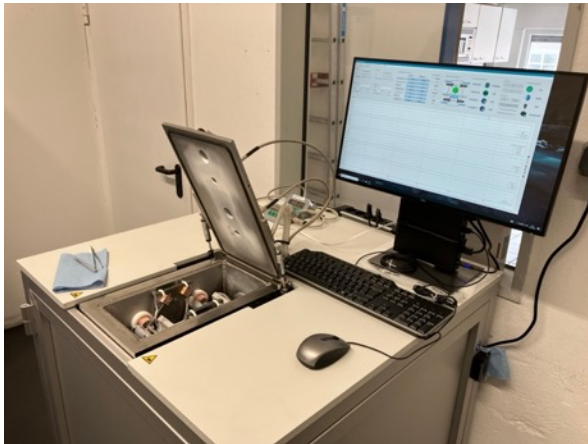


## Qualitätssicherung bei technischer Keramik



### Warum sollten Sie Qualitätssicherung von keramischen Bauteilen und Hochleistungskeramik betreiben?

Die Sicherung und Kontrolle der Güte von industriell hergestellten Produkten, insbesondere keramischer Bauteile, stellt eine essenzielle Säule in der Herstellung dar. Hier lautet das Credo „lieber auf Nummer sicher gehen“, zumal es einen häufigen Kundenwunsch darstellt. Viele Faktoren wie Formgebung bis hin zum Sintern sind hier gleichzeitig im Auge zu behalten.

Daher ist es wichtig, unterschiedliche chemische und physikalische Prüfungen von technischer Keramik durchzuführen, um die Einzelschritte der Produktion zu begleiten und den Stand zu charakterisieren, bevor der nächste teurere Fertigungsschritt startet. Hierzu zählen zerstörungsfreie Prüfungen am fertigen Bauteil, wie:

- Eigenfrequenzmessung,
- Mikroskopie,
- genauso wie zerstörende Methoden wie die Härte- oder Festigkeitsprüfung.

Wichtig ist aber auch die Überwachung der Eingangsprodukte, d.h. die wesentlichen Qualitätsparameter der eingesetzten Pulver, Binder und Verfahrensbedingungen zu kennen und zu überwachen.

Die Kenntnis der jeweiligen Prozesse ist also von Vorteil, um eine exakte Einschätzung der finalen Qualität des fertigen Werkstücks vornehmen zu können. Nur die komplette



Betrachtung des Prozesses mit Einbeziehung aller Teilkomponenten und deren Einfluss aufeinander bringt einen vollumfänglichen Einblick.

### **Woran orientiert sich eine industrielle Qualitätskontrolle?**

Grundsätzlich sind zur fertigungsbegleitenden Qualitätssicherung einschlägige nationale und internationale Normen oder Herangehensweisen bekannt und werden angewendet:

- ISO 9001
- GMP (Good manufacturing practise = Gute Herstellungspraxis)

Diese bieten ein breites Betätigungsfeld, wenn es darum geht, manuelle und automatisierte Prozesse mit hoher Komplexität abzubilden, in ihre Einzelschritt zu zerlegen und daraus einen sicheren Prozess zu definieren. Damit erreicht man zunächst einmal ein definiertes Prozessumfeld und einen definierten Prozessablauf, mit dem bereits frühzeitig Fehler erkannt und der Herstellungsprozess kontinuierlich verbessert werden (KVP = kontinuierlicher Verbesserungsprozess).

Parallel dazu sind die Qualitätsmerkmale der einzelnen Prozessschritte zu definieren und die dazu erforderlichen Messmittel mit ihren Grenzwerten zu definieren, um bei Abweichungen direkt in den Prozess einzugreifen.

### **Welche Einflussfaktoren gibt es für die Produktion und was bedeuten diese für die Qualitätskontrolle von keramischen Bauteilen?**

Durch die Komplexität und den Preis liegen die Erwartungen an keramische Fertigprodukte sehr hoch. Von großer Bedeutung ist bereits die Überwachung der eingesetzten Rohstoffe, ihrer Aufbereitung als Pulvermasse durch:

- Mahlen
- Mischen
- Sprühtrocknen
- Additivzugaben wie z.B. Binder

Die anschließende Formgebung findet statt durch:

- Gießen
- oder Pressen
- oder Extrudieren
- mechanische Bearbeitung



Der abschließende Schritt stellt häufig das Sintern dar, bei dem der Fokus auf der Generierung eines definierten Gefüges in Abhängigkeit von Temperatur und Atmosphäre ruht.

