

ERPROBUNGSHANDBUCH FÜR HOMO- LOGATIONS- UND CONSUMER-TESTS. BREMSREGELSYSTEM - FUNKTION.

WIR GESTALTEN DYNAMIK UND SICHERHEIT
FÜR UNSERE KUNDEN.
PROFESSIONELL UND BEGEISTERND.

EF-442 | 04/2021

**BMW
GROUP**

THE NEXT
100 YEARS 



LENKUNGSINFORMATION. DISCLAIMER.

BMW Group	Unterlagenklasse dieser Unterlage: 5.2		Nr.: -	
	Unterlagenklasse für die aus dieser Unterlage entstehende Aufzeichnung: -		Version: 1.2	
	Gültigkeitsbereich: EF-44, EF-22, EF-21		Gesamtanzahl an Seiten inkl. dieser: 92	
	Erprobungshandbuch für Homologations- und Consumer-Tests.		Status: Gültig ab 04/2021	
	Beteiligte Personen/Fachstellen/Gremien :		EF-44, EF-21, EF-22, EG-82	
Änderungshistorie				
Version	Inhalt	Erstellt von, Kurzzeichen Datum	Geprüft von, Kurzzeichen Datum	Freigegeben von, Kurzzeichen Datum
1.0	Ersterstellung	Baer, EF-443, 03/2020	Sauerbrei, EF-443, 03/2020	Kuhn, EF-44, 03/2020
1.1	Ergänzung / Überarbeitung IB- und Behälterauslegung, Varianten FishHook, BLS, Anforderungen Degradation / Lampen	Baer, EF-443, 10/2020	Sauerbrei, EF-443, 10/2020	Kuhn, EF-44, 10/2020
1.2	Ergänzungen nach zweiter Inputrunde im Fachbereich, Abgleich Anforderungsprofile EG-8, Input EG-8, Disclaimer	Baer, EF-442, 03/2021	Sauerbrei, EF-443, 04/2021	Kuhn, EF-44, 04/2021

Disclaimer:

- Konstruktions-, Gesamtauslegungs-, Architektur-, oder E/E-Themen sind nicht Inhalt dieses EHB.
- Auch für die funktionalen Umfänge kann es die Lektüre der - jeweils aktuellen - Gesetzestexte nicht ersetzen, zumal keine regelmäßige Aktualisierung dieses Dokumentes stattfindet.
- Eine Übersicht aller relevanter Anforderungen mit Anspruch auf Aktualität und Vollständigkeit ist auf der [EG-8 Homepage](#) zu finden.

▪ <u>Einleitung und Zielsetzung</u>	Seite 4
▪ <u>Aufbau der einzelnen Kapitel</u>	Seite 5
Fahrdynamik / Fahrzeugtests	
▪ <u>§ Nachweistest Anti-Blockier-Vorrichtung ABV (ABS)</u>	Seite 6 - 16
▪ <u>§ Nachweistest Bremsen mit Notrad</u>	Seite 17 - 18
▪ <u>★ Consumer-Test ABS K-NCAP</u>	Seite 19
▪ <u>§ Nachweistest Brems-Assistenz-System BAS (DBC)</u>	Seite 21 - 28
▪ <u>★ Consumer-Tests mit Relevanz für DBC</u>	Seite 29 - 30
▪ <u>★ Consumer-Tests diverse NCAP für TTL</u>	Seite 31 - 34
▪ <u>§ IB-Auslegung und HBB Funktion</u>	Seite 35 - 42
▪ <u>§ Nachweistest SWD für Fahrzeugregler (ESC)</u>	Seite 43 - 52
▪ <u>★ Consumer-Test Fahrzeugregler (ESC) Fish Hook und J-Turn</u>	Seite 53 - 59
▪ <u>★ Consumer-Test Fahrzeugregler (ESC) CU-Shikane</u>	Seite 61 - 63
▪ <u>★ Consumer-Test Fahrzeugregler (ESC) ADAC-Ausweichetest</u>	Seite 64 - 67
▪ <u>Fahrzeugregler ISO- / VDA-Spurwechsel und Slalom</u>	Seite 68
▪ <u>Vergleich der Fahrzeugreglermanöver</u>	Seite 69
▪ <u>Fahrzeugregler μ_{Low}-Ausweichetest</u>	Seite 70 - 74
▪ <u>Regelsystem μ_{Low}-Stabile Kurvenfahrt</u>	Seite 75 - 79
▪ <u>§ Anhängererschlingerlogik ASL</u>	Seite 80 - 82
E/E- und Degradationstests	
▪ <u>§ Bewarnung bei Ausfall von Funktionen</u>	Seite 83 - 87
▪ <u>§ Vorgaben zur Bildung des BLS Signals</u>	Seite 89 - 90
Prozesse	
▪ <u>§ Emissionsrelevante Funktionen</u>	Seite 91
▪ <u>§ Änderungsprozess nach Homologations-iStufe</u>	Seite 92

EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG.

- Im Laufe der Zeit wurden technische Innovationen wie z.B. ABS oder ESP - welche maßgeblich zur Verkehrssicherheit beitragen - häufig zunächst von Verbraucherschutzorganisationen bewertet (Consumer-Tests z.B.€ NCAP) und später dann gesetzlich vorgeschrieben (Homologationstests, Compliance relevant).
- Die Prüfvorschriften sind meist so aufgebaut, dass es neben der eigentlichen Vorgabe eine bestimmte Funktion - z.B. ESP - anbieten zu müssen, einen Nachweistest gibt, dessen Bestehen im Rahmen der Homologation die Gesetzeseinhaltung dokumentiert.
- Die Nachweistests wiederum gliedern sich häufig in einen Vortest zur Bestimmung der Fahrzeugeigenschaften ohne die zu überprüfende Funktion und einen Verifikationstest, welcher den Beitrag der zu überprüfenden Funktion quantifiziert.
- Zusätzlich gibt es stets Kapitel, welche die zu verwendende Messtechnik, die Umweltbedingungen und die Vorkonditionierung z.B. der Reifen beschreiben.
- Die eigentlichen Gesetzestexte sind häufig so verfasst, dass sie für den Leser nur schwer verständlich sind. Hinzu kommt, dass es seitens BMW meist verschärfte Anforderungen („Bandbreiten“ meist im Sinne von „Safety Margins“) gibt, bzw. quantitative Vorgaben für die in den Gesetzestexten ggf. lediglich qualitativ beschriebenen Kriterien.
- Consumer-Tests sind teils weniger genau beschrieben und die Versuchsdurchführung ist - ähnlich Presstests - nicht immer eindeutig nachzuvollziehen. In diesem Dokument sind nur die wichtigsten Consumer-Tests beschrieben.
- **Ziel dieses Dokumentes ist es entsprechend,**
 - den Applikateuren / Funktionsverantwortlichen der betroffenen Funktionen einen leicht verständlichen **Leitfaden für die Arbeit im Fahrzeug** zur Verfügung zu stellen,
 - welcher gleichzeitig einen gesamthaften Überblick bzgl. der Compliance- und Consumer-Anforderungen an die betreffende Funktion (tlw. Komponente) gibt und
 - **der dabei den Einfluss der Wirkkette im Fahrzeug berücksichtigt.**
 - Zusätzlich erfolgt eine Hilfestellung bei der Auswahl der zu prüfenden (Worst Case) Varianten,
 - sowie eine grobe Abschätzung des Aufwandes im Fahrversuch.

AUFBAU DER EINZELNEN KAPITEL.

- **Einordnung:**
 - Was ist es für eine Anforderung: gesetzlich oder ein Consumer-Test? Für welche Märkte ist es relevant?
 - Worauf zielt der Test ab?
- **Wirkkette im Fahrzeug:**
 - Welche Komponenten / Eigenschaften beeinflussen die Performance des BRS in dem jeweiligen Test?
- **Variantenbildung:**
 - Für welche Fahrzeug- / Fahrwerks- / Reifen- / ...- / Hydraulikvarianten muss der Test mindestens durchgeführt werden?
 - Was ist ggf. die Worst Case Fahrzeug-Konfiguration?
- **Versuchsrandbedingungen:**
 - Was brauche ich um den Fahrversuch durchführen zu können z.B. Versuchstrecken, Messtechnik, ein Auswerteprogramm...?
- **Durchführung:**
 - Was genau muss man machen? (Nicht beschrieben sind Vorgaben bzgl. Messtechnik, Vorkonditionierung und Umweltbedingungen, weil diese im Versuchsbetrieb obligatorisch eingehalten werden z.B. keine Spurwechseltests bei Regen / Nässe)
 - Wie groß ist der Netto-Zeitaufwand zur Durchführung und Auswertung der Tests?
 - Wie oft und wann muss der Test im Rahmen des Entwicklungsablaufes wiederholt werden?
- **Auswertung:**
 - Wann habe ich die gesetzlichen Anforderungen bzw. die ggf. verschärften BMW-Anforderungen erfüllt? **Die verschärften BMW-Anforderungen werden im E/E-Homologationsprozess auch als „Bandbreiten“ bezeichnet (grüne Schrift auf den folgenden Seiten).**
- **Individueller Prüfbericht:**
 - Schnell auszufüllender, testindividueller Vordruck mit nach dem Prinzip Soll- / Ist-Abgleich zur Ablage T&A und als Applikations-Doku.

NACHWEISTEST ANTI BLOCKIER VORRICHTUNG. EINORDNUNG – ABV (ABS).

- **Es handelt sich um eine gesetzliche Vorschrift im Rahmen der ECE-R13H.**
- Die gesetzlichen Vorgaben sind teils nur qualitativer Natur. An diesen Stellen werden genauere qualitative Vorgaben, passend zu den BMW eigenen Versuchsstrecken gegeben.
- Die ECE-R13H unterscheidet zwischen drei Arten von Anti Blockier Vorrichtungen
 - **ABV der „Kategorie 1“** sind ABS, welche jedes Rad direkt regeln (inklusive Select-Low Strategien, Select-High wäre indirekt geregelt). Diese müssen alle Anforderungen / Nachweistests erfüllen. Die bei BMW eingesetzten Hydraulischen ABS fallen unter diese Kategorie.
 - ABV der Kategorie 2 und 3 müssen nicht alle Anforderungen erfüllen, ihre technische Definition geht darüber hinaus nicht eindeutig aus dem Gesetzestext hervor.
- Die Prüfvorschrift lässt sich in zwei Testreihen aufteilen:
 - **Die Überprüfung der Kraftschlussausnutzung** ist eine sehr aufwendige Prüfprozedur und hat zum Ziel, zunächst festzustellen, wie hoch die mögliche Fahrzeugverzögerung auf der gegebenen Fahrbahn physikalisch sein könnte um dann anschließend zu ermitteln, ob das ABS diese ausreichend umsetzt.
 - **Die Zusatzprüfungen** beschreiben das Sollverhalten des ABS bei fünf definierten Fahrmanövern, welche schnell und einfach im Fahrversuch abgeprüft werden können. Diese sind „hart“ angetretene ABS-Bremungen
 - auf μ_H und μ_L
 - auf μ_{Split}
 - auf μ_H mit Wechsel auf μ_L
 - auf μ_L mit Wechsel auf μ_H

NACHWEISTEST ANTI BLOCKIER VORRICHTUNG.

WIRKKETTE - VERSUCHSSTRECKEN.

Einen sehr großen Einfluss auf die Performance des Systems hat die Auswahl der Fahrbahnen bzgl. des Reibwertes der μ_{Low} -Fläche:

- Deren Mindestreibwert ist in der ECE-R13H „nach unten“ nicht begrenzt (nur das Verhältnis μ_H/μ_L), theoretisch könnte eine Strecke mit $\mu_L = 0.001$ ausgewählt werden, auf der eine ABS-Regelung physikalisch nicht mehr möglich wäre.
- Der zulässige Maximalreibwert der μ_{Low} -Strecke liegt bei $\mu_L = 0.3$, was in natura einer mittleren Schneefahrbahn entspricht.
- Die Grenze bis zu der eine flüssige ABS-Regelung gelingt, liegt bei ca. $\mu_L = 0.1$, wobei an dieser Stelle die Reifenwahl und die Drehträgheit der Räder bereits einen merklichen Einfluss haben. Ein Reibwert von $\mu_L = 0.1$ entspricht bei natürlichen Fahrbahnen in etwa gut poliertem Eis mit Winterreifen.
- Die Reibwerte der Strecken sind in der ECE-R13H wie folgt vorgegeben:
 - $\mu_H \approx 0.8$ für die Versuche zur Kraftschlussausnutzung
 - $\mu_H > 2 \mu_L$ und gleichzeitig $\mu_H \geq 0.5$ für die Zusatzprüfungen (H2L, L2H und Split)
 - $\mu_L < 0.3$
- Ungefähre Reibwerte unserer Versuchsstrecken mit durchschnittlichen Sommerreifen:
 - Miramas Brake Lane*: $\mu_H/\mu_L = 1.10 / 0.07$ (mit Winterreifen $\mu_H/\mu_L = 0.95 / 0.12$)
 - Miramas FDF: $\mu_H/\mu_L = 1.00 / 0.23$
 - gesetzlich möglich wäre z.B. $\mu_H/\mu_L = 0.6 / 0.29$ (§§: $\mu_H > 0.5 > 2\mu_L$ und $\mu_L < 0.3$) für H2L, L2H und Split
- Um den evtl. sehr geringen Reibwert auf künstlichen, bewässerten μ_{Low} Fahrbahnen etwas anzuheben, für den Fall, dass dieser unter 0.1 liegt, können für den μ_{H2L} -Test auch Winterreifen verwendet werden.
- Darüber hinaus, spielt die Art der Bewässerung der künstlichen μ_{Low} -Fläche eine Rolle, weil bei 120km/h ggf. Aquaplaningeffekte zur Geltung kommen (der Regler kann bei Aquaplaning anhand des Radverhaltens den Fahrbahnwechsel oder μ Split evtl. zunächst nicht mehr erkennen).

* Steckel ist Bosch Boxberg nachempfunden, Aschheim Stahlplatten verhalten sich ähnlich

NACHWEISTEST ANTI BLOCKIER VORRICHTUNG. WIRKKETTE - FAHRZEUG.

- Den größten Stellhebel hat die ABS-Applikation selbst in Verbindung mit der Regelfrequenz.
- Für die Zusatzprüfungen wichtig
 - ist die hydraulische Leistungsfähigkeit des BRS bezüglich eines möglichst schnellen Druckabbaus (μ_{H2L}).
 - Entsprechend ist die Kreisaufteilung und die Volumenaufnahme der Sättel relevant.
- Ein hohes Blockierdruckniveau resultierend aus geringen Cp-Werten der Bremsbeläge ist nachteilig.
- Weil die Homologationstests stets auf bewässerten Bremssonderstrecken mit künstlichen μ_{Low} -Flächen gefahren werden, ist die Nässeperformance der Reifen wichtig:
 - sowohl der Nassgriff, also auch
 - die Trainagefähigkeit sollten möglichst hoch sein, bei gleichzeitig möglichst
 - geringer Drehträgheit der Räder.
- An dieser Stelle gab es in der Vergangenheit in seltenen Fällen zunächst negative Rückmeldungen im Rahmen laufender Homologationstests, welche stets auf Aquaplaningeffekte zurück geführt werden konnten (z.B. Wasserstände über 1 cm bei 120 km/h) und dann über eine abgeschwächte Bewässerung oder andere Reifenwahl behoben wurden.

NACHWEISTEST ANTI BLOCKIER VORRICHTUNG. VARIANTENBILDUNG UND AUFWAND.

Variantenbildung:

- Generell separat abgeprüft werden müssen die Hydraulikvarianten.
- Für die Zusatzprüfungen insbesondere (Worst Case):
 - Die Hydraulik mit der geringsten Druckabbaupformance in Verbindung mit
 - den Rädern mit der größten Drehträgheit und den
 - den Reifen mit dem geringsten Nassgriff (es sei denn man entscheidet sich auf einer Low-Fläche mit sehr geringen Reibwert bewusst z.B. für einen Winterreifen).

Aufwand:

- Die Zusatzprüfungen sind je Variante innerhalb von ca. 2h durchzuführen und sollten Bestandteil einer jeden iStufen-Kurz-Absicherung sein.
- Die Prüfung der Kraftschlussausnutzung nimmt je Variante inklusive Vorbereitung ca. 2 Arbeitstage in Anspruch. Die Überprüfung sollte mindestens einmalig vor Homologation erfolgen.

NACHWEISTEST ANTI BLOCKIER VORRICHTUNG. VERSUCHSRANDBEDINGUNGEN.

■ Notwendige Arbeitsmittel

- Eine Datenerfassung für mindestens den „FlexRay“, besser ein BRS-Messaufbau
- Eine Vorrichtung zum Absperren der Bremsen der einzelnen Fahrzeugachsen (sowohl bei Diagonal- als auch bei Schwarz-Weiß-Aufteilung muss achsweise abgesperrt werden, nicht kreisweise)

■ Randbedingungen der Versuchsdurchführung:

- Fahrzeug teilbeladen und vollbeladen → Gewichte, Wasserpuppen
- Fahrbahn: μ_H , μ_L , μ_{Split} und μ_{Sprung} → Bremssonderstrecken
- Ausreichendes Unterdruckniveau im Bremskraftverstärker (entfällt bei IB):
 - Sollte der Unterdruck architekturbedingt schwanken (Bsp. MA-Segeln bei 48V Fahrzeugen), muss die in diesen Fahrzeugen dann vorhandene HBB-Funktionalität diese Schwankungen evtl. ausgleichen.
 - Entsprechend sind die Tests mit Hilfe eines Unterdruckmanipulators ggf. mehrfach durchzuführen.
- Die Tests sollten generell mit Sommerreifen durchgeführt werden (Ausnahme siehe „Wirkkette Versuchsstrecken“).

NACHWEISTEST ANTI BLOCKIER VORRICHTUNG. DURCHFÜHRUNG – KRAFTSCHLUSSAUSNUTZUNG, VORTEST.

