

Antriebstechnik/ Fördertechnik/ Konstruktion/ Maschinenelemente/ Anlagensicherheit/ Arbeitssicherheit

# Das richtige Drehmoment an der richtigen Stelle

## Rücklaufsperrn für Förderbandanlagen optimal auswählen und montieren

Werden Freiläufe als Rücklaufsperrn eingesetzt, stehen sie ganz im Dienste der Betriebs- und Arbeitssicherheit. In den Antriebssystemen von Förderbandanlagen verhindern sie die Rückwärtsbewegung der Bänder bei Wartungsarbeiten, in Notstopp-Situationen oder bei Stromausfällen. Welche Arten von Rücklaufsperrn es gibt und was bei deren Auswahl und Einbau zu beachten ist, das beschreibt dieser Fachbeitrag von einem, der sich auskennt. Der Autor Thomas Heubach war nicht nur über 15 Jahre Vorsitzender des Forschungsteams der Forschungsvereinigung Antriebstechnik (FVA), sondern ist auch Spartenleiter bei RINGSPANN, dem weltweit führenden Hersteller von Industriefreiläufen.

Wenn die Antriebssysteme von Förderbandanlagen oder Becherkettenförderern am Werk sind, geht es meist darum, Schüttgüter schnell und sicher aufwärts zu transportieren. Verständlicherweise eint alle Anlagenbetreiber hierbei der Wunsch nach einem problemlosen 24/7-Dauerbetrieb. Allenfalls zu Wartungszwecken oder in Notfällen sollen die Systeme anhalten. Rücklaufsperrn (oder Bremsen) verhindern dann die Umkehrbewegung der Förderbänder – falls der Strom ausfällt oder der Motor abgeschaltet wird. Der Einbauort der Rücklaufsperrn (RLS) richtet sich nach der Konstruktion einer Förderanlage. In kleinen und mittelgroßen Anlagen ist es üblich, sie direkt an den Motoren oder in den Getrieben zu platzieren. In großen Förderbandanlagen werden große RLS oft auf die Förderwelle zwischen Stehlager und Ausgangswelle des Getriebes montiert.

### TEIL I

#### Schnell oder langsam laufender Freilauf

Der normale Betriebsmodus einer Rücklaufsperrn ist der Freilaufbetrieb. Eine Drehmomentübertragung tritt erst ein, wenn die Bandgeschwindigkeit von der nominalen Drehzahl auf Null zurückfällt. Daher sollten RLS im Normalbetrieb verschleißfrei laufen und eine möglichst hohe Lebensdauer erreichen. Aus diesem Grund nutzen verschleißfrei laufende RLS spezielle Klemmstücke mit Abhebefunktion. Die Klemmstückabhebung basiert auf der Wirkung der Fliehkraft. Rücklaufsperrn dieser Machart bezeichnet man als *schnelllaufend*. Wie in **Bild 1** (links) zu sehen, werden sie auf der ersten oder mittleren Getriebewelle oder auf der Motorwelle installiert. An der Ausgangswelle eines Antriebsgetriebes hingegen reicht die Nenndrehzahl nicht aus, um die Abhebefunktion zu aktivieren. Hier montierte RLS nutzen daher hydrodynamische Ölfilme zur Verlängerung der Lebensdauer. Man bezeichnet sie als *langsam laufende* Rücklaufsperrn (Bild 1 rechts).

Moderne Förderbandanlagen arbeiten oft mit mehreren Antrieben, die sich in Phasen geringeren Energiebedarfs einzeln abschalten lassen und sich – beim Ausfall eines Antriebs – gegenseitig absichern. Die

Auswahl der RLS erfolgt hier anhand der verschiedenen Montagepositionen, an denen aber jeweils unterschiedliche Drehmomentanforderungen auftreten. Von wesentlicher Bedeutung bei großen Förderanlagen mit mehreren Antrieben und Rücklaufsperrern ist daher ein perfekt abgestimmtes Lastverteilungssystem. Die korrekte Auswahl der RLS ist in diesem Fall eine komplexe Aufgabe.

