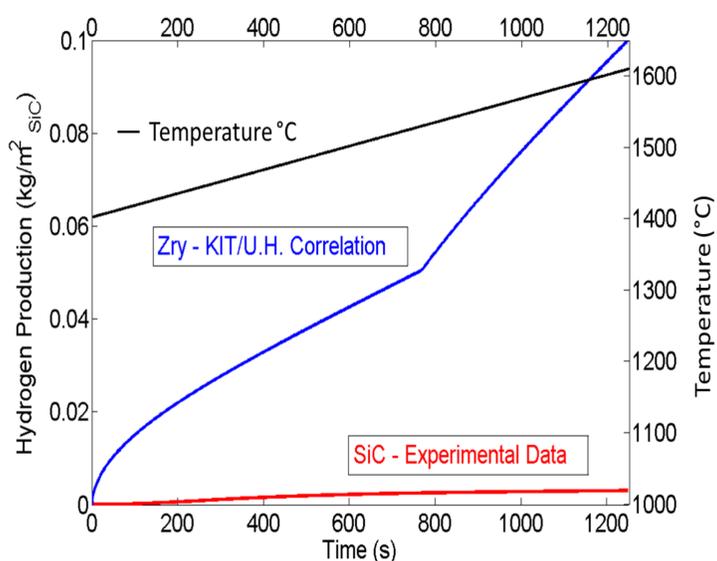
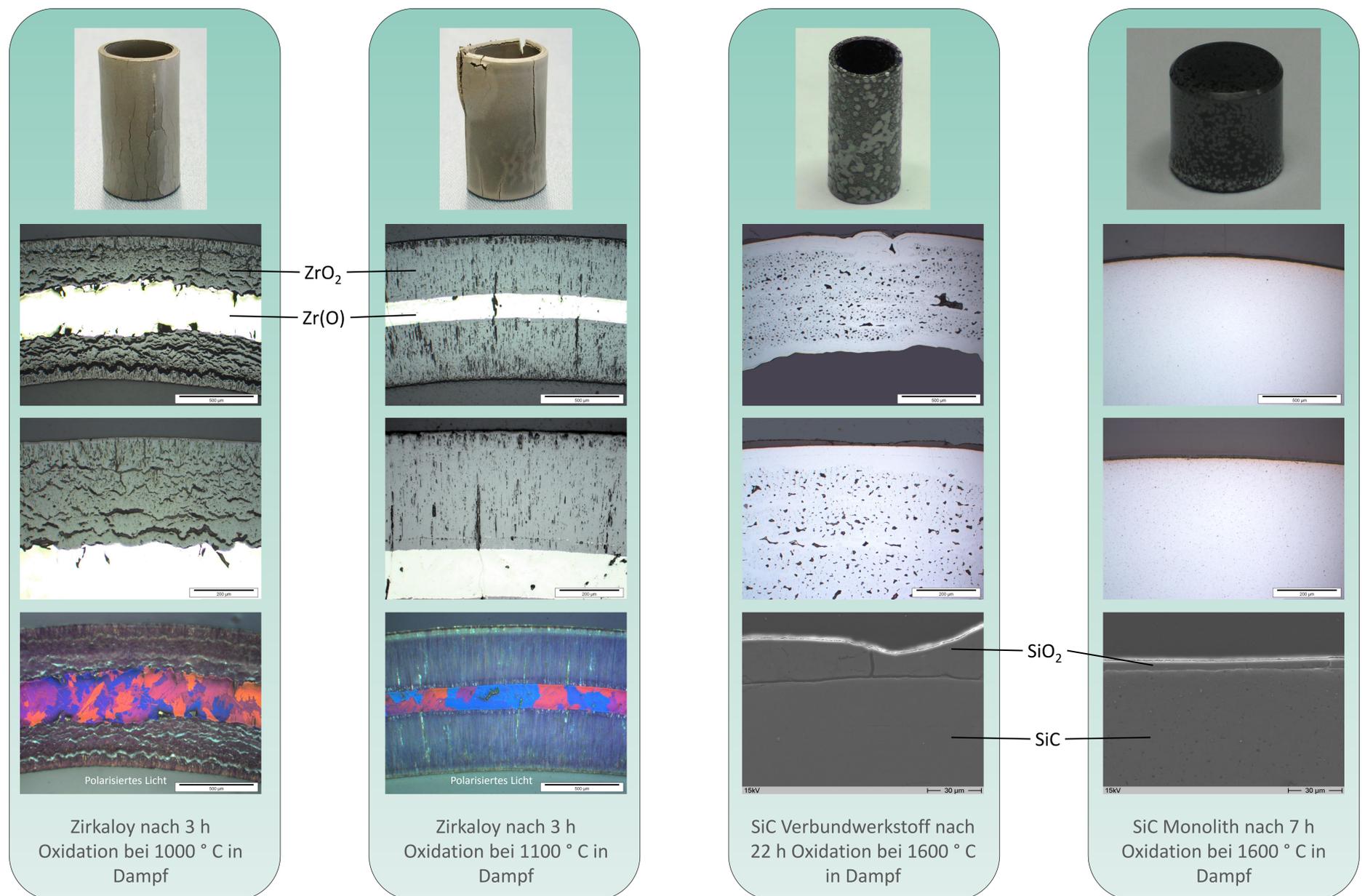


