

Vibrierende Kunst

Welche mechanischen Belastungen können schädigen? Welche Rolle spielt das Eigenschwingungsverhalten? Mit diesen Fragen haben sich Diplom-Restauratorin Katrin Radermacher und Daniela Hedinger von der Kunsthalle Mannheim sowie Dr. Kerstin Kracht, Ingenieurin für Schwingungstechnik, am Beispiel von Beckmanns "Fastnacht" auseinandergesetzt. Die begleitenden Schwingungsmessungen unterstützten in diesem Fall die Restaurierungsarbeiten



Schwingungsreduzierende Maßnahmen an Gemälden – es gibt 1.000 Fragen, aber auf viele bislang keine Antworten. Die restaurierungsbegleitenden Schwingungsmessungen an Beckmanns "Fastnacht" ändern dies ein Stück weit.

Wenn es um die Reduzierung der Auswirkungen von Gemäldeschwingungen geht, ist das objektbezogene Schwingungsverhalten maßgeblich.

„Objekteigen“ bedeutet aber auch die Betrachtung einer Vielzahl von Kombinationen aus Bildträger, Format, Malgrund, Pigment, Zustand, Verglasung, Schwingenschutz etc. Restauratoren und Konservatoren verfügen über jahrzehntelange Erfahrungen empirischer Natur. Der quantitative Nachweis jedoch fehlt in vielerlei Hinsicht. Ein Beispiel sind die Fragen rund um den Schwingenschutz, wie: Welches Material, wie dick oder dünn, soll der Schwingenschutz auch unter den Rahmenkreuzen

angewendet werden, wann ist ein Schwingenschutz wirklich sinnvoll, kann er auch kontraproduktiv sein? Um diese Fragen zu beantworten, wurde das Schwingungsverhalten des Gemäldes „Fastnacht“ von Max Beckmann in verschiedenen Konfigurationen vor und nach der Restaurierung messtechnisch untersucht. Die Restaurierungsarbeiten an Beckmanns „Fastnacht“ wurden im Rahmen eines größeren Restaurierungsprojektes, welches die Kunsthalle Mannheim im Januar 2017 startete, durchgeführt. Dieses Projekt stand im Zusammenhang mit dem bevorstehenden Einzug der Sammlung in den Neubau. Die Projektleitung übernahm Katrin Radermacher und die Restaurierungsarbeiten Daniela Hedinger. Die Schwingungsmessungen und die Auswertung hat Dr. Kerstin Kracht durchgeführt, wobei die TU Berlin die Messtechnik zur Verfügung stellte.

1
Gemäldeprüfstand

ABSTRACT Vibrant Art

Which mechanical loads can be destructive? Which role does the natural vibration play? Graduate restorers Katrin Radermacher and Daniela Hedinger of the Kunsthalle Mannheim as well as Dr. Kerstin Kracht – mechanical engineer – tried to answer these questions using the example of Beckmann's "Fastnacht". Accompanying vibration measurements helped the restoration.

SCHWINGUNGEN

2
Input-Output-Modell in der Schwingungstechnik

3
„Fastnacht“ von Max Beckmann
vor der Restaurierung

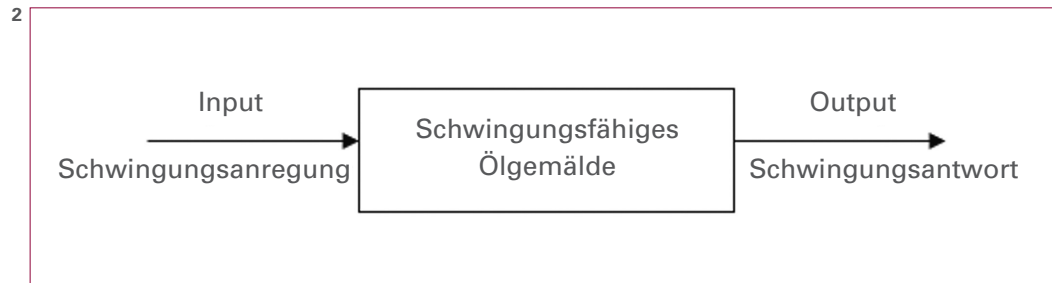
4
Detail, Streiflicht von links, starke
Unebenheiten und Planstörungen

