

Die „altholländische Spannmethode“

Eine historische Technik zur Bearbeitung von Leinwandgemälden
in der Gemälderestaurierung der SPSG Berlin Brandenburg

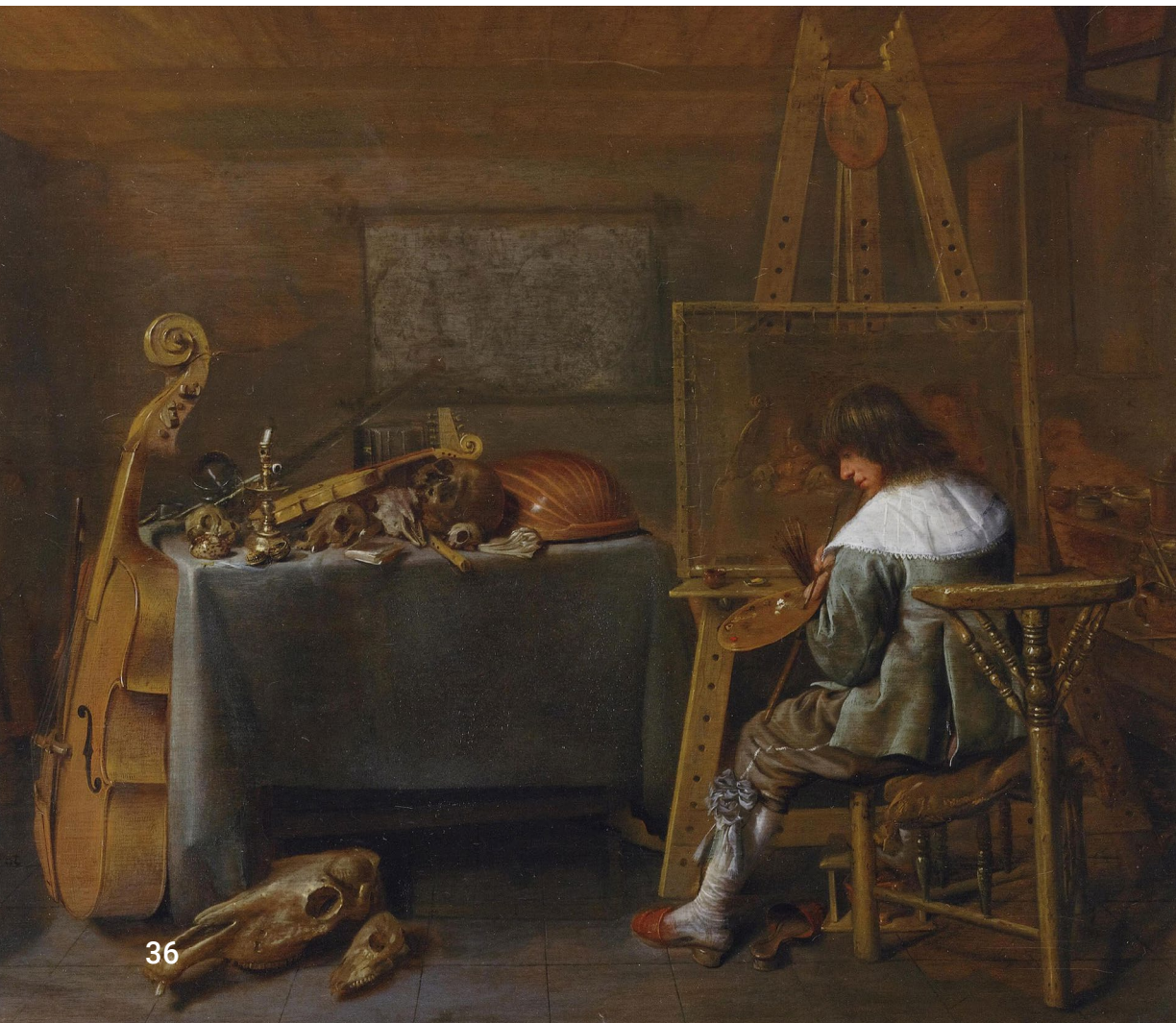
Daniel Fitzenreiter

Die Bezeichnung der hier zu erläuternden Aufspannung textiler Bildträger als „altholländisch“ bezieht sich auf den häufig sichtbaren Gebrauch in niederländischen Atelierdarstellungen des 17. Jahrhunderts. Auffällig sind dort die vielen Spannrahmen mit an Fäden aufgespannten Maltüchern. An den Gemälden in den Preußischen Schlössern hatten weite Transporte und eine lange Restaurierungsgeschichte viele Spuren hinterlassen. Mit der Zeit zeigten sich unterschiedliche Veränderungen. Ein langsames und kontrolliertes Herausspannen von Deformationen war die logische Maßnahme bei geschrumpften oder losen, textilen Bildträgern. Hier zeigte sich die „altholländische Spannmethode“ als sehr flexible Variante zum Anbringen von Zugspannungen.

