

Innovationsprojekt **LäGiV**

*Lärmreduzierter Güterverkehr durch innovative
Verbundstoff-Bremsklotzsohlen (V-BKS)*

Zur Zukunft der Verbundstoffbremsklotzsohlen

Berlin, InnoTrans
20.09.2012

Die heute verfügbaren Verbundstoffbremsklotzsohlen erhöhen die LCC und erschweren damit eine flächendeckende Umrüstung

LL-Sohlen

Probleme:

- Bisher wurde nur eine eingeschränkte Zulassung von zwei LL-Produkten erreicht. Die Geometrie der Radlaufflächen muss aus Sicherheitsgründen alle 25 Tkm kontrolliert werden
- Ungleichmäßiger Laufflächenverschleiß mit Abweichungen von der konischen Laufflächengeometrie

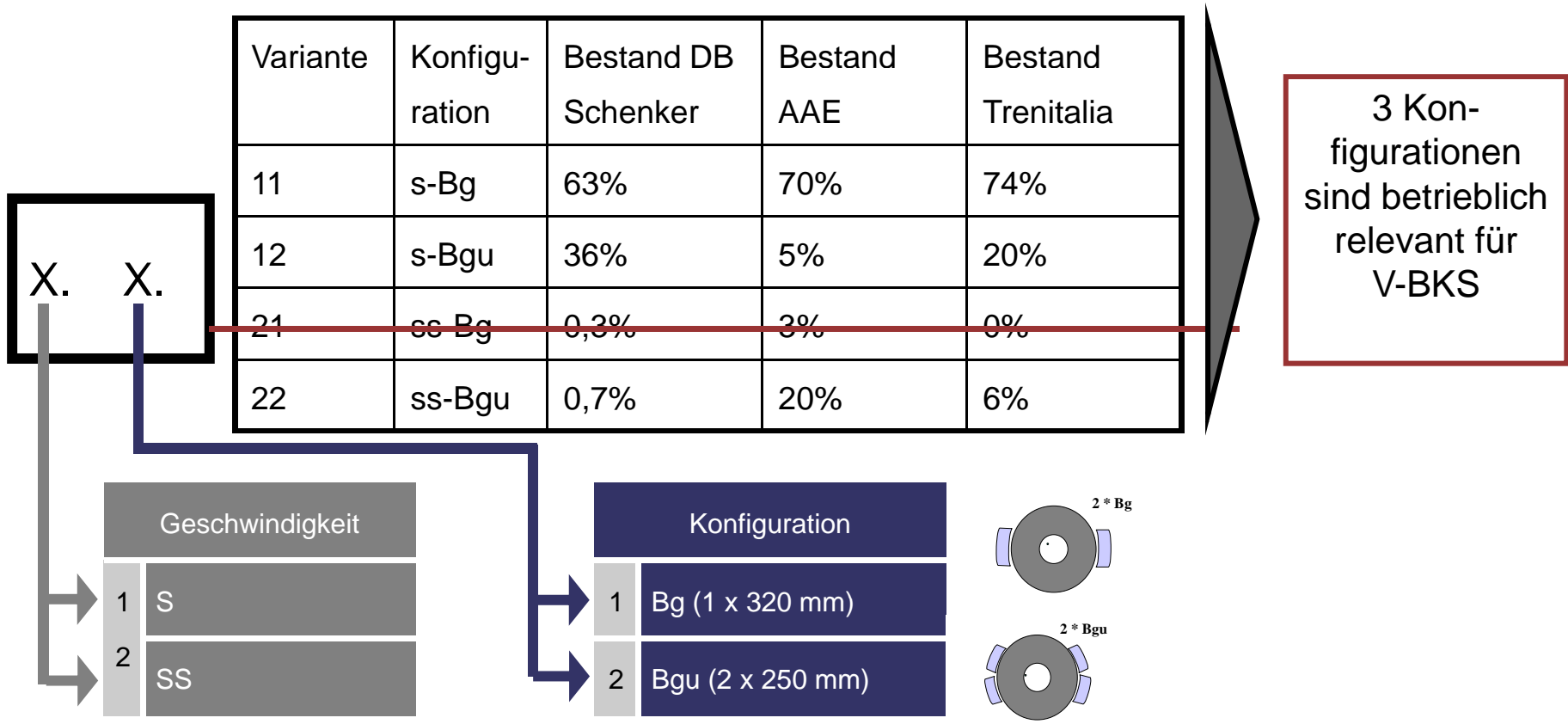
K-Sohlen

Probleme:

- Hohe einmalige Umrüstkosten (Bremsanlage, Zulassung)
- Erhöhter Rad- und Sohlenverschleiß
- Für die potentialträchtige Kompaktbremse gibt es derzeit kein spezifisch optimiertes Produkt

Die Probleme mit den gegenwärtigen V-BKS erschweren und verzögern das Erreichen der Lärm-senkungsziele bei Güterwagen in Deutschland und in Europa.

