

Interaction véhicule - voie de circulation voie métrique

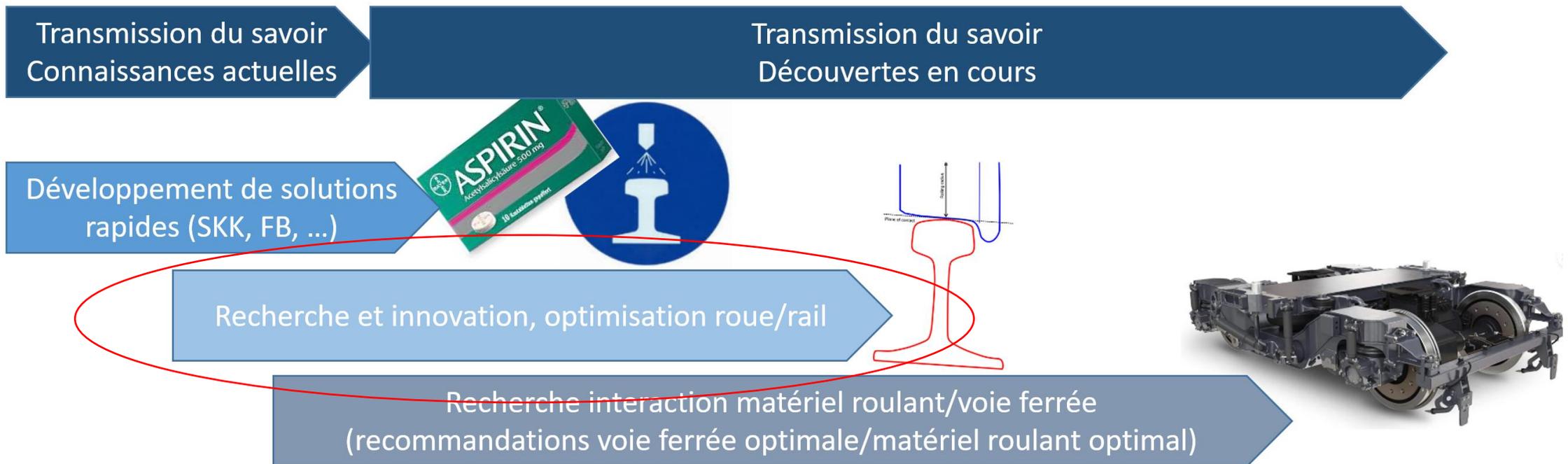
P3 - Roue / Rail

Roland Müller / Mauro Saputelli

P3 Roue/rail

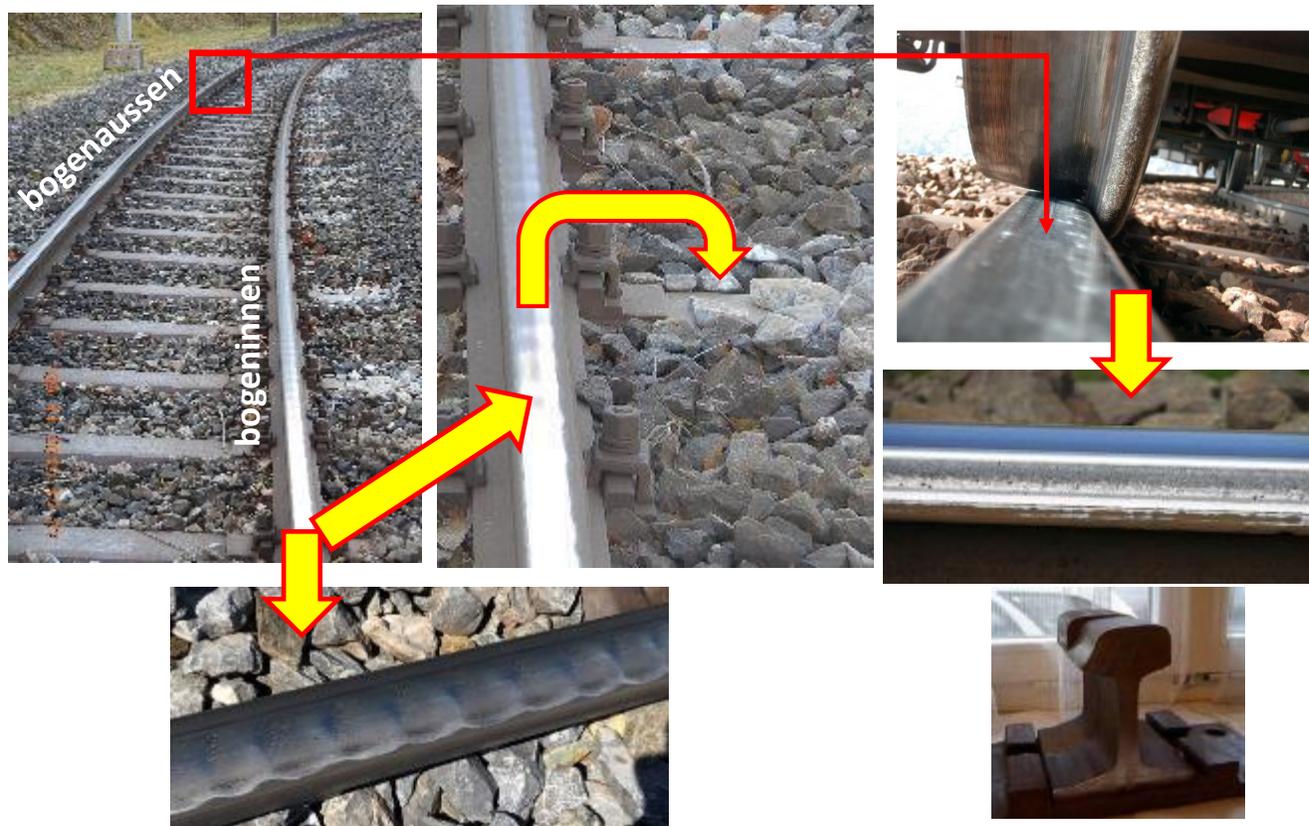
Où en sommes-nous sur la ligne du temps

- ❑ Solutions à moyen terme, domaines géométries roue/rail et matériaux



Roue

