

ARBEITSHEFTE
DES BAYERISCHEN LANDESAMTES FÜR DENKMALPFLEGE

Band 114/2001

ALTE KAPELLE REGENSBURG

Sonderdruck

Das Blaupigment Vivianit als Schlüssel für die Datierung und die Herkunft des Regensburger Gnadenbildes?

Bruno Heimberg gewidmet

Das Gnadenbild in der Alten Kapelle zu Regensburg war bereits 1960 Gegenstand intensiver technologischer Untersuchungen des Doerner-Institutes. Neben einer konservatorischen Behandlung der Tafel und der Freilegung der damals noch übermalten Rückseite befassten sich Christian Wolters, Bruno Heimberg, Hermann Kühn, Anne Marie Hamsun und Christian Altgraf zu Salm auch mit der Frage, „ob es sich hier tatsächlich um ein italienisches Gemälde des 13. Jahrhunderts handelt, wie in verschiedenen Veröffentlichungen angenommen wird“.¹ Auf der Grundlage stilistischer Vergleiche gelangte Christian Altgraf zu Salm dann zum Schluss, dass die Tafel im 1. Viertel des 13. Jahrhunderts in Süddeutschland entstanden sein muss. Der sehr ausführliche restauratorische Befund sowie die naturwissenschaftliche Untersuchung zahlreicher Pigmentproben und Querschnitte trugen zur Klärung der Datierung und der Herkunft allerdings nur wenig bei.

Obwohl das Doerner-Institut in den vergangenen vierzig Jahren tausende weiterer Objekte untersucht hat, spiegelt sich die große Seltenheit hochmittelalterlicher, farbiger Objekte auch heute noch in einem Mangel an Analysendaten zu Pigmenten und Füllstoffen dieser Zeit wieder. Aus diesem Grund war die Initiative von Cornelia Ringer, Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege hochwillkommen, neue analytische Möglichkeiten und das im Rahmen ihrer Arbeiten über frühe Tafelbilder in Bayern gewachsene Wissen für eine erneute technische Untersuchung des Regensburger Gnadenbildes zu nutzen. Neben der auch heute noch strittigen Frage nach der Datierung und der Herkunft des Gnadenbildes steht also auch die Frage nach dem Fortschritt eines Fachgebietes, von dem bereits Walter Gräff 1929 die Meinung vertrat, dass naturwissenschaftliche Untersuchungsmethoden dazu dienen könnten, die subjektive kunsthistorische Stilkritik durch objektiv beweisbare Tatsachen zu stützen.²

Untersuchungsmethodik

Für unsere Untersuchung im Jahr 1998 wurden dem Gnadenbild neun, dem Christus-Pantokrator auf der Tafelrückseite elf Proben entnommen. Auf Grund der Winzigkeit der Proben und der Tatsache, dass überwiegend in Kunstharz eingebettete Partikel als sogenannte Querschnitte untersucht wurden,³ beschränkte sich die Untersuchung auf einen Einsatz der Lichtmikroskopie und der Rasterelektronenmikroskopie. Mit Hilfe der energiedispersiven Röntgenmikroanalyse konnten Elementmuster ermittelt werden, die zusammen mit der Morphologie der Pigmentpartikel und deren Farbigkeit Rückschlüsse auf die Natur der verwendeten Pigmente und Füllstoffe zulassen. Einzig eine Grundierungsprobe konnte ergänzend mit Hilfe der Röntgendiffraktometrie (Vertikalgoniometer) untersucht werden. Alte Querschnitte aus dem Jahr 1960/61, die bislang nur mikroskopisch untersucht worden waren, wurden gleichfalls den genannten Analyseverfahren unterworfen.

