



Technische und sicherheitsrelevante Anforderungen an Rückhaltesysteme bei VR-Rides

HAWE's hydraulische Verriegelungssysteme (HLU*) haben Standards gesetzt

Inhalt:

Vergnügungsparks haben VR für sich entdeckt	2
Anforderungen an Personenrückhaltesysteme	2
Funktionsweise hydraulischer Rückhaltesysteme	3
TÜV-Zertifizierung für Unternehmen und Produkte	5
Prozessverbesserungen indiziert durch Zertifizierung	6
Bewertung der Zertifizierung	7
Fazit	7

VR-Rides, also durch Virtual Reality angereicherte Fahrten mit Achterbahnen oder anderen Fahrgeschäften, liegen voll im Trend. Sie eröffnen völlig neue Erlebniswelten und damit auch innovative Anwendungsfelder. Das vorliegende Whitepaper thematisiert, welche Anforderungen sich daraus für die jeweiligen Personenrückhaltesysteme ergeben. Es zeigt auf, welche Standards hydraulische Verriegelungssysteme in diesem Umfeld setzen konnten.

Nachdem das Thema Sicherheit an oberster Stelle steht, wird am konkreten Beispiel der HAWE Micro Fluid GmbH aufgezeigt, wie eine TÜV-Zertifizierung erfolgen kann; unternehmens-, aber auch produktspezifisch. Darüber hinaus zeigt das Paper die Vorteile auf, die eine solche Produktzertifizierung insbesondere für Hersteller und Betreiber von Fahrgeschäften mit sich bringt.

* HLU = Hydraulik Locking Unit

Vergnügungsparks entdecken Virtual Reality für sich

Das Thema Virtual Reality boomt in den Vergnügungsparks. Völlig neue, digital programmierbare Erlebniswelten eröffnen sich den Fahrgästen in dem Moment, wo Achterbahnfahrten durch eine VR-Brille ergänzt wird.

Neben dem zusätzlichen Fun-Faktor ist die Idee auch aus wirtschaftlicher Sicht reizvoll. Die Parkbetreiber können ihre in die Jahre gekommenen Achterbahnen aufwerten, ohne in komplett neue Fahrgeschäfte investieren zu müssen. Und bisher weniger prädestinierte Freizeiteinrichtungen können das Erlebnis neu ins Angebot aufnehmen. Mit „Bolt“ beispielsweise entsteht die erste interaktive Katapult-Achterbahn auf einem Kreuzfahrtschiff der Carnival Cruise Line.

Eine weitere innovative Anwendung für VR-Rides sind die sogenannten Roboter-Simulatoren, egal ob für den Freizeitsektor oder aber für Schulungen und Trainings. Kritische Flugmanöver beispielsweise können täuschend echt abgebildet werden, kombiniert man umgenutzte Industrieroboter mit einer Virtual-Reality-Anwendung.



Abb. 1: Auch die gefühlte Sicherheit spielt eine Rolle.

Aber ganz gleich ob Fahrgeschäft oder Roboter-Simulator, ob mit Virtual-Reality-Anwendung oder ohne; sie

alle haben eins gemeinsam: Der Fahrgast muss trotz wildester Manöver durch ein zuverlässiges und gleichzeitig komfortables Rückhaltesystem sicher im Sitz fixiert werden.

Die dabei auftretenden Kräfte können enorm hoch sein. In manchen Achterbahnen wirken Beschleunigungskräfte bis zu 6 G. Das entspricht dem sechsfachen der Erdanziehungskraft und ist damit mehr als ein Astronaut bei einem Raketenstart zu spüren bekommt.

Anforderungen an Personenrückhaltesysteme

Hydraulische Verriegelungssysteme für Personenrückhaltesysteme haben in den letzten Jahren Standards in Sachen Komfort und Sicherheit gesetzt. In Bezug auf die Anforderungen, die ein State-of-the-Art-Rückhaltesystem zu erfüllen hat, steht an erster Stelle das Thema Sicherheit. Diese wird zu 100 Prozent bedingungslos und ohne Kompromisse vorausgesetzt. Deshalb spielt neben der technischen auch die gefühlte Sicherheit auf Seiten des Fahrgastes eine nicht unerhebliche Rolle. Ein sanftes und vor allem geräuscharmes Öffnen und Schließen des Haltebügels, bei dem sich die Bügelstellung stufenlos an den Fahrgast anpassen lässt, trägt dazu bei. Zudem ist ein schnelles Öffnen und Schließen der Arretierung wichtig. Damit minimieren sich die Zeiten zwischen zwei Fahrten und ein schneller Fahrgastwechsel wird ermöglicht.