## Vergleich von Zircaloy und Siliziumkarbid für nukleare Anwendungen

Petra Severloh, Valentina Avincola, Ulrike Stegmaier, Martin Steinbrück, Hans Jürgen Seifert

Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Angewandte Materialien - Angewandte Werkstoffphysik, Postfach 3640, 76021 Karlsruhe, E-Mail: [petra.severloh@kit.edu](mailto:petra.severloh@kit.edu), Telefon: +49-721-608-22829

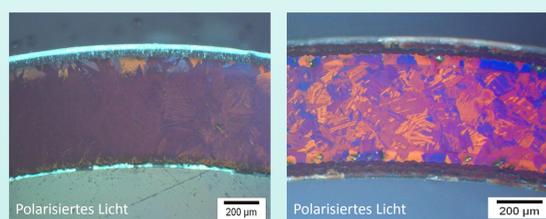
- Zirkonium-Legierungen werden weltweit in nuklearen Leichtwasser-Reaktoren als Hüllrohrmaterialien eingesetzt. Sie umhüllen den Brennstoff und bilden eine erste Barriere gegen die Freisetzung von radioaktiven Spaltprodukten.
- Zr-Legierungen zeigen exzellentes mechanisches und Korrosionsverhalten bei Betriebsbedingungen.
- Bei Störfällen mit erhöhten Temperaturen beeinträchtigt die Oxidation von Zirkonium die mechanische Stabilität der Hüllrohre und ist eine Quelle von Wasserstoff, der bei der Oxidation in Wasserdampf gebildet wird.
- Die Explosionen in den Reaktorgebäuden von Fukushima wurden durch Wasserstoff aus der Zr-H<sub>2</sub>O Reaktion verursacht.
- Siliziumkarbid und Siliziumkarbid-Verbundwerkstoffe werden als Kandidaten für den Ersatz von Zr-Legierungen untersucht.



Vergleich der Wasserstoffproduktion bei der Oxidation von Zircaloy und SiC bei T=1400-1600°C

### Präparation Zircaloy:

Die Präparation von oxidiertem Zircaloy ist immer eine Suche nach Optimierung. Die einzelnen Gefügebestandteile haben sehr unterschiedliche Eigenschaften.  $\alpha$ -Zirkonium hat ein recht sprödes Verhalten,  $\beta$ -Zirkonium ist dagegen sehr duktil und neigt zu Verformungsschichten. Die Oxidschichten sind sehr brüchig und rissbehaftet. Das Vakuumimprägnieren mit Epoxidharzen ist daher sehr empfehlenswert. Ob besser mit Schleifpapier oder Diamant geschliffen werden sollte, hängt vom Oxidierungsgrad der Probe ab. Nach dem Schleifen bis zur Körnung 1200 werden die Proben in drei Schritten (9, 6 und 3  $\mu$ m) mit Diamantsuspension poliert. Eine OP-Endpolitur mit modifiziertem OPS ist zwingend notwendig, um die noch vorhandene Verformungsschicht zu entfernen. Modifiziertes OPS: 260 ml OPS, 40 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 10 ml HNO<sub>3</sub>, 0,5 ml HF

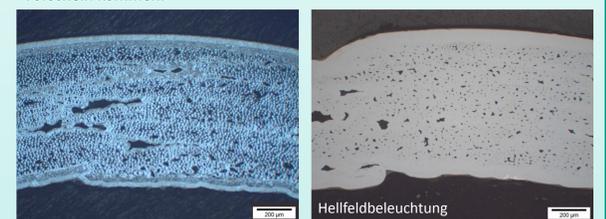


Endpolitur mit unverändertem Original-OPS

Endpolitur mit modifiziertem OPS:  
Durch Minimieren der Verformungsschicht wird das Gefüge sichtbar

### Präparation Siliziumkarbid:

Das Siliziumkarbid wurde mit Epoxidharz vakuumimprägniert. Da der SiC-Verbundwerkstoff-Zylinder auf der Oberfläche mit einer CVD-SiC-Schicht beschichtet wurde, ist ein Nachimprägnieren im angeschliffenen Zustand sinnvoll. Ein zu weiches Einbettmittel zieht Präparationsprobleme nach sich. Auf dem Bild links unten sieht man die Folge zu weicher Einbettung. Auch eine Verlängerung der Polierzeiten bringt keine Abhilfe. Die Proben wurden mit 15  $\mu$ m, 6  $\mu$ m und 3  $\mu$ m Diamant auf einem perforierten Kunstfasertuch poliert. Eine 1  $\mu$ m Diamantpolitur auf einem Kunst-Seidentuch schloss sich an. Soll das Siliziumkarbid geätzt werden ist eine Endpolitur mit einer SiO<sub>2</sub>-Suspension angeraten, da Kratzer nach der chemischen Ätzung zum Vorschein kommen.



Zu weich eingebettet:  
Zustand nach 60 Min. 3  $\mu$ m-Politur auf perforiertem Kunstfasertuch

korrekt eingebettet:  
Zustand nach 30 Min. 3  $\mu$ m-Politur auf perforiertem Kunstfasertuch