Die Palette

Eine Übersicht der auf Vorder- wie Rückseite nachweisbaren Pigmente ist in Tabelle 1 gegeben. Wir fanden Azurit, Vivianit, Grünspan, Bleizinnigelb, Auripigment, verschiedene Ocker, Mennige, dunkelroten Farblack, Zinnober, Beinschwarz, Pflanzenschwarz, Bleiweiß, Blattgold, Zinnfolie und Muschelsilber. Die Verwendung eines Großteils dieser Pigmente zeigt keinerlei Auffälligkeiten: Bleiweiß ist in der Regel mit Kreide verschnitten, wie wir dies häufig auf mittelalterlichen Objekten nachweisen konnten. Gängigerweise bestehen Inkarnattöne aus diesem Bleiweiß, ausgemischt mit rotem und hellbraunem Ocker, Azurit und Zinnober, ein hellrotes Ornament ist mit Zinnober und mit Bleiweiß gemalt oder eine grüne Untermauerung mit einer Mischung aus Grünspan, Bleizinnigelb, rotem Ocker und Blei-

Tabelle 1

	Pigment	Gnadenbild	Christus-Pantokrator
Grundierung	Kreide (mit Coccolithen)	x	x
Blaupigmente	Azurit	x	x
	Vivianit	x	
Grünpigmente	Grünspan	x	x
Gelbpigmente	Ocker		x
	Bleizinnigelb	x	x
	Auripigment		x
Rotpigmente	Mennige		x
	Dunkelroter Farblack	x	x
	Zinnober	x	x
	Ocker, rot	x	x
	Ocker, rotbraun		x
	Ocker, braun	x	x
Weißpigmente und Füllstoffe	Bleiweiß (mit Kreide verschnitten)	x	x
	Kreide		x
Metallfolien und -pulver	Blattgold	x	
	Zinnfolie	x	
	Muschelsilber	x	
Schwarzpigmente	Beinschwarz	x	x
	Pflanzenschwarz	x	

weiß ausgeführt. Da gängige Pigmente wie Grünspan (Farbtafel XX. 1), Mennige, verschiedene Ocker, Zinnober (Farbtafel XX. 2) oder Azurit (Farbtafel XX. 3) wenig Ansatzpunkte für eine Datierung wie die Herkunft der Malerei bieten, wollen wir uns im Folgenden auf die Beschreibung und Interpretation einiger Besonderheiten und markanter Unterschiede zwischen Vorder- wie Rückseite beschränken (Tabelle 1): Die Kreidegrundierung, die außerordentlich frühe Verwendung von Bleizinnigelb, den Gebrauch von Metallfolien und -pulvern sowie den Einsatz des seltenen Vivianits.

Der Kreidegrund

Auf beiden Seiten fanden wir Kreidegrundierungen, die sich darin ähneln, dass sie jeweils Schalen und Gehäuse winziger versteinertes Meereslebewesen (Foraminiferen, Coccolithen) enthalten. Allerdings zeigt einzig die Grundierung des Gnadenbildes häufig, jedoch nicht durchgängig niedrige Kaliumgehalte, was wir zum einen immer wieder in mittelalterlichen Grundierungen finden und was zum anderen auf zwei zeitlich unabhängige Grundierungsvorgänge hinweisen könnte. Das Faktum einer Kreidegrundierung erscheint uns für eine Zuordnung nördlich der Alpen alleine nicht hinreichend, da Kreidegründe oder Zumischungen von Kreide zu gipshaltigen Gessogrundierungen auf später datierten italienischen Gemälden immer wieder auftauchen. Über den frühesten Zeitpunkt einer Zumischung von Kreide ist uns nichts bekannt, eine Untersuchung italienischer Objekte vor 1400 ergab allerdings bislang durchgängig Gessogrundierungen.⁴