Eine weitere Anforderung, die von den Betreibern von Fahrgeschäften gestellt wird, ist ein geringer Verschleiß und eine lange Lebensdauer der verbauten Teile. Sämtliche Komponenten sollten möglichst wartungsarm funktionieren. Darüberhinaus müssen die Wartungsintervalle verlässlich planbar sein, da sich jeder Stillstand über sinkende Betriebszeiten negativ auf die Einnahmen und damit auf die Amortisationsdauer des Fahrgeschäfts auswirkt. Bei Investitionssummen von in der Spitze bis zu mehreren Millionen Euro ist das ein nicht zu vernachlässigender Faktor.

Und auch von einer zügigen Inbetriebnahme aufgrund einer einfachen und schnellen TÜV-Abnahme profitieren Betreiber, vor allem dann, wenn deren Fahrgeschäfte

mobil auf Volksfesten oder Rummelplätzen eingesetzt werden und häufig auf- und abgebaut werden müssen.* Die Hersteller von Fahrgeschäften profitieren von Komponenten, die im Baukastenprinzip konzipiert sind. Die Systeme lassen sich dadurch einfach und schnell an das jeweilige Projekt anpassen. Das verkürzt Projektierungszeiten und erlaubt eine flexible Umsetzung von Spezialanforderungen schon im Standard. Durch die

es HAWE gelungen, den skizzierten Anforderungen an Verriegelungssysteme für Personenrückhaltesysteme in Fahrgeschäften vollumfänglich gerecht zu werden. Eine Ausfallwahrscheinlichkeit aufgrund einer Kontamination mit Partikeln von weniger als eins je eine Milliarde Betriebsstunden sorgt für höchste Sicherheit. Dieser Wert ist durch das unabhängige und anerkannte Prüfinstitut TÜV Süd verifiziert.

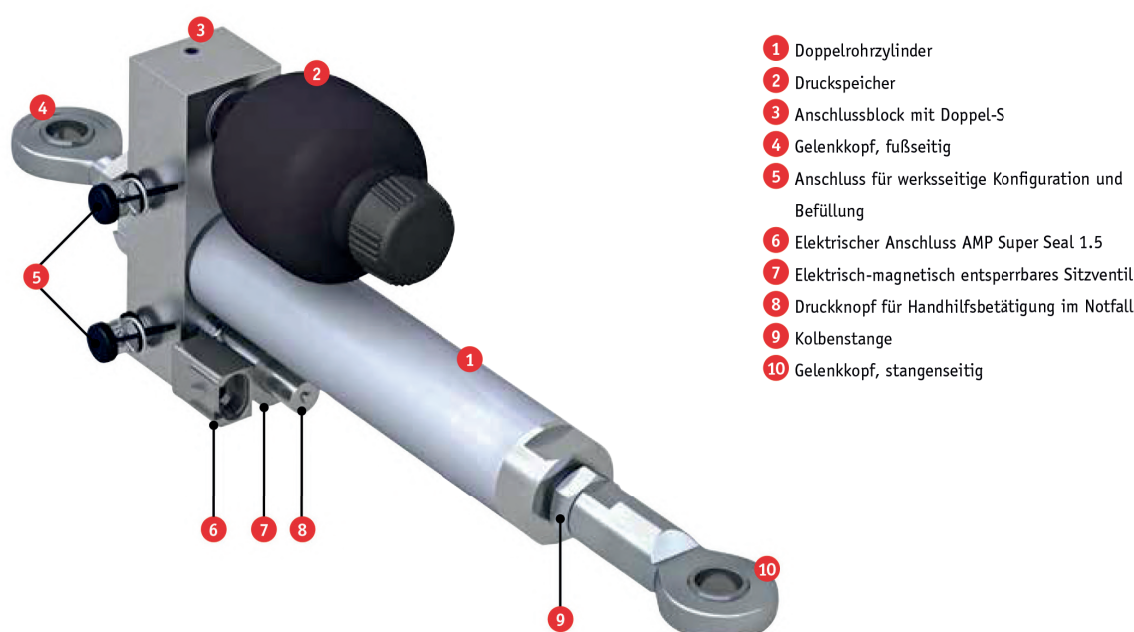


Abb. 2: Die verschiedenen Komponenten eines hydraulischen Verriegelungssystems

Lieferung der Verriegelungssysteme als Plug-and-Play-Lösung kann der Einbau möglichst einfach und schnell erfolgen.

