

Mehr als flüchtige Moleküle.

Technische Gase für die chemische Industrie.



THE LINDE GROUP

Linde

Inhalt.

- 03 Einleitung**
Bedeutung technischer Gase für die chemische Industrie

- 04 Effizienzsteigerung durch Sauerstoff**
Prozessintensivierung von Lufoxidationen durch Sauerstoffanreicherung mit umfangreichen Serviceleistungen zur technischen Realisierung

- 06 Inertisieren mit Stickstoff**
Schutz von Produkten bei Lagerung, Transport und Verarbeitung sowie zur Vermeidung von Explosionsrisiken

- 08 Optimierung von Prozessen**
Prozesstemperierung bei tiefen Temperaturen mit Flüssigstickstoff und Prozessüberwachung durch Prüfgase, Reinstgase und Gasgemische

- 10 Einsatz von CO₂ in vielen Industriebereichen**
Vielfältige Anwendung als Neutralisations-, Löse-, Treib- und Hilfsmittel sowie als effizientes Kühlmittel und Reinigungsmedium

- 12 Hydrierungen mit Wasserstoff**
Einsatz als Reduktionsmittel, auch zur Entfernung von Verunreinigungen, zur Qualitätssicherung sowie im Umweltschutz und in der Biotechnologie

- 14 Umweltschutz und Wertstoffrückgewinnung**
Schonende Abwasserbehandlung mit Sauerstoff und Kohlendioxid sowie Abgasreinigung und Wertstoffrückgewinnung mit tiefkaltem Stickstoff

- 16 Umfangreiche Palette an Serviceverfahren**
Verkürzung der Ausfallzeiten bei Instandhaltung und Revision sowie Vermeidung von Brand- und Explosionsgefahr

- 18 Zuverlässige Gaseversorgung für jede Anforderung**
Schnelle, sichere und wirtschaftliche Versorgung, von der Gasflasche über die On-Site-Anlage bis hin zur Rohrleitungsversorgung

Erhöhte Profitabilität und Sicherheit. Anwendungstechnik und Know-how von Linde.

Linde liefert Gase in über 100 Länder und bedient allein in Deutschland mehr als 180.000 Kunden. Über die verlässliche Versorgung mit technischen Gasen und Spezialgasen hinaus kann diesen eine umfangreiche Palette an Dienstleistungen angeboten werden. Auf Basis von anwendungstechnischem Know-how sowie einem modernen Hardware-Portfolio können Prozessabläufe durch Anwendung technischer Gase effizienter und damit profitabler gestaltet werden – und dies bei schonendem Umgang mit Umwelt und Ressourcen.

In der chemischen Industrie haben sich technische Gase schon lange bei verschiedensten Einsatzfällen als „unsichtbare Helfer und Problemlöser“ bewährt. Dabei beschränkt sich ihre Anwendung nicht nur auf den Schutz von Anlagen und Produkten, z. B. bei Lagerung und Transport. Als Reaktanden im Produktionsprozess sind technische Gase ebenso unverzichtbar wie zur Prozess- und Qualitätskontrolle sowie zur Erhöhung der Sicherheit und bei Instandhaltungsmaßnahmen. Darüber hinaus verlangen gegebene Aufgabenstellungen oft nach individuell gestalteten Lösungen, um effizienzoptimierte und gleichzeitig sichere Gaseanwendungen zu gewährleisten.

Linde kann als Antwort auf anwendungstechnische Herausforderungen umfassende Leistungen anbieten, die auf umfangreichem Expertenwissen basieren. Zur Verfügung stehen neben Software und Rechenkompetenz zur Versuchsauswertung, Maßstabsübertragung und Sicherheitsbewertung auch ein umfangreiches Hardware-Portfolio. Diese Werkzeuge erlauben sowohl im technischen wie auch im Pilot-/Labormaßstab die Erarbeitung optimierter Gaseanwendungen, wobei unsere Fachleute eng mit dem Kunden kooperieren. Dies gilt nicht nur hinsichtlich gemeinsamer Problemanalyse, sondern ebenso im Hinblick auf die Vorbereitung sowie die Durchführung von Versuchen – auch im technischen Maßstab. Abgerundet wird die Zusammenarbeit durch die Unterstützung bei der Auslegung bis hin zur Realisierung des Gaseinsatzes, d. h. ausgehend von der Idee bis zur Inbetriebnahme.

Bei der Anwendung technischer Gase kann Linde auf einen reichen, über viele Jahrzehnte erworbenen Schatz an Kompetenz und Erfahrungen zurückgreifen, der nicht selten auch aus anderen Industrien auf die Anforderungen der Chemie übertragen werden kann. Das entsprechende Know-how erlaubt es, unseren Kunden in vielen Fällen maßgeschneiderte Lösungen anbieten zu können.

Technische Gase im Überblick

Sauerstoff	Stickstoff	Kohlendioxid	Wasserstoff	Reinstgase/Gasgemische
Prozessintensivierung	Inertisierung	Neutralisation	Hydrierung	Kalibrierung
Oxidationsmittel	Prozesstemperierung	Lösungs-/Treibmittel	Reduktionsmittel	Prozessüberwachung
O ₂ -Anreicherung	Abgasreinigung	Kühlung/Reinigung	Brenn-/Treibstoff	Analytik/Messtechnik
Abwasserbehandlung	Wertstoffrückgewinnung	Abwasserbehandlung	Qualitätssicherung	Betriebsgase

Prozessintensivierung mit minimalem Aufwand. Effizienzsteigerung von Luftoxidationen durch Sauerstoff.

