellen Untersuchung des Gemäldes im November 2021 in Wien, durchgeführt von Josefine Kramer und Beate Fücker. Wir danken Björn Blauensteiner für die unkomplizierte Unterstützung unserer Forschungsarbeit.

Ausgleichsschicht

An fünf Werkzusammenhängen (Kat.1, Kat.12, Kat.16, Kat.17, Kat.18) ließ sich unter der weißen, kreidehaltigen Grundierung eine weitere Schicht nachweisen, die im Folgenden als Ausgleichsschicht bezeichnet wird. Diese unterscheidet sich von der darüber liegenden Grundierung in der Auswahl der Füll- und Zuschlagstoffe sowie meist auch in deren Mahlgrad. Im Unterschied zu eingefärbten Malgründen wie sie z.B. im Barock üblich waren,²⁴⁴ zeichnen sich Ausgleichsschichten dadurch aus, dass sie immer unter einer nachfolgend aufgetragenen, weißen Grundierung liegen. Die genaue Materialzusammensetzung der Schichten und die damit einhergehenden besonderen Material- und wohl auch Verarbeitungseigenschaften, genauso wie der Zweck einer solchen Unterlegung an Tafelgemälden im Besonderen, sind bisher nicht abschließend geklärt.

An mittelalterlichen Totenschilden aus Nürnberg, deren Bildträger aus einer Vielzahl unterschiedlicher Materialien zusammengesetzt sein können und teils großflächige Gewebekaschierungen zeigen, dienen Ausgleichsschichten vor dem Auftrag der abschließenden Kreidegrundierung dazu, die heterogene Oberfläche der einzelnen Schildkomponenten zu vereinheitlichen und Niveauunterschiede auszugleichen.²⁴⁵ Die Schichten erreichen hier Auftragsstärken bis zu 10 mm. Auch an Holzskulpturen sind vergleichbare Schichtstärken zwischen 5–10 mm beschrieben, und man geht davon aus, dass die Ausgleichsschichten zur Egalisierung von Unebenheiten der nur grob ausgearbeiteten Bildträger dienen, weshalb sie auch als Füllgrund bezeichnet wurden.²⁴⁶ Bei Tafelgemälden scheint dieser Erklärungsansatz weniger überzeugend, denn die planen Flächen der Holztafeln ließen sich weitaus einfacher mit Hobeln und Ziehmessern glätten als die Oberflächen dreidimensionaler Bildwerke. Zudem wurden vorhandene Unebenheiten der Holztafeln nicht zwangsläufig mit Ausgleichsschichten verfüllt.²⁴⁷



Abb. 46 Querschliffe aller Bildschichten mit Ausgleichsschicht und Grundierung, links: Auflicht, rechts: UV-Anregung, **a, b** Kat.1, Gm1198, aus der Pastigliaborte der linken Arkade, Schichtenaufbau: 1 weiße Ausgleichsschicht, 2 Grundierung, 3 Pastiglia

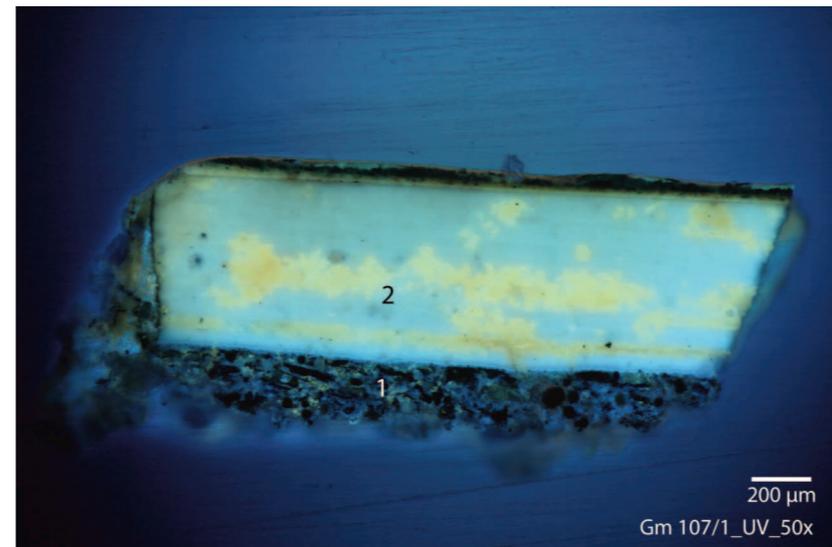
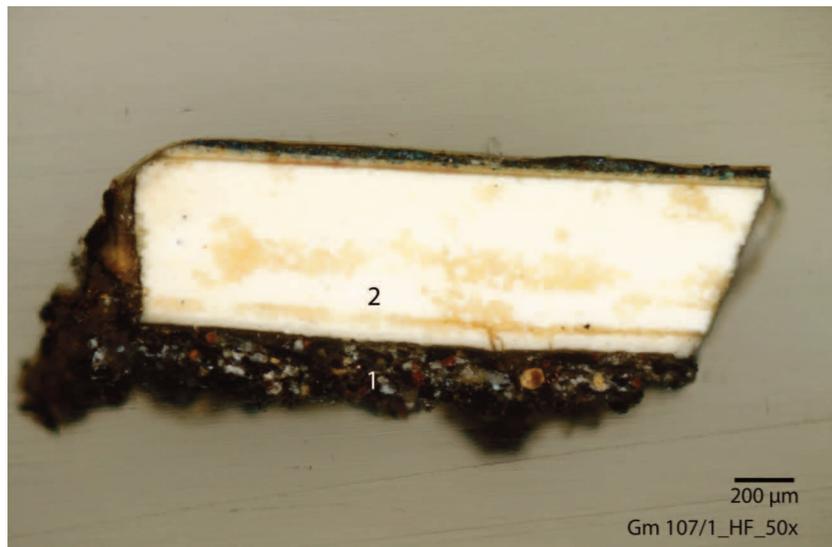
Möglicherweise spielten bei Tafelgemälden die partiell oder vollflächig aufgeklebten Kaschierungen eine Rolle. Denn bei allen untersuchten Gemälden liegen die Ausgleichsschichten auf einer vollflächigen (Kat.16, Kat.17, Kat.18) oder partiellen Gewebekaschierung (Kat.1, Kat.12).²⁴⁸ In dieser Hinsicht ist auffällig, dass Ausgleichsschichten mit dem Verzicht auf vollflächige Gewebekaschierungen im Verlauf des 15. Jahrhunderts seltener werden.

Oder versprach man sich eine stabilisierende Wirkung der meist deutlich härteren Unterlegung gegenüber der relativ weichen Kreidegrundierung? Dies würde Zusätze wie Pflanzenfasern, Metallpartikel oder auch Quarz erklären (Tab. 5). Fakt ist, dass Aussehen und Zusammensetzung der Ausgleichsschichten im untersuchten Bestand stark variieren (Abb. 46a–j). An der Wiener Beschneidung

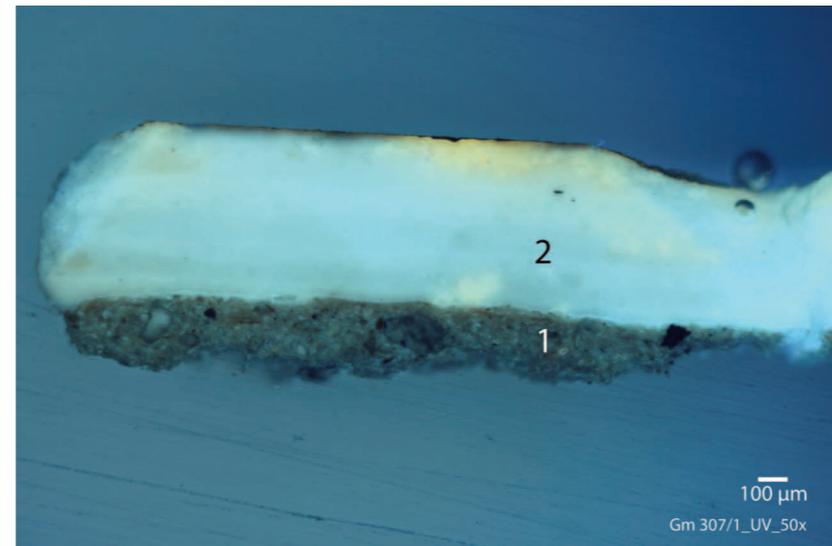
(Kat.16) ist die Schicht ockerfarben, an den beiden Salzburger Werken (Kat.17, Kat.18) durch Zusätze von Pflanzenschwarz grau. Am Tafelfragment des 13. Jahrhunderts (Kat.1) erscheint die Ausgleichsschicht zwar gelblich weiß und stärker von Bindemittel durchsetzt, doch dieser Effekt beruht auf dem abweichenden Brechungsindex des verwendeten Materials und nicht auf einem verringerten Füllstoffanteil, wie Aufnahmen der Malschichtprobe im Rasterelektronenmikroskop und die zugehörigen *Element-Mappings* beweisen (Abb. 47a–c). Bei Kat.12 sind die weißen Schichtungen von Grundierung und Ausgleichsschicht bei mikroskopischer Betrachtung kaum voneinander zu unterscheiden, sondern werden auch hier erst unter dem Rasterelektronenmikroskop deutlicher sichtbar (Abb. 48), vgl. Abb. 46i, j.

²⁴⁴ Koller 1984, S. 346–347. ²⁴⁵ Taube/Roth 2020, S. 115. Teilweise sind die Gewebekaschierungen hier in die Ausgleichsschicht eingebettet. ²⁴⁶ Westhoff 1983, S. 15. ²⁴⁷ Auf der Außenseite der Krankenheilung (Kat.19) z. B. wurde der Niveauunterschied eines an der Oberkante ausgerissenen Brettes durch einen dickeren Auftrag der Grundiermasse ausgeglichen. Eine Ausgleichsschicht abweichender Zusammensetzung war nicht nachweisbar. ²⁴⁸ Eine Ausnahme von dieser Regel scheint das Göttinger Barfüßertafel zu sein, das eine graue Ausgleichsschicht unter der Gewebekaschierung aufweist, vgl. Hartwig 2010, S. 107.

Abb. 46 Querschliffe aller Bildschichten mit Ausgleichsschicht und Grundierung, links: Auflicht, rechts: UV-Anregung

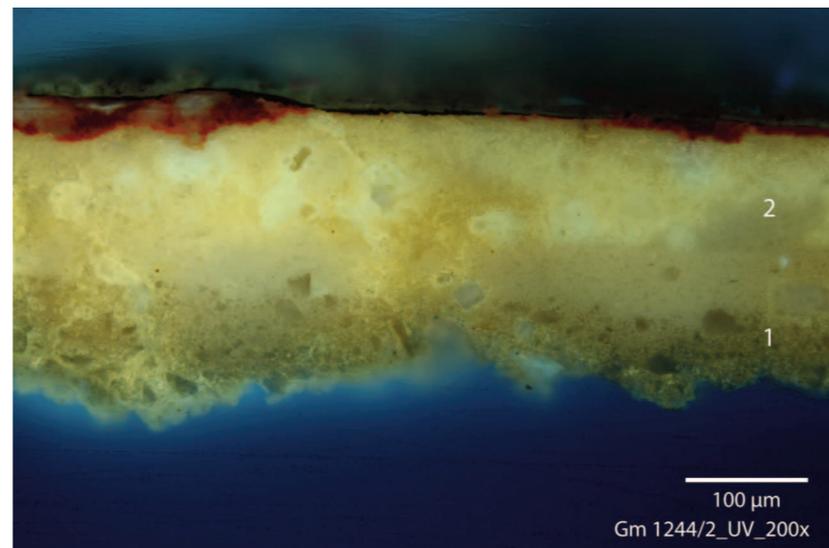
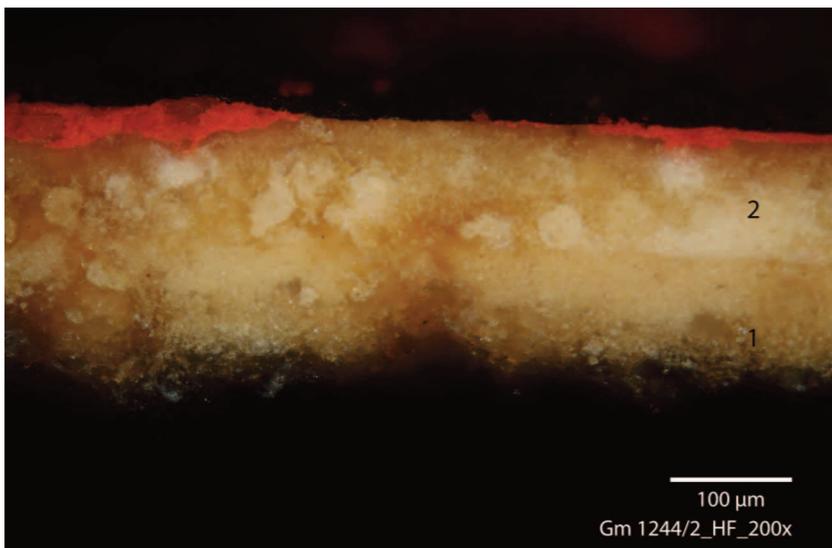
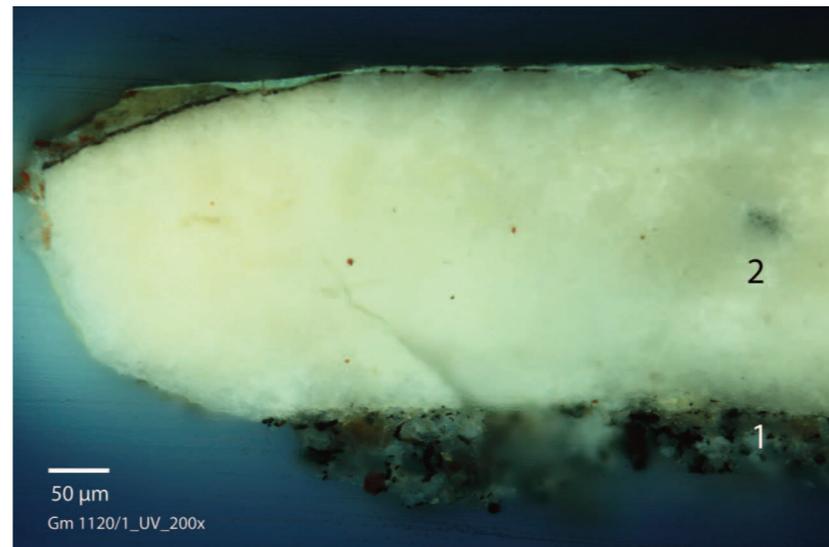