Und schlussendlich darf eine normative Anforderung nicht ausser Acht gelassen werden: das manuelle Öffnen der Rückhaltebügel im Notfall. Auch diese Funktion ist im System integriert.

Funktionsweise hydraulischer Verriegelungssysteme

Mit dem hydraulischen Verriegelungssystem, speziell für Fahrgeschäfte und fliegende Bauten entwickelt, ist

Auf den genauen Zertifizierungsprozess kommen wir später noch zu sprechen. Doch zuerst zur Funktionsweise. Herzstück des Systems ist ein geschraubter Doppelrohrzylinder (1). Das innere Rohr führt die Kolbenstange mit Kolben, das Außenrohr führt das Öl der Stangenseite zum angeflanschten Anschlussblock am Zylinderfuß (3). Dieser nimmt einen Membranspeicher (2) und ein elektromagnetisch sowie manuell entsperbares Rückschlagventil (7) auf. Der Membranspeicher hat die Aufgabe, die Einheit auf einen definierten Druck vorzuspannen und das durch die Kolbenstange beim Einfahren verdrängte Öl aufzunehmen. Damit dient er quasi als Zwischenspeicher der beim Schließen freigesetzten Energie. Diese kann dann zum Öffnen des Bü-

* Hinweis: Kein Verkauf von Verriegelungssystemen in die USA in mobile, also sich wiederholend auf- und abbauende Fahrgeschäfte.

gels genutzt werden. Zusätzliche Gasdruckfedern, Federsysteme oder Pneumatik-Antriebe zur Bügelöffnung können damit komplett entfallen.

Das elektromagnetisch entsperrende Sitzventil (7) lässt den Ölfluss nur in eine Richtung zu, in der anderen Richtung sperrt es. Durch eine elektromagnetische Betätigung im Normalbetrieb bzw. manuelle Betätigung im Störfall ist ein Ölfluss in beide Richtungen möglich. Das dabei zum Einsatz kommende Spezialventil ist extrem leckagearm, da es über eine gehärtete Sitzkante verfügt und gewährleistet damit höchste Zuverlässigkeit. Sogenannte Minimes-Anschlüsse (5) dienen der werkseitigen Ölbefüllung und Druckkonfiguration der Einheit bei der Montage.

Das Verriegelungssystem gibt es in zwei verschiedenen Baugrößen. Die kleinere und leichtere Variante HLU-LE25 weist mit einem Kolbendurchmesser von 25 mm eine Gesamtlänge von ca. 355 mm im eingefahrenen Zustand auf und ist für kleine bis mittlere Lastanforderungen sowie schmale Bauräume konzipiert. Die etwas größeren HLU-LE32-Systeme haben einen Kolbendurchmesser von 32 mm und sind in der Regel 503 mm lang und das Mittel der Wahl, wenn es um hohe Lastanforderungen geht. Aufgrund der sehr kompakten Bauweise ist damit auch die Integration in neuartige Sitzdesigns möglich, egal ob für Bauch-, Schulter- oder Schoßbügel.

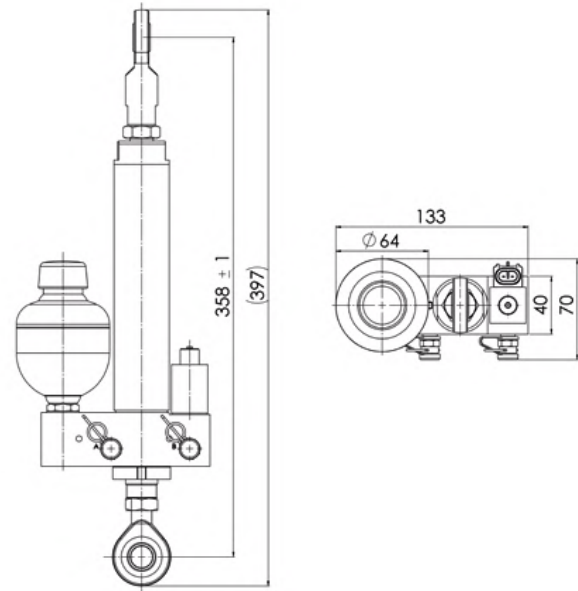


Abb. 3: Konstruktionszeichnung des HLU-LE25 mit 80mm Hub

Zweites Unterscheidungsmerkmal ist die Sperrichtung. Gemeint ist die mittels Ventiltechnik blockierte Bewegungsrichtung. Einmal sperrt das Ventil im sicheren, unbestromten Zustand den Ölfluss und verhindert das Ausfahren der Kolbenstange während der Fahrt. Im Bahnhof kann dann mit der Ausschubkraft des Zylinders der Bügel geöffnet werden (Bügelantrieb).