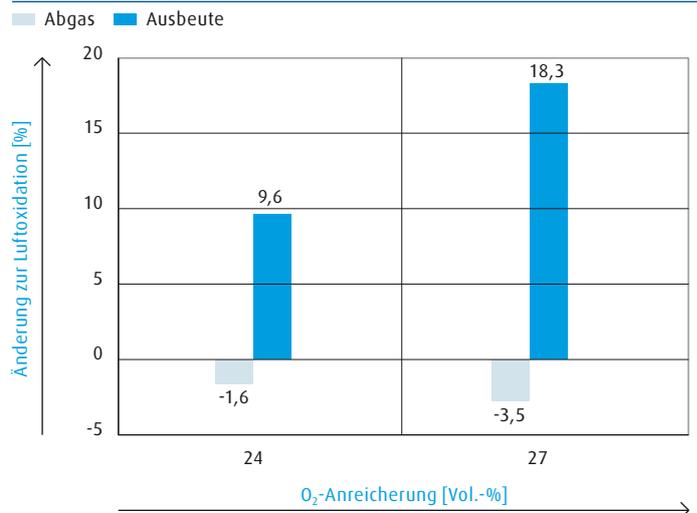
Oxidationsreaktionen sind aus der Vielfalt prozesschemischer Vorgänge nicht wegzudenken. Dabei ist molekularer Sauerstoff das mit Abstand wichtigste Oxidationsmittel und wird in zunehmendem Maße als Reingas eingesetzt. Historisch gewachsen findet aber auch eine Vielzahl von Verfahren Einsatz, die auf der Anwendung von Luft als Oxidationsmittel basieren. Aufgrund des hohen N_2 -Gehaltes von 78 Vol.-% ist ihr Oxidationspotenzial jedoch stark eingeschränkt. Daneben sind erhebliche, sich inert verhaltende Gasmengen durch den Prozess zu schleusen, die

aufzuwärmen wie auch abzukühlen sind und auch einen erheblichen Aufwand bei der Abgasbehandlung mit sich bringen. Diesen Einschränkungen kann in vielen Fällen durch Zusatz von gasförmigem Sauerstoff (GOX) zur Prozessluft entgegen gewirkt werden (vgl. Grafik rechts). Typische Ansatzpunkte für diese so genannte O_2 -Anreicherung, die meist ohne großen Aufwand realisiert werden kann, sind Limitationen in der Prozessluftversorgung, Anforderungen zur Kapazitätssteigerung, überlastete Abgasbehandlungsstufen etc.



O_2 -Injektor OXYMIX™ – Hardware zum sicheren und homogenen Einmischen von O_2 in Oxidationsluft

O₂-Anreicherung bei Gas-/Flüssig-Oxidationen



Experimente mit O₂-Anreicherung:
Erzielbare Effekte bei der Luftoxidation von Cumol zu Cumolhydroperoxid

Thermische Luftoxidationen

Oxidationen ohne katalytische Unterstützung finden in der Prozesschemie vielfältige Anwendung; dies nicht nur in Produktionsstufen, sondern auch bei der Behandlung von gasförmigen oder flüssigen Abfallstoffen. Bei diesen Einsatzfällen stellt Reinsauerstoff als alleiniges Oxidationsmittel eher die Ausnahme dar. Weithin vorherrschend sind Luftoxidationen, die häufig durch zusätzlichen Einsatz von Sauerstoff intensiviert werden – und dies nicht nur bei bedeutenden Partialoxidationen, wie etwa der Rückgewinnung von Schwefel aus H₂S-haltigen Gasen:

- Regenerierung von Katalysatoren durch Abbrennen von Koksablagerungen
- Abrösten sulfidischer Erze
- Recycling von gebrauchter Schwefelsäure
- Rußherstellung
- Verbrennung hochbelasteter Abwässer

Katalytische Luftoxidationen

Effizienzsteigernde Effekte kann die Sauerstoffanreicherung der Prozessluft auch bei einer Vielzahl von Produktionsverfahren mit sich bringen, die auf katalytisch unterstützter Luftoxidation basieren – sei es in der Gas- oder in der Gas-/Flüssig-Phase. Luftoxidationen finden typischerweise Anwendung im Zuge der Herstellung von Basis-Chemikalien, wie z. B. Terephthalsäure, Cyclohexanon, Ethylendichlorid oder Acrylnitril. Bei zahlreichen weiteren Luftoxidationen bietet sich die O₂-Anreicherung als Maßnahme zur Prozessintensivierung an, wobei neben Sicherheitsaspekten vor allem thermische Effekte zu beachten sind.

Serviceleistungen

Zur technischen Realisierung einer O₂-Anreicherung ist eine ganze Reihe von Maßnahmen zu treffen. Dementsprechend bietet Linde ein umfassendes Servicepaket an, auf dessen Basis alle Schritte von der Vorbereitung über gemeinsame Versuche – auch im technischen Maßstab – bis hin zur Implementierung und Inbetriebnahme abgedeckt werden können. Neben Hardware zur maßgeschneiderten Gaseversorgung und -dosierung (siehe Bild eines O₂-Injektors links unten) stehen Rechenwerkzeuge zur Verfügung, die nicht nur Versuchsauswertungen, Simulationen und Maßstabsübertragungen erlauben. Mit Software von Linde können darüber hinaus auch sicherheitsrelevante Fragestellungen betrachtet und bewertet werden. Weiterhin werden experimentelle Vorarbeiten zur Vorhersage des Verhaltens von technischen Installationen angeboten. Beispiele dafür sind Gas-/Flüssig-Oxidationen, bei denen in der Oxidationsluft unterschiedliche O₂-Gehalte eingestellt und deren Effekte verglichen werden können. Siehe hierzu auch das Bild auf Seite 13, welches die Versuchseinrichtung zeigt, mit der u. a. die Autoxidation von Cumol, ein Schlüsselschritt bei der gekoppelten Produktion von Phenol und Aceton, untersucht wurde. Das oben angeführte Diagramm zeigt entsprechende Versuchsergebnisse – hier einen Vergleich zwischen reiner (d. h. 21 Vol.-% O₂) und O₂-angereicherter Oxidationsluft.

Unsichtbar und dennoch unverzichtbar. Inertisieren mit Stickstoff für effiziente und sichere Prozesse.

Technische Gase werden häufig nur als Hilfsstoffe von untergeordneter Bedeutung angesehen. Ohne sie würden jedoch viele Prozesse in der chemischen Industrie überhaupt nicht ablaufen. So helfen Gase bei der Gewährleistung wie auch der Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Verfahren und tragen neben der Qualitätssicherung wesentlich zur Anlagensicherheit bei.



Inertisieren

Unter den Gaseanwendungen in der Chemie zählt das Inertisieren zu den wichtigsten Verfahren. Dabei verdrängt ein Inertgas brennbare Gase, Oxidationsmittel wie z. B. molekularen Sauerstoff oder auch Feuchtigkeit. Inerte Gase, typischerweise Stickstoff, verhindern das Entstehen einer explosionsfähigen Atmosphäre, was beispielsweise das gefahrlose An- und Abfahren von Anlagen ermöglicht.