Formation d'ondes de glissement (comportement à long terme), Usure (comportement à court terme)



Rail

Usure (comportement à court terme), écart de circularité (comportement à long terme), RCF (Rolling Contact Fatigue)



P3 Roue/rail

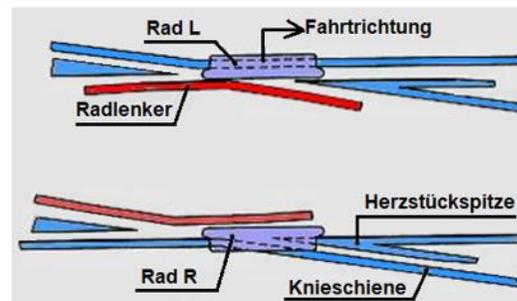
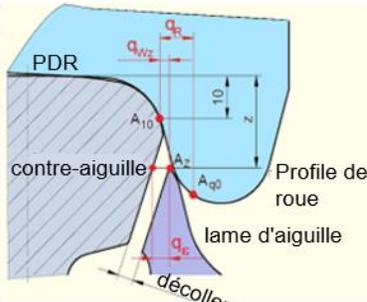
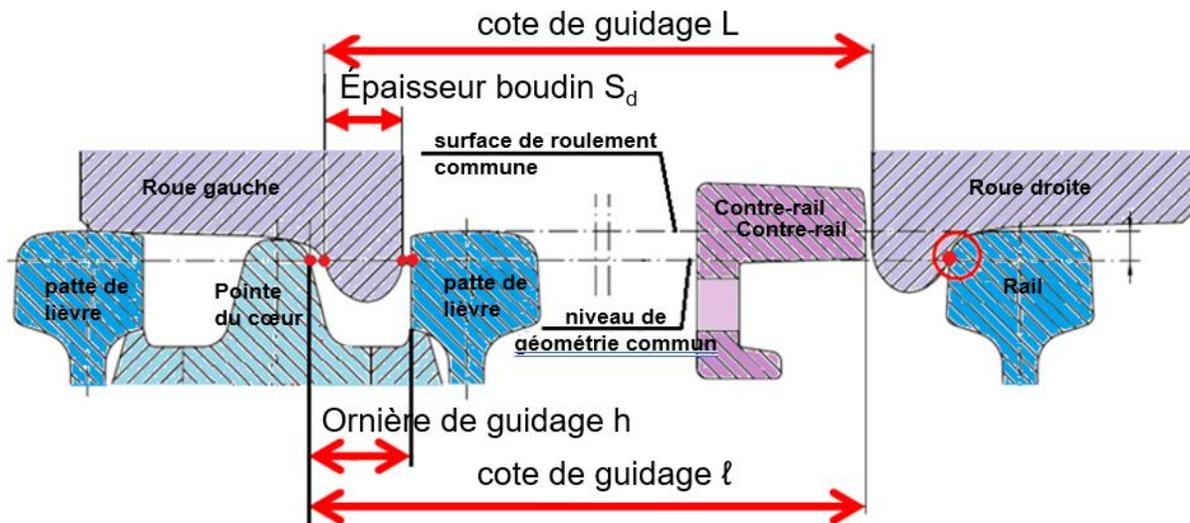
Objectifs de P3