c, d Kat.17, Gm107, aus der Rüstung des Soldaten am rechten Bildrand, Schichtenaufbau: 1 graue Ausgleichsschicht, 2 Grundierung



e, f Kat.16, Gm307, aus dem vergoldeten Hintergrund, Schichtenaufbau: 1 ockerfarbene Ausgleichsschicht, 2 Grundierung

Abb. 46 Querschliffe aller Bildschichten mit Ausgleichsschicht und Grundierung, links: Auflicht, rechts: UV-Anregung



g, h Kat.18, Gm1120, Innenseite, aus dem vergoldeten Hintergrund,
Schichtenaufbau: 1 graue Ausgleichsschicht, 2 Grundierung

i, j Kat.12, Gm1244, aus der übervergoldeten roten Bildfeldteilung,
Schichtenaufbau: 1 dolomithaltige Ausgleichsschicht, 2 Grundierung

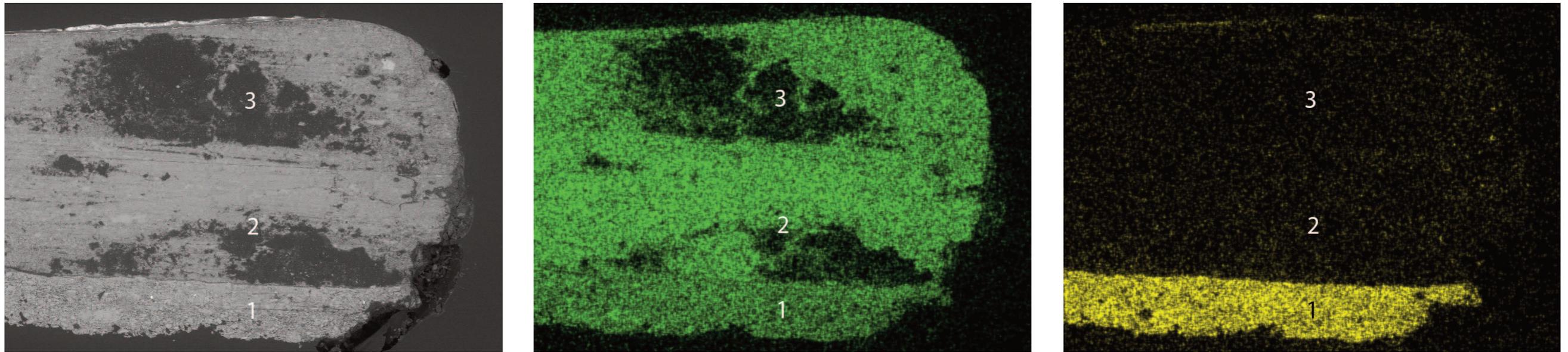


Abb. 47 Kat.1, Gm1198, Querschliff aus der Pastigliaborte der linken Arkade, **a** (links) Rückstreuerelektronenbild, **b** (Mitte) EDX-Element-Mapping der Calciumverteilung, **c** (rechts) EDX-Element-Mapping der Schwefelverteilung. Schichtenaufbau: 1 Ausgleichsschicht, 2 Grundierung, 3 Pastiglia. Fotos: B. Freysoldt, S. Hoblyn

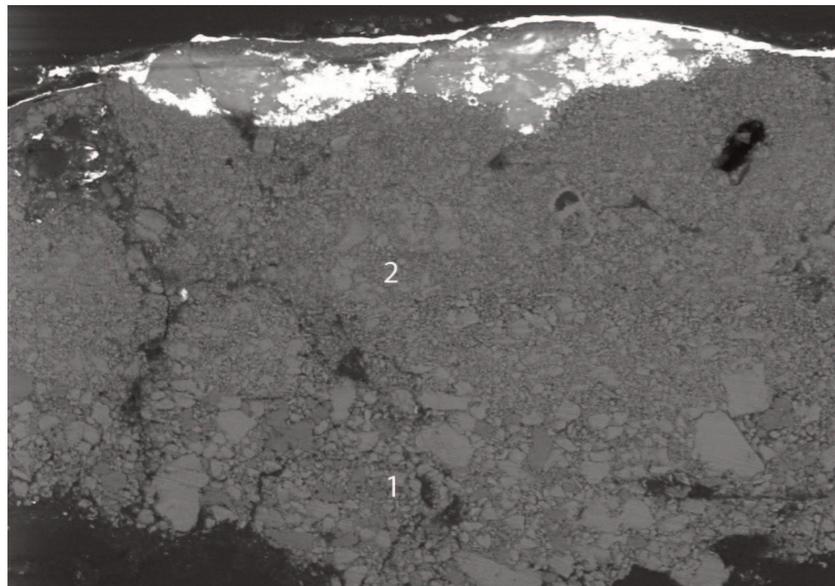


Abb. 48 Kat.12, Gm1244, Querschliff aus der übervergoldeten roten Bildfeldteilung, Rückstreuerelektronenbild. Schichtenaufbau: 1 grobkörnige, dolomithaltige Ausgleichsschicht, 2 kreidehaltige Grundierung. Foto: B. Freysoldt, S. Hoblyn

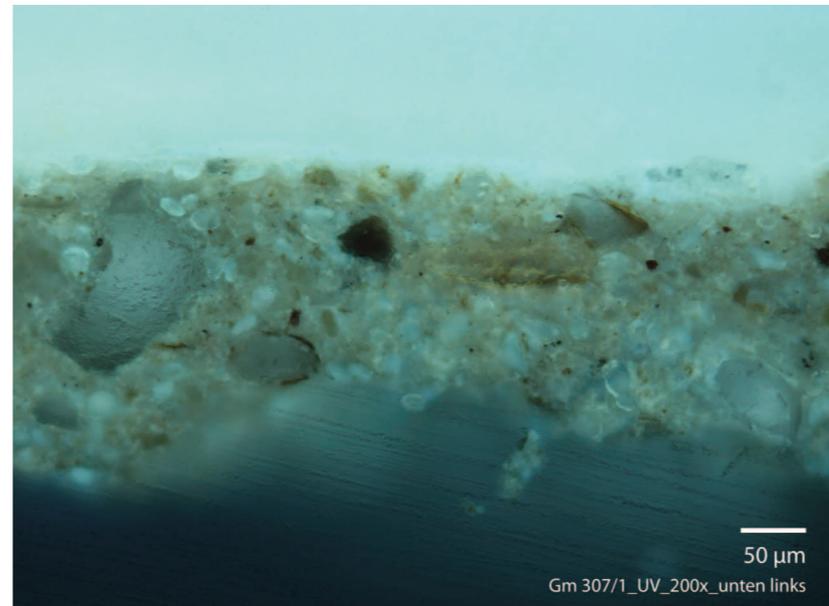
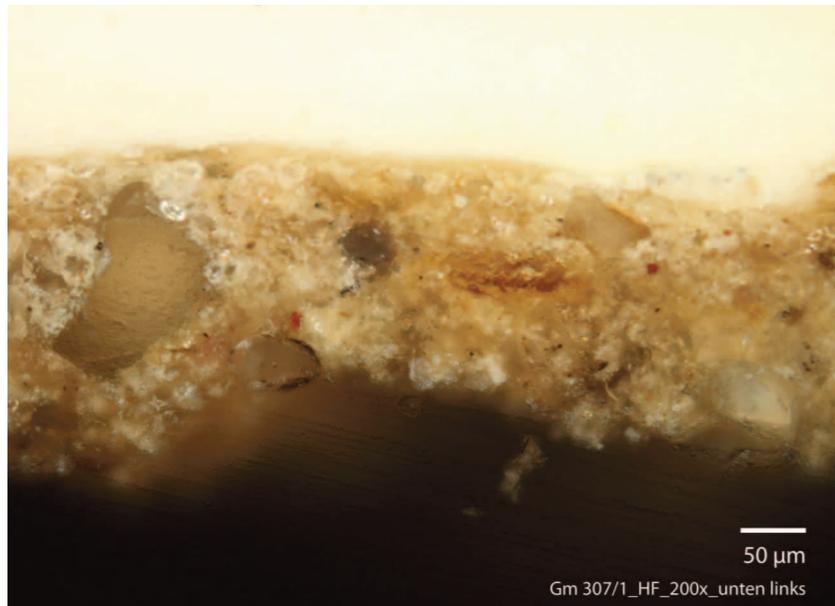


Abb. 49 Kat.16, Gm307, Ausschnitt eines Querschliffs aus dem vergoldeten Hintergrund, Detail der grobkörnigen Ausgleichsschicht, **a** (links) Auflicht, **b** (rechts) UV-Anregung

Allen Ausgleichsschichten gemein ist eine relativ grobe Körnung der Füllstoffe und, insbesondere bei gefärbten Ausgleichsschichten, eine meist sehr heterogene Materialzusammensetzung. Zudem sind alle bisher mittels FTIR analysierten Ausgleichsschichten mit tierischem Leim gebunden. Anteile von Stärke und das Fehlen von Schichtgrenzen lassen darauf schließen, dass man die Ausgleichsmasse relativ dickflüssig in wenigen Durchgängen (oder sogar einschichtig?) auftrug (Abb. 49a, b); Schichtungen, wie sie die in zahlreichen dünnen Lagen aufgestrichenen Grundierungen zeigen, fehlen.

Mehrschichtige Grundierungen mit einer unteren groben Schicht und einer darüber liegenden feineren Materialverarbeitung sind bis-

her vorrangig an italienischen Gemälden beschrieben, die den Anweisungen Cenninis zufolge²⁴⁹ zuerst mit *gesso grosso* und dann *gesso sottile* grundiert wurden.²⁵⁰ Dabei soll die erste Schicht der Grundierung mit einem Malspachtel oder Palettmesser auf die Holzoberfläche gespachtelt werden.²⁵¹ Analysen zufolge bestehen die *Gesso-grosso-Schichten* in der Regel aus nur grob vermahlenem Anhydrit – entweder pur oder mit Anteilen von Dihydrat –, wohingegen in den oberen Gipsschichten feinkörniges Calciumsulfat-Dihydrat (*gesso sottile*) analysiert wurde, das man höchstwahrscheinlich aus zuvor durch Brand hergestelltem Anhydrit gewonnen hatte.²⁵² In vergleichbarer Weise könnten die Malgründe mit Ausgleichsschichten

aus grobkörnigen Materialmischungen und darüber applizierten Grundierungen aus mariner Kreide diesem traditionellen Malschichtaufbau folgen.

Ausgleichsschichten finden sich im untersuchten Bestand vorrangig an Werken, die vor 1455 entstanden sind (Kat.1, Kat.16, Kat.17, Kat.18), nur Kat.12 datiert ins letzte Viertel des 15. Jahrhunderts.²⁵³ Gleiches gilt für die Untersuchungen an Nürnberger Tafelgemälden, an denen Ausgleichsschichten im Entstehungszeitraum zwischen 1340–1455 überproportional häufig nachgewiesen sind.²⁵⁴ Die Häufung der Befunde vor 1450 lässt vermuten, dass es sich sowohl bei den großflächigen Kaschierungen als auch bei Ausgleichsschichten um frühmittelalterliche Maltraditionen handelt, die nur in Ausnahmefällen noch bis in die zweite Hälfte des 15. Jahrhunderts weitergeführt wurden; vielleicht sogar ohne dass man sich einer spezifischen Wirkung innerhalb des Malschichtgefüges bewusst gewesen wäre.