All dies führt zu Endprodukten mit definierter:

- Form
- Festigkeit unter verschiedenen Bedingungen (Druck, Scherung, Biegung,...)
- Porosität
- Korngröße
- Korngrenzen-Beschaffenheit
- Reinheit (bezogen auf Verunreinigungen bzw. Fremd-Komponenten im Compound)
- chemischer Beständigkeit
- elektrischer Eigenschaft

Unsere Laboranlage ist auf die Messung der elektrischen Eigenschaften bei unterschiedlichen Temperaturen spezialisiert. Wir messen an einem definierten Probenkörper (dieser Probenkörper wird in der Regel mit einem Kernlochbohrer von 8...10 mm aus dem Keramik-Block hergestellt) den Heißwiderstand und die Oberflächentemperatur der Keramik bei ansteigender elektrischer Leistung, indem wir den Probenkörper:

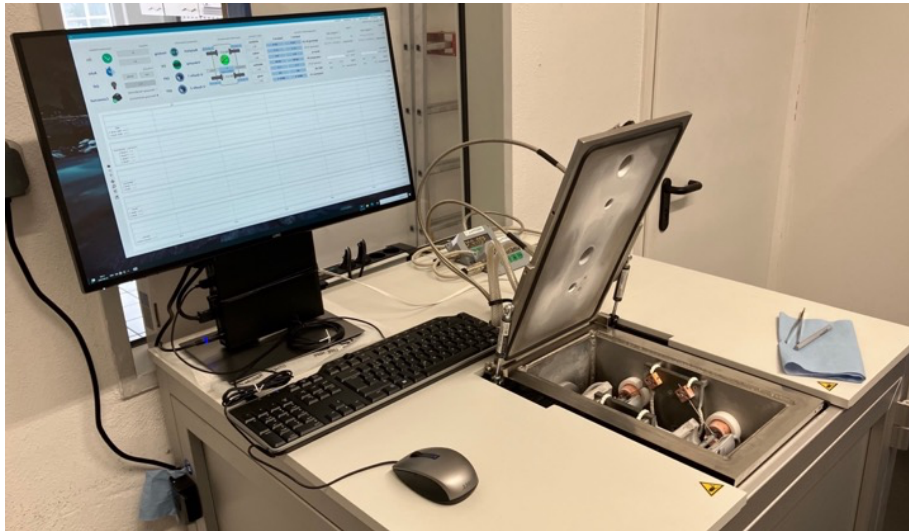
- in unsere Apparatur einlegen
- zwischen zwei Elektroden kontaktieren
- den Rezipienten evakuieren, um eine oxidationsfreie Umgebung zu erreichen
- langsam mit einer ansteigenden Spannung beaufschlagen
- und bis zur Weißglut erhitzen

Während dieses Prozesses messen wir kontinuierlich den Stromabfall über die beiden Enden und bilden unter Anwendung des gemessenen Stromes und der angelegten Spannung den Widerstandwert über der Temperatur.

Die Laboranlage liefert nach Ablauf der Messung einen Report incl. eines Graphen über alle Verfahrensparameter. Liegen alle Werte unterhalb einer definierten Hüllkurve, kann das Material für die weitere Fertigung freigegeben werden.

Ansonsten wird das Material verworfen und recycelt.