- ❑ Réduction des coûts LCC grâce à une gestion ciblée des interactions
- ❑ Acquisition du savoir-faire de base pour l'interaction roue/rail
- ❑ Elaborer des outils pour l'interaction (cahier des charges technique de marche, logiciel, matériel, connaissances théoriques et pratiques sur l'interaction)
- ❑ Elaborer et mettre à disposition les bases pour P2 - SKK/SKS, P4 - voie de circulation et P5 – véhicule
- ❑ Réalisation en 7 modules

P3 Roue/rail

Module 1 : Interaction géométrique roue/rail

Interaction géométrique roue/rail et essieu/voie



P3 Roue/rail

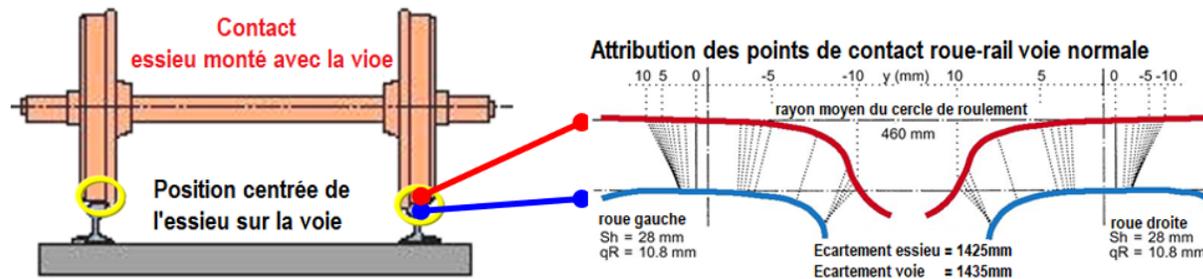
Connaissances acquises jusqu'à présent Module 1

- ❑ Combinaison entre la répartition des arcs et les essieux des voies détectée.
- ❑ Déviation de la géométrie de la voie par rapport à la position théorique.
- ❑ Pour optimiser le LCC à long terme, il faut prendre des décisions importantes sur le produit dès la conception de la voie (infrastructure, type de traverses). Pour atteindre la durée d'utilisation théorique, il faut procéder à l'entretien nécessaire (meulage régulier des rails et régulation de la position de la voie par bourrage).
- ❑ Le meulage régulier et préventif des rails pendant la durée d'utilisation des rails:
 - augmente la durée d'utilisation des rails, des fixations et des traverses
 - prolonge les cycles de traitement de la voie et ménage le ballast et l'infrastructure
 - améliore le silence de roulement des véhicules
 - réduit le bruit
- ❑ Le meulage des rails est très économique s'il est correctement appliqué et réalisé avec une qualité élevée