5
Charakteristische Schwingformen
der drei Konfigurationen mit der je-
weils niedrigsten Schwingfrequenz

6
Charakteristische Schwingform
des Gemäldes mit der niedrigsten
Schwingfrequenz in Höhe von
6,6 Hz in Konfiguration

7
Charakteristische Schwingform
des Gemäldes mit der niedrigsten
Schwingfrequenz in Höhe von
15 Hz in Konfiguration

8
Charakteristische Schwingform im
mittleren Bereich des Gemäldes mit
der niedrigsten Schwingfrequenz
in Höhe von 15 Hz in Konfiguration



Max Beckmann stellt sich und seine zweite Ehefrau Quappi in Kostümen von Figuren der italienischen Komödie dar. Ein Doppelporträt zur Fastnacht. Beckmanns „Pierrette und Clown“ ist einer Reihe von Karnevalsdarstellungen zuzuordnen, auf welchen sich der Künstler selbst darstellt.

Warum wurde Beckmanns „Fastnacht“ ausgewählt? Zum einen gehört es zu den bedeutendsten Werken der Kunsthalle Mannheim. Zum anderen haben die Voruntersuchungen des Gemäldes ergeben, dass es sich um einen idealen Fall zur messtechnischen Untersuchung und Beantwortung oben gestellter Fragen handelte. Dieses Gemälde war vor der Restaurierung ein schlecht aufgespanntes Hochformat, mit stark defekten Spannkanten, Rissen und Löchern an den unteren Ecken und einer stellenweise schlecht haftenden Malschicht.

Das Schwingungsverhalten des Gemäldes vor der Restaurierung ist hauptsächlich durch den Zustand der Leinwand und der Aufspannung geprägt. Das Gewebe in Leinwandbindung, Faserart Flachs, ist für die Größe des Gemäldes von 160 x 100 cm

sehr fein und beträgt etwa 36 x 30 Fäden pro cm². Es wird angenommen, dass die Kette (36 Fäden) in Längsausrichtung, also vertikal, verläuft. Die Fäden in Z-Drehung sind durchschnittlich 0,14 und 0,16 cm stark. Die Gewebefüllung (nach B.J. Rouba) beträgt AV=50,4 %, AH=48 %, AHV=74,2 %. Die Leinwand weist mehrere Fadenunregelmäßigkeiten wie Knoten, Verdickungen und Webfehler auf. Im Bereich von Quappis Gesicht fehlen beispielsweise Querräden. Die Spannung war insgesamt ungenügend und ungleichmäßig, die Leinwand hing durch und schlackerte bei Bewegung, und besonders entlang der Ränder fanden sich deutliche Dellen. Die Spannnägel befanden sich in einem Abstand von bis zu 12 cm zueinander. Der Keilrahmen ist vor der Aufspannung nicht rechtwinklig ausgerichtet, sondern als Parallelogramm nach links verschoben worden, außerdem ist er windschief verzogen, sodass die rechte obere Ecke etwa 1 cm nach hinten ausweicht.

Zu den Malschichten ist zu sagen, dass die wasserlösliche und cremefarbene Grundierung maschinell aufgetragen wurde. Die ölgebundene

