



Dynamic Test Center
Centrum für Dynamische Tests
Centre de Tests Dynamiques

Beurteilung der Klebefestigung eines Sensors

Bericht Nr: aSi-11-0196-1

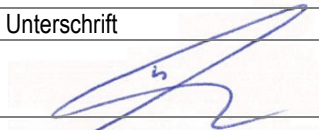
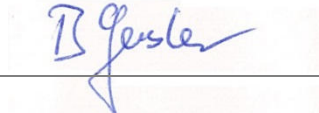
Auftraggeber(in): Insoric AG
Hofwisenstrasse 13
8260 Stein am Rhein

Inhalt:	1 Ausgangslage	2
	2 Prüfobjekt	2
	3 Versuchsanordnung	3
	4 Resultate	6
	5 Schlussfolgerungen	9

Anzahl Seiten im Bericht: 9 Anhang: 1

Änderungsverzeichnis:

Version:	Datum:	Ersteller	Bemerkungen
-	29.März 2011	Marcel Strub	Erstausgabe
-1	14.April 2011	Marcel Strub	Ergänzung Kapitel 4.3 (Aussenkanten)

Dokument	Name	Unterschrift	Datum
Autor	Strub Marcel		29.März 2011
Geprüft	Bloch Marius		30.März 2011
Freigegeben	Gerster Bernhard		31.März 2011

1 Ausgangslage

Die Firma Insoric AG, 8260 Stein am Rhein stellt ein Messgerät her, welches am Fahrzeugrad zentrisch befestigt wird und aufgrund von Beschleunigungs- und Ausrollfahrten eine Aussage bezüglich der Motorleistung ermöglicht. Die Befestigung dieses Sensors wird mit einer Klebeverbindung erbracht.

Um die Sicherheit im Fahrbetrieb zu beurteilen, wurde die Dynamic Test Center AG (kurz DTC-AG) beauftragt, die Klebeverbindung bezüglich dem Ablösen in unterschiedlichen Fahrsituationen zu beurteilen. Hierzu wurden zuerst Untersuchungen auf dem Laborprüfstand mit nicht zentrischer Montage und unterschiedlicher Klebefläche durchgeführt. Anschliessend wurde die Befestigung im Fahrbetrieb während verschiedenen Fahrmanöver und variierenden Nabenabdeckungen untersucht.

2 Prüfbjekt

Das Leistungsmessgerät ist scheibenförmig ($\varnothing = 42.5 \text{ mm}$ / $h = 12 \text{ mm}$) und wird axial an einem nicht angetriebenen Rad zentrisch angebracht. Der Sensor ($m = 28 \text{ g}$) verfügt über eine LED-Statusanzeige, einen USB-Anschluss und einen Druckschalter (on/off).



Abb. 1 : Darstellung des Leistungsmessgerätes Insoric RealPower.

Zur Befestigung des Sensors ist die mitgelieferte Klebefolie TESA Powerstrip Large (58000-00102) mit einer Klebefläche von 800 mm^2 ($20 \times 40 \text{ mm}$) zu verwenden. Vorgängig der Montage sind die Kontaktflächen zu reinigen, so dass diese fettfrei und trocken sind. Die exakten Montagevorschriften sind der Bedienungsanleitung (Kapitel 2.3.2) zu entnehmen.

3 Versuchsanordnung

Zur Überprüfung der Klebeverbindung wurden auf dem Laborprüfstand die maximal mögliche Unwucht in Abhängigkeit mit der zur Verfügung stehenden Klebefläche untersucht. Die anschliessenden Fahrversuche gaben Aufschluss über die Haftung des Sensors während kritischen Fahrzuständen.

3.1 Prüfstandsversuche

Der Sensor wurde mit der vorgeschriebenen Klebefolie an einem Radflansch appliziert, welcher an einem Elektromotor mit Variator befestigt wurde. Der Variator ermöglicht die Einstellung der Drehzahl von 300 bis 2200 $1/\text{min}$. Der Einsatzbereich des Sensors ist vom Hersteller auf 130 km/h limitiert. Bei einer Standard-Reifenabmessung (185/55R15) entspricht dies einer Raddrehzahl von $n = 1180 \text{ } 1/\text{min}$. Für die gemäss ETRTO kleinste 13"-Bereifung 145/60R13 resultiert bei der vom Hersteller definierten Höchstgeschwindigkeit eine Drehzahl von $n = 1368 \text{ } 1/\text{min}$.