Bleizinnigelb

Übernimmt man den Vorschlag von Christian Altgraf zu Salm, die Tafel ins 1. Viertel des 13. Jahrhunderts zu datieren, so gehört die Verwendung von Bleizinnigelb auf dem Gnadenbild zu den frühesten überhaupt. Nach derzeitigem Wissensstand lässt sich die Verwendung dieses künstlichen Gelbpigments seit dem 12. Jahrhundert sporadisch nachweisen. So fand sich Bleizinnigelb beispielsweise auf einem Kruzifix aus Obermarchtal (2. Drittel 12. Jahrhundert (?)), auf einer Triumphkreuzgruppe aus Regensburg (um 1180) und in der Farbfassung zweier Figuren in der Kapelle der Burg Trausnitz in Landshut (um 1200). Hiermit scheint die Erfolgsgeschichte des wichtigsten Gelbpigments des Mittelalters und der frühen Neuzeit ihren Ausgang zu nehmen. Der fehlende Siliziumgehalt auf unserer Tafel lässt auf das nördlich der Alpen gängigere sogenannte Bleizinnigelb I schließen.⁵ Wie Bleizinnigelb I damals hergestellt wurde, ist allerdings unbekannt, da ein Rezept aus dem frühen 13. Jahrhundert bislang fehlt.

Metallfolien und -pulver auf dem Gnadenbild

Ein besonderes Augenmerk wurde der Bestimmung von Metallfolien und -pulvern geschenkt. Auf dem Gnadenbild konnten in originalen, möglichenfalls später übermalten Bereichen sowohl auf einen roten Bolus gelegte Goldfolien (Farbtafel XX. 4) als auch Zinnfolien (Farbtafel XX. 5) gefunden werden.

Weiterhin wurde Zwischgold vermutet: Seine Entnahme erfolgte am rechten und unteren Rand des Gnadenbildes. In allen drei untersuchten Fällen liegt das vermutete Zwischgold unmit-

telbar auf dem coccolithenhaltigen Kreidegrund. Die Entnahmestellen sehen in Aufsicht graphitgrau mit goldenen Einsprengseln aus (Farbtafel XX. 6), was in der Tat eine Verwendung von Zwischgold nahelegt. Dieser makroskopische Befund ließ sich allerdings weder bei der mikroskopischen Betrachtung von Querschnitten noch analytisch bestätigen, da wir in keinem Fall den für Zwischgold typischen zweischichtigen Aufbau mit der weit dickeren und nach unten orientierten Silberschicht und der daraufliegenden hauchdünnen Goldschicht fanden. Die Analyse historischer Zwischgoldfolien ist grundsätzlich schwierig, da die Silberschicht häufig korrodiert ist (Schwärzung durch Sulfidbildung) und einzig die dünne Goldschicht überkommen ist. Analysendaten sind deshalb selten. In unserem Fall ist jedoch auffällig, dass angebliche Zwischgoldfolien neben hohen Silbergehalten und niedrigen Goldgehalten noch hohe Gehalte an Chlor aufweisen. Desgleichen beobachteten wir auch bei vermuteten Silberfolien des Gnadenbildes. Doch woher stammt das Chlor? Eine Verwendung von chlorhaltigen Materialien erscheint beim Ausschlagen von Blattsilber bzw. von Zwischgold technologisch ebenso wenig erklärbar wie beim Anlegen des Blattmetalls. Nimmt man aber an, dass es sich bei den silberhaltigen Schichten nicht um Blattmetall, sondern um sogenanntes Muschelsilber handelt, werden die Chlorgehalte erklärbar. Mittelalterliche Herstellungsverfahren berichten davon,⁶ dass man Muschelsilber unter Zuhilfenahme von Salmiak (NH_4Cl) durch Zerreiben von Blattsilber oder Silberflittern (Feilspäne) gewann. Der Salmiak wurde abschließend ausgewaschen, was möglicherweise in unserem Fall unterblieb oder nicht gründlich genug geschah. Die verbliebenen hohen Chlorgehalte beschleunigten dann auf die Dauer die vollständige Korrosion des Muschelsilbers (Farbtafel XX. 7, 10), sofern die Muschelsilberschicht nicht durch darüber liegende Fassungen geschützt war. Derart geschützten Situationen begegnen wir an anderer Stelle des Gnadenbildes, wo die Muschelsilberschicht vollständig erhalten ist (Farbtafel XX. 8, 11). In Einzelfällen mag die Muschelsilberschicht dann vergoldet worden sein und deshalb heute als Zwischgold erscheinen. Dabei liegt der Goldgehalt bei rund einem Zehntel des Silbergehaltes, was die Verwendung einer hauchdünnen Schicht von Blattgold auf einer weit dickeren Schicht aus Muschelsilber nahe legt. Diese Interpretation der halbquantitativen Analysenbefunde würde den optischen Befund mit einer nur partiell überkommenen Goldschicht auf einer grauen Schicht korrodierten Muschelsilbers erklären.

