

Innovative Lösungen für die  
Trinkwasseraufbereitung.

Lebensqualität erhalten.



# Trinkwasser. Ein Lebensmittel hoher Qualität.

Sauberes Wasser zählt zu den fundamentalen Bausteinen für eine hohe Lebensqualität. Die Wasserreserven der Erde werden jedoch in Qualität und Quantität zunehmend bedroht. Der weltweit wachsende Bedarf an Süßwasser, die steigende Schadstoffbelastung von Grund- und Oberflächenwässern, aber auch immer strengere gesetzliche Bestimmungen in Bezug auf die Trinkwasserqualität stellen Versorgungsunternehmen vor hohe Anforderungen.





Abfüllung und Transport von Flüssiggas



Gas-Dosiereinheit

## Linde liefert Trinkwasserqualität

Trinkwasser ist das wichtigste Lebensmittel und dient als Grundlage für Erzeugnisse der Lebensmittel- und Getränkeindustrie. Es muss höchste Qualitätsanforderungen erfüllen, die gesetzlich geregelt und streng kontrolliert werden. Gase von Linde tragen seit vielen Jahren erfolgreich zur Optimierung der Wasserqualität bei. Zu den häufig genutzten Anwendungen zählen die Oxidation von Wasserinhaltsstoffen mit Sauerstoff und die Einstellung des pH-Wertes zur Verbesserung korrosionschemischer Eigenschaften mit Kohlendioxid.

## Komplettlösungen aus einer Hand

Als eines der führenden Unternehmen seiner Branche verfügt Linde über ein globales Netz zur Bereitstellung und Lieferung der benötigten Gase. Unsere Experten entwickeln das komplette Engineering zur Lagerung, Dosierung und zum Eintrag der Gase. Für den effizienten Gaseintrag stehen bewährte Linde-Verfahren zur Verfügung:

- SOLVOX®: Verfahren zum Eintrag von Sauerstoff
- SOLVOCARB®: Verfahren zum Eintrag von Kohlendioxid

# Klares Wasser durch Sauerstoff. Entfernung von Wasserinhaltsstoffen mit SOLVOX®.

Im Wasser finden eine Vielzahl natürlicher Reinigungsprozesse unter Mitwirkung von gelöstem Sauerstoff statt. Insbesondere Grundwässer aus größerer Tiefe sind daher häufig sauerstoffarm bis -frei. Auch im Tiefenwasser von Talsperren verringert sich der Sauerstoffvorrat, vor allem in den Sommermonaten, infolge aerober Abbauvorgänge.

## Oxidative Trinkwasseraufbereitung mit Sauerstoff

Rohwässer enthalten oft hohe Konzentrationen an gelöstem Eisen und Mangan, ebenso Ammoniumionen und weitere reduktionsbedingte Substanzen. Eisen- und Manganionen sind unerwünscht, da sie im Trinkwassernetz ausfallen und dort zu Korrosion führen. Deshalb werden die Schwermetallionen bereits im Wasserwerk, nach Sauerstoffanreicherung des Rohwassers, in Filteranlagen unter Beteiligung von Mikroorganismen oxidativ entfernt. Der spezifische Sauerstoffbedarf ist dabei gering und wird mit Luftsauerstoff meist gedeckt.

Sind weitere oxidierbare Stoffe wie Ammonium oder Methan im Wasser enthalten, ist eine höhere Sauerstoffkonzentration erforderlich, die mit dem SOLVOX®-Verfahren von Linde zuverlässig und ökonomisch eingestellt wird.