Bei Lagerung, Transport und Verarbeitung von Produkten schützt das inerte Gas vor Oxidationsreaktionen und dem Zutritt von Luftfeuchtigkeit.

Folgende Methoden werden zur Inertisierung angewendet:

- Verdünnungsspülung
- Verdrängungsspülung
- Druckwechselfpülung (Druckaufbau, Entspannung, ggf. Vakuum)
- Überlagern

Die Kenntnis der Explosionsgrenzen ist bei vielen Prozessen und Arbeiten zwingend notwendig. Diese sind sowohl von der Zusammensetzung des Stoffgemisches als auch von der Temperatur sowie vom Druck abhängig. Neben der experimentellen Bestimmung der Explosionsgrenzen gewinnt entsprechende Software zu ihrer Berechnung an Bedeutung.

Safety system – Sicherheitsdreieck (Bildschirmansicht)

BEI 25.0°C UND 1.0 BAR (a) FÜR MISCHUNG (BRENNSTOFF)

(U) UNTERE ZÜNDGRENZE 3.3 Vol.-% BRENNSTOFF

(O) OBERE ZÜNDGRENZE 14.8 Vol.-% BRENNSTOFF

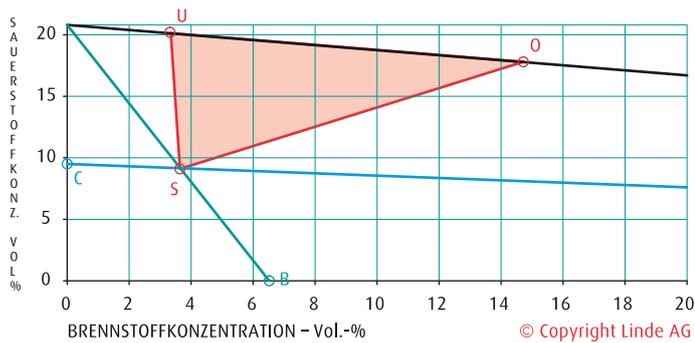
(S) MIN O₂ KONZ. FÜR ZÜNDBARKEIT 9.2 Vol.-% SAUERSTOFF (3.7 Vol.-% BRENNSTOFF)

(C) ANFAHREN = MAX 9.5 Vol.-% SAUERSTOFF

(B) ABFAHREN = MAX 6.5 Vol.-% BRENNSTOFF

Inertgas Stickstoff

BRENNSTOFFMISCHUNG	Vol.-%
METHAN	75.0
PROPAN	15.0
ISOBUTAN	10.0



Der Sicherheitsfaktor ist im Diagramm nicht inbegriffen

Ein Beispiel ist das von Linde entwickelte Programm Linde Safety System, mit dessen Hilfe auch das Verhalten komplexer Gasmische beschrieben werden kann. Weiterhin wurde auch eine Software entwickelt, mit der sich die Dauer und der notwendige Inertgasbedarf für die verschiedenen Methoden der Inertisierung vorausberechnen lassen.

Für die sichere Dosierung von Feststoffen wie Pulvern etc. in Reaktionsbehälter wurden Inertgasschleusen entwickelt. Diese erzeugen einen Gasschleier in der Einfüllöffnung und verhindern so den Zutritt von Sauerstoff und Feuchtigkeit. Dadurch werden sowohl Produktqualität als auch Arbeitssicherheit gewährleistet.



N2LOCK® Inertgasschleuse zum sicheren manuellen Befüllen mit Schüttgütern

Beste Ergebnisse durch beste Bedingungen. Prozessoptimierung mit technischen Gasen.

Prozesstemperierung mit flüssigem Stickstoff

Vor allem in Rührkesselreaktoren werden häufig Synthesen oder Prozessschritte durchgeführt, die bei unterschiedlichen Temperaturen ablaufen. In der Fein- und Spezialchemie werden mitunter Tieftemperatursynthesen durchgeführt, die Temperaturen unterhalb von -100°C erfordern können.

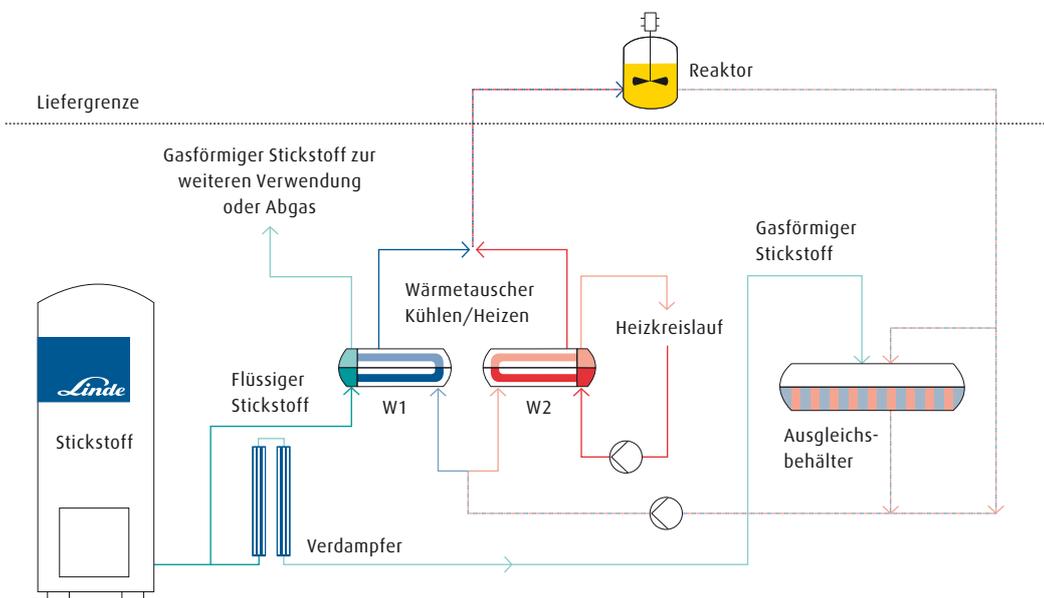
Für die Erzeugung tiefer Temperaturen ($<-40^{\circ}\text{C}$) bietet sich flüssiger, tiefkalter Stickstoff an, da hiermit die Kühlleistung bei hoher Flexibilität und im Vergleich zu konventionellen Kältemaschinen mit geringen Investitionskosten zur Verfügung gestellt werden kann. Um die Nebenproduktbildung zu minimieren, ist häufig ein sehr enges Temperaturfenster einzuhalten, was durch eine Temperaturgenauigkeit von bis zu $\pm 1^{\circ}\text{C}$ gewährleistet werden kann. Ein weiterer Vorteil von kryogenen Anlagen sind die niedrigen Aufwendungen zu deren Instandhaltung.