Das dynamische Verhalten der RLS – insbesondere in Förderbändern mit Steigung – ist ein entscheidender Faktor für deren Auswahl. Dabei lässt sich anhand zahlreicher Analysen zeigen, dass die Montageposition einer RLS großen Einfluss hat, auf das geforderte Drehmoment – und auf die Gesamtbetriebskosten: Während sich die Drehmomentanforderung linear zu den Getriebeübersetzungen verhält, entwickeln sich die Kosten für die RLS weitgehend nicht linear. Wie in **Bild 2** zu sehen, variiert der prozentuale Kostenaufwand je nach Montageposition erheblich. In dem hier zugrunde liegenden Beispiel ist eine RLS mit Klemmstückabhebung auf der zweiten Zwischenwelle des Getriebes etwa 90 Prozent günstiger als eine langsam laufende RLS auf der Fördertrommelwelle. Die schnellaufende Ausführung ist also wirtschaftlicher; zudem sichert die Klemmstückabhebung ihren verschleißfreien Betrieb und eine lange Lebensdauer.

### **Förderanlagen mit Einzelantrieben**

Betrachten wir zunächst den Fall der Standardauswahl einer RLS für ein System mit einem *Einzelantrieb*: Hierzu muss wegen der nichtlinearen Torsionfedercharakteristik der Klemmelemente (in der RLS) im Moment der Drehmomentübertragung und wegen des dynamischen Verhaltens aller übrigen Elemente im Antriebsstrang ein Auswahlfaktor bestimmt werden. Je nach Anforderung empfehlen die RLS-Hersteller einen Faktor zwischen dem 2,6- und 3,5-fachen des maximalen Drehmoments einer RLS. Dieser Wert ist konservativ angesetzt und von einigen Variablen abhängig, die großen Einfluss haben auf das dynamische Verhalten des Komplettsystems – etwa der Bandneigung und des Wirkungsgrads des Antriebs. Moderne Analyseprogramme wie DRESP für Torsionsschwingungen – entwickelt von der deutschen Forschungsvereinigung Antriebstechnik (FVA) – erlauben es inzwischen, den Prozess eines kompletten Antriebssystems mit allen realen Trägheiten, Steifigkeiten und Übersetzungen zu simulieren. Damit ist es auch möglich, Kräfte, Drehmomentkennlinien und spezifische Auswirkungen auf die Berechnungsmodelle anzuwenden.

### **Zwei Sperren in der DRESP-Simulation**

**Bild 3** zeigt das DRESP-Modell einer Einzelantriebs-Baugruppe, bei der eine *schnellaufende* RLS mit Klemmstückabhebung auf der ersten Zwischenwelle des Getriebes montiert ist. Für die Berechnung ihres Drehmoments ist die Abhebefunktion zwar nicht relevant, allerdings beeinflusst die nichtlineare Verdrehsteifigkeit die Gesamtdynamik der Antriebsgruppe. Dieser Aspekt fließt mit ein in die Berechnung – ebenso wie alle anderen vorhandenen Trägheiten und Steifigkeiten.

Im Fallbeispiel wirkt an der Fördertrommel ein Lastmoment  $M_L$  von 650.000 Nm. Im Ausgangszustand dreht die Trommel mit einer Nenngeschwindigkeit von 26 U/min, alle anderen rotierenden Teile hingegen mit einer Geschwindigkeit entsprechend den Getriebeübersetzungen. **Bild 4** zeigt das berechnete Abbremsen der Trommel und die resultierende Last in der RLS: Die Drehzahl der Fördertrommel fällt langsam von der

Nenn Drehzahl zurück auf 0 U/min und nach 19 sec muss die RLS die Last halten. Dabei tritt in ihr ein Spitzendrehmoment von 91.000 Nm auf. Das System „pulsiert“ drei bis vier Mal, bevor es steht und die RLS das nominale Drehmoment des Lastmoments  $M_L$  hält. Das Verhältnis zwischen Spitzen- und Nenn Drehmoment liegt in diesem Beispiel bei 2,75. Das Spitzendrehmoment ist abhängig von den Steifigkeiten aller Komponenten. (Es kann höher ausfallen, falls Elastomer-Kupplungen oder andere nicht lineare Komponenten verbaut sind.)

Für die zweite Simulation ist eine *langsam laufende* RLS direkt auf der Fördertrommel ( $J_6$ ) montiert – bei gleichem Systemaufbau wie zuvor. Das Ergebnis zeigt **Bild 5**: Wieder stoppt das System nach 19 sec; das Spitzendrehmoment liegt jetzt aber bei 1.800.000 Nm. Das Verhältnis zwischen Spitzen- und Nenn Drehmoment beträgt in diesem Fall 2,6. Das heißt, dass das dynamische Verhalten ungefähr dem der Anordnung mit schnelllaufender RLS entspricht; der Auswahlfaktor ist ebenfalls ähnlich. Ein Vorteil der langsam laufenden RLS ist jedoch, dass das Antriebsgetriebe nach dem Systemstopp nicht unter Spannung steht. Ihr Preis liegt – wie zuvor erwähnt – deutlich höher.