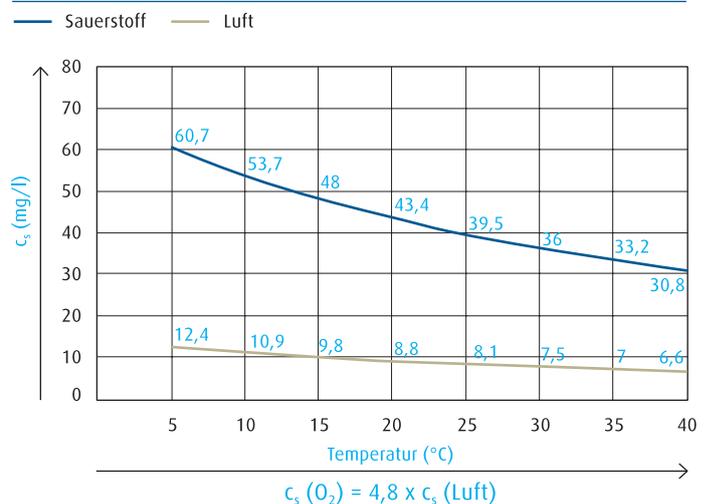
### Spezifischer Sauerstoffbedarf für die Oxidation von:

1 g Eisen (II)	0,149 g
1 g Mangan (II)	0,299 g
1 g Ammonium	3,569 g
1 g Methan	4,000 g

## Hohe Effizienz bei geringen Betriebskosten

Reinsauerstoff besitzt im Vergleich zu Luft eine 4,8-fach höhere theoretische Sauerstoff-Sättigungskonzentration in Wasser. Damit ist die Anhebung des Sauerstoffgehalts ohne großen Energieaufwand problemlos möglich. Gegenüber Luft verringern sich das einzutragende Gasvolumen und entsprechend der Strippverlust von Kohlendioxid im Rohwasser. Da keine Störung des Filterbetriebes durch Stickstoffausgasung auftritt, verlängert sich die Filterlaufzeit und es fallen geringere Betriebskosten für Rückspülungen an.

## O<sub>2</sub>-Sättigungskonzentration $c_s$ von Luft und von Sauerstoff in Reinwasser bei 1 bar



## Sauerstoff sichert Trinkwasserqualität

Neben der Eliminierung von Wasserinhaltsstoffen wird Sauerstoff außerdem zum Aufbau und zur Aufrechterhaltung einer korrosionshemmenden Deckschicht in metallischen Trinkwasserleitungen benötigt. Eine Sauerstoffanreicherung des Reinwassers auf 6 mg/l trägt zur Sicherung einwandfreier Trinkwasserqualität im Versorgungsnetz bei und sorgt für eine Geschmacksverbesserung beim Verbraucher.

### Vorteile bei der Anwendung von Sauerstoff:

- Erhöhung der Reinwasserqualität
- Verbesserung des Geschmacks
- Leistungssteigerung der Filteranlage
- Reduzierung von Betriebskosten
- Vermeidung von Kohlendioxid-Strippverlust
- Korrosionsschutz



## Sichtbar reiner. Ozon baut organische Belastungen ab.

Die Entfernung organischer Wasserinhaltsstoffe erfolgt nach einer Vorbehandlung des Rohwassers unter Einsatz von Ozon. Resistente Substanzen wie z. B. Huminstoff-Komplexe werden mit Ozon so weit verändert, dass sie einer biologischen Weiterbehandlung zugänglich sind. Der Einfluss der Ozonung zeigt sich in der wahrnehmbaren Verbesserung organoleptischer Eigenschaften des Wassers wie Geruch, Geschmack, Klarheit und Farbe.

Ozon wird vor Ort aus getrockneter Luft oder Sauerstoff erzeugt und reagiert schnell mit Wasserinhaltsstoffen. Bei Abreaktion von Ozon entsteht Sauerstoff, wodurch keine zusätzliche Wasserbelastung eintritt.

### **Vorteile der Ozon-Erzeugung mit Sauerstoff:**

- Höhere Ozon-Ausbeute bei geringerem Energieaufwand
- Kleinere Anlagengröße
- Keine Vortrocknung notwendig

### **Weitere Einsatzgebiete für Ozon:**

- Oxidation anthropogener Stoffe wie Arzneimittelrückstände und Pestizide
- Enteisung, Entmanganung
- Desinfektion und Vireninaktivierung

