

Auf den grünen Bereich kommt es an.
SOLVOCARB® neutralisiert alkalische
Wässer. Schnell und einfach mit CO₂.

Linde Gas

Linde

Kohlendioxid (CO₂) neutralisiert alkalische Wässer. Preisgünstig, sicher und umweltfreundlich bringt es das alkalische Niveau von Abwasser in den vorgeschriebenen Bereich zwischen pH 9 und pH 6,5. Derartig abgeregelte pH-Werte ersparen der Industrie drastische Starkverschmutzerabgaben. Ferner neutralisiert CO₂ schnell und einfach Brauchwässer oder sogar Schwimmbadwasser.



Der Umwelt zuliebe. Verschärfte Anforderungen des Gesetzgebers und stärkere Kontrollen durch die Behörden tragen dem Umweltschutzgedanken breiter Bevölkerungsschichten Rechnung. So darf man Abwasser heute nur noch in einem engen pH-Bereich um den Neutralpunkt in die Vorfluter (Flüsse und Seen) oder die Kanalisation abgeben. Eintrag von Kohlendioxid ist der beste Weg, um alkalische Wässer zu neutralisieren.



SOLVOCARB® hilft sparen – denn die Neutralisierung von Abwasser vermeidet drastische Starkverschmutzungsabgaben.

Keine Übersalzung, weniger Korrosion

Zur Neutralisation alkalischer Abwässer wird zunehmend Kohlendioxid (CO₂) eingesetzt – in Wasser gelöst wirkt CO₂ als Kohlensäure. Gegenüber Mineralsäuren bietet Kohlendioxid viele Vorteile, denn es verhindert eine Aufsalzung des Abwassers mit Chloriden, Sulfaten etc. Überdies schließt seine flache Neutralisationskurve eine Übersäuerung des Abwassers praktisch aus.

Die Verwendung von Kohlendioxid ist zudem wesentlich sicherer als der Umgang mit aggressiven Säuren; Korrosionsprobleme werden weitestgehend vermieden.

Genauso zuverlässig neutralisiert Kohlendioxid alkalische Brauchwässer etwa in der Bau- und Papierindustrie. Außerdem ist es so umweltfreundlich und sicher, dass es sogar Schwimmbadwasser unter den vorgeschriebenen Höchstwert von pH 7,5 herabregelt.

Sicherer Nachschub

Die Versorgung mit CO₂ ist denkbar einfach: Kohlendioxid wird aus natürlichen Quellen oder aus Industrieabgasen gewonnen und dann gereinigt.

Die Versorgung für den kleineren Bedarf erfolgt mit Flaschen oder Flaschenbündeln. Größere Mengen speichert man in vakuumisolierten Tankanlagen oder in Hochdrucktanks. Hierfür wird das Kohlendioxid in Spezialtankfahrzeugen geliefert und vor Ort in die Tankanlagen umgefüllt.

Auch der Umgang mit CO₂ ist leicht: Bei vakuumisolierten Tankanlagen überführt ein Verdampfer das flüssige Kohlendioxid in die Gasphase. Zu dessen kontinuierlicher Entnahme bei Außentemperaturen von unter 0 °C ist eine elektronische Zusatzheizung notwendig. Bei Hochdrucktanks wird die zur Verdampfung notwendige Wärme über die Behälterwand zugeführt.

Ein Inhaltsanzeiger am Tank erleichtert sowohl die Kontrolle des täglichen Verbrauchs als auch das rechtzeitige Nachfüllen des flüssigen Kohlendioxids in den Speichertank.

Clevere Lösung

Absorption lässt sich, je nach Gas und Flüssigkeit, auf viele unterschiedliche Arten erzielen. Je löslicher das Gas desto weniger Energie und Ausrüstung ist erforderlich. Laut Henry-Dalton-Gesetz und Erstem Fickschen Gesetz wird die Lösung von Gas in Wasser von fünf Parametern bestimmt:

- Massentransfer-Koeffizient, k [m/s]
- Sättigungskonzentration des Gases in Wasser, $C^* \propto H \cdot p_i$ [mg/l]
- Konzentration des Gases in Wasser, C [mg/l]
- Kontaktfläche zwischen Gas und Wasser, A [m²]
- Kontaktzeit zwischen Gas und Wasser, t [s]

Zusammen beschreiben diese Parameter die Lösung von Gasen in Wasser wie folgt:

$$\text{Absorbiertes Gas} \propto k \cdot (C^* - C) \cdot A \cdot t$$

SOLVOCARB® von Linde Gas bietet die komplette Ausrüstung zur Lösung von Kohlendioxid in alkalischen Wässern.

