



# DICHTUNGEN FÜR RECHENZENTREN

für höhere Anforderungen  
in Sachen Wärmemanagement

# WÄRMEMANAGEMENT IN RECHENZENTREN

## Steigende Anforderungen

Der Bedarf nach Verbesserungen in Sachen Wärmemanagement wird voraussichtlich weiterhin steigen. Hochanspruchsvolle Branchen, die rasante Geschwindigkeit des technologischen Fortschritts sowie der wachsende Einsatz von Multi-Core-Chips führen zwangsläufig zu immer höheren Temperaturen in Rechenzentren. Zudem wird der Luftstrom in Rechenzentren durch die Installation zusätzlicher Anlagen immer stärker behindert.

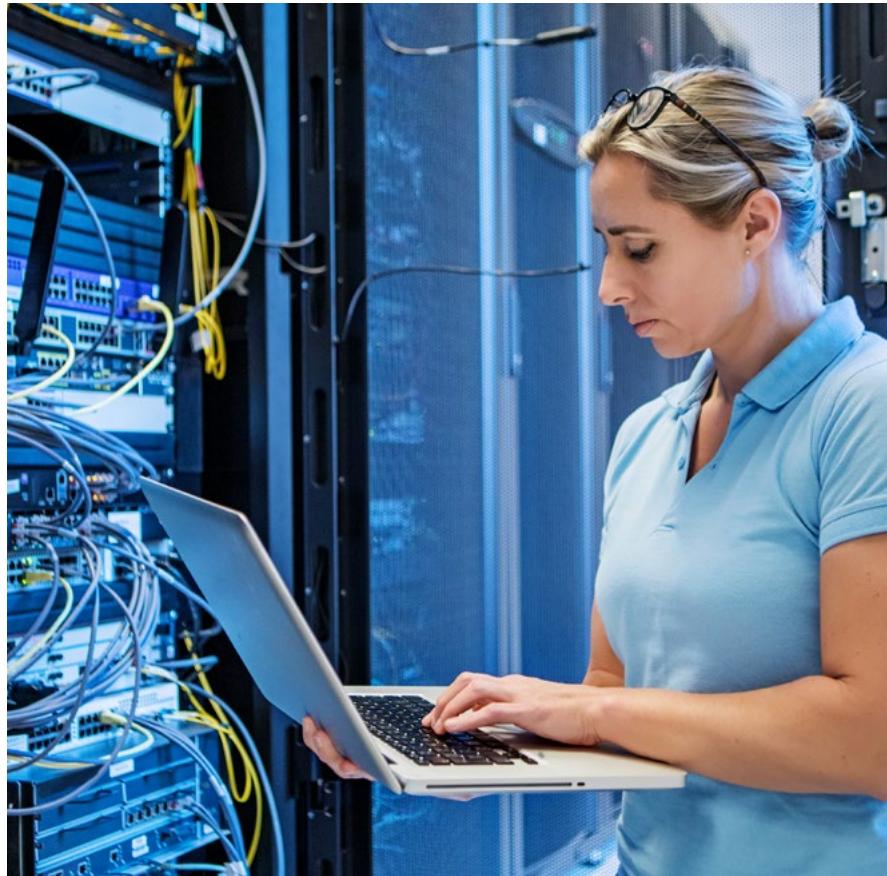
Deshalb gehören die Zeiten, in denen man in Rechenzentren einfach die Klimaanlage hochregeln und zusätzliche Ventilatoren einsetzen konnte, der Vergangenheit an. Derartige Maßnahmen können mit der Wärme, die durch eine wachsende Anzahl von Chips entsteht und die mit immer höheren Speicher- und Prozessor-temperaturen arbeiten, nicht mithalten.

## Rechenzentren stellen um auf Flüssigkühlung

Deshalb erwägen immer mehr Leiter von Rechenzentren den Einsatz von Flüssigkühlungssystemen. Während Flüssigkühlösungen aufgrund von Bedenken, dass Flüssigkeiten in Kontakt mit der Elektronik kommen könnten, früher als riskante Wahl galten, findet bei den Verantwortlichen für effizientes, effektives Wärmemanagement ein zunehmendes Umdenken statt.

**Direkte CPU-Kühlung** macht den größten Teil des Marktes aus. Sie setzt auf direkt an den wärmeerzeugenden Chips montierte Kühlplatten, über die ein auf Wasser basiertes Kühlmittel zur Wärmeableitung geführt wird.

