

Laserpräzisionsbearbeitung von Papier

Precise laser machining of paper material

Projektträger | Fördermittelgeber: Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF), Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF)

Executing Organisation: Cooperative Industrial Research (IGF), German Federation of Industrial Research Associations (AiF)

Aufgabenstellung

Papier, das älteste Faserverbundmaterial der Welt, ist heutzutage ein funktionalisiertes High-Tech-Material. Durch die Laserbearbeitung wird die Herstellung von feinen und filigranen gestalterischen Elementen durch Schneiden, Ritzen, Perforieren und Gravieren ermöglicht. Aktuell werden hauptsächlich cw-CO₂-Laser eingesetzt. Hierbei können jedoch unerwünschte Materialveränderung wie Ent- oder Verfärbung bspw. an den Schnittkanten durch die thermische Materialbelastung während des Prozesses auftreten. Durch die Verwendung kürzerer Pulsdauern sollen diese Effekte gezielt vermieden werden.

Vorgehensweise

Für die industrielle Nutzung von Laserstrahlquellen mit kürzeren Pulsdauern im Nano- und Pikosekundenbereich in der papierveredelnden Industrie ist ein umfassendes Verständnis der Laser-Papier-Wechselwirkungen essentiell. Hierfür sind umfangreiche experimentelle Untersuchungen zur Ermittlung der Haupteinflussfaktoren auf den Bearbeitungsprozess notwendig. Haupteinflussfaktoren sind möglicherweise die Grammat, der Faseranteil sowie die Faserart aber auch die chemische Zusammensetzung des Papiermatrixmaterials und des Striches.

Ergebnisse

Erste Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen zeigen, dass die thermische Belastung des Faserverbundmaterials bei Verwendung von Pulsdauern im Nano- und Pikosekundenbereich im Vergleich zu herkömmlich verwendeten CO₂-Lasersystemen verringert werden kann. Durch die Verwendung der kürzeren Pulsdauern sind außerdem bspw. ein selektiver Abtrag des Matrixmaterials oder ein Entfärben ohne Schädigung des Faserstoffs für einzelne handelsübliche Papiere möglich. Aufgrund der komplexen Zusammensetzung von Papier aus unterschiedlichen Faserstoffen, Additiven und Füllstoffen mit stark unterschiedlichen Eigenschaften sind die zugrundeliegenden genauen Wirkmechanismen und -zusammenhänge noch unbekannt. Deshalb sind diese Effekte noch nicht auf andere Papiere übertragbar.

Task

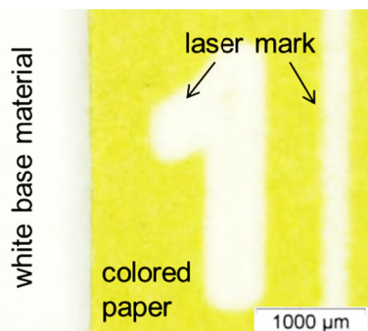
Nowadays paper as oldest fiber composite material is a functionalized high-tech material. Laser machining allows the production of finely and delicate design elements by cutting, scribing, perforating and engraving. The currently used laser systems are cw-CO₂ lasers. These systems may affect unwanted material changes like discoloration or changing of colors e.g. at the cutting edge during the laser process by thermal stress of the material. It may be possible to avoid these effects directly by use of shorter pulse durations.

Approach

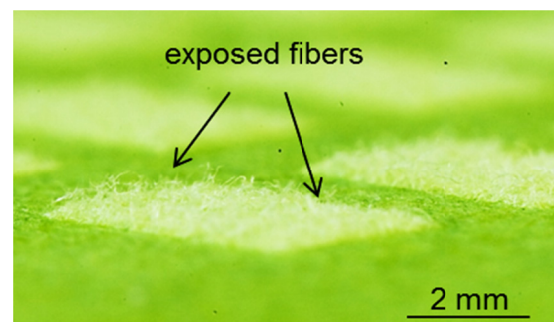
A comprehensive understanding and knowledge of the laser-paper interactions are very important for utilization of laser beam sources with shorter pulse durations in nano- or picosecond regime in paper finishing industry. Therefore broad experimental studies are necessary to identify the main influencing factors on the laser machining process. Main factors may be e.g. grammage, content and type of fibers as well as the chemical composition of the paper matrix and the coating.

Results

First experimental results show that the use of laser systems with pulse durations in nano- or picosecond regime can reduce thermal stress of fiber composite material compared to conventionally used CO₂-lasers. In addition for example it is possible to ablate selectively the matrix material or to discolor some commercial papers without damaging fibers by using shorter pulse durations. The exact fundamental mechanisms and connections are still unknown because of the complex composition of paper material. Paper consists of different fibers, additives and filler materials with totally different characteristics. These effects therefore can't be transferred to other papers.



Gezielte definierte Entfärbung von Papier
Specific defined discoloration of paper material



Selektiver Laserabtrag des Matrixmaterials
Selective laser ablation of matrix material