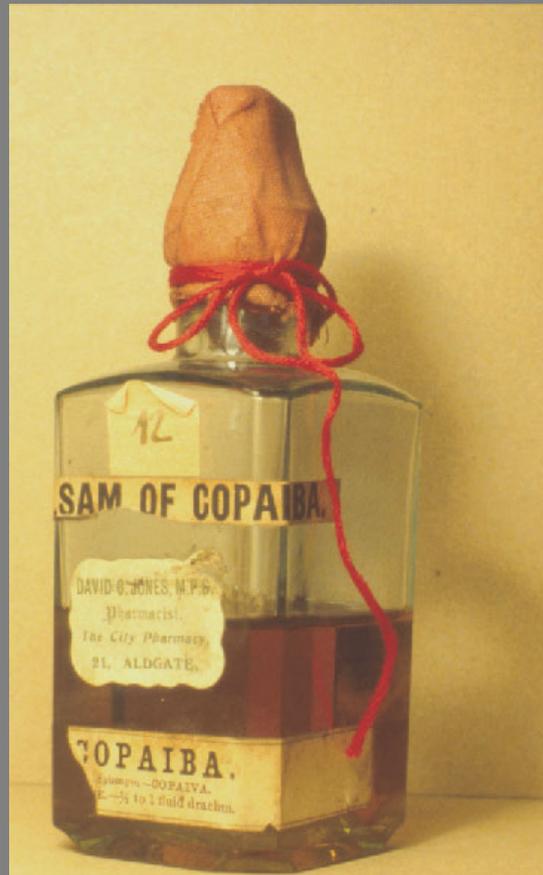


Sibylle Schmitt



Effekte von Pettenkofers Regenerations-Verfahren

Versuchsreihen und Analyse von Malschichtmigrationen an regenerierten Gemälden des 17. Jahrhunderts Band 2

2019

## Band 2

### Ergebnisse der Reihenuntersuchung – Schadenskatalog –

Der zweite Band ist ein ausgegliederter Abbildungsteil von Kapitel 5, daher wird auf eine Seitenzählung verzichtet. Zu Beginn wird das Inhaltsverzeichnis von Kapitel 5 vollständig wiederholt, die Kennzeichnung mit Signaturen erfolgt identisch mit denen im entsprechenden Kapitel und erlaubt eine rasche und eindeutige Zuordnung.

Die Detailabbildungen von Phänomenen an regenerierten Gemälden präsentieren mehrheitlich Mikroskopaufnahmen in starker Vergrößerung. Zur Sicherstellung der Bildaussagen ist es erforderlich, diese hochauflösenden Daten nicht zu komprimieren.

Das Herunterladen auf dem privaten Rechner kann eine gewisse Verzögerung mit sich bringen, für diesen Umstand wird um Verständnis gebeten. Anschließend sollten sich die Dateien problemlos öffnen lassen.

## 5 Ergebnisse der Reihenuntersuchung/ Schadenskatalog

### 5.1 Farbdeformationen

#### 5.1.1 Effusion – ist ein Referenz-Phänomen –

- 5.1.1.1 Effusion  
BORCH, *Der verweigerte Brief*, Inv.-Nr. 206 (AP)
- 5.1.1.2 Effusion  
BORCH, *Der verweigerte Brief*, Inv.-Nr. 206 (AP)
- 5.1.1.3 Effusion  
TENIERS (Kopie), *Landschaft mit Staffage*, Inv.-Nr. 1211 (AP)
- 5.1.1.4 Effusion  
Feld A7 auch QS, Feld A14 QS
- 5.1.1.5 Effusion und Lippe  
NECKER, *Blumenstillleben*, Inv.-Nr. 1557 und QS 1557.3 (AP)
- 5.1.1.6 Effusion am originalen Farbgemenge  
REMBRANDT, *Joseph und die Frau des Potiphar*, Inv.-Nr. 828H (GG)  
im Vergleich mit  
TENIERS (Kopie), *Landschaft mit Staffage*, Inv.-Nr. 1211(AP)  
ROGHMAN, *Gebirgslandschaft mit Brücken und Ziegen*, Inv.-Nr. 228 (WH)

#### 5.1.2 Ringwall

- 5.1.2.1 Ringwall  
NECKER, *Blumen in einer Vase*, Inv.-Nr. 1557 (AP)
- 5.1.2.2 Ringwall, gesteigert zu Aufstülpung  
ROGHMAN, *Gebirgslandschaft mit Hirte*, Inv.-Nr. 807A (GG)  
REMBRANDT, *Saskia v. Uylenburgh im Profil, im reichen Kostüm*,  
Inv.-Nr. 236 (WH)
- 5.1.2.3 Ringwall, Sonderform mit Lippe und Tasche  
ROGHMAN, *Gebirgslandschaft mit Hirte*, Inv.-Nr. 807A (GG)  
NECKER, *Blumen in einer Vase*, Inv.-Nr. 1557 (AP)  
BOL, *Dame mit einer Nelke in ihrer Hand*, Inv.-Nr. 238 (WH)
- 5.1.2.4 Ringwall, mit Faszie  
NN, *Männliches Porträt*, Inv.-Nr. GS009 (KFH), auch QS

#### 5.1.3 Pilz – ist ein Referenz-Phänomen –

- 5.1.3.1 Pilz  
SCHLICHTEN, *Laute spielende Dame*, Inv.-Nr. 2160 (AP)
- 5.1.3.2 Pilz  
PIJNACKER, *Angelnder Hirte*, Inv.-Nr. 340 (WH)
- 5.1.3.3 Pilz, Querschleiff  
PIJNACKER, *Angelnder Hirte*, Inv.-Nr. 340 (WH), QS 340.6  
BOL, *Dame mit einer Nelke in ihrer Hand*, Inv.-Nr. 238 (WH), QS 238.HB2

- 5.1.3.4 Pilz, Querschliff und Sonderform Perle  
Feld QS A9, QS VIS/UV und UV  
KONINGH, *Geistlicher in Studierzimmer*, Inv.-Nr. 819 (GG), Aufsicht
- 5.1.3.5 Pilz, Aufsicht und Querschliff  
VRIES, *Mann mit Samtbarett*, Inv.-Nr. 803 (GG), QS 803.2 (UV)
- 5.1.3.6 Pilz, Querschliff  
VRIES, *Mann mit Samtbarett*, Inv.-Nr. 803 (GG), QS 803.2 (UV)
- 5.1.3.7 Querschliff, punktförmige Protrusion mit Turbulenz im Kanal  
VRIES, *Mann mit Samtbarett*, Inv.-Nr. 803 (GG), QS 803.2 (UV)
- 5.1.3.8 Pilz  
NECKER, *Blumen in einer Vase*, Inv.-Nr. 1557 (AP) QS 1557.3

#### **5.1.4 Farbwulst**

- 5.1.4.1 Farbwulst  
REMBRANDT, *Saskia v. Uylenburgh im Profil, im reichen Kostüm*,  
Inv.-Nr. 236 (WH)
- 5.1.4.2 Farbwulst  
REMBRANDT Schule, *Frau an geöffneter Obertüre*, sog. Hendrikje Stoffels,  
Inv.-Nr. 828B (GG)

#### **5.1.5 Undulation – ist ein Referenz-Phänomen –**

- 5.1.5.1 Undulation  
BORCH, *Ein Trompeter überbringt einen Brief*, Inv.-Nr. 206 (AP)
- 5.1.5.2 Undulation  
VRIES, *Mann mit Samtbarett*, Inv.-Nr. 803 (GG)  
REMBRANDT Schule, *Saskia v. Uylenburgh*, Inv.-Nr. 812 (GG)
- 5.1.5.3 Undulation  
DYCK Nachfolger, *Mann in Rüstung*, Inv.-Nr. B18 (GG)  
Feld A7, Feld A4
- 5.1.5.4 Undulation  
NECKER, *Blumen in einer Vase*, Inv.-Nr. 1557, QS (AP)
- 5.1.5.5 Undulation, gesteigert zur Taschen, Brodeltopf  
MAZZOLINO, *Jesus unter den Schriftgelehrten*, Inv.-Nr. 273, QS (GG)
- 5.1.5.6 Undulation, Injektion und offenes Gekröse  
BOL, *Dame mit einer Nelke in ihrer Hand*, Inv.-Nr. 238 (WH)  
REMBRANDT, *Anatomiestunde des Dr. Tulp*, Inv.-Nr. 146 (MH), QS 146.1  
REMBRANDT, *Joseph und die Frau des Potiphar*, Inv.-Nr. 828H (GG)
- 5.1.5.7 Undulation mit Tasche  
REMBRANDT, *Selbstbildnis als Zeuxis*, Inv.-Nr. 2526 (WRM)

## **5.2 Farbauflösung**

### **5.2.1 Stratus – ist ein Referenz-Phänomen –**

- 5.2.1.1 Stratus lacunosus (löchrig)  
REMBRANDT, *Joseph und die Frau des Potiphar*, Inv.-Nr. 828H (GG)  
VRIES, *Mann mit Samtbarett*, Inv.-Nr. 803 (GG)
- 5.2.1.2 Stratus, multipel gesteigert  
DYCK Nachfolger, *Mann in Rüstung*, Inv.-Nr. B18 (GG) QS B18.1
- 5.2.1.3 Stratus am Fragment und Stratus lenticularis (linsenförmig)  
Feld A7 QS, VIS und UV  
NECKER, *Blumen in einer Vase*, Inv.-Nr. 1557 (AP)

### **5.2.2 Cumulus – ist ein Referenz-Phänomen –**

- 5.2.2.1 Cumulus  
NECKER, *Blumen in einer Vase*, Inv.-Nr. 1557 (AP)  
PIJNACKER, *Landschaft mit Torbogen*, Inv.-Nr. 787 (HAU)
- 5.2.2.2 Cumulus verschiedener Ausprägung  
Feld A9, QS A9.1
- 5.2.2.3 Cumulus, mit Brodeltopf  
QS 238.18 von BOL, *Dame mit einer Nelke in ihrer Hand*, Inv.-Nr. 238 (WH)

### **5.2.3 Cirrus – ist ein Referenz-Phänomen –**

- 5.2.3.1 Cirrus  
ROGHMAN, *Gebirgslandschaft mit Brücken und Ziegen*, Inv.-Nr. 228 (WH)  
und Skizzen
- 5.2.3.2 Cirrus, verzweigt  
TENIERS (Kopie), *Landschaft mit Staffage*, Inv.-Nr. 1211 (AP)  
BOL, *Dame mit einer Nelke in ihrer Hand*, Inv.-Nr. 238 (WH)
- 5.2.3.3 Cirrus, Vergleich mit offenem Gekröse  
Feld A9 QS  
SCHLICHTEN, *Lautspielende Dame*, Inv.-Nr. 2160 (AP)  
NECKER, *Blumen in einer Vase*, Inv.-Nr. 1557 (AP) und QS 1557.3
- 5.2.3.4 Cirrus, teilweise gelappt  
BOL, *Dame mit einer Nelke in ihrer Hand*, Inv.-Nr. 238 (WH) und QS 238M
- 5.2.3.5 Querschliff eines Cirrus, Effusion an der Kuppe  
ROGHMAN, *Gebirgslandschaft mit Brücken und Ziegen*, Inv.-Nr. 228 (WH)  
QS 228.4 als oberer und unterer Teil

### **5.2.4 Kondensstreifen**

- 5.2.4.1 Kondensstreifen  
TENIERS (Kopie), *Landschaft mit Staffage*, Inv.-Nr. 1211 (AP)
- 5.2.4.2 Kondensstreifen  
NECKER, *Blumen in einer Vase*, Inv.-Nr. 1557 (AP)

## **5.2.5 Tupfen und Schleier – Tupfen sind ein Referenz-Phänomen –**

- 5.2.5.1 Tupfen  
BOL, *Dame mit einer Nelke*, Inv.-Nr. 238 (WH)  
KONINGH, *Geistlicher in Studierzimmer*, Inv.-Nr. 819 (GG)
- 5.2.5.2 Tupfen als Schwarm  
REMBRANDT, *Saskia v. Uylenburgh im Profil, im reichen Kostüm*, Inv.-Nr. 236 (WH)  
OSTADE, *Bauerngesellschaft im Wirtshaus*, Inv.-Nr. 855B (GG)
- 5.2.5.3 Tupfen als Schwarm und entwickelt zu Schleier  
WOUWERMAN, *Pferdestall*, Inv.-Nr. 1035 (AP)
- 5.2.5.4 Tupfen entwickelt zu Schleier  
TENIERS (Kopie), *Landschaft mit Staffage*, Inv.-Nr. 1211 (AP)  
REMBRANDT, *Joseph und die Frau des Potiphar*, Inv.-Nr. 828H (GG)
- 5.2.5.5 Tupfen, als Schwarm und in Kugelform  
REMBRANDT Schule, *Saskia v. Uylenburgh*, Inv.-Nr. 812 (GG)  
REMBRANDT, *Joseph und die Frau des Potiphar*, Inv.-Nr. 828H (GG)
- 5.2.5.6 Tupfen, entwickelt zu Schleier und Aufstülpung  
ROGHMAN, *Gebirgslandschaft mit Hirte*, Inv.-Nr. 807A

## **5.2.6 Pustel – ist ein Referenz-Phänomen –**

- 5.2.6.1 Pustel  
Feld A8 und Feld 9.2 QS
- 5.2.6.2 Pustel und Körner  
MIJTENS, *Portrait Frans I* (DH)  
KONINGH, *Geistlicher in Studierzimmer*, Inv.-Nr. 819 (GG)  
PIJNACKER, *Landschaft mit Torbogen*, Inv.-Nr. 787 (HAU)  
VRIES, *Mann mit Samtbarett*, Inv.-Nr. 803 (GG)
- 5.2.6.3 Pustel  
REMBRANDT, *Selbstbildnis als Zeuxis*, Inv.-Nr. 2526 (WRM)
- 5.2.6.4 Pustel, Cumulus, Kraterloch und Krater an „Fettreif“  
OSTADE, *Bauerngesellschaft im Wirtshaus*, Inv.-Nr. 855B (GG)  
WOUWERMAN, *Pferdestall*, Inv.-Nr. 1035 (AP)  
KONINGH, *Geistlicher in Studierzimmer*, Inv.-Nr. 819 (GG)  
NECKER, *Blumen in einer Vase*, Inv.-Nr. 1557 (AP)  
„Fettreif“ – Schmelzfraktionierung an Schokolade

## **5.2.7 Konzentration von Regenerier-Phänomen – am Referenzmaterial Fragment treten Regenerier-Phänomene konzentriert auf –**

- 5.2.7.1 Konzentration – Schleier neben Spalten  
WOUWERMAN, *Vor dem Ausritt zur Falkenjagd*, Inv.-Nr. 1034 (AP)
- 5.2.7.2 Konzentration – Schwemmsaum und Effusion in Fehlstellen  
WOUWERMAN, *Vor dem Ausritt zur Falkenjagd*, Inv.-Nr. 1034 (AP)  
REMBRANDT Schule, *Frau an geöffneter Obertüre*,  
sog. Hendrikje Stoffels, Inv.-Nr. 828B (GG)  
REMBRANDT Schule, *Saskia v. Uylenburgh*, Inv.-Nr. 812 (GG)
- 5.2.7.3 Kartierung konzentriert auftretender Regenerier-Phänomene  
REMBRANDT, *Selbstbildnis als Zeuxis*, Inv.-Nr. 2526 (WRM)

## **5.3 Firnisveränderung**

### **5.3.1 Deformation der Firnisoberfläche**

#### 5.3.1.1 Firniskissen

WOUWERMAN, *Vor dem Ausritt zur Falkenjagd*, Inv.-Nr. 1034 (AP)  
BOL, *Dame mit einer Nelke in ihrer Hand*, Inv.-Nr. 238 (WH)

#### 5.3.1.2 Firnisbuckel

PIJNACKER, *Landschaft mit Torbogen*, Inv.-Nr. 787 (HAU)  
SCHLICHTEN, *Laute spielende Dame*, Inv.-Nr. 2160 (AP)  
WOUWERMAN, *Pferdestall*, Inv.-Nr. 1035 (AP)  
PIJNACKER, *Angelnder Hirte*, Inv.-Nr. 340 (WH)

#### 5.3.1.3 Firnis- und Farbgrat

REMBRANDT, *Selbstbildnis als Zeuxis*, Inv.-Nr. 2526 (WRM)  
ROGHMAN, *Gebirgslandschaft mit Brücken und Ziegen*, Inv.-Nr. 228 (WH)  
REMBRANDT Schule, *Frau an geöffneter Obertüre*,  
sog. Hendrikje Stoffels, Inv.-Nr. 828B (GG)

#### 5.3.1.4 Firniswulst

PIJNACKER, *Angelnder Hirte*, Inv.-Nr. 340 (WH)  
WEDIG, *Portrait des Bürgermeisters Lyskirchen*, Inv.-Nr. 1940-129 (KSM)  
REMBRANDT, *Joseph und die Frau des Potiphar*, Inv.-Nr. 828H (GG)

#### 5.3.1.5 Firnisprofil mit Hohlkehle und geweitete Spalten

BOL, *Dame mit einer Nelke in ihrer Hand*, Inv.-Nr. 238 (WH)  
REMBRANDT Schule, *Frau an geöffneter Obertüre*,  
sog. Hendrikje Stoffels Inv.-Nr. 828B (GG)

#### 5.3.1.6 Firnisprofil, Bowler-förmig

REMBRANDT Schule, *Frau an geöffneter Obertüre*,  
sog. Hendrikje Stoffels, Inv.-Nr. 828B (GG)

#### 5.3.1.7 Firnisprofil mit Furchen

PIJNACKER, *Angelnder Hirte*, Inv.-Nr. 340 (WH)

#### 5.3.1.8 Firniskissen und -buckel

PIJNACKER, *Angelnder Hirte*, Inv.-Nr. 340, QS 340.5 (WH)

#### 5.3.1.9 Flexur von Farb- und Firnisschichtung

REMBRANDT Schule, *Frau an geöffneter Obertüre*,  
sog. Hendrikje Stoffels, Inv.-Nr. 828B (GG), QS 828B.4

#### 5.3.1.10 Flexur von Farb- und Firnisschichtenfolge

SCHLICHTEN, *Laute spielende Dame*, Inv.-Nr. 2160 (AP)  
PIJNACKER, *Landschaft mit Torbogen*, Inv.-Nr. 787 (HAU)  
WOUWERMAN, *Vor dem Ausritt zur Falkenjagd*, Inv.-Nr. 1034 (AP)

### **5.3.2 Firnisauflösung – ist ein Referenz-Phänomen –**

#### 5.3.2.1 Firnisauflösung mit Luftblasen

BOL, *Dame mit einer Nelke in ihrer Hand*, Inv.-Nr. 238 (WH)  
Feld A9

#### 5.3.2.2 Firnisauflösung mit Phasentrennung

WOUWERMAN, *Vor dem Ausritt zur Falkenjagd*, Inv.-Nr. 1034 (AP), QS 1034.3

- 5.3.2.3 Firnisauflösung mit Partikelstreuung  
SCHLICHTEN, *Laute spielende Dame*, Inv.-Nr. 2160 (AP)  
TENIERS (Schule), *Landschaft mit Staffage*, Inv.-Nr. 1211 (AP)  
BOL, *Dame mit einer Nelke in ihrer Hand*, Inv.-Nr. 238 (WH)
- 5.3.2.4 Firnisauflösung mit Brodeltopf  
BORCH, *Ein Trompeter überbringt einen Brief*, Inv.-Nr. 206 (AP), QS 206.4
- 5.3.2.5 Firnisauflösung mit Tasche  
REMBRANDT, *Selbstbildnis als Zeuxis*, Inv.-Nr. 2526 (WRM), QS Probe

### **5.3.3 Erhaltene Krepierung – ist ein Referenz-Phänomen –**

- 5.3.3.1 Erhaltene Krepierung  
Feld A8  
SNYDERS, *Küchenstillleben*, ohne Inv.-Nr. (KP)
- 5.3.3.2 Erhaltene Krepierung  
PIJNACKER, *Angelnder Hirte*, Inv.-Nr. 340 (WH)  
Feld B22

## **5.4 Andersartige Befunde**

### **5.4.1 Stabile Trübung**

- 5.4.1.1 Stabile Trübung – Indizien zur Differenzierung  
PIJNACKER, *Landschaft mit Torbogen*, Inv.-Nr. 787 (HAU)
- 5.4.1.2 Stabile Trübung – Indizien zur Differenzierung  
REMBRANDT Schule, *Frau an geöffneter Obertüre*, sog. Hendrikje Stoffels,  
Inv.-Nr. 828B (GG), QS 828B.4
- 5.4.1.3 Stabile Trübung in Zwischenlage  
BOL, *Dame mit einer Nelke in ihrer Hand*, Inv.-Nr. 238 (WH)
- 5.4.2 Türmchen
  - 5.4.2.1 Türmchen  
BOL, *Dame mit einer Nelke in ihrer Hand*, Inv.-Nr. 238 (WH)
  - 5.4.2.2 Türmchen  
Ebd., QS 238.26, QS 238.27
  - 5.4.2.3 Türmchen  
Ebd., Inv.-Nr. 238 (WH), QS 238.26, QS 238.27

Ende Inhaltsverzeichnis

## 5 Ergebnisse der Reihenuntersuchung/ Schadenskatalog

### 5.1 Farbdeformationen

#### 5.1.1 Effusion – ist ein Referenz-Phänomen –

- 5.1.1.1 Effusion  
BORCH, *Der verweigerte Brief*, Inv.-Nr. 206 (AP)
- 5.1.1.2 Effusion  
BORCH, *Der verweigerte Brief*, Inv.-Nr. 206 (AP)
- 5.1.1.3 Effusion  
TENIERS (Kopie), *Landschaft mit Staffage*, Inv.-Nr. 1211 (AP)
- 5.1.1.4 Effusion  
Feld A7 auch QS, Feld A14 QS
- 5.1.1.5 Effusion und Lippe  
NECKER, *Blumenstillleben*, Inv.-Nr. 1557 und QS 1557.3 (AP)
- 5.1.1.6 Effusion am originalen Farbgemenge  
REMBRANDT, *Joseph und die Frau des Potiphar*, Inv.-Nr. 828H (GG)  
im Vergleich mit  
TENIERS (Kopie), *Landschaft mit Staffage*, Inv.-Nr. 1211(AP)  
ROGHMAN, *Gebirgslandschaft mit Brücken und Ziegen*, Inv.-Nr. 228 (WH)

### 5.1.1.1 Effusion

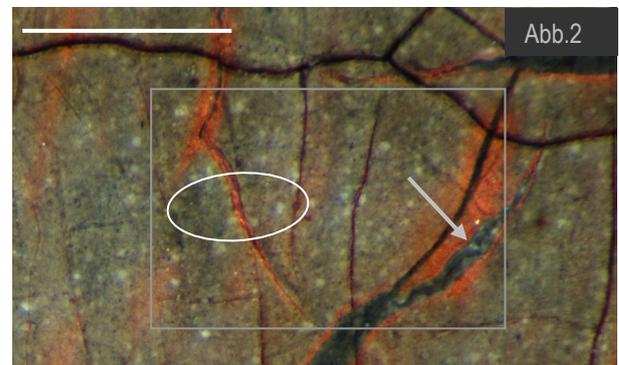
Beschreibung in Aufsicht am Gemälde AP BORCH 206, Hosenbein des Boten, Pos. 23

Die Abb. 1 zeigt eine abgeschürfte graue Farboberfläche, unter der orangefarbene Farblage durchscheint. Abschürfungen der grauen Farbe liegen an aufgewölbten Schollenkanten und parallel liegenden Höhen (harter Zuwachsbereich der Jahresringe im Nadelholz).

Die schmalen Sprünge sind ca. 45 µm geöffnet. Zwei Spalten klaffen deutlich weit auf, etwa 120µm, an ihnen erkennt man den dunklen Untergrund (Imprimatur?).



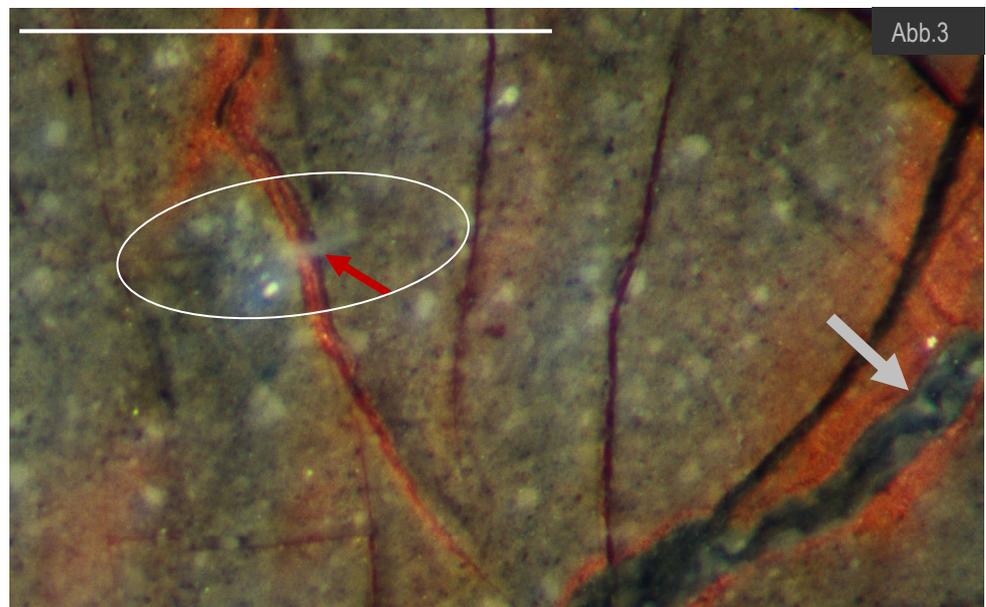
Abb.2: Die Vergrößerung zeigt zwei Phänomene,  
-innerhalb der schmalen Spaltfläche leicht aufgestiegenes Orange (○);  
-innerhalb der klaffenden Spaltfläche liegen auch kleine kurze runde Zungen ausfließender feindisperser grauer Farbsubstanz (Effusion) (↓).



Die weitere Vergrößerung Abb.3 (□) zeigt, dass diese in kurzen Zungen aufsteigt und Schwarz als undulierende Wellenlinie sehen lässt.

Der graue Pfeil in Abb. 3 weist auf die grauen Zungen, sie scheinen von unterhalb der orangefarbenen Lage aufzusteigen.

Der rote Pfeil in Abb.3 weist auf Substanz gleicher Konsistenz und grauer Farbe, aber anderer Form: Die Effusion ist schmal, lang und ca. 60 µm breit, kreuzt und verdeckt den orange gefüllten Spalt. Man erkennt schwach einen sehr feinen Sprung in der Farbschicht, an dem sie sich orientiert hat.



Der weiße Balken entspricht in allen Abb. jeweils 1mm

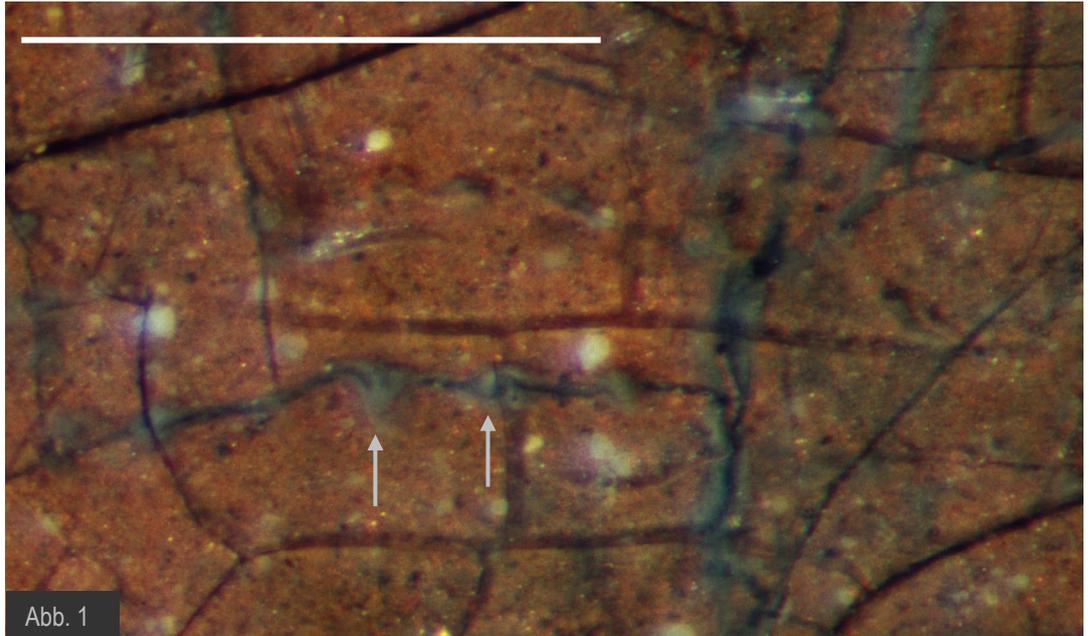
Interpretation: Die Effusion muss deutlich in den Firnis aufgestiegen sein.

### 5.1.1.2 Effusion

Beschreibung in Aufsicht am Gemälde AP BORCH 206, Pos. 1 und 21

Die folgenden Beispiele zeigen, dass Effusionen farbtunabhängig auftreten, sowohl die Effusion selbst, als auch die durchdrungenen Lagen.

In Abb. 1 sieht man am Rand der Stiefelstulpe, Pos. 1 dunkelgraue Effusionen, die aus feinen Sprüngen in rotbrauner deckender Farbe aufsteigen. Effusionen übersteigen punktuell und die Kanten kontinuierlich begleitend die rotbraune Mischfarbe. Graue Pfeile weisen auf Effusionen, mit einer Länge von ca.  $80\mu\text{m}$ . Am Sprung rechts daneben liegen die Effusionen säumen die Effusionen ca.  $50$  dick die Kanten beidseitig (Lippe).

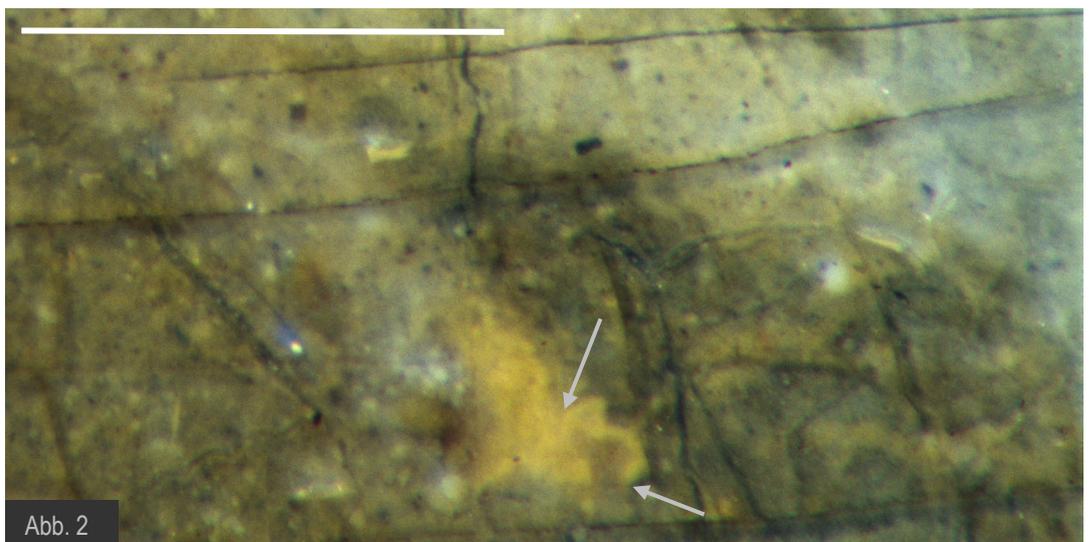


Interpretation:  
Die graue Farbe konnte hier weit migrieren.

Abb. 1

Der Balken entspricht 1mm

Im selben Gemälde: Abb. 2 zeigt ein Detail der Manschette des Hemdes am rechten Handgelenk des Boten, Pos. 21. Erodierteres Grau-Braun liegt auf hellbrauner Mischfarbe, oben mittig frei zu sehen. In der Bildmitte liegt eine Fehlstelle, aus der die unterliegende gelbe Farbe steigt und mit einer schmalen Effusion die Mischfarben überlagert. Diese gelbe Effusion windet sich über eine Strecke von  $170\mu\text{m}$ .



Interpretation:  
 $170\mu\text{m}$  ist eine sehr lange Distanz, angezeigt zwischen den Pfeilspitzen.

Abb. 2

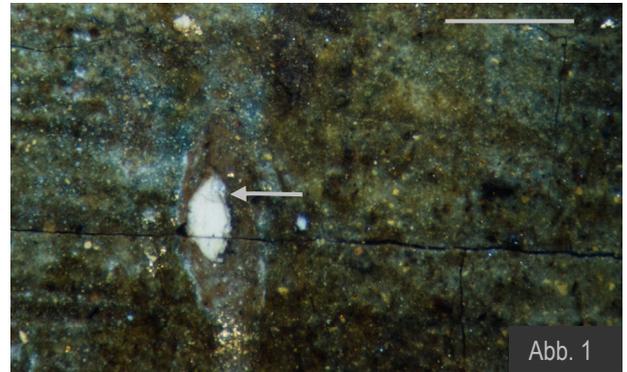
Der Balken entspricht 1mm

### 5.1.1.3 Effusion

Beschreibung in Aufsicht am Gemälde:  
AP TENIERS (Kopie) 1211, Pos.10

Die in Abb. 1 abgebildete Fehlstelle in der deckenden Farbschicht misst in der Länge 0,6 mm/ 600 µm und zeigt den Malschichtaufbau:

Obenauf liegen Reste eines verbräunten Überzuges und eines grünlichen Farblackes, darunter eine dünne dunkelgraue Farblage, deren helle Partikel an den Ausbruchkanten aufleuchten. Die unterste Farblage ist eine dicke Lage Braun, die an den schrägen Bruchflächen breit offen liegt.



Der Balken entspricht 1mm

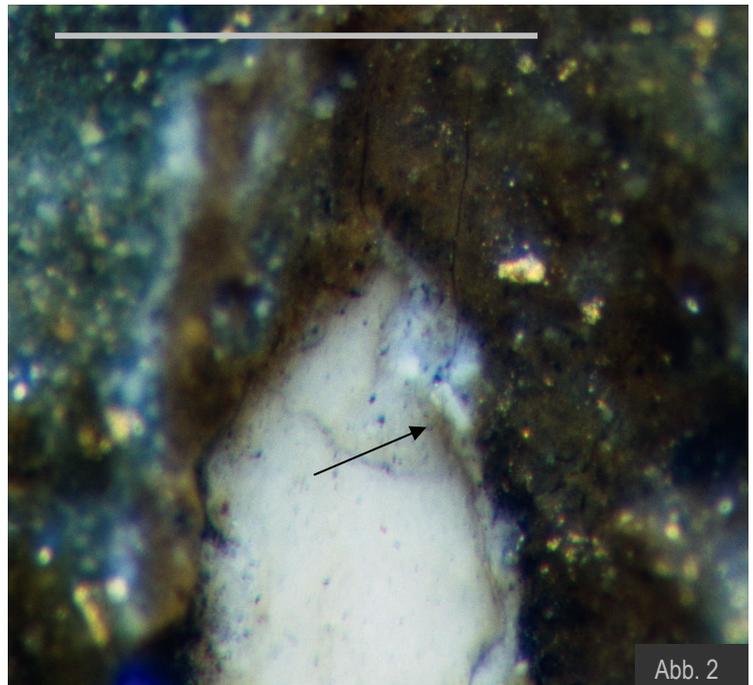
Eine typisch zweischichtige Grundierung ist gegeben, hier hellgrau auf weiß, also abweichend von dem häufigen Grundierungssystem Rostrot kombiniert mit Grau oder Weiß.

Die Nahsicht in Abb. 2 erweist auch hier eine Effusion: Die erste Grundierung ist vollkommen glatt geschliffen, vollständig erhalten und zeigt einem winzigen gezackten Sprung (Kreidegrund?).

Darüber erkennt man einen schmalen Saum dünn aufgetragener hellgrauer Farbe. An einer Stelle hat sich dieser Farbfilm als 60 µm breite Zunge gelöst und wirft Schatten im Streiflicht von rechts oben.

Interpretation:

Dies belegt, dass diese aufgestiegene Farbzunge im Firnis arretiert vorliegt (→).



Der Balken entspricht 500µm

## 5.1.1.4 Effusion

Beschreibung in Aufsicht am **Fragment Feld A7 und Feld A14**.

Über der originalen Firnislage liegt zwischen zwei Firnislagen eine Übermalung, die um 1800 aufgetragen worden ist. Feld A7 ist künstlich krepirt und wurde ausschließlich mit Weingeist 3 Minuten regeneriert.



Abb. 1: Feld A7 in Aufsicht, krepirt.

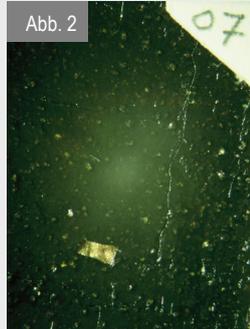


Abb. 2: Feld A7 in Aufsicht, regeneriert.<sup>1)</sup>

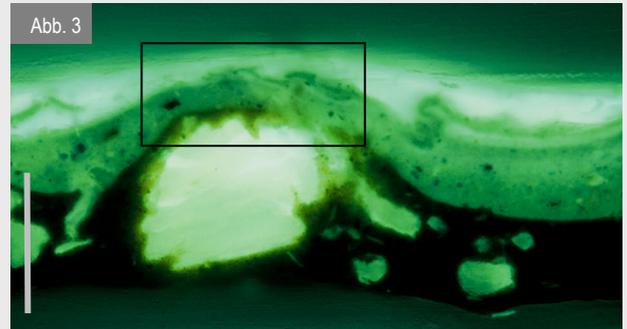
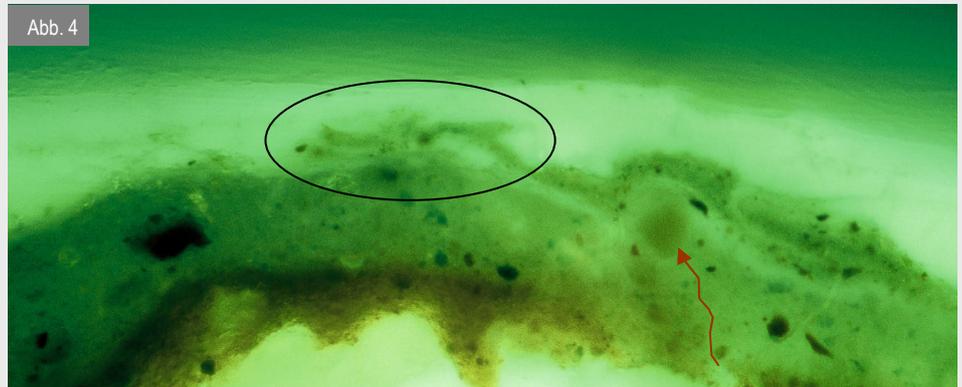


Abb. 3: Mitte des Querschliffs von Feld A7, bedampft, Aufnahme bei UV-Strahlung. Der graue Balken entspricht 140 µm

Abb. 4: Detail des Querschliffs Feld A7. UV (□ in Abb. 3): Nach nur 3 Minuten Bedampfung ausschließlich mit Weingeist, liegen über dem großen weißen Korn Effusionen verzweigt und doppelagig vor.

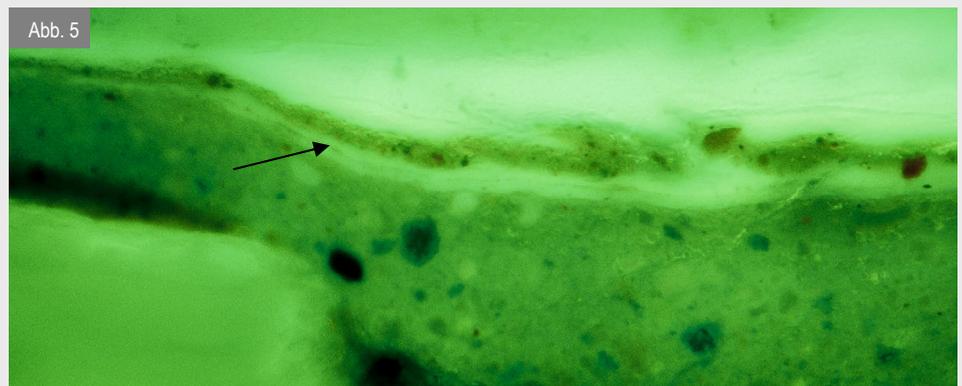


Die Breite der Abb. entspricht ca. 500 µm

Interpretation: Gleichartige Effusionen breiten sich hier verzweigt aus.

Aus der dünnen Lage hellbraun (zweite Grundierung) scheint sich zusätzlich ein Partikel gelöst zu haben (↑), er verformt die Schichtung darüber, originale und spätere Firnisse samt Übermalung (Injektion).

Abb. 5: Detail aus dem Querschliff Feld A14 (kombiniert regeneriert mit Balsam 2), Aufnahme bei UV-Strahlung, linker Teil: Grüne Farblage ist stellenweise aufgerissen und zeigt Effusionen (Ausfließung). Gerade diese kurzen spitzen Enden der Deformation sind prägnant und namensgebend. Der originale Firnis ist ca. 7 µm dick und wird von einer dünnen Schmutzlage bedeckt (→).



Die Breite der Abb. entspricht ca. 500 µm

Der Zustand vor der Bedampfung ist ersichtlich an einem anderen Querschliff in Kapitel 3. Mit diesen Aufnahmen vom Referenzmaterial ist der Beweis erbracht, dass bereits eine ausschließliche Bedampfung mit 90%igem Weingeist (Feld A7) in 200 Jahre alten Farblagen Effusion erzeugen kann. Sehr wahrscheinlich werden bereits bei so geringer Dauer auch erhebliche Deplatzierungen größerer Partikel aus unteren Lagen provoziert.

1) In der Mitte eine milchige Lichtreflektion der Kameralinse, südlich die Entnahmestelle in bedampftem Zustand.

## 5.1.1.5 Effusion

Beschreibung in Aufsicht am Gemälde AP NECKER 1557, Pos.1

Effusionen sind die kleinsten Farbmigrationen in regenerierten Gemälden, gleichwohl können sie, wie in Abb. 1 und 2 dargestellt, starke und komplexe Schädigung begleiten. In dem hellen Blütenblatt klaffen einige Sprünge weit auf, sowohl unterliegendes Orangerot als auch dunkle Farblage (Imprimitur?) sind aufgestiegen und säumen beidseitig die Kanten (Lippen).

Die orangeroten Akkumulierungen werden an anderer Stelle besprochen (Cumulus).

Der graue Pfeil ←  
weist auf die Effusion  
von Schwarz von ganz  
unten bis über Orange  
rot; diese Effusion  
übersteigt die gesamte  
Schichtung.

Im linken breiteren  
Spalt überlagern  
← feindisperse  
hellgraue Effusionen  
aufgestiegenes  
Orangerot.  
Die hellgrauen,  
25 µm breiten  
Effusionen undulieren  
leicht, wie feine  
Rauchfahnen.

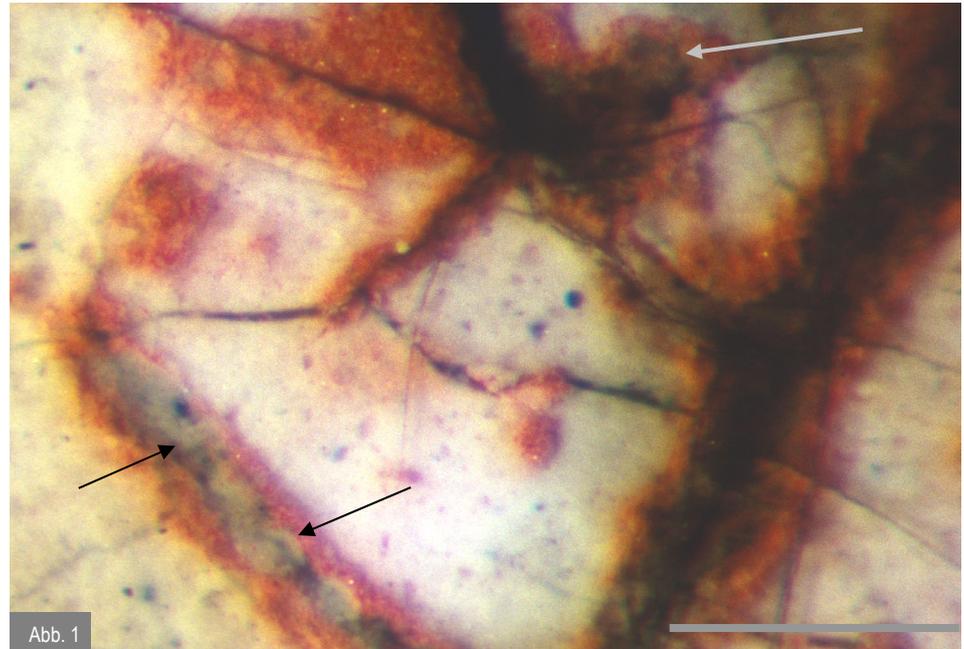


Abb. 1

Der graue Balken entspricht 250µm

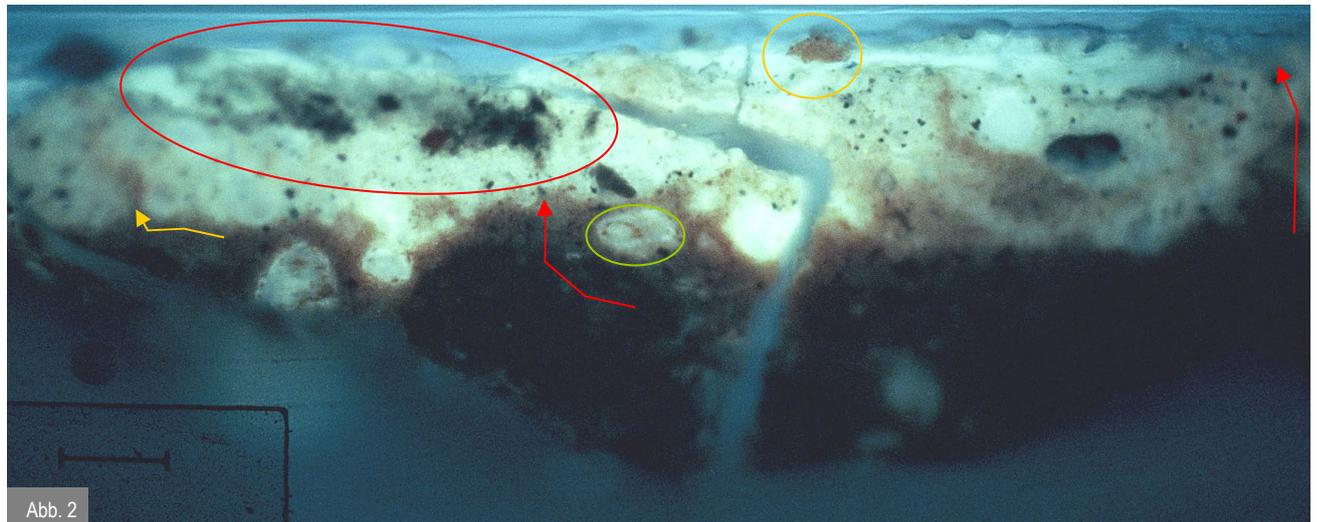


Abb. 2

Der Querschliff 1557.3, Pos. 26 in Abb. 2 beweist:

- links oben eine Partikelwolke mit schwarzen und migrierten hellgrauen Pigmenten (O←)
- links außen migrierte orangerote Pigmente (←), obenauf auch als Pilz (O), eigene Art siehe 5.1.3)
- in der Mitte liegen unter roten Effusionen auch Körner mit rotweißen → Faszien (O).

### 5.1.1.6 Effusion am originalen Farbgemenge

Beschreibungen in Aufsicht an verschiedenen Gemälden, zwei Beispiele für originale Farbgemenge werden mit einem dritten Beispiel verglichen, das zusätzlich Regenerierphänomene zeigt.

Bei dem extremen Fokus auf winzige Details muss dem lockeren Pinselduktus in barocker Malerei Rechnung getragen werden. Ein originales Farbgemenge entsteht beim Nass-in-nass-Malen.



Abb. 1: AP TENIERS (Kopie) 1211, Pos.20;

Oft ist gerade Orangerot zu Effusionen deformiert - in der Schusswunde am Hasen aber original mit Rotlack vermengt.

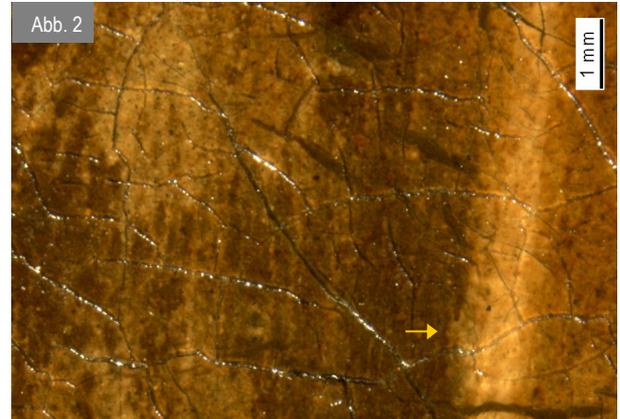


Abb.2: WH ROGHMAN 228, Pos. 4; Erhaltene ockerfarbene hauchzart vertriebene Pinselwischer mit originalem Abperlen von Ocker auf der braunen Farblasur neben gelber Effusion (→).

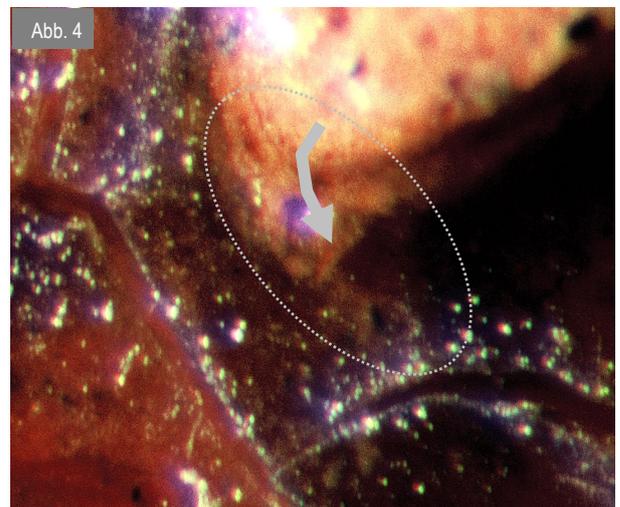


Abb. 3 und 4: GG REMBRANDT 828H, Pos. 1B

Abb.3: Die originale Vermengung von Farbe von Rembrandts Malerei wird hier begleitet von Regenerierphänomenen: Tupfen (○) entwickelten sich aus winzigen originalen Tropfen rot-weiß marmorierter Farbe.

Abb.4, Detail aus Abb. 3 (□):

Am Ende eines Farbsteigs ist eine weiße Effusion tief unter Rotlack geflossen (→ ○).

#### Interpretation:

An augenscheinlich gut erhaltenen Stellen, hier an originalen Farbschlieren, liegen zusätzlich sehr feinteilige Deformationen vor. Zahlreiche andere Schadstellen an diesem Gemälde bestätigen den schwer geschädigten Zustand des Gemäldes, das Gemälde ist 1931 dreimal regeneriert worden.

## 5.1.2 Ringwall

- 5.1.2.1 Ringwall  
NECKER, *Blumen in einer Vase*, Inv.-Nr. 1557 (AP)
- 5.1.2.2 Ringwall, gesteigert zu Aufstülpung  
ROGHMAN, *Gebirgslandschaft mit Hirte*, Inv.-Nr. 807A (GG)  
REMBRANDT, *Saskia v. Uylenburgh im Profil, im reichen Kostüm*, Inv.-Nr. 236 (WH)
- 5.1.2.3 Ringwall, Sonderform mit Lippe und Tasche  
ROGHMAN, *Gebirgslandschaft mit Hirte*, Inv.-Nr. 807A (GG)  
NECKER, *Blumen in einer Vase*, Inv.-Nr. 1557 (AP)  
BOL, *Dame mit einer Nelke in ihrer Hand*, Inv.-Nr. 238 (WH)
- 5.1.2.4 Ringwall, mit Faszie  
NN, *Männliches Porträt*, Inv.-Nr. GS009 (KFH), auch QS

### 5.1.2.1 Ringwall

Beschreibung in Aufsicht am Gemälde: AP NECKER 1557

Abb. 1: Im Blütenblatt der roséfarbigen Rose Pos.9 liegt neben einem orangefarbenen Cirrus eine typische Reihung von Mulden (○). Derart sortierte Mulden sind letzte Reste eines Pinselstrichs mit rotem Farblack, von weißer Farbe umschlossen.

Nur an wenigen Stellen werfen die Ringwälle einen kleinen Schatten, der ihre Erkennung erlaubt.

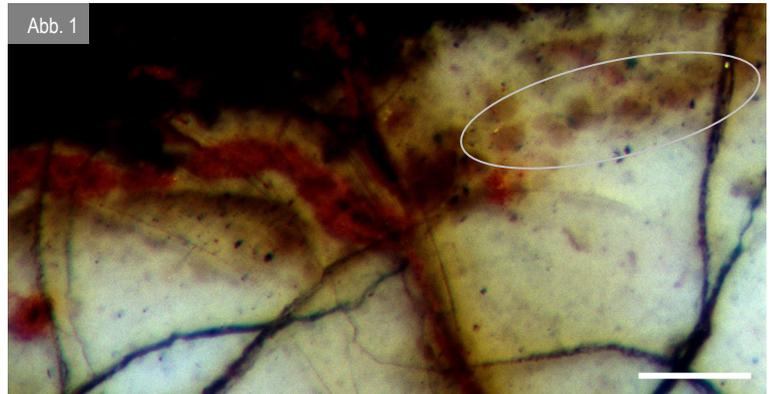


Abb. 2: In der Nachbarschaft liegt eine flache Senke. Hier sind gleichartige Mulden so dünn, dass ihre Eigenfarbe kaum wirkt. Umso deutlicher sind daran die Ringwälle zu erkennen (○). Der Ringwall links mit der augenfällig großen gelben Mulde (Ø 100 µm) scheint mit gegilbtem Firnis aufgefüllt zu sein. Der Wall verdeckt den Sprung (↑) – dies unterscheidet ihn sicher von einer Erosion.

Interpretation: Auch hier haben sich Mulden tief in stark erweichte Farbe eingegraben.

