

Herstellung und Nutzung von Mikrolochstrukturen

Josef Robert¹, Ilka Gehrke¹, Prof. Dr. Rolf Kümmel¹, Rüdiger Brockmann², Prof. Dr. Klaus Dickmann², Holger Letsch³, Prof. Dr. Klaus-Jürgen Matthes³

1 Fraunhofer Institut UMSICHT (IUSE)

2 Laserzentrum FH Münster

3 TU Chemnitz, Institut für Fertigungstechnik/Schweißtechnik

Methoden zur Herstellung hochwertiger, hygienisch einwandfreier Lebensmittel, von keimfreiem Trinkwasser und zu innovativen, umweltschonenden Behandlungsverfahren von Abwasserströmen sind von großer verfahrenstechnischer Bedeutung. Die Filtration mit Mikrofiltern hat sich in diesen Märkten als rein physikalisches Trennverfahren etabliert. Steigende Anforderungen an die Reinheit von Produkten in der Lebensmitteltechnik und Pharmazie sowie strengere Umweltbestimmungen in der Abwassertechnik lassen den Markt für Produkte und Anlagen der Mikrofiltration jährlich um ca. 10 % bei einem Umsatz von 800 Mio-US\$ (2001, Quelle F+S, 4/2002) wachsen. Während das Entwicklungspotential von herkömmlichen Mikrofiltern weitgehend ausgeschöpft ist, bietet der Einsatz laserstrukturierter Filter beachtliche neue Anwendungsmöglichkeiten.

Im Rahmen des Projektes gelang es, mit Hilfe des Lasers robuste und sterilisierbare Produkte herzustellen. Der Forderung nach einer langen Haltbarkeit konnte durch das gewählte Material Edelstahl entsprochen werden.

Eine neuartige dynamische Laserbohrmethode ermöglichte den Projektpartnern, mit hoher Geschwindigkeit eine Vielzahl von Löchern in stabile Edelstahlrohre und -bleche mit Dicken von 10 bis 100 µm einzubringen. Die hervorragende Beständigkeit solcher **Edelstahlfilterbleche und -rohre** wurde in Korrosions- und Festigkeitsversuchen nachgewiesen. Ihre Festigkeit beträgt in Abhängigkeit von der Porosität mit 500 N/mm² ein Vielfaches der herkömmlicher Polymermembranen. Bestätigt durch zahlreiche Laborversuche sind die Edelstahlfilterprototypen sterilisierbar und problemlos mechanisch reinigbar. Ihre im Vergleich zu herkömmlichen Polymerfiltern erhöhten Fertigungskosten rechtfertigen sich durch höhere Leistung und neue Möglichkeiten hinsichtlich ihres Reinigungs- und Trennverhaltens.

Die entwickelte Lasermaterialbearbeitungsmethode des Bohrens „on the fly“ ist aufgrund der Strahlqualität des verwendeten Nd:YAG Lasers auf die Erzeugung von Bohrweiten > 10 µm beschränkt. Zum Erreichen von Trenngrenzen $1 \mu\text{m} < d_p < 10 \mu\text{m}$ werden Edelstahlfiltergewebe veredelt. Eine neue lasergestützte Mikroschweißmethode erlaubt, Feinstgewebe mit einer minimalen absoluten Porenweite von 1 µm und Filtervliese aus Edelstahl ($d_p = 1,5 \mu\text{m}$) mit stabilen dickwandigeren Unterstrukturen zu **Edelstahlfiltertaschen** gasdicht zu verschweißen. Die Porenstruktur des dünnen Filtermaterials (40 – 50 µm) bedingt einen geringen Filterwiderstand, durchgängige Poren erlauben einen schnellstmöglichen Filtratabfluss. Im Vergleich zu herkömmlichen Filtersystemen ist eine Erhöhung des flächenspezifischen Permeatflusses um einen Faktor bis 10 (ca. 40 m³/hm²bar) im Vergleich zu herkömmlichen Filtersystemen möglich.

Die Ausbildung von Deckschichten bei der Partikelfiltration lässt sich erfolgreich im cross flow durch Rück-Spül-Verfahren unterdrücken. Das Aufgeben periodischer permeatseitiger Druckstöße steigert die Filtratleistung um 20 - 60 %.

Unter Berücksichtigung der definierten Filterstruktur wurden mittels dimensionsloser Kennzahlen auf Grundlage des Widerstandsgesetzes halbempirische **Modelle für Gewebe- und Lochfilter** erstellt.

Die erfolgversprechenden Ergebnisse der Permeationsexperimente im Labormaßstab wurden mit verschiedenen industriell relevanten Produktströmen (REA-Abwasser, Flexodruckabwasser, Gießereiabwasser und Wäschereiabwasser) bestätigt. Der Einsatz solcher laserunterstützt gefertigter Edelstahlfilter im Produktionsmaßstab ist geplant.

Kontaktadresse: Josef Robert, Fraunhofer UMSICHT, Osterfelder Str. 3, 46047 Oberhausen, Tel.: 0208-8598-1260, Fax.: 0208-8598-1268, e-mail: Josef.Robert@fhg.umsicht.de, Internet: www.umsicht.fhg.de