

PRESSEINFORMATION

PRESSEINFORMATION26. Juli 2012 || Seite 1 | 5

Mit Plasma und Elektronen von der Vergangenheit in die Zukunft

Ein verheerendes Feuer vernichtete am 2. September 2004 das historische Gebäude der Anna Amalia Bibliothek in Weimar. Auch 50.000 Bücherbände fielen den Flammen zum Opfer, 62.000 konnten beschädigt geborgen werden. Solche Katastrophen, aber auch der sprichwörtliche Zahn der Zeit, stellen Restauratoren und Konservatoren vor neue Herausforderungen beim Erhalt von historischen Kulturgütern. Die Forschungsallianz Kulturerbe, an der auch insgesamt 22 Fraunhofer-Institute beteiligt sind, hat nun mit ihrem Projekt »Plasmatechnologie – eine innovative Technologie zur Konservierung und Restaurierung von Kulturgütern« begonnen, das große Potenzial der Plasmatechnologie für dieses Anwendungsgebiet zu erforschen. Diese umweltverträgliche und nachhaltig wirkende Technik bietet neue Möglichkeiten für den Erhalt von Kunst- und Kulturgut.

Kunst- und Kulturgüter sind ein wesentlicher Bestandteil unserer Zivilisation und nebenbei auch von hoher wirtschaftlicher Relevanz. Da sie keine erneuerbare Ressource darstellen, ist es umso wichtiger, sie zu erhalten, nachhaltig zu sichern und zu pflegen. Die multidisziplinär zusammengesetzte Forschungsallianz Kulturerbe vereint Geistes- und Naturwissenschaftler. Ihr Ziel ist es, neue Verfahren, Materialien und Technologien für die Restaurierung und Konservierung kulturellen Erbes zu entwickeln. Eine dieser Techniken ist die Plasmatechnologie. Im Fokus des Projektes standen dünne, transparente Konservierungs- und Barrierschichten, die als temporärer oder langzeitstabiler Korrosionsschutz gegenüber Umgebungsatmosphäre, Umwelteinflüssen oder auch Berührung dienen. Darüber hinaus beschäftigte sich das Forscher-Team mit reinigenden, desinfizierenden oder gar sterilisierenden Plasmen und beschleunigten Elektronen, da die Kulturgüter häufig durch Mikrobenbefall geschädigt werden. »Für diese Anwendungen im Bereich der Restaurierung waren jedoch eine Optimierung der Prozesse, eine Weiterentwicklung der Anlagentechnik sowie eine Anpassung an die speziellen Fragestellungen erforderlich. Mit dieser Adaption der Plasmatechnologie für fragile Objekte ist die Forschungsallianz auf einem sehr guten Weg zur Erhaltung unseres kulturellen Erbes«, resümiert Professor Klaus Sedlbauer, Sprecher der Forschungsallianz und Leiter des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik. Die Fraunhofer-Gesellschaft gehört durch die am Projekt involvierten Institute (Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Fraunhofer-Institut für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP, Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB, Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC, Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST und das Fraunhofer-Institut für Raum und Bau IRB) zu den führenden Forschungseinrichtungen der Plasmatechnologie weltweit. Dem Fraunhofer IBP

oblag dabei den Schritt von der Forschung in die Praxis zu gewährleisten sowie die Bedürfnisse der Restauratoren und die vertieften Kenntnisse der Naturwissenschaftler zusammen zu führen.

PRESSEINFORMATION26. Juli 2012 || Seite 2 | 5

Plasmatechnik – eine Schlüsseltechnologie

Plasmen sind ionisierte, also angeregte Gase. Zu den thermischen Plasmen zählen die Sonne, eine Flamme oder ein Blitz. Die Ionisation entsteht hier durch hohe Temperaturen. Auf kaltem Weg regen elektrische Wechselfelder ein Gas an. Solche Niedertemperaturplasmen können reinigen, entkeimen, abtragen oder auch Oberflächen schützend beschichten. Niederdruckplasmen, die in Unterdruckkammern gezündet werden, sind besonders geeignet für die flächige Behandlung von Objekten. So lassen sich etwa Oberflächen archäologischer Funde, die mit diesem Verfahren behandelt wurden, leichter säubern. Auch können wertvolle Kunstobjekte aus Silber, die sich an der Luft schwärzlich-braun verfärbten, gut mit reduzierenden Plasmen gereinigt werden, ohne Material abzutragen. Zudem lassen sich Schutzschichten aufbringen, die beispielsweise frisch gereinigtes Silber vor erneutem Anlaufen bewahren. Atmosphärendruckplasmen werden unter Umgebungsdruck gezündet. Hier ist der Vorteil für die Anwendung in der Restaurierung, dass nicht das ganze Objekt der Behandlung unterzogen werden muss, sondern ein Plasmastift eine lokale Behandlung ermöglicht.

