

InnoRad – Erhöhung der Lebensdauer der Räder von Flurförderzeugen

Leiter Innovationsmanagement – Dipl.-Ing. Maik Manthey
Stuttgart, 13. Februar 2007



Forschungsprojekt InnoRad

BMBF-Verbundprojekt

Rahmenkonzept „Forschung für die Produktion von morgen“

Themenfeld

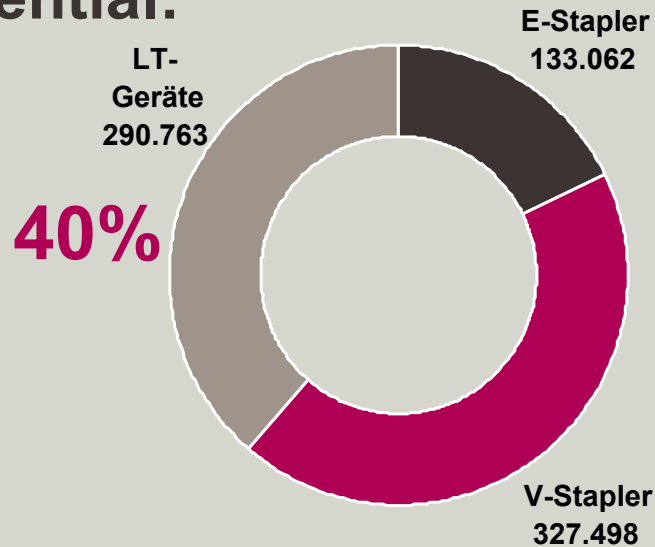
Logistische Basiselemente

Innorad – Erhöhung der Lebensdauer der Räder von Flurförderzeugen

**„Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird mit Mitteln des Bundesministeriums für
Bildung und Forschung (BMBF)
innerhalb des Rahmenkonzeptes „Forschung für die Produktion von morgen“
gefördert und vom Projektträger Forschungszentrum Karlsruhe,
Bereich Produktion und Fertigungstechnologien (PTKA-PFT), betreut.“**

Innovationspotential:

- Lastrollen
- Stützrollen
- Führungsrollen
- Lenkrollen
- Antriebsräder



**Maßgeblicher Einfluss
des fördertechnischen
Basiselements Rad/Rolle
auf:**

- Fahrverhalten
- Zuverlässigkeit
- Auftretender Verschleiß
- Standsicherheit



5 Mio. (*) Flurförderzeuge mit Hubeinrichtung für den Materialfluß in der Produktion u. Logistik weltweit.

Kosten für Räder-/Rollentausch und Abfallmengen von elektrisch angetriebenen Flurförderzeugen in Deutschland / Europa

Stützrollen	Antriebsrad	Lastrollen	Σ	
ca. 175 €	340 €	240 €	755 €	Kosten p.a für Austausch wegen Verschleiß (Material & Lohn)
27	53	37	118	Deutschland p.a. [in Mio. €]
129	251	174	554	Europa p.a. [in Mio. €]
8.3	10.3	4.4	23	Abfall bei Austausch (nur Bauteile)
1.299	1.612	692	3.602	Deutschland p.a. [in to]
6.104	7.576	3.251	16.920	Europa p.a [in to]

* Auf Basis der FFZ-Branche 2003 mit 673.000 FFZ p.a.und 8 Jahren Nutzung

Es sind keine Modelle und Berechnungsmethoden für Räder/Laufrollen bekannt.

Der Stand der Technik beruht auf empirischen Untersuchungen

Auf wissenschaftlicher Seite nur wenig Veröffentlichungen

Istzustand der Werkstoffspannungsverteilung u.a. von Prof. Severin (TU Berlin)

Das fördertechnische Basiselement Räder und Rollen ist für die zukünftige Steigerung der Produktionslogistik von entscheidender Wichtigkeit ...

...und wurde bisher als unspektakuläres Maschinenelement unterschätzt !

Bisherige Betrachtungen der Räder/Laufrollen erfolgten als Einzelkomponente, weniger im Gesamtsystem Ladegut-Fahrzeug-Rolle-Boden

Die notwendige, systematische und ganzheitliche Betrachtung erfordert einen sehr hohen Aufwand und beinhaltet große Risiken

InnoRad – Verbundprojekt

Erhöhung der Lebensdauer der Räder von FFZ



BMBF-Rahmenkonzept: **“Forschung für die Produktion von morgen”**

Partner:

FFZ-Hersteller



Forschungsinstitute



Räderhersteller



Kunststoffhersteller



Bayer

Anwender



BOSCH

Zielsetzungsetzung:

Die **Lebensdauer** des Basiselements Rad/Laufrolle unter Beibehaltung der **Produktionskosten** um mindestens **20% zu verlängern**.