Vivianit auf dem Gnadenbild

Der im Hinblick auf die Datierung zweifelsohne aufregendste Befund ist der Nachweis von Vivianit, einem hier graublauen Eisenphosphat ($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \times 8\text{H}_2\text{O}$) (Farbtafel XX. 9). Die zwischen Isolierung und Firnis zu suchende Schicht enthält offenkundig in ihrem unteren Bereich blaugrauen Vivianit, über den dann eine dünne, blaugrüne Azuritschicht gelegt wurde (Farbtafel XX. 12).

Vivianit ist auf Gemälden, Farbfassungen oder Wandmalereien bislang selten gefunden worden.⁷ Seine Verwendung ist auf ein schmales Zeitfenster konzentriert: So beschreibt Ernst-Ludwig Richter drei Nachweise auf einem Kruzifix aus dem Schloss Lichtenstein (Württemberg, nach 1050), auf dem, dem Gnadenbild stilistisch eng verwandten Freudenstädter Leseputz (ca. 1150)⁸ und dem Kruzifix aus Kloster Lorch (Württemberg, um 1180).⁹ Während seiner Tätigkeit für das Doerner-Institut iden-

tifizierte Hermann Kühn Vivianit weiterhin auf dem Scheibenkreuz aus der Hohnekirche zu Soest (1180–1220) und auf einer Wandmalerei im Dom zu Limburg (1235). Helen Howard wies die Verwendung von Vivianit auf einem zwischen 1175 und 1220 datierten Wandgemälde in der Holy Sepulchre Chapel in Westminster Cathedral nach,¹⁰ Jürgen Pursche auf den um 1730 (?) entstandenen Wandmalereien in Urschalling.¹¹ Im Hinblick auf die 1961 aufgeworfene Frage von Christian Altgraf zu Salm ist vor allem interessant, dass Vivianit nach heutiger Kenntnis in der Tafelmalerei Italiens nicht genutzt wurde.¹² Vivianit wurde dagegen immer wieder in römischen Funden identifiziert, hier allerdings häufig als eine Sekundärbildung in Gegenwart von Phosphaten. Berichte einer Nutzung auf byzantinischen oder byzantinisch beeinflussten Ikonen erscheinen wenig verlässlich.¹³ Im Einzelfall wird von der Verwendung von Vivianit auf Wiener Gemälden des späten 17./frühen 18. Jahrhunderts berichtet.¹⁴ Vivianit findet sich heute als Mineral z. B. in Waldsassen (Oberpfalz) in großen Kristallen¹⁵ und war auf Grund der Tatsache, dass es sich in der Regel in oberflächennahen Schichten findet, wohl leicht zu gewinnen. Mengenmäßig beschränkte, historische Vorkommen vermutet Helen Howard in Südengland.

Ob Ernst-Ludwig Richter zu Recht vermutet, dass Vivianit zwischen dem während der Völkerwanderung vergessenen Ägyptisch Blau und dem langsam aufkommenden Ultramarin zu sehen ist, erscheint in Anbetracht der häufigen Verwendung von Ultramarin in der ottonischen und karolingischen Buchmalerei unwahrscheinlich. Vielmehr scheint Vivianit zu dieser Zeit ein selten genutztes Blaupigment zu sein, das – wie auf dem Freudenstädter Lesepult oder auf den Wandgemälden der Winchester Kathedrale – in Kombination mit Ultramarin vermalt wurde. Der außerordentlich hohe Preis für Ultramarin legt nahe, dass dies deshalb geschah, um teures Blau – sei es Ultramarin oder aber auch in gleicher Weise Azurit – zu sparen, indem man ein Blau in Vivianit anlegte und dann mit Ultramarin oder Azurit dünn überfing.¹⁶

