

# Review Workshop CULTWOOD

zur Finite-Elemente-Analyse historischer Holzobjekte  
am 24.06.2022 in Dresden

**Manfried Eisbein, Gerald Grajcarek**

Nur sehr wenige Restauratoren können sich unter der Finite-Elemente-Methode (FEM) im Bereich der Hygro-mechanik von Holz etwas vorstellen. Dieses numerische Analysewerkzeug kann zur Simulation und damit zur Abschätzung des Schädigungsrisikos von Kunstgegenständen aus Holz unter mechanischer und klimatischer Beanspruchung dienen. Ein Workshop, der in Dresden am 24.06.2022 stattfand, sollte nicht nur den interessierten Restaurator:innen Einblicke in diese Methode gewähren.

Ein dem Workshop vorangestelltes Kennenlernprogramm am Vorabend mit einer Führung durch die rekonstruierten Königlichen Paradeappartements im Dresdner Residenzschloss zu dem Restaurierungsprojekt um das Möbelensemble in Boulle-Technik aus renommierten Pariser Ebenistenwerkstätten sollte die Teilnehmer:innen einander näher bringen. Dr. Christiane Ernek van der Goes organisierte zusammen mit zwei der an dem Projekt beteiligten Restaurator:innen, Dipl.-Rest. Irmela Breidenstein und Dipl.-Rest.

Robert Zalesky, die Führung. Dabei vermittelten sie spannende Einblicke in innovative Methoden der Konservierung und Restaurierung von Boulle-Marketerien, welche auf eine baldige Veröffentlichung und Diskussion hoffen lassen. Ein geselliger Abend im Biergarten beschloss diesen Einstieg.

Der Workshop selbst fand in den Gewölben unterhalb der Brühlschen Terrasse statt, was die Atmosphäre für die insgesamt 54 Teilnehmer:innen trotz des schwülwarmen Wetters erträglich gestaltete. Eine professionelle Bewirtung bot den zum Teil weit angereisten Gästen eine hervorragende Versorgung. Kritische Anmerkungen zur rein analogen Abhaltung der Veranstaltung im Vorlauf wurden dankend angenommen. Bemerkenswert war, dass Mitarbeiter der TH Köln und der TU München – zwei der Hochschulen, die sich der Holzrestaurierung verschrieben haben – den weiten und bei diesen Temperaturen gewiss auch anstrengenden Weg nach Dresden nicht scheuten.

1 Podiumsdiskussion auf dem Workshop CULTWOOD in Dresden im Gewölbe unter den Brühlschen Terrassen



In dem Projekt CULTWOOD wurden an mehreren Repliken zweier Kunstobjekte, eines Holztafelgemäldes der Cranach-Werkstatt sowie eines Standseitenschanks des 18. Jahrhunderts, Validierungsexperimente durchgeführt. Die Messungen zum konkreten Holzverhalten unter Klimaveränderungen traditioneller Holzgefüge wurden mit Simulationen anhand der FEM-Modelle der Repliken abgeglichen. Eine ausführliche Darstellung der Projekthinhalte war im Vorfeld bereits in der Zeitschrift RESTAURO 4/2022, S. 28–35 durch das CULTWOOD-Team erfolgt. Kooperationspartner des Instituts für Statik und Dynamik (ISD) der TU Dresden waren die Hochschule für Bildende Künste Dresden (HfBK), die Staatlichen Kunstsammlungen Dresden (SKD), das Institut für Holztechnologie Dresden (IHD) sowie das Landesamt für Denkmalpflege (LfD-Sachsen), welches die Werkstattträumlichkeiten für den Projektzeitraum im Amtshilfefverfahren dankenswerterweise zur Verfügung stellte.

Mit dem Workshop fand nun das CULTWOOD-Projekt seinen Abschluss, wie Dr. Kathi Loch als neue Direktorin des Museums für Sächsische Volkskunst in einem Grußwort der Staatlichen Kunstsammlungen Dresden (SKD) erklärte. Gerade in Hinblick auf den Leihverkehr und die Eingrenzung von Klimavorgaben in Ausstellungen und Depotsituationen könnten Erkenntnisse aus solchen Modellierungen wichtig werden, betonte Loch. Zusammen mit dem Projektleiter Prof. Dr. Michael Kaliske vom ISD eröffnete sie das Programm.