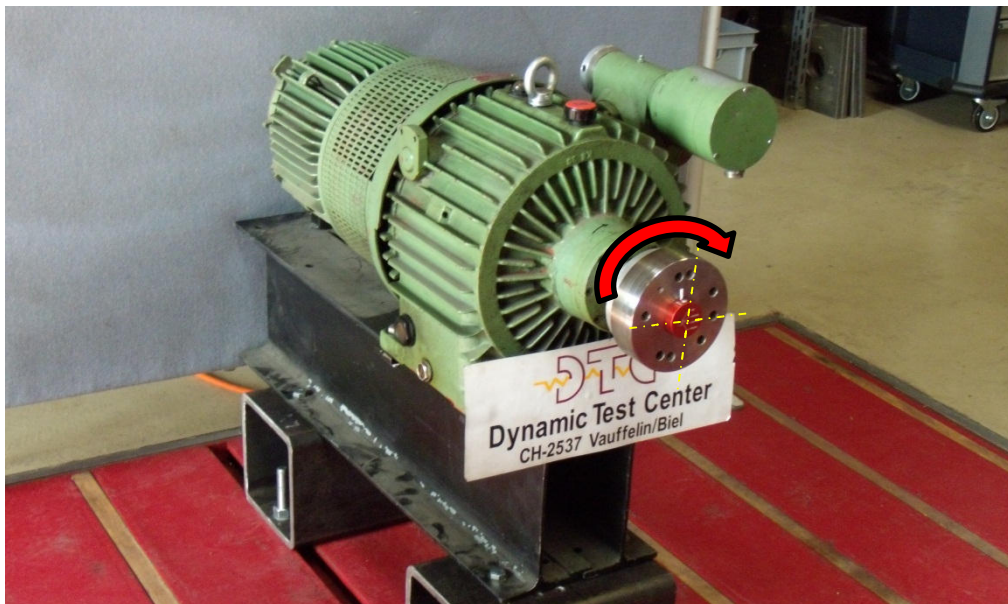


Abb. 2 : Prüfstandsmotor mit Variator und Radflanschadapter.

Die Versuche wurden sowohl mit zentrischer als auch mit exzentrischer Montage ausgeführt.

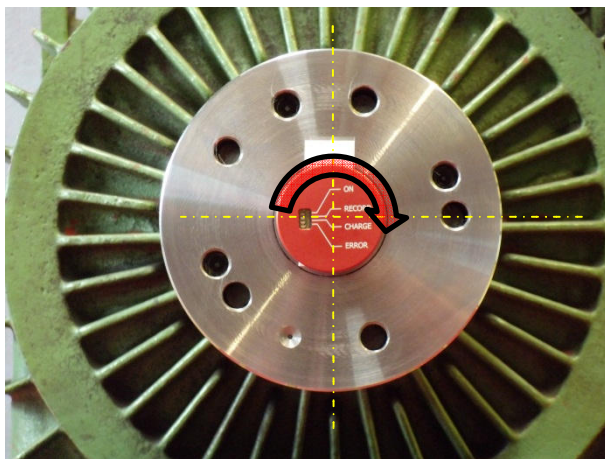


Abb. 3 : Testkonfiguration zentrisch.