Geringer Aufwand

Dank flacher, doch früh einsetzender Neutralisationskurve wirkt Kohlendioxid schnell und effektiv, aber sanft: Aufsalzungen und Übersäuerungen finden nicht statt; pH-Werte im zulässigen Bereich lassen sich genau ansteuern. Durch dieses ausgewogene Verhalten regelt sich die Neutralisation mit Kohlendioxid fast von selbst und beschränkt menschliches Eingreifen auf ein Minimum. Dies reduziert Kosten für Betrieb und Unterhalt enorm.

Verglichen mit anderen Säuren ist Kohlendioxid ein sehr verbrauchsarmes Neutralisationsmittel. Der zur Neutralisation erforderliche Verbrauch weicht oft von den in Tabelle 1 gezeigten stöchiometrischen Bedarfsmengen ab, da Abwässer meist Puffersubstanzen enthalten, die den Bedarf an Säure erhöhen.

Diese Pufferkapazität heißt Alkalinität – sie definiert sich als Fähigkeit von Wasser, bei Zusatz von Säure oder einer Base einen pH-Wechsel zu verhindern. Alkalinität entspricht der Konzentration von Bicarbonat HCO_3^- , Carbonat CO_3^{2-} oder OH^- Hydroxytionen (Tabelle 2). Um die Phenolphthalein-Alkalinität eines Wassers, also seine Hydroxyl-Alkalinität, zu bestimmen, benutzen wir Phenolphthalein als Indikator. Mit Methylorange hingegen definieren wir seine Carbonat- und Bicarbonat-Alkalinität.

Beim Neutralisieren alkalischer Wässer mit Kohlendioxid sollte man den exakten Typ der Alkalinität bedenken. Bei Abflüssen mit Hydroxyl-Alkalinität lässt sich die Neutralisation durch ein Standard-Umlaufsystem mit Pumpen durchführen. Führt der Abfluss hingegen Carbonat-Alkalinität oder drohen wasserhärtebedingte Probleme mit Kesselstein, sollte man das Kohlendioxid über Begasungsmatten am Beckenboden eintragen.

Feststellen lässt sich der CO_2 -Bedarf auf drei Arten:

- Ist eine Wasseranalyse verfügbar, bestimmen wir den exakten Bedarf mithilfe eines Rechenprogramms.
- Eine einfache und zuverlässige Methode stellt eine Messung vor Ort mithilfe unserer Titrations-Ausrüstung dar.
- Liegen Verbrauchsdaten einer vorgegebenen Mineralsäure vor, können wir den CO_2 -Bedarf in einer stöchiometrischen Umrechnung wie in Tabelle 1 einschätzen.

Tabelle 1

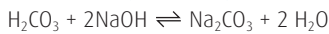
Stöchiometrische Umrechnung zur Neutralisation von ungepufferter Natronlauge mit unterschiedlichen Säuren auf pH 8,5 (HCl 30 %ig; H_2SO_4 96 %ig; HNO_3 65 %ig)

ph	NaOH [kg/m ³]	CO ₂ [kg/m ³]	HCl [kg/m ³]	H ₂ SO ₄ [kg/m ³]	HNO ₃ [kg/m ³]
10,0	0,004	0,004	0,012	0,005	0,01
10,5	0,013	0,014	0,038	0,016	0,031
11,0	0,04	0,044	0,12	0,05	0,1
11,5	0,13	0,14	0,38	0,16	0,31
12,0	0,4	0,44	1,22	0,51	0,97
12,5	1,3	1,39	3,84	1,6	3,1
13,0	4,0	4,4	12,2	5,1	9,7
13,5	12,6	13,9	38,4	16,1	30,7
14,0	40	44	122	51	97

Hohe Balance

Kohlendioxid liegt in wässriger Lösung vorwiegend als gelöstes Gas vor. In geringem Umfang findet eine chemische Umsetzung zur Kohlensäure statt ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$). Kohlensäure kann bei hohen pH-Werten zwei Protonen abspalten, die zur Neutralisation zur Verfügung stehen, bei pH-Werten unter 9 jedoch nur ein Proton. Der Neutralisationsvorgang verläuft zwar stufenlos, lässt sich aber chemisch betrachtet in drei Phasen einteilen.

