

Neue Materialien zur Herstellung von Festplattensubstraten

Motivation

Verbesserte Materialien zur Herstellung von Festplattensubstraten werden aufgrund neuartiger Beschichtungen zur Erhöhung der Speicherkapazität (bis zu 100 TB) und geringer Stabilität bisheriger Substrate gegenüber hohen Temperaturen benötigt. Die neuartigen Materialien sollten gute mechanische Eigenschaften (bspw.: hoher Biegebruchfestigkeiten, E-Module und Mikrohärten) aufweisen. Eine vielversprechende Möglichkeit zur Herstellung hochfester Glaskeramiken bietet dabei das System $MgO/Al_2O_3/SiO_2$. Das Verfestigungskonzept beruht dabei auf der Ausscheidung von Kristallphasen mit einem hohen thermischen Ausdehnungskoeffizienten gegenüber der Restglasphase. Die dafür in Frage kommenden Kristallphasen dieses Systems sind der tief-Quarzmischkristall und der Spinell, welche durch gewählte Temperaturprogramme ausgeschieden werden können.

Herstellung und Analysemethoden



Abb.1 $MgO/Al_2O_3/SiO_2/ZrO_2$ -Glas

Herstellung:

- Schmelzen bei 1590 °C; Fritten, Trocknen und Zerkleinern
- erneutes Einschmelzen des Glases bei 1590 °C zur Homogenisierung
- in Form gegossen und von 800 °C mit 2-3 K/min auf Raumtemperatur im vorgeheizten Muffelofen abgekühlt
- Keramisierung durch ein- bzw. zweistufige Temperaturbehandlung

Analysemethoden:

- Dilatometrie, XRD, 4-Punkt-Biegeversuch, E-Modul, Mikrohärte, Bruchzähigkeit, Rasterelektronenmikroskopie, Transmissionselektronenmikroskopie