Variantenplanung für Bremsklotzsohlen



Über 90 % der Fahrzeuge erfordern eine s-fähige Lösung. Auf eine V-BKS Lösung für diese Fahrzeuge wird daher in LäGiV der Schwerpunkt gelegt .

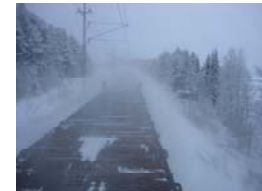
Entwicklungsschwerpunkte der Hersteller von V-BKS in LäGiV

Hersteller	LL-Sohle		K-Sohle
	LL-Sohle-organisch	LL-Sohle-gesintert	K-Sohle-organisch
	Konfiguration Bg / Bgu	Konfiguration Bg / Bgu	Konfiguration Bg / Bgu
Becorit	3	3	3
Bremskerl	3		3
Federal Mogul	3		3
Honeywell	3	3	3
TMD	3	3	3
Summe	24		15
Gesamtsumme	39		

In LäGiV werden von 5 Herstellern 24 LL- sowie 15 K-Varianten entwickelt.

UIC 541-4 : Maßstab für die Validierung in LäGiV

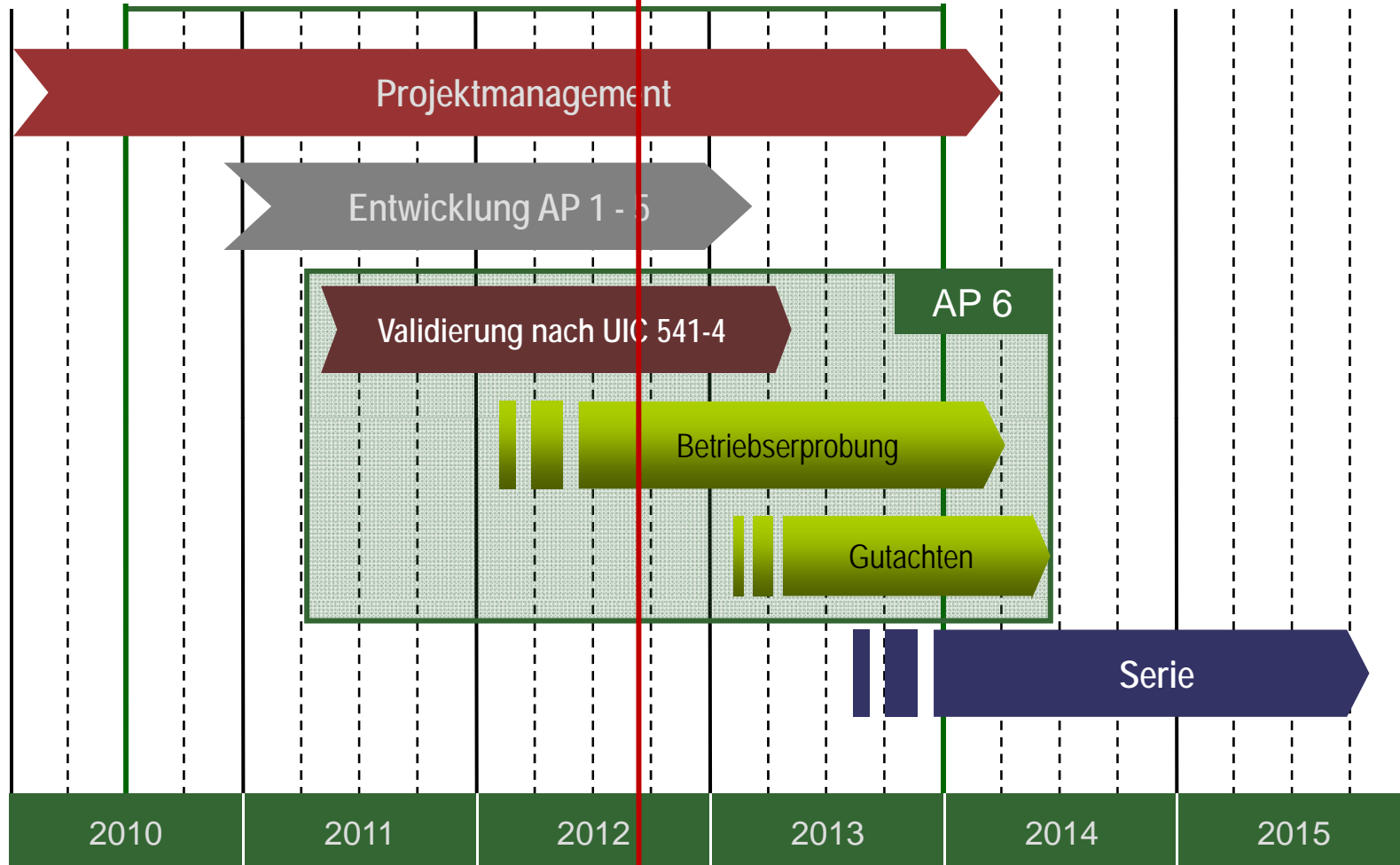
- 1.1 **UIC 541-4 Programm A1a/A2a (Bremsleistung)**
- 1.2 UIC 541-4 Programm A1b/A2b (Bremsbewertung)
- 1.3 UIC 541-4 Programm A 4 (Metalleinschlüsse)
- 1.4 UIC 541-4 Programm A 5 (Winterprogramm)
- 1.5 **UIC 541-4 Programm A 6 (feste Bremse)**
- 1.6 UIC 541-4 Programm A 7 (Shuntage)
- 1.7 UIC 541-4 Programm A 12 (stat. Reibwert)
- 1.8 Abhängeversuche UIC 544-1
- 1.9 Betriebserprobung UIC 544-1