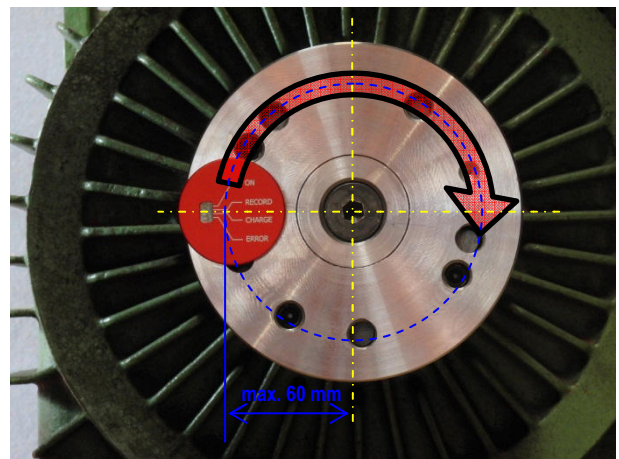
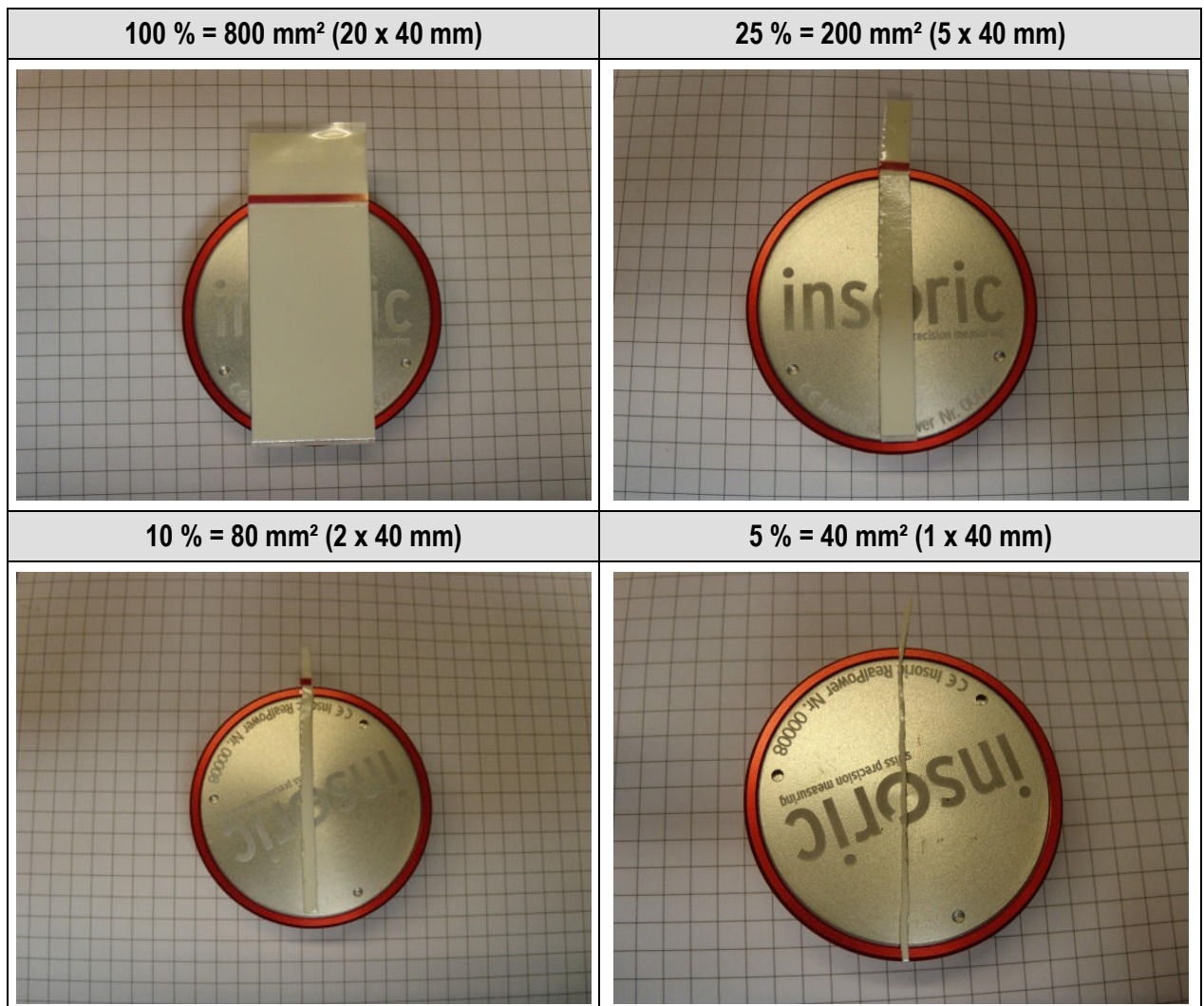


