

Das Gesamtsystem im Auge behalten – Teil I

cc: SCH/HOR/THE (Fußbodenbeschichtg.)
cc: DOL/FLO/CAE (12.6.02) auf 9 (30.4.02)

PETER PLATE, THOMAS STINGL

Mit der Entwicklung immer leistungsfähigerer Flurförderzeuge erreichen einige der in diesen Fahrzeugen verwendeten Komponenten allmählich ihre technischen Grenzen. Insbesondere beim Reifenmaterial ist eine weitere Eigenschaftverbesserung über das heute erreichte, hohe Niveau kaum mehr möglich. Um eine hohe Verfügbarkeit der Flurförderzeuge auch unter zukünftigen, weiter steigenden Anforderungen sicherzustellen, rückt nun mehr und mehr die Optimierung des Gesamtsystems, bestehend aus Lagerkonzept, Hallenboden und Flurförderzeug, ins Zentrum des Interesses.

Die Anforderungen, die eine immer präziser und schneller arbeitende Logistik an die einzelnen Komponenten eines Materialfluss- und Distributionssystems stellt, sind in den letzten Jahren deutlich gestiegen. Ursache dafür ist die immer stärkere Vernetzung von Lieferanten und Abnehmern, die in Zeiten der Just in Time- und Just in Sequence-Lieferung die Empfindlichkeit, mit der ganze Produktionslinien auf Ausfälle in der Logistikkette reagieren, z.T. drastisch erhöht hat. Dies hat dazu geführt, dass der Leistungsfähigkeit und vor allem dem störungsfreien Betrieb der



P. Plate ist Manager im strategischen Marketing des Geschäftsfelds Integral-schaum/Elastomere, Segment Gießelastomere, des Geschäftsbereichs Polyurethane der Bayer AG



Dr. Th. Stingl ist Manager im Bereich Marketing & Development für das Segment Functional Flooring im Geschäftsfeld Construction & Materials des Geschäftsbereichs Coatings and Colorants der Bayer AG

Materialflusssysteme in den letzten Dekaden eine wachsende Bedeutung zugekommen ist.

Um mit den schnell wachsenden Anforderungen Schritt zu halten, musste auch die Leistungsfähigkeit moderner Flurförderzeuge in den vergangenen Jahren permanent steigen. So transportieren die Fahrzeuge – um nur ein Beispiel zu nennen – Waren mit immer höheren Spitzengeschwindigkeiten von den Hochregalen in die Kommissionierzonen: 12,5 km/h, noch vor Jahren ein kaum vorstellbares Tempo, erwarten heute viele Betreiber etwa von Lagertechnikgeräten. Zum anderen steigen trotz der erhöhten Belastung aber auch die Anforderungen an die Robustheit der eingesetzten Technik.

Und genau hier bahnt sich ein Zielkonflikt an: Flurförderzeuge müssen unaufhörlich leistungsfähiger werden und damit über eine immer verfeinerte Technik verfügen, zugleich aber in einem stets stärker fordernden Umfeld hochverfügbar bleiben, um Ausfallzeiten zu minimieren. Klagen über den Ausfall der Bereifungsmaterialien bei z. B. hochbeanspruchten Lagertechnikgeräten, die sich in jüngster Zeit zu häufen scheinen, zeigen, dass hier tatsächlich Optimierungsbedarf besteht. Rollenbeläge bilden in der Tat die Achillesverse der Fahrzeuge und damit auch ein wichtiges Element des logistischen Gesamtsystems, denn wenn das Rad defekt ist, steht das ganze Fahrzeug.

Parallel dazu beobachtete Probleme mit Schäden an Lagerhallenböden verdeutlichen aber auch, dass es in diesem Zusammenhang nicht um ein vermeintlich schwächstes Glied in der Kette geht. Vielmehr lässt sich die Aufgabe eines schnellen, rationalen Warenumschlags nur dann lösen, wenn man die heutige Hochleistungslogistik insgesamt betrachtet und optimiert. Inzwischen ist hier vielfach ein Anforderungsgrad erreicht, dem man durch bloße Verbesserung einzelner Komponenten, z. B. der Reifenbelagsmaterialien, alleine nicht mehr gerecht werden kann. Dieser Komponente kommt zwar eine Schlüsselrolle bei der Weiterentwicklung der Leistungsfähigkeit der Stapler zu; die Zukunft kann aber nicht alleine in einer Verbesserung des Radmaterials liegen.

Einflussfaktor Hallenboden

Ein bloßer Beton als Untergrund hochbeanspruchter Lagerhallen ist den Anforderungen heute vielfach nicht mehr gewachsen.

