

Innovative keramische Diaphragmen – flexibel für jede Anwendung einstellbar

Autor: Dipl.-Ing. U. Werr¹, Rauschert Heinersdorf-Pressig GmbH, Deutschland

Poröse keramische Diaphragmen – so unscheinbar sie auch aussehen mögen und so schwer sie oft zu entdecken sind – sind elementare Bestandteile vieler Sensoren im Labor und in der Prozessindustrie. Sie schließen als Stromschlüssel den Stromkreis in pH-Einstabmessketten und Sensoren zur Bestimmung des Redox-Potentials.

Durch die Einstellung verschiedener Porositäts-Levels und Porengrößenverteilungen lassen sich die Diaphragmen auf die Anforderungen der jeweiligen Anwendung maßschneidern. Werden diese in Glas eingeschmolzen, so wird auch der Wärmeausdehnungskoeffizient an den des Glases angepasst. Die Keramikdiaphragmen konkurrieren dabei mit Schliffdiaphragmen, porösen Keramikschwämmen und porösen Kunststoffen.

Herstellung poröser Keramiken

Für die Herstellung poröser Keramiken können je nach Anforderungsprofil und Werkstoff verschiedene Prozessrouten verwendet werden:

- Einsatz von Platzhaltern
- Nutzung von Ausfallkörnungen
- Angepasster Sinterprozess
- Abformen von Trägerstrukturen
- Umwandlungsverfahren

Für die Herstellung poröser Diaphragmen kommen nur die drei ersten oben genannten Verfahren einzeln oder in Kombination in Betracht. Weitere Details dazu sind der Literatur [Wer14] zu entnehmen.

Anforderungen an poröse Keramikdiaphragmen

Da die porösen Diaphragmen in vielen Fällen in Glas eingeschmolzen werden müssen, muss der Wärmeausdehnungskoeffizient (WAK) der Werkstoffe zu denen der verwendeten Gläser passen; typisch sind Werte im Bereich von $10\text{--}11 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Oft wird dabei versucht, den WAK des Glases etwas größer als den der Keramik zu wählen, damit das Diaphragma leicht unter Druckspannungen gesetzt wird und es damit sicher ausgeschlossen wird, dass es Leckagen an der Grenzfläche

Keramik-Glas gibt. Auf der anderen Seite darf die Differenz der WAKs auch nicht zu groß sein, da es sonst zu Rissen im Glas kommen kann.

Weiterhin dürfen aus der Keramik beim Einschmelzen des Diaphragmas keine Stoffe ausgasen, die zu Blasen an der Grenzfläche Keramik-Glas führen würden; auch diese könnten unkontrollierbare Leckagen hervorrufen. Durch den vorhergehenden Sinterbrand $> 1000 \text{ °C}$ werden alle möglicherweise störenden Stoffe bereits verbrannt.

Weiterhin müssen die Diaphragmen einen sicheren elektrischen Kontakt zwischen der Referenzelektrode und dem zu messenden Medium herstellen – dafür sind möglichst große Poren und möglichst hohe Porositätswerte wünschenswert. Auf der anderen Seite soll weder zu schnell der Elektrolyt der Referenzelektrode auslaufen noch Bestandteile des zu analysierenden Mediums durch das Diaphragma hindurch in die Referenzelektrode diffundieren und diese dadurch „vergiften“. Diese Anforderung erfüllen am besten kleine Porengrößen und möglichst geringe Porositätswerte. Diesen Widerspruch gilt es maßgeschneidert für die Kundenanforderungen aufzulösen.

Last but not least müssen die Diaphragmen eine ausreichende mechanische und chemische Stabilität aufweisen. Für hohe Anforderungen an die chemische Beständigkeit sind Werkstoffe aus der Gruppe der Zirkonoxide prädestiniert; herrschen keine aggressiven Umgebungsbedingungen, so sind Werkstoffe auf Basis von Steatit sicherlich eine wirtschaftliche Alternative (s. u.).

Werkstoffe für poröse Keramikdiaphragmen

Typische Werkstoffe sind an dieser Stelle poröse Werkstoffe auf Basis von Steatit (Rapor P0,3) oder vollstabilisiertem Zirkonoxid.

Wird das Diaphragma nicht in Glas eingeschmolzen sondern anderweitig in den Sensor gefügt, so kann auch poröses Aluminiumoxid eingesetzt werden, das im WAK so niedrig liegt, dass es nicht in die üblicherweise verwendeten Gläser eingeschmolzen werden kann.