Niederdruckplasmen reinigen und schützen Silber

Im Fraunhofer IGB wandte man sich in mehreren Teilschritten der Behandlung historischer Silberobjekte zu. Zunächst wurde erforscht inwieweit sich mittels Niederdruckplasmen die Schwarzfärbung des Silbers, die durch die sich bildende Silbersulfidschichten entsteht, rückgängig gemacht werden kann. Dies wurde an Modellsubstraten wie zum Beispiel Silberplättchen, runden oder quadratischen, ein Millimeter dicken Scheiben, sogenannte Wafern, an Silberbesteck, Münzen oder mit Silber beschichteten Gläsern getestet. Der nächste Schritt bestand darin, kleinere und größere, dreidimensionale Objekte wie versilberte Cocktailshaker, sowohl innen als auch außen einer Behandlung in einer Niederdruckplasmakammer zu unterziehen. An stark korrodierten und mit Agglomeratschichten behafteten Funden wurde im Folgenden erforscht, ob einerseits ein Teil der Korrosion rückgängig gemacht werden kann und ob sich anhaftende Agglomeratschichten nach der Behandlung leichter entfernen lassen. In einer vierten Versuchsreihe wurden in einem Screening an unterschiedlichsten Objekten die Möglichkeiten und die Grenzen der Parylenbeschichtung (hydrophobe, chemisch resistente Kunststoffbeschichtung) für Fragestellungen der Bestandserhaltung ausgelotet. Hierzu wurden

unzählige »reale« historische Materialien und Referenzproben beschichtet und die Eigenschaften der Schutzschichten bewertet.

Zusammenfassend kann man sagen, dass die Parylenbeschichtung ein großes Potenzial für die Konservierung und Reversibilität birgt, da sie zunächst mit geringen Einschränkungen auf alle Objekte anwendbar ist. Auf glatten Objektoberflächen können die Schichten gegebenenfalls wieder leicht entfernt werden. Auf rauen Flächen kann ein mechanischer Abtrag erfolgen, da die Schichten nur zirka drei bis fünf Millimeter dick sind. »Die Niederdruck-Plasmabehandlung eignet sich besonders, um angelaufenes Silber durch Reduktion der Silbersulfidschichten wieder signifikant aufzuhellen. Da im Niederdruck die Objekte in eine Behandlungskammer gelegt werden, kommt es stets zu einer vollflächigen Behandlung«, fasst Dr. Uwe Vohrer, Projektverantwortlicher am Fraunhofer IGB zusammen.

PRESSEINFORMATION26. Juli 2012 || Seite 3 | 5

Atmosphärendruckplasma für eine gezielte Restaurierung

Um eine differenziertere Möglichkeit bei der Restaurierung anbieten zu können, legte das Fraunhofer IST ihren Forschungsschwerpunkt auf Atmosphärendruck-Plasmabehandlungen unter reduzierenden Bedingungen mit verschiedenen Jetsystemen. Diese Plasmajetsysteme können vom Restaurator, ähnlich wie ein Stift, in die Hand genommen und individuell über die Probe geführt werden. Für die Untersuchungen wurde eine mit Stickstoff gespülte Glovebox aufgebaut, in der die beiden Plasmajets installiert wurden. Im Rahmen dieses Projektes wurde dann die Reduzierung von verschiedenen Silberoberflächen mit den beiden Plasmajets untersucht und mit anderen Reinigungsmethoden wie zum Beispiel der abrasiven Reinigung mit Schlämmkreide, der Behandlung mit Seifenwurzelsud, der elektrolytischen Reinigung und der Niederdruck-Plasmabehandlung verglichen. Der letzte Teil der Untersuchungen beschäftigte sich mit der Plasmabehandlung von archäologischen Eisenobjekten, um das Freilegen dieser Objekte zu erleichtern. Insgesamt zeigt sich, dass Atmosphärendruck-Plasmaverfahren neue Möglichkeiten für den Einsatz in der Restaurierung erschließen. So werden Silbersulfidschichten punktuell reduziert, ohne dass Silber abgetragen wird. Insbesondere für sehr fragile Objekte, wie Naturabgüsse aus Silber, ist diese Technik sehr gut geeignet. Auch bei der Freilegung von archäologischen Eisennägeln bot sich ein erster positiver Ansatz.

Es zeigte sich, dass die im Rahmen dieses Projektes angewendeten Quellen zum Teil zu hohe Temperaturen in die Objekte eingebracht haben oder die Reinigungswirkungen noch nicht ausreichend waren. Hier herrscht weiterer Entwicklungsbedarf, um solche Quellen zu optimieren und für die verschiedenen Anwendungsfelder im Bereich des Kulturerbes zu qualifizieren. »Optimal wären Quellen, die in einem weiteren Temperaturbereich variabel einstellbar wären und bei denen darüber hinaus auch die Geometrie der

Jetform einstellbar wäre. So könnten sowohl flächige als auch punktuelle Behandlungen durchgeführt werden«, erklärt Dr. Michael Thomas, Abteilungsleiter am Fraunhofer IST, Ideen für die Weiterentwicklung der Technik.

