

Facts About. Industriegase als Helfer beim Spritzgießen.

Linde Gas

Linde

Dieser Artikel erschien in der Fachzeitschrift „Kunststoffe“, Ausgabe 12/2004.

Gas-Innendruck-Technik

Hohlraumteile, Temperieren, Schäumen – der Einsatz von Stickstoff oder Kohlendioxid bei Spritzgießanwendungen bringt zahlreiche wirtschaftliche wie technische Vorteile und nimmt deshalb mehr und mehr zu.

Bei der Gas-Innendruck-Technik (GIT) wird Stickstoff unter hohem Druck in die Polymerschmelze injiziert. Das Gas verdrängt die das Spritzgießwerkzeug nicht vollständig füllende Schmelze aus dem Kern des Bauteils und drückt sie an die Formwandung. So entsteht im Kern des Bauteils ein Hohlraum – Rohstoffverbrauch und Produktgewicht nehmen deutlich ab. Nach dem Erstarren wird das Gas aus dem Bauteil abgelassen.

Vorteile der Gas-Innendruck-Technik (GIT):

- Höhere Produktqualität, insbesondere bessere Oberflächen, keine Einfallstellen, weniger Verzug, größere Maßhaltigkeit
- Kürzere Zykluszeiten durch schnellere Kühlung
- Reduzierte Schließkraft an der Spritzgießmaschine

Bisher lag das Hauptproblem bei GIT darin, den gasförmigen Stickstoff kostengünstig und mit hoher Reinheit auf hohe Drücke zu verdichten. Dieser Vorgang erfordert viel Energie und hohen Wartungsaufwand an den Verdichtern. Deren Ölschmierung verunreinigt zudem den Stickstoff, mindert die Produktqualität und die Prozesssicherheit.

Geeignete Hochdruckstickstoff-Versorgung senkt also die Kosten für das Spritzgießen erheblich. Eine interessante Alternative zur herkömmlichen Stickstoffversorgung bietet das von Linde entwickelte und patentierte Druckerhöhungssystem DESY® 300/100 (s. Grafik 2).

DESY® 300/100 verdichtet Stickstoff flüssig auf bis zu 300 bar. Danach verdampft der flüssige Stickstoff in einem Hochdruck-Verdampfer. Sehr niedriger Energieverbrauch bei absolut reinem, ölfreiem Gas sind die Hauptvorteile dieses Systems.

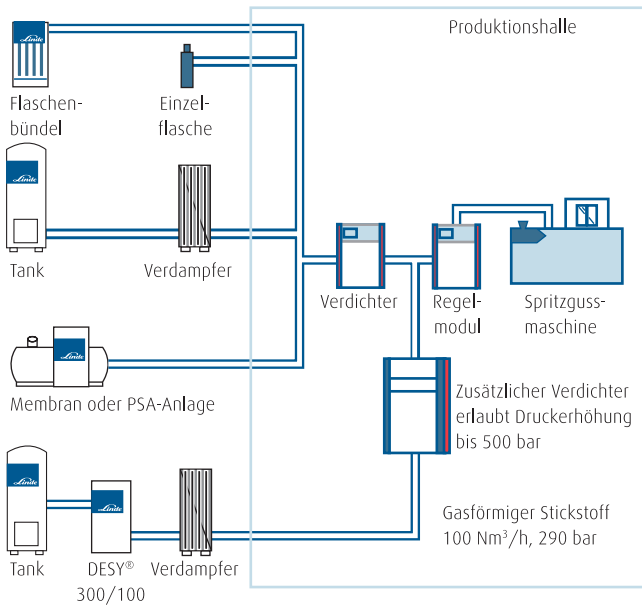
Anders als herkömmliche Kryopumpen passt sich das System automatisch dem Gasverbrauch an – selbst bei stark schwankendem Bedarf. Bei höherem Druckbedarf (über 300 bar) kann ein zusätzlicher Verdichter, der nur sehr wenig Energie benötigt, eingesetzt werden.