¹ Dipl.-Ing. Ulrich Werr
Rauschert Heinersdorf-Pressig GmbH, Bahnhofstr. 1, 96332 Pressig, Deutschland
u.werr@prg.rauschert.de

TRADITION
FORTSCHRITT
INNOVATION

Rauschert

Auf Steatit basierende Werkstoffe kommen dann zum Einsatz, wenn die Ansprüche an die chemische Beständigkeit nicht sehr hoch sind. Diese Werkstoffe haben den Vorteil, dass sich deren Wärmeausdehnungskoeffizient (WAK) innerhalb gewisser Grenzen einstellen lässt. Es sei an dieser Stelle aber nicht verschwiegen, dass die Anpassung des WAKs auch einen Einfluss auf die offene Porosität und Porengrößenverteilung hat. Dabei kann der WAK in Bereichen zwischen $9,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ und $11,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ gezielt eingestellt werden. Die offene Porosität variiert dann dabei zwischen 24 Gew% und 29 Gew% – erfahrungsgemäß sind diese Schwankungen in den gängigen Anwendungen durchaus tolerierbar (siehe Abbildung 1).

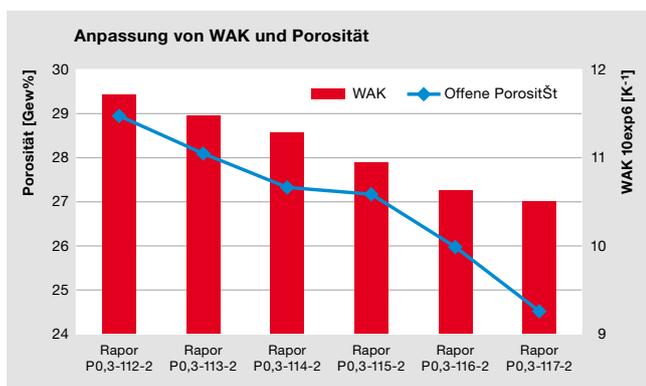


Abbildung 1: Variation des Wärmeausdehnungskoeffizienten bei Rapor P0,3

Auf vollstabilisierten Zirkonoxid-Werkstoffen basierende Diaphragmen lassen sich im Porenbild in noch weiteren Grenzen variieren als die Steatit-basierten Werkstoffe. Es lassen sich Gesamtporositäten zwischen 25 Gew% und 45 Gew% einstellen, die Porengrößenverteilungen lassen sich eng und breit einstellen sowie auch verschiedene Porengrößenbereiche abdecken (siehe Abbildung 2).

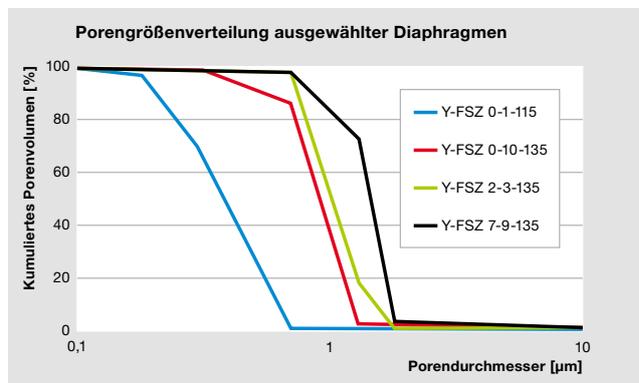


Abbildung 2: Porengrößenverteilung ausgewählter Diaphragmen auf Basis Zirkonoxid

Durch die große Variabilität konnte bisher für jede Anwendung ein passender Diaphragmen-Werkstoff gefunden werden, der alle Kundenanforderungen erfüllte.

Zusammenfassung

Obwohl klein und unscheinbar, steckt in porösen Diaphragmen eine Menge Potential und Know-how, die einen sicheren und reproduzierbaren Betrieb von vielen Sensoren für pH-Wert und Redox-Potential sicherstellen. Rauschert verfügt dabei über eine breite Auswahl an Werkstoffen und auch vielfältige Möglichkeiten, deren Eigenschaften auf die Kundenanforderungen anzupassen. So lassen sich (fast) alle Kundenprojekte in Serie umsetzen.

Werr, U. (September 2014).
Porous Ceramics Manufacture-Properties-Applications.
Ceramic Applications 2 [2014], S. 48-53.



v-card

Für Kontaktdaten des Autors bitte Code scannen

TRADITION
 FORTSCHRITT
 INNOVATION



www.rauschert.de