



Whitepaper Ölnebel in der Umgebungsluft

Woher kommt er und wie wirkt er sich auf die Qualität
Ihrer Druckluft aus?



ENGINEERING YOUR SUCCESS.
www.parker.com/gsfe

Ölnebel in der Umgebungsluft

In diesem Whitepaper erläutert Mark White, Compressed Air Treatment Applications Manager bei Parker Hannifin Manufacturing Ltd, die möglichen Auswirkungen von Ölnebel in der Umgebungsluft auf die Druckluftqualität in nachgeschalteten Systemen und was es zu berücksichtigen gilt, wenn „technisch ölfreie“ Druckluft gemäß ISO 8573-1, Klasse 0 oder Klasse 1 für den Gesamtölgehalt benötigt wird.

Wenn Sie jemanden bitten, den Begriff „Öl“ zu erklären und zu erläutern, woher es stammt, beschreiben die meisten eine zähflüssige, schwarze Flüssigkeit, die aus der Tiefe der Erde gefördert und in großen Tankern weltweit verschifft wird. Und wenn Sie dieselbe Frage bezüglich von Öl in einem Druckluftsystem stellen, erhalten Sie meistens eine Beschreibung einer dickflüssigen, schwarzen Flüssigkeit, die aus einem ölgeschmierten Luftkompressor stammt.



Vielen ist nicht bekannt, dass unsere Umgebungsluft und die Luft, die wir atmen (und die der Kompressor ebenfalls „einatmet“), ebenfalls Öl enthalten – allerdings nicht in Form einer dickflüssigen, schwarzen Flüssigkeit, wie wir es uns normalerweise vorstellen, sondern in der für uns nicht sichtbaren Dampfphase (gasförmig).



Um zu verstehen, wie Ölnebel in unsere Umgebungsluft (und letztlich in unsere Druckluftsysteme) gelangt, müssen wir verstehen, was „Öl“ ist, wo es herkommt, wie es verarbeitet wird und was damit passiert, wenn es verwendet wird.

Was ist „Öl“?

Im allgemeinen Sprachgebrauch verwenden wir den Begriff, um zahlreiche verschiedene Dinge zu beschreiben, z. B. Heizöl, Diesel, Kerosin, Kompressoröl und Motoröl.

Ein organischer Chemiker hingegen würde diese Stoffe nicht als Öl bezeichnen, sondern als Kohlenwasserstoffe. Kohlenwasserstoffe sind organische Verbindungen, die nur Elemente aus Kohlenstoff und Wasserstoff enthalten. Sie gehören chemischen Gruppen an, die als funktionelle Gruppen bezeichnet werden. Diese funktionellen Gruppen (von denen es viele gibt) umfassen Alkane, Alkene, Alkine, Alkohole, Aromaten, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren, Amide und Ester.



Flüchtige organische Verbindungen (FOV)

Der Begriff FOV oder flüchtige organische Verbindungen wird heute in den Medien in Verbindung mit der Außenluftqualität häufig gebraucht. FOV sind Verbindungen, die einfach von der flüssigen Form in den Dampfzustand übergehen. Sie werden bei der Verbrennung von Kraft- und Brennstoffen wie Erdöl, Diesel, Kerosin, Holz-, Kohle oder Erdgas in die Atmosphäre abgegeben. Sie werden auch durch Öl- und Gasfelder und Produkte wie Farben und Lösungsmittel freigesetzt.



Herstellung von „Öl“ (das wir als Öl wahrnehmen)

Etwa 95 Prozent der Schmiermittel und flüssigen Kraftstoffe, die heute zum Einsatz kommen, werden aus Rohöl (auf Mineralbasis) gewonnen, bei dem es sich um die dickflüssige, organische Flüssigkeit handelt, die aus dem Boden gepumpt wird. Ohne ordnungsgemäße Verarbeitung ist Rohöl für uns von begrenztem Nutzen und nicht dafür geeignet, unsere Maschinen zu schmieren, unsere Fahrzeuge anzutreiben oder in Kraftwerken Strom zu erzeugen.

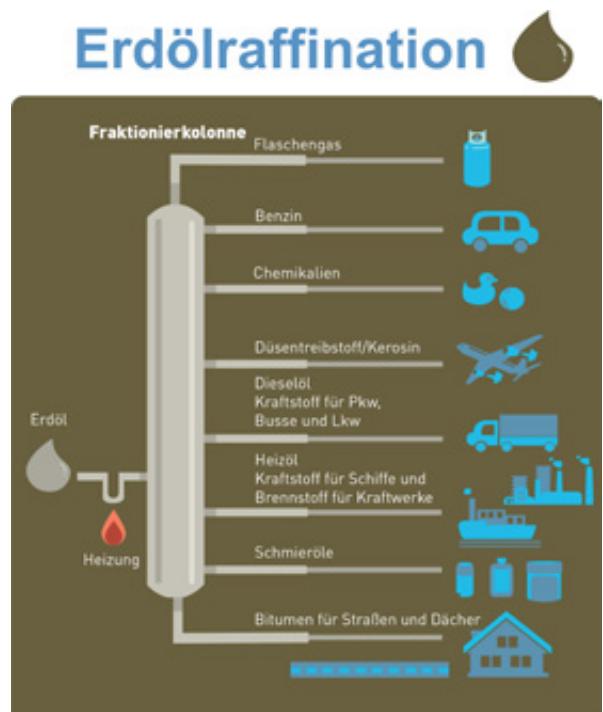


Um aus Öl Kraftstoffe oder Schmieröl herzustellen, muss es zuerst in einer Raffinerie verarbeitet werden. Bei der Raffination werden Moleküle unterschiedlicher Größen und Strukturen separiert, sodass sie für verschiedene Dinge genutzt werden können. Aus Rohöl werden zum Beispiel Benzin, Diesel und Kerosin hergestellt.

Einfach gesagt werden durch den Raffinationsprozess Verunreinigungen entfernt, das Öl erhitzt und verschiedene Verbindungen für unterschiedliche Einsatzzwecke getrennt.

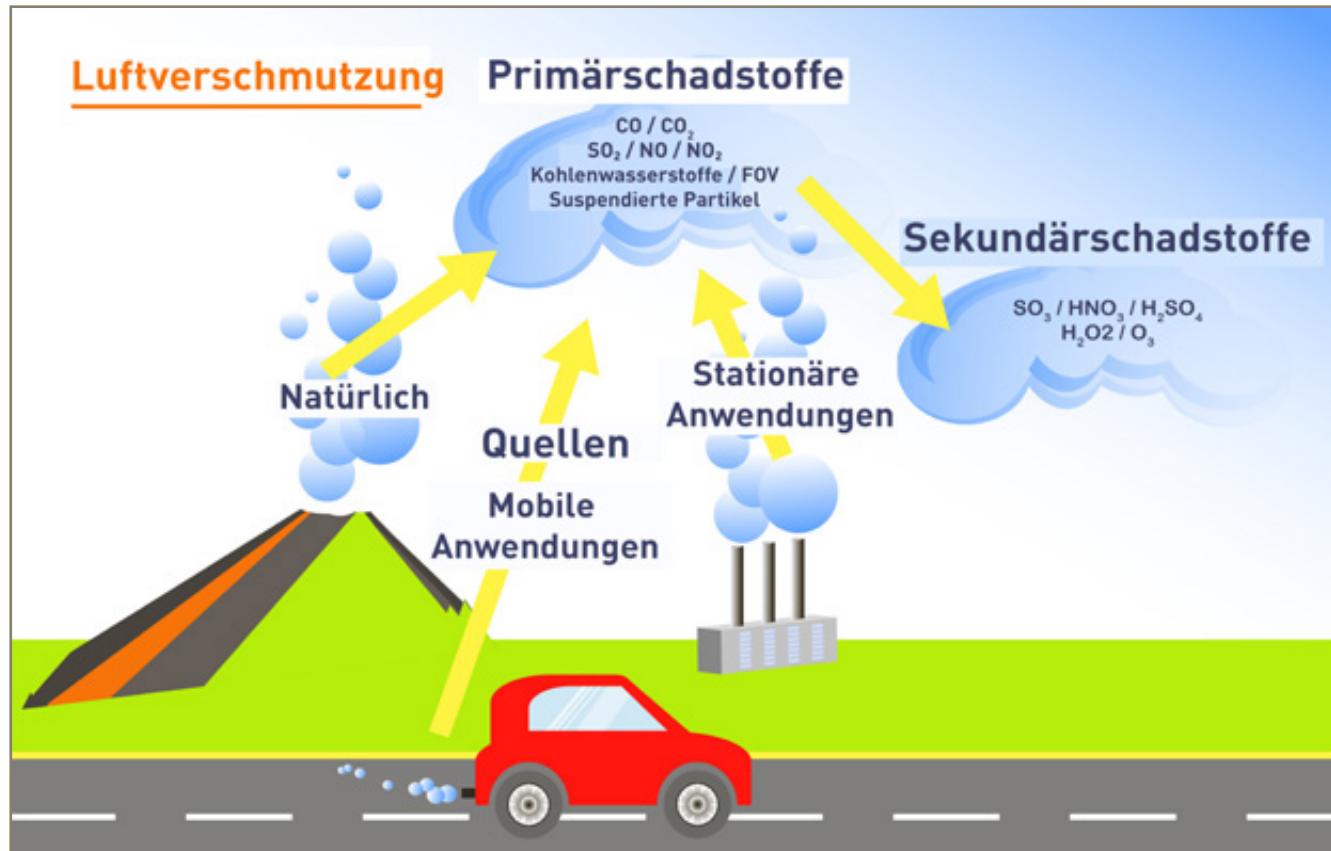
Die Separierung erfolgt in einer Fraktionierkolonne, in der das Öl weiter erwärmt wird, um es zu verdampfen. Wenn die Dämpfe aufsteigen, werden sie in verschiedenen Höhen der Kolonne abgesaugt, damit sie abkühlen und kondensieren können. Dieser Prozess ermöglicht, das Rohöl basierend auf dem Siedepunkt abzuscheiden.