Die untersuchten Ausgleichsschichten lassen sich nach dem Hauptanteil der Füllstoffe in zwei größere Gruppen unterteilen: weiße Ausgleichsschichten, die vorrangig Calciumsulfat oder dolomitische Kreide/Dolomit enthalten, und gefärbte Unterlegungen, deren Hauptanteil Calciumcarbonat mit unterschiedlichen Zuschlagstoffen bildet.

249 Cennini/Broecke 2015, Kap. 115–118, S. 150–155. **250** Zum Grundierungsaufbau florentinischer Gemälde: Karl 2017, S. 61–62; zum Herstellungsprozess von *gesso sottile* mit umfangreichem Bildmaterial: Woudhuysen-Keller 2008, S. 166–170. **251** Cennini/Broecke 2015, Kap. 115, S. 150–151; Analysen italienischer Gemälde zeigen dementsprechend oft nur eine Schicht *gesso grosso*, aber darüber zahlreiche Schichtungen *gesso sottile*; vgl. S. 152, Anm. 5. **252** Federspiel 1995, S. 62; Stege/Fischer/Karl 2017, S. 106. **253** Auch an Nürnberger Totenschilden sind Ausgleichsschichten vorrangig an vor 1460 entstandenen Werken nachweisbar, vgl. Taube/Roth 2020, S. 115. **254** Hess/Hirschfelder/Baum 2019, Bd. 1, Kat. 1, 5, 9, 11, 13–14, 18–19. Die Angaben zu Ausgleichsschichten und den daran durchgeführten Analysen jeweils unter dem Abschnitt 2.1. Dazu auch Fückler/Baum/Eckstein 2017, bes. S. 5–6.

Weißer Ausgleichsschichten

Ein hoher Anhydritanteil kennzeichnet die leimgebundene, weißliche Ausgleichsschicht an dem um 1260 datierten Tafelfragment (Kat.1).²⁵⁵ Hier, wie auch bei anderen vorrangig calciumsulfathaltigen Schichten, zeigt sich zwischen Ausgleichsschicht und Grundierung oft eine bräunliche, unter UV-Anregung stark fluoreszierende Bindemittelsammlung (vgl. **Abb. 46a, b**), die bei späteren oder auch eingefärbten Ausgleichsschichten fehlt oder weniger deutlich ausgeprägt ist.²⁵⁶ Weiße Ausgleichsschichten, meist mit hohen Anhydritanteilen und einer darüberliegenden Bindemittelschicht, zeigen auch einige vor 1455 entstandene Nürnberger Tafelgemälde.²⁵⁷

Wie im Falle von Kat.1 sind in den gipshaltigen Schichten häufig auch geringe Anteile von Kreide (Calciumcarbonat) nachweisbar. Könnte man zunächst vermuten, dass die beiden Füllstoffe gezielt miteinander vermengt wurden, deutet vieles darauf hin, dass der Ausgangsstoff in diesen Fällen hochgebrannter Gips war, der aufgrund des Brennprozesses geringe Anteile von Calciumcarbonat enthielt. Schon länger geht die Forschung davon aus, dass Anteile von Anhydrit in Grundierungen auf die Verwendung von gebranntem Gips zurückgehen.²⁵⁸ So empfiehlt Theophilus zum Grundieren einen leimgebundenen Malgrund aus Gips, der „wie Kalk gebrannt“ sei,²⁵⁹ d.h. bei Temperaturen, die mit ca. 1000°C weit höher liegen als die des üblichen Gipsbrands bei 130–300°C. Bei historischen Bränden, deren Brenntemperaturen weder konstant noch exakt eingestellt waren, entstanden Gipse mit sehr unterschiedlichen Phasen, zu denen Anhydrit, Calciumsulfat-Hemihydrat und – sofern der Brand nicht alle Teile der Gipsbrocken erreichte – noch ungebranntes Di-

hydrat zählten.²⁶⁰ Mehrphasengipse sind damit die Regel bei historischen Bränden. Charakteristisch für Hochbrandgips sind allerdings auch Anteile von Calciumoxid (sog. Thermocalzit), das während der Zersetzung des Gipses bei hohen Brenntemperaturen um 1000°C entstehen kann, und bei Kontakt mit Wasser wieder zu Calciumcarbonat (Kreide) umgewandelt wird.²⁶¹ Vermutlich sind die in den Proben analysierten Kreideanteile also keine Beimengungen von Kreide, sondern vielmehr ein Hinweis auf die Verwendung von hochgebranntem Gips. Dies würde auch erklären, warum bei Analysen neben Anhydrit weitere Gipsphasen wie Calciumsulfat-Dihydrat auftreten. Der hohe Phosphatanteil vieler Ausgleichsschichten könnte zudem auf Aschepartikel zurückgehen, denn beim historischen Gipsbrand werden die Gesteinsbrocken in kaminartigen Bogenformen aufgeschichtet, in die das hölzerne Brennmaterial eingeschoben wird (**Abb. 50**). Reste von Asche und verkohltem Holz (Pflanzenschwarz!) könnten deshalb auch beim Brand entstandene Verunreinigungen sein.²⁶² Anhaftende Tonminerale und Eisenoxide gehören ohnehin zu den klassischen Verunreinigungen durch Gesteinsabbau gewonnener Gipse.²⁶³ Inwieweit die zahlreichen Analysen von Grundierungen an vor 1250 entstandenen Bildwerken, die sowohl Gips als auch Kreide enthalten,²⁶⁴ auf einen zweischichtigen Malgrund (d.h. Ausgleichsschicht und Grundierung) mit wechselnden Füllstoffen oder auf die Verwendung von hochgebranntem Gips zurückgehen, gilt es noch zu überprüfen. Um einen zweischichtigen Aufbau handelt es sich mit Sicherheit beim sog. Aschaffenburg Tafelbild (Aschaffenburg, Stiftsmuseum, Inv.Nr. MSA 12575),²⁶⁵ dessen leimgebundene Ausgleichsschicht neben „glasigen Silikateinschlüssen“ Calciumsulfat-Dihydrat enthält, das deutlich grobkörniger als die



Abb. 50 Nachstellung eines historischen Gipsbrandes, Bad Windsheim, Fränkisches Freilandmuseum. Foto: J. Kramer

darüber liegende, in bis zu fünf Lagen aufgetragene Kreidegrundierung ist. Für eine um 1340 datierte Marienkrönung aus Tirol (Stuttgart, WLM, [Inv.Nr. 1979-150](#)) ist ebenfalls eine Ausgleichsschicht aus „abgebundenem Gips“ (wohl ebenfalls Calciumsulfat-Dihydrat) nachgewiesen.²⁶⁶ Grundsätzlich kann die bis heute kolportierte Meinung, dass Malgründe nördlich der Alpen im Wesentlichen Kreide enthielten,²⁶⁷ seit Langem als widerlegt gelten.²⁶⁸

255 Untersuchungsbericht Nr. 20200505 zu QS Gm1198/5 von Sylvia Hoblyn und Bernadett Freysoldt, 24.7.2020. Nürnberg, GNM, IKK, Restaurierungsakte Gm1198. **256** Meurer/Westhoff 1989, Kat. 64, S. 120–123, hier S. 120. Im Falle des Aschaffenburg Tafelbildes wurden in dieser Bindemittelschicht Proteine und Polysaccharide analysiert, vgl. Ringer 1997, S. 223, Anm. 100. Zum Vorkommen dieser Bindemittelschicht an Nürnberger Totenschilden: Taube/Roth 2020, S. 115–117. **257** Hess/Hirschfelder/Baum 2019, Bd. 1, Kat. 1, 9, 11, 13, 14, 18. Die Angaben zu Ausgleichsschichten und den daran durchgeführten Analysen jeweils unter dem Abschnitt 2.1 des Katalogeintrags. **258** Richter 1988, S. 175; Scholtka 2006, S. 25. Die Verwendung von künstlich (d.h. durch Brennen) hergestelltem Anhydrit wurde u.a. auch für die Erstfassung des romanischen Kruzifixes in Klöden vermutet, vgl. Karl 2009, S. 146. Allerdings wurde die anhydrithaltige Schicht nicht als Ausgleichsschicht erkannt, sondern die Autorin wertete sie als eine in der Materialzusammensetzung abweichende Grundierung, die nur partiell an der Skulptur aufgebracht wurde. **259** Theophilus/Brepohl 2013, Kap. 19, S. 65. **260** Lenz 2002, S. 44. **261** Lenz 2002, S. 47. **262** Zu Verunreinigungen historischer Gipse im Zuge des Brennverfahrens vgl. Lenz 2002, S. 44. **263** Ebd., S. 43. **264** Scholtka 2006, S. 46–52. **265** Nachfolgende Angaben vgl. Ringer 1997, S. 222–223, Anm. 98, 258–259. **266** Meurer/Westhoff 1989, Kat. 64, S. 120–123, hier S. 120; Westhoff 1983, S. 16. **267** U.a. Stols-Witlox 2012, S. 163–164. **268** Richter 1988, S. 174–175; Scholtka 2006, S. 25; Nadolny 2008, S. 1, 3.

Neben weißen Ausgleichsschichten mit Calciumsulfatanteilen finden sich auch solche, deren Hauptbestandteil magnesiumhaltige, dolomitische Kreiden bilden. Bei dem in der Werkstatt Frueaups entstandenen Täfelchen mit der hl. Apollonia (Kat.12) wurde die untere Schicht des Malgrundes wohl im Sinne einer Ausgleichsschicht mit grob vermahlenem Dolomit ausgeführt, die darüberliegende Grundierungsschicht jedoch mit mariner Kreide (vgl. **Abb. 46i, j**).²⁶⁹ Die entnommene Malschichtprobe zeigt dabei keine klare Grenze zwischen den beiden Schichten, vielmehr scheinen diese ineinander überzugehen (vgl. **Abb. 48**). Möglicherweise trug man den Dolomitgrund stufend, mit nur kurzem zeitlichem Abstand zur Grundierung auf. Ob es sich bei den wohl häufig an mittelalterlichen Bildwerken Österreichs festzustellenden unteren Grundierschichten aus „Steinkreide“²⁷⁰ tatsächlich immer um vermahlene Dolomitgestein handelt, wie Koller vorschlägt,²⁷¹ bleibt zu überprüfen.

Eingefärbte Ausgleichsschichten

Farbig abgetönte Ausgleichsschichten zeichnen sich durch eine besonders heterogene Materialzusammensetzung aus, wobei der Anteil von Calciumcarbonat in diesen Schichten gegenüber dem Calciumsulfat zu überwiegen scheint.²⁷² Eine Graufärbung der Schichten entsteht wie bei Kat.17, Kat.18 in der Regel durch die Zugabe von Pflanzenschwarz (**Abb. 51**). In geringerem Anteil finden sich aber auch andere färbende Zuschlagstoffe wie Tonminerale, Eisenoxide und -phosphate. Ob die Materialien aufgrund ihrer Färbung verwendet wurden oder ob andere Materialeigenschaften ei-

ne Rolle spielten, ist bisher nicht geklärt. Womöglich erleichterte die Farbzugabe auch eine Unterscheidung der Ausgleichsschicht von der weißen Grundierung darüber. Somit konnte letztere in ausreichender Schichtdicke auf den grobkörnigen Untergrund aufgetragen und ein zu weites Abschleifen des Malgrundes beim Glätten vermieden werden. In eingefärbten Ausgleichsschichten sind außerdem mehrfach signifikante Anteile von Quarz nachgewiesen (Kat.17), besonders deutlich bei der sandfarbenen Schicht von Kat.16. Auffällig sind zudem neben wiederholt analysierten Stärkezugaben (Kat.16, Kat.18) hohe Anteile von Phosphaten (vor allem Calciumphosphat), darunter auch kugelig geformte Eisenphosphate (**Abb. 52a-c**).²⁷³