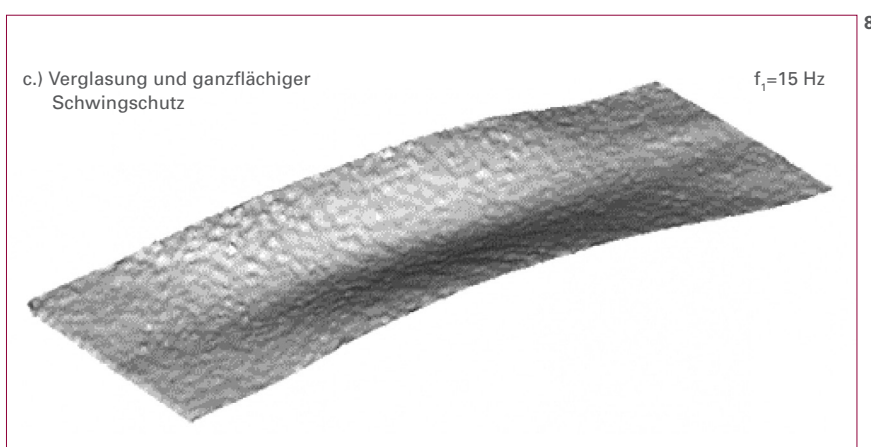
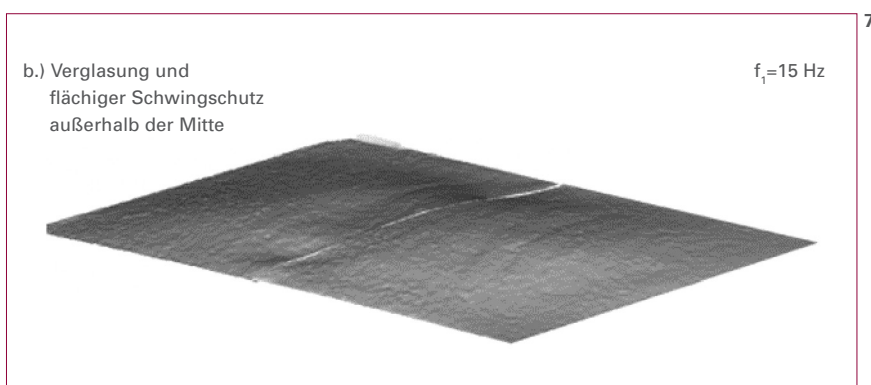
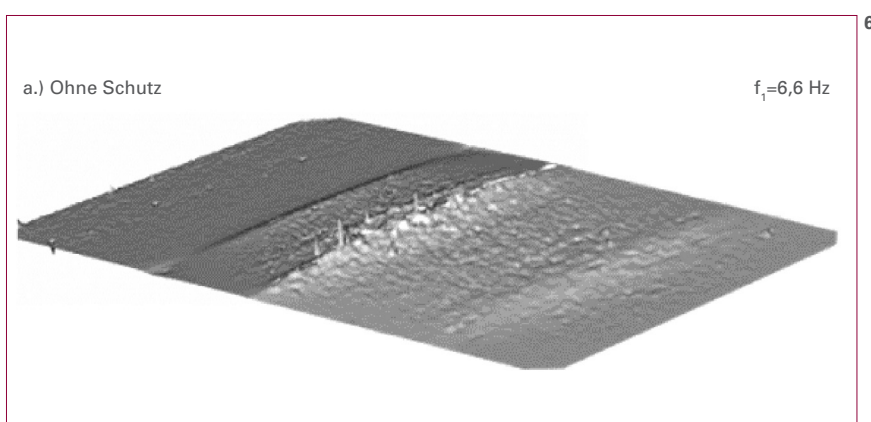
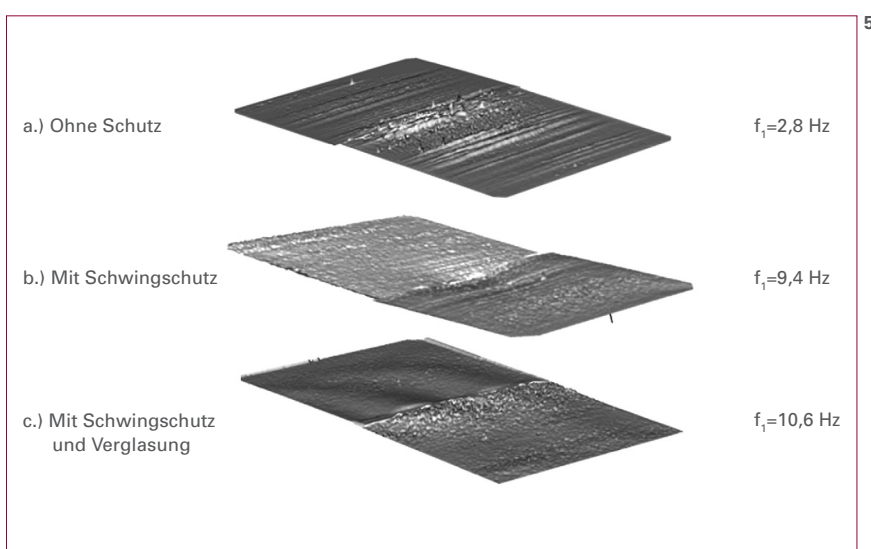
Farbe (keine Analyse) ist überwiegend mager und matt, partienweise mit harten Pastositäten, wie im Inkarnat und Weiß, aufgetragen. Durch die oft nur dünn aufgetragene Malschicht markiert sich die Leinwandstruktur größtenteils. Das Gemälde weist nur wenig Frühschwundcraquelé und keinen Firnis auf. In wenigen Bereichen stand die Malschicht auf – vor allem im teilweise brüchigen und splittrigen Grün. Hier sowie im blauen Kleid waren kleine Malschichtabplatzungen auffindbar. Interessanterweise waren die Abplatzungen genau in den mittleren Bildbereichen zu finden, die später als besonders bewegungsaktiv nachgewiesen wurden. Außerdem fanden sich in der gesamten Malschicht Protrusionsschäden.