**Immersionskühlung** stellt einen kleineren Marktanteil dar. Sie kann noch weiter in Ein- bzw.



Zweiphasenkühlung unterteilt werden. Bei der Einphasen-Immersionskühlung werden in der Regel synthetische dielektrische Kohlenwasserstoffmedien eingesetzt, wobei der gesamte Server in Kühlflüssigkeit getaucht ist. Bei der Zweiphasen-Immersionskühlung wird ein verdampfendes Kühlmittel direkt aufgesprührt, anschließend gesammelt und kondensiert der erneuten Nutzung zugeführt.

Die Tatsache, dass Flüssigkühlung in Rechenzentren kein Tabu mehr darstellt, ist auf das hohe Niveau des Designs, der Technik und der kontrollierten Fertigung der erforderlichen Hardware zurückzuführen, die sich in der zunehmenden Konstruktion modularer CPUs und GPUs widerspiegelt. Modularität ermöglicht Upgrades und den Ersatz von Technik, ohne dass dafür Spezialwerkzeuge oder Verfahren wie Schweißen erforderlich wären.

Modularität führt jedoch zu einem erhöhten Bedarf an zuverlässigen Dichtungslösungen für immer komplexere und kundenspezifische Anforderungen in Bezug auf O-Ringe, Flachdichtungen und Membranen.

Zuverlässigkeit ist jedoch keine Selbstverständlichkeit. Die Leiter von Rechenzentren sollten sich mit ihren Konstrukteuren und Technikern beraten, die in die Herstellung von Flüssigkühlungssystemen eingebunden sind, um Kenntnis über die Leistungsmerkmale und Prüfergebnisse kritischer Teile und Baugruppen zu gewinnen. Je mehr Informationen über die Vorteile und Leistungsfähigkeit von Flüssigkühlungssystemen zur Verfügung stehen – insbesondere im Bereich der Risikominderung in Sachen Flüssigkeitsleckagen – desto leichter lassen sich intelligente Entscheidungen treffen.

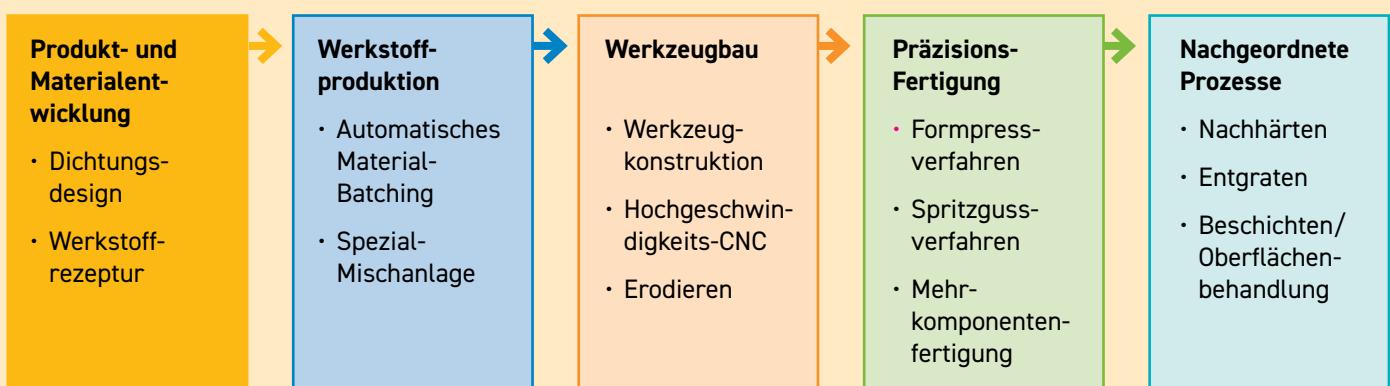
Unabhängig von der Flüssigkühlungsmethode – ob Direct-to-Chip, Immersion, Ein- oder Zwei-Phasenkühlung – oder der Umsetzungsstrategie – ob Komplettumstellung oder Hybridsystem – sind zuverlässige Dichtungslösungen unabdingbar. Der Erfolg dieser Kühlsysteme hängt vom Design, der Materialauswahl, der Zuverlässigkeit und der Integrationsunterstützung für die

eingesetzten Dichtungen ab. Diese Faktoren stellen sicher, dass die Kühlflüssigkeit im System bleibt, Leckagen verhindert und die Systemeffizienz aufrechterhalten werden. Durch Priorisierung hochwertiger Dichtungslösungen können Rechenzentren optimale Leistung und Langlebigkeit erreichen und damit ihren kritischen Betrieb absichern.