Einen frühen Nachweis grau gefärbter Ausgleichsschichten liefert die um 1280 datierte Sakristeitur aus Friesach (Graz, Schloss Eggenberg, Alte Galerie, Inv.Nr. 301), deren Unterlegung über einer Pergamentkaschierung liegt und neben Kreide, Holzkohle und Eisensilikaten auch Stärke beinhaltet.²⁷⁴ Westhoff weist graue Ausgleichsschichten an sechs von zehn untersuchten, schwäbischen Skulpturen des 14. Jahrhunderts nach; als Inhaltsstoffe der leimgebundenen Schicht nennt er Kreide und/oder Gips sowie Pflanzenschwarz, Ocker sowie – in vier Fällen – Anteile von Quarz.²⁷⁵ Auch am Retabel aus Dornstadt (Ulm, 1417, Stuttgart, WLM, [Inv.Nr. WLM 14230](#)) liegt auf Skulpturen, Tafeln und Rahmungen eine mit Pflanzenschwarz grau gefärbte, vorrangig calzit- und kreidehaltige Ausgleichsschicht.²⁷⁶ Ebenso nutzte die Ulmer Werkstatt Hans Multschers an Skulpturen und Tafelgemälden mehrfach grau gefärbte Ausgleichsschichten; Analysen bestätigen auch hier (dolomitische) Kreide und Pflanzenschwarz als Hauptbestandteile.²⁷⁷ Ge-



Abb. 51 Kat.18, Gm1120, Innenseite, Detail linke obere Ecke: unter der weißen Grundierung freiliegende graue Ausgleichsschicht über der Gewebekaschierung

nauso finden sich im Nürnberger Raum mit Pflanzenschwarz und teils auch eisenhaltigen Partikeln eingefärbte, kreide- und gips-haltige Ausgleichsschichten an Skulpturen²⁷⁸ und Tafelgemälden²⁷⁹ aus der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts. Koller listet über die Jahre eine beachtliche Anzahl von Beispielen, vorrangig von Holzskulpturen und Tafelgemälden auf, die eine erste graue „Präparation“ zeigen, die vorrangig aus Kreiden (insbesondere „Steinkreide“), Holzkohle und „Hammerschlag“ besteht.²⁸⁰ Neben dem 1447

269 Auf dieses Phänomen weist bereits **Nadolny 2008**, S. 3 hin, ohne ein konkretes Beispiel zu nennen. **270** **Kühn 1984**, S. 44 definiert Steinkreide als vermahlene Kalkstein und bezeichnet pulverisiertes Dolomitgestein als Berg- oder Grundierkreide (bei Anteilen von Calciumcarbonat) oder als dolomitische bzw. Scharnitzer Kreide, wenn das Ausgangsmaterial „reiner“ Dolomit ist. **271** **Koller 2011**, S. 23. **272** Dies trifft auch auf die grau gefärbten Ausgleichsschichten an Nürnberger Tafelgemälden zu (vgl. Anm. 279). Auch die graue Ausgleichsschicht am Göttinger Barfüßerretabel besteht vorwiegend aus Kreide, vermischt mit wenig Gips, Quarz, Pflanzenschwarz und Stärke, vgl. **Hartwig 2010**, S. 107, Anm. 323. An Nürnberger Totenschilden hingegen handelt es sich in der Regel um unterschiedliche Phasen von Calciumsulfat, vermischt mit geringen Mengen Calciumcarbonat, vgl. **Taube/Roth 2020**, S. 117. **273** **Siennicki 2019**, S. 134–136 entwickelt eine überzeugende Theorie zu deren komplexem Entstehungsprozess im Zusammenhang mit der „Brandkitt“- bzw. Schutzschicht an einem mittelalterlichen Setzschild, indem er vorschlägt, dass es sich bei diesem Zuschlagstoff um die ausgesiebte Abbrandasche aus dem Frischprozess von Roheisen handelt. **274** **Diem/Koller 1998**, S. 59. **275** **Westhoff 1983**, S. 15. **276** **Krebs 2003**, S. 42, Anm. 1; **Hahn 2003**, S. 53, Anm. 1. **277** **Krebs 1997**, S. 194, Anm. 7; **Popp 1997**, S. 210, dabei bleibt unklar, ob in der Ausgleichsschicht am Wurzacher Retabel (Berlin, SMB, Gemäldegalerie, [Inv.Nr. 1621](#)) ausschließlich dolomitische Kreide enthalten ist, wie **Gallagher 1996**, S. 203, Anm. 5 schreibt oder ob es zusätzlich noch Anteile von Pflanzenschwarz gibt, wie Popp in ihrem zusammenfassenden Beitrag zu den Tafelbildern Multschers suggeriert. **278** **Ottweiler/Taube 2016**, S. 53–54. **279** **Hess/Hirschfelder/Baum 2019**, Bd. 1, Kat. 5, S. 95–117 (Beate Fückler, Daniel Hess), hier S. 100–101; Kat. 19, S. 271–287 (Katja von Baum, Joshua Waterman), hier S. 275, Anm. 17. **280** **Koller 2011**, S. 23–24; **Koller 1989**, S. 44–46.

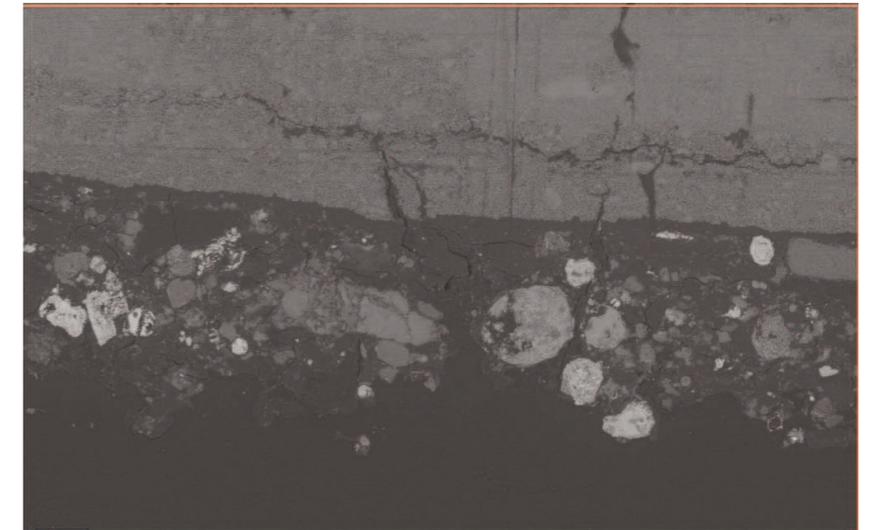
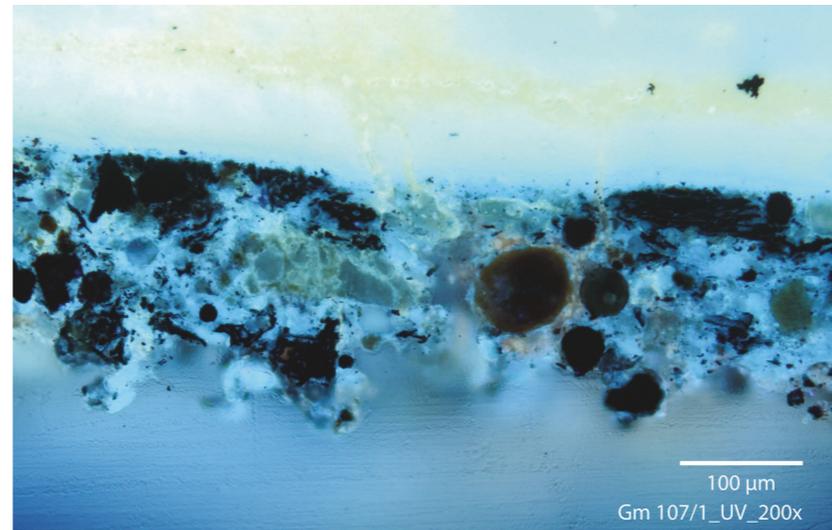
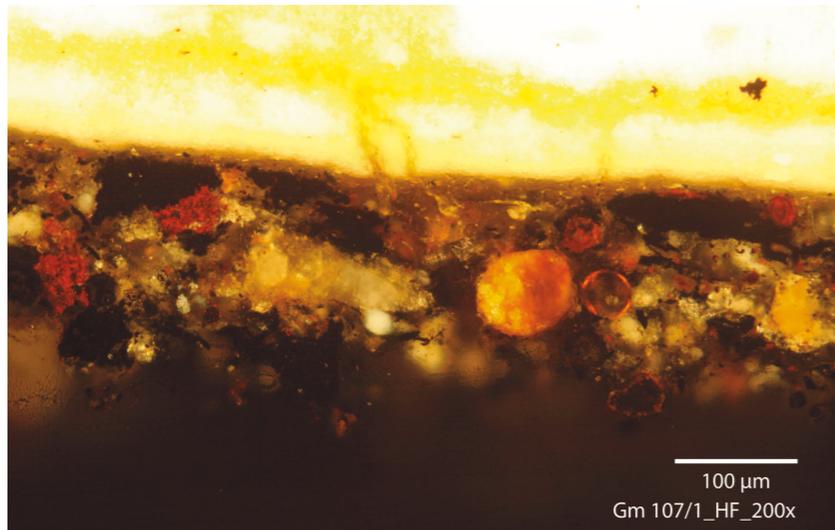


Abb. 52 Kat. 17, Gm107, Ausschnitt eines Querschliffs aus der Rüstung des Soldaten am rechten Bildrand, Detail der grobkörnigen Ausgleichsschicht, **a** (links) Auflicht, **b** (Mitte) UV-Anregung, **c** (rechts) Rückstreuerelektronenbild.

Foto c: B. Freysoldt, S. Hoblyn

datierten Wiener Neustädter Altar (Wien, St. Stephan)²⁸¹ gehören dazu auch die beiden großformatigen, Mitte des 15. Jahrhunderts entstandenen Kreuzigungen aus der in Salzburg ansässigen Werkstatt Conrad Laibs (u.a. Kreuzigung Christi, Wien, Belvedere, Inv.Nr. 4919).²⁸² An Rahmen und Reliefschnitzereien des im Wiener Umkreis entstandenen Znaimer Altars (um 1440/1450, Wien, Belvedere, Inv.Nr. 4847) enthält die graue Ausgleichsschicht „Steinkreide“ (wohl Dolomit) mit Anteilen von Tonmineralen, Pflanzenschwarz und braunem „Erdfpigment“, gebunden in tierischem Leim.²⁸³ An dem um 1430 entstandenen Retabel in Puchheim (Oberösterreich) fand sich eine grobkörnige, leimgebundene Mischung aus vermahlenem Kalkstein, Calciumphosphat, Eisen, Mangan und Pflanzenschwarz.²⁸⁴ Aber auch weiter nördlich finden sich Beispiele grauer Ausgleichsschich-

ten, wie an dem 1403 in der Werkstatt des Conrad von Soest geschaffenen Retabel (Wildungen, Pfarrkirche); auch hier liegt die mit Proteinleim gebundene Schicht aus Kreide, Pflanzenschwarz und Ocker auf einer vollflächigen Gewebekaschierung.²⁸⁵ Ungewöhnlich spät findet sich das Phänomen noch an Werken aus der in Konstanz tätigen Werkstatt Hans Murer d.Ä., deren 1480 datierter sog. Mässlin-Altar (Staatliche Kunsthalle Karlsruhe, Inv.Nr. 31a, 31b, 31c) eine dunkelgraue, leimgebundene Ausgleichsschicht mit Anteilen von Kreide und Pflanzenschwarz zeigt.²⁸⁶

Ausgleichsschichten sind damit entgegen früheren Vermutungen kein spezifisch süddeutsches oder alpenländisches Phänomen,²⁸⁷ sondern finden sich überregional sowohl an Holzskulpturen, Tafelgemälden als auch verwandten Objektgattungen wie farbig ge-

fassten Türen und Totenschilden. In Anbetracht der Dichte der inzwischen nachgewiesenen Befunde, könnte ein mehrschichtiger Malgrund bis Mitte des 15. Jahrhunderts sogar eher die Regel als die Ausnahme gewesen sein.

281 Koller 1994, S. 39 beschreibt an den Predellentafeln eine graue „eisenhaltige Präparation mit feiner Schmiedeschlacke“ unter der Grundierung aus fossiler Kreide. **282 Koller: Laib 1997**, S. 112. Auch hier liegen die grauen Ausgleichsschichten über vollflächigen Gewebekaschierungen. Bei der einem Nachfolger Laibs zugeschriebenen „Innernöringer Kreuzigung“ liegt eine graue Ausgleichsschicht nur unter der Dolomitgrundierung der bemalten Tafelrückseite, die lediglich mit Gewebestreifen kaschiert ist. Vgl. **Ausst.Kat. Wien 1997**, Kat.8, S. 258–269, hier S. 258. **283 Koller/Zehetmaier 1988**, S. 42; **Mairinger 1988**, S. 45. Der Proteinnachweis erfolgte lediglich über histochemische Anfärbungen, evtl. vorhandene Stärkeanteile waren so nicht nachweisbar. **284** Was zu der Vermutung führte, dass es sich um Anteile von Schlacke und Ruß „aus dem Abzug einer Schmiedeesse“ handelte, vgl. **Koller 1989**, S. 44, Anm. 11. **285 Reinhold 1998**, S. 32. **286 Popp 2014**, S. 45. **287 Koller 2011**, S. 23–24.