Abb.2 Glaskeramik: 950°C, 1h

Ergebnisse

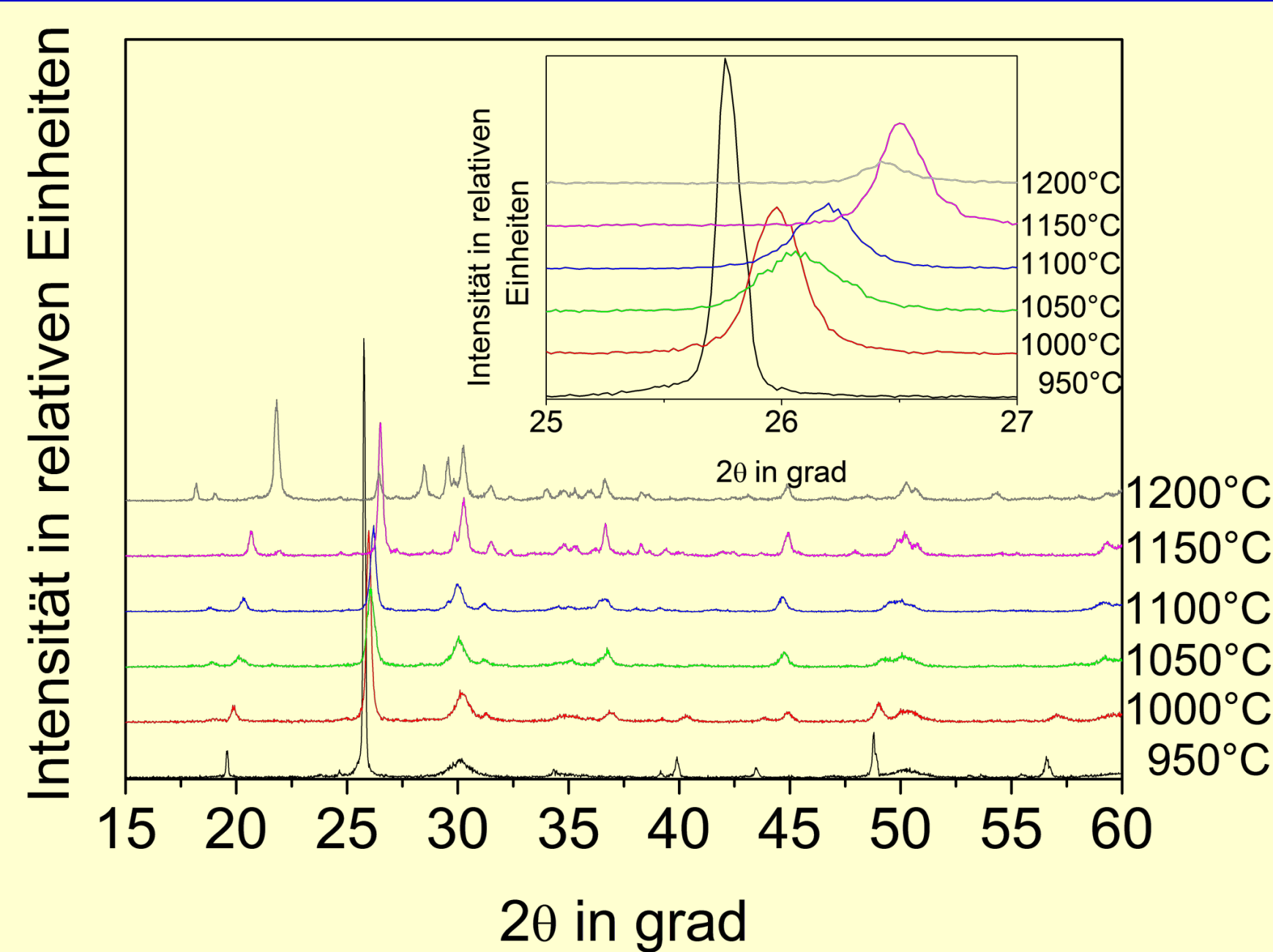


Abb.3 Röntgendiffraktogramme von Proben, getempert bei unterschiedlichen Temperaturen für je 3 h