Folgende Versuche müssen auf μ_H und μ_L jeweils voll- und teilbeladen - also 4x - durchgeführt werden:

- Bestimmung des Kraftschlussbeiwertes der k_{VA} der Vorderachse (μ_{Nutz}):
 - Hinterräder hydraulisch absperren und ABS/EBV deaktivieren (z.B. über DSC-Not-Aus)
 - Aus 50km/h in mehreren Versuchen mit immer höherer, konstanter Bremskraft, so bremsen, dass die Räder zwischen 40 und 20 km/h gerade nicht blockieren, man jedoch bestmöglich verzögert. Ist dieser Betriebspunkt gefunden, sollen mit diesem Bremsdruck 5 valide Messungen durchgeführt werden.
 - Aus diesen 5 Versuchen wird der dimensionslose Wert der Abbremsung „ $z_{1 \text{ bis } 5}$ “ ermittelt gemäß $z = 0.566 / t_{40-20 \text{ km/h}}$ wobei „ $t_{40-20 \text{ km/h}}$ “ die Zeit ist, die das Fahrzeug gebraucht hat um von 40 auf 20 km/h abzubremsen
 - z_{mVA} kann entweder durch definiertes Mitteln der verschiedenen Versuche berechnet werden, es ist jedoch auch zulässig, das größte ermittelte $z_{1 \text{ bis } 5}$ als z_{mVA} zu verwenden was dann eine leichte Verschärfung der Anforderung darstellt (→ Empfehlung).
- $k_{VA} = (z_{mVA} \cdot m \cdot g - r_w \cdot F_{HA}) / (F_{VA} + H/L \cdot z_{mVA} \cdot m \cdot g)$, mit:
 - $r_w = 0.015$ für angetriebene Achsen angetrieben
 - $= 0.010$ für nicht angetriebene Achsen
 - F_{VA} ist die statische Achslast der VA [N]
 - F_{HA} ist die statische Achslast der HA [N]
 - H ist die Schwerpunkthöhe [m]
 - L ist der Radstand [m]
 - m ist die Fahrzeugmasse [kg]
 - $g = 9.81 \text{ [m/s}^2\text{]}$

NACHWEISTEST ANTI BLOCKIER VORRICHTUNG. DURCHFÜHRUNG – KRAFTSCHLUSSAUSNUTZUNG, VORTEST.

- Die Bestimmung des Kraftschlussbeiwertes der k_{HA} der Hinterachse:
 - Vorgehen analog Vorderachse, nur dass diesmal die Vorderachse hydraulisch abgekoppelt wird und sich die Berechnungsformel wegen der Radentlastung beim Bremsen entsprechend ändert.
 - $k_{HA} = (z_{mHA} \cdot m \cdot g - r_w \cdot F_{VA}) / (F_{HA} - H/L \cdot z_{mHA} \cdot m \cdot g)$
- Am Ende liegen 4 k-Werte pro Achse vor (μ_L und μ_H für voll- und teilbeladenes Fahrzeug)

NACHWEISTEST ANTI BLOCKIER VORRICHTUNG. DURCHFÜHRUNG – KRAFTSCHLUSSAUSNUTZUNG, VERITEST.

- In den Verifikationstests wird die Kraftschlussausnutzung ε des ABS-geregelten Gesamtfahrzeugs bestimmt, als:
 - $\varepsilon = z_{\text{ABS}} / k_m$ mit z_{ABS} als maximaler ABS-Verzögerung und k_m als Kraftschlussbeiwert beider Achsen unter dynamischer Radlastverlagerung.
 - $z_{\text{ABS}} = 0.849 / t_m$
 - Zur Ermittlung von t_m muss folgender Versuch auf μ_H und μ_L jeweils voll- und teilbeladen durchgeführt werden:
 - 5 ABS geregelte Vollbremsungen mit hartem Antritt bei 55 km/h
 - Aus diesen 5 Versuchen wird jeweils $t_{45-15 \text{ km/h}}$ ermittelt als die Zeit, die das Fahrzeug gebraucht hat um von 45 auf 15 km/h abzubremsen.
 - t_m ist der arithmetische Mittelwert aus drei Bremsungen wobei deren Werte liegen müssen zwischen $t_{45-15 \text{ km/h min}}$ und $1.05 \cdot t_{45-15 \text{ km/h min}}$
 - $k_m = (k_{\text{VA}} \cdot F_{\text{VA dyn}} + k_{\text{HA}} \cdot F_{\text{HA dyn}}) / (m \cdot g)$ mit $F_{\text{VA dyn}} = F_{\text{VA}} + H/L \cdot z_{\text{ABS}} \cdot m \cdot g$
 $F_{\text{HA dyn}} = F_{\text{HA}} - H/L \cdot z_{\text{ABS}} \cdot m \cdot g$
- **Kriterium ist, dass jeder der vier ε -Werte stets größer 0.75 sein muss** (μ_H und μ_L jeweils voll- und unbeladen), wobei die Räder oberhalb einer Fahrzeuggeschwindigkeit 15 km/h nicht blockieren dürfen.
- Vollbeladen ist definiert als die vom Hersteller definierte zulässige maximale Ausladung (Höchstmasse), zur Durchführung der Versuche sinnvoll ist entsprechend ZGG bei max zulässiger HA-Last.
- Die Erfahrung zeigt, dass es kaum möglich ist in der Presse konkurrenzfähige Bremswege darzustellen und gleichzeitig die Kraftschlussausnutzung auf μ_H zu unterlaufen. Ebenso können Kraftschlussausnutzungen > 1.0 auftreten, wobei die Tests zu wiederholen sind, wenn Werte > 1.1 auftreten. Die Erfahrung ist, dass moderne ABS durchaus Werte > 1 liefern.

NACHWEISTEST ANTI BLOCKIER VORRICHTUNG. DURCHFÜHRUNG - ZUSATZPRÜFUNGEN.

Generelle Anforderungen:

- Betreffend blockieren der Räder für alle Manöver der Zusatzprüfungen
 - §§: Generell ist bei den Zusatzprüfungen ein „kurzes Blockieren“ der Räder erlaubt (Anhang 6, Absatz 5.3.6.)
 - §§: unter 15km/h ist Blockieren generell erlaubt
 - §§: ein Schwimmwinkel $> 15^\circ$ darf nicht auftreten und eine Fahrbahnbreite von 3.5m darf nicht verlassen werden (was bei Geradaus-Manövern generell gegeben ist)
 - BMW-Vorgaben (Bandbreiten) bzgl. „Blockieren“:
 - für μ_{H2L} oberhalb von 15 km/h keine Radgeschwindigkeit $< 2\text{km/h}$ für länger als 500ms, (Applikationsziel sind 200ms → Lastenhefte)
 - Ansonsten - mit Ausnahme von Schlechtwegfahrbahnen - ist die Applikation so auszugestalten, dass Radschlupf $> 30\%$ generell vermieden wird
- Die BMW-Vorgaben bzgl. der Prüfungen mit gemischten Reibwerten gelten mit Sommerreifen für die FDF-Bremssonderstrecke in Miramas. Für die Brake-Lane Miramas, bzw. die Stahlplatten in Aschheim können für den μ_{H2L} -Test Winterreifen verwendet werden. μ_{Split} wird in Schweden mit Winterreifen, ansonsten mit Sommer- und All-Season-Reifen bewertet.

Folgende Tests sind teil- und vollbeladen mit ausgekuppeltem Motor durchzuführen, d.h. hart angetretene Vollbremsung:

- **Auf μ_H aus 40 und 120 km/h, Anforderung:**
 - Verzögerung entsprechend Anforderung an Kraftschlussausnutzung, siehe vorherige Seite
 - BMW: PREP-Ziele für Bremswege in Presetests aus 50 / 100 / ... / 200 km/h
- **Auf μ_L aus 40 und 120 km/h, Anforderungen:**
 - Verzögerung entsprechend Anforderung an Kraftschlussausnutzung, siehe vorherige Seite

NACHWEISTEST ANTI BLOCKIER VORRICHTUNG. DURCHFÜHRUNG - ZUSATZPRÜFUNGEN.

Folgende Tests sind teil- und vollbeladen mit ausgekuppeltem Motor durchzuführen, d.h. hart angetretene Vollbremsung:

- **Auf μ_{Split} aus 50 km/h, Anforderungen:**
 - Lenkwinkelbedarf und Schwimmwinkel
 - §§: ein Schwimmwinkel $> 15^\circ$ darf nicht auftreten (siehe oben)
 - §§: Lenkwinkelbedarf in den ersten 2 Sekunden $< 120^\circ$, nie über 240°
 - **BMW-Bandbreite: oberhalb 30 km/h nicht über 90° Lenkwinkel, nie über 120° , zusätzlich PREP-Ziel ams Stabilitätsbewertung**
 - Kein Rad darf den Reibwert wechseln, bei Reibwerttrennlinie in Fahrzeugmitte zu Beginn der Bremsung (Einhalten 3.5m Fahrbahnbreite somit abgedeckt)
 - Eine Mindestverzögerung muss erreicht werden
 - §§: $A_x > 0.75 * (4\mu_L + \mu_H)/5$ und $a_x > \mu_L$
 - **BMW-Bandbreite: μ_{Split} PREP-Ziel Bremsweg in Presstests**
 - Die Performance auf μ_{Split} wird in der Regel übertroffen, durch Applikation auf den ams-Prestest, 50 km/h und voll beladen sollten jedoch explizit geprüft werden.
- **Auf μ_H mit Wechsel auf μ_L bei 40 und 120 km/h** (Geschwindigkeit bei Reibwertwechsel, nicht im Antritt!)
 - §§: Kein Blockieren der Räder, wobei die allgemeine Einschränkung gilt, dass „kurzes Blockieren“ bei allen Prüfungen erlaubt ist
- **Auf μ_L mit Wechsel auf μ_H bei 50 km/h** (Geschwindigkeit bei Reibwertwechsel, nicht im Antritt!)
 - Die Fahrzeugverzögerung muss
 - §§: in einer „annehmbaren Zeit“ auf die μ_H Fahrzeugverzögerung (siehe Kraftschlussausnutzung) ansteigen
 - **BMW-Bandbreite: 90% der μ_H Vollverzögerung muss nach 1 sec erreicht sein, wobei dies nur dann möglich ist, wenn der Reibwertsprung nicht z.B. durch Aquaplaning oder Schneeeintrag auf der μ_H -Seite verfälscht wird**

NACHWEISTEST ABS - PRÜFBERICHT.

Prüfbericht ABS Gesetztest nach ECE R13H		1 von 2	
Kraftschlussausnutzung und Zusatzprüfungen homogen μ_L und μ_H			
Geprüftes Fahrzeug			
Typ: _____ z.B. G21	Motor: _____ z.B. B58 01 TU2 48V	Baugruppe: _____ z.B. BBG oder V51	V-Nr.: _____
Antrieb: _____ Front / Standard / Allrad	Getriebe: _____ z.B. Automat, DKG, Handschalter	BRS-Hardware: _____ z.B. DSC MK100 High+, IB MK-C1	
Fahrwerk: _____ Basis / VDC / Luftfeder / HA-Lenkung...	Bremse: _____ z.B. 16" ML NAO-Belag oder SA SPBR	Lenkung: _____ Sportlenkung / Basislenkung	
BRS-Software: _____ PDX-Container z.B.: DSC_CTD3_S18A.008_008_012.pdx oder Software-Nummer z.B.: AG2RAT00323	Ziel-istufe: _____ z.B.: 20-07-4430		
Reifen: _____ Hersteller z.B. Michelin // Typ z.B. Pilot Super Sport // Dimension z.B. 225/40 R18 95Y * // Bauweise STD oder RFT			
Gewichte: _____ Unbeladen: VA = _____ kg HA = _____ kg Vollbeladen: VA = _____ kg HA = _____ kg <small>Vollbeladen ist definiert als ZGG bei max. HA-Last</small>			
Versuchstrecke _____ bekanntes μ_H = _____ bekanntes μ_L = _____ <small>Als bekannter Reibwert gilt die erfahrungsgemäß auf dieser Fahrbahn erzielbare ABS-Vollverzögerung z.B. mit Vorgängerprojekten</small>			
Kraftschlussausnutzung			
Kraftschlussbeiwerte μ_H teilbeladen:		$k_{VA\text{ HM tb}}$ = _____	$k_{HA\text{ HM tb}}$ = _____
Kraftschlussbeiwerte μ_L teilbeladen:		$k_{VA\text{ LM tb}}$ = _____	$k_{HA\text{ LM tb}}$ = _____
<small>Aus 50 km/h mit weichem Antritt bestmögliche Verzögerung ABS-OFF einer Achse</small>			
Kraftschlussbeiwerte μ_H vollbeladen:		$k_{VA\text{ HM vb}}$ = _____	$k_{HA\text{ HM vb}}$ = _____
Kraftschlussbeiwerte μ_L vollbeladen:		$k_{VA\text{ LM vb}}$ = _____	$k_{HA\text{ LM vb}}$ = _____
<small>Aus 50 km/h mit weichem Antritt bestmögliche Verzögerung ABS-OFF einer Achse</small>			
Kraftschlussausnutzung μ_H teil- / vollbeladen:		$\epsilon_{HM\text{ tb}}$ = _____	$\epsilon_{HM\text{ vb}}$ = _____
Kraftschlussausnutzung μ_L teil- / vollbeladen:		$\epsilon_{LM\text{ tb}}$ = _____	$\epsilon_{LM\text{ vb}}$ = _____
<small>§§: >0.75 für alle Versuche, harter Antritt aus 55 km/h</small>			
Kraftschlussausnutzung "Kurzüberprüfung" identisch "Zusatzprüfungen" homogen μ_H und μ_L			
μ_L 40 km/h			
Maximal beobachteter Schlupf eines Rades = _____ % <small>Soll: < 30% oberhalb von 15 km/h</small>			
teilbel. ax = _____ g vollbel. ax = _____ g Beobachteter max. Schwimmwinkel: _____ ° <small>Soll dem "bekannten Reibwert" der Strecke entsprechen Soll: < 15°, ggf. QDM-Signal nutzen</small>			
Blockieren der Räder an der VA für _____ / _____ ms an der HA für _____ / _____ ms <small>Soll: oberhalb von 15 km/h kein Rad länger als 500 ms unter 2 km/h, bleiben die Räder stets deutlich über 2 km/h "Null" eintragen</small>			
μ_L 120 km/h			
Maximal beobachteter Schlupf eines Rades = _____ % <small>Soll: < 30% oberhalb von 15 km/h</small>			
teilbel. ax = _____ g vollbel. ax = _____ g Beobachteter max. Schwimmwinkel: _____ ° <small>Soll dem "bekannten Reibwert" der Strecke entsprechen Soll: < 15°, ggf. QDM-Signal nutzen</small>			
Blockieren der Räder an der VA für _____ / _____ ms an der HA für _____ / _____ ms <small>Soll: oberhalb von 15 km/h kein Rad länger als 500 ms unter 2 km/h, bleiben die Räder stets deutlich über 2 km/h "Null" eintragen</small>			
μ_H 40 km/h			
Maximal beobachteter Schlupf eines Rades = _____ % <small>Soll: < 30% oberhalb von 15 km/h</small>			
teilbel. ax = _____ g vollbel. ax = _____ g <small>Soll dem "bekannten Reibwert" der Strecke entsprechen</small>			
μ_H 120 km/h			
Maximal beobachteter Schlupf eines Rades = _____ % <small>Soll: < 30% oberhalb von 15 km/h</small>			
teilbel. ax = _____ g vollbel. ax = _____ g <small>Soll dem "bekannten Reibwert" der Strecke entsprechen</small>			
geprüft durch _____ Gesetztest bestanden J/N _____ <small>Vor- / Nachnahme in Druckbuchstaben, Kurzzeichen bzw. Werkvertrag</small>			
Ort: _____ Datum: _____ Unterschrift: _____ <small>Testgelände / Strecke</small>			

Prüfbericht ABS Gesetztest nach ECE R13H		2 von 2	
Zusatzprüfungen Reibwertsprünge und μ_{min}			
Geprüftes Fahrzeug			
Typ: _____ z.B. G21	Motor: _____ z.B. B58 01 TU2 48V	Baugruppe: _____ z.B. BBG oder V51	V-Nr.: _____
Zusatzprüfungen (homogen μ_L und μ_H siehe Seite 1)			
μ_{Sple} 50 km/h teilbeladen			
Lenkwinkelbedarf: > 30 km/h = _____ ° < 30 km/h = _____ ° <small>Soll: oberhalb von 30 km/h nicht über 90° und nie größer 120°</small>			
erreichte Verzögerung: _____ g Reibwertwechsel eines Rades aufgetreten J/N: _____ <small>Soll: > 0.75 * ($4\mu_L + \mu_H$) / 5 und $a_x > \mu_L$ impliziert, dass 3.5m Fahrbahnbreite eingehalten wurden</small>			
beobachteter max. Schwimmwinkel: _____ ° <small>Soll: < 15° (ggf. QDM-Signal nutzen), Lenkstrategie nicht vorgegeben außer "c90"</small>			
μ_{Sple} 50 km/h vollbeladen			
Lenkwinkelbedarf: > 30 km/h = _____ ° < 30 km/h = _____ ° <small>Soll: oberhalb von 30 km/h nicht über 90° und nie größer 120°</small>			
erreichte Verzögerung: _____ g Reibwertwechsel eines Rades aufgetreten J/N: _____ <small>Soll: > 0.75 * ($4\mu_L + \mu_H$) / 5 und $a_x > \mu_L$ impliziert, dass 3.5m Fahrbahnbreite eingehalten wurden</small>			
beobachteter max. Schwimmwinkel: _____ ° <small>Soll: < 15°, Lenkstrategie nicht vorgegeben außer < 90°, ggf. QDM-Signal nutzen</small>			
μ_{H2L} 40 km/h teilbeladen			
Blockieren der Räder an der VA für _____ ms Blockieren der Räder an der HA für _____ ms <small>Soll: oberhalb von 15 km/h kein Rad länger als 500 ms unter 2 km/h, bleiben die Räder stets deutlich über 2 km/h "Null" eintragen</small>			
beobachteter max. Schwimmwinkel: _____ ° 3.5m Fahrbahnbreite eingehalten J/N: _____ <small>Soll: < 15°, ggf. QDM-Signal nutzen</small>			
μ_{H2L} 120 km/h teilbeladen			
Blockieren der Räder an der VA für _____ ms Blockieren der Räder an der HA für _____ ms <small>Soll: oberhalb von 15 km/h kein Rad länger als 500 ms unter 2 km/h, bleiben die Räder stets deutlich über 2 km/h "Null" eintragen</small>			
beobachteter max. Schwimmwinkel: _____ ° 3.5m Fahrbahnbreite eingehalten J/N: _____ <small>Soll: < 15°, ggf. QDM-Signal nutzen</small>			
μ_{H2L} 40 km/h vollbeladen			
Blockieren der Räder an der VA für _____ ms Blockieren der Räder an der HA für _____ ms <small>Soll: oberhalb von 15 km/h kein Rad länger als 500 ms unter 2 km/h, bleiben die Räder stets deutlich über 2 km/h "Null" eintragen</small>			
beobachteter max. Schwimmwinkel: _____ ° 3.5m Fahrbahnbreite eingehalten J/N: _____ <small>Soll: < 15°, ggf. QDM-Signal nutzen</small>			
μ_{H2L} 120 km/h vollbeladen			
Blockieren der Räder an der VA für _____ ms Blockieren der Räder an der HA für _____ ms <small>Soll: oberhalb von 15 km/h kein Rad länger als 500 ms unter 2 km/h, bleiben die Räder stets deutlich über 2 km/h "Null" eintragen</small>			
beobachteter max. Schwimmwinkel: _____ ° 3.5m Fahrbahnbreite eingehalten J/N: _____ <small>Soll: < 15°, ggf. QDM-Signal nutzen</small>			
μ_{L2H} 50 km/h			
Zeit zur Erreichung einer annehmbaren Verzögerung = _____ s vollbeladen / _____ s teilbeladen <small>Soll: 90% der späteren Vollverzögerung auf μ_L werden nach 1.0s erreicht</small>			
geprüft durch _____ Gesetztest bestanden J/N _____ <small>Vor- / Nachnahme in Druckbuchstaben, Kurzzeichen bzw. Werkvertrag</small>			
Ort: _____ Datum: _____ Unterschrift: _____ <small>Testgelände / Strecke</small>			

NACHWEISTEST BREMSEN MIT NOTRAD / RUNFLAT. ZUSAMMENFASSUNG.