Vorteile von DESY® 300/100:

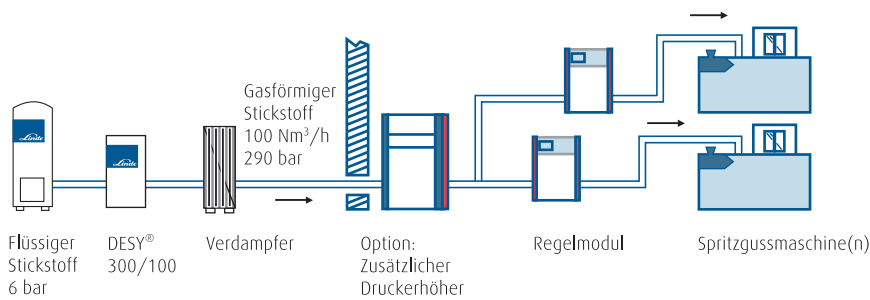
- Sehr niedriger Energiebedarf dank kostengünstiger Flüssigverdichtung
- Konstant hohe Qualität der mit Gas-Innendruck hergestellten Teile, dank absolut reinem, ölfreiem Stickstoff
- DESY® 300/100 liefert exakt die vom Nutzer gewünschte Stickstoffmenge, auch wenn der Bedarf stark schwankt
- Kleine Abmessungen
- Niedrige Installations- und Betriebskosten

Gas-Innendruck-Technik (GIT) erzeugt Hohlräume in unterschiedlichsten Spritzgussteilen, etwa Kühlschrankschrankgriffe oder Bürostühle





Grafik 1: Lösungen zur Stickstoffversorgung für die Gas-Innendruck-Technik (GIT); PSA steht für „pressure swing adsorption“ (Druckwechseladsorption)



Grafik 2: DESY® 300/100 ist, in Kombination mit einem Hochdruck-Verdampfer, ein vorteilhaftes Stickstoff-Versorgungs-System für die Gas-Innendruck-Technik

Gas-Innendruck-Technik mit Innenkühlung

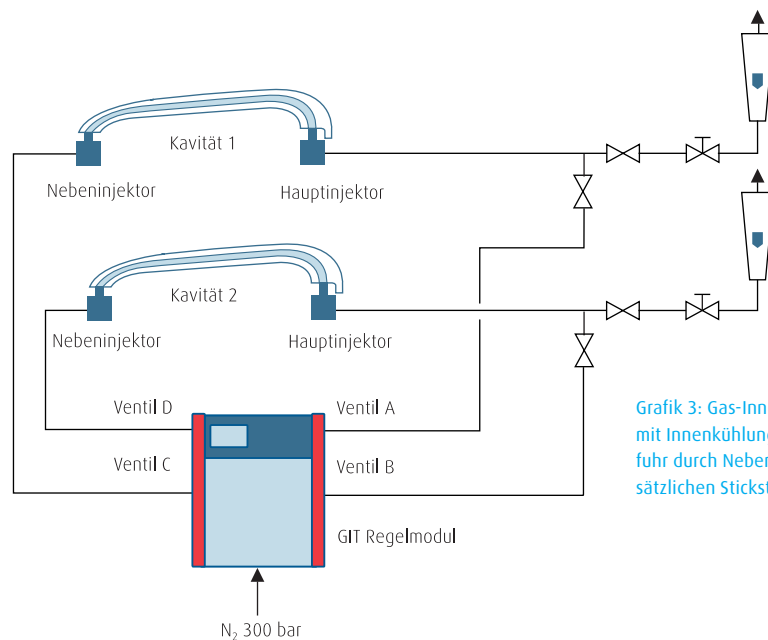
Gas-Innendruck-Technik (GIT) lässt sich durch Innenkühlung ergänzen. Das von Linde entwickelte und patentierte Innenkühlverfahren bietet zusätzliche Vorteile bei der Herstellung günstigerer, maßgenauerer und leichter Spritzgussteile. Anwenden lässt es sich für jedes Produkt mit rohrförmigem Hohlraum, etwa alle Arten von Griffen oder dergleichen.

Die Innenkühlung verwendet den beim GIT-Spritzgießen bereits in Umgebungstemperatur vorliegenden Hochdruck-Stickstoff. Dieser strömt kontrolliert durch den vorhandenen Gaskanal und führt dabei Wärme aus dem Inneren des Spritzgussteils ab. Das Resultat sind deutlich kürzere Kühl- und damit auch Zykluszeiten.

Letztere verringern sich nachweislich um bis zu 30 %, bei nur ein- bis dreifach höherem Stickstoffverbrauch. Zusätzlich sind die Innenflächen der Bauteile glatter und die Maßhaltigkeit besser als bei herkömmlichen GIT-Erzeugnissen.