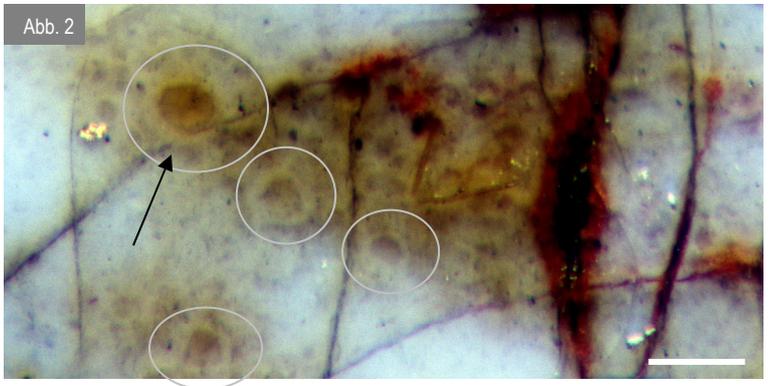
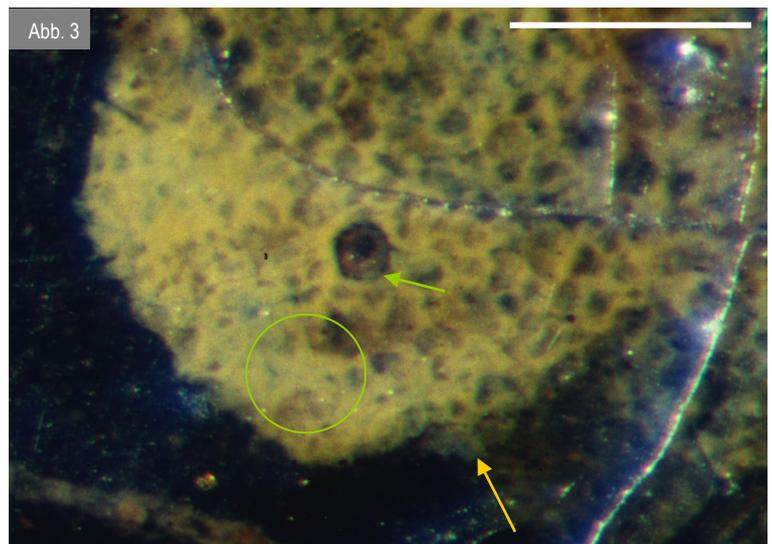


Abb. 3: Der Rücken einer kleinen Kröte am Fuß der Vase, Pos.20, ist mit Ockergelb untermalt. Effusionen säumen die Farbfläche umlaufend (←). Im Ockergelb liegt eine ca. 50 µm große Mulde, die wie ein Pupille aussieht. Eine Effusion fließt aus einem Ringwall und überdeckt sie (←).

Interpretation: Die Pupille scheint eine kleine Farblackmulde unter verbräuntem Firnis zu sein.

In der Umgebung liegen Ringwälle um eine Vielzahl von sehr kleinen dunklen Mulden, dazwischen ein Stern (○).

Interpretation: Die dichte Anordnung der Ringwälle erzeugt ein wabenähnliches Muster, zusammenliegende Wälle formen den Stern. Ockergelb ist weit aufgestiegen.



Der Balken entspricht in allen Abbildungen 200 µm

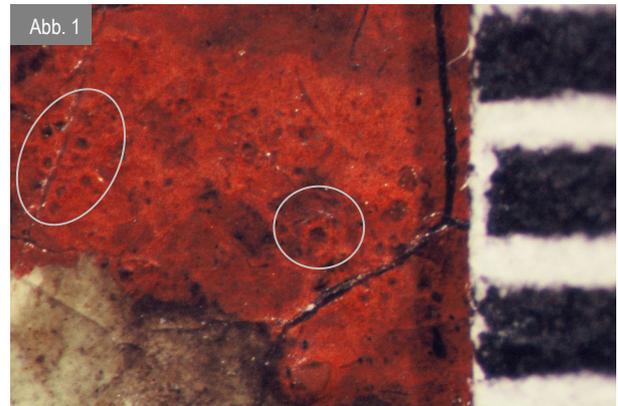
## 5.1.2.2 Ringwall, gesteigert zu Aufstülpung

Dokumentation in Aufsicht an zwei Gemälden  
Ringwälle sind hier zu Aufstülpungen gesteigert

Abb. 1:

GG ROGHMAN 807A, Pos. 4

An der roten Schulter der Hirtin liegt eine Aufstülpung eines (ca. 250 µm Ø) großen orangeroten Ringwalls um eine verbräunten Rotlackrest. Kleinere Gleichartige liegen in der Umgebung (○).



Das Maß entspricht 3 mm

Abb. 2:

WH REMBRANDT 236, Nasenflügel Saskia

Im Inkarnat eine prominente Aufstülpung (ca. 250 µm Ø), die sich trichterförmig deformiert hat (○). Ihre Erstreckung in der Höhe wird durch den Schatten gut deutlich.



Breite der Abb. entspricht 2,5 mm

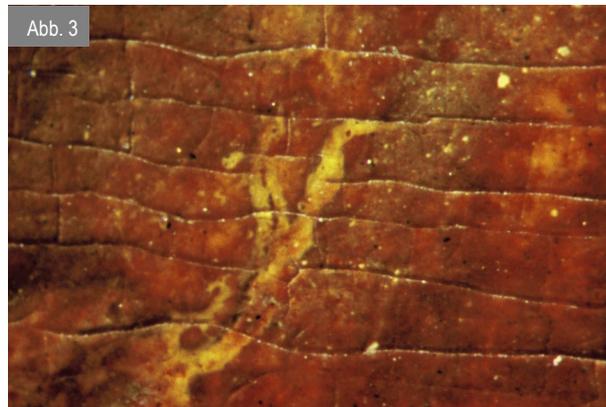


Abb. 3

Abb. 3:

WH REMBRANDT 236, Pos. 1, Brosche an Brust  
Heller Pinselstrich (original ‚nass-in-nass‘?)  
auf Rotlack überlagert von roten Schleiern  
(vgl. 5.2.1.1). Der Rotlack scheint mitsamt seiner  
hellroten Untermauerung verweht zu sein, rechts  
zeigt sich eine entsprechend bloßgelegte,  
erodierte Stelle.<sup>1)</sup>

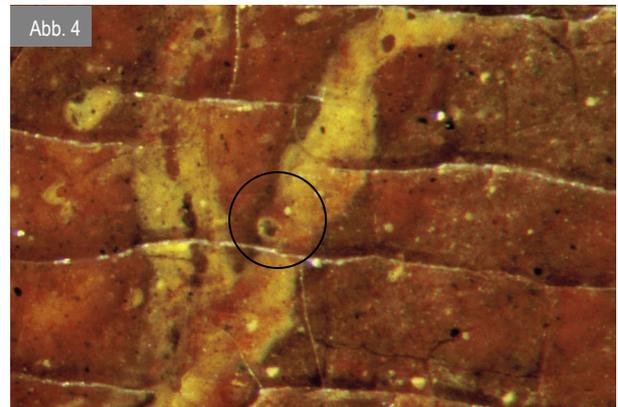


Abb. 4

Abb. 4:

WH REMBRANDT 236, Pos.1, Brosche an Brust,  
Detail  
In der hellen Farbspur liegt eine Aufstülpung vor  
(○).

Breite der Abb. entspricht 2,5 mm

1) In der Umgebung dazwischen liegt in der Senke eine amorph-kristalline Trübung

### 5.1.2.3 Ringwall, Sonderform mit Lippe und Tasche

Beschreibung diverser Bereiche an drei Gemälden in Aufsicht.

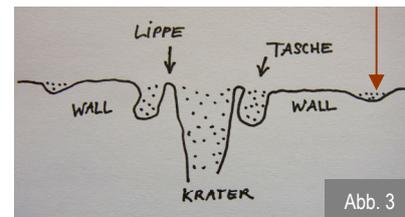


Abb. 1 und 2: Gemälde: GG ROGHMAN 807A, Pos. 2, Ausschnitt vom Himmel mit zwei Vögeln im Flug. In Abb. 1 ist zu sehen, dass in den Mulden der Pinselstriche braunrote, halb transparente Substanz liegt. Ein Detail davon ist in Abb. 2 abgebildet: Die Skizze verdeutlicht den gedachten Querschnitt. Außen um den Ringwall liegt eine flache Senke (↓) mit einem ca. 2 mm großen Durchmesser. Kraterloch, Taschen und Senke sind braunrot gefüllt (in Abb. 3 getüpfelt).

Interpretation:

An dieser Stelle hat eine prominente Aufstülpung (extreme Dehnung) Volumen wieder verloren, der überdehnte Film sank als Tasche tief am Ort ein (später Volumenverlust in elastischem Zustand).

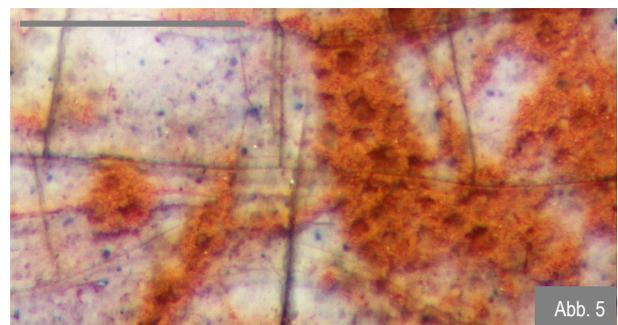
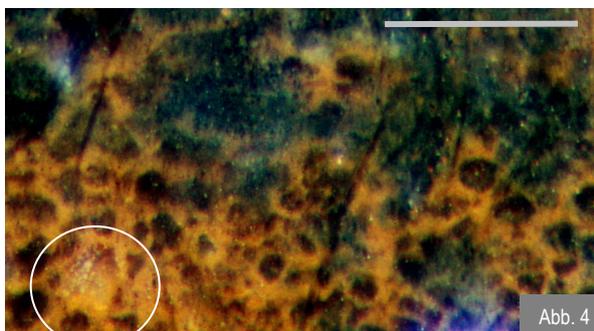
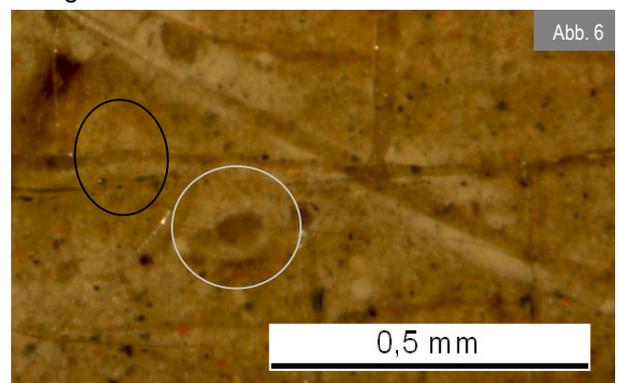


Abb. 4: AP NECKER 1557, Pos. 16a Fehlstelle, die Mitte ist abgeschwemmt, der Ringwall blieb stehen (○).

Abb. 5: AP NECKER 1557, Pos. 18 Ein sehr anschauliches Beispiel von dicht angeordneten Ringwällen in kumulierten orangeroten Partikeln.

Abb. 6: WH BOL 238, Pos. 82, im Streiflicht von links oben. Nur ein leichter Schatten zeigt in dieser hellbraunen Farbe einen Ringwall an (○). an derselben Malschichtscholle überlappen Effusionen leicht den (nördlichen) Sprung (○).



Interpretation:

Effusionen und Schatten können auch hier die Diagnose des Ringwalls absichern. Im Ringwall liegt eine Mulde Firnis oder Farblasur.

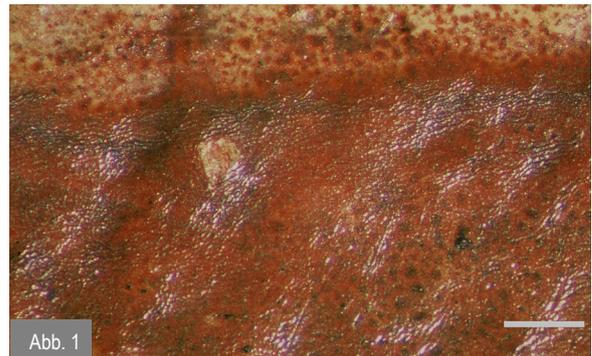
[Aufnahme MLH, Th. Krämer ©]

### 5.1.2.4 Ringwall, mit Faszie

Beschreibung in Aufsicht und Querschnitt an einem undatierten, anonymen Gemälde des 17. Jhs. (FH Köln, Privatbesitz)

Über frühere Restaurierung ist nichts bekannt. Abb. 1 zeigt die Aufsicht im Streiflicht von links. Unter gerunzeltem Firnis liegt eine erodierte, halb transparente rote Lasur, reduziert zu dunklen Mulden (Erosion).

Abb. 2 VIS und Abb. 3 und 4 UV: Ein Querschliff erbringt den selten deutlichen Nachweis einer Mulde im Ringwall, ca. Ø 150 µm).



Der Balken zeigt 1 mm

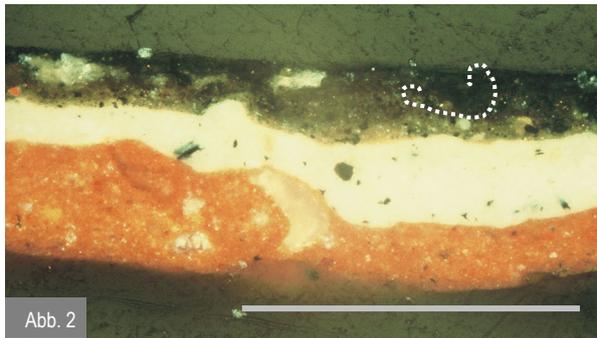


Abb. 2

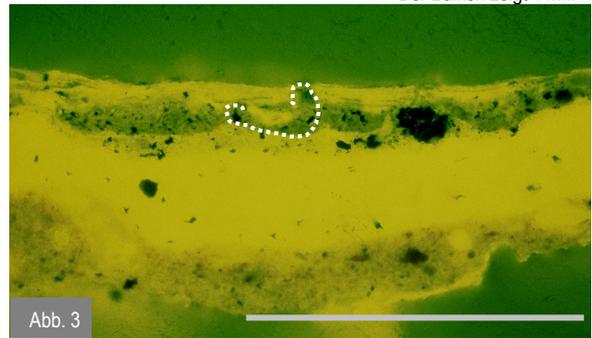


Abb. 3

Beide Balken zeigen 500 µm.

Eine gepunktete Linie umschließt in allen Abbildungen den Ringwall. Er ist hier perfekt geformt erhalten. Sein rechter Scheitel reicht bis hoch an die Oberfläche der Struktur, er hat hier alle Firnislagen durchwandert. Die hellblauen Ringe (- - -) umschließen je ein Konglomerat, in beiden liegt als unterstes ein dicker Film, der schwach bläulich fluoresziert.

Das Konglomerat links ist tief gesunken. In seiner Mitte liegt eng laminare Schichtung, in der zwei-drei Lagen nicht fluoreszieren (□), aufgrund ihrer gebänderten Struktur. Eine weitere kleinere Faszie rechts liegt neben dem Inhalt der Mulde, demnach müssen Faszien nicht innerhalb von Konglomeraten liegen.

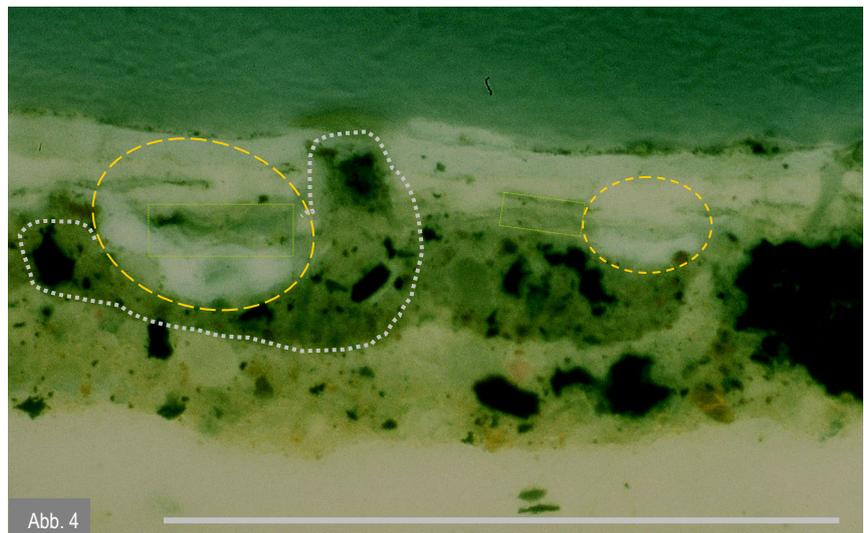


Abb. 4

Abbildungen und Querschliffe von Katja von Baum, WRM Köln ©

Der Balken zeigt 250 µm.

**Interpretation:** Hier haben starke Erweichungen und Metamorphosen stattgefunden, möglicherweise sind Kupferseifen beteiligt. Die gebänderten Strukturen sind Faszien, also umgeformte Bestandteile aus älterem Bestand.

### 5.1.3 Pilz – ist ein Referenz-Phänomen –

- 5.1.3.1 Pilz  
SCHLICHTEN, *Laute spielende Dame*, Inv.-Nr. 2160 (AP)
- 5.1.3.2 Pilz  
PIJNACKER, *Angelnder Hirte*, Inv.-Nr. 340 (WH)
- 5.1.3.3 Pilz, Querschliff  
PIJNACKER, *Angelnder Hirte*, Inv.-Nr. 340 (WH), QS 340.6  
BOL, *Dame mit einer Nelke in ihrer Hand*, Inv.-Nr. 238 (WH), QS 238.HB2
- 5.1.3.4 Pilz, Querschliff und Sonderform Perle  
Feld QS A9, QS VIS/UV und UV  
KONINGH, *Geistlicher in Studierzimmer*, Inv.-Nr. 819 (GG), Aufsicht
- 5.1.3.5 Pilz, Aufsicht und Querschliff  
VRIES, *Mann mit Samtbarett*, Inv.-Nr. 803 (GG), QS 803.2 (UV)
- 5.1.3.6 Pilz, Querschliff  
VRIES, *Mann mit Samtbarett*, Inv.-Nr. 803 (GG), QS 803.2 (UV)
- 5.1.3.7 Querschliff, punktförmige Protrusion mit Turbulenz im Kanal  
VRIES, *Mann mit Samtbarett*, Inv.-Nr. 803 (GG), QS 803.2 (UV)
- 5.1.3.8 Pilz  
NECKER, *Blumen in einer Vase*, Inv.-Nr. 1557 (AP) QS 1557.3

### 5.1.3.1 Pilz

Beschreibung in Aufsicht am Gemälde AP SCHLICHTEN 2160, Pos. 21 im Bereich des Teppichmusters

In dunkler Umgebung ist eine helle Fläche als letzte Lage aufgetragen worden. Malschichten und Firnis-schichtung zeigen ein ähnlich feines Sprungmuster auf.

In der unmittelbaren Umgebung liegen stark erodierte Schwundrisse in der dunklen Farbe. In den Rissen zeigt sich die unterliegende rostrote Grundierung.

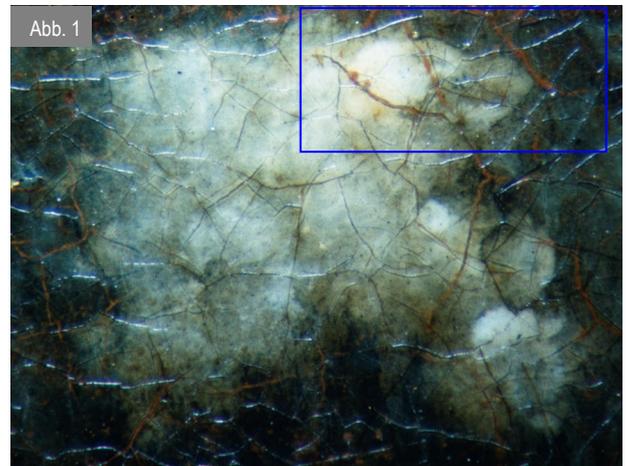


Abb. 2 und das Detail daraus (□) in Abb. 3 offenbaren die Migration der rostroten Partikel besonders deutlich:

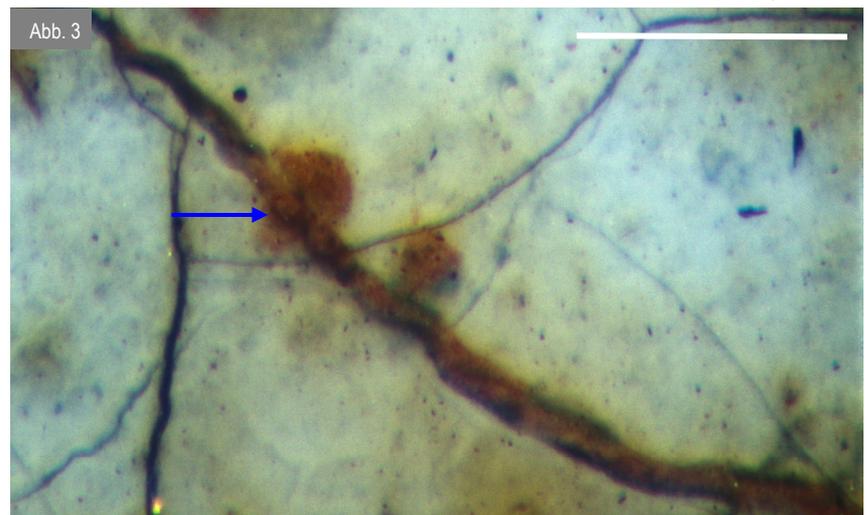
Rostrot steigt in den Spalten auf, es bildet an einzelnen Stellen Ansammlungen. In ein bestimmtes Niveau aufgestiegen, kann sich Rostrot zentrisch ausbreiten, es bildet sich ein Pilzhut. (→) An anderer Stelle ist eine Luftblase eingeschlossen (←).



Der Balken entspricht 1 mm

Für eine Aufsicht ungewöhnlich gut und groß zeigen sich in Abb. 3 der hier sehr große Pilzkopf (→ ca. 280 µm Ø) und sein Stiel eindeutig als Farbspur aus dem Untergrund

Die punktförmige Protrusion Pilz ist in mehreren Querschliffen (u. a. Feld A9 vgl. Kap. 3) und auf folgenden Seiten fotodokumentiert.



Der Balken entspricht 1 mm

### 5.1.3.2 Pilz

Beschreibung in Aufsicht am Gemälde WH PIJNACKER 340, Pos.19

Alle Abb. dieser Seite © MHL, Th. Krämer

Abb. 1: Pijnacker malte den ockerfarbenen Busch auf einer sehr dunklen Farblage. Sprünge im Firnis und breite Risse im Ocker verlaufen unabhängig voneinander. Ein Schwundriss im Ockergelb reicht bis auf unterliegendes Schwarz (←). Ein extrem breiter, verzweigter Riss reicht bis auf die unterste Grundierung oder Holz (↔).

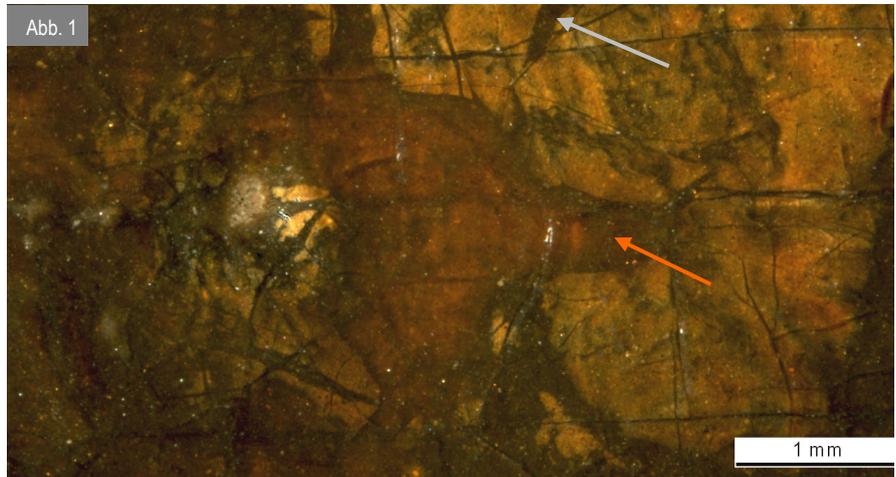
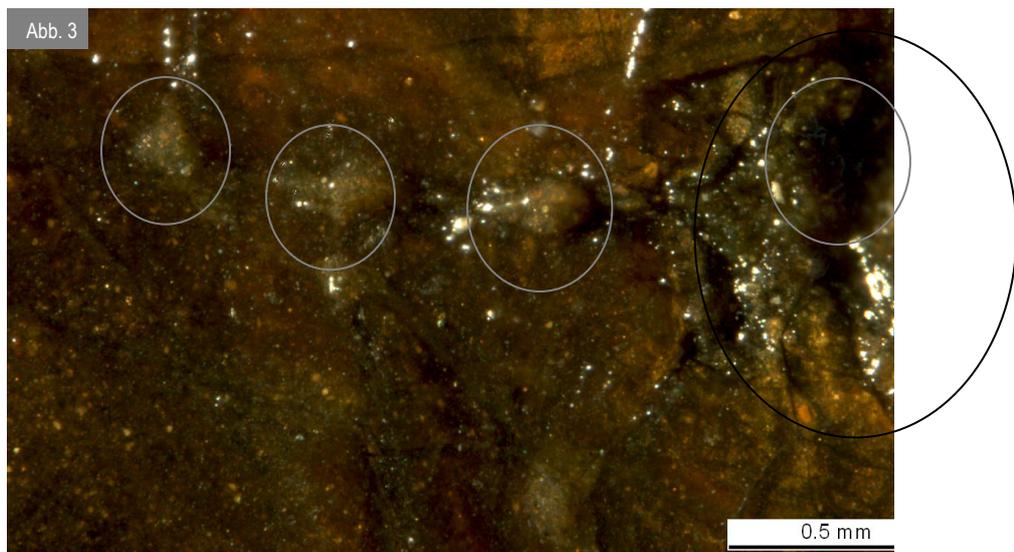


Abb. 2: Erst viel Licht und die grauen Ringe verdeutlichen an derselben Aufnahme drei runde Erhebungen in Reihe, sortierte Pilze. Ein grüngrauer Pilzkopf sitzt auf einer Kuppe eines erhabenen Bereichs (O). Hier wirkt Ocker nicht wie in der Umgebung durch gegilbte Firnisse orange, sondern gelb. Er zeigt sich hier ohne Gilbung, weil er sehr hoch gepresst worden ist. Ocker ist auch hier kleinteilig gerissen, die Kanten dieser Schollen wölben sich steil hoch.



Abb. 3: Derselbe Ausschnitt wird vergrößert gezeigt. Die gesamte Kuppe mit Pilzkopf (O) hat die Autorin für einen Querschliff entnommen, Abb. 3 zeigt den Entnahmebereich zur Hälfte. Links liegen die sortierten Pilze im Spalt aufgereiht.



## 5.1.3.3 Pilz, Querschliff

Beschreibung an Querschliffen von zwei Gemälden

Abb. 1: VIS und Abb. 2: UV QS 340.6 aus WH PIJNACKER 340, Pos.19



Der Balken entspricht 165 µm

Der „Pilzhut“ ist abgesprungen, der sehr spröde Firnis stark zersplittert; auch das Innere ist bei der Entnahme mehrfach geklüftet.

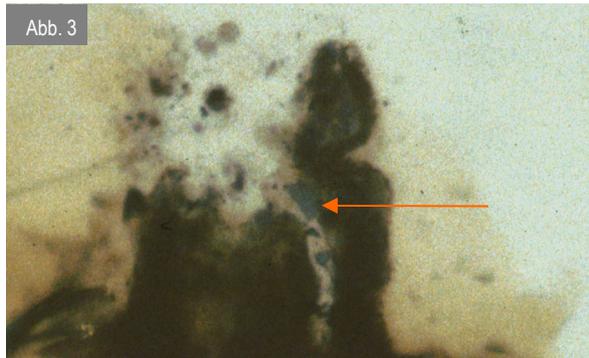
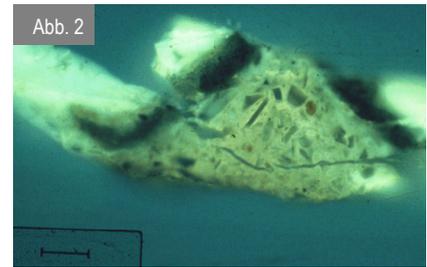
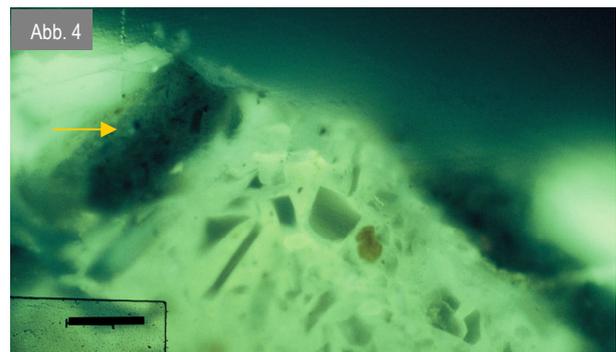


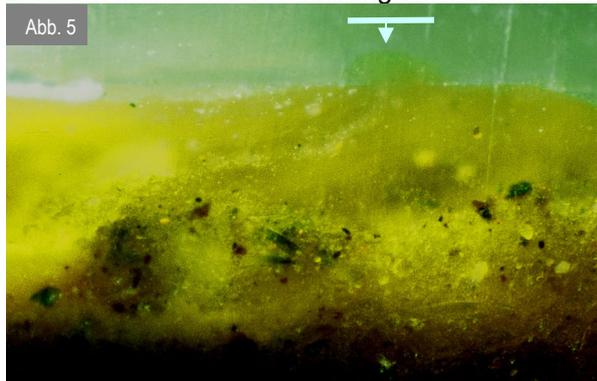
Abb. 3: Probe 340.6 in Untersicht  
Im Kanal sitzt unter der dunklen Farbe eine schlammgrüne Imprimitur mit großen blauen Splittern (←).



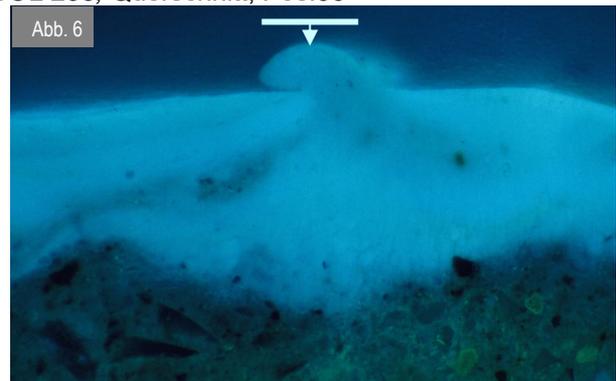
Der Balken entspricht 35 µm

Abb. 4: Ausschnitt aus Abb. 2 vergrößert  
Eine dünne Lage Ocker (→) liegt auf der dunklen Farbe. In dieser bindemittelreichen schlammgrünen „Todfarbe“ bilden zahlreiche Splitter den Füllstoff, gemischt mit relativ feinen Körnern. Demnach ist hier die todfarbene Imprimitur hoch gepresst worden.

Die Abb. 5 und 6: Beschreibung am Gemälde WH BOL 238, Querschnitt, Pos.33



Die Höhe beider Abbildungen entspricht 350 µm



Der Balken entspricht in beiden Abb. 90 µm

Querschliffe von Hans Brammer zeigen einen transparenten Pilz (↓) (Abb. 5: VIS, Abb. 6: UV, jeweils zweite Schliffebene). Wie die Fluoreszenz- Aufnahme verdeutlicht, wird hier eine transparente körperhafte Substanz hoch gepresst, die sich vom körperlosen Firnis, den sie durchdringt, unterscheidet. Der Pilzstiel führt durch eine diagonale Firniskluft zu einem Bereich, der deutlich Splitter enthält.

Interpretation: Es könnte eine Phase aus der Farbe und/oder Imprimitur sein, die eine gesonderte Fraktion besonders feinteiligen Füllstoffs mit sich führt (vgl. Firnissschichten 5.3.2.2 AP WOUWERMANN 1034).

## 5.1.3.4 Pilz, Querschliff und Sonderform Perle

Beschreibung am Material: Grüne Gemäldestruktur Feld A9 und am Gemälde GG KONINGH 819



Abb. 1: Querschliff von Feld A9  
(VIS+UV zusammen)

In der Fluoreszenz-Aufnahme rechts werden folgende Details besonders deutlich:

- der keilförmige Spalt in der originalen Schichtung
- der originale Firnis (F1→)
- das seitliche Eindringen des Firnisses (F2←)
- in die Übermalungsfarbe innerhalb des Keils
- separat im Firnis große Partikel Übermalung (→P)
- eine wellige Verformung der „Pilzhutkrempe“ (→).

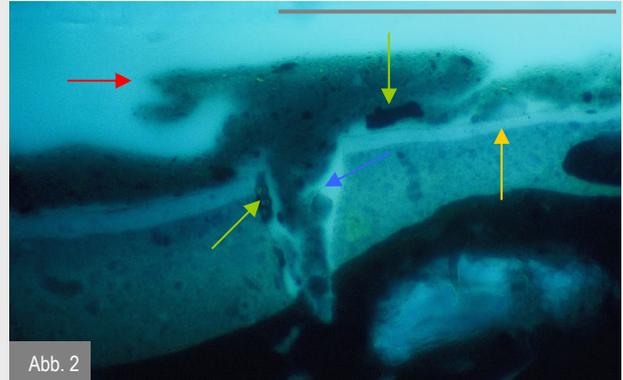


Abb. 2: Querschliff von Feld A9 (UV)  
Der Balken entspricht ca. 150 µm

Offensichtlich blieb der Pilz hier unter der Oberfläche, von einer stabil verbliebenen transparenten Lage behindert, stehen.

Bei Diapiren wird eine solche wellige Verformung ausdrücklich als besonderes Merkmal für starken Auftrieb abgebildet.

Abb. 3 und 4: GG KONINGH 819

Als Sonderform von Pilzen und als Ergebnis extremen Auftriebs werden hier braune „Perlen“ gezeigt (→ einzelne von zahlreichen Perlen, je Ø 110 µm).

Vor der Entnahme einer Schabprobe wird routinemäßig im vom Falz abgedeckten Bereich eine Stelle eruiert, die keine Übermalungen zeigt und die Oberfläche mit laborreinem Aceton abgerollt, um Verunreinigungen durch Handfett zu vermeiden. An diesem Gemälde ereignete sich dabei spontan eine Explosion von zig winzigen braunen Perlen.

Die Analyse wies in ihnen einen Gehalt von Copaiva-Balsam nach (Nachweis Henk van Keulen, ICN -heute RCE-, Amsterdam, siehe Anhang). Demnach ist in einer tiefen Lage Copaiva-Balsam enthalten gewesen; wahrscheinlich ist er bei ‚Auffrischung‘ oder ‚Retusche‘ in die Spalten eingedrungen und hat sich in der Tiefe mit einer originalen Lage vermengt. Aceton verdunstet mit hohem Dampfdruck und hat dieses Gemenge mit heraus geschleudert.

Der Bereich wurde, mit Zellstoffkarton von Andruck geschützt, belassen. Eine Beprobung zur Klärung der Schichtung wurde zurückgestellt.

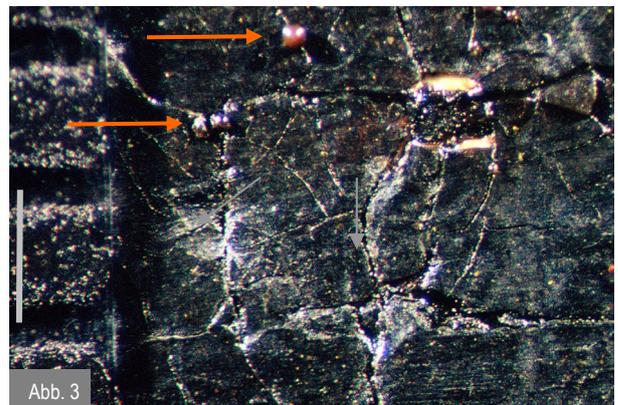


Abb. 3

Millimetermaß an der linken Bildkante.

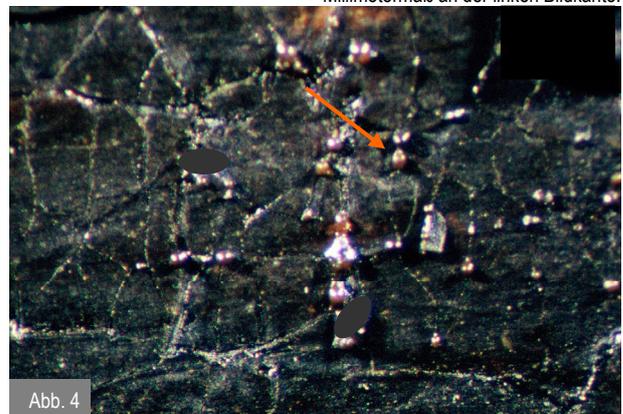


Abb. 4

Benachbarte Stelle in gleicher Vergrößerung.

### 5.1.3.5 Pilz, Aufsicht und Querschliff

Beschreibung in Aufsicht am Gemälde GG VRIES 803, Pos. 19 im Bereich Brokateinsatz im Wams des Mannes. Hier quillt transparent dunkle Substanz aus unterer Lage an die Oberfläche. Dieser Pilz wird ausführlich präsentiert, da der Querschliff dieses Präparates übergeordnet systematisch aufschlussreich ist.

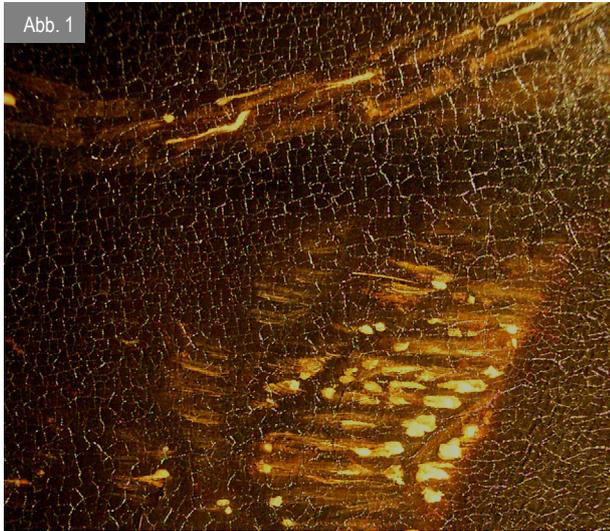


Abb. 1: Die golddurchwirkten Fäden blitzen gelb und glutrot im Dunkel auf. Die Metallfäden sind mit Ocker gemalt, die Lichter mit Bleizinn gelb und mit rotem Farblack nuanciert.

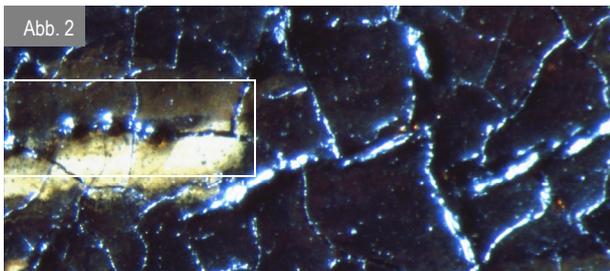
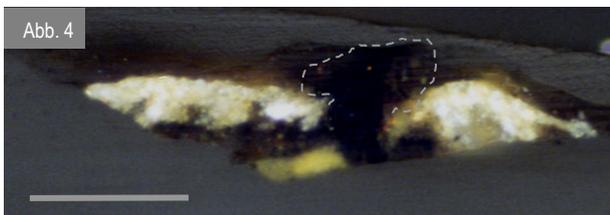


Abb. 2 und 3 (Detail von Abb. 2): In einem hellgelben Pinselstrich liegt quer ein Malschichtsprung, aus dem sortierte Pilzköpfe ragen: eine dunkle, aber transparente Substanz ist hier hervorgequollen. Einen solchen Pilzkopf hat die Autorin als Probe entnommen.



Der Balken entspricht ca. 80 µm  
Abb. 4: Der Querschliff zeigt die 1. Ebene von Probe 803.2 VIS, polarisiert, digitale Tonwertspreizung  
An diesem ersten, noch groben Anschlag zeigt sich an der linken Schulter als unterste Lage der Ocker. Beidseits eines dunklen Gangs in der Mitte liegt körniges Hellgelb.

Interpretation:

De Vries hat hier also über dem Goldton noch mehrschichtig weitergearbeitet, erst in einem Spalt dieser oberen Lagen hat sich der Pilzhut bilden können.

War der Spalt vorhanden oder entstand er neu durch Quelldruck beim Regenerieren?

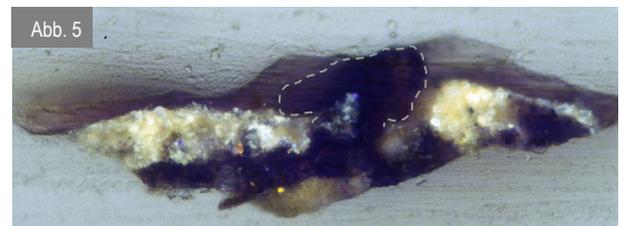
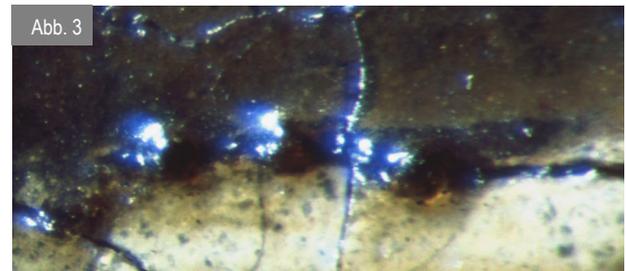


Abb. 5: Der Querschliff zeigt Probe 803.2 VIS  
Das Präparat wurde auf eine 2. Ebene poliert und ohne Filterung bei normaler Beleuchtung fotografiert.  
Die Lage Ocker ist hier schlecht beleuchtet, aber noch sichtbar. Am Hellgelb fällt in beiden Querschliffebenen auf, dass diese Lage dick und an der Oberseite gewölbt und relativ glatt ist. An ihrer Unterseite jedoch liegen dunkle und helle Einbuchtungen.

Interpretation:

Die schwarze Masse im Gang zwischen den Malschichtschollen scheint sich, wie Tinte in Wasser, unter und über der Farbschicht auszubreiten.

### 5.1.3.6 Pilz, Querschliff

Fortsetzung der Beschreibung des Querschliffs 803.2 in mehreren Schliffebenen bei UV-Strahlung. Farbtonunterschiede ergeben sich durch Scannen der Kleinbilddias mit und ohne Tonwertspitzung.

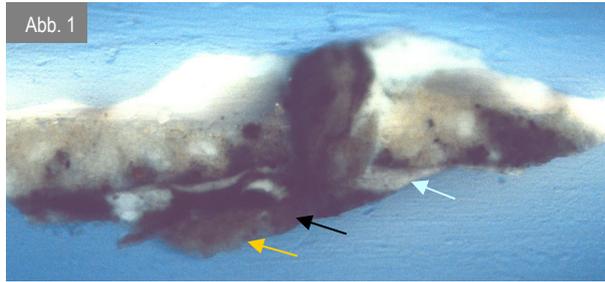


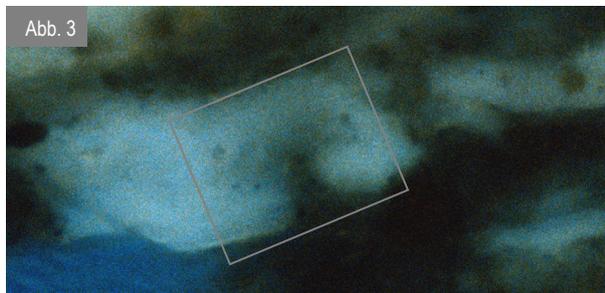
Abb. 1:  
Die 3. Schliffebene brachte bemerkenswerte Detailinformationen.  
Zwischen den bleizingelben Schollenkanten sitzt der Pilz im Spalt als oben breite Keule, die im Innern etwas heller ist. Seine Kuppe ist hier vollständig von Firnisschichtung umschlossen, die beidseitig hohe, flache Schultern bilden (diese Merkmale entsprechen einem Diapir).

Interpretation:  
Sein Ursprung scheint eine schwarze Lage (←) auf Ockergelb (←) zu sein, gefolgt von einem ca. 10 µm dicken originalen **Zwischenfirnis** (←). Links wird heute dieser Zwischenfirnis von schwarzer Substanz horizontal unterteilt.



Zwischenfirnis mit schwarzer Injektion zusammen 20 µm dick.

Abb. 2:  
In einer 4. Schliffebene ist diese schwarze Substanz innerhalb des Zwischenfirnisses zwar nicht mehr mit der Basis der punktförmigen Protrusion im Kanal verbunden, dafür zeigt sie deutlich rechts eine Gabelung in eine Injektion und eine Tasche. Der graue Rahmen (□) umfasst ein Detail: eine zusätzliche Intrusion.



Kantenlänge Rahmen ca. 15 µm

Abb. 3 (Detail von Abb.2):  
Diese Injektion ähnelt stark einem Miniatur-Laubbaum im Profil, eine Intrusion verjüngt sich nach oben und bildet ungestört eine halbkugeligen Kopf aus. Dies belegt, dass Schwarz in den Zwischenfirnis injiziert ist und sich darin ab einer gewissen Steighöhe frei ausbreiten kann.

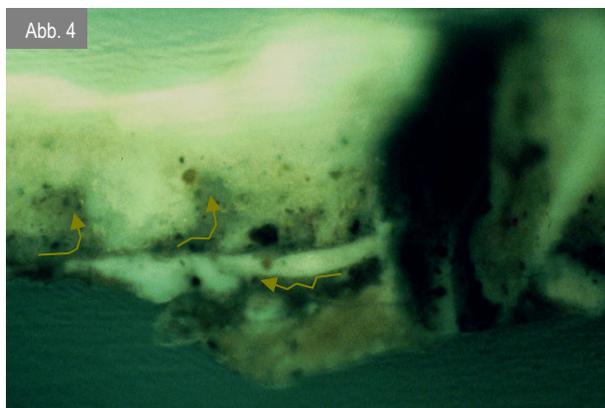


Abb. 4:  
In der 5. Schliffebene wird deutlich, dass breite aufgewehrte Intrusionen einer weiteren hellbraunen Farblage (?) (↑↑←) unter und auf dem Zwischenfirnis liegen.\*

Interpretation:  
Der Migrations-Prozess betrifft alle Lagen, die Partikel haben sich vorwiegend unter der Oberfläche und sehr stark bewegt.<sup>1)</sup>  
Offenbar sind drei originale Lagen miteneinander turbulent vermischt:  
- hellbraune Lage (Todfarbe/obere Grundierung?)  
- Schwarz  
- Zwischenfirnis.

und presst sich durch alle Mikrorisse und Hohlräume im spröde gewordenen Malschichtgefüge.

\* Umschließen Intrusionen der die aufgewehrten hellbraunen Lage (zwischen den ↑↑) über dem Zwischenfirnis ein kugelartiges Metallseifenaggregat?

### 5.1.3.7 Querschliiff, punktförmige Protrusion mit Turbation in Kanal

Fortsetzung der Interpretation des Querschliiffs 803.2 in mehreren Schliiffebenen unter UV-Bestrahlung (ohne Tonwertspreizung). Im Kanal trat eine mehrphasige Durchmischung ein, schwarze Untermalung, Zwischenfirnis und deckende Firnislagen sind turbulent vermengt.



Abb. 1: In einer 2. Schliiffebene, zeigt die pfeilartige Form (↑) deutlich an, dass sich Schwarz nach oben gedrückt hat, auch Zwischenfirnis bildet einen eigenen Pluton (↑).

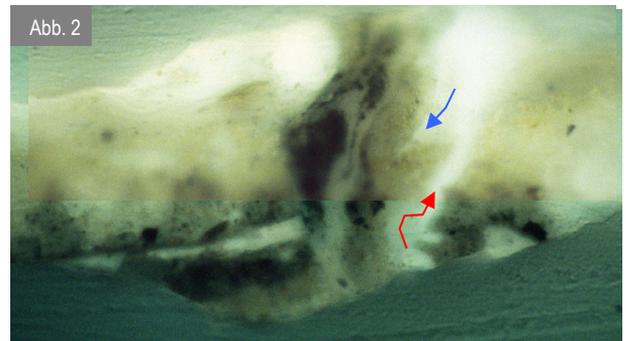
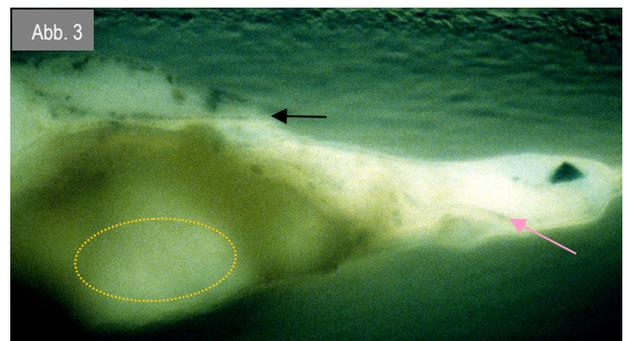


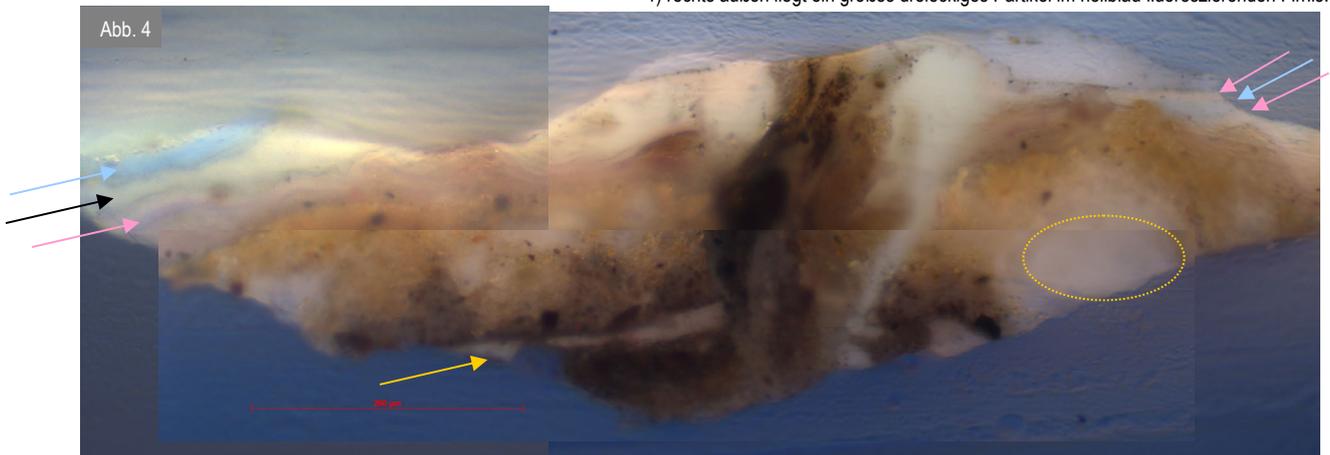
Abb. 2: In einer dritten Schliiffebene kann man die Injektionen und Verschlingung der Lagen und Partikel verfolgen. Die turbulente Vermengung rechts des Kanals beweist, dass zusätzlich Ockergelb und Zwischenfirnis ‚Stockwerk‘ übergreifend deplatziert sind und fortgeschritten migriert eigene Injektionen ausbilden konnte.

Abb. 3: 2. Schliiffebene bei UV-Strahlung. Am rechten Ende des Präparates ist die Firnisschichtung auffällig verlagert:

- Rechts, oberhalb vom gewucherten hellen Korn (○), markieren Schmutzpartikel eine sehr ausgeprägte Wellenlinie (↔);
- über dem Korn bildet ein sehr hell fluoreszierender Firnis eine überraschend ebene „Schulter“ (←) und zeigt ebenfalls eine deutliche Trennlage aus Schmutzpartikeln;
- obenauf häuft sich eine buckelige Firnislage, in die Schmutz eingesunken zu sein scheint.



1) rechts außen liegt ein großes dreieckiges Partikel im hellblau fluoreszierenden Firnis.



Montage aus mehreren UV Aufnahmen, 4.Ebene. Der Balken misst 200 µm.

Abb. 4: Ein anderer UV-Filter (Fa. Zeiss) macht die wechselnden Firnisschichten überraschend deutlich:

Die Fluoreszenzen milchig weiß (→), rosé (↔) und hellblau (↔) unterscheiden sich deutlich.

Die rosé-farbenen Lagen zeigen ausgeprägte Undulation. Trotz ihrer dünnen Lage begrenzt die obere an beiden Schultern deutlich die milchig weiße Isolierung. Die Isolierung ist besonders stark verflüssigt und konnte sich (entlang einer horizontalen Schichtentrennung?) unter der Oberfläche ausbreiten. Links bildet sie in alle Richtungen Injektionen, rechts eine sehr hoch steigende Intrusion. Die roséfarbenen fluoreszierenden Lagen sind wahrscheinlich gerunzelte ölhaltige Überzüge.

**Die gelösten originalen Lagen: isolierender Zwischenfirnis (→) und Schwarz (Imprimatur?)** erfüllten nicht mehr ihre Funktion, sie konnten ausfließen und waren an den Engstellen zur Verwirbelung gezwungen. Eine hellblau fluoreszierende dicke Lage (↔) liegt links oben auf, an der rechten Schulter liegt eine solche zwischen zwei roséfarbenen geschichtet vor. Es sind also mindestens fünf deckende Firnisschichten gegeben.

## 5.1.3.8 Pilz

Beschreibung in Aufsicht am Gemälde  
AP NECKER 1557, Pos.26.

Bewusst wird hier die aufwändige Serie von  
Aufnahmen mit unterschiedlichem Fokus gezeigt,  
denn sie erlaubt, die Höhenlage zu verfolgen und  
zu dokumentieren, **ohne** eine Probe zu  
entnehmen.

Abb. 1: An dem auf Holztafel geklebten  
Leinwandgemälde gibt eine Abschürfung der  
deckenden Farblage den Blick frei auf eine  
tief liegende Besonderheit: ein zerbrochener  
transparenter Brocken liegt eingeschlossen  
vor (gesottenes Harz?).

Die folgenden mikroskopischen  
**Aufsichten** (Abb. 2 bis 5)  
zeigen in der Bruchstelle (↑↑)  
denselben rostroten Pilz (○)  
in zwei Vergrößerungen und diverssem Fokus.