Erste Phase (pH > 11,8)



Hier liegt fast ausschließlich das Carbonation (CO_3^{2-}) vor.

Zweite Phase (8,3 < pH < 11,8)



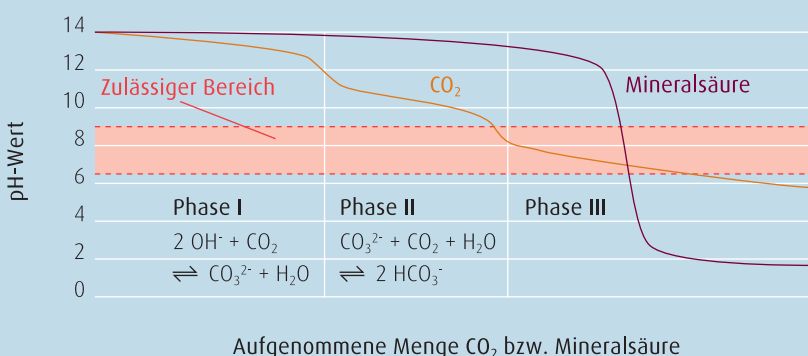
Der Anteil von Hydrogencarbonat HCO_3^- steigt mit sinkendem pH-Wert. Entscheidender Vorteil: (Hydrogen)carbonate sind ökologisch viel verträglicher als die Salze starker Säuren. Und da das ungiftige Kohlendioxid nicht brennt, sich aber einfach handhaben und sicher lagern lässt, erlaubt es die zurzeit umweltfreundlichste Neutralisation alkalischer Abwässer.

Dritte Phase (pH < 8,3)

In der dritten Phase nimmt der Anteil des freien gelösten Kohlendioxids immer mehr zu. Die Neutralisationskurve wird immer flacher. Unter pH 5 liegt fast ausschließlich physikalisch gelöstes Kohlendioxid vor. Die dritte Phase wird meist nicht erreicht, weil der gesetzlich geforderte pH-Wert höher liegt.