Dieses Programm muss für ein marktfähiges Produkt mit universeller Einsetzbarkeit erfolgreich durchlaufen werden!



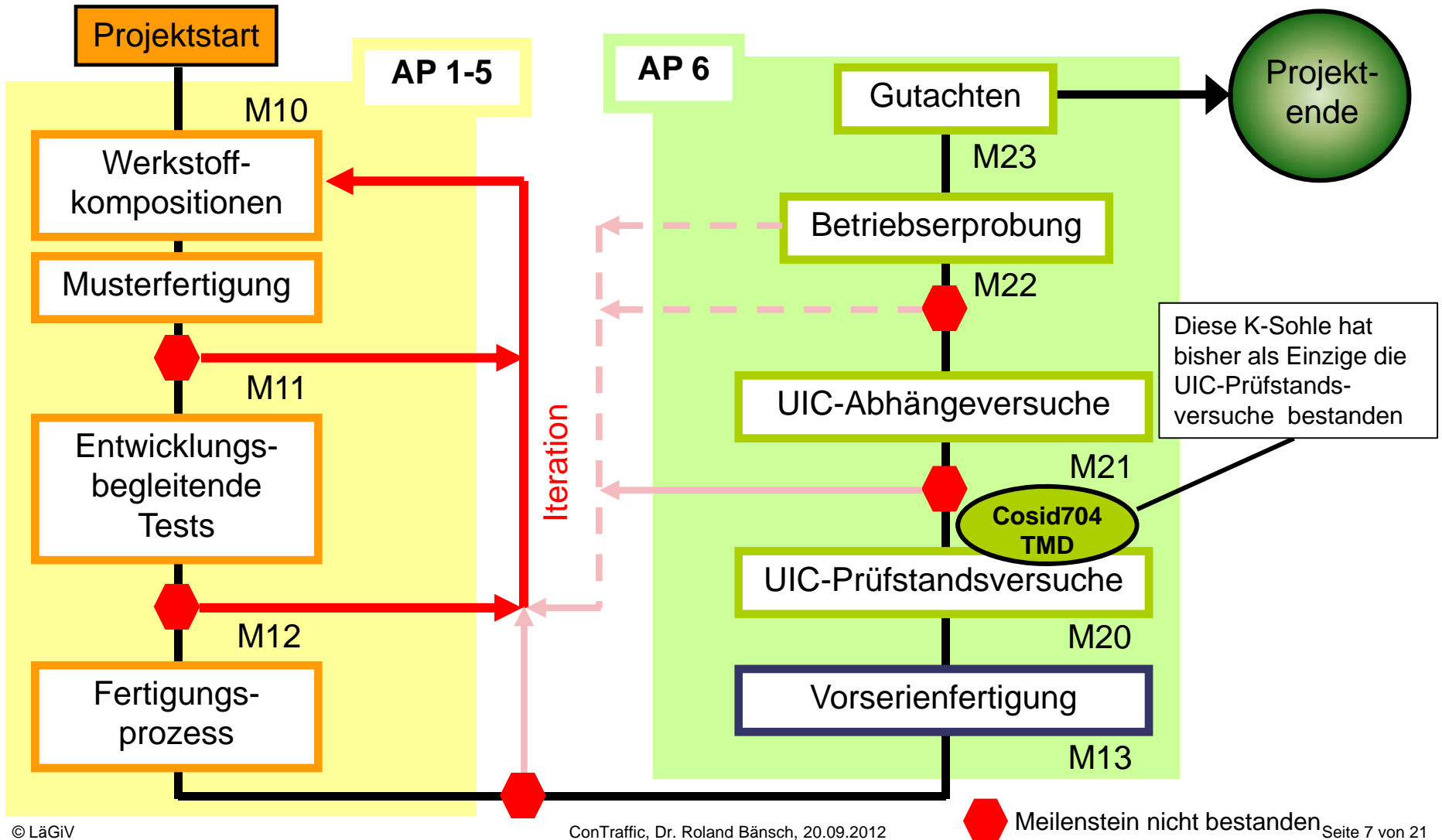
Zeitplan LäGiV und aktueller Stand



20.09.2012

LäGiV – Prozessschritte und Status zu neuen V-BKS

M30



Projektstand

Ist-Stand herstellerinterne-Versuche

	BC	BK	FM	HON	TMD
Insgesamt getestete Varianten					
	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl
K-Sohle					
Sohlenvarianten	77	41	28	15	37
Durchgeführte Versuche gemäß UIC-Merkblatt intern	81	39	40	40	82
Durchgeführte Teilbelagsversuche	65	39	0	8	135
LL-Sohle					
Sohlenvarianten	65	23	45	32	37
Durchgeführte Versuche gemäß UIC-Merkblatt intern	112	32	68	76	31
Durchgeführte Teilbelagsversuche	46	32	0	12	82
LL-Sohle gesintert					
Sohlenvarianten	26			9	89
Durchgeführte Versuche gemäß UIC-Merkblatt intern	20			12	6
Durchgeführte Teilbelagsversuche	12			9	81

Ist-Stand UIC-Versuche K-Sohle

	BC		BK		FM		HON		TMD	
	Anzahl	Beständen ja / nein	Anzahl	Beständen ja / nein	Anzahl	Beständen ja / nein	Anzahl	Beständen ja / nein	Anzahl	Beständen ja / nein