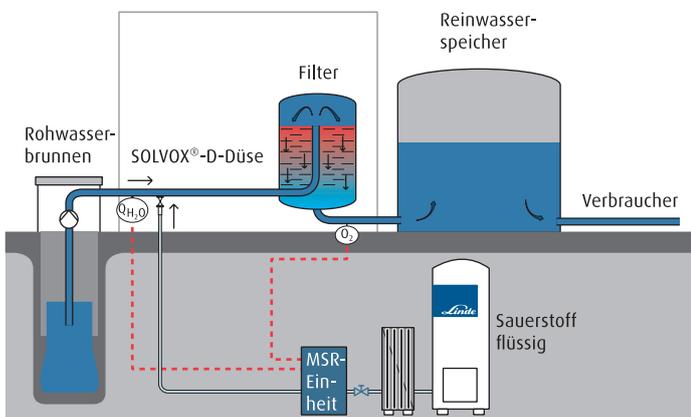
# Optimale Bedingungen. SOLVOX<sup>®</sup>-Verfahren für gezielten Sauerstoffeintrag.

Die SOLVOX<sup>®</sup>-Verfahren wurden zum wirtschaftlichen Eintrag von Sauerstoff in Wasser entwickelt. Sie gewährleisten unter den vorliegenden Betriebsbedingungen optimale Sauerstoffausnutzung.

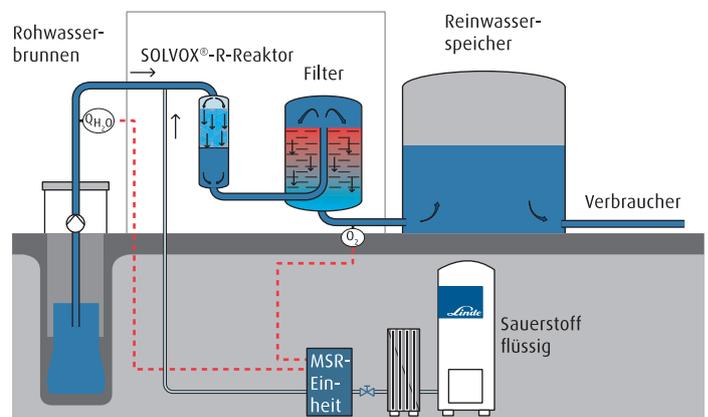
Je nach Anwendungsfall wird der Sauerstoff mit Düsen (SOLVOX<sup>®</sup>-D) oder mit Reaktoren (SOLVOX<sup>®</sup>-R) direkt in den Rohwasserzulauf der Filteranlage eingespeist bzw. separat vor Einleitung des Trinkwassers ins Verteilersystem zugegeben.

Die Dosierung des Sauerstoffs erfolgt in einer automatischen Regeleinheit, abhängig von Menge und Sauerstoffkonzentration des Rohwassers.

## SOLVOX<sup>®</sup>-D-Verfahren, Inlinebetrieb



## SOLVOX<sup>®</sup>-R-Verfahren, Inlinebetrieb



### SOLVOX®-D

Das SOLVOX®-D-Verfahren ist speziell für den Sauerstoffeintrag in Druckrohrleitungen konzipiert. Dabei wird der Sauerstoff mit einer Edelstahl-düse direkt in den Rohwasserstrom eingespeist. Die Eintragungseffizienz lässt sich durch Nachschalten eines statischen Mischers weiter steigern.

Für Wartungsarbeiten kann die Düse ohne Betriebsunterbrechung einfach ausgebaut und gereinigt werden.

#### Weitere Vorteile des SOLVOX®-D-Verfahrens:

- Keine Fremdenergie notwendig
- Geringe Investitionskosten
- Einfache und schnelle Montage
- Wartungsarm



SOLVOX®-D-Einspeisevorrichtung

### SOLVOX®-R

Beim SOLVOX®-R-Verfahren wird der Sauerstoff in einem Edelstahl-Druckbehälter gelöst.

Die Sauerstoffanreicherung kann hierbei im Inline- oder im Bypass-Betrieb durchgeführt werden.