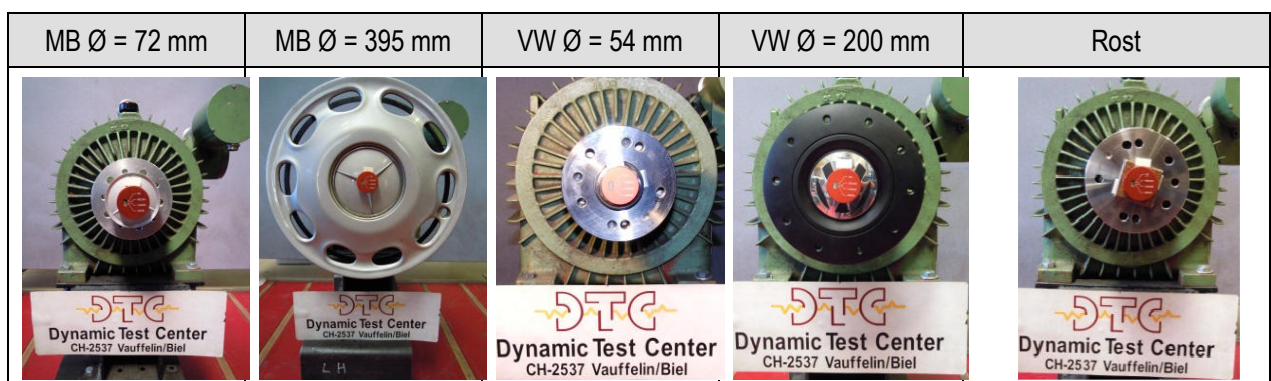
Abb. 4 : Testkonfiguration exzentrisch (Offset).

Um eine detaillierte Aussage hinsichtlich einem allfälligen Ablösen zu erhalten, wurden zusätzliche Versuche mit deutlich verringerter Klebefläche durchgeführt. Hierzu wurde die Klebefolie längs geteilt und in der Breite mit 1, 2 und 5 mm variiert.



Tab. 1: Variation der Klebeflächen.

Zur Simulation der unterschiedlichen Oberflächen und deren Bauformen wurden die Versuche an verschiedenen Radnabendeckel und ungünstigen Werkstoffoberflächen (Rost) wiederholt.



Tab. 2 : Variation der Oberflächen.

MB = Mercedes Benz

VW = Volkswagen

3.2 Fahrversuche

Der Sensor wurde an einem Versuchsfahrzeug VW Golf III (VIN = WVVZZZ1HZZRW618719, $m_{\text{Leer}} = 1185$ kg) appliziert (siehe **Abb. 5**). Dieses Fahrzeug verfügte an der Vorder- und Hinterachse über ein Sportfahrwerk der Marke H&R (Typ 29864).



Abb. 5 : Versuchsfahrzeug VW Golf III.

Für die Versuchsfahrten wurde ein Rad mit der Bereifung 185/55R15 ($p_{\text{Reifen}} = 2.8$ bar) mit zwei unterschiedlichen Nabenabdeckungen an der Vorderachse (Simulation der Beschleunigung bei 4 x 4 Fahrzeugen) verschraubt.



Abb. 6 : Applikation an Gamaparts Felge.



Abb. 7 : Applikation an Mercedes Nabendeckel.

Die Fahrversuche beinhalteten das maximale Beschleunigen mit der kleinsten Übersetzung (1.Gang) aus dem Stillstand. Dabei wurde bewusst die Haftgrenze überschritten, um möglichst hohe Drehgeschwindigkeitsänderung (durchdrehenden Antriebsräder) zu erzeugen. Die Bremsversuche wurden bei einer Ausgangsgeschwindigkeit von $v = 50$ km/h auf einer trockenen Asphaltstrecke ausgelöst und bis zur Blockiergrenze durchgeführt. Für die Simulation einer Hindernisüberfahrt wurde mit einer konstanten Geschwindigkeit $v = 50$ km/h eine sinusförmige Schwelle ($h = 80$ mm / $b = 1200$ mm) befahren. Die Geschwindigkeit wurde mit einem GPS-Sensor (Racelogic Driftbox, DTC-Nr. F32) und einem Beschleunigungssensor (Kistler K-Beam, DTC-Nr. B46) aufgezeichnet.