Tabelle 2

Neutralisationskurven von Natronlauge mit Kohlendioxid und einer Mineralsäure

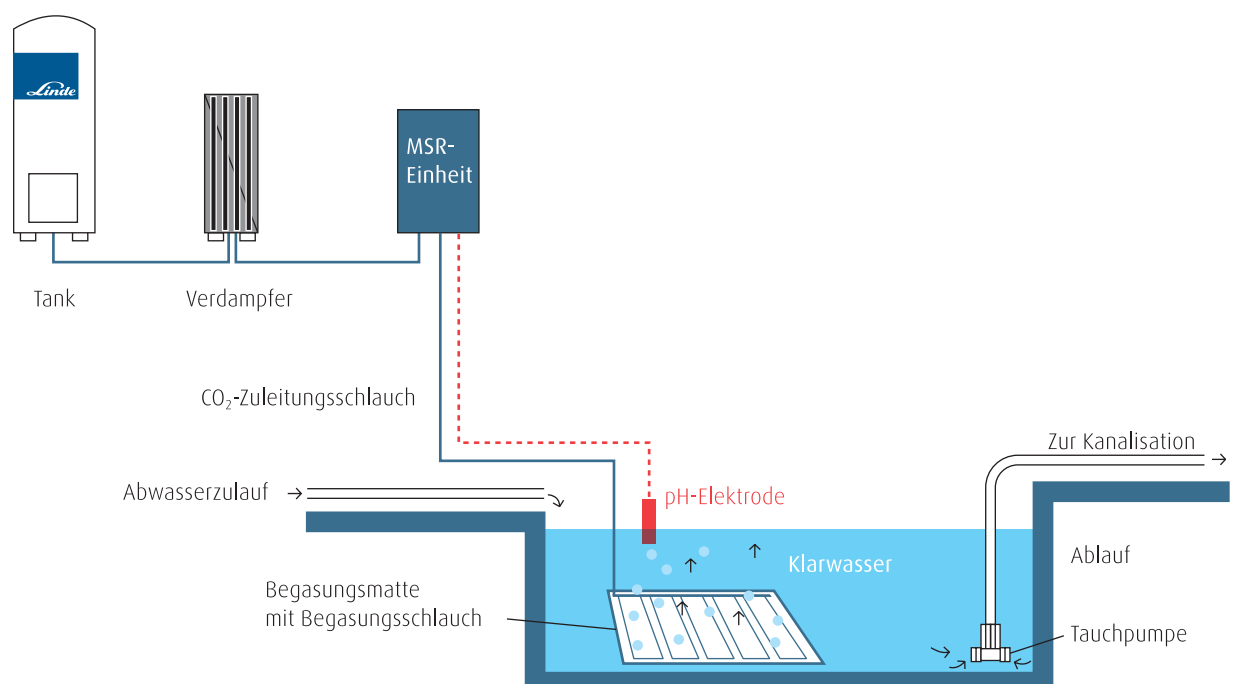


Eine Technologie, drei Optionen. Der Eintrag von Kohlendioxid erfolgt bei SOLVOCARB® – je nach Anforderung – per Schlauch, per Reaktor oder per Düse. Dies gewährleistet in jeder Lage das richtige Verfahren, um alkalische Ab- und Brauchwässer fachgerecht zu neutralisieren – mobil wie stationär, in der Industrie oder in Klärwerken, in Stapelbehältern und in Druckrohrleitungen.



SOLVOCARB®-B

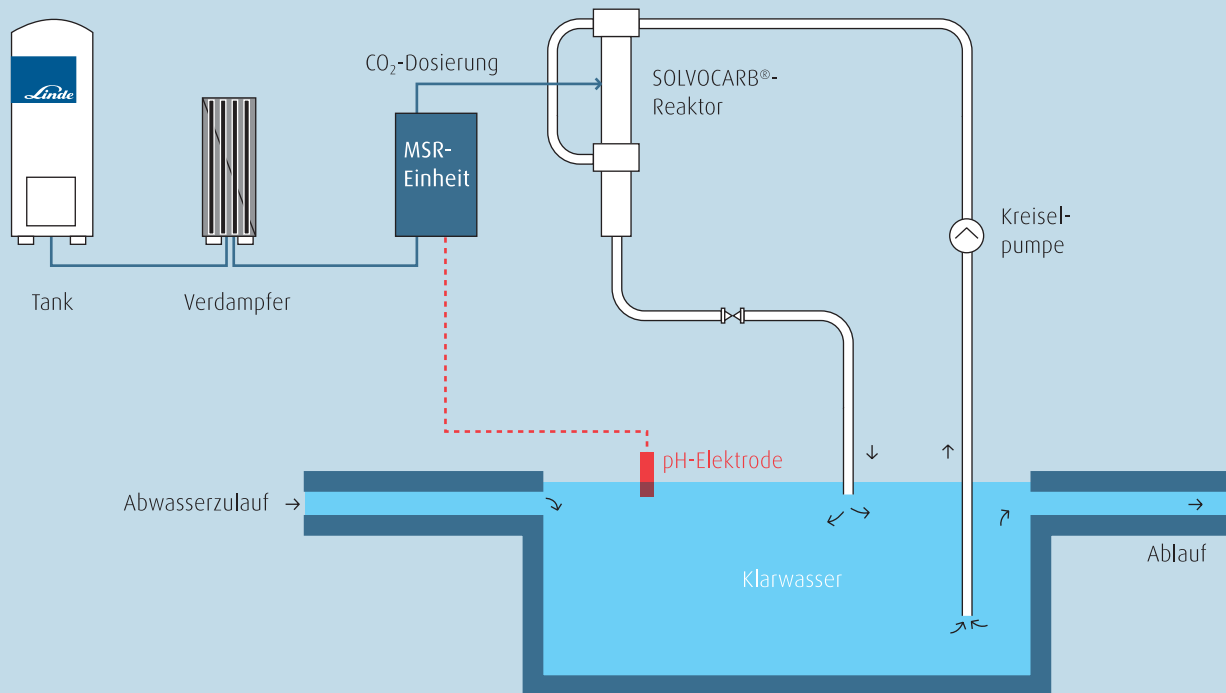
Beim SOLVOCARB-B®-Verfahren werden die alkalischen Abwässer in Stapelteichen oder Pufferbehältern neutralisiert. Dabei wird Kohlendioxid über Begasungsschläuche gleichmäßig und feinblasig mit optimaler Ausnutzung ins Abwasser eingetragen. Die Schläuche sind am Beckenboden installiert; sie sind perforiert und bestehen aus chemikalienresistentem Elastomer. Bei Beaufschlagung mit Kohlendioxid öffnen sich die Poren, und das Gas tritt feinblasig aus. Der Eintrag des Kohlendioxids erfolgt ohne zusätzliche Energie und wird über eine pH-Messung geregelt.