#### Wesentliche Vorteile des SOLVOX®-R-Verfahrens:

- Maximale Sauerstoffausnutzung
- Hohe Sauerstoffkonzentration erreichbar
- Geringer Druckverlust des Eintragungssystems
- Wartungsarm

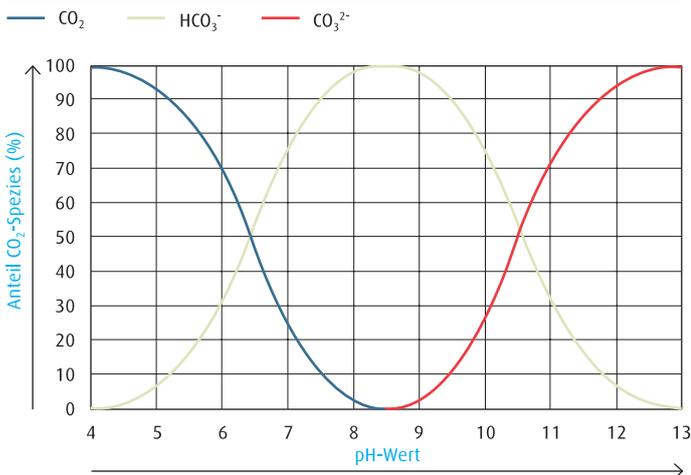


SOLVOX®-R-Reaktor

# Wirksam gegen Korrosion. SOLVOCARB® und Kohlendioxid.

Kohlendioxid ist Bestandteil natürlicher Wässer, es liegt dort überwiegend als physikalisch gelöstes Gas vor. Ein geringer Teil reagiert mit Wasser zu Kohlensäure ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), die abhängig von Temperatur und pH-Wert in ihre Anionen Hydrogencarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) und Carbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) zerfällt.

## Verteilung der $\text{CO}_2$ -Spezies in Wasser als Funktion des pH-Wertes; $T \text{ H}_2\text{O} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

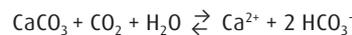


Pufferungsvermögen und Korrosivität eines Wassers beruhen auf dem Zusammenwirken von  $\text{CO}_2$ -Spezies mit dem Härteion Calcium, das in Form von schwerlöslichem Calciumcarbonat (Calcit,  $\text{CaCO}_3$ ) aus dem Wasser ausfällt.

Stehen Säuregehalt und Calciumionen-Konzentration eines Wassers miteinander im Gleichgewicht (Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht), wird Calcit weder gelöst noch abgeschieden. Der Zustand der Calcitsättigung ist durch den Gleichgewichts-pH-Wert charakterisiert.

Idealerweise befindet sich Trinkwasser bei der Verteilung im Bereich seiner Calcitsättigung. Ist jedoch mehr Kohlendioxid im Wasser gelöst als der Gleichgewichtsmenge entspricht, greift das überschüssige Kohlendioxid die vorhandene Schutzschicht im Rohrnetz an und verursacht Korrosionsschäden an Beton- und Metallrohren. Enthält ein Wasser hingegen zu wenig gelöstes Kohlendioxid, ist der pH-Wert seiner Calcitsättigung überschritten und es kommt zu Kalkausfällung in Leitungen und Armaturen.

### Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht, summarische Darstellung:



- $\text{CO}_2$ -Zugabe: Auflösung von Calcit (Aufhärtung)
- $\text{CO}_2$ -Entzug: Abscheidung von Calcit (Entcarbonisierung)

### SOLVOCARB®. Bringt Wasser ins Gleichgewicht zurück.

Während der Trinkwasseraufbereitung kann ein Wasser, z. B. durch offene Belüftung oder nach einer Schnellentcarbonisierung mit Kalkmilch, calcitabscheidende Eigenschaft annehmen. Dies hat zur Folge, dass nachgeschaltete Anlagenteile wie Rohrleitungen und Ventile stark verkalken und die Laufzeit von Filtern erheblich verkürzt wird. Extern eingebrachtes Kohlendioxid bewirkt hier unter gleichzeitiger pH-Wert-Senkung, dass eine Calcitabscheidung verhindert bzw. rückgängig gemacht wird.

Auch in kalkabscheidenden Rohwässern lässt sich das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht über eine pH-Regelung mit Kohlendioxid wieder exakt einstellen.