Die kleinsten Kohlenwasserstoffe (mit der kürzesten Kohlenstoffkettenlänge, die aus 5 bis 10 Kohlenstoffatomen bestehen) steigen bis an den höchsten Punkt der Kolonne auf und werden zu Produkten wie Benzin verarbeitet. Dämpfe, die direkt unterhalb der Spitze der Kolonne kondensieren, enthalten Verbindungen mit 11 bis 13 Kohlenstoffatomen und werden für Kerosin und Düsentreibstoff verwendet. Weiter unten in der Kolonne kondensieren Verbindungen mit 14 bis 25 Kohlenstoffatomen, die für Diesel verwendet werden, und noch weiter hinab Verbindungen mit 26 bis 40 Kohlenstoffatomen, die zu Schmierölen verarbeitet werden.



Was meinen wir mit „Ölnebel“?

Wenn wir (die Druckluftindustrie) von Ölnebel in Umgebungsluft sprechen, meinen wir tatsächlich eine Kombination aus den oben erwähnten Kohlenwasserstoffen und FOV.



Umgebungsluft enthält in der Regel $0,05 \text{ mg/m}^3$ bis $0,5 \text{ mg/m}^3$ Ölnebel. In dicht bebauten, städtischen oder industriellen Umgebungen oder neben Parkplätzen und verkehrsreichen Straßen kann der Gehalt jedoch höher sein.

Woher wissen wir, wie viel „Ölnebel“ in der Umgebungsluft ist?

Wie oben erläutert, ist das Öl, das wir kennen, eine Mischung aus vielen verschiedenen Verbindungen – es gibt kein einzelnes „Öl“. Bei Drucklufttests müssen wir daher die Umgebungsluft auf die verschiedenen Verbindungen prüfen und die Testergebnisse kombinieren.

Weltweite und europäische Ziele zur Verbesserung der Luftqualität haben zur Einrichtung zahlreicher Luftgütemessstationen für die Verbindungen geführt, die für Menschen am gesundheitsschädlichsten sind (in der Regel NO_x , SO_x , CO , CO_2 und Ozon). Eine Reihe dieser Stationen messen jedoch auch weitere Verbindungen wie z. B. FOV, und diese Daten können genutzt werden, um das Vorhandensein von „Ölnebel“ in der Umgebungsluft zu prüfen.



In Großbritannien publiziert das DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs) kostenlos Daten, die von den Messstationen in Großbritannien erfasst wurden. Die meisten dieser Stationen (30+) verwenden manuelle Probennahme- und Testmethoden, um nach bestimmten Schadstoffen zu suchen, während vier Stationen (zwei außer- und zwei innerstädtische) Stationen ein komplexes automatisierte thermisches Desorptionsverfahren mit vor Ort installierten Gaschromatographie- und FID-Nachweisgeräten einsetzen. In diesen Stationen werden automatisch stündliche Messungen von 29 verschiedenen Verbindungen durchgeführt.



Beispiel eines automatischen Ozonvorläufer-Analysators von Perkin Elmer, der in den automatischen Messstationen eingesetzt wird.

Dieser Artikel stützt sich auf die zum Zeitpunkt der Veröffentlichung (2018) neuesten vier Kohlenwasserstoffberichte von der DEFRA für Großbritannien (für die Jahre 2012, 2013, 2014 und 2015).

Die folgenden Tabellen zeigen die mittleren stündlichen Konzentrationen der vier automatischen Messstationen über 12 Monate hinweg. Da in den Berichten als Maßeinheit $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und in der Druckluftindustrie mg/m^3 verwendet werden, wurden die Daten in den Tabellen in mg/m^3 umgerechnet.

Summen für die 29 Verbindungen von Interesse	Maximale stündliche Konzentration – 2012			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
Gesamtwerte ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	370,80	161,52	436,79	855,53
Gesamtwerte (mg/m^3)	0,37	0,16	0,44	0,86

Summen für die 29 Verbindungen von Interesse	Maximale stündliche Konzentration – 2013			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
Gesamtwerte ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	344,25	116,62	438,68	569,42
Gesamtwerte (mg/m^3)	0,34	0,12	0,44	0,57

Summen für die 29 Verbindungen von Interesse	Maximale stündliche Konzentration – 2014			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
Gesamtwerte ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	261,01	196,31	639,60	735,80
Gesamtwerte (mg/m^3)	0,26	0,20	0,64	0,74

Summen für die 29 Verbindungen von Interesse	Maximale stündliche Konzentration – 2015			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
Gesamtwerte ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	164,59	77,15	401,86	505,28
Gesamtwerte (mg/m^3)	0,16	0,08	0,40	0,51

Wie in den folgenden Tabellen zu sehen ist, entsprechen die kombinierten aufgezeichneten Daten für alle 29 Verbindungen den typischen Werten, die in der Industrie für Öl (Kohlenwasserstoffe) in der Umgebungsluft verwendet werden: $0,05 \text{ mg}/\text{m}^3$ bis $0,5 \text{ mg}/\text{m}^3$.

Wichtige Hinweise zu den Ergebnissen der DEFRA:

- Die erfassten Werte für jede der 29 Verbindungen, die an den einzelnen Standorten gemessen wurden, sind in den Tabellen in Anhang 1 enthalten.
- Weltweite und EU-Berichte berücksichtigen nur problematische und für Menschen gesundheitsschädliche Stoffe.
- Sie erfassen nicht notwendigerweise Verbindungen, die für Prozesse schädlich sein können (z. B. die den Geschmack eines Produkts beeinträchtigen, das während der Herstellung in direkten Kontakt mit Druckluft gerät).
- Zahlreiche Stoffe (Verbindungen), die für die menschliche Gesundheit weniger (oder nicht) schädlich sind, fallen durch das Erfassungsnetz, da der Chemiker/Analytiker nicht nach ihnen sucht und sich nicht für sie interessiert.
- Diese Chemikalien sind jedoch in der Umgebungsluft vorhanden und ihr Beitrag zum „echten“ Gesamt-FOV-Gehalt geht verloren (muss jedoch immer berücksichtigt werden).
- Die gemeldeten FOV-Gehalte sind daher deutlich geringer als in Wirklichkeit.
- In den Übersichtstabellen können wir sehen, dass die Werte an einigen Standorten innerhalb des typischen Bereichs von $0,05 \text{ mg/m}^3$ bis $0,5 \text{ mg/m}^3$ liegen, für andere Stationen jedoch höher.
- Da die von der DEFRA und in diesem Berichten genannten Messstationen nicht auf alle FOV prüfen, sondern nur auf die interessierenden, sollten die Werte in den Übersichtstabellen als „günstigster Fall“ betrachtet werden.

Druckluft – das Problem wächst

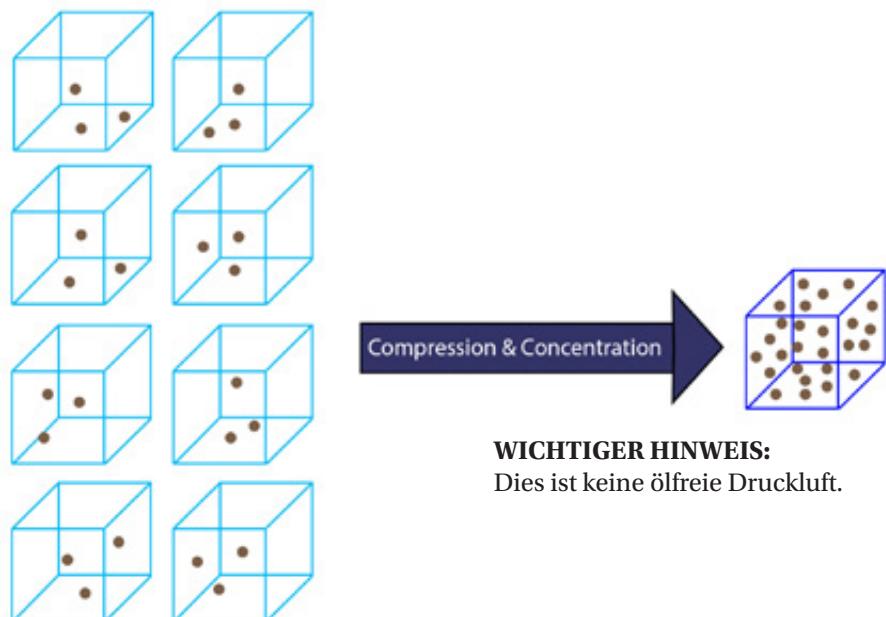
Vielen mögen die Umgebungsluftgehalte an Ölnebel als vernachlässigbar erscheinen. Wenn wir jedoch über die Verunreinigung von Druckluft reden, müssen wir auch die Auswirkungen der Verdichtung der Luft auf die Umgebungskontamination, die Menge an Luft, die in das Druckluftsystem strömt, und die Betriebsdauer des Kompressors berücksichtigen.

Verdichtung = Konzentration

Bei der Verdichtung wird die Umgebungsluft in ein kleineres Volumen gepresst. Dies gilt jedoch leider nicht für die Verunreinigungen in der Umgebungsluft, die stattdessen konzentriert werden. Je höher der Druck, auf den die Luft verdichtet wird, desto höher ist die Konzentration der Verunreinigungen.

Typische von der Druckluftindustrie genannte Werte für Ölnebel in der Umgebungsluft reichen von $0,05 \text{ mg/m}^3$ bis $0,5 \text{ mg/m}^3$

Die aufgezeichneten Werte bestätigen oder übersteigen diese Werte.