Zusammenfassend deuten alle bislang geführten Nachweise darauf hin, dass Vivianit vor allem in einem schmalen Zeitraum zwischen 1150 und 1235 eingesetzt wurde. Seine Nutzung ist nach heutigem Wissen zudem vorwiegend auf den Raum nördlich der Alpen beschränkt. Frühere oder spätere Nachweise sind ausgesprochen selten. Aus der Tatsache, dass auf dem Gnadenbild Vivianit in Kombination mit Azurit, auf der rückseitigen Christusdarstellung jedoch reiner Azurit Verwendung fand, könnte zum einen auf zwei prinzipiell unterschiedliche Paletten und somit zwei unterschiedliche Hände geschlossen werden. Zum anderen deutet sie wiederum auf die Rolle des Vivianits als

der eines Blaupigmentes hin, das zur Ausmischung teurerer Blaupigmente eingesetzt wurde.

Versuch einer zusammenfassenden Interpretation

Gemäß Cornelia Ringer (Seite 75) sind – vereinfacht dargestellt – die Kanten der Tafel zuerst einmal mit einem gröberen Leinwandstreifen abgeklebt. Hierüber wurde die Grundierung für die heutige Rückseite des Christus-Pantokrators aufgetragen, die um die Kanten herum bis auf die heutige Vorderseite reicht. Nach Isolierung der Grundierung wurde der Christus-Pantokrator aufgemalt. Zu welchem Zeitpunkt auch immer, wurde danach das auf eine feine Leinwand gemalte Gnadenbild auf die Rückseite des Christus-Pantokrators übertragen.

Die von uns beobachteten Unterschiede in der Pigmentierung von Vorder- und Rückseite können auf verschiedene Hände hinweisen, gleichwohl jedoch auch durch die unterschiedliche Farbigekeit bedingt sein. Ob das Gnadenbild früher als der Christus-Pantokrator entstand und erst später auf die Rückseite des Christus-Pantokrators übertragen wurde, oder ob dies zeitgleich geschah, ist aus dem naturwissenschaftlichen Befund nicht ableitbar. Die pigmentanalytischen Ergebnisse erlauben keinen Rückschluss auf eine Datierung des Christus-Pantokrators: Hier können einzig stilkritische Beurteilungen weiterhelfen.¹⁷

Die Datierung des Gnadenbildes durch Christian Altgraf zu Salm in das 1. Viertel des 13. Jahrhunderts deckt sich mit unserem Befund, der die Entstehung des Gnadenbildes auf Grund des Vivianitbefundes auf 1150 bis 1235 einengt. Das Gnadenbild entstand somit an der technologischen Schnittstelle zwischen Buch- und Tafelmalerei. Hierfür spricht vor allem auch der Einsatz von Muschelsilber, das uns aus der Buchmalerei noch wohl vertraut ist. Zugleich tauchen Pigmente wie Bleizinnigelb oder Vivianit auf, die wir aus der hochmittelalterlichen Tafelmalerei und der gefassten Skulptur kennen.

Kehren wir zu der eingangs formulierten Fragestellung zurück: Hat die erneute technische Untersuchung des Gnadenbildes nach 40 Jahren neue Erkenntnisse gebracht? Dies ist mit Sicherheit zu bejahen, und ebenso sicher werden zukünftige Untersuchungen mit neuen Verfahren und eine Untersuchung weiterer Tafelbilder des 13. Jahrhunderts unseren Blick weiten. Aber gerade der Fall des Regensburger Gnadenbildes macht deutlich, dass sowohl die verbesserte Analytik wie auch der national wie international vermehrte Austausch zwischen Kunsthistorikern, Restauratoren und Naturwissenschaftlern in vielfältiger Weise fruchtet.

