



Porous Power

Poröse Power

By developing CoralPor® 1000 and CoralPor® 2000, researchers at SCHOTT have introduced a porous glass product that has applications in a variety of sectors.

Mit CoralPor® 1000 und CoralPor® 2000 haben SCHOTT Forscher ein poröses Glasprodukt entwickelt, das Potenzial für viele Branchen bietet.

THOMAS H. LOEWE

They are inconspicuous but very important: in labs around the world, reference electrodes detect single particles among trillions. As such, they are inevitably part of almost all electrochemical measurements. Tiny porous plugs are often used to separate the reference fluid inside the reference electrodes from the sample. For this, SCHOTT now offers CoralPor® 1000, a nanoporous glass solution that improves measurements and is even suitable for applications far beyond the laboratory.

Seen under a scanning electron microscope, CoralPor® resembles the tender structure of name-giving coral skeletons. At high magnification, countless pores and channels are revealed. The interconnected coral-like structure is created during a special production process, in which borosilicate glass is melted, rapidly quenched and then phase separated. This process triggers separation of the individual components in the glass, resulting in a sodium borate phase and a silicate phase. At the end of the process, special chemicals are used to dissolve the sodium borate phase, which yields an interconnected microstructure with open porosity. The innovative glass is currently available in two product variants: CoralPor® 1000 is typically employed in applications such as reference electrode junctions, desiccants, coatings, or as components in devices for the medical, aerospace, defense, and oil and gas industries. CoralPor® 2000 exhibits larger pore sizes (40–300 nm) and is best suited for use in separations or as a synthesis substrate. Both CoralPor® products were developed

Sie sind unscheinbar, aber wichtig: In Labors auf der ganzen Welt spüren Referenzelektroden einzelne Teilchen unter Billionen anderen auf. Als solche sind sie unweigerlich ein wichtiger Bestandteil fast aller elektrochemischen Messmethoden. Um die Referenzflüssigkeit in diesen Elektroden von der Probe zu trennen, werden winzige poröse Stababschnitte eingesetzt. Dafür bietet SCHOTT jetzt mit CoralPor® 1000 eine neue Lösung an: ein nanoporöses Glas. Es verbessert nicht nur die Messungen, sondern eignet sich für Anwendungen weit über das Labor hinaus.

Unter einem Rasterelektronenmikroskop erinnert CoralPor® an die Strukturen einer Koralle, die dem gläsernen Produkt auch den Namen gegeben haben: Zahlreiche Mikroporen und Kanälchen durchziehen das Material. Das korallenartige Gerüst entsteht durch einen besonderen Herstellungsprozess: Geschmolzenes Borosilikatglas wird schnell abgeschreckt und in seine Phasen getrennt. Die einzelnen Glasbestandteile entmischen sich also, und es entstehen eine Natrium-Boratphase und eine Silikatphase. Spezielle Chemikalien lösen schließlich die Natrium-Boratphase aus dem Glas heraus. Dadurch entsteht eine zusammenhängende Struktur mit offener Porosität. Das innovative Glas ist derzeit in zwei Produktvarianten verfügbar: CoralPor® 1000 wird in der Regel für den Einsatz in der Elektrochemie, als Trockenmittel, für Beschichtungen oder als Komponente in Geräten für die Medizintechnik, in der Luft- und Raumfahrt, Militäranwendungen sowie in der Öl- und Gasindustrie eingesetzt. CoralPor® 2000 weist

under the leadership of Dr. William James, Supervisor of Materials Development at SCHOTT North America. "Our goal was simple: to produce a porous glass that offered high chemical and mechanical stability," says James.

One example that clearly demonstrates CoralPor® 1000's extreme stability: "CoralPor® can even be utilized as a key element for heat-resistant coatings on spacecraft," says Ed Hart, Senior Manager of Market Development and Innovation at SCHOTT North America. Since the material consists of 95-97 percent silica, it also has a low thermal expansion coefficient. This renders the glass extremely robust for thermal protection applications and ensures that it expands minimally – a major advantage at high temperatures, which makes CoralPor® 1000 a "universally" applicable material in the truest sense of the word. But Hart also emphasizes another main advantage: "CoralPor® 1000 has lots of tiny pores on the order of 4 nanometers. This makes the product ideal for reference electrodes and other lab applications." In fact, lab applications were the actual inspiration for developing CoralPor® 1000.