Grundlagen von Druckluft

Um einen Kubikmeter Druckluft zu erzeugen, muss der Kompressor mehrere Kubikmeter Druckluft ansaugen und verdichten. Je höher der Druck, auf den die Luft verdichtet wird, desto höher ist die Konzentration der Verunreinigungen.

Konzentrationsbeispiele

Um die Auswirkungen der Konzentration hervorzuheben, enthält die folgende Tabelle die maximalen Ölnebelkonzentrationswerte pro Stunde von Seite 5 (Mittelwerte aus den über 4 Jahre aufgezeichneten Werten).

Aufgezeichnete Verschmutzungsgrade in 1 Kubikmeter Umgebungsluft vor der Verdichtung

Druck	Werte aus der Industrie		Aufgezeichnete Umgebungswerte (Mittelwerte über 4 Jahre)			
	Min.	Max.	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
0 bar ü	0,05	0,5	0,29	0,14	0,48	0,67

Die folgende Tabelle zeigt die erhöhten „Ölnebel“-Kontaminationswerte in 1 Kubikmeter *Druckluft* (bei industrietypischen Betriebsdrücken).

Ölnebel-Kontaminationswerte in 1 Kubikmeter Druckluft

Druck	Werte aus der Industrie		Auswirkungen der Verdichtung bei aufgezeichneten Umgebungswerten			
	Min.	Max.	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
7 bar ü	0,40	4,00	2,32	1,12	3,84	5,36
10 bar ü	0,55	5,50	3,19	1,54	5,28	7,37
13 bar ü	0,70	7,00	4,06	1,96	6,72	9,38
40 bar ü	2,00	20,0	11,6	5,6	19,2	26,8

Alle Konzentrationswerte in mg/m³

Vernachlässigbare Werte

Gehalte, die in der Umgebungsluft als vernachlässigbar erscheinen mögen, können nach Berücksichtigung der Konzentrationswirkung der Verdichtung nicht mehr ignoriert werden.

Volumenstrom und Zeit

Ein weiterer wichtiger Faktor ist der Volumenstrom des Luftkompressors. Die meisten betrachten nur die Gehalte pro Kubikmeter Umgebungsluft, vergessen jedoch einzuberechnen, wie viele Kubikmeter pro Stunde der Luftkompressor dem Verteilersystem zuführt. Luftkompressoren arbeiten im Dauerbetrieb und saugen die verunreinigte Luft kontinuierlich an, was die Konzentration der Verunreinigungen fortlaufend erhöht.



Position des Lufteinlasses des Kompressors

Neben dem Gehalt an Ölnebel in der Umgebungsluft gibt es einen weiteren Faktor zu berücksichtigen: die Nähe des Lufteinlasses des Kompressors zu Parkplätzen und Straßen. Luftkompressoren sind oft nahe an Parkplätzen, Warenumschlagplätzen oder großen Straßen und Autobahnen aufgestellt. Die Auswirkungen von Fahrzeugverkehr in der Nähe des Lufteinlasses des Kompressors erhöhen die mit schädlichen FOV verbundenen Risiken erheblich, insbesondere, wenn ein Fahrzeug direkt neben dem Lufteinlass parkt oder mit laufendem Motor wartet.

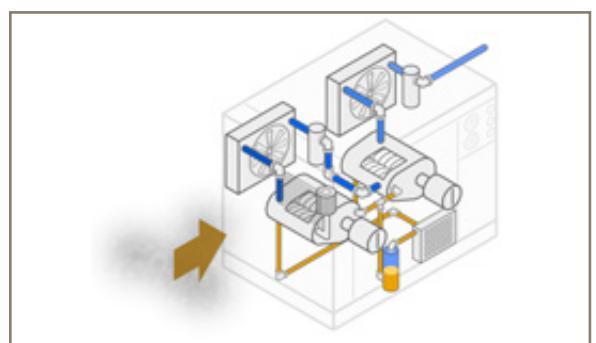


Warum sollten wir uns also um Ölnebelgehalte in der Umgebungsluft Gedanken machen?

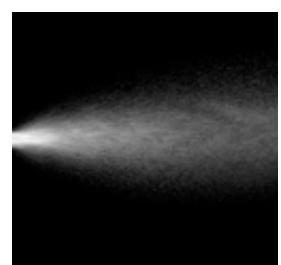
Zahlreiche Unternehmen, insbesondere in der Lebensmittel- und Getränkeverarbeitung, Pharmabranche, Kosmetik- und Elektronikindustrie setzen bei ihren Fertigungsprozessen Druckluft ein. Oft gelangt diese Druckluft direkt oder indirekt in Kontakt mit Produktionsanlagen, Instrumenten, Produkten und Verpackungsmaterial. Wenn diese Druckluft „Öl“ enthält, können die Konsequenzen erheblich sein, sowohl finanziell als auch im Hinblick auf eine Schädigung des Markenrufs. Aus diesem Grund spezifizieren viele Unternehmen den Einsatz eines ölfreien Kompressors – im Irrglauben, dass dieser „ölfreie“ Druckluft für die kritischen Anwendungen liefert.



Wie weiter oben in diesem Artikel dargelegt, enthält Umgebungsluft Öl in Form von Kohlenwasserstoffverbindungen und FOV, die beim Einsaugen in den Kompressor verdichtet werden.

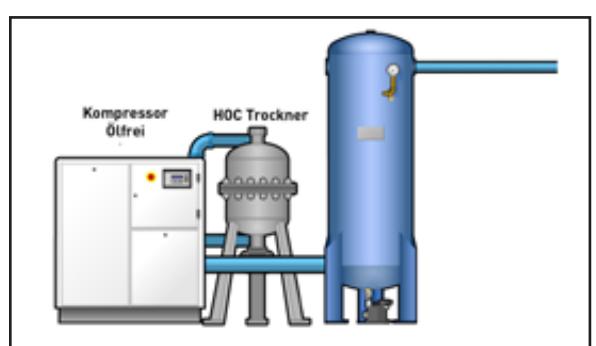


Ölnebel



Ölaerosol

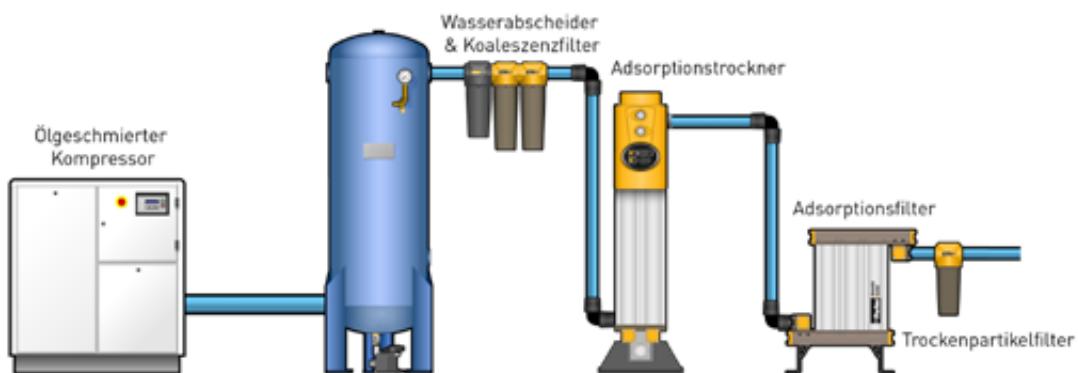
Wenn die Druckluft auf dem Kompressor austritt und in das Leitungssystem gelangt, kühlen sich manche dieser Verbindungen ab, kondensieren und bilden, was wir als flüssiges Öl und Ölaerosole bezeichnen, während andere Ölnebel bleiben.



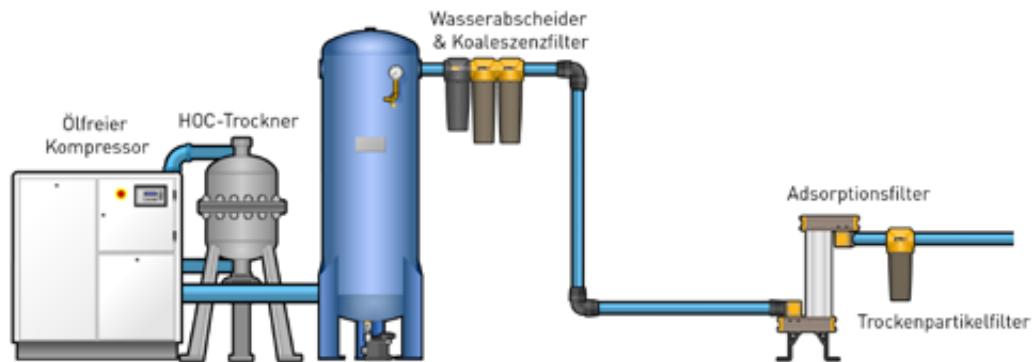
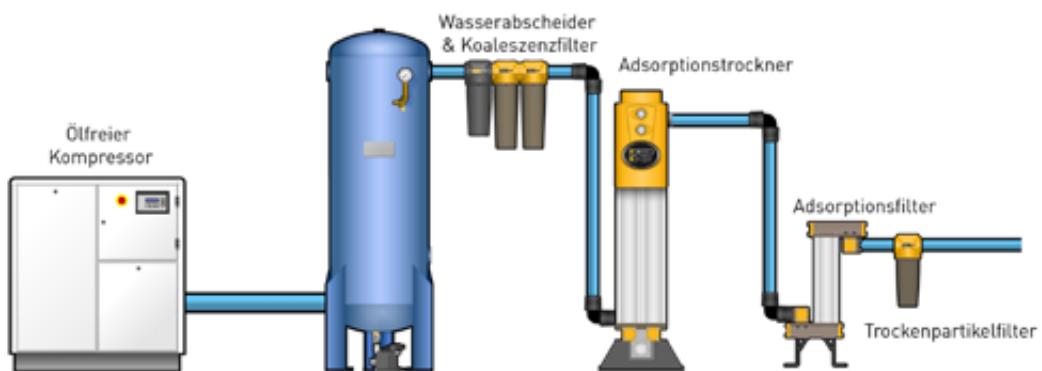
„Technisch ölfreie“ Druckluft

Gemäß ISO 8573-1, Klasse 0 oder Klasse 1 für den Gesamtölgehalt

Rund 75 % der weltweit verkauften industriellen Schraubenkompressoren sind ölgeschmiert (mit Öleinspritzung/Kontaktkühlung). Sie werden in der Regel mit nachgeschalteten Aufbereitungsanlagen (Wasserabscheider und Koaleszenzfilter) installiert, um die Druckluft aufzubereiten und das Öl in flüssiger und Aerosolform zu reduzieren. Für kritische Anwendungen wird zur Abscheidung von Ölnebel auch ein Adsorptionsfilter hinzugefügt. Auf diese Weise aufbereitete Druckluft gilt als „technisch ölfrei“ und die Installation der richtigen Aufbereitungskomponenten erfolgt nach der ISO 8573-1 (der internationalen Norm für die Reinheit von Druckluft), Klasse 0 oder Klasse 1 für den Gesamtölgehalt.