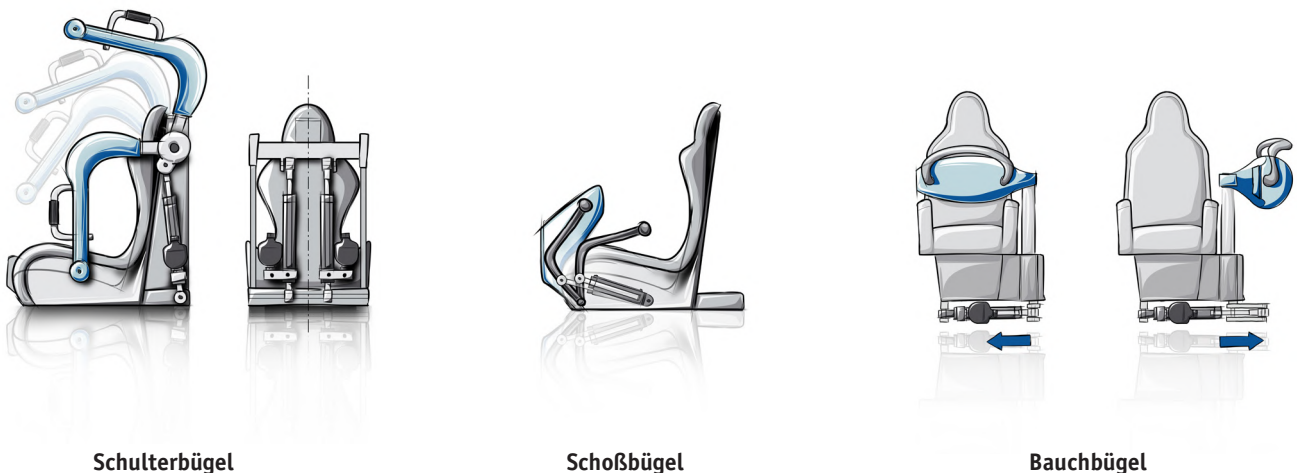


Abb. 4: Die verschiedenen Bügelarten

Im umgekehrten Fall verhindert das Ventil das Einfahren des Zylinders während der Fahrt. In dieser Variante ist eine Bügelantriebsfunktion physikalisch jedoch nicht möglich.

Optional kann eine sog. „Komfortarretierung“ eingebaut werden. In diesem Fall verhindert ein zusätzliches Ventil das Einfahren des Zylinders im geöffneten Zustand. Der offene Bügel kann damit vom Fahrgast als Haltegriff genutzt werden.

Gegenüber klassischen, mechanisch rastenden Systemen gewährleisten hydraulische Verriegelungssysteme also eine stufenlose, an den Fahrgast angepasste Bügelverstellung. Gleichzeitig sind sie wartungsarm und unterliegen nicht dem mechanischen Verschleiß eines Ratschensystems.

Eine weitere Besonderheit der hydraulischen Verriegelungssysteme von HAWE ist, dass sie als Plug-and-Play-Lösung konzipiert sind. Die Auslieferung erfolgt werksseitig komplett mit Öl befüllt und getestet. Somit können sie beim Kunden direkt verbaut werden.

Die hydraulischen Komponenten folgen dabei einem Baukastensystem, was eine schnelle Projektierung garantiert. Zudem erlauben die vielseitigen Anpassungsmöglichkeiten hinsichtlich Einschubkräfte und Druckkonfiguration je nach Konstruktion von Sitz und Rückhaltebügel das passgenaue Fitting an die Zielkonstruktion auf Herstellerseite.

Wie eingangs bereits erwähnt, ist Zuverlässigkeit und Sicherheit die zentrale Anforderung an ein Rückhaltesystem. Deshalb hat HAWE darauf ein ganz besonderes Augenmerk gelegt und sein Verriegelungssystem vom TÜV Süd, einem in der Branche anerkannten Partner, zertifizieren lassen.

TÜV-Zertifizierung für Unternehmen und Produkte

Verriegelungssysteme von HAWE sind damit weltweit die ersten und bisher einzigen vom TÜV-Süd vollständig zertifizierten Systeme.

