

# **Protokolle der Gespräche mit**

- 1. FTE automotive GMBH**
- 2. Conti Tewes**

Die Protokolle wurden erstellt von Walter Lurfèvre  
Inhalte wurden von den jeweiligen Firmen sachlich ergänzt und verifiziert.

## **Protokoll zum Informationsgespräch bezüglich der Beibehaltung des BMW Motorrad ABS im Motorradgespann**

Ort	96106 Ebern
Zeit	10.08.2010, 10:00 Uhr
Teilnehmer	Herr Böhme, ehemaliger Leiter ABS Zweiradentwicklung, FTE automotive GmbH  Herr Führer, ehemaliger Fachteamleiter ABS Bremsenentwicklung, FTE automotive GmbH  Herr Franitza, Motorrad Gespanne  Herr Lefèvre, BVHK (Bundesverband der Hersteller und Importeure von Motorrädern mit Beiwagen)

### **Begrüßung**

Herr Böhme begrüßte die Gesprächsteilnehmer, stellte sich und den weiteren Firmenvertreter vor und informierte über die Firmenhistorie und die Geschäftsfelder der FTE automotiv GmbH.

Herr Lefèvre stellte Herrn Franitza und sich vor und präziserte die Zielsetzung des Gespräches, Informationen zur ABS-Tauglichkeit der bestehenden BMW ABS-Systeme Gespann zu erhalten.

### **Technische Ausgangssituation**

Herr Böhme informierte über die erstmalige Entwicklung der ABS Bremsanlagen für BMW-Motorräder. Die besonderen fahrdynamischen Anforderungen verlangten, gegenüber den bereits bestehenden Pkw-ABS-Anlagen, neue Lösungsansätze und die Berücksichtigung einer Vielzahl zusätzlicher Parameter. Bestimmend für die Auslegung des Regelungsalgorithmusses waren insbesondere

- die Steifigkeit der Radführungen und hier vor allem die des Vorderrades
- das Federungsverhalten der Radfederungssysteme und der Reifen
- die Haftfähigkeit der Reifen
- die verwendeten Radgrößen

- die Elastizität der Bremsschläuche (Motorräder mit ABS I und II sind mit Gummibremsschläuchen ausgestattet; werden diese durch Stahlflex Leitungen ersetzt, kann sich dies negativ auf die ABS-Funktion auswirken)
- die Schwerpunktlage
- der Radstand
- das Fahrzeuggewicht
- die Gewichtsverteilung

Die Bedeutung und Beeinflussung der v.g. Faktoren auf das Regelungsverhalten wurde durch intensive Fahrversuche ermittelt und in der Software-Entwicklung berücksichtigt.

Die Baureihen R und K wurden mit ABS I (bis Bj. 1996), ABS II (bis Bj 2002) und mit ABS III (bis Bj 2008) ausgestattet. Die Baureihe F 650 /800 wird von Bosch / Conti Teves ausgerüstet

Herr Böhme wies nachdrücklich darauf hin, dass jede einzelne Änderung der v.g. Parameter die Funktion der ABS-Bremsanlage nachhaltig beeinflussen kann. Wird z.B. ein ABS BMW-Motorrad technisch unverändert für den Gespannbetrieb verwendet, werden die Auswirkungen vermutlich gering sein. Da von FTE jedoch keine Versuche mit solchen Motorrädern, die zum Gespann (aus technischer Sicht ein Zweispurfahrzeug) umgebaut worden sind, erfolgten, können letztlich auch keine zuverlässigen Aussagen über die sichere Funktion der ABS-Bremsanlage getroffen werden.