▪ **Einordnung:**

- Die ECE-R64 (Noträder / Rundflat / Reifendruckkontrollsysteme) beinhaltet in Anhang 3 Anforderungen an das Bremsverhalten.
- Vorgeschrieben ist, das mit einem Notrad / luftlosen Runflat-Reifen auf einer beliebigen Radposition abhängig von der noch maximal zulässigen Fahrgeschwindigkeit ein maximaler Bremsweg, sowie eine minimale Verzögerung eingehalten werden.

▪ **Wirkkette:**

- Das Regelsystem muss robust sein gegen die evtl. abweichende Durchmesserlinie des Notrades / luftleeren Runflat-Reifens.

▪ **Variantenbildung und Aufwand:**

- Abzuprüfen sind die für ein Fahrzeug freigegebenen Noträder jeweils auf der Vorder- und Hinterachse. Der Aufwand liegt bei ca. 2h.

▪ **Notwendige Arbeitsmittel:**

- Idealerweise ein BRS-Messaufbau zusammen mit einer Bremswegmesstechnik sowie einer Kraftmessdose

▪ **Randbedingungen und Versuchsdurchführung:**

- Der Test wird auf trockenem, ebenem Asphalt mit vollbeladenem Fahrzeug ausgekuppelt / in N durchgeführt.

▪ **Durchführung und Auswertung** (zutreffend für Noträder und Runflat mit 80 km/h-Vorgabe im Pannenfall. Für andere Systeme gelten andere Prüfvorgaben, ebenso für Noträder, welche schneller betrieben werden dürfen!):

- Aus $v_0 = 80 \text{ km/h}$ müssen mit einer Pedalkraft $< 500\text{N}$ ein Bremsweg $< 46.5\text{m}$, sowie
- eine mittlere Verzögerung $a_{xm} > 6.43 \text{ m/s}^2$ erreicht werden.
 - $a_{xm} = v_0^2 / (41.14 \cdot s)$ mit s als dem gemessenen Bremsweg zwischen 64 und 8 km/h.
- Die vorgeschriebene Bremswirkung muss ohne Blockieren der Räder, ohne dass das Fahrzeug seine Spur verlässt, ohne ungewöhnliche Schwingungen oder übermäßige Lenkkorrekturen erzielt werden.
- Die BMW Bremsenbetätigung ist in der Regel so ausgelegt, dass bereits unterhalb 300N eine ABS-Regelung / Vollbremsung vorliegt.

NACHWEISTEST BREMSEN MIT NOTRAD – PRÜFBERICHT.



Prüfbericht Bremsen mit Notrad nach ECE R64		
Geprüftes Fahrzeug		
Typ: <small>z.B. G21</small>	Motor: <small>z.B. B58 O1 TU2 48V</small>	Baugruppe: <small>z.B. BBG oder VS1</small>
Antrieb: <small>Front / Standard / Allrad</small>	Getriebe: <small>z.B. Automat, DKG, Handschalter</small>	BRS-Hardware: <small>z.B. DSC MK100 High+, IB MK-C1</small>
Bremse: <small>z.B. 16" ML NAO-Belag oder SA SPBR</small>	Gewicht: vollbeladen VA = kg HA = kg	
BRS-Software: Ziel-iStufe: <small>PDX-Container z.B.: DSC_CT03_S18A.008_008_012.pdx z.B.: 20-07-i430</small> <small>oder Software-Nummer z.B.: AG2RAT00323</small>		
Reifen: <small>Hersteller z.B. Michelin // Typ z.B. Pilot Super Sport // Dimension z.B. 225/40 R18 95Y ★ // Bauweise STD oder RFT</small>		
<input type="checkbox"/> Notrad: DML: ps/kl/gr <small>Hersteller z.B. Continental // Typ z.B. CST17 // Dimension z.B. T 135/80 R17 102M Durchmesserlinie passend oder kl./gr.?</small>		
<input type="checkbox"/> Runflat mit 0 bar <input type="checkbox"/> anderes Notlaufsystem <small>Oben genannter Reifen Beschreibung des Systems: ACHTUNG hier gelten ggf. andere Vorgaben!</small>		
Versuchstrecke bekanntes μ_H = <small>Als bekannter Reibwert gilt die erfahrungsgemäß auf dieser Fahrbahn erzielbare ABS-Vollverzögerung z.B. mit Vorgängerprojekten</small>		
Pannenposition auf der Vorderachse		
Bremsweg einer Vollbremsung mit 450 N Pedalkraft s = m <small>Bremsung aus 80 km/h, Betätigung < 500N, soll: Bremsweg < 46.5m</small>		
gemessene Verzögerung a = g mittlere Verzögerung a = m/s ² <small>stationär erreichte Verzögerung Berechnung siehe EHB, soll > 6.43 m/s²</small>		
Pannenposition auf der Hinterachse ("Mixed Set of Tires" ist ggf gezielt zu prüfen)		
Bremsweg einer Vollbremsung mit 450 N Pedalkraft s = m <small>Bremsung aus 80 km/h, Betätigung < 500N, soll: Bremsweg < 46.5m</small>		
gemessene Verzögerung a = g mittlere Verzögerung a = m/s ² <small>stationär erreichte Verzögerung Berechnung siehe EHB, soll > 6.43 m/s²</small>		
Spurstabilität gegeben J/N übermäßige Lenkkorrekturen notwendig J/N ungewöhnliche Schwingungen J/N blockierende Räder beobachtet J/N <small>Soll: oberhalb von 15 km/h kein Rad länger als 500 ms unter 2 km/h</small>		
geprüft durch Gesetztest bestanden J/N <small>Vor- / Nachname in Druckbuchstaben, Kurzzeichen bzw. Werkvertrag</small>		
Ort: Datum: Unterschrift: <small>Testgelände / Strecke</small>		



CONSUMER-TEST ANTI BLOCKIER VORRICHTUNG. SÜDKOREA K-NCAP

▪ Einordnung

- Für Korea gilt eine zusätzliche Anforderung in Metern bzgl. der Bremswege auf trockener und nasser Fahrbahn.
- Ziel ist es, 5 Punkte im K-NCAP „MOLIT 2014-672“ zu bekommen.

▪ Wirkkette im Fahrzeug:

- Die Streckenwahl hat bezüglich Wasserstandshöhe sicherlich einen großen Einfluss, weil bei 100km/h bereits Aquaplaningeffekte zum Tragen kommen. Beispiel: Bremswegschwankung alter Presstest „ams-Nass-Bremsweg“ am Boxberg um bis zu 6 m, je nach gerade anliegender Wasserhöhe und Wahl des Bremspunktes.
- Bei gegebener / unbekannter Strecke sind neben der **ABS-Nässe-Applikation** deshalb
- vor allem die **Reifeneigenschaften entscheidend**, entsprechend. Gefragt ist ein möglichst guter Nassgriff bei gleichzeitig hoher Drainagefähigkeit.

▪ Notwendige Arbeitsmittel

- Idealerweise ein BRS-Messaufbau zusammen mit einer Bremswegmesstechnik

▪ Versuchsrandbedingungen:

Für den Test ist eine zusätzlich bewässerbare Bremsmesstrecke erforderlich (Brake Lanes Miramas), zusammen mit der bei EF eingesetzten offiziellem Bremswegmesstechnik. Eine genaue Versuchsbeschreibung (z.B. voll- / teilbeladen) liegt nicht vor.




▪ Durchführung und Auswertung:

Gemessen wird 7x der Bremsweg auf trockener und nasser Fahrbahn aus 100km/h

- Der jeweils schlechteste Versuch wird gestrichen, dann Mittelwertbildung aus den restlichen 5 Versuchen
- Kriterium 5 Punkte Bremsweg: $s_{\text{trocken/nass}} < 42.5\text{m} = 0.6 \cdot s_{\text{nass}} + 0.4 \cdot s_{\text{trocken}}$

CONSUMER-TEST ABS K-NCAP – PRÜFBERICHT.



Prüfbericht ABS Bremsweg Korean NCAP   	
Gepprüftes Fahrzeug	
Typ: <small>z.B. G21</small>	Motor: <small>z.B. B58 O1 Tü2 48V</small>
Baugruppe: <small>z.B. BBG oder V51</small>	V-Nr.:
Antrieb: <small>Front / Standard / Allrad</small>	Getriebe: <small>z.B. Automat, DKG, Handschalter</small>
BRS-Hardware: <small>z.B. DSC MK100 High+, iB MK-C1</small>	
Fahrwerk: <small>Basis / VDC / Luftfeder / HA-Lenkung...</small>	Bremse: <small>z.B. 16" ML NAO-Belag oder SAPBR</small>
Lenkung: <small>Sportlenkung / Basislenkung</small>	
BRS-Software: <small>PDX-Container z.B.: DSC_CTD3_518A.008_008_012.pdx oder Software-Nummer z.B.: AG2RAT00323</small>	Ziel-istufe: <small>z.B.: 20-07-1430</small>
QDM-Software: <small>Bzw. SW weiterer als relevant identifizierter ECUs</small>	Ziel-istufe: <small>z.B.: 20-07-1430</small>
Gewicht: VA = kg HA = kg teilbeladen	
Versuchstrecke bekanntes μ_t = bekanntes μ_n = <small>Bekannter Reibwert trocken/nass = erfahrungsgemäß auf dieser Fahrbahn erzielbare ABS-Vollverzögerung</small>	
Wasserhöhe = mm	
Reifen Nr.1 : <small>Hersteller z.B. Michelin // Typ z.B. Pilot Super Sport // Dimension z.B. 225/40 R18 95Y * // Bauweise STD oder RFT</small>	
Bremsweg aus 100 km/h trocken: s_t = [m] <small>Mittel aus 7 Versuchen ohne Besten / Schlechtesten</small>	
Bremsweg aus 100 km/h nass: s_n = [m] <small>Mittel aus 7 Versuchen ohne Besten / Schlechtesten</small>	
Kombinierter Bremsweg: $s_{\sqrt{n}} = 0.6 \cdot s_n + 0.4 \cdot s_t$ = [m] <small>Soll < 42.5m</small>	
Aquaplaningeffekte beobachtet J/N	
Reifen Nr.2 : <small>Hersteller z.B. Michelin // Typ z.B. Pilot Super Sport // Dimension z.B. 225/40 R18 95Y * // Bauweise STD oder RFT</small>	
Bremsweg aus 100 km/h trocken: s_t = [m] <small>Mittel aus 7 Versuchen ohne Besten / Schlechtesten</small>	
Bremsweg aus 100 km/h nass: s_n = [m] <small>Mittel aus 7 Versuchen ohne Besten / Schlechtesten</small>	
Kombinierter Bremsweg: $s_{\sqrt{n}} = 0.6 \cdot s_n + 0.4 \cdot s_t$ = [m] <small>Soll < 42.5m</small>	
Aquaplaningeffekte beobachtet J/N	
geprüft durch Test bestanden J/N <small>Vor- / Nachname in Druckbuchstaben, Kurzzeichen bzw. Werkvertrag</small>	
Ort: <small>Testgelände / Strecke</small>	Datum: Unterschrift:

NACHWEISTEST BREMS-ASSISTENZ-SYSTEM. EINORDNUNG.

- **Es handelt sich um eine gesetzliche Vorschrift im Rahmen der ECE-R139** (davor zunächst EU-Gesetzgebung zum Fußgänger-schutz, dann Teil der ECE-R13H). Eine verschärfte BMW-Anforderung gibt es nicht.
- Wording:
 - Gesetzliche Bezeichnung: Brems-Assistenz-System BAS
 - Gängige Bezeichnung: hydraulischer Brems-Assistent HBA
 - BMW Bezeichnung: Dynamic Brake Control DBC
- Die ECE-R139 unterscheidet zwischen drei Kategorien von Bremsassistenten, wobei Kategorie C mittlerweile entfallen ist:
 - Kategorie A: pedalkraftbasierte Erkennung einer Notbremsung
 - Kategorie B: pedalgeschwindigkeitsbasierte Erkennung einer Notbremsung
 - (Kategorie C: Erkennung einer Notbremsung anhand verschiedener Kriterien von welchen zumindest eines einen Rückschluss auf die Pedalbetätigungsrate erlaubt.)
- Die bei BMW eingesetzte Funktionalität fällt in die Kategorie B (früher auch C). Ist kein Pedalwegsensord vorhanden und es wird in der Software eine Druckgradienten-Schwelle zur Auslösung der Funktion heran gezogen, kann man die Pedalgeschwindigkeit über die Auslegung des Bremsgerätes berechnen (→ Homologationsunterlagen).
- Für die Klassen B und C gilt, dass durch die DBC bei erkannter „Notbremsung“ eine ABS-Regelung bzw. eine „maximale“ Verzögerung erreicht werden muss, bei gleichzeitig deutlich reduzierter Pedalkraft ggü. einer Bremsung ohne DBC. (Für die Kategorie A gilt ein anderer Nachweistest als im Folgenden beschrieben).

NACHWEISTEST BREMS-ASSISTENZ-SYSTEM. WIRKKETTE UND VARIANTENBILDUNG.

- **Wirkkette im Fahrzeug:** außer der hydraulischen Leistungsfähigkeit des Bremssystems (DSC-Pumpe / IB-Aktuator) gibt es wenige Wechselwirkungen im Fahrzeug, wobei alles, was die hydraulische Leistungsfähigkeit strapaziert kontraproduktiv wirkt:
 - eine hohe Volumenaufnahme der Bremssättel insbesondere bei SW-Aufteilung,
 - ein hohes Blockierdruckniveau z.B. aufgrund kleiner Cp-Werte
 - eine Limitierung des Aktuators z.B. durch Begrenzung der Bordnetzspannung oder NVH.

- **Variantenbildung: separat abgeprüft werden müssen**
 - Hydraulikvarianten (DSC und IB)
 - Fahrzeugvarianten mit Unterschieden in der Unterdruckversorgung (DSC)

NACHWEISTEST BREMS-ASSISTENZ-SYSTEM. VERSUCHSRANDBEDINGUNGEN

▪ **Notwendige Arbeitsmittel**

- Eine geeichte Kraftmessdose für das Bremspedal.
- Eine Datenerfassung für mindestens den „FlexRay“, besser ein vollständiger BRS-Messaufbau
- Das automatisierte Auswerteprogramm (MatLab) für diesen Test, da aufgrund der komplex formulierten Anforderungen eine zuverlässige, händische Analyse von Messschrieben nicht möglich ist.

▪ **Randbedingungen der Versuchsdurchführung:**

- Fahrzeug unbeladen (Fahrer + Meßtechnik + evtl. zweite Person zum Bedienen der Meßtechnik)
- Bremsentemperatur an der Vorderachse bei jedem Versuch 65 - 100°C
- Fahrbahn: trockener, ebener Asphalt
- Ausreichendes Unterdruckniveau im Bremskraftverstärker (entfällt bei IB):
 - Sollte der Unterdruck architekturbedingt schwanken (Bsp. MA-Segeln bei 48V Fahrzeugen), muss die DBC-Funktion diese Schwankungen ausgleichen.
 - Entsprechend sind die Tests mit Hilfe eines Unterdruckmanipulators ggf. mehrfach durchzuführen.
- Der Test soll mit Sommerreifen durchgeführt werden
- Die Gangwahl bzw. ein- / ausgekuppelt wird nicht vorgegeben, wichtig ist, dass Vortest und Verifikationstest gleich gefahren werden.

NACHWEISTEST BREMS-ASSISTENZ-SYSTEM. DURCHFÜHRUNG.

- Prinzipiell handelt es sich bei der Testdurchführung um einfache Geradeausbremsungen aus 100 km/h mit definierter Pedalbetätigung, welche ein geübter Fahrer in ca. 60 min erledigen kann.
 - Ein „**Referenztest**“ zur Festlegung des „Arbeitspunktes“ des Bremssystems, zu dem das ABS aktiv wird (ABS Regelschwelle mit der dazugehörigen Pedalkraft und Verzögerung wird identifiziert).
 - Ein „**Verifikationstest**“ der sicherstellt, dass die DBC regelkonform auslöst und die vorgeschriebene Verzögerung bei definiert geringerer Pedalkraft generiert.
 - Der Verifikationstest muss bei 48V-Fahrzeugen ggf. 2x durchgeführt werden: 1x mit vollem Unterdruck und einmal mit dem geringsten relevanten Unterdruck, wobei sich die Ergebnisse nicht unterscheiden dürfen (entfällt für IB).
- Die Erfahrung zeigt dass man mindestens je 10 Referenz- und Verifikationstests machen sollte, damit mindestens 5 gültige Messungen für die Auswertung mit MatLab übrig bleiben. Wenn möglich können je 2 Fahrer 5 Messungen durchführen, weil die Art der Betätigung individuell abweicht.
- Die in der Gesetzgebung festgelegte komplexe Auswertung der Fahrzeugmessungen, sowie die Bestehens-Kriterien, sind in dem entsprechenden MatLab Auswerte-Programm abgebildet.

NACHWEISTEST BREMS-ASSISTENZ-SYSTEM. DURCHFÜHRUNG.