In den provisorischen Depoträumen der SPSG im Neuen Palais lagerten viele große Gemälde ohne Spannrahmen in Stapeln auf den Fußböden. Die Konservierung und Aufspannung dieser Gemälde war ein wesentlicher Bestand-

teil der Bearbeitungen zwischen 2007 und 2017 vor dem Umzug in einen modernen Depotneubau mit Ziehwänden. Seit 2017 sind bei einigen Aufspannungen mittels Sensoren an den Spannfäden die anliegenden Kräfte gemessen worden. Als Modell, welches die empirisch beobachteten Phänomene beschreibt, eignet sich das Prinzip des Seil- oder Flaschenzuges. Die Kraft, welche auf ein Seil mit dem anzuhebenden Objekt wirkt, verteilt sich bei der „altholländischen Spannmethode“ über die Länge der Spannanker. Die „altholländische Spannmethode“, angewandt als Variante in der Konservierung von Leinwandgemälden, bietet Möglichkeiten der Planung, Berechnung, Messung und Dokumentation der Aufspannungen.

The “Old Dutch Stretching Method” – A Historical Technique for the Treatment of Canvas Paintings in the Painting Conservation Department of the SPSG Berlin Brandenburg > *Abstract siehe Seite 41*



1 Jan Miense Molenaer, Der Künstler in seiner Werkstatt, circa 1650, auf Holz, 42 x 48 cm, Museum Bredius, Den Haag

Eine große, unbehandelte Leinwand über den Keilrahmen mit einer Spannzanze aufzuspannen, kann zu einem kräftezehrenden Vorgang werden. Das Naturmaterial – gezwirnte und verwebte Flachsfaser – hält bei der weiteren Behandlung wie der Vorleimung und beim Anstrich mit wasserverdünnten Grundierfarben weitere Überraschungen bereit. Während des Befeuchtens und Grundierens kann eine spannungslose Trocknung erfolgen oder es tritt sehr starke Spannung auf. Kolleg:innen, die diese Arbeiten souverän meistern, werden zu Recht bewundert und gerne als Spezialisten hinzugezogen. Dass hierbei die verwendeten Materialien an die Grenze ihrer mechanischen Belastbarkeit kommen, beweisen die zwei zerbrochenen Spannzanzen, die ich in den 1980er Jahren im Studium an der HfBK Dresden zu verantworten hatte. Nach dieser Erfahrung lag der Gedanke nahe, schonendere Methoden beim Aufspannen von besonders fragilen Leinwänden zu verwenden. Als eine Verfahrensweise unter vielen anderen¹ bot sich die auf den Gemälden alter Meister häufig dargestellte Variante an.

Inszenierung einer Spanntechnik

Die Bezeichnung der hier zu erläuternden Aufspannung textiler Bildträger als „altholländisch“ bezieht sich auf den häufig sichtbaren Gebrauch in niederländischen Atelierdarstellungen des 17. Jahrhunderts. In den reizvollen bildlichen Inszenierungen von Malerateliers gibt es einige praktisch-technische Details zu erkennen (Abb. 1). Auffällig sind viele Spannrahmen mit an Fäden aufgespannten Maltüchern. Wenn die Künstler genau genug malten, sind Rückschlüsse auf die Funktion möglich. Auf solchen Rahmen ließ sich die Spannung bei der Vorbereitung der Leinwand und im Malprozess bei Bedarf korrigieren.² Die oft im gleichen Abstand angebrachten Spannfäden nützten eventuell auch beim Übertragen von Bildentwürfen oder boten Halt für den Malstock der Feinmaler.³ Je mehr man sich aus heutigem Blickwinkel mit der Technik theoretisch und praktisch beschäftigt, umso deutlicher zeigen sich die Vorteile beim Spannen von Leinwänden unterschiedlichster Qualität, bei Lagerung und Transport von Bildern sowie für deren beulenfreie Aufspannung am Ort der Präsentation.