Wenn Anwender bei Verwendung eines ölfreien Kompressors dieselbe „technisch ölfreie“ Luftqualität gemäß ISO 8573-1, Klasse 0 oder Klasse 1 für den Gesamtölgehalt erreichen möchten, müssen dem Kompressor dieselben Aufbereitungskomponenten nachgeschaltet werden. Die Installation einer Aufbereitungsanlage stellt die Abscheidung des vom Kompressor angesaugten Ölnebels sicher (einschließlich des Ölnebels, der zu flüssigem Öl und Ölaerosolen kondensiert).



Sonstige zu berücksichtigende gasförmige Verunreinigungen

Schwefeldioxid (SO_2)

Schwefeldioxid entsteht als Nebenprodukt bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe und ist ebenfalls in der Umgebungsluft vorhanden, die in den Kompressor eingesaugt wird. Das Öl in einem ölgeschmierten Kompressor bietet den zusätzlichen Vorteil, dass es durch den Lufteinlass des Kompressors angesaugtes Schwefeldioxid (SO_2) neutralisieren kann.

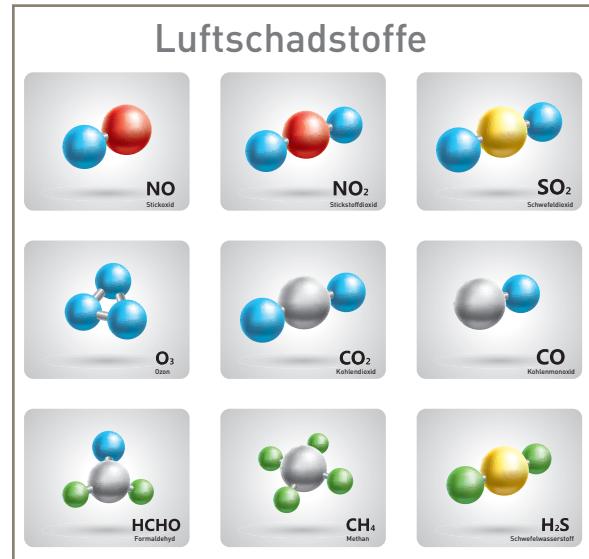
In einem ölfreien Kompressor gibt es kein Öl, um schädliche Dämpfe wie SO_2 zu neutralisieren. Da der Zwischenkühler und der Nachkühler in einem ölfreien Kompressor Wasserdampf zu flüssigem Wasser kondensieren, reagiert das SO_2 in der Luft mit dem kondensierten Wasserdampf zu Schwefelsäure (wie saurer Regen). Messungen in Druckluftsystemen zeigen, dass das resultierende Kondensat einen pH-Wert zwischen 3 und 6 hat, der nachgeschaltete Luftbehälter, Leitungen und Aufbereitungsanlagen aggressiver als Kondensat aus einem ölgeschmierten Kompressor angreift.

Ozon

Ein weiterer Faktor, der berücksichtigt werden muss, ist Ozon. Ölfreie Schraubenkompressoren verwenden Öl zur Schmierung von Lagern und Getrieben, spritzen jedoch kein Öl zur Kühlung in die Verdichterstufe ein. Das bedeutet, dass die Temperatur während der Verdichtung extrem hoch wird (und über die sichere Betriebstemperatur vieler Materialien ansteigt). Daher erfolgt die Verdichtung anders als bei einem ölgeschmierten Kompressor, der sie in einer Stufe durchführt, in zwei Stufen. Zwischen der ersten und der zweiten Verdichterstufe wird ein Zwischenkühler platziert, um zur Reduzierung der Temperatur beizutragen, wobei die Temperatur der Druckluft dennoch im Bereich von 180 °C bis 200 °C liegen kann (bei ölgeschmierten Schraubenkompressoren beträgt die Temperatur der Druckluft in der Regel um die 80 °C).

Der Verdichtungsprozess und die damit verbundenen hohen Temperaturen, Sauerstoff und die vorhandenen FOV können zur Bildung von Ozon führen, das vorzugsweise und selbstverzehrend bestimmte organische funktionelle Gruppen angreift. Ohne Öl im Gasstrom, wie bei dem ölfreien Kompressor, kann das Ozon nur schwer reagieren und seine Konzentration verringern. Daher können die Ozongehalte in der Druckluft, die von einem ölfreien Kompressor abgegeben wird, deutlich höher als in einem ölgeschmierten System bleiben. Das Ozon gelangt daher in die nachgeschalteten Leitungen des Kompressors, wo es oft Dichtungen, Ventile und Aufbereitungskomponenten beschädigt.

Die zur Reduzierung des Ölnebels verwendeten Aktivkohle-Adsorptionsfilter mit großem Adsorptionsbett haben den Vorteil, nicht nur den Ölnebelgehalt in der Druckluft zu reduzieren, sondern auch den Ozongehalt.

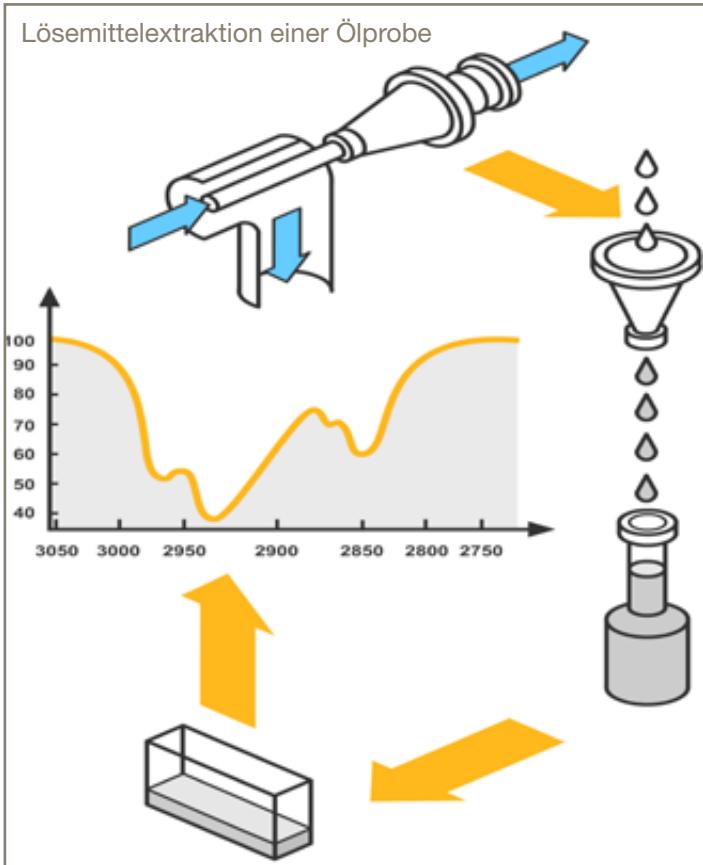


Prüfung auf Ölverunreinigungen in Druckluft

ISO 8573 Teil 2 bis 7

Im Gegensatz zu Prüfungen der Umgebungsluft, bei denen Tests auf jede einzelne Verbindung durchgeführt werden, sind die Prüfungen auf ölbasierte Kontaminierung in einem Druckluftsystem in Tests auf Ölaerosol und Tests für Ölnebel unterteilt (wobei die Ergebnisse zum Gesamtölgehalt kombiniert werden). ISO 8573-2 und ISO 8573-5 sind die internationalen Normen für die Prüfung von Ölaerosol und Ölnebel in Druckluft.

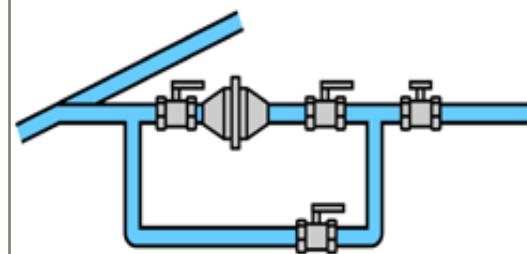
Beide verwenden eine spezifische Erfassungsmethode für die Phase der Verunreinigung und einen Lösemittlextraktionsprozess, um eine Probe aus dem Prüfmedium zu entfernen. Die Lösemittelprobe wird dann mit einem Analysegerät für die FTIR (Fourier-Transform-Infrarotspektrometrie) oder GC (Gaschromatographie) ausgewertet. Die Kombination der beiden Methoden liefert eine präzise Messung bis zu 0,003 mg/m³ und deckt alle oben genannten Verbindungen ab.