For many years, nanoporous glass was manufactured by one supplier. But the recent discontinuation of the product caused major concern in the scientific community. Between 2012 and 2013 alone, more than 70 publications in various scientific journals explicitly reported using reference electrodes with glass plugs sold under the now discontinued brand. "We were quite worried," says Philippe Buhlmann, Professor of Chemistry and Chemical Physics at the University of Minnesota. "But now, many members of the community are relieved to see that SCHOTT is stepping in with its CoralPor® product line," Buhlmann adds. CoralPor® has also gained trust among users of chromatography applications – a

The nanoporous glass CoralPor® (photo p. 36) has a broad spectrum of applications, e.g. in the area of electrochemistry, chromatography (see below) and for heat-resistant coatings on spacecrafts (right).

Das nanoporöse Glas CoralPor® (Bild S. 36) verfügt über ein breites Spektrum potentieller Anwendungsmöglichkeiten, beispielsweise im Bereich Elektrochemie, Chromatografie (s. unten) und für hitzebeständige Beschichtungen auf Raumfahrzeugen (rechts).



Photo Foto : Novasep

größere Poren zwischen 40 und 300 Nanometern auf und wird in der Chromatografie als Trennmateriale oder als Synthesesubstrat verwendet. Entwickelt wurden beide CoralPor® Produkte unter der Leitung von Dr. William James, Supervisor der Werkstoffentwicklung bei SCHOTT Nordamerika. „Unser Ziel war, einfach gesagt, ein poröses Glas zu entwickeln, das eine hohe chemische und mechanische Stabilität verspricht“, sagt James.

Die extreme Stabilität wird bei einem Beispiel besonders deutlich: „CoralPor® kann sogar als Schlüsselement für hitzebeständige Beschichtungen auf Raumfahrzeugen genutzt werden“, sagt Ed Hart, Senior Manager Market Development und Innovation bei SCHOTT Nordamerika. Da das Material zu 95 bis 97 Prozent aus Siliziumdioxid besteht, weist es einen niedrigen Wärmeausdehnungskoeffizienten auf. Dieser macht das Glas sehr robust für Wärmeschutz-Anwendungen und sorgt dafür, dass es sich nur minimal ausdehnt. Gerade bei hohen Temperaturen ist das ein großer Vorteil – und macht CoralPor® zu einem „universell“ anwendbaren Material. Hart führt einen weiteren Pluspunkt auf: „Die vielen winzigen Poren in der Größenordnung von vier Nanometern sind ideal, um CoralPor® 1000 für Referenzelektroden und andere Laboranwendungen einzusetzen.“ Tatsächlich waren es vor allem letztere Anwendungen, die als Inspirationsquelle für die Entwicklung von CoralPor® 1000 dienten.

Seit vielen Jahren wurden die meisten nanoporösen Glasstäbe von nur einem Lieferanten gefertigt. Doch kürzlich wurde die Produktion eingestellt – sehr zum Leidwesen der wissenschaftlichen Gemeinschaft: Allein zwischen 2012 und 2013 berichteten mehr als 70 Veröffentlichungen in verschiedenen Fachzeitschriften explizit vom Gebrauch der Referenzelektroden – mit eben diesen Glasstäben der inzwischen eingestellten Marke. „Wir waren tatsächlich sehr besorgt“, sagt Philippe Buhlmann, Professor für Chemie und Chemische Physik an der Universität von Minnesota. „Aber jetzt sind viele Wissenschaftler erleichtert, dass SCHOTT verstärkt mit seiner CoralPor® Produktlinie diese Lücke schließen will“, so Buhlmann. CoralPor® hat auch das Vertrauen bei Anwendern der Chromatographie gewonnen – einem Trennverfahren, mit dem



Photo Foto : Thinkstock

chemical separation method used in the purification of biotechnology products. For this process, researchers require the separation media to withstand up to pH 14 to survive the cleaning process between chromatography cycles. "Up to now, conventional chromatography glass-based media could only remain chemically

biotechnologische Produkte gereinigt werden. Für diese Methode benötigen Forscher Materialien, die bis zu einem pH-Wert von 14 beständig sind, um dem Reinigungsprozess zwischen den Chromatografie-Zyklen standzuhalten. „Bislang blieben konventionelle, glasbasierte Medien nur in einem pH-Bereich von 2 bis 8 chemisch

INTERVIEW

"It started with an e-mail" „Es begann mit einer E-Mail“

Dr. Jonathon O. Howell, a Senior Scientist at Emergent Instruments, is an expert in electrochemistry – and provided the inspiration for the development of CoralPor® 1000.