## TEIL II

### Förderanlagen mit Mehrfachantrieben

Bei der Auswahl von RLS für Förderbandanlagen mit *Mehrfachantrieben* ist zu berücksichtigen, dass sich die Drehmomente bei einem Stoppvorgang ungleich auf die einzelnen Antriebe und RLS verteilen. Primär kann bei einem Anlagenstillstand das gesamte Rücklaufdrehmoment aufgrund der Unterschiede im radialen Spiel und der Elastizität der betroffenen Antriebe auf einer einzigen RLS liegen! In Anlagen, die mit Standard-RLS ausgestattet sind, müssen die einzelnen Antriebsgetriebe und die RLS daher so ausgelegt sein, dass sie das gesamte Rückdrehmoment der Förderanlage aufnehmen können, um die Betriebssicherheit zu gewährleisten. Von hoher Relevanz für Förderbänder mit Mehrfachantrieben ist daher ein Lastverteilungssystem, das die Getriebe vor Überlast und dynamischen Spitzendrehmomenten während des Sperrvorgangs schützt.

Das Problem der ungleichen Verteilung des Drehmoments bei einem Sperrvorgangs lässt sich aber auch durch den Einsatz von RLS mit Drehmomentbegrenzern (DMB) lösen. Die in die Rücklaufsperrre integrierte Drehmomentbegrenzung rutscht temporär, sobald das Soll Drehmoment ( $M_R$ ) überschritten wird – bis die übrigen RLS nacheinander greifen. Auf diese Weise verteilt sich das gesamte Rückdrehmoment der Förderanlage auf die einzelnen Antriebsgetriebe und RLS. Schädliche dynamische Spitzendrehmomente werden reduziert und die Antriebsgetriebe geschützt.

Diese „arbeitsteilige“ Lastverteilung ist in **Bild 6** dargestellt: Stoppt das System, hält die RLS 1 einen Anteil der Last, bis das Rutschmoment ( $M_R$ ) des Drehmomentbegrenzers erreicht ist. Die RLS 1 rutscht, um das eventuelle Spiel sowie Elastizitäts- und Reibungsdifferenzen zu kompensieren, bevor die RLS 2 den restlichen Lastanteil aufnimmt. Dynamische Spitzendrehmomente treten nicht auf, da der Drehmomentbegrenzer in RLS 2 ebenfalls beim Soll Drehmoment rutscht. Das Diagramm zeigt außerdem, dass eine Rücklaufsperrre ohne DMB viel größer sein muss, um das Drehmoment des Rückwärtslaufs zu halten. Der Anwender muss die dynamischen Auswirkungen berücksichtigen: Der Einsatz von Rücklaufsperrren ohne DMB bedingt die Verwendung von Rücklaufsperrren mit größeren Drehmomentkapazitäten.

Die Hersteller der Rücklaufsperrern empfehlen einen Auswahlfaktor von 1,2 für Rücklaufsperrern mit DMB. Dieser Auswahlfaktor ist sehr viel kleiner als jener für die Rücklaufsperrern ohne dieses Feature, da Dynamikspitzen vermieden und durch temporäres Rutschen reduziert werden.

### **Schnell laufende Rücklaufsperrere mit DMB im dualen Antriebssystem**

Das **Bild 7** zeigt das DRESP-Analysemodell einer Antriebsgruppe mit zwei Antriebssträngen. Im Gegensatz zu Darstellung der Einzelantriebs-Baugruppe ist nun allerdings ein DMB mit einem eingestellten Rutschmoment von 42.000 Nm zwischen der Rücklaufsperrere und der Umgebungsstruktur implementiert. Zwei Antriebsstränge (li./re.) liegen an der Fördertrommel an und es wird ein Lastmoment von 1.300.000 Nm auf die Trommel simuliert. Auf die rechte Antriebsgruppe werden ein kleines radiales Spiel und ein kleines Schleppmoment angewandt. Wegen des Schleppmoments erzeugt das radiale Spiel einen Nachlauf. Das entspricht dem realen Geschehen, da die Reibung zweier Antriebsstränge nie gleich ist. Wie bereits am Beispiel des Einzelantriebs gezeigt, dreht die Fördertrommel zu Beginn mit einer Nenngeschwindigkeit von 26 U/min und die übrigen Komponenten rotieren mit einer Drehzahl entsprechend der Getriebeübersetzung.