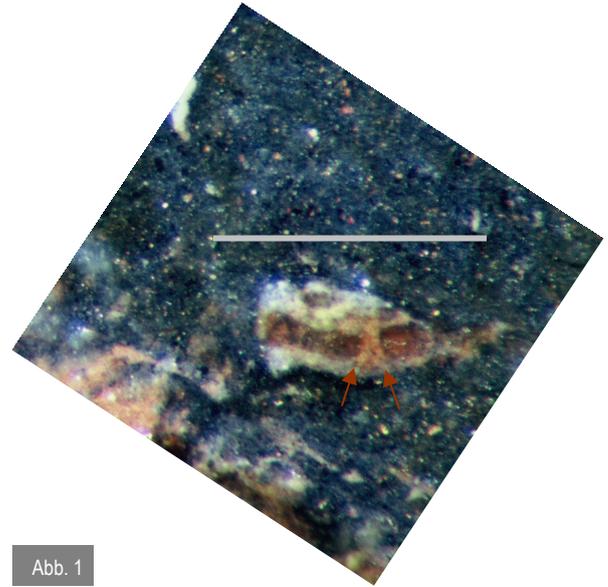


Abb. 1

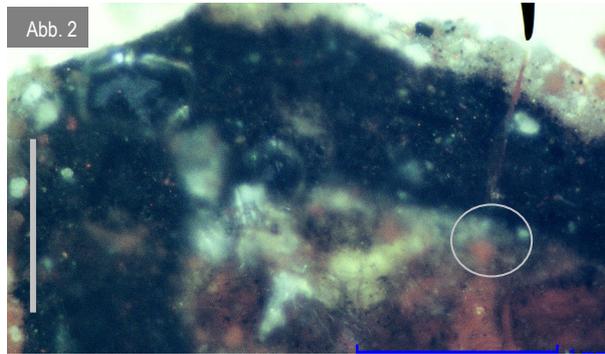


Abb. 2

Balken entspricht 0,2 mm

Abb. 2: Der Keil oben rechts weist auf den  
Sprung, aus dem der „Pilzkopf“ kommt; bei  
dieser Schärftiefe bleibt er selbst unscharf.

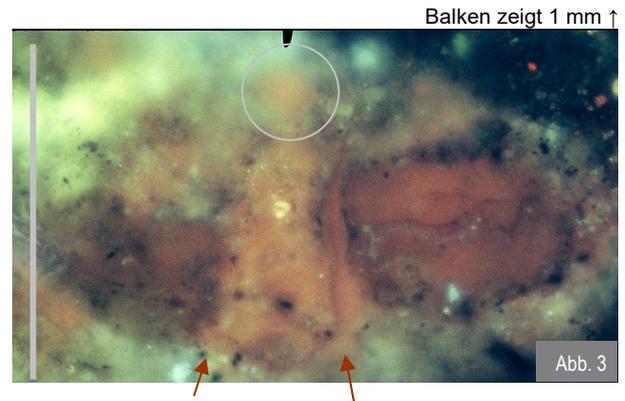


Abb. 3

Balken zeigt 1 mm ↑

Balken entspricht 0,2 mm

Abb. 3: In derselben tiefen Ebene zeigt sich  
südlich vom „Pilzkopf“ der Bruch mit einem Spalt  
rechts.

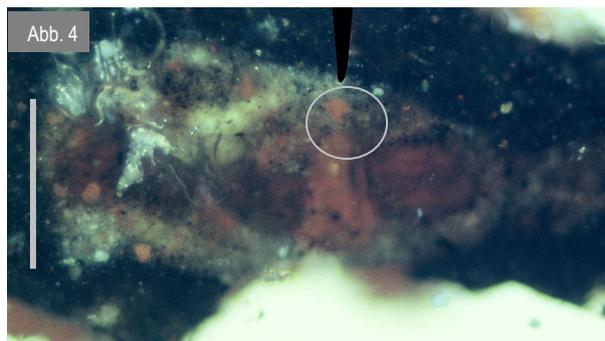


Abb. 4

Balken entspricht 0,2 mm



Abb. 5

Balken entspricht 0,2 mm

Abb. 4 und 5: Wiederholung der Abb. 2 und 3 mit Fokus auf dem „Pilzkopf“ (ca. 38 µm im Durchmesser).  
Ausschließlich durch Fokussieren kann die stark unterschiedliche Höhenlage dokumentiert werden,  
somit ist mit diesem einfachen Mittel hinreichend deutlich angezeigt, dass oxidrote Substanz weit  
aufgestiegen ist.

Zur Absicherung des Befundes ist an dieser Stelle eine Probe 1557.3 entnommen worden.

#### **5.1.4 Farbwulst**

##### **5.1.4.1 Farbwulst**

REMBRANDT, *Saskia v. Uylenburgh im Profil, im reichen Kostüm*, Inv.-Nr. 236 (WH)

##### **5.1.4.2 Farbwulst**

REMBRANDT Schule, *Frau an geöffneter Obertüre*, sog. Hendrikje Stoffels, Inv.-Nr. 828B (GG)

### 5.1.4.1 Farbwulst

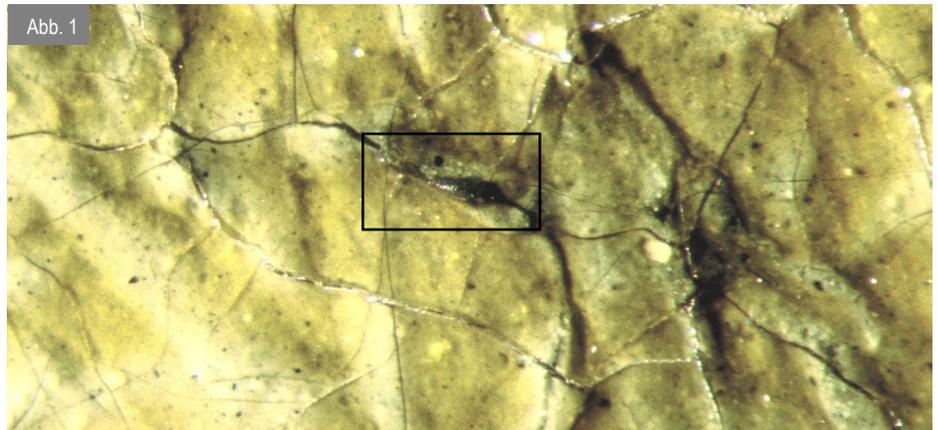
Beschreibung in Aufsicht am Gemälde WH REMBRANDT 236, Pos. 9

Aufsichten im Streiflicht von links, jeweils ein Ausschnitt, der umrahmte Bereich auch als Detail

Abb. 1:

Farbe aus tiefer liegenden Schichten wird hochgedrückt, in einigen Fällen bis auf die Oberfläche, durchdringt also Farb- und/oder Firnislagen.

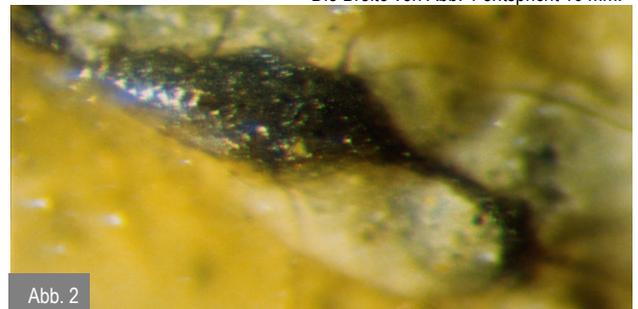
Das Aufbrechen von festen Schichten an der Oberfläche bei der Eruption von weichen Massen hoher Temperatur aus der Tiefe wird in der Geologie beschrieben.



Die Breite von Abb. 1 entspricht 10 mm.

Abb. 2:

Auch an diesem Gemälde, im Bereich der weißen Bluse, war eine Spalte in der hellen Malschicht richtungweisend, sie ist zusätzlich aufgebrochen und macht den Druck der aufsteigenden dunklen Masse deutlich. Auf der Höhe einer Farbrunzel sitzt nun ein exteriorer Wulst, in Aufsicht mit beidseitig spitz zulaufenden Enden, im Profil ungestört halbrund gewölbt. An der breitesten Stelle ist er 400 µm dick.

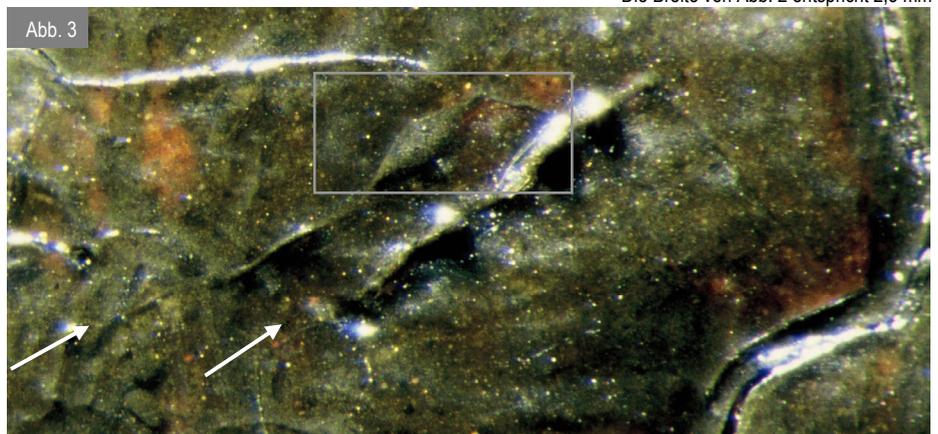


Die Breite von Abb. 2 entspricht 2,5 mm

Abb. 3:

Wulste liegen auch in der grünen Hintergrundfarbe (Pos.8). Hier ist die deckende grüne Farbe durch zwei parallele Sprünge (→) im Firnis hoch gedrungen, links max. 140 µm, rechts 100 µm dick.

Wie die vier Lichtreflexe in Folge am rechten Wulst anzeigen, ist nur dieser Wulst über die Oberfläche gestiegen, exterior, und mehrfach eingeschnürt.



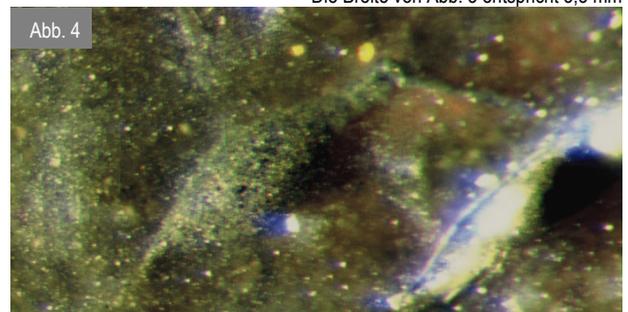
Die Breite von Abb. 3 entspricht 3,3 mm

Abb. 4:

Der westliche Wulst blieb unter der Firnisoberfläche (interior).

Interpretation:

Demnach ist die Firnis-schichtung auch vertikal heterogen beschaffen: der linke Wulst konnte sich nach dem Durchdringen eines Spaltes in einer tiefen Lage in oberer, verflüssigter Lage ungestört ausbilden. Am rechten Wulst blieben die Spaltflächen im Niveau der oberen Lage stabiler, teils durch Quellung (?) geschlossen, teils erlaubten sie Aufstieg.



Die Breite von Abb. 4 entspricht 1,3 mm

### 5.1.4.2 Farbwulst

Beschreibung in Aufsicht am Gemälde GG REMBRANDT 828B

Abb. 1: Pos. 8C:

In dieser mehrfach gestörten Malschicht liegt eine Erosion, die den hellen Untergrund zeigt. Daneben sitzt ein Wulst (↑), der die Farbe der deckenden (!) Farblage zeigt. In der Aufsicht scheint er zwischen einem Firnisspalt (↓) und einer durch schaumigen Firnissscholle (↓) zu sitzen.

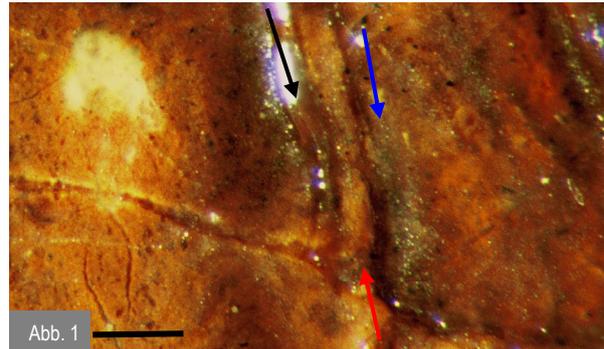
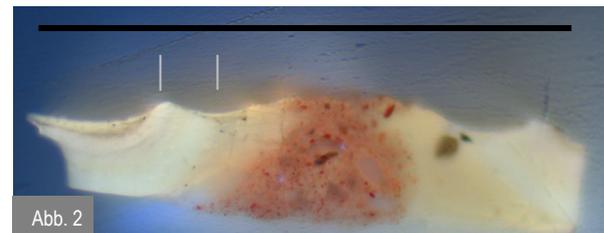


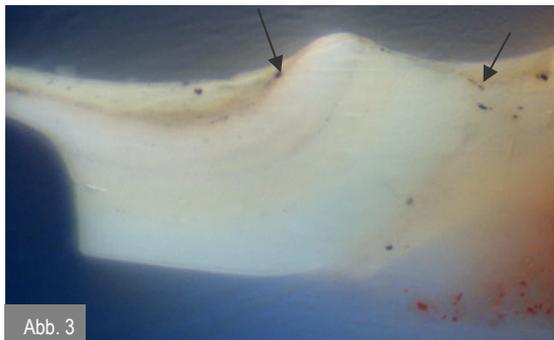
Abb. 2: Der Querschliff 828B.3 (UV-Fluoreszenz) aus dieser Stelle zeigt Orangerot, das durch alle Firnislagen hindurch nach oben gepresst wird (Protrusion). Was als Spaltkanten erschien, sind die obere und die untere Kante der Schüssel aus Firnissschichtung (↓ ↓).

Da die ehemals vertikale Spaltwand nun horizontal vorliegt, kann man in das transparente Innere der Firnissschicht blicken.

Der Farbwulst ist ummantelt von einer sehr dicken Lage, die milchig gelb fluoresziert.



Der Balken entspricht 250 µm



Montage aus zwei Fotos desselben Querschliffs (UV) bewusst in unterschiedlichem Kontrast

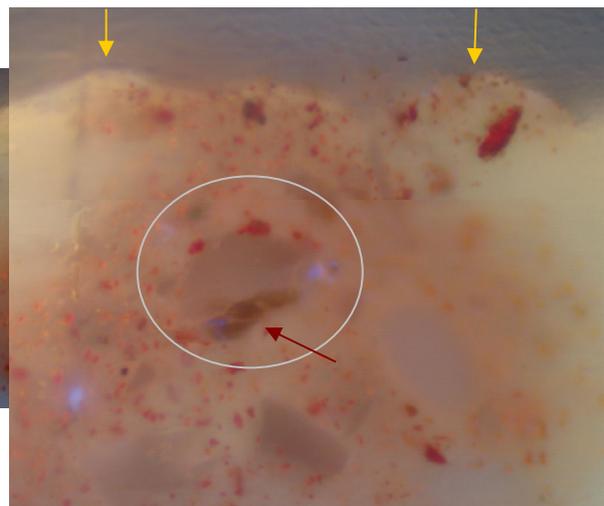


Abb. 3: Die Firnissschicht an der linken Schulter besteht aus bis zu sieben Lagen Firnis (über ↑ = 29 µm ges. Dicke). Mindestens drei dieser Lagen sind gemeinsam verformt und von einer feinen Schmutzlage konturiert. (↓). In den Mulden darüber scheint der Schmutz eine dickere Schicht zu bilden, dort haben sich nachfolgende Firnisse angesammelt.

In der rechten Seite der Abb. 3 hat Orangerot die gelbliche Lage beidseitig überstiegen (↓).

Das aufgestiegene Orangerot besteht aus feinteiligem Orange (Zinnober?) und kirschrote Splitter (Farblasur). Es enthält auch eckige bläuliche Splitter (Smalte?) und ein gelb fluoreszierendes Partikel (←), das in drei Stücke zerbrochen ist. Dieses Partikel schmiegt sich auffällig eng an den dreieckigen bläulichen Splitter (○).

#### Interpretation:

Diese Mischpigmentierung weist darauf hin, dass originale Farbe an die Oberfläche gepresst worden ist. Die Kombination von spröden, dunkelgelben Brocken und bläulichen Glassplittern spricht dafür, dass es sich um gesottenes Terpentin mit Smalte handelt (Malmaterial des 17. Jhs.).

## 5.1.5 Undulation – ist ein Referenz-Phänomen –

- 5.1.5.1 Undulation  
BORCH, *Ein Trompeter überbringt einen Brief*, Inv.-Nr. 206 (AP)
- 5.1.5.2 Undulation  
VRIES, *Mann mit Samtbarett*, Inv.-Nr. 803 (GG)  
REMBRANDT Schule, *Saskia v. Uylenburgh*, Inv.-Nr. 812 (GG)
- 5.1.5.3 Undulation  
DYCK Nachfolger, *Mann in Rüstung*, Inv.-Nr. B18 (GG)  
Feld A7, Feld A4
- 5.1.5.4 Undulation  
NECKER, *Blumen in einer Vase*, Inv.-Nr. 1557, QS (AP)
- 5.1.5.5 Undulation, gesteigert zur Taschen, Brodeltopf  
MAZZOLINO, *Jesus unter den Schriftgelehrten*, Inv.-Nr. 273, QS (GG)
- 5.1.5.6 Undulation, Injektion und offenes Gekröse  
BOL, *Dame mit einer Nelke in ihrer Hand*, Inv.-Nr. 238 (WH)  
REMBRANDT, *Anatomiestunde des Dr. Tulp*, Inv.-Nr. 146 (MH), QS 146.1  
REMBRANDT, *Joseph und die Frau des Potiphar*, Inv.-Nr. 828H (GG)
- 5.1.5.7 Undulation mit Tasche  
REMBRANDT, *Selbstbildnis als Zeuxis*, Inv.-Nr. 2526 (WRM)

### 5.1.5.1 Undulation

Beschreibung in Aufsicht am Gemälde AP BORCH 206

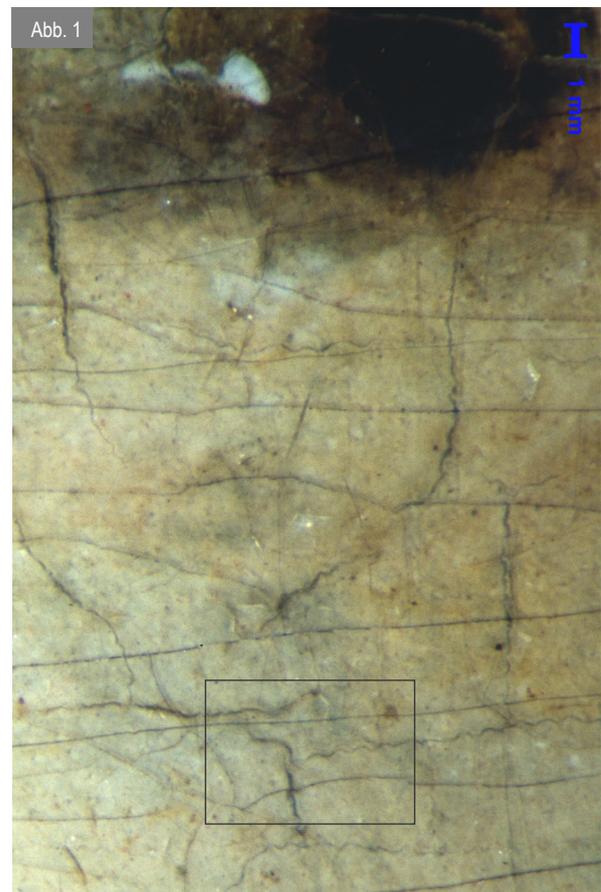
Der Ausschnitt in Abb. 1 zeigt die Wange unter dem Auge als stark vergrößerten Ausschnitt, Pos. 17. Die Sprünge in der Farbschicht verlaufen in der Abbildung überwiegend horizontal, dabei relativ dicht parallel und verzweigen sich fast nicht.

In der Abbildung diagonal und quer erstreckt liegen mittig geweitete Spalten geweitet, sie zeigen eine dunkle unterliegende Farbe (Imprimatur?).

Einige Filmunterbrechungen verlaufen eigentümlich fein gewellt: undulierend. Hier zeigt also keine aufgestiegene migrierte, sondern die original deckende Farbschicht diese Deformation.

#### Interpretation:

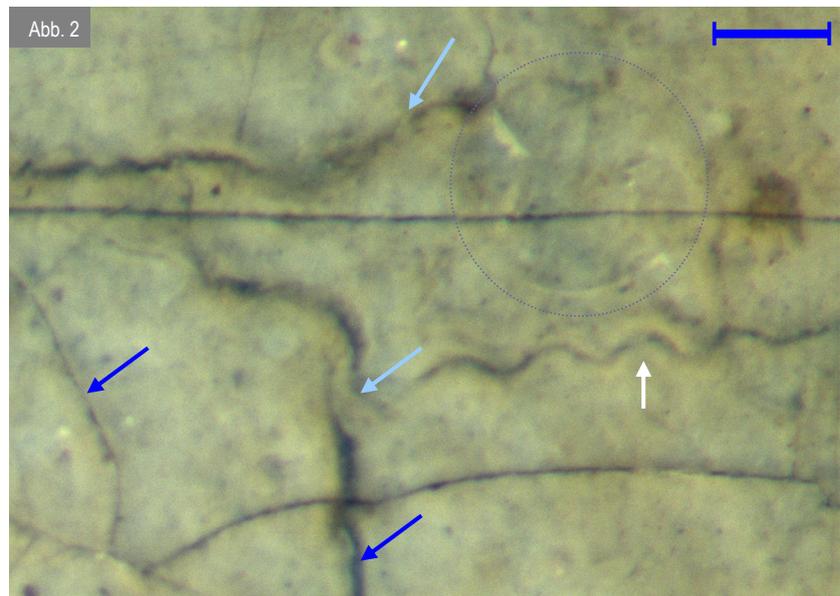
Die gefaltete Pinselstruktur ist erweicht und in die Ebene gekippt. Friedrich Pecht hat 1863 den **Verlust des Pinselduktus** kritisiert.



weitere Phänomene werden bei starker Vergrößerung erkennbar  
Abb. 2:

Feine helle Wulste säumen eine horizontale Undulation, stellenweise einseitig (←), auch beidseitig als Lippen (je 30 µm weißer Pfeil).

An zwei Stellen überdecken Effusionen den Spalt der Risse (↓).  
Erst diese zusätzlichen Phänomene kennzeichnen die Schädigung als Regenerierphänomene. Eingerollte eingerissene Filmränder zeigen sich schemenhaft weiß (○).



Der Balken entspricht 500µm

Interpretation: Wahrscheinlich sind die Filmränder Reste eines überdehnten Überzugs. Die säumenden Wülste können in diesem Fall aufgeschwemmte Lasuren auf Zwischenfirnis sein, die an den ondulierenden (mit Grat besetzten?) Schollenkanten aufgehalten werden. Stellenweise eingesunken gewähren sie Durchlass.

### 5.1.5.2 Undulation

Beschreibung in Aufsicht an zwei Gemälden: GG VRIES 803 und GG REMBRANDT Schule 812.

Aufgeplatzte Risse mit undulierten Kanten treten in zahlreichen Varianten auf, hier sind die Kanten dreidimensional, also sowohl horizontal wie vertikal verformt, es bildet sich ein Volant.

Abb. 1: GG VRIES 803, Pos. 14 Detail  
Das rote Samtbarett hat De Vries mit rotem Farblack auf orangefarbener Untermalung in pastosen Pinselriefen ausgeführt. Über den Kuppen dieser Pinselstriche ist die rote Farblage sehr dünn. Darüber liegt die Untermalung aufgestiegen und stark unduliert im Firnis erstarrt. Die Ränder winden sich wie ein Volant.

Interpretation:

Sekundäre Verflüssigung der Firnisschicht erlaubte freie Bewegung der stark gedehnten Untermalung, die rote Lasur bot in dünner Lage keinen Widerstand.

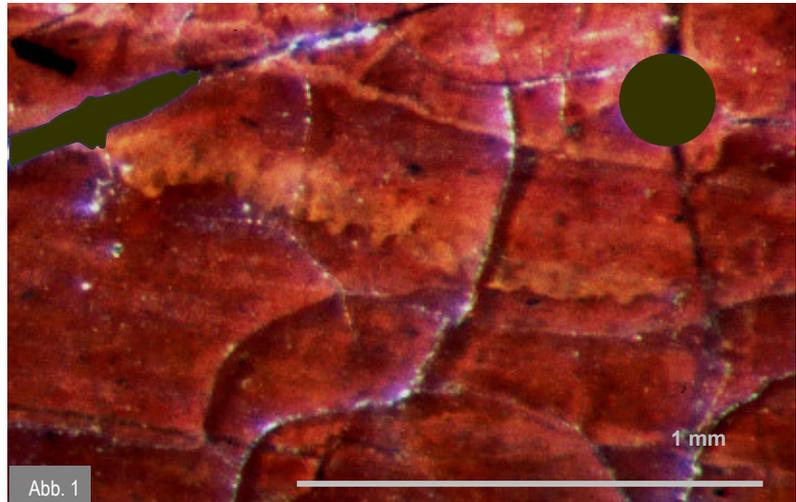


Abb. 1

Hier störende Lichtreflexe sind grob maskiert worden

Abb. 2:

GG REMBRANDT Schule 812, Pos. 11  
An der roten Samthaube der Saskia liegt Rotlack auf Ockergelb. In der gebogenen gelben Spur erkennt man noch gut den Strich eines pastosen Pinselstrichs. Das Gelb der Untermalung ist homogen feinkörnig, es folgt den undulierten Rändern des Farblack und zeigt sich an den Säumen wie ein umgestülptes Mantelfutter/ offenes Gekröse.

Interpretation: Demnach ist die Adhäsion zum Rotlack höher als die Kohäsion im Gelb, das weitgehend aufgelöst ist.

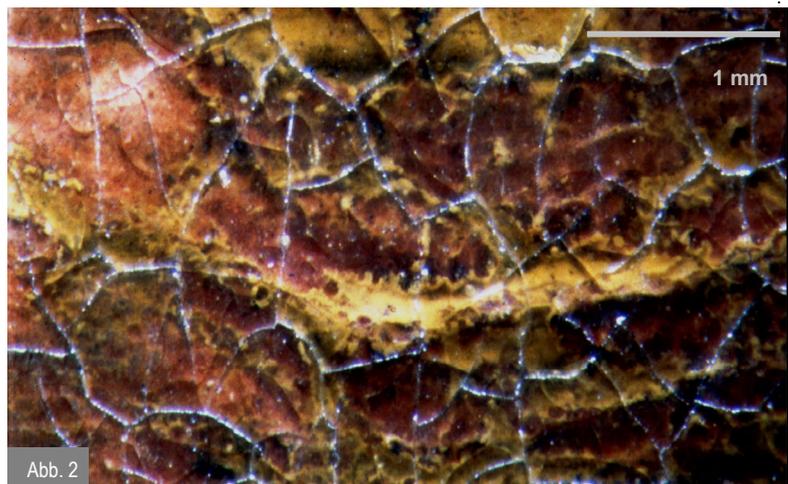


Abb. 2

Abb. 3: Detail von Abb. 2

Interpretation: Die Undulation scheint gesteigert zur Farbauflösung und von roter Lasur regiert – am nördlichen Rand des offenen Gekröses reihen sich tiefe Taschen (▲) gefüllt mit völlig aufgelöster roter Lasur. Sie ist vielfach tief eingesunken in die stark erweichte gelbe Farblage, ggf. zusammen mit „schweren“ Füllstoffpartikeln. vgl. 5.1.2.3.

Begleitend treten auf:

- gelbe Effusionen sind gesteigert zu Cirri, die über den Rotlack stiegen und
- Luftblasen liegen eingeschlossen in Firnisauflösung (▲).

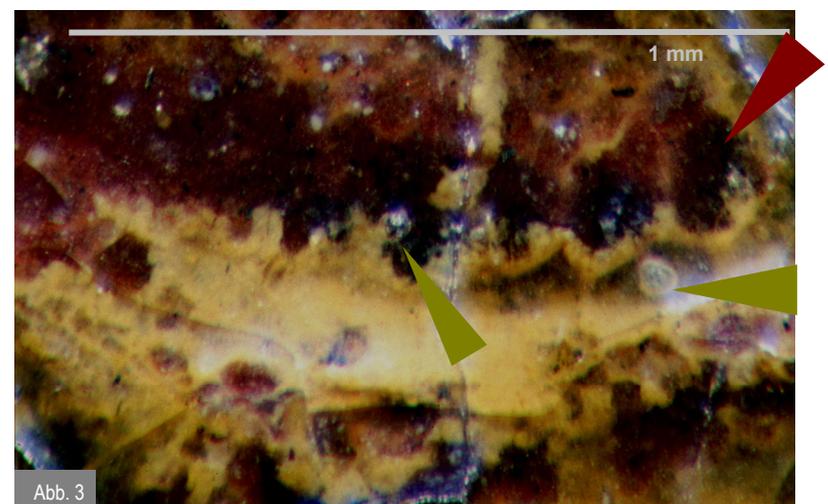


Abb. 3

## 5.1.5.3 Undulation

Beschreibung am Gemälde GG DYCK Nachfolger B18, Pos. 2 und Felder A7 und A4 (Abb. 5-7).  
Undulierende Kanten hervorquellender Farbe erinnern häufig an welkende Blütenblätter.

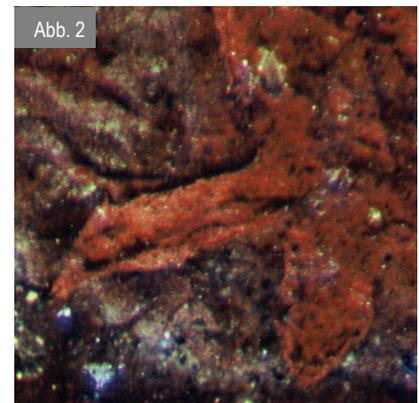
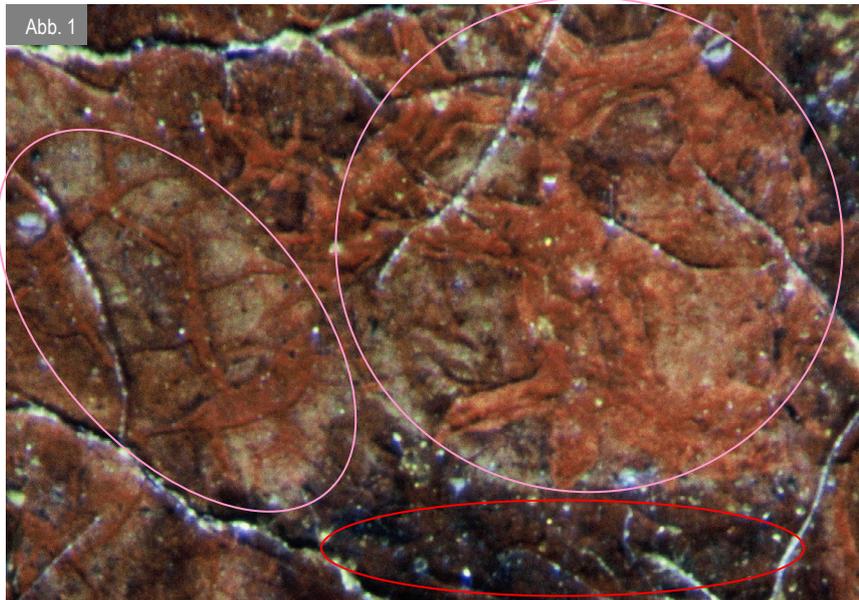


Abb. 1 und 2 (Detail): An diesem roten Tischtuch sind Risse in der Untermalung inklusive rotem Farblack stark unduliert. Auffällig ist, dass der Farblack in dicker Schicht (○) intakt scheint, in dünner Lage (○) aber **getrübt** und aufgeplatzt ist (Erosion?).



Abb. 3: Pos. 1b, Probe im Querschliff B18.1 (VIS) kann eine gestörte Schichtung andeuten. Unter UV-Strahlung unterscheiden sich die Lagen deutlicher (Abb. 4):

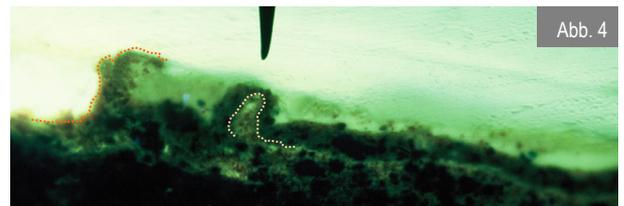


Abb. 4: Rostrot macht zwei Bewegungen: links eine Effusion (...), sie kann frei aufsteigen übersteigt die Firnis-schichtung und fließt darüber nach rechts aus, die rechte Injektion (...) wird von Rotlack überwölbt.

Undulation konnte bei der experimentellen Prüfung eindrucksvoll erzeugt werden:



Distanz zwischen Pfeilspitzen entspricht 50 µm

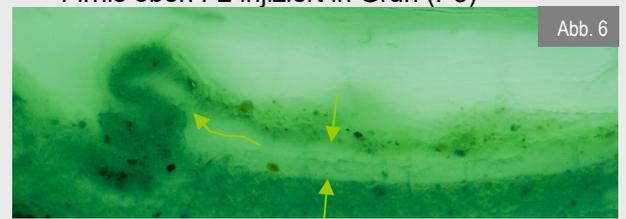
Ein Ausschnitt aus Feld A7 (Abb. 5) und ein Detail von Feld A7 (Abb. 6).

Krepiertes Fragment ausschließlich bedampft zeigt dasselbe Phänomen.

Abb. 7: Feld A4, ein krepiertes Feld anterior mit Balsam 2 behandelt zeigt ebenfalls Undulation in sehr kleinem Maßstab (▲).

Die Pfeile weisen auf zwei Zwischenlagen:

- der Firnis unten F1 bleibt stabil
- Firnis oben F2 injiziert in Grün (P3)



Distanz zwischen Pfeilspitzen entspricht 9 µm, originaler Firnis angelöst



### 5.1.5.4 Undulation

Beschreibung in Aufsicht am Gemälde AP NECKER 1557, Pos. 14

An dieser Tafel erprobte Pettenkofer sein Verfahren – sie ist vielfach geschädigt.

Das Phänomen an diesem Gemälde hat die Autorin bereits publiziert (SCHMITT 1990, S. 55-57, Abb. 26), damals: „wie ein Vulkan“. Im Zuge der ersten Untersuchung war keine Probenentnahme möglich gewesen. Der damals gedachte Querschnitt kann mit einem Querschliffpräparat nun sehr weitreichend bestätigt werden.

Abb. 1: gedachten Querschliff gezeichnet, die orangerote Lage gepunktet. Orangerot steigt an der oberen gebrochenen Farblage vorbei in die Firnisschichtung.

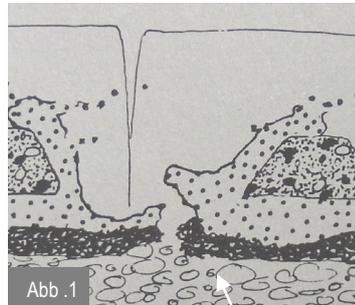


Abb. 1

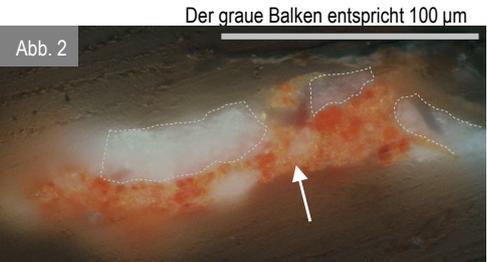


Abb. 2

Abb. 2 realer Querschliff 2 VIS und 3 UV:

Weißer Pfeil und Kontur jeweils in derselben Position.

Gemischt pigmentiertes Orange übersteigt die mittlere 20 µm dicke weiße Farbscholle.

Die Firnisschichtung an dieser Probe beträgt insgesamt 30 µm.

In der rechten weißen Scholle sitzt ein blauer Splitter, ein charakteristisches Merkmal der hier untersuchten Malschichten.

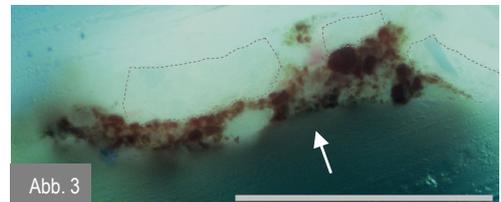


Abb. 3

Die Aufsicht in Abb. 4 zeigt fein und dicht undulierte Kanten an rostroter Grundierung. Am Boden des Schwundrisses liegen (↓) sortierte braune Pilze. Über Weiß sitzt (←) ein roter Pilzhut. Östlich liegen (O) abgeschürfte Partikel roter Lasur.

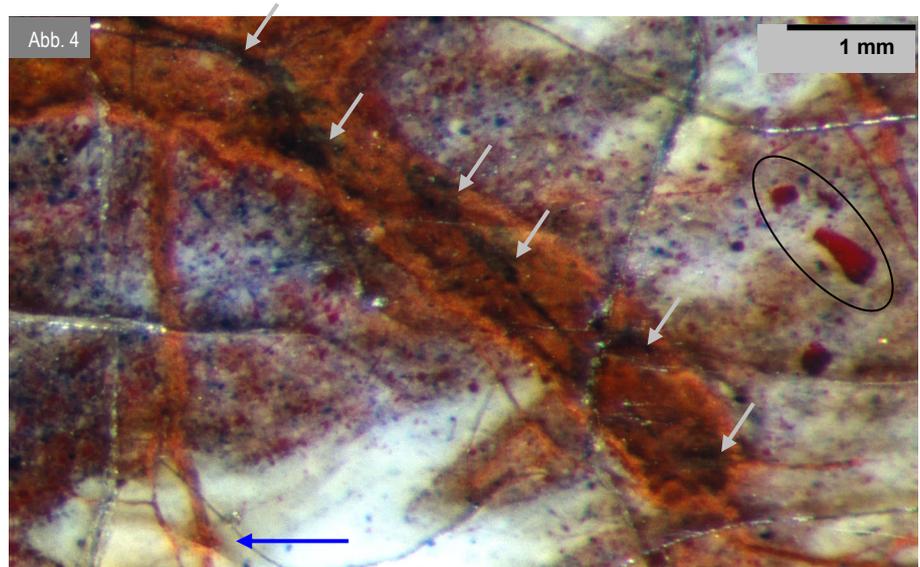


Abb. 4

1 mm

An einer Stelle in Abb. 5 liegt (O) ein Ringwall.

Weitere Beispiele derart konzentriert auftretender verschiedenartiger Phänomene folgen unter Abschnitt 5.2.7.

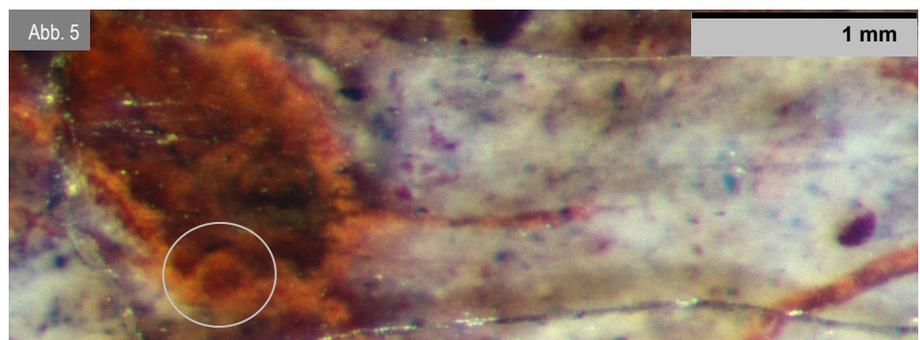


Abb. 5

1 mm

### 5.1.5.5 Undulation, gesteigert zur Tasche und Brodeltopf

Gattung: Farbdeformation, Beschreibung in Aufsicht am Gemälde GG MAZZOLINO 273, Pos.4

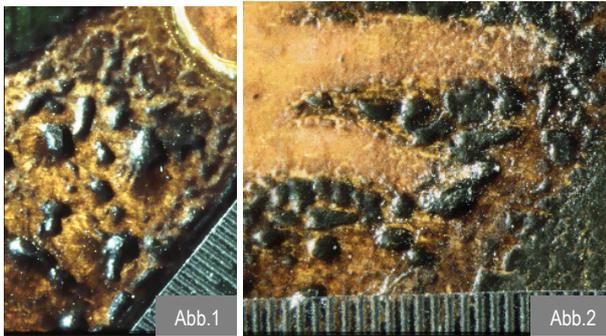
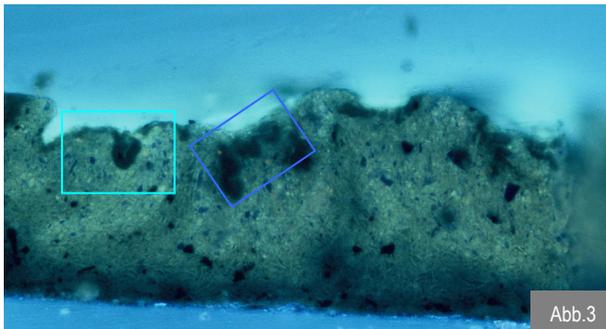
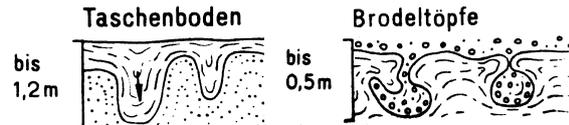


Abb. 1 und 2:  
Blaue Farbe ist zu extremen Borken verformt.  
Wie der Querschliff, Abb. 3, UV zeigt,  
ist die Farbe nicht nur stark wellig eingefaltet,  
sondern zu Taschen und Brodeltopf umgeformt.

Zur Erinnerung werden die geologischen Skizzen wiederholt.



Die Breite der Abbildung entspricht 2,5 mm.

Weitere Detailansichten können dies belegen:  
Abb. 3 zeigt zwei Rahmen (□, □) die als  
Abb. 4 und 5 vergrößert abgebildet werden.

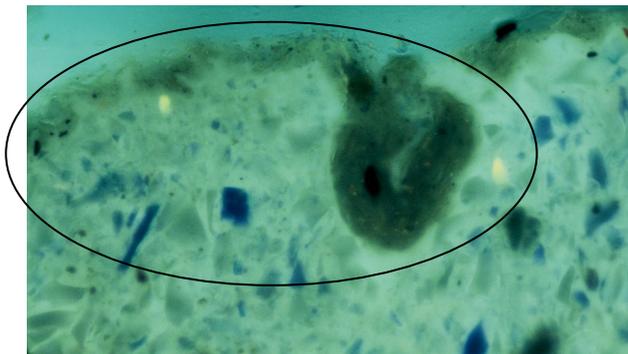


Abb.4: vgl. Abb.3 Rahmen (□)  
Die Breite der Abbildungen entspricht 400 µm.

Innerhalb des Rings (O) liegt  
- westlich kornfreie graue Substanz akkumuliert  
oben auf. Die blaue Farbe dringt mit winzigen  
Injektionen von unten in diese hinein.  
- rechts ist die dunkelgraue Substanz zu einer  
dicken Lage zusammengedrängt und tief  
als Brodeltopf eingewürgt.

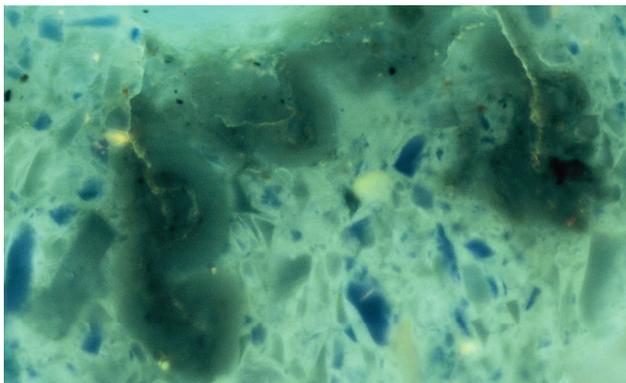


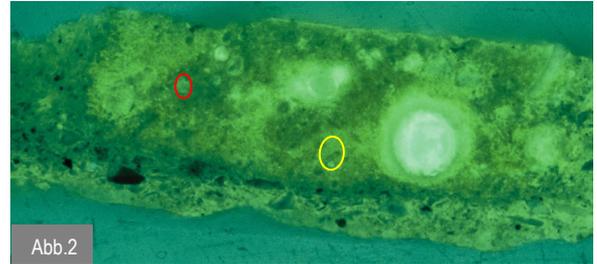
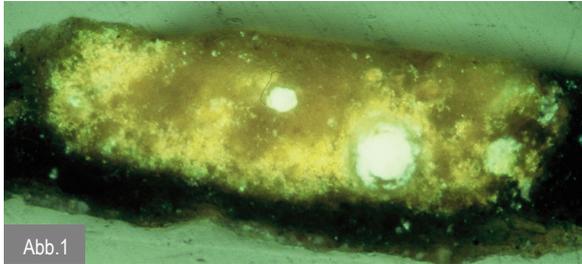
Abb. 5: Rahmen (□)  
die dunkelgraue Lage begleitet einen feinen  
Sprung und bildet tiefe Brodeltopfe mit  
Phasentrennung: grobe schwarze Partikel im  
Innern, feine graue entlang den undulierenden  
Wänden.

#### Interpretation:

Auch wenn an diesem Gemälde bisher eine Regenerierung nicht sicher nachzuweisen ist und der Nachweis von Copaiva negativ war, steht eine extreme sekundäre Erweichung außer Zweifel: hier ist Schmutz nachträglich in die deformierte originale (!) Farbe eingewürgt worden.

## 5.1.5.6 Undulation, Injektion und offenes Gekröse

Beschreibung an drei Gemälden in Aufsicht und Querschliffen



Präparation und beide Fotos in der 1. Reihe von Muriel Geldof. (ICN), die Breite der Abbildung entspricht je 300 µm.

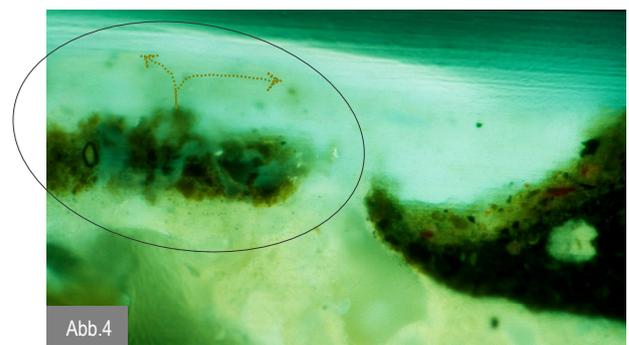
Abb. 1 und 2: WH BOL 238, Pos.72, Probe 238.23 VIS

Diese Probe aus der Quaste des Schultertuchs zeigt auch bei normaler Beleuchtung die aufsteigenden Injektionen der gelbe Farblage. In einer zweiten Schlieffebene und unter UV-Strahlungen zeigt sich die gegenseitige Durchdringung mit einer pigmentierten, heute transparenten Lage deutlich:

Zwei Partikel (P) sind mit SEM-EDX analysiert worden:

○ P12 im Firnis und ○ P13 im Gelb (siehe Erläuterung, vgl. 5.2.2.3)

(Tupfen und ein kugelförmiges Metallseifenagglomerat rechts werden hier nicht besprochen).



Millimetermaß mit fotografiert, der Balken entspricht 1 mm

Abb. 3 und 4: DH REMBRANDT 146, QS 146.1

Trotz vielmaliger Eingriffe/ Firnisabnahmen fand sich im Randbereich in der Nähe eines weißen Tupfens in sehr kleinem Maßstab eine starke Undulation, QS UV siehe Abb.4 (O). Die trüb aufgehellte schwarze Farbe bildet ein offenes Gekröse. Darüber deutet sich ein Pilz an, (←...→) der noch hinter der Schlieffebene liegt.

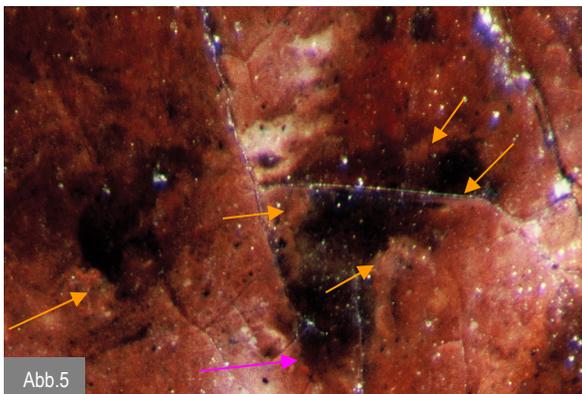


Abb. 5 und 6: GG REMBRANDT 828H, Pos. 1var

Balken 25 µm

Die sehr dunklen Flecken sind Fehlstellen in der roséfarbenen Lage, durch die man auf dunkle Imprimitur blickt. (↑) markieren den erhaltenen Teil vom Kraterrand; (→) am Abgrund sitzen rote Effusionen.

Abb. 6: Die roséfarbene Lage ist punktuell stark aufgebläht, (○) eine originale Weißausmischung beginnt Tupfen abzusondern, (↓) rote Effusionen queren die Vertiefung.

### 5.1.5.7 Undulation, mit Tasche

Gattung: komplexe Phänomene, Beschreibung in Aufsicht am Gemälde WRM REMBRANDT 2526  
Das Gemälde wurde 1928 regeneriert.

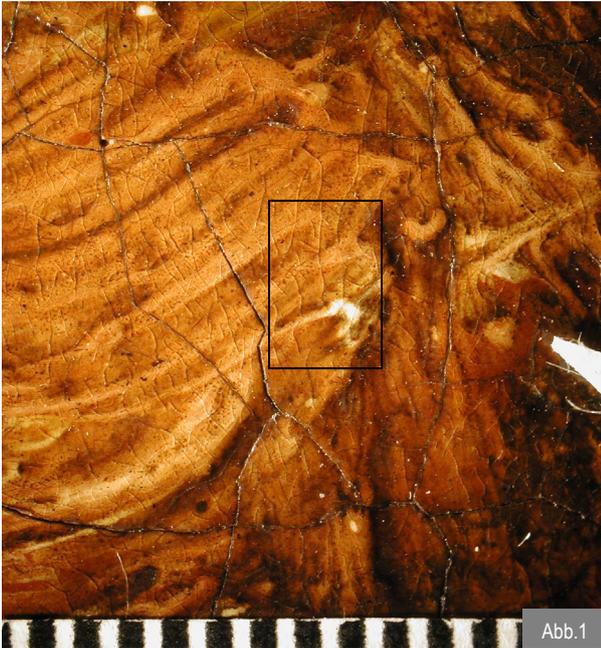


Abb.1

Abb. 1:  
Rembrandt hat sich als Greis dargestellt, seine tief in Falten gelegte Haut malte er in sehr lebendiger Pinselführung, Inkarnatfarbe ist sahnig weich zerfließend aufgetragen.

Abb. 2:  
Mit dem Mikroskop erkennt man in den Tiefen des Impasto:  
-tiefe Taschen (O)

Abb. 3:  
-sehr kleine Taschen in Folge (O).

Südöstlich ragt eine Pastosität aus dem Firnis, daran zeigt sich, dass unter dem stark gegilbten Firnis eine dünne dunkelbraune dünne Lage auf dem Weiß liegt, auf der Höhe fehlt sie.

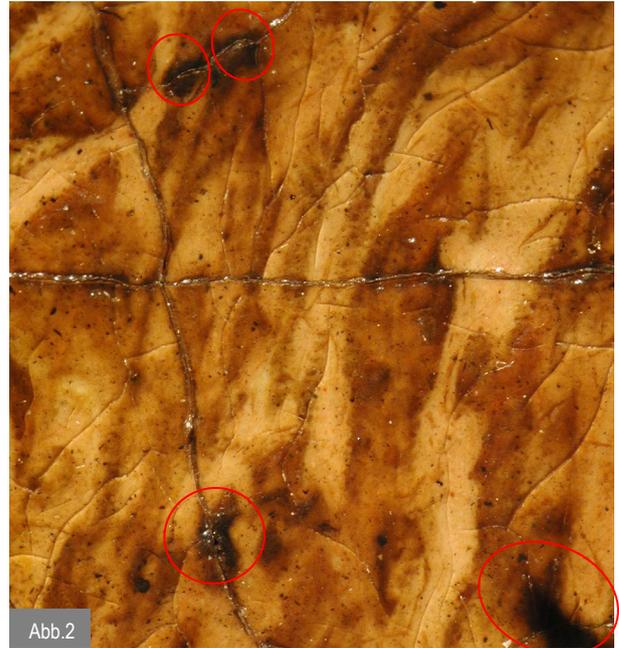


Abb.2



Abb.3

Die Breite dieser Abbildung entspricht 2 mm

#### Interpretation:

Die helle Inkarnatfarbe ist erweicht.

Die Taschen sind an anderer Stelle (5.3.2.5, Abb. 3d) im Querschliff zu sehen.

## 5.2 Farbauflösung

### 5.2.1 Stratus – ist ein Referenz-Phänomen –

#### 5.2.1.1 Stratus lacunosus (löchrig)

REMBRANDT, *Joseph und die Frau des Potiphar*, Inv.-Nr. 828H (GG)

VRIES, *Mann mit Samtbarett*, Inv.-Nr. 803 (GG)

#### 5.2.1.2 Stratus, multipel gesteigert

DYCK Nachfolger, *Mann in Rüstung*, Inv.-Nr. B18 (GG) QS B18.1

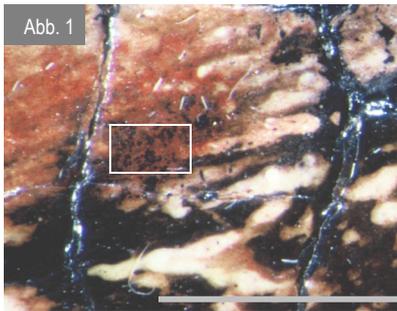
#### 5.2.1.3 Stratus am Fragment und Stratus lenticularis (linsenförmig)

Feld A7 QS, VIS und UV

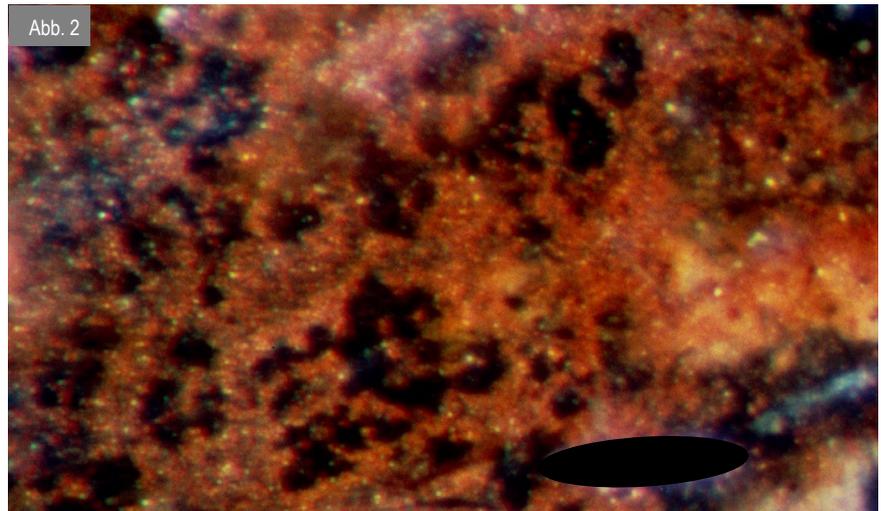
NECKER, *Blumen in einer Vase*, Inv.-Nr. 1557 (AP)

### 5.2.1.1 Stratus lacunosus

Beschreibung in Aufsicht an zwei Gemälden: GG REMBRANDT 828H und GG VRIES 803



Der Balken entspricht 2,6mm

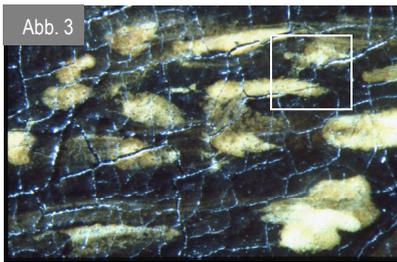


Ein störendes Faserbruchstück ist grob maskiert.

