

Titel

# Passivierung von martensitisch-nichtrostenden Stählen zur Verbesserung der Lebensmittelverträglichkeit und der Spülmaschineneignung von Messerklingen

IGF-Nr.: 18974 N

## Forschungsstelle

Forschungsstelle 1: Institut für Werkzeugforschung und Werkstoffe, Remscheid (IFW)



Ansprechpartner beim IFW-Remscheid:

Dipl.-Ing. M. Sc. Samuel Zind  
02191 / 59 21-101  
[zind@fgw.de](mailto:zind@fgw.de)

---

## Danksagungen

Das IGF-Vorhaben 18974 N der Forschungsvereinigung Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe e.V. (FGW), Papenberger Str. 49, 42859 Remscheid wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung und –entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Forschungsnetzwerk  
Mittelstand

Ein besonderer Dank gilt allen Mitgliedern im projektbegleitenden Ausschuss für die Unterstützung bei der Durchführung der Forschungsarbeiten und für die gute Zusammenarbeit.

---

## **Ausgangssituation**

Es gilt als allgemein anerkannt, dass martensitisch-rostfreie Stähle, die bei der Herstellung von Messerklingen Anwendung finden, gegenüber austenitisch-rostfreien Stählen nur eine mäßige Korrosionsbeständigkeit aufweisen. Deshalb gelten Bestecke aus austenitisch-rostfreiem Stahl allgemein als spülmaschinenbeständig, während dies auf Messerklingen aus martensitisch-rostfreiem Stahl nicht zutrifft. Die uneingeschränkte Spülmaschinenfestigkeit von Messern wird zwar von Hersteller und Kunden gleichermaßen gewünscht, sie kann jedoch mit dem heutigen Stand der Schneidwarenherstellung nicht erreicht werden. Auch bei der Lebensmittelverträglichkeitsprüfung schneiden Messerklingen durchgängig schlechter ab als Löffel oder Gabeln aus austenitisch-rostfreien Stählen. Für zahlreiche deutsche Schneidwarenhersteller besteht deshalb Handlungsbedarf, die Korrosionsbeständigkeit und insbesondere die Lebensmittelverträglichkeit sowie die Spülmaschineneignung von Messerklingen zu verbessern.

Die Korrosionsbeständigkeit von rostfreien Stählen lässt sich allgemein durch chemische Passivierung verbessern. Die bekannten Passivierungsbehandlungen sind jedoch nicht unmittelbar auf Messerstähle anwendbar. Sie richten sich an Stähle mit maximal 0,25% Kohlenstoff und berücksichtigen kaum Veränderungen der Werkstückoberfläche. Es ist deshalb nicht wissenschaftlich geklärt, wie sich chemische Passivierungen auf das Korrosionsverhalten von polierten und geplieteten Messerklingen auswirken. Im vorgestellten Forschungsprojekt wurde deshalb Basiswissen für die Entwicklung eines neuen Passivierungsverfahrens zur Verbesserung der Korrosionseigenschaften von Messerklingen aus martensitisch-rostfreiem Stählen erarbeitet.

---

## **Forschungsziele**

Hauptziel des Forschungsprojektes ist allgemein die Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit von Schneidwaren aus martensitisch-nichtrostenden Stählen und speziell die Verbesserung der Lebensmittelverträglichkeit und der Spülmaschinenbeständigkeit von Messerklingen. Das Forschungsziel soll durch eine chemische Passivierungsbehandlung erreicht werden, ohne das optische Erscheinungsbild der Produkte zu beeinträchtigen.

---

## Forschungsergebnisse

Zunächst wurde der Einfluss von verschiedenen Säuren auf die polierte bzw. gepliestete Oberfläche von Messerklingen untersucht. Salzsäure, Schwefelsäure und Oxalsäure führten bereits nach kurzer Zeit zu einer starken Beeinträchtigung der Oberfläche von Messerklingen. Damit eignen sich diese Säuren für eine Behandlung von Schneidwaren nicht. Phosphorsäure, Weinsäure und Zitronensäure führten dagegen auch bei längerer Tauchzeit zu keiner sichtbaren Veränderung der Oberfläche (s. Abb. 1). Damit eignen sich diese Säuren für eine Behandlung von Schneidwaren.



