

## „Scholar-in-Residence“ Programm

Andrea Walther  
Koordinatorin des Forschungsinstituts  
Deutsches Museum  
80306 München

Deutsches Museum 



### Projektexposé

Untersuchung und Erfassung von Objekten der Robotik aus der Sammlung des Deutschen Museums München und Erforschung von verwendetem Kunststoff und Metall

Präventive Konservierung, Abbaumechanismen, Alterungsphänomene

Julia Sawitzki B.A. (TUM)

## 1. Einleitung

Die Verbindung zwischen Metall und Kunststoff ist allgegenwärtig in der Welt, die uns umgibt. Schon für den morgendlichen Kaffee wird ein Gerät verwendet, das sich aus Metall und Kunststoff zusammensetzt. So werden die beiden Materialgruppen – häufig in Kombination – z. B. in Medizin- und Zahntechnik, Formenbau, Rundfunk- und Elektrotechnik sowie Flugzeug- und Autoindustrie eingesetzt (*Affolter: 2*). Insbesondere werden beide Materialien auch im Bereich der Robotik verwendet. Auf viele Arten und Weisen sind es sich ergänzende Materialien, die zusammen stabile Verbindungen schaffen, die häufig unter anderem hygienischen Standards gerecht werden. Je nach verwendetem Metall oder Kunststoff lassen sich dem Einsatzgebiet entsprechende Eigenschaften einstellen, die gegensätzlich Effekte hervorrufen können, so können Kunststoff-Metall-Verbundstoffe zum einen eine Schallverstärkung in abgeänderter Modifikation jedoch auch eine Schalldämmung bewirken. Die Variabilität der Kombinationen von Kunststoff und Metall und die daraus resultierenden Eigenschaften machen den Materialverbund vielversprechend. Schon seit der Verwendung der den Kunststoffen vorrausgehenden, plastischen Naturstoffe, wie z. B. Hartgummi, und der Entwicklung der frühen, halbsynthetischen Kunststoffe (z. B. Cellulosenitrat) ab Mitte des 19. Jh.s, ist die Verbindung der Materialien mit Metallsegmenten immanent. Da die Entwicklung der frühen Kunststoffe an das Streben nach dem kostengünstigen Ersatz teurer Naturmaterialien gebunden war und somit für deren Verarbeitung zunächst Arbeitsprozesse und Materialien aus dem Bereich der Naturstoffe adaptiert wurden, ist das nicht weiter verwunderlich. Interessant ist jedoch, dass der Materialverbund Kunststoff-Metall auch mit der Entstehung neuer Kunststoffe erhalten blieb und sich mit denselben verändert hat. Die Entwicklung zieht sich durch die gesamte Kunststoffgeschichte hindurch bis heute. Metall und Kunststoff – ein „winning team“? So förderlich und vielversprechend die Materialkombination auf den ersten Blick scheinen mag, bergen die Langzeiterhaltung und Lagerung dieser Kompositobjekte einige Risiken für Sammlungen. So treten Alterungserscheinungen von Kunststoffen in Bereichen mit Metallkontakt verstärkt auf. Umso wichtiger ist die genaue Kenntnis über die Materialien und die Reaktionen der Materialien miteinander (*Smith et al. 2014: 266*).