Wie für ein viel gereistes Gemälde typisch war an mehreren Stellen die Malschicht berieben und wies verschiedenartige partielle Verschmutzungen auf. Die Malschicht war – eine spätere Zutat – ganzflächig dünn mit Wachs beschichtet. Darüber lag auf dem gesamten Gemälde eine sehr schichtstarke schwarze, feinteilige, ölige und zäh anhaftende Oberflächenverschmutzung. Unter dem Wachs befand sich eine weitere Schmutzschicht direkt auf der Farbe.

Vor der Restaurierung – einhergehend mit den restauratorischen Untersuchungen und der Zustandsdokumentation – wurde das Schwingungsverhalten des Gemäldes in drei verschiedenen Konfigurationen, a.) ausgerahmt ohne Schwingschutz und Verglasung, b.) ausgerahmt mit Schwingschutz, c.) eingerahmt mit Schwingschutz und Verglasung, untersucht.

Der für die Schwingungsmessungen verwendete Prüfstand wurde von Frau Dr. Kracht im Rahmen ihrer Doktorarbeit an der TU Berlin entwickelt und aufgebaut. Dieser umfasst eine definierte, sehr kleine Anregung des Rahmens mittels eines Shakers und die flächenhafte Erfassung der aus der Anregung resultierenden Gemäldeschwingungen.

Aus den Messdaten werden charakteristische Schwingfrequenzen und Schwingformen ermittelt. Diese beiden Parameter sind für jedes Objekt spezifisch und hängen u. a. von der Gewichtsverteilung der Aufspannung, der Elastizität und der Materialdämpfung ab. Wie die Resultate aus den Messungen an dem Gemälde ohne Verglasung und Rückseitenschutz zeigen, spielt die Aufspannung bei Leinwand die dominante Rolle. Erkennbar ist dies an der jeweils niedrigsten Eigenfrequenzen, z. B. für die Konfiguration a.) beträgt diese 2,8 Hz. Die dazugehörige charakteristische Schwingform weist in der Mitte des Bildes unregelmäßige und sehr große Amplituden auf. Dies ist auf lokale chaotische Schwingungen zurückzuführen, die aufgrund einer zu geringen Vorspannung der Leinwand auftritt.



9
Endzustand Vorder- und Rückseite



Zu den Autorinnen

Dipl.-Rest. Katrin Radermacher

ist die Initiatorin der Restaurierungsarbeiten an Beckmanns „Fastnacht“. Sie studierte an der Hochschule der Künste in Bern Gemälderestaurierung und ist seit über 20 Jahren als Restauratorin an der Kunsthalle Mannheim tätig.

Kontakt:
Katrin.Radermacher@mannheim.de

Dipl.-Rest. Daniela Hedinger

ist selbstständige Restauratorin in Stuttgart und spezialisiert auf die Rissvernähung am Gemälde mit chirurgischem Nahtmaterial.

Kontakt:
d.hedinger@web.de

Dr.-Ing. Kerstin Kracht

ist selbstständige Expertin für Schwingungstechnik mit der Spezialisierung Erhalt von Kunstwerken und Kulturgütern.