SOLVOCARB®-R

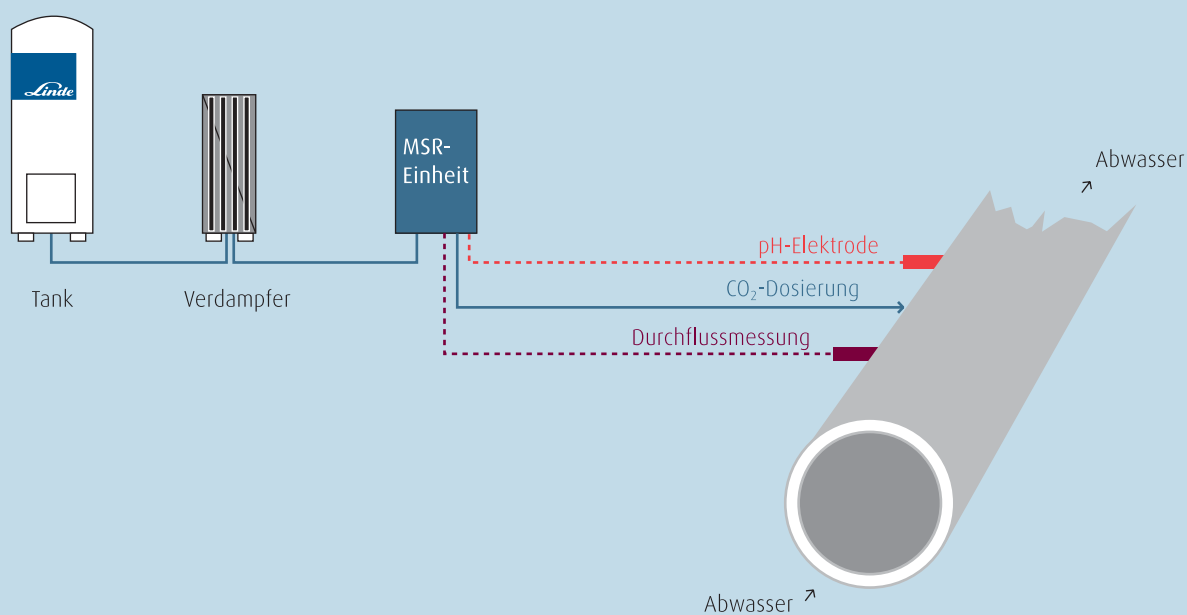
Beim SOLVOCARB®-R-Verfahren wird Kohlendioxid über im Haupt- oder Nebenstrom installierte SOLVOCARB®-Reaktoren ins Abwasser eingetragen. Betrieben werden die aus Kunststoff gefertigten Reaktoren üblicherweise bei bis zu 6 bar Überdruck. Die maximal zulässige Betriebstemperatur liegt bei 45 °C. Für höhere Temperaturen und höhere Drücke als die in Tabelle 3 angegebenen setzt man auch Edelstahlreaktoren ein.





SOLVOCARB®-D

Beim SOLVOCARB®-D-Verfahren wird Kohlendioxid mit einer SOLVOCARB®-Eintragsvorrichtung in die Abwasserleitung eingetragen. Hinter der Einreisestelle ist eine gewisse Reaktionsstrecke erforderlich, in der sich das Gas im Abwasser lösen kann. Der Einsatz statischer Mischer kann die Reaktionsstrecke wesentlich verkürzen.



