

Zusammenfassung

IGF-Nr.: 15166 N

Möglichkeiten zur indirekten Schmelzedruckmessung beim Spritzgießen

Die Reproduzierbarkeit der Formteilqualität nach wiederholtem Rüsten auf der gleichen und die Übertragbarkeit der Einstellungen auf eine andere Spritzgießmaschine sind in der Regel nicht gegeben. Eine Ursache hierfür sind die in den Spritzgießmaschinen verwendeten Sensoren zur Erfassung und Regelung des Drucks (Hydraulikdrucktransmitter bzw. Lastmessdosen), die fern ab vom tatsächlichen Entstehungsort des Formteils lediglich Ersatzgrößen registrieren. Eine wesentliche Verbesserung könnte daher erreicht werden, wenn ein möglichst unverfälschtes Messsignal in unmittelbarer Nähe zum Spritzgießwerkzeug gewonnen würde. Bestehende Sensoren zur direkten Schmelzedruckmessung im Schneckenorraumbereich besitzen eine noch zu geringe Standzeit für den Dauereinsatz, besonders bei abrasiven Werkstoffen. Zudem werden Hinterschnitte durch das Einbringen der Sensorbohrungen im Schmelzekanal erzeugt. In der Praxis konnten sich diese Sensoren deshalb bisher nicht für den universellen Einsatz durchsetzen. Im Vorhaben wurden daher alternative indirekte Messmöglichkeiten zur Erfassung des Drucks im Spritzgießprozess untersucht und bewertet. Indirekt bedeutet hierbei die messtechnische Erfassung von Verformungen, die sich unter Spritz-, Nach-, und Staudruck ergeben.

Zunächst wurden daher unterschiedliche Orte an Spritzgießmaschinen analysiert und bewertet. Wichtigste Kriterien waren, dass die potentielle Messstelle vorrangig durch den Schmelzedruck verformt wird und die Verformungen auch in niedrigen Druckbereichen wie dem Staudruck groß genug sind. Dieser Messort konnte im Zylinderflanschbereich gefunden werden.

Aufgrund der dort vorherrschenden rauen Umgebungsbedingungen (hohe Temperatur, Erschütterungen, Gefahr austretender Schmelze, enge Platzverhältnisse) konnten über eine Recherche mögliche nutzbare Sensoren zur indirekten Druckmessung mit ausreichender Auflösung und Genauigkeit eingegrenzt werden. Die Wahl fiel letztlich auf Hochtemperatur-Quarz-Längsmessdübel sowie auf konventionelle Schmelzedrucksensoren, die jedoch zweckentfremdet zur indirekten Druckmessung herangezogen wurden.

Die Verwendung von Längsmessdübeln in einem Messring, montiert zwischen Maschinendüse und Spritzaggregat, erwies sich zunächst als sehr vielversprechend. Die Auflösung und Genauigkeit waren bei konstanten Randbedingungen so gut, dass auch niedrige Drücke im Staudruckbereich exakt wiedergegeben wurden. Weitere Untersuchungen zeigten jedoch, dass das Messsignal durch Störeinflüsse wie die Düsenanlagekraft und die Messringtemperatur beeinflusst wird. Weitere Probleme ergeben sich aus dem verwendeten piezoelektrischen Messprinzip der Dübel. Die

durch Verformungen entstandenen Ladungen fließen mit der Zeit unkontrolliert ab, so dass in der quasistatischen Nachdruckphase ein tatsächlich nicht vorhandener Druckabfall zu erkennen ist. Wie bei Werkzeuginnendrucksensoren muss daher zu einer weitgehend konstanten Basis „abgenullt“ werden. Bei geöffnetem Werkzeug ist dies der Umgebungsdruck, im Falle des Messrings fehlt diese Basis jedoch. Die Folge ist daher eine Verfälschung des Messsignals, wenn sich Parameter wie z.B. die Dekompressionseinstellungen oder die Schmelzeviskosität im Vergleich zum Kalibrierzeitpunkt verändern. Die Gesamtheit der Störgrößen macht umfangreiche Korrekturrechnungen des Messsignals und Neukalibrierungen bei veränderten Produktionsbedingungen notwendig. Optimierung durch mechanische FEM-Simulationen können den Einfluss von Störgrößen vermindern, nicht aber vollständig beseitigen. Es wurde daher kein weiterer optimierter Messring mit diesem System gefertigt.

Als weitere Möglichkeit der indirekten Druckmessung wurde versucht, durch membranartige Schwächungen in Maschinenelementen Messstellen für verschiedene Sensoren zu schaffen. An die Membran wurden Kriterien wie z.B. Dauerfestigkeit, ausreichend hohe Verformung und, wegen des Verschleißverhaltens, eine möglichst große Dicke gestellt. Zunächst wurden daher über mechanische FEM-Berechnung unterschiedliche Membrangeometrien bewertet und erste Optimierungen durchgeführt. In Testkörpern und einem ersten Messring wurden die Simulationen durch praktische Messungen verifiziert. Ausgehend von den gewonnen Erkenntnissen wurden ein optimierter Testkörper und ein Messring konstruiert und gebaut.

Bereits die ersten Messungen zeigten eine sehr gute Übereinstimmung des Sensorsignals mit dem tatsächlich vorhandenen Druck, selbst bei niedrigen Staudrücken. Die als Wegmesssystem hinter der Dehnkörpermembran zweckentfremdeten Schmelzedrucksensoren werden bei allen Herstellern mittels Überwurfmutter in der Aufnahmebohrung verspannt. Im Verlauf der Untersuchungen konnte immer wieder ein Lockern des Sensors unter Belastung und damit der Verlust der Vorspannung festgestellt werden. Unterschiedliche Möglichkeiten der Sensorfixierung wurden in Praxisversuchen getestet und analysiert. Trotz einer signifikanten Verbesserung war mit dem momentanen Sensoraufbau keine wirklich langzeitstabile Vorspannung der Sensormembran möglich. Durch die herstellerseitige Anpassung der Befestigungsmethode an die neue Einbausituation könnte dies jedoch mit hoher Wahrscheinlichkeit erreicht werden.

Trotz Allem zeigte sich die generelle Praxistauglichkeit der Messanordnung bei dem Betrieb auf einer Spritzgießmaschine. Auflösung, Genauigkeit, Verschleiß und Robustheit erfüllen die notwendigen Anforderungen. Es kann somit zusammenfassend festgehalten werden:

„das Ziel des Vorhabens wurde erreicht“

Danksagung und Bestellhinweis

Das IGF-Vorhaben 15166 N der Forschungsvereinigung FSKZ e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und –entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Wir bedanken uns für die finanzielle Unterstützung.

Die gesamten Forschungsergebnisse können einem umfangreichen Forschungsbericht entnommen werden. Dieser kann auf Anfrage beim SKZ zum Selbstkostenpreis bestellt werden. Die Rechnung wird mit dem Bericht zugeschickt.