Bei der Betrachtung der Innenkühlung ist die aus dem Produktinneren abzuführende Wärmemenge mit der über die Form abgeführten Wärmemenge zu vergleichen. Im herkömmlichen GIT-Verfahren reicht zwar die Wärmekapazität von Stickstoff meist aus, um das Produkt zu kühlen, doch steigende Anforderungen an Effizienz und Produktdesign erfordern zusätzliche Kühlung von innen.

Das neue Innenkühlverfahren von Linde erzielt eine höhere Kühlleistung durch zusätzlichen Gasfluss. Nach der normalen Gasinjektion wird die Stickstoffzufuhr zum Hauptgasinjektor unterbrochen und dieser zur Umgebung hin geöffnet. Gleichzeitig wird über einen gegenüberliegenden zweiten Gasinjektor am anderen Ende des Gaskanals Stickstoff eingespeist. Der Stickstoff durchströmt den gesamten Gaskanal des Produktes und verlässt ihn durch den Hauptinjektor, der somit zum Auslass wird. Zum einwandfreien Betrieb dieser Technologie sind Druck und Strömungsgeschwindigkeit des Stickstoffs genau zu kontrollieren.



Grafik 3: Gas-Innendruck-Technik (GIT) mit Innenkühlung: höhere Wärmeabfuhr durch Nebeninjektoren und zusätzlichen Stickstoff

Glatte Innenflächen,
kürzere Zykluszeiten
und komplexere Bauteil-
formen – Innenkühlung
optimiert die Gas-
Innendruck-Technik



Vorteile der Innenkühlung:

- Bis zu 30 % kürzere Zykluszeiten
- Höhere Qualität, insbesondere geringere statistische Abweichungen von Maßhaltigkeit, Gewicht und Form der Produkte
- Glattere Innenflächen der Produkte
- Hohe Wirtschaftlichkeit (niedrige Investitions- und Betriebskosten)
- Einfache Installation
- Bauteile mit komplexeren Formen können hergestellt werden

Die Kosten für zusätzliche Ausrüstung und Stickstoffmenge sowie die Kosten zum Umbau der Form, vor allem zur Montage des zweiten Gasinjektors, fallen im Vergleich zur Produktionersparnis nur wenig ins Gewicht. Um die Innenkühlung an bereits vorhandenen GIT-Spritzgussmaschinen einzusetzen, ist ein zweiter Gasinjektor auf der dem ursprünglichen Gaseinlass gegenüberliegenden Seite zu platzieren. Ob weitere Ausrüstung benötigt wird, hängt von der verwendeten GIT-Variante sowie vom Bauteil ab.

CO₂-Temperierung

Die CO₂-Temperierung (Spot Cooling) eignet sich für alle Produkte, deren Kühl- und Zykluszeiten – bei gleich bleibend hoher Qualität – reduziert werden sollen. Vor allem verbessert sie die Kühlung der „hot spots“ eines Werkzeugs: sehr dünne Stellen, kleine Kerne oder örtliche Materialanhäufungen.

Entscheidend für hohe Qualität und kurze Kühlzeiten ist eine Temperierung, die sich gleichmäßig im Werkzeug verteilt. Die Wasserkühlung wirkt nur bedingt, wenn der Platz für Kühlkanalbohrungen begrenzt ist: Insbesondere das Temperieren langer, dünner Kerne oder anderer schwer zugänglicher Werkzeugstellen führt in der Praxis zu Problemen. Die CO₂-Temperierung solcher „hot spots“ ergänzt daher die Wasserkühlung genau an jenen Stellen der Form, an denen sich eine herkömmliche Temperierung nicht effektiv einsetzen lässt.