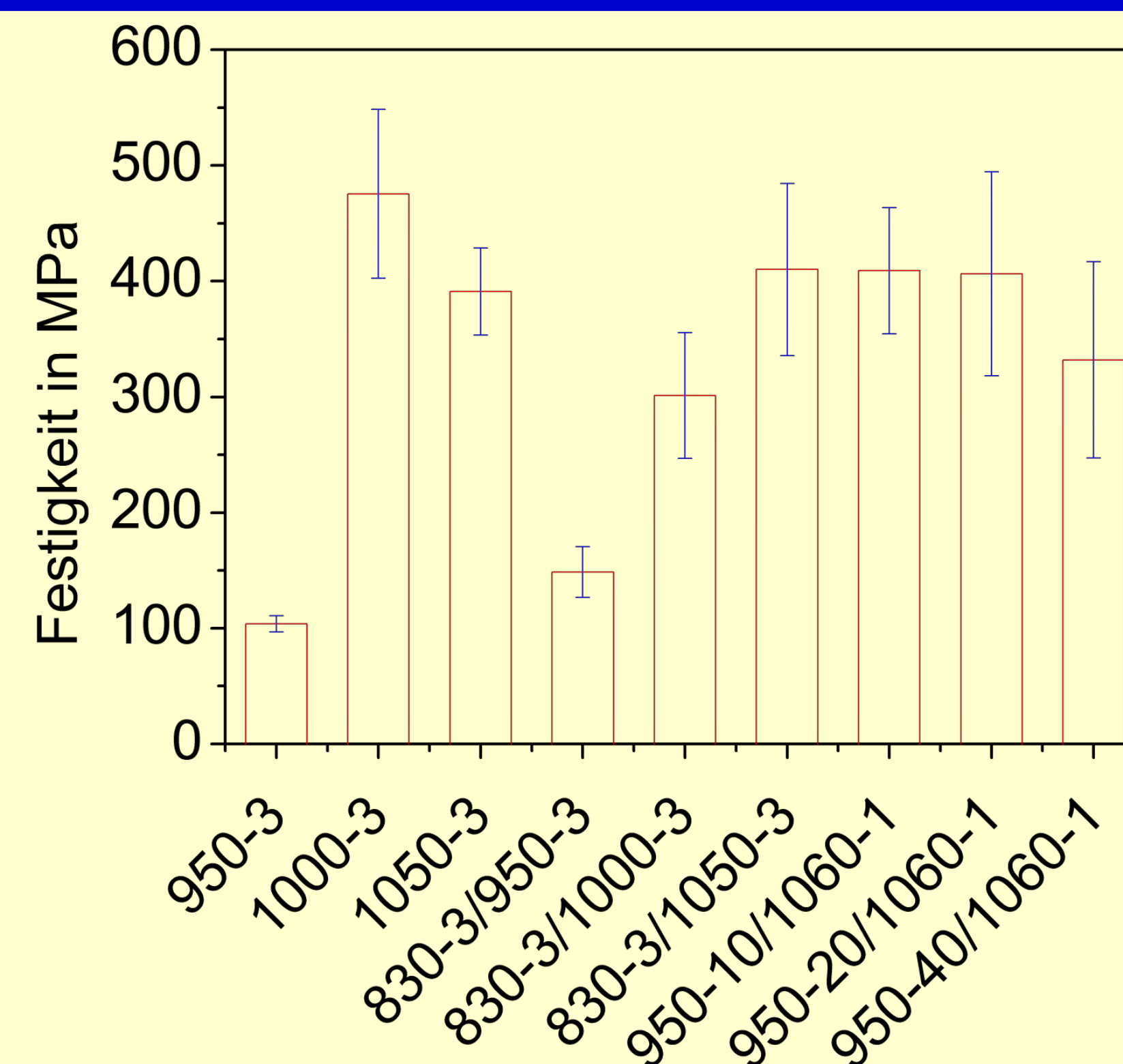


Abb.4 4-Punktbiegebruchfestigkeiten bei verschiedenen Temperaturprogrammen

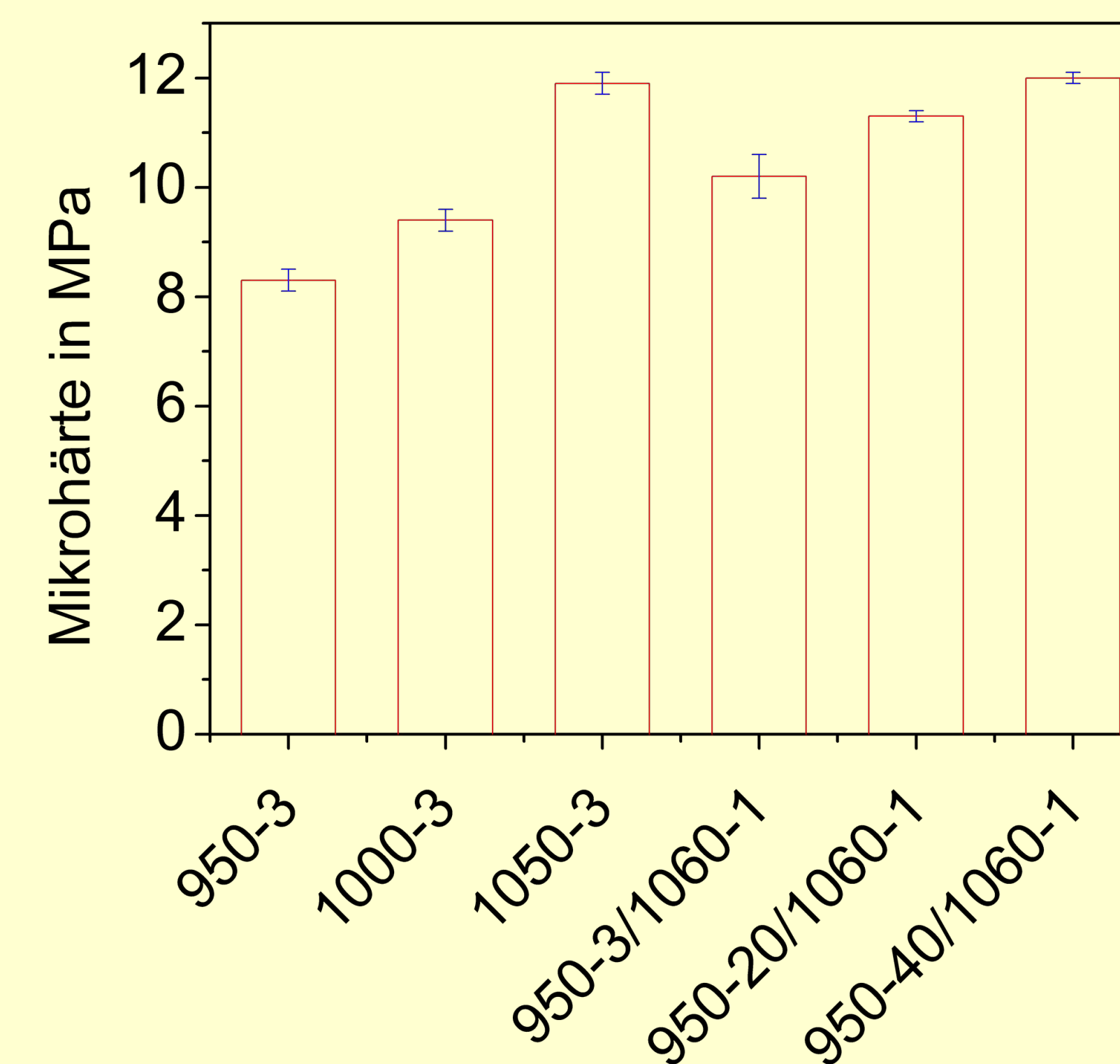


Abb.5 Vickershärte bei unterschiedlichen Temperaturprogrammen

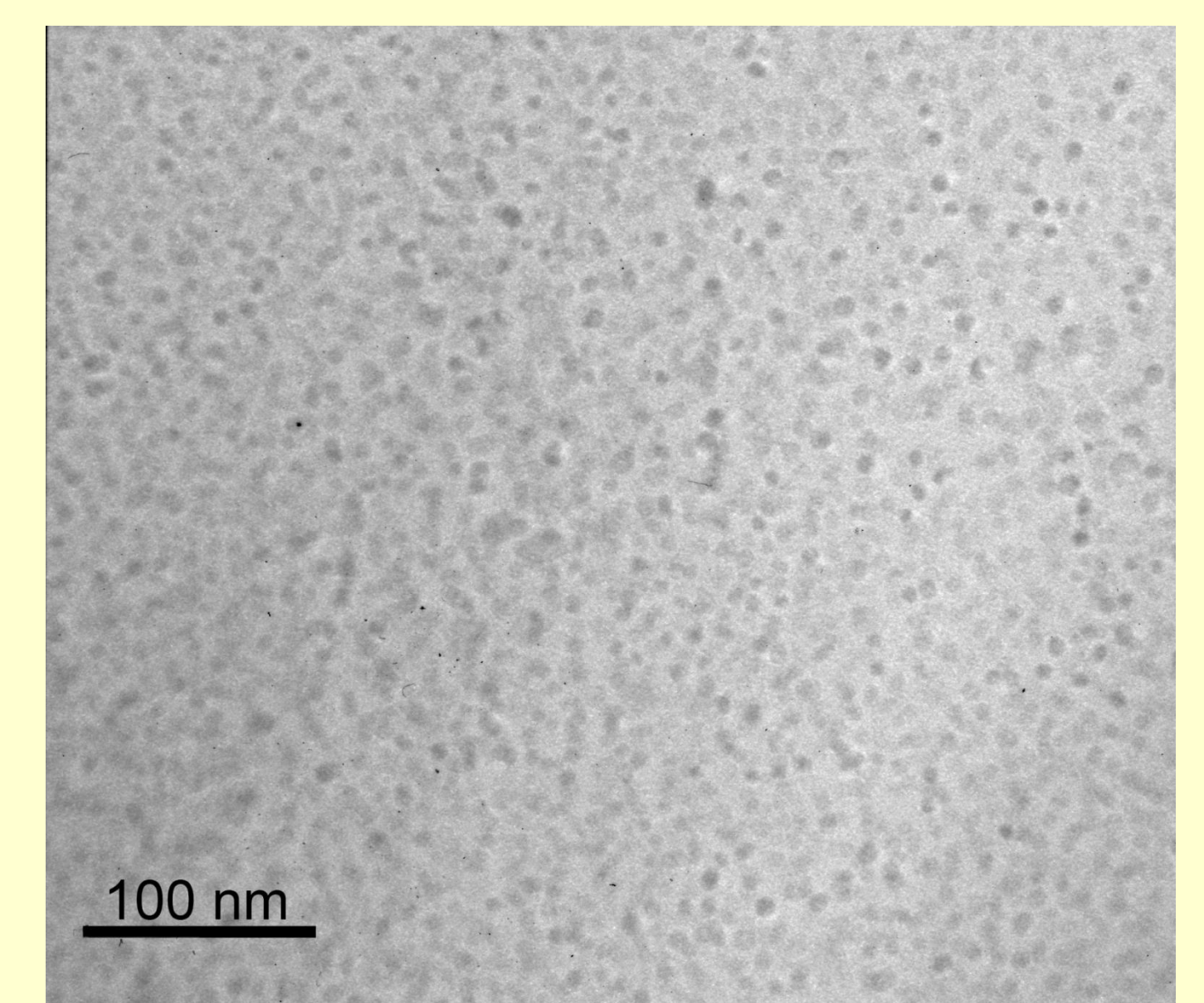


Abb.6 TEM-Aufnahme von Probe, getempert bei 950 °C für 3 h

Trotz der gelblichen Verfärbung der erhaltenen Gläser (Abb.1) konnten weiße Glaskeramiken (Abb.2), die je nach Kristallisationstemperatur von transluzent bis opak sind, hergestellt werden. Wird die Kristallisationstemperatur erhöht, verschieben sich die Peaks der Quarzphase in Richtung größerer 2θ -Werte (Abb.3), wobei die Intensität