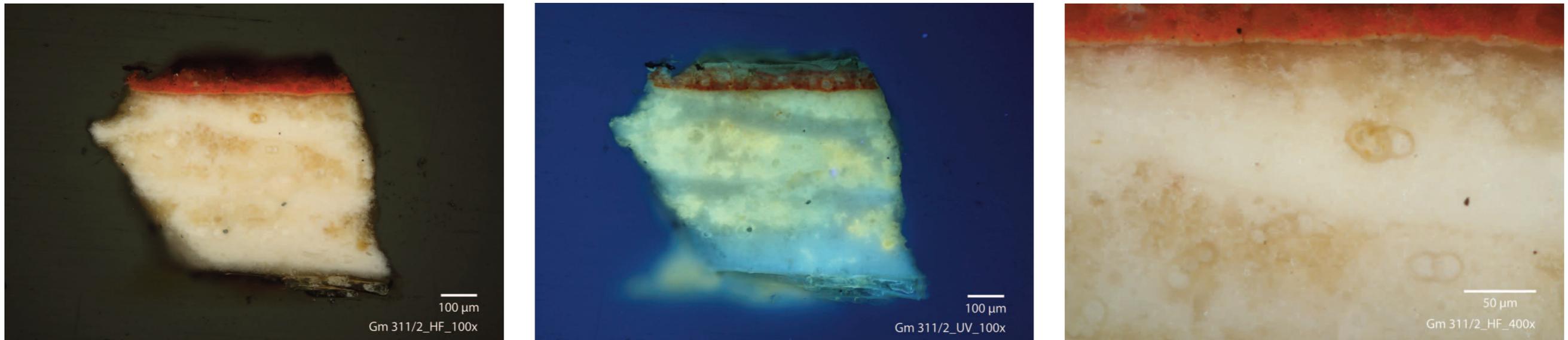


Abb. 53 Kat.14, Gm311, Querschliff aus dem roten Mantel des Johannes, **a** (links) Auflicht, **b** (Mitte) UV-Anregung, **c** (rechts) Detail aus dem Querschliff im Auflicht. Kreidegrundierung mit zahlreichen Coccolithen

Füllstoffe der Grundierung

Kreide (Calciumcarbonat) ist mit Nachweisen an 17 von 22 Werkzusammenhängen der am häufigsten verwendete Grundierungsfüllstoff.²⁸⁸ Bei mikroskopischer Betrachtung werden in diesen Grundierungsaufträgen unterschiedliche Anteile fragmentierter Coccolithen sichtbar, die beweisen, dass es sich um fossile, marine Kreiden handelt (Abb. 53a-c). Einige kreidehaltige Grundierungen zeichnen sich hingegen durch sehr geringe (Kat.10) oder sogar fehlende Anteile (Kat.20) von Coccolithen aus (Abb. 54a, b). Bei Kat.11 beschränkt sich dieser Befund auf die oberste Grundierungsschicht, die im Querschliff sehr kompakt erscheint und im Auflicht auffällig glitzert. In all diesen Schichten lassen sich zudem höhere Anteile von Aluminiumsilikaten nachweisen. Vermutlich handelt es sich bei diesen Grundierungen um besonders fein vermahlene calzitische Gestein mit

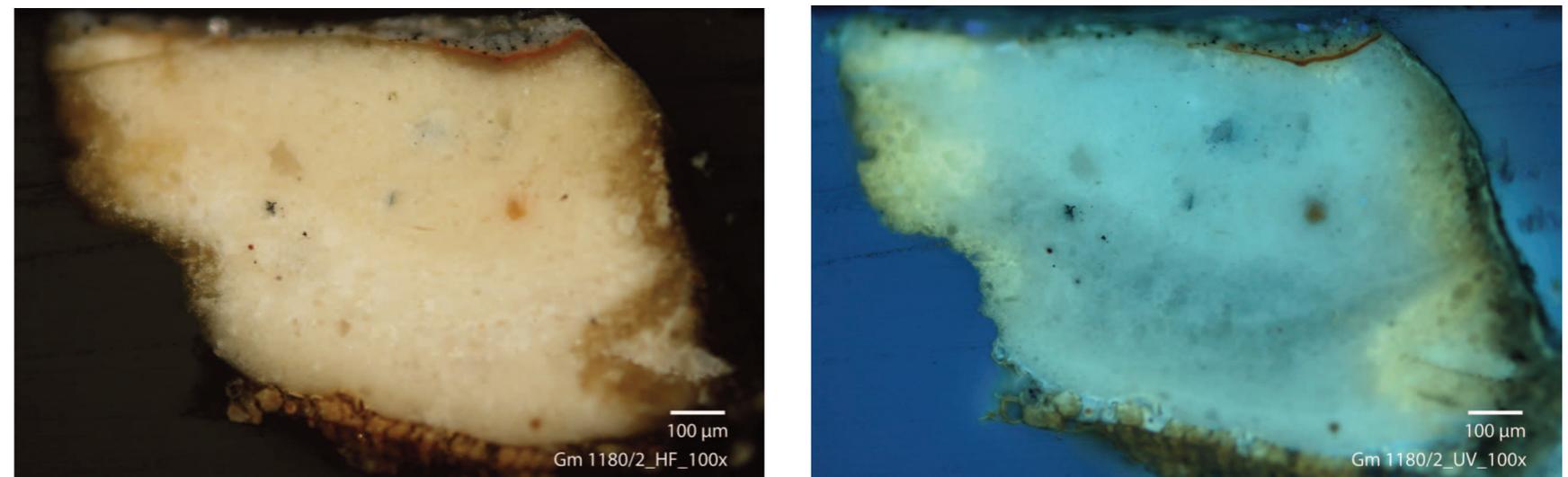


Abb. 54 Kat.20, Gm1180, Querschliff aus der grauen Architekturräumung, **a** (links) Auflicht, **b** (rechts) UV-Anregung. Kreidegrundierung weitgehend ohne Coccolithenanteil

²⁸⁸ Analytischer Nachweis: Kat.1, Kat.2, Kat.5, Kat.8, Kat.10, Kat.11, Kat.15, Kat.16, Kat.17, Kat.18, Kat.20, Kat.12 („obere“ Grundierungsschicht); mikroskopischer Nachweis anhand deutlich erkennbarer Coccolithen: Kat.3-Gm1057, Kat.4 (Anstrich Rückseite), Kat.6, Kat.13, Kat.14.

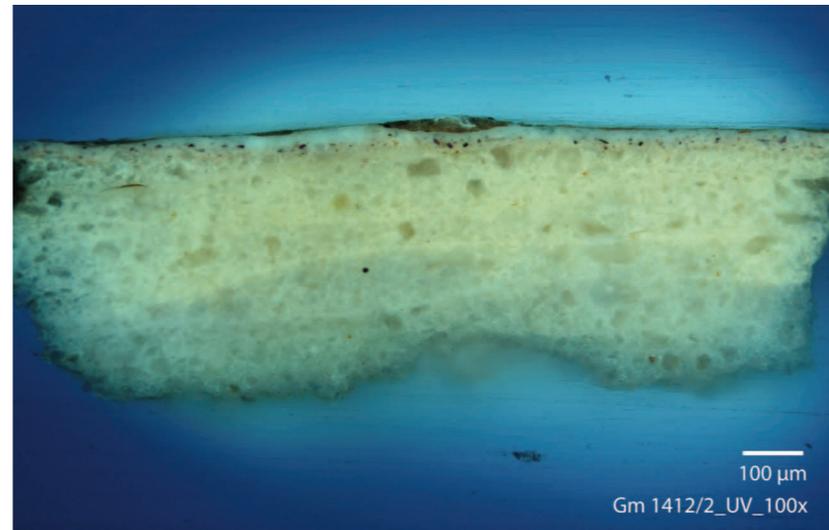


Abb. 55 Kat.19, Gm1412, Innenseite, Querschliff aus dem grauen Mauerwerk, **a** (links) Auflicht, **b** (rechts) UV-Anregung. Grundierung mit dolomithaltiger Kreide

einem natürlichen, höheren Anteil von Tonmineralen. Aus vermahlenem Kalkstein hergestellte Kreidegründe ohne sichtbare Coccolithen sind auch für Werke Cranachs beschrieben.²⁸⁹

An drei Werken grundierte man ausschließlich mit vermahlenem Dolomitgestein bzw. dolomitischer Kreide (Kat.19, Kat.21, Kat.22). Dabei handelt es sich um Calcium-Magnesiumcarbonat mit unterschiedlich hohen Anteilen von Calciumcarbonat.²⁹⁰ Am Querschliff zeichnen sich diese Grundierungsschichten durch eine weniger homogene und damit weniger kompakte Struktur mit unterschiedlich großen, splittig-kristallinen Anteilen aus, die vor allem unter UV-Licht sichtbar werden (Abb. 55a, b). Grundierungen mit vermahlener dolomitischer Kreide finden sich relativ häufig an Bildwerken aus

Tirol und Südtirol. So nutzten auch die Werkstätten von Michael und Friedrich Pacher unter anderem Dolomit als Füllstoff ihrer Grundierungen.²⁹¹ Dolomithaltige Grundierungen sind aber ebenso für Rahmen und Reliefs des im Wiener Raum entstandenen Znaimer Altars (Wien, Belvedere, Inv.Nr. 4847)²⁹² und dem Porträt von Alexander Mornauer (Portrait of Alexander Mornauer, London, National Gallery, Inv.Nr. NG 6532) sowie einem Frauenbildnis (Portrait of a Woman of the Hofer Family, London, National Gallery, Inv.Nr. NG 722) analysiert.²⁹³ Am Tegernseer Retabel (Kat.4) ist der Füllmasse der Pressbrokate Dolomit beigemischt (vgl. Kap. Pressbrokate). Abgesehen davon, dass dolomithaltige Kreiden wahrscheinlich gehandelt wurden, war das häufig anzutreffende Mineral aber nicht nur im Alpen-

raum verfügbar, sondern es existieren unter anderem größere Vorkommen im Fränkischen und Schwäbischen Jura.²⁹⁴ Es bleibt also zu überprüfen, ob auch weiter nördlich der Alpen dolomithaltige Materialien genutzt wurden.

Interessanterweise ist nur die untere Schicht der Grundierung an Kat.12 mit Dolomit ausgeführt, die darüberliegende Grundierungsschicht jedoch mit mariner Kreide.²⁹⁵ Der Dolomitgrund diente hier als eine erste, egalisierende Vorgrundierung und entspricht damit eher einer Ausgleichsschicht (vgl. Kap. Ausgleichsschichten). Anders verhält es sich am Retabel aus Salzburg, bei dem der Kalvarienberg (Kat.17) auf der Innenseite eine dicke Grundierung aus fossiler Kreide aufweist, die wohl zugehörigen Flügelaußenseiten (Hl. Dionysius, Salzburg Museum, Inv.Nr. 360 c-30) hingegen eine Grundierung mit Dolomit.²⁹⁶ Ein ähnliches Vorgehen zeigen Tafeln aus der Werkstatt Michael Pachers; hier grundierte man wiederholt die Innen- bzw. Vorderseiten der Tafeln mit Kreide, die Außen- bzw. Rückseiten hingegen mit Dolomit.²⁹⁷

289 Billinge u.a. 1997, S. 21–22. **290** Analytischer Nachweis am Querschliff mittels REM/EDX: Kat.19, Kat.21, Kat.22, Salzburg Museum, Inv.Nr. 360 c-30, zugehörig zu Kat.17. **291** Freylinger/Linke 2010, S. 123; vgl. auch Anm. 297. **292** Mairinger 1988, S. 45. **293** Billinge u.a. 1997, S. 22. **294** Siehe [Materialarchiv online](#) [21.07.2023]. **295** Auf dieses Phänomen weist bereits Nadolny 2008, S. 3 hin, ohne ein konkretes Beispiel zu nennen. **296** Untersuchungsbericht 20220702 zu Probe 360 c-30/2 von Bernadett Freysoldt und Sylvia Hoblyn, 12.7.2022. Nürnberg, GNM, IKK, Restaurierungsakte Gm107. Interessant wäre hier die Überprüfung, ob auch die mit großflächigen Vergoldungen versehenen Innenseiten der Flügel – ähnlich dem Mittelteil des Retabels – mit mariner Kreide statt mit Dolomit grundiert wurden. Damit ließe sich der Verdacht erhärten, dass für polierte Polimentvergoldungen bevorzugt Kreide als Füllstoff verwendet wurde. **297** Groen/Mosk 1981, S. 134–135; Mairinger/Kerber/Hübner 1981, S. 148–149; Dunkerton/Foister/Spring 2000, S. 10.