Wird ein Motorrad mit kleineren Rädern, einer anderen Vorderradführung (z.B. Schwinggabel) und einem Beiwagen zum Gespann umgebaut, ohne dass die Beiwagenbremse hydraulisch in die bestehende Bremsanlage integriert ist, ergeben sich dennoch erhebliche Veränderungen in der Wirkungsweise der ABS-Anlage. Dies kann u.-U. zu erheblich längeren Bremswegen führen, wenn die ABS-Regelung einsetzt. Durch die veränderte Reifendimension und die damit verbundenen geänderten Raddynamiken, durch eine stark veränderte Gummimischung in den Reifen, sowie die komplett andere Steifigkeit der Vorderradaufhängung findet das ABS komplett andere Bedingungen vor, auf die es nicht abgestimmt wurde. Weiterhin muss das Vorderrad im Gespannbetrieb Seitenkräfte aufnehmen, die im Solobetrieb nicht oder nur in geringem Maße auftreten. Wird die Beiwagenradbremse hydraulisch an den Steuerkreis (Verbindung Bremspumpe – ABS-Steuerblock) gekoppelt, kann sich der Bremsweg nochmals verlängern oder ggf. auch dazu führen, dass das Regelungssystem völlig unwirksam wird. Unter welchen Betriebsbedingungen diese Effekte auftreten, lässt sich nicht vorhersagen und ist somit für den Fahrer unkalkulierbar.

ABS I und ABS II Bremsanlagen behalten jedoch unter allen Betriebsbedingungen ihre Bremskraft, sofern ein genügend hoher Bremsdruck von der jeweiligen Bremspumpe aufgebracht wird und nicht von der Druckbegrenzung der Anti-Blockier- Systeme begrenzt wird.

Mit der Entwicklung des ABS III wurde erstmals die jeweils eingesteuerte Bremskraft mit Hilfe eines elektrischen Servomotors verstärkt. Der erzeugte Bremsdruck verläuft dabei nicht proportional zum eingesteuerten Druck, sondern hängt von weiteren Parametern ab, die in der Software abgelegt sind. Da über den ABS-Steuerblock eine Integralbremsanlage realisiert werden konnte, musste aufgrund gesetzlicher Vorgaben eine Restbremsfunktion in die ABS-Anlage integriert werden. Hierdurch wird gewährleistet, dass das Motorrad auch dann noch abgebremst werden kann, wenn die Servo-Funktion ausfällt.

Wird ein Motorrad, ausgestattet mit dem ABS III, zum Gespann umgebaut und die Beiwagenradbremse hydraulisch mit dem Steuerkreis des Motorrades verbunden, kann bei Ausfall der Servo-Funktion auch die Restbremswirkung ausfallen. Das Gespann lässt sich dann nicht mehr mit der Bremsanlage abbremsen, da die Volumenaufnahme der so veränderten Bremsanlage um den zusätzlichen Bremssattel und die Schläuche vergrößert ist. Die Servo-Funktion kann bereits ausfallen, wenn die Batteriespannung aufgrund einer zu geringen Kapazität einen bestimmten Wert unterschreitet. Diese Situation kann bei einer teilentladenen Batterie sehr schnell eintreten, wenn z.B. ein starker elektrischer Verbraucher zusätzlich eingeschaltet wird (Servo-Motor). Die hydraulische Koppelung der Beiwagenradbremse mit einem geregelten Bremskreis führt von vornherein dazu, dass auf Grund des erhöhten Bremsflüssigkeitsbedarfs, Probleme mit der Bremsfunktion auftreten.

Auch wenn ein Gespann nach einem Umbau mit ABS "normal" bremsen kann im Extremfall z.B. bei überhitzter Bremsanlage, sehr schneller Betätigung und hoher Beladung usw. eine Fehlfunktion des ABS auftreten. Nicht umsonst werden bei einer ABS Entwicklung zusammen mit dem Fahrzeughersteller mehrere Millionen Testkilometer gefahren.

Herr Böhme weist darauf hin, dass die ABS I, II und III Bremsanlagen nicht für den Gespannbetrieb geeignet sind und rät dringend dazu, diese System entweder auszubauen (ABS I und II) oder hydraulisch zu umgehen (ABS III).

## **Protokoll des Gesprächs mit Conti-Tewes**

### **Funktionsweise des Motorrad-Integral-Bremssystems (MIB) der Firma Continental:**

Die im Folgenden wiedergegebenen Informationen und Erläuterungen bezüglich der Funktion und Wirkungsweise der Integralbremsanlage beziehen sich ausschließlich auf Motorräder ohne Beiwagen. Die in dieser Bremsanlage verwendeten Hardwarebauteile finden im Automobilbereich Verwendung, die Software ist jedoch auf die spezifische Zweirad-Fahrdynamik angepasst.