Auf den Atelierszenen des 17. Jahrhunderts erkennt man, dass die Leinwände nahe der Innenkante der Spannrahmen mit durch den Rand gezogenen Fäden befestigt wurden (Abb. 2). Am Spannrahmen führten die Fäden häufig durch schräge Bohrungen von der Fläche zur Außenkante der Rahmenleisten. Eine weitere, von den Malern oft geschilderte Variante zeigt eine Reihe von Löchern oder Nägeln nahe den Innenkanten oder in der Mitte der Leisten; oder die Fäden erscheinen um die Rahmenleisten geschlungen – eine Variante mit geringerem Aufwand. Die abgebildeten Spanneinrichtungen wirken individuell entworfen und gebaut. Gemeinsam wird allen Varianten die Herkunft von einfachen Webrahmen sein. Die in diesen Spannrahmen wirkenden Kräfte verdrehten die Leisten weniger als bei einer Nagelung an der Außenkante.



In den Niederlanden gibt es noch originale Aufspannungen dieser Art zu besichtigen, auch bei sehr großen Formaten. Beeindruckend sind die gut erhaltenen Aufspannungen der großen Wandbilder im Oranjezaal Huis ten Bosch.⁴ Moderne Beispiele dieser Spanntechnik finden sich bei Werbebanner und Projektionsflächen.

2 Modell einer „altholländischen“ Aufspannung mit schräg durchbohrten Leisten, Detail

Anwendungen in der Konservierung von Leinwandgemälden der Potsdamer Schlösser (SPSG)

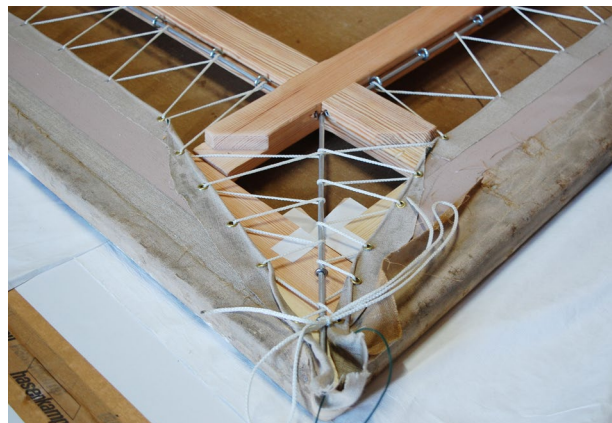
Handwerklich hergestellte Gemälde sind von Beginn an ungleichmäßige, von verschiedenen Spannungen und Stauchungen betroffene Objekte.⁵ An den Gemälden in den Preußischen Schlössern haben weite Transporte und eine lange Restaurierungsgeschichte viele Spuren hinterlassen. Mit der Zeit zeigten sich Veränderungen in unterschiedlichem Ausmaß. Wechselnde Umgebungsbedingungen ließen Spannränder an den Nagelungen ausreißen, es wurden Beulen und Wellen in der Oberfläche sichtbar. Um diese zu beheben, konnten die Keilrahmen ausgekeilt werden, aber die Nagelung an den Spannkanten riss weiter aus, früher oder später zeigten sich die Beulen verstärkt. Doublierungen planierten die Oberflächen, doch neue Spannungen und Stauchungen im Bildgefüge waren möglich, Hebungen und Lockerungen spröder Malschichten konnten erneut entstehen.

Deformierungen bei geschrumpften oder losen textilen Bildträgern werden durch langsames und kontrolliertes Herausspannen beseitigt. Hierbei erwies sich die „altholländische Spannmethode“ als sehr flexible Alternative zum Anbringen von Zugspannungen. Erstmals angewendet wurde diese Technik in der Gemälderestaurierung in den Potsdamer Schlössern um 1986/87. Der Restaurator Lutz Thürmer⁶ brachte sie in die Bearbeitung von feuchtegeschädigten, ge-

schrumpften Bildleinwänden ein. Eine Aufspannung direkt auf einen Keilrahmen mit Fadenspannung von der Rückseite kam erstmals beim großformatigen Porträt der Zarin Katharina II. im Jahr 1999 zur Anwendung.⁷ Dieses Bild musste während der Retusche weiter nachgespannt werden, da die Leinwand in den Randbereichen sehr stark geschrumpft war. Bei der praktischen Ausführung der Arbeiten stellte sich die grundsätzliche Frage: Wie lässt sich das Material über längere Zeit sehr starken Zugkräften aussetzen, ohne dass es überlastet wird und zum Reißen kommt? Mittelfristig wurde eine Messbarkeit dieser Arbeitsgänge angestrebt.