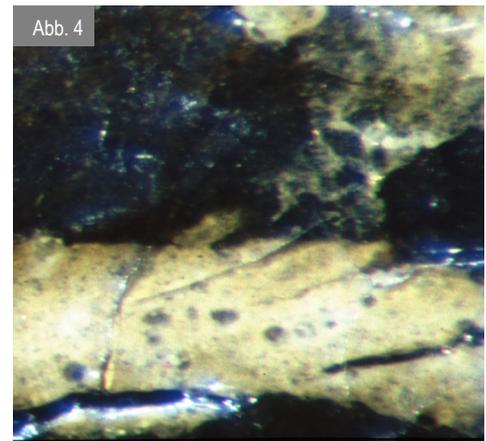
Die Breite der Abb. entspricht 900 µm

Abb. 1 und 2 (Detail □):  
GG REMBRANDT 828H,  
Pos. 14C

Der Zusammenhalt der Farbe scheint trotz starker Auflösung noch immer Kohäsionskräften zu unterliegen - es bilden sich eigentümliche Muster aus. Der rote Schleier erinnert an gewebte Spitze oder von Löchern durchsetzte Wolken (löchrige Schicht; Löcher Ø 150-300 µm).

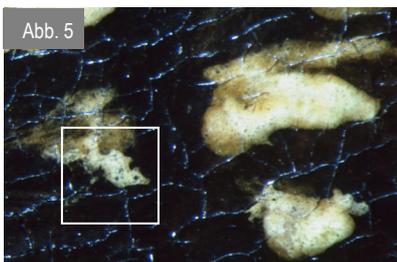


Die Breite der Abb. entspricht 7,2mm

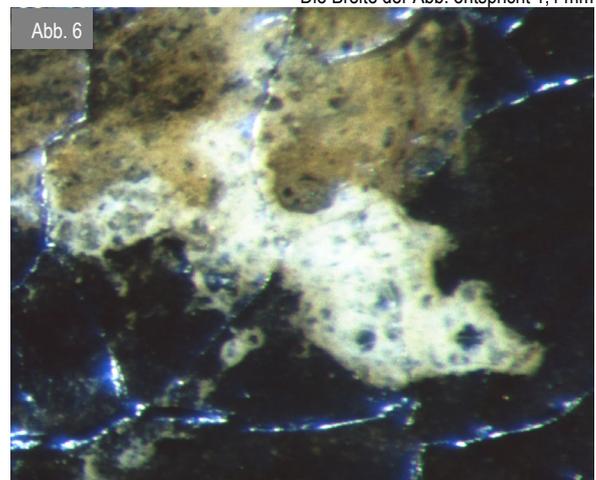


Die Breite der Abb. entspricht 1,4 mm

Abb. 3 und 4 (Detail □): GG VRIES 803 Pos. 20  
In den hellgelb-ockerfarbigen Farbtupfen, mit denen De Vries das Brokatgewebe malte, liegen heute ebensolche löchrige Farbschleier.



Die Breite der Abb. entspricht 5 mm

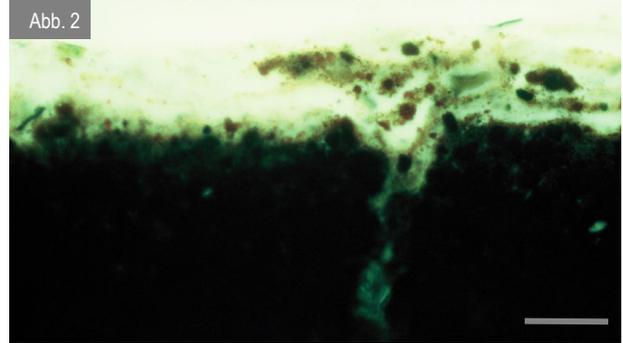
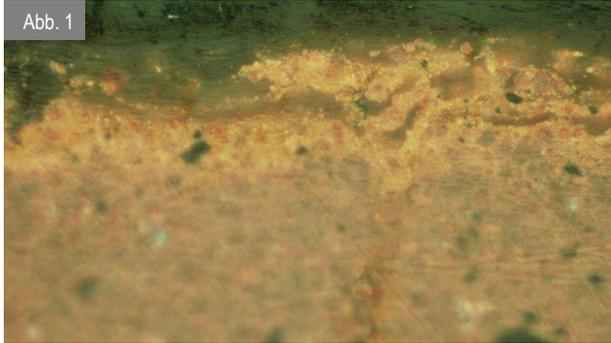


Die Höhe der Abb. entspricht 1,5 mm

Abb. 5 und 6 (Detail □): GG VRIES 803 Pos. 20a  
Während Ocker wie ein Gespinst zerfasert ist, liegt die helle Farbe (Bleizinngelb?) als löchriger Schleier vor. Hier scheinen transparente Partikel (Metallseifenaggregate?) die Löcher zu formen.

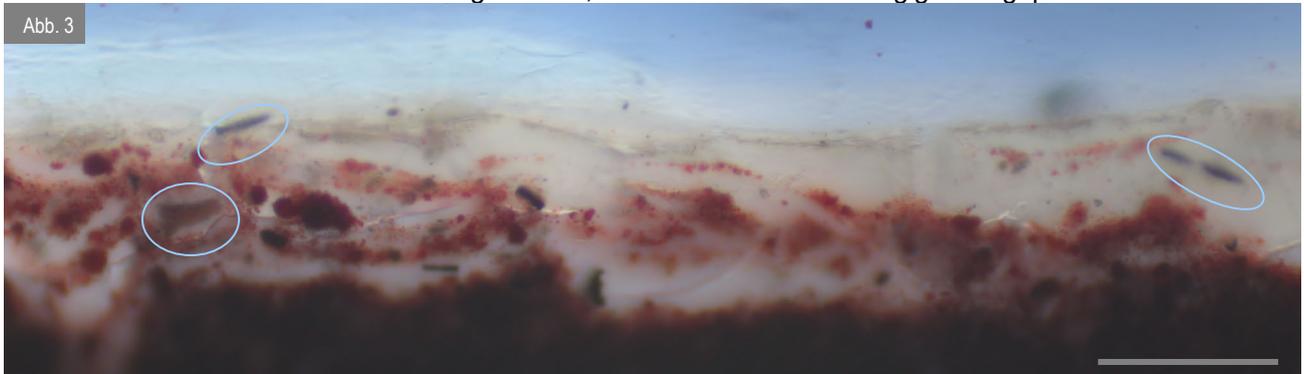
### 5.2.1.2 Stratus, multipel gesteigert

Beschreibung im QS am Gemälde GG DYCK, Nachfolger B18.1 Pos. 1b (Aufsicht s. Bsp. 5.1.5.3)



Der Balken entspricht 15µm

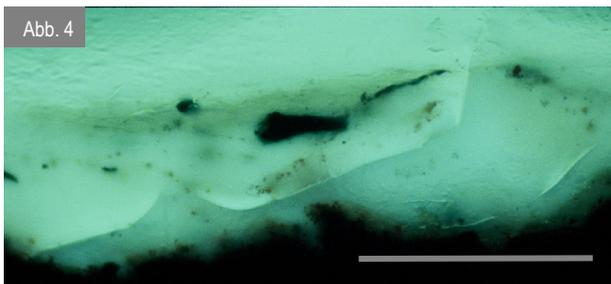
Abb. 1 (VIS) und 2 (UV) QS B18.1: Am roten Tischtuch sind bereits Undulationen vorgestellt worden. Dieser Querschliff zeigt einen Stratus, der zu einer mehrlagigen Schichtwolke gesteigert ist. An derselben Stelle macht UV-Strahlung deutlich, dass das Partikel mehrlagig hoch gepresst worden ist.



Der Balken entspricht 33µm

Abb. 3: Die 2. Schliffebene zeigt, dass die aufgestiegene rote Farbe eine Mischpigmentierung ist, feinteilige helles Rot, dunkelrote Akkumulationen und bläulicher Splitter sind enthalten (O).

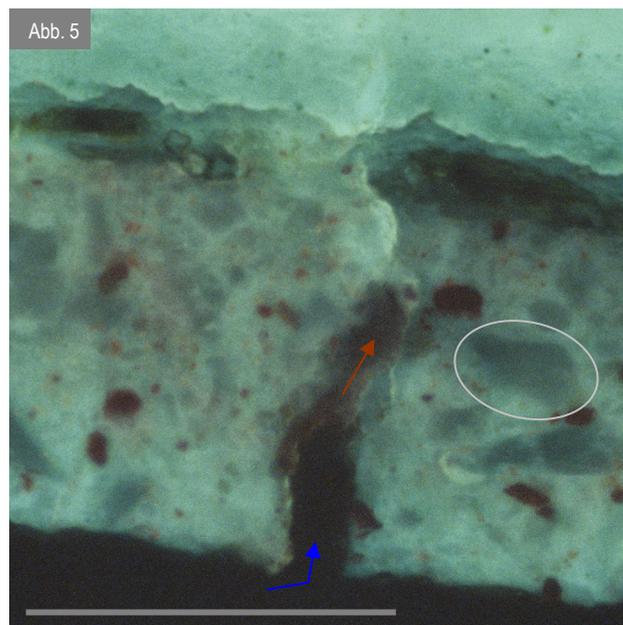
Interpretation: Zu dieser mehrfachen Schichtung kommt es offensichtlich, wenn hoch gepresstes Pigment in schotterartige Firnisklüftung eindringen kann.



Der Balken entspricht 25 µm

Abb. 4: Die hier sichtbaren Firnissprünge enthalten keine Partikel, sie sind während der UV-Mikroskopie neu entstanden (!).

Abb. 5: Bei 500-facher Vergrößerung zeigt die nächst unterliegende Farblage aus roten Pigmenten und einer Vielzahl von bläulichen dreieckigen Splittern (O) in stark fluoreszierendem Bindemittel. Von unten steigt Grundierung auf (↑), aus der sich feines Pigment als separate Injektion aufsteigt (↑).



Der Balken entspricht 60 µm

Interpretation: Entfärbte Lasur wurde teilweise retuschiert und (übermäßig lange) regeneriert. Dabei sind alle Lagen migriert, aus der Grundierung trennte sich feinteiliges Pigment ab.

### 5.2.1.3 Stratus am Fragment und Stratus lenticularis

Beschreibung in Querschnitt und Aufsicht

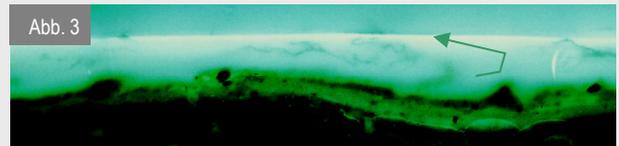
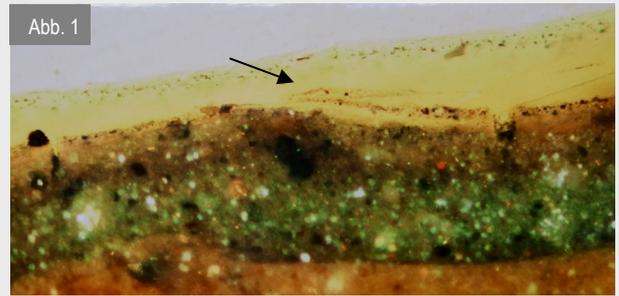
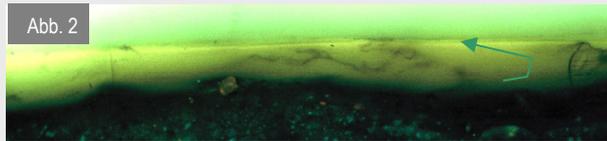
Abb. 1: Feld A7, QS A7.1, VIS

Am Versuchsmaterial konnte eine große Probe entnommen werden, die erlaubt, einen dünn weit horizontal erstreckten Schleier (→) zu präparieren.

Abb. 2: Feld A7, QS A7.2, VIS

Abb. 3: Feld A7, QS A7.2, UV

Auch hier steigt nur besonders feinkörniges Pigment aus der Übermalung auf und kann in einer oberen, vollständig gelösten Firnislage undulieren.



Dieses Testfeld ist ausschließlich mit 90%igem Weingeist 3 min. bedampft worden. (↑ re. neben Schleier)

Abb. 4 und 5: AP NECKER 1557

Das Blumenstillleben gehört zu den kleinen Gemälden aus Schleißheim, an denen Pettenkofer seine ersten Versuche realisierte.

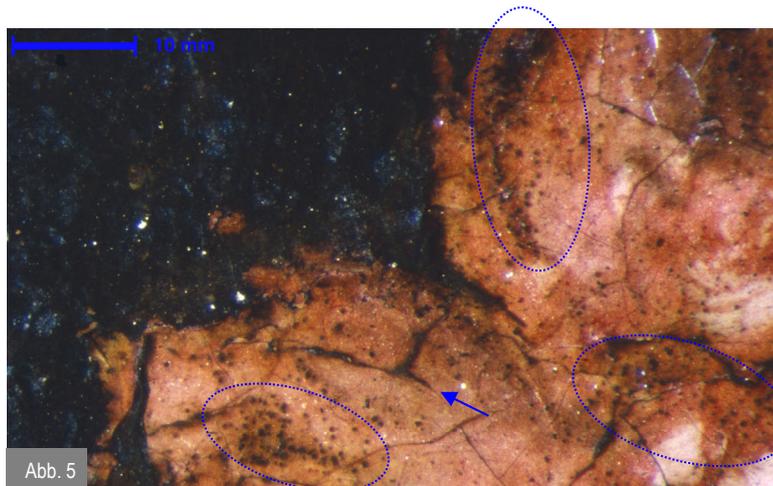
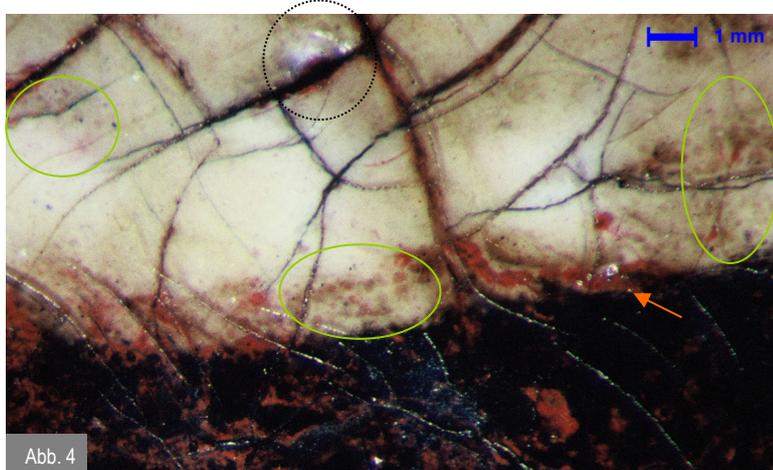


Abb.5: Auf der roten Nelke Pos. 15 verschleiern extrem kleine dunkle Pünktchen die Aufsicht.

Interpretation:

Wie der Wulst (←) zeigt, sind es aus dem unterliegenden Hintergrund aufgestiegene Scharen von kleinen Linsen. (O) Dieses Auftreten wird als linsenartige Schichtwolke (Stratus lenticularis) bezeichnet.



Abgrenzung von anderen Phänomenen:

Abb. 4: Dieses weiße Blütenblatt Pos. 8 diente zur Probenentnahme (O), der Querschliff ist bei Undulation 5.1.5.4 bereits vorgestellt worden.

Scharen von winzigen Rotlackmulden (O) sind **kein** Stratus.

Zusätzlich tritt orangerotes Pigment aus der Untermalung auf, dieses bildet Effusionen (←).

## **5.2.2 Cumulus – ist ein Referenz-Phänomen –**

### 5.2.2.1 Cumulus

NECKER, *Blumen in einer Vase*, Inv.-Nr. 1557 (AP)

PIJNACKER, *Landschaft mit Torbogen*, Inv.-Nr. 787 (HAU)

### 5.2.2.2 Cumulus verschiedener Ausprägung

Feld A9, QS A9.1

### 5.2.2.3 Cumulus, mit Brodeltopf

QS 238.18 von BOL, *Dame mit einer Nelke in ihrer Hand*, Inv.-Nr. 238 (WH)

### 5.2.2.1 Haufenwolke/Cumulus

Abb. 1: AP NECKER 1557, roséfarbige Rose, Pos. 18  
Wie bei Wolken am Himmel ist das Merkmal der Haufenwolken aus Pigment (O) seine vertikale Erstreckung (cumulare lat. anhäufen).

Sonderform:  
Diese Cumuli sind zusätzlich von Mulden aus roter Lasur durchsetzt (aus vielen Ringwällen wird ein Cumulus).

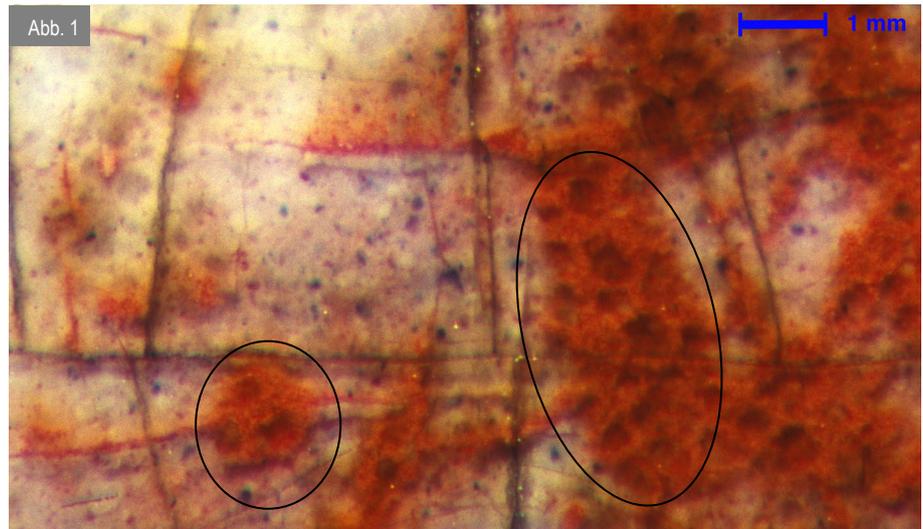


Abb. 2 dieselbe Blüte; Dieser Ausschnitt verdeutlicht, dass eine Ansammlung von Cumuli eine Schicht bilden kann – meteorologisch analog ist dies ein Stratocumulus. Wie am Himmel können die Muster variieren, oft in Flecken, Feldern, auch mosaikförmig, in Wogen und Bahnen auftreten.

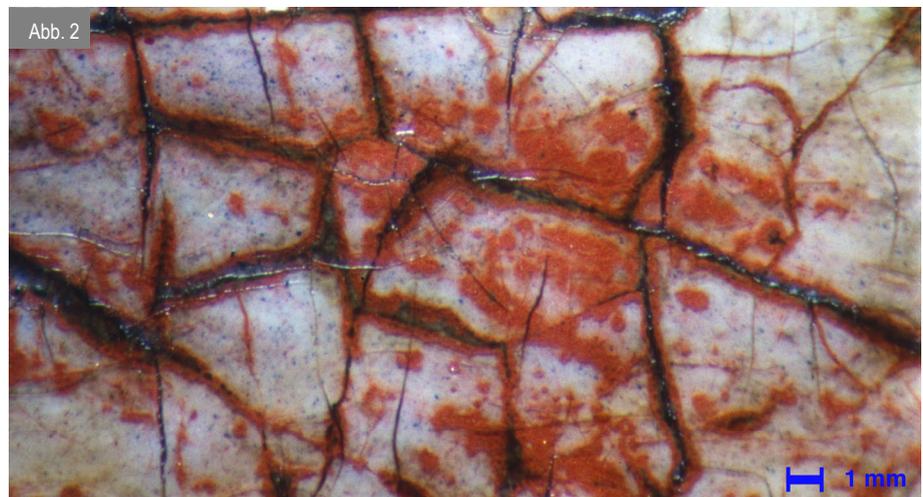
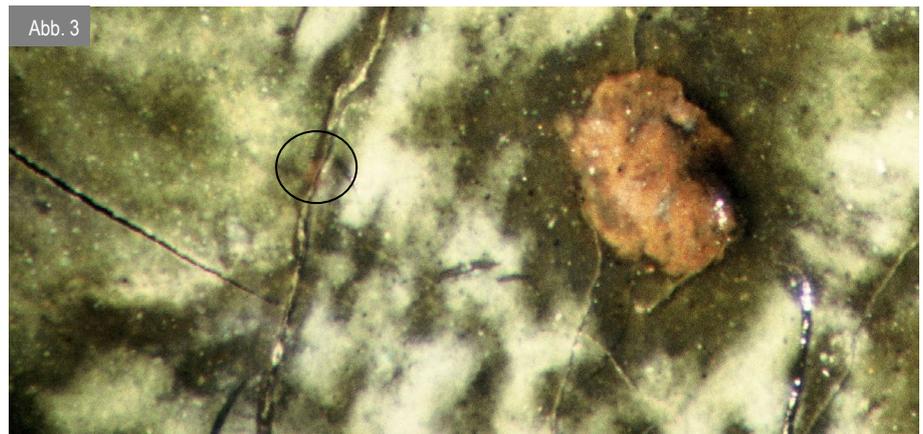


Abb. 3 HAU PIJNACKER 787, Pos. 37  
Ein besonders großer solitärer Cumulus (Ø 500 µm) fand sich in diesem Leinwandgemälde von Pijnacker in Braunschweig. Im benachbarten Sprung schimmert eine kleine rostrote Efflusion (O) und beweist, dass die rostrote Haufenwolke Grundiersubstanz ist.



Der Cumulus misst max. ca. 500 µm Durchmesser.

#### Interpretation:

Rostrote Grundierung ist an einer Fehlstelle hoch gequollen und konnte sich ungestört zu einer ideal-typischen Haufenwolke mit glatter Wölbung (Cumulus calvus) auftürmen. Reste grüner Farbe bedecken ihn noch.

## 5.2.2.2 Cumuli verschiedener Ausprägung

Beschreibung in Aufsicht am Versuchsmaterial Fragment Feld A9

Bei der experimentellen Prüfung des Pettenkofer-Verfahrens am Fragment trat diese Haufenwolke (O) auf.

Haufenwolken können in der Aufsicht ganz unterschiedliche Formen haben, benachbarte runde Cumuli (O) verbergen unter sich aufgestiegene weiße Körper. Hier genügt, sie als Inneres einer Haufenwolke zu erkennen, später werden sie als eigenes Phänomen vorgestellt (5.4.2 Pustel).

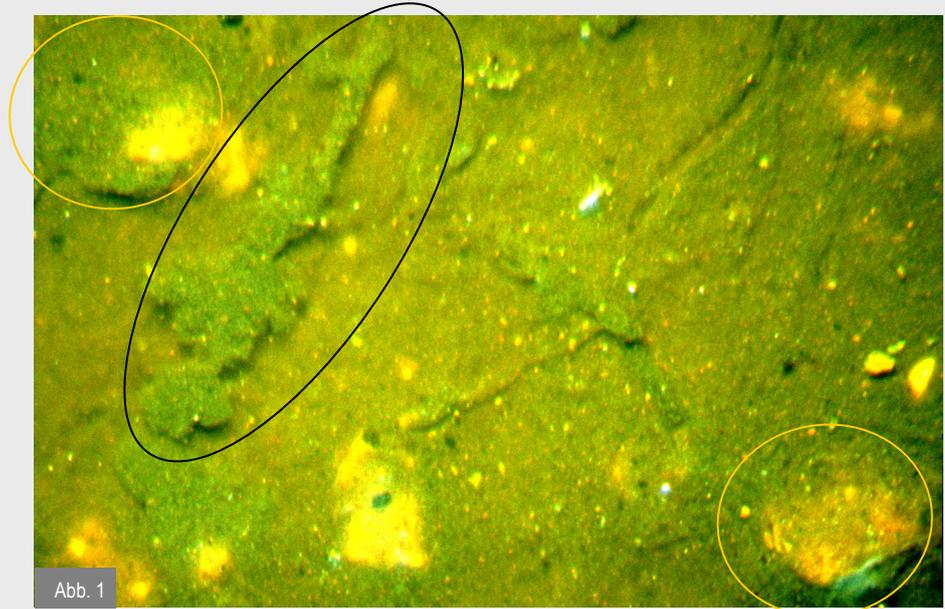


Abb. 1

Dieser Kombination von Pustel und Cumuli ist nur eine von möglichen Erscheinungsformen.

Folgende Abbildungen zeigen andere Querschnitte:

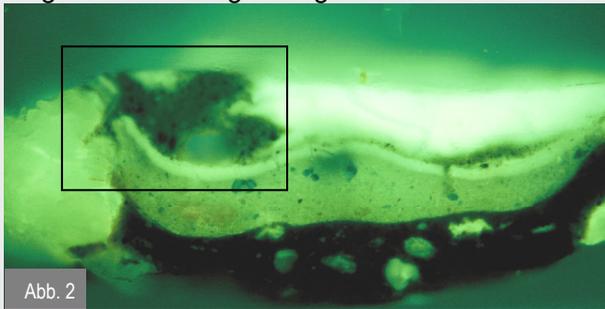


Abb. 2

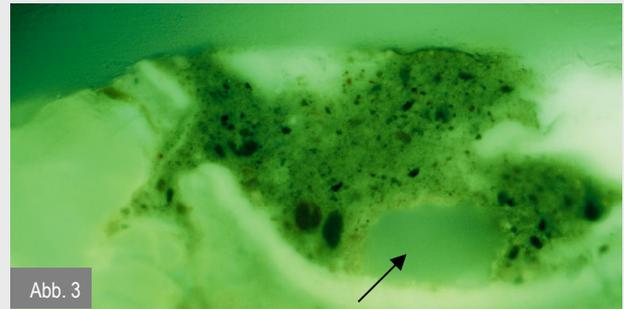


Abb. 3

Abb. 2 (Ausschnitt) und Abb. 3 (Detail □): Wie diese Querschliffe, UV links und rechts, belegen, können in einem Cumulus (45  $\mu\text{m}$  hoch) Luftblasen ( $\text{\O}$  14  $\mu\text{m}$ ) verborgensein (Cumulus pannus) oder (s. Abb. 4-6)



Abb. 4

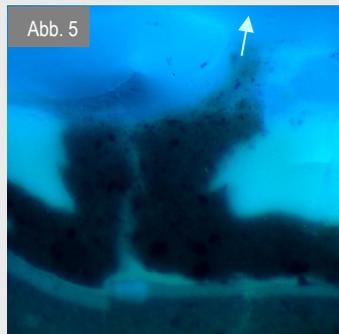


Abb. 5

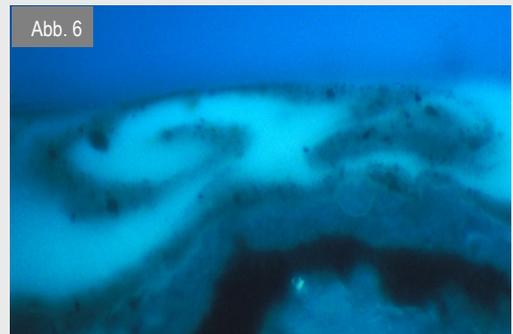


Abb. 6

Abb. 4 Feld A9.3 (vgl. Kap.3): ein breiter Spalt in der unterliegenden Malschicht liegen (Stratocumulus) mit Injektion

Abb.5 Feld A9.3: eine Firnisanhäufung darunter (Cumulus incus con tuba  $\uparrow$ ) der Wolkenschlauch steigt zwischen abgescherten Splittern (!) im Firnis darüber auf

Abb.6 Feld A9.3: zwei linear gleitende Strati bilden einen Spiralwirbel, die sich im vollkommen aufgelösten Firnis frei entwickeln konnte (keine Turbulenz, sondern gleitende Phasen)

- in der Aufsicht werden sie alle als kompakte Haufen gesehen (Cumuli).

## 5.2.2.3 Cumulus, mit Brodeltopf

Beschreibung am Querschnitt vom Gemälde WH BOL 238, Pos. 62

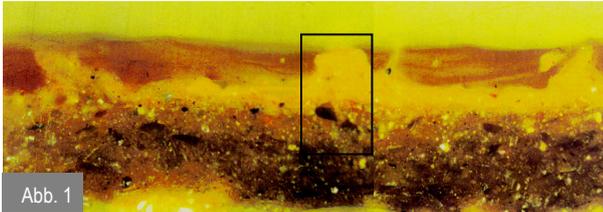


Abb. 1

Abb. 1 Gesamter Querschliff 238.18 VIS:  
Die ungewöhnlich große Probe stand für ausgiebige analytische Untersuchungen zur Verfügung

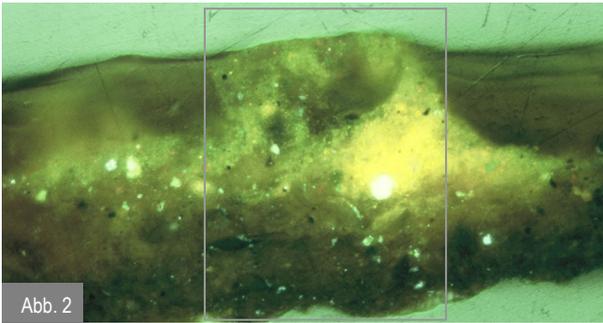


Abb. 2

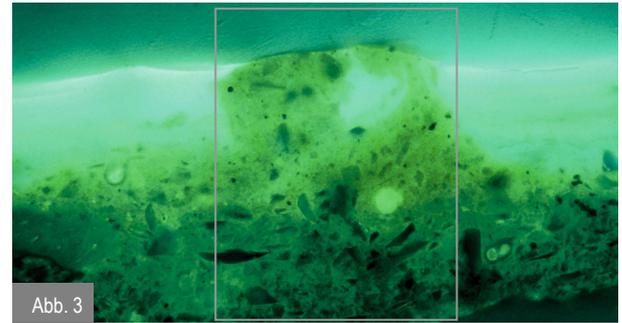


Abb. 3

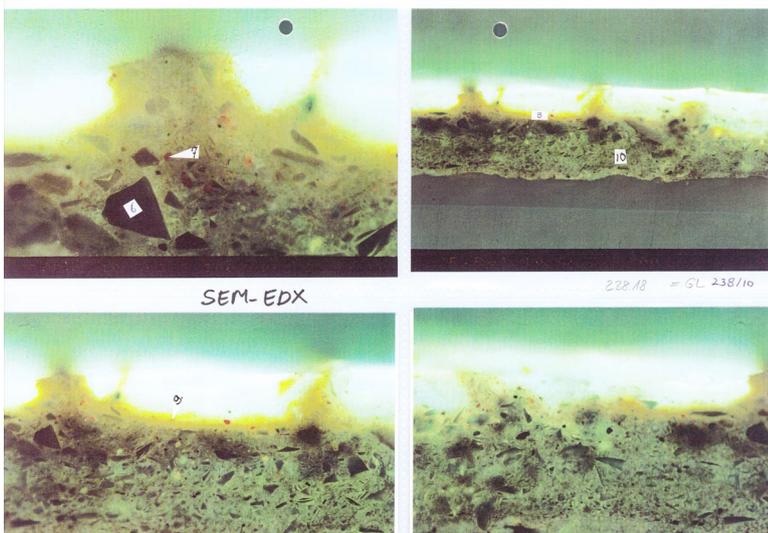
Die Dicke der gezeigten Gemäldestruktur entspricht in allen Abbildungen diese Seite ca. 170 µm

Abb.2 (Detail □): QS 238.18 VIS und Abb.3. QS 238.18 UV (Dieses Detail QS 238.18 □ stammt aus Abb.3)

In normaler Beleuchtung gesehen, scheinen zwei separate gelbe Pigment- Wolken aufzusteigen – unter UV-Strahlung zeigt sich die tatsächliche Gestalt: eine massive Haufenwolke/Cumulus mit einem Brodeltopf aus Firnis.

In einer weiteren Schliiffebene derselben Probe ist der Brodeltopf weggeschliffen. (Abb. 4. alle vier Ansichten des Querschliffs)  
Die handschriftlichen Notizen aus dem FOM – Institut sind transkribiert und geben Auskunft über die, in der Probe 238.18 mit SEM- EDX ermittelten Elemente:

„viel Ca in den Glasteilchen (vgl. SC06: deutlich Si, K, Spuren von As, Fe und Co);  
Si, Na, K; wenig Pb verteilt in: Hg, S → Zinnober (vgl. SC07)  
Gelb: in Partikel 8: Al, S, Pb, K, Ca, Fe;  
in Partikel 9: deutlich Fe, Al, Si, K, Ca, Pb → gelber Ocker  
im gelben Bereich viel Ca (vgl. SC 13)“



Der Ausdruck der UV- Aufnahmen enthält auch die Bezifferung eines Teils der genannten Partikel:  
6 (○) ist ein großer dreieckiger Splitter  
7 (○) ist ein rotes Partikel darüber  
8 und 9 (○) sind die gelbe Farbschicht  
10 (○) ein noch blauer Splitter.

#### Auswertung:

(8, 9) liegen im Gelben Ocker. Dieser (9) enthält etwas Zinnober und viel Kalzium, was auf eine Beimengung eines minderwertigen, nicht farbstabilen Farblacks hinweist.

Die dreieckigen Splitter (6, 10) enthalten Silizium und Kalium, und Spuren von Arsen, Eisen und Cobalt.

Interpretation: Wahrscheinlich sind die Splitter eine Zugabe von Smalte zum Braun, sie steigerte sicher die Konsistenz, erhöhte die Transparenz, förderte aber wohlmöglich nicht ausreichend die Trocknung.

### 5.2.3 Cirrus – ist ein Referenz-Phänomen –

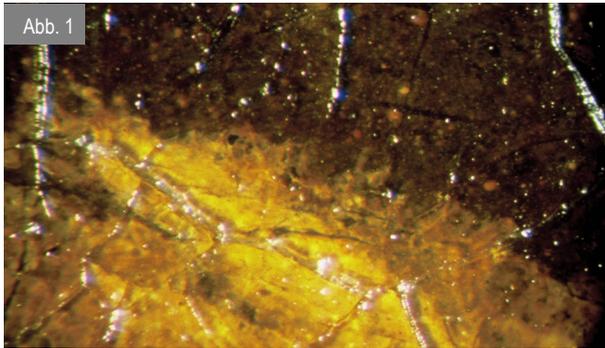
- 5.2.3.1 Cirrus  
ROGHMAN, *Gebirgslandschaft mit Brücken und Ziegen*, Inv.-Nr. 228 (WH)  
und Skizzen
- 5.2.3.2 Cirrus, verzweigt  
TENIERS (Kopie), *Landschaft mit Staffage*, Inv.-Nr. 1211 (AP)  
BOL, *Dame mit einer Nelke in ihrer Hand*, Inv.-Nr. 238 (WH)
- 5.2.3.3 Cirrus, Vergleich mit Gekröse  
Feld A9 QS  
SCHLICHTEN, *Lautspielende Dame*, Inv.-Nr. 2160 (AP)  
NECKER, *Blumen in einer Vase*, Inv.-Nr. 1557 (AP) und QS 1557.3
- 5.2.3.4 Cirrus, teilweise gelappt  
BOL, *Dame mit einer Nelke in ihrer Hand*, Inv.-Nr. 238 (WH) und QS 238M
- 5.2.3.5 Querschliff eines Cirrus, Effusion an der Kuppe  
ROGHMAN, *Gebirgslandschaft mit Brücken und Ziegen*, Inv.-Nr. 228 (WH)  
QS 228.4 als oberer und unterer Teil

### 5.2.3.1 Cirrus

Beschreibung in Aufsicht und Querschliff vom Gemälde WH ROGHMAN 228

Diese Seite wiederholt Abbildungen der Querschliffe von Hans Brammer. Er entwickelte die Fotodokumentation der Präparate mit beiden Strahlenquellen gleichzeitig; VIS und UV (Abb. 6).

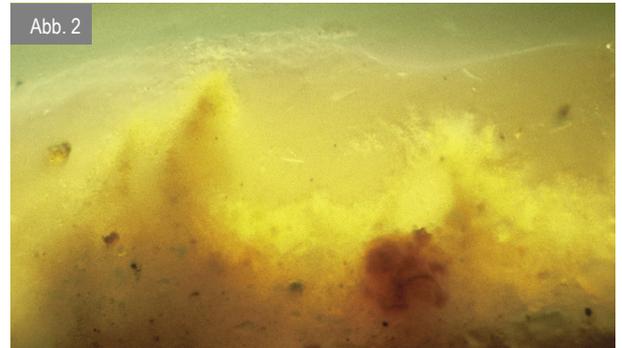
Diese Querschliffe bestätigten die gedachten Querschnittsansichten von 1988 (Abb. 3 und 4).



[Aufnahme MLH, H. Brammer ©]

Abb.1 und 3: Pos. 1, 15, 16

Das ockergelbe Cirrus eines gemalten Lichtflecks am Erdhügel zeigte



[Aufnahme MLH, H. Brammer ©]

Abb.2 und 4: QS 228 HB1 re

eine ausgeprägte Faserigkeit, welche in diesem Querschliff und untenstehender Skizze besonders deutlich wird.

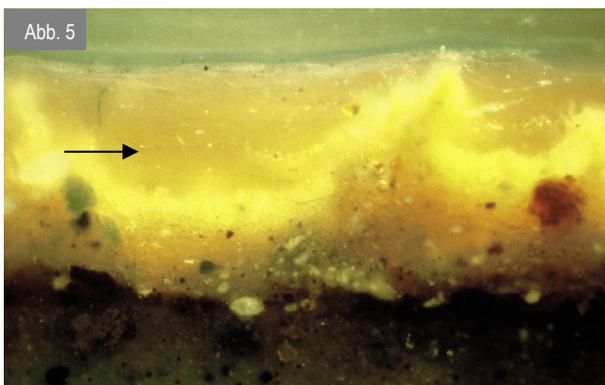
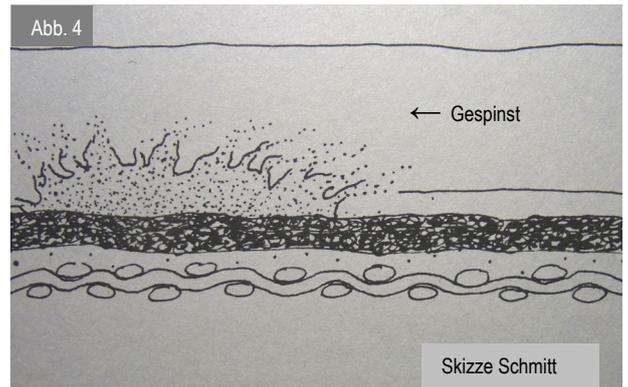
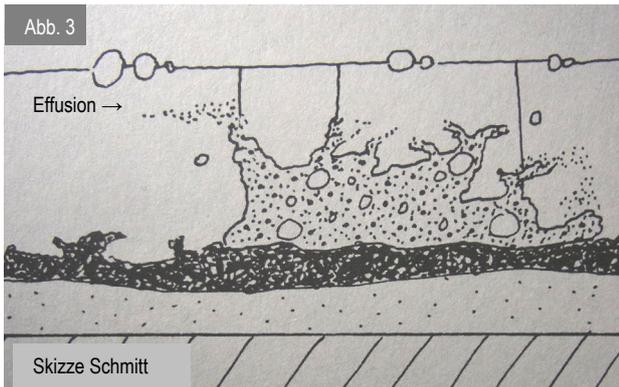


Abb. 5 QS 228HB1 linke Seite VIS

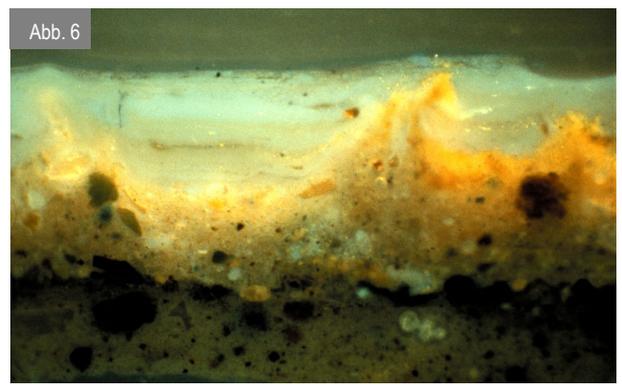


Abb. 6 QS 228HB1 linke Seite UV 200x

Interpretation:

Demnach sind Cirri sowohl fremdbestimmt, als auch frei geformt: ihre Form wird teilweise von der umgebenden Struktur bestimmt; der faserige Besatz bildet sich in alle Richtungen aus und nimmt mit dem Konzentrationsgefälle des Drucks ab.

Abb. 5 und 6: (BRAMMER 1987, S. 95-104) Brammer wies auf die gelbe Farbspur in einer der sieben Lagen Firnis hin.

### 5.2.3.2 Cirrus, verzweigt

Beschreibung in Aufsicht. AP HOLLÄNDER 1211, AP NECKER 1557 und WH BOL 238;

In Zahlreichen Gemälden sind die ausgefransten Farbspuren deutlich größer als bei Effusionen, die faserigen Enden verdichten sich zu einem Gespinst.

Die folgenden Bildpaare veranschaulichen dies in Dieses Regenerierphänomen ist in orangeroten, rostroten, ockergelben und hellbraunen Farbbereichen festgestellt worden.

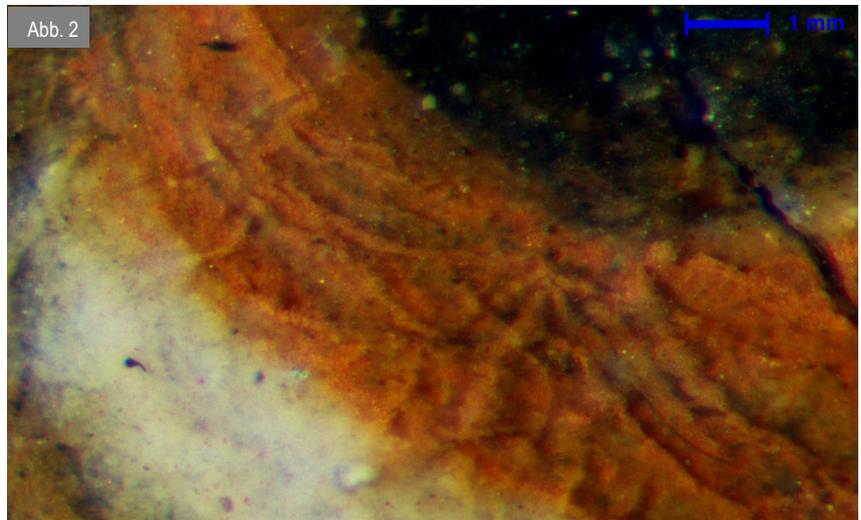
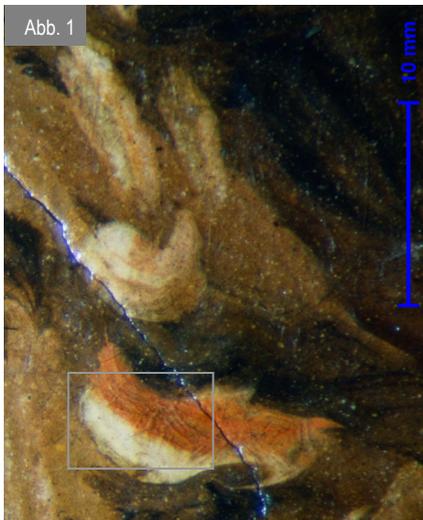


Abb. 1 und Abb. 2 (Detail □): AP HOLLÄNDER 1211, Pos. 21 Schusswunde im Hasen

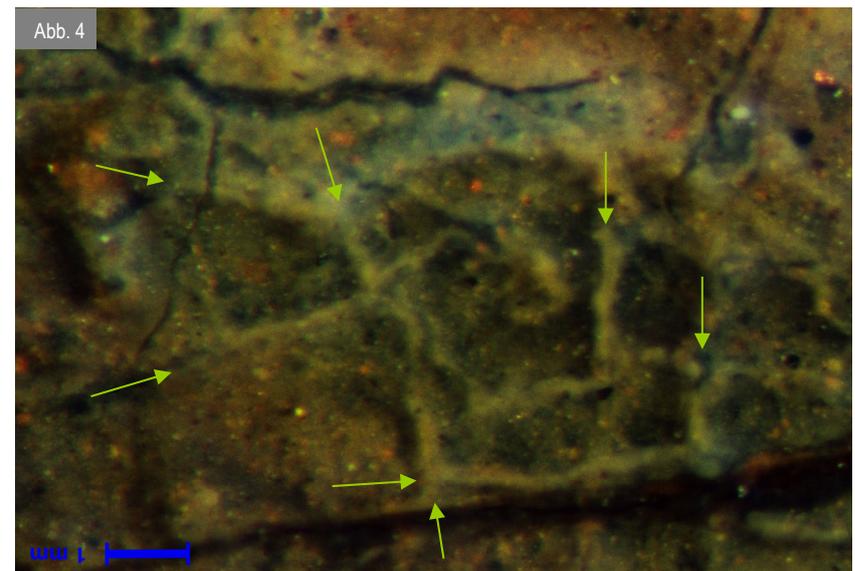
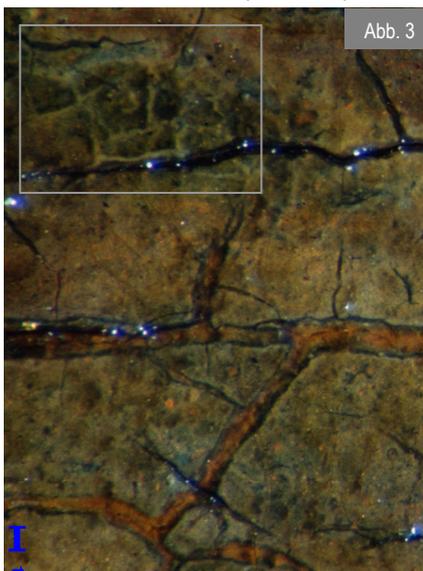
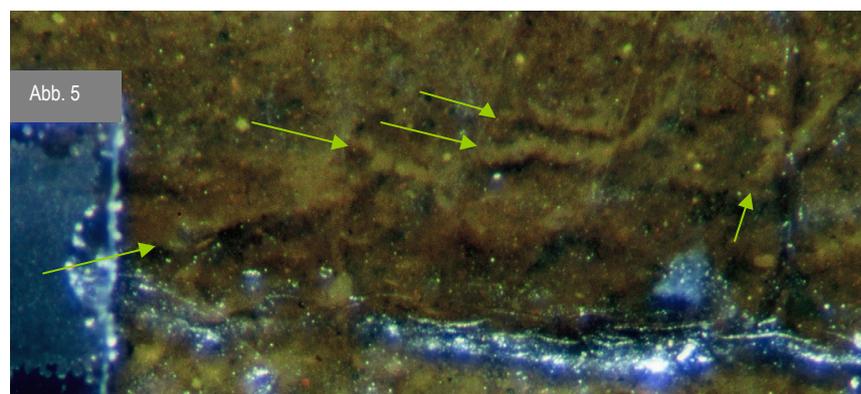


Abb. 3 und Abb.4 (Detail □): AP NECKER 1557, Pos. 19 im Rücken der Kröte

Abb. 5 WH BOL 238, Pos. 76, Haare im Streiflicht von oben: Die Schlagschatten heben einzelne Effusionen hervor, die zusammen ein Gespinst bilden.

Gespinnste orientieren sich in allen drei Gemälden an transparenten Schollenkanten (Farblack, Firnis?), der Verlauf ist also fremdbestimmt. Die Faserigkeit zeigt an, dass sie sich in vollständig verflüssigtem Firnis darüber ausbreiten können.



Maßstab mit 1 mm an der linken Kante

### 5.2.3.3 Cirrus, Vergleich mit Gekröse

Beschreibung an Querschliffen und Aufsicht,  
beide Gemälde dienten Pettenkofer zu Versuchen (Gutachten);

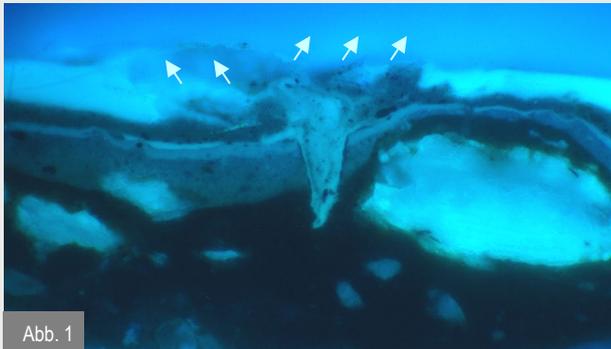


Abb. 1

#### Abb. 1: Feld A9 Querschliff UV

Krepierte grüne Gemäldestruktur, nach der ersten Bedampfung mit Bizarri-Balsam (Balsam 1) beschichtet und erneut 3 min. mit 90%igem Weingeist bedampft. An diesem Querschliff bilden sich über dem Spalt in turbulenter Verwirbelung feine Fasern von Pigmentierung und Firnis aus, die wie Fasern eines Gespinnstes wirken. Um die Abbildung nicht zu stören sind die Pfeile (↑) in Verlängerung der Pigmentspuren angeordnet.

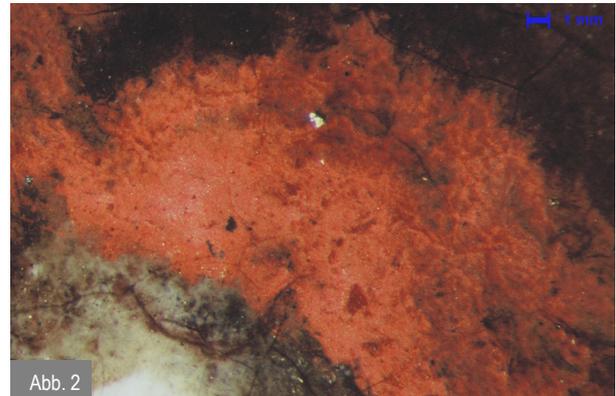


Abb. 2

Abb. 2: AP 2160 SCHLICHTEN Pos. 6 Aufsicht.  
Der orangefarbene Cirrus zerfasert in alle Richtungen.

#### Interpretation:

Dies erinnert an statisch aufgeladene Haare. Es könnte sich um elektrostatische Ladung handeln.

Vergleich mit Gekröse am Gemälde AP NECKER 1557;

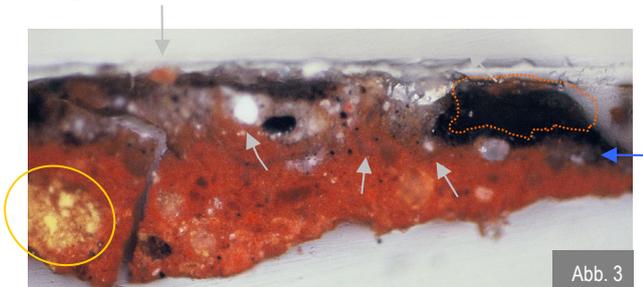


Abb. 3

Abb. 3: Querschliff von Probe 1557.3, Pos. 28 VIS  
Die Probe ist am Pilz 233 µm dick.

Das gelbliche Konglomerat westlich (○) misst ca. 100 µm Ø, die Pfeile haben in beiden Abbildungen dieselbe Position (↑).

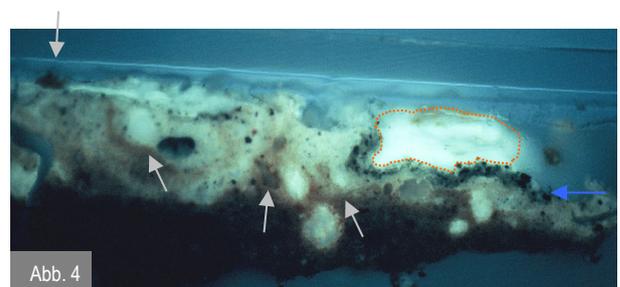


Abb. 4

Abb. 4: Querschliffe von Probe 1557.3, UV

- rote Pigmentspuren umschlingen helle Partikel (↑),
- auskeilende Bahnen Rostrot erreichen die Oberfläche des Firnisses und treten als Pilz (↓) über die Oberfläche (der Pilzhut ist 13 µm hoch und 31 µm breit).
- eine schwarze Lage (←) injiziert unter eine stark fluoreszierende Lage (...).

#### Interpretation:

Ein offenes Gekröse (Farbdeformation) zeigt im Querschliff sehr ähnliche Merkmale wie Cirrus (Farbauflösung), die eine Schadensart geht in die andere über (Steigerung).

Hier wird sehr gut deutlich, dass

- auch der Pilz aus der Grundierung aufsteigt;
- die schwarze Lage von einem transparenten stark fluoreszierendem Körper (MSA?) in der Bewegung bestimmt wird;
- in der Grundierung und in der Farbschicht Einschlüsse liegen, die wahrscheinlich Verseifungsprodukte sind.

### 5.2.3.4 Cirrus, teilweise gelappt

Fortsetzung der Beschreibung am Gemälde WH BOL 238

Die Abbildungen dieser Seite stammen von den orangegelben Quasten des Schultertuchs (Pos. 13 und 14)  
 Abb. 2: Die großzügigen Proben, 1 x 2 mm groß, erlaubten erstmals die Herstellung hinreichend großer Präparate, an denen SEM-EDX und FTIR-Landkarten erprobt und entwickelt werden konnten.