Kontakt:
dr.kracht@vibrationsmanagement.de

Sowohl der Schwingschutz als auch die Verglasung bewirken eine Erhöhung der niedrigsten Schwingfrequenz und eine Verringerung der Schwingungsamplitude. Auch wurde eine Glättung der charakteristischen Schwingform erzielt. Die drei Effekte sind wünschenswert, da schwingungsreduzierende Maßnahmen wie die Schwingungsisolation eine Mindestfrequenz erfordern. Je geringer die Schwingungsamplitude und je weniger gekrümmt die erste Schwingform sind, desto geringer sind die inneren mechanischen Spannungen. Allerdings reagiert der Mittelbereich auch in Konfiguration c.) (10,6 Hz) mit regellosen Schwingungen auf Anregungen.

Fazit: Schwingschutz und Verglasung bewirken zwar positive Effekte, dennoch war der Zustand des Gemäldes u. a. im Hinblick auf die Ästhetik, starke Verschmutzung und das Schwingungsverhalten unbefriedigend. Das Ziel war daher die Durchführung konservierender und restauratorischer Maßnahmen, die auch ästhetisch zu einer Verbesserung führen sollten. Im Februar 2018 wurde mit den Arbeiten begonnen.

Zuerst wurde die Rückseite der abgespannten Leinwand mehrfach in mehreren Schichten gereinigt. Die Unebenheiten in der Leinwand wurden mehrfach planiert. Die Glättung falsch geknickter Spannrahmen erfolgte durch langsames Einwirken von moderater direkter Feuchtigkeit und Beschwerden. Fäden um die Nagellöcher wurden rückplatziert und nach „Heiber“ verklebt. Die Randanstückung der 10 cm breiten, gewaschenen, gestreckten und gebügelten Leinwandstreifen erfolgte

mittels 65 µm „dicker“ Beva-Folie. Das Gemälde wurde nach dem Ausrichten zunächst von Hand mit Pinnadeln auf dem restaurierten Keilrahmen vorgespannt. Die Spannung des Bildträgers wurde mit der Spannzange vorsichtig stufenweise erhöht und schließlich mit den vorhandenen Nägeln (diese mechanisch entrostet und mit Cosmoloid überzogen) sowie geschwärzten, unterlegten Täcksen fixiert. Durch das Benutzen aller vorhandenen Löcher im Spannrand konnte eine hervorragende gleichmäßige Leinwandspannung erreicht werden, die sich auch in den anschließenden Messungen widerspiegelte.

Die stark verschmutzte Oberfläche der Malschicht wurde zunächst trocken gereinigt. Nach Konsolidierung aufstehende Malschichten mit Hasenblasenleim und Heizspachtel wurden die massiven Schmutzablagerungen mit Wattestäbchen und – wegen der hohen Wirksamkeit – eigenem Restauratorinnenspeichel abgenommen. Der Wachsüberzug wurde mit Shellsol T entfernt und stark pastöse Malschichtbereiche mit einem kleinen Haarstufpinsel ausgebürstet. Die unter dem Wachs liegende Schmutzschicht wurde erneut mit Speichel abgenommen. Nachgereinigt wurde mit Aqua dest. Schließlich wurden Kittung und Strukturierung mit Kreidekitt durchgeführt, dem folgte die Retusche von Kittungen, kleiner Abplatzungen, Bereibungen und der zahlreichen, kleinen, runden Protrusionsabsprengungen in der Malschicht mit Aquarell.

Nach der Restaurierung wurde ebenfalls das Schwingungsverhalten des Gemäldes in drei Konfigurationen untersucht: a.) ausgerahmt ohne Schwingschutz, b.) eingerahmt mit Verglasung und ganzflächigem Schwingschutz nur in den Rahmengenafungen, c.) eingerahmt mit Verglasung und ganzflächiger Schwingschutz – auch unter der Mitteltraverse.

Die Schwingungsuntersuchungen des Gemäldes in Konfiguration a.) geben Aufschluss über die Auswirkungen der Malschichtfestigung sowie der korrigierten Ausrichtung und Neuaufspannung.

Die Erhöhung der ersten charakteristischen Schwingfrequenz von 2,8 auf 6,6 Hz und die Glättung der Schwingform resultieren einerseits aus der erhöhten Steifigkeit der gefestigten Malschicht, hauptsächlich allerdings aus der Neuaufspannung (= größere Vorspannung und erhöhte Nagelanzahl).