Die Elemente dieser von den gemalten niederländischen Atelierinszenierungen adaptierten Technik entwickelten sich wie folgt: Das Leinwandgemälde wurde mit einem zusätzlichen Spannrand versehen, den man mit BEVA⁸-Folie und einem Gemisch aus Störleim und Kleister verklebte. Das Vernähen des Spannrandes mit der Bildleinwand war eine weitere Befestigungsmethode. Anschließend wurde Eisendraht in die äußere Kante des Spannrandes eingeklebt und maschinell eingenäht. Entlang dieser Kante konnten Löcher gestochen oder Ösen eingestanzt werden, durch welche eine geflochtene Nylonschnur eingefädelt wurde. Anfänglich erhielt der Spannrahmen, größer als das Bild und mit einem zusätzlichen Spannrand versehen, außen eine Reihe Nägel, die nicht ganz eingeschlagen wurden. Dort ließ sich die Nylonschnur einhängen. Inzwischen sind Ringschrauben und Aluminiumrohre mit einem Durchmesser von mindestens 0,5 cm üblich, die die Nägel und Eisendrähte ersetzen. Die sichtbaren Spanngirlanden des Originalgewebes dienen der Orientierung beim Ansatz der Fäden. So konnte mit der Nylonschnur langsam über mehrere Arbeitstage eine Zugspannung aufgebaut werden. Die Reibung der Schnur an Spannrand und Rahmen wirkte dabei verzögernd. Variationen dieser Methode ergaben sich aus den zu konservierenden Schäden an unterschiedlichsten Gemälden.

In den provisorischen Depoträumen der SPSG im Neuen Palais lagerten über lange Zeiträume viele große Gemälde ohne Spannrahmen in Stapeln auf den Fußböden. Die Konservierung und das Aufspannen dieser Gemälde war ein wesentlicher Bestandteil der Bearbeitungen zwischen 2007 und 2017 vor dem Umzug in einen modernen Depotneubau mit Ziehwänden. Durch diese Maßnahmen konnten die Großformate sicher transportiert und durch die Spannrahmen konservatorisch sinnvoll deponiert werden. Stark deformierte, geknickte Gemälde mit größeren Leinwandfehlstellen erhielten einen übergroßen Rahmen. Die Fäden zur Befestigung wurden durch Ringschrauben oder Aluminiumrohre an den Innenseiten der Spannrahmen gezogen. Sehr große Bilder sind aus Platzgründen auf Keilrahmen gezogen worden. Dabei verlegten die Restauratoren die Spannfäden auf die Rückseite des Keilrahmens um Aluminiumrohre herum, welche von den Ringschrauben an zusätzlichen Leisten gehalten wurden (Abb. 3).



3 Ecke einer Aufspannung auf einen Keilrahmen am großformatigen Porträt von Kaiser Friedrich III (1831–1888), gemalt von Reiffenstein nach Angeli, um 1888. Zentraldepot der SPSG Berlin Brandenburg, Foto von 2014

Hier zeigte sich besonders der Vorteil des schrittweisen Spannungsaufbaus. Die Bilder ließen sich mit Leichtigkeit aufspannen. Die an den Spannstegen ansetzenden Zugkräfte waren deutlich geringer als die bei der Arbeit mit dem Hebel der Spannzange kurzzeitig auftretende Belastung. Zur Veranschaulichung der maximal möglichen Kraftverstärkung einer Spannzanze empfiehlt sich ein einfaches Experiment. Man verbinde einen Zugkraftmesser, zum Beispiel eine Kofferwaage, mit einem Leinwandstreifen und ziehe diesen erst mit den Fingern, dann mit einer Spannzanze über die Tischkante. Die mit Leichtigkeit durch Daumen und Zeigefinger erreichbare Kraft ist ca. 40 N (~4 kg), mit dem Hebel der Spannzanze überschreitet die Zugkraft leicht 100 N (~10 kg).