*Abbildung 1: Messerklingen nach dem Tauchen in Säure:*

- a) Besteckmesser aus X20Cr13 poliert nach 6 h in 10%-Zitronensäure bei 80°C;*
- b) Kochmesser aus X45CrMoV15 gepliestet nach 4 h in 10%-Phosphorsäure bei 50°C;*
- c) Santoku-Messer aus X45Cr13 gepliestet nach 6 h in 8%-Weinsäure bei 50°C*

Anschließend wurde an gepliestete Messerklingen aus X46Cr13 der Einfluss der verschiedenen Behandlungsparameter auf die flächenbezogene Metallmigration untersucht. Es konnten verschiedene Tendenzen beobachtet werden:

- Je länger die Passivierungszeit, desto größer ist der Einfluss auf die Metallmigration.
- Behandlungen oberhalb von 60 min bringen jedoch keine weitere Verbesserung hervor.
- Je höher die Passivierungstemperatur, desto geringer fällt die Metallmigration aus.
- Passivierungen unterhalb von 60°C haben nur einen mäßigen Einfluss auf die Metallmigration und sind deshalb für Schneidwaren nicht sinnvoll.
- Die niedrigsten Migrationswerte wurden sowohl mit Zitronensäure als auch Phosphorsäure bei den Passivierungen mit der niedrigsten Konzentration erzielt (s. Abb. 2).
- Die Passivierung in feuchter Luft zeigt erst nach 24 h bei 80°C und 98% relativer Luftfeuchte ( $280 \text{ g/m}^3$  absoluter Luftfeuchte) eine Wirkung auf die Metallmigration.
- Die Passivierung in entionisiertem Wasser wirkt nur mäßig oberhalb von 80°C bei mindestens 60 min Behandlungsdauer auf die Metallmigration.

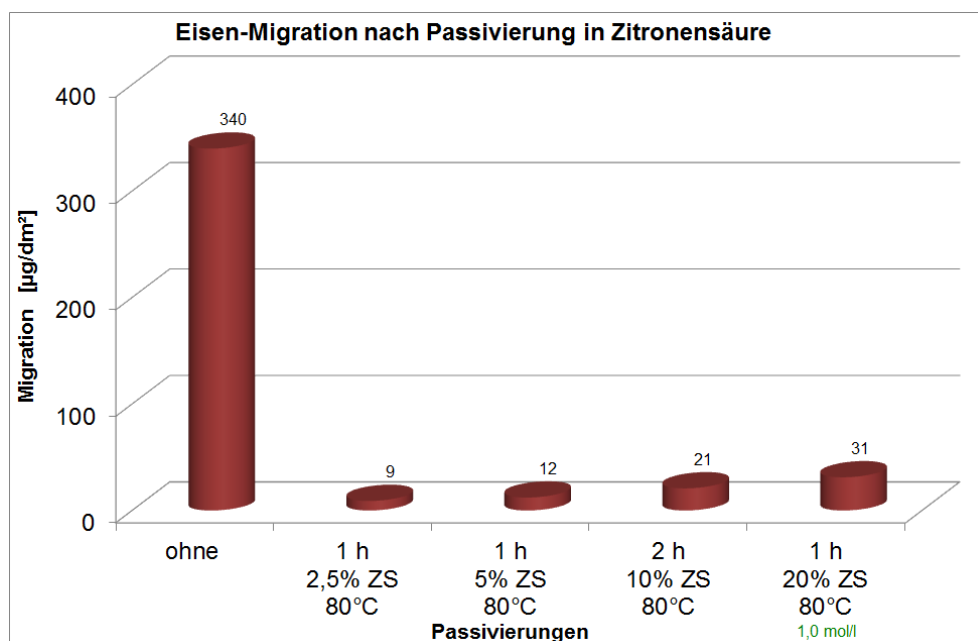


Abbildung 2: Eisenmigration von Santoku-Messerklingen aus X46Cr13 gepliestet nach verschiedenen Passivierungen mit Zitronensäure (ZS)

Die Verifizierung der Wirkung von Passivierungen an weiteren Messerstählen zeigt ein gemischtes Bild auf. Unabhängig vom Messerwerkstoff weisen sowohl behandelte als auch unbehandelte Proben nach 125 Zyklen in der Spülmaschine keine Korrosionserscheinungen auf (s. Abb. 3a). Der Spülmaschinentest ist damit für die Bestimmung von Qualitätsunterschieden in Bezug auf die Korrosionsbeständigkeit von Messerklingen nicht geeignet. Nach dem Wechselltauchtest in 1,0%-NaCl-Lösung bei 60°C dagegen weisen auch passivierte Proben weiterhin Korrosionslöcher auf (s. Abb. 3b). Auch wenn die Korrosionslöcher im Wechselltauchtest durch gezielte Passivierung nicht gänzlich vermieden werden können, nimmt ihre Anzahl dennoch ab (s. Abb. 4).