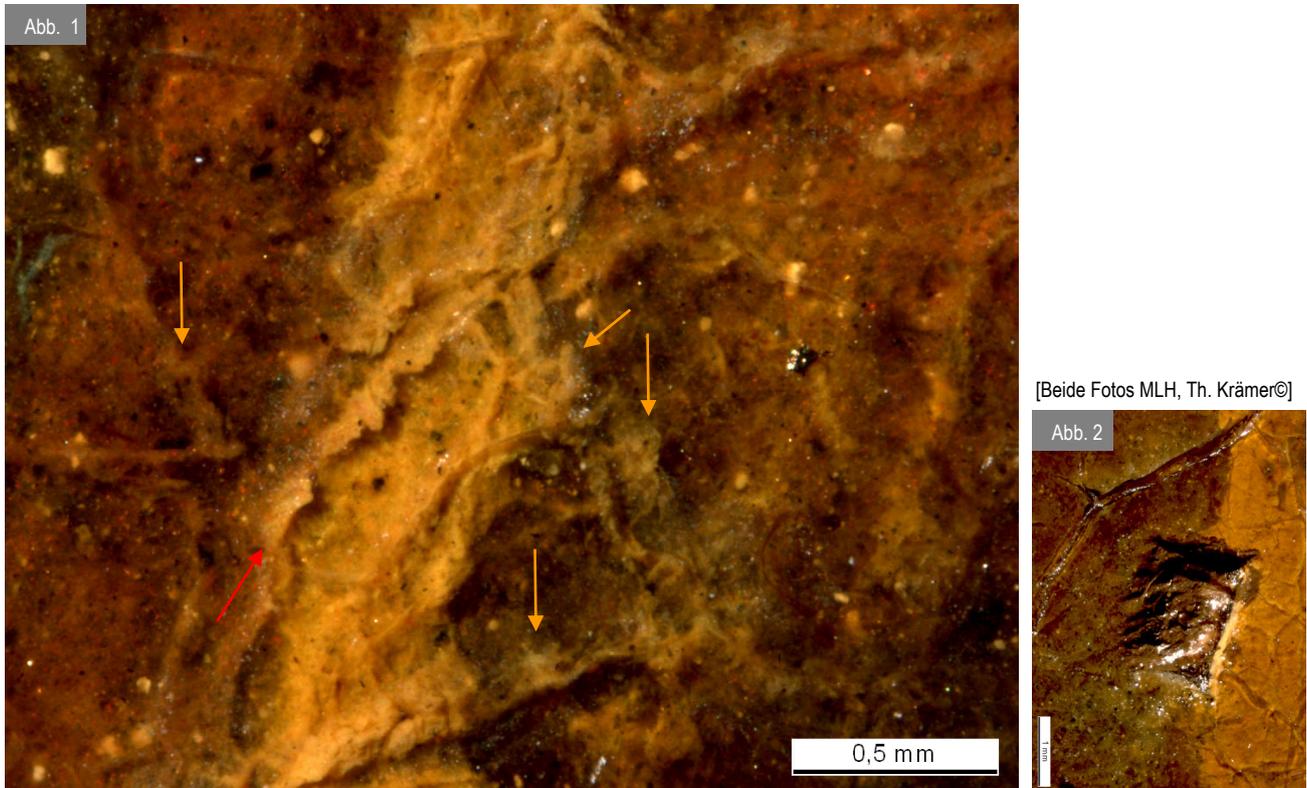


Abb. 1 zeigt vielfach die Art Cirrus (↓), Ockergelb in so starker „Verdünnung“ wirkt über Braun grünlich. Einige Erhebungen fasern nicht aus, mit einer gelappten Kontour sind sie im Firnis erstarrt. (↑)

Abb. 3 und 4 zeigen einen Querschliff von BOL 238 (QS 238M), 3 VIS (Präparation und Foto Brammer 1988) und 4 UV, in einer tieferen Schliifebene.

Interpretation:

Eine transparente, aber Splitter führende Lage überwallt das aufsteigende Gelb, sie bildet eine tiefe Tasche mit dem hellen Aggregat im Boden der Tasche (...konturiert).

Die linke Injektion der gelben Farbe bleibt unter dem Film gefangen und kann daher **nicht zerfasern**.

In der Aufsicht (Bsp. 5.2.3.5) wirken solche Enden wie ein Eichenblatt. Die Konturen solcher Blattformen werden botanisch als gelappt bezeichnet.

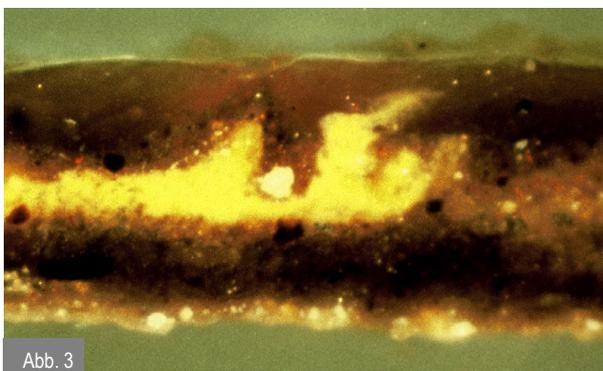


Abb. 3

[Präparation und Aufnahme MLH, H. Brammer 1988 ©]



Abb. 4

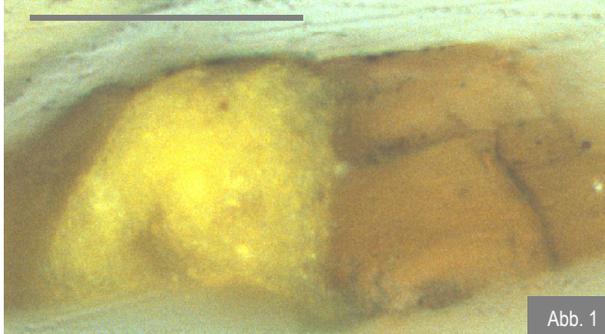
[Präparation und Foto Muriel Geldof 2007 ©]

### 5.2.3.5 Querschliff eines Cirrus, mit Effusion an der Kuppe

Querschliff des Gemäldes WH ROGHMAN 228

Hier wird der Querschliff aus einem gelben Lichtreflex am Erdboden vorgestellt.

Vom gelben Cirrus sieht man in Abb. 1 und 2 nur die Kuppe eines Lappens mit einer einzelnen Effusion, die Basis des Präparates folgt in Abb. 3 und 4.



Unter einer Schmutzlage zeigt der Querschliff eine 56 µm breite Kuppe von einem gelben Lappen.

Interpretation:

Demnach hat an dieser Stelle eine sehr dünne Decklage Firnis (ca. 2 µm) die Kuppe erfolgreich am Durchdringen der Oberfläche gehindert. Dank eines höher auflösenden Mikroskops und besserer UV-Filter zeigt eine weitere Schlieffebene das Innere des Lappens (Abb.2).

Abb. 1 QS 228.4 VIS Der Balken entspricht 56 µm



Abb.2: QS 228.4 UV

Mittig ist ein 20µm großer Splitter (Smalte?) von einem milchig rosé fluoreszierendem Bindemittel ummantelt, dass hier eine eigene turbulente Injektion bildet. Vom Lappen knickt als seitlicher Gang eine gelbe Pigmentspur ab und verläuft dann schwebend nach rechts (Effusion), die feinen, gelben Partikel zeichnen sich deutlich ab. Im gelösten Firnis (hellblaue Fluoreszenz) liegen noch Brekzien von ungelöster Substanz (gelbe Fluoreszenz).

Abb. 2

Interpretation: Der Abbau des Quelldrucks erfolgte durch einen Sprung unter der Oberfläche (Effusion).

Demnach kann auch an Lappen das Merkmal der faserigen Ausbreitung auftreten (capillatus).

Ungewöhnlich deutlich sind gelblich fluoreszierende Fragmente von gealtertem (Öl?)- Firnis oder Lasur in verflüssigtem hellblau fluoreszierendem Firnis zu erkennen. Letzterer ist (inzwischen) gesprungen, wie feine Schmutzpartikel in der Klüftung anzeigen. Wahrscheinlich ist Smalte mit separatem Bindemittel (Venetianer Terpentin?) benetzt der gelben Farbe zugefügt worden (coating). Durch Regenerieren ist die gelbe Farbe stark gequollen, und die „Bindemittelhülle“ um das Smaltepartikel angelöst worden.

Der Balken entspricht 20 µm

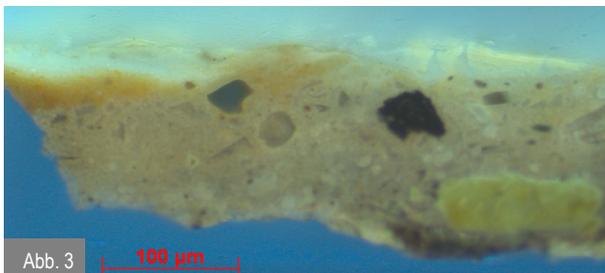


Abb. 3

100 µm

Die gelbe Farbe links obenauf ist max. 27 µm dick.

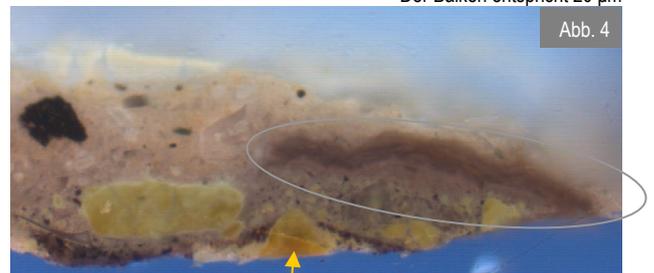


Abb. 4

Abb. 3,4 Ebd. Unterer Teil desselben Cirrus im QS, 4 UV und 5 VIS;

In der Farbschichtung überraschen große, gelbe Brocken (gesottenes Harz?). Einer davon (↑20µm) dick durchstößt eine untere, dunkle Farblage.

Rechts darüber liegt eine Faszio (○) aus mehrlagig undulierter Schicht.

Interpretation: Die Faszio kann ein eingesunkener Ölfirnisfilm, ein sogenanntes „Trockenpflaster“ (SCHÜTZ 1999, S. 31) oder remineralisierte Bleichloridbande sein (vgl. Van LOON 2008, S.16).

#### **5.2.4 Kondensstreifen**

- 5.2.4.1 Kondensstreifen  
TENIERS (Kopie), *Landschaft mit Staffage*, Inv.-Nr. 1211 (AP)
- 5.2.4.2 Kondensstreifen  
NECKER, *Blumen in einer Vase*, Inv.-Nr. 1557 (AP)

### 5.2.4.1 Kondensstreifen

Beschreibung am Gemälde AP TENIERS (Kopie) 1211, Pos. 1-3 im Rücken des angelnden Bauern. Diese Farbmigration entwickelt sich aus Farbwulsten, die sich nicht an Farb- sondern an Firnisprüngen orientieren. Sie gleichen im Erscheinungsbild stark der Wolkenform Kondensstreifen. Anknüpfend an die erste Publikation (SCHMITT 1990, S. 54) zeigen folgende Abbildungen die abgehobene Lage im Firnis.

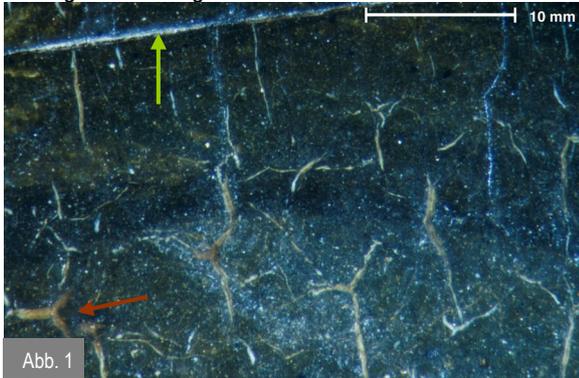


Abb. 1: In der dunklen Farbschicht liegen geradlinige Alterssprünge (↑) und Schwundrisse vom Typus → Krähenfuß, in denen sich die rostrote, spröde Grundierung zeigt (←).

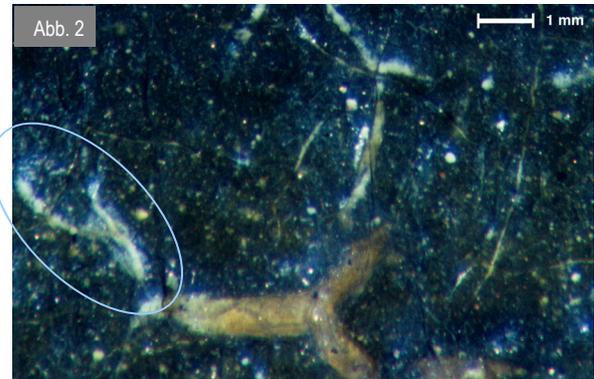


Abb. 2: Die hier kurzen und unterbrochenen weißen Kondensstreifen (○) sitzen in ebenfalls gegabelten Sprüngen gleicher Länge, aber schmaleren Firnispspalten, die sich als Spalt nicht mehr zeigen, weil sie mit Firnis aufgefüllt sind.

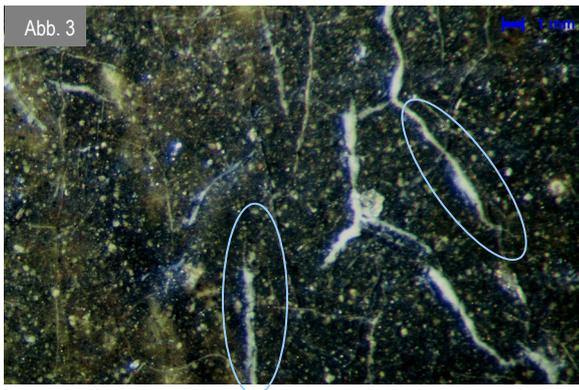


Abb. 3: Der Grad der Ausbreitung ist sehr unterschiedlich, es gibt Spuren, die einzelnen Fasern gleichen (○) –

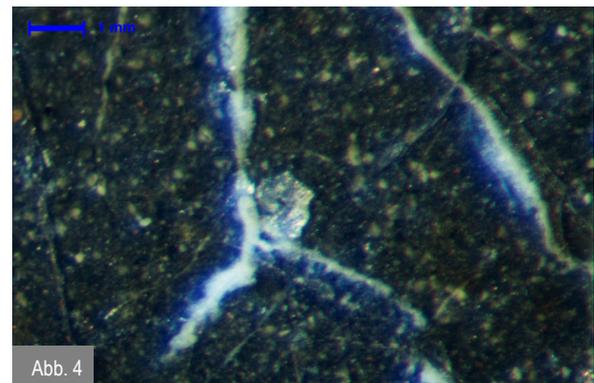


Abb. 4 und fortgeschritten zerfaserte Migration, die an Federchen (Plume) oder Cirruswolken erinnern.<sup>1)</sup>

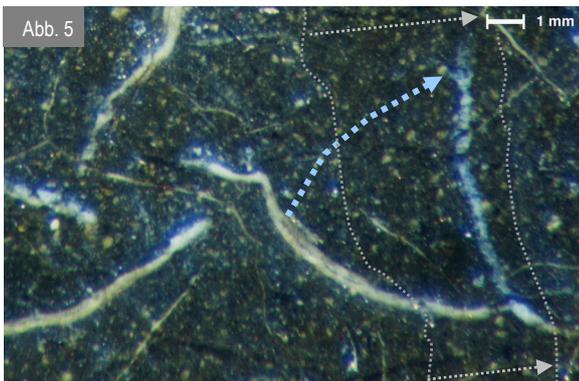


Abb. 5: Hier scheint der Kondensstreifen in fast ganzer Länge von seiner Aufstiegsquelle, der Kluft in Farbe, abgerissen und weit seitlich getragen worden zu sein (→). Gleichzeitig liegt in ein sehr breiter Spalt in der schwach getrübbten Firnislage, angedeutet mit grau punktierten Linien (...). Ein Teil des Kondensstreifens scheint mit dem Firnis abgedrftet.

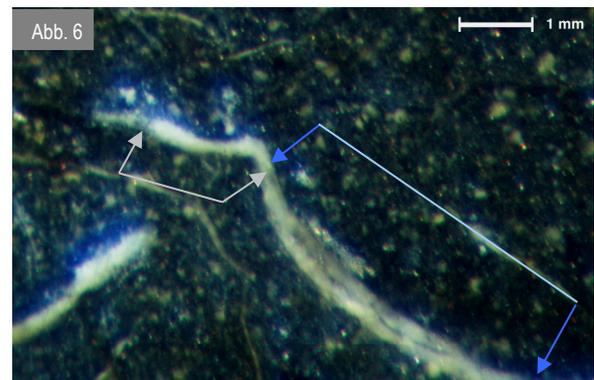


Abb. 6: Detail der Abb. 5 vergrößert:  
Der Blick in die Kluft zeigt deutlich dessen frei gelegten mittleren Abschnitt (→←) und den am Ort erhaltenen Teil (→←) des Kondensstreifens.

1) An der Gabelung sitzt zusätzlich eine runde, diagonal abgehobene Firnisschuppe.

### 5.2.4.2 Kondensstreifen

Beschreibung in Aufsicht am Gemälde AP NECKER 1557, dem wohl ersten Gemälde, an dem Pettenkofer, seine Versuche unternahm.

Kondensstreifen können aus tiefen Lagen verschiedener Farbe aufsteigen, hier sind es rostrote und mennigefarbene Lagen, wohl aus Untermalungen.

Abb. 1:

Der Bereich der Nelke, Pos. 25 ist erodiert, in der Senke ist der Rotlack stark reduziert.

Dort durchdringt Pigmente,

orange (←),

rostrot (←),

in besonders dichter Verzweigung die hellrote Untermalung und Reste von Rotlack

Interpretation:

In diesem Bereich ist der Widerstand gegen Quelldruck von unten geringer, entsprechend dichter ist das Geflecht aus Kondensstreifen. Es ist Substanz aus der Grundierung, die beide Pigmente enthält, der Aufstieg erfolgt ggf. fragmentiert nach Spaltbreite.

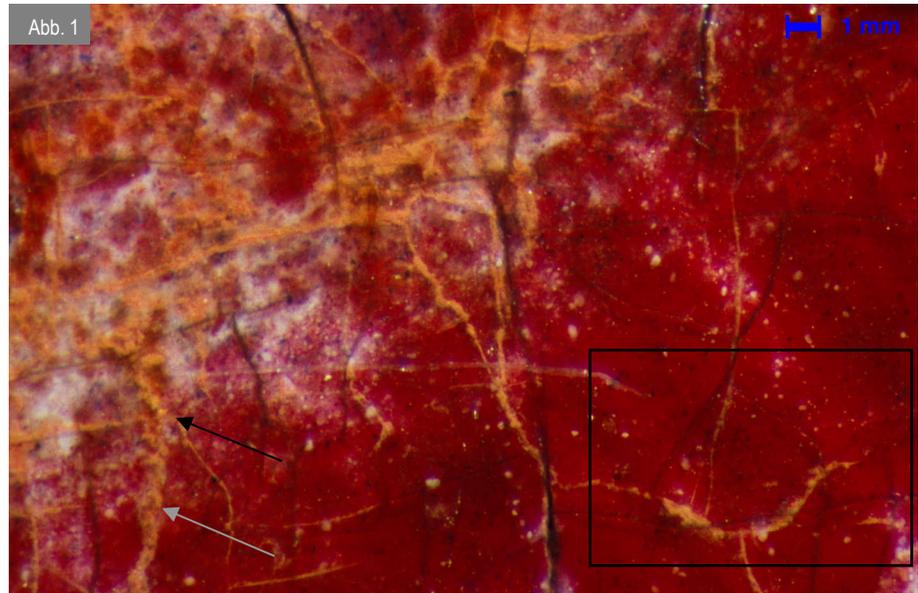


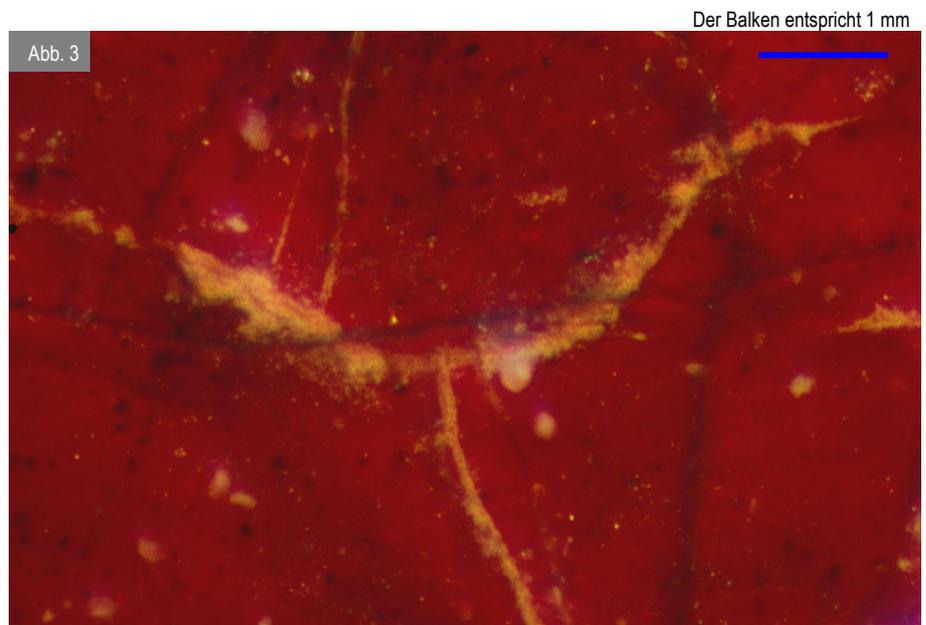
Abb. 3: (Detail □ aus Abb.1)

Kondensstreifen dringen nicht aus allen Malschicht-sprüngen – das gealterte Sprungnetz zeigt **keine** Kondensstreifen.

Kondensstreifen steigen in dieser dicken homogenen Farblackpartie **ausschließlich aus einem unsichtbaren, sehr feinen Spalt, dessen Verlauf vollständig vom Altersprungnetz abweicht.**

Interpretation:

Gequollene Farblasur hat Sprünge verstopft, bei/nach der Regenerierung hat sich neu ein unabhängiges Sprungnetz gebildet.



Dicht am Kondensstreifen zeigt sich eine kleine milchweiße Perle (siehe Tupfen in Kugelform Bsp. 5.2.5).

## **5.2.5 Tupfen und Schleier – Tupfen sind ein Referenz-Phänomen –**

### 5.2.5.1 Tupfen

BOL, *Dame mit einer Nelke*, Inv.-Nr. 238 (WH)

KONINGH, *Geistlicher in Studierzimmer*, Inv.-Nr. 819 (GG)

### 5.2.5.2 Tupfen als Schwarm

REMBRANDT, *Saskia van Uylenburgh*, Inv.-Nr. 236 (WH)

OSTADE, *Bauerngesellschaft im Wirtshaus*, Inv.-Nr. 855B (GG)

### 5.2.5.3 Tupfen als Schwarm und entwickelt zu Schleier

WOUWERMAN, *Pferdestall*, Inv.-Nr. 1035 (AP)

### 5.2.5.4 Tupfen entwickelt zu Schleier

TENIERS (Kopie), *Landschaft mit Staffage*, Inv.-Nr. 1211 (AP)

REMBRANDT, *Joseph und die Frau des Potiphar*, Inv.-Nr. 828H (GG)

### 5.2.5.5 Tupfen, als Schwarm und in Kugelform

REMBRANDT Schule, *Saskia v. Uylenburgh im Profil, in reichem Kostüm*,  
Inv.-Nr. 812 (GG)

REMBRANDT, *Joseph und die Frau des Potiphar*, Inv.-Nr. 828H (GG)

### 5.2.5.6 Tupfen, entwickelt zu Schleier und Aufstülpung

ROGHMAN, *Gebirgslandschaft mit Hirte*, Inv.-Nr. 807A

### 5.2.5.1 Tupfen

Beschreibung in Aufsicht an zwei Gemälden, WH BOL 238, Pos.80 und GG KONINGH 819, Pos. 14a und 9

Mit Bedacht wird dieses kaum augenfällige Phänomen mit der besten Fototechnik vorgestellt, die erlaubt, mehrere Ebenen digital zusammenzurechnen – wegen der unterschiedlichen Höhenlage der Tupfen ergibt sich dennoch ein flirrendes Bild.

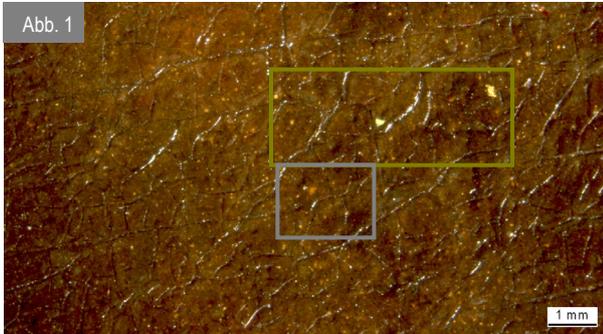


Abb. 1: WH BOL 238, Pos. 80

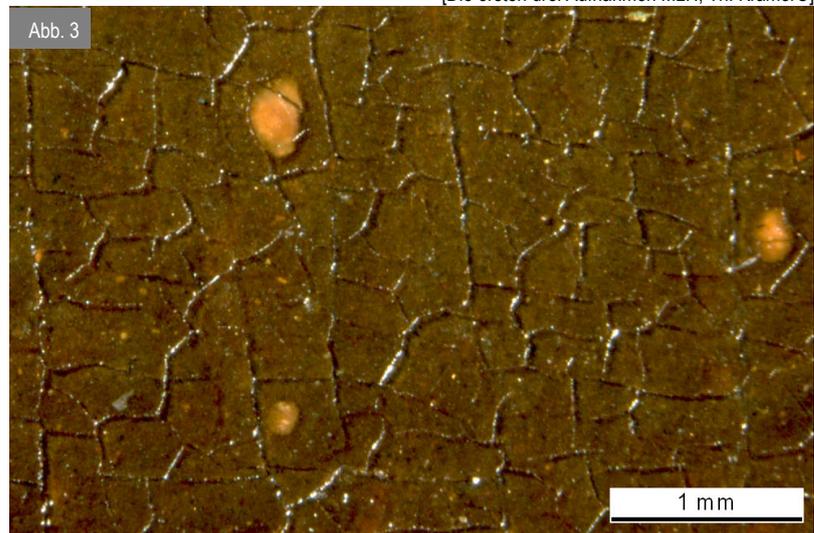
[Die ersten drei Aufnahmen MLH, Th. Krämer©]

Abb.2: (Ausschnitt □)

Der braune Farblack im Hintergrund erscheint durchsetzt von kleinen Türmchen (s. 5.4.2). (markiert mit einem zitronengelben Punkt (↑)).

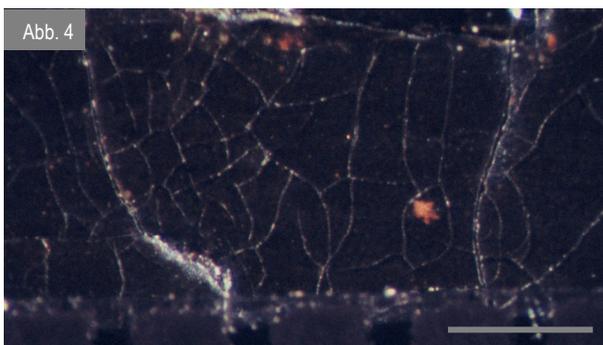
Abb. 3, Detail (□):

Dieselbe Partie zeigt orangefarbige Tupfen, isolierte größere Tupfen, hier maximal  $\varnothing$  160-240  $\mu\text{m}$ , er ist oval und außen unscharf konturiert (fibratus).

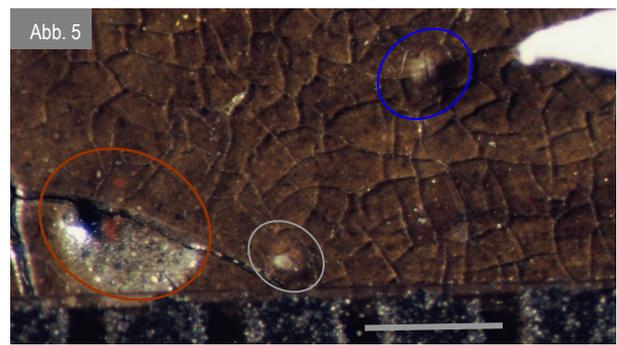


Interpretation:

Er konnte sich also in dieser speziellen Firnislage ausbreiten. Ein haarfeiner Sprung quer über ihm, die Firnislage darüber ist versprödet.



Skala mm an Unterkante, Balken entspricht 1 mm



Skala mm an Unterkante, , Balken entspricht 1 mm

Abb. 4: GG KONINGH 819, Pos. 14a, Ein kleinerer roter Tupfen, leicht sternförmig zerfasert.

Abb. 5: Ebd., Pos. 9; Ein oxidroter Tupfen ( $\varnothing$  170  $\mu\text{m}$ ) im Firnis (○), daneben eine Fehlstelle, die seinen Ursprung aus der oxidroten Grundierung belegt. Zusätzlich gibt es einen grauen Tupfen (○) und eine Pustel (○) siehe Art 5.2.6.

Interpretation:

Tupfen stammen aus unterliegenden Farblagen und breiten sich graduell über der Farbschicht aus.

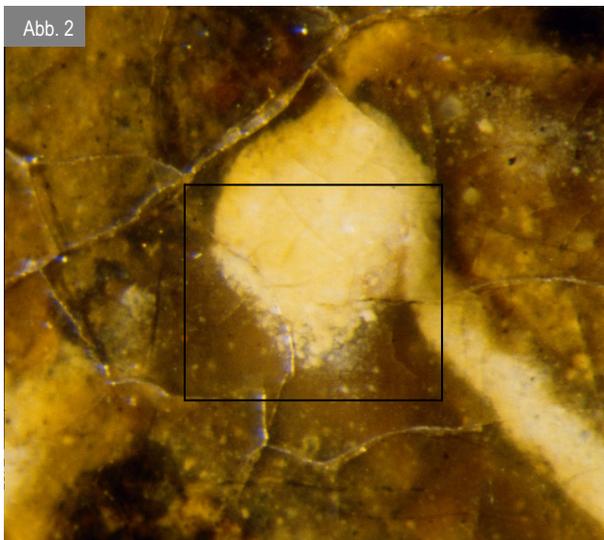
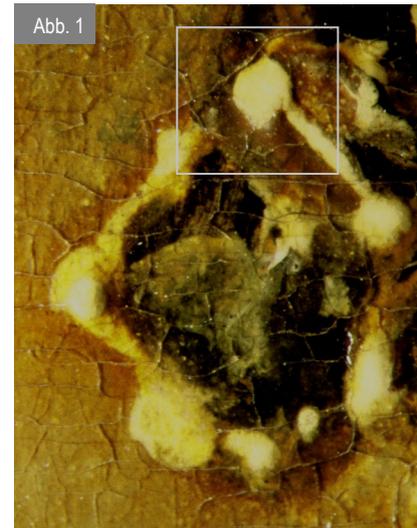
### 5.2.5.2 Tupfen als Schwarm

Beschreibung in Aufsicht an zwei Gemälden

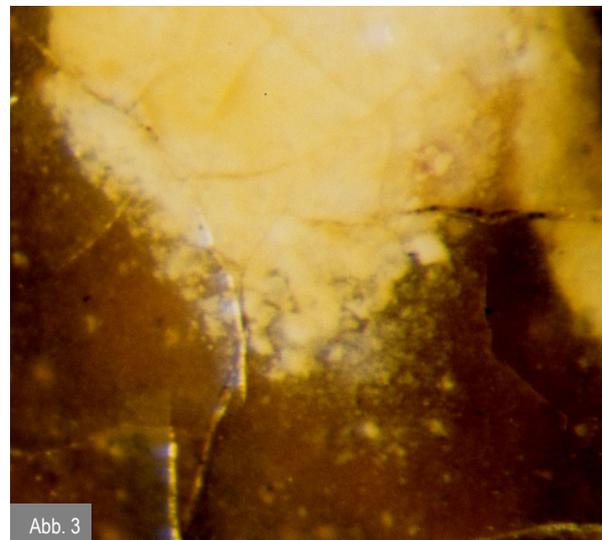
Abb. 1 bis 3: WH REMBRANDT 236, Pos. 7  
(Detail in drei Vergrößerungen).

Saskia trägt an den Ohren Anhänger, die mit Perlen besetzt sind. Zwischen den Perlen liegen metallne Stege, auf denen weiße feine Linien helle Glanzlichter geben. Hier löst sich weißes Pigment aus einer Decklage flockig aus dem Farbfilm, dieser Schwarm erstreckt sich auf 450 x 750 µm Fläche.

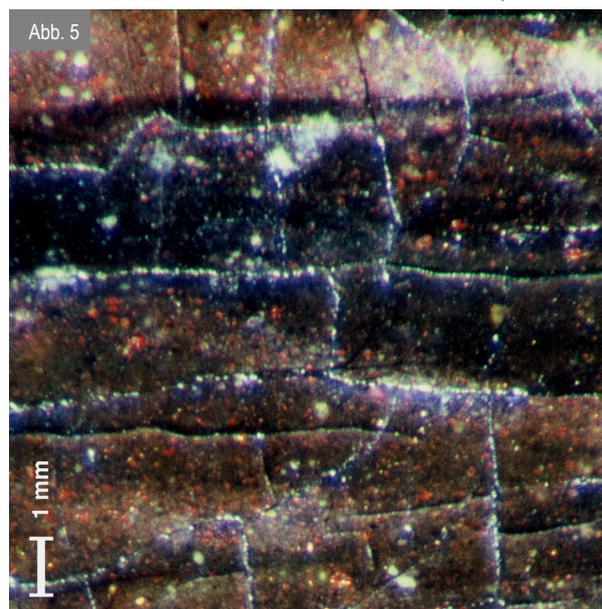
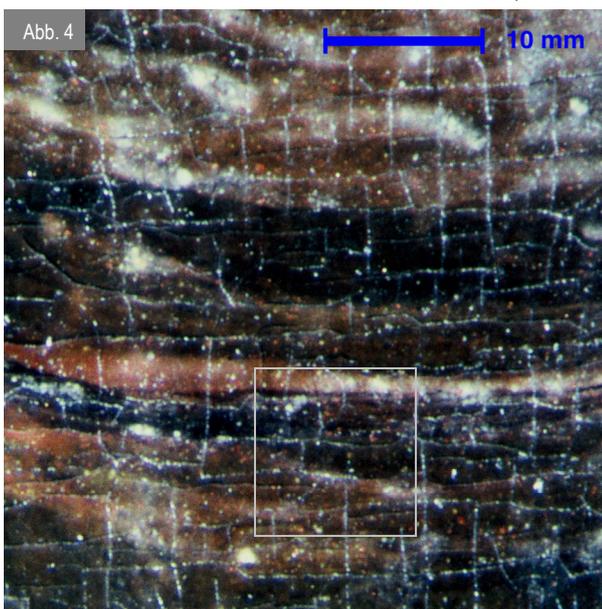
Abb. 4 und 5: GG OSTADE 855B, Pos. 2b  
(Ausschnitt und Detail). Ein am Boden liegender Tonkrug.  
Die Abbildungen zeigen den Blick waagrecht auf den Henkel und darüber die auskragende Kante des Krugs. Gleichförmig in Schatten und Lichtern liegen stark verstreut rote und weiße Tupfen als heterogener Schwarm vor, die weißen beginnen, sich in Schleier zu wandeln.



Die Höhe der Abb. entspricht 4 cm



Die Höhe der Abb. entspricht 1,5 mm



### 5.2.5.3 Tupfen als Schwarm und entwickelt zu Schleier

Beschreibung in Aufsicht am Gemälde AP WOUWERMAN 1035



Abb. 1

Abb. 1 und 2, Pos. 8:

An dem Gemälde auf Kupfertafel von Wouwerman hat die Verfasserin

„winzige Pünktchen...  
wie eine Milchstraße“

beobachtet, mit zwei Detailfotos belegt und als gedachten Querschnitt publiziert (SCHMITT 1990, S. 59), beide Detailfotos werden hier wiederholt.

Die Abb. 2 zeigte bereits zusätzlich einen hellgrauen Schleier (→).

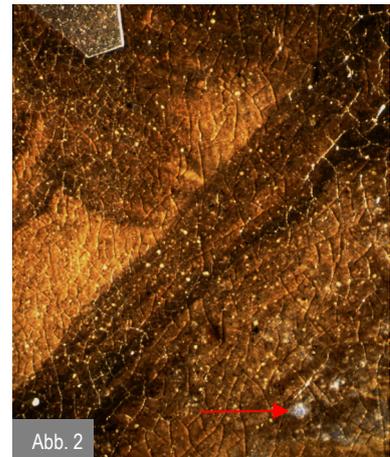


Abb. 2

Abb. 3, Pos. 3:

In tief dunklen Schatten des Dachs liegen Tupfen als Schwarm.

Vergrößert erkennt man die Anordnung als Ringe (○). Dieses Gemälde ist auf Kupfertafel gemalt – wirkt sich hier eine besondere Korrosion oder ein Mycelium aus? (siehe Erläuterung)

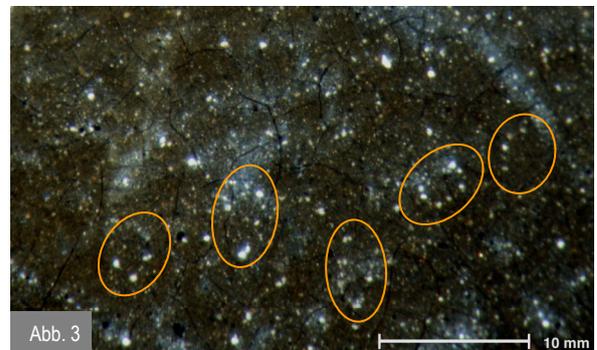


Abb. 3

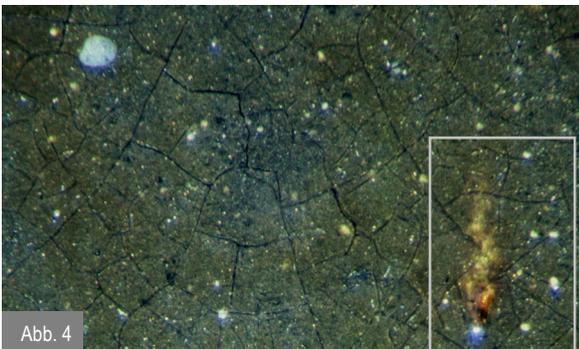


Abb. 4

Die Breite der Abb. entspricht 4,5 mm

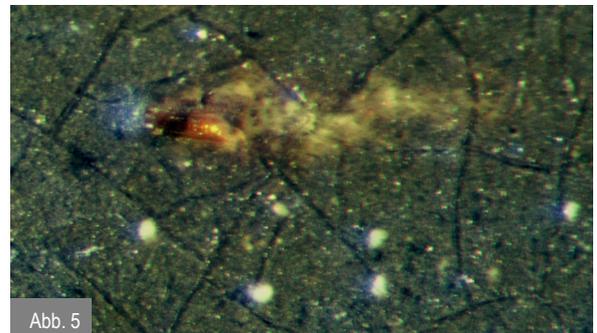


Abb. 5

Die Breite der Abb. 5 und 6 (um 90 Grad gedreht) entspricht 1,8 mm

Abb. 4 und 5 (Detail □): Pos. 3;

In der Umgebung ist die Malschicht um ein transparentes Partikel herum stark aufgelöst, „Tupfen“ sind hier größer ca. 47 µm Ø.

Abb. 6: Diese Abb. beweist, dass sich die Schleier (○) 60 µm Ø aus weißen Tupfen entwickeln; dünn verteiltes Weiß wirkt grau (translucidus). Innerhalb einer benachbarten Fehlstelle liegt ein Cirrus capillatus. Durch den dicken gelbten Firnis erscheint er gelb.

Interpretation: weiße Öl gebundene Grundierung kann in Fehlstellen als Cirrus capillatus, in Poren der Farbschicht als Tupfen aufsteigen und entwickelt sich zu Schleiern.

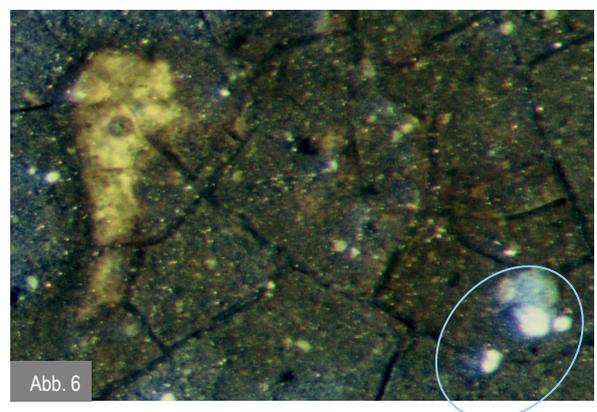


Abb. 6

### 5.2.5.4 Tupfen, entwickelt zu Schleier

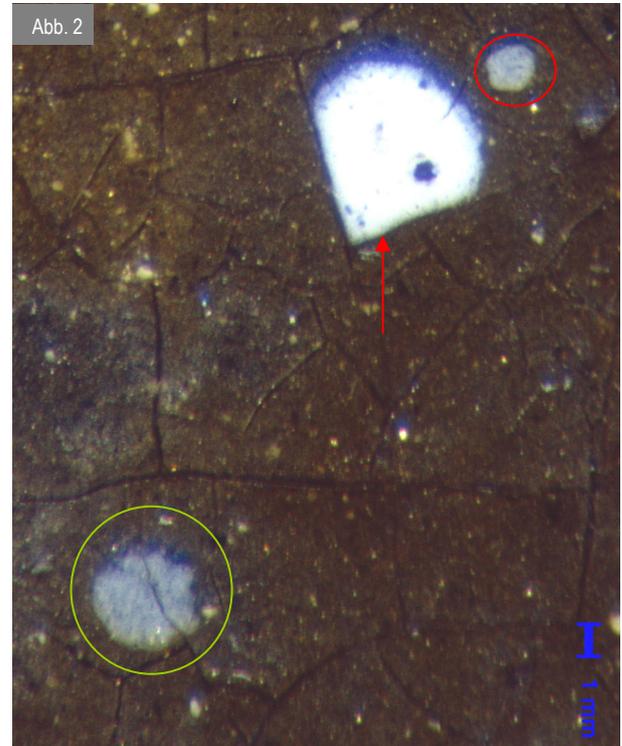
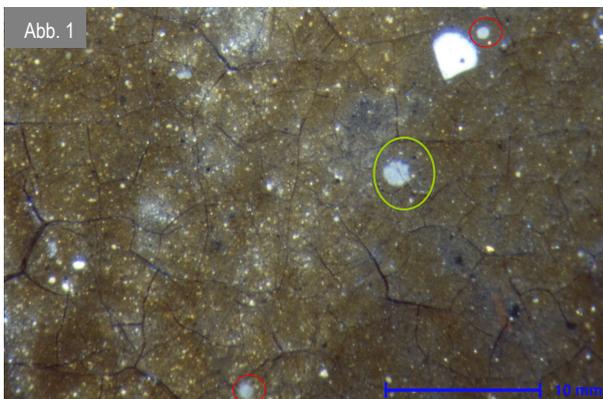
Fortsetzung am Gemälde AP WOUWERMAN 1035

Abb. 1: Im Schatten vom Scheunendach, Pos. 8 sind die vergrößerten Tupfen überwiegend zentrisch, die weiße Substanz breitet sich also ungestört von einem Punkt aus.

Abb. 2 (Detail □):

ein grauer Tupfen (○) und ein Kraterloch (○) mit undulierenden Rändern, in dem sich unterliegendes Grau zeigt. Ein Tupfen ist zu einem Schleier (↑) entwickelt. Er ist trotz seiner Ausbreitung deckend weiß und bildet einen Viertelkreis (mit Loch).

Interpretation: an zwei Kanten behindern Schollengrenzen die kreisförmige Ausbreitung.



Die undulierten Ränder und der feine Schatten weisen ein Kraterloch aus. Der „Halo“ muss aus der unterliegenden Grundierung aufgestiegen sein. Er zeigt am Rand Unschärfe (fibratus). Der Schleier scheint horizontal ausbreitet. Im „Loch“ kann sowohl eine Luftblase wie eine transparente Pustel liegen.

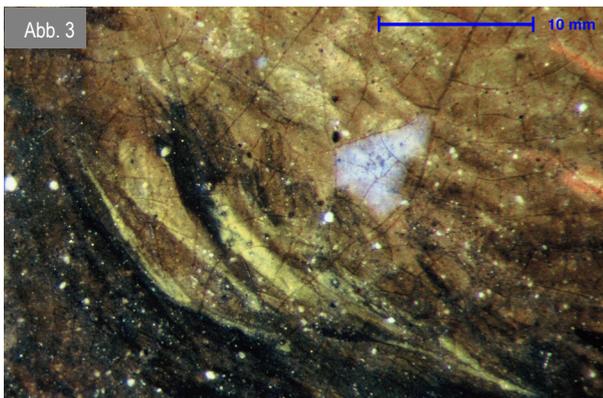
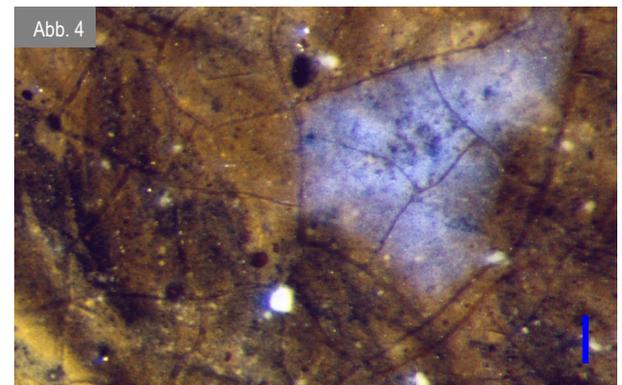


Abb. 3:

Im Gefieder des braunen Huhns (Pos. 5a) liegt ein sehr ähnlicher, sehr weit ausgebreiteter Schleier, auch er wird begrenzt von Kanten, jedoch bedeckt der Schleier hier mehrere Schollen und erscheint „verdünnt“ hellgrau.



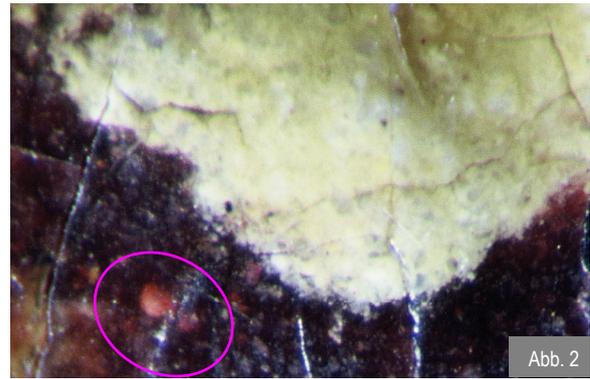
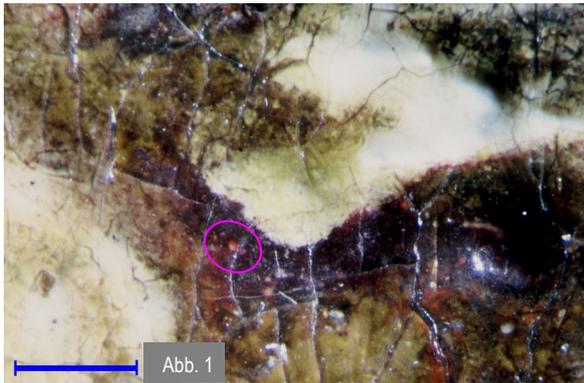
blauer Balken = 1 mm

Interpretation:

Wenn der Schleier durchscheinend dünn (translucidus) ist, lässt er die Schollen der Malschicht samt Sprüngen darunter erkennen. Dies deutet auf eine hohe Position in der Firnissschichtung.

### 5.2.5.5 Tupfen, als Schwarm und in Kugelform

Beschreibung in Aufsicht an GG REMBRANDT 812, Pos. 16



Balken zeigt 1 mm

Abb. 1 (Ausschnitt) und Abb. 2 (Detail): GG REMBRANDT 812, Pos. 16;

Der weiße Pinselstrich ist zum Teil bis über die Firnisoberfläche aufgequollen, zeigt dort keine Gilbung des Firnisses mehr und hat eine glatte Oberfläche (Cumulus calvus). Der Bereich, der noch von Firnis bedeckt ist, zeigt weißen Effusionen.

In einer tiefen Tasche roter Lasur liegen zwei kugelrunde, scheinbar pinkfarbene Formen (○) ca. 60µm Ø.

Interpretation:

Die Kugeln sind ebenfalls weiße Tupfen, die als ungestört kugelige Formen, wie Sektperlen, aufsteigen und noch von Rotlack ummantelt sind.

Abb. 3-6, GG REMBRANDT 828H, Pos. 16

Abb.3: Ausschnitt mit zwei Rahmen (□□):  
Locker getupfte Pinselstriche (erneut Decklagen)  
lösen sich auf, bilden Schwärme von Tupfen.

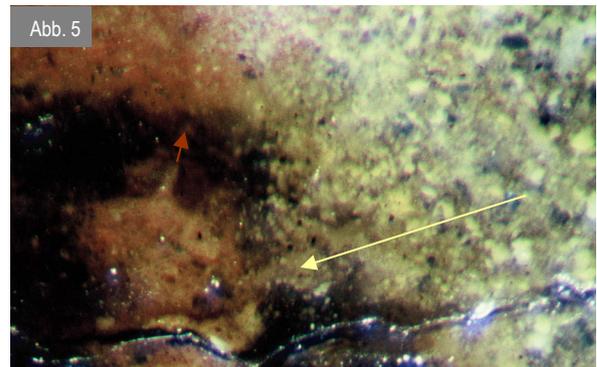
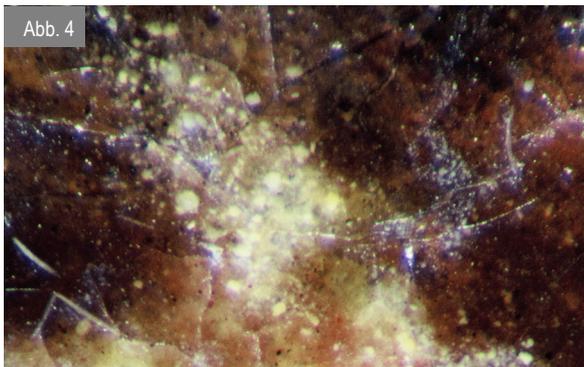
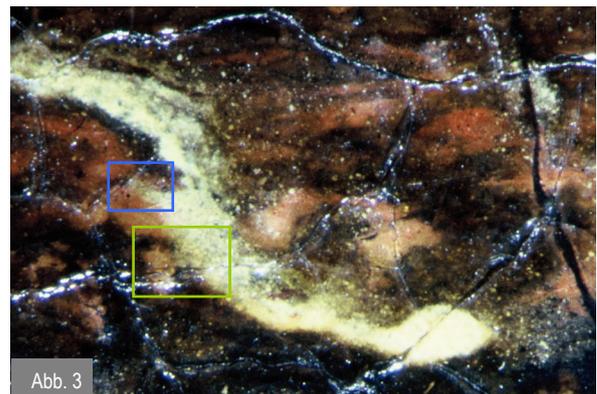


Abb. 5, Detail (□):

Interpretation:

Mit bloßem Auge kann man diesen Stratus lenticularis als Erosion missdeuten.

Abb. 6, Detail (□):

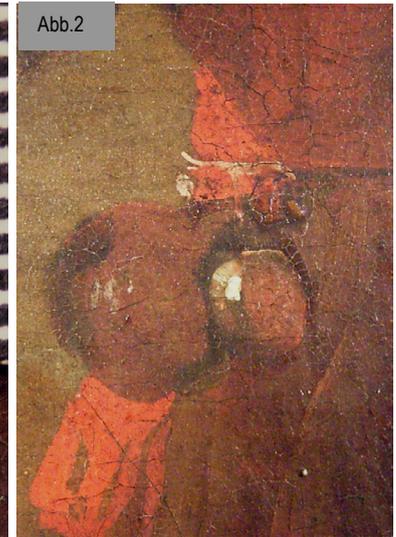
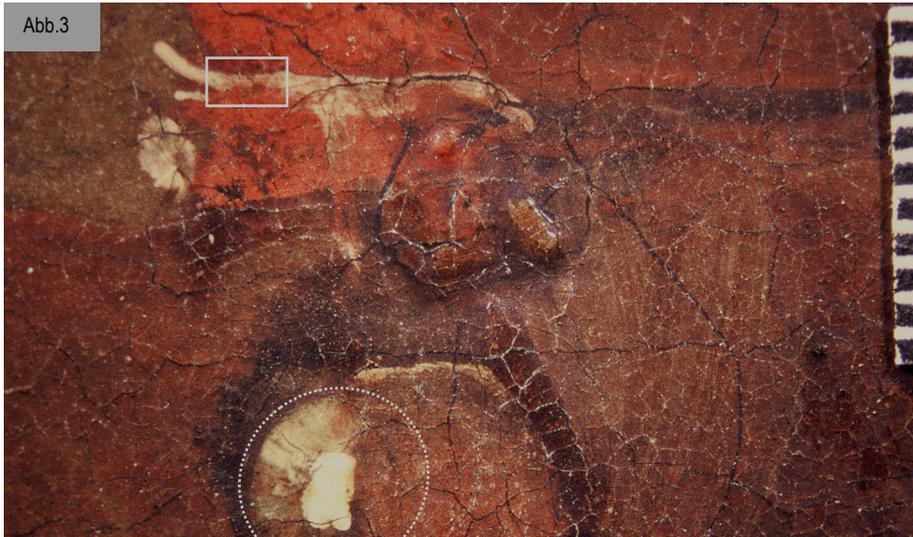
Hohe Vergrößerung und starkes Streiflicht zeigen in der Tiefe einer Tasche Effusion (↓) und Stratus lenticularis (↓) weiter oben.

Derartig konzentriertes Auftreten von Phänomenen wird unter Bsp. 5.2.7 weiter besprochen.

### 5.2.5.6 Tupfen, entwickelt zu Schleier und Aufstülpung

Beschreibung in Aufsicht am Gemälde GG ROGHMAN 807A, Pos.4

An Schulter (Pos.4 Abb.1) und Gürtel (Pos. 5 □ Abb. 2, 3) werden rote Gespinste mit bloßem Auge deutlich, weil sie ausreichend kontrastieren. An der Büchse (Pos. 6 ○ Abb.3) liegt ein extrem gesteigerter Schleier vor.



Das weiße Reflexlicht (○) an der Büchse unter dem Bocksbeutel ist in der Mitte aufgebläht gerundet, an den Konturen undulierend eingerissen, überwiegend strahlenartig, zum Teil turbulent verläuft weiße Farbe zu einem großen Viertel-Kreissegment.

Interpretation:

Der Farbtupfen erscheint zur Pustel gewuchert und zusätzlich 500 µm weit ausgeflossen (Schleier mit runder Kontur wie Halo.)

Die ungewöhnliche Größe und das Zusammentreffen von zwei Arten Phänomen in einem deutet auf einen weiteren Einflussfaktor, wahrscheinlich Restaurierung nach Regenerierung.