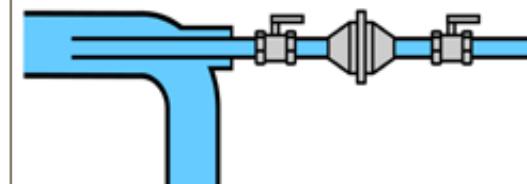
Verwendung von anderen Prüfeinrichtungen und -methoden als in ISO 8573, Teil 2 bis 9 angegeben
Manchmal werden auch andere Testmethoden oder Prüfeinrichtungen verwendet, bei denen es sich häufig um photometerbasierte Messgeräte handelt. Leider entgehen dem Sensor dieser Geräte aufgrund der Beschränkungen ihres Photoionisationsdetektors (PID) bestimmte im Druckluftstrom vorhandene Chemikalien.

Da viele Stoffe nicht erfasst werden, liegt die gemeldete FOV-Konzentration unter der „echten“ FOV-Gesamtkonzentration, die sich ergeben würde, wenn alle Stoffe erfasst würden. Daher sollten diese Art Geräte nur für grobe **Einschätzungen** verwendet werden.

Probennahmemethode mit vollem Volumenstrom nach ISO 8573-2



Isokinetische Probennahmemethode nach ISO 8573-2



Beispiele für Testmethoden und -geräte, die zur präzisen Messung von Ölaerosolen in Druckluft verwendet werden (ISO 8573-2).

Zusammenfassung

- Umgebungsluft kann sauber aussehen, ohne es zu sein
- Umgebungsluft ist nicht „ölfrei“
- Zusätzlich zu Wasserdampf enthält Umgebungsluft Kohlenwasserstoffe, flüchtige organische Verbindungen und andere gasförmige Verunreinigungen wie NOx, SOx, CO und CO₂.
(weitere Informationen zu Verunreinigungen und deren Quellen siehe Anhang 3)
- Umgebungsluft enthält Ölnebel mit typischen Gehalten von 0,05 g/m³ bis 0,5 mg/m³ (können je nach Standort höher sein)
- Dies entspricht den Luftqualitätsberichten der DEFRA und weiteren weltweiten Messungen
- Diese Verbindungen werden in den Kompressor eingesaugt
- Wenn die Umgebungsluft verdichtet wird, werden die Kohlenwasserstoffe, FOV und sonstigen Verunreinigungen konzentriert
- Da die Umgebungsluft nicht „ölfrei“ ist, können ölfreie Kompressoren ohne zusätzliche nachgeschaltete Filtration zur Reduzierung von flüssigem Öl, Ölaerosolen und Ölnebel keine „ölfreie“ Luft liefern
- Viele ölfreie Kompressoren verwenden dennoch Öl für die Schmierung von Lagern und Getrieben
- Dieses Öl kann durch beschädigte Dichtungen und Dämpfe, die im Betrieb aus der Kurbelgehäuse-Entlüftung austreten, ebenfalls in den Druckluftstrom gelangen
- In dem Glauben, dass ein ölfreier Kompressor ölfreie Druckluft liefert, auf Filtration zu verzichten, ist ein Fehler
- Einem ölfreien Kompressor müssen dieselben Aufbereitungskomponenten wie einem ölgeschmierten Kompressor nachgeschaltet werden
- Um präzise Prüfungen auf Öl in einem Druckluftsystem durchzuführen, sollten die Methodik und die Ausrüstung gemäß ISO 8573 Teil 2 (Ölaerosol) und Teil 5 (Ölnebel) verwendet werden
- Beim Einsatz von ölfreien Kompressoren kann Ozon entstehen
- Das Öl in einem ölgeschmierten Kompressor kann bestimmte gasförmige Verunreinigungen reduzieren und der Bildung von Ozon vorbeugen
- Das Kondensat aus einem ölfreien Kompressor kann aggressiver sein, z. B. kann Schwefeldioxid aus der Umgebungsluft, das sich mit dem Wasserdampf aus Kondensat vermischt, zur Bildung von Schwefelsäure führen

Referenzen, Daten und Unterstützung:

- Dr Kristopher J. Elliott MChem. Hons., PhD, CChem., CSci., MRSC, MACS. - Senior Aerospace R&D Chemist
- Scott Kelly - R&D Manager
- Ben Birch BSc (Hons), DipCAM - Research Scientist
- Jeremy Wright, Noria Corporation – Artikel: The Fundamentals of Mineral Base Oil Refining
- DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs) – UK Hydrocarbon Network Annual Reports für 2012 / 2013 / 2014 / 2015

DEFRA-Berichte sind verfügbar auf:

https://uk-air.defra.gov.uk/library/reports?section_id=13

Anhang 1

Anhang 1 enthält Daten aus den UK Hydrocarbon Network Annual Reports, die von Ricardo-AEA für die DEFRA erstellt wurden.

Die Daten sind für die vier automatischen Überwachungsstationen spezifisch.

Die automatischen Überwachungsstationen prüfen auf 29 relevante Verbindungen.

Die Tabellen in Anhang 1 zeigen die Gesamtwerte für alle 29 Verbindungen.

Anhang 2

Anhang 2 enthält dieselben Daten wie Anhang 1 aus den UK Hydrocarbon Network Annual Reports, die von Ricardo-AEA für die DEFRA erstellt wurden.

Die Daten sind für die vier automatischen Überwachungsstationen spezifisch.

Die Daten in Anhang 2 wurden so unterteilt, dass sie zum einen die Verbindungen (insgesamt 17) zeigen, die bei den Temperaturen in einem Druckluftsystem (oder darunter) kondensieren und sich zu einer Flüssigkeit verbinden können sowie C5 und höher sind, und zum anderen die Verbindungen (insgesamt 12), die in einer gasförmigen Phase verbleiben.

Die 17 Verbindungen, die abkühlen und kondensieren können, sind:

1,2,3-Trimethylbenzol / 1,2,4-Trimethylbenzol / 1,3,5-Trimethylbenzol / 1-Penten / 2-Methylpentan / Benzol / Ethylbenzol / Toluol / Isooctan / Isopentan / m+p-Xylol / n-Heptan / n-Hexan / n-Octan / n-Pantan / o-Xylol / trans-2-Penten.

Die 12 Verbindungen, die in einer Dampfphase verbleiben, sind:

1,3-Butadien / 1-Buten / Ethan / Ethylen / Acetylen / Isopren / Propan / Propylen / cis-2-Buten / Isobutan / n-Butan / trans-2-Buten

Anhang 3

Weitere Verunreinigungen in Druckluft und ihre Quellen.

Anhang 1

Verbindung	Maximale stündliche Konzentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – 2012			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
1,2,3-Trimethylbenzol	< Nachweisgrenze	0,70	3,30	3,30
1,2,4-Trimethylbenzol	< Nachweisgrenze	2,80	3,30	9,00
1,3,5-Trimethylbenzol	< Nachweisgrenze	0,60	1,80	9,40
1-Penten	< Nachweisgrenze	1,30	2,10	1,50
2-Methylpentan	4,60	6,10	18,00	20,00
Benzol	2,80	3,10	12,00	7,70
Ethylbenzol	9,20	1,60	5,70	7,10
Toluol	58,00	16,00	43,00	64,00
Isooctan	9,60	2,40	7,90	9,50
Isopentan	9,80	6,40	47,00	48,00
m+p-Xylol	29,00	6,40	18,00	24,00
n-Heptan	4,40	2,60	4,50	11,00
n-Hexan	8,20	2,10	16,30	8,20
n-Octan	1,70	0,57	1,60	5,80
n-Pentan	11,00	3,40	17,00	18,00
o-Xylol	8,80	2,40	5,90	7,90
trans-2-Penten	< Nachweisgrenze	< Nachweisgrenze	5,00	1,90
1,3-Butadien	0,70	1,30	1,40	2,00
1-Buten	< Nachweisgrenze	1,30	1,40	2,60
Ethan	16,00	19,00	94,00	70,00
Ethylen	1,90	7,30	17,00	16,00
Acetylen	2,40	3,00	4,30	11,00
Isopren	1,80	0,59	7,00	2,20
Propan	130,00	25,00	33,00	365,00
Propylen	1,90	3,00	4,50	6,10
cis-2-Buten	< Nachweisgrenze	0,16	0,79	0,93
Isobutan	23,00	15,00	24,00	75,00
n-Butan	36,00	27,00	36,00	47,00
trans-2-Buten	< Nachweisgrenze	0,40	1,00	1,40
Gesamtwerte ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	370,80	161,52	436,79	855,53
Gesamtwerte (mg/m^3)	0,37	0,16	0,44	0,86

Daten aus den UK Hydrocarbon Network Annual Reports, die von Ricardo-AEA für die DEFRA erstellt wurden.

Die Daten sind für die vier automatischen Überwachungsstationen spezifisch.

Die automatischen Überwachungsstationen prüfen auf 29 interessierende Verbindungen.

