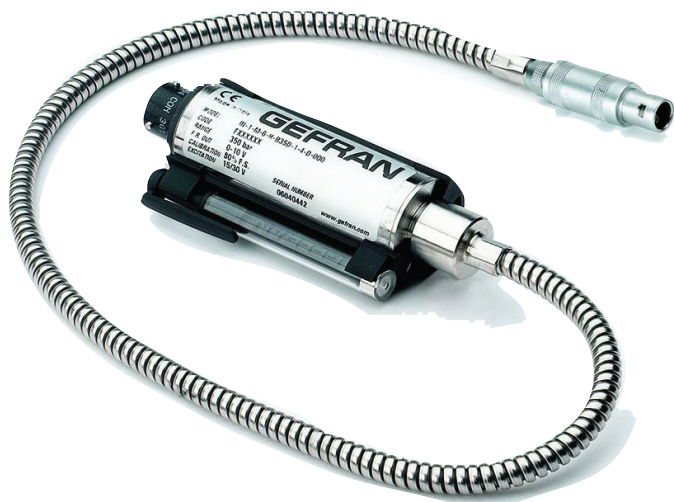


# Kunststoff Magazin

Material • Maschinen • Management

*Hoppenstedt*  
Publishing GmbH



Sonderdruck aus

**9**

September 2006

## Massedruckmessung für alle Fälle

Extrusion profitiert von neuer  
Sensortechnologie

Bisher: Von Schwermetall  
bis ungenau

Neue Alternativen

Neue Bauart bietet neue  
Möglichkeiten

**GEFRAN**

# Massedruckmessung für alle Fälle

## Extrusion profitiert von neuer Sensortechnologie

Auf Basis einer neuen, besonders langlebigen und robusten Sensortechnik arbeitet ein System zur Regelung des Massedrucks in Extrusionsanlagen. Gleichmäßige Produktqualität und Schutz vor Überdruck werden damit sicherer erreicht.

Der Massedruck ist in der Extrusion eine wichtige Prozessgröße. Ein möglichst konstanter Massedruck sorgt für eine gleichbleibende Produktqualität, was mit einer entsprechenden Regelungstechnik erreicht werden kann. Darüber hinaus dient die Massedruckmessung zum Schutz vor Werkzeugbruch. Ziel von Gefran bei der Entwicklung eines neuen Massedruckaufnehmers war es, die Nachteile herkömmlicher Systeme auszuschalten.

Gefragt war ein robuster Sensor, der für die rauen Umgebungsbedingungen in den Extrusionsbetrieben geeignet ist. Es galt einen Sensor zu entwickeln, der eine deutlich längere Lebensdauer als herkömmliche Massedruckaufnehmer erreicht und

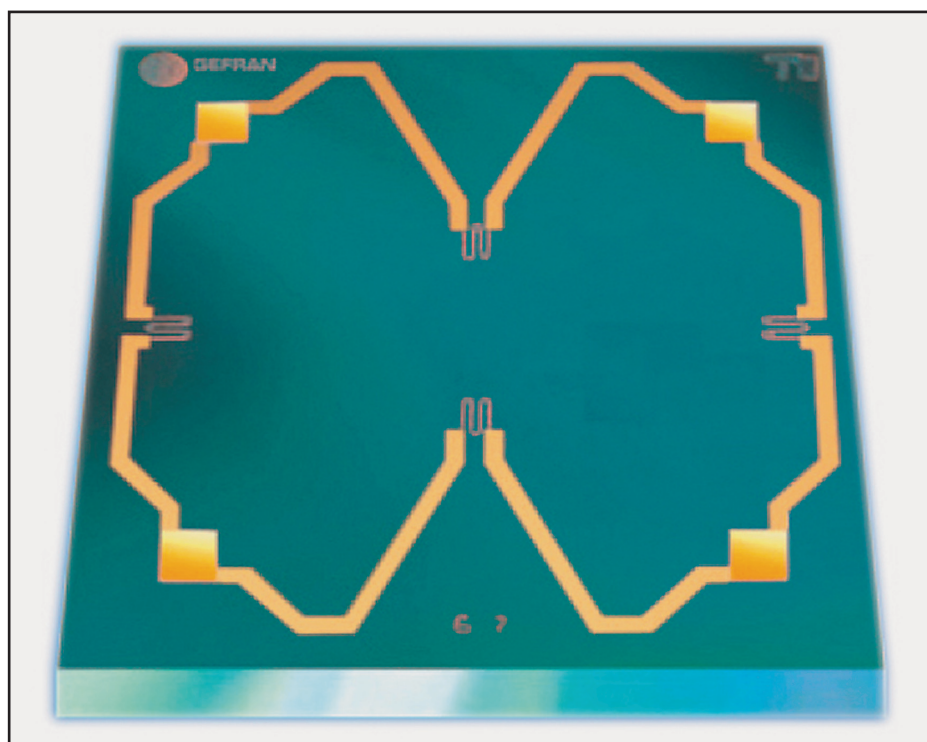
darüber hinaus ohne das ungeliebte und in vielen Ländern verbotene Quecksilber als Druckübertragungsmedium auskommt.