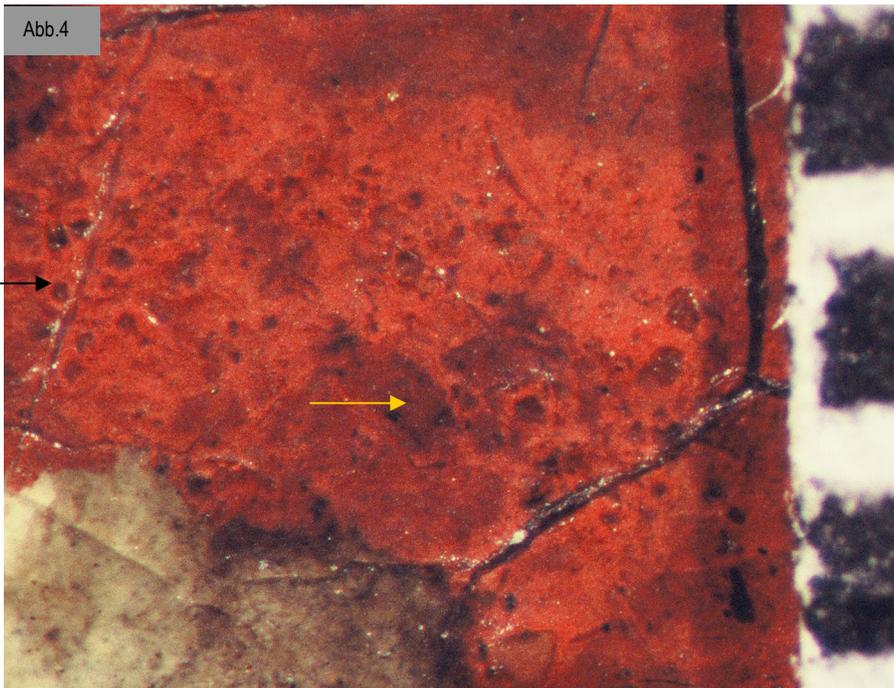


Abb.4: Detail von der Hüfte am Gürtel der Magd, Pos. 5

Orange bildet vielfach gesteigerte Ringmulden,  
→ Aufstülpungen.

An den Scheiteln liegt Orange

völlig frei, in den

Senken ist noch

→ dunkelrote Lasur zu erkennen.

Interpretation:

Die rote Lasur ist stark erodiert **und** verquollen.

## 5.2.6 Pustel – ist ein Referenz-Phänomen –

### 5.2.6.1 Pustel

Feld A8 und Feld 9.2 QS

### 5.2.6.2 Pustel und Körner

MIJTENS, *Portrait Frans I* (DH)

KONINGH, *Geistlicher in Studierzimmer*, Inv.-Nr. 819 (GG)

PIJNACKER, *Landschaft mit Torbogen*, Inv.-Nr. 787 (HAU)

VRIES, *Mann mit Samtbarett*, Inv.-Nr. 803 (GG)

### 5.2.6.3 Pustel

REMBRANDT, *Selbstbildnis als Zeuxis*, Inv.-Nr. 2526 (WRM)

### 5.2.6.4 Pustel, Cumulus, Kraterloch und Krater an „Fettreif“

OSTADE, *Bauerngesellschaft im Wirtshaus*, Inv.-Nr. 855B (GG)

WOUWERMAN, *Pferdestall*, Inv.-Nr. 1035 (AP)

KONINGH, *Geistlicher in Studierzimmer*, Inv.-Nr. 819 (GG)

NECKER, *Blumen in einer Vase*, Inv.-Nr. 1557 (AP)

„Fettreif“ – Schmelzfraktionierung an Schokolade

## 5.2.6.1 Pustel

Beschreibung in Aufsicht und Querschnitten (UV) an Versuchsmaterial Fragment:



Abb. 1: Aufsicht auf Feld A9, Licht von links unten  
Eine kleine Pustel ist nach der Regenerierung freigelegt und -wie der Schatten beweist- abgehoben (○), eine große grün verschleiert (○).

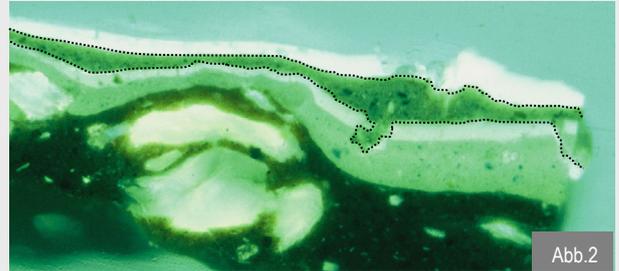


Abb. 2: Feld A8 UV Feld kripiert belassen  
Der Querschliff zeigt eine große weiße Pustel in der Grundierung ungewöhnlich stark zerklüftet. Die grüne Übermalung zwischen Firnissen ist hier besonders kompakt, dringt in Fehlstellen, vermischt sich aber nicht mit den Firnissen darunter und darüber.

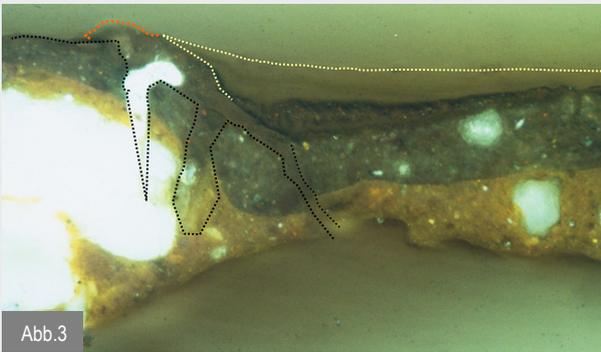


Abb. 3: Feld A9.2 kripiert und kombiniert regeneriert CB1 VIS.  
Deutlich ragt eine helle gekrümmte Spur aus der weißen Pustel. Dies ist Schleifstaub, der hell reflektiert. Die eingezeichnete Kontur betont die Sprungkanten. Die Wölbung (...) an der Oberfläche über der Kluft liegt hinter der Schlickebene.

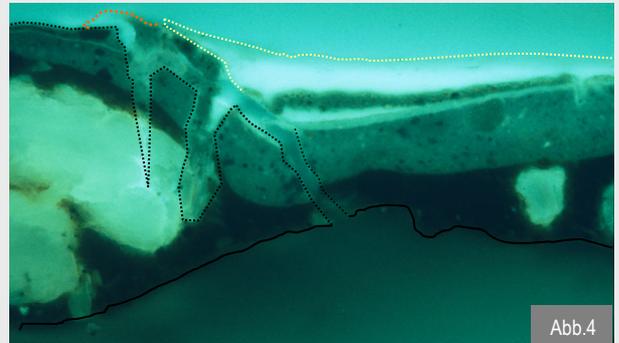


Abb. 4: Feld A9.2 UV. Interpretation:  
**Erst nach** der Regenerierung ist die Schichtung **über** der Pustel entlang dem originalen (stabilen) Firnis aufgeplatzt, Übermalung ist deutlich mit den späteren Firnissen vermischt, turbulent in die Klüftung migriert und übersteigt über der Pustel die Oberfläche der Firnissschichtung.

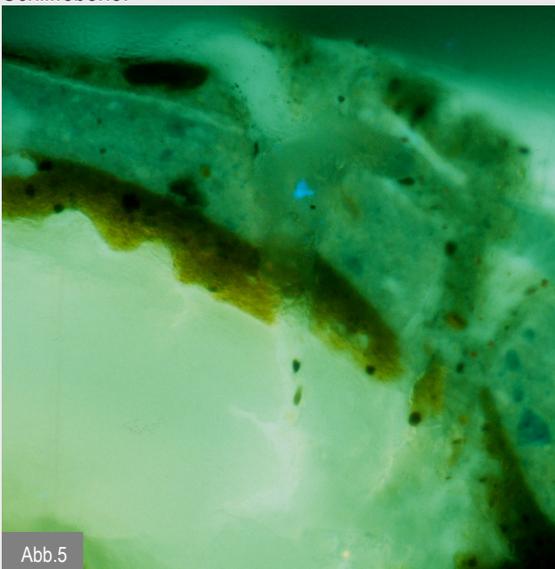


Abb. 5: Feld A9.2 UV Derselbe Querschliff stark vergrößert ohne Einzeichnung  
- der tiefe Spalt in der Mitte wird zur Orientierung in beiden Abbildungen gezeigt.

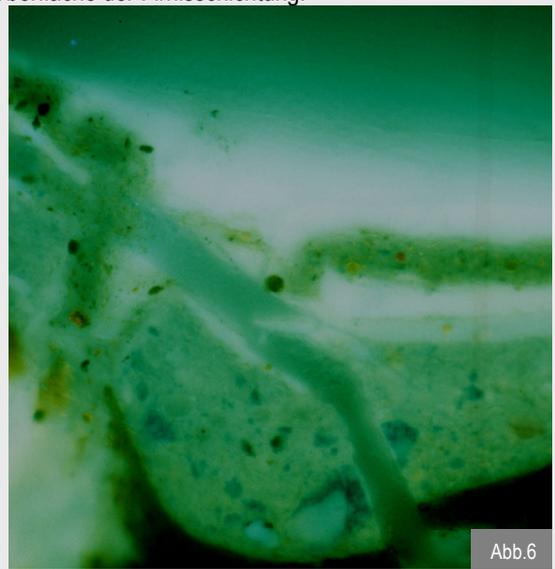


Abb. 6

## 5.2.6.2 Pustel und Körner

Beschreibung in Aufsicht an vier Gemälden  
Erläuterung des Begriffs siehe Glossar

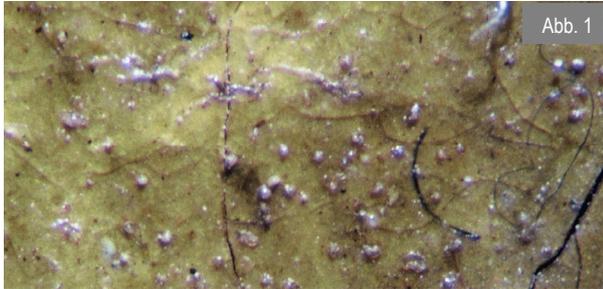


Abb. 1

Abb. 1 und 2 (Detail): DH MIJTENS Frans I  
[Aufnahme M. te Marvelde ohne Maß]  
Die gelbe Partie zeigt Scharen von kleinen  
rundlichen Erhebungen (Protrusionen).

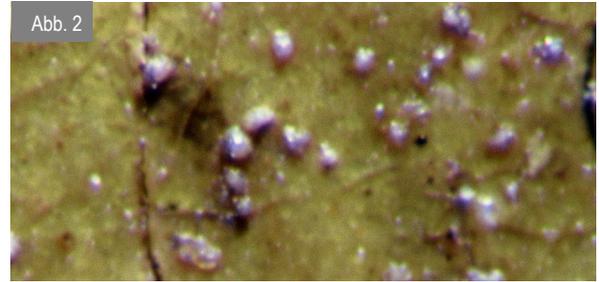


Abb. 2

Die Nabsicht erweist sie als weiß bis transparente,  
definitiv gut gerundete Aggregate, wie sie für  
metall-organische Verseifungen typisch sind.



Abb. 3

Balken entspricht 5 mm

Abb. 3 und 4 (Detail): GG KONINGH 819, Pos. 7a  
In dieser hellen Partie liegen sehr ähnlich helle  
Erhebungen, in der Schattenpartie links zeigen sie  
eine andere Form:

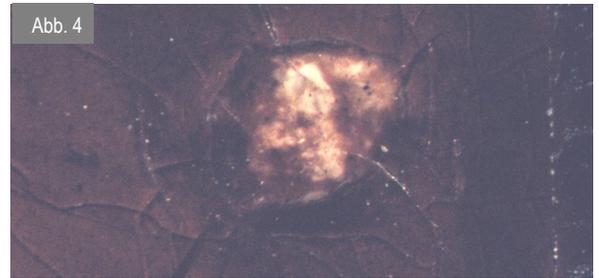


Abb. 4

Durchmesser Pustel ca. 500 µm  
Ebd. Pos. 6; Diese Pustel ist unregelmäßig  
buckelig, nach mineralischer Terminologie  
subgerundet äquidimensional. Die rote Lage  
darüber (Lasur?) erscheint unregelmäßig  
ausgedünnt zerflossen.

Abb. 5: HAU PIJNACKER 787, Pos. 34  
Mitten in einer grünen Laubpartie liegt  
südlich ein flacher weißer Tupfen (○) und  
nördlich eine ca. 100 µm dicke Pustel aus  
vollkommen transparentem Material.

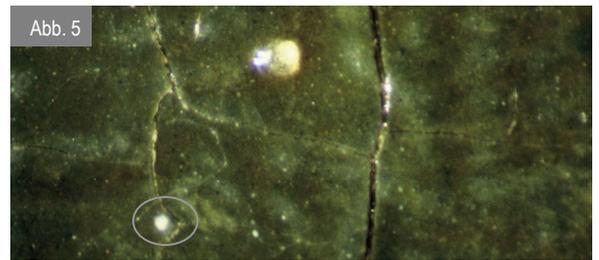


Abb. 5

Breite der Abb. entspricht 18 mm

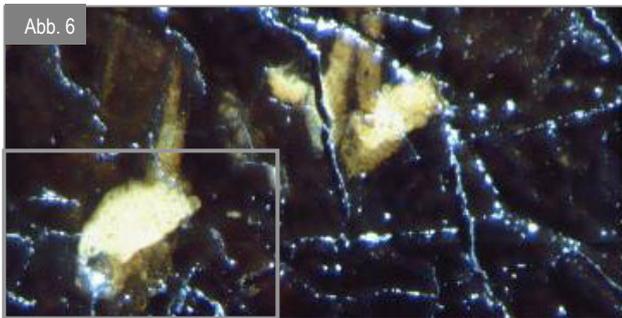


Abb. 6

Breite der Abb. 6 entspricht 4,8 mm

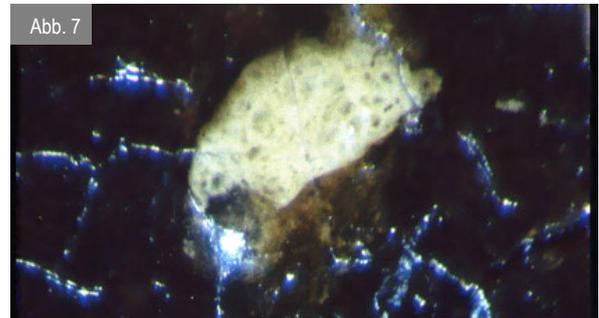


Abb. 7

Breite der Abb. 7 entspricht 2 mm

Abb. 6 und 7 (Detail): GG VRIES 803, Pos. 19a; Eine transparente Pustel ist weit über die Firnisfläche  
gewuchert, 250-300 µm dick und halbkugelförmig.

Interpretation: Bei der Regenerierung scheint aus eine Metallseifenaggregat diese transparente Pustel  
gewuchert zu sein (Hypothese: Metamorphose durch Löslichkeit in Regeneriermittel).

## 5.2.6.3

## Pustel

Beschreibung in Aufsicht am Gemälde WRM REMBRANDT 2526, Pos. 5

Pusteln treten an diesem Gemälde gemeinsam mit bereits vorgestellten Regenerierdeformationen auf.

Abb. 1 und Abb.2 (Detail) zeigen eine helle Pustel mittig in einer tiefen Tasche, überdeckt von einem gelben Cumulus. Zusätzlich erkennt man kleinteilige Regenerierphänomene:

- koagulierte brauner Lasur (○)
- Cirrus (○)
- Tasche (○)

sowie in Abb.2

- Effusionen (↓)
- Firnis-Grate an Firniskissen
- Schwemmsaum (---)



Millimeterskala links

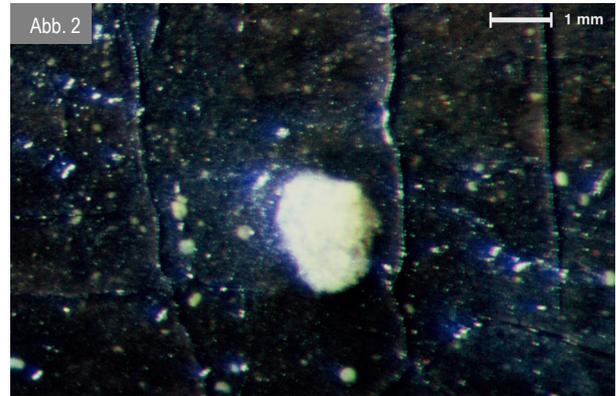
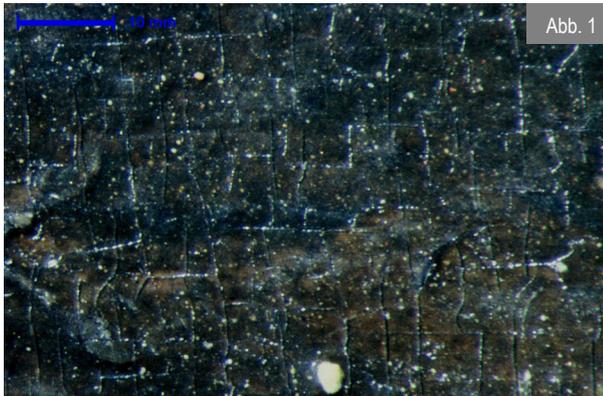


Ocker bildet gleichzeitig Effusionen und Cumulus calvus. Diese flache Kuppe wird teilweise überschwemmt von brauner Lasur, aus der Tiefe der tiefen Tasche kommend (markiert mit - - - Linie). Die weiße Pustel übersteigt noch den gelben Cumulus und erreicht die Firnisoberfläche. Der Balken entspricht 1 mm.

Interpretation: Die Referenz-Phänomene Pusteln treten vielfach in regenerierten Gemälden auf und zeigen deutliche Auflösungserscheinungen. Vielfach werden sie begleitet von einer Ansammlung anderer charakteristischer Regenerier-Phänomene, hier markante Grate an der Firnisunterbrechung.

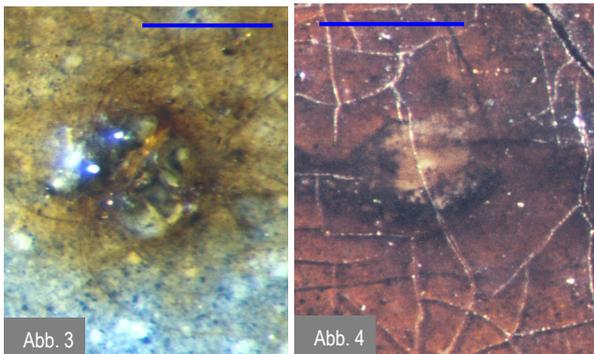
## 5.2.6.4 Pustel, Cumulus, Kraterloch und Krater an „Fettreif“

Beschreibung in Aufsicht an drei Gemälden OSTADE 855B (GG), WOUWERMAN 1035 (AP), GG KONINGH 819 (GG), NECKER 1557 (AP) und Vergleich eines Kraters im „Fettreif“ an Schokolade;

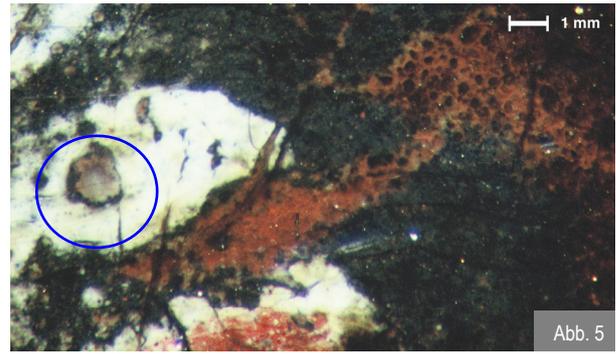


GG OSTADE 855B, Pos. 5a, um 1930, Hell: „leicht regeneriert, dann den grauen Firnis rundum entfernt“. Inmitten eines Tupfennebels liegt an dieser Holztafel eine Pustel von enormer Größe, fast 1000  $\mu\text{m}$  groß. Diese Pustel zeigt außen deutlich Effusionen (Cumulus capillatus). Loon hat 2008 zahlreiche, auch remineralisierte Bleiseifenaggregate abgebildet, die größten sind ca. 250  $\mu\text{m}$  groß.

Interpretation: Auch, wenn dies sehr wahrscheinlich ein solches Bleiseifenaggregat ist, aufgestiegen aus einer Bleiweiß-Ölhaltigen, oberen Grundierungslage, liegt hier der Verdacht nahe, dass eine zusätzliche Auflösungserscheinung durch Regenerierung stattfand. Denkbar ist, dass sich diese Pustel in einer Fehlstelle schneller und weiter entwickeln konnte. (Vgl. rostroter Cumulus an HAU PIJNACKER 787 auf, s. 5.2.2.1)



Pos. 8 Der Balken entspricht jeweils 1 mm Pos. 10



Pos. 15

Abb. 3: AP WOUWERMAN 1035

Tupfen im Nebel sämtlich zerfasert, eine ebenso große Pustel unter transparentem Überzug scheint im Aufbrechen begriffen. Abb. 4: GG KONINGH 819 eine helle Pustel löst sich in der Firnis-schichtung auf.

Abb. 5: AP NECKER 1557

In regenerierten Gemälden liegen sehr häufig Kraterlöcher; hier erkennt man wegen des hohen Kontrastes gut die undulierten Ränder des 1000  $\mu\text{m}$  großen Kraterlochs. Der Krater-rand ähnelt auffällig „Fettreif“ an Schokolade. Auf diese Parallele wies Skaliks 1999 hin.

Abb.6: Nach rascher Abkühlung von 40 auf 8  $^{\circ}\text{C}$  zeigt auch Schokolade charakteristisch undulierte Krater-ränder (O, gepunktete Markierung zeigt auch ein Kraterloch)



„Fettreif“ in geschmolzener, schnell und stark abgekühlter Schokolade

Interpretation:

Es könnte sein, dass ein solches zentrisches Wachstum von in undulierenden Ringen angeordneten Klein-Aggregaten mit einem Temperatursturz in Zusammenhang steht.

Die Natur von Pusteln (und Tupfen) bleiben zu untersuchen. Auch im Falle von Metallseifenaggregaten sind die Ursachen für das Wachstum aller Ausprägungen in verschiedenen Stadien und eine Metamorphose durch Regenerierung noch ungeklärt, neu wird angeregt Kälte/Kriepierung als Ursache einzubeziehen.

**5.2.7 Konzentration von Regenerier-Phänomenen  
– am Referenzmaterial Fragment treten  
Regenerier-Phänomene konzentriert auf –**

- 5.2.7.1 Konzentration – Schleier neben Spalten  
WOUWERMAN, *Vor dem Ausritt zur Falkenjagd*, Inv.-Nr. 1034 (AP)
- 5.2.7.2 Konzentration – Schwemmsaum und Effusion in Fehlstellen  
WOUWERMAN, *Vor dem Ausritt zur Falkenjagd*, Inv.-Nr. 1034 (AP)  
REMBRANDT Schule, *Frau an geöffneter Obertüre*,  
sog. Hendrikje Stoffels, Inv.-Nr. 828B (GG)  
REMBRANDT Schule, *Saskia v. Uylenburgh im Profil*,  
*in reichem Kostüm*, Inv.-Nr. 812 (GG)
- 5.2.7.3 Kartierung konzentriert auftretender Regenerier-Phänomene  
REMBRANDT, *Selbstbildnis als Zeuxis*, Inv.-Nr. 2526 (WRM)

### 5.2.7.1 Konzentration – Schleier und Schwundrisse

Beschreibung in Aufsicht am Gemälde AP WOUWERMAN 1034, Pos. 28

Wie in Kapitel 1 erwähnt, wertete Pecht 1863 an diesem Gemälde die Regenerierung als Ursache für „das gefährliche Reißen des Farbkörpers“ und stellte im April 1864, nach der Regenerierung durch Frey, „jene Verwischung der Schärfe des Striches [...] in hohem Grade fest“.

Pettenkofer widersprach erfolgreich, obwohl er an diesem Gemälde auf den Firnis Copaiva-Balsam aufgetragen hatte. Er vermerkte 1870, dass er eine „gleichmäßige Oberfläche [...] in wenigen Tagen“ herstellen konnte.

An diesem Gemälde wurden nach der Regenerierung die winzigen Fissuren deutlich sichtbar. Pettenkofer konnte überzeugen, dass diese keine Effekte der Regenerierung waren. Noch heute erkennt man zahlreiche kleine Schwundrisse am Auge des Schimmels.

Abb. 1:  
Im Auge des Schimmels malte Wouwerman diesen weißen Lichtreflex.  
Die weiße Farbe (Decklage) ist deplaziert.  
Die weißen Schleier erstrecken sich ca. 100 µm (→).  
Auch Gelb scheint zu kleinteiligen Schleiern zerlaufen (→).

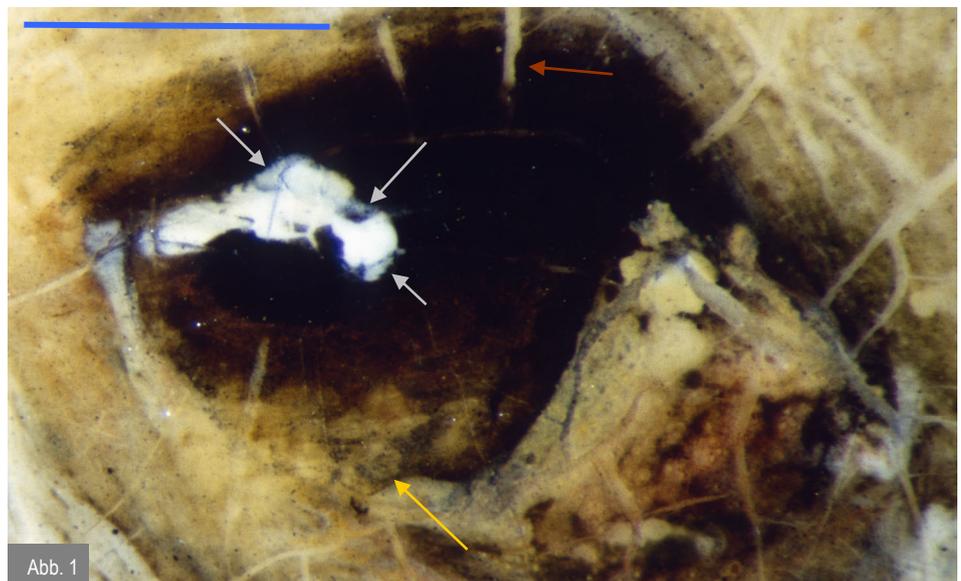


Abb. 1

Der Balken entspricht 1 mm

Abb.2, Detail aus Abb.1:

In den Spalten der tiefdunklen Iris liegt dunkle Farbe (↓ in beiden Abb.).

In den Spalten des Inkarnates liegt hellrotes Pigment – in Abb. 1 queren die genannten Farbspuren jedoch die Spalten (↓). Unterliegendes Grau könnte sichtbare Vorzeichnung sein (↓), rote jedoch nicht.

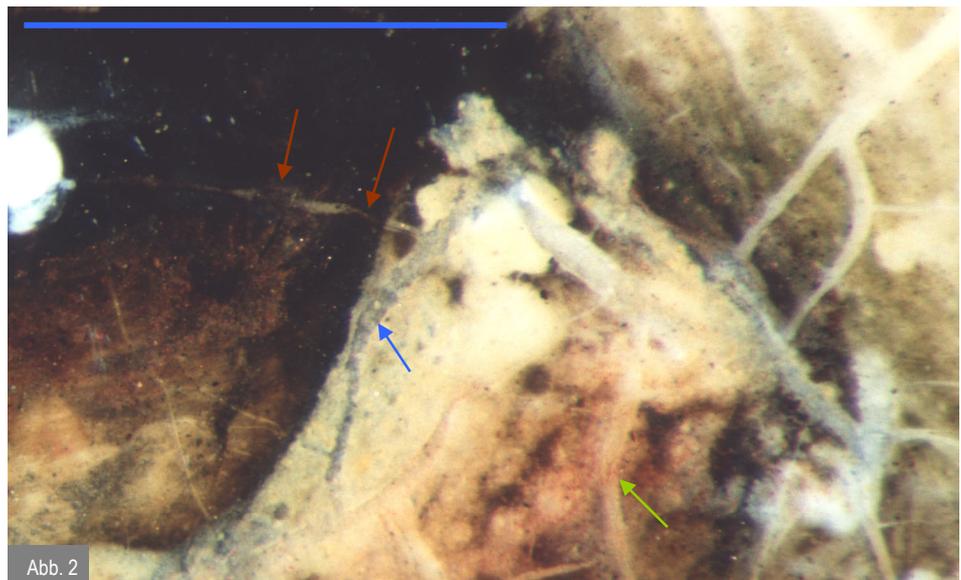


Abb. 2

Der Balken entspricht 1 mm

Die weißen Pinselstriche erscheinen heute mit bloßem Auge betrachtet durchaus „verwischt“.

### 5.2.7.2 Konzentration von Regenerier-Phänomenen – Schwemmsaum und Effusion in Fehlstellen

Abb. 1: AP WOUWERMAN 1034, Pos. 4  
Der Fehlstelle im Himmel fehlen auffällig spröde Bruchkanten.

Abb.2 Die Fehlstelle entspricht präzise dem Abklatsch, verflüssigte Farbe ist abgeschält und an anderer Stelle abgedruckt worden.

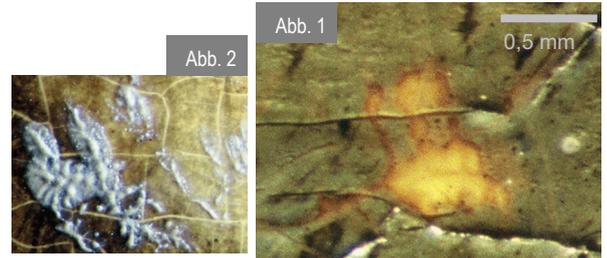


Abb. 3: GG REMBRANDT 828B

Die Enden sind vertikal stark unterschiedlich erstreckt. Effusionen sind klein. Wie diese Seite veranschaulicht, bedeuten sie **keine geringe Schädigung**.

Effusionen an den Rändern von Fehlstellen sind besonders gut erkennbar, der Farbfilm wirkt hier sowohl weich überdehnt wie in einzelne Pigmente aufgelöst.

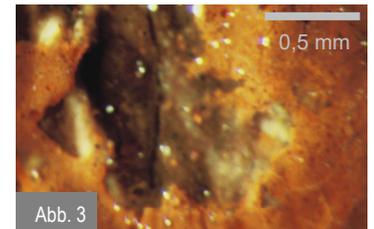


Abb. 3 und 4:

GG REMBRANDT 812, Pos. 14a

Deutlich zeigten sich die spröden Kanten der Firniklüftung. In diesem stark geschädigten Gemälde von Rembrandt sind keine Farbschichtsprünge mehr zu sehen, aufgestiegene und zerflossene Farben durchdringen sich gegenseitig. Teerfarbene Substanz (Imprimatur?) ist extrem weit aufgestiegen, sie überschwemmt sogar noch die Scheitel der aufgequollenen, deformierten ockergelben Farbe.

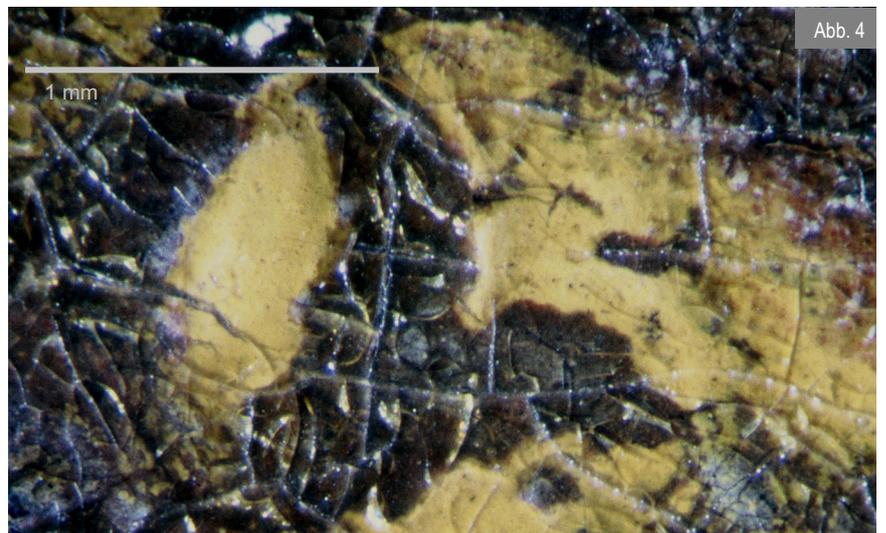
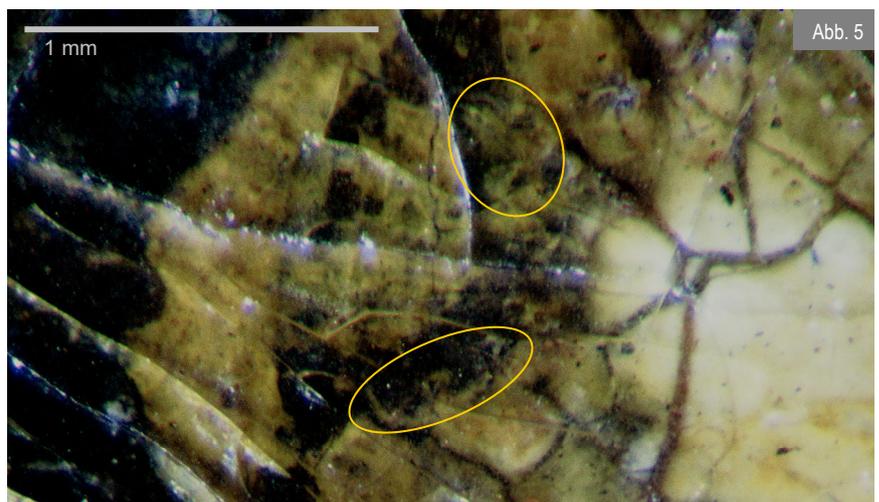


Abb. 5:

ebd., Pos.14b, südlich

Ockergelb überfließt teerfarbene Substanz. Der nördliche Ring markiert zwei Lappen eines Cirrus, die sich kelchartig aufbiegen.

Der untere Ring zeigt gewundene Pigmentspuren, die spitz ausfransen, typische Merkmale für Effusionen. Dazwischen liegt Cirrus fractus, ockergelb.



### 5.2.7.3 Kartierung konzentriert auftretender Regenerier-Phänomene

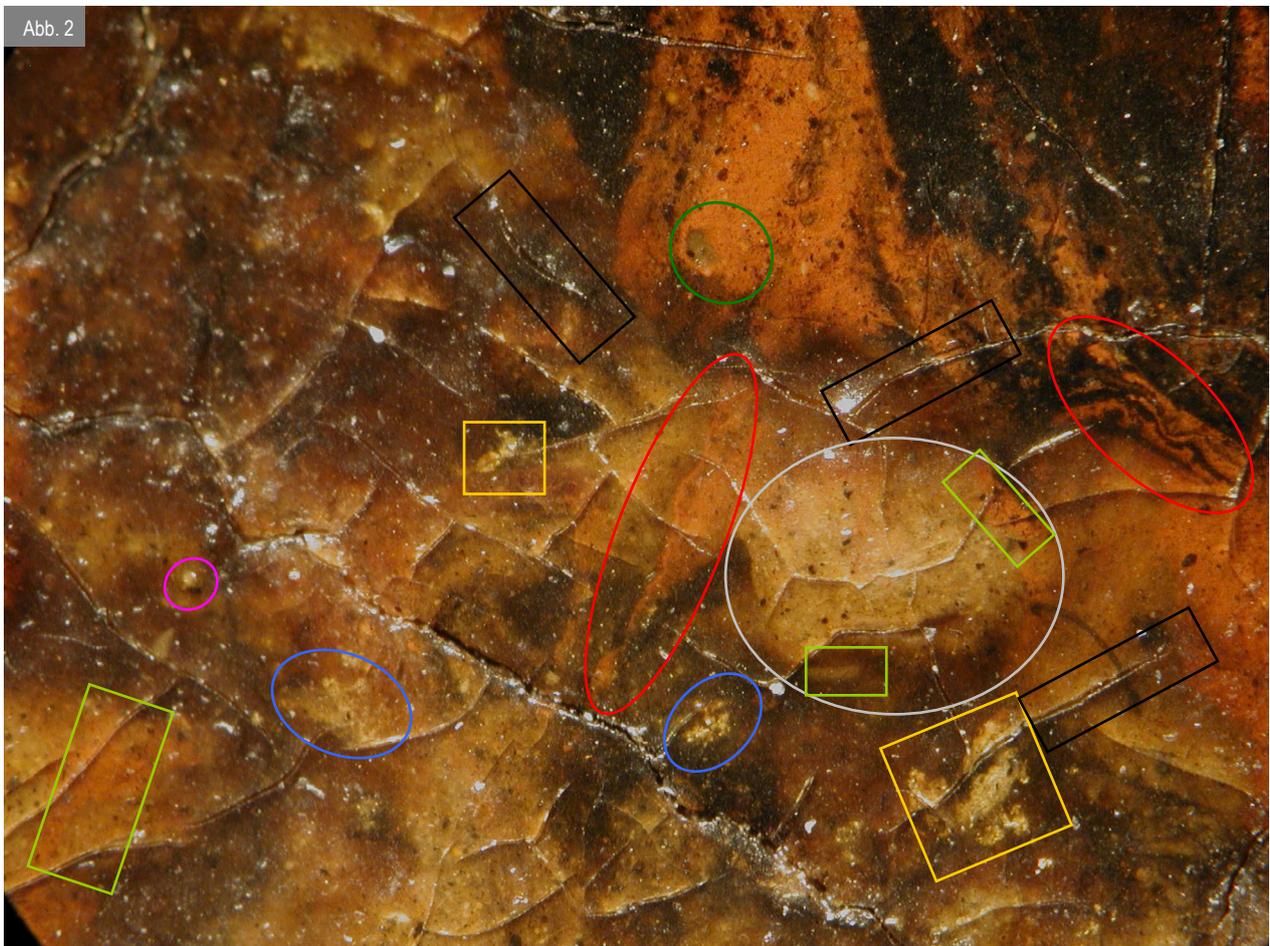
Beschreibung in Aufsicht am Gemälde WRM REMBRANDT 2526, Pos. 10 Tränendrüse im linken Auge  
Abb. 1 und Abb.2 (Detail):



Nach eingehender Untersuchung erlaubt das vorgestellte Vokabular eine zügige Kartierung des sehr komplexen Befundes:

An diesem ungewöhnlich stark geschädigten Ausschnitt liegen die unterschiedlichen Deformationen und Auflösungserscheinungen dicht an dicht –

- Quellkuppe in Weiß und transparente Pustel
- Undulation
- Krepierung? / Remineralisierung?
- Aufstülpung
- transparente Pustel
- Undulation mit oberflächennahen Effusionen
- Undulation, orange nahe an Farboberfläche
- Grate an Firmiskanten



Mit einer solchen Kartierung ist dem fachlichen Austausch eine unerlässliche Voraussetzungen gegeben. Sinnvoll wäre eine Standardisierung der Symbolik, wie sie vorbildlich in der internationalen Nomenklatur der Wolkenformen gegeben ist, nützlich wäre eine digitale Datensammlung. Benennung und Auswertung bleiben dem fortschreitenden Kenntnisstand anzupassen.

## 5.3 Firnisveränderung

### 5.3.1 Deformation der Firnisoberfläche

- 5.3.1.1 Firniskissen
  - WOUWERMAN, *Vor dem Ausritt zur Falkenjagd*, Inv.-Nr. 1034 (AP)
  - BOL, *Dame mit einer Nelke in ihrer Hand*, Inv.-Nr. 238 (WH)
- 5.3.1.2 Firnisbuckel
  - PIJNACKER, *Landschaft mit Torbogen*, Inv.-Nr. 787 (HAU)
  - SCHLICHTEN, *Laute spielende Dame*, Inv.-Nr. 2160 (AP)
  - WOUWERMAN, *Pferdestall*, Inv.-Nr. 1035 (AP)
  - PIJNACKER, *Angelnder Hirte*, Inv.-Nr. 340 (WH)
- 5.3.1.3 Firnis- und Farbgrat
  - REMBRANDT, *Selbstbildnis als Zeuxis*, Inv.-Nr. 2526 (WRM)
  - ROGHMAN, *Gebirgslandschaft mit Brücken und Ziegen*, Inv.-Nr. 228 (WH)
  - REMBRANDT Schule, *Frau an geöffneter Obertüre*, sog. Hendrikje Stoffels, Inv.-Nr. 828B (GG)
- 5.3.1.4 Firniswulst
  - PIJNACKER, *Angelnder Hirte*, Inv.-Nr. 340 (WH)
  - WEDIG, *Portrait des Bürgermeisters Lyskirchen*, Inv.-Nr. 1940-129 (KSM)
  - REMBRANDT, *Joseph und die Frau des Potiphar*, Inv.-Nr. 828H (GG)
- 5.3.1.5 Firnisprofil mit Hohlkehle und geweitete Spalten
  - BOL, *Dame mit einer Nelke in ihrer Hand*, Inv.-Nr. 238 (WH)
  - REMBRANDT Schule, *Frau an geöffneter Obertüre*, sog. Hendrikje Stoffels Inv.-Nr. 828B (GG)
- 5.3.1.6 Firnisprofil, Bowler-förmig
  - REMBRANDT Schule, *Frau an geöffneter Obertüre*, sog. Hendrikje Stoffels, Inv.-Nr. 828B (GG)
- 5.3.1.7 Firnisprofil mit Furchen
  - PIJNACKER, *Angelnder Hirte*, Inv.-Nr. 340 (WH)
- 5.3.1.8 Firniskissen und -buckel
  - PIJNACKER, *Angelnder Hirte*, Inv.-Nr. 340, QS 340.5 (WH)
- 5.3.1.9 Flexur von Farb- und Firnisschichtung
  - REMBRANDT Schule, *Frau an geöffneter Obertüre*, sog. Hendrikje Stoffels, Inv.-Nr. 828B (GG), QS 828B.4
- 5.3.1.10 Flexur von Farb- und Firnisschichtenfolge
  - SCHLICHTEN, *Laute spielende Dame*, Inv.-Nr. 2160 (AP)
  - PIJNACKER, *Landschaft mit Torbogen*, Inv.-Nr. 787 (HAU)
  - WOUWERMAN, *Vor dem Ausritt zur Falkenjagd*, Inv.-Nr. 1034 (AP)

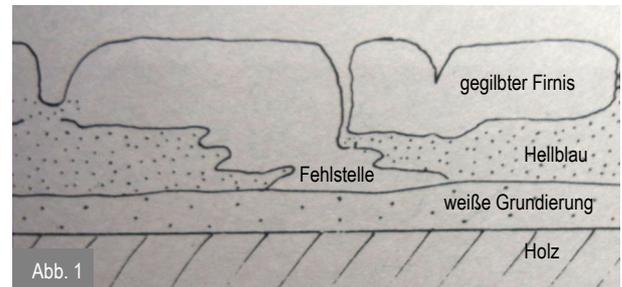
### 5.3.1.1 Firniskissen

Beschreibung in Aufsicht an zwei Gemälden auf Holz und Eisenblech

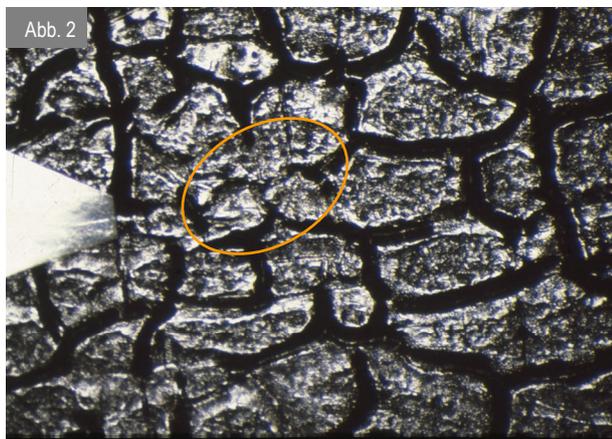
Abb. 1 bis 3:

AP WOUWERMAN 1034, Pos. 4

Die Skizze im gedachten Querschnitt 1988 rechts zeigt eine Fehlstelle, die Kanten von Firnis und Farblage sind weich verformt: Der dicke gegilbte Firnis hat kissenartig runde Kanten und eine auffällig glatte Oberfläche. Die Fehlstelle im Hellblau zeigt darunter weiße Grundierung. Auch die Ränder der Fehlstelle in der Farblage sind weich verformt, zipfelig zerrissen. <sup>1)</sup>



Interpretation: Firnis und Farbe waren stark verflüssigt, die oben glatte Kissenform deutet ein stabiles Gel an.



Reflexlichtaufnahme (RL)



VIS der Fehlstelle - die stumpfe Pfeilspitze entspricht 2mm

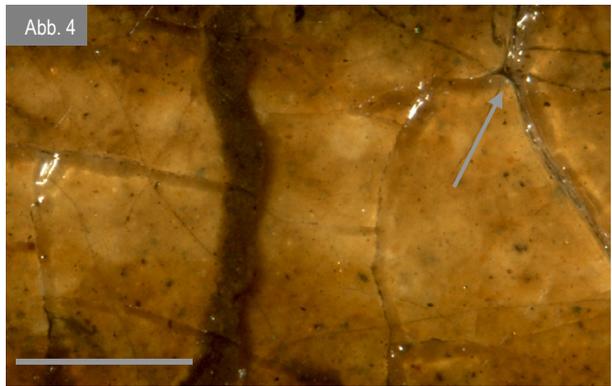


Foto Th. Kremer, Kassel ©

Balken entspricht 500µm

Abb. 4: WH BOL 238, Inkarnat

Auch hier sind Firnis und Farblage gequollen: In der Ecke rechts oben ist eine Firnisscholle im Profil **und** in der Ebene gerundet, die Oberfläche ist glatt. Mittig liegt ein Firnisspalt, der vollständig mit einem braunen Wulst aus unterliegender Farbe aufgefüllt ist.

Interpretation:

Die Rundung auch in der Ebene zeigt an, dass ein starkes Quellvolumen noch immer besteht.

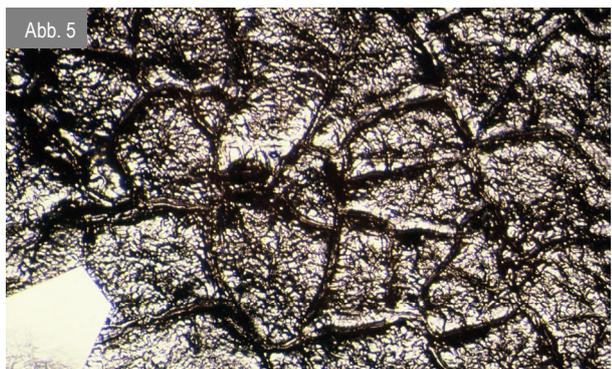


Abb. 5: AP WOUWERMAN 1034

Diese Partie am selben Gemälde, der Knopf am Sattelknauf, ist bereits in Aufsicht mit Cirrus vorgestellt worden. Im Reflexlicht zeigen die Firniskissen an dieser Stelle an der Oberfläche eine äußerst feine Runzelung.

Interpretation:

Runzeln sind eine Eigenschaft von Öl-(Firniskissen)-filmen. Die runden Kanten sind ein gemeinsames, die Oberflächen ein individuelles Merkmal von Firniskissen. Hier indiziert die Runzelung eine partielle Öleinreibung.

<sup>1)</sup> Von dieser Stelle liegt ein ‚Abklatsch‘ mit verflüssigter himmelblauer Farbe an fremder Stelle desselben Gemäldes.

Wahrscheinlich ist die Lösemittelkompressen im Regenerierkasten erst hier eingesunken und hat dann an andere Stelle den Abdruck hinterlassen.

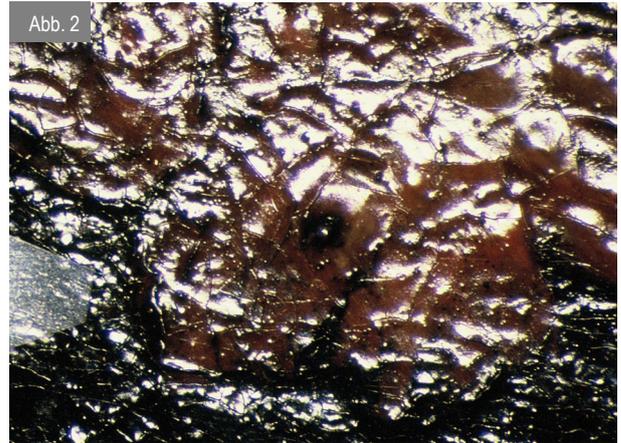
### 5.3.1.2 Firnisbuckel

Beschreibung in Aufsicht an verschiedenen Gemälden

Unabhängig vom Bildträger zeigen regenerierte Gemälde vielfach auffällig buckelige Firnisoberflächen.



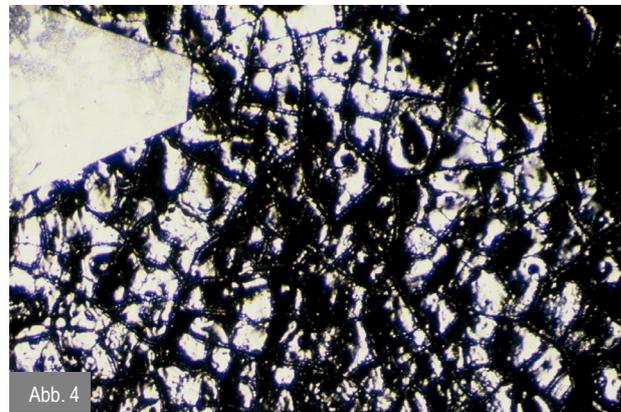
HAU PIJNACKER 787, Hand des Hirten, Pos. 9: Leinwand



AP SCHLICHTEN 2160, rote Nelke, Pos. 11: Eisenblech  
Pfeilspitze 2 mm



WH PIJNACKER 340, Pos. 7: Holz

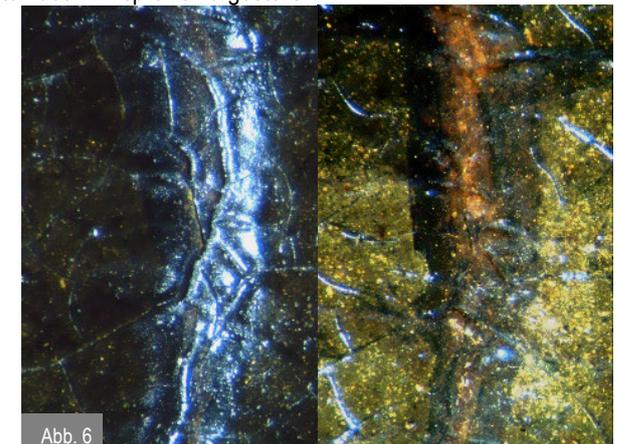


AP WOUWERMANN 1035, Pos. 1: Kupfer,  
Pfeilspitze 2 mm

Am Beispiel der Holztafel von Pijnacker werden weitere Besonderheiten des Firnisprofils vorgestellt:



WH PIJNACKER 340, Pos. 31 Ausschnitt und Detail □



Ebd., zeigt das Detail vergrößert unterschiedlich beleuchtet

Abb. 5 zeigt einen sichelförmigen Spalt; Abb. 6 zeigt die Mitte dieses Spaltes im Streiflicht und mit Flüssigkeit benetzt (Abb. 6 rechts außen). Benetzt zeigen sich die breit und flach geweiteten Wände der dunklen Farbe (im Schatten dunkelgrünes Wasser auf streifiger schlammbrauner Imprimitur) und darunter Grundierung/Holz (Farbton durch Firnissschichtung verändert). Die Firnissschichtung folgt den unteren Lagen (orogenetisch).

**Interpretation:** Deutlich kissenartig gerundet, also in lederhartem Zustand, ist eine offenbar schon gesprungene Firnissschicht in den sichelförmigen Spalt eingesunken. Dies indiziert auch hier eine Regenerierung. Wie Kritiker von Pettenkofer behaupteten, scheint eine Regenerierung Risse zu überformen, hier sind Weitung des Risses und Kissenbildung in der Untermalung wahrscheinlich.

### 5.3.1.3 Firnis- und Farbgrat

Beschreibung in Aufsicht an verschiedenen Gemälden

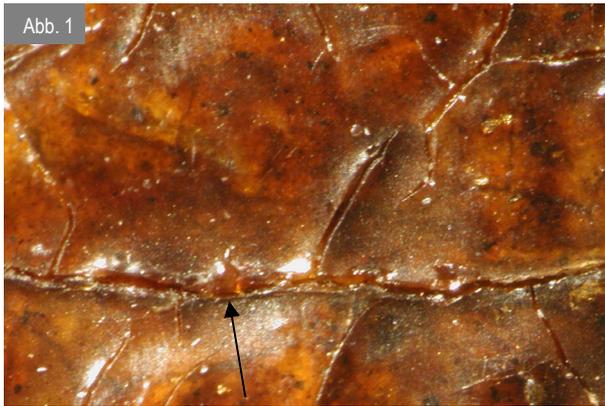


Abb. 1: WRM REMBRANDT 2526, Bereich im Rotlack  
An den Kanten liegen steile Grate und Firnispilz (↑), in der Fläche sinkt das Firnis-Kissen ein, ggf. mit einer starken Wölbung in der Mitte, im Profil gleicht die Form einem Bowler.



Abb. 2: Ebd., erodierter Bereich im Schal, Pos. 15,16  
Hier bildet der braune Farblack einen ondulierenden Grat, die helle Farbe darunter ist offenbar später nachgequollen, als der Farblack bereits an Volumen verloren hatte.

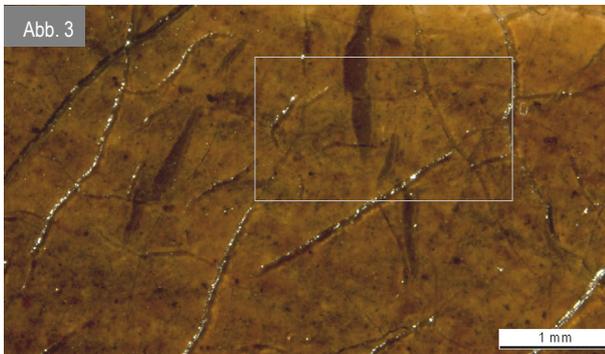


Foto Th. Kremer ©

Abb. 3: WH ROGHMAN 228, Pos. 2 Erdboden;  
Schwundrisse im Ocker sind ungewöhnlich breit.