Verbindung	Maximale stündliche Konzentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – 2013			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
1,2,3-Trimethylbenzol	0,02	0,90	3,74	4,24
1,2,4-Trimethylbenzol	0,02	2,34	3,39	8,78
1,3,5-Trimethylbenzol	0,02	0,60	1,60	8,13
1-Penten	0,10	0,01	0,99	2,85
2-Methylpentan	9,37	1,39	13,27	12,76
Benzol	4,99	3,08	6,29	8,37
Ethylbenzol	20,02	14,96	71,01	83,58
Toluol	51,55	4,64	56,34	76,03
Isooctan	53,37	8,08	57,35	51,15
Isopentan	8,94	2,58	4,03	8,56
m+p-Xylol	5,36	2,75	14,02	7,12
n-Heptan	19,34	2,48	23,47	18,89
n-Hexan	7,18	1,45	3,31	6,74
n-Octan	66,39	10,12	41,00	93,74
n-Pentan	4,54	3,35	6,01	15,68
o-Xylol	8,64	5,85	21,11	38,63
trans-2-Penten	0,01	0,01	3,06	3,84
1,3-Butadien	0,56	0,31	1,53	1,66
1-Buten	2,21	0,51	1,65	2,31
Ethan	5,73	0,14	0,88	1,56
Ethylen	2,41	20,55	28,30	43,88
Acetylen	7,05	0,97	3,48	5,91
Isopren	0,96	17,10	3,31	8,68
Propan	21,85	5,28	41,07	28,09
Propylen	7,35	0,81	5,92	4,60
cis-2-Buten	12,89	0,62	7,55	0,01
Isobutan	14,10	2,73	12,56	18,51
n-Butan	7,49	2,80	1,28	3,37
trans-2-Buten	1,79	0,21	1,16	1,75
Gesamtwerte ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	344,25	116,62	438,68	569,42
Gesamtwerte (mg/m^3)	0,34	0,12	0,44	0,57

Daten aus den UK Hydrocarbon Network Annual Reports, die von Ricardo-AEA für die DEFRA erstellt wurden.
 Die Daten sind für die vier automatischen Überwachungsstationen spezifisch.
 Die automatischen Überwachungsstationen prüfen auf 29 interessierende Verbindungen.

Anhang 1

Verbindung	Maximale stündliche Konzentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – 2014			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
1,2,3-Trimethylbenzol	0,03	1,00	65,00	3,50
1,2,4-Trimethylbenzol	0,03	1,60	4,90	6,80
1,3,5-Trimethylbenzol	0,03	1,00	1,60	4,90
1-Penten	0,02	0,02	1,10	4,50
2-Methylpentan	3,80	33,00	5,00	49,00
Benzol	1,60	2,40	31,00	6,10
Ethylbenzol	1,10	1,20	4,80	5,40
Toluol	3,90	5,90	13,00	30,00
Isooctan	0,04	1,30	1,50	4,50
Isopentan	13,00	5,00	26,00	60,00
m+p-Xylol	3,40	4,10	17,00	19,00
n-Heptan	0,46	1,30	2,10	4,30
n-Hexan	2,90	3,80	7,70	9,70
n-Octan	0,04	0,38	0,90	3,10
n-Pentan	6,80	2,60	14,00	17,00
o-Xylol	1,50	1,80	5,70	7,80
trans-2-Penten	1,40	0,17	1,40	3,30
1,3-Butadien	0,52	0,29	3,00	3,10
1-Buten	1,70	0,61	5,10	6,00
Ethan	120,00	24,00	68,00	74,00
Ethylen	7,00	6,30	110,00	15,00
Acetylen	0,67	2,20	11,00	8,00
Isopren	2,10	0,37	6,70	6,10
Propan	60,00	29,00	110,00	230,00
Propylen	4,20	7,50	33,00	38,00
cis-2-Buten	1,00	0,21	1,20	2,50
Isobutan	8,40	18,00	32,00	59,00
n-Butan	14,00	41,00	55,00	52,00
trans-2-Buten	1,40	0,26	1,90	3,20
Gesamtwerte ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	261,01	196,31	639,60	735,80
Gesamtwerte (mg/m^3)	0,26	0,20	0,64	0,74

Daten aus den UK Hydrocarbon Network Annual Reports, die von Ricardo-AEA für die DEFRA erstellt wurden.
 Die Daten sind für die vier automatischen Überwachungsstationen spezifisch.
 Die automatischen Überwachungsstationen prüfen auf 29 interessierende Verbindungen.

Verbindung	Maximale stündliche Konzentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – 2015			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
1,2,3-Trimethylbenzol	0,03	0,70	2,70	2,70
1,2,4-Trimethylbenzol	0,03	1,50	4,80	9,50
1,3,5-Trimethylbenzol	0,03	1,30	1,50	3,40
1-Penten	0,02	0,09	0,81	1,10
2-Methylpentan	4,30	1,20	6,70	19,00
Benzol	1,40	1,60	4,60	5,40
Ethylbenzol	0,88	0,88	3,30	7,10
Toluol	5,70	4,30	59,00	57,00
Isooctan	0,66	0,57	2,70	18,00
Isopentan	31,00	4,00	27,00	43,00
m+p-Xylol	2,90	2,60	9,60	27,00
n-Heptan	0,54	0,62	2,20	11,00
n-Hexan	2,80	1,30	12,00	4,60
n-Octan	0,19	0,38	0,81	1,80
n-Pentan	12,00	2,80	21,00	12,00
o-Xylol	1,10	2,10	4,00	10,00
trans-2-Penten	0,02	0,15	2,30	3,80
1,3-Butadien	0,43	0,22	0,49	0,88
1-Buten	1,20	1,30	2,10	2,00
Ethan	8,40	16,00	81,00	71,00
Ethylen	3,30	4,50	13,00	10,00
Acetylen	0,62	2,90	6,10	3,80
Isopren	1,80	0,23	0,01	4,10
Propan	24,00	9,90	72,00	44,00
Propylen	3,10	1,50	4,40	3,80
cis-2-Buten	0,16	0,07	0,84	1,80
Isobutan	17,00	5,10	21,00	48,00
n-Butan	40,00	9,20	34,00	77,00
trans-2-Buten	1,00	0,14	1,90	2,50
Gesamtwerte ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	164,59	77,15	401,86	505,28
Gesamtwerte (mg/m^3)	0,16	0,08	0,40	0,51

Daten aus den UK Hydrocarbon Network Annual Reports, die von Ricardo-AEA für die DEFRA erstellt wurden.

Die Daten sind für die vier automatischen Überwachungsstationen spezifisch.

Die automatischen Überwachungsstationen prüfen auf 29 interessierende Verbindungen.

Anhang 2

Verbindung	Maximale stündliche Konzentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – 2012			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
1,2,3-Trimethylbenzol	< Nachweisgrenze	0,70	3,30	3,30
1,2,4-Trimethylbenzol	< Nachweisgrenze	2,80	3,30	9,00
1,3,5-Trimethylbenzol	< Nachweisgrenze	0,60	1,80	9,40
1-Penten	< Nachweisgrenze	1,30	2,10	1,50
2-Methylpentan	4,60	6,10	18,00	20,00
Benzol	2,80	3,10	12,00	7,70
Ethylbenzol	9,20	1,60	5,70	7,10
Toluol	58,00	16,00	43,00	64,00
Isooctan	9,60	2,40	7,90	9,50
Isopentan	9,80	6,40	47,00	48,00
m+p-Xylol	29,00	6,40	18,00	24,00
n-Heptan	4,40	2,60	4,50	11,00
n-Hexan	8,20	2,10	16,30	8,20
n-Octan	1,70	0,57	1,60	5,80
n-Pentan	11,00	3,40	17,00	18,00
o-Xylol	8,80	2,40	5,90	7,90
trans-2-Penten	< Nachweisgrenze	< Nachweisgrenze	5,00	1,90
Gesamtwerte ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	157,10	58,47	212,40	256,30
Gesamtwerte (mg/m^3)	0,16	0,06	0,21	0,26

Verbindung	Maximale stündliche Konzentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – 2012			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
1,3-Butadien	0,70	1,30	1,40	2,00
1-Buten	< Nachweisgrenze	1,30	1,40	2,60
Ethan	16,00	19,00	94,00	70,00
Ethylen	1,90	7,30	17,00	16,00
Acetylen	2,40	3,00	4,30	11,00
Isopren	1,80	0,59	7,00	2,20
Propan	130,00	25,00	33,00	365,00
Propylen	1,90	3,00	4,50	6,10
cis-2-Buten	< Nachweisgrenze	0,16	0,79	0,93
Isobutan	23,00	15,00	24,00	75,00
n-Butan	36,00	27,00	36,00	47,00
trans-2-Buten	< Nachweisgrenze	0,40	1,00	1,40
Gesamtwerte ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	213,70	103,05	224,39	599,23
Gesamtwerte (mg/m^3)	0,21	0,10	0,22	0,60

Daten wie in Anhang 1 aus den UK Hydrocarbon Network Annual Reports, die von Ricardo-AEA für die DEFRA erstellt.

Die Daten sind für die vier automatischen Überwachungsstationen spezifisch.

Die Daten in Anhang 2 wurden so unterteilt, dass sie zum einen die Verbindungen (insgesamt 17) zeigen, die bei den Temperaturen in einem Druckluftsystem (oder darunter) kondensieren und sich zu einer Flüssigkeit verbinden können sowie C5 und höher sind, und zum anderen die Verbindungen (insgesamt 12), die in einer gasförmigen Phase verbleiben.