Prof. Kaliske vermittelte den Teilnehmern in einem Einführungsvortrag zur FEM-Technik ein grundlegendes Verständnis für die Methode, indem er auch Anwendungsbereiche über den Bereich des Kulturgüterhalts hinaus – z. B. in Ingenieurwissenschaften und Medizin – vorstellte. Seit einigen Jahren wird an verschiedenen Projekten am ISD in Dresden modellhaft untersucht, inwieweit die numerische Modellierung von Belastungsszenarien und die Analyse von Schwachstellen in Konstruktionen im restauratorisch-denkmalpflegerischen Kontext sinnvoll sein könnte und dass sie nicht nur dem industriellen materialtechnischen Bereich vorbehalten bleiben sollte (<https://tu-dresden.de/bu/bauingenieurwesen/sdt/forschung>). Dass gerade diese neuen technischen Möglichkeiten und wissenschaftlichen Grundlagen ganz wesentlich das Berufsbild der Restaurator:innen in den letzten Jahrzehnten verändert haben, betonte Sven Taubert, Präsident des Berufsverbandes der Restauratoren in Deutschland, in seinem Gastbeitrag. Anhand seiner persönlichen Erfahrungen als selbstständiger Restaurator und Restaurierungsplaner skizzierte er diesen Wandel und betonte die Notwendigkeit zum offenen Umgang mit innovativen Methoden. Unter den Gesichtspunkten des Brennpunkthemas „Klimawandel“ unterstrich er, dass Arbeiten im Bereich der präventiven Konservierung aktueller werden und den Berufsalltag der Restaurator:innen zunehmend bestimmen. Die FEM ordnete er dabei als weiteres Instrumentarium im restauratorischen Werkzeugkasten ein.

Als der Gedanke der numerischen Modellierung vor circa sechs Jahren erstmals an die Staatlichen Kunstsammlungen herangetragen wurde, herrschte einige Skepsis, wie Dr. Michael Mäder (SKD) zu Beginn seines Beitrages ausführte. Damals war die Parkettierung des zum Vorbild herangezogenen Cranachgemäldes bewertet worden, die durch eine geeignetere Konstruktion ersetzt werden sollte. Die Komplexität solcher Kunstobjekte hinsichtlich ihrer holztechnischen und materiellen Eigenschaften, ihres Schädigungsgrades sowie ihrer Schädigungs- und Alterungsgenese schienen einer Verallgemeinerung in einem mathematischen System entgegenzustehen. Er formulierte seine Erwartungen und Vorstellungen an dieses Werkzeug aus naturwissenschaftlicher Sicht und lenkte die Aufmerksamkeit auf ein junges und in der aktuellen gesellschaftlichen Lage dringlicher werdendes Thema der Museumswelt: das „Grüne Museum“. Hier werden Nachhaltigkeit und Energieersparnis diskutiert und Vorstellungen präventiver Konservierungsmaßnahmen mit engen Klimakorridoren bestimmter Objektgattungen kritisch hinterfragt. Die Methode könnte hier zum Abschätzen des Schädigungsrisikos geweiteter Klimakorridore genutzt werden.

In etwas anderer Weise spürt das Getty Conservation Institute, Los Angeles (GCI) Schwachstellen im Holz nach, wie der Innovationsmentor des Projekts, Dr. Michael Lukomski, ausführte. Beispielweise werden dort akustische Signale, die aus dem Quell- und Schwindverhalten resultieren, detektiert, lokalisiert und ausgewertet. Seit vielen Jahren gibt es immer wieder Kooperationen zwischen den Staatlichen Kunstsammlungen und dem GCI, wie u. a. das Kolloquium zur Holztafelkonservierung 2013 in Dresden. Eine zukünftige Fortführung solcher Verbindungen zusammen mit den Ingenieurwissenschaften lässt auf weitere interdisziplinäre Forschungen hoffen.

Mit dem Beitrag von Dipl.-Ing. Daniel Konopka (ISD) ging es an das Kernthema der Veranstaltung. Am Beispiel der wesentlichsten Forschungsprojekte der letzten Jahre im Bereich des Kulturgüterschutzes wurden Ergebnisse in zahlreichen hochwertigen Abbildungen und Diagrammen zusammengefasst und potenzielle Anwendungsgebiete vorgestellt. Seinen Schwerpunkt legte er auf das dem CULTWOOD-Projekt ähnlich strukturierte zeitgleich stattfindende Forschungsprojekt VirtEx. In diesem wurde eine Lindenholztafel der Ikonostase der Russisch-Orthodoxen Kirche Leipzig für die Experimente zum Vorbild genommen. Deren vorangegangene Restaurierung und die daraus resultierende Beurteilung behobener Schäden formulierten die Frage nach dem zukünftigen Schädigungspotenzial bei gleichbleibenden Klimakonditionen. Der Ausblick des Beitrags zum immer häufiger diskutierten Thema der virtuellen Echtzeitdatenverarbeitung lässt auf eine spannende Zukunft hoffen: die Entwicklung eines digitalen Zwillings eines Kunstwerkes, vielleicht eines Cranach 4.0?

Restaurator Gerald Grajcarek (ISD) eröffnete mit seinem Beitrag „Methoden und Materialien“ die Vorstellung des CULTWOOD-Projekts, in dem er die Herangehensweise bei der Erstellung der insgesamt sieben Schrank- und Gemäldetafelrepliken und die experimentelle Durchführung mit selbigen skizzierte. Darüber hinaus stellte er dem Publikum den experimentellen Aufwand zur Ermittlung bestimmter Materialeigenschaften vor. Zum Beispiel das Quell- und Schwindverhalten verschiedener Holzarten oder das Diffusionsverhalten von bestimmten Malschichten. Auffallend waren die experimentellen Parallelen zum VirtEx-Projekt. Das ermöglichte es, Experimente gleicher Fragestellungen projektübergreifend aufeinander abzustimmen und somit umfangreichere Materialparameter zu ermitteln.