Aufgrund der guten Erfahrungen aus den Messungen vor der Restaurierung sollte natürlich auch nach der Restaurierung eine Verglasung und ein Schwingschutz installiert werden. Der Schwingschutz aus Polyestervlies ist den beiden Gefachen des Keilrahmens angepasst und mit Polyesterzwirn auf den zugeschnittenen Rückseitenschutz aus säurefreiem Karton genäht. Die

Löcher im Karton sind nach einem schachbrettähnlichen Muster gebohrt, sodass ein ausreichender Sitz des Vlieses gewährleistet ist. Der Bereich unter der Mittelstrebe wurde zunächst nicht mit dem Vlies unterstützt.

Die Resultate aus den Schwingungsmessungen an der Konfiguration b.) (von 9,4 auf 15 Hz) zeigen einen sehr positiv zu bewertenden Anstieg der niedrigsten charakteristischen Schwingfrequenz und eine dazugehörige sehr glatte Schwingungsform. Allerdings weist diese im Mittelbereich immer noch Unebenheiten auf, die es zu reduzieren gilt.

Dementsprechend wurde auch unter die quer verlaufende Mittelstrebe das entsprechend gedünnte Polyestervlies eingefügt und mit Polyesterfaden angebunden. Das Vlies berührt nach Auflegen des Rückseitenkartons ganz sachte die Leinwand. Ein leichter Kontakt mit dem Bildträger sowie das restauratorisch gerade noch vertretbare Spannen der Leinwand zeigen äußerst positive Effekte in den Resultaten der Schwingungsmessungen

Die niedrigste charakteristische Schwingfrequenz ist mit 15 Hz zwar gleich geblieben, aber die im mittleren Bereich des Gemäldes hochaufgelöst gemessene Schwingform zeigt einen sehr glatten Verlauf. In der Konfiguration c.) betragen die Amplituden der Schwingungsantwort weniger als 1 %

der Amplituden in der Konfiguration a.) vor der Restaurierung, was hauptsächlich auf den ganzflächigen Schwingschutz zurückzuführen ist.

Zusammenfassend ist die Montage eines Schwingschutzes eine äußerst effektive Methode, um die Schwingungsantwort von Gemälden zu reduzieren, und sollte daher als Standardmaßnahme erachtet und eingesetzt werden – insbesondere bei größeren Formaten, bei denen schlackernde Bewegungen des textilen Bildträgers während kurzer Transportsituationen festgestellt werden. Zu klären wäre noch, ob das Annähen des Vlieses und die dadurch entstehende leichte „Steppdeckenwirkung“ möglicherweise ungünstige Auswirkungen auf das Gemälde haben und welche Art der Befestigung optimal ist. Weitere Untersuchungen zur Auswahl unter den unterschiedlichen erhältlichen Polyestervliesen in Abhängigkeit zu den Gegebenheiten des Gemäldes sollten erfolgen, ebenso wie eine Überprüfung der chemischen Alterungseigenschaften des Materials, welches ja nicht für restauratorische Anforderungen konzipiert ist.

Eine vergleichende Erforschung der Wirkungsweise unterschiedlicher Schwingschutztypen wäre ebenfalls wünschenswert.

*Katrin Radermacher, Daniela Hedinger,
Kerstin Kracht*

IHR PRAKTISCHES NACHSCHLAGEWERK

DAS RESTAURATOREN HANDBUCH 2018/2019

Die wichtigsten Adressen der Branche:

Verbände, Denkmalämter, Institute,
Ausbildungsstätten, Fachverlage, Stiftungen,
Labore, Museumsorganisationen

Die Sonderthemen:

- Berufsbild im Wandel – gute Aussichten für den Nachwuchs
- Wie verändern Megatrends die Denkmalpflege?
- Auf hohem Niveau: Wissenschaftliche Restaurierungszentren
- Wer fördert Restaurierungen? Ein Stiftungswegweiser
- Was Digitalisierung bringt: Die Bibliotheca Palatina ist virtuell wiedervereint

Ausführliches Herstellerverzeichnis

RestauRO (Hrsg.)
**RESTAURATOREN
HANDBUCH 2018/2019**
128 Seiten, 13,5 x 21 cm
€ (D) 19,95 / € (A) 20,60
Erscheinungstermin: 10.10.2018
ISBN: 978-3-7667-2402-1



RESTAURO

Jetzt bestellen:
www.restauRO.de/shop