

# NEUE ENTWICKLUNGEN IN DESIGN UND AUSLEGUNG VON KUNSTSTOFF-SEILROLLEN IN SEILTRIEBEN

Verfasser:

Schwartz GmbH Technische Kunststoffe, DE-46509 Xanten

## MAßGESCHNEIDERTE LÖSUNGEN AUS TECHNISCHEN KUNSTSTOFFEN

Marktführender Hersteller kundenindividueller Sonderteile aus „Engineering Plastics“ (Technischen Kunststoffen) für den Maschinen- und Anlagenbau– das ist die Schwartz Gruppe. Seit nun mehr als 90 Jahren steht das Unternehmen für individuelle Lösungen, bei denen entweder spezielle Kundenanforderungen umgesetzt oder aber eigene Ideen zur effektiven Lösung der Aufgabenstellung entwickelt werden.

Ob im allgemeinen Maschinenbau, der Kran- und Hebeteknik, im Aufzugsbau oder aktuell auch verstärkt in den Bereichen Oil and Gas und regenerative Energien – die Hochleistungskunststoffe von Schwartz sind in fast allen Branchen des Maschinen- und Anlagenbaus auf dem Erfolgskurs. Stetige Investitionen, Neuerungen und der Mut, Neues anzustoßen, machen Schwartz zum Pionier in vielen Bereichen und zum Weltmarktführer auf dem Gebiet großer Sondergussteile.



Bild 1: Seilrolle aus PA 6 mit einem Außendurchmesser von 3080 mm

Die Kunststoffseilrolle hat sich in den vergangenen Jahrzehnten zunehmend als erfolgreiche Alternative zu Seilrollen aus Stahl etabliert.

Kunststoffseilrollen aus LAMIGAMID® sind deutlich leichter als die - in den Abmessungen vergleichbaren - Produkte aus Stahl, korrodieren nicht und weisen eine gute Effizienz auf. Aufgrund des im Vergleich zu Stahl nachgiebigeren Materials erhöht sich die Lebensdauer der Drahtseile. Zudem zeigen die Kunststoffseilrollen keinerlei Materialermüdung. Trotz des im direkten Vergleich leichteren und elastischeren Materials stehen LAMIGAMID®-Seilrollen jenen aus Stahl hinsichtlich ihrer Tragkraft in keiner Weise nach. Sie heben die gleichen Lasten, wie die Schwergewichte aus Stahl und werden weltweit in den unterschiedlichsten Anlagen und Anwendungen eingesetzt.

Kunststoffseilrollen eignen sich für eine Bandbreite von Ø 200mm bis zu Ø 3200mm und Achslastenlasten bis 3700KN. Diese Angaben entsprechend dem Schwarz Standardportfolio. Eine Auflistung aller Anwendungen wäre an dieser Stelle zu umfangreich.

Allerdings kommt auch Kunststoff an seine Grenzen. Seilrollen aus LAMIGAMID® eignen sich nicht für den Einsatz in

- Anlagen in Warmbetrieben mit Umgebungstemperaturen größer +60°C
- Anlagen im arktischen Bereich mit Umgebungstemperaturen niedriger -40°C.

Des Weiteren kann eine kontinuierliche und dauerhafte Überrollung bei sehr hohen Lasten zu einer unerwünschten Aufwärmung und damit zur Abnahme der Tragfähigkeit führen.

Alle Komponenten eines Seilrollensystems haben ihren eigenen Einfluss auf die Funktionalität und Lebensdauer. Entsprechend wichtig ist es, diese verschiedenen Komponenten optimal aufeinander abzustimmen und den Zusammenbau der System-Seilrolle sowie auch den Einbau in der Anlage oder im Gerät, korrekt und fachgerecht durchzuführen.

Die Anforderungen an die Seilrollen sind im Allgemeinen stark gestiegen. Dies ist zum einen begründet im weltweiten Einsatz von Seiltrieben, der effektiveren Benutzung immer größerer Anlagen und der stark zugenommenen Seilzugkräfte bei gleichbleibenden Seildurchmessern. Zum anderen steigert auch der Einsatz von Seilrollen in Anwendungen mit höheren Schrägzügen die Anforderungen.

In einem von Preisdruck und globalem Wettbewerb geprägten Markt, in dem viele neue Anbieter in den Markt drängen, ist es sehr wichtig zu verstehen, was notwendig ist, um eine System-Seilrolle als sicheres und zuverlässiges Bauteil in den Seiltrieb einsetzen zu können.