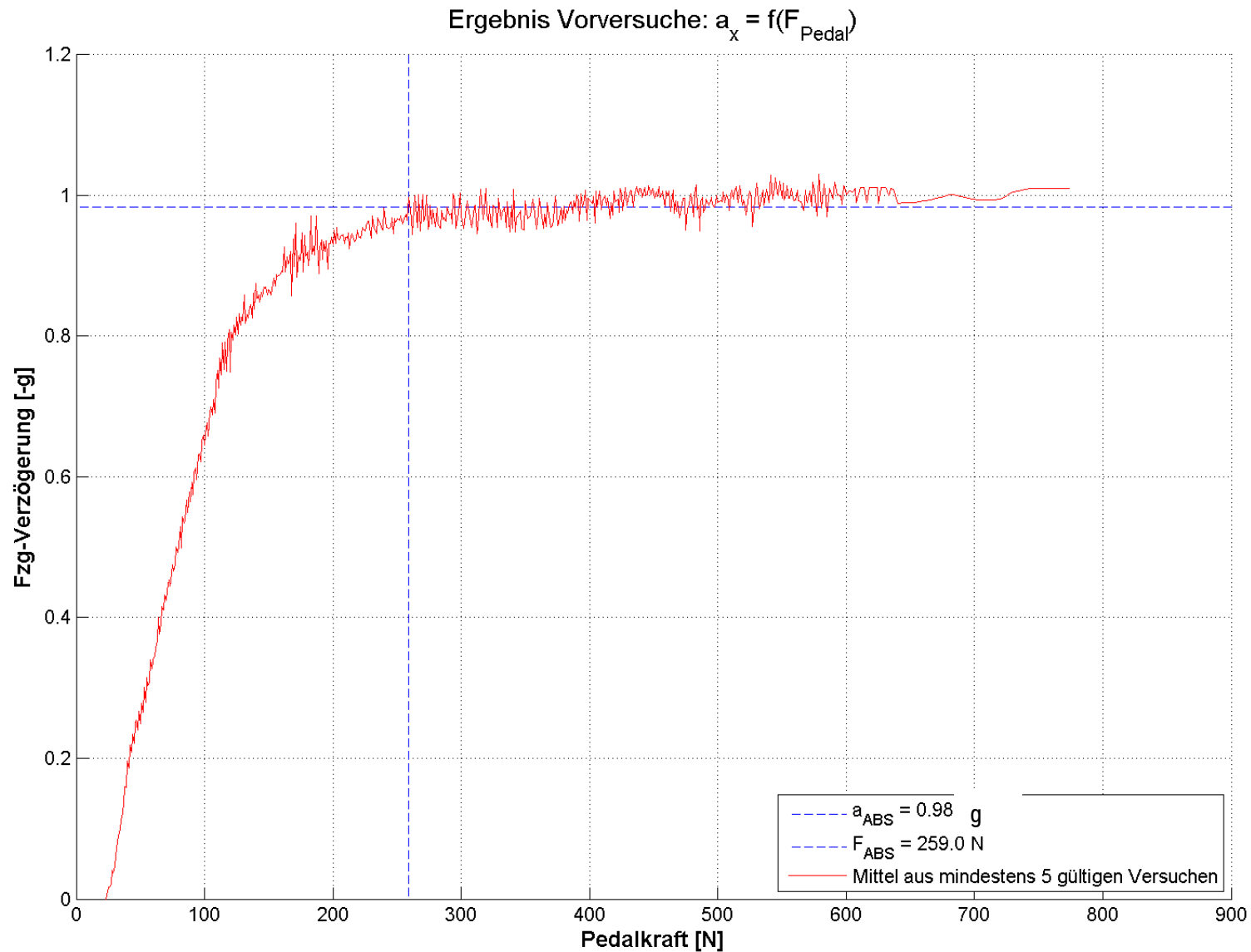
Referenztest bei 100 km/h

- Langsame, konstante Pedalbetätigung (keine DBC Auslösung!) bis in die ABS-Regelung mit anschließendem kontinuierlichen Nachtreten bis in den Stillstand.
- Der Eintritt in die ABS-Regelung (erster Druckabbau eines Rades an der VA) muss genau nach 1.5 - 2.5 Sekunden erfolgen. Dies kann unmittelbar anhand des Meßschriebes nachvollzogen werden, um ggf. ungültige Versuche noch im Fahrzeug zu identifizieren.

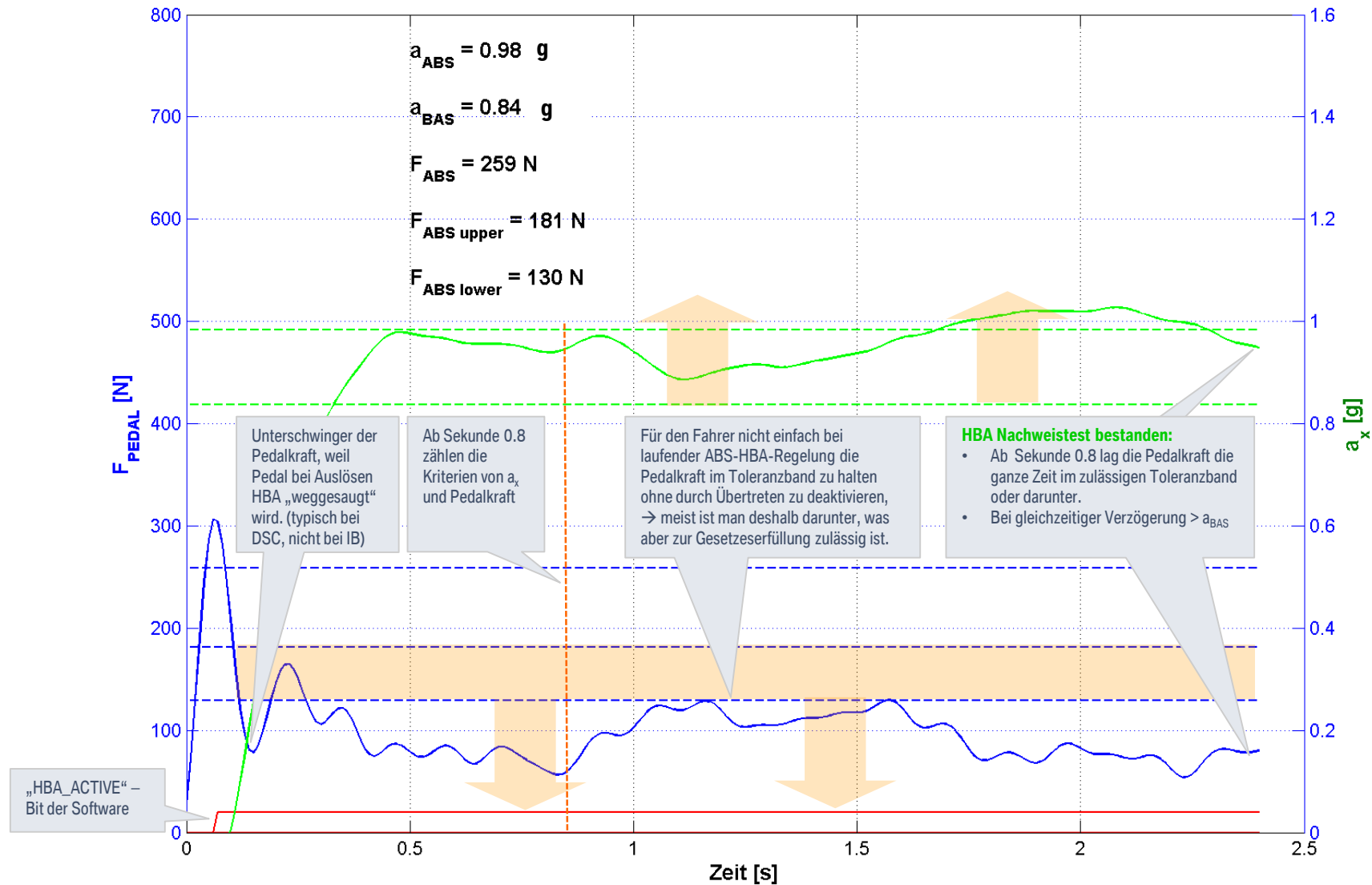
Verifikationstest bei 100 km/h

- Auslösen der DBC mittels eines simulierten „Panik-Antritts“ durch den Fahrer.
- Im nachfolgenden Verlauf der Bremsung muss die Pedalkraft ab Sekunde 0.8 bis zu einer Fahrzeuggeschwindigkeit von > 15 km/h (praktisch bis zum Stillstand) zwischen $F_{ABS\ upper} = 0.7 \cdot F_{ABS}$ und $F_{ABS\ lower} = 0.5 \cdot F_{ABS}$ gehalten werden.
- Dieses Band ist das Ergebnis der Auswertung des Referenztests. In der Realität macht es wenig Sinn, die Referenztests vorab separat auszuwerten, weil die Erfahrung zeigt, dass eine willentliche Dosierung der Pedalkraft in dem vorgegebenen Intervall durch den Fahrer mit dieser Genauigkeit kaum möglich ist.
- Das Verlassen des Pedalkraftbandes nach unten ist jedoch zulässig: reicht die Verzögerung trotzdem aus, wird die Anforderung übererfüllt, ansonsten kann der Versuch als ungültig verworfen werden.
- Wichtig ist es deshalb vor allem, dass man im Verlauf der Bremsung nicht zu fest betätigt, weil man das vorgegebene Pedalkraftband sonst recht schnell nach oben hin verletzt (→ ungültiger Versuch), aber stets so viel Kraft aufbringt, dass sich die DBC nicht deaktiviert (berechtigter Austritt über Fahrerwunsch).
- Erfahrungsgemäß muss das Fahrzeug subjektiv die ganze Bremsung über im ABS bleiben, sonst wird der Test in der nachfolgenden Auswertung mit MatLab eher nicht bestanden.
- Aufgrund der herausfordernden Betätigung der Bremse durch den Fahrer gibt es keine verschärfte BMW-Anforderungen (Bandbreite), weil der Fahrer diese nicht bewusst dosieren könnte. Die Erfahrung zeigt jedoch, dass der Test meist mit Abstand bestanden wird.

NACHWEISTEST BREMS-ASSISTENZ-SYSTEM. AUSWERTUNG REFERENZTEST.



NACHWEISTEST BREMS-ASSISTENZ-SYSTEM. AUSWERTUNG VERIFIKATIONSTEST.



NACHWEISTEST BREMS-ASSISTENZ-SYSTEM. PRÜFBERICHT.

Prüfbericht HBA Gesetztest nach ECE R139

Rolls-Royce
Motor Cars Limited

Geprüftes Fahrzeug

Typ: **Motor:** **Baugruppe:** **V-Nr.:**
 z.B. G21 z.B. B58 O1 Tü2 48V z.B. BBG oder VS1

Antrieb: **Gertriebe:** **BRS-Hardware:**
 Front / Standard / Allrad z.B. Automat, DKG, Handschalter z.B. DSC MK100 High+, IB MK-C1

Fahrwerk: **Bremse:** **Lenkung:**
 Basis / VDC / Luftfeder / HA-Lenkung... z.B. 16" ML NAO-Belag oder SASPBR Sportlenkung / Basislenkung

BRS-Software: **Ziel-iStufe:**
 PDX-Container z.B.: DSC_CT03_S18A.008_008_012.pdx z.B.: 20-07-1430
 oder Software-Nummer z.B.: AG2RAT00323

Reifen:
 Hersteller z.B. Michelin // Typ z.B. Pilot Super Sport // Dimension z.B. 225/40 R18 95Y * // Bauweise STD oder RFT

Gewicht: VA = kg HA = kg unbeladen mit Fahrer

Vortest

Ermittelte Verzögerung a_{ABS} [g] Ermittelte Pedalkraft F_{ABS} [N]

Auslöseschwelle = [mm/s] ggf. via Pedalübersetzung rückgerechnet aus [bar/s]

Wird benötigt für die Homologationsunterlagen: bei Rückrechnung ggf. Intervall der Hardwarespanne angeben

Verifikationstest

Mindest-Verzögerung a_{BAS} [g] Wurde stets überschritten J/N:

Maximale HBA-Pedalkraft F_{ABS_upper} [N] Wurde stets unterschritten J/N:

untere Grenze HBA-Pedalkraft F_{ABS_lower} [N] Wurde teils unterschritten J/N:

Hinweis: ab Sekunde 0.8 nach Pedalbetätigung bis Erreichen von 15 km/h muss a_{BAS} stets überschritten werden, bei gleichzeitiger Unterschreitung von F_{ABS_upper} Wird F_{ABS_lower} Unterschritten darf der Versuch gestrichen werden, falls a_{BAS} auch unterschritten wurde (wird a_{BAS} in diesen Fall nicht unterschritten, handelt es sich um eine Übererfüllung der Anforderungen)

ggf. 2. Verifikationstest bei betriebsbedingt min. mögl. Unterdruckniveau von [mbar]

Mindest-Verzögerung a_{BAS} [g] Wurde stets überschritten J/N:

Maximale HBA-Pedalkraft F_{ABS_upper} [N] Wurde stets unterschritten J/N:

untere Grenze HBA-Pedalkraft F_{ABS_lower} [N] Wurde teils unterschritten J/N:

Hinweis: siehe oben

geprüft durch **Gesetztest bestanden J/N**

Vor- / Nachnahme in Druckbuchstaben, Kurzzeichen bzw. Werkvertrag Bitte mindestens ein Auswertediagramm bei legen

Ort: **Datum:** **Unterschrift:**

Testgelände / Strecke



CONSUMERTEST BREMS-ASSISTENZ-SYSTEM. NCAP-ANFORDERUNGEN – EINORDNUNG / WIRKKETTE.

- **Einordnung:** Für die DBC-Funktion gibt es keinen direkten Consumer-Test. Im Rahmen der FCW-Tests (Forward Collision Warning) des €-NCAP für Frontschutzsysteme muss jedoch nachgewiesen werden, dass die Auslöseschwellen der DBC-Funktion abhängig von der Warnstufe der durch die Fahrerassistenz-Systeme ausgegebenen Kollisionsprädiktion dreifach abgesenkt werden können.
- **Die Wirkkette** beschränkt sich an dieser Stelle auf die Bus-Schnittstelle zur Fahrerassistenz. Ansonsten gilt die im vorherigen Kapitel beschriebene Wirkkette der DBC.
- **Variantenbildung:** mindestens abgeprüft werden müssen E/E-Varianten (z.B. FAS-Low / -High) mit ggf. unterschiedlichem Signalfluss um sicher zu stellen, dass die Anforderungssignale stets umgesetzt werden.



CONSUMERTEST BREMS-ASSISTENZ-SYSTEM. NCAP-ANFORDERUNGEN - VERSUCHSDURCHFÜHRUNG.

- **Versuchsrandbedingungen**
 - **Notwendige Arbeitsmittel**
 - Die entsprechenden Versuche im Fahrzeug sollten mit Hilfe von Busmanipulation durchgeführt werden, da eine Durchführung im Realbetrieb das Risiko einer tatsächlichen Kollision birgt (→ Manipulations-Box passend zum Bus und Kabelbaum des Fahrzeugs) .
 - Eine Messung am HIL ist ebenfalls möglich, sofern zuvor im Fahrzeug verifiziert wurde, dass die Herabsetzung der Auslöseschwellen tatsächlich zu einem erleichterten Auslösen der DBC führt
 - **Randbedingungen der Versuchsdurchführung**
 - Eine Versuchstrecke auf der Bremsungen von 100 km/h bis in den Stillstand durchgeführt werden kann ist ausreichend.
- **Durchführung**
 - Die verschiedenen NCAP-Tests liegen im Zuständigkeitsbereich der Fahrerassistenz.
 - Seiten BRS reicht der Nachweis, dass die Schwellenabsenkung tatsächlich funktioniert.
- **Auswertung:**
 - Objektive Bestätigung anhand eines Meßschriebes, dass die gewünschte Schwellenabsenkung tatsächlich das subjektiv erleichterte Auslösen bewirkt hat



CONSUMERTEST - TIME TO LOCK. EINORDNUNG.

- Die NCAP-Tests einiger Märkte beinhalten verschiedene „Autonomous Emergency Braking“ Szenarien (AEB), in denen das Fahrzeug beim Auffahren auf unterschiedliche stehende, kreuzende oder fahrende Hindernisse autonom bremsen muss.
- Bereits heute ist absehbar, dass diese Consumer-Tests zu gesetzlichen Anforderungen erhoben werden, welche sich teils bereits in der Umsetzungsphase befinden.
- Die Testkriterien sind stets so gestaltet, dass das Fahrzeug in der Situation in der es selbständig bremsen soll, abhängig von einer definierten Ausgangsgeschwindigkeiten eine definiert geringere Endgeschwindigkeit erreichen muss.
- Daraus ergibt sich ein zeitkritischer Aufbau von Bremsdruck in der Gesamtfahrzeug-Wirkkette bestehend aus:
 - Fahrsituation erkennen und klassifizieren,
 - Bremsdruck anfordern
 - Bremsdruck aufbauen und
 - Notwendige Verzögerung erreichen.
- Das Bremsregelsystem ist in dieser „iBrake“ Wirkkette gezielt auf die so genannte „Time To Lock“ TTL, also auf die im extremsten Anforderungsfall (Vollbremsung) maximal zulässige Zeit zwischen Eingang des Bremsmomentenwunsches der Fahrerassistenz bis zum „Blockieren“ der Räder (→ Regeleintritt ABS an der Vorderachse).
- Typische Werte für die TTL liegen im Bereich von 300ms.



CONSUMERTEST - TIME TO LOCK. WIRKKETTE UND VARIANTENBILDUNG.

- **Wirkkette BRS im Fahrzeug:**
 - Alles was die Druckaufbaudynamik des BRS strapaziert oder limitiert ist kontraproduktiv, ebenso alles, was das Blockierdruckniveau oder den Volumenbedarf anhebt. Hier sind zu nennen:
 - die hydraulische Leistungsfähigkeit des Systems an sich
 - der Volumenverbrauch der Bremssättel (inklusive deren Lüftspiel, je weniger desto besser)
 - der CP-Wert der Bremsbeläge (je höher desto besser)
 - die Leistungsbereitstellung des Energiebordnetzes (möglichst keine Limitierung)

- **Variantenbildung (Worst Case Konfiguration):** mindestens abgeprüft werden müssen
 - Die Hydraulikvariante mit der geringsten Förderleistung.
 - Die Bremssättel mit der größten Volumenaufnahme.
 - Der Bremsbelag mit dem kleinsten Cp.
 - Der Reifen mit dem höchsten Grip-Niveau.






CONSUMERTEST - TIME TO LOCK. VERSUCHSDURCHFÜHRUNG.

- **Versuchsrandbedingungen**
 - **Notwendige Arbeitsmittel**
 - Die entsprechenden Messungen der Signale müssen im Fahrzeug mit Hilfe von Busmanipulation durchgeführt werden, die Gesamte Wirkkette wird seitens FAS abgeprüft (→ Manipulations-Box Passend zum Bus und Kabelbaum des Fahrzeugs erforderlich).
 - **Randbedingungen der Versuchsdurchführung**
 - Eine Versuchstrecke auf der Bremsungen von 100 km/h bis in den Stillstand durchgeführt werden kann ist ausreichend.
- **Durchführung**
 - Die verschiedenen NCAP-Tests liegen im Zuständigkeitsbereich der Fahrerassistenz.
 - Seiten BRS reicht der Nachweis, dass die „Time To Lock“ im Fahrzeug mittels Busmanipulation erreicht wird
- **Auswertung:**
 - Objektive Bestätigung anhand eines Meßschriebes, dass die gewünschte TTL erreicht wird. Wichtig ist an dieser Stelle der vorherige Konsens innerhalb der Wirkkette, ab wann die einzuhaltende Zeitspanne zählt (normalerweise Signaleingang FlexRay an BRS bis erster Druckabbau an der VA)



CONSUMERTEST – BEITRÄGE BRS FÜR FAS. PRÜFBERICHT.