P3 Roue/rail

Module 2 : Interaction géométrique par contact roue/rail

Interaction géométrique de contact



- Voie normale :**
- autoguidage possible en fonction de la ligne
 - bogies moteurs mesures supplémentaires
 - accouplement roue/rail (voir exposé Thomas Kolbe DB)
 - Machines de chantier à 2 essieux avec empattement de 9 m?
- Voie métrique :**
- Autoguidage généralement impossible dans les courbes serrées
 - Accouplement roue/rail (voir exposé Kolbe DB)
 - Beaucoup de questions ouvertes → les bases manquent et sont traitées dans le projet véhicule/voie à voie métrique (jusqu'en 2026)



- Voie normale :**
- Instabilité sur les lignes avec V_{max} 200km/h
 - wagons de marchandises souvent instables
 - matériel roulant de construction « low body motion » à V_{max} 100km/h
- Voie métrique :**
- En partie instabilité sur les lignes à 100km/h
 - V_{max} plus élevée prévue avec le matériel roulant existant (sans mesures supplémentaires ??)
 - Projet RAILplus véhicule/voie à voie métrique

P3 Roue/rail

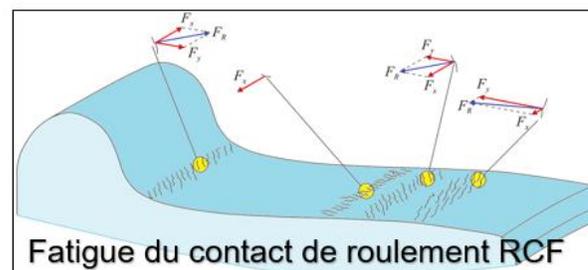
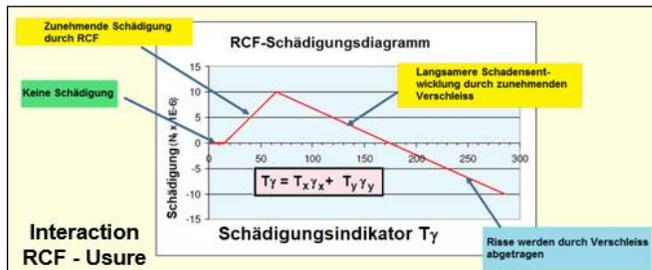
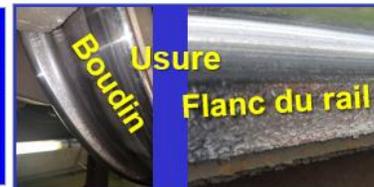
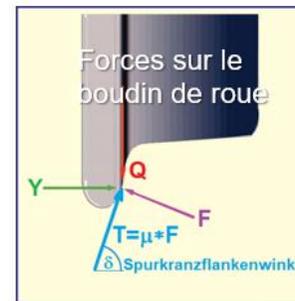
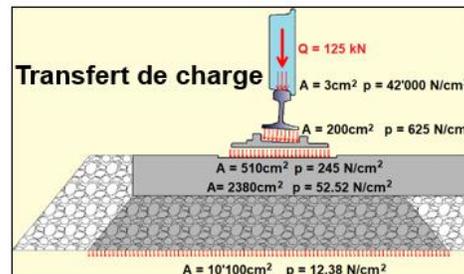
Connaissances acquises jusqu'à présent Module 2

- Evaluation et interprétation à partir des données saisies (automatisées) des chemins de fer.
- Après le changement ou le meulage des rails, une lubrification initiale des flancs des rails est indispensable dans les rayons étroits afin d'atteindre le kilométrage prévu des essieux (boudins) et la durée de vie des rails.