A1a										
Bg			1 x 2011 1 x 2012 1 x 2012	nein nein in KW40					1 x 2011	ja
2xBgu	1 x 2012	nein							1 x 2012	offen
1xBgu							1 x 2012	beauftragt		
A1b							1 x 2012	beauftragt	1 x 2012	ja
A4									1 x 2012	ja
A5										
A6							1 x 2012	beauftragt	1 x 2012	ja
A7									1 x 2012	ja
A12									1 x 2012	ja

Ist-Stand UIC-Versuche LL-Sohle

	BC		BK		FM		HON		TMD	
	Anzahl	Beständen ja / nein	Anzahl	Beständen ja / nein	Anzahl	Beständen ja / nein	Anzahl	Beständen ja / nein	Anzahl	Beständen ja / nein
A2a										
Bg			1 x 2012	in KW40	1 x 2012	beauftragt	1 x 2012	beauftragt		
Bgu	1 x 2012	nein	1 x 2011	nein					1 x 2012	nein
A2b							1 x 2012	beauftragt		
A4										
A5										
A6					1 x 2012	beauftragt	1 x 2012	beauftragt		
A7										
A12										

Ist-Stand UIC-Versuche LL-Sohle gesintert

	BC		HON		TMD	
	Anzahl	Bestanden ja / nein	Anzahl	Bestanden ja / nein	Anzahl	Bestanden ja / nein
A2a						
Bg					1 x 2012 1 x 2012	nein offen
Bgu	1 x in 2012	Ergebnis informativ-z.Zt zur Prüfung				
A2b						
A4						
A5						
A6						
A7						
A12						