Bei Parker Hannifin sind wir stolz darauf einen für Qualität und Zuverlässigkeit stehenden Namen zu haben, der weltweit Vertrauen genießt. Unser globales Netz an Technikern und kaufmännischen Teams kann Ihnen für Ihre dichtungstechnischen Anforderungen alle Leistungen aus einer Hand bieten.

# DICHTUNGSLÖSUNGEN FÜR DIE FLÜSSIGKÜHLUNG

## Entwicklung und Produktion



**Prüfungen:** chemisch und mechanisch (ISO 17025-zertifiziert)

# FALLSTUDIE

## DIRECT-TO-CHIP KÜHLPLATTENHERSTELLER

| Firmenhintergrund  | Herausforderung  | Lösung   | Vorteile  |
|--|--|--|---|
| Konstrukteur und Hersteller von Komponenten für flüssigkeitsgekühlte Rechenzentren | Das Unternehmen war dabei, sich von einer geschweißten Kühlplattenkonstruktion auf ein Kompressionssystem umzustellen, das auf Dichtungen setzte | Umstellung des Dichtungsmaterials für verbesserte Werkstoffverträglichkeit und Schaffung kundenspezifischer Formdichtungen für spezifische Anforderungen | Umstellung auf eine lösbare Verbindung ermöglichte Zugänglichkeit für Nacharbeiten und Wartung<br>Niedrigere Fertigungskosten und geringerer Ausschuss gegenüber geschweißten Komponenten |

# DICHTUNGSLÖSUNGEN FÜR RECHENZENTREN



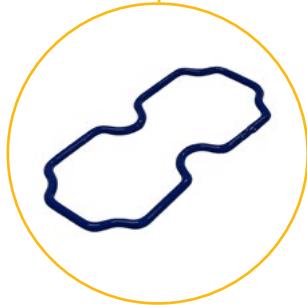
## Kundenspezifische Formdichtungen

Eine kundenspezifische Gehäusedichtung kann darauf ausgelegt werden anspruchsvolle Nut- und Schließkraftanforderungen zu erfüllen.