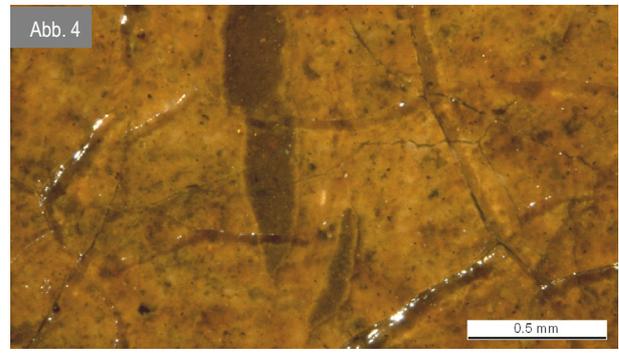


Foto Th. Kremer ©

Abb. 4 Detail □ aus Abb. 3: Auffällig steil aufstehende Grate liegen an der gerissenen Farblage und nicht im Firnis;

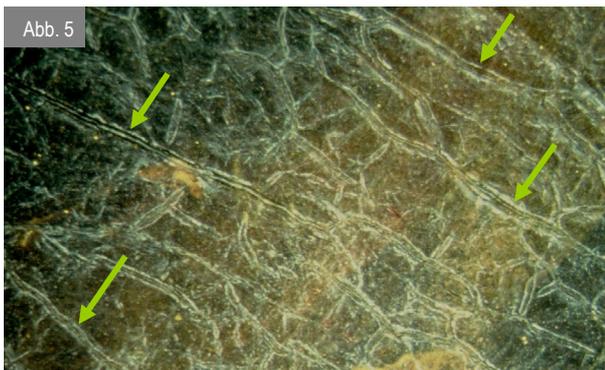


Abb. 5: WH ROGHMAN 228; Foto H. Brammer ©

Die Kanten der Firnisschollen sind beidseitig des Spaltes  $\frac{3}{4}$  rund gewölbt, sie sind an einer Schollenkante supergerundet, daher ist das Profil **Lippen-förmig**.

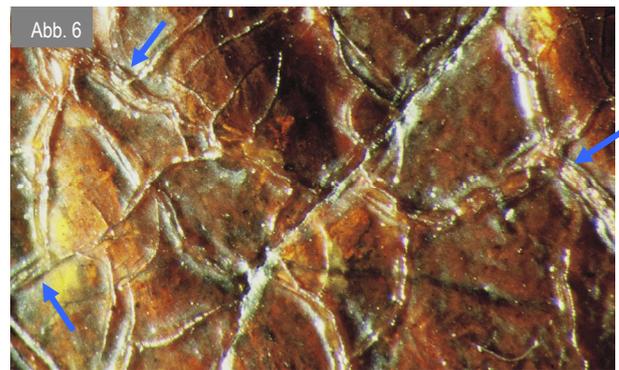


Abb. 6: GG REMBRANDT 828B, Pos. 8

Auch an diesem Gemälde finden sich über Rotlack diese parallelen Rundungen, jedoch mit einem kleinen Grat, das Profil ist **Lippen-förmig** mit unterschiedlich starken Lippenkanten. 1)

#### Interpretation:

Wie bei Lehm könnten hier besonders dicke Firnislagen vorliegen, deren Spalten langsam Durchfeuchtung aus der Tiefe abgeben. Zu beachten ist zudem die Abfolge und Stärke einzelner Firnislagen, die unterschiedliche reagiert haben.

1) Aus diesem Bereich ist die Proben für der Querschliff mit rotem Wulst und mit Flexur entnommen (s. Bsp. 5.3.1.9).

### 5.3.1.4 Firniswulst

Beschreibung in Aufsicht an drei verschiedenen Gemälden.

Nicht nur Farblagen, auch Firnis-schichtung oder einzelne Lagen aus dieser können Wulste bilden, einige zeigen ein Profil, das Lippen-förmig deformiert ist (s. ↓ Skizze und Erläuterung).

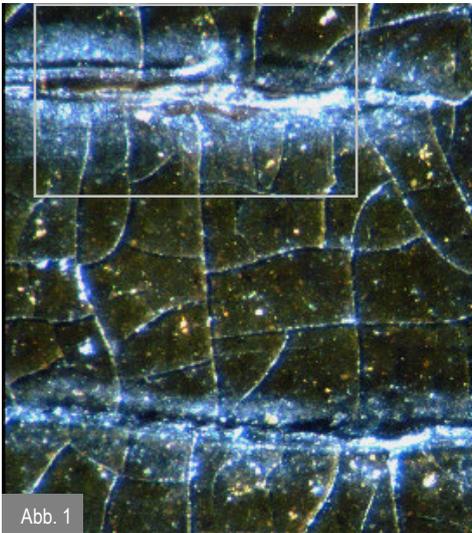


Abb. 1

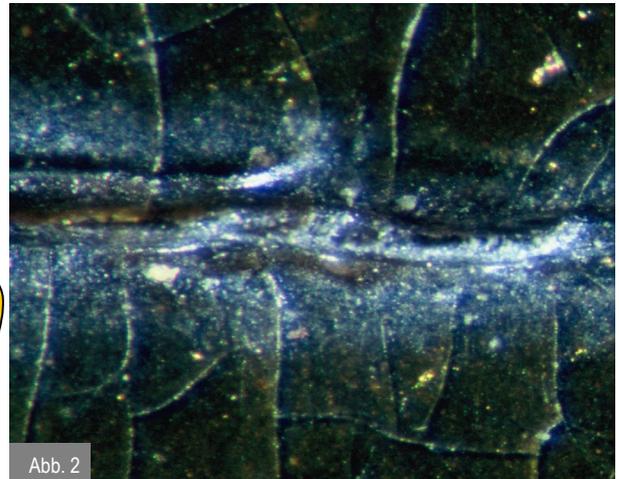


Abb. 2

Abb.1 und 2 Detail □: WH PIJNACKER 340, Pos. 31a Gemälde auf Holztafel, die Skizze veranschaulicht das Firnisprofil

Am Spalt liegen eine Lippe und ein Wulst – hier scheint Firnis-schicht in den Spalt gerutscht und dort eingefaltet zu sein. Der niederländische Übersetzer Hopman beobachtete beim Bedampfen rutschenden Firnis, in Kassel und beim Fall „Danby“ sind ebenfalls rutschende Malschichten als akute Schäden bei historischer Regenerierung beschrieben worden.

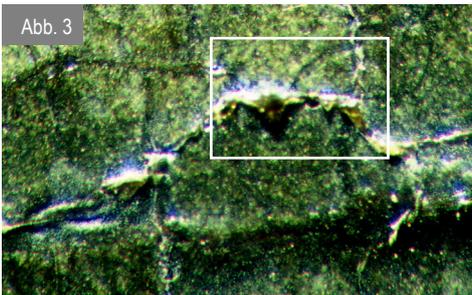


Abb. 3

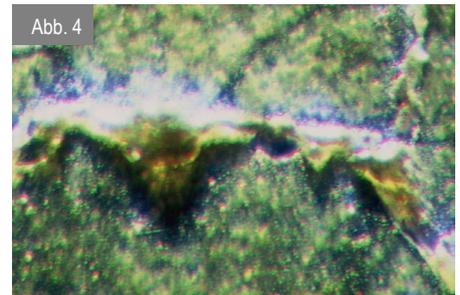


Abb. 4

Abb.3 und 4 Detail □: KSM LYSKIRCHEN 1940-129, Gemälde auf Holztafel, in der Mitte zum Pilz gesteigert.

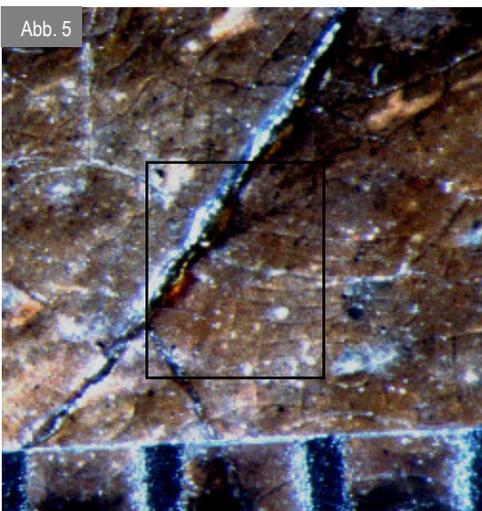


Abb. 5



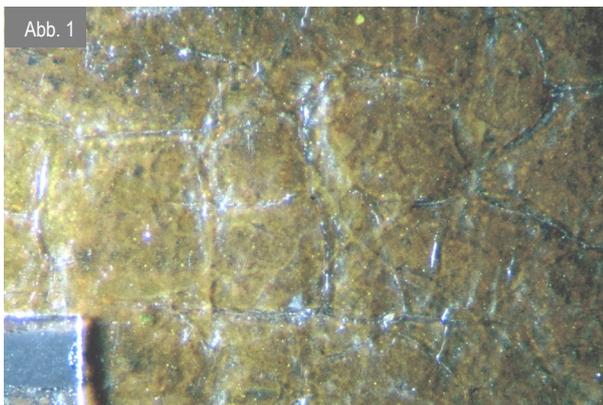
Abb. 6

Abb.5 und 6 Detail □: GG REM 828H, Pos. 17, Gemälde auf Leinwand

Dieser Firnis-Wulst ist besonders gleichförmig ausgebildet und misst ca. 190 µm Dicke.

### 5.3.1.5 Firnis, Profil mit Hohlkehle und Riss

Beschreibung in Aufsicht an zwei Gemälden WH BOL 238, Pos. 75 und GG REMBRANDT 828B, Pos. 1B;



Das Maß zeigt einen Millimeter

Foto VIS

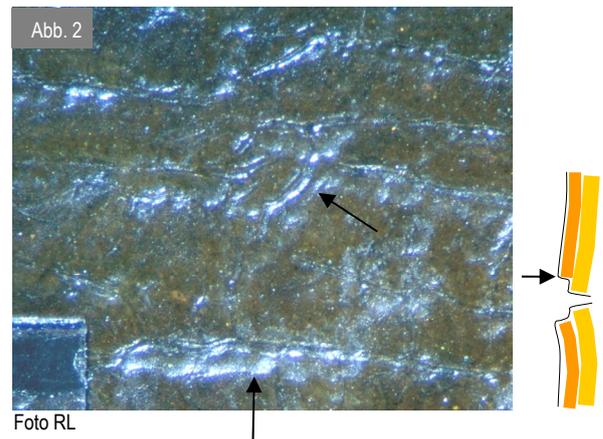


Foto RL

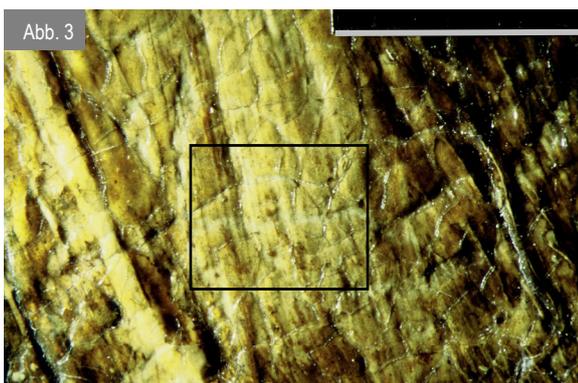
Abb. 1: (leichtes Streiflicht) und 2 (Reflexlicht) WH BOL 238, Pos. 75;

Im Bereich der Haare liegt über dem hellbraunen Stratus capillatus eine Firnisstruktur mit welligen Kanten. Im Reflexlicht (Abb. 2) zeigen die Firnissschollen ein gekeltes Profil (Profilskizze rechts neben dem Abb.2). Die Pfeile weisen auf den Beginn der Hohlkehle.

An anderen Stellen verläuft das Profil Karniesförmig (s. Erläuterung).

#### Interpretation:

Ein in der Firnissschicht liegender oberer Film (in der Skizze orange) ist stärker geschwunden, als der darunter liegende (in der Skizze gelb). Die gewellte Kontour in der Kehle deutet darauf hin, dass die stark geschwundene Firnislage nicht gespalten vorlag, sondern (bei Überdehnung durch Quelldruck) gespalten ist.



Der Balken zeigt 5 mm

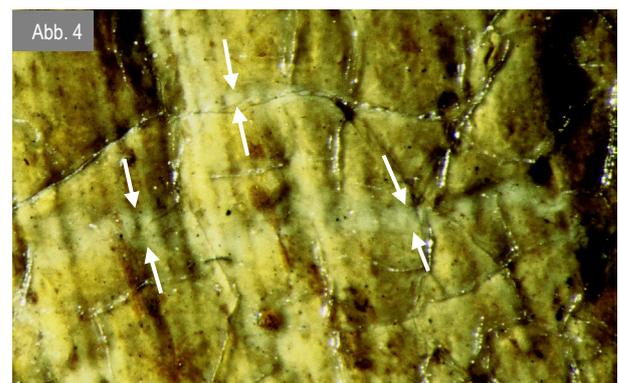


Abb. 3 und 4 GG REMBRANDT 828B, Pos. 1B;

Im Bereich der hellen Bluse zeigt sich eine ähnliche Struktur, die helle Farbe lässt erkennen, dass eine der gegilbten Firnislagen gerissen ist.

#### Interpretation:

Entsprechend kann man im vergrößerten Detail in einer zwischenliegenden Firnislage geweitete Spalten von ca. 150  $\mu\text{m}$  ( $\rightarrow\leftarrow$ ) erkennen.

Die braunen Flecken sind aufgestiegene Substanz, die obenauf koaguliert.

### 5.3.1.6 Firnisprofil, Bowler-förmig

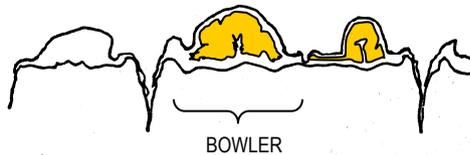
Beschreibung in Aufsicht, Fortsetzung GG REMBRANDT 828B, Pos 8

[Skizze und Aufnahmen 2,3 SMPK, B. Graf©]

Die Abb. 1 zeigt an diesem Gemälde die Firnisoberfläche in starkem Streiflicht.



Graf skizzierte überdeutlich die buckelige Struktur dieser Firnis-schichtung. Die Schnittebene dieses gedachten Querschnittes entspricht etwa der schwarzen Linie, der rote Pfeil (→) markiert die Blickrichtung. In der Skizze ergänzte die Autorin verquollene gallertartige Firnis-lage (s.u.), die so oder ähnlich in der Firnis-schichtung enthalten ist und ihre Form bestimmt.



Der Firnis-Buckel mit den beidseitig hochgebogenen Enden ähnelt dem Profil der Hutform „Bowler“.

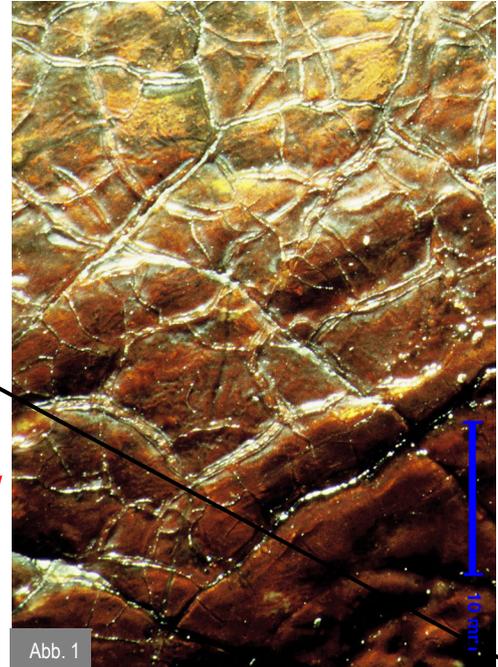


Abb. 2 und 3 zeigen eine benachbarte Stelle im starken Streiflicht von links,



in Abb. 2 mit  
in Abb. 3 ohne  
die obersten löslichen Lagen.  
(Freilegeprobe und  
Aufnahmen von Graf).



**Interpretation:**

Mit der freigelegten, borkenähnlich geformten Farboberfläche korrespondiert die Firnisoberfläche in keiner Weise, sie muss also auch hier von einem zwischenliegenden Firnis verursacht werden.

### 5.3.1.7 Firnisfurchen

Beschreibung in Aufsicht am Gemälde WH PIJNACKER 340

Auch an diesem regenerierten Gemälde scheinen verquollene zwischenliegende Ölfirnisschichten verantwortlich für die Firnisdeformationen zu sein.



Abb. 1: Ausschnitt RL; Abb. 2: Detail (□).

In der oberen Hälfte der Tafel liegen Firnis-Kissen auffällig parallel (←), einem Waschbrett ähnlich. Die dicke Wölbung und Lage der Furchen ist ungewöhnlich.

Abb. 3: zeigt einen Schwundriss vergrößert, Pos.13  
Tatsächlich folgen die parallelen Furchen breiten Schwundrissen in der Malerei.

Interpretation: die Furchen im Firnis sind also mit diesen entstanden. An den Spalten fällt auf, dass sie ganz unterschiedlich tief reichen, bis auf Holz (?) ↑, bis auf Weiß (unter gelben Firnis) ↑, bis auf Schwarz ↑. (s. Abb. 5)

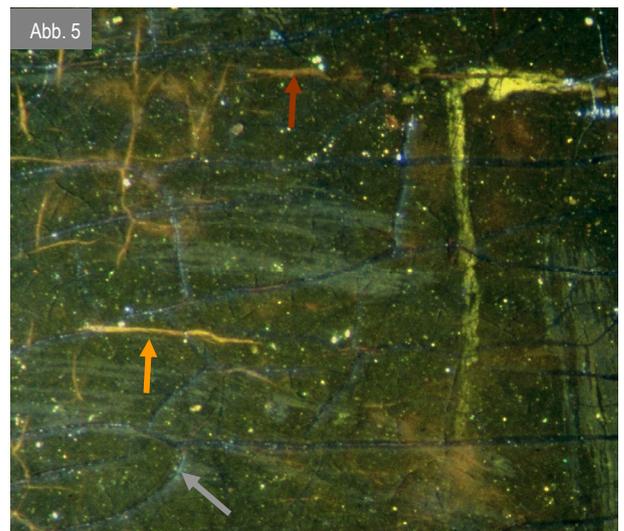
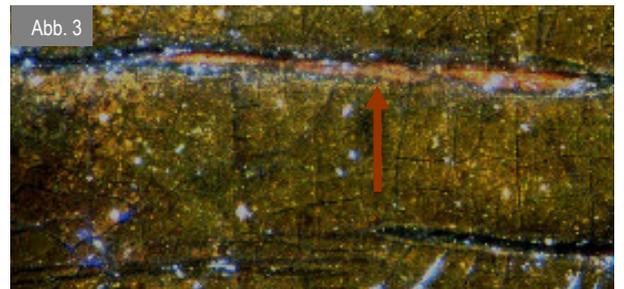


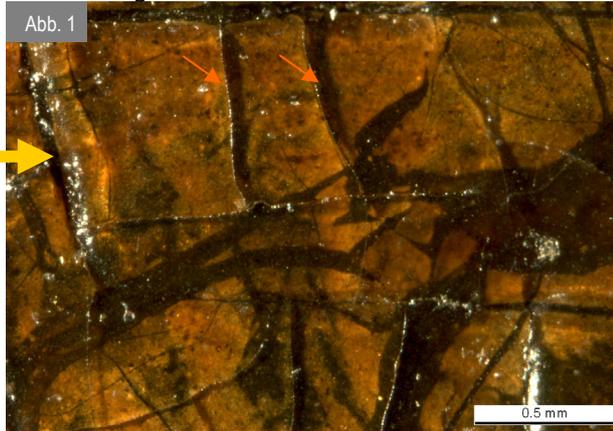
Abb. 4 und 5, dasselbe Detail aus Abb. 1 □: jeweils die Angel des Hirten, im Streiflicht, Pos. 32, Abb.4 trocken – Abb.5 benetzt.

Deckende Farb- und Firnislagen sind kissenartig aufgebläht, Firnis-Spalten sind mit Schwundrissen der Malerei kongruent – welche waren zuerst da?<sup>1)</sup>

1) In dieser Abbildung liegen mittig ältere grau-grüne Striche Übermalung in der Firnissschichtung, die mit einem breiten Pinsel ausgeführt sind.

### 5.3.1.8 Firniskissen und -buckel

Fortsetzung WH PIJNACKER 340; Fotos 1,2 MLH, TH. Krämer (c)



Die Abb. 1 WH PIJNACKER 340: Firniskissen (→) im Streiflicht. Pijnacker malte diesen welkenden Busch auf einer sehr dunklen (schlecht trocknenden?) Farblage sumpfiges Wasser im Schatten.

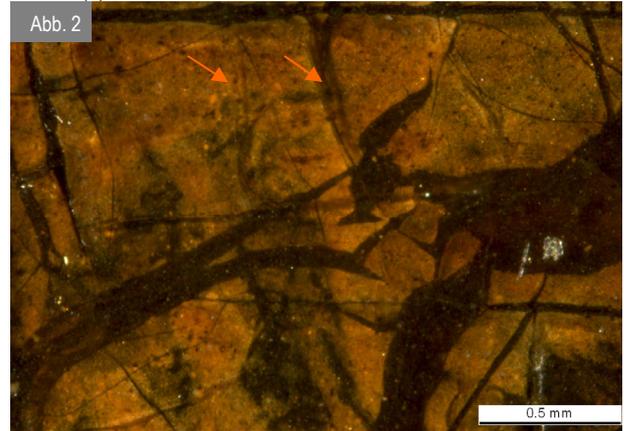


Abb. 2: Dieselbe Stelle benetzt beweist: jüngere Klüftung im Firnis wirft Schlagschatten (↓) und verläuft unabhängig von Rissen im Ocker. Farbrisse sind teilweise zu extrem breiten Tälern geweitet.

Zwei Proben aus diesem Bereich (Pos. 23) erläutern die Schichtenfolge der unteren Lagen:

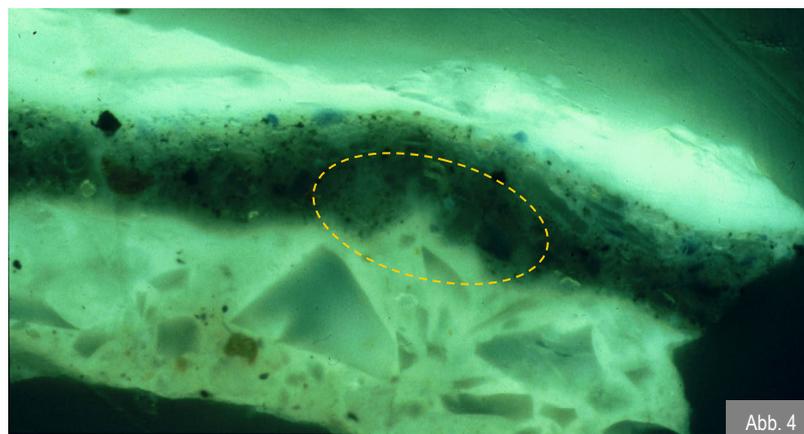
Abb. 3: Querschliff 340.6 UV-Strahlung zeigt eine ca. 20 µm dicke Lage Zwischenfirnis (→) zwischen der blauen Farbe des Wassers (→) und dem ockerfarbenen Laub (→). Gelb enthält (zu) wenig blaues Partikel.

Interpretation:  
Gelb trocknete schlecht und blieb mobil.



Abb.4: Das rechte Ende der Probe 340.4 zeigt erneut die Farblage des Wassers, hier jedoch als Mischfarbe. In der bindemittelreichen Imprimitur darunter liegen große dreieckige Splitter, Kantenlänge 30 µm (Smalte?). Die Imprimitur zeigt mehrere kleine Injektionen in die blaue Lage und wölbt sich darüber (○).

Interpretation:  
Imprimitur ist stabil gequollen und provoziert die Buckligkeit der Farbschicht.

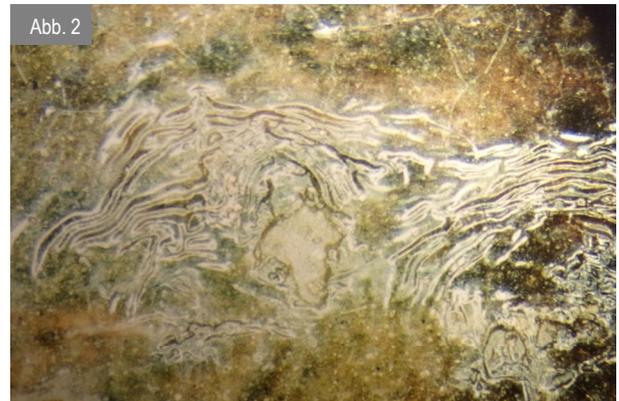


### 5.3.1.9 Flexur von Farb- und Firnis-Schichtung

Beschreibung in Aufsicht und Querschnitt an zwei Gemälden



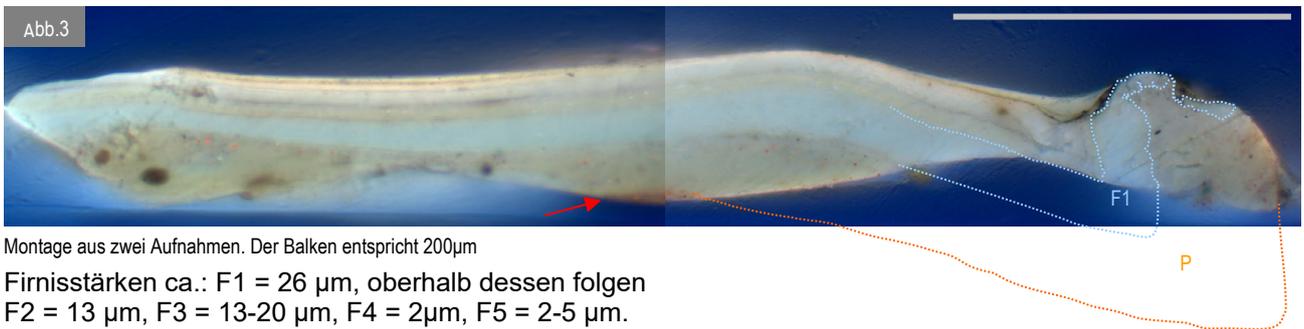
Die Höhe der Abbildung entspricht 25 mm



Die Höhe der Abbildung entspricht 8 mm

Abb.1 und 2 (Detail □ © Hans Brammer 1988): Gemälde WH PIJNACKER 340, Pos. 33, Ausschnitt an der Gemäldekante im Streiflicht von unten. An dieser kleinen Holztafel ist ausschließlich die Firnischicht flexibel, die Farbschicht wurde teilweise mit herausgerissen.

Abb.3: Der folgende Firnisquerschliff stammt aus dem Gemälde GG REMBRANDT 828B.4, Pos. 8. Die Firnischolle zeigt entfärbten Lack/Lasur mit wenigen Zinnoberpartikeln, an der Unterseite mittig Zinnoberrot aus der Untermalung (→). Darüber liegt eine Schichtung aus fünf Lagen Firnis mit trennenden Schmutzlagen.



Montage aus zwei Aufnahmen. Der Balken entspricht 200µm

Firnisstärken ca.: F1 = 26 µm, oberhalb dessen folgen F2 = 13 µm, F3 = 13-20 µm, F4 = 2µm, F5 = 2-5 µm.

Am oben vollständig abgebildeten Präparat ist der starke Knick am ersten dicken Firnis, der hellblau fluoreszierenden Lage F1, deutlich ablesbar.

Der nicht entnommene Teil ist mit punktierten Linien für Farblasur P (...) 25-30 µm stark und F1 (...) angedeutet.

Die Vergrößerung rechts zeigt unter und auf F2 gleich dünne Schmutzlagen, die diese Lage gut erkennbar konturieren (→←) und so die steile Aufbiegung belegen.

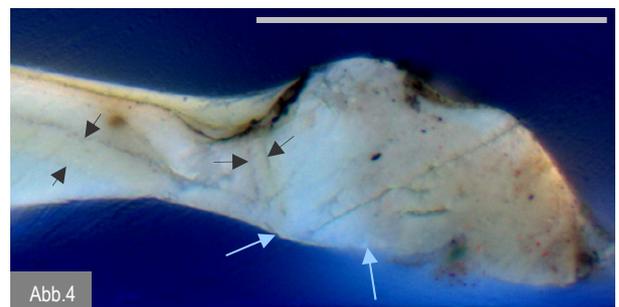


Abb.4

Der Balken entspricht 125 µm

Die Vergrößerung verdeutlicht, dass diese Firnischichtung am aufgestellten Ende stark rundlich verquollen ist. Der Farblack ist nicht nur mit der Firnislage F1 aufgebogen (Flexur), sondern zusätzlich an der Kuppe mit F1 deformiert.

Schmutz und folgende Firnisse haben sich darüber in den Mulden zu dicken Auflagen ansammeln können.

So starke Flexuren alter Firnischicht zeigen extreme Erweichung an.

### 5.3.1.10 Flexur von Farb- und Firnischichtung

Beschreibung in Aufsicht an drei verschiedenen Gemälden:

Die Spuren dieser fehlgeschlagenen Regenerierungen sind wichtige Indizien für eine vollständige Verflüssigung der Firnis- **und** Farbschicht durch das Pettenkofer-Verfahren.



Abb. 1

Die stumpfe Pfeilspitze ist 2 mm breit

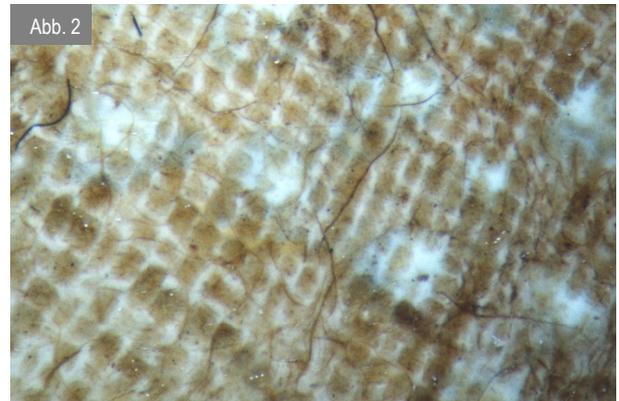


Abb. 2

Eine Perle ist etwa 1 mm groß

Abb. 1,2,3: AP SCHLICHTEN 2160

Die Perlen am Handgelenk sind rasterförmig deformiert (Detail rechts). Offensichtlich ist Ignatz Frey hier ein Gewebe-Läppchen beim Regenerieren abgestürzt, beim Abziehen sind die Kuppen der dicken Firnissschicht abgerissen; verblieben und verbräunt sind die gefüllten Mulden.

Abb. 3:

An der Perlenkette ist eine Perle (rechts außen) so gequetscht, als habe eine Nagelprobe stattgefunden – in der Nähe liegen Schwundrisse und eine äußerst feinteilige Runzelung. Die Perlen wirken zerflossen, Weiß ist gesäumt von Effusionen.

Wie der Ausschnitt oben links erläutert, stellen die hellgelben Sichel dazwischen die Gegenlichter am Perlmutter dar.

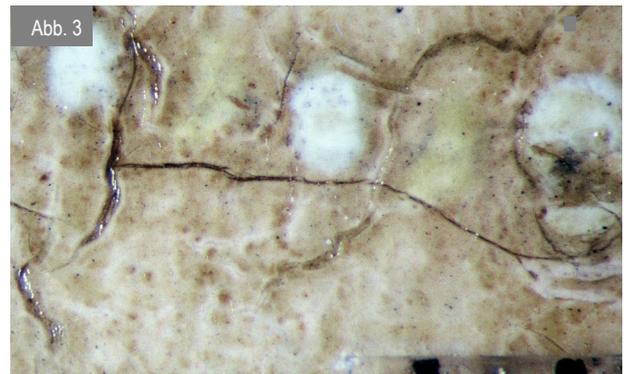


Abb. 3

Maß 1 mm an Unterkante mit fotografiert.

Abb. 4: HAU PIJNACKER 787, Pos. 32; Stauchung von Firnis und Farbschicht gemeinsam, daher Flexur. Zusätzlich glatt gedrückte Himmelsfarbe, der graue Grund ist mit vermengt worden. Die Flexur mit gelbtem Firnis zeigt an, dass es kein maltechnischer Fehler ist. An regenerierten Gemälden finden sich mehrfach, besonders an so feinteilig pigmentierten Farben weich verschobene Farbfilme.



Abb. 4

Abb.5:

Passgenau zu der Fehlstelle an AP WOUWERMAN 1034 (vgl. 5.3.1.1 und 5.2.7.2) liegt eine Frottage/ „Abklatsch“ am selben Gemälde am Bauch des Schimmels, Pos. 16. Hier blieb die Farbe wohl am alkoholgetränkten Gewebe im Pettenkoferkasten haften und ist schließlich unbeachtet am falschen Ort wieder „aufgestempelt“ worden.

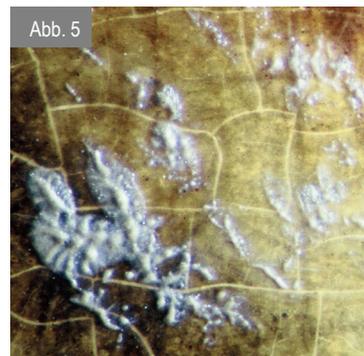


Abb. 5

### **5.3.2 Firnisauflösung – ist ein Referenz-Phänomen –**

#### 5.3.2.1 Firnisauflösung mit Luftblasen

BOL, *Dame mit einer Nelke in ihrer Hand*, Inv.-Nr. 238 (WH)  
Feld A9

#### 5.3.2.2 Firnisauflösung mit Phasentrennung

WOUWERMAN, *Vor dem Ausritt zur Falkenjagd*, Inv.-Nr. 1034 (AP), QS 1034.3

#### 5.3.2.3 Firnisauflösung mit Partikelstreuung

SCHLICHTEN, *Laute spielende Dame*, Inv.-Nr. 2160 (AP)  
TENIERS (Schule), *Landschaft mit Staffage*, Inv.-Nr. 1211 (AP)  
BOL, *Dame mit einer Nelke in ihrer Hand*, Inv.-Nr. 238 (WH)

#### 5.3.2.4 Firnisauflösung mit Brodeltopf

BORCH, *Ein Trompeter überbringt einen Brief*, Inv.-Nr. 206 (AP), QS 206.4

#### 5.3.2.5 Firnisauflösung mit Tasche

REMBRANDT, *Selbstbildnis als Zeuxis*, Inv.-Nr. 2526 (WRM), QS Probe

### 5.3.2.1 Firnisauflösung mit Luftblasen

Beschreibung in Aufsicht am Gemälde WH BOL 238 und am **Fragment, Feld A9**

[Aufnahme 1,3,4 MLH, Th. Krämer ©]

Abb. 1, 3, 4, 5, 6: WH BOL 238, Pos. 58

Ein Ausschnitt des Mundes mit Ober- und Unterlippe der Jungen Dame mit Nelke wird in steigender Vergrößerung gezeigt, in der linken Spalte unten vom selben Gemälde aus dem Haar ein weiteres Detail.

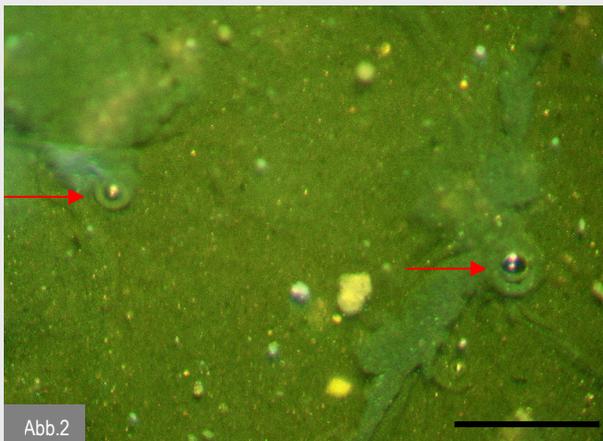
Alle Details weisen im Firnis eingeschlossene Luftblasen auf. Die Details werden mit Bedacht in gleicher Vergrößerung gezeigt, so wird deutlich, dass sie unterschiedliche Größen haben können, auch innerhalb eines Gemäldes.

Abb. 2 zeigt Feld A9 nach Vollzug des Pettenkofer-Verfahrens (alternierende Behandlung). Wie Feld A9 beweist, sind Luftblasen ein Indiz des Pettenkofer-Verfahrens. Sie können inmitten von verquollener Farbe sitzen: wie in der grünen Cumulus-Wolke (→), wie im orangefarbenen Tupfen). Meist ist keine Vertiefung darunter mehr erkennbar (○).



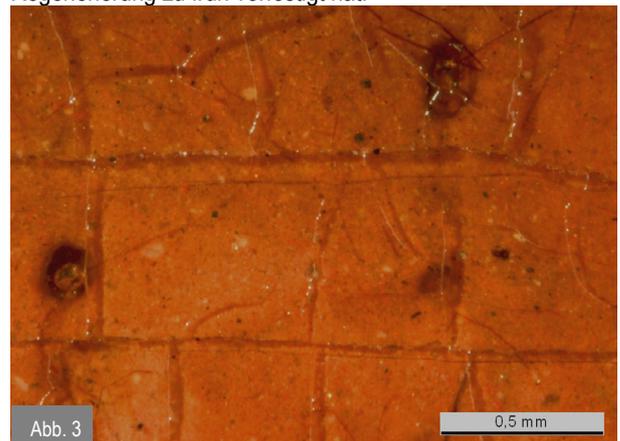
WH BOL 238, Ausschnitt Ober- und Unterlippe

An der Lippe sind die Luftblasen in kleinen Vertiefungen stecken geblieben, da sich die dicke Firnisschichtung nach der Regenerierung zu früh verfestigt hat.

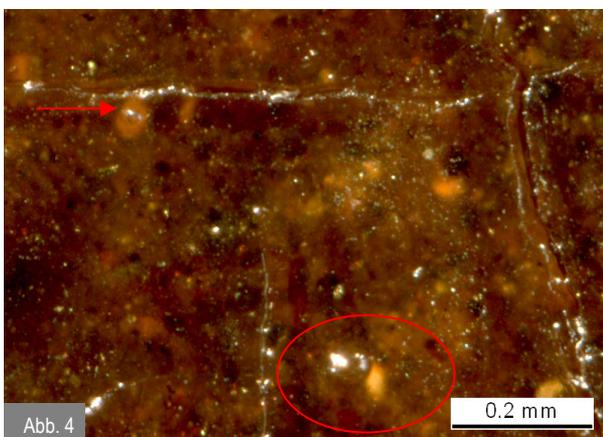


Feld A9

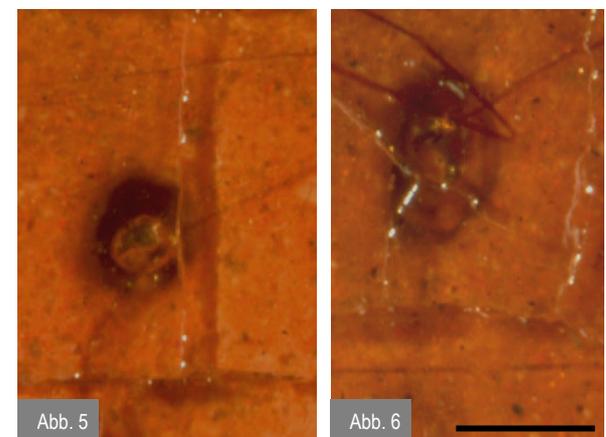
Der Balken entspricht 200 µm



WH BOL 238 Unterlippe, Pos. 58



WH BOL 238, Pos. 80 Hintergrund



WH BOL 238 Unterlippe  
Vergrößerungen aus Abb. 3

Der Balken entspricht 200 µm

Im Zuge minutiöser Untersuchungen fanden sich Luftblasen bei sehr starker Vergrößerung in der Tiefe von Spalten eingeklemmt, oft in Reihung sortiert. Vereinzelt hinterlassen Luftblasen in weiter gealterten Firnisschichtungen winzige geplatze Hüllen (5.1.1.2). In Abb. 4 ist der orangefarbene Fleck kein Tupfen, sondern Auflicht gesammelt durch die Blase (Ø 55 µm ○).

### 5.3.2.2 Firnisauflösung mit Phasentrennung

Beschreibung am Gemälde AP WOUW 1034, Pos. 3 im Bereich des Himmels

Aus dem Material der Firnis-Schabprobe für den Nachweis von Copaiva konnte ein größerer Splitter ausgesondert werden (1034.3). Am Anschliff in 1. Ebene zeigen sich rechts zwei bläuliche Kuppen.

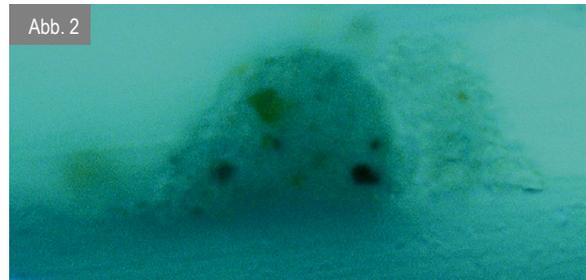
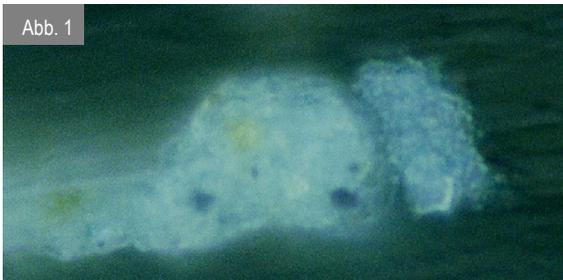
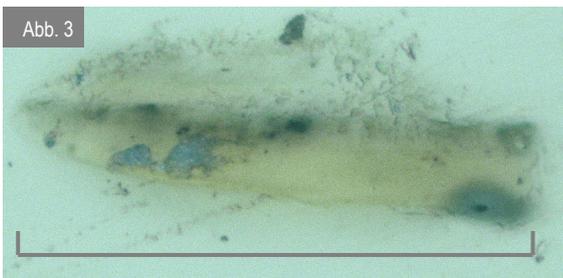


Abb. 1: VIS, Abb. 2: UV. Die Fluoreszenz erlaubt eine Unterscheidung von zwei Kuppen: die vordere Kuppe ist aus hellblauer Farbe, die wenige andersfarbige Partikel (blau, gelb, weiß) enthält. Sie ist  $9,5\ \mu\text{m}$  hoch und an der hier sichtbaren Basis  $27,5\ \mu\text{m}$  breit. Die benachbarte Kuppe zeigt sich bei UV-Strahlung deutlich andersartig, transparent feinkörnig. Ihre Zusammensetzung ist bisher nicht bestimmt worden – möglicherweise eine entfärbte Partikel einer darüberliegenden Lasur.



Die Probe ist  $134\ \mu\text{m}$  lang.

Abb. 2: die 2. Schliff-Ebene derselben Probe zeigt noch weich verschmiertes Harz; in der linken Probenhälfte liegen fokussiert zwei weitere himmelblaue Kuppen. Die dritte Kuppe rechts davon liegt noch weit unter der Oberfläche der Firnissschichtung.

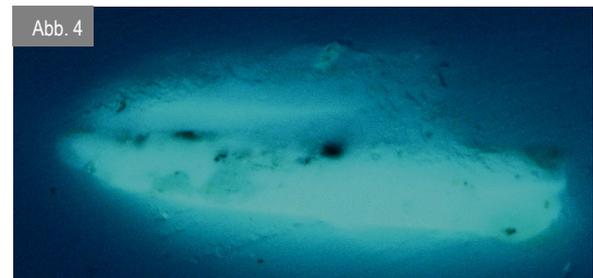


Abb. 4: An der Fluoreszenz dieser Probe ließ sich trotz der großen Stärke von  $45\ \mu\text{m}$  keinerlei Schichtung mehr erkennen. Das Firnismaterial war so weich, dass ein Abschmieren am Schliff nicht zu vermeiden war – der Copaiva-Nachweis der Schabprobe war positiv.

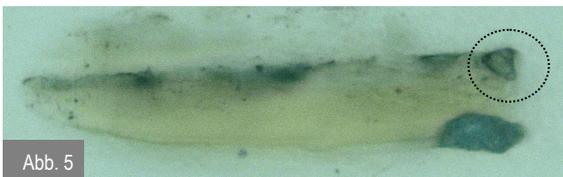


Abb. 5 zeigt den Anschliff in der dritten Ebene. Oberhalb der blauen Kuppe liegt ein angeschliffenes  $11\ \mu\text{m}$  großes dreieckiges Partikel (entfärbte Smalte?) direkt an der Firnisoberfläche (O).

Zoomt man in die Tiefe des Präparates, liegen zahlreiche dunkle Partikel unterschiedlichster Formen in die Oberfläche **der heute noch weichen** Firnissschicht eingebettet. Dieser Querschliff bestätigt den Verlust jeglicher Firnissschichtung. Für eine Verschmutzung sind die in die Firnisoberfläche eingebetteten Partikel sehr groß – wahrscheinlich liegt auch hier Partikelstreuung im Firnis vor.

#### Interpretation:

Diese und die feinteilige, transparente Substanz **erscheinen als Phasentrennung** (Vgl. GROEN 1988).

Zu bestimmen bleiben, ob die Partikel originale Bestandteile sind und ob eine **Löse-Fraktionierung** der Firnisbestandteile (Lagen/ Gemische) stattgefunden hat. In der Aufsicht dieses Gemäldes wurden drei weitere Phänomene deutlich, welche die archivarisches belegte, tagelange Regenerierung von Pettenkofer und Ignaz Frey noch heute dokumentieren:

- stark gerundete Kanten des Firnis-Sprungnetzes
- zipfelig ausgeflossene Fehlstellenränder mit Abklatsch an anderer Stelle und
- Effusionen an der leuchtend roten Satteldecke.

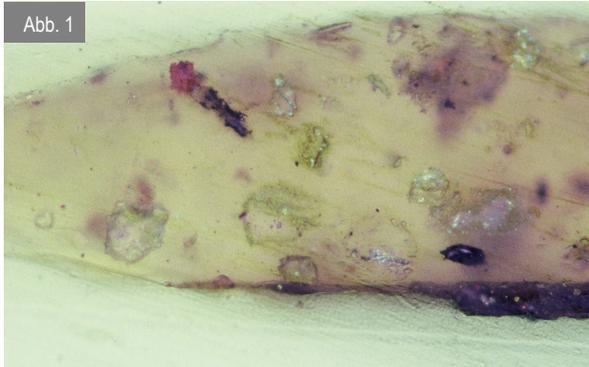
### 5.3.2.3 Firnisauflösung mit Partikelstreuung

Beschreibung an Querschliffen von Splintern aus Schabproben entnommen von mehreren Gemälden.

AP SCHLICHTEN 2160, Pos. 22 Eisenblech

Abb.1: Probe 2160.2, links VIS

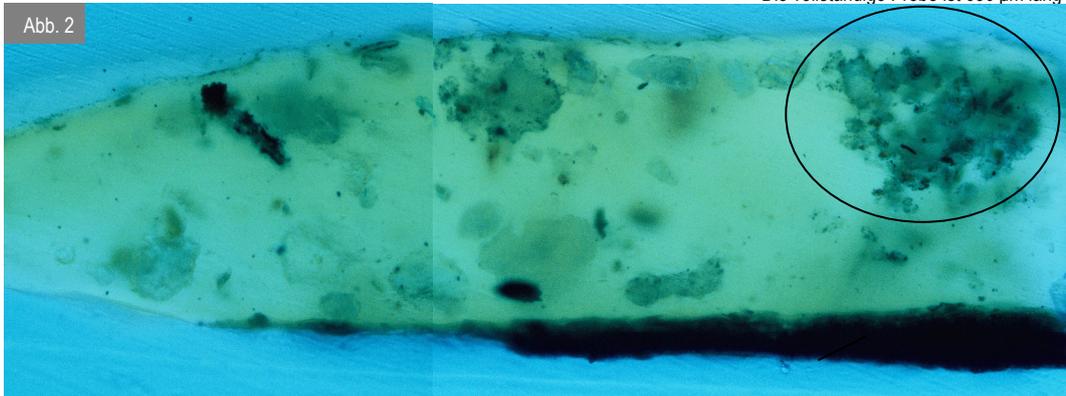
Abb.2: Probe 2160.2, ganz UV



In dieser Firnisschichtung erkennt man keinerlei Schichtung und eine Vielzahl ungeordneter bunter Partikel.

Interpretation:

Beide Prozesse, Verwirbelung und Flockung (O) sind wahrscheinlich.



Die Probe ist 163 µm dick, der Ring umschließt einen Partikelwirbel mit einem Durchmesser von ca. 110 µm.

Abb. 3: AP TENIERS (Kopie) 1211.4, Pos. 13 UV

Wie das Gemälde auf Eisenblech (s. o.) diente diese

niederländische Holztafel Pettenkofer zu Versuchen.

Ausschließliche Bedampfung war nicht wirksam –

Pettenkofer vermutete eine behindernde Ölnahrung.

Die schwarze Spitze deutet auf gelbliche Substanz

(zersetzter Ölfirniss?).

Darunter liegen zwei hell fluoreszierende Lagen, die untere,

blau markierte ist 6 µm dick und enthält feinkörnige Partikel

(entfärbter Farblack?).

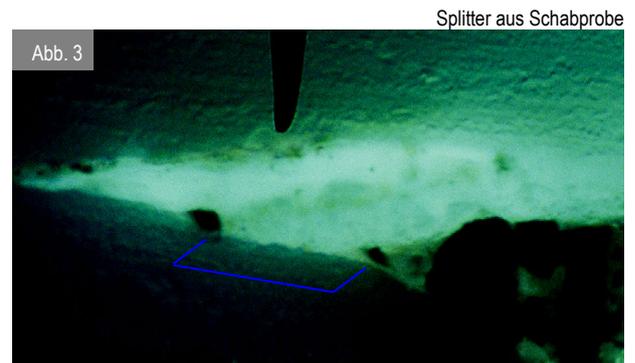


Abb. 4 WH BOL 238, Pos. 58

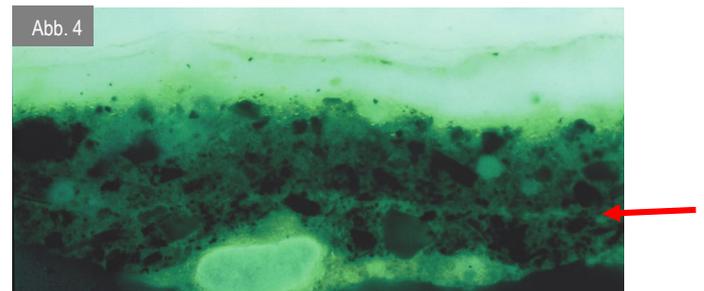
Probe präpariert von M. Geldof

An diesem Querschliff zeigt sich zwischen den unteren Farblagen

deutlich eine fluoreszierende Zwischenlage: ein originaler

Zwischenfirnis (←) und ein dicker, stark fluoreszierender Brocken

(gesottener Harzbalsam?).



Selbst an diesen extrem kleinen Proben lassen sich wichtige morphologische Strukturen diagnostizieren, die auf beteiligte Faktoren hinweisen.

### 5.3.2.4 Firnisauflösung mit Brodeltopf

Beschreibung von Probe AP BORCH 206.4, Pos. 6 (Fortsetzung)

Die Archivunterlagen belegen, dass dieses Gemälde von Borch 1863 erfolglos bedampft wurde. „Etwas frischer Dammar“ brachte Glanz, aber keine Transparenz. 1865 wurde es durch „sehr oft wiederholtes Behandeln mit Copaiva und Alkohol“ bleibend regeneriert. 1870 diagnostizierte Pettenkofer eine hindernde Öleinreibung, die nach „chemischer Untersuchung [als] erhärtetes Öl“ bestätigt wurde. Im 20. Jh. ist das Gemälde wegen wiederkehrenden Trübungen jährlich mit einem Lederlappen poliert worden (persönliche Mitteilung von Herrn Lohe senior).

Die Firnisschicht ist anhand einer Schabprobe analysiert worden und enthält Copaiva-Balsam. Ein separierter Splitter diente für das folgende Querschliff-Präparat.

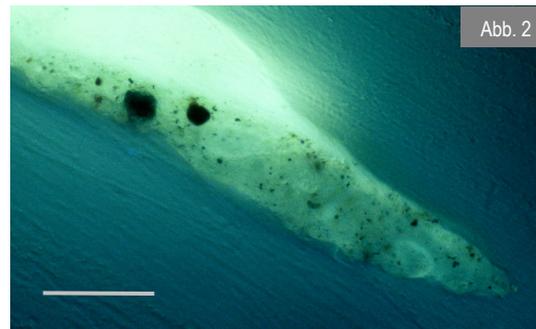


Hier zeigt der Balken 60 µm.

Abb. 1, Mitte der Probe, 2. Anschliff (UV):  
Die feinteilige graue Substanz liegt eingewürgt vor.

Interpretation:

Wahrscheinlich ist hier eine Schmutzaufgabe in die erweichte Firnisschichtung eingewürgt worden.



Hier zeigt der Balken 20 µm.

Abb. 2, rechtes Ende, 2. Anschliff (UV):  
schwarze rundliche Körner sind Malschichtbestandteile.

Interpretation:

Auch originale Partikel sind in den Firnis aufgespült worden.

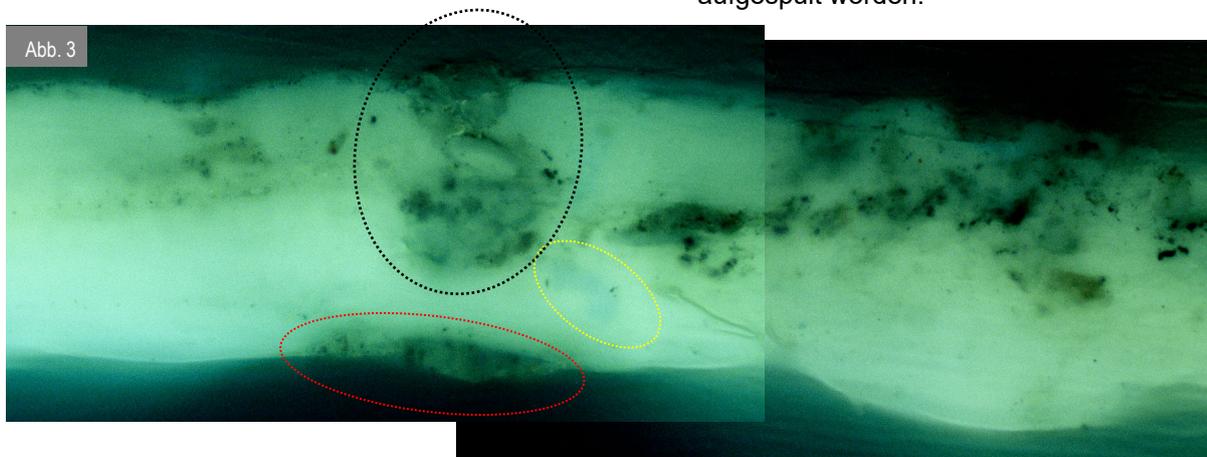


Abb. 3, montierte Aufnahmen aus der Mitte der Probe vergrößert:

Zwischen Malschicht (○) und oberen Firnislagen liegt 15 µm stark Firnissubstanz, die heller fluoresziert. Darin eingebettet liegt ein hellblau leuchtendes Partikel (○) – auch scheint ein originales Malschichtpartikel sein (muscheliger Bruch, Smalte?).

Der Brodeltopf (○) ist ca. 35 µm dick und oben bis auf 11 µm eingeschnürt.

Die turbulenten Bewegungen lassen sich an dem erstarrten Gemenge noch gut ablesen.