## 2. Hintergrund

Das Problem der Alterung von Objekten mit Kunststoff-Metallkontakt ist lange bekannt. Metall wirkt während der Alterung des Kunststoffes katalytisch (*Affolter: 4*). Metalle im Gegenzug reagieren je nach Reaktivität und Reinheit als sensible Indikatoren mit Schadstoffen (*Bora 1974: 505/506*). Dies äußert sich häufig durch Korrosion des betroffenen Metalls (*Waentig 2008: 257*). Somit bedingen sich die Abbaumechanismen der beide Materialien gegenseitig: Das Metall katalysiert den Abbau des Kunststoffes, wohingegen die durch die Kunststoffalterung entstehenden flüchtigen Abbauprodukte korrosiv auf das Metall wirken (*Williams 1997: 2*). Jedoch ist dieser Bereich in Bezug auf restauratorische und konservatorische Belange noch relativ unerforscht (*Smith et al. 2014: 257*). Auch wenn zahlreiche Literaturen auf die sich gegenseitig negativ bedingenden Effekte der Materialalterung hinweisen, wird selten der genaue Mechanismus erklärt oder auf die Gegebenheiten (Kontaktsituation der beiden Materialien, genaue Modifikation der Materialien...) eingegangen. Dies ist jedoch von Nöten um eine optimale Ausstellung und Konservierung der Objekte zu gewährleisten. Während des Scholars werden deshalb am Beispiel einer ausgesuchten Objektgruppe aus dem Bereich der Robotik die verwendeten Materialien, Alterungsphänomene und Abbaumechanismen untersucht. Bei den im Zuge des

Projekts behandelten Objekten wird es sich zudem um Labormuster aus dem Bereich der Robotik handeln. Das heißt, sie wurden nicht unter industriellen Gegebenheiten hergestellt und unter Laborbedingungen modifiziert. Die Schwierigkeit liegt hierbei bei den verwendeten Materialien (Metall, Kunststoff, Gummi...), die, ebenso wie ihre Anwendung, nicht durch die Industrie, sondern durch andere Einflussfaktoren (Verfügbarkeit, Verarbeitbarkeit...) bestimmt wurden. Es handelt sich um singuläre Objekte, deren Erhaltung stark an die verwendeten Materialien gekoppelt ist. Deshalb ist eine Erfassung und Erforschung unerlässlich.

### 3. Vorherige Auseinandersetzung mit der Thematik und eigene Vorarbeit

Während meiner Masterstudienzeit an der Technischen Universität München habe ich mich regelmäßig mit Objekten beschäftigt, deren Kunststoff in direktem Kontakt zu Metall stand. Einige habe ich im Rahmen von Projektarbeiten bearbeitet.

Bei „Vier Objekte“ (1986) von Rupprecht Geiger handelte es sich um vier großformatige, in Form geschnittene Aluminiumplatten, die mit Acrylfarben spritzlackiert sind. Die prominente Hängung der Kunstwerke in der Eingangshalle eines Gebäudes der Technischen Universität München hat zu einigen Schäden und Malschichtverlusten geführt. Die Objekte wiesen keine offensichtlich erkennbaren Veränderungen durch den Kunststoff-Metall-Kontakt auf. Dies ist wohl einerseits auf die Wahl des Metalls als auch andererseits auf eine als Haftvermittler dienende Chromatierungsschicht zurückzuführen, die zusätzlich als Barrierschicht wirkt. Beschleunigte Alterung aufgrund der Materialkombination von Kunststoff und Metall wiesen jedoch die aus dem Medizinhistorischen Museum Ingolstadt stammenden Hörhilfen aus der Mitte des 19. Jhs auf. Auf der Oberfläche der aus Hartgummi gefertigten Hörhilfen hatten sich Sulfatkristalle gebildet. Diese emigrierten besonders in Bereichen mit Metallkontakt. Eine Schraube wurde von den Kristallen so sehr verdeckt, dass die Schraubverbindung als solche nur noch mittels Röntgen zu identifizieren war. Zusätzlich begünstigte das saure Sulfat die Korrosion des Metalls (Bora 1974: 504).

Die Emigration einer Säure aus dem Kunststoff, sorgte auch bei einem der als Projektarbeit bearbeiteten Radios (Siemens „Taschensuper T2“, Produktionszeitraum: um 1959-61) des Deutschen Museums München für die Korrosion der angrenzenden Metalle, die anstatt ihrer ursprünglichen, silbernen nun die schwarz-grünliche Farbigkeit ihrer Korrosionsprodukte zeigten. Neben der vermehrten Kristallbildung auf der Oberfläche des Kunststoffs (einem Polyesterurethan), die auf einen verstärkten Abbau des Polyurethans hinwies, war der rote Kunststoff im Umfeld der Metallapplikationen schwärzlich verfärbt.

