

# OptiMel

**Whitepaper**

**Low Pressure Moulding**

Technologie, Anwendung, Equipment

# Low Pressure Moulding (LPM)

Low Pressure Moulding (LPM) ist ein Verfahren zum Schutz elektrischer und elektronischer Bauteile vor äußeren Einflüssen. Seinen Anfang hatte es in den späten 1980er Jahren mit der Abdichtung von Steckverbindern in der Automobilindustrie. Erste Anwendungen gab es zunächst in der französischen Automobilindustrie: Es sollten empfindliche elektronische Bauteile, die für sich gesehen bereits aufwendig gekapselt waren, zusätzlich vor eindringender Feuchtigkeit über die notwendige Verkabelung schützen. Einige Jahre später wurden die ersten Gehäuse ersetzt: Die Kapselung erfolgte direkt im LPM-Verfahren. So weiteten sich die möglichen Anwendungsgebiete nach und nach auf andere Bauteile und Industrien aus.

## Inhaltsverzeichnis

Was ist Low Pressure Moulding?	03
Wie funktioniert Low Pressure Moulding?	04
Wo kommt Low Pressure Moulding zur Anwendung?	05
Voraussetzung für die Haftung – Physikalische Grundlagen	06
Vergussmaterialien	08
Low Pressure Moulding-Werkzeuge	09
Low Pressure Moulding-Maschinensysteme	12
Prozess und Parameter	16
Innovationen im Low Pressure Moulding	18
Low Pressure Moulding – Die Vorteile im Überblick	20
Über OptiMel	21

# Was ist Low-Pressure Moulding ?

---

Das Low Pressure Molding (abgekürzt LPM) – auch als Niederdruckverguss geläufig – ist ein Verfahren zum Verguss und zum Schutz elektrischer und elektronischer Bauteile (beispielsweise Leiterplatten oder Sensoren) vor Vibrationen, Stößen und Erschütterungen. LPM isoliert gegen Wärme, Kälte, Feuchtigkeit, Witterung im Allgemeinen sowie elektrische Energie. Die Formgebung ist platzsparend, kostengünstig und individuell designbar. Des Weiteren wird die Technik zum Formen von Tüllen und Zugentlastungen beispielsweise für Steckverbinder eingesetzt. Im LPM kommen überwiegend amorphe thermoplastische Polyamide und Polyolefine zum Einsatz. Sie verbinden ein günstiges Viskositätsspektrum mit einem breiten Anwendungstemperaturbereich von –50 bis 150 °C.

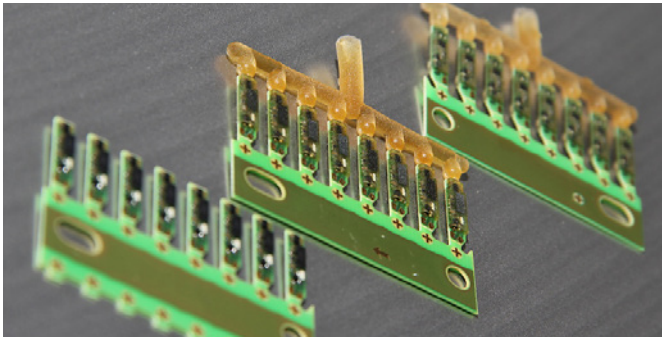
Eine Abgrenzung zum Kunststoffspritzguss und dem 2-Komponenten-Verguss hilft, die LPM-Technologie besser einordnen zu können. Beim LPM-Verfahren erfolgt die Verarbeitung mit 5–60 bar bei wesentlich niedrigerem Druck als im klassischen Spritzgussverfahren. Auf diese Weise ist es möglich, auch empfindliche Bauteile, wie Leiterplatten oder Sensoren direkt zu umhüllen.