Das sehr kleine Firnispräparat liefert sehr detaillierte Indizien;

Um 1900, also 35 Jahre nach der oben benannten Regenerierung, begründete Hauser junior seinen Verzicht auf die Verwendung von Copaivabalsam mit dem Versprechen dieses Materials, das möglicherweise für die jährlichen Trübungen im 20. Jh. verantwortlich sein könnte. Polieren vermied umsichtig Lösemiteleintrag – offenbar war die Glastemperatur der Firnisschichtung durch Eintrag von Copaiva aber schon erniedrigt, dass Schmutzpartikel dabei eingewürgt worden sind.

### 5.3.2.5 Firnisauflösung mit Tasche

Beschreibung in Aufsicht an WRM REMBRANDT 2526.

Rembrandt hat hier offensichtlich nass-in-nass gearbeitet. Die folgenden Aufnahmen sind dem Untersuchungsbericht von Katrin Pilz 2006 entnommen, die Auswertung erfolgte mit der Verfasserin.

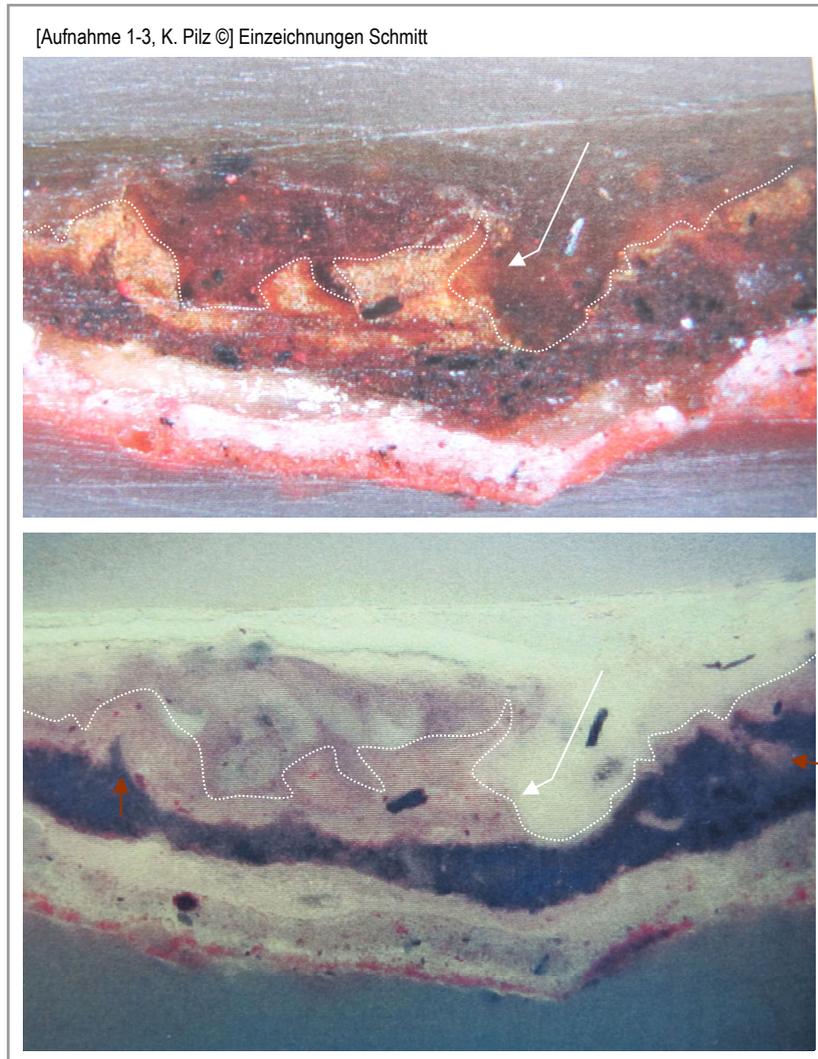


Abb. 1,2 Probe 6a

(Farblage 6:  
„in der Mitte der Probe [...] teilweise faltenartig gestaucht“)

Querschliff VIS  
In normaler Beleuchtung ist  
orangefarbene Unterma-  
lung  
(.....)  
stark vermengt mit Rotlack.

Abb. 2 Probe 6a  
Querschliff UV

Unter UV-Strahlen zeigen  
sich zusätzlich:

- (↓) eine Tasche aus  
diversen Firnislagen mit  
verwirbelten dunklen  
Partikeln
- (↑) Injektionen der  
dunklen Imprimitur

und

- stark fluoreszierende  
eingewürgte Anteile
- in roter Lasur (original?)

Bei der chemischen Analyse (DTMS) von einigen Proben aus diesem Gemälde zeigte sich (1):

Probe 18 Gesicht (S.12): Diterpene und Öl.

Probe 20, Firnis und ein dunkler Partikel (S.15): Mastix mit Ölgehalt (mit Blei und Carbonat).

Wie am Gemälde *Jüdische Braut* wurde diese Kombination als Hinweis auf eine **originale Öl-Harz-Lasur** gewertet, der in Aceton stark löslich ist, oxidierte Abietin-Diterpene in Alkohol löslich. Da auch Blei enthalten war, könnten die Öle aus der Farbe stammen.

Wenn in diesem späten Werk Rembrandts Anteil von Diterpenharz als originaler Bestandteil gewertet wurde, beinhaltet der Hinweis auf die Löslichkeit ein extremes Risiko für weitere Bearbeitungen. Beide genannten Lösemittel konnten demnach Schäden hervorgerufen haben, ohne dass eine Regenerierung beteiligt war. Das Gemälde wurde 1928 regeneriert.

Vom selben Gemälde sind unter Farbdeformationen wenige große und überaus zahlreiche, sehr kleine Taschen in der Inkarnatpartie abgebildet worden. Diese Gestalten sind starke Indizien für eine Regenerierung – in wie weit das heute sichtbare Farbgemenge in der roten Lasur und in der dunklen Unterma- lung (Injektionen) gestört sind, kann bisher nicht ermessen werden, es ist zumindest unwahrscheinlich, dass sie unverändert vorliegen.

Eine weitere Probe aus dem Inkarnat (Abb.3c, d) zeigte, dass das Inkarnat wahrscheinlich original nass-in-nass vermalt worden ist. Vom selben Gemälde hat K. Pilz zahlreiche extreme Deformationen und Auflösungserscheinungen dokumentiert. Abb. 3b, c zeigen **kleine Taschen** im Querschliff.

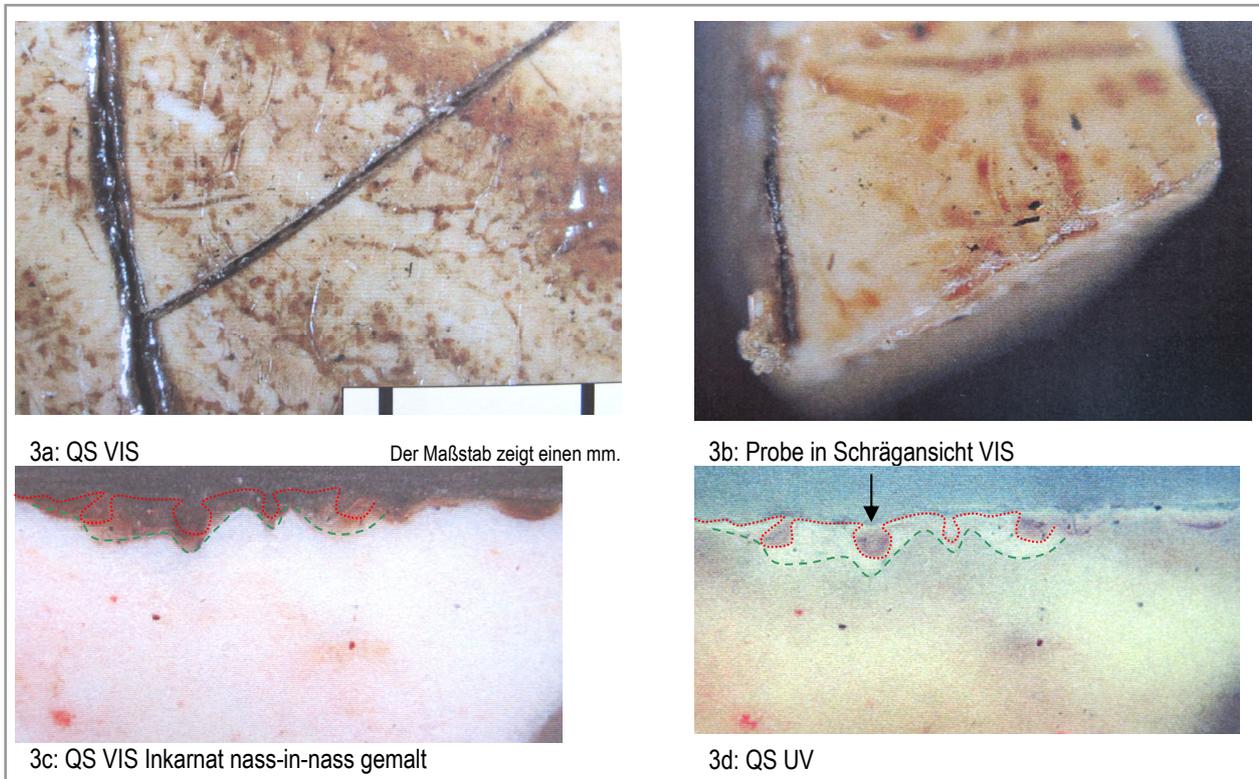


Abb. 3 Probe 6a Querschnitt (QS) aus REMBRANDT WRM 2526 [1]

Die Aufsicht (Abb. 3b) zeigt, dass intensiv orange-braun gefärbte gewundene Bahnen vorkommen, die in das helle Inkarnat eingebettet vorliegen, flächig ist die Oberfläche nur blass orange getönt. Zusätzlich zur Füllung mit gegilbtem Material liegen in mehreren Taschen auch sehr dünne Tröge aus braunem Material (F2, exemplarisch ↓ Abb. 3d). Unter diesen unduliert eine streckenweise vollständig erhaltene dicke fluoreszierende Lage (F1), die im normalen Licht transparent orange ist (Abb.3c).

#### Interpretation:

Dies erklärt die intensive Färbung im Trog der Taschen, hier liegen drei Lagen übereinander. Die blass orange Färbung beruht auch auf der unteren Lage (F1, ggf. eine originale Lasur). Die Tröge (F2) sind Reste einer stabilen gefalteten Lage, die stark abgeschliffen worden sein muss. Wahrscheinlich handelt es sich um eine dünne, sehr alte stabile ölhaltige Lage, die gerunzelt war – darauf deuten die gewundenen Bahnen. Diese Interpretation stellt die Frage, ob es sich bei dem nachgewiesenen Harzen Mastix und Abietin-Diterpen und sikkativiertem Öl auch um alte(n) Restaurierfirnis(se) handeln kann, die stark und feinteilig gerunzelt gewesen waren, bevor sie abgeschliffen wurden. Die Faltung von F2 wird als sekundär interpretiert, eine originale Ölrunzelung müsste unpigmentiertes Bindemittel darunter aufweisen (vgl. Götz 2003).

In jedem Fall liegen starke Indizien für beides vor: Erosionen und Regenerierungsphänomene. Bisher sind nur chemische Analysen mit DTMS erfolgt, was keine Differenzierung in Abietin-Diterpen und Marker des Copaivaharzes (ebenfalls Diterpen) erlaubt. Alle Anzeichen stellen erhebliche Risiken bei jeglicher Lösemittelbearbeitung in Aussicht. Eine gewünschte Firnisreduzierung wurde in einem Fachkolloquium eingehend beraten und davon Abstand genommen.

[1] PILZ 2006, Anhang, Probenprotokolle (Farblage 6: „in der Mitte der Probe [...] teilweise faltenartig gestaucht“); Vgl. PILZ 2011

### **5.3.3 Erhaltene Krepierung – ist ein Referenz-Phänomen –**

#### 5.3.3.1 Erhaltene Krepierung

Feld A8

SNYDERS, *Küchenstillleben*, ohne Inv.-Nr. (KP)

#### 5.3.3.2 Erhaltene Krepierung

PIJNACKER, *Angelnder Hirte*, Inv.-Nr. 340 (WH)

Feld B22

### 5.3.3.1 Erhaltene Krepierung

Beschreibung in Aufsicht und Querschliff, Vergleich einer natürlichen mit einer künstlichen Krepierung.  
Linke Spalte: Küchenstillleben Privatbesitz Köln, rechte Spalte: Feld A8 - jeweils in selben Maßstab abgebildet -

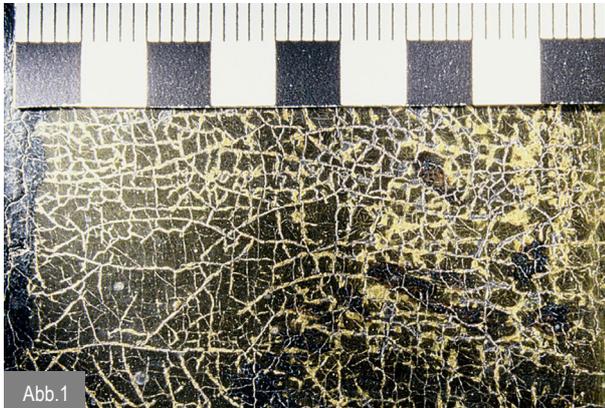


Abb. 1

Höhe der Abb. entspricht 37 mm

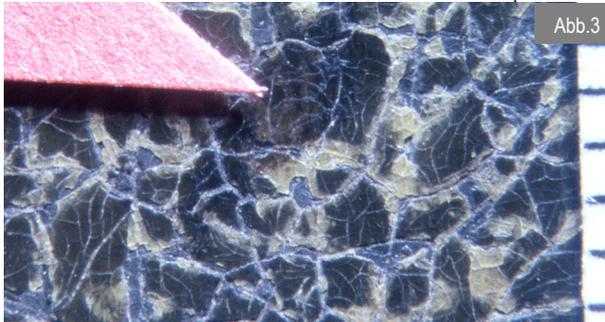


Abb. 3

Maß mit mm an rechter Kante



Abb. 5

Der Balken entspricht 1 mm

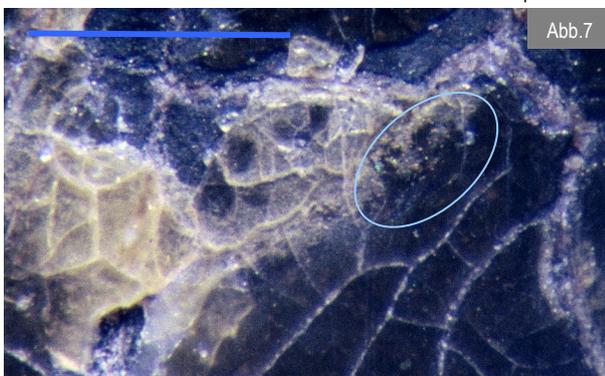


Abb. 7

Der Balken entspricht 1 mm

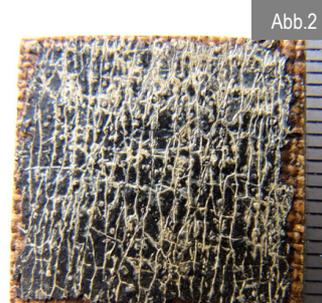


Abb. 2

Abb. 1 und 2:  
in den Spalten sitzen  
Luft und geborstene  
Firnissplitter. Beide  
Ansichten ähneln sich  
stark.



Abb. 4

Höhe der Abb. entspricht 37 mm

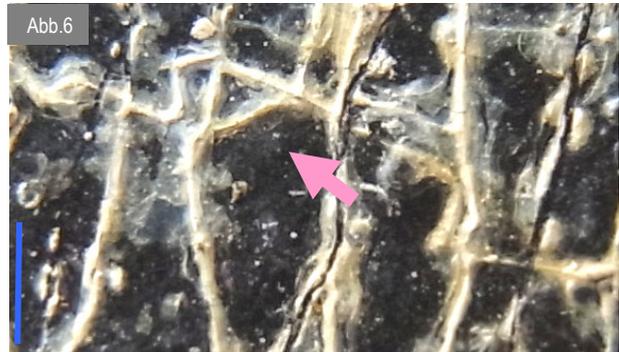


Abb. 6

Maß mit mm an rechter Kante

Der Balken entspricht 1 mm



Abb. 8

Der Balken entspricht 1 mm

In beiden Strukturen sind die Kanten besonders deformiert, horizontale Trennung tritt an der Oberfläche und in der Tiefe ein (▶). Die noch dicken, frisch geborstene Kanten in A8 sind noch nicht versprödet und ausgebrochen. Interessant wäre es, die Alterung der fein verzweigten horizontalen Trennungen zu vergleichen, Abb. 7 und 8 (○). (Pusteln in Abb. 4 sind kein notwendiges, sondern ein individuelles Merkmal).

### 5.3.3.2 Erhaltene Krepierung

Beschreibung in Aufsicht am Gemälde WH PIJNACKER 340 und am Fragment, beide Firnisschichtungen zeigen irisierende Bruchkanten und Lagentrennung.

Verschiedene Ausschnitte der kleinen Tafel von Pijnacker sind vorgestellt worden. Hier werden die Trübungen im Bereich des Wassers vorgestellt.

Abb. 1: WH PIJN 340, Pos. 13  
Einige Trübungen schimmern auffällig golden und erinnern mit ihrem irisierenden Effekt an das Mineral Glimmer. Winzige Luftblasen erzeugen helle Reflexlicht im Streiflicht.

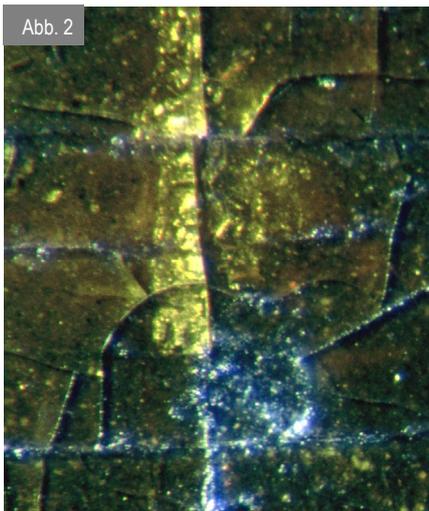
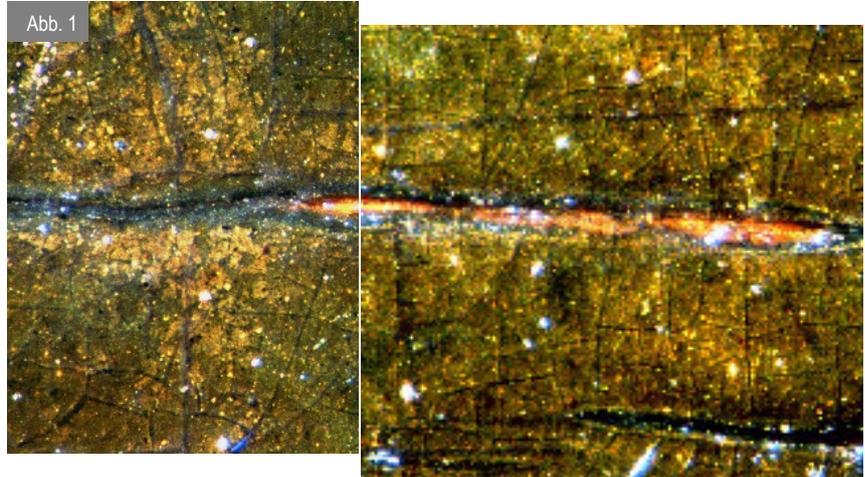


Abb. 2: Ebd., Pos. 34  
(Streiflicht v. links) der Firnis ist stark versprödet, Lichtstrahlen werden an Ausbruchkanten weiß, an tiefliegenden horizontalen oder diagonalen Klüftungen golden reflektiert.



Abb. 3: Feld B22  
Künstlich krepieretes Fragment, beschichtet mit altem Copaiva-Balsam sieht den Trübungen oben sehr ähnlich – es fehlt die Versprödung im Überzug.

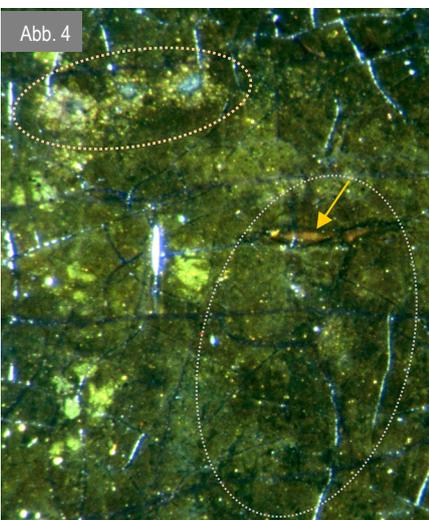


Abb. 4: Ebd., Pos. 9;  
Ähnlich golden, aber mit deutlich feineren Bruchkanten schimmern Trübungen um drei kleine Kuppen (○), es sind abgeschürfte oder abgeplatzte Kuppen der Farblage des Wassers, wahrscheinlich Azurit.

Als Felder mit zipfeligen Konturen erscheint die deckende Farblage(○), offenbar ist die schwarze Untermahlung in den geweiteten Spalten (↑) aufgestiegen und überflutet die Kanten.  
Dazwischen liegen hellgrüne Flecken (Schichtentrennung?).  
Diese Trübungen lassen sich in der Aufsicht nicht sicher einordnen.

## **5.4 Andersartige Befunde**

### **5.4.1 Stabile Trübung**

- 5.4.1.1 Stabile Trübung – Indizien zur Differenzierung  
PIJNACKER, *Landschaft mit Torbogen*, Inv.-Nr. 787 (HAU)
- 5.4.1.2 Stabile Trübung – Indizien zur Differenzierung  
REMBRANDT Schule, *Frau an geöffneter Obertüre*, sog. Hendrikje Stoffels,  
Inv.-Nr. 828B (GG), QS 828B.4
- 5.4.1.3 Stabile Trübung in Zwischenlage  
BOL, *Dame mit einer Nelke in ihrer Hand*, Inv.-Nr. 238 (WH)

### 5.4.1.1 Stabile Trübungen – Indizien zur Differenzierung

Beschreibung in Aufsicht am Gemälde HAU PIJNACKER 787

Dieses Gemälde in Braunschweig galt als krepirt. Tatsächlich fand die Autorin einen Cumulus, der sicher auf eine Regenerierung deutet (Cumulus 5.2.2.1), (Pustel 5.2.6.2) sowie eine Reihe weiterer Phänomene. Von Pijnacker sind drei Gemälde untersucht worden, von dem Vergleich profitierte die Interpretation.



Abb.1: Bildmitte Vordergrund, Pos. 42: Trübungen liegen im Wasser exklusiv an Lichtreflexen und im Laub exklusiv an frischen Blättern.

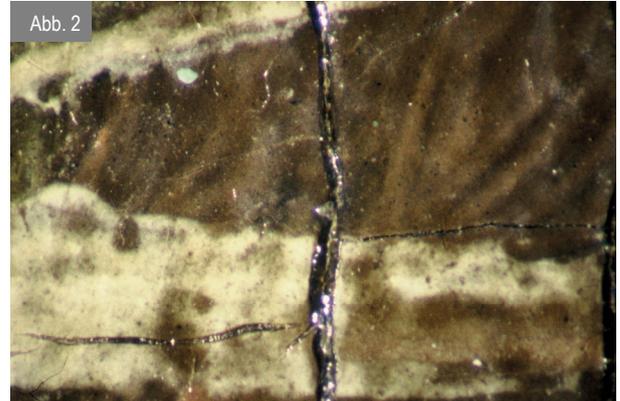


Abb. 2 Pos. 34 An diesem Schilfblatt liegt Braun auch auf dem aufgehellten Pinselstrich, getrübt ist also nicht Firnis, sondern eine spezielle Farbe, demnach liegt Entfärbung vor.

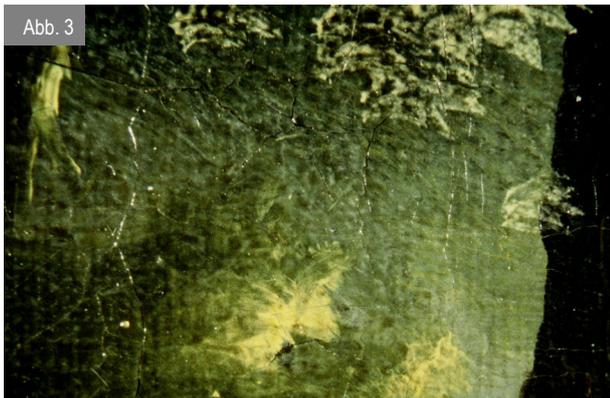


Abb.3: Pos. 45; Das Laub der niedrigen Büsche mit trocknen Spitzen zeigt keinerlei Entfärbung.

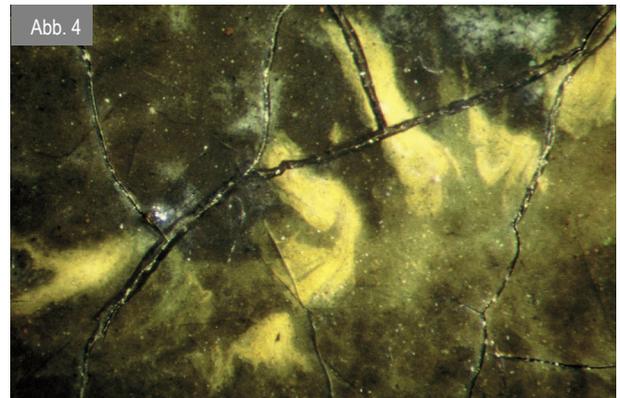


Abb. 4: Pos. 45; Gelb offensichtlich nass-in-nass aufgetragen und zeigt zerfaserte Konturen: Effusionen, die Regenerierschaden sein können.



Abb. 5: Pos. 21; Im Wasser liegt eine unregelmäßige weiße Fläche, die wie Lichtreflex auf gekräuselter Wasseroberfläche wirkt. Die Schwundrisse darin folgen nicht der Malerei, die Trübung ist ein Schaden (s. Abb. 6)

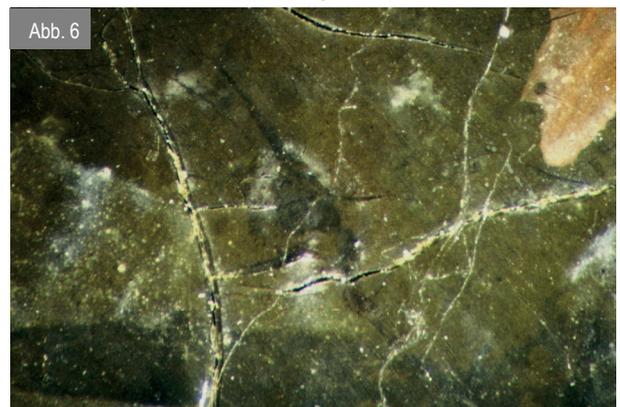


Abb. 6: Pos. 9 In der unmittelbaren Umgebung von Pos. 21 liegen Tupfen als kleine Schwärme und als Gespinst. Gut erhaltene Stellen, erlauben den Durchblick auf tiefliegende, breit klaffende und verzweigte Schwundrisse in der Malschicht (re. ob. Hand des Hirten).

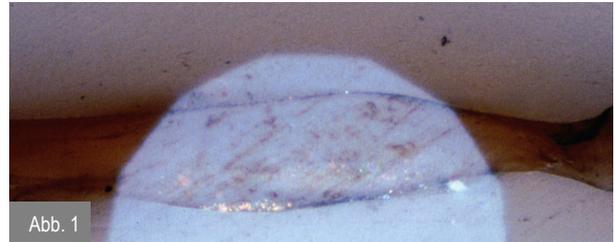
**Interpretation:** Am Gemälde liegen Entfärbungen und vermutlich Verseifungen, die wahrscheinlich mit einer Regenerierung vergeblich regeneriert worden sind, was die Mobilität der Verseifungsprodukte forciert hat, im Wasser erfolgten Überzüge.

### 5.4.1.2 Stabile Trübung – Indizien zur Differenzierung

Querschliff aus dem Gemälde GG REMBRANDT Schule 828B

Zwei Farbtöne - Rotlack und Smalte - sind in nahezu jedem regenerierten Gemälde relevant, Entfärbungen sind schwierig von Krepierung zu unterscheiden; hier halfen Kontext und der Vergleich von Querschliffen

Abb.1: GG REMBRANDT 828B Querschliff 828B.4, Pos. 8  
Ausführliche Untersuchungen von Koller 1990 lieferten einen positiven Copaiva-Nachweis und bestätigten, dass ein unterer Firnis sehr dick und klebrig wäre. Der 1997 entnommene Querschliff 838B.4 zeigte unter polarisiertem Licht, dass Zinnoberpartikel in P2 konzentriert vorliegen.



Querschliff 828B.4 VIS polarisiert, vgl.3.2.2

Der Nachweis von Copaiva in einer Firnis-Schabprobe war negativ. Der Querschliff 828B.2 bestätigte die Untersuchung Kollers, dass fünf Lagen Firnis (F 2-6) auf die relevante Schicht folgen; in den oberen Firnislagen ist Copaiva also nicht oder in einer Konzentration unter der Nachweisgrenze enthalten.

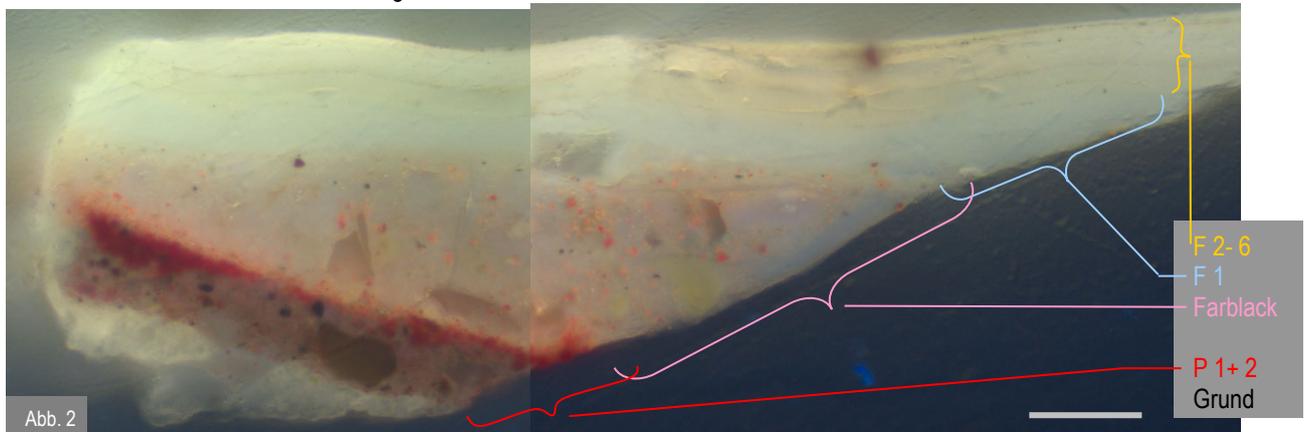


Abb. 2: Querschliff 828B.2 UV+VIS, 2. Ebene

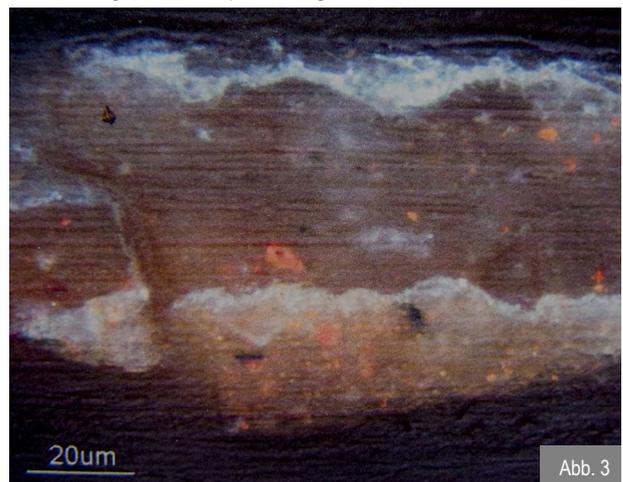
Der Balken entspricht 20 µm

Da dieses Gemälde an anderer Stelle starke Regenerierschäden zeigt, war unklar, wie die 30 µm dicke Lage zwischen Zinnober (P2) und der dicken milchig hellblau fluoreszierenden Lage F1 zu interpretieren ist (1). Dieser aktuelle 2. Anschliff offenbarte neu, dass in dieser Lage dreieckige und viereckige Splitter enthalten sind, ein solcher von F1 umschlossen obenauf liegt und die Grenze zu F1 nicht klar definiert ist. Zudem liegen in Lage P1 (rosé Untermauerung) und Farblack große, transparente gelbe Körner.

#### Interpretation:

Dieser mikroskopische Befund, der an Probe 828B.3 und der Vergleich mit dem nebenstehenden Querschliff (ohne Firnisse) mit gleicher Stärke und Partikelverteilung gab den Ausschlag, die fragliche Lage als entfärbten Rotlack und F1 als Copaiva-haltige Lage, einen zweilagigen(?) Überzug ante Pettenkofer (ggf. Xeller?) zu interpretieren. (s. auch Diskussion Alterung).

Probe „OS BRAY 26“ stammt aus einem ausführlich analysierten Gemälde von De Bray, Triumphzug der Musiker, Orangensaal Nr.26, rotes Kinderkleid - Nachweis von hohem Gehalt von Kalzium, interpretiert als minderwertiges Verlackungsmittel (2)



Querschliff BRAY 26 [Reproduktion aus LOON 2008, S. 67]

Der Rotlack ist entfärbt und enthält als Zuschlagstoff, sehr wahrscheinlich eine vollständig entfärbte Smalte,

F1 mit Copaiva hat entfärbten Farblack wohl angelöst, einen Smalte-Splitter eingebettet.

Diese Interpretation fügt sich ein in die zahlreichen Beispiele, in denen vermeintlich ‚hartnäckige Krepierungen‘ entfärbte Farblacke waren und daher exzessiv regeneriert worden sind. Der Copaivagehalt ausschließlich in unteren Lagen stellt an die Beprobung besondere Anforderungen.

(1) Zinnoberpartikel durch Regenerierung deplaziert?

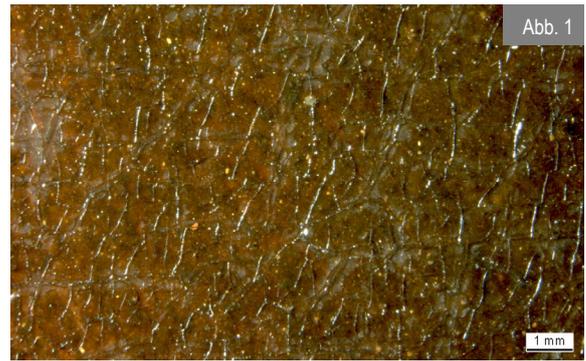
(2) Van LOON 2008, S. 72, 73

### 5.4.1.3 Stabile Trübung aufgrund von Zwischenlage

#### Beschreibung in Aufsicht

am Gemälde WH BOL 238, Pos. 79  
Ein Ausschnitt mehrfach  
in zunehmender Vergrößerung gezeigt.

Abb. 1:  
Im Hintergrund stören nicht nur Gespinste die  
Transparenz



Alle Aufnahmen dieser Seite Thomas Krämer ©

Abb. 2 (Detail □ von Abb. 1):  
es sind auch **flächige Trübungen**.

Abb. 4 (Detail aus der Mitte von Abb. 2):  
Zwischen orangefarbenen Tupfen liegen schuppenartig  
verteilt semi-transparente blasige Strukturen.  
Drei dieser Flecken sind zur Verdeutlichung konturiert (...).  
Lichtreflexe machen sichtbar, dass es schalenförmige  
Schollen sind, die im transparenten Firnis eingeschlossen  
liegen.

Interpretation: Entsprechend wird es sich hier **nicht** um  
pigmentierte Schleier handeln, sondern getrübbte Reste  
eines ehemals transparenten Firnisses.

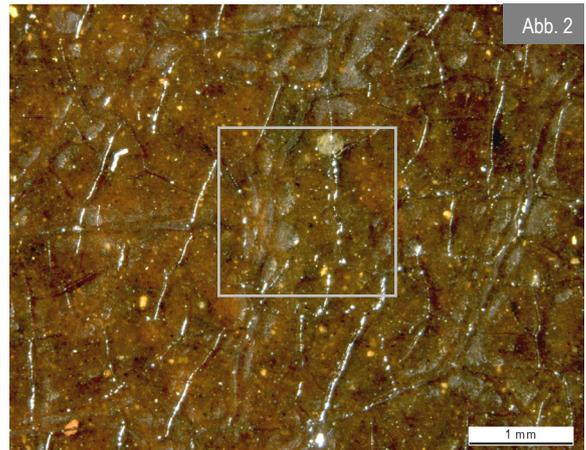
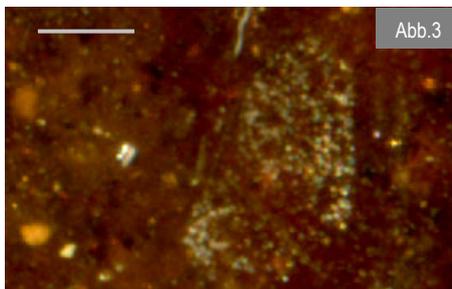


Abb. 3 Detail □ aus Abb. 4:  
Diese Scholle zeigt eine blasige Struktur  
mit relativ großen Löchern ca. 15 µm Ø.



Der Balken entspricht ca. 100µm

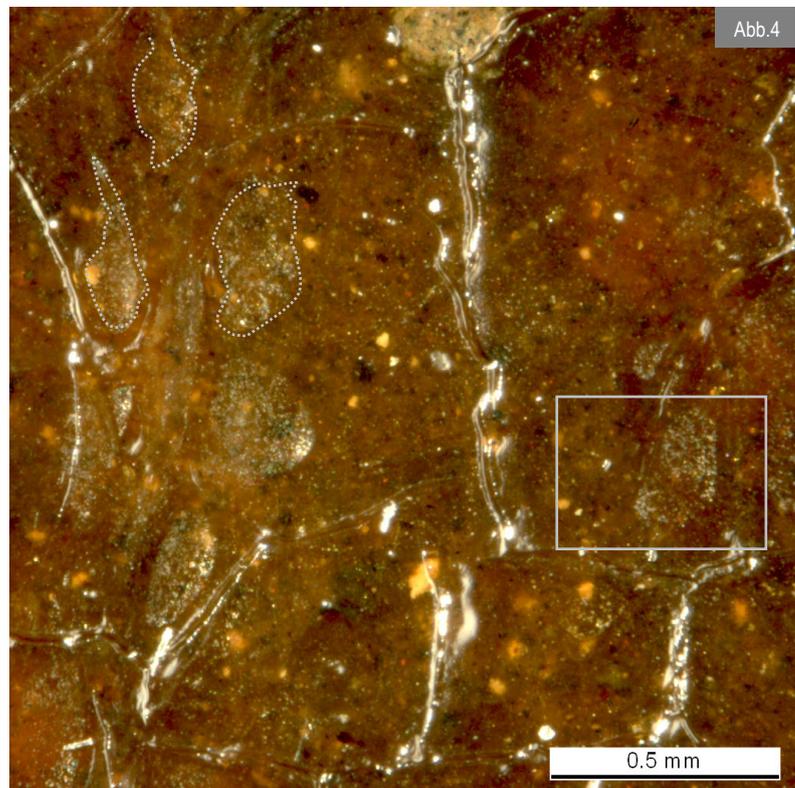
#### Interpretation:

Es könnte ein Firnis/Festigungsmittel  
sein, das durch Extraktion porig  
geworden ist.

In der ersten Hälfte des 19. Jhs. hat  
man Eiweißfirnissen in Alkohol gelösten  
Zucker als Weichmacher zugesetzt (1).  
Dieser könnte bei Kontakt mit  
Weingeist, ggf. bei der Regenerierung?)  
ausgewaschen worden sein und  
löchrige Filme erzeugt haben.

Alternativ kann Eiweiß geschlagen  
direkt Bläschen hinterlassen haben.

(1) FERNBACH 1843, S. 85



## **5.4.2 Türmchen**

### **5.4.2.1 Türmchen**

BOL, *Dame mit einer Nelke in ihrer Hand*, Inv.-Nr. 238 (WH)

### **5.4.2.2 Türmchen**

Ebd., QS 238.26, QS 238.27

### **5.4.2.3 Türmchen**

Ebd., Inv.-Nr. 238 (WH), QS 238.26, QS 238.27

### 5.4.2.1 Türmchen

Beschreibung in Aufsicht am Gemälde WH BOL 238, Pos. 81

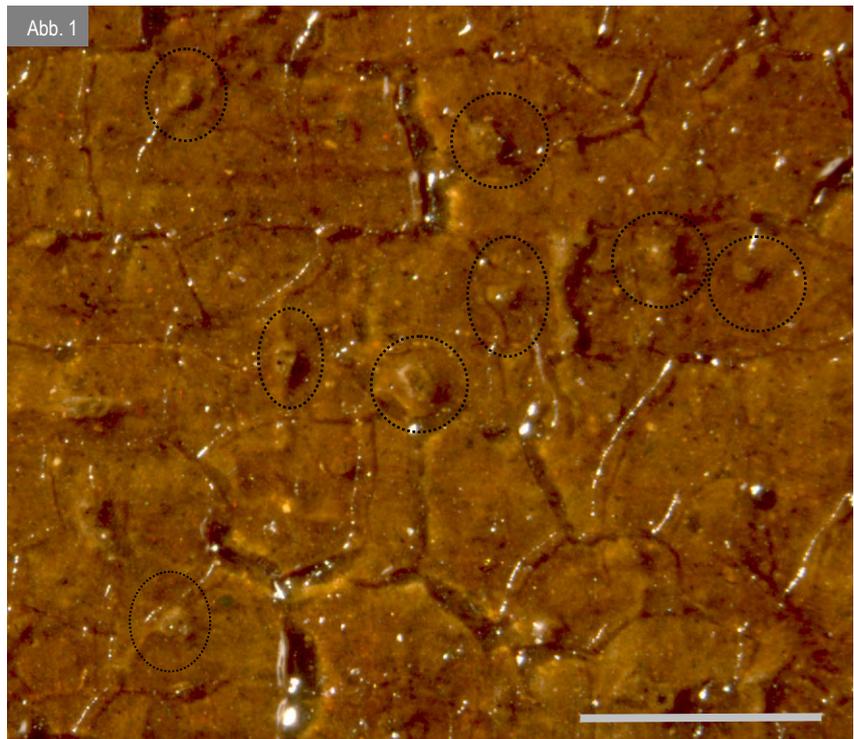
Im hellbraunen Haar der Dame sitzen zwischen den Effusionen stielartige Erhebungen, Hans Brammer fand dafür den Begriff: Türmchen. Bis ihre Entstehung geklärt ist, wird dieser eingängige Notname beibehalten.

[Aufnahme MLH, Th. Krämer ©]

Abb.1 und 2 (Detail):

Türmchen beschreibt gut ihre vorrangig vertikale Erstreckung bei geringer Grundfläche. Sie reichen bis zur Firnisoberfläche. Diese Aufnahmen sind nach der mechanischen Reduzierung der Firnisse erstellt, manches Türmchen ist geringfügig an der Oberfläche angeschliffen und zeigt den etwas dunkleren, braunen Inhalt.

Wie die schwarzen Ringe betonen, treten an dieser Stelle Türmchen in Scharen auf (O).



Balken zeigt 1 mm

Diese Vergrößerung zeigt zwei Türmchen mit den Schlagschatten vom Streiflicht, das von links oben einfällt, jedes ca. 170 µm Ø.

Interpretation:

Gehören Türmchen auch zu den durch Regenerierung provozierten Phänomenen?

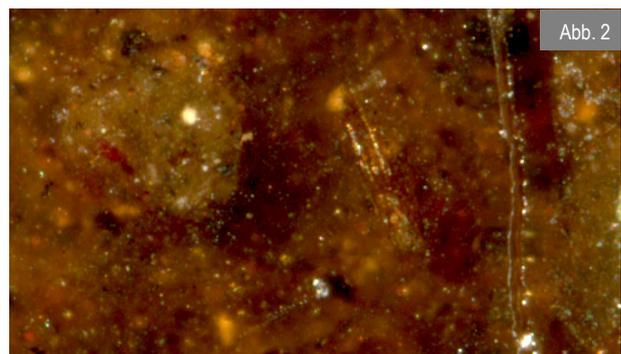
Sind es gewucherte Metallseifenagglomerate oder

sind es Gebilde aus Mineralien ((Diapir Kap.4), die bei kondensierter Luftfeuchtigkeit wie Salzgesteine in Lösung gehen und beim Trocknen durch Ausfällen wachsen

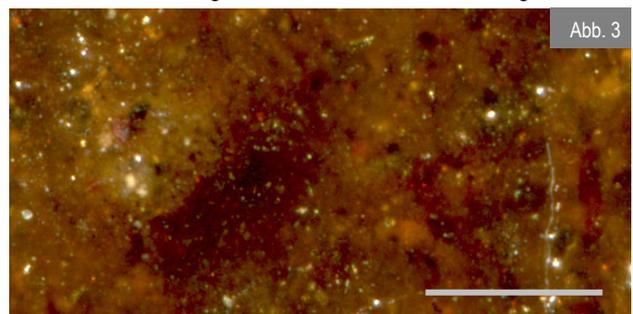
oder

Pigment aus Brauner Erde (Braunkohle die ebenfalls Kryoturbation unterliegt) ?

Zur Klärung der Struktur der Türmchen war Probenentnahme und Querschliff erforderlich;



Balken gilt für beide Ausschnitte und zeigt 0,2mm



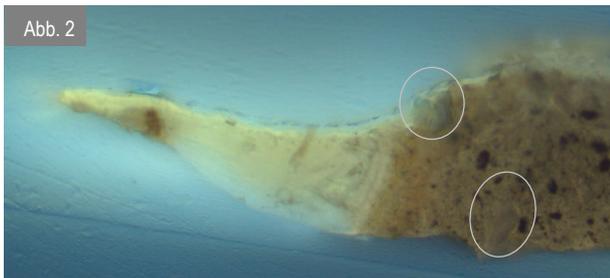
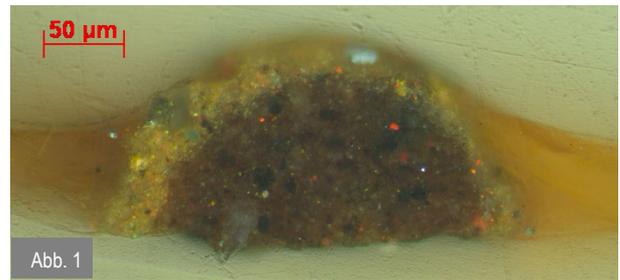
### 5.4.2.2 Türmchen

Beschreibung im Querschliff am Gemälde WH BOL 238.26 und 238.27 von Pos. 76

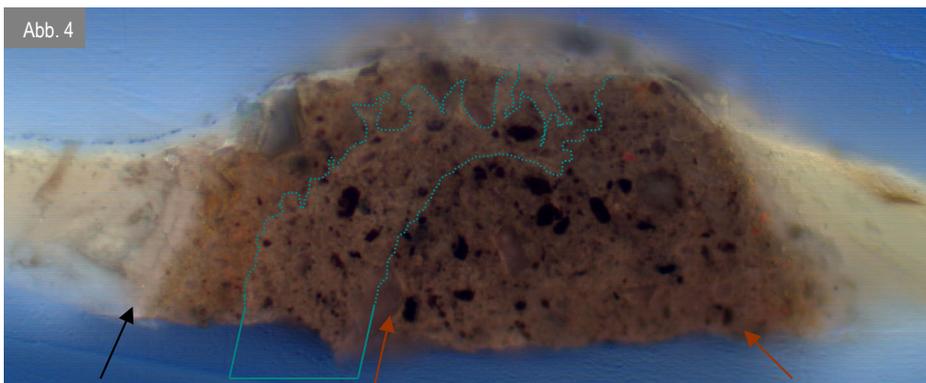
Abb. 1, VIS zeigt den perfekt halbkugeligen oberen Abschluss eines 280 µm breiten Türmchens.

Die Kuppe ist eingebettet in stark gegilbte, klar transparente Firnisschichtung. Die deckende Farbschicht ist hellbraun, aus mehreren Pigmenten gemischt und ca. 25 µm dick.

Im Innern liegt, wie die Abschürfungen es angedeutet haben, eine braune Farbe (des Hintergrundes oder eine Imprimitur?). Auch die braune Farbe ist gemischt, vorherrschend größere, sehr dunkle Körner, vereinzelt enthält sie feines orangerotes Pigment.



Graue Ringe (O) weisen auf große blaue Splitter in Hellbraun und Dunkelbraun. Die Firnisschichtung deckt bis auf den Scheitel des Türmchens und keilt dort aus.



Eine weitere Schliffebene und ein spezieller UV- Filter bieten mehr Information:

1. Der schwarze Pfeil weist auf den untersten, pink fluoreszierenden Firnis (in zwei Lagen?)

2. Die **rostroten** Pfeile (↑) weisen auf sortierte dunkelbraune Partikel in Form eines Sattels. Offenbar markieren sie eine Migrationsfront, quasi einen inneren „Bergrücken“ innerhalb der türmchenartig aufgestiegenen Deformation.

3. Die blau eingezeichneten Linien (-) begrenzen eine schwach heller fluoreszierende Phase A in Braun. Oberhalb des Sattels scheint sich Phase A mit dem Firnis zu mischen.

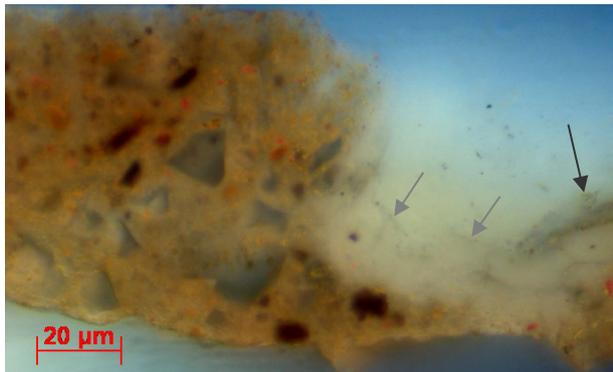
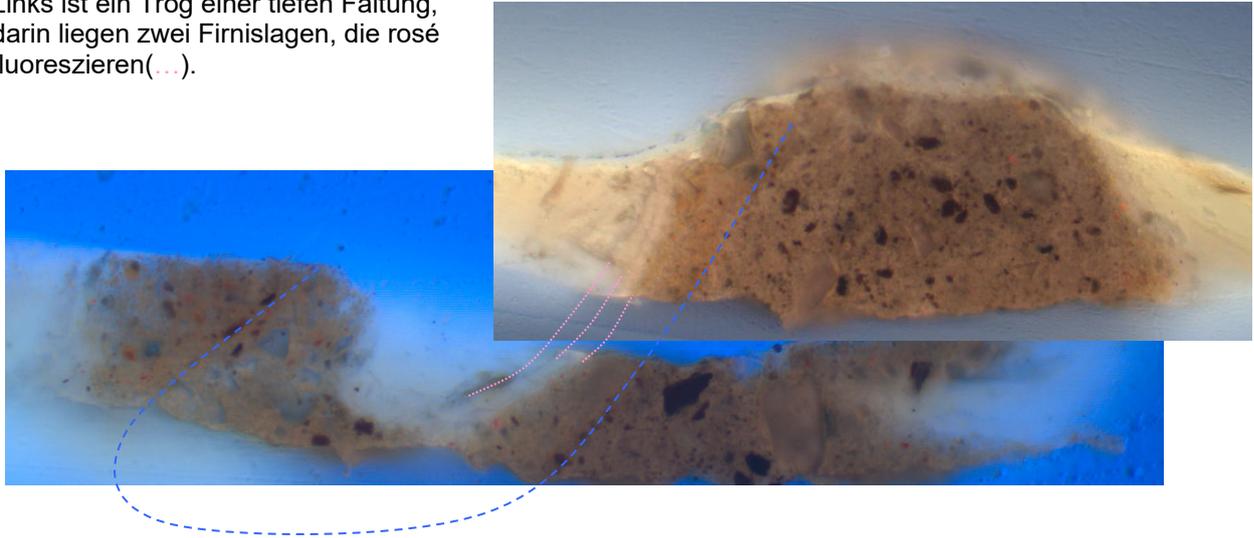
- die nächste Seite bietet diese letzte Abbildung mit anderen Einzeichnungen -

### 5.4.2.3 Türmchen

Fortsetzung Interpretation der Querschliffe WH BOL 238.26 und 238.27

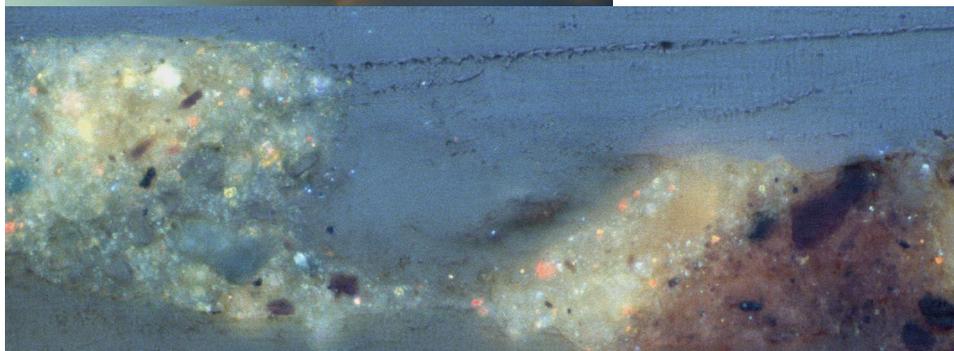
Ein spezieller UV-Filter und die Montage der Kuppe mit ihrer Basis bietet mehr Information:  
Die blauen Linien (-) begrenzen erneut die schwach heller fluoreszierende Phase A, die ab dem Scheitelpunkt nach oben abknickt und sich dort mit Firnis mischt.

Links ist ein Trog einer tiefen Faltung, darin liegen zwei Firnislagen, die rosé fluoreszieren(...).



Der Trog vergrößert und heller UV.  
Die Pfeile markieren feine bis große Partikel (↓↓ Schmutz?).  
Darunter liegen zwei unpigmentierte Lagen mit milchiger rosé-farbiger Fluoreszenz (F1,2).

Links vom Trog erschien t wieder das äußere Hellbraun. Diese Lage enthält auch in der Kuppe sehr viele blaue Splitter (Smalte?)



Dieselbe Abb. VIS.  
Im Hellbraun liegen mennigefarbene Partikel.

#### Interpretation:

Das Türmchen zeigt in Innern weder ein Metallseifen-Aggregat, noch eine Pigmentumhüllung mit einem löslichen Bindemittel als „treibende“ Kraft. Es muss für den Auftrieb andere Ursachengebende, möglicherweise die von Boon angenommene Halokinese (Diapir).

Das äußere Hellbraun ist (entfärbte?) Lasur, die großen Partikel sollten die Transparenz steigern; wenn sie Smalte sind, trug die silikatische Struktur sicher zur Hygroskopizität bei und unterstützt die These vom Diapir.