

# DER NACHWEIS VON TRANSPORTSCHÄDEN AN GEMÄLDEN MITTELS DIGITALER BILDVERARBEITUNG

Lars Raffelt, Renate Poggendorf  
Doerner-Institut  
Bayerische Staatsgemäldesammlungen  
Barerstrasse 29  
80799 München  
Tel.: 089 23805 169, FAX: 089 23805 156  
E-mail: raffelt.l@doerner-institut.de, poggendorf.r@doerner-institut.de

Seit Kunstwerke auf Reisen gehen, werden sie begleitet von der Sorge um ihre wohlbehaltene Ankunft. Denn Schäden wurden und werden immer wieder beobachtet. Ein allem Anschein nach immer noch wachsender Ausstellungsbetrieb hält die Diskussion um Für und Wider der Ausleihe von Kunstwerken am Leben. Auf der einen Seite steht das berechtigte Bestreben, dem Publikum Kunst und Kulturgeschichte aus immer wieder neuen Blickwinkeln näher zu bringen. Wobei nicht zuletzt auch größere Besucherzahlen erreicht werden können als es im Allgemeinen in ständigen Sammlungen möglich ist. Auf der anderen stehen die konservatorischen Bedenken der Verantwortlichen in den Museen. Nach deren Meinung sind die Objekte auf Reisen nicht nur einer erhöhten Unfallgefahr ausgesetzt sondern leiden schon durch klimatische Veränderungen und transportbedingte mechanische Beanspruchungen in unter Umständen unverantwortbarem Ausmaß.

Das Fachwissen über den technischen Aufbau von Kunstwerken und über Materialeigenschaften ist in den letzten Jahren sehr erweitert worden. Damit wuchs das Verständnis der Alterungsmechanismen infolge von klimatischen Veränderungen und mechanischen Belastungen. Nicht zuletzt auf Grund von beobachteten Schäden stiegen zugleich auch die Anforderungen an Verpackung, Transportkonditionen und die konservatorischen Bedingungen am Ausstellungsort. Infolgedessen verringerte sich die Anzahl der festgestellten Schadensfälle und im Allgemeinen auch deren Ausmaß.

Trotz aller Verbesserungen werden von den Konservatoren-Restauratoren weiterhin große Bedenken gegen Kunsttransporte angeführt. Jenen, die weniger vertraut mit dem Materialgefüge der Werke sind, scheint es schwer zu fallen, die vorgebrachten Argumente noch nachzuvollziehen. Doch wer sich täglich mit dem Erhalten von Kunstwerken beschäftigt, weiß, dass bei der Komplexität der Materialgefüge und der Unwägbarkeit der Schwachstellen, die die Alterung bereits in diesem hinterlassen hat, die unvermeidlichen Belastungen durch Klimaschwankungen und Erschütterungen nicht ohne Auswirkung auf die Werke bleiben können. Auch wenn sich keine Schäden direkt nach einem Transport erkennen lassen, können Ermüdungserscheinungen im Materialgefüge aufgetreten sein, die langfristig zu sichtbaren Auswirkungen führen werden. Aber die Argumentation fällt schwer. Denn was nicht sichtbar zu machen ist, kann leicht für Hirngespinnste in den Köpfen von ewigen Bedenkenträgern gehalten werden.

Bislang ist eine objektivierte Beweisführung über die Schädigung von Kunstwerken durch Transporte und damit über deren Empfindlichkeit nur in recht grobem Maßstab möglich. Vor einer Ausleihe beurteilt üblicherweise ein erfahrener Restaurator, ob das Werk transportfähig ist. Das meint nicht mehr als, ob er erwartet, dass dieses in seiner Struktur so verändert werden könnte, dass zumindest mittelfristig merkliche Veränderungen eintreten werden. Vor der Reise wird der Zustand von Gemälden dann dokumentiert, indem er mit Worten beschrieben und einzelne Beobachtungen unter Zuhilfenahme von Fotos kartiert werden. Aktuelle

Detailaufnahmen, die einen beweiskräftigen Vergleich mit späteren Zuständen ermöglichen würden, sind wegen des damit verbundenen Aufwands wohl nur in Ausnahmefällen üblich. Nach der Rückkehr wird das Bild im Vergleich mit dem Protokoll untersucht. Größere Schäden wie Verformungen des Trägers, auffällige Absplitterungen der Farbschichten, mechanische Verletzungen wie Risse oder Kratzer können entdeckt werden. Ob alle neuen Beobachtungen wirklich zusätzliche Schäden oder nicht auch bisher übersehene aufzeigen, bleibt oft ein Unsicherheitsfaktor. Veränderungen im Mikrobereich wie kleinste Absplitterungen, ein verändertes Craquelénetz und Veränderungen in der Tiefe des Materialgefüges sind nicht nachweisbar. Je größer das Objekt, desto geringer sind die Chancen, Abweichungen vom Vorzustand aufspüren zu können.