Dieser Darstellung der experimentellen Grundlagen folgte der Beitrag von Josef Stöcklein (ISD), der sich der Auswertung der Experimente und der Entwicklung der FEM-Modelle zuwendete. Trotz der schier Fülle an erhobenen Daten durch Materialparameterbestimmung sowie den Validierungsexperimenten präsentierte er dem Publikum einen systematischen Einblick in die Ergebnisse am Beispiel der Cranachtafel. Berechtigte Enttäuschung wurde dahingehend formuliert, dass auf die Auswertung der Schränke als komplexe Volumenkörper nicht eingegangen wurde. Daran anschließend skizzierte Stöcklein ein aus Sicht des ISD formuliertes Modell zum Transfer der bislang wissenschaftlich angewendeten Methode in die denkmalpflegerische und restauratorische Praxis.

Herzstück und Abschluss des Workshops stellte eine Podiumsdiskussion zwischen Personen musealer und denkmalpflegerischer Praxis sowie dem Fachpublikum dar. Durch die Diskussion führte Michael Mäder, der zusammen mit Theresa Hilger vom Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege, Sven Taubert und Prof. Michael Kaliske Fragen beantwortete und die Diskussion anregte (Abb. 1).

Die eingangs durch Mäder formulierte Skepsis aus restauratorischer Sicht über die Komplexität der Nachstellung gealterter Materialien und objektspezifischer Alterungs- und Schadensgesenen wurde schnell zu einem zentralen (Kritik-) Punkt. Aus diesem heraus kreiste die Diskussion zeitweise um das Ermitteln und Sammeln von Materialeigenschaften un-/gealterter Materialien. Hier wurden diverse Vorschläge aus dem Publikum aufgeworfen und besprochen. Dabei zeigte sich, dass das Zusammentragen solcher Daten nach interdisziplinären Kooperationen verlangt und im Wesentlichen aus den Bereichen der Kunst- und Denkmalpflege erfolgen sollte. Bezüglich der Frage zur Modellierung und Beschreibung von Schadensgesenen verwiesen die Beteiligten auf die Verwendung von Unschärfemodellen. Es sei nicht unbedingt erforderlich, jedes individuelle Detail zu kennen, vielmehr bliebe eine gewisse „Unschärfe“, die wiederum statistisch begründet und berechnet werden könne.

Im Fortlauf der Gespräche wurde deutlich, dass eine konkrete Anwendung der Methode im Rahmen der Denkmalpflege und somit der Schritt von der Wissenschaft in die Praxis wünschenswert und notwendig ist. Als konkretes Anwendungsbeispiel wurde in diesem Zuge das Tafelbild des Augustusburger Cranachaltars (vgl. RESTAURO 8/2009, S. 508–512) vorgeschlagen. Antworten auf gezielt formulierte Fragen zu Aufwand, Workflow und Kosten der Methode machten deutlich, dass die Anwendung bei derzeitigem Stand der Technik vorerst eine Einzelfalllösung mit Projektcharakter bleiben muss. In diesem Zusammenhang wurden auch Vergleiche zu anderen Simulationsmethoden (z. B. WUFI – Wärme und Feuchte instationär), welche bereits etablierter sind und denen ganz ähnliche Materialparameter zu Grunde liegen, gezogen. Daraufhin wurde nochmals herausgestellt, dass sich die FEM dadurch hervorhebt, dass neben Wärme- und Feuchtetransporten auch die Mechanik simuliert wird und dies einen wichtigen Zugewinn darstellt.

Die Podiumsdiskussion zeigte, dass viele Fragen in Anbetracht der vorgerückten Zeit nicht umfänglich ausdiskutiert werden konnten. Zugleich signalisierten sie das Interesse an der Technik. Dass gerade die FEM eine ganz wesentliche wirtschaftliche Komponente im Rahmen der ganzheitlichen Betrachtung von Folgen der Klimaveränderungen darstellt, war bereits zu Beginn der Tagung erklärt worden und fand zum Ende erneut eine Bestätigung. Eine Einführung der Grundlagen der FEM in die Restaurator:innenausbildung erscheint den Beteiligten wünschenswert, gestattet doch die Methode eine messbare Beschreibung holztechnischer Phänomene, die bislang eher intuitiv bewertet wurden. Unbestritten blieb am Ende aber auch, dass die Verantwortung für den konservatorischen Umgang mit Kunstwerken weiterhin vorrangig beim fachkundigen Restaurator liegen sollte, der sich sowohl auf praktische Erfahrung als auch auf ein wissenschaftliches Instrumentarium stützen darf.

**Dipl.-Rest. Manfred Eisbein**  
Alte Silberstraße 28  
01665 Klipphausen  
[manfried.eisbein@googlemail.com](mailto:manfried.eisbein@googlemail.com)

**Gerald Grajcarek M.A.**  
Restaurator für Holzobjekte  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter TU Dresden  
Wernerstr. 22  
01159 Dresden  
[gerald\\_grajcarek@posteo.de](mailto:gerald_grajcarek@posteo.de)

### Abbildungsnachweis

Oliver Tietze Leipzig