Prüfbericht BRS-Wirkkette FAS für diverse NCAP-Tests   		
Geprüftes Fahrzeug		
Typ:	Motor:	Baugruppe: V-Nr.:
z.B. G21	z.B. B58 O1 Tü2 48V	z.B. BBG oder V51
Antrieb:	Gertriebe:	BRS-Hardware:
Front / Standard / Allrad / Diff-Sperre	z.B. Automat, DKG, Handschalter	z.B. DSC MK100 High+, IB MK-C1
Fahrwerk:	Bremse:	Lenkung:
Basis / VDC / Luftfeder / HA-Lenkung...	z.B. 16" ML NAO-Beläg oder SA SPBR	Sportlenkung / Basislenkung
Fahrwerk:	Lenkung:
Basis / Sport / VDC (ggf. Softwarestand) / Luftfeder / Hinterachslenkung / Wankstabilisierung	Sportlenkung / Basislenkung
BRS-Software:	Ziel-iStufe:	
PDX-Container z.B.: DSC_CT03_S18A.008_008_012.pdx oder Software-Nummer z.B.: AG2RAT00323	z.B.: 20-07-1430	
QDM-Software:	Ziel-iStufe:	
Bzw. SW weiterer als relevant identifizierter ECUs	z.B.: 20-07-1430	
Gewicht:		
Teilbeladen: VA = kg HA = kg		
Time To Lock - Autonomous Emergency Braking		
Time To Lock Sollvorgabe = ms Time To Lock gemessen im Fahrzeug = ms		
Zeit vom Eingang des Signals auf dem BRS-Buseingang bis Beginn ABS-Regelung an der Vorderachse, Sollwert im Projekt vereinbart		
DBC Schwellenabsenkung - Forward Collision Warning		
Absenkung des DBC Auslösegradienten von: / / / [.....] geprüft		
4 Auslöseschwellen eintragen in [bar/s] oder [mm/s]: Default, Absenkung 1 / 2 / 3		
Dreifache Absenkung des DBC Auslösegradienten subjektiv nachvollziehbar J/N		
Kommentar		
geprüft durch Test bestanden J/N		
Vor- / Nachname in Druckbuchstaben, Kurzzeichen bzw. Werkvertrag		
Ort:	Datum:	Unterschrift:
Testgelände / Strecke		

VORGABEN AN DIE BETRIEBSBSREMSE. IB-AUSLEGUNG UND HBB-FUNKTION.

Einordnung:

- In der ECE-R13H befinden sich neben den Vorgaben für ABS und HBA auch die Vorgaben bezüglich der Bremswirkung der Betriebsbremse. Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um die Definition des Verhältnisses von Pedalkraft zu Fahrzeugverzögerung im iO-Zustand und im Fehlerfall. Als Fehlerfall sind an dieser Stelle der Ausfall der Bremskraftverstärkung oder ein Bremskreisausfall zu verstehen.
- Die Prüfung dieser Fehlerfälle erfolgt unterschiedlich, je nachdem ob es sich um ein konventionelles DSC- oder um ein IB-System handelt. Die Erfüllung dieser Anforderungen lag vor Einführung der IB bei der Auslegung der Bremsenhardware (Bremsgerät / Booster, Radbremse). Mit Einführung der IB und Wegfall des Boosters sind diese Vorgaben teils zum Bremsregelsystem gewandert.
- In der alten DSC-Architektur ist möglicher Weise die HBB-Funktion von diesen Vorgaben betroffen:
 - Sie ist ggf. notwendig, um bei Verstärkerausfall den Fahrer zu unterstützen, oder
 - im iO-Fall, wenn keine ELUP (elektrische Unterdruckpumpe) vorhanden ist und es zu Betriebszuständen kommen kann, welche keinen Fehlerfall darstellen, in denen der dann mindestens noch vorhandene Unterdruck alleine aber ggf. nicht mehr ausreichen könnte, um die Anforderungen an den iO-Zustand zu erfüllen (z.B. längeres Motor-Aus Segeln in der 48V-Architektur).

VORGABEN AN DIE BETRIEBSBSREMSE. IB-AUSLEGUNG UND HBB-FUNKTION.

Wirkkette im Fahrzeug:

- Konventionell DSC:
 - **Hardware:** Pedal →
 - **Hardware:** THZ + Booster (+ Unterdruck) →
 - **Software:** DSC High-Level Funktionen (bleiben passiv) →
 - **Hardware:** Cp = Sattel + Scheibe + Belag
- IB:
 - **Hardware:** Pedal →
 - **Software:** Aufwachen IB (+ Energiebordnetz) →
 - Grundbremsfunktion nBrake
 - **Software:** nBrake Funktion mit Fahrerwunscherfassung,
 - **Hardware:** mechanische Pedalkraft-Weg-Kennung (THZ, Simulator),
 - → resultierende Sollverzögerung →
 - **Hardware:** Aktuator (LAC) →
 - **Software:** BRS High-Level Funktionen (bleiben passiv) →
 - **Software:** Druckstellung (berechnet aus berücksichtigter Fzg-Masse und Cp) →
 - **Hardware:** Cp = Sattel + Scheibe + Belag

VORGABEN AN DIE BETRIEBSBSREMSE. IB-AUSLEGUNG UND HBB-FUNKTION.

Variantenbildung:

- Auswahl der für das jeweilige Derivat ungünstigste Verhältnis Fahrzeuggewicht zu Bremsanlagen (16“ ML, 16“ OL, 17“... SZ-SPBR, NAO / ECE) sowie IB-Varianten (THZ-Durchmesser, Leistungsklasse)

Voraussetzung:

- Ermittlung der Pedalkraft-Leitungsdruck (= Raddruck) –Kennlinie der entsprechenden IB-Variante am BKV-Prüfstand für eine intakte IB und eine ausgefallene IB gemäß Prüfvorschrift (siehe EHB „BKV-Prüfstand für IB“). Aktuellster IB SW-Stand.

Versuchsrandbedingungen:

- Durchführung der Tests zur Bestätigung der Erfüllung der Gesetzesanforderungen durch die Kollegen vom Bremsen-Fahrversuch. Testablauf incl. Vorkonditionierung der Radbremse gemäß ECE-R13H liegt dort vor im entsprechenden EHB vor.
- Das für die Tests einzustellende Druckniveau wird den am BKV-Prüfstand aufgezeichneten Kennlinien entnommen.

Versuchsdurchführung:

- Neben einer intakten IB müssen die Fehlerfälle Bremskraftverstärkungsausfall und Kreisausfall geprüft werden. Dazu muss die IB in den jeweiligen Zustand versetzt werden. Das Vorgehen ist in der Verfahrensanweisung „Abprüfung Fehlerfälle im Integrierten Bremssystem_Verfahrensanweisung“ beschrieben.
- Im Rahmen der Versuchsdurchführung empfiehlt es sich einmal,
 1. die erforderliche Mindest-Verzögerung anzufahren und hierbei die benötigte Pedalkraft bzw. Raddruck zu notieren.
 2. die maximal erlaubte Pedalkraft bzw. den damit korrespondierenden Raddruck aufzubringen und hierbei die erreichte Verzögerung zu notieren (siehe Prüfprotokoll).
 3. entsprechend der BKV-Prüfstandsmessung aus der Pedalkraft-Radbremstdruck-Kennlinie den relevanten Raddruck als Zielgröße vorzugeben.

VORGABEN AN DIE BETRIEBSBSREMSE. IB-AUSLEGUNG UND HBB-FUNKTION.

Versuchsdurchführung Ausfall Bremskraftverstärkung

- DSC: Die Versuchsdurchführung liegt für konventionelle Systeme beim Bremsen-Fahrversuch (siehe ggf. dortiges EHB)
- IB: Stecker am Steuergerät abziehen. Danach befindet sich die Komponente in der hydraulischen Rückfallebene und die Prüfung Verstärkerausfall kann gestartet werden. Alternativ kann der Bremsflüssigkeitsschalter abgesteckt werden. Wenn das Fahrzeug anschließend einschläft (Zugesperrt, ca. 15min warten) und wieder aufwacht, liegt die hydraulische Rückfallebene an. Das gleiche Verhalten stellt sich ein wenn bei eingeschlafenem SG der Bremsflüssigkeitssensor abgezogen wird. Zusätzlich kann ein Behälteradapter verwendet werden, bei dem der Schwimmer auf Warnstufe 2 steht.

VORGABEN AN DIE BETRIEBSBSREMSE. IB-AUSLEGUNG UND HBB-FUNKTION.

Versuchsdurchführung Kreisleckage mit Leckageerkennung durch die IB

- DSC: Die Versuchsdurchführung liegt für konventionelle Systeme beim Bremsen-Fahrversuch (siehe ggf. dortiges EHB)
- **1. Fall: IB Abprüfung Kreisleckage, die während des Klemmenzyklus auftritt**
 - Das Ausgangsniveau des Bremsflüssigkeitsbehälters ist nominal.
 - Es wird an der Entlüftungsschraube am Radbremssattel eine Leckage simuliert. Damit eine Leckage erkannt wird, muss eine deutliche Leckage provoziert werden. Mindestvolumenstrom $> 0,01 \text{ cm}^3/\text{bar}/\text{sec}$.
 - Diese simulierte Leckage wird mit einem separaten Behälter verbunden (Auffangen des Volumens zur späteren Beurteilung der Leckageerkennung, idealer Weise ein Messbecher).
 - Nach Aufbringen der Leckage Start-Stop-Taster drücken und für 2 Sekunden mit ca. 30bar betätigen (notwendig zur Leckageerkennung). Danach kann der separate Behälter entfernt und die Entlüfterschraube wieder angezogen werden.
 - In der initialen Betätigung sensiert das System bereits die Leckage und es erfolgt eine Isolierung. Somit liegen definierte Randbedingungen für die Prüfung vor.
 - Nun das Fahrzeug starten und die Typprüfung 'Kreisausfall' durchführen.
 - Nach jeder einzelnen Fehleraufschaltung/ Teilprüfung ist der Diagnosejob 'Fehlerspeicher löschen funktional' durchzuführen.

VORGABEN AN DIE BETRIEBSBSREMSE. IB-AUSLEGUNG UND HBB-FUNKTION.

Versuchsdurchführung Kreisleckage mit Leckageerkennung durch die IB

- **2. Fall: IB Abprüfung Kreisleckage, die vor einem Klemmenzyklus auftritt**
 - Das Ausgangsniveau des Bremsflüssigkeitsbehälters ist unter MIN-Stand, der Bremsflüssigkeitsschalter sollte bereits angeschlagen haben.
 - Es liegt an einem der vier Radabgänge mittels einer Entlüftungsschraube oder an der Entlüftungsschraube am Radbremssattel eine Leckage an. Eine große Leckage stellt hier den Worst Case dar. Mindestvolumenstrom $> 0,01 \text{ cm}^3/\text{bar}/\text{sec}$.
 - Diese simulierte Leckage wird mit einem separaten Behälter verbunden (Auffangen des Volumens zur späteren Beurteilung der Leckageerkennung, idealer Weise ein Messbecher).
 - Nach Aufbringen der Leckage Start-Stop-Taster drücken und für 2 Sekunden mit ca. 30bar betätigen (notwendig zur Leckageerkennung). Danach kann der separate Behälter entfernt und die Entlüfterschraube wieder angezogen werden.
 - In der initialen Betätigung sensiert das System auch hier die Leckage und es erfolgt eine Isolierung. Somit liegen definierte Randbedingungen für die Prüfung vor.
 - Nun das Fahrzeug starten und die Typprüfung 'Kreisausfall' durchführen.
 - Nach jeder einzelnen Fehleraufschaltung/ Teilprüfung ist der Diagnosejob 'Fehlerspeicher löschen funktional' durchzuführen.

VORGABEN AN DIE BETRIEBSBSREMSE. IB-AUSLEGUNG UND HBB-FUNKTION.

Auswertung:

- Die IB stellt für den intakten Fall und für den Verstärker-/Kreisausfall die vereinbarten Raddrücke bei den entsprechenden Pedalkräften zur Verfügung. Die Radbremse muss damit den Nachweis erbringen, dass die nachfolgenden Anforderungen je Bremsanlage erfüllt werden:
- Die Vorgaben bzgl. Bremswirkung sind für das voll beladene (und leere) Fahrzeug:
 - **§§ iO-Zustand:** $a_x \geq 6.43 \text{ m/s}^2$ bei $\leq 500 \text{ N}$ Pedalkraft **BMW:** bei ca. 220 N liegt bereits ABS-Vollverzögerung vor.
 - **§§ Fehlerfälle:** $a_x \geq 2.44 \text{ m/s}^2$ bei $\leq 500 \text{ N}$ Pedalkraft **BMW:** Ausfall BKV: $a_x \geq 4.88 \text{ m/s}^2$ bei 500N Pedalkraft.
- „**BMW Ausfallkriterium 1 und 2**“ als zusätzliche Vorgabe zur Pannenvermeidung für die hydraulische Rückfallebene (Verstärkerausfall) der IB:
 - Erreichung 0.5g mit 100mm + 10mm Pedalweg.
 - Erreichung 0.9g mit dem zur Verfügung stehenden Pedalweg.
 - Beide Tests teilbeladen (150 kg + 10 kg Gepäck).
- **Leckage-Erkennung und Behälter**
 - Die Leckageerkennung muss den Verlust von 3ccm erkennen (→ Lampe + CCM).
 - Restbremsungen mit Verstärkung (ECE-R13H, FMVSS): Nach Erreichen der Warnschwelle 1 muss noch mind. 4 mal eine Bremsbetätigung mit Verstärkung möglich sein.



IB-AUSLEGUNG UND HBB-FUNKTION.

Prüfbericht Auslegung IB / DSC HBB nach ECE R13H			
Gepprüftes Fahrzeug			
Typ: _____	Motor: _____	Baugruppe: _____	V-Nr.: _____
<small>z.B. G21</small>	<small>z.B. 858 02, T02 48V</small>	<small>z.B. HBB oder VS1</small>	
Antrieb: _____	Getriebe: _____	BRS-Hardware: _____	
<small>Front / Standard / Allrad</small>	<small>z.B. Automat, DKG, Handschalter</small>	<small>z.B. DSC, Inkubator HgV, IB MK-C1</small>	
Fahrwerk: _____	Bremse: _____	Lenkung: _____	
<small>Basis / VDC / Luftfeder / Hk-Lenkung...</small>	<small>z.B. 16" ML NAO-Belag oder SA SPBR</small>	<small>Sportlenkung / Basislenkung</small>	
BRS-Software: _____	Ziel-IStufe: _____		
<small>PDX-Container z.B.: DSC_CT03_S18A.008_008_012.pdx</small>	<small>z.B.: 20-07-H30</small>		
<small>oder Software-Nummer z.B.: AG2NAT00323</small>			
Reifen: _____			
<small>Hersteller z.B. Michelin // Typ z.B. Pilot Super Sport // Dimension z.B. 225/40 R18 95Y * // Bauweise STD oder RFT</small>			
Gewichte:			
(Unbeladen: VA = _____ kg HA = _____ kg)			
Vollbeladen VA = _____ kg HA = _____ kg <small>Vollbeladen ist definiert als 25G bei max. HA-Last</small>			
Teilbeladen VA = _____ kg HA = _____ kg <small>BMW Ausfallkriterium 1 und 2 mit 150 kg + 10 kg Gepäck</small>			
<input type="checkbox"/> IB Prüfung <input type="checkbox"/> DSC Prüfung HBB <input type="checkbox"/> diagonal <input type="checkbox"/> s/w <input type="checkbox"/> MK-C2			
Voll- und unbeladen durchzuführende Tests (Ergebnisse: unbeladen / vollbeladen)			
iO System			
Pedalkraft: bei ABS-Vollverzögerung = _____ [N] @ _____ [m/s²], bei 6.43 m/s² = _____ [N]			
Vereinbarter Auslegungsdruck IB bei 500 N Pedalkraft mit Verstärkung = _____ [bar]			
<small>Siehe auch Messdiagramme IB-BKV Prüfstand</small>			
Vereinbarter Auslegungsdruck IB bei 500 N Pedalkraft ohne Verstärkung = _____ [bar]			
<small>Siehe auch Messdiagramme IB-BKV Prüfstand</small>			
Kreisausfall IB: VA / 1			
Leckage erkannt / bewarnt bei Verlust kleiner 3cm³ J/N _____			
Erreichte Restverzögerung = _____ [m/s²] bzw. _____ [m/s²] bei 500 N Pedalkraft			
<small>Soll: größer 4.88 m/s² nach BMW Anforderung und größer 2.44 m/s² gesetzlich</small>			
Noch 3 weitere Bremsungen mit dieser Verzögerung vor Volumenschöpfung möglich J/N _____			
erforderliche Pedalkraft für eine Verzögerung von 4.88 m/s² = _____ [N]			
<small>Soll: kleiner 500 N nach BMW Anforderung</small>			
erforderliche Pedalkraft für eine Verzögerung von 2.44 m/s² = _____ [N]			
<small>Soll: kleiner 500 N gesetzlich</small>			
Kreisausfall IB: HA / 2			
Leckage erkannt / bewarnt bei Verlust kleiner 3cm³ J/N _____			
Erreichte Restverzögerung = _____ [m/s²] bzw. _____ [m/s²] bei 500 N Pedalkraft			
<small>Soll: größer 4.88 m/s² nach BMW Anforderung und größer 2.44 m/s² gesetzlich</small>			
Noch 3 weitere Bremsungen mit dieser Verzögerung vor Volumenschöpfung möglich J/N _____			
erforderliche Pedalkraft für eine Verzögerung von 4.88 m/s² = _____ [N]			
<small>Soll: kleiner 500 N nach BMW Anforderung</small>			
erforderliche Pedalkraft für eine Verzögerung von 2.44 m/s² = _____ [N]			
<small>Soll: kleiner 500 N gesetzlich</small>			
Verstärkungsausfall			
Nur bei DSC HBB MA-Segel-Test: verbleibendes Unterdruckniveau = _____ [mbar]			
Erreichte Restverzögerung = _____ [m/s²] bei 500 N Pedalkraft HBB aktiv J/N _____			
<small>Soll: größer 4.88 m/s² nach BMW Anforderung und größer 2.44 m/s² gesetzlich</small>			
erforderliche Pedalkraft für eine Verzögerung von 4.88 m/s² = _____ [N]			
<small>Soll: kleiner 500 N nach BMW Anforderung</small>			
erforderliche Pedalkraft für eine Verzögerung von 2.44 m/s² = _____ [N]			
<small>Soll: kleiner 500 N gesetzlich</small>			
erreichbare Verzögerung IB mit 100 mm Pedalweg = _____ [m/s²]			
<small>Soll: größer 0.5g nach BMW Ausfallkriterium 1</small>			
erreichbare Verzögerung IB mit max Pedalweg = _____ [m/s²]			
<small>Soll: größer 0.5g nach BMW Ausfallkriterium 2</small>			
geprüft durch _____ Gesetztest bestanden J/N _____			
<small>Vor- / Nachnahme in Druckbuchstaben, Kurzzeichen bzw. Werkvertrag</small>			
Ort: _____	Datum: _____	Unterschrift: _____	
<small>Testgelände / Strecke</small>			

NACHWEISTEST FAHRZEUGREGLER - SWD. EINORDNUNG.