Danksagung

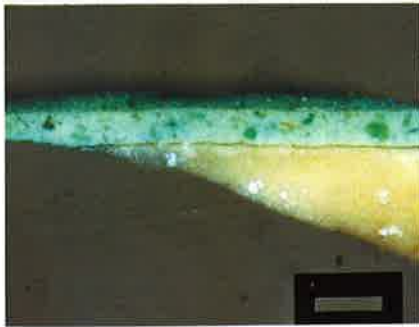
Sämtliche Analysen, ohne die dieser Artikel nie geschrieben worden wäre, verdanken wir Frau Andrea Obermeier, Doerner-Institut. Für die Probenentnahme und ihre kritische Begleitung danken wir Cornelia Ringer; für ihre Unterstützung bei der Suche nach Literatur und Nachweisen von Vivianit Dr. Marco Ciatti und Dr. Claudio Seccaroni (Florenz), Prof. Dr. E.-L. Richter (Stuttgart), Jürgen Pursche (München) sowie Dr. Askok Roy und Marika Spring (London).

Anmerkungen

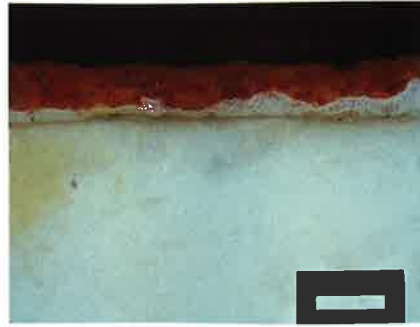
- 1 SALM 1962.
- 2 GRÄFF 1929; BURMESTER/SIEFERT 1998.
- 3 KOMAR/KREKEL 1997.
- 4 BOMFORD/DUNKERTON/GORDON/ROY 1990.
- 5 MARTIN/DUVAL 1990.
- 6 Im *Liber illuministarum* findet sich auf f. 124r folgendes Rezept, das exemplarisch für viele vergleichbare Rezepte gelten kann: „[336] Willst du Gold oder Silber auf das allerbeste schreiben, so nimm sechzehn Blätter von gut geschlagenem Gold. Lege sie auf einen Reibstein, streue Salz darauf oder Sal ammoniacum und besprenge das mit Essig. Laß dies dann ein wenig stehen und verreihe es dann gut miteinander zu einem feinen Pulver. Rühre es dann in einer kleinen Muschel [mit Wasser] mit dem Finger durcheinander und laß es eine Weile stehen, bis das Gold zu Boden sinkt. Wasche es nun so oft aus, bis es [das Wasser] rein abfließt. Gib dann das Pulver in ein kleines Zinnhorn und gieße reines Gummiwasser daran, das weder zu stark, noch zu schwach sei. Mische es in der richtigen Stärke an, so daß es leicht aus der Feder fließt und halte dieses Mischungsverhältnis [während des Schreibens] aufrecht. Wenn die Schrift getrocknet ist, so glätte sie sanft mit einem Zahn.“
- 7 Aus der Gegenwart von Eisen und Phosphor in größeren blauen Kristallen wird gängigerweise auf ein Vorliegen von Vivianit geschlossen.
- 8 SALM 1962, S. 57.
- 9 RICHTER 1988.
- 10 HOWARD 1995 und 1996.
- 11 PURSCHE 2000.
- 12 Persönliche Mitteilung Marco Ciatti, Opificio delle Pietre Dure e Laboratori di Restauro, Florenz 26.11.1998.
- 13 FILATOV/DEANOVIC/NIKOLESKO/ZIDARU/MARCONI 1965.
- 14 KOLLER 1993.
- 15 SCHRÖCKE/WEINER 1981, S. 636.
- 16 KOLLER 1995, S. 61.
- 17 Als Datierung des Christus-Pantokrators schlägt SALM 1962, S. 55 das ausgehende 12., angehende 13. Jh. vor.