Am Doerner-Institut wurde 1993 im Rahmen des VASARI-Projektes ein Verfahren zur Registrierung von Mikroschäden entwickelt und seitdem ständig verbessert. Gemälde werden mit dieser Methode im Abstand von Monaten oder Jahren erfasst. Die digitalen Aufnahmen werden softwaregestützt überlagert um so Veränderungen der Gemäldeoberfläche nachzuweisen. Wichtigstes Bestandteil dieses Systems ist eine hochauflösende digitale Kamera, die die benötigten Oberflächenaufnahmen liefert. Zu Beginn des VASARI-Projektes kam eine ProgRes 3000 Kamera zum Einsatz. Diese Kamera lieferte eine Bildgröße von ca. 3000 x 2300 px. Um Strukturen im 1/10 mm Bereich auf der Gemäldeoberfläche auflösen zu können sind Ortsauflösungen von ca. 10 lp/mm bzw. 20 px/mm notwendig. Daraus ergibt sich ein Bildausschnitt von ca. 150x120 mm. Da Gemälde in der Regel grösser sind ist es notwendig mehrere Teilaufnahmen mit einer gewissen Überlappung aufzunehmen um die gesamte Bildoberfläche zu erfassen. Dies erfordert ein Versetzen der Kamera vor der Gemäldeoberfläche in hoher Genauigkeit und Reproduzierbarkeit. Für diese Aufgabe wurde eine computergesteuerte 3-Achsen-Stellmechanik entwickelt und aufgebaut. Diese Mechanik erfüllt die Anforderungen sehr gut, ist aber leider nicht mehr transportabel. Die maximal aufnehmbaren Bildgrößen werden durch deren Abmessung eingeschränkt. Ein weiteres Problem war die Aufbereitung und Auswertung der so gewonnenen Bilder. Ihre hohe Anzahl und die sich ergebende Datenmenge erschwerten das Resampling, d. h. das pixelgenaue Überlagern der korrespondierenden Aufnahmen, außerdem führen die notwendigen Überlappungen zu Mehrfacherfassungen einzelner Merkmale. Erst mit dem Einsatz der MARC-Kamera für Transportüberwachungsaufnahmen konnten diese Schwierigkeiten hinreichend gut gelöst werden. Diese Kamera wurde im Rahmen des MARC-Projektes (Esprit. Nr.: 6937) ursprünglich für hochaufgelöste, kolorimetrische Reproduktionsaufgaben entwickelt. Sie liefert eine maximale Bildgröße von 20000 x 20000 px, wodurch Aufnahmen in der Größe von 1m x 1m in der erforderlichen Ortsauflösung machbar sind. Möglich wird diese extreme Bildpunktanzahl durch die Kombination von zwei verschiedenen Methoden der Auflösungserhöhung. Zum einen wird wie bei der ProgRes-Kamera Microscanning verwendet d. h. der Sensor wird um Bruchteile des Abstandes zwischen zwei lichtempfindlichen Sensorflächen horizontal bzw. vertikal bewegt. Weiterhin ein sogenanntes Macroscanning durchgeführt, d. h. ein Versetzen des Sensors um dessen gesamte Höhe bzw. Breite in der Bildebene der Kamera.

Ein weiterer Fortschritt war die Umstellung des Resamplingprozesses auf ein weitgehend automatisiert funktionierendes, mehrstufiges Gradientenverfahren. Der verwendete Algorithmus errechnet die zur deckungsgleichen Abbildung der einzelnen Aufnahmen notwendigen Parameter aus den Bildinhalten unter Verwendung der Kreuzsubtraktionskorrelation. Die Vor- und Nachaufnahme sind im wesentlichen in ihrem Inhalt identisch. Lediglich Schadensmerkmale, aufnahmebedingte Reflexionen, Ausleuchtungsschwankungen und Artefakte unterscheiden sie inhaltlich. Das Hauptproblem sind die geometrischen Abweichungen zwischen Vor- und Nachaufnahme. Es ist nahezu unmöglich ein Aufnahmesetup so exakt zu reproduzieren das geometrisch gleiche Aufnahmen erzeugt werden können. Dies wird weiter erschwert durch die Tatsache das sich Bilder durch klimatische oder andere Einflüsse mehr oder weniger stark verformen. Erst durch den Resamplingprozess, der naturgemäß sämtliche geometrischen Abweichungen kompensiert, ist man in der Lage mikroskopische Veränderungen auf der Gemäldeoberfläche zu erfassen.