*Abbildung 3: Gepliestete und passivierte Santoku-Messerklingen aus X46Cr13  
(Passivierung: 10 min in 2,0%-Zitronensäure bei 70°C):  
a) nach 125 Spülmaschinezyklen  
b) nach 6 h Wechselltauchen in 1%-NaCl-Lösung bei 60°C*

Weiter wurde beobachtet, dass die flächenbezogene Eisenmigration mit der Anzahl der Korrosionslöcher nach dem Wechselltauchtest weitestgehend korreliert (s. Abb. 5). Um niedrige Migrationswerte bei gepliesteten Messerklingen aus X45CrMoV15 zu erzielen, reicht eine Behandlung von 45 min mit 4,0%-Zitronensäure bei 70°C aus. Ähnliche Ergebnisse lassen sich mit Phosphorsäure, jedoch erst bei einer Temperatur von 80°C, erreichen. Um niedrige Migrationswerte bei gepliesteten Messerklingen aus X20Cr13 zu erreichen, ist eine Behandlung bei mindestens 80°C erforderlich. Vergleichbare Migrationswerte lassen sich entweder mit 2,0%-Zitronensäure oder mit 1,0%-Phosphorsäure bereits nach 15 min erreichen.



Abbildung 4: Polierte Santoku-Messerklingen aus X45CrMo15 nach dem Wechseltauchtest: a) ohne Passivierung  
 b) Passivierung: 10 min in 4,0%-Phosphorsäure bei 70°C  
 c) Passivierung: 30 min in 4,0%-Phosphorsäure bei 90°C

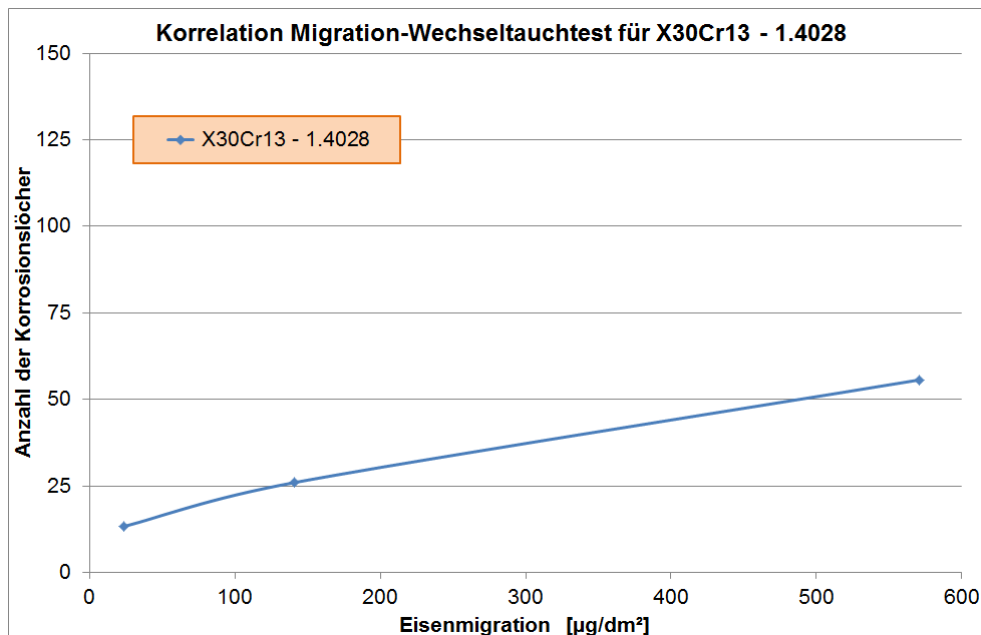


Abbildung 5: Korrelation von Eisenmigration und Anzahl der Korrosionslöcher nach dem Wechseltauchtest bei geplatteten Kochmessern aus X30Cr13

Abschließend wurde der Einfluss des normalen Gebrauchs auf die Korrosionsbeständigkeit von behandelten Messerklingen erforscht. Es wurde festgestellt, dass die übliche Abnutzung von Messerschneiden auf Buchenholzplatten und sogar auf Keramiktellern die Metallmigration und damit die gezielt erzeugte Passivschicht kaum beeinträchtigt. Erst wenn maschinell abrasives Schneidgut geschnitten wird, erhöht sich merklich die Eisenmigration und die Anzahl der Korrosionslöcher nach dem Wechseltauchtest an der Schneide. Die Passivschicht ist außerdem so stabil, dass der kurzzeitige Kontakt (bis 30 min und bis zu 60°C) mit Chloriden keine Beeinträchtigung der Metallmigration zur Folge hat. Demnach ist eine gezielte Passivierung mit ausgewählten Säuren eine alltagstaugliche Behandlung, welche die Passivschicht von Messerstählen merklich verbessert.

---

Eine ausführliche Darstellung der Forschungsergebnisse kann in Form eines Forschungsberichts bei der FGW angefordert werden. Weiter Informationen erhalten Sie bei Herrn Dipl.-Ing. M. Sc. Samuel Zind unter +49 (0)2191 59 21-101.