Zurecht stellt sich die Frage nach der Sinnhaftigkeit

einer solchen Zertifizierung, wenn man bedenkt, wie aufwändig der Prozess ist. Bei HAWE beispielsweise hat die Zertifizierung einen Zeitraum von gut drei Jahren und ungezählte Arbeitsstunden in Anspruch genommen. Betrachten wir deshalb den Zertifizierungsprozess etwas detaillierter.



Abb. 5: Das größere HLU-LE32 mit Komfortarretierung

Der grundsätzliche Ablauf besteht vereinfacht gesprochen aus drei Bausteinen. Zum Einen wird die Konstruktion selbst daraufhin untersucht, ob sie allen vorhersehbaren Belastungen standhalten kann, sowohl im normalen Standardbetrieb, als auch im Notfall.

Dies erfolgte anhand der Entwurfsgrundlagen, sprich der detaillierten Design-Berechnungen inklusive der FEM-Daten. Als nächstes werden die verwendeten Materialien geprüft.

Um eine gleichbleibend hohe Qualität sicherstellen zu können, muss HAWE dazu in der Lage sein, jedes eingekaufte Material nicht nur einer Produktionscharge, sondern vielmehr einer ganz konkreten Produkt-Seriennummer zuordnen zu können, mit direktem Zugriff auf das Prüfprotokoll der Eingangsprüfung sowie den jeweiligen Lieferanten. Und in einem dritten Schritt werden die Produktionsprozesse unter die Lupe genommen. Durch konsistente und transparente Prozesse ist sicherzustellen, dass es zu keinerlei Verunreinigungen während der Montage kommen kann.

Prozessverbesserung in Folge der Zertifizierung

Mit Blick auf diese hohen Sicherheitsstandards wurden einige Verbesserungsmaßnahmen eingeführt. Den zu-liefernden Herstellern wurden beispielsweise strengere Verpackungsvorgaben an die Hand gegeben. Die Wareneingangskontrollen wurden um eine mikroskopgestützte Untersuchung ölführender Teile erweitert. Zudem wurden in den Produktionsprozess eine zusätzliche Einzelteilreinigung sowie weitere Spülzyklen integriert, um höchste Sauberkeit der produzierten Verriegelungssysteme gewährleisten zu können.



Abb. 6: In einem eigens entwickelten Prüfstand wird für jedes Verriegelungssystem ein Burn-in-Test durchgeführt.

Darüber hinaus wurde in neue Prüfstände investiert. Ein End-of-Line-Prüfstand testet jedes einzelne Verriegelungssystem auf sämtliche funktions- und sicherheitsrelevanten System-Details wie Länge und Hub, zugrundeliegende Kraftparameter, Maximallast (Dichtungsprüfung) und Funktionsweise der Notbetätigung. Und jedes einzelne, auszuliefernde Verriegelungssystem durchläuft einen abschließenden Burn-in-Test. Dabei wird jedes hydraulische Verriegelungssystem 1.050 Zyklen - bei einer vorab definierten Last - getestet und unter Belastung darf nur eine spezifische Aus- bzw. Ein-fahrbewegung der Kolbenstange stattfinden.

Auch beim Verpackungskonzept erfolgten Prozessverbesserungen. Hauptzielsetzung war, einen sicheren und umweltverträglichen Warenversand zu gewährleisten und gleichzeitig das Handling innerhalb des Versands

und der Logistik zu erleichtern. Dazu wurde eigens ein Verpackungsdesign entwickelt, das auch im Labor auf seine Zuverlässigkeit hin geprüft wurde.

In Sachen Verpackungsmaterial setzt HAWE in erster Linie auf umweltverträglichen Karton. Dieser kann, sofern unbeschädigt, auch für den Rück- oder Weiterverkauf verwendet werden. Insgesamt werden so bis zu 25% CO₂-Einsparungen je Karton erreicht. Auf Holzbretter und Metallschrauben wurde komplett verzichtet. Das vereinfacht auch die Entsorgung auf Kundenseite.



Abb. 7: Ein weltweit sicherer Versand kann durch die optimierte Transportverpackung gewährleistet werden.