Verbindung	Maximale stündliche Konzentration (µg/m³) – 2013			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
1,2,3-Trimethylbenzol	0,02	0,90	3,74	4,24
1,2,4-Trimethylbenzol	0,02	2,34	3,39	8,78
1,3,5-Trimethylbenzol	0,02	0,60	1,60	8,13
1-Penten	0,10	0,01	0,99	2,85
2-Methylpentan	9,37	1,39	13,27	12,76
Benzol	4,99	3,08	6,29	8,37
Ethylbenzol	20,02	14,96	71,01	83,58
Toluol	51,55	4,64	56,34	76,03
Isooctan	53,37	8,08	57,35	51,15
Isopentan	8,94	2,58	4,03	8,56
m+p-Xylol	5,36	2,75	14,02	7,12
n-Heptan	19,34	2,48	23,47	18,89
n-Hexan	7,18	1,45	3,31	6,74
n-Octan	66,39	10,12	41,00	93,74
n-Pentan	4,54	3,35	6,01	15,68
o-Xylol	8,64	5,85	21,11	38,63
trans-2-Penten	0,01	0,01	3,06	3,84
Gesamtwerte (µg/m³)	259,86	64,59	329,99	449,09
Gesamtwerte (mg/m³)	0,26	0,06	0,33	0,45

Verbindung	Maximale stündliche Konzentration (µg/m³) – 2013			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
1,3-Butadien	0,56	0,31	1,53	1,66
1-Buten	2,21	0,51	1,65	2,31
Ethan	5,73	0,14	0,88	1,56
Ethylen	2,41	20,55	28,30	43,88
Acetylen	7,05	0,97	3,48	5,91
Isopren	0,96	17,10	3,31	8,68
Propan	21,85	5,28	41,07	28,09
Propylen	7,35	0,81	5,92	4,60
cis-2-Buten	12,89	0,62	7,55	0,01
Isobutan	14,10	2,73	12,56	18,51
n-Butan	7,49	2,80	1,28	3,37
trans-2-Buten	1,79	0,21	1,16	1,75
Gesamtwerte (µg/m³)	84,39	52,03	108,69	120,33
Gesamtwerte (mg/m³)	0,08	0,05	0,11	0,12

Daten wie in Anhang 1 aus den UK Hydrocarbon Network Annual Reports, die von Ricardo-AEA für die DEFRA erstellt.

Die Daten sind für die vier automatischen Überwachungsstationen spezifisch.

Die Daten in Anhang 2 wurden so unterteilt, dass sie zum einen die Verbindungen (insgesamt 17) zeigen, die bei den Temperaturen in einem Druckluftsystem (oder darunter) kondensieren und sich zu einer Flüssigkeit verbinden können sowie C5 und höher sind, und zum anderen die Verbindungen (insgesamt 12), die in einer gasförmigen Phase verbleiben.

Anhang 2

Verbindung	Maximale stündliche Konzentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – 2014			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
1,2,3-Trimethylbenzol	0,03	1,00	65,00	3,50
1,2,4-Trimethylbenzol	0,03	1,60	4,90	6,80
1,3,5-Trimethylbenzol	0,03	1,00	1,60	4,90
1-Penten	0,02	0,02	1,10	4,50
2-Methylpentan	3,80	33,00	5,00	49,00
Benzol	1,60	2,40	31,00	6,10
Ethylbenzol	1,10	1,20	4,80	5,40
Toluol	3,90	5,90	13,00	30,00
Isooctan	0,04	1,30	1,50	4,50
Isopentan	13,00	5,00	26,00	60,00
m+p-Xylool	3,40	4,10	17,00	19,00
n-Heptan	0,46	1,30	2,10	4,30
n-Hexan	2,90	3,80	7,70	9,70
n-Octan	0,04	0,38	0,90	3,10
n-Pentan	6,80	2,60	14,00	17,00
o-Xylool	1,50	1,80	5,70	7,80
trans-2-Penten	1,40	0,17	1,40	3,30
Gesamtwerte ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40,02	66,57	202,70	238,90
Gesamtwerte (mg/m^3)	0,04	0,07	0,20	0,24

Verbindung	Maximale stündliche Konzentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – 2014			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
1,3-Butadien	0,52	0,29	3,00	3,10
1-Buten	1,70	0,61	5,10	6,00
Ethan	120,00	24,00	68,00	74,00
Ethylen	7,00	6,30	110,00	15,00
Acetylen	0,67	2,20	11,00	8,00
Isopren	2,10	0,37	6,70	6,10
Propan	60,00	29,00	110,00	230,00
Propylen	4,20	7,50	33,00	38,00
cis-2-Buten	1,00	0,21	1,20	2,50
Isobutan	8,40	18,00	32,00	59,00
n-Butan	14,00	41,00	55,00	52,00
trans-2-Buten	1,40	0,26	1,90	3,20
Gesamtwerte ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	220,99	129,74	436,90	496,90
Gesamtwerte (mg/m^3)	0,22	0,13	0,44	0,50

Daten wie in Anhang 1 aus den UK Hydrocarbon Network Annual Reports, die von Ricardo-AEA für die DEFRA erstellt.

Die Daten sind für die vier automatischen Überwachungsstationen spezifisch.

Die Daten in Anhang 2 wurden so unterteilt, dass sie zum einen die Verbindungen (insgesamt 17) zeigen, die bei den Temperaturen in einem Druckluftsystem (oder darunter) kondensieren und sich zu einer Flüssigkeit verbinden können sowie C5 und höher sind, und zum anderen die Verbindungen (insgesamt 12), die in einer gasförmigen Phase verbleiben.

Verbindung	Maximale stündliche Konzentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – 2015			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
1,2,3-Trimethylbenzol	0,03	0,70	2,70	2,70
1,2,4-Trimethylbenzol	0,03	1,50	4,80	9,50
1,3,5-Trimethylbenzol	0,03	1,30	1,50	3,40
1-Penten	0,02	0,09	0,81	1,10
2-Methylpentan	4,30	1,20	6,70	19,00
Benzol	1,40	1,60	4,60	5,40
Ethylbenzol	0,88	0,88	3,30	7,10
Toluol	5,70	4,30	59,00	57,00
Isooctan	0,66	0,57	2,70	18,00
Isopentan	31,00	4,00	27,00	43,00
m+p-Xylool	2,90	2,60	9,60	27,00
n-Heptan	0,54	0,62	2,20	11,00
n-Hexan	2,80	1,30	12,00	4,60
n-Octan	0,19	0,38	0,81	1,80
n-Pentan	12,00	2,80	21,00	12,00
o-Xylool	1,10	2,10	4,00	10,00
trans-2-Penten	0,02	0,15	2,30	3,80
Gesamtwerte ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	63,58	26,09	165,02	236,40
Gesamtwerte (mg/m^3)	0,06	0,03	0,17	0,24

Verbindung	Maximale stündliche Konzentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – 2015			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
1,3-Butadien	0,43	0,22	0,49	0,88
1-Buten	1,20	1,30	2,10	2,00
Ethan	8,40	16,00	81,00	71,00
Ethylen	3,30	4,50	13,00	10,00
Acetylen	0,62	2,90	6,10	3,80
Isopren	1,80	0,23	0,01	4,10
Propan	24,00	9,90	72,00	44,00
Propylen	3,10	1,50	4,40	3,80
cis-2-Buten	0,16	0,07	0,84	1,80
Isobutan	17,00	5,10	21,00	48,00
n-Butan	40,00	9,20	34,00	77,00
trans-2-Buten	1,00	0,14	1,90	2,50
Gesamtwerte ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	101,01	51,06	236,84	268,88
Gesamtwerte (mg/m^3)	0,10	0,05	0,24	0,27

Daten wie in Anhang 1 aus den UK Hydrocarbon Network Annual Reports, die von Ricardo-AEA für die DEFRA erstellt.

Die Daten sind für die vier automatischen Überwachungsstationen spezifisch.

Die Daten in Anhang 2 wurden so unterteilt, dass sie zum einen die Verbindungen (insgesamt 17) zeigen, die bei den Temperaturen in einem Druckluftsystem (oder darunter) kondensieren und sich zu einer Flüssigkeit verbinden können sowie C5 und höher sind, und zum anderen die Verbindungen (insgesamt 12), die in einer gasförmigen Phase verbleiben.

Anhang 3 – sonstige Verunreinigungen und Quellen

Umgebungsluft enthält außer Kohlenwasserstoffen und FOV zahlreiche unsichtbare Verunreinigungen, die ebenfalls in den Lufteinlass des Kompressors eingesaugt werden. Die Umgebungsluft ist nicht die einzige Quelle für die Kontaminierung von Druckluft – der Luftkompressor, der Luftbehälter und die Verteilungsleitungen fügen weitere Verunreinigungen hinzu.

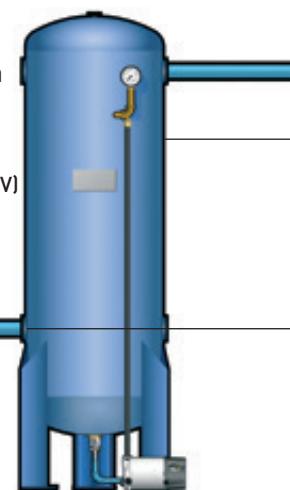
Arten und Quellen von Verunreinigungen in einem Druckluftsystem



Verunreinigungsquelle Nr. 1 Umgebungsluft

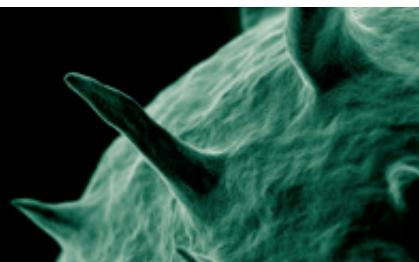
Atmosphärische Verunreinigungen, die in den Kompressor gelangen

- Mikroorganismen
- Wasserdampf
- Atmosphärische Partikel
- Ölnebel (Kohlenwasserstoffe & FOV)
- Sonstige gasförmige Verunreinigungen



Verunreinigungsquelle Nr. 2 Der Kompressor

Verunreinigungsquelle Nr. 3 Der Luftbehälter



Mikroorganismen

Die Umgebungsluft kann bis zu 100 Millionen Mikroorganismen pro Kubikmeter enthalten. Aufgrund ihrer geringen Größe gelangen Bakterien, Viren, Pilze und Sporen durch die Ansaugfilter und in das Druckluftsystem. Vom Danish Technological Institute durchgeführte Tests haben gezeigt, dass Mikroorganismen in Druckluftsystemen

mit Drücken bis zu 400 bar überleben können. In diesen Systemen bieten die warme, feuchte Umgebung innerhalb des Luftbehälters und der Verteilungsleitungen eine ideale Umgebung für ihr schnelles Wachstum. Mikroorganismen können sich in Kompressorkondensat stark vermehren, sodass bei der Ableitung von Kondensat Vorsicht geboten ist.