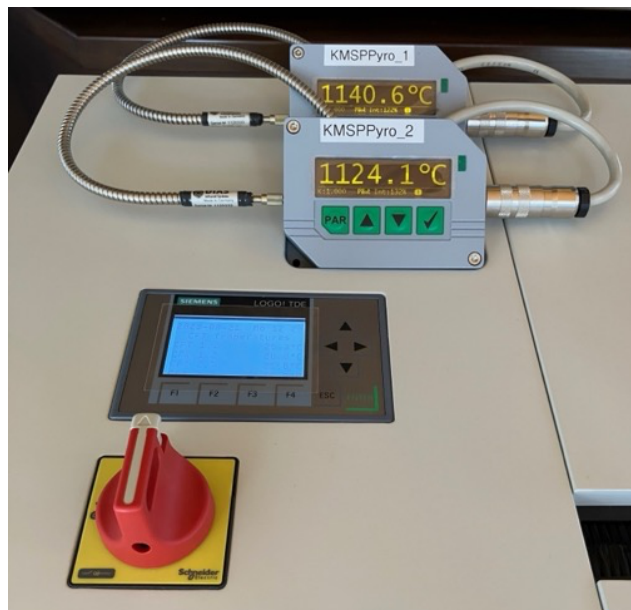
## Key Features unseres Prüfstandes



- Messung des elektrischen Widerstandes zwischen 400 ... 6000 m $\Omega$
- Messung bei Vakuum zwischen 0.04 und 0.001 mbar
- Zwei Testbänke zur parallelen Messung
- Messung mit DC-Spannungsquellen für genauere Messergebnisse
- Messung von zylindrischen Proben mit den Abmaßen:
  - Länge: 110 mm
  - Durchmesser: 8 mm
- Vollautomatische Messung und Datenerfassung
  - Proben einlegen
  - Prozess starten
  - Prüfergebnis abwarten
- Prüfprozess ist auf eigene Bedürfnisse anpassbar
  - Probentemperatur bis 2000°C
  - max. 20 kW pro Prüfplatz
  - Prüfprozess zwischen 3 ... 30 Minuten
- Integrierte Laborsoftware „ReBench“ App
  - Automatisches Abfahren der Prüfprozedur
  - Warnung und Alarmmanagement
  - Zeitreihen basiertes Datenbanksystem zur persistenten Speicherung aller Messdaten während der Prüfung

- KI basierte Datenauswertung in Echtzeit
  - Modernes UI für Linux, Windows und macOS Computer
  - Unterstützung für verschiedene Landessprachen (personalisierbar)
- 
- Der Prüfstand ist fahrbar und kompakt
  - Passt durch eine Standard-Tür
  - Spannungsversorgung: 400V AC / 32A über CEE-Stecker (3P-N-PE)
  - Messplätze sind wassergekühlt