Da sämtliche Produkte in einheitlicher Umkartonverpackung versendet werden, standardisiert dies die Versandprozesse. Dabei wurde bei der Kartongröße darauf geachtet, dass auch Kleinstmengen auf dem Postweg kostengünstig verschickt werden können. Die einheitlichen Verpackungsgrößen machen zudem die Lagerung effizienter. Die Fixierung der Komponenten im Versandkarton erfolgt durch Schrumpffolie, was einen zusätzlichen Korrosionsschutz darstellt, so dass auch bei Überseelieferungen oder der Lagerung unter schwierigen Bedingungen die Produktsicherheit gewährleistet werden kann. Ein Umkarton-Labeling mit Material-, Serien- und Auftragsnummer, in Großschrift und mit QR-Code, sichert die Identifizierbarkeit der Ware über die gesamte Logistikkette hinweg.

Abschließende Bewertung der TÜV-Zertifizierung

Und nun zur abschließenden Frage: War dieser Aufwand gerechtfertigt? Wir bei HAWE antworten darauf mit einem eindeutigen „ja“, denn sie verschafft Herstellern wie auch Betreibern von Fahrgeschäften gewichtige Vorteile.

Beide profitieren von einer äußerst geringen Ausfallrate. Ausgelieferte und zertifizierte Einheiten verfügen zudem über die Einstufung „Performance Level e ready“ (prEN 13814:2016).

Die DIN EN 13814:2005 spezifiziert dabei einen Lebenszyklus von 35.000 Stunden, was in etwa fünf Millionen Lastzyklen entspricht. Die Lebensdauer von HAWE Verriegelungssystemen beträgt 7 Jahre.

In der Regel sind in diesem Zeitraum - bis auf die in der Betriebsanleitung aufgeführten Tätigkeiten - keine Instandhaltungsmaßnahmen durchzuführen. Eingriffe in das geschlossene Hydrauliksystem werden dadurch vermieden und potenzielle Ausfallrisiken ausgeschlossen. Daher bietet HAWE auch keine Reparaturen an, denn Reinigungsmaßnahmen, welche stets prozesssicher - unabhängig vom Verschmutzungsgrad - funktionieren sollen, kann es nicht geben. Jedes Gebrauchtssystem

weist andere Verschmutzungsszenarien auf und schon kleinste Partikel können das korrekte Schließen von Ventilen verhindern und die Sicherheit im Betrieb gefährden. Ein Großteil der Hydraulikausfälle sind folglich auf Verschmutzungen zurückzuführen.

In der Summe führt das zu mehr Planungssicherheit bezüglich der Wartungsintervalle seitens der Fahrgeschäftbetreiber. Zudem bringt die Zertifizierung vereinfachte Betriebsabläufe auf Kundenseite, die wiederum in schnelleren und einfacheren TÜV-Freigaben münden.

Vorteile der Verriegelungssysteme von HAWE:

- TÜV-Süd-Produktzertifizierung
- Geschlossenes und wartungsarmes Hydrauliksystem
- Stufenlose und geräuschlose Bügelverstellung (erhöhter Fahrkomfort)
- System ohne Anbauteile
- Manuelle Notbetätigung
- Plug & Play
- Eignung für Achterbahnen, VR-Rides, 4D-Kinos und Simulatoren
- In verschiedenen Ausführungen erhältlich

Fazit

Hydraulische Verriegelungssysteme (für Personenrückhaltesysteme) haben in den letzten Jahren Standards in Sachen Sicherheit und Komfort, egal ob für Schalter-, Bauch- und Schoßbügel, gesetzt. Dabei wird vor allem Sicherheit kompromisslos vorausgesetzt. Das geräuscharme und sanfte Öffnen und Schließen, bei dem sich die Bügelstellung stufenlos an den Fahrgast anpassen lässt, erhöht die gefühlte Sicherheit auf Seiten des Fahrgastes. Hydraulische Verriegelungssysteme von HAWE erlauben schnelle Fahrgastwechsel, sind war-

tungs- und verschleißarm und verfügen über eine hohe Lebensdauer. Die nach den gängigen DIN Normen zertifizierten Verriegelungssysteme weisen zudem äußerst geringe Ausfallraten auf.

Damit sind sie das Maß aller Dinge in punkto Zuverlässigkeit (Performance Level e ready PLe). Dies verschafft Kostenvorteile bei der Wartung und Reparatur und ermöglicht schnellere und einfachere TÜV-Abnahmen. Ein weiterer Pluspunkt, von dem vor allem für Betreiber von mobilen Fahrgeschäften profitieren.



HAWE Hydraulik SE

Einsteinring 17
DE-85609 Aschheim/München
Tel.: +49 89 379100 - 1000
info@hawe.de
www.hawe.com