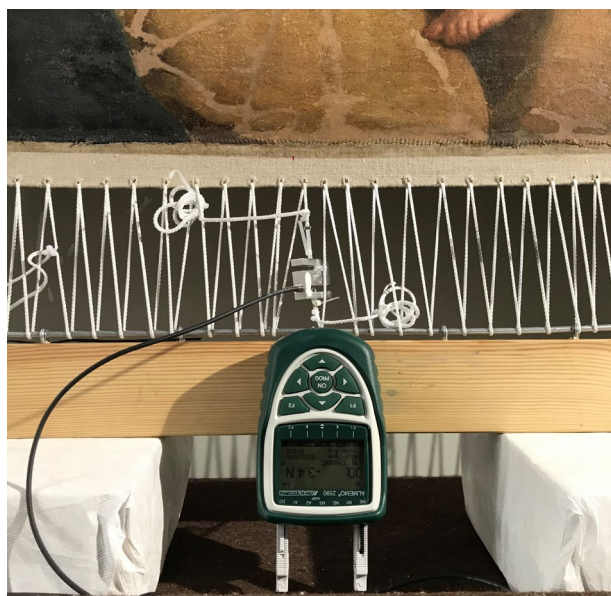
Messung und Berechnungsmöglichkeiten der Bildspannung

Ein erster Versuch der Messung von Spannungen an einem „altholländisch“ aufgespannten Bild fand 2013 an einem großformatigen Porträt in der Bildergalerie des Schloss Sanssouci statt. Das Konzept und die praktische Umsetzung wurden gemeinsam mit meinem Kollegen Dipl. Rest. Andreas Weiß entwickelt und ausgeführt (Abb. 4). Die Reaktionen der Bildspannung auf die saisonalen und täglichen Änderungen des Raumklimas im historischen Galerieraum zeichneten sich deutlich ab.⁹ Die Verfügbarkeit preiswerter, kleiner Kraftsensoren¹⁰ ermöglichte genauere Untersuchungen dieser Spannungsabläufe an der außerhalb der Bilder befestigten Spanntechnik. Seit 2017 sind mit diesen Sensoren einige Aufspannungen an Bildern gemessen worden. Die Sensoren wurden entlang der Spannträger angebracht (Abb. 5). Es war nicht nötig, die Fäden hierfür zu durchtrennen. Die geflochtenen Nylonfäden wurden an zwei Stellen durchstoßen, sodass die Sensoren die Spannung dazwischen aufnehmen konnten. Die Daten belegten die verzögernde Wirkung der Reibung um die Rahmenkanten und Aluminiumrohre. Der annähernde Ausgleich der Spannung an zwei am selben Spannrand messenden Sensoren erfolgte erst nach mehreren Stunden. Diese Verzögerung im Spannungsaufbau war schon zuvor empirisch beobachtet und in den Restaurierungskonzeptionen für die Spannungsbearbeitungen berücksichtigt worden. Ob bei Konservierungen der Farbschicht oder zur Abnahme von Kleisterschichten, die Gemälde waren bereits leicht aufgespannt. In diesen Spannrahmen erfolgten auch die Restaurierungen der Malschichtoberflächen.

Als Modell, welches die empirisch beobachteten Phänomene beschreibt, eignet sich das Prinzip des Seil- oder Flaschenzuges. Beim Flaschenzug addiert sich die Kraft entsprechend der Anzahl der Umlenkrollen.¹¹ Die addierte Kraft, welche auf ein Seil mit dem anzuhebenden Objekt wirkt, verteilt sich bei der „altholländischen Spannmethode“ über die Länge der Spannträger. An jedem Umlenkpunkt wirkt theoretisch die gleiche Kraft wie an dem daneben.¹² Entlang der Spannträger kann man anhand der Umlenkpunkte die insgesamt wirkende Kraft berechnen. Bei einem geraden Verlauf der Fäden ist die Richtung der Kraft klar, ähnlich stellt es sich bei der V-förmigen Variante dar. Die geometrische Berechnung ermöglicht hier das Kräfteparallelogramm. Der V-förmige Verlauf des Spannfadens wird zu einem Parallelogramm erweitert. Die auf den Spannpunkt wirkende Gesamtkraft entspricht der auf den Punkt gerichteten Diagonale im Parallelogramm, das heißt, sie ist etwas kleiner als das Doppelte des Messwertes.¹³ Dies gilt als „Faustregel“, ist so aber auch genau zu berechnen.