Das Ergebnis zeigt **Bild 8**: Wie zuvor stoppt das System nach 19 sec. Die RLS auf der linken Seite der Antriebsgruppe hält die Last bis der Drehmomentbegrenzer das Rutschmoment erreicht. Sie rutscht etwa 0,5 sec, bis die rechte Seite das radiale Spiel ausgeglichen hat und die zweite RLS auslöst. Aufgrund der dynamischen Energie rutschen beide RLS gemeinsam und reduzieren die dynamischen Spitzendrehmomente in der Antriebsgruppe. Die Rücklaufsperrern teilen sich also die Last. Es zeigt sich allerdings eine leichte Differenz beim Haltedrehmoment, wenn das System endgültig stillsteht.

Die Simulation lässt auch die Wichtigkeit der Lastverteilung erkennen, da sie die ungleiche Lastverteilung zu Beginn des Sperrvorgangs zeigt. Ohne Lastverteilung müssen Antriebsgetriebe und RLS so gewählt werden, dass sie die komplette Last inklusive der dynamischen Spitzendrehmomente beider Antriebsgruppen halten.

Anhand der Simulation wird auch deutlich, dass RLS mit Drehmomentbegrenzern eine wirksame Lastverteilung realisieren. Diese ist unbedingt erforderlich, um die Spitzendrehmomente in Mehrfachantrieben zu reduzieren. Wie beschrieben, lässt bereits die Verwendung schnelllaufender RLS die Gesamtbetriebskosten sinken. Der Einsatz von RLS mit Drehmomentbegrenzung senkt die Kosten abermals und erhöht zugleich die Betriebssicherheit des Antriebssystems.

## **TEIL III**

### **Qualitätsmerkmale für Rücklaufsperrern mit DMB**

Die harten Einsatz- und Umgebungsbedingungen an Förderbandanlagen – insbesondere bei der Schüttgut-Förderung von Eisenerz, Kohle, Kupfer u.ä. – stellen hohe Anforderungen an das RLS-Design. Zugleich erwarten die Anwender extrem zuverlässige Konstruktionen, deren Betrieb über viele Jahre ohne den Einsatz von Spezialwerkzeugen oder Spezialausrüstungen auskommt. Auch das Verhältnis von Drehmomentkapazität und Baugröße ist ein zentraler Faktor bei der Entwicklung moderner RLS.

Das derzeit neueste Kompaktdesign einer RLS mit Drehmomentbegrenzung zeigt **Bild 9**. Hierbei ist der Innenring mit dem Klemmstückkäfig identisch mit den inneren Teilen einer schnelllaufenden Standard-RLS mit Abhebefunktion. Das bedeutet, dass die RLS im Freilaufbetrieb verschleißfrei arbeitet und daher eine hohe Lebensdauer erreicht. Der Außenring liegt zwischen den Reibbelägen, die durch Tellerfedern mit dem Gehäuse im Eingriff stehen. Folglich kann dieser RLS-Typ Drehmomente bis zum voreingestellten Rutschmoment – bestimmt durch die Kraft der Federn, den Reibungskoeffizienten und den Reibradius der Reibbeläge – übertragen. Grundsätzlich gilt: Dieses Drehmoment ist stets kleiner als die maximale Drehmomentkapazität der RLS.

Die Reibbeläge müssen für eine hohe Flächenpressung ausgelegt sein – auch um die Abmessungen des DMB zu reduzieren. Um eine sanfte Drehmomentbegrenzung zwischen Halten und Rutschen zu erzielen, ist außerdem ein Reibmaterial vorzuziehen, bei dem die statischen und dynamischen Werte der Reibkoeffizienten nah beieinanderliegen. Obgleich es beim Erreichen der Rutschmomente nur zu relativ geringen Relativbewegungen des Außenrings in den RLS kommt, unterliegen die Reibbeläge in der Langzeitbetrachtung doch einem Verschleiß. Eine hohe Verschleißfestigkeit ist jedoch die Voraussetzung für eine lange Lebensdauer und eine hohe Betriebssicherheit. Aus diesen Gründen eignet sich Karbon besonders gut als Werkstoff für die Reibbeläge. Die Werte von Karbon für die dynamische Reibung und die zulässige Flächenpressung sind im Vergleich zu organischen oder gesinterten Materialien hervorragend. Und: Da Reibbeläge aus Karbon höhere Rutschdrehmomente zulassen, ist es möglich, die Drehmomentkapazität der RLS unter Beibehaltung ihrer äußeren Baumaße zu verdoppeln!

