

Dissertation

Grundlegende Untersuchung der Wechselwirkung von Silber mit Holzoberflächen

Bearbeiter: Sebastian Dahle
Zeitraum: März 2010 bis März 2013
Methodik: MIES, UPS, XPS, QMS, AFM
Referenten: Prof. W. Maus-Friedrichs
 Prof. W. Viöl
 Prof. C.-P. Klages



Motivation:

Die Funktionalisierung von Oberflächen mit Silber ist vor allem wegen der antibakteriellen Eigenschaften für viele technische Anwendungen interessant. Speziell auf Holzoberflächen z.B. kann dies zum Schutz vor Bakterien und Pilzen verwendet werden, die zu den Hauptursachen der Alterung von Holz gehören. Zur Abscheidung des Silbers sind Plasmen vielversprechend, welche die Haftung des adsorbierten Silbers verbessern oder für zusätzliche Funktionalisierung eingesetzt werden können.

Ergebnisse

Die Untersuchungen haben für die Adsorption von Silber auf Holz eine Zersetzung der Oberflächen ergeben, welche eine Agglomeration des Silbers zu Nanopartikeln verursacht. Um dies eingehend zu studieren und die beteiligten funktionellen Gruppen zu ermitteln, wurden neben den Hauptbestandteilen der Holzsubstrate auch eine Anzahl von Modellsystemen ausgehend von den natürlichen Präkursoren auf ihre Wechselwirkung mit Silber hin untersucht.

In Gegenwart von Wasser oder Sauerstoff wurde eine katalytische Zersetzung des Lignins an den darin enthaltenen Benzolgruppen gefunden, wobei eine Vielzahl von Reaktionsprodukten wie kurzkettige Alkohole und Aldehyde, aber auch Kohlenmonoxid und Kohlendioxid gefunden wurde. Für Zimtalkohol als kleinstes Modellsystem für Lignin ist die katalytische Zersetzung schematisch in Figur 1 aufgetragen.

Im Gegensatz dazu wurde für Zellulose und die dazugehörigen Modellsysteme eine Wechselwirkung zwischen den Hydroxy-Gruppen und dem adsorbierten Silber gefunden. Eine Zersetzung blieb auf diesen Systemen dagegen in Ermangelung des offenbar für die Reaktion notwendigen π -Systems aus.

Für Silber auf Kiefernholzoberflächen wurde ebenfalls eine Zersetzung und eine Bildung von Nanopartikeln gefunden, wie das AFM-Bild in Figur 2 zeigt. Die beschriebene Zersetzungsreaktion fand in allen Untersuchungen ein Ende, sobald die Nanopartikel Größen von deutlich über 10 nm erreichten. Für die Anwendung als Schutzbeschichtung bietet sich damit das Aufbringen von im Vorfeld produzierten Nanopartikeln an. Auf diese Art wird eine Zersetzung der obersten Ligninschichten verhindert, wohingegen die gefundene Wechselwirkung mit den Hydroxy-Gruppen der Zellulose eine Fixierung der Partikel bewirken dürfte.

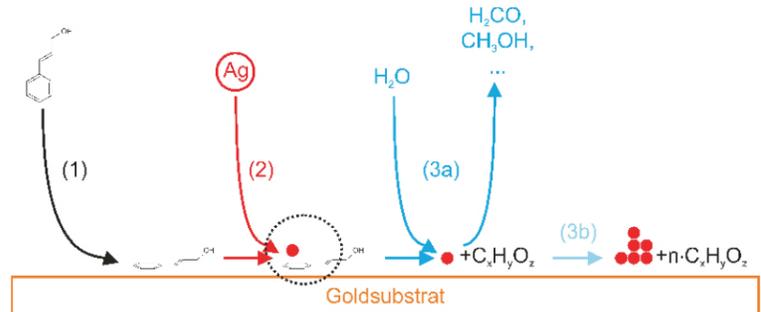


Fig. 1: Katalytische Zersetzung von Zimtalkohol

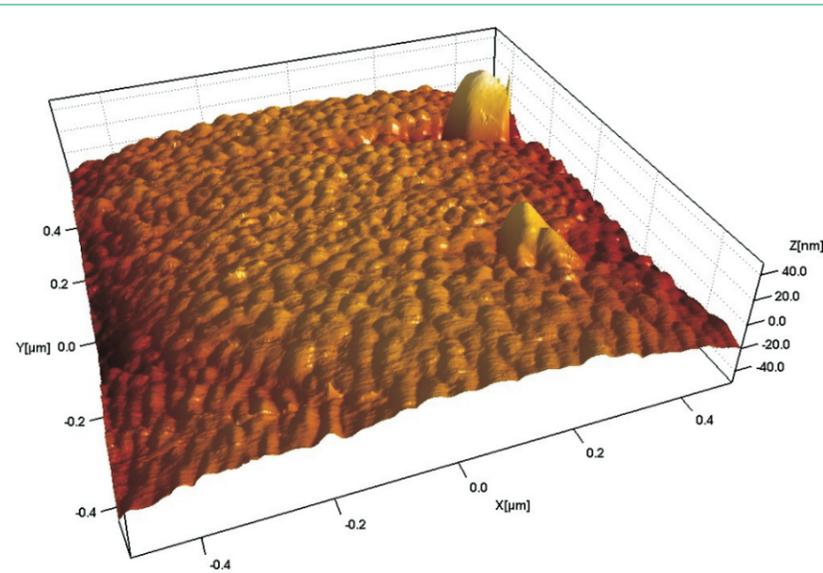


Fig. 2: Silber-Nanopartikel auf Kiefernholz

Publikationen (Auszug)

Silver nano particle formation on Ar plasma - treated cinnamyl alcohol
 S. Dahle, M. Marschewski, L. Wegewitz, W. Viöl und W. Maus-Friedrichs
 Journal of Applied Physics 111 (2012) 034902, DOI: 10.1063/1.3680883

Chemical improvement of surfaces. Part 2: Outstanding Permanent Hydrophobization of Wood by Covalent Fluoro-Organylation
 M. H. H. Drafz, S. Dahle, W. Maus-Friedrichs, J. C. Namyslo, D. E. Kaufmann
 Holzforschung 66 (2012) 727-733, DOI: 10.1515/hf-2011-0216

Adsorption of silver on glucose studied with MIES, UPS, XPS and AFM
 S. Dahle, J. Meuthen, W. Viöl, W. Maus-Friedrichs
 Appl. Surf. Sci. 284 (2013) 514-522, DOI: 10.1016/j.apsusc.2013.07.126

Adsorption of silver on cellobiose and cellulose studied with MIES, UPS, XPS and AFM
 S. Dahle, J. Meuthen, W. Viöl und W. Maus-Friedrichs
 Cellulose 20 (2013) 2469-2480, DOI: 10.1007/s10570-013-0009-1