## Optimale Aufhärtung durch Kohlendioxid

Der Gehalt an gelösten Calcium- und Magnesiumionen bestimmt die Härte eines Wassers. Härtebildner sind für den Aufbau einer Kalk-Rostschuttschicht im Trinkwassernetz notwendig, sie müssen dafür aber in ausreichender Konzentration im Wasser vorliegen.

Rohwässer aus kalkarmen Regionen sowie Talsperrenwässer enthalten nur geringe Mengen an Härteionen, sie wirken ohne Aufbereitung korrosiv und können keine Deckschicht ausbilden. Auch bei der Trinkwassergewinnung aus Meerwasser fallen nach der Entsalzung Wässer mit geringer Pufferkapazität an, die vor ihrer Verteilung aufzuhärten sind. Durch Dosierung von Kohlendioxid und einer dazu äquivalenten Menge Kalkmilch wird die optimale Wasserhärte dabei über einen vorgegebenen Soll-pH-Wert präzise eingestellt.

Mit den SOLVOCARB®-Verfahren bietet Linde neben der Gaseversorgung auch das Know-how und die erforderliche Hardware zum effizienten Eintrag von Kohlendioxid in Wasser.

### Vorteile bei der Anwendung von Kohlendioxid:

- Exakte Einstellung der optimalen Wasserhärte
- Erhöhung der Pufferkapazität
- Verbesserung des Geschmacks
- Vermeidung von Kalkinkrustation
- Minimierung von Korrosion

### Sanfte pH-Wert-Regelung mit Kohlendioxid. Effizient und sicher.

Wird Kohlendioxid in Wasser eingetragen, entsteht Kohlensäure:

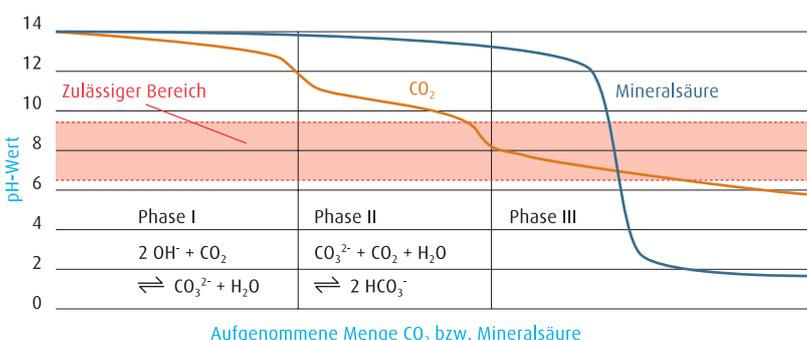


Die Anwendung von Kohlendioxid bzw. Kohlensäure ist bei der pH-Wert-Regelung in schwach gepufferten Wässern wie Trinkwasser die ideale Alternative zur Dosierung von Mineralsäure. Ein wesentlicher Vorteil von Kohlensäure ergibt sich aus dem flachen Verlauf ihrer Neutralisationskurve, insbesondere im zulässigen pH-Bereich von Trinkwasser. Der gewünschte pH-Wert ist damit selbst bei variablen Rohwasserparametern ohne Gefahr von Übersäuerung einfach und präzise regelbar.

### Weitere Vorteile gegenüber Mineralsäure:

- Keine Aufsalzung
- Keine Geschmacksbeeinträchtigung
- Keine Korrosionsschäden an Anlagenteilen
- Einfache Dosierbarkeit
- Sicheres Handling
- Einfache und sichere Lagerung
- Preiswert