Entwicklung von reproduzierbaren:

Auslegungs-,
Berechnungs- und,
Testverfahren

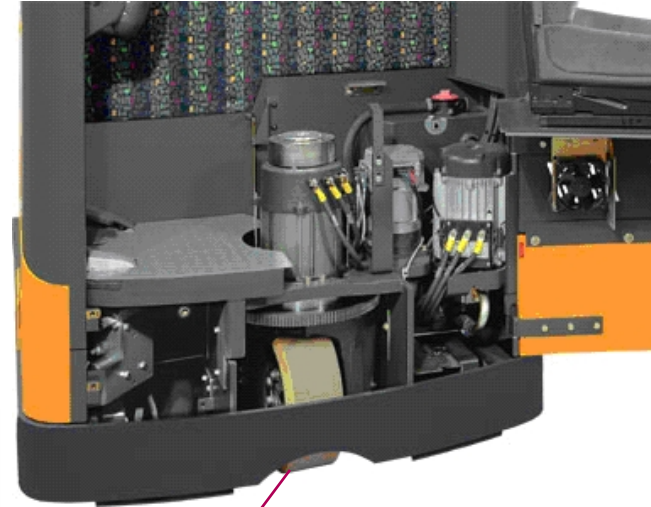
...für verschiedene Einsatzzwecke



InnoRad – Verbundprojekt

Erhöhung der Lebensdauer der Räder von FFZ

KION
GROUP



Antriebs-, Brems-
und Lenkeinheit



Lastrollen



Führungsrollen

Immer weiter verschärfte Belastungen führen zu verkürzten Standzeiten von wenigen Monaten oder sogar Wochen.

Ursachen

- **Abrollverschleiß**
- **Abrieb** durch Schubbelastung aus der Reibpaarung Rad/Boden
- **Thermische Überlastung** durch hohe Walkarbeit, infolge hoher Fahr- und Lenkgeschwindigkeiten
- **Radversagen** durch schlagartig auftretende Stöße (bis 50g)

Anforderungen

- sehr hohe **Radaufstandskräfte**
- sehr hohe **Seitenführungskräfte**
- sehr hohe **Umfangskräfte** beim Antreiben und Bremsen
- Sehr hohe **Lenkmomente** und **-geschwindigkeiten**



Ganzzeitlicher Ansatz für das System Rad/Rolle im FFZ aus:

- Felgenkörper
- Bandage
- Bindemittelschicht
- Lagerung
- Radaufhängung
- Spezifischen Einsatzbedingungen
- unterschiedlichen Funktionen
- Einbausituation

Bestehende Zielkonflikte:

- Lebensdauer Rad / Boden
- Traktion
- Schonung Boden
- Fahrkomfort

Zielsetzung:

Die **Lebensdauer** des Basiselements Rad/Laufrolle unter Beibehaltung der **Produktionskosten** um mindestens **20% zu verlängern**.

Entwicklung von reproduzierbaren:

Auslegungs-,
Berechnungs- und,
Testverfahren

...für verschiedene Einsatzzwecke

Analyse

- Systematische Bestandsaufnahme der heutigen Konstruktionen und Werkstoffe
- Vervollständigung Literatur- und Patentrecherchen
- Ermittlung des Istzustands der Radlebensdauern aus statistischen Daten
- Analyse und Bewertung auftretender Schäden
- Untersuchung der unterschiedlichen Einsatz- und Belastungsbedingungen
- Ableitung einsatzspezifischer Anforderungsprofile

Analyse

Modellbildung

- Entwicklung eines Finiten-Elemente-Modells für die Räder als Basis für computergestützte Untersuchungen
- Computergestützte Untersuchungen der Versagensursachen und Verschleißmechanismen
- Entwicklung und Aufbau eines Prüfstandes für experimentelle Laboruntersuchungen
- Experimentelle Untersuchungen der Lebensdauern und Verschleißmechanismen sowie Versagensursachen
- Ableitung der Verbesserungspotentiale

Analyse

Modellbildung

Entwicklung

Konstruktive Optimierung der Räder

Konstruktive Optimierung der Schnittstelle zwischen Rad und Flurförderzeug

Verbesserung des Bandagenwerkstoffes

Verbesserung / Entwicklung alternativer Bindemittel

Computergestützte Berechnung der Beanspruchungen zur Beurteilung der Wirksamkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen

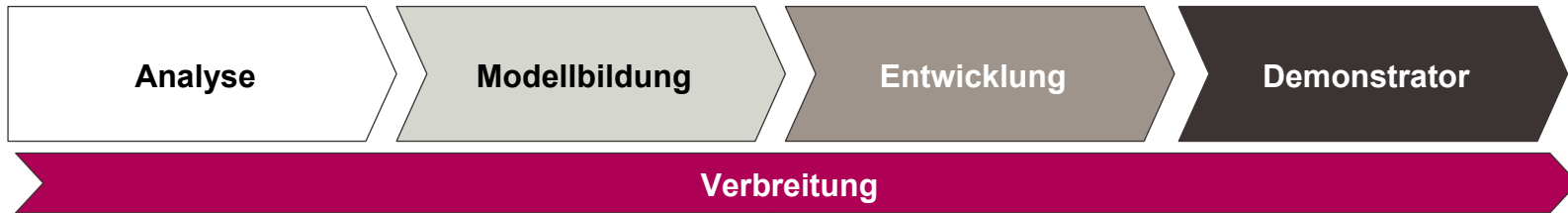
Analyse

Modellbildung

Entwicklung

Demonstrator

- Fertigung von neuartigen Rad-Systemen unter Verwendung der entwickelten Optimierungsmaßnahmen
- Sammlung von Erfahrung bei der Herstellung
- Verifizierung der Modelle mit Hilfe der Demonstratoren und deren Optimierung
- Prüfstands- und Laborversuche mit kompletten Flurförderzeugen unter reproduzierbaren Belastungen zum Nachweis der Wirksamkeit der durchgeführten Optimierungsmaßnahmen
- Feldversuche