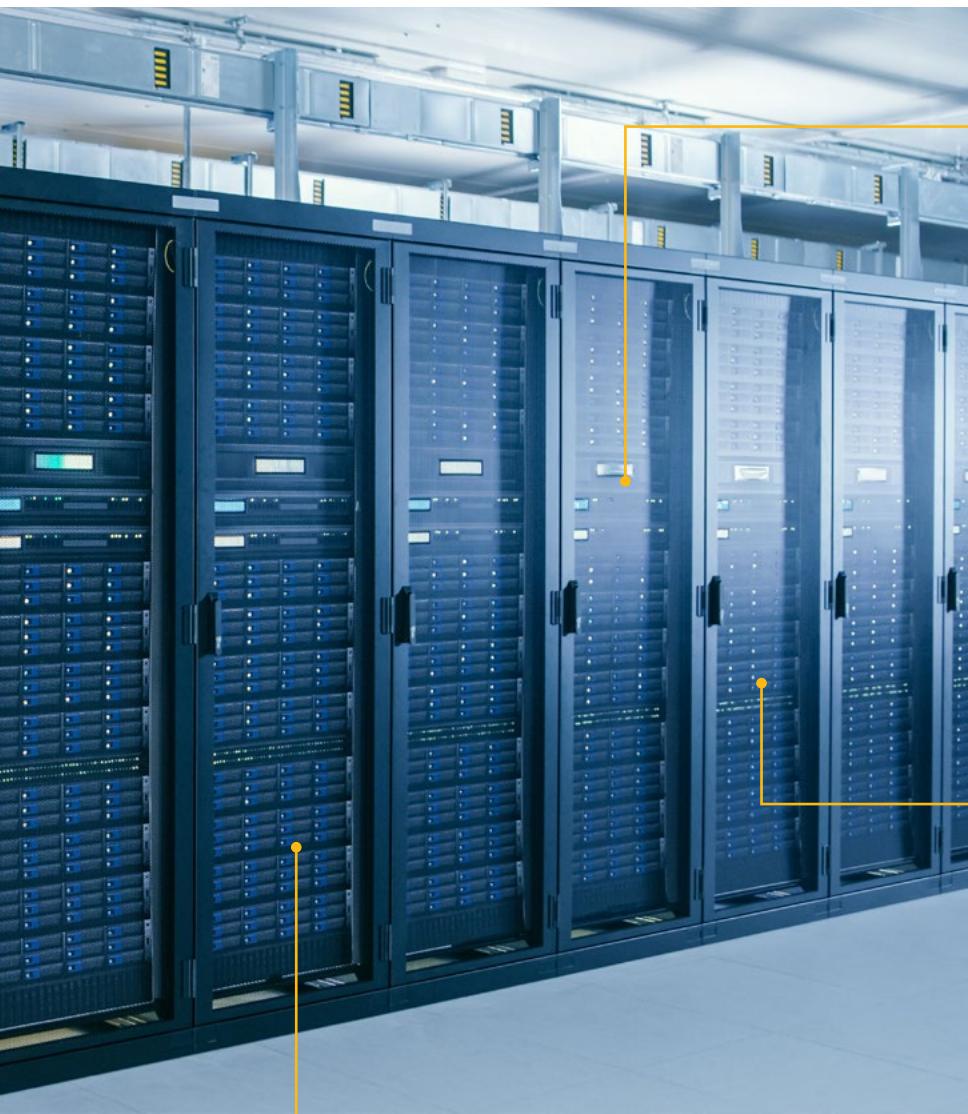
## O-Ringe

Standard-O-Ringe aus innovativen Materialien können für kritische Chemikalien geliefert werden.



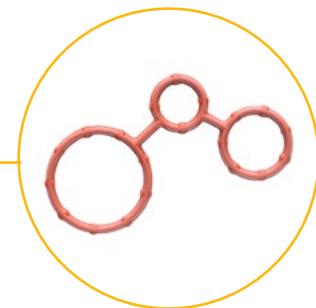
## Cure-in-Place Gaskets (CIPG)

Für eine stärker automatisierte Lösung können so genannte Cure-in-Place Gaskets (CIPG) für eine entsprechend effiziente Fertigung eingesetzt werden.



### Extrudierte und gespleißte Dichtungen

Mithilfe großer extrudierter Perimeter-Dichtungen lassen sich auf einfache und zuverlässige Art und Weise an spezifische Batteriegehäuse angepasste Dichtungen herstellen und dabei gleichzeitig Werkzeugkosten senken und Schließkräfte minimieren. Optimale Dichtungen sind dabei unter anderem Parkers Profile "Hollow Keyhole", "Jigsaw" und "Hexapod".



### Press-in-Place Seals (PIP)

Press-in-Place (PIP) Seals stellen eine sehr gute homogene Gummioption zur Abdichtung komplexer Nutpfade mit sehr wenig Platz für die Nut dar.



### Gedrehte Dichtungen

Durch moderne Bearbeitungstechnologien können Dichtungen in unterschiedlichsten Querschnitten und Wandstärkekombinationen zur Lösung konstruktiver Herausforderungen hergestellt werden.

# Materialverträglichkeit und -zuverlässigkeit

Sachgerechte Materialprüfungen sind unabdingbar, um die Zuverlässigkeit und Sicherheit von Dichtungen in sensiblen Umgebungen sicherzustellen. Im Fall von Dichtungen helfen Medien-Eintauchprüfungen, bei denen Materialien bestimmten Medien bei einer vorgegebenen Temperatur ausgesetzt und die physikalischen Eigenschaften vor und nach der Prüfung gemessen werden, dabei das Materialverhalten in unterschiedlichen Umgebungen vorauszusagen.

**1. Volumenänderung:** Diese Prüfung beurteilt Quellung oder Schrumpfung des Dichtungsmaterials. Eine Volumenänderung ist ein kritischer Indikator der Medienkompatibilität, da eine zu starke Quellung oder Schrumpfung zum Dichtungsversagen führen kann. Zudem weist die Volumenänderung in einem Material auf Inhaltsstoffe von Extraktionsflüssigkeit (Weichmacher) aus der Gummidichtung oder Absorption des Kühlmediums in die Gummidichtung hin. Beides ist problematisch. Im Fall einer länger andauernden Exposition kann die Extraktion von Weichmachern das Kühlmittel verunreinigen und seine Leitfähigkeit verstärken.