Status BECORIT

Ziel

K-Sohle 2xBg, 2xBgu und 1xBgu (Kompaktbremse)
 LL-Sohle organisch
 LL-Sohle gesintert

Bisheriger Projektverlauf

- Grundlagenforschung mit neuen Materialien und Lösungsansätzen.
- Entwicklung von neuen Reibwerkstoffen für die einzelnen Anwendungsklassen (K + LL).
- Interne Prüfstandsuntersuchungen auf Teilbelag- und Vollbelags-Prüfständen.
- Interne Bewertungen nach UIC 541-4 Programmen.
- Abnahmeprüfungen auf DB Systemtechnik Prüfstand nach UIC 541-4 mit:
 - K-Sohle Becorit K50 in 2xBgu (nicht bestanden)
 - LL-Sohle org. Becorit LL20 (nicht bestanden)
 - LL-Sohle gesint. Becorit LL90 (Ergebnis in Prüfung)

Meilensteine

- K-Sohle: Optimierung der Nassreibungswerte
- LL-Sohle: Verbesserung der thermischen Stabilität

Chancen / Risiken

- K-Sohle: Trockenreibungswert-Einstellung abgeschlossen, Nassreibungswerte zu 90 % OK, Risiko auf Nichterfüllung gering.
- LL- Sohle org.: Reibwerteeinstellung abgeschlossen, Dauerbremsung zu 95 % OK, thermische Beständigkeit nicht OK. Risiko auf Nichterfüllung vorhanden.
- LL-Sinter-Sohle: alle Anforderungen zu 98 % erfüllt.

Fazit

- Das Gesamtprojekt ist verspätet, wird absehbar noch in 2012 die Prüfstandstests erfüllen.
- LL Sinter-Sohle ist bei Becorit am weitesten fortgeschritten.
- LL organische, K organische Sohlen benötigen weitere Optimierungen.

Status BREMSKERL REIBBELAGWERKE

Ziel

Zulassungsfähige Varianten der V-BKS
K-Sohle, organisch
LL-Sohle, organisch

Bisheriger Projektverlauf

- 11/10: Start der Entwicklung 11 /10
- 01/11 – 09/11: Musterfertigung / interne Tests
- 09/11 – 12/11: 1. externe Validierungsversuche (K;LL)
- 01/12 – 03/12: interne Prüfserie
- 03/12: 2. externe Validierungsversuche (K)
- 04/12 – 09/12: interne Prüfserie
- 10/12: 3. externe Validierungsversuche (K;LL)

Meilensteine

- 09/12: **M12** Abschluss der internen entwicklungsbegleitenden Tests in 09/12
- 09/12: **M13** Vorserienfertigung
- 10/12: **M20** UIC Prüfstandsversuche (beauftragt)

Chancen / Risiken

- *Chancen:* Start Abhängeversuche in 2012
- Betriebserprobung in 2013
- Zulassung Q1/Q2 2014
- *Risiken:* zeitl. Verzug durch Nichtbestehen oder nicht beeinflussbare Faktoren im Feldversuch (Wetter,..)
- Ungeklärte Zulassungsfragen

Fazit

- BREMSKERL wird 2014 eine homologierte V-BKS (Typ K und Typ LL) bereitstellen.

Status FEDERAL-MOGUL

Ziel

K-Sohle 2xBgu und 1xBgu (Kompaktbremse)
LL-Sohle organisch

Bisheriger Projektverlauf

- Entwicklung K-Sohle
 - 28 V-BKS basierend auf 4 unterschiedlichen Materialfamilien auf FM Prüfstand getestet.
 - Gute thermische Stabilität und Nassreibwerte.
 - Nach Abschluss einer weiteren Entwicklungsschleife wird eine Sohle für Prüfung auf UIC Prüfstand Minden zur Verfügung stehen.
- Entwicklung LL-Sohle
 - Neuartiges Materialkonzept.
 - 45 V-BKS auf FM-Prüfstand getestet.
 - Prüfung auf UIC-Prüfstand in Minden beauftragt (2xBg).

Meilensteine

- Neuartige Materialkonzepte zur Erfüllung der Anforderungen LL-Sohle.
- Prozess- / Kostenoptimierung

Chancen / Risiken

- Sohlenverschleißoptimierung
- Erhöhung der Reibwertgrenzen bei großen Geschwindigkeiten erhöht die Wahrscheinlichkeit eine zulassungsfähige Sohle im Projektrahmen zur Verfügung zu stellen.