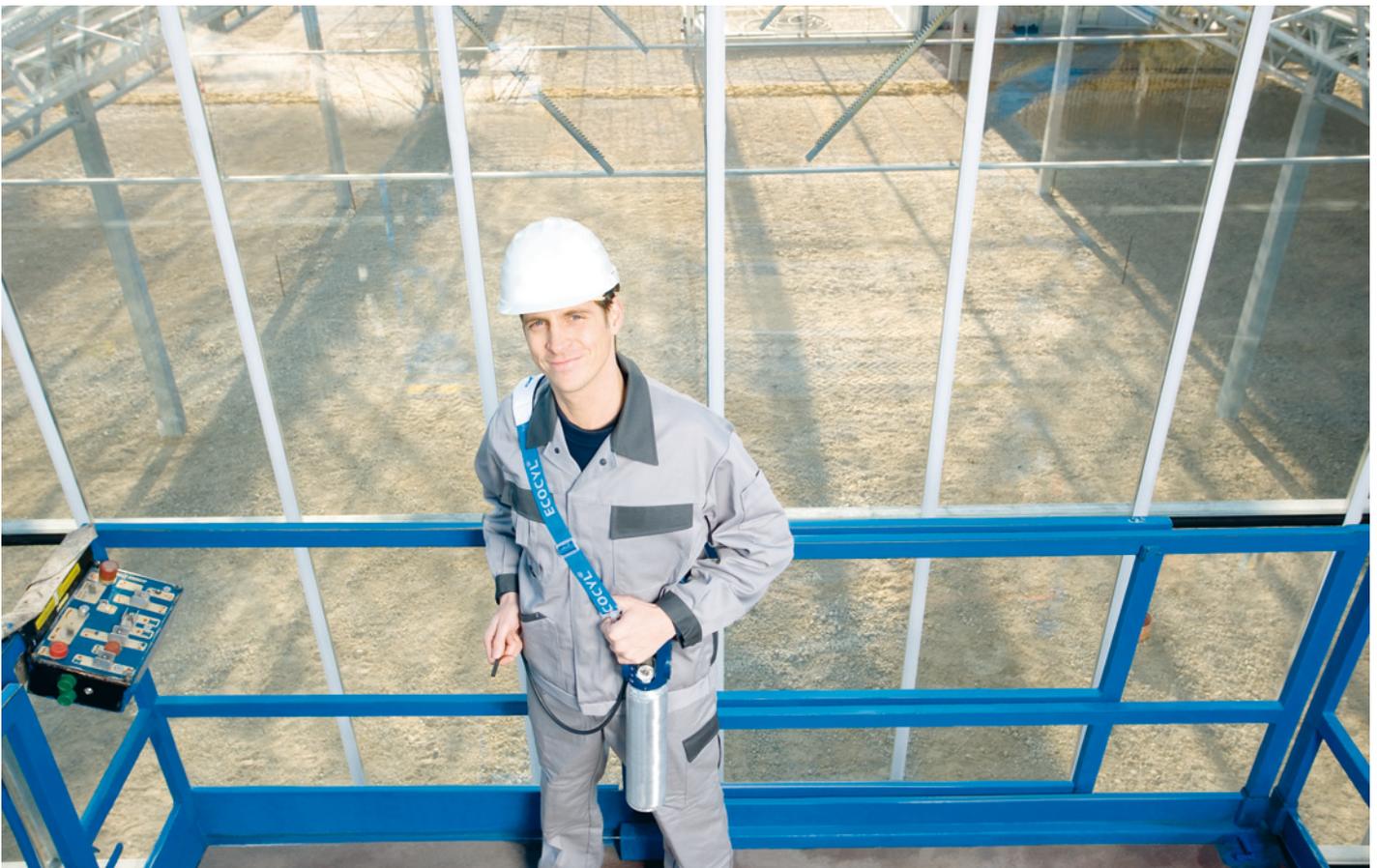
Bei hohen Anforderungen an die Temperaturführung im Reaktor – insbesondere in Bezug auf ein weites Temperaturspektrum sowie hinsichtlich Geschwindigkeit und Genauigkeit der Temperaturführung – bietet Linde nicht nur reine Kühleinheiten (CUMULUS®), sondern auch kombinierte Kühl-/Heizsysteme (CRYOHEAT®) an.



CRYOHEAT® Prozesstemperierung

Schema Kühl-/Heizsystem mit sekundärem Heizkreislauf





Für den Feldeinsatz: ECOCYL™ – handliche Prüfgasflaschen mit integriertem Druckminderer

Prozessüberwachung mit Prüfgasen

Eine moderne Prozessleittechnik stützt sich auf Messergebnisse anspruchsvoller Analysensysteme. Zur Kalibrierung dienen hier hochwertige und präzise Gasgemische.

Aber auch abseits der Produktionsprozesse nehmen Prüfgase und Gasgemische eine wichtige Rolle ein. Ob bei der Überwachung von Rauchgas-Reinigungsanlagen, für den Arbeitsschutz oder zur Grenzwertbestimmung stehen zahlreiche standardisierte und kundenspezifische Prüfgase zur Verfügung.

Hochreine Qualität für messbaren Erfolg

Die Durchführung von Prozess- und Qualitätskontrollen ist heute eine unverzichtbare Aufgabe in den Laboren der chemischen Industrie. Eine Vielzahl von analytischen Messverfahren wird verwendet, um die Parameter einzelner Produktionsschritte zu überprüfen und zu optimieren.