## Neutralisation von Natronlauge mit CO<sub>2</sub> und mit Mineralsäure

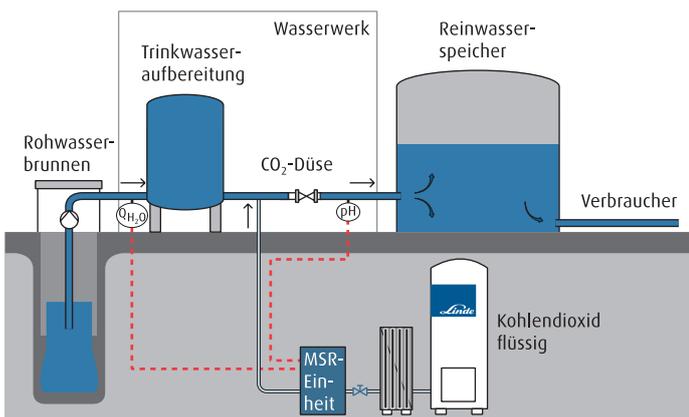


# Individuelle Anforderungen wirtschaftlich lösen. Präziser Kohlendioxideintrag mit SOLVOCARB®.

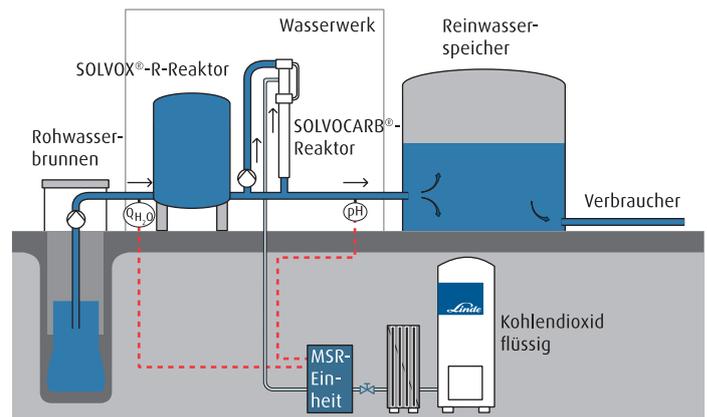
Mit dem SOLVOCARB®-Verfahren von Linde stehen bewährte und kostengünstige Dosier- und Eintragungssysteme für Kohlendioxid zur Verfügung.

Die Düsen und Reaktoren der SOLVOCARB®-Familie sind flexibel im Inline- oder Bypassbetrieb einsetzbar und bieten damit vielfältige Lösungen für die spezifischen Anforderungen beim Kunden.

## SOLVOCARB®-D-Verfahren, Inlinebetrieb



## SOLVOCARB®-R-Verfahren, Bypassbetrieb





SOLVOCARB®-D-Einspeisevorrichtung

### SOLVOCARB®-D

Das SOLVOCARB®-D-Verfahren wurde speziell für die Einspeisung von Kohlendioxid in Druckrohrleitungen entwickelt. Das Kohlendioxid wird dabei mit einer Edelstahldüse direkt in einen Rohwasserstrom injiziert. Hinter der Injektionsstelle ist eine Reaktionsstrecke erforderlich, in der sich das Kohlendioxid löst. Durch Einsatz eines statischen Mischers kann die Reaktionsstrecke erheblich verkürzt werden.

#### Vorteile des SOLVOCARB®-D-Verfahrens:

- Keine Fremdenergie notwendig
- Geringe Investitionskosten
- Einfache und schnelle Montage
- Wartung ohne Betriebsunterbrechung
- Wartungsarm

SOLVOCARB®-R-Reaktor mit CO<sub>2</sub>-Dosiereinheit

### SOLVOCARB®-R

Beim SOLVOCARB®-R-Verfahren wird das Kohlendioxid in einem Reaktor gelöst. Für die verschiedenen Einsatzbedingungen stehen Reaktoren in unterschiedlicher Bauform und Materialausführung zur Auswahl.

#### Wesentliche Vorteile des SOLVOCARB®-R-Verfahrens:

- Hohe Gasausnutzung
- Wartungsarm

# 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	Düsseldorf	Hamburg	Hannover	Leuna
Mainz	München	Nürnberg	Stuttgart	

Telefon 018 03.850 00-0\*

Telefax 018 03.850 00-1\*

\* 0,09 € pro Minute aus dem Festnetz. Abweichende Preise aus dem Mobilfunknetz. Zur Sicherstellung eines hohen Niveaus der Kundenbetreuung werden Daten unserer Kunden wie z. B. Telefonnummern elektronisch gespeichert und verarbeitet.