P3 Roue/rail

Module 3 : Interaction mécanique de contact roue/rail

Interaction mécanique de contact



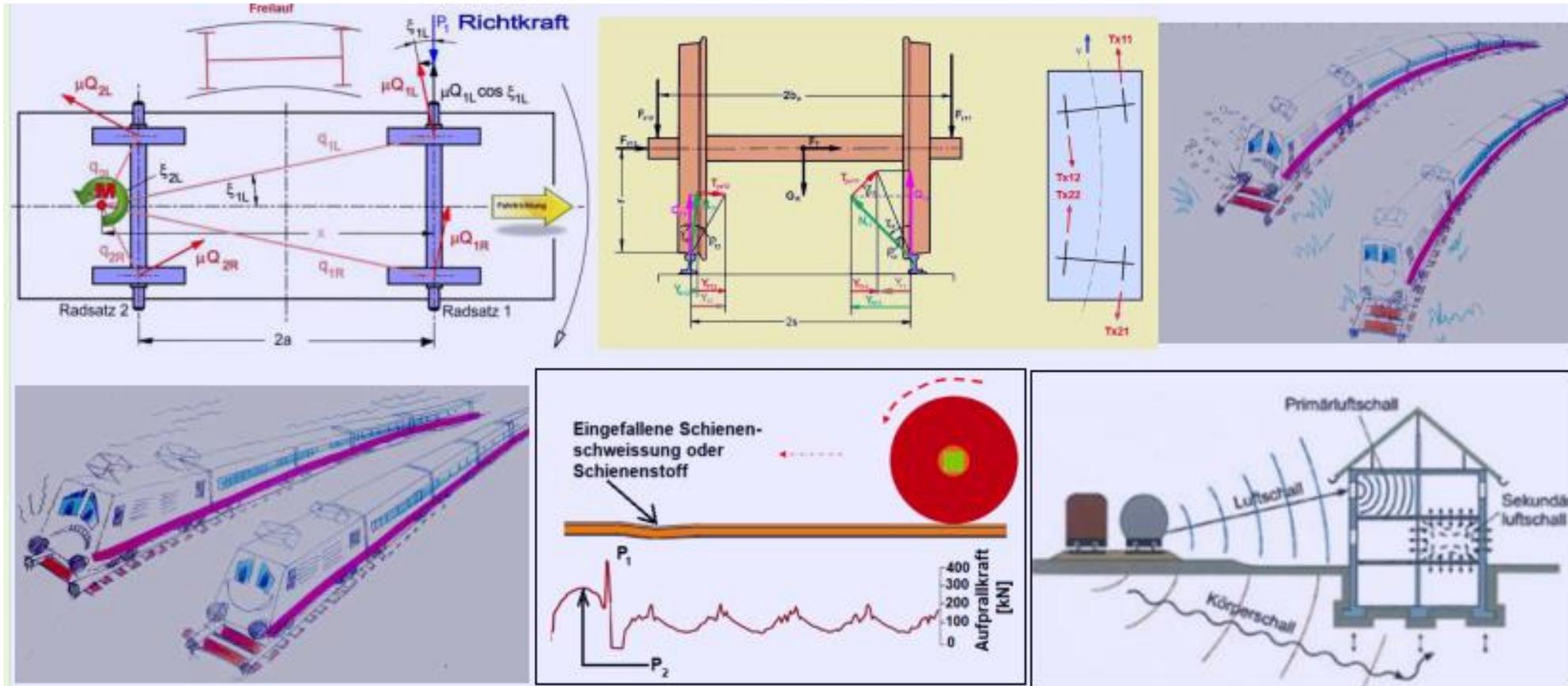
P3 Roue/rail

Connaissances acquises jusqu'à présent Module 3

- ❑ Enquêtes menées auprès des chemins de fer sur les dommages et l'usure.
- ❑ Présentation de la direction dans laquelle les profils nominaux (roue/rail) se modifient lors de l'utilisation en service Les nouveaux profils des essieux W98 ne s'adaptent pas aux nouveaux profils des rails 36 et 46E1.
- ❑ L'amélioration de la qualité des matériaux des roues a un effet positif sur le kilométrage et retarde la formation de polygones. Des influences négatives sur la voie de roulement ne sont pas connues à ce jour.
- ❑ Les chemins de fer dont l'usure est élevée, en raison de rayons de courbure étroits, devraient envisager, pour des raisons économiques, l'utilisation de qualités d'acier très élevées pour les roues et les rails. Les affirmations concernant la course à l'armement roue/rail sont fausses (exemple du MGB et du FLP).