### Bisher: Von Schwermetall bis ungenau

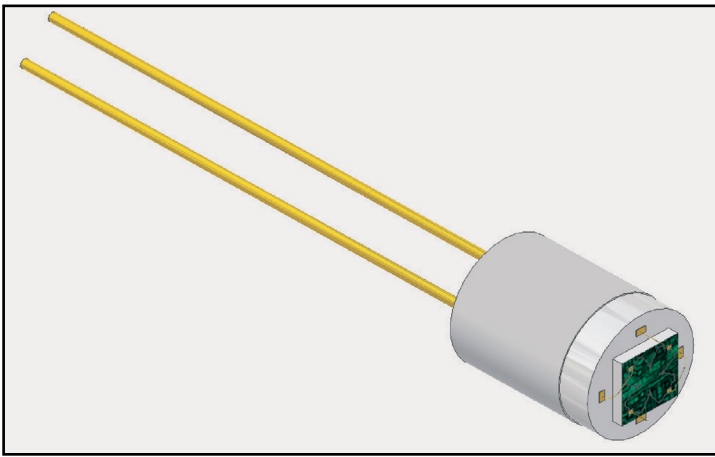
Bei den zur Zeit erhältlichen Messsystemen für die Massedruckmessung gibt es vier grundsätzliche Messverfahren, die jedes spezielle Vorteile, aber auch Nachteile haben.

Das am weitesten verbreitete Messprinzip verwendet eine Druckmittlerflüssigkeit. Sie überträgt den Druck von der vom zu messenden Medium beaufschlagten Membrane hydraulisch zum weiter entfernt von der hohen Temperatur liegenden Dehnungs-

messstreifen. Vorteil dieses Systems ist sein vergleichsweise geringer Preis, da diese Sensoren seit den 60er Jahren in großen Stückzahlen in der Kunststoffextrusion zur Schmelzedruckmessung eingesetzt werden. Nachteilig ist, dass häufig immer noch das äußerst giftige Schwermetall Quecksilber als Druckmittlerflüssigkeit verwendet wird. Dieses Element hat zwar die für diese Anwendung idealen messtechnischen Eigenschaften wie Inkompressibilität und Verwendungsfähigkeit bis 400 °C, es steht aber spätestens seit Inkrafttreten der RoHS-Richtlinie 2002/95/EG der Europäischen Gemeinschaft zum 1. Juli 2006 auf der Liste der verbotenen Substanzen bei der Herstellung und Verarbeitung von



Herzstück des Massedruckmessumformers ist der Chip mit Messmembran und Messelement.