Literaturverzeichnis

- BOMFORD, DAVID/DUNKERTON, JILL/GORDON, DILLIAN/ROY, ASHOK: *Art in the Making, Italian Painting Before 1400*, London 1990
- BURMESTER, ANDREAS/SIEFERT, HELGE: *Grenzgänger zwischen Kunstwissenschaften und Kunsttechnologie: Hauptkonservator Professor Dr. Walter Gräff (1876–1934) zum Gedenken*, in: Jahresbericht der Bayerischen Staatsgemäldesammlungen, München 1998, S. 12–24
- EVENA, MYRIAM/MARTIN, ELISABETH: *Les feuilles mixtes or-argent en peinture de chevalet*, in: ICOM CC, Preprints of the 11th Triennial Meeting, Edinburgh 1996, S. 355–359
- FILATOV, V./DEANOVIC, A./NIKOLESKO, K./ZIDARU, G./MARCONI, B.: *Les techniques de la peinture de chevalet dans les pays slaves et en Roumanie; Étude de la couche picturale*, in: ICOM Report 65/2, 1965, 105 S.
- GRÄFF, WALTER: *Gemäldeuntersuchung durch Röntgenstrahlen*, in: *Natur und Museum* 59, 1929, S. 572–576
- HOWARD, HELEN: *Techniques of the Romanesque and Gothic Wall Paintings in the Holy Sepulchre Chapel, Winchester Cathedral*, in: Arie Wallert, Erna Hermens und Marka Peek (Hrsg.): *Historical Painting Techniques, Materials, and Studio Practice*, Preprints Leiden, 1995, S. 91–104
- HOWARD, HELEN: *Romanesque and Gothic Wall Paintings in Winchester Cathedral: An Unusual Use and Alteration of Vivianite*, in: *Journal of the Russell Society* 6 (2), 1996, S. 93–96
- KOLLER, MANFRED: *Die Brüder Strudel, Hofkünstler und Gründer der Wiener Kunstakademie*, Innsbruck 1993
- KOLLER, MANFRED: *Die Farbe Blau in der Barockkunst Österreichs*, in: Schreiner, Manfred (Hrsg.): *Naturwissenschaften in der Kunst*, Wien 1995, S. 57–62
- KOMAR, CAROLA/KREKEL, CHRISTOPH: *Gießharzsysteme zur Pigmentanalyse. Querschleife für die Licht- und Rasterelektronenmikroskopie*, in: *Restauro* 103 (Heft 6), 1997, S. 382–384
- Liber illuministarum pro fundamentis auri et coloribus ac consimilibus collectus ex diversis*, Bayerische Staatsbibliothek München, cgm. 821, Tegernsee, ca. 1450–1512
- MARTIN, ELISABETH/DUVAL, ALAIN: *Les deux Variétés de Jaune de Plomb et d'Étain: Étude Chronologique*, in: *Studies in Conservation* 35, 1990, S. 117–135
- PURSCHE, JÜRGEN: *Konservierung und Restaurierung der Wandmalereien in Urschalling*, in: Gobiet, Ronald: *Salzburger Beiträge zur Kunst- und Denkmalpflege: Die Spätgotische Wandmalerei der Michaelskapelle in Piesendorf – Zur Erhaltung und Erforschung mittelalterlicher Wandmalerei im Ostalpenraum*, Bd. 1, Salzburg 2000, hier S. 143–162
- RICHTER, ERNST-LUDWIG: *Seltene Pigmente im Mittelalter*, in: *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung* 2, 1988, S. 171–177
- SALM, CHRISTIAN ALTGRAF ZU: *Neue Forschungen über das Gnadenbild der Alten Kapelle in Regensburg*, in: *Münchner Jahrbuch der bildenden Kunst, Dritte Folge*, Band XIII, 1962, S. 49–62
- SCHRÖCKE, H./WEINER K. L.: *Mineralogie*, Berlin 1981, hier S. 636