4 Resultate

Während den Prüfstandsversuchen wurden unterschiedliche Kennlinien ermittelt. Mit den Fahrversuchen sind unterschiedliche Fahrkonfigurationen durchgeführt worden.

4.1 Prüfstandsversuche

Während den Prüfstandsversuchen mit kompletter Klebefläche konnte der Sensor selbst mit grösstem Exzenterradius (Offset = 60 mm) nicht zum Ablösen gebracht werden.

Bei deutlich verringerten Klebeflächen (5, 10 und 25 %) resultierten in Abhängigkeit der gewählten Offsetlage die nachfolgend dargestellten Grenzdrehzahlen. Die dargestellte Radgeschwindigkeit ist bei einer Bereifung 185/55R15 mit der Raddrehzahl übereinstimmend.

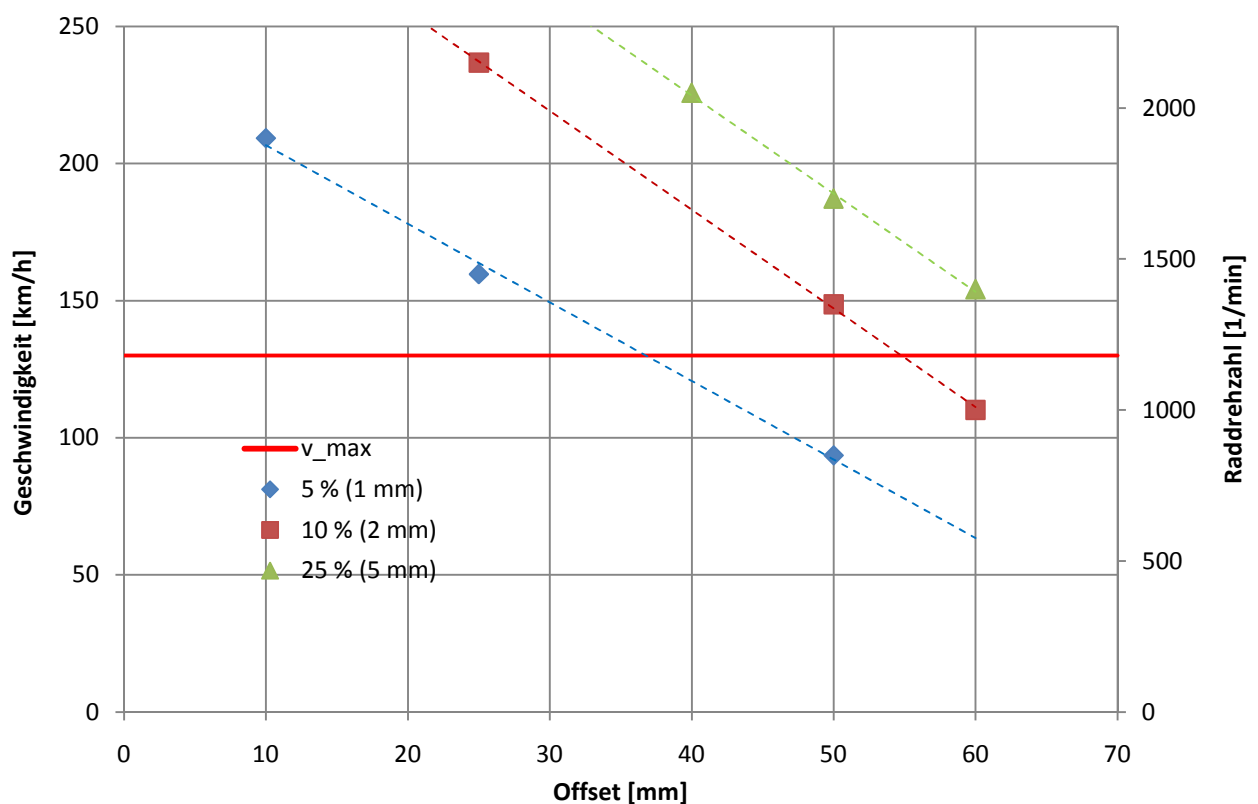


Abb. 8 : Klebefläche – Offset - Raddrehzahl

Die weiteren Versuche mit den in **Tab. 2** enthaltenen Klebeoberflächen ergaben bei kompletter Klebefläche bis zur max. Drehzahl $n = 2200$ 1/min kein Ablösen des Sensors. Dies traf ebenfalls für die Applikation an einem Radnabendeckel mit sehr geringer Kontaktfläche (siehe **Abb.9**) eines Mercedes Sternes mit $\varnothing = 72$ mm (siehe **Tab.2** links) zu.