Pyrometer für integrierte Temperaturmessung bis zu 2000°C



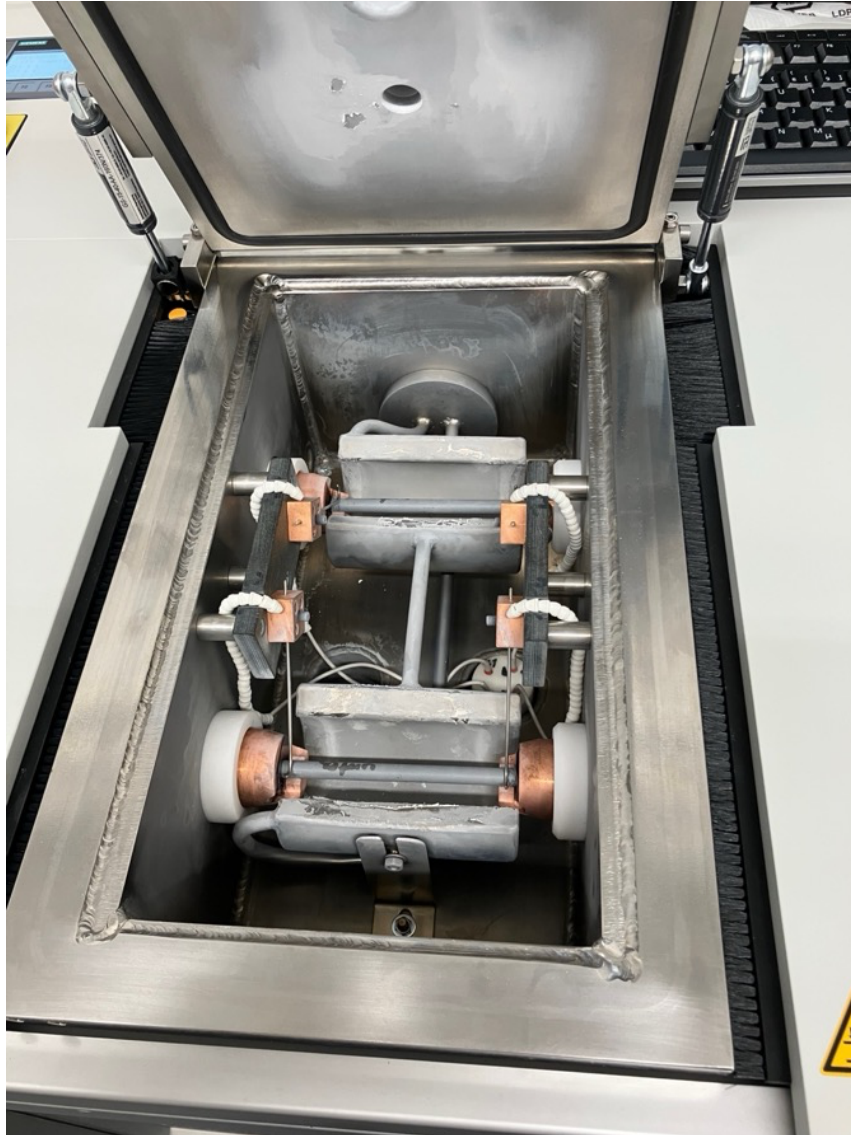


## Vakuumschaugläser ins Innere der Kammer



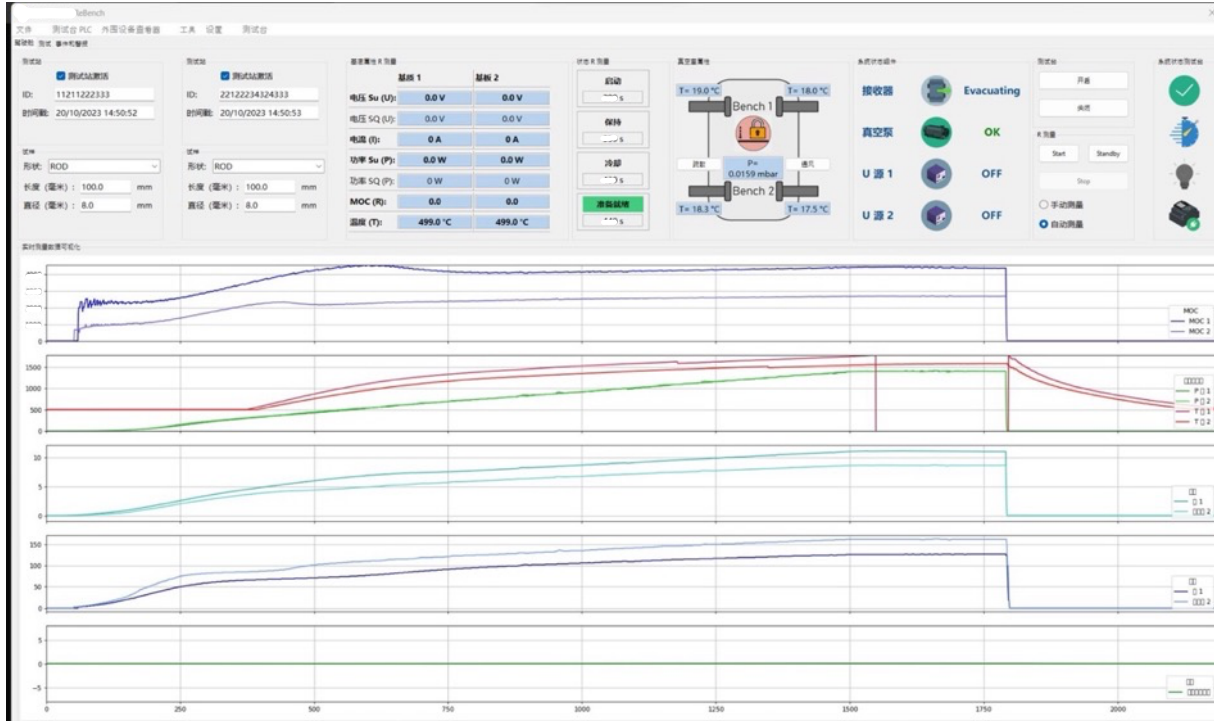


Komfortabler Zugang zu den Messplätzen in der Vakuumkammer





## Bedienung und Steuerung über unsere „ReBench“ App



## Mehrsprachenunterstützung und integriertes Alarmmanagement