Beton verkräftet Druckbelastungen von etwa 25 bis 30 N/mm². Das reicht, so eigenartig es sich auch anhören mag, ohne weiteres für Start- und Landebahnen von Flughäfen, auf denen über Jahre hinweg immer wieder Jumbo-Jets starten und landen. Paradoxerweise genügt ein bloßer Betonfußboden inzwischen aber nicht mehr für Hochregallager. Der Grund ist, dass Flugzeuge mit Luftreifen bestückt sind, die den Auflagedruck sehr effizient verteilen können. Flurförderzeuge für die Lagertechnik müssen hingegen mit deutlich härteren, massiven Rollen versehen werden. Diese Rollen müssen zwar elastisch genug sein, um den Untergrund nicht zu beschädigen, gleichzeitig aber auch so hart, dass sie die sicherheitstechnisch geforderte Stabilität der Stapler beim Ausfahren des Mastes nicht negativ beeinflussen; nicht umsonst wird in den Fahrwerken dieser Fahrzeuge auf jegliches Federungssystem verzichtet.

Ideal wären aus dieser Sicht betrachtet Stahl- oder Polyamidräder, die allerdings eine unzumutbare Lärmbelastung im Betrieb darstellen und spröde Untergründe mit mittleren Pressungen von 100 N/mm² (Stahl) bzw. 35 N/mm² (Polyamid) deutlich überfordern würden [1]. Als ein guter Kompromiss zwischen nötiger Elastizität und Härte haben sich daher Räder und Bandagen aus Polyurethan-Gießelastomeren bewährt. Hochleistungs-Werkstoffe wie etwa Vulkollan sind deutlich härter als Gummi, erzeugen aber mittlere Pressungen, die mit – je nach Tragfähigkeit der Bereifung – ca. 5 bis 7 N/mm² deutlich unter den Werten einer Polyamid-Rolle liegen.

Beschichtungen als Problemlöser

Dennoch können selbst die elastischen Vulkollan-Bereifungen Schäden auf Beton- oder Estrich-Untergründen verursachen, nämlich dann, wenn z. B. Fugen oder kleine Fehlstellen im Boden, hervorgerufen etwa durch heruntergefallene Werkzeuge, mit hoher Geschwindigkeit überfahren werden: Hierbei kommt es zu erheblichen Belastungsspitzen, und einmal aufgetretene, kleinere Beschädigungen der Böden können sich durch Walk- bzw. Mahleffekte schnell zu großflächigen Schäden ausweiten – die ihrerseits die Rollenbeläge in Mitleidenschaft ziehen können.

Abhilfe schaffen hier leistungsfähige, nur wenige Millimeter dünne Kunstharz-

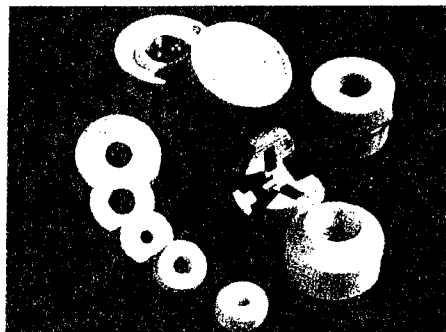
Beschichtungen aus Epoxydharzen oder Polyurethanen (Bild 1). Beide Beschichtungstypen können den Auflagedruck auf den Betonuntergrund effektiv verteilen und somit seine Druckfestigkeit deutlich erhöhen: Zweikomponenten-Polyurethanbeschichtungen etwa, die sich innerhalb weniger Stunden verlegen lassen, weisen Druckfestigkeiten bis 90 N/mm² auf, erhöhen den Griff des Bodens und zeigen sehr geringe Abriebwerte. Zweischichtige Polyurethanbeschichtungen aus einer elastischen „Schwimmschicht“ und einer selbstverlaufenden, harten Deckschicht haben sogar rissüberbrückende Eigenschaften. Mit beiden Belagtypen lassen sich auch Niveauunterschiede in der Bodenfläche nivellieren, sodass auch hohe Anforderungen an die Ebenheit von Lagerböden erfüllt werden, die beim Einbau eines Estrichs nur schwer zu realisieren sind.