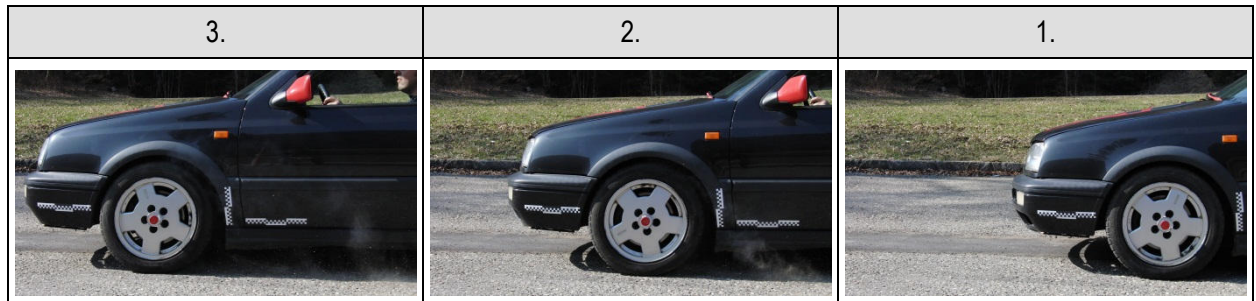
Um eine Aussage gemäss der vom Hersteller definierten Applikationen treffen zu können, wurden diese Versuche ohne Offset ausgeführt.

Abb. 9 : Minimale Kontaktfläche Mercedes Stern.



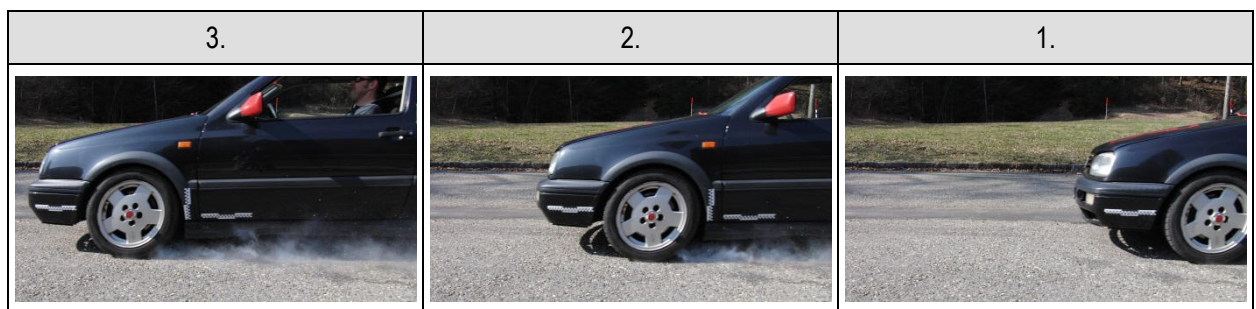
4.2 Fahrversuche

Die ausgeführten Fahrkonfigurationen wurden mit einer High-Speed-Kamera (Casio Exilim EF-X1) fotografiert und sind in **Tab. 3** bis **Tab. 5** dargestellt.



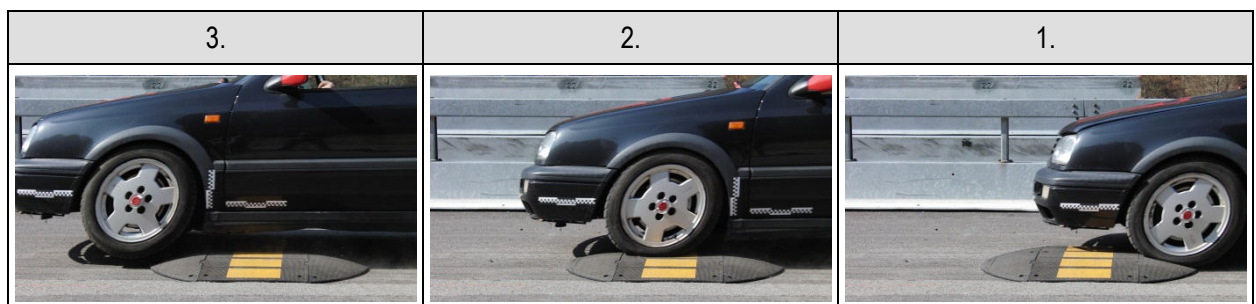
Tab. 3 : Beschleunigen

Beim Beschleunigen aus dem Stillstand, drehten die Antriebsräder durch und das Fahrzeug wurde in der Folge an der Vorderachse geringfügig angehoben.