#### **Lösefunktion – rein mechanisch**

Während des normalen Betriebs befindet sich die RLS im Leerlaufbetrieb und die Klemmstücke drehen ohne Kontakt zum Außenring. Gelegentlich stoppt das Förderband, wobei die RLS die Umkehrbewegung verhindert. Gerade für den Einsatz in Antriebssystemen, die unter Last anhalten müssen, ist es sinnvoll, die RLS zusätzlich mit einer steuerbaren Lösevorrichtung auszustatten. Denn so kann – etwa im Fall eines Stillstands der Förderanlage – die Freigabe des Bandes oder die Rückwärtsbewegung des Fördersystems kontrolliert ausgeführt werden. Obgleich eine solche Lösefunktion selten zum Einsatz kommt, muss sie sich trotz langer Ruhezeiten doch sofort aktivieren lassen. Da RLS zudem Umwelteinflüssen (Temperatur, Staub, Regen etc.) unterliegen, muss auch das Design der Lösefunktion robust und zuverlässig sein. Die rein mechanische Lösung ist daher technisch und kostenmäßig zu bevorzugen – zumal die Anwender den Einsatz von Spezialausrüstungen (z.B. speziellen Ölpumpen) tunlichst vermeiden möchten.

Die neueste Generation einer solchen mechanischen – inzwischen patentierten – Lösevorrichtung ist in **Bild 10** zu sehen: Im Gehäuse der RLS befinden sich drei kleine Pakete mit Keilen. Diese Keile erhöhen die Axialkraft der Schrauben (Kräfteverhältnis 1:5) und über sie erfolgt auch die Freigabe des Drehmomentbegrenzers. Die Vorrichtung ist abgedichtet und die beweglichen Teile verfügen über gehärtete Metallflächen, um eine Reibkorrosion zu verhindern. Das Zurücksetzen der Keile – beim Aktivieren des DMB – übernehmen Federn. Bedient wird die Lösevorrichtung sehr einfach mit einem konventionellen Schraubenschlüssel.

Spezialwerkzeuge wie etwa eine Hydraulikpumpe sind für die Handhabung dieser robusten Mechaniklösung nicht erforderlich.

2.114 Wörter mit 16.188 Zeichen (inkl. Leerzeichen)

Autor: Dipl.-Ing. Thomas Heubach

### Bilder (10 Motive)

*Bild 1:* Links im Bild eine schnelllaufende Rücklaufsperr (blau) mit Abhebefunktion, montiert auf der ersten Getriebewelle; rechts hingegen eine *langsam laufende* Rücklaufsperr an der Ausgangswelle des Antriebsgetriebes.

*Bild 2:* Der prozentuale Kostenaufwand variiert je nach Montageposition: Im hier zugrunde liegenden Beispiel ist eine schnell laufende RLS mit Klemmstückabhebung auf der zweiten Zwischenwelle des Getriebes etwa 90 Prozent günstiger als eine langsam laufende RLS auf der Fördertrommelwelle.

*Bild 3:* Einzelantriebs-Baugruppe im DRESP-Modell:  $J_1$  bis  $J_9$  sind die Trägheitsmassenmomente der Antriebsgruppe;  $J_1$  ist der Asynchronmotor;  $J_2$  bis  $J_5$  sind Getriebestufen mit Kupplungen;  $J_6$  ist die Fördertrommel.  $J_9$  ist der Abstützkonstruktion der Antriebsgruppe.  $C_1$  bis  $C_5$  sind Steifigkeiten der Wellen, Zahnäder und Kupplungen. Die Zeichen  $i_1$  bis  $i_3$  stehen für die verschiedenen Übersetzungen im Antriebsgetriebe.

*Bild 4:* Schnelllaufende RLS mit Zentrifugalabhebung in einer Einzelantriebs-Baugruppe: Die Geschwindigkeit der Fördertrommel fällt zurück auf 0 U/min und nach 19 sec hält die Rücklaufsperr die Last mit einem Spitzendrehmoment von 91.000 Nm.

*Bild 5:* Langsam laufende RLS in einer Einzelantriebs-Baugruppe: Das System stoppt nach 19 sec; das Spitzendrehmoment liegt in diesem Fall aber bei 1.800.000 Nm.