Gestützt auf langjährige Erfahrung mit Kühltechnologien entwickelte und verfeinerte Linde zusammen mit ISK Iserlochner Kunststofftechnologie GmbH die CO₂-Temperierung für herkömmlichen Stahl. Flüssiges CO₂ strömt unter hohem Druck (etwa 60 bar) durch dünne, flexible

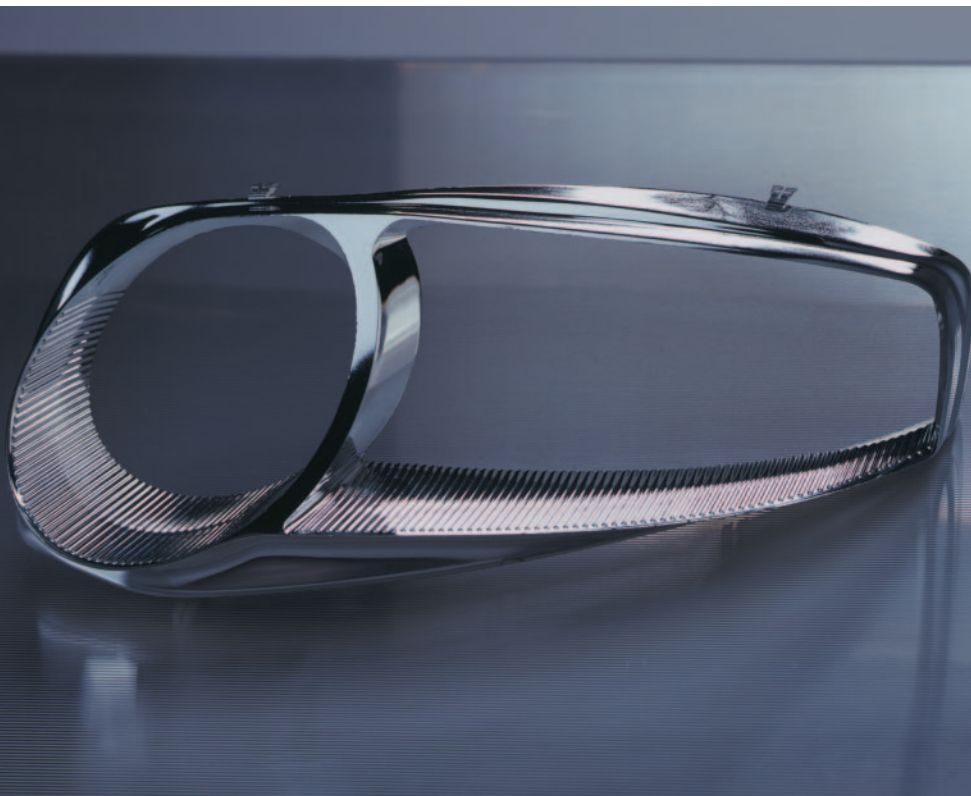
Kapillarrohre (Außendurchmesser 1,6 mm oder kleiner) zum Einsatzort. Bei der Expansion des CO₂ entsteht ein Schnee-Gas-Gemisch mit einer Temperatur von ca. -79 °C und hoher Kühlkapazität. Das CO₂ entzieht dabei dem Stahl des Werkzeugs Wärme und verlässt die Form durch entsprechende Auslasskanäle als Gas.

Kühl- und Zykluszeiten lassen sich so enorm reduzieren (letztere auf bis zu 50 % und mehr). Die hohe Effizienz dieser Kühlmethode wie auch die niedrigen Investitionskosten und die einfache Installierung machen die CO₂-Temperierung sehr attraktiv – sowohl für neue Spritzgießwerkzeuge als auch zur Nachrüstung bereits vorhandener Formen.

