

VERSUCH ZUR DEKONTAMINATION VON METALLOBERFLÄCHEN DURCH LASER-ABLATION (CLEAN-LASER-VERSUCH)

M. Plaschke^{1,*}, A. Stollenwerk², D. Lemmer², D. Schild¹

¹KIT Campus Nord, Institut für Nukleare Entsorgung, Postfach 3640, D-76021 Karlsruhe

²WAK GmbH, Postfach 1263, D-76339 Eggenstein-Leopoldshafen

* korrespondierender Autor (markus.plaschke@kit.edu)

1 Einleitung

Metallische Oberflächen können außer durch klassische Verfahren auch mittels Laserablation dekontaminiert werden. Bei diesem Verfahren wirkt ein sehr intensiver Laserstrahl auf die Oberfläche ein, wodurch die Kontamination zusammen mit einer dünnen Oberflächenschicht verdampft und das entstehende Gas abgesaugt wird. In einem kommerziellen Verfahren wird der Laserstrahl über eine Faseroptik auf das zu dekontaminierende Werkstück fokussiert und flächendeckend über die Oberfläche geführt. Eine Demonstration dieses Gerätes wurde durchgeführt und chemisch-analytisch begleitet.

2 Versuchsbeschreibung

Auf insgesamt 4 Edelstahlbleche wurde eine definierte Menge an HAWC-Simulatrlösung (HAWC: High Active Waste Concentrate) aufgetropft und eingetrocknet (kontaminierte Bleche). Dabei wurden je zwei Bleche mit einer höheren und zwei mit einer niedrigeren Kontamination beaufschlagt. In gleicher Weise wurden zwei Bleche als Blindproben ohne Kontamination hergestellt. Zunächst wurde von einem kontaminierten Blech die Oberfläche mit einer definierten Menge an Salpetersäure abgespült und die Spüllösungen mittels Elementanalytik untersucht. Als elementanalytische Methoden kamen die ICP-OES (Perkin Elmer OPTIMA 4300) und die ICP-MS (Perkin Elmer ELAN 6100) zum Einsatz. Aus den Ergebnissen der Spüllösungen wurden die elementspezifischen Wiederfindungsraten ermittelt. Im nächsten Schritt wurde ein identisches Blech der Dekontamination mittels Laserablation unterzogen, anschließend ebenfalls mit Salpetersäure gereinigt und die Spüllösungen elementanalytisch untersucht. Durch den Vergleich der Ergebnisse mit und ohne Laserablation konnten die Dekontaminationsfaktoren des Verfahrens ermittelt werden. Neben den lösungsanalytischen Experimenten wurden auch oberflächenanalytische Untersuchungen durchgeführt. Die kontaminierten Bleche wurden vor und nach der Laserablation mittels digitaler Lichtmikroskopie (Keyence) und Rasterelektronenmikroskopie (REM, CamScan FE44) hinsichtlich ihrer Oberflächenmorphologie charakterisiert. Elementanalytische Messungen erfolgten mittels REM-EDX (energiedispersive Röntgenfluoreszenz, Noran Sixt) und XPS (Röntgenphotoelektronenspektroskopie, PHI model 5600 ci).

3 Ergebnisse

Die Wiederfindungsraten bei den Lösungsexperimenten liegen für alle Elemente nahe bei 100%. Die ermittelten Dekontaminationsfaktoren liegen bei Werten von einigen 100 bis 1000 ohne eine erkennbare elementspezifische Systematik. Die oberflächenanalytischen Untersuchungen zeigen vor und nach der Ablation typische Morphologien (siehe Abb. 1). In der Kontaminationsschicht werden die HAWC-Leitelemente (Cs, Sr, Ba, La, Nd) identifiziert und quantifiziert. Durch die Ablation ergeben sich Veränderungen der Oberflächenmorphologien, die auf den Materialabtrag zurückzuführen sind. Mittels XPS werden auch nach der Ablation noch erhöhte Elementkonzentrationen gefunden. Dies lässt sich durch dünnere Kohlenstoff-Kontaminationsschichten erklären, die die Photoelektronen weniger stark absorbieren.

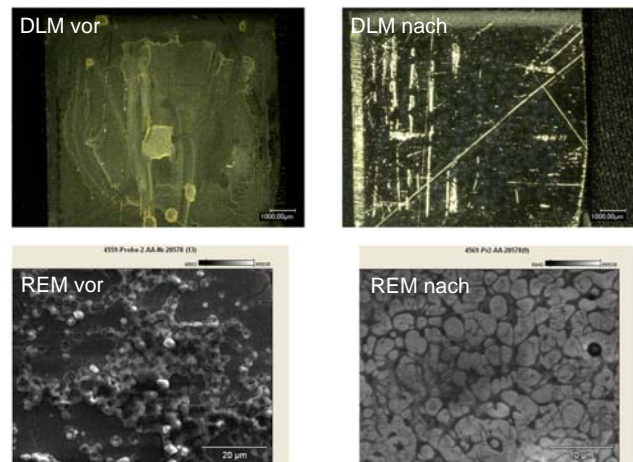


Abb.1: Licht (DLM)- und rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen (REM) der Bleche vor und nach der Laserablation.

4 Bewertung

Das Verfahren der Laserablation zeichnet sich durch ein hohes Reinigungspotential aus. Aus den Lösungsexperimenten konnten hohe Dekontaminationsfaktoren abgeleitet werden. Aus den oberflächenanalytischen Untersuchungen konnten nach der Ablation noch Restkontaminationen nachgewiesen werden. Dies lag vermutlich an den vergleichsweise hohen Ausgangskontaminationen auf den Blechen. Auch Kreuzkontaminationen während der Durchführung der Experimente konnten nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Es wird eine Weiterentwicklung des Verfahrens mit schwach radioaktiv kontaminiertem Material empfohlen.