**2. Druckverformungsrest:** Diese Prüfung misst die Fähigkeit des Materials nach Verpressung wieder seine ursprüngliche Dicke bzw. Stärke anzunehmen. Ein hoher Druckverformungsrest weist darauf hin, dass sich das Material nicht gut erholt und somit zu potenziellen Leckagen führt

**3. Sichtprüfung:** Sichtprüfungen in Bezug auf Veränderungen wie Rissbildungen, Verfärbungen oder Verschlechterungen der Oberflächen vermitteln zusätzliche Erkenntnisse über den Zustand des Materials

**4. Sonstige Messungen** physikalischer Eigenschaften je nach Anforderungen des Anwendungsfalls sind Härte, Zugfestigkeit und Bruchdehnung. Veränderungen bei irgendeiner dieser drei Eigenschaften kann auf eine Zersetzung bzw. Schwächung des Materials hinweisen

Referenzöl IRM 901 (und das ältere Referenzöl ASTM #1) ist das relevante Standard-Prüfmedium zur Beurteilung der Dichtungsverträglichkeit mit dielektrischen/ Wärmeübertragungsmedien auf Kohlenwasserstoffbasis. Im Allgemeinen sind eine geringe (1-2%) Schrumpfung oder Quellung (bis zu 10%) akzeptabel. Die nachfolgende Tabelle stellt dar, wie sich verschiedene Dichtungsmaterialien allgemein nach IRM 901 verhalten. Für Wasser-/Glykol-Kühlmittel gelten diese Empfehlungen umgekehrt.

Volumenänderungen sind jedoch keine guten Indikatoren in Bezug auf langfristige Funktion. Die beim Einsatz in Heißwasser-/ Glykol-Kühlmitteln auftretenden Schäden sind Rissbildungen, Verhärtungen und beschleunigter Druckverformungsrest. Leider werden Prüfungen hinsichtlich dieser Ausfallarten bei der Festlegung der geeigneten Dichtungslösung oftmals außer Acht gelassen.

Die Materialauswahl ist von kritischer Bedeutung für Empfehlungen in Bezug auf Integrität, Funktionalität und Sicherheit in unterschiedlichen Wärmemanagementsystemen, doch die Materialauswahl stellt lediglich den ersten Schritt dar. Sachgerechtes Design und Engineering-Unterstützung sind ausschlaggebend dafür, dass Dichtungen wie beabsichtigt funktionieren. Anhand der folgenden Fallstudien wird dargestellt, wo das richtige Material, Design und die entsprechende Umsetzung zusammenkommen mussten, um für jeden Kunden die richtige Lösung zu erarbeiten.

## IRM 901 Öl-Einlagerungsprüfung

| Materialart    | IRM 901 Vol.-Änd. | Bewertung       | Anwendung in diesen Ölen           | Temp.-Bereich |
|----------------|-------------------|-----------------|------------------------------------|---------------|
| NBR            | -2%               | Ausgezeichnet   | 1. Wahl                            | -30 bis 100°C |
| HNBR           | +2%               | Ausgezeichnet   | Anwendung bei höheren Temperaturen | -30 bis 150°C |
| Tief-Temp. NBR | -10%              | Nicht empfohlen | Nicht empfohlen                    | -45 bis 100°C |
| EPDM           | >100%             | Nicht empfohlen | Nicht empfohlen                    | N/V           |
| Neopren        | +8,5%             | Mittelmäßig     | Nicht empfohlen                    | -35 bis 100°C |
| FKM            | +1%               | Ausgezeichnet   | Extrem hohe Temperatur-Leistung    | -25 bis 200°C |
| Fluorsilikon   | +3%               | Ausgezeichnet   | Extrem hohe Temperatur-Leistung    | -70 bis 170°C |