4 Zugkraftsensor auf der Bildrückseite eines großen Leinwandgemäldes in der Bildergalerie des Schloss Sanssouci; Rückseite des Gemäldes: Rubens-Werkstatt, Kardinalinfant Ferdinand von Spanien und Portugal (1609–1641) zu Pferde, nach 1635



5 Messsensoren am Spannrand während der Restaurierung des Bildes: Unbekannter Maler nach einer Stichvorlage von Pieter de Jode, Maria mit Kind und Johannes, nach 1632, Bildergalerie Schloss Sanssouci, Kleines Kabinett, Foto 2021

Zusammenfassung

Die „altholländische Spannmethode“, angewandt als Alternativtechnik in der Konservierung von Leinwandgemälden, bietet Möglichkeiten der Planung, Berechnung¹⁴, Messung und Dokumentation der Aufspannungen. Allerdings wurden hierbei bislang nur die von der Seite des zusätzlichen Spannrandes wirkenden Kräfte gemessen. Die Auswirkungen in der Fläche der Leinwandgemälde sind nur empirisch und optisch bewertet worden. Im Zusammenhang mit weiteren Untersuchungsmethoden zu Eigenschaften textiler Bildträger wie der Leinwandstrukturanalyse¹⁵ sowie unter Hinzuziehung statistischer Risikobewertungen¹⁶ erlauben diese Daten, die Komplexität von Leinwandgemälden besser zu verstehen. Exakte Messdaten zu Reaktionen der textilen Bildträger können wertvolle Hilfe bei der präventiven Konservierung der hochwertigen Gemäldeausstattung in historischen Museumsschlössern unter deren jahreszeitlich wechselnden Klimabedingungen leisten.

Daniel Fitzenreiter

Stiftung Preußische Schlösser
und Gärten Berlin-Brandenburg
PF 601462
14414 Potsdam
d.fitzenreiter@spsg.de

The “Old Dutch Stretching Method” – A Historical Technique for the Treatment of Canvas Paintings in the Painting Conservation Department of the SPSG Berlin Brandenburg

The term “Old Dutch” for the stretching of textile painting supports to be explained here refers to the frequently visible use in Dutch studio depictions of the 17th century. Particularly striking there are the many stretcher frames with canvases stretched on by means of threads. With these frames, the tension could be corrected as needed during preparation and painting. The theoretical and practical involvement with the technology showed the advantages more and more clearly. There are many modern examples of this stretching technique, such as advertising banners and projection screens.

Applications in the conservation of canvas paintings of the Potsdam palaces

From the beginning, canvas paintings were uneven objects affected by various stresses and strains. A long history of restoration had left many traces on the paintings in the Prussian palaces. Changing environmental conditions caused bumps and waves visible on the surfaces. Stretcher frames were wedged out and hence, the canvas around the nailing on the clamping edges tore further. Linings leveled the surfaces, however, new tensions and compressions in the paint structure were possible. Hence, the slow and controlled removal of deformations is desirable in the case of shrunken or loose textile supports. Here, the old Dutch stretching method proved to be a very flexible variant for applying tensile stresses. The first applications of this technique in the restoration of paintings in the Potsdam palaces were made around 1986/87. The restorer Lutz Thürmer introduced this technique to the processing of moisture-damaged, shrunken canvases. The method was carried out as follows. A painting was provided with an additional clamping margin, adhered with BEVA foil or a mixture of sturgeon glue and paste. Iron wire was glued or machine sewn into the outer edge of the clamping margin. Holes or eyelets could be punched along this edge, through which a braided nylon cord could be threaded. The stretcher frame, larger than the picture, had a row of nails on the outside which was not fully hammered in. The nylon cord was then hung on these nails. Eye bolts and aluminum tubes with a diameter of at least 0.5 cm are common today. The visible traces of the nails in the stretcher on the original canvas served as orientation when attaching the threads. In this way, tension could slowly be built up with the nylon cord. The friction of the cord on the tensioning edge and frame had a retarding effect.

In the temporary storage rooms of the SPSG in the New Palace, many large paintings were stored in stacks on the floor without frames. The conservation and stretching of these paintings were an essential part of the measurements between 2007 and 2017 before moving to a modern new depot. Heavily deformed, creased paintings with larger canvas defects were given an oversized frame. For reasons of space, very large pictures were stretched on stretcher frames. The tension threads were laid on the back of the stretcher frame,

around aluminum tubes, which were held by eyebolts. The advantage of the gradual build-up of tension was particularly evident here. The paintings could be stretched with ease. The tensile forces applied to the stretching margin were significantly lower than the briefly occurring tensile forces when working with the lever of the collet (canvas stretcher).