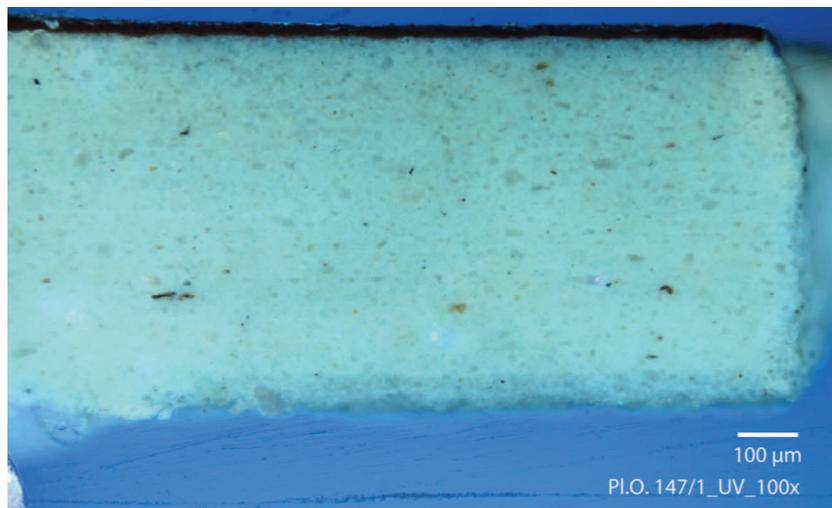


Abb. 56 Kat.22, Pl.O. 147, Innenseite, Querschliff aus dem vergoldeten Hintergrund, **a** (oben) Auflicht, **b** (unten) UV-Anregung. Dolomithaltige Grundierung mit zahlreichen Bindemittelhorizonten

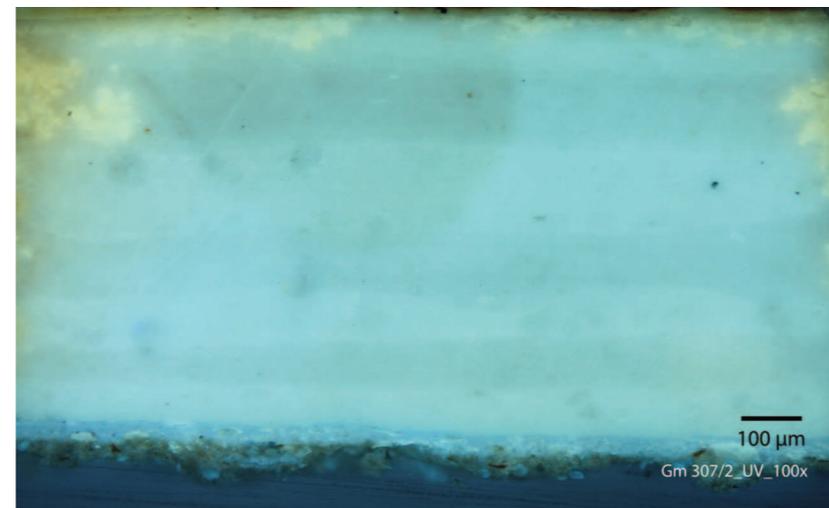


Abb. 57 Kat.16, Gm307, Querschliff aus dem roten Mauerwerk, **a** (oben) Auflicht, **b** (unten) UV-Anregung. Kreidegrundierung mit mind. sieben Grundieraufträgen

Auftrag und Glätten der Grundierung

Die Anzahl der Grundierungsaufträge variiert je nach Schichtstärke der Grundierung und abhängig vom Untergrund und dem weiteren Bildaufbau. An den Querschliffen lassen sich die nacheinander aufgetragenen Grundierungsschichten bisweilen durch dünn-schichtige Bindemittelansammlungen, sog. Bindemittelhorizonte, voneinander unterscheiden. An der Salzburger Kreuzigung (Kat.17) besteht der 600–800 µm starke Grundierungsauftrag demnach aus mindestens zwölf Schichten. Bei der Beschneidung (Kat.16) sind mindestens sieben Grundieraufträge differenzierbar und im Goldgrund der Innenseite des Nothelferretabels (Kat.22) noch einmal deutlich mehr (Abb. 56a, b, 57a, b). In den meisten Fällen ist damit zu rechnen, dass mehr Aufträge erfolgten als Bindemittelhorizonte im Querschliff andeuten. So beispielsweise auf der Innenseite von Kat.6-Gm1807, dessen Grundierung bei einer Schichtstärke von 680 µm nur zwei Aufträge erkennen lässt. Generell lässt sich feststellen, dass die Grundierungsaufträge der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts nicht dicker ausfallen als in der zweiten Jahrhunderthälfte. Rechnet man allerdings die bereits erörterten Ausgleichsschichten (vgl. Kap. Ausgleichsschicht) zum Malgrund hinzu, ergeben sich Schichtstärken von 720–850 µm.

Die Schichtstärken der Grundierungen stehen sowohl im Zusammenhang mit Kaschierungen des Bildträgers als auch mit nachfolgend ausgeführten polierten Blattmetallaufträgen und deren Oberflächengestaltungen wie beispielsweise Gravierungen (Tab. 6). Die Schichtstärken schwanken bei gravierten Goldgründen zwischen 650–700 µm,²⁹⁸ wohingegen unstrukturierte Glanzvergoldungen meist 500–700 µm dick grundiert sind. Bei vornehmlich malerisch gestalteten Bildflächen erreichen die Grundierungen mit 300–400 µm eine geringere Stärke. Tatsächlich empfiehlt auch der „Liber illuministarum“ den Auftrag von sechs Grundierungsschichten für vergoldete Bildpartien und von nur vier Schichten in rein malerisch ausgeführten Bereichen.²⁹⁹ Die geringsten Schichtstärken von 100–250 µm weisen Bildflächen ohne darunterliegende Kaschierungen

²⁹⁸ Bei den Angaben zu den Schichtstärken sind jeweils die kleinsten und größten Werte der Schichtstärkenmessungen nicht berücksichtigt. ²⁹⁹ Bartl u.a. 2005, Rez. 233c, S. 172–173; Rez. 254, S. 182–183. Dazu auch Nadolny 2008, S. 9.



Abb. 58 Kat.8, Gm1171, Außenseite, Detail unterer Bildrand: feine, parallelaufende Schleifriefen

auf (vgl. Kap. Kaschierung). Auf den nur dünn grundierten Außenseiten von Retabelflügeln oder Rückseiten der Mittelteile diente der Malgrund vorrangig als reflektierender Untergrund für den Farbauftrag, Niveauausgleich und Glättung der Oberfläche spielten eher eine untergeordnete Rolle. Damit ergeben sich zum Teil erhebliche Differenzen in den Grundierstärken beidseitig bemalter Tafeln: Summiert sich die Stärke des Malgrundes auf den vollflächig kaschierten, vergoldeten und gravierten Innenseiten des kleinen Diptychons (Kat.18-Gm1120) auf 400 µm, ist die ohne Kaschierung bemalte Außenseite mit 80 µm nur sehr dünn grundiert. Gleiches gilt für den Mittelteil des Taisten-Retabels (Kat.22), das innenseitig etwa sechsmal so dick grundiert ist wie auf seiner Rückseite. Auch in-



Abb. 59 Kat.6, Gm1806, Außenseite, Streiflichtaufnahme, Detail linker Tafelrand: breite Schleifspuren

nerhalb einer Tafelseite konnte die Schichtdicke der Grundierung zum Teil erheblich differieren: So sind die Innenseiten des Regensburger Hostienfrevels (Kat.6) im oberen, später vergoldeten und gravierten Teil der Rücklage um ein Vielfaches dicker grundiert als die schmalen, nur farbig gefassten Teile der Tafel, die sich seitlich an die Schnitzreliefs anschlossen. Bei diesem Werk ist außerdem davon auszugehen, dass ein erster Grundierungsauftrag sehr dünnflüssig verarbeitet wurde, denn hier bildete der unter oder direkt auf die Kaschierung aufgetragene Teil der Grundierung lange, nur schwach mit Füllstoff durchsetzte Laufspuren. Deren vertikale Ausrichtung spricht außerdem dafür, dass dieser Grundiervorgang an den aufrechtstehenden Tafeln ausgeführt wurde. Das Auftragen ei-

ner dünnflüssigen Grundierung und darauffolgender, durch Füllstoffzugabe „angedickter“ Grundieraufträge empfiehlt auch der „Liber illuministarum“.³⁰⁰

Spuren vom Glätten der Malgründe finden sich nur an fünf der insgesamt 19 Werkgruppen mit grundierten Bildflächen. Meist zeigen sich die Glättspuren als parallele, oft in diagonaler Richtung verlaufende, feine Riefen.³⁰¹ Ausrichtung der Riefengruppen, sowie Dichte und Tiefe der Riefen variieren innerhalb der jeweiligen Bildfläche (Abb. 58). Die Riefen stammen vermutlich vom trockenen Schliff der Grundierungen mit Schabeisen oder Ziehklängen, wie sie in historischen Quellen genannt werden.³⁰² Die dort beschriebenen Werkzeuge hatten in der Regel glatte Klingen. Theoretisch möglich wäre aber auch die Verwendung gezahnter Eisen. Dagegen spricht, dass die Riefen nur in kleinen, unregelmäßig begrenzten Bereichen der Grundierungsoberfläche auftreten und nicht in langen Zügen, wie es bei der Verwendung eines gezahnten oder scharfzahnigen Werkzeugs zu vermuten wäre. Bei Rekonstruktionsversuchen ließ sich außerdem überzeugend nachweisen, dass beim Glätten der Grundierung verspringende Ziehklängen ähnliche Strukturen erzeugen.³⁰³ Hin und wieder werden die Riefen allerdings auch irreführend als Spuren einer Glättung mit Schachtelhalm gedeutet.³⁰⁴ Dessen gerippte Stängel mit ihrem hohen Gehalt an Kieselsäure prädestinierten das Gewächs als Schleifmittel für unterschiedlichste Materialien.³⁰⁵ In Quellen des 18. Jahrhunderts beschriebene, senkrecht aufgesetzte Halmbündel, bei denen man mit dem Querschnitt der Stängel schliff, kämen dafür genauso in Frage wie das direkte Schleifen mit der Längsseite der Stängel, wie es Eipper in Rekonstruktionsversuchen nachwies.³⁰⁶ Zumindest an einem der untersuchten Werke könnte tatsächlich Schachtelhalm zum Glätten der Grundierung der Flügelaußenseiten verwendet worden sein (Kat.6). Über die Gemäldeoberfläche ziehen sich hier flache Einkerbungen im Abstand von ca. 0,5–0,7 cm (Abb. 59). Es dominieren lange Züge in horizontaler oder diagonaler Richtung. Zu den Rändern der Bildfläche hin sind die Riefenbündel mit nur 6–10 cm Länge

300 Bartl u.a. 2005, Rez. 233c, S. 172–173. **301** Deutlich erkennbar sind Schleifriefen dieses Typs an Kat.3-Gm1057, IS; Kat.10, VS; Kat.15, VS; Kat.3-Gm1637, AS; Kat.8, beidseitig. **302** Zur Quellenlage vgl. Brachert 2001, S. 223 (Lemma „Schleifhilfen“).

303 Postec 2012, S. 148–149. **304** Bauer-Empl/Kroiß 2004, S. 110, 112, Abb. 5. **305** Zur Verwendung von Schachtelhalm als Schleifmittel: Straub 1988, S. 159; ausführlicher Eipper 2002. **306** Eipper 2002, S. 42.



Abb. 60 Kat.6, Gm1806, Außenseite, Skizze zur Verteilung der Schleifspuren

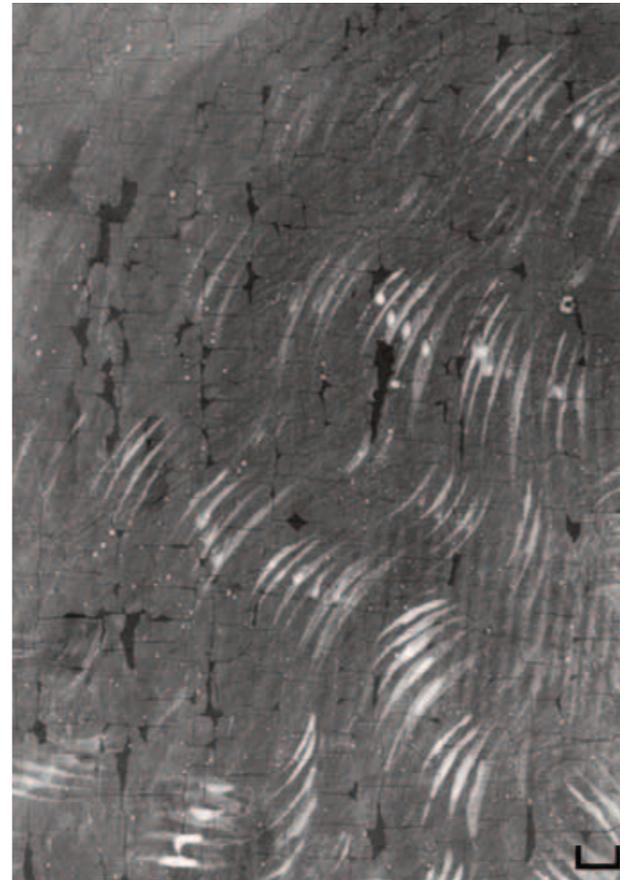


Abb. 61 Kat.8, Gm1171, Röntgenaufnahme, Detail: mit bleiweißhaltiger Zwischenschicht gefüllte, angeschliffene Luftbläschen in der Grundierung werden als weiße Punkte sichtbar

deutlich kürzer und überkreuzen sich mehrfach (Abb. 60).³⁰⁷ Das Glätten erfolgte demnach, als die Tafel bereits von einem Rahmen eingefasst war, was entlang der Ränder immer wieder ein neues Ansetzen des Schleifwerkzeugs erforderte.