Die Bewertung der ermittelten Differenzen erfolgt am Kunstwerk selbst. Die Gewißheit, ob es sich

dabei zum Beispiel um ein neues Craquelé oder nur um Staubablagerungen handelt, ergibt erst der Vergleich mit der Bildoberfläche.

Exemplarisch soll ein jüngst untersuchtes Gemälde vorgestellt werden. Es handelt sich um das Bild „Tirol“ von Franz Marc aus dem Jahre 1914, gemalt in Ölfarbe auf Leinwand (ca.: 135 auf 145 cm). Die Malschicht erscheint je nach Ausmischung der Farben unterschiedlich in der Konsistenz: mal mager und matter in der Oberfläche, mal stärker gebunden und glänzender. Manche Bereiche sind feinteilig craqueliert und machen einen spröden Eindruck, andere wirken stabil und durch die bisherige Alterung wenig verändert. Bereits vorhandene kleine Farbverluste wiesen darauf hin, dass zwischen den Malschichten zumindest lokal keine gute Haftung mehr besteht. Das heißt, die Malschicht ist nicht nur senkrecht zur Bildfläche gesprungen – craqueliert – sondern auch parallel zwischen einzelnen Schichten. Dies ist ein Schadensbild, das sich bei gründlicher Untersuchung durch den Restaurator unter Umständen feststellen, aber bisher nicht optisch dokumentieren lässt. Das Bild wurde trotz gewisser Bedenken für mehrere Monate zu einer Ausstellung gegeben. Schon nach der Ankunft am Ausstellungsort mußten im Vergleich mit Detailaufnahmen des Vorzustands winzige neue Farbverluste festgestellt werden. Das Ausmaß der Schädigung konnte aber erst nach der Rückkehr des Bildes nach München mit Hilfe der digitalen Bildverarbeitung ermittelt werden. Es wurden 15 neue Fehlstellen der Malschicht in einer Größe von ca.  $\frac{1}{4}$  bis 2 mm<sup>2</sup> festgestellt. An einer Stelle zeigt sich die Veränderung eines Schattens am Rand einer Malschichtscholle, die wohl durch das Abheben dieser Scholle bewirkt wird. Diese Veränderungen entstanden obwohl für die Ausleihe dieses Gemäldes die derzeit bestmöglichen Konditionen gewählt wurden: eine stoßgedämpfte Klimakiste in einem temperierten, luftgefederten Lkw. Der Transport erfolgte in Begleitung eines Kuriers auf dem kürzesten Weg von Museum zu Museum. Das Klima wurde bei beiden Fahrten mit einem Datenlogger innerhalb der Kiste gemessen. Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit blieben während der Reise sehr konstant. Es wirkten auch keine über das bisher ermittelte übliche Maß hinausgehenden Stöße auf die Klimakiste ein. In den Ausstellungsräumen herrschten die üblichen geforderten Klimabedingungen.

Es ist das Verdienst der digitalen Zustandsaufnahmen, sehr viel kleinere Transportschäden als bislang möglich, sehr präzise und zweifelsfrei, an einzelnen Fällen nachweisen zu können. Es konnte bewiesen werden, dass dieses Gemälde für die Belastungen der Reise zu empfindlich war. Ein kleiner Teil der Authentizität, der Unversehrtheit und Ursprünglichkeit des Bildes wurde der kurzzeitigen Präsenz innerhalb der Ausstellung geopfert.

Wie könnten solch eine Schädigung zukünftig verhindert werden? Das bestmögliche Bewahren der Sammlungsbestände und damit die Prävention von Schäden ist doch die grundlegende Aufgabe der Museen.

Die Erschütterungen während des Transportes sind für die entstandenen Schäden verantwortlich zu machen. Es ist bislang das größte technische Problem, die Erschütterungen und Vibrationen bei Transporten weiter zu reduzieren. Sie ganz zu verhindern scheint bei einem noch realisierbaren technischen Aufwand derzeit nicht möglich.

Die Bilder stabiler und damit transportfähiger zu machen würde bedeuten, die ursprüngliche Substanz ohne Not zu verändern und zu verfälschen und damit in gut gemeinter Prophylaxe nach heutiger konservatorischer Sichtweise erst recht zu schädigen.