bis 1050 °C abnimmt und nach weiterer Erhöhung der Kristallisationstemperatur wieder steigt. Die Ursache hierfür ist die Kristallisation der hoch-Quarzmischkristallphase bei 950 °C, welche durch den Einbau von MgO und Al_2O_3 bei Raumtemperatur stabilisiert wird. Bei Erhöhung der Kristallisationstemperatur wird SiO_2 in den Kristallen angereichert, wohingegen MgO und Al_2O_3 abgereichert werden und ab Temperaturen von ≥ 1000 °C Spinell bilden. Dabei kommt es zu einer Verschiebung des Verhältnisses von hoch- zu tief-Quarzmischkristall in Richtung des tief-Quarzmischkristalls. Diese Umwandlung von hoch- zu tief-Quarzmischkristall und die damit verbundene Bildung von Spinell ist ebenfalls an den zunehmenden Biegebruchfestigkeiten (Abb.4) und Mikrohärten (Abb.5) zu erkennen. In Abb.6 ist die Nanokristallinität einer Probe, die bei 950 °C für 3 h getempert wurde, zu sehen. Die Kristalle besitzen eine durchschnittliche Größe von ca. 10 nm und sind homogen verteilt.

Zusammenfassung: Hochfeste Glaskeramiken mit Biegebruchfestigkeiten bis zu 480 MPa und Mikrohärten bis zu 12 GPa konnten in dem System $MgO/Al_2O_3/SiO_2$ mit Einsatz des Keimbildners ZrO_2 hergestellt werden. Aufgrund dieser guten mechanischen Eigenschaften sollten die Glaskeramiken dieses Systems als Festplattensubstrat verwendet werden können.