Erfolg durch Vielfalt. Jede Branche ist anders – SOLVOCARB® zieht mit. In zahlreichen Industriezweigen spielt das Neutralisieren alkalischer Ab- und Brauchwässer eine zentrale Rolle. SOLVOCARB®-Systeme sind daher in den unterschiedlichsten Bereichen zu Hause: von der Nahrungsmittel- bis zur Bekleidungsindustrie, von der Galvanik bis zur Photochemie, vom Bau- bis zum Druckwesen und, und, und ...



Molkereien und Fleischereien

Vor allem Molkereien erzeugen hochgradig abbaubare, alkalische und saure Abwässer, deren pH-Wert zwischen 4,5 und 10 schwanken kann. Die Abwässer werden in Pufferbehältern vorneutralisiert – erst dann neutralisiert SOLVOCARB® den alkalischen Überhang.

Getränkeindustrie

Das Reinigen von Mehrwegflaschen erzeugt Abwasser mit hoher alkalischer Konzentration. Nach der Flaschenreinigung kann der pH-Wert des Abwassers bis auf 11 ansteigen. Vor der Abfüllung müssen die Flaschen gespült werden. Um hierbei Kalkablagerungen auf der Flaschenoberfläche zu vermeiden, muss der pH-Wert gesenkt werden.

Textilindustrie

In der Textilindustrie wendet man bei Baumwolle und manchmal auch Baumwollgemischen den Merzerisierungsprozess an, um mehr Glanz (und somit eine bessere Optik) zu erzielen, die Festigkeit zu erhöhen und die Affinität zu Färbemitteln zu verbessern. Der Vorgang umfasst die Immersion unter Spannung in einer Natronlauge, die später mit dem SOLVOCARB®-System neutralisiert wird.

Lederindustrie

Die besondere Herausforderung besteht darin, die traditionelle Lederproduktion mit einem Prozess zu verbinden, der die Umwelt nicht schädigt und gleichzeitig die Qualität der Tierhaut verbessert. Die Lösung besteht darin, beim Entkalkungsprozess SOLVOCARB® einzusetzen, um Säureschockrisiken zu beseitigen, Stickstoffbelastungen im Abfluss zu reduzieren und den Ammoniakgasgehalt in der Fabrik zu mindern.

Papier- und Zellstoffindustrie

Egal ob beim Deinking, bei der Bleiche oder am Stoffauflauf – Papierherstellung erfordert bei jedem Schritt optimale pH-Werte. Kohlendioxid-eintrag per SOLVOCARB® sorgt dank flacher Neutralisationskurve für präzise Resultate.

Betonindustrie, Zementwerke und Baustellen

Beton selbst produziert alkalische Abwässer. Wie man aus Erfahrung weiß, rangiert der Kohlendioxidbedarf für die Neutralisation von Abwässern in der Betonproduktion oder auf Baustellen zwischen 0,3 und 0,5 kg/m³ Abwasser. In der Betonindustrie sind weitere Kohlendioxid-Anwendungen möglich, um Verkalkungen in Abwasserpumpen sowie Kalkablagerungen auf Betonoberflächen oder Hartbeton vorzubeugen.

Wäschereien und Färbereien

Die Waschwässer von Wäschereien und die Färbelösungen von Färbereien sind alkalisch mit pH-Werten von bis zu 12. Vor der Einleitung müssen diese Wässer neutralisiert werden.

Galvanik

Die meisten (Metall-)Oberflächenbehandlungen und Galvanisierungsprozesse umfassen das Reinigen oder Vorbereiten der Oberfläche mit Lösemitteln, alkalischen und sauren Reinigern, Schleifmitteln und/oder Wasser. Das gebrauchte Reinigungswasser lässt sich mit SOLVOCARB® neutralisieren. Beispiele für Galvanikeinsatzorte sind Makro- und Mikroelektronik, Optik, Optoelektronik und die meisten Sensortypen, um nur einige zu nennen.

Indem wir unser technisches Know-how mit Standardtechnologien verbinden, können wir unseren Kunden maßgeschneiderte Lösungen liefern:

- Statische Mischer
- Venturi-Systeme
- Gesintertes Material
- Diffusoren

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.