Auf einen trockenen Schliff der Grundierungen deuten auch angeschliffene Luftbläschen. In deren Öffnungen gelaufene pigmentierte Zwischenschichten werden im Röntgenbild als unregelmäßig verteilte, weiße Pünktchen sichtbar, so wie an Kat.10 und an den Außenseiten von Kat.6, Kat.8 (Abb. 61). Fehlt die Zwischenschicht und ist die Bildschicht weitgehend intakt, lassen sich zu diesem Aspekt keine Aussagen machen. Es ist anzunehmen, dass Schleifmittel je nach weiterem Bildaufbau auch abgewandelt wurden. So ist an den Flügelinnenseiten des Regensburger Hostienfrelvs (Kat.6), dessen Reliefschnitzereien noch vor dem Grundieren angebracht worden waren, ein trockener Schliff mit Spachteln oder Raspeln relativ unwahrscheinlich. Die schmalen Zwischenräume des Schnitzreliefs ließen sich vermutlich weitaus besser mit angefeuchteten Lämpchen, Schachtelhalmstängeln o.Ä. bearbeiten.

307 „Halbrunde“, waagrecht verlaufende Glättspuren in der Grundierung einer um 1425/1430 in Köln entstandenen Kreuzigung (WRM & FC, Inv.Nr. WRM 57) deuten auch **Baum u.a. 2013**, S. 48 (Heike Stege, Jeanine Walcher) als Schleifspuren von Schachtelhalmbündeln.

Anbringen der Rahmung und Verwendung von Arbeitsrahmen

Ungrundierte Tafelränder in Verbindung mit ausgeprägten Grundiergraten an den Rändern der bemalten Fläche sind ein Hinweis darauf, dass die Tafel beim Grundiervorgang bereits gerahmt war. Abgesehen von den durch nachträglichen Beschnitt komplett vernichteten Grundierrändern an Kat.3, Kat.13, Kat.15, Kat.16, Kat.17 finden sich markante Grundiergrate nur an wenigen Werken: Umlaufend an allen vier Seiten der bemalten Fläche erhalten sind sie an Kat.20, Kat.22. Bei Kat.6 fehlen die Grate nur am unteren Tafelrand, da hier die aufgesetzten Reliefs offensichtlich direkt an die Rahmung anschlossen. Auch bei den teilweise fragmentierten Tafeln (Kat.1, Kat.5, Kat.12, Kat.19) deutet vieles darauf hin, dass Tafeln und Rahmenleisten gemeinsam grundiert wurden. Hinweise dazu liefern beispielsweise vor dem Grundieren applizierte Gewebekaschierungen, die in einigen Fällen auf die Rahmung übergingen (Kat.6, Kat.18, Kat.19, Kat.21-Gm310). Beim Herauslösen dieser Tafeln aus ihrem originalen Rahmenverbund zerschnitt man die Zwischenlage dann entlang des Grundierrandes. Häufig finden sich bei diesen Gemälden auf den unbemalten Tafelrändern auch Reste von Grundierung, die während des Grundiervorgangs in den Rahmenspalt gelaufen sind (Abb. 62).

Fehlen ausgeprägte Grundiergrate kann das ein Hinweis darauf sein, dass Tafel und Rahmung unabhängig voneinander grundiert wurden. Dieser Teil der Werkgenese erweist sich damit als komplexer als vermutet, denn es gibt mehrere Hinweise auf temporär angebrachte Arbeitsrahmen oder einzelne Nut- bzw. Rahmenleisten, die ein Verwerfen der Holztafeln lediglich während des Grundiervorgangs verhindern sollten. Inwieweit diese Rahmungen bei der Bemalung der Tafeln belassen wurden, ist unklar, finden sich doch mehrere Gemälde, deren Malerei auf den ungrundierten Tafelrand übergreift. Es ist also davon auszugehen, dass diese Tafeln zum Zeitpunkt der Bemalung anders eingefasst waren als während des Grundiervorgangs. So der Fall bei Kat.8: Auf der bemalten Tafelaußenseite ist an allen vier Seiten ein Grundierrand zu erkennen. Auch die zu den Rändern hin schlechter geglättete Grundierung deutet auf die Verwendung eines umlaufenden Arbeitsrahmens während des Grundier- und Glättvorgangs. Bei der Bemalung war



Abb. 62 Kat.20, Gm1180, Detail oberer Tafelrand: in den ursprünglichen Rahmenspalt gelaufene Grundiermasse

die Tafel dann offenbar nur an der Ober- und Unterkante eingefasst, denn hier stimmen Grundierkante und Bemalung überein. An den seitlichen Rändern läuft die Malerei aber über die Grenze der Grundierung hinaus auf den ungrundierten Tafelrand. Ein ähnliches Vorgehen lässt sich bei Kat.11 erkennen. Auch hier gibt es einen Grundierrand an allen vier Tafelseiten, die Malerei reicht aber an den Längsseiten über die Grundierung hinaus auf den ungrundierten Rand. Auch die Beweinung Christi (Kat.14), die dem Münchner Maler Niklas Schlesitzer (Horverk) zugeschrieben wird, zeigt keine ausgeprägten Grundierkanten, sondern der Malgrund läuft zu den ungrundierten Rändern hin unregelmäßig aus. Eine Begrenzung der Bildfläche übernimmt hier eine Ritzlinie in der Grundierung. Dass Schlesitzer seine Tafeln in der eigenen Werkstatt grundieren ließ, legt der Wortlaut seines um 1514 zu datierenden Gesuches an die bayerischen Herzöge nahe. Darin bittet er sie, ihm zwei durch den Tod des Auftraggebers unvollendete Gemälde abzunehmen: „Hab auch [...] laut der fůrgab tafln lassen machen [...], sie zu dem Gemälde zugericht, entworffen und wol halbe ge-

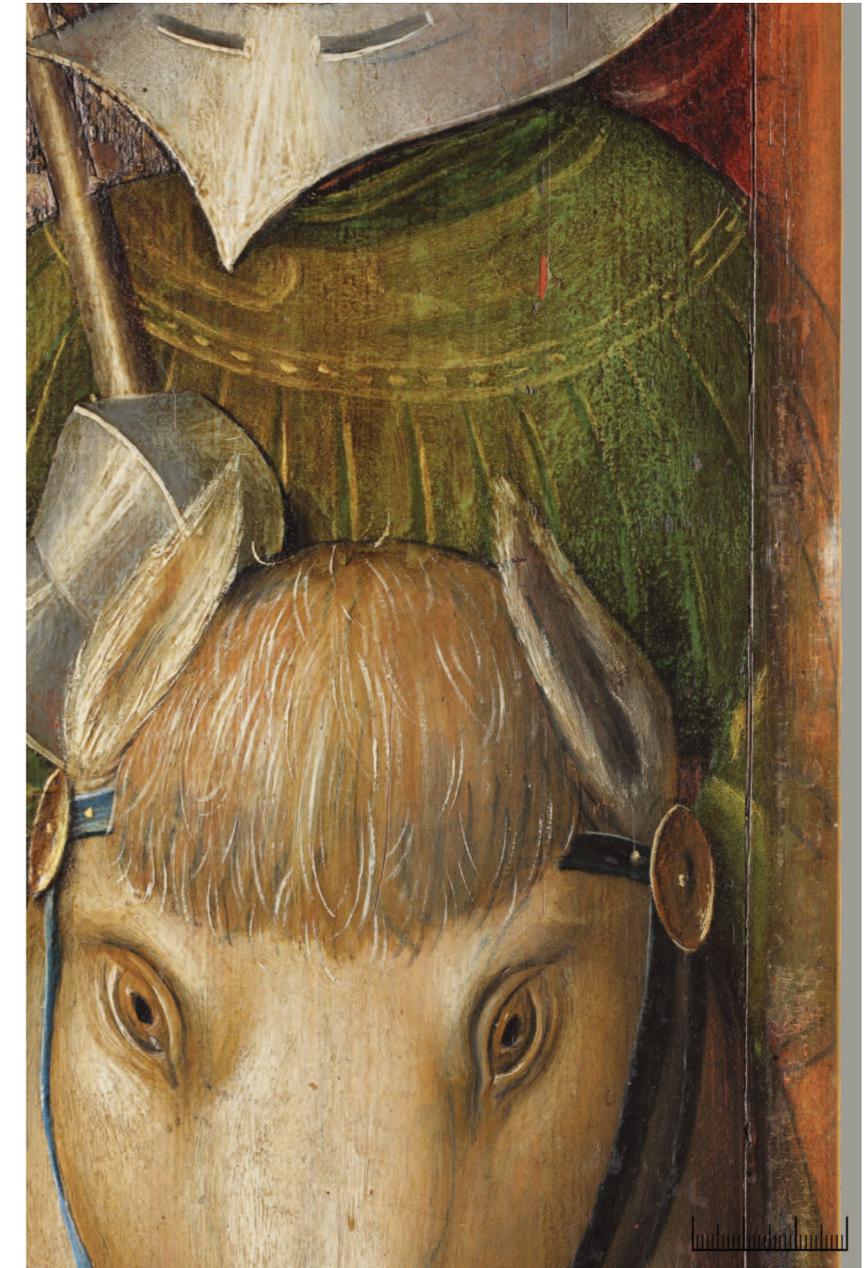


Abb. 63 Kat.4, Gm1055, Vorderseite, Detail rechte Seitenkante: Ritzung zur Begrenzung der Bildfläche und darüber hinauslaufende Malerei

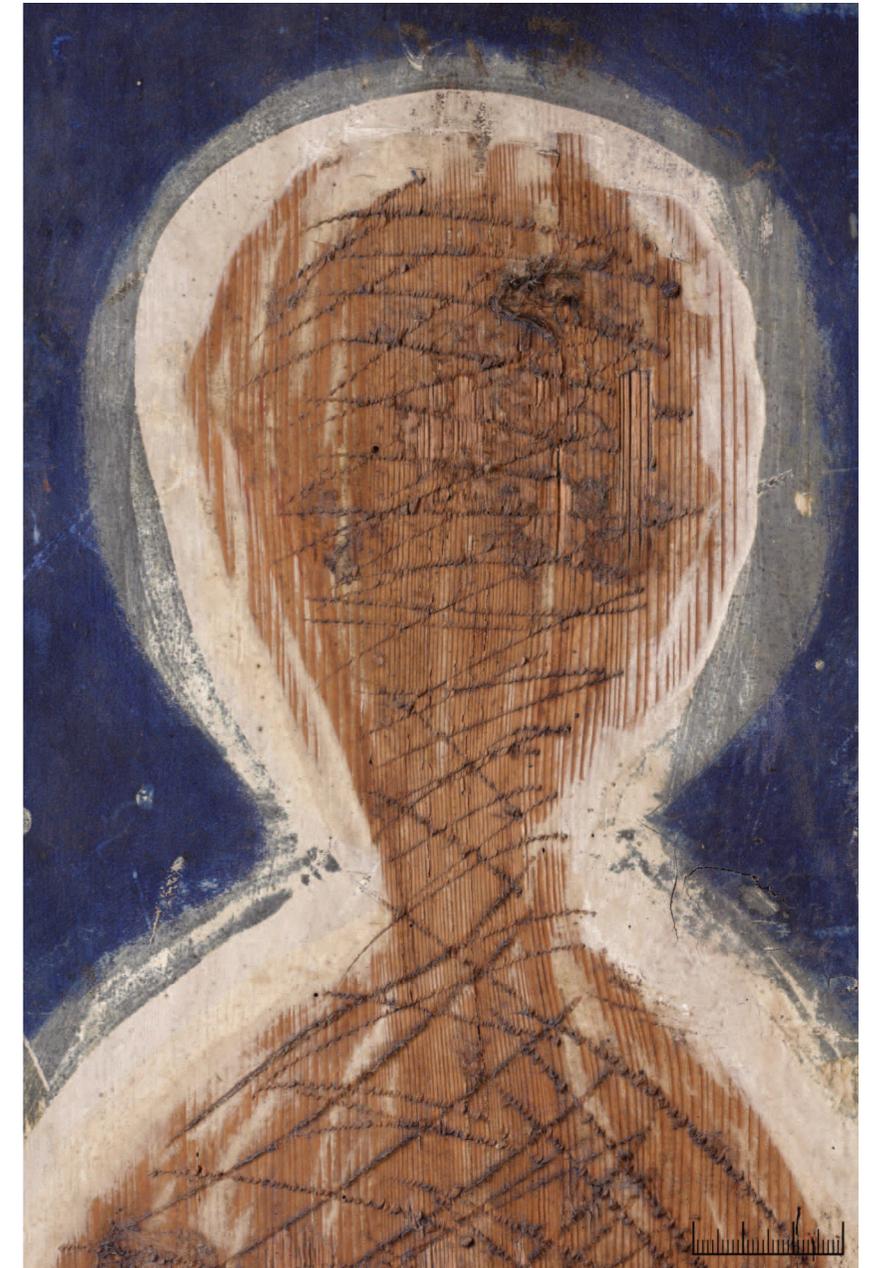
macht.³⁰⁸ Der Maler unterscheidet demnach zwischen dem passiven „lassen machen“ für die Schreinerarbeit der Tafeln und dem aktiven „hab [...] zu dem Gemälde zugericht“. Auch die über zwei Meter Höhe messenden Tafeln des Salzburger Altars aus der Frueauf-Werkstatt (Kreuztragung Christi, Wien, Belvedere, Inv.Nr. 4842) zeigen Spuren einer temporären Rahmung an Ober- und Unterkante während des Grundiervorgangs,³⁰⁹ der wohl in der Frueauf-Werkstatt selbst stattfand.³¹⁰ Nach dem Glätten des Malgrundes, der seitlich bis an die Tafelkanten reicht, markierte man auch hier die seitlichen Ränder der Bildfläche mit einer in die Grundierung geritzten Linie, über die Malerei und Vergoldung teilweise hinausreichen.³¹¹ Solche Ritzungen zur Begrenzung der bemalten Fläche sind auch an ungründerten Tafeln wie Kat.4 zu beobachten: Selbst die großformatigen Tafeln der *Tabula Magna* wurden offenbar ohne ihre endgültige Rahmung bemalt, da auch hier die Bemalung an den Seitenrändern vielfach über die Ritzungen – in diesem Fall im hölzernen Bildträger des ungründerten Gemäldes – hinausläuft (Abb. 63).