## Wasser-/Glykol-Einlagerungsprüfung

| Materialart    | Schäden                           | Bewertung     | Anwendung in diesen Ölen                       | Temp.-Bereich |
|----------------|-----------------------------------|---------------|--|---------------|
| NBR            | Druckverformungsrest, Verhärtung  | Mittelmäßig   | Bei max. Temperatur <50°C                      | -30 bis 100°C |
| HNBR           | Minimal                           | Gut           | Wenn Öl- u. Wasserbeständigkeit gefordert sind | -30 bis 150°C |
| Tief-Temp.-NBR | Rissbildung, Verhärtung           | Mittelmäßig   | Nicht empfohlen                                | -45 bis 100°C |
| EPDM           | Keine                             | Ausgezeichnet | 1. Wahl  | -50 bis 120°C |
| Neopren        | Druckverformungsrest              | Mittelmäßig   | Nicht empfohlen                                | -35 bis 100°C |
| FKM            | Druckverformungsrest, Rissbildung | Schlecht      | Nicht empfohlen                                | N/V           |
| Fluorsilikon   | Druckverformungsrest              | Schlecht      | Nicht empfohlen                                | N/V           |

## Werkstoffübersicht

| Materialart                | Produktart  | Temperatur    | Farbe   |
|----------------------------|---|---------------|---------|
| Acrylnitril-Butadien (NBR) |   |               |         |
| N0674-70                   | O-Ringe, Press-in-Place (PIP) Dichtungen, kundenspezifische Dichtungen, extrudierte Dichtungen                                      | -35 bis 100°C | Schwarz |
| Hydriertes Nitril (HNBR)   |   |               |         |
| N3831-70                   | O-Ringe, Press-in-Place (PIP) Dichtungen, kundenspezifische Dichtungen  | -35 bis 150°C | Schwarz |
| N8976-70                   | O-Ringe, Press-in-Place (PIP) seals, kundenspezifische Dichtungen (verbesserter Druckverformungsrest im Vergleich zu N3831-70)      | -25 bis 150°C | Rot     |
| KB161-70                   | Extrudierte Dichtungen  | -30 bis 150°C | Schwarz |
| Ethylen-Propylen (EPDM)    |   |               |         |
| E8556-70                   | O-Ringe, Press-in-Place (PIP) Dichtungen, kundenspezifische Dichtungen  | -50 bis 150°C | Schwarz |
| E7736-70                   | Extrudierte Dichtungen  | -55 bis 120°C | Schwarz |
| Fluorkarbon (FKM)          |   |               |         |
| V0747-75                   | O-Ringe, Press-in-Place (PIP) Dichtungen, kundenspezifische Dichtungen  | -25 bis 200°C | Schwarz |
| V8857-75                   | O-Ringe, Press-in-Place (PIP) Dichtungen, kundenspezifische Dichtungen (verbesserter Druckverformungsrest im Vergleich zu V0747-70) | -25 bis 225°C | Schwarz |
| VM330-75                   | Extrudierte Dichtungen  | -25 bis 200°C | Braun   |
| Fluorsilikon (FVMQ)        |   |               |         |
| L0677-70                   | O-Ringe, Press-in-Place (PIP) Dichtungen, kundenspezifische Dichtungen  | -60 bis 170°C | Blau    |
| L7232-70                   | Extrudierte Dichtungen  | -70 bis 170°C | Schwarz |

## Kontakt

Wir unterstützen Sie gerne bei der Konzeption und Entwicklung einer Dichtungslösung, die Ihren Anforderungen entspricht.



## Quellen:

1. Data Center Cooling Best Practices. (2023). Datacenters.com. Abgerufen am 5. August 2024, aus [DataCenters.com](https://www.datacenters.com/best-practices)
2. Cunningham, E. (6. Mai 2020). Liquid cooling can transform High-Density state and local government data centers. Technology Solutions That Drive Government. [StateTech Magazine](https://www.statesolutions.com/liquid-cooling-can-transform-high-density-state-and-local-government-data-centers).
3. Korolov, M. (3. Juni 2024). Five barriers to adoption of liquid cooling in data centers. Aus [DataCenterKnowledge.com](https://www.datacenterknowledge.com/article/five-barriers-to-adoption-of-liquid-cooling-in-data-centers)

Parker Hannifin GmbH  
**Engineered Materials Group Europe**  
Arnold-Jäger-Str. 1  
74321 Bietigheim-Bissingen · Germany  
Tel: +49 7142 351-0  
E-mail: [praedifa@parker.com](mailto:praedifa@parker.com)  
[www.parker.com/praedifa](http://www.parker.com/praedifa)

PTD3055-DE      PDF      02/2025

© 2025 Parker Hannifin Corporation