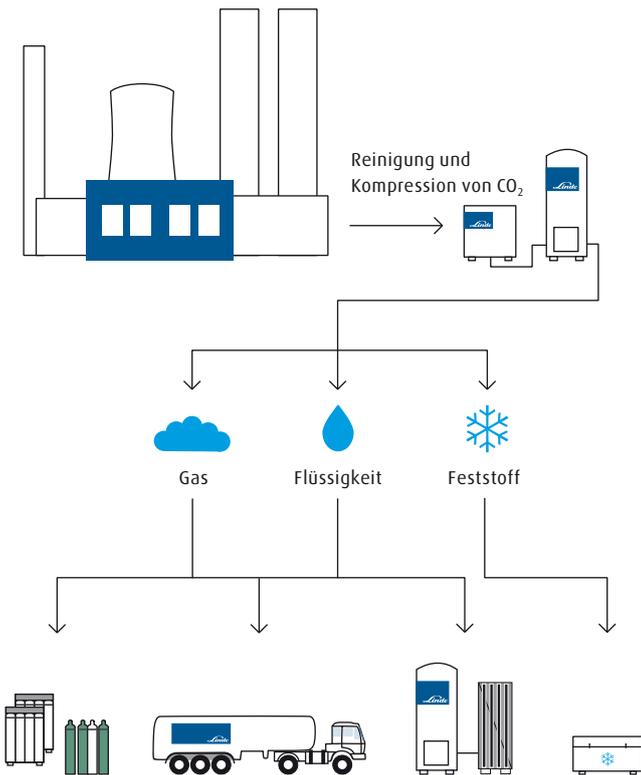
Qualitativ hochwertige Betriebsgase sind dabei eine elementare Voraussetzung für den störungsfreien Betrieb moderner Analysegeräte. Bei der Probenvorbereitung dienen sie als Extraktions-, Stripp- oder Kältemedium. Als Nullgas ermöglichen Betriebsgase die Einstellung des Nullpunktes von Analysensystemen und gewährleisten als Träger-, Schutz-, Spül-, Brenn-, Reaktions- und Oxidansgas präzise Messergebnisse und höchste Reproduzierbarkeit.



Unverzichtbar in vielen Bereichen. Kohlendioxid eröffnet ein breites Anwendungsspektrum.

CO₂ macht gegenwärtig vor allem als klimawirksames Gas von sich reden. Daher ist man bestrebt, sein Aufkommen möglichst zu unterbinden. Dies ist freilich nur teilweise möglich und so ist auch die Rückgewinnung von CO₂ von großem Interesse, da diese einerseits die Speicherung, beispielsweise durch Sequestrierung im Boden, aber auch den nutzbringenden Einsatz des Gases erlaubt. Dessen einzigartige physikalisch-chemische Eigenschaften sind die Voraussetzung für die bemerkenswerte Vielfalt an CO₂-Anwendungen, die auch in der Chemie eine wichtige Rolle spielen. Diese Eigenschaften ermöglichen die Verfolgung immer neuer Ansatzpunkte für den Einsatz von CO₂ – insbesondere um althergebrachte Verfahren und Einsatzstoffe zu ersetzen, die hinsichtlich Effektivität oder Nachhaltigkeit nicht mehr zeitgemäß sind.

Bereitstellung und Distribution von CO₂



CO₂ reagiert

Nicht nur in der chemischen Industrie findet die schwache Säure CO₂ vielfach Verwendung als Neutralisationsmittel und kann dabei häufig Mineralsäuren ersetzen, wie z. B. bei der Behandlung von Abwässern. Dagegen ist die Anwendung von CO₂ als Synthesebaustein in der Prozess-Chemie trotz mittlerweile recht intensiven Forschungsaufwands noch nicht sehr weit verbreitet. Im technischen Maßstab beschränkt sich der CO₂-Einsatz weitgehend auf die Herstellung von Harnstoff(-derivaten) sowie Karbonaten und organischen Säuren.

CO₂ löst

Insbesondere im überkritischen Zustand wird Kohlendioxid (sc-CO₂) in der Analytik oder zur Extraktion eingesetzt, was häufig den Ersatz klassischer Lösungsmittel erlaubt, vor allem von (halogenierten) Kohlenwasserstoffen. Darüber hinaus bringt sc-CO₂ als leicht entfernbarer Lösungsvermittler auch im Rahmen chemischer Reaktionen Vorteile mit sich, die klassische Probleme wie Stoffübergangslimitationen lösen können.

CO₂ formt

Vielfältigen Einsatz findet CO₂ bei der Produktion von Kunststoffen. Hier findet es vereinzelt bereits Anwendung als Lösungsmittel bei Polymerisationsprozessen. Ungleich weiter verbreitet ist jedoch sein Einsatz in der Fertigungstechnik; insbesondere beim Schäumen oder bei der Herstellung feiner Partikel stellt CO₂ ein bewährtes Treib- bzw. Hilfsmittel dar.

CO₂ löscht, kühlt und reinigt

Unter einer ganzen Reihe von Rahmenbedingungen verhält sich CO₂ inert; z. B. wird es mitunter zur Bekämpfung von Bränden eingesetzt – besonders in Fällen, in denen seine hohe Dichte von Vorteil ist. Weiteres Anwendungspotenzial ergibt sich aus der Möglichkeit, CO₂ in die feste Phase zu überführen und als kalten Feststoff einzusetzen. Dies erlaubt die Anwendung von Trockeneis nicht nur als Kühlmittel, sondern auch als hoch effizientes Reinigungsmedium zur Entfernung problematischer Stoffe von Oberflächen, wie z. B. festgebackener oder klebriger Rückstandsmassen.



Hydrierungen mit Wasserstoff. Universell einsetzbar, auch in der Biotechnologie.

Das Reduktionsmittel Wasserstoff (H_2) ist zwar ein potenzieller Brennbzw. Treibstoff, entsprechende H_2 -Anwendungen sind jedoch im Vergleich zu den Mengen, die in der (petro-)chemischen Industrie eingesetzt werden, noch von untergeordneter Bedeutung. Dort dient H_2 fast ausschließlich zu Hydrierungen, wobei er nicht nur als Reaktand für Synthesestufen unverzichtbar ist, z. B. bei der selektiven Darstellung von Cyclohexanon aus Phenol im Rahmen der Produktion von Caprolactam. Wasserstoff findet auch breite Anwendung zur Entfernung von Verunreinigungen, zur Qualitätssicherung, aber auch unter Umweltsichtspunkten. Die entsprechende Hydrierpalette reicht von der Reduktion störender Aldehyde bei der Produktion von Polyester-Monomeren über die selektive Acetylenhydrierung bei der Herstellung von Ethylen/Propylen in Steamcrackern bis hin zur Entschwefelung von Ölfractionen beim Raffineriebetrieb.