Fazit

- Federal-Mogul Entwicklungsschwerpunkt ist die LL-Sohle.
- Eine zulassungsfähige LL-Sohle wird voraussichtlich Anfang 2013 zur Verfügung stehen, die K-Sohle in Q1/2013.

Status HONEYWELL BREMSBELAG

Ziel

K-Sohle 2xBgu und 1xBgu (Kompaktbremse)
 LL-Sohle organisch
 LL-Sohle gesintert

Bisheriger Projektverlauf

- **K-Sohle organisch JURID 822-XX**
 - Entwicklungsfokus: LCC-Aspekte (Sohlen- und Radverschleiß), sowie Zulassung der Konfiguration 1 x Bgu (Kompaktbremse).
 - Komposition: 15 Materialvarianten und/oder Prozessvarianten.
 - Prüfungen: physikalische und reibtechnische Prüfung; J 822-12 positiv!
 - Status: JURID 822-12 externe Prüfung auf UIC-Dyno 1 x Bgu beauftragt.
- **LL-Sohle organisch JURID 847-XX**
 - Entwicklungsfokus: Weiterentwicklung der J 826 aus dem ERS Projekt.
 - Komposition: 32 Materialvarianten und/oder Prozessvarianten.
 - Prüfungen: physikalische und reibtechnische Prüfung; J 847-19 positiv!
 - Status: JURID 847-19 externe Prüfung auf UIC-Dyno 2 x Bg beauftragt.
- **LL-Sohle gesintert JURID 787-XX**
 - Entwicklungsfokus: Einführung neuer Sinterprozess; LCC-Aspekte (Sohlen- und Radverschleiß) => Basis J 777 (vorl. homologiert ERS).
 - Komposition: 9 Materialvarianten.
 - Prüfungen: physikalische und reibtechn. Verschleiß-Teilbelagprüfungen.
 - Status: Aktivitäten zugunsten org. LL-Sohle verschoben.

Meilensteine

- **Organische V-BKS:** thermische Stabilität (Dauerbremsung A1,2a) vs. „Selbstzerstörung“ (Feste Bremse A6); Nass-Performance bei niedrigen Va und Fb vs. geringe Radverschleiß => abrasiv / schmierend.
- **Gesinterte V-BKS:** LCC Aspekte. Hohe Material- und Prozesskosten müssen durch geringe Verschleiß kompensiert werden.

Chancen / Risiken

- **Merkblatt UIC 541-4:** Reduzierung der thermischen sowie der einsatzspezifischen Anforderungen (Winterbedingungen / Verträglichkeit Gleisfreimeldung), mangels Erfahrung ist die Bewertung des Restrisikos schwer.
- **Technisch:** K-Sohle technisch möglich, zurzeit erprobter Stand der Technik. Anforderungen erfüllt, aber Betreiber erwarten mehr bezüglich LCC. Bestätigen sich Verschleiß aus Prüfstandsimulationen im Feld?
- **Zulassung:** nur für S-Regime bei Entfall der Alpenquerung positiv. Zulassungsfreie „Anwendungsfreigabe“ „LL“ V-BKS noch ungeklärt?

Fazit

- Honeywell bekennt sich unverändert zur Entwicklung und anschließender Verwertung der „LL“ - V-BKS.

Status TMD FRICTION (COSID)

Ziel

LL-Sohle organisch
 LL-Sohle gesintert
 K-Sohle 2 xBg, 2xBgu und 1xBgu mit deutlich verbesserten Life Cycle Cost (LCC)

Bisheriger Projektverlauf

- Basis-Entwicklungen um grundsätzliche Materialfamilien zu definieren, mit denen die finalen Anforderungen erfüllt werden können. Zuhilfenahme spezieller Modelle zur Rezepturentwicklung und Prüfung steigerten die Entwicklungsgeschwindigkeit.
- **LL-Sohlen** COSID 740 (org.) + COSID 940 (Sinter): Optimierung der Eigenschaften in internen Entwicklungsschleifen. Einsatz spezieller Optimierungs-Modelle hier nur bedingt möglich.
- **K-Sohle** COSID 704 (org.): Alle Prüfstandsprogramme (2Bg) bei der DB erfolgreich bestanden.