Measurement and calculation options of the tension

A first attempt at measuring the tension in an “old Dutch”-style stretched painting took place in 2013 on a large-format portrait in the picture gallery of Sanssouci Palace. The reactions of the pictorial tension to the seasonal and daily changes in the room climate in the historic gallery space were evident. The availability of small force sensors offered the possibility of more precise investigations of these stress processes. Since 2017, some clampings have been measured with these sensors. The sensors could measure at different locations along the inner margins. The principle of the cable or pulley is suitable as a model that describes the empirically observed phenomena. With the block and tackle, the force adds up according to the number of deflection pulleys. The added force acting on a rope with the object to be lifted is distributed over the length of the clamping edges. Theoretically, the same force acts on each deflection point as on the one next to it. The total force acting along the stretching margin can be calculated. If the threads run straight, the direction of the force is clear, as is the case with the V-shaped variant. The parallelogram of forces enables the geometric calculation. The V shape of the tension thread is expanded into a parallelogram. The total force acting on the clamping point corresponds to the diagonal in the parallelogram directed to the point, i.e. the force is slightly less than twice the measured value. This applies as a “rule of thumb”, but it can also be calculated precisely.

Conclusion

The “old Dutch” stretching method, used as a variant in the conservation of canvas paintings, offers possibilities for planning, calculation, measurement and documentation of the tensioning. In connection with other investigation methods, such as the canvas structure analysis on the properties of textile picture carriers, and statistical risk assessments, these data offer further possibilities to better understand the complexity of canvas paintings. These scientific details on the measurable treatments and reactions of the paintings can help in the preventive conservation of high-quality paintings in historical museum castles with their seasonally changing climatic conditions.