- Sammeln, Auswerten und Verdichten der Daten und Erkenntnisse, die im Projekt gewonnen werden
- Kommunikation von Methoden und Verfahren für die Gestaltung, Auslegung, Berechnung und Tests für Räder für Entwickler von Rädern bzw. Fahrzeugen
- Einarbeitung der Forschungsergebnisse in Richtlinien und Normen
- Transfer des Know-Hows auf andere Anwendungsbereiche
- Veröffentlichung der Ergebnisse auf Tagungen, Industriekreisen und den Fachzeitschriften



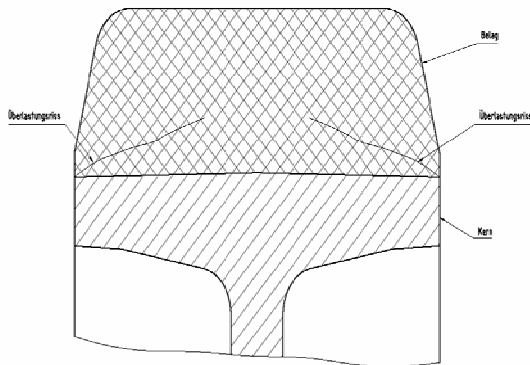
Materialverflüssigung



Hydrolyse Schäden



Blumenkohleffekt



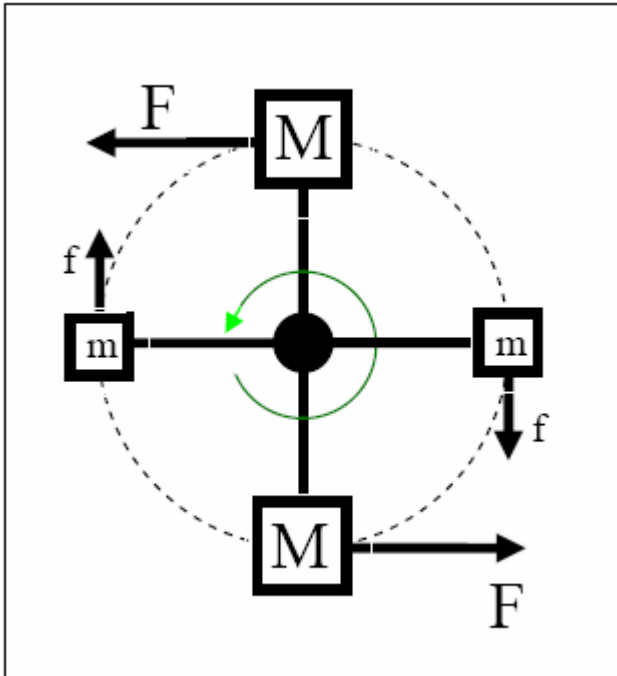
Überlastungsrisse



Mechanische Schäden



Pagodeneffekt



Kreisaktuator

→ auswechselbaren
Fahrbelag

versch. Massen

→ Erzeugung von einem
definierten Schlupf

Test unter realen Bedingungen:

- Einfluß unterschiedlicher Bodenbeläge
- Kurvenfahrten
- Bremsen u. Beschleunigen
- Geradeausfahren

- Thermisches Versagen
- Blumenkohleffekt

Next steps ...

Weitere Informationen unter: www.innorad.de

Weitere Verfolgung der geplanten Vorgehensweise:



Abschlußbericht

Messeauftritte (CEMAT, BAUMA)

Einrichtung eines Anwender- / Herstellernetzwerkes

weitere Verbreitung:



Deutliche Erhöhung der Verfügbarkeit der Flurförderzeuge in der Produktion
(Drastische Senkung der Stillstandszeiten wg. Wartung & Reparatur)

Gravierende Steigerung der Transportleistung in der Produktion
Erhöhung der maximalen Geschwindigkeit und Traglast der Fahrzeuge (von heute max. 2to auf 3...4to)

Sicherung des Wettbewerbsvorsprungs deutscher Firmen (insbes. KMU) ggü.
Wettbewerbern aus Billiglohnländern

Nachhaltige Senkung der Life-Cycle-Costs (Betriebskosten)
(Allein in Europa ca. 925 Mio.€ p.a. Aufwendungen für Räder/Rollenwechsel)

Abfallverminderung durch seltenen Radwechsel aufgrund geringen Verschleißes
(Derzeitiges Abfallaufkommen allein in Europa 16.930to p.a.)

**→ Hochleistungsfähige Räder/Laufrollen sind die Schlüsselkomponenten
für flexible und robuste Hochleistungstransportsysteme in der Produktion**