Meilensteine

- Weitere LL-Sohlen (org. + Sinter) zum Performance Test bei der DB
- K-Sohle COSID 704 Abhängeversuche Anfang Okt. danach Betriebserprobung

Chancen / Risiken

- LL-Sohlen: Optimierungsprozess aller geforderten technischen Eigenschaften in der zur Verfügung stehenden Zeit sehr herausfordernd.
- K-Sohle COSID 704: „Hohe“ Wahrscheinlichkeit auf Erteilung des UIC Zertifikats zum Projektende LäGiV.

Fazit

- Projekt-Fortschritt ist nicht gemäß dem ursprünglichen Zeitplan unter anderem auch wegen verspäteter Mittelbereitstellung.
- Erfolgreicher Fortschritt des K-Blocks lässt eine Erreichung des LL-Projektziels zu.
- Bislang machen wir die richtigen Dinge richtig!

Faktenlage K-Sohle

Entwicklungs herausforderung ist Verschleißoptimierung unter UIC 541-4

Die Hauptherausforderung bei der K-Sohle im Projekt LäGiV ist es, die Anforderungen des aktuellen Merkblattes zu erfüllen und gleichzeitig eine signifikante Verbesserung des Verschleißverhaltens gegenüber den bisher homologierten Produkten zu erzielen. Die bisher erreichten Erfolge von TMD sind diesbezüglich zwar sehr ermutigend, sie zeigen aber auch, dass der Lösungsraum für die Auslegung der Sohle offensichtlich sehr klein ist.

Das zugrundeliegende technische Problem ist, dass den Werkstoffmischungen abrasive Bestandteile beigemischt werden müssen, um den Shuntage-Versuch und die Nassbremsversuche bei kleinen Anpresskräften zu erfüllen.

Faktenlage LL-Sohle

Auslegungsdilemma nach UIC 541-4 Version 2010 in Bezug auf thermische Stabilität

Die Hauptherausforderung bei der LL-Sohlen Entwicklung nach dem aktuellen Merkblatt der UIC liegt darin, die diametral entgegengesetzten Forderungen des Dauerbremsversuches, der eine hohe thermische Stabilität der Sohle erfordert und des Bremsstörungstests, bei der eine zügige Selbstzerstörung der Sohle gewünscht ist, um das Rad nicht zu beschädigen gleichzeitig zu erfüllen. Mit organischen LL-Sohlen im geforderten niedrigen Reibwertniveau liegt dieser Anforderungskomplex auf der Grenze des physikalisch Machbaren.

Entscheidende Erhöhung der Erfolgswahrscheinlichkeit

Sohlen-typ	Maßnahme	Potential	Kommentar
LL-Sohle	Vmax 100 km/h und s-Verkehr	Bremsstörungstest Absenkung der Anpresskraft von 24 kN auf 15 - 18 kN	Beschränkung auf die genannten Verkehrsarten
LL-Sohle	Abbruchkriterium Bremsstörungstest auf 10 mm festlegen	Bremsstörungstest Absenkung der Anforderung	Beschränkung auf Fahrzeuge mit einer maximalen Bremsnachstellung von 10 mm
LL-Sohle	Auslegung der Dauerbremsleistung unter Berücksichtigung der elektrodynamischen Bremse der Lokomotiven auf 30 kW	Dauerbremsversuch Absenkung der Anforderungen an die thermische Stabilität	Betriebliche Anweisung erforderlich, dass im Störfall (elektrodynamische Bremse ausgefallen) die Fahrzeuggeschwindigkeit auf 50 km/h reduziert werden muss
K-Sohle	Reduzierung des Wasservolumens um 25% bei den Nassbremsungen	Verbesserte Verschleißeigenschaften der K-Sohlen	Es fehlen grundlegende analytische und experimentelle Untersuchungen zu den Anforderungen des UIC Merkblattes 541-4

Ausblick

1. Das Projekt LäGiV wird weiter konsequent Werkstoffvarianten untersuchen und testen. Die UIC Prüfstandsversuche müssen bis Ende des Jahres erfolgreich bewältigt werden, um die im Rahmen des Homologationsverfahrens vorgesehene Betriebserprobung bis Ende der Projektlaufzeit bewältigen zu können.
2. Das Projekt ist nicht in die Frage der Fahrzeugzulassung bei Einsatz von homologierten LL-Sohlen involviert und kann sich daher auf diesem Gebiet nicht engagieren.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!