Das Vergießen mit reaktiven beziehungsweise 2-komponentigen Materialien ist mit Mischvorgängen und zum Teil längeren Aushärtungszeiten verbunden. Wogegen sich die Zykluszeiten beim LPM auf den reinen Verguss beschränken, der je nach Größe und Kontur der Bauteile bei ca. 10–60 Sekunden liegt. Die verwendeten Materialien müssen nicht gemischt werden und eine Reaktions- bzw. Aushärtezeit fällt nicht an. Die Bauteile sind direkt fertig zur Weiterverarbeitung. Durch die Verarbeitung in einer geschlossenen Vergusskavität, lässt sich die Kontur wie beim Spritzguss definieren. In vielen Fällen kann somit ein zusätzliches Gehäuse entfallen.

Die stetige Weiterentwicklung des LPM-Verfahrens sorgt für ein immer breiter werdendes Einsatzspektrum. Der Einsatz und die Kombination von Materialien mit unterschiedlichsten Eigenschaften in Verbindung mit verschiedensten Verarbeitungsvarianten bieten enormes Potential für immer neue, innovative Vergusslösungen.

# Wie funktioniert Low-Pressure Moulding?

Beim LPM-Verfahren wird das zu schützende Bauteil in ein speziell für dieses Projekt konzipiertes Vergusswerkzeug eingelegt und mit dem Vergussmaterial ummantelt. Als Formmassen kommen in der Regel thermoplastische Schmelzklebstoffe, auch bekannt als Hotmelts, zum Einsatz. Die überwiegend schadstofffreien Materialien auf Dimerfettsäurebasis werden in der Aufschmelzeinheit durch Erwärmung verflüssigt. Sie lassen sich mit geringen Drücken in Formen einbringen und verfestigen beim Abkühlen.



Die Verarbeitungstemperaturen liegen typischerweise zwischen 160 und 240 °C, ca. 40-50 °C über dem jeweiligen Erweichungspunkt des verwendeten Materials. Das Einbringen des heißen, flüssigen Materials in das Formwerkzeug erfolgt bei sehr niedrigem Druck. Die Viskosität beträgt in der Regel zwischen 1 und 10 Pas. In der Konsistenz vergleichbar etwa mit flüssigem Honig. Somit genügt ein relativ geringer Einspritzdruck, typischerweise 5 bis 25 bar, um die Materialien in die Vergusskavität einzubringen. Dank dieser Eigenschaft ist auch der Verguss sensibler Bauteile wie Leiterplatten und Sensoren möglich. Werden höher viskose Spezialmaterialien verwendet oder erfordert die Geometrie des zu vergießenden Bauteils höhere Drücke, lassen sich bis zu 48 bar realisieren. Sollte es in Sonderfällen notwendig sein, so können aber auch Drücke kleiner 5 und größer 48 bar erreicht werden. Die Materialien beginnen wieder fest zu werden, sobald sie in das relativ kalte Werkzeug fließen. Je nach Prozessanforderung sollte die Werkzeugtemperatur zwischen Raumtemperatur und ca. 60 °C liegen. Entscheidend ist eine konstante Temperatur, um entsprechende Prozesssicherheit gewährleisten zu können.

Sobald die Formkavität gefüllt ist, wird durch das nachfließende Material der voreingestellte Druck erreicht. Die nun folgende Nachdruckphase ist notwendig um den Materialschumpf zu reduzieren. Gleichzeitig beginnt der Kühlprozess:

Das Material trifft auf die Außenwände der formgebenden Vergusskavität und kühlt innerhalb kürzester Zeit aus. Der vollständige Formgebungszyklus dauert im Durchschnitt zwischen 10 und 60 Sekunden. Ein zusätzliches Gehäuse, welches wie beim Potting gefüllt wird, ist beim Niederdruckverguss nicht erforderlich. Hier kann die Formgebung direkt durch den Verguss im Werkzeug realisiert werden. Zusätzliche Prozessschritte oder Lagerhaltung entfallen. Das Bauteil lässt sich ohne Aushärte- oder Reaktivierungszeiten sofort weiterverarbeiten.