Montiert auf einem Träger wird aus dem Chip ein Messelement mit elektrischen Kontakten.

elektrischen und elektronischen Geräten und Bauteilen. Bei Einsatz in der Lebensmittelindustrie oder in der Medizintechnik werden aus diesem Grund schon seit langem alternative Füllmedien wie Öl oder NaK eingesetzt, bei denen allerdings Abstriche in bezug auf maximale Messstofftemperatur oder Toleranz notwendig sind. Zudem ist dieser Sensor durch die dämpfenden Eigenschaften des Druckmittlersystems nur für das Erfassen langsamer Druckänderungen geeignet. Die Lebensdauer dieser Sensoren ist bei dynamischen Druckverläufen und schnellen Lastwechseln gering.

Ein anderer Nachteil ist die dünne Messmembran von 0,1 Millimeter Dicke, die bei Kontakt mit festen Bestandteilen in der Schmelze, bei abrasiven Füllstoffen wie Glasfasern oder bei Ein- und Ausbau leicht beschädigt werden kann. Zudem kann ein zu starkes Anhaften des erkalten Kunststoffes beim Ausbau oder beim Zusammenziehen der erkalten Schmelze zu einem Riss in der Membrane führen. Neuere Verschleißschutzbeschichtungen haben die Lebensdauer der Membrane zwar erhöht, aber noch immer ist bei etwa 90 Prozent der Sensorausfälle eine gerissene Membrane die Schadensursache.

Das gleiche Prinzip verwenden Massedruckensoren mit Stößel. Allerdings ersetzt hier eine mechanische Verbindung die Druckmittlerflüssigkeit. Obwohl das System ohne Füllmedium arbeitet, hat es sich aufgrund seiner größeren Messtoleranz und geringeren Stabilität, speziell bei Verspannungen nie gegen die flüssigkeitsgefüllten Systeme durchsetzen können.

Faseroptische Hochtemperatur-Druckensoren basieren auf einer optischen Quarzglasmesszelle. Dies ermöglicht Druckbereiche bis 3000 bar bei Prozesstemperaturen bis 600 °C. Nachteil dieses Messsystems ist die hohe Empfindlichkeit auf Verspannungen in der Einschraubbohrung sowie der hohe Preis.

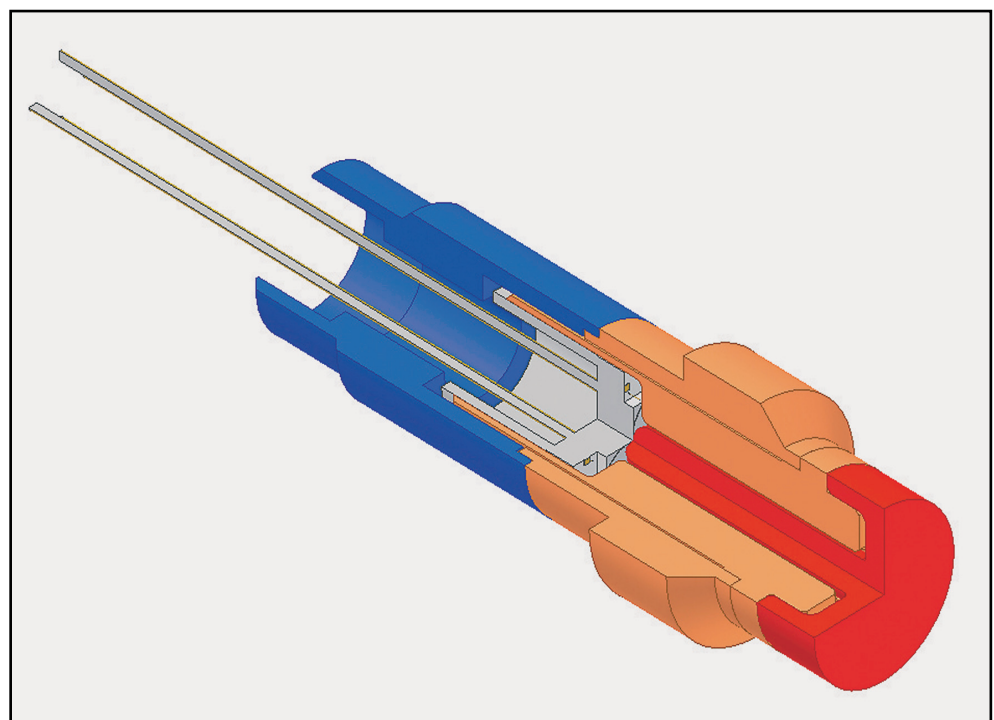
Zur Erfassung von dynamischen Druckverläufen sind piezoresistive Silizium-Sensorelemente hervorragend geeignet. Diese kommen wie auch die faseroptischen Systeme ohne Druckmittlerflüssigkeit aus. Bisher auf dem Markt verfügbare Systeme reagieren jedoch emp-