Tab. 4 : Bremsen

Durch die maximale Verzögerung blockierten die Räder an der Vorderachse und die Fahrzeugfront tauchte ein.



Tab. 5 : Hindernisüberfahrt.

Während der Hindernisüberfahrt wurde der Reifen auf der Höhe des Hindernisses zusammengedrückt und das Rad nach oben beschleunigt. Beim Ausfedern nach dem Hindernis verlor das Rad den Kontakt zum Boden. Die bei der Hindernisüberfahrt aufgezeichneten Maxima der vertikalen Beschleunigung der Achsaufhängung betrugen $a_{z_min} = -107 \text{ m/s}^2$ und $a_{z_max} = 271 \text{ m/s}^2$. Das Maximum von 27 g liegt im Bereich der Stossfaktoren (2.5 – 3.0), welche zur Auslegung von Fahrzeugkomponenten herangezogen werden.

Eine Messung ist exemplarisch in **Abb. 10** dargestellt.

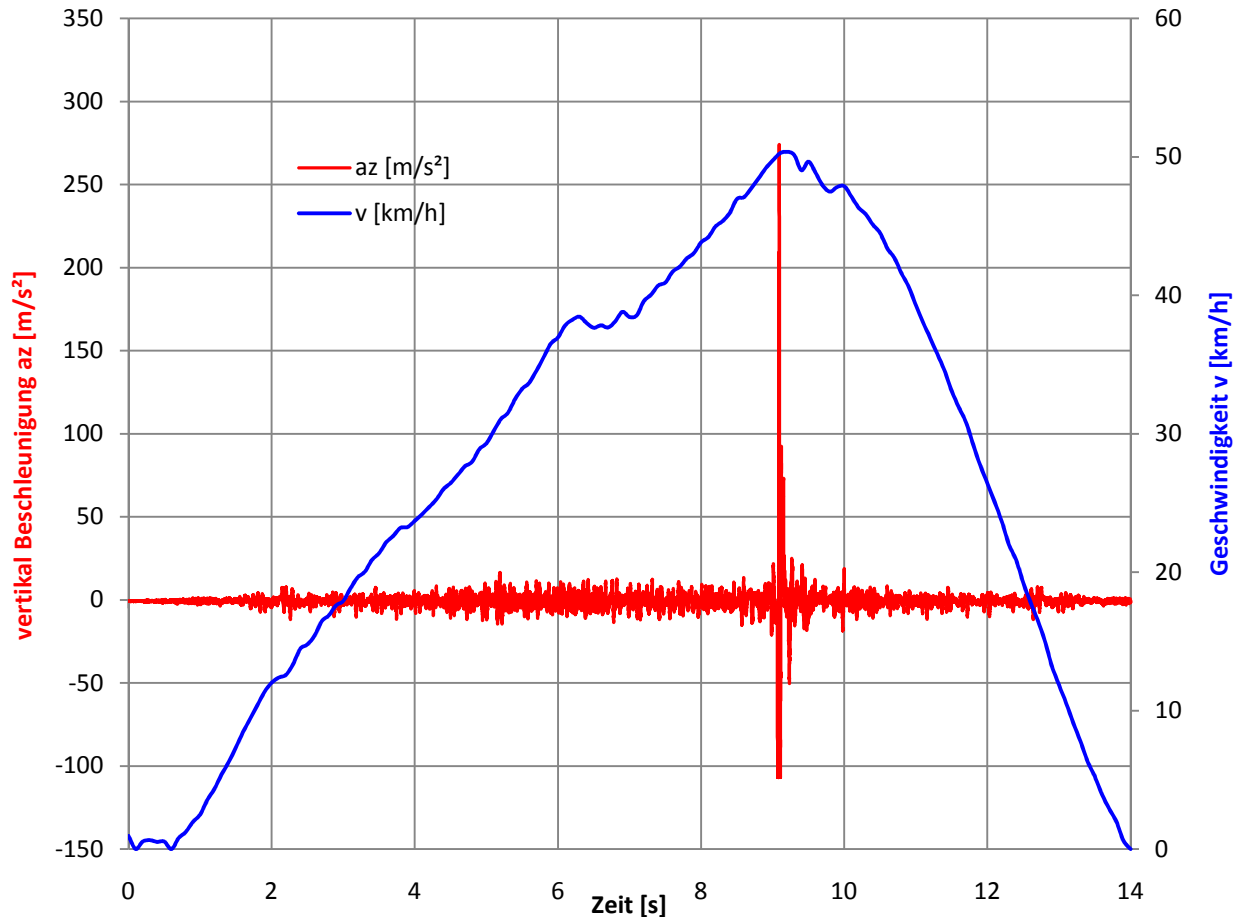


Abb. 10 : vertikale Beschleunigung und Geschwindigkeit während der Hindernisüberfahrt.

Bei der Ausführung aller vorerwähnten Fahrkonfigurationen löste sich der Sensor weder von der Standard-Felge (Abb.6) noch vom Radnabendeckel (Mercedes Stern Abb.7) ab.

4.3 Beurteilung vorstehenden Aussenkanten

Bei einem Anprall mit einem Fussgänger besteht die Gefahr der Berührung mit dem Sensor. Aus diesem Grund wurde der Sensor hinsichtlich vorstehender Aussenkanten von Kraftfahrzeugen nach 74/483/EWG beurteilt. Die Anforderung gemäss 5.4 betreffend minimalen Radius von 2.5 mm (Abb. 11) wird vom untersuchten Sensor erfüllt.

Abb. 11 : Sensor mit Radius ≥ 2.5 mm