Wasserdampf

Wasser gelangt in Form von Dampf (oder Gas) in das Druckluftsystem. Die Fähigkeit der Luft, Wasserdampf zu binden, variiert je nach Druck und Temperatur. Je höher die Temperatur, desto mehr Wasserdampf kann die Luft binden; je höher der Druck, desto mehr

Wasserdampf wird herausgedrückt. Wenn Umgebungsluft verdichtet wird, steigt die Temperatur der Luft an, die nun mehr Wasserdampf halten kann.



Atmosphärische Partikel

Die Umgebungsluft in industriellen und städtischen Umgebungen enthält in der Regel 140 bis 150 Millionen Schmutzpartikel pro Kubikmeter. 80 % dieser Partikel sind kleiner als 2 Mikrometer und damit zu klein, um vom Luftansaugfilter des Kompressors

aufgefangen zu werden, sodass sie ungehindert in das Druckluftsystem gelangen.

Sobald sie sich im Druckluftsystem befinden, verändern viele der Schadstoffe aus der Umgebungsluft ihre Phase, was zur Bildung von weiteren Verunreinigungen führt. Der Luftkompressor, Luftbehälter und die Verteilerleitungen fügen ebenfalls weitere Verunreinigungen hinzu.

Kompressorraum

Verunreinigungen, die durch den Druckluftbehälter und die Verteilerleitungen eingeleitet werden

- Rost
- Abrieb

Durch den Kompressor verursachte Verunreinigungen

- Wasseraerosole
- Kondensiertes flüssiges Wasser
- Flüssiges Öl und Ölaerosole
- Ölnebel

Verunreinigungsquelle Nr. 4 Die Verteilerleitungen



Flüssiges Wasser und Wasseraerosole

Nach der Verdichtungsphase wird die Luft durch einen Nachkühler auf eine nutzbare Temperatur abgekühlt. Diese Abkühlung verringert die Fähigkeit der Luft, Wasserdampf zu binden, sodass ein Teil des Wasserdampfs zu flüssigem Wasser kondensiert. Das Vorhandensein von Flüssigkeit führt auch zur Bildung von Aerosolen. Nachkühler umfassen in der Regel einen Wasserabscheider, um die Menge an Flüssigkeit, die in das System gelangt, zu reduzieren (sie scheiden die kondensierte Flüssigkeit

nicht zu 100 % ab und wirken sich nicht auf Aerosole aus).

Die Luft, die den Nachkühler verlässt und in der Druckluftsystem gelangt, ist nun zu 100 % mit Wasserdampf gesättigt. Jede weitere Kühlung der Druckluft führt dazu, dass mehr Wasserdampf zu flüssigem Wasser kondensiert und mehr Aerosole entstehen. Kondensation tritt in verschiedenen Phasen im ganzen System auf, während die Luft durch den Luftbehälter, die Verteilerleitungen und die Ausdehnung der Luft in Ventilen, Zylindern und Produktionsanlagen weiter gekühlt wird.



Flüssiges Öl und Ölnebel

Wie Wasser wird mit der Umgebungsluft angesaugter Ölnebel im Nachkühler abgekühlt und kondensiert, was zur Bildung von Öl und Ölaerosolen führt (auch bei ölfreien Kompressoren), die in das nachgeschaltete System mitgeschleppt werden. Bei den meisten Luftkompressoren wird in der Verdichtungsphase Öl zum Abdichten, Schmieren und Kühlen eingesetzt.

Obwohl das Öl während der Verdichtung in direktem Kontakt mit der Luft ist, gelangt dank der Effizienz moderner, in den Kompressor integrierten Luft-/Ölabscheider nur ein geringfügiger Teil des Schmieröls als Flüssigkeit, als Aerosol (bei einem gut gewarteten Schraubenverdichter typischerweise maximal 5 mg/m³) oder als Ölnebel in das Druckluftsystem.



Rost und Abrieb

Rost und Abrieb stehen in direktem Zusammenhang mit Wasser im Druckluftsystem und finden sich in der Regel in Luftbehältern und Verteilerleitungen. Mit der Zeit lösen sich Rost und Abrieb und verursachen Schäden oder eine Blockierung von Produktionsanlagen,

wodurch auch das Endprodukt und Prozesse verschmutzt werden können. Rost und Abrieb treten oft verstärkt nach der Installation von Trocknern in älteren Leitungssystemen auf, die zuvor mit unzureichenden oder ohne Aufbereitungsanlagen betrieben wurden.

Parker weltweit

Europa, Naher Osten, Afrika

AE – Vereinigte Arabische Emirate, Dubai
Tel: +971 4 8127100
parker.me@parker.com

AT – Österreich, Wiener Neustadt
Tel: +43 (0)2622 23501-0
parker.austria@parker.com

AT – Osteuropa, Wiener Neustadt
Tel: +43 (0)2622 23501 900
parker.eastern@parker.com

AZ – Aserbaidschan, Baku
Tel: +994 50 2233 458
parker.azerbaijan@parker.com

BE/LU – Belgien, Nivelles
Tel: +32 (0)67 280 900
parker.belgium@parker.com

BG – Bulgarien, Sofia
Tel: +359 2 980 1344
parker.bulgaria@parker.com

BY – Weißrussland, Minsk
Tel: +48 (0)22 573 24 00
parker.poland@parker.com

CH – Schweiz, Etoy,
Tel: +41 (0)21 821 87 00
parker.switzerland@parker.com

CZ – Tschechische Republik,
Klecaný
Tel: +420 284 083 111
parker.czechrepublic@parker.com

DE – Deutschland, Kaarst
Tel: +49 (0)2131 4016 0
parker.germany@parker.com

DK – Dänemark, Ballerup
Tel: +45 43 56 04 00
parker.denmark@parker.com

ES – Spanien, Madrid
Tel: +34 902 330 001
parker.spain@parker.com

FI – Finnland, Vantaa
Tel: +358 (0)20 753 2500
parker.finland@parker.com

FR – Frankreich, Contamine s/Arve
Tel: +33 (0)4 50 25 80 25
parker.france@parker.com

GR – Griechenland, Piraeus
Tel: +30 210 933 6450
parker.greece@parker.com

HU – Ungarn, Budaörs
Tel: +36 23 885 470
parker.hungary@parker.com

IE – Irland, Dublin
Tel: +353 (0)1 466 6370
parker.ireland@parker.com

IL – Israel, Tel Aviv
Tel: +972 3 545 19 21
parker.israel@parker.com

IT – Italien, Corsico (MI)
Tel: +39 02 45 19 21
parker.italy@parker.com

KZ – Kasachstan, Almaty
Tel: +7 7273 561 000
parker.eastern@parker.com

NL – Niederlande, Oldenzaal
Tel: +31 (0)541 585 000
parker.nl@parker.com

NO – Norwegen, Asker
Tel: +47 66 75 34 00
parker.norway@parker.com

PL – Polen, Warschau
Tel: +48 (0)22 573 24 00
parker.poland@parker.com

PT – Portugal
Tel: +351 22 999 7360
parker.portugal@parker.com

RO – Rumänien, Bukarest
Tel: +40 21 252 1382
parker.romania@parker.com

RU – Russland, Moskau
Tel: +7 495 645-2156
parker.russia@parker.com

SE – Schweden, Spånga
Tel: +46 (0)8 59 79 50 00
parker.sweden@parker.com

SK – Slowakei, Banská Bystrica
Tel: +421 484 162 252
parker.slovakia@parker.com

SL – Slowenien, Novo Mesto
Tel: +386 7 337 6650
parker.slovenia@parker.com

TR – Türkei, Istanbul
Tel: +90 216 4997081
parker.turkey@parker.com

UA – Ukraine, Kiew
Tel: +48 (0)22 573 24 00
parker.poland@parker.com

UK – Großbritannien, Warwick
Tel: +44 (0)1926 317 878
parker.uk@parker.com

ZA – Republik Südafrika,
Kempton Park
Tel: +27 (0)11 961 0700
parker.southafrica@parker.com

Nordamerika

CA – Kanada, Milton, Ontario
Tel: +1 905 693 3000

US – USA, Cleveland
Tel: +1 216 896 3000

Asien-Pazifik

AU – Australien, Castle Hill
Tel: +61 (0)2-9634 7777

CN – China, Schanghai
Tel: +86 21 2899 5000

HK – Hong Kong
Tel: +852 2428 8008

IN – Indien, Mumbai
Tel: +91 22 6513 7081-85

JP – Japan, Tokyo
Tel: +81 (0)3 6408 3901

KR – Korea, Seoul
Tel: +82 2 559 0400

MY – Malaysia, Shah Alam
Tel: +60 3 7849 0800

NZ – Neuseeland, Mt Wellington
Tel: +64 9 574 1744

SG – Singapur
Tel: +65 6887 6300

TH – Thailand, Bangkok
Tel: +662 186 7000

TW – Taiwan, Taipei
Tel: +886 2 2298 8987

Südamerika

AR – Argentinien, Buenos Aires
Tel: +54 3327 44 4129

BR – Brasilien, São José dos Campos
Tel: +55 800 727 5374

CL – Chile, Santiago
Tel: +56 2 623 1216

MX – Mexico, Toluca
Tel: +52 72 2275 4200

Europäisches Produktinformationszentrum
Kostenlose Rufnummer: 00 800 27 27 5374
(von AT, BE, CH, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
IE, IL, IS, IT, LU, MT, NL, NO, PL, PT, RU, SE,
SK, UK, ZA)