findlich auf Schwankungen in der Prozesstemperatur sowie auf Verspannungen bei der Montage.

### Neue Alternative

Nach mehreren Jahren Entwicklung, in die laut Hersteller Erfahrungen aus 25 Jahren Produktion von Massedruckensoren eingeflossen ist, haben die Entwickler von Gefran den Massedrucksensor Impact kreiert. Während der Entwicklung wurden vier Innovationen patentiert.

Eines der Patente betrifft das Herzstück des Sensors: Das neue und hochempfindliche Siliziumelement arbeitet nach dem piezoresistiven Prinzip und wird in MEMS-Technologie hergestellt. Der quadratische Silizium-Chip trägt die Membran und das Messelement. Letzteres ist eine in SOI-Technologie (Silicon-On-Insulator) aufgebaute Wheatstone'sche Messbrücke. Die Widerstände der Messbrücke sind piezoresistive Widerstände, die per Ionenimplantation auf das Substrat aus Silizium und der Isolationschicht aus Siliziumoxid aufgebracht werden. Vorteil der Isolationschicht sind die erheblich höheren Betriebstemperaturen bis 350 °C als bei herkömmlichen piezoresistiven Sensoren ohne Isolationschicht. Das Sensorelement ist so empfindlich, dass die maximale Aus-



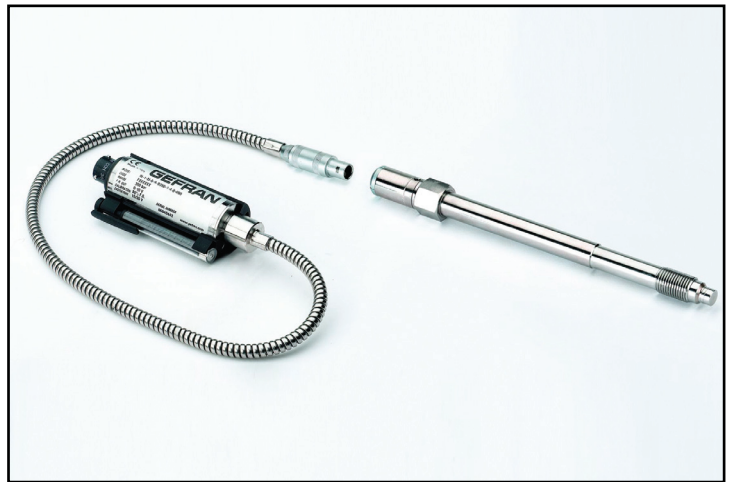
Prinzipskizze zeigt den Aufbau mit dicker Membrane und Stößel (rot) und Sensoraufnahme (blau).

lenkung der Membrane nicht mehr als ein Zehntausendstel Millimeter beträgt.

Die Verbindung zum messenden Medium stellt eine 1,5 Millimeter dicke und damit bis zu 15fach dickere Membrane her. Ein Stößel übernimmt die Druckübertragung, Druckmittlerflüssigkeit ist nicht vorhanden. Die Membrandicke bestimmt den Messbereich des Sensors, der im Bereich zwischen 0 und 100 bar und 0 bis 1000 bar wählbar ist. Das Silizium-Sensorelement ist direkt hinter dem Stößel montiert. Die Sensoraufnahme verwendet spezielle Legierungen um die thermischen und mechanischen Spannungen, die beim Einbau und beim Aufheizen des Extruders auftreten können, auszugleichen. Und auch bei einem Anzugsdrehmoment von 40 Nm beim Einbau des Impact soll es keinen bleibenden Nullpunktversatz geben.