Dr. Jonathon O. Howell ist leitender Wissenschaftler bei Emergent Instruments und Experte für Elektrochemie. Er gab auch den Anstoß für die Entwicklung von CoralPor® 1000.

solutions: How exactly do reference electrodes work?

Howell: Reference electrodes serve as a point of reference when measuring potential to define the pH value of a chemical solution for example. A reference electrode is a unit separated by glass that is filled with a standard salt solution. Chemical reactions take place within it and produce electric potential. Dipping the reference electrode in a measuring solution elicits a potential difference. This can then be used to calculate the measurement value, for example the pH value.

solutions: Why do you need porous glass for that?

Howell: Potential difference can only exist if the solution on the inside of the glass is in direct contact with the measuring solution on the outside. Porous glass frits, for example, allow a minimal amount of ions to flow through their pores and channels. However, at the same time these openings in the glass are so small that neither the measuring nor the standard solutions are contaminated. The researchers at SCHOTT involved me very closely in the development of CoralPor® and it has proved to be an ideal material for our glass frits.

solutions: In your opinion, what are the advantages of working with SCHOTT?

Howell: CoralPor® is always available quickly and in sufficient quantities. SCHOTT is also very open to customer feedback and excels in adapting to the wishes of its customers. After all, that was how CoralPor® 1000 came about – as the result of an e-mail I sent them.

solutions: Wie funktionieren Referenzelektroden denn genau?

Howell: Referenzelektroden dienen als Bezugspunkt bei Potentialmessungen, beispielsweise um den pH-Wert einer chemischen Lösung zu bestimmen. Die Referenzelektrode ist eine durch Glas abgetrennte Einheit, die mit einer standardisierten Salzlösung gefüllt ist. Darin laufen chemische Reaktionen ab und erzeugen so ein elektrisches Potential. Taucht man die Referenzelektrode in eine Messlösung, entsteht eine sogenannte Potentialdifferenz. Diese lässt sich dann in den Messwert, beispielsweise den pH-Wert, umrechnen.

solutions: Wozu benötigen Sie dafür poröses Glas?

Howell: Eine Potentialdifferenz bildet sich nur dann aus, wenn die Lösung im Inneren der Glaseinheit mit der äußeren Messlösung in einem direkten Kontakt steht – etwa über eine poröse Glasfritte, über deren Poren und Kanälchen die Ionen minimal fließen können. Gleichzeitig sind die Öffnungen im Glas aber so klein, dass weder die Messlösung noch die Standardlösung verunreinigt werden. Für unsere Glasfritten hat sich das Material CoralPor® gut bewährt, an dessen Entwicklung haben die SCHOTT Forscher mich eng beteiligt.

solutions: Welche Vorteile hatte die Zusammenarbeit mit SCHOTT für Sie?

Howell: CoralPor® ist immer schnell und in ausreichender Menge verfügbar. Außerdem ist SCHOTT sehr offen gegenüber Kundenfeedback und passt sich unseren Kundenwünschen optimal an. So konnte aus einer einfachen E-Mail schließlich CoralPor® 1000 entstehen.



Photo Foto : Emergent Instruments

stable in a range of pH 2 to pH 8,” says James. The specific surface area of CoralPor® delivers an advantage by maximizing the amount of target molecules separated per cycle.

“The great thing about CoralPor® is that we can adapt so much to the customer’s specific demands,” says Hart. SCHOTT researchers can tailor CoralPor® to a wide range of geometries, surface areas and pore sizes. This flexibility also shows that CoralPor® has a broad spectrum of possible applications remaining to be explored: “One direction we’re interested in is to further increase the surface area of CoralPor® in turn increasing the material’s capability as an absorbent material and synthesis substrate,” says James. Heat-resistant coatings for turbines and engines are another possibility. All this shows: the experts at SCHOTT won’t be running out of ideas any time soon.

ed.hart@us.schott.com

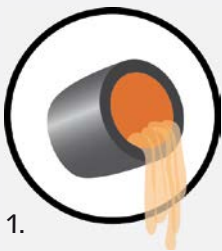
stabil“, sagt James. Ein weiterer Pluspunkt von CoralPor®: Durch die spezielle Oberflächenstruktur lässt sich die Menge an abgetrennten Zielmolekülen pro Zyklus erhöhen.