Herstellung von Wasserstoff

Die großtechnische H_2 -Herstellung führt in der Regel über Synthesegasrouten, wobei die Dampfreformierung von Erdgas am bedeutendsten ist. Im Anlagenbau zählt Linde hier zu den marktführenden Anbietern, was auch hinsichtlich der Reingewinnung von H_2 aus Gasmischungen gilt. Verflüssigter Wasserstoff zeichnet sich durch eine besonders hohe Reinheit aus und steht als sehr effektive Lieferform dieses Gases zur Verfügung; vor allem, wenn die Bedarfsmengen bzw. das zeitliche Verbrauchsprofil den Betrieb einer gewidmeten H_2 -Produktionsanlage nicht rechtfertigen. In jüngerer Zeit wurden Produktionsprozesse entwickelt, welche die Herstellung von „grünem Wasserstoff“ ermöglichen, z. B. durch Reformierung von Glycerin. Dieser mehrwertige Alkohol – als Koppelprodukt der Biodiesel-Herstellung eine potenzielle Plattformchemikalie – kann jedoch auch den Zugang zu höherwertigen Produkten erschließen, die im Rahmen von Bi Raffinerien interessant werden können, z. B. 1,2-Propandiol durch katalytische Glycerinhydrierung in der Flüssigphase. Dies ergab sich aus experimentellen Untersuchungen, die bei Linde durchgeführt wurden (siehe Bild rechts).



Rührkessel-Technikumsanlage zur Untersuchung von Gas-/Flüssig-Reaktionen

Umweltschutz und Wertstoffrückgewinnung. Verlässlich, nachhaltig, effizient.

Unsere Trinkwasservorräte sinken mit wachsender Weltbevölkerung und globaler Wirtschaftsleistung. Gasförmige Emissionen aus industrieller Produktion, Verkehr und privatem Konsum sind Ursache für einen alarmierenden Klimawandel. Durch die Entsorgung von Abfallstoffen werden Wasser und Luft verunreinigt. Technische Gase helfen, Nachhaltigkeit und Produktivität in Einklang zu bringen und unsere natürlichen Lebensgrundlagen zu erhalten.

SOLVOX® – exakte Dosierung von Sauerstoff zur Abwasserbehandlung

Viele Widrigkeiten in der Abwasserbehandlung – sowohl in kommunalen als auch in industriellen Kläranlagen – entstehen durch Mangel an Sauerstoff. Die Folgen sind ungenügende Reinigungsleistungen oder sogar anaerobe Abbauprozesse, die häufig erhebliche Geruchsbelästigungen mit sich bringen.

Der gezielte Eintrag von reinem Sauerstoff an neuralgischen Punkten der Abwasserkette löst diese Probleme schnell, flexibel und effizient. SOLVOX®-Verfahren von Linde setzen diesen Sauerstoffeintrag punktgenau um. Mit geringem Investitions- und Wartungsaufwand steigert SOLVOX® die Leistung, etwa von Belebungs- und Vorreinigungsanlagen, ohne dass diese aufwendig ausgebaut werden müssen.

SOLVOCARB® – individuelle Neutralisation von Abwässern mit Kohlendioxid

Alkalische Abwässer aus der chemischen Produktion dürfen erst nach ihrer Neutralisation in das öffentliche Kanalsystem abgegeben werden. Dabei zeigt Kohlendioxid im Vergleich mit mineralischen Säuren verschiedene Vorteile. Das bei der Neutralisation gebildete Karbonat ist nicht als Schadstoff klassifiziert und im Gegensatz zur Neutralisation mit mineralischen Säuren entstehen keine Salzfrachten, für die ggf. Abwassergebühren anfallen. Darüber hinaus schließt die flache Neutralisationskurve das Risiko der Übersäuerung aus.





Belebungsbecken einer Abwasseranlage



CRYCON®-Anlage eingebunden im Produktionsprozess

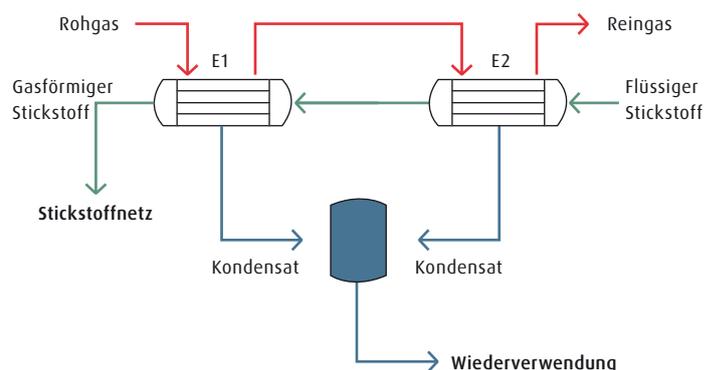
Abwasserverbrennung mit Sauerstoff

Hoch belastete Abwässer mit biologisch nicht abbaubaren Schadstoffen aus der chemischen Industrie müssen häufig verbrannt werden. Die Kapazität luftbasierter Verbrennungsprozesse kann durch zusätzlichen Einsatz von Sauerstoff gesteigert werden. Linde bietet das Engineering von der einfachen Erhöhung des Sauerstoffgehalts in der Verbrennungsluft über spezielle Brenner bis hin zu schlüsselfertigen Anlagen.

CIRRUS®-/CRYCON®-Anlagen – Abgasreinigung und Wertstoffrückgewinnung durch Kryokondensation

Durch Kondensation können flüchtige organische Verbindungen aus Prozessabgasen abgetrennt und ggf. wieder verwendet werden. Das Abgas wird in Wärmetauschern unter den Taupunkt der enthaltenen Stoffe abgekühlt, sodass umweltschädliche Verunreinigungen oder enthaltene Wertstoffe kondensieren. Bei der Kryokondensation wird flüssiger Stickstoff als Kältemittel verwendet. Mit flüssigem Stickstoff (-196 °C) erreicht man Kondensationstemperaturen, die deutlich unter dem realisierbaren Niveau von konventionellen Kältemaschinen liegen. Dadurch können auch Abgase mit sehr tief siedenden Komponenten entsprechend den gesetzlichen Vorgaben gereinigt werden. Der durch den Wärmetransfer verdampfte Stickstoff kann anschließend in ein vorhandenes Werksnetz eingespeist und beispielsweise für Inertisierungszwecke weiterverwendet werden.