Der resultierende Druckaufnehmer hat beeindruckende technische Daten: Messbereiche zwischen 100 und 1000 bar, bei einer Medientemperatur von 350 °C und einer Toleranz von 0,25 Prozent vom Endwert sind die Eckdaten. Die Fehler von Nullpunkt und Endwert aufgrund von Temperaturänderungen am Sensor und an der Auswerteelektronik sind kleiner 1 Prozent vom Endwert über den gesamten Temperaturbereich von 20 bis 350 °C.

Die in der Extrusion üblichen Druckanschlüsse 1/2"-20"UNF und M18x1,5 sowie Ausgangssignale von 0 bis 10 Volt und 4 bis 20 Milliampere garantieren die Austauschbarkeit mit bereits vorhandenen Messumformern. Da Sensorelement und Auswerteelektronik nur durch Kabel verbunden sind, können beide mit einer Steckverbindung getrennt werden. Dies erleichtert zum einen den Einbau und ermöglicht darüber



Da Sensorelement und Auswerteelektronik nur durch Kabel verbunden sind, können beide mit einer Steckverbindung getrennt werden.

hinaus Entfernungen von bis zu 6 Meter zwischen Sensor und Auswerteelektronik.

### Neue Bauart bietet neue Möglichkeiten

Aufgrund der Konstruktion ohne Druckübertragungsmedium und volle RoHS-Konformität eignet sich diese Messtechnik auch für Anwendungen in der Lebensmittelindustrie und der Medizintechnik. Aufgrund des hochempfindlichen Sensorelements ist sie für statische und dynamische Druckverläufe und somit auch in kritischen Anwendungen wie Online-Rheometer oder spezielle Blasformverfahren einsetzbar.

Da die Kontaktmembrane etwa 15 mal so dick ist wie bei Standard-Massedrucksensoren eignen sie sich auch für kritische Anwendungen wie hohe Glasfaserteile in der Schmelze und hohe Scherkräfte wenn der Sensor im Bereich der Schnecke eingebaut ist. Sie verkraften kritische Prozessmomente wie Kaltstart und

starke Adhäsion sowie Beanspruchungen bei Ausbau und Reinigung des Extruders. Die Membrane kann mit Bronze- oder Kupferdrahtbürste ohne Beschädigung gereinigt werden. Und schließlich bewirkt die aktive Temperaturkompensation eine besonders geringe Temperaturdrift.

### Zusammenfassung

Auch was „immer schon“ eingesetzt wurde, lässt sich gelegentlich grundlegend verbessern – wie das Beispiel Druckmessung am Extruder zeigt. Der neu entwickelte Impact weist nicht nur in messtechnischer Hinsicht besondere Eigenschaften auf. Bedingt durch die eingesetzte Technologie ist der Massedruckmessumformer robust und wird eine lange Lebensdauer erreichen. Das hilft langfristig Kosten zu senken, da weniger Ersatzsensoren nötig sind und indirekte Kosten durch Produktionsstörungen vermieden werden.

Gefran, Seligenstadt,  
Tel. +49/6182/80917-0, [www.gefran.de](http://www.gefran.de)

### Der Hersteller

Mit 30 Jahren Erfahrung in der Konzeption und Vermarktung von Mess- und Automatisierungslösungen für die Kunststoffindustrie zählt sich die im italienischen Provaglio d'Iseo ansässige Gefran-Gruppe heute zu den weltweit führenden Unternehmen in diesem Sektor. In Deutschland besteht seit 1989 die Tochtergesellschaft Gefran Deutschland GmbH, die die Produkte der Gruppe vertreibt sowie Ihren Kunden umfassenden Service bietet.

**GEFRAN**