Bei der Montage des Sensors auf der Felge oder dem Radnabendeckel überschreitet dieser die senkrechte Projektion der Aussenfläche des Fahrzeuges in der Regel nicht. Entsprechende repräsentative Fahrzeuge wurden diesbezüglich beurteilt (Abb. 12). Bei derartiger Montage sind die Vorgaben gemäss 6.7 74/483/EWG eingehalten.



Abb. 12 : Ansicht von vorne mit montiertem Sensor.

Aufgrund der durchgeführten Beurteilung kann ein erhöhtes Risiko für andere Verkehrsteilnehmer bei Montage des Sensors ausgeschlossen werden.

5 Schlussfolgerungen

Alle Versuche mit der kompletten Klebefläche ergaben eine ausreichende Sicherheit gegen das Ablösen des Sensors. Bei einer Fehlmontage mit mehr als 22 mm radialen Versatz würde der Aussendurchmesser des Sensors das Radzentrum nicht mehr überdecken. Bei diesem Offset ist bei nur 5 % der Klebefläche mit fettfreier Applikation ein Ablösen bis zur max. Geschwindigkeit von $v = 130 \text{ km/h}$ auszuschliessen.

Bei Standardfelgen ist eine Fehlmontage (Versatz $> 10 \text{ mm}$) des Sensors, auf Grund des fehlenden Freiraumes im Bereich der Radschrauben nicht möglich.

Hinsichtlich der Beurteilung der vorstehenden Aussenkanten werden die Anforderungen nach 74/483/EWG erfüllt.

Die in diesem Bericht aufgeführten Versuche beinhalten nur die Beurteilung der Klebeverbindung hinsichtlich deren Haftvermögen. Die Beurteilung der Genauigkeit der Leistungsmessung war nicht Gegenstand dieser Untersuchungen.

Nach Möglichkeit ist in der Bedienungsanleitung auf die max. dezentrale Befestigung (z.B. 15 mm) und eine zusätzliche Absicherung (Klebeband) bei schlechter Applikationsoberfläche (Unebenheit, Kronenmutter, etc.) hinzuweisen.

Anhang: Technische Daten

Aussendurchmesser	42.5 mm
Dicke	12 mm
Gewicht	28 g