Im Moment bearbeite ich im Rahmen meiner Masterarbeit ein Kunstwerk des Künstlers Axel Anklam. Das im Europäischen Patentamt München befindliche Objekt setzt sich aus einem Edelstahlgerüst zusammen, das mit einer Latexhaut bespannt ist. Der enge Kontakt mit dem Metall (einem niedrig legierten Edelstahl mit geringem Chromanteil) hat auch hier durch den katalytischen Einfluss zu einem beschleunigten Abbau des natürlichen Polymers mit einer damit verbundenen schnelleren Alterung geführt. Die Latexhaut ist in diesen Bereichen häufig weich und klebrig.

Neben der Arbeit mit Objekten mit Kunststoff-Metall-Verbund, habe ich mich mit verschiedenen analytischen Verfahren vertraut gemacht, die für die Untersuchungen im Rahmen des Scholars von Nutzen sind. Die Forschungen zu meinen Projektarbeiten habe ich z. B. durch Messungen am Rasterelektronenmikroskop mit energiedispersiver Röntgenspektroskopie (REM-EDX) und Röntgenfluoreszenzanalysen (RFA) ergänzt. Zudem habe ich verschiedenste mikroskopische Analysen (Durch- und Auflicht, Polarisationsmikroskop) durchgeführt (z. B. Querschnitt, Dünnschliff, Anfärbungen, Quell- und Lösungsversuche). Weiterhin habe ich mich mit Kunststoffanalytik u. a. mittels Fourier-

Transform-Infrarotspektrometer (FTIR) auseinandergesetzt und die Messungen selbst durchgeführt und ausgewertet.

Zusätzlich habe ich, während meiner Projektarbeit Erfahrungen zur Arbeit mit Museums Plus gesammelt.

#### 4. Vorgehensweise

Als Sammlung mit dem Schwerpunkt auf technischem Kulturgut besitzt Das Deutsche Museum München eine Vielzahl von Objekten, die sich der Verbindung von Kunststoff und Metall bedienen. Für das Scholar-Projekt soll sich besonders auf Objekte aus dem Bereich der Robotik gestützt werden, die einen Platz in der Ausstellung einnehmen sollen. Als zuständiger Kurator unterstützt Herr Dr. Frank Dittmann das Projekt.