Um solche Transportschäden zu verhindern, bleibt nur, die Bewertung der Restauratoren ernst zu nehmen und im Zweifelsfalle zugunsten einer noch lange währenden Erhaltung der Werke auf eine kurzzeitige Ausstellungspräsenz zu verzichten.

dabei zum Beispiel um ein neues Craquelé oder nur um Staubablagerungen handelt, ergibt erst der Vergleich mit der Bildoberfläche.

Exemplarisch soll ein jüngst untersuchtes Gemälde vorgestellt werden. Es handelt sich um das Bild „Tirol“ von Franz Marc aus dem Jahre 1914, gemalt in Ölfarbe auf Leinwand (ca.: 135 auf 145 cm). Die Malschicht erscheint je nach Ausmischung der Farben unterschiedlich in der Konsistenz: mal mager und matter in der Oberfläche, mal stärker gebunden und glänzender. Manche Bereiche sind feinteilig craqueliert und machen einen spröden Eindruck, andere wirken stabil und durch die bisherige Alterung wenig verändert. Bereits vorhandene kleine Farbverluste wiesen darauf hin, dass zwischen den Malschichten zumindest lokal keine gute Haftung mehr besteht. Das heißt, die Malschicht ist nicht nur senkrecht zur Bildfläche gesprungen – craqueliert – sondern auch parallel zwischen einzelnen Schichten. Dies ist ein Schadensbild, das sich bei gründlicher Untersuchung durch den Restaurator unter Umständen feststellen, aber bisher nicht optisch dokumentieren lässt. Das Bild wurde trotz gewisser Bedenken für mehrere Monate zu einer Ausstellung gegeben. Schon nach der Ankunft am Ausstellungsort mußten im Vergleich mit Detailaufnahmen des Vorzustands winzige neue Farbverluste festgestellt werden. Das Ausmaß der Schädigung konnte aber erst nach der Rückkehr des Bildes nach München mit Hilfe der digitalen Bildverarbeitung ermittelt werden. Es wurden 15 neue Fehlstellen der Malschicht in einer Größe von ca.  $\frac{1}{4}$  bis 2 mm<sup>2</sup> festgestellt. An einer Stelle zeigt sich die Veränderung eines Schattens am Rand einer Malschichtscholle, die wohl durch das Abheben dieser Scholle bewirkt wird.

Diese Veränderungen entstanden obwohl für die Ausleihe dieses Gemäldes die derzeit bestmöglichen Konditionen gewählt wurden: eine stoßgedämpfte Klimakiste in einem temperierten, luftgefederten Lkw. Der Transport erfolgte in Begleitung eines Kuriers auf dem kürzesten Weg von Museum zu Museum. Das Klima wurde bei beiden Fahrten mit einem Datenlogger innerhalb der Kiste gemessen. Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit blieben während der Reise sehr konstant. Es wirkten auch keine über das bisher ermittelte übliche Maß hinausgehenden Stöße auf die Klimakiste ein. In den Ausstellungsräumen herrschten die üblichen geforderten Klimabedingungen.

Es ist das Verdienst der digitalen Zustandsaufnahmen, sehr viel kleinere Transportschäden als bislang möglich, sehr präzise und zweifelsfrei, an einzelnen Fällen nachweisen zu können. Es konnte bewiesen werden, dass dieses Gemälde für die Belastungen der Reise zu empfindlich war. Ein kleiner Teil der Authentizität, der Unversehrtheit und Ursprünglichkeit des Bildes wurde der kurzzeitigen Präsenz innerhalb der Ausstellung geopfert.

Wie könnten solch eine Schädigung zukünftig verhindert werden? Das bestmögliche Bewahren der Sammlungsbestände und damit die Prävention von Schäden ist doch die grundlegende Aufgabe der Museen.

Die Erschütterungen während des Transportes sind für die entstandenen Schäden verantwortlich zu machen. Es ist bislang das größte technische Problem, die Erschütterungen und Vibrationen bei Transporten weiter zu reduzieren. Sie ganz zu verhindern scheint bei einem noch realisierbaren technischen Aufwand derzeit nicht möglich.

Die Bilder stabiler und damit transportfähiger zu machen würde bedeuten, die ursprüngliche Substanz ohne Not zu verändern und zu verfälschen und damit in gut gemeinter Prophylaxe nach heutiger konservatorischer Sichtweise erst recht zu schädigen.

Um solche Transportschäden zu verhindern, bleibt nur, die Bewertung der Restauratoren ernst zu nehmen und im Zweifelsfalle zugunsten einer noch lange währenden Erhaltung der Werke auf eine kurzzeitige Ausstellungspräsenz zu verzichten.