## **1) SEILROLLENKÖRPER – MATERIAL**

Eine hochbelastbare Kunststoff-Seilrolle sollte vorzugsweise durch das so genannte „Schleuderguss-Verfahren“ aus dem Material PA6 G (z.B. LAMIGAMID® 310) hergestellt werden. In diesem Verfahren wird aus zwei Dosierbehältern flüssiges Caprolactam (mit Aktivator in einem Behälter und Katalysator, plus individuell eingestellten Zusätzen, im anderen Behälter) unter spezifischen Umgebungs- und Prozessbedingungen in einer beheizten Form dosiert. Der von uns eng überwachte Herstellungsprozess garantiert ein optimales Bauteil mit minimaler innerer Spannung, maximaler Steifigkeit und Schlagzähigkeit, Die spezifische Rezepturgestaltung sowie die kontrollierte Abwicklung und Steuerung des Polymerisationsprozesses sind qualitätsentscheidende Faktoren.

Als führender Hersteller von Seilrollen hat die Schwartz-Gruppe früh begriffen, dass ein nachhaltiger Ausbau dieser Marktposition nur in enger Zusammenarbeit mit den Kunden möglich ist. Auf diesem Wege lassen sich Erfahrungen aus der Praxis, Konstruktion und Herstellung vereinen und Produkte, Rezepturen und Prozesse optimieren. Bereits vor Jahren entstand so die von vieljähriger Erfahrung getragene Basis einer ausgearbeiteten Material- und Auslegungsspezifikation, die - um immer dem neuesten technologischen Fortschritt zu entsprechen - nach wie vor weiterentwickelt wird. Alle von Schwartz gefertigten Seilrollen entsprechen diesen Material- und Design-Vorgaben. Die Einhaltung dieser hohen Schwartz Material- und Konstruktions-Standards gewährleistet, dass die Kunststoff-Seilrollen den zugesicherten Anforderungen voll entsprechen. Die Erfahrung hat gezeigt, dass Produkte, die nicht diesen Prozess durchlaufen oder dem genannten Design- und Material-Anspruch nicht genügen, bei höheren Lasten und/oder Temperaturen schneller Schaden nehmen können.

## **2) SEILROLLENKÖRPER-DESIGN**

Der globale Einsatz von Anlagen oder Geräten ergibt die Notwendigkeit, dass die Seiltriebe unterschiedlichen Normen und Richtlinien entsprechen. In Bezug auf Seilrollenanwendungen ist zurzeit eine große Vielfalt an Normen aus den Vorgabebereichen DIN/ISO, GL, DNV, ABS, Lloyds Register und F.E.M. 1.001 relevant und bei der Auslegung der Rollen zu berücksichtigen.

In diesen Normen werden kaum direkte Vorgaben für die Seilrollen selbst gemacht. In erster Linie muss die Seilrolle „tragmittlgerecht“ sein, d.h. den sicheren Lauf, Sitz und einen Mindestbiegeradius des Seils gewährleisten. Zusätzlich werden noch Vorgaben zu den einzuhaltenden Sicherheiten und Lebensdauern gemacht, die für den eigentlichen Seilrollenkörper aus Kunststoff kaum ein Problem darstellen. Umso

mehr rückt hier aber die System-Seilrolle in den Fokus, denn das (Wälz-)Lager ist ein äußerst wichtiges Bauteil in dieser Betrachtung. Dazu später mehr.

Der „tragmittelgerechte“ Sitz des Seils muss dann mit einer ausreichend dimensionierten Lagerung an die gewählte Achse angebunden werden, was aber ebenfalls nicht oder nur indirekt, über Normen und Richtlinien geregelt wird. Dieser „Zwischenraum“ zwischen Seil und Achse ist mit dem Know-How und der Erfahrung des (System) Lieferanten der Seilrolle zu füllen.

Bei genauerer Betrachtung der Normvorgaben wird deutlich, dass eine Seilrolle mit einem spezifizierten Rillenradius verwendet werden muss, um eine mögliche Abnahme oder Zulassung nach einer der o.g. Normen oder Richtlinien nicht schon im Vorfeld zu gefährden. Die Auswahl des „richtigen“ Rillenradius, der im Bedarfsfall möglichst innerhalb aller dieser Vorgaben liegt, ist deshalb nicht unerheblich.

Ähnliche „Fußangeln“ kann es bei den D/d-Verhältnissen und sogar bei den Öffnungswinkeln geben. Je nach Einsatzgebiet der Rolle, und entsprechend zu erfüllender Normen oder Richtlinien, können auch hier die Vorgaben variieren. Zu den offiziellen Normen und Richtlinien kommen zudem noch anwenderspezifische Werksnormen. Auch diese sollten dem Hersteller der Seilrolle bekannt sein und mit in die Konstruktion einfließen. Allerdings kann es auch hier vorkommen, dass die Einhaltung einer Werksnorm einer der o.g. Normen und Regeln widerspricht.