Zunächst ist es sinnvoll, die Objekte einer genauen visuellen Untersuchung (u. a. mittels des Mikroskops) zu unterziehen. Um die geeignete Konservierung und Ausstellung zu gewährleisten, müssen die Zusammensetzungen der Metalle, Kunststoffe und anderen Materialien so genau wie möglich bestimmt werden. Hierfür sind z. B. Analysen mit FTIR sinnvoll. Mit der Abteilung Projektforschung des Deutschen Museums München habe ich unter anderem während meiner Projektarbeit über „Polyesterurethanmodifikationen an drei Radios“ zusammengearbeitet. Frau Dr. Marisa Pamplona-Bartsch, Frau Christina Elsässer und Frau Dr. Elke Cwiertnia würden das Scholar begleiten. Herr Björn Seewald vom Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege würde das Forschungsprojekt analytisch unterstützen. Dies ermöglicht zusätzlich zu den Analysen, die museumsinternen Forschungslabor möglich sind, die Durchführung von Strukturanalysen durch die Röntgenbeugung. Zudem besteht Kontakt zum Lehrstuhl für Restaurierung, Konservierungswissenschaft und Kunsttechnologie (Ordinarius: Herr Prof. Erwin Emmerling) der Technischen Universität München. Alex Grillparzer (Dipl.-Rest. mit dem Schwerpunkt Metall) würde zum Thema Metalle beratend zur Verfügung stehen. Über die Analysen lassen sich – neben der Materialbestimmung – Aussagen über Erhaltungszustand und Alterungsprodukte treffen. Alle durch die Untersuchung der Objekte erlangten Erkenntnisse sollen systematisch aufgearbeitet werden und zur Ergänzung der Datenbank in Museums Plus eingetragen werden. Über die Ergebnisse kann eine den Objekten entsprechende Konservierung, Ausstellung und Lagerung entwickelt werden. Eine frühe Reaktion im Bereich der präventiven Konservierung gewährleistet, dass die Labormuster langfristig besser erhalten bleiben. Während der Forschung an den Sammlungsobjekten werden ebenfalls Metalle und Kunststoffe, die in direktem Kontakt miteinander stehen, untersucht. Eine künstliche Alterung an Referenzmaterialien, die den Kunststoffen und Metallen der untersuchten Objekte in der Zusammensetzung entsprechenden, ist wünschenswert. Da sich Frau Susanne Brunner im Rahmen der Kunststoffschule des Deutschen Museums München mit Halbzeug und unverarbeitetem sowie verarbeitetem Kunststoff einer Vielzahl von Kunststoffklassen beschäftigt hat, empfiehlt sich eine Kooperation mit ihr in Bezug auf die Materialauswahl. Die zu alternden Testkörper werden so präpariert, dass sie den Originalen auch in der Kontaktsituation der beiden Materialien gleichen. Kunststoff und Metall werden ebenfalls getrennt voneinander, als reine Probekörper, getestet, um zwischen reiner Materialalterung und dem dissynergetischen Effekt, den beide Materialien aufeinander haben, zu unterscheiden. Die künstlich gealterten Testkörper werden anschließend analysiert und mit den natürlich gealterten Objekten verglichen.

Eine eingehende Literaturrecherche ergänzt das Scholar.

Das Ziel ist anhand von Objekten aus dem Sammlungsbereich der Robotik ein besseres Verständnis des Einflusses von Kunststoffen und Metall im Verbund auf die Alterung des jeweils anderen zu entwickeln. Dies ist mit der Entwicklung eines Plans zur Verbesserung

der Lagerung und des Handlings der Objekte verknüpft. Die zusammengefassten Ergebnisse können als Leitfaden für die Vorgehensweise und den Umgang mit ähnlichen Einzelstücken dienen.

## 5. Ablaufplan

	1. Monat	2. Monat	3. Monat	4. Monat	5. Monat	6. Monat
Objektrecherche						
Analysen						
Auswertung und Entwicklung eines Konservierungsplans						
Künstliche Alterung						
Auswertung künstliche Alterung						
Literaturrecherche						
Auswertung und Zusammenfassung						

## 6. Anschließende Weiterführung

Es wäre wünschenswert, wenn die im Zeitraum der sechs Monate angestellte Forschung in eine weiterführende Dissertation münden würde.

## 7. Literatur

WILLIAMS, SCOTT: „Care of Objects made from Rubber and Plastic“, CCI Notes 15/1, Ottawa 1997

AFFOLTER, SAMUEL: „Langzeitverhalten von Thermoplasten“ ([http://www.bosy-online.de/Korrosion/Alterung\\_SA.pdf](http://www.bosy-online.de/Korrosion/Alterung_SA.pdf), Stand: 27.09.2017)

WAENTIG, FRIEDERICKE: „Plastics in Art – A Study from the Conservation Point of View“, Petersberg 2008

SMITH, MARGARET J.; KIRK, SUSANNA; TATE, JAMES; COX, DARREN:

“Material characterization and preservation guidance for a collection of prosthetic limbs developed since 1960”, in: Studies in Conservation, 59:4, pp. 256-267, London 2014

BORA, J. S.: “Technical Note: Metal-Plastic Contact Corrosion”, in: Corrosion Science, Vol. 14, pp. 503-506, Northampton 1974