1: Industrieböden können durch Beschichtungen dauerhaft vor Schäden geschützt werden



Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Boden

Die Probleme, die für den Ausfall der Flurförderzeug-Bereifung verantwortlich sind, lassen sich dagegen nicht so einfach beseitigen. Anders als bei der Bodenbeschichtung ist die Performance der Rollenbeläge nämlich durch Griffe in die „chemische Trickkiste“ aus heutiger Sicht kaum mehr steigerungsfähig. Das Problem ist, dass die Kräfte, die auf die Bereifung eines Staplers in vollem Einsatz wirken,



2: Das Polyurethan-Heißgießelastomer Vulkollan ist bereits seit den 50er-Jahren auf dem Markt, aber vor allem durch seine gute dynamische Belastbarkeit erfüllt der Werkstoff nach wie vor selbst hohe Anforderungen

der Bayer AG entwickelt wurde und von einer Vielzahl von Herstellern in Lizenz in einem mehrstufigen Verfahren zu hochbelastbaren Reifen verarbeitet wird. Vulkollan-Reifen (Bild 3) können durch ihren chemischen Aufbau ohne weiteres Einsatztemperaturen von 80, kurzfristig bis 120 °C verkräften. Darüber hinaus zeigt dieser in Härten bis 95 Shore A herstellbare, dennoch aber stets elastische Werkstoff neben seiner Langzeitbelastbarkeit auch gute Abriebwerte und eine gute Einschnitt- und Weiterreißfestigkeit – daher führt auch das versehentliche Überfahren scharfer Gegenstände oder stumpfer Kanten nicht sofort zum Reifenausfall. Ein weiteres Merkmal dieses Elastomers ist die gute Dauerformbeständigkeit, die „Plattfüße“ nach langem Stehen unter Belastung verhindert.

Den Boden fit machen

Industriefußböden müssen starke statische und dynamische Lasten aufnehmen. Diese Belastungen sind inzwischen vielfach so gravierend, dass die Eigenfestigkeiten von Beton und Estrich überfordert sind. Beschichtungen, Estrich und Mörtel auf Basis von Kunstharzen können die Beständigkeit eines Bodens jedoch nachdrücklich erhöhen. Für die Beschichtung von Industriefußböden sind vor allem Reaktivsysteme auf Basis von Epoxidharzen oder Polyurethanen geeignet. Wenn es nur auf hohe Oberflächenhärte ankommt, bieten beide Werkstoffe Vergleichbares; sind weitere Eigenschaften gefragt, z. B. die Fähigkeit zur Überbrückung winziger Risse zur Bodenversiegelung, bessere Abrieb- und Griffeigenschaften sowie die Fähigkeit, unterschiedliche Untergründe wie Stahl, Beton oder Asphalt mit ein- und derselben Beschichtung zu versehen, besitzen Polyurethane – etwa auf Basis der von Bayer angebotenen Polyurethanbausteine Desmodur® und Desmophen® – Vorteile. Reaktive Polyurethan-Beschichtungen lassen sich innerhalb eines Tages aufbringen, haften gut und sind auf einen weiten Druckfestigkeits- und Härtebereich einstellbar, chemikalienbeständig und dehnfähig selbst bei hoher Oberflächenhärte.

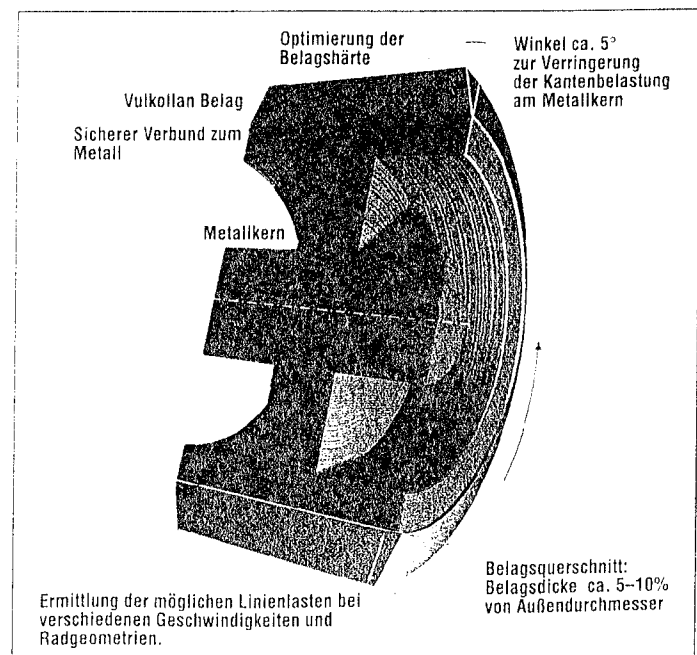
nur noch von wenigen Materialien überhaupt dauerhaft toleriert werden können. So führt z. B. die ständige Walkarbeit unter hoher Gewichtsbeaufschlagung zu einem erheblichen Wärmeaufbau („heat-build-up“) im Reifen, der z. B. bei Vollgummireifenbelägen rasch zur Zersetzung des Polymers und damit zum Totalausfall führen würde.