- **Die Fahrzeugregler-Funktionalität - häufig als ESP / ESC bezeichnet - ist gesetzlich vorzuhalten.** Der Entsprechende Nachweistest ist in der ECE-R140 definiert (früher ECE-R13H Anhang 9).
- Hierbei handelt es sich um den SWD (Sine With Dwell), einen **Stabilitätstest für das Gesamtfahrzeug**, dieser gilt auch dann als bestanden, wenn der Fahrzeugregler aufgrund einer hohen natürlichen Fahrstabilität oder aufgrund der Unterstützung durch andere Fahrwerkregelsysteme - z.B. Hinterachslenkung - überhaupt nicht eingreifen muss. Die ESC Funktion muss jedoch generell für alle Fahrsituationen im DSCon-Modus verfügbar sein.
- Die umgangssprachliche Bezeichnung als „Kipptest“ ist irreführend, weil „Kippen“ nur EIN Kriterium von mehreren ist.
- In einem Betriebs-Modus in dem der Nachweistest nicht bestanden wird, muss das „Schleudersymbol-OFF“ angezeigt werden (→ DTC / MDM / DSC-OFF). Außerdem kann das „Schleudersymbol“ genutzt werden, um Fehlfunktionen anderer Funktionen anzuzeigen, welche ebenfalls Radmomente beeinflussen und auf die gleiche Hardware zurückgreifen, wie das ESP (ASL, CBC, ASC...). Siehe auch Kapitel „Bewarnung bei Ausfall von Funktionen“.
- Nach Klemmenwechsel muss das Fahrzeug stets in den Default-On-Modus zurückkehren bzw. immer in diesem aufstarten, mit Ausnahmen für:
 - aktive mechanische 4x4-OFF-Road-Unterstützung
 - spezielle 4x4 Fahrprogramme „Snow / Sand / Dirt...“, wenn diese differentialsperrend wirken und der Nachweistest auch in diesen Fahrmodi bestanden wird.
- Im Gesetzestext findet sich eine Stelle mit der Aussage, dass Fahrzeuge > 1735 kg, welche mit einem Kippregler ausgestattet sind, den SWD zunächst nicht bestehen müssen. **Diese Ausnahme trifft jedoch auf keine BMW-Fahrzeugkategorie zu → BMW-Fahrzeuge müssen den SWD also stets bestehen.**

NACHWEISTEST FAHRZEUGREGLER - SWD. EINORDNUNG.

- Der SWD wurde über die ECE-R140 hinaus in viele nationale Gesetzgebungen übernommen, z.B.:
 - USA FMVSS 126 (im Gegensatz zu ECE als Selbstzertifizierung)
 - Kanada CMVSS 126 (im Gegensatz zu ECE als Selbstzertifizierung)
 - Japan Blue Book
 - Australien ADR-31 (im Gegensatz zu ECE als Selbstzertifizierung)
 - Süd Korea KMVSS 15-2 (im Gegensatz zu ECE als Selbstzertifizierung)
 - China GB/T 30677-2014
 - Indien eigene Gesetzte analog ECE-R140
 - Russland (SWD ersetzt mittlerweile frühere nationale Testvorschriften)
 - Malaysia Vehicle Type Approval Malaysia 101
 - ...

- Aufgrund der Wechselwirkungen der einzelnen Fahrwerkskomponenten **existiert eine deutlich erhöhte BMW-Anforderung an diesen Test.**

NACHWEISTEST FAHRZEUGREGLER - SWD. WIRKKETTE.

- Je geringer die natürliche Stabilität des Fahrzeugs und je weniger stabilisierende Steller über den Fahrzeugregler hinaus vorhanden sind (z.B. Hinterachslenkung), desto größer ist der vom Fahrzeugregler zu leistende Beitrag.
- Im Gegensatz zu den Stellehebeln von ABS oder DBC betreffend deren Nachweistest, ist der Einfluss des Fahrzeugreglers jedoch begrenzt, insbesondere wenn Fehleingriffe bei sportlicher Fahrweise vermieden und hohe Durchfahrtszeiten in den querdynamischen Presetests erreicht werden sollen.
- Entsprechend hängt viel von den anderen Fahrwerkskomponenten ab. **Von Nachteil:**
 - **Ist eine Fahrwerksabstimmung**
 - mit hohem Seitenführungspotential an der VA ggü. der HA bei dynamischen Richtungswechseln „Fahrzeug untersteuert nie, VA setzt auch extreme Lenkeingaben sofort um“ (→ Schwimmwinkelkriterium)
 - mit geringer Aufbauanbindung „Fahrzeug fährt mehr auf der Feder als auf dem Dämpfer“ (→ Pumpen, Radabheben, Felgenkontakt)
 - **Sind folgende Reifeneigenschaften**
 - ein im Zeitverlauf schwacher Seitenkraftaufbau des Reifens (lange Einlaufänge) → Schwimmwinkelkriterium
 - Eine Ungünstige Cornering Stiffness des Reifens in Abhängigkeit vom Fülldruck (Balance VA zu HA) → Schwimmwinkelkriterium
 - Ein schwacher Reifensitz → Reifenabwurf
 - eine softe Vertikalfedereigenschaft insbesondere in Verbindung mit der US-Fülldruckvorgabe → Felgenkontakt,

NACHWEISTEST FAHRZEUGREGLER - SWD. WIRKKETTE.

- Im Gegensatz zu den Stellehebeln von ABS oder DBC betreffend deren Nachweist, ist der Einfluss des Fahrzeugreglers begrenzt, entsprechend hängt viel von den anderen Komponenten ab.
 - Ein hohes Gripniveau des Reifens führt dazu, dass aufgrund der besseren Spurhaltung der querdynamische Energieeintrag steigt, was eine höhere Pumpneigung nach sich ziehen kann.
 - Ein über das Reifenportfolio stark variierendes Gripniveau (RoWi-A bis UHP) führt dazu, dass kein Applikationskompromiss mehr zu den auf Durchfahrtszeiten abzielenden Pressetests mehr gefunden werden kann, weil der für den UHP-Reifen notwendige Bremsdruck bei Grip-schwachen Reifen zu einem zu großen Verlust an Seitenführung führt.
 - Kinematik: von Vorteil ist
 - Ein höheres Rollzentrum (Nachteil: spitzes Übergangsverhalten, Aufstützen, Komfort).
 - Mehr statischer Sturz an der HA
 - Eine größere Sturzprogression an der HA
 - Eine hohe Sturzsteifigkeit des Radträgers an der HA um Sturzverluste zu vermeiden
 - (Vorspur wirkt eher bei statischen Manövern)
 - Die Erfahrung zeigt, dass Änderungen der Karosseriesteifigkeiten einen teils deutlichen Einfluss auf das Gesamtfahrverhalten in diesem Test haben können.
 - Je höher die Schwerpunktslage, desto aufwendiger die Applikation zur Unterdrückung von Radabheben.

NACHWEISTEST FAHRZEUGREGLER - SWD. WIRKKETTE.

- Da der Test mit einem normierten Lenkwinkelfaktor „A“ (siehe Vortest) durchgeführt wird, hat die Lenkübersetzung keinen Einfluss:
 - Maximal muss ein Lenkradwinkel von 270° gefahren werden.
 - Dadurch ergibt sich bei Sportlenkungen zwar ein höherer maximaler Radlenkwinkel, welcher innerhalb der Versuchsreihe jedoch nicht die kritischste Anregung darstellt.
 - (Alle BMW-Lenkungen sind so direkt, dass die 300° -Bedingung nicht greift, 6.5A sind ca. 190°)
- Eine schwache hydraulische Performance bzgl. Druckaufbaus des Bremsregelsystems stellt erhöhte Anforderungen an Fahrsituationserkennung und Vorsteuerung.
- Bezüglich des notwendigen Druckaufbaus sind Einflüsse von 200ms entscheidend.

NACHWEISTEST FAHRZEUGREGLER - SWD. VARIANTENBILDUNG UND AUFWAND.

- Aufgrund der zahlreichen Wechselwirkungen der einzelnen Komponenten und der unterschiedlichen Bestehenskriterien ist eine simulative oder erfahrungsbasierte Abschätzung der jeweils kritischsten Variante nicht immer möglich.
- Folgende Vorgehensweise hat sich zur Absicherung / Applikation je Karosserievariante bewährt: Es müssen bewertet werden
 - Alle Fahrwerksvarianten (Basis, Sport/VDC, Luftfeder, ARS...).
 - Mit jeder Fahrwerksvariante müssen mindestens folgende Reifen gefahren werden:
 - Der sportlichste Reifen mit dem höchsten Grip-Niveau → querdynamischer Energieeintrag, Pumpen.
 - Der niederquerschnittigste Reifen → Felgenkontakt.
 - Der balonigste mit dem niedrigsten Grip-Niveau (meist der rollwiderstandsgünstigste Reifen mit dem größten Querschnitt / der kleinsten Felge als Non-Runflat) → Pumpen, Querversatz, Radabheben
 - Ein Winterreifen muss ebenfalls im Rahmen der Applikation geprüft werden um sicher zu stellen, dass es tatsächlich zu einem insgesamt fahrdynamisch beruhigten Fahrverhalten ggü. Sommerreifen kommt.
 - Ländervarianten mit besonderen Merkmalen (z.B. US mit NAO-Belägen, All-Season Reifen und Fülldrücken).
 - Die Hydraulikvariante mit der schlechtesten Druckaufbaupformance in Verbindung mit dem Bremssattel mit der größten Volumenaufnahme.
 - Der Bremsbelag mit dem geringsten Cp-Wert.
- Der Netto-Aufwand (ohne Ausrüstung des Fahrzeugs mit der Lenkmaschine und Kreiselplattform) für eine Fahrwerksvariante mit drei Reifen liegt bei ca. drei Arbeitstage.

NACHWEISTEST FAHRZEUGREGLER - SWD. VERSUCHSRANDBEDINGUNGEN.

▪ **Notwendige Arbeitsmittel,**

- Die Versuche sind teil- und vollbeladen sowie vollbeladen mit 75kg Dachlast durchzuführen (→ Dachträger, Wasserpuppen, Sandsäcke, ggf. zusätzliche Gewichte für Panoramadachzuschlag bei der Dachlast, falls keines verbaut ist).
- Der Einsatz einer Lenkmaschine - welche die genormten Lenkeingaben automatisch nachfährt - ist zwingend erforderlich in Verbindung mit einer Kreiselplattform zur Bestimmung des Schwimmwinkels. Eine subjektive Einschätzung ist nur durch sehr geübte Fahrer möglich, welche im Idealfall das selbe Fahrzeug kurz zuvor bereits mit Lernmaschine geprüft haben (z.B. Delta-Bewertung verschiedener Reifen).
- Die Auswertung erfolgt anhand der aufgezeichneten Messgrößen automatisiert mit einem Matlab-Sript, welches die Vorgaben zur Datenverarbeitung berücksichtigt.
- Das Radabheben wird per Videoüberwachung der Räder dokumentiert (Go-Pro).
- Für Fahrzeuge mit hohem Schwerpunkt sind außerdem - zumindest zu Beginn der Applikation - individuell angefertigte Kippstützen notwendig. Deren Ausgestaltung ist in der ECE-R140 ebenfalls vorgegeben.
- Als interne Versuchstrecke kommt lediglich die FDF in Miramas in Frage.

▪ **Randbedingungen der Versuchsdurchführung:**

- Die Versuchsdurchführung ist im „Erprobungshandbuch Objektivierung Fahrdynamik - Kippabsicherung“ ausführlich beschrieben. Zu beachten ist an dieser Stelle auch die genau definierte Vorkonditionierung der Reifen und Bremsen.
- Klimatisch zulässig sind 1° - 40°C bei 10m/s Wind.

NACHWEISTEST FAHRZEUGREGLER - SWD. DURCHFÜHRUNG.

Die Versuchsdurchführung ist im „Erprobungshandbuch Objektivierung Fahrdynamik - Kippabsicherung“ ausführlich beschrieben, zusammen mit den Vorgaben zur Reifen- und Bremsenconditionierung

Vortest „Slowly-Increasing-Steer-Test“:

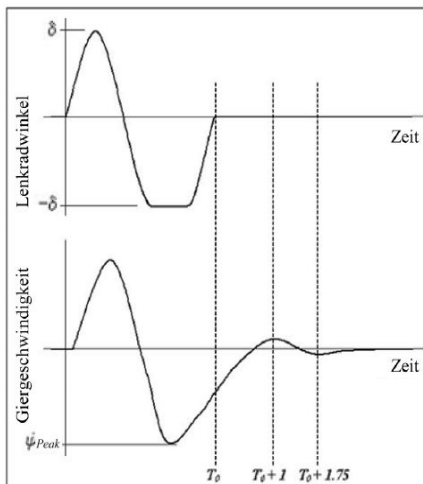
- Ziel des Tests ist es, den Lenkradwinkel zu bestimmen der eine Querbeschleunigung von $a_y = 0.3g$ erzeugt (→ Fahrereingabe „A“ in [°] Lenkradwinkel)
- Herfür wird bei 80 km/h jeweils 3x re/li mit einer Lenkradeingabe von $13.5^\circ/s$ auf ca. $a_y = 0.5g$ gelenkt. Auf die gewonnenen Messdaten wird jeweils eine Geradengleichung gefittet. Aus diesen sechs Geradengleichungen wird der Lenkradwinkel A ermittelt und gemittelt welcher zu einer Querbeschleunigung von $a_y = 0.3g$ gehört.

Verifikationstest „SWD“ mit Lenkmaschine:

- Im Schubbetrieb des höchst möglichen Ganges wird mit 80 km/h ein genau definierter Zwei-Bogen-Sinus mit Haltephase und anschließend kontant gerader Lenkung per Lenkmaschine gefahren (siehe Abbildung nächste Seite, die Lenkeingaben sind in der Lenkmaschine eingespeichert).
- Hierbei wird der Lenkwinkel / die Lenkwinkelamplitude pro Versuch gesteigert von $1.5 \cdot A$, $2.0 \cdot A$, $2.5 \cdot A$ Bis $6.5 \cdot A$ bzw. bis mindestens 270° , maximal jedoch 300° . Die Lenkrate ergibt sich aus der vorgegebenen Frequenz von 0.7 Hz, wobei die Haltephase im zweiten Bogen stets 500ms beträgt (Lenkrate bei 270° Lenkwinkel ist ca $1100^\circ/s$).
- Der Versuch wird durchgeführt:
 - Teilbeladen = leer mit Tank 90% + 168 kg (ca. 60 kg Messtechnik mit Lenkmaschine und ca 85 kg Fahrer + ggf. 23 kg Ballast)
 - ZGG = Zulässiges Gesamtgewicht bei maximaler HA-Last inklusive maximal zulässiger Dachlast mit ggf. Panoramadach-Zuschlag, falls keines verbaut ist.

NACHWEISTEST FAHRZEUGREGLER - SWD. AUSWERTUNG.

	Abklingverhalten	Min. Querversatz	Radabheben	Einzelrad	Subjektiv	Schwimmwinkel
§§ Anforderung	1.00s nach Beendigung der SWD-Lenkeingabe (Lenk-rad steht wieder gerade) darf maximal 35% der während der Lenkeingabe aufgetretenen Max-Gier-rate erreicht werden. Nach 1.75s noch 20%	Bei $LW \geq 5 \cdot A$ nach 1.07s mehr als 1.83m	kein doppeltes Radabheben, kein „Kippen“	Kein Fahrbahn-Felgen-Kontakt	„Fahrer darf sich nicht unsicher fühlen“	Keine Anforderung
Bandbreite BMW	Gesetzesanforderungen auch vollbeladen mit Dachlast. Teilbeladen, jeweils halber Gierratenwert (17.% nach 1.00s und 10% nach 1.75s) *	Gesetzesanforderungen auch vollbeladen mit Dachlast. Teilbeladen $> 2.20m$ *	Teil- und vollbeladen max ein Rad max 5cm, vollbeladen mit Dachlast beide Räder max 5cm, kein subjektiv störendes Pumpen des Aufbaus.	Gesetzesanforderungen auch vollbeladen mit Dachlast („kein Reifenabwurf“ ist somit abgedeckt)	Schwimmwinkel stets $\leq 15^\circ$ (siehe nächste Spalte) kein subjektiv störendes Pumpen des Aufbaus.	teilbeladen und vollbeladen mit Dachlast: zusätzliche Anforderung, dass Schwimmwinkel stets $\leq 15^\circ$ sein muss



T_0 = Ende der Lenkeingabe

T_{0+1} = 1.00s nach Ende der Lenkeingabe

$T_{0+1.75}$ = 1.75s nach Ende der Lenkeingabe

* In der Praxis selten im Fokus, weil „Abfallprodukt“ bei Einhalten der anderen, schwieriger zu erfüllenden Anforderungen.

NACHWEISTEST FAHRZEUGREGLER - PRÜFBERICHT.