### **3) AUSLEGUNG DER SEILROLLE**

Um für die Betriebssicherheit der System-Seilrolle die volle Gewährleistung übernehmen zu können, müssen aber auch und vor allem die internen Vorgaben des Seilrollenherstellers eingehalten werden. Eine kunststoffgerechte Ausführung der Seilrolle, entsprechend der internen Vorgaben und Erfahrungen des Herstellers, ist unbedingt notwendig und kann Änderungen an der ursprünglichen (Kunden-) Konstruktion notwendig machen. Der erste Fokus bei der Auslegung von Kunststoffseilrollen liegt in der Betrachtung der Geometrie. Dazu sind unterschiedliche interne Konstruktionsrichtlinien einzuhalten.

Besonders wichtig sind:

- ausreichende Materialstärke
- ein ausreichend stabiler Mittelsteg

Es folgt der rechnerische Nachweis der Betriebsfestigkeit.

Dabei werden die Pressungen im Rillengrund, im Steg, in der Anbindung zum Lager, als auch die Pressung in axialer Richtung überprüft. Werden die Pressungen überschritten, müssen die konstruktiven Auslegungen mit verschiedenen Methoden angepasst werden.

Wenn die zulässigen Spannungen einer Seilrolle im Betriebsleben nicht dauerhaft überschritten werden, unterliegen die Seilrollen keiner Ermüdung und müssen entsprechend nicht, wie etwa die geschweißten Stahlseilrollen, bzgl. Spannungsspielen überprüft und aufwendig eingruppiert werden. Somit sind Seilrollen aus LAMIGAMID® für alle Triebwerksgruppen der F.E.M.1.001, Heft 2 einsetzbar. Da Kunststoffe unter hohen Spannungen ein Kriechverhalten aufweisen, wird bei den Berechnungsgrundlagen in unterschiedliche Belastungsfälle unterschieden, die sich nach der Belastungsdauer richten.

Seilrollen aus LAMIGAMID® werden seit mehr als 35 Jahren ohne Ermüdungsbrüche eingesetzt. Der Austausch dieser Seilrollen muss erst nach Überschreiten der Verschleißgrenze im Rillengrund erfolgen. Der Verschleiß ist abhängig von Seilzug, Geschwindigkeit und dem Seil selbst, insofern es zu keinen Störfaktoren wie etwa abrasiven Teilchen beispielsweise in Form von Sand oder Metallspäne kommt.

#### **4) LAGER AUSWAHL UND EINSATZ**

Der Seilrollenkörper aus Kunststoff verzeiht kurze Spitzenbeanspruchungen im Bereich der doppelten Nennlast oder mehr ohne weiteres. Ein Wälzlager hingegen kann dabei bereits einen bleibenden Schaden nehmen und in der Folge ausfallen. Daher ist es sehr wichtig, die genauen Belastungsdaten für die Seilrolle zu kennen.

Das gewählte Lager ist dementsprechend in der System-Seilrolle eine entscheidende Komponente. Der am häufigsten eingesetzte Lagertyp in hoch beanspruchten Seilrollen, ist das Zylinderrollenlager. Diesen Lagertyp gibt es in verschiedenen Ausführungen, was Abmessungen und Tragfähigkeit, aber auch Fettung und zusätzlichen Korrosionsschutz betrifft.

Das ausgewählte Lager muss zwei Hauptansprüchen folgen. Einer der beiden ist recht einfach zu definieren: Das Lager muss rein geometrisch in den Bauraum und auf die vom Kunden vordimensionierte Achse passen. Der zweite Anspruch ist deutlich komplizierter: Das Lager muss allen Belastungen Stand halten.

In regem Austausch mit namhaften Lagerherstellern haben wir bei Schwartz das Thema der tatsächlich auftretenden Beanspruchungen im Zylinderrollenlager in der Seilrollenanwendung stark vertieft. Durch neue Erfahrungen aus der praktischen Anwendung konnten die tatsächlichen Vorgänge im Zylinderrollenlager genauer nachvollzogen werden. Diese Erfahrungen sind in neu- und weiterentwickelten Berechnungsprogrammen der Lagerhersteller übernommen worden.

Bei Einbau und Betrieb des Lagers ist es ebenso zwingend notwendig, dass die Einbauvorschriften des jeweiligen Lagerherstellers unbedingt eingehalten werden.

Durch ständige Anpassung der Materialanforderungen und Konstruktionsrichtlinien, der Berechnungsgrundlagen an die letzten Erkenntnisse aus dem Markt sowie auch das Einfließen der genaueren Anwendungsspezifikationen und Expertisen der Vorlieferanten: die Auslegung der System-Seilrolle hat sich an die hohen Anforderungen, die der Markt an die Kunststoff-Seilrollen stellt, adaptiert, - die weitere sichere und zuverlässige Anwendung dieser Rollen ist gegeben.

Die spezifischen Details entnehmen Sie bitte unserer Präsentation oder über direkten Kontakt mit unserem technischen Büro, Herrn K.-H. Bosmann (bosmann@schwarz-plastic.com).