Eine weit verbreitete Lösung dieses Problems ist das bereits erwähnte Heißgießelastomer Vulkollan (Bild 2), das von

Chemie der Rollenbeläge ausgereizt

Die Qualität dieses Hochleistungswerkstoffes zeigt sich nicht zuletzt auch daran, dass er bereits vor Jahrzehnten von der Bayer AG eingeführt (und seither in puncto Rohstoffqualität, Verarbeitungsverfahren und Rezepturoptimierung stetig

3: Erkenntnisse aus den Rollenprüfstandsversuchen



Ermittlung der möglichen Linienlasten bei verschiedenen Geschwindigkeiten und Radgeometrien.

Belagsquerschnitt: Belagsdicke ca. 5-10% von Außendurchmesser

weiterentwickelt wurde), für viele Flurförderzeughersteller aber seit langem und nach wie vor ohne ernsthafte Alternative ist: Elastomere mit noch höheren Festigkeiten sind bis heute nicht bekannt. Höhere Einreiß- und Weiterreißfestigkeiten lassen sich zwar bei Weiterverstärkten Kunststoffen beobachten. Durch Faserverstärkung werden aber auf Grund der Erhöhung der inneren Reibung die wichtigen viskoelastischen Eigenschaften eines elastischen Werkstoffs erheblich beeinträchtigt, sie macht das Material also unelastisch. Die Verbesserung einer Eigenschaft würde den Verzicht auf andere Merkmale bedeuten.

Aus heutiger Sicht besteht also in der Materialauswahl für Vollreifen (Bild 4) kaum noch Verbesserungspotenzial. Bei der Entwicklung hin auf zukünftige Leistungssteigerungen der Flurförderzeuge muss demzufolge darauf geachtet werden, dass man die Stärken des Vulkollans optimal in neue Gesamtkonzepte einbindet.

Dazu zunächst eine Analyse des Ist-Zustandes am Beispiel der intensiv beanspruchten Lenk- und Antriebsräder ei-



4: Die Lastrollen z. B. eines Schubmaststaplers arbeiten immer unter Höchstbelastung. Höhere Bremsbeschleunigungen und Kurvenfahrten unter hohem Tempo belasten diese Rollen heute stärker als früher

nes Schubmaststaplers. Die Belastungsspitzen, die selbst an Vulkollan-Reifenbelägen ursächlich für feinste Risse sind und über kurz oder lang zum gefürchteten „Blumenkohleffekt“ führen, resultieren bei diesen Staplern zum einen aus den höheren Geschwindigkeiten und den höheren Beschleunigungen durch effiziente Drehstromantriebe. Einen bedeutenden Einfluss hat aber auch die gesteigerte Beweglichkeit, die diese Fahrzeuge mit Einfüh-

rung der 360-Grad-Lenkung erhalten haben – denn auch die Lagergebäude sind verändert worden, um einen möglichst schnellen Warenumschlag bei geringem Flächenbedarf zu ermöglichen. Diese Faktoren bringen Belastungen mit sich, die bislang in diesem Umfang nicht bekannt waren und folglich in den Spezifikationen für Rollenbeläge von Flurförderzeugen vielfach noch nicht ausreichend berücksichtigt sind.

(Wird fortgesetzt)

Literaturhinweis:

17. Steiner, R. Rossüberbrückende Beschleunigungen von befahrbaren Betonkonstruktionen. Betonbauvorschriften 2000, S. 37

Bildnachweis: Dhs / Patap AG / Transport-Optima

Beige AG

51-368 Leerkassen

Tel.: 0214/30-57898

E-Mail: pete@plate.ppa@be-gera.de

Internet: www.ppa-be.de

ZWEIFEL ERHEBEN

IST NICHT JESER STILL

Seit 50 Jahren arbeitet CESAB, der führende italienische Hersteller von Frontgabelstaplern, um Gewissheiten zu schaffen. Die Gewissheit der fortschrittlichsten Technologie, wie jene der neuen Serie Gabelstapler mit AC-Elektroantrieb ohne Bürsten (brushless). Die Gewissheit der totalen Zuverlässigkeit, die unsere schnellen und leistungsstarken hydrostatischen Dieselstapler bieten. Die Gewissheit der Reduzierung der Wartungskosten, wie sie die Ölbadbremsen garantieren. Das Ganze mit einem einmaligen und unverwechselbaren Design. Denn mit der Wahl von CESAB wählen Sie stets das Beste: ohne Zweifel.



CESAB GmbH
Fasaneriestraße, 50, 63512 Hainburg 1
Tel. +49 (0) 6182 9627/0 - Fax +49 (0) 6182 65172 - E-mail: cesab.gmbh@cesab.de