1 von 2			
Prüfbericht ESC Gesetztest "SWD" nach ECE R140			
Geprüftes Fahrzeug			
Typ: _____	Motor: _____	Baugruppe: _____	V-Nr.: _____
<small>z.B. G21</small>	<small>z.B. B58 O1 TU2 48V</small>	<small>z.B. B6G oder VS1</small>	
Antrieb: _____	Gertriebe: _____	BRS-Hardware: _____	
<small>Front / Standard / Allrad / Diff-Sperre</small>	<small>z.B. Automat, DKG, Handschalter</small>	<small>z.B. DSC MK100 High+, iB MK-C1</small>	
Fahrwerk: _____	Bremse: _____	Lenkung: _____	
<small>Basis / VDC / Luftfeder / HA-Lenkung...</small>	<small>z.B. 16" ML NAO-Belag oder SASPBR</small>	<small>Sportlenkung / Basislenkung</small>	
BRS-Software: _____	Ziel-iStufe: _____		
<small>PDX-Container z.B.: DSC_CT03_S18A.008_008_012.pdx oder Software-Nummer z.B.: AG2RAT00323</small>	<small>z.B.: 20-07-1430</small>		
QDM-Software: _____	Ziel-iStufe: _____		
<small>Bzw. SW weiterer als relevant identifizierter ECUs</small>	<small>z.B.: 20-07-1430</small>		
Gewichte:			
Teilbeladen:	VA = _____ kg	HA = _____ kg	<small>Tank > 90% plus 168 kg für Fahrer und Messtechnik</small>
ZGG:	VA = _____ kg	HA = _____ kg	davon Dachlast = _____ kg
<small>Dachlast ggf. mit Panoramadachschlag, falls SA nicht verbaut. Bei Fahrzeugen ohne Dachträgerangebot Dachlast "-" angeben. ZGG = Zulässiges Gesamtgewicht bei max HA-Last incl. Dachlast</small>			
Ergebnis Vortest			
Lenkradwinkel welcher eine Querbeschleunigung von 0.3g erzeugt		A = _____ [°]	
Ergebnis Nachweistest			
Reifen Nr. 1: _____			
<small>Hersteller z.B. Michelin // Typ z.B. Pilot Super Sport // Dimension z.B. 225/40 R18 95Y * // Bauweise STD oder RFT</small>			
Teilbeladen mit stärkster Anregung bei _____ -A			
Abklingverhalten nach 1.00s: Ist _____ %		Abklingverhalten nach 1.75s: Ist _____ %	
<small>Soll: Rest-Gierate < 17.5% der max aufgetretenen Gierate</small>		<small>Soll: Rest-Gierate < 10% der max aufgetretenen Gierate</small>	
Querversatz bei 1.07s: Ist _____ m		max Schwimmwinkel: Ist: _____ °	
<small>Soll: > 2.2m</small>		<small>Soll: < 15°</small>	
Einfaches Radabheben > 5 cm J/N: _____		ausgeprägte Pumpneigung J/N: _____	
ZGG + Dachlast mit stärkster Anregung bei _____ -A			
Abklingverhalten nach 1.00s: Ist _____ %		Abklingverhalten nach 1.75s: Ist _____ %	
<small>Soll: Rest-Gierate < 35% der max aufgetretenen Gierate</small>		<small>Soll: Rest-Gierate < 20% der max aufgetretenen Gierate</small>	
Querversatz bei 1.07s: Ist _____ m		max Schwimmwinkel: Ist: _____ °	
<small>Soll: > 1.83m</small>		<small>Soll: < 15°</small>	
Einfaches Radabheben > 5 cm J/N: _____		Doppeltes Radabheben > 5 cm J/N: _____	
ausgeprägte Pumpneigung J/N: _____		Felgenkontakt J/N: _____	
geprüft durch _____ Gesetztest bestanden J/N _____			
<small>Vor- / Nachnahme in Druckbuchstaben, Kurzzeichen bzw. Werkvertrag</small>			
Ort: _____	Datum: _____	Unterschrift: _____	
<small>Testgelände / Strecke</small>			

2 von 2			
Prüfbericht ESC Gesetztest "SWD" nach ECE R140			
Geprüftes Fahrzeug			
Typ: _____	Motor: _____	Baugruppe: _____	V-Nr.: _____
<small>z.B. G21</small>	<small>z.B. B58 O1 TU2 48V</small>	<small>z.B. B6G oder VS1</small>	
Ergebnis Nachweistest			
Reifen Nr. 2: _____			
<small>Hersteller z.B. Michelin // Typ z.B. Pilot Super Sport // Dimension z.B. 225/40 R18 95Y * // Bauweise STD oder RFT</small>			
Teilbeladen mit stärkster Anregung bei _____ -A			
Abklingverhalten nach 1.00s: Ist _____ %		Abklingverhalten nach 1.75s: Ist _____ %	
<small>Soll: Rest-Gierate < 17.5% der max aufgetretenen Gierate</small>		<small>Soll: Rest-Gierate < 10% der max aufgetretenen Gierate</small>	
Querversatz bei 1.07s: Ist _____ m		max Schwimmwinkel: Ist: _____ °	
<small>Soll: > 2.2m</small>		<small>Soll: < 15°</small>	
Einfaches Radabheben > 5 cm J/N: _____		ausgeprägte Pumpneigung J/N: _____	
ZGG + Dachlast mit stärkster Anregung bei _____ -A			
Abklingverhalten nach 1.00s: Ist _____ %		Abklingverhalten nach 1.75s: Ist _____ %	
<small>Soll: Rest-Gierate < 35% der max aufgetretenen Gierate</small>		<small>Soll: Rest-Gierate < 20% der max aufgetretenen Gierate</small>	
Querversatz bei 1.07s: Ist _____ m		max Schwimmwinkel: Ist: _____ °	
<small>Soll: > 1.83m</small>		<small>Soll: < 15°</small>	
Einfaches Radabheben > 5 cm J/N: _____		Doppeltes Radabheben > 5 cm J/N: _____	
ausgeprägte Pumpneigung J/N: _____		Felgenkontakt J/N: _____	
Ergebnis Nachweistest			
Reifen Nr. 3: _____			
<small>Hersteller z.B. Michelin // Typ z.B. Pilot Super Sport // Dimension z.B. 225/40 R18 95Y * // Bauweise STD oder RFT</small>			
Teilbeladen mit stärkster Anregung bei _____ -A			
Abklingverhalten nach 1.00s: Ist _____ %		Abklingverhalten nach 1.75s: Ist _____ %	
<small>Soll: Rest-Gierate < 17.5% der max aufgetretenen Gierate</small>		<small>Soll: Rest-Gierate < 10% der max aufgetretenen Gierate</small>	
Querversatz bei 1.07s: Ist _____ m		max Schwimmwinkel: Ist: _____ °	
<small>Soll: > 2.2m</small>		<small>Soll: < 15°</small>	
Einfaches Radabheben > 5 cm J/N: _____		ausgeprägte Pumpneigung J/N: _____	
ZGG + Dachlast mit stärkster Anregung bei _____ -A			
Abklingverhalten nach 1.00s: Ist _____ %		Abklingverhalten nach 1.75s: Ist _____ %	
<small>Soll: Rest-Gierate < 35% der max aufgetretenen Gierate</small>		<small>Soll: Rest-Gierate < 20% der max aufgetretenen Gierate</small>	
Querversatz bei 1.07s: Ist _____ m		max Schwimmwinkel: Ist: _____ °	
<small>Soll: > 1.83m</small>		<small>Soll: < 15°</small>	
Einfaches Radabheben > 5 cm J/N: _____		Doppeltes Radabheben > 5 cm J/N: _____	
ausgeprägte Pumpneigung J/N: _____		Felgenkontakt J/N: _____	
geprüft durch _____ Gesetztest bestanden J/N _____			
<small>Vor- / Nachnahme in Druckbuchstaben, Kurzzeichen bzw. Werkvertrag</small>			
Ort: _____	Datum: _____	Unterschrift: _____	
<small>Testgelände / Strecke</small>			



FAHRZEUGREGLER - NHTSA FISH HOOK . EINORDNUNG UND NHTSA J-TURN.

- **Der NHTSA „Fisch Hook“** ist ein US Consumer Test, der „National Highway Traffic Safety Administration“ Behörde, welcher auf Kippen / Radabheben abzielt. Die maximal mögliche 5-Sterne Bewertung wird in Verbindung mit Front- und Seiten-Crash-Tests vergeben.
- Der Name kommt daher, dass die Fahrzeugtrajektorie aufgrund der vorgegebenen Lenkeingabe aussieht wie ein Angelhaken (oder ein Fragezeichen) um so die maximale Wankdynamik ins Fahrzeug einzutragen.
- Jeder BMW muss den Test unter verschärften Vorgaben - analog SWD - bestehen. Er ist neben dem SWD-Gesetzestest fester Bestandteil der „Kippabsicherung“ bei EF seitens der hierfür eingerichteten Fachstelle.
- Der Fish Hook wird ebenfalls zwingend mit einer Lenkmaschine gefahren in der das Lenkwinkelprogramm hinterlegt ist, wobei die Lenkmaschine in diesem Test teils gesteuert, teils reaktiv arbeitet.
- Der Fish Hook ist bezüglich der Bewertung der Roll-Over-Neigung ein ergänzender Fahrversuch zum „Static Stability Factor“, welcher lediglich eine geometrische Größe darstellt (Schwerpunkthöhe zu Spurweite → „Kopflastigkeit“)
- Sollte ein SUV in mehreren Antriebsvarianten erhältlich sein, wird stets die 2-WD variante getestet. Nur wenn diese auffällig ist, wird auch die 4-WD Variante geprüft.
- **Der NHTSA „J-Turn“** ist ein älterer, ähnlicher, etwas schneller gefahrener Test mit gleichem Fokus, welcher seitens der NHTSA nicht mehr weiter verfolgt wird, weil er als redundant zum aussagekräftigeren Fish Hook gesehen wird.



FAHRZEUGREGLER - NHTSA FISH HOOK. VARIANTENBILDUNG UND AUFWAND.

- **Seit 08/2020 gilt die Empfehlung, dass der Fish Hook „nur“ mit Fokus auf US-Varianten** (Karosse, Motorisierung, Fahrwerke Reifen...) **objektiviert wird, weil es sich um einen US spezifischen Consumer-Test handelt**, siehe auch Abbildung folgende Seite. In der Applikation sollten auch andere Varianten betrachtet werden.
- Folgende Vorgehensweise hat sich zur Absicherung / Applikation je Karosserievariante bewährt: Es müssen geprüft werden
 - Alle relevanten Fahrwerksvarianten (Basis, Sport/VDC, Luftfeder, HSR...).
 - Mit jeder Fahrwerksvariante müssen mindestens folgende Reifen gefahren werden:
 - Der sportlichste Reifen mit dem höchsten Grip-Niveau → querdynamischer Energieeintrag, Pumpen.
 - Der niederquerschnittigste Reifen → Felgenkontakt.
 - Der balonigste mit dem niedrigsten Grip-Niveau (meist der rollwiderstandsgünstiger Reifen mit dem größten Querschnitt / der kleinsten Felge als Non-Runflat) → Pumpen, Querversatz, Radabheben
 - Die besonderen Merkmale der US-Ländervarianten (NAO-Beläge, All-Season Reifen, US-Fülldrücke).
 - Die Hydraulikvariante mit der schlechtesten Druckaufbaupformance in Verbindung mit dem Bremssattel mit der größten Volumenaufnahme.
 - Der Bremsbelag mit dem geringsten Cp-Wert.
- Der Netto-Aufwand (ohne Ausrüstung des Fahrzeugs mit der Lenkmaschine und Kreiselplattform) für eine Fahrwerksvariante mit drei Reifen liegt bei ca. einem Arbeitstag, wobei der Test stets zusammen mit dem SWD gefahren wird, was zu erheblichen Synergien führt.

FAHRZEUGREGLER - NHTSA FISH HOOK. VARIANTENBILDUNG - VORGABE SEIT 08/2020.



Fishhook (★):












ML3 inkl. Dachlast					
ML3	Schwimmwinkel $\leq 15^\circ$				
Multi-passenger		★	★		
Fahrer + Messtechnik		★	★		
1a	ECE (noUS) Sommer	ECE / US Sommer	US AllSeas.	SA M+S	SZ Sommer/ AS / M+S

Fishhook (★):

ML3 inkl. Dachlast					
ML3	Schwimmwinkel $\leq 15^\circ$ (20°)				
Multi-passenger			★		★
Fahrer + Messtechnik			★		★
1b	ECE (noUS) Sommer	ECE / US Sommer	US AllSeas.	SA M+S	SZ Sommer/ A/S / M+S

Entfall nicht relevanter Bereifungen

DSC-Nachweistest (SWD) (§):

ML3 inkl. Dachlast							
ML3							
Multi-passenger							
Fahrer + Messtechnik		§		§		§	
	ECE (noUS) Sommer	ECE/US Sommer	US AllSeas.	SA M+S	SZ Sommer/ A/S / M+S		

Beibehaltung der Möglichkeit für ausgewählte Fahrzeuge bei schwierig auflösbarem Konflikt Performance \Leftrightarrow Fishhook mit Entscheidung auf HAL-Ebene (Ausnahme)



FAHRZEUGREGLER - NHTSA FISH HOOK . VERSUCHSRANDBEDINGUNGEN.

■ **Notwendige Arbeitsmittel (analog SWD):**

- Die Versuche sind Teil- und Vollbeladen sowie Vollbeladen mit 75 kg Dachlast durchzuführen (→ Dachträger, Wasserpuppen, Sandsäcke, ggf. Panoramadachzuschlag bei der Dachlast, falls keines verbaut ist).
- Hierfür ist der Einsatz einer Lenkmaschine - welche die genormten Lenkeingaben automatisch nachfährt - zwingend erforderlich. Die zugehörige Kreiselplattform und der Messrechner bilden zusammen eine definierte Standard-Messtechnik.
- Die Auswertung erfolgt anhand der aufgezeichneten Messgrößen automatisiert mit einem Matlab-Sript, welches die Vorgaben zur Datenverarbeitung berücksichtigt.
- Das Radabheben wird per Videoüberwachung der Räder dokumentiert (Go-Pro).
- Für Fahrzeuge mit hohem Schwerpunkt sind außerdem - zumindest zu Beginn der Applikation - individuell angefertigte Kippstützen notwendig, deren genaue Ausgestaltung ebenfalls vorgegeben ist.
- Als interne Versuchstrecke kommt aufgrund des Platzbedarfes lediglich die FDF in Miramas in Frage, wobei eine trockene, ebene „Hochreibwert“-Fahrbahn vorgeschrieben ist mit $\mu_{H_FMVSS} = 0.9$

■ **Randbedingungen der Versuchsdurchführung:**

- Die Versuchsdurchführung ist im „Erprobungshandbuch Objektivierung Fahrdynamik - Kippabsicherung“ ausführlich beschrieben. Zu beachten ist an dieser Stelle auch die genau definierte Vorkonditionierung der Reifen und Bremsen.
- Klimatisch zulässig sind 1° - 40°C bei 10m/s Wind



FAHRZEUGREGLER - NHTSA FISH HOOK . DURCHFÜHRUNG - VORTEST.

„Slowly-Increasing-Steer-Test“:

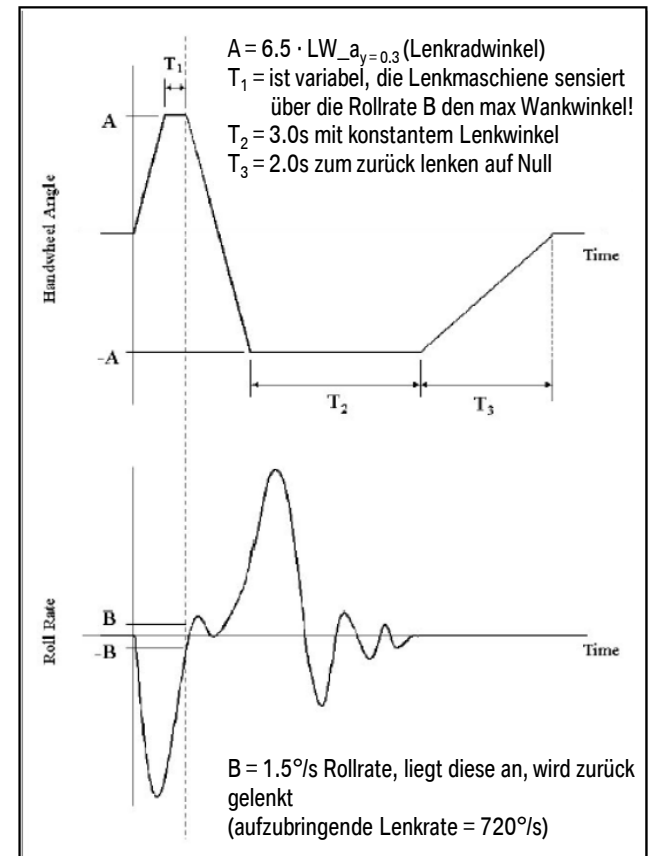
- Ziel des Tests ist es, den Lenkwinkel zu ermitteln der eine Querschleunigung von $a_y = 0.3g$ erzeugt (→ Fahrereingabe „A“ [° Lenkrad]).
- Hierfür wird bei jeweils 80 km/h mit einer Lenkrate von $13^\circ/s$, entweder
 - (Methode 1) drei mal rechts und drei mal links bis 270° durchgelenkt oder
 - (Methode 2) man trifft im Fahrzeug durch ein einmaliges vorheriges Lenkmanöver eine grobe Abschätzung welcher Lenkwinkel $0.55g$ Querschleunigung erzeugt und lenkt dann drei mal rechts und drei mal links bis zu diesem Lenkwinkel (= verkürzte, in der Prüfvorschrift empfohlene Methode)
- Die gewonnenen Messdaten aus Methode 1 oder 2 werden linear gefittet im Bereich $0.100g$ bis $0.375g$ um aus der so gewonnenen Geradengleichung den Lenkwinkel A passend zu $a_{y_{0.3g}}$ zu berechnen.
- (Eine pragmatischere Vorgehensweise wäre das Suchen des Lenkwinkels bei konstanter Kreisfahrt mit 80 km/h unter Beobachtung Lenkwinkelsignals auf der laufenden Messtechnik. Laut Prüfvorschrift sind jedoch nur die beiden oben beschriebenen Vorgaben anzuwenden. Hierfür wird deshalb ein Mat-Lab-Skript zur Auswertung genutzt).
- Sowohl im Vortest, als auch im Verifikationstest darf ein Tankinhalt von 75% nicht unterschritten werden.
- Sämtliche Test sind in Getriebestufe D oder bei Handschaltung im für 80 km/h „höchst möglichen Gang“ zu fahren.



FAHRZEUGREGLER - NHTSA FISH HOOK. DURCHFÜHRUNG - VERIFIKATIONSTEST.

Fish Hook mit Lenkmaschine

- Der Fish Hook wird im Schubetrieb (D oder höchster Gang) im DSC-On in beide Richtungen mit einer Lenkmaschine gefahren in der das reaktive Lenkwinkelprogramm hinterlegt ist.
- Die Lenkwinkelamplitude beträgt hierbei zuerst das 6.5-fache des im Vortest ermittelten Lenkradwinkels A. Die Lenkrate beträgt stets 720°/s.
- Während des Verifikationstests wird prinzipiell die Einfahrtsgeschwindigkeit so lange von Versuch zu Versuch gesteigert, wie beide kurveninneren Räder am Boden bleiben (56-; 64-; 72-; 76-; 80 km/h).
- Ist dies auch bei 80 km/h noch der Fall, wird die Versuchsreihe mit $5.5 \cdot A$ und neuen Reifen wiederholt, um festzustellen, dass ggf. Vorhandene Vorsteuerungen nicht unterlaufen werden.
- Die tatsächliche Versuchsdurchführung ist in der Testvorschrift in drei komplexen Flow-Charts dargestellt, wobei je nachdem, ob beidseitige Radabheber beobachtet werden oder Felgenkontakt oder Kippstützenkontakt erfolgt, der Versuch abgebrochen wird, oder die Geschwindigkeitssteps halbiert werden, oder die Lenkwinkeingabe vermindert wird.
- Durchgeführt wird der Versuch:
 - ★: Teilbeladen = leer, mit Tank voll + 140 kg (ca. 60 kg Messtechnik mit Lenkmaschine und ca 85 kg Fahrer + ggf. Ballast)
 - ★: Multi-Passenger = Teilbeladen 1 Passagier mit je 80 kg auf jedem Sitzplatz im Fond (Wasserpuppen).
 - BMW: ZGG = Zulässiges Gesamtgewicht bei max HA-Last inklusive max zulässige Dachlast mit ggf. Panoramadachzuschlag





FAHRZEUGREGLER - NHTSA FISH HOOK . AUSWERTUNG.

- Der Test gilt als bestanden, wenn bei keiner Geschwindigkeit weder mit 6.5·A noch mit 5.5·A, weder teilbeladen, noch mit Multi-Passenger-Beladung weder beidseitiges Radabheben (> 2 inches = 50mm) noch Felgenkontakt erfolgt ist. Ansonsten wird Radabheben im NCAP-Rating verrechnet.
- Fünf Sterne sind jedoch nur möglich, wenn zusätzlich der Static Stability Faktor SSF (= Schwerpunktshöhe geteilt durch halbe Spurweite) größer 1.45 ist. Beträgt der SSF z.B. nur 1.2 können mit Bestehen des Fish Hook trotzdem nur maximal 4 Sterne erreicht werden (siehe Tabelle).
- Die verschärften BMW-Anforderungen sind:
 - 80 km/h ist immer zu erreichen bei 6.5 und 5.5·A.
 - Zusätzlich auch mit maximaler Dachlast + ggf Panoramadachzuschlag.
 - Zusätzlich werden mit ZGG (ohne Dachlast) 85 km/h gefordert.
 - Schwimmwinkel stets < 15°.
 - Kein subjektiv störendes Pumpen des Aufbaus.