#### **Integralbremsfunktion:**

Eine Integral-Bremsanlage kann in Ergänzung zu einer reinen ABS-Anlage den Bremsdruck an den Rädern aktiv aufbauen, ohne dass der Fahrer dazu die zugehörigen Betätigungen aktivieren muss. Eine spezielle Ausführungsform ist die Teilintegralbremsanlage, bei der ausschließlich hinten der Bremsdruck aktiv aufgebaut wird. Das heißt, dass mit einem solchen System eine Integralfunktion vom Handbremshebel zum Hinterrad realisiert wird. Ein Teilintegral-Bremssystem besteht aus insgesamt sechs hydraulischen Ventilen, zwei für den Vorderradkreis, vier für den Hinterradkreis, drei Drucksensoren, jeweils ein Niederdruckspeicher, eine hydraulische Pumpe pro Radkreis und einer ECU (Electronic Control Unit). Die beiden Pumpen jedes Radkreises werden von einem Elektromotor gemeinsam angetrieben.

Betätigt der Fahrer den Handbremshebel, so wird der Druck hydraulisch an die Vorderradbremse weitergeleitet. Gleichzeitig misst der Drucksensor den Druckanstieg und leitet die Information an die ECU weiter. Gemäß vorgegebener Kennlinien, Betriebszustände oder anderer Kenngrößen wird der Motor der Pumpe angesteuert. Dadurch kann die Pumpe die Bremsflüssigkeit aus dem Vorratsbehälter in den hinteren Bremssattel pumpen und Druck aufbauen. Betätigt der Fahrer dabei zusätzlich den Fußbremshebel, so wird bei Erreichen des Radbremsdrucks das EUV-HR wieder geschlossen und das TV-HR geöffnet, so dass der Fahrer wieder den direkten Durchgriff vom Fußpedal zur Hinterradbremse hat.

#### **ABS:**

Die funktionale Basis einer Motorrad-Integral-Bremse bildet die Anti-Blockier-Funktion des ABS. Ziel dieser Sicherheitsfunktion ist die möglichst große Ausnutzung des Reibwertpotenzials der Paarung Motorradreifen und Straße, um ein Blockieren zu verhindern. Gerade beim Motorrad hat eine länger als einige hundert Millisekunden andauernde Blockade des Vorderrades mit dem Verlust der Stabilisierung und nachfolgendem Sturz fatale Folgen.

#### **RLP:**

Unverzichtbar für die meisten Motorräder ist die Rear Wheel Lift-Off Protection RLP als funktionale Ergänzung des ABS für die Vertikaldynamik des Motorrades. Hierbei sollte eine stabilisierende Restlast für das Hinterrad bei Vollbremsungen sichergestellt werden, um einen Überschlag zu vermeiden. RLP vergleicht die Raddrehzahlsignale und abgeleitete Signale beider Räder während des Bremsvorgangs. Zusätzlich wird noch die

Druckinformationen der einzelnen Regelkreise zu einer Lift-Off Tendenz verarbeitet. Der Druckregelalgorithmus des Vorderrades verringert den Bremsdruck unterhalb des ABS derart, dass eine Mindestrad-aufstandskraft eingehalten und damit der Überschlag bei gleichzeitig optimaler Verzögerung verhindert wird.

**Anmerkung:**

Die beschriebene Integralbremsanlage wurde in umfangreichen Versuchen entwickelt und im Rahmen möglicher motorradtypischer Varianzen angepasst bzw. überprüft. Werden am Gesamtsystem Motorrad grundlegende Veränderungen z.B. an der Bremsanlage, am Fahrzeugaufbau, Radstand, Gewicht, Bereifung oder Fahrwerk, wie sie zum Beispiel im Gespannbau durchgeführt werden, vorgenommen, ist eine zufriedenstellende Funktion der Integralbremse mit allen Teilfunktionen nicht sichergestellt und es muß mit erheblichen, auch sicherheitskritischen Einbußen auf Bremsweg und Fahrstabilität gerechnet werden.