*Bild 6:* „Geteilte Last“: Beim Stopp des Fördersystems hält RLS 1 einen Anteil der Last, bis das Rutschmoment des Drehmomentbegrenzers erreicht ist. RLS 1 rutscht, um das eventuelle Spiel sowie Elastizitäts- und Reibungsdifferenzen zu kompensieren, bevor RLS 2 den restlichen Lastanteil aufnimmt.

*Bild 7:* DRESP-Modell einer Antriebsgruppe mit zwei Antriebssträngen: Jeweils ein Drehmomentbegrenzer mit einem eingestellten Rutschmoment von 42.000 Nm ist zwischen der Drehfederkennlinie der RLS und der Umgebungskonstruktion implementiert. Zwei Antriebsstränge (li./re.) liegen an der Fördertrommel an und es wird ein Lastmoment von 1.300.000 Nm auf die Trommel simuliert.

*Bild 8:* Systemstopp nach 19 sec: Aufgrund der dynamischen Energie rutschen beide RLS gemeinsam und reduzieren die dynamischen Spitzendrehmomente in der Antriebsgruppe.

*Bild 9:* Kompakte Abmessungen: Neuestes Design einer Rücklaufsperr mit Drehmomentbegrenzung.

*Bild 10:* Inzwischen patentiert: Neuste Generation einer mechanischen Lösevorrichtung.

(Alle Bilder: RINGSPANN)

((Infobox))

#### **Die wichtigsten Fakten auf einen Blick**

Rücklaufsperr (RLS) sind kritische Maschinenelemente für den Einsatz in Einzel- und Mehrfachantrieben von Förderbandanlagen. Während des Stopps eines Förderbandes können die erzeugten dynamischen Spitzendrehmomente je nach Steifigkeit des kompletten Antriebssystems variieren. Die Verdrehsteifigkeiten im System haben großen Einfluss auf das dynamische Verhalten.

Eine Drehschwingungssimulation mit DRESP zeigt, dass die erzeugten Spitzendrehmomente für schnelllaufende RLS dem 2,75-fachen und für langsam laufende dem 2,6-fachen des Nenndrehmoments betragen. Standard-Auswahlfaktoren in den Herstellerkatalogen sind in der Regel höher als die DRESP-Ergebnisse. Die Katalogangaben führen daher zu einer konservativen RLS-Auswahl.

Rücklaufsperrern mit Drehmomentbegrenzung (DMB) werden typischerweise mit einem Faktor von 1,2 ausgelegt. Die DRESP-Simulation eines dualen Antriebs zeigt, dass eine Lastverteilung zwischen den RLS auftritt, die schädliche Spitzendrehmomente verhindert.

Hohe Zuverlässigkeit und Sicherheit bietet ein neues Design von schnelllaufenden RLS mit Drehmomentbegrenzer und Lösefunktion. Hierbei ermöglicht der Einsatz von Karbon-Reibbelägen die Reduzierung der äußeren Abmessungen und der Kosten. RLS mit einer mechanischen Lösefunktion punkten mit einer einfachen Bedienung.

Neue analytische Simulationswerkzeuge erlauben detaillierte Studien zu RLS-Systemen mit und ohne DMB. Die Simulation hat die traditionell von den Herstellern eingesetzten Methoden validiert. Die Simulation verspricht weitere Auswahlmöglichkeiten für korrekt dimensionierte RLS für Förderbandanlagen, die zu Lösungen mit geringeren Kosten führen, während Zuverlässigkeit und Sicherheit aufrechterhalten werden.

*206 Wörter mit 1.747 Zeichen (inkl. Leerzeichen)*

**Anbieter:**

RINGSPANN GmbH  
Pia Katzenmeier  
Schaberweg 30 - 34  
D-61348 Bad Homburg  
Tel.: 0049 (0) 61 72/ 275 118  
Fax: 0049 (0) 61 72/ 275 61 18  
E-Mail: [info@ringspann.de](mailto:info@ringspann.de)/ [pia.katzenmeier@ringspann.de](mailto:pia.katzenmeier@ringspann.de)  
Internet: [www.ringspann.de](http://www.ringspann.de)/ [www.ringspann.com](http://www.ringspann.com)

**Presseagentur:**

Graf & Creative PR  
Robert-Bosch-Str. 7  
D-64293 Darmstadt  
Tel.: 0049 (0) 61 51 / 42 87 91-0  
Fax: 0049 (0) 61 51 / 42 87 91-9  
E-Mail: [info@guc.biz](mailto:info@guc.biz)  
Internet: [www.pr-box.de](http://www.pr-box.de)