	Static Stability Factor SSF	
Rollover risk in single vehicle crash	Vehicle doesn't tip in dynamic test (Fish Hook complete)	Vehicle tips (Fish Hook incomplete)
< 10% = ★★★★★	> 1.45	> 1.55
10 - 20% = ★★★★	1.18 - 1.45	1.23 - 1.55
20 - 30% = ★★★	1.08 - 1.17	1.11 - 1.22
30 - 40% = ★★	1.02 - 1.07	1.05 - 1.10
> 40% = ★	< 1.02	< 1.05

FAHRZEUGREGLER - NHTSA FISH HOOK - PRÜFBERICHT.



Prüfbericht ESC Consumer-Test "NHTSA Fish Hook"		1 von 2	
Geprüftes Fahrzeug Typ: Motor: Baugruppe: V-Nr.: z.B. G21 z.B. B58 O1 T02 48V z.B. BBG oder VS1			
Antrieb: Getriebe: BRS-Hardware: Front / Standard / Allrad / Diff-Sperre z.B. Automat, DKG, Handschalter z.B. DSC MK100 High+, IB MK-C1			
Fahrwerk: Basis / Sport / VDC (ggf. Softwarestand) / Luftfeder / Hinterachslenkung / Wankstabilisierung			
BRS-Software: Ziel-IStufe: PDX-Container z.B.: DSC_CT03_S18A.008_008_012.pdx z.B.: 20-07-1430 oder Software-Nummer z.B.: AG2RAT00323			
QDM-Software: Ziel-IStufe: Bzw. SW weiterer als relevant identifizierter ECUs z.B.: 20-07-1430			
Gewichte und statische Kippneigung: Static Stability Factor = SSF = Schwerpunktshöhe geteilt durch halbe Spurweite			
Teilbeladen: VA = kg HA = kg Maximal erreichbare ★ = Tank voll plus 140 kg für Fahrer und Messtechnik			
Multi Passenger: VA = kg HA = kg Tank voll plus 140 kg für Fahrer und Messtechnik plus eine Wasserpuppe von 80 kg je Sitzplatz im Fond			
ZGG: VA = kg HA = kg davon Dachlast = kg Dachlast ggf. mit Panoramadachzuschlag, falls SA nicht verbaut. Bei Fahrzeugen ohne Dachträgerangebot Dachlast "-" angeben. ZGG = Zulässiges Gesamtgewicht bei max HA-Last incl. Dachlast			
Ergebnis Vortest Lenkgradwinkel welcher eine Querbeschleunigung von 0.3g erzeugt A = [°]			
Ergebnis Nachweistest Reifen Nr. 1: Hersteller z.B. Michelin // Typ z.B. Pilot Super Sport // Dimension z.B. 225/40 R18 95Y ★ // Bauweise STD oder RFT			
Teilbeladen 80 km/h mit 5.5 und 6.5 A Einfaches Radabheben > 5 cm J/N: Doppeltes Radabheben > 5 cm J/N: ausgeprägte Pumpneigung J/N: Schwimmwinkel (soll < 15°): Ist:°			
Teilbeladen 85 km/h mit 5.5 und 6.5 A Einfaches Radabheben > 5 cm J/N: Doppeltes Radabheben > 5 cm J/N: ausgeprägte Pumpneigung J/N: Schwimmwinkel (soll < 15°): Ist:°			
Multi Passenger 80 km/h mit 5.5 und 6.5 A Einfaches Radabheben > 5 cm J/N: Doppeltes Radabheben > 5 cm J/N: ausgeprägte Pumpneigung J/N: Schwimmwinkel (soll < 15°): Ist:°			
ZGG + Dachlast 80 km/h mit 5.5 und 6.5 A Einfaches Radabheben > 5 cm J/N: Doppeltes Radabheben > 5 cm J/N: ausgeprägte Pumpneigung J/N: Schwimmwinkel (soll < 15°): Ist:°			
geprüft durch Test bestanden J/N Vor- / Nachnahme in Druckbuchstaben, Kurzzeichen bzw. Werkvertrag			
Ort: Testgelände / Strecke	Datum:	Unterschrift:	

Prüfbericht ESC Consumer-Test "NHTSA Fish Hook"		2 von 2	
Geprüftes Fahrzeug Typ: Motor: Baugruppe: V-Nr.: z.B. G21 z.B. B58 O1 T02 48V z.B. BBG oder VS1			
Ergebnis Nachweistest Reifen Nr. 2: Hersteller z.B. Michelin // Typ z.B. Pilot Super Sport // Dimension z.B. 225/40 R18 95Y ★ // Bauweise STD oder RFT			
Teilbeladen 80 km/h mit 5.5 und 6.5 A Einfaches Radabheben > 5 cm J/N: Doppeltes Radabheben > 5 cm J/N: inakzeptables Pumpen J/N: Schwimmwinkel (soll < 15°): Ist:°			
Teilbeladen 85 km/h mit 5.5 und 6.5 A Einfaches Radabheben > 5 cm J/N: Doppeltes Radabheben > 5 cm J/N: inakzeptables Pumpen J/N: Schwimmwinkel (soll < 15°): Ist:°			
Multi Passenger 80 km/h mit 5.5 und 6.5 A Einfaches Radabheben > 5 cm J/N: Doppeltes Radabheben > 5 cm J/N: inakzeptables Pumpen J/N: Schwimmwinkel (soll < 15°): Ist:°			
ZGG + Dachlast 80 km/h mit 5.5 und 6.5 A Einfaches Radabheben > 5 cm J/N: Doppeltes Radabheben > 5 cm J/N: inakzeptables Pumpen J/N: Schwimmwinkel (soll < 15°): Ist:°			
Ergebnis Nachweistest Reifen Nr. 3: Hersteller z.B. Michelin // Typ z.B. Pilot Super Sport // Dimension z.B. 225/40 R18 95Y ★ // Bauweise STD oder RFT			
Teilbeladen 80 km/h mit 5.5 und 6.5 A Einfaches Radabheben > 5 cm J/N: Doppeltes Radabheben > 5 cm J/N: inakzeptables Pumpen J/N: Schwimmwinkel (soll < 15°): Ist:°			
Teilbeladen 85 km/h mit 5.5 und 6.5 A Einfaches Radabheben > 5 cm J/N: Doppeltes Radabheben > 5 cm J/N: inakzeptables Pumpen J/N: Schwimmwinkel (soll < 15°): Ist:°			
Multi Passenger 80 km/h mit 5.5 und 6.5 A Einfaches Radabheben > 5 cm J/N: Doppeltes Radabheben > 5 cm J/N: inakzeptables Pumpen J/N: Schwimmwinkel (soll < 15°): Ist:°			
ZGG + Dachlast 80 km/h mit 5.5 und 6.5 A Einfaches Radabheben > 5 cm J/N: Doppeltes Radabheben > 5 cm J/N: inakzeptables Pumpen J/N: Schwimmwinkel (soll < 15°): Ist:°			
geprüft durch Test bestanden J/N Vor- / Nachnahme in Druckbuchstaben, Kurzzeichen bzw. Werkvertrag			
Ort: Testgelände / Strecke	Datum:	Unterschrift:	



FAHRZEUGREGLER – CU AVOIDANCE MANEUVER. EINORDNUNG.

- Das CU Avoidance Maneuver (CU-Shikane „long“) ist ein doppelter Spurwechsel mit ca. 85 km/h mit definierter Pylonengasse. Zusätzlich gibt es eine kürzer gesteckte Pylonengasse (CU-Shikane „short“) , welche tendenziell unkritischer ist, weshalb an dieser Stelle der schnellere Test behandelt wird.
- Die Consumer Union ist eine unabhängige Produkttest-Organisation aus den USA (ähnlich Stiftung Warentest, Website consumerreports.org), die einen hohen Stellenwert in den USA besitzt und den Amerikanern als Entscheidungshilfe beim Fahrzeugkauf dient.
- Die CU-Shikane ist neben dem SWD-Gesetztest fester Bestandteil der „Kippabsicherung“ bei EF seitens der hierfür eingerichteten Fachstelle.
- Im CU Avoidance Maneuver wird die maximal mögliche Durchfahrtsgeschwindigkeit bis zu der kein Rad abhebt bewertet, als Maß für die Güte der Fahrzeugstabilität („Lift-Up“ ist definiert als 2 Räder > 5 cm) .
- Es gelten die verschärften BMW-Anforderungen analog SWD / Fish Hook.



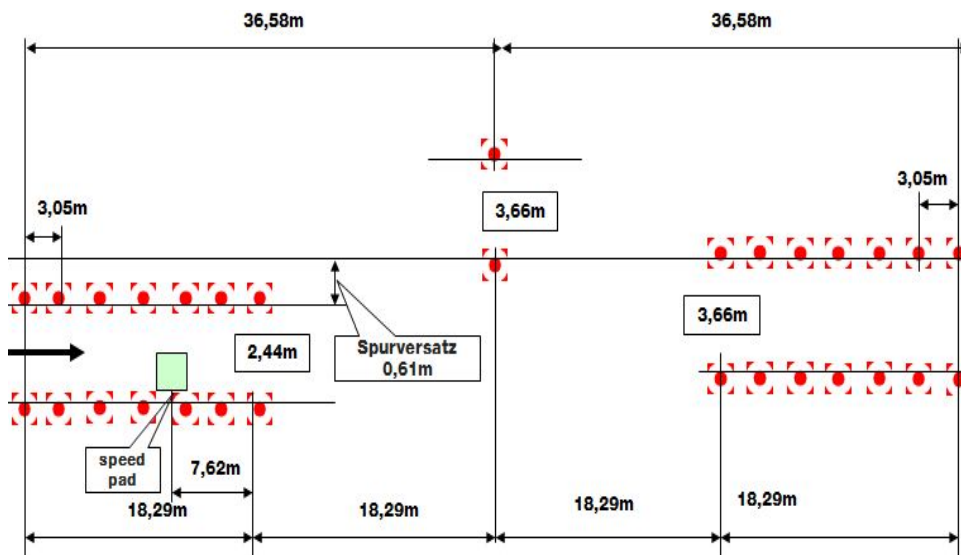
FAHRZEUGREGLER – CU AVOIDANCE MANEUVER. WIRKKETTE UND VERSUCHSRANDBEDINGUNGEN.

- **Wirkkette:**
 - Die Wirkkette ist analog SWD, entsprechend kann auch der CU-Ausweichetest als Gesamtfahrzeugtest verstanden werden.
 - Bezüglich der Fahrzeugreglerapplikation müssen Zielkonflikte zum SWD beachtet werden, wobei die Geschwindigkeitsfenster so dicht zusammen liegen, dass eine Kompromiss-Applikation gefunden werden muss.
 - Erfahrungsgemäß hat die Lenkstrategie bzw. das fahrerische Geschick einen nicht unerheblichen Einfluss auf das Testergebnis.
- **Variantenbildung:** analog SWD
- **Aufwand:** ca. 30 min je Variante
- **Notwendige Arbeitsmittel (analog SWD):**
 - Die Versuche sind Teil- und Vollbeladen sowie Vollbeladen mit 75 kg Dachlast durchzuführen (→ Dachträger, Wasserpuppen, Sandsäcke, ggf. Panoramadachzuschlag bei der Dachlast, falls keines verbaut ist).
 - Als interne Versuchstrecke kommen die FDF in Miramas und Aschheim in Frage. Wichtig an dieser Stelle ist die Messeinrichtung zur Bestimmung der Durchfahrtsgeschwindigkeit
 - Das Radabheben wird per Videoüberwachung der Räder dokumentiert (Go-Pro).
 - Pylonen sind entsprechend der Prüfvorschrift unabhängig von der Fahrzeugbreite aufzubauen
- **Randbedingungen der Versuchsdurchführung:**
 - Die Versuchsdurchführung ist im „Erprobungshandbuch Objektivierung Fahrdynamik - Kippabsicherung“ ausführlich beschrieben.



FAHRZEUGREGLER – CU AVOIDANCE MANEUVER. DURCHFÜHRUNG UND AUSWERTUNG.

- Definition zum Stellen der Pylonengasse siehe Abbildung.
- Die für Bestbewertung erforderlichen Einfahrtsgeschwindigkeiten im Schubbetrieb ohne „Lift-Up“ (= Auswertekriterium) siehe Tabelle.
- Die Beladungsanforderungen sind nicht ganz klar, daher wird der Test nach BMW-Vorgabe gefahren mit ZGG + Dachlast (= Zulässiges Gesamtgewicht bei maximaler HA-Last inklusive maximal zulässiger Dachlast mit ggf. Panoramadach-Zuschlag)
- Verschärfte BMW-Kriterien sind:
 - Radabheben (Lift-Up): maximal ein Rad für maximal 5cm mit mindestens der für diese Fahrzeugklasse notwendigen „very good“ Geschwindigkeit
 - Schwimmwinkel $< 15^\circ$
 - kein Fahrbahn Felgenkontakt (impliziert, dass kein Reifenabwurf möglich ist)



Fahrzeugklasse	Mindest Einfahrtsgeschwindigkeit [km/h] / [mph] ohne Radabheben für Beurteilung "very good"
kleine Limousinen / Coupes	86.9 / 54
große Limousinen / Coupes	85.3 / 53
X-Modelle / SUV / SAV	83.7 / 52



FAHRZEUGREGLER – ADAC AUSWEICHTEST. EINORDNUNG.

- Der ADAC Ausweichtest ist ein doppelter Spurwechsel im Schubbetrieb mit definierter Pylonengasse, wobei eine Einfahrtsgeschwindigkeit > 90km/h für die volle Punktzahl notwendig ist.
- Er ist neben dem SWD-Gesetzestest fester Bestandteil der „Kippabsicherung“ bei EF seitens der hierfür eingerichteten Fachstelle.
- Der ADAC fährt diesen Test normalerweise teilbeladen, es gibt jedoch immer wieder Sondertests mit voller Beladung und Dachboxen / Fahrradträgern zur Simulation vor Urlaubsfahrten.
- Hierbei werden bewertet:
 - das DSC-Regelverhalten
 - Schieben über die Räder bzw. Schleudern (also Unter- / Übersteuern),
 - eine verhärtende Lenkung,
 - einen hohen Lenkwinkelbedarf und
 - eine Tendenz zum Umkippen.
 - → exaktere Kriterien sind nicht bekannt
- Laut ADAC wird der Test mit unterschiedlichen Lenkstrategien und Fahrstilen variiert.
- Es gelten die verschärften BMW-Anforderungen analog SWD.



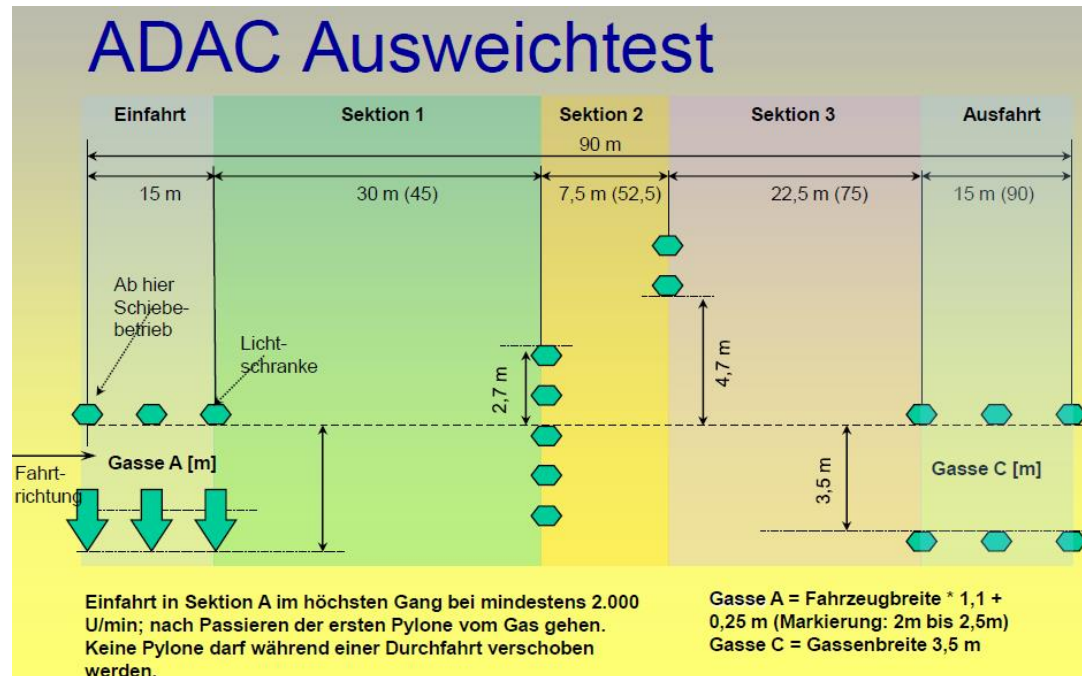
FAHRZEUGREGLER – ADAC AUSWEICHTEST. VERSUCHSRANDBEDINGUNGEN UND WIRKKETTE.

- **Wirkkette:**
 - Die Wirkkette ist analog SWD, entsprechend kann auch der ADAC-Ausweichtest als Gesamtfahrzeugtest verstanden werden.
 - Bezüglich der Fahrzeugreglerapplikation müssen Zielkonflikte zum SWD beachtet werden, wobei der Geschwindigkeitsfenster so dicht zusammen liegen, dass eine Kompromiss-Applikation gefunden werden muss.
 - Erfahrungsgemäß hat die Lenkstrategie bzw. das Fahrerische Geschick einen nicht unerheblichen Einfluss auf das Testergebnis.
- **Variantenbildung:** analog SWD
- **Aufwand:** ca. 30 min je Variante
- **Notwendige Arbeitsmittel (analog SWD):**
 - Die Versuche sind Teil- und Vollbeladen mit Dachlast durchzuführen (→ Dachträger, Wasserpuppen, Sandsäcke, ggf. Panaoramadachzuschlag bei der Dachlast, falls keines verbaut ist).
 - Als interne Versuchstrecke kommen die FDF in Miramas und Aschheim in Frage.
 - Das Radabheben wird per Videoüberwachung der Räder dokumentiert (Go-Pro).
 - Pylonen sind entsprechend der Prüfvorschrift abhängig von der Fahrzeugbreite aufzubauen.
- **Randbedingungen der Versuchsdurchführung:**
 - Die Versuchsdurchführung ist im „Erprobungshandbuch Objektivierung Fahrdynamik - Kippabsicherung“ ausführlich beschrieben.



FAHRZEUGREGLER – ADAC AUSWEICHTEST. DURCHFