

METALLSCHÄUME

Dr. Dieter Girlich

M . PORE GmbH | Enderstraße 94 | D-01277 Dresden

www.m-pore.de

Aus dem Prinzip Überflüssiges wegzulassen entsteht mit dem offenporigen Metallschaum eine neue Klasse funktionaler Werkstoffen. Die offenporigen Metallschäume werden durch ein modifiziertes Feingussverfahren hergestellt mit dem Vorteil, hinsichtlich Legierungsauswahl, Geometrie, Dichte und Zellstruktur gezielt auf die Anwendung abgestimmte Bauteile herstellen zu können.

Eigenschaften offenporiger Metallschäume

Offenporige Metallschäume sind vom Konstruktionsprinzip natürlichem Knochengewebe nachempfunden. Material und Struktur vereinen bei geringem Gewicht hohe mechanische Festigkeit und bieten durchströmenden Medien eine hohe innere Oberfläche bei geringem Strömungswiderstand. Die Dichte von offenporigem Metallschaum liegt bei ca. 10% des Ausgangsmaterials. Die hohe Stabilität und extreme Leichtigkeit ergibt sich, indem das dreidimensional vernetzte Gefüge wie ein Ganzes reagiert. Die Belastung wird über eine große Fläche verteilt. Die Bauteile können mechanisch durch sägen, fräsen oder drehen nachbearbeitet werden und sind zu 100% recyclebar.

Charakterisiert werden offenporige Metallschäume

durch die Anzahl der Poren per inch (ppi), die von 10ppi bis 45ppi reichen. Die Poren können idealisiert als Pentagondodekaeder beschrieben werden, deren Kanten die Stege der Gitterstruktur bilden. Das Verhältnis von großem zu kleinem Durchmesser eines Pentagondodekaeders ist theoretisch 1,6. Für

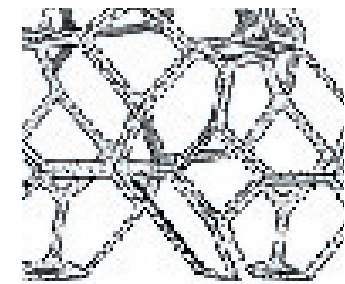
die Gitterstruktur der offenporigen Metallschäume variiert der große Durchmesser von ca. 4.5mm (10ppi) – ca.1mm (45ppi) und der kleine Durchmesser von ca. 1,5mm (10ppi) – 0,5mm (45ppi). Der Druckverlust bei der Durchströmung ist bei niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten proportional zur Strömungsgeschwindigkeit und der durchströmten Länge.

Umsetzung in Produkte

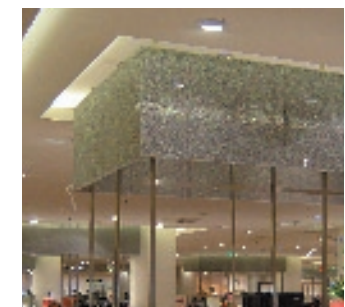
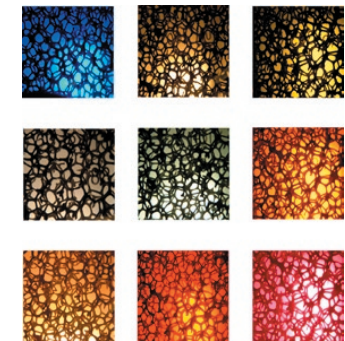
Das geringe Gewicht und die hohe Oberfläche ermöglichen den Austausch von Energie bei Wärmetauscher/Explosionsschutz, da die Wärmeenergie schnell in oder aus einem Prozess geleitet werden kann (Kühler, Sorptionswärmespeicher). Überall wo Massen bewegt werden, kann durch den geringeren Antriebsaufwand Energie eingespart werden. Als Leichtbauelement mit Hohlraum und als Konstruktionselement ergeben sich Einsatzmöglichkeiten im Maschinenbau, der Luft- und Raumfahrttechnik und Architektur. Die hohe mechanische Festigkeit ermöglicht es, viel Energie in Form von Dämpfungs- oder Crashelement zu absorbieren. Die offenzellige Struktur erlaubt das Infiltrieren von Materialien zur Strukturverstärkung, z. B. Kunststoffteile zu stabilisieren. Die hohe Oberfläche beeinflusst den Ablauf chemischer Reaktionen bei entsprechender katalytischer Beschichtung. Die Gitterstruktur wirkt als statischer Mischer und unterstützt den Reaktionsablauf.

Anwendungen

Latentspeicher arbeiten auf Basis des Phasenwechsels geeigneter Speichermedien (PCM Phase Change Material; z.B. Wasser, Paraffin). Nachteilig



Loch als Bauprinzip



sind die geringen Wärmeleitfähigkeiten dieser Speichermedien. Dadurch sind die zumeist aufwendigen Konstruktionen und Technologien heute dadurch bestimmt, diesen Nachteil zu kompensieren. So ist im Wesentlichen auf Kosten der zur Verfügung stehenden Volumina die Dimensionierung der Wärmeübertrager in den Speichern durch die schlechte Wärmeleitfähigkeit der Trägermaterialien bestimmt. Im Ergebnis müssen die Volumina mit dem reinen PCM sehr klein gewählt werden. Offenporige Aluminiumschäume sind aufgrund ihrer Struktur ideal für den Einsatz in Latentspeichern.

Die Wärmeleitfähigkeit des Basismaterials, meist Aluminium, ermöglicht den Aufbau von **Wärmetauschern**, die aufgrund der geringen Masse und der großen Oberfläche sehr schnell große Wärmemengen transportieren. Am Beispiel von explosionshemmenden Matten wurde der Nachweis geführt, dass Gas- und Staubexplosionen im Ansatz unterdrückt werden können. Die praktikablen Anwendungsmöglichkeiten durchströmter Metallschäume für die wärmetechnische Anwendung sind maßgebend durch die Bewertung des Druckverlustes und der Wärmeübertragungs-/Wärmeleiteigenschaften bestimmt. Je dichter der Metallschaum (steigende Porendichte) umso besser werden die Wärmeleiteigenschaften aber umso höher wird auch der Druckverlust. Ein gutes Optimum für die Wärmeübertragung auf Luft / bzw. Gas sind Metallschäume mit einer Porendichte bis zu 20ppi und einer Zylinderstegform, die mit einer Geschwindigkeit zwischen 0,1 bis maximal 3 m/s angeströmt werden. Eine weitere gute Alternative sind Metallschäume mit einer Porendichte von 10ppi und einer Kreuzstegform. Für einen maximalen Wärmeübergang wird der Einsatz einer Metallschaumhöhe von ca. 20 mm über der Wärmekontaktfläche empfohlen.

In kurzen Strömungskanälen sollen **Gleichrichter** und Siebe die Vergleichmäßigung der Strömungsverhältnisse über den Querschnitt verbessern. Während die Gleichrichter die Querkomponenten einer Strömung abbauen (z.B. die Drallströmung), helfen Siebe, die Strömung über den Querschnitt zu verteilen. Aufgrund seiner Struktur kann der Metallschaum beide Eigenschaften in sich vereinigen. Strömungsvergleichmäßigung durch Metallschaum

Praxisrelevante Bewertungen:

- Akustische Untersuchungen haben gezeigt, dass der Metallschaum selbst keine guten schallabsorbierenden Eigenschaften besitzt, aber der Metallschaum beeinflusst die Schallausbreitung im Raum, was z.B. für ein positives Klangempfinden genutzt werden kann.
- Der Metallschaum eignet sich hervorragend für die Gestaltung spezieller Designgegenstände im Sinne der architektonischen Gestaltung von Räumen. Das gilt auch für das Erzielen spezieller Licht- und Schalleffekte!
- Des Weiteren können Metallschaumkonstruktionen Magnetfelder derart beeinflussen, dass z.B. die Anforderungen der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) solcher Bauelemente erfüllt werden.
- Metallschäume sind sehr gute Energieabsorber und deshalb für das Design so genannter Crash gefährdeter Bauteile geeignet.
- Die nachträgliche Integrierung von festen Sorbentien, z. B. zur Entfeuchtung, in die Metallschaumstruktur ist möglich. Die Beschichtung mit katalytisch aktivem Material zum Abbau von Geruch- oder Schadstoffen ist möglich.