P3 Roue/rail

Module 4 : Interaction statique/quasi-statique/dynamique roue/rail



Quelle: Roland Müller

P3 Roue/rail

Connaissances acquises jusqu'à présent Module 4

- ❑ Dispositif de mesure de la circularité des roues évalué et organisé.
- ❑ L'amélioration de la marche en arc doit encore être suivie.
- ❑ Les chemins de fer avec des rayons de courbure étroits (moins de 250 m) et des charges par essieu élevées (vers 16 t) sont particulièrement concernés par l'usure croissante roue/rail, car les bogies des nouveaux véhicules sont tous construits de manière rigide (cf. P5).
- ❑ Sur les tronçons de ligne où la vitesse est plus élevée (plus de 80 km/h), l'écartement devrait être porté à 1003-1005mm afin d'augmenter la distance de sécurité par rapport à la marche instable du véhicule et de ne pas détériorer la marche en courbe par d'autres mesures (p. ex. réduction de l'écartement des voies).

P3 Roue/rail

Connaissances acquises jusqu'à présent Module 5

- Logiciel contact de roue/contact de voie/contact acquis. L'évaluation des profils de rail et des profils de roue a commencé avec ce logiciel.

P3 Roue/rail

Modules 6 et 7 : Vérifications techniques de marche Calcul, essais

élaboration du cahier des charges technique de roulement pour le train de roulement en collaboration avec le projet P5 :

- en ce qui concerne l'usure et l'endommagement de la roue et du rail
- En ce qui concerne l'évaluation de la sécurité de conduite, du comportement de roulement et du confort
- Elaboration de grandeurs de mesure pour l'évaluation du comportement de conduite dans les virages serrés

Calculs de vérification	Critères d'appréciation		1	2	3	4	5	6	7	8	9
			Amortissements propres, amortissements résiduels, vitesse critique	Fréquences propres, vecteurs propres	Niveaux d'efforts		Qualité, confort de marche		Amplitudes de déplacement	Caractéristiques d'usure	Sécurité contre le déraillement
					Latéral	Vertical	Latéral	Vertical			
1	Comportement en alignement	Comportement propre (cycles limites)	x	x	(x)		(x)		(x)		
2		Réponse dynamique aux défauts de la voie discontinus	(x)	(x)	x	x	x	x	x		
3	Comportement quasi-statique	En courbe			x	x			x	x	
4		Dans la contre-courbe			x	x			x		
5	Franchissement des gauches de la voie										x

P3 Roue/rail

Résultats obtenus jusqu'à présent Modules 6 et 7

- Cahier des charges lancé du point de vue de l'interaction pour l'amélioration du châssis.

Connaissances acquises jusqu'à présent

Enquêtes auprès des chemins de fer et à partir des mesures

- Enquêtes menées auprès des chemins de fer sur les dommages et l'usure
- Combinaison entre la répartition des courbes et les essieux des chemins de fer saisie d'une idée de la direction dans laquelle les profils nominaux (roue/rail) se modifient lors de l'utilisation en service
- Déviation de la géométrie de la voie par rapport à la position nominale constatée
- Amélioration du train de roulement (construction du cahier des charges) du point de vue de l'interaction.
- L'amélioration de la marche en courbe est poursuivie (optimisation sur les véhicules existants).§

Moyens auxiliaires

- Evaluation et interprétation à partir des données saisies (automatisées)
- Logiciel contact de roue/glace/contact en cours d'élaboration

Merci beaucoup !



Fazite aus der Verschriftlichung 1/4



Auszug

Fazit 4:

Bahnen mit engen Bogenradien (unter 250 m) und erhöhten Achslasten (gegen 16 t) sind besonders von zunehmendem Verschleiss Rad/Schiene betroffen.

Fazit 6:

Beim Fahrweg werden mit der Konzeption (Unterbau, Schwellentyp) wichtige Entscheide zu den Folgekosten im Lebenszyklus getroffen. Um die theoretische Nutzungsdauer zu erreichen, muss die notwendige Instandhaltung (regelmässiges Schienenschleifen und die Regulierung der Gleislage durch Stopfen) durchgeführt werden.

Fazit 9:

Die Fahrwerke der heute bestehenden Fahrzeuge sind mit steifen Radsatzführungen ausgerüstet und lassen damit keine Radialeinstellung der Radsätze in Bögen zu. Sie sind damit nicht für einen verschleissarmen Betrieb in engeren Bögen geeignet.