Trotz der relativ hohen Verarbeitungstemperaturen ist auch der Verguss von temperaturempfindlichen Bauteilen möglich. Eine entsprechende Werkzeuggestaltung beeinflusst den Materialfluss auch im Hinblick auf die Temperaturführung. Durch die hohe Wärmeleitfähigkeit des Werkzeugkörpers (überwiegend gefertigt aus Aluminium) kommen die Bauteile nicht, oder nur sehr kurz mit der vollen Verarbeitungstemperatur in Berührung.

Bei speziellen Anwendungen kommen statt thermoplastischer Polyamide auch Polyolefine zum Einsatz. Beide Produktklassen gehen mit vielen Materialien eine sichere und beständige Haftung ein. Hierbei handelt es sich um einen rein physikalischen Vorgang. Eine chemische Reaktion wie bei 2-Komponentenmaterialien findet nicht statt. Die Hafteigenschaften der verwendeten Materialien ermöglichen, bei passender Materialkombination, einen Schutz der Bauteile bis IP68. Wichtig für den Aufbau der Haftungsbrücken ist die passende Kombination von Trägermaterial, Vergussmaterialtyp und Prozess.

**Eine anschauliche Erklärung des LPM Verfahrens finden Sie unter folgendem Link.**

[▶ Jetzt ansehen!](#)



# Wo kommt Low-Pressure Moulding zur Anwendung?

Vor dem Hintergrund zunehmend komprimierten Bauraums und wachsender Leistungsdichten steigen die Anforderungen an das Design elektronischer und elektrischer Komponenten. Vergussverfahren und -materialien zählen mit zu den entscheidenden Faktoren für die dauerhafte Funktion elektrischer und elektronischer Baugruppen.

Ursprünglich für und zusammen mit der Automobilindustrie entwickelt, hat sich das Verfahren inzwischen zu einer etablierten Fertigungstechnologie in vielen Bereichen der Elektronikproduktion entwickelt und kommt in diversen Branchen zur Anwendung. Einige typische Anwendungsfelder werden im Folgenden vorgestellt.

## Stecker und Tüllen

LPM realisiert die Umhausung und Abdichtung für Steckverbindungen und Tüllen, auch mit integrierter Zugentlastung und Knickschutz. Eine jeweils speziell angefertigte Vergusskavität, Klemmplatten und Gegenstecker im Werkzeug sorgen für eine definierte Lage der Bauteile und, falls erforderlich, für deren Abdichtung.

## Mikroschalter

LPM gewährleistet die langfristige Funktionserhaltung von Mikroschaltern durch den Schutz vor eindringender Feuchtigkeit.

## Sensoren

Mit dem LPM-Verfahren lassen sich Sensoren komplett oder teilweise umhüllen. Wichtige Messbereiche können vom Verguss freigehalten und gleichzeitig andere Elektronik-Bereiche mediendicht geschützt werden. Hier spielen die klebetechnischen Eigenschaften der Materialien eine maßgebliche Rolle.

## Gehäuseersatz

Aus der Kombination von individueller Formgebung und Abdichtung in einem Prozessschritt ergeben sich auch Vorteile für die Produktion, darunter höhere Stückzahlen pro Zeiteinheit und Kosteneinsparungen durch weniger Prozessschritte.

## Leiterplatten

Auch Leiterplatten sind dank des niedrigen Drucks im LPM-Verfahren vergießbar. Der Verguss dient zum Schutz der Bauteile vor Vibration, Feuchtigkeit, Verschmutzung, Berührung und mechanischer Belastung ohne sie durch den Prozess zu beeinflussen oder gar zu beschädigen.



Das vollständige WhitePaper können Sie kostenfrei unter folgendem Link anfordern:

 [WhitePaper](#)



OptiMel

**OptiMel Schmelzgußtechnik GmbH**

Almeloer Straße 9  
58638 Iserlohn, Germany

info@optimel.de  
T. +49 (0) 2371 1597-0