Anmerkungen

- 1 Erwähnen möchte ich hier nur die Verwendung von mit originalen Spannrahmen verschraubten Spannbacken, die mit Textilbändern an den Spannrahmen mit dem Handnagler befestigt werden. ROECK 2004, S. 59ff.
- 2 WEHLTE 1967, S. 411f.; hier als altmeisterliche Spannmethode erwähnt
- 3 KLEINERT 2006, S. 235; 293
- 4 S.: <https://rkd.nl/en/explore/images/record?query=Oranjezaal&start=6> (abgerufen am 29.08.2022). Das großformatige Gemälde des Malers Cesar van Everdingen „Die Geburt Friedrich Heinrichs“ aus dem Jahr 1649 ist mit den originalen Spannrahmen abgebildet. Die Spannfäden der Anbringung im Oranjezaal in Huis ten Bosch sind sorgfältig konserviert worden.
- 5 YOUNG 1996, S. 61ff.
- 6 Ausgehend von den Anwendungen durch Lutz Thürmer entwickelten in den folgenden Jahrzehnten die Potsdamer Restaurator:innen Bärbel Jackisch, Ralf Kohn und der Autor die Methode kontinuierlich weiter. Die Arbeit mit freiberuflichen Kolleg:innen und Praktikant:innen trug zur weiteren Entwicklung und Verbreitung der Technologie bei. Ein sehr großformatiges Beispiel aus jüngster Zeit sind die derart gespannten Leinwände der rekonstruierten Deckenbilder nach Louis de Silvestre (1675–1760) im Dresdener Residenzschloss.
- 7 Erichsen oder Eriksen, Vigilius (1722–1782), Kaiserin Katharina II. von Russland (1729–1796) im Krönungsornat, 1769, Neues Palais Potsdam, Oberes Herrenschlafzimmer
- 8 BEVA Heißsiegelkleber Gustav A. Berger Original Formula® 371/, überwiegend als reversible Klebefolie verwendet
- 9 Das Ziel war hier aber die Messung der Kraftwirkung am Gemälde in dem mit Bauteilerwärmung und unterdimensionierter Ent- und Befeuchtung klimatisierten, historischen Galerieraum der Bildergalerie des Schlosses Sanssouci. Konzept und Konstruktion wurden gemeinsam mit Dipl. Restaurator Andreas Weiß entwickelt.
- 10 Verwendete Messtechnik: ME-Messsysteme S-Form Kraftsensor KD40s 100 N, Datenlogger Ahlborn Almemo 2590
- 11 Die Faszination der Kraftwirkung von Seil- oder Flaschenzügen kann man u. a. bei Leonardo da Vinci (1452–1519) erleben. Auf etlichen Blättern seines „Codex Atlanticus“ bearbeitet Leonardo diese Phänomene; siehe www.codex-atlanticus.it (abgerufen August 2022). Die Zeichnungen sind auffindbar durch Suche unter „subjects: tools and machines“ (S. 88 und S. 369) sowie unter „topics: pulleys“
- 12 DE LA HIRE 1695, S. 53–55; De la Hire (1640–1718) beschreibt hier die Kraftwirkung des Flaschenzuges geometrisch.
- 13 Zur Beschreibung des Kräfteparallelogramms: DE LA HIRE 1695, S. 47ff. und Simon Stevin (1548–1620), siehe Wikipedia deutsch, „Kräfteparallelogramm“, Stand vom 31.10.2021
- 14 REUBER 2010; Siehe hierzu die gemessenen Vergleichswerte in Publikationen zur Leinwandspannung, S. 86–87. Die tabellarische Auflistung der von 1988 bis 2000 (Berger bis Young) gemessenen und publizierten Leinwandspannungen, angegeben in N/m, lassen sich auf eine theoretische Fadenspannung mit dem Abstand von z. B. 2,5 cm in Newton umrechnen, indem man den Wert in N/m durch 40 teilt. Bei 2 cm verwendet man den Faktor 50 zur Umrechnung. Die angegebenen Werte liegen zwischen 3–7 N und sind mit den vom Autor (s. o.) gemessenen vergleichbar. Die Abrisstestwerte wurden nicht erreicht, weil eine Maximalbelastung nicht vorgesehen war.
- 15 ROUBA 1992
- 16 ROCHE 2017; Vorgestellt wird ein statistisch-theoretischer Ansatz zur Berechnung des möglichen Risikos von Schäden an Gemälden bei Ausleihen in andere Museen. Die bekannten Klimawerte an den Orten, die Entfernung der Orte sowie die Ausstellungsdauer werden numerisch bewertet. Weiterhin wird die Sensitivität der Objektmaterialien mit Hilfe von Diagrammen der Sensitivität von Materialkombinationen eingerechnet. Ergebnis ist die Berechenbarkeit von Toleranzzonen sowie die Indizierung möglicher Risiken (kein drohender, geringer, großer bis maximaler Schaden).

Literatur

- DE LA HIRE 1695**
Philippe De la Hire, *Traité de Mechanique*. Paris 1695. Source gallica.bnf.fr/Buf
- KLEINERT 2006**
Katja Kleinert, *Atelierdarstellungen in der niederländischen Genremalerei des 17. Jahrhunderts*. Petersberg 2006
- REUBER 2010**
Lena Reuber, *Klebstoffe für die Rissverklebung an Leinwandgemälden*. Kölner Beiträge zur Restaurierung von Kunst- und Kulturgut, Digitale Edition, Bd. 1. Köln 2010
- ROCHE 2017**
Alain Roche, *Assessment of the Risks of Mechanical Degradation of Paintings, Preventive Conservation in Historic Houses and Palace Museums*. Conference Proceedings. Versailles 2017
- ROECK 2004**
Katharina Roeck, *Auswertung der dokumentierten Konservierungs- und Restaurierungsmaßnahmen, die im Rahmen des Fachklassenunterrichts sowie der Seminar- und Diplomarbeiten unter der Betreuung von Prof. Winfried Heiber in den Jahren 1993 bis 2004 entstanden sind*. Unveröffentlichte Seminararbeit. Dresden 2004
- ROUBA 1992**
Bogomila J Rouba, *Die Leinwandstrukturanalyse und ihre Anwendung in der Gemäldekonservierung*, Restauratorenblätter, Bd. 13. Wien 1992
- WEHLTE 1967**
Kurt Wehlte, *Werkstoffe und Techniken der Malerei*. Ravensburg 1967
- YOUNG 1996**
Christina R. T. Young, *Measurement of the biaxial tensile properties of paintings on canvas*. Dissertation, Imperial College. London 1996

Abbildungsnachweis

- Abb. 1**
als gemeinfrei gekennzeichnet, Details auf Wikimedia Commons
- Abb. 2–5**
Daniel Fitzenreiter