Montage von geschnitzten Elementen

Das Aufsetzen plastischer Elemente wie Relief- und Maßwerkschnitzereien oder einfacher Bildfeldteilungen erfolgte sowohl vor als auch nach dem Grundiervorgang. Bei Kat.6 wurden die Reliefs zweifelsohne vor dem Grundieren angebracht. Ein Vorgehen, das sich auch an Werken aus der Werkstatt Gabriel Mäleskirchers nachweisen lässt.³¹² Beim weitaus größeren Teil der untersuchten Werke montierte man jedoch die fertig gefassten plastischen Teile nach dem Grundieren und Bemalen der Rücklagen. Dabei wurden auch die später verdeckten Bereiche vollflächig grundiert (Kat.8, Kat.22). Gleiches gilt für die an der Oberkante von Kat.10 aufgesetzte Bildfeldteilung. Zur Montage nutzte man in der Regel geschmiedete Nägel. Beim Hostienfrevell (Kat.6) wurden sie von der Innenseite der Flügeltafeln durch das Schnitzwerk getrieben, die Nagelspitzen auf der Tafelaußenseite dann umgeschlagen und mit Fasern oder Gewebe kaschiert. Am Mittelteil des Nothelferretabels (Kat.22) schlug man die Nägel zur Sicherung der Schnitzfiguren von hinten, durch die bereits fertiggestellte Malerei der Rückseite ein. Die Nagelköpfe blieben damit auf der Rückseite des Retabels sichtbar. In einem ersten Arbeitsgang waren die Relieffiguren noch vor der Bemalung der Rückseite mit Holznägeln an der Rücklage befestigt worden.³¹³

Ungewöhnlich ist das Vorgehen am Pollinger Marienretabel (Kat.3-Gm1057): Hier wurden aus den vollflächig grundierten Innenseiten die Umrisse der später aufgesetzten Relieffiguren herausgekratzt (Abb. 64). Das geschah offenbar noch bevor die Grundierung vollständig durchgetrocknet war, da die Ränder des Grundierauftrags gleichmäßig gedünnt erscheinen und weder eingerissen

Abb. 64 Kat.3, Gm1057, Innenseite: durch Abkratzen der Grundierung geschaffene Aussparung sowie Ritzung der Holzoberfläche im Bereich der ehemals applizierten Relieffiguren



308 Zit. nach Hartig 1926, Nr. 428, S. 355. **309** Futscher 2017, S. 80–81. **310** Jahn 2017, S. 73. **311** Futscher 2017, S. 81, vgl. auch Abb. 102. **312** Kürzeder/Roll 2022, Tafeln mit hl. Oswald und hl. König, Inv.Nr. M 16 und M 17, Nr. 47, S. 40–47, hier S. 43, 44, Abb. 47.2. **313** Für diesen Hinweis danke ich Diane Le Corre, Paris, die im Rahmen ihres Praktikums am GNM die plastische Ausstattung des Schreins untersucht hat.

noch gesplittert sind. Die Montage von Blendmaßwerk und Schnitzreliefs erfolgte dann nicht wie üblich mit Nägeln, sondern nur mithilfe einer kittartigen Klebemasse. Auffällig ist der hohe Anteil von Tiersehnenfasern in der Masse, deren Schichtstärke und scharfe Begrenzung darauf hinweisen, dass das Material beim Auftrag relativ zäh gewesen sein muss (Abb. 65). Über eine schon länger zurückliegende Probenentnahme an der dem Marienretabel zugehörigen Tafel mit der Anbetung der Hll. Drei Könige (München, AP, BStGS, Inv.Nr. 1360) konnten in dem Faser-Bindemittelgemisch Anteile von Kolophonium und Leinölfirnis nachgewiesen werden.³¹⁴ Die in das Bindemittel eingebetteten Fasern sind zudem deutlich gröber als die zuvor auf die Tafel applizierten Sehnen-Querriegel (Abb. 66).

Eine kittartige Substanz nutzte man auch bei der Montage der Reliefschnitzereien des Regensburger Hostienrevels (Kat.6). Die bräunliche Masse mit grob gehäckselten, braunen Füllstoffen findet sich unregelmäßig verteilt entlang der Kanten des verlorenen Reliefs und wurde wohl nach dessen Montage in größere Hohlräume zwischen Schnitzerei und Tafel geschmiert (Abb. 67). Mittels FTIR konnten als organische Bestandteile Stärke, Protein (Glutinleim?) und trocknendes Öl analysiert werden; Anteile von Bleistearat sprechen dafür, dass das Öl mit Blei sikkativiert wurde.³¹⁵ Bei den Zuschlagstoffen handelt es sich wahrscheinlich um grob zerkleinerte Rindenborke von Nadelbäumen und Pflanzenstängel, die nicht näher identifiziert werden konnten (Abb. 68a, b, 69a, b).³¹⁶ Für einen hohen Anteil organischer Bindemittel und Zuschlagstoffe spricht auch die starke Beschädigung der Kittflächen durch Anobienfraß. Vermutlich handelt es sich um einen Kitt, der ganz ähnlich den Beschreibungen des „Liber illuministarum“ aus den getrockneten bzw. entwässerten Rückständen der Gerberlohe, einem Gemisch zerkleinerter, gerbstoffhaltiger Baumrinden und Pflanzenteile, sowie Zusätzen von Mehl und Leim(en) hergestellt wurde.³¹⁷



Abb. 65 Kat.3, Gm1057, Innenseite: Kartierung der faserhaltigen Klebemasse (gelb)



Abb. 66 Kat.3, Gm1057, Innenseite, Detail im Bereich der linken Figurensilhouette: feinfaseriger Sehnenbelag und darüber Klebemasse mit groben Sehnenfasern, darin eingebettet Holzreste des Figurenreliefs

314 Probenentnahmeprotokoll und Analysebericht der Probe K47/1, Anbetung der Hll. Drei Könige von Ursula Baumer, 1.7.2003. München, BStGS, Doerner Institut, Restaurierungsakte 1360. Die Analyse erfolgte mittels Gaschromatografie-Massenspektrometrie (GC-MS), freundlicher Hinweis von Ursula Baumer per E-Mail, 17.2.2022. **315** Untersuchungsbericht Nr. 20220301 zu Probe Gm1807/3 von Sylvia Hoblyn und Bernadett Freysoldt, 2.5.2022. Nürnberg, GNM, IKK, Restaurierungsakte Gm1807. **316** Für Hinweise zu den Pflanzenpartikeln danken wir dem Paläobotaniker Ludwig Luthardt, Naturkundemuseum Berlin, via E-Mail, 4.10.2021. **317** Bartl u.a. 2005, Rez. 233a, S. 170–171; zur Gerberlohe vgl. S. 695.



Abb. 67 Kat. 6, Gm1807, Innenseite, Detail: Kittmasse im Bereich des ehemals montierten Reliefs

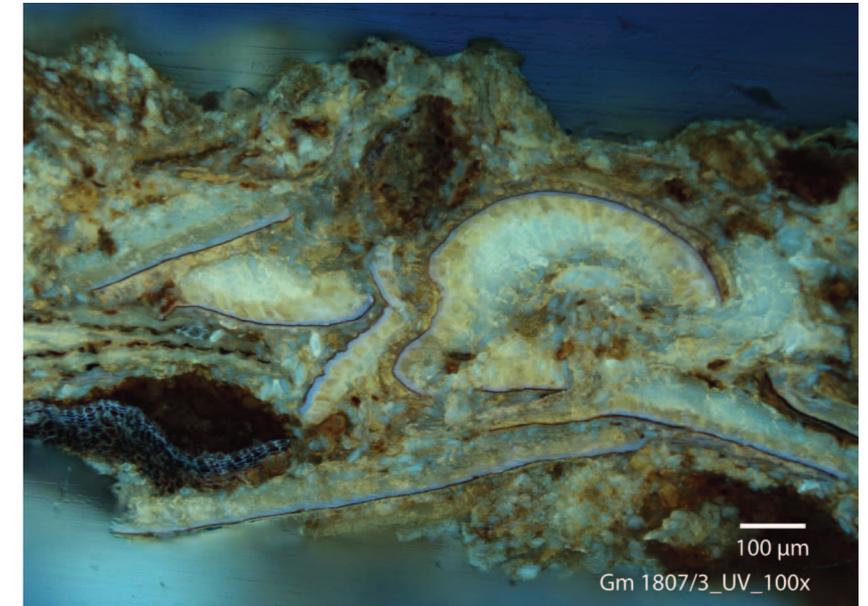


Abb. 68 Kat. 6, Gm1807, Innenseite, Querschliff aus der Kittmasse im linken unteren Tafelviertel, lichtmikroskopische Aufnahme, **a** (links) Auflicht, **b** (rechts) UV-Anregung

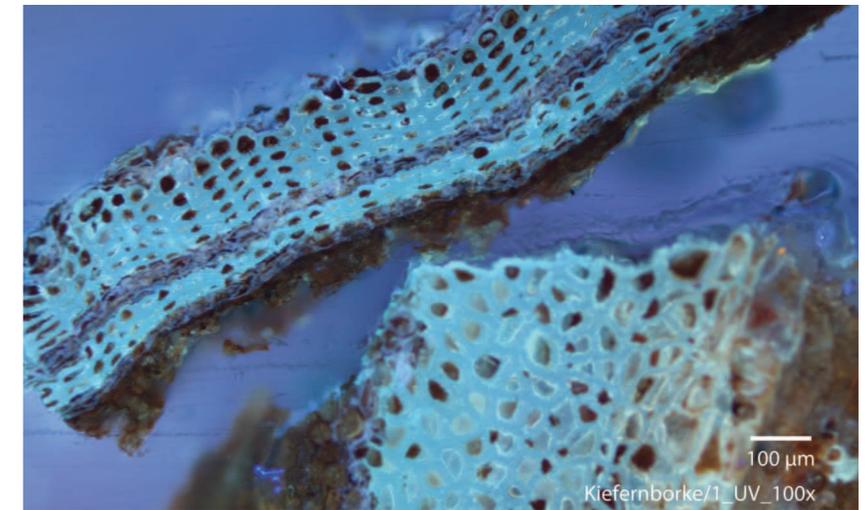


Abb. 69 Querschliff aus der Rindenborke einer Kiefer (*Pinus* sp.), lichtmikroskopische Aufnahme, **a** (links) Auflicht, **b** (rechts) UV-Anregung. Netzartig fluoreszierende Partien finden sich auch in der Kittmasse (vgl. Abb. 68)