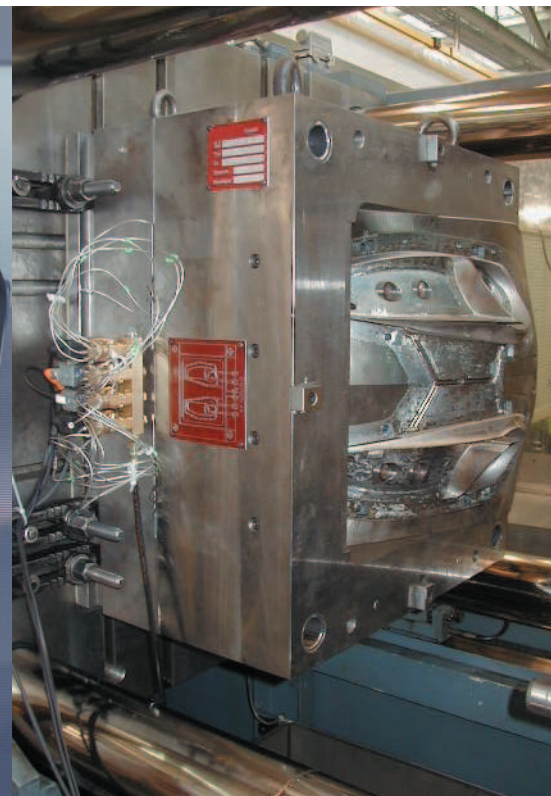
TOOLVAC®

TOOLVAC® ist eine spezielle Kühltechnologie, die Werkzeuge aus porösem Stahl verwendet und das Kühlmittel Wasser durch Kohlendioxid ersetzt. Wegen der Durchlässigkeit des Stahls kann sich das CO₂ gleichmäßig im Werkzeug verteilen und so die Wärme besser abführen. Der mikroporöse Stahl lässt sich auch zur Entlüftung einsetzen, um den so genannten Dieseleffekt zu vermeiden.

Spritzgussteile für einen Autoscheinwerfer ...



... und die Spritzgussmatrize



Mikrozelluläres Schäumen

Mikrozelluläre Schäume haben gleichmäßige Zellstrukturen mit sehr kleinen Bläschen (kleiner als 100 µm) und deutlich bessere mechanische Eigenschaften als herkömmlicher Schaum. Kohlendioxid oder Stickstoff dienen beim mikrozellulären Schäumen als physikalische und unter hohem Druck von bis zu 500 bar dosierte Treibmittel.

Auf dem Markt sind diverse Verfahren, die sich vor allem darin unterscheiden, wie das Treibmittel dosiert, wo es eingespeist und wie es ins Polymer eingemischt wird. Generell lässt sich das Treibmittel in die Plastiziereinheit injizieren und hier vermischen (MuCell-Verfahren der Trexel Inc.) oder nach der Schnecke injizieren und in einem separaten Mischer einmischen (ErgoCell-Verfahren der Demag Plastics Group und Optifoam-Verfahren der Sulzer Chemtech AG).

Die geschäumten Teile haben einen porösen Kern und eine kompakte Außenhaut. Ihr Hauptvorteil: Sie sind wesentlich leichter als kompakte Formteile, erfordern bis

zu 30% weniger Material, verziehen sich weniger und haben keine Einfallstellen. Die geringere Viskosität des Gemisches verlangt der Spritzgießmaschine zudem weniger Schließkraft ab. Nachteilig ist, dass sich die Oberflächen nicht für Hochglanzanwendungen eignen.

Mikrozellulärer Schaum entsteht, wenn sich im Polymer eine große Zahl von Zellkeimen, mit oder ohne Einfluss zusätzlicher Nukleierungsmittel, etwa Talkum oder Glasfasern, bildet. Das in die Polymerschmelze injizierte Treibmittel löst sich unter hoher Temperatur und hohem Druck und bildet mit der Schmelze eine einphasige Lösung: Es entstehen sehr viele kleine Zellen, die, wenn das Treibmittel zu diffundieren beginnt, gleichzeitig und im selben Maße wachsen. Beim Einspritzen in die Kavität sinkt schlagartig der Druck, das Treibmittel übersättigt im Polymer sehr stark, und die Schaumbildung beginnt. Die Druckabfallgeschwindigkeit muss sehr hoch sein, da ein langsamer Druckabfall die Ausbildung großer Blasen zur Folge hat.

Die Autoren

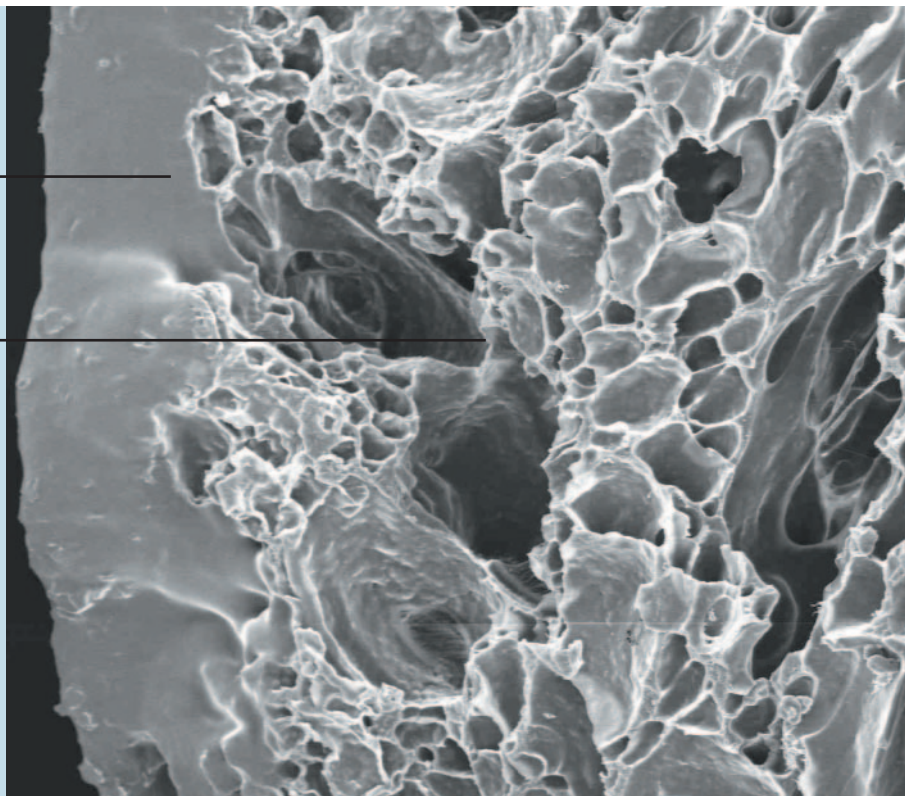
M. Sc. Ursula Resgen, geb. 1951, ist bei der Linde Gas Division, Lidingö/Schweden, für Entwicklung und Anwendungstechnik des Gaseinsatzes in Kunststoffverarbeitung verantwortlich.

Dipl.-Ing. Andreas Praller, geb. 1966, ist bei der Linde Gas Division in München auf demselben Gebiet tätig.

Schaumstruktur im Querschnitt

Kompakte Randschicht

Poröser Kern



Vorsprung durch Innovation.

Linde Gas ist mehr. Linde Gas übernimmt mit zukunftsweisenden Produkt- und Gasversorgungskonzepten eine Vorreiterrolle im globalen Markt. Als Technologieführer ist es unsere Aufgabe, immer wieder neue Maßstäbe zu setzen. Angetrieben durch unseren Unternehmergeist arbeiten wir konsequent an neuen hochqualitativen Produkten und innovativen Verfahren.

Linde Gas bietet mehr – wir bieten Mehrwert, spürbare Wettbewerbsvorteile und erhöhte Profitabilität. Jedes Konzept wird exakt auf die Bedürfnisse unserer Kunden abgestimmt. Individuell und maßgeschneidert. Das gilt für alle Branchen und für jede Unternehmensgröße.

Wer heute mit der Konkurrenz von morgen mithalten will, braucht einen Partner an seiner Seite, für den höchste Qualität, Prozessoptimierungen und Produktivitätssteigerungen tägliche Werkzeuge für optimale Kundenlösungen sind. Partnerschaft bedeutet für uns jedoch nicht nur wir für Sie – sondern vor allem wir mit Ihnen. Denn in der Kooperation liegt die Kraft wirtschaftlichen Erfolgs.

Linde Gas – ideas become solutions.

Vertriebszentrum

Berlin

Telefon 030.609 08-0
Telefax 030.609 08-199

Hamburg

Telefon 040.85 31 21-0
Telefax 040.85 31 21-166

Köln

Telefon 022 36.39 08-0
Telefax 022 36.39 08-149

Mainz

Telefon 061 34.208-0
Telefax 061 34.208-25

Nürnberg

Telefon 09 11.42 38-0
Telefax 09 11.42 38-115

Düsseldorf

Telefon 02 11.74 81-0
Telefax 02 11.74 81-403

Hannover

Telefon 05 11.279 93-0
Telefax 05 11.279 93-53

Leuna

Telefon 034 61.853-0
Telefax 034 61.853-300

München

Telefon 089.310 01-0
Telefax 089.310 01-521

Stuttgart

Telefon 07 11.8 00 02-0
Telefax 07 11.8 00 02-19

Getränke, Industrie und Handel

Telefon 02 31.51 91-33 55
Telefax 02 31.51 91-33 13

Linde AG

Geschäftsbereich Linde Gas, Seitnerstraße 70, 82049 Höllriegelskreuth
Telefon 089.74 46-0, Telefax 089.74 46-12 16, www.linde-gas.de

Linde Gas