PRESSEINFORMATION26. Juli 2012 || Seite 4 | 5

Papier – ein bedrohtes Kulturgut

Eine aussichtsreiche Möglichkeit, den Verfall historischer Dokumente zu stoppen, bietet der Einsatz der Elektronenstrahltechnik bei Atmosphärendruck. Hierbei kann aus der Vielfältigkeit des Archivmaterials nur das vom Säurefraß gefährdete Massengut einer Behandlung zugeführt werden. Durch Imprägnieren des Papierhauptbestandteils, der Zellulosefaser, mit speziellen reaktiven Monomeren kann mittels niederenergetischer Elektronenstrahlen deren chemische Vernetzung und somit eine Verfestigung des Papiers mit hoher Stabilität gegen weitere chemische und biologische Umwelteinflüsse erzielt werden. Im Gegensatz zum Laminieren bleiben bei diesem Verfahren Biegsamkeit, Optik und Haptik des Papiers weitestgehend erhalten. Willkommener Nebeneffekt ist eine nachhaltige keimtötende Wirkung auch im Blattinneren durch die Elektronenstrahlen. Die Anwendung der Elektronenstrahltechnik an Atmosphärendruck ist gekennzeichnet durch eine diffuse und nur schwach aufheizende, dafür aber sehr schnell wirkende Strahlung. Die Eindringtiefe hängt von der Beschleunigungsspannung der Elektronen ab. Bei der im Fraunhofer FEP stattfindenden Verfahrensentwicklung kommen niederenergetische Elektronenstrahlen mit Beschleunigungsspannungen bis zu 300 kV zur Anwendung. Sie durchdringen zwar nur einzelne Papierblätter, erfordern dafür aber einen geringen Aufwand zum Schutz vor der entstehenden Röntgenstrahlung. Im Projekt werden Grundlagenuntersuchungen zur Ermittlung der notwendigen Materialien und Prozessparameter mit dem Ziel durchgeführt, Konstruktion und Bau von kostengünstigen Behandlungsanlagen mit geringem räumlichen Aufwand zu ermöglichen, die flexibel an die Einsatzorte und die jeweiligen technologischen Erfordernisse angepasst werden können. »Unser Fernziel ist, eine Behandlungsanlage zu erstellen, die es bei einfacher Bedienbarkeit ermöglicht, in einem kontinuierlichen Durchlaufgang große Mengen von Papierblättern mit dem Vernetzungsmaterial zu imprägnieren und durch Elektronenbestrahlung zu verfestigen«, resümiert Wolfgang Nedon, Abteilungsleiter am Fraunhofer FEP.

PRESSEINFORMATION26. Juli 2012 || Seite 5 | 5

**Bild 1: REAMODE Elektronenstrahlanlage im FEP**

© Fraunhofer FEP

**Bild 2: Archivgut, links im Original sowie rechts behandelt und geglättet**

© Fraunhofer FEP

**Bild 3: Heißer Plasmajet: *Plasma Tec*. Der Firma Tantec**

© Fraunhofer IST

**Bild 4: Versilberte Teekanne, links vor und rechts nach der Behandlung mit dem heißen Plasmajet *PlasmaTec***

© Fraunhofer IST

Die Aufgaben des **Fraunhofer-Instituts für Bauphysik, IBP** konzentrieren sich auf Forschung, Entwicklung, Prüfung, Demonstration und Beratung auf den Gebieten der Bauphysik. Dazu zählen z. B. der Schutz gegen Lärm und Schallschutzmaßnahmen in Gebäuden, die Optimierung der Akustik in Räumen, Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und Optimierung der Lichttechnik, Fragen des Raumklimas, der Hygiene, des Gesundheitsschutzes und der Baustoffemissionen sowie die Aspekte des Wärme-, Feuchte- und Witterungsschutzes, der Bausubstanzerhaltung und der Denkmalpflege. Über eine ganzheitliche Bilanzierung werden Produkte, Prozesse und Dienstleistungen unter ökologischen, sozialen und technischen Gesichtspunkten analysiert, um damit die Nachhaltigkeit, die nachhaltige Optimierung und die Förderung von Innovationsprozessen zu bewerten. Die Forschungsfelder Bauchemie, Baubiologie und Hygiene sowie das Arbeitsgebiet Betontechnologie komplettieren das bauphysikalische Leistungsspektrum des Instituts. Der Standort Kassel verstärkt die traditionellen Aktivitäten auf den Gebieten der rationellen Energieverwendung und bündelt die Entwicklung von anlagentechnischen Komponenten.

Weitere Ansprechpartner

Dr. Johanna Leissner | Telefon +32 2 506 42 43 | johanna.leissner@zv.fraunhofer.de | Scientific Representative for Fraunhofer IBP, IAP, ICT, IGB, IST, ISC & MOEZ | www.fraunhofer.de | www.forschungsallianz-kulturerbe.de