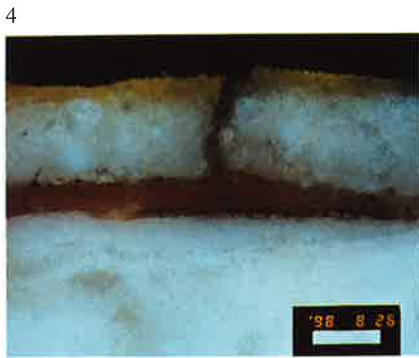
1



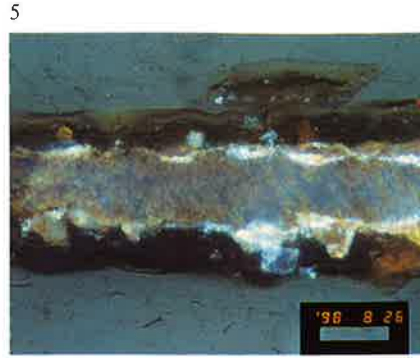
2



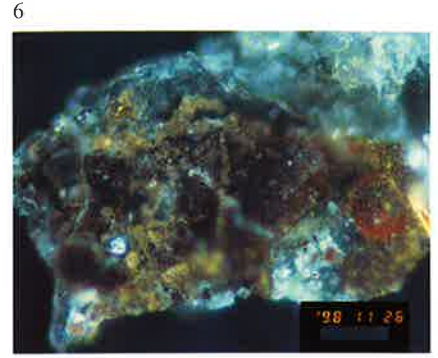
3



4



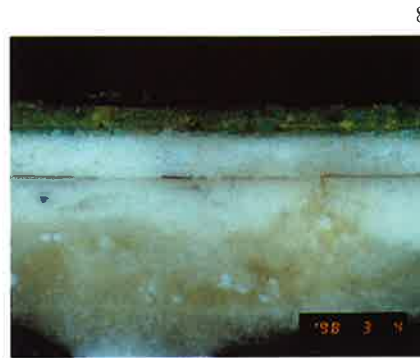
5



6



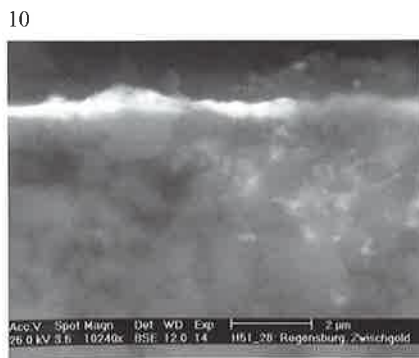
7



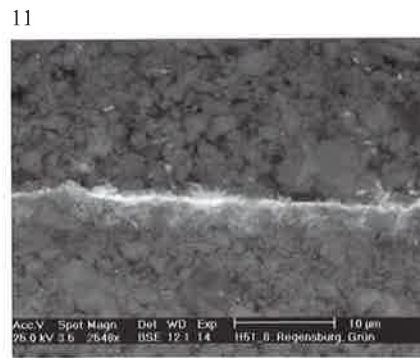
8



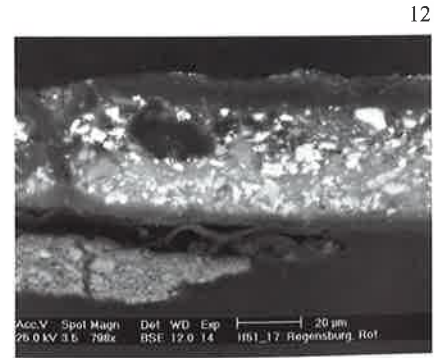
9



10



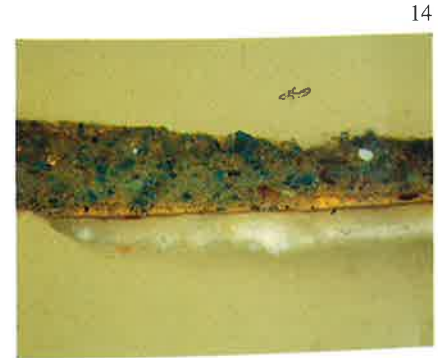
11



12



13



14

13 Querschliff aus dem Inkarnat der Madonna, Anlage des Grundtones (500-f. Vergröß.)

14 Querschliff aus dem Inkarnat der Madonna, Anlage des Grundtones mit stark aufgelegten grau-grünen Schatten (200-f. Vergröß.)