„Das Besondere an CoralPor® ist, dass wir das Material an viele der spezifischen Bedürfnisse unserer Kunden anpassen können“, sagt Hart. Die SCHOTT Forscher können das Material maßschneidern – auf eine Vielzahl von Geometrien, Oberflächen und Porengrößen. Diese Flexibilität macht auch deutlich, dass CoralPor® über ein breites Spektrum von Anwendungsmöglichkeiten verfügt, die sich jetzt noch gar nicht absehen lassen: „Eine Richtung, die wir verfolgen, ist: die Oberfläche von CoralPor® weiter zu vergrößern. Das erhöht wiederum die Fähigkeit des Materials als Absorptionsmaterial und Synthese-Substrat“, sagt James. Hitzebeständige Beschichtungen für Turbinen und Motoren sind eine weitere Möglichkeit. All dies zeigt: Den Experten von SCHOTT werden die Ideen so schnell nicht ausgehen.

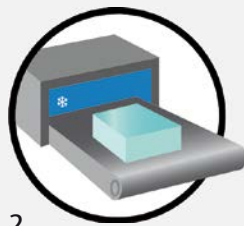
ed.hart@us.schott.com

CoralPor® PRODUCTION PROCESS

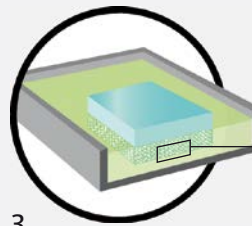
CoralPor® PRODUKTIONSPROZESS



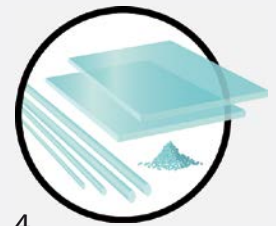
1.



2.



3.



4.

MELT:

Silica-based sand and additional components are mixed and melted.

SCHMELZE:

Quarzsand und zusätzliche Komponenten werden vermengt und geschmolzen.

PHASE SEPARATION:

The quenched glass from the melt is put into an annealing furnace imparting the interconnected microstructure through phase separation.

PHASENTRENNUNG:

Das abgeschreckte Glas aus der Schmelze kommt in einen Kühllofen, der durch Phasentrennung die Mikrostruktur herstellt.

CHEMICAL LEACHING:

The phase separated glass is put into a bath to chemically leach the soluble sodium borate phase and achieve open porosity.

CHEMISCHES AUSWASCHEN:

Um die offene Porosität des Glases zu erreichen, wird die lösliche Natriumborat-Phase in einem chemischen Bad aus dem phasentrennten Glas ausgewaschen.

FORMATTING:

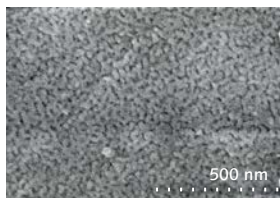
After leaching, different shapes are fabricated to meet customer specifications.

FORMATIEREN:

Nach dem Auswaschen werden verschiedenste, kundenspezifische Formen produziert.

PERFORMANCE ATTRIBUTES / LEISTUNGSMERKMALE

CoralPor® 1000

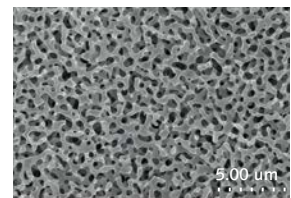


4–10 nm
0.28 cc/g
170 m²/g

Pore Size (Average) / Porengröße (Durchschnitt)
Specific Pore Volume / Porenvolumen
Specific Surface Area / Oberfläche

40–400 nm
0.4–1.0 cc/g
7–40 m²/g

CoralPor® 2000



SUGGESTED APPLICATIONS / MÖGLICHE ANWENDUNGEN

Reference Electrode Junction /
Referenzelektrodenverbindung

Thermal Protection System /
Wärmeschutz-Beschichtung

Chromatography /
Chromatografie

Synthesis Substrate /
Synthesesubstrat