Beispielschema Kryokondensation



Serviceverfahren in jeder Dimension. Kürzere Revisionen, weniger Brandgefahr, umweltfreundlichere Prozesse.

Linde bietet eine umfangreiche Palette an Serviceverfahren. Sie alle haben das Ziel, die Dauer einer Revision oder Instandsetzung erheblich zu verkürzen. Auch die wachsenden Anforderungen im Umweltschutz werden damit erfüllt: Die eingesetzten Gase sind weder brennbar noch giftig. Darüber hinaus reduzieren sie die Brand- und Explosionsgefahr und ermöglichen so ein sicheres An- und Abfahren der Anlagen. Die Palette unserer Serviceleistungen ist breit gefächert; im Folgenden einige Anwendungsbeispiele, die wir für unsere Kunden realisieren können:

Anlagentrocknung

Beim Trocknen und Spülen mit Stickstoff bietet Linde wertvolle Hilfestellung. Neue und überholte Anlagen sind häufig mit Feuchtigkeit belastet, die eine Inbetriebnahme verzögern oder zumindest eine optimale Produktausbeute auf Tage hinaus behindern kann. Durch das Spülen der Apparate mit bis zu 400 °C heißem Stickstoff werden diese

kontrolliert getrocknet oder ausgeheizt. Die Zeitverzögerung bis zur Inbetriebnahme oder zur maximalen Leistung lässt sich mitunter um mehrere Tage verkürzen. Dabei stehen N₂-Volumenströme von bis zu 25.000 m³/h bei einem Druck von bis zu 700 bar zur Verfügung. Die Stickstofftemperaturen lassen sich in weiten Bereichen variieren.

Reaktorkühlung

Der Zeitaufwand für das Abkühlen von Anlagen mit hohen Betriebstemperaturen, die zur Revision anstehen, ist zum Teil erheblich. Entsprechend kostspielig sind die damit verbundenen Produktionsausfälle. Mit dem CATCOOL™-Verfahren bietet Linde die Möglichkeit, durch gezielte Einspeisung großer Mengen kalten Stickstoffs die Abkühlphase der Reaktoren um Tage zu verkürzen. Die Produktionsausfallkosten lassen sich auf diese Weise deutlich reduzieren.





Demonstrationsversuch Flüssigstickstoffeindüsung beim CATCOOL™-Verfahren

Reinigung mit dem CRYOCLEAN®-Verfahren

Beim CRYOCLEAN®-Verfahren werden -78 °C kalte Trockeneis-Pellets mit hoher Geschwindigkeit auf die zu reinigenden Oberflächen „geschossen“. Weil das Trockeneis dabei unmittelbar in den gasförmigen Zustand übergeht, werden die Verunreinigungen abgelöst, ohne dass Strahlmittelreste (z. B. Schmutzwasser oder Sand) zurückbleiben. Einsatzgebiete in der Chemie sind z. B. die Reinigung von Wärmetauschern, Rohrleitungen und Rührwerken.

Molchen und Pipelinesanierung

Für die Entleerung, Reinigung oder Prüfung einer Rohrleitung/Pipeline werden Molche eingesetzt. Dabei wird gasförmiger Stickstoff als Druckmedium benutzt, um diese vorwärts zu treiben. Durch die Verwendung von Stickstoff wird die Rohrleitung gleichzeitig inertisiert und vor Korrosion geschützt.

Erdgaszwischenversorgung

Umbaumaßnahmen, Trassenverlegungen und Instandhaltungen erfordern die Außerbetriebnahme von Fern- und regionalen Gasleitungen. In der chemischen Industrie kann dies mit dem Abstellen von Produktionseinheiten verbunden sein. Bei dem Verfahren der Erdgaszwischenversorgung wird die Gasversorgung durch Bereitstellen von Gas aus mobilen Stationen unterbrechungsfrei aufrechterhalten. Die Versorgungsanlagen arbeiten energetisch autark und mit hoher technischer Sicherheit.

Lecktest

Mit einem speziellen Lecktestverfahren lassen sich bei Betriebsbedingungen mit Drücken bis zu 375 bar kleinste Undichtigkeiten sowie ihre genauen Leckraten bestimmen. Die Lecks werden nach Möglichkeit sofort beseitigt. Mit einem Stickstoff-Helium-Gemisch nutzt man das inerte und diffusionsfähige Helium als leicht nachweisbare Testgas-Komponente. Durch die Wahl eines Gasgemisches wird das Verfahren im Vergleich zu herkömmlichen Helium-Lecktests erheblich wirtschaftlicher. Der Anlagenbetreiber erhält nach dem Test einen detaillierten Bericht und kann noch vor Inbetriebnahme die Mängel beseitigen.



Lecktest mit Stickstoff-Helium-Gemisch



Zuverlässige Gaseversorgung von Linde. Lückenlos, schnell, flexibel.

Mit unserem dichten Produktions-, Vertriebs- und Distributionsnetz garantieren wir eine schnelle, sichere und wirtschaftliche Versorgung unserer Kunden: von der 1-Liter-MINICAN®-Druckgasdose, Gasflaschen, Flüssigtanks und On-Site-Anlagen bis zur Rohrleitung. Unser dichtes Netz an Verkaufs- und Produktionsstätten gewährleistet hohe Produktverfügbarkeit, Liefersicherheit und kurze Wege.

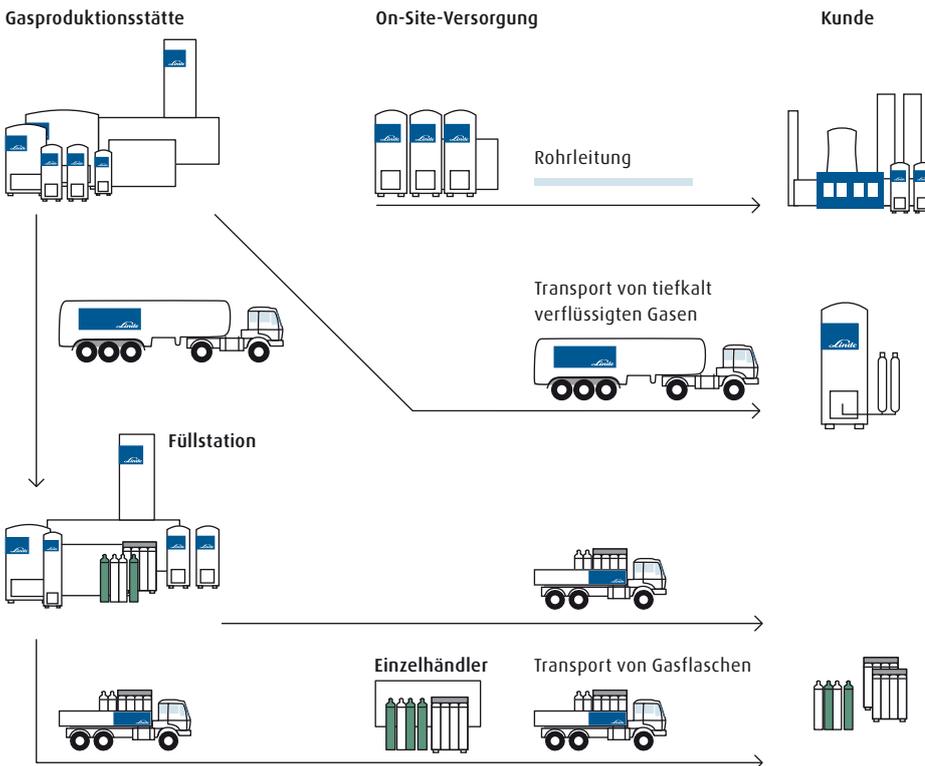
Gasflaschen

Gase und Gasgemische von Linde Gas kommen in Gebinden, die bedarfsgerecht konfektioniert sind. Auf der Grundlage des modernen und kontinuierlich erneuerten Flaschenparks mit mehr als 2.500.000 Einheiten garantiert Linde Gas mit ca. 1.100 Lieferstellen, 9 Vertriebszentren, 22 Umfüllwerken und 3 Acetylenwerken sowie 2 Produktionsstätten für Spezialgase höchste Versorgungssicherheit. Damit unsere Kunden jederzeit einen Überblick über den Flaschenbestand haben, bietet Linde das Flaschen-Verfolgungssystem ACCURA® Cylinder Management an, das alle Bewegungen der Flaschen überwacht.

Flüssigtanks

Wenn der Bedarf eines Kunden für die Belieferung mit Flaschen oder Bündeln zu groß ist, dann versorgen wir ihn mit tiefkalt verflüssigten Gasen. Diese Gase werden in Tanklastzügen transportiert und in Tanks gespeichert, die wir auf dem Gelände der Kunden aufstellen. Linde stellt in vakuumisolierten Tanks in Größen von 3.000 bis zu 80.000 Liter tiefkalt verflüssigten Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Argon oder Kohlendioxid bei Kunden vor Ort zur Verfügung. Neben den Tankanlagen liefert Linde auch die zugehörige Peripherie, wie z. B. Verdampfer, und verfügt über Kompetenz für sämtliche Installations-, Wartungs- und Prüfungsaufgaben. Auf Wunsch ist durch eine modembasierte Füllstandsfernüberwachung jederzeit eine unterbrechungsfreie Gaseversorgung gesichert.

Bereitstellung und Distribution von technischen Gasen



Leistungsstarke On-Site-Versorgung mit ECOVAR®-Anlagen

Für Kunden mit einem hohen und gleichzeitig konstanten Bedarf bietet Linde die Versorgung nach dem ECOVAR®-Konzept an. Wirtschaftlich und zuverlässig produzieren hierbei Eigenerzeugungsanlagen von Linde in Kombination mit einer Tankanlage die technischen Gase vor Ort, welche die Kunden für ihre Anwendungen gasförmig einsetzen. Anwendungsbeispiele für die Versorgung nach dem ECOVAR®-Konzept finden sich in der Halbleiterindustrie, der Metallurgie, der metallverarbeitenden Industrie, der chemischen und petrochemischen Industrie, der Lebensmittelindustrie, der Abfallverwertung sowie in Wissenschaft und Forschung. Für diese und weitere Anwendungen setzen wir Anlagen aus unserem leistungsstarken On-Site Produktportfolio ein. Je nach Gasart, Produktionsmenge und geforderter Gasereinheit kann der Kunde zwischen drei unterschiedlichen Anlagentypen bzw. Technologien wählen: ECOVAR®-C (Cryogene Anlage), -A (Adsorptionsanlage) oder -M (Membrananlage). Diese Anlagen sind durch hohe Versorgungssicherheit, günstige Produktionskosten und ein hohes Maß an Flexibilität gekennzeichnet.

Rohrleitungsnetz

Bei sehr hohem Gasbedarf eines Unternehmens oder eines Industrieparks ist die direkte Rohrleitungsverorgung aus einem unserer Produktionszentren die wirtschaftlichste Versorgungsform. Die Rohrleitungsverorgung ist besonders vorteilhaft, wenn mehrere Verbraucher über Rohrleitungen miteinander vernetzt und gemeinsam aus einer einzigen Produktionsanlage versorgt werden können. Linde ist für das Rohrleitungsgeschäft gut positioniert. Über unsere Kollegen vom Anlagenbau steht uns ein umfangreiches Anlagenprogramm zur Verfügung. Neben Luftzerlegungsanlagen für die Rohrleitungsverorgung mit Sauerstoff und Stickstoff verfügt Linde Engineering auch über das Know-how und die Erfahrung für Planung, Konstruktion, Lieferung und Bau kompletter Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff, Kohlenmonoxid und Mischungen dieser beiden Gase (Synthesegas).

Vorsprung durch Innovation.

Linde ist mehr. Linde 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 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 – ideas become solutions.

Für Sie einheitlich erreichbar – bundesweit in Ihrer Nähe.

Vertriebszentren/Kundenservice allgemein

Berlin	Hannover	München
Düsseldorf	Leuna	Nürnberg
Hamburg	Mainz	Stuttgart

Telefon 018 03.850 00-0*

Telefax 018 03.850 00-1*

* 0,09 € pro Minute aus dem dt. Festnetz | Mobilfunk bis 0,42 € pro Minute. Zur Sicherstellung eines hohen Niveaus der Kundenbetreuung werden Daten unserer Kunden wie z. B. Telefonnummern elektronisch gespeichert und verarbeitet.