Fazite aus der Verschriftlichung 2/4

Auszug

Fazit 10:

Je weniger sich die Radsätze radial einstellen können und je grösser der Achsstand im Drehgestell ist, desto grösser ist der Verschleiss an Rad und Schiene in Bogen.

Massgebender Parameter für das Verschleiss-Niveau eines Zuges ist das Produkt aus:
(Radsatzlast * Radstand) im Laufwerk.

Fazit 11:

Verbesserte Qualitäten bei den Radwerkstoffen wirken sich positiv auf die Laufleistung und verzögern die Bildung von Polygonen. Negative Einflüsse auf den Fahrweg sind bisher nicht bekannt.

Fazit 12:

Die Radprofile in Verbindung mit der Spurweite, **den Schienenprofilen ??** in den Bereichen des Rad-Schienenkontaktes und der Einbauneigung der Schiene bestimmen die Laufeigenschaften in der Geraden aber auch den Verschleiss in den Bogen. Die vorhandenen Schienenprofile und gängigen Radprofile sind, hinsichtlich Verschleisses, suboptimal und müssen zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit für die jeweiligen Einsatzgebiete besser aufeinander abgestimmt werden.

Insbesondere sind Verschleissprofile zu entwickeln, respektive weiterzuentwickeln.

Fazite aus der Verschriftlichung 3/4

Auszug

Fazit 13:

Auf Streckenabschnitten mit höheren Geschwindigkeiten (über 80 km/h) sollte die Spurweite auf 1003-1005mm erweitert werden, um den Sicherheitsabstand gegenüber dem instabilen Fahrzeuglauf zu erhöhen und den Bogenlauf nicht durch andere Massnahmen (z.B. Verkleinerung des Spurmasses) zu verschlechtern.

Fazit 15:

Das regelmässige, präventive Schienenschleifen während der Liegedauer der Schienen:

- erhöht die Liegedauer der Schienen, der Befestigungen und Schwellen
- verlängert die Durcharbeitungszyklen des Gleises und schont Schotter und Unterbau
- verbessert die Laufruhe der Fahrzeuge
- vermindert die Lärmentwicklung

Das Schienenschleifen ist hoch wirtschaftlich, sofern es richtig angewandt und qualitativ hochwertig ausgeführt wird.

Fazite aus der Verschriftlichung 4/4



Auszug

Fazit 16:

Nach dem Schienenwechsel respektive Schienenschleifen ist eine Initialschmierung der Schienenflanke in engen Radien unerlässlich um die vorgesehene Laufleistung der Radsätze (Spurkränze) und Lebensdauer der Schienen zu erreichen.

Fazit 17:

Ein qualitativ hochwertiger Unter- und Oberbau ermöglicht eine qualitativ hochwertige Gleislage. Durch regelmässiges Ausrichten und Unterstopfen werden die dynamischen Kräfte verringert und damit die Lage und die vorgesehene Lebensdauer sowie der optimale Lebenszyklus unterstützt.

Fazit 18:

Wasser ist der Feind Nummer Eins des Fahrweges. Ohne eine gute, funktionierende Wasserhaltung sind die besten lebenszyklusorientierten Massnahmen wirkungslos.

Lösungsansätze 1/1

Auszug

Lösungsansatz 2 – hochwertige Radmaterialien:

Bahnen mit hohem Verschleiss, bedingt durch enge Bogenradien sollten aus wirtschaftlichen Überlegungen den Einsatz sehr hochwertiger Stahlqualitäten der Räder prüfen.

Lösungsansatz 4 – einheitliche Radsatzdatenbank:

Maximale Radsatzlaufleistungen sind vom richtigen Reprofilierungszeitpunkt und dem richtigen Radprofil für den jeweiligen Verwendungszweck abhängig. Eine gemeinsame Radsatzdatenbank verbunden mit dem notwendigen Wissen, könnte die Informationstiefe verbessern, die Datenqualität erhöhen, die Möglichkeit zur Anwendung des Interaktionswissens sicherstellen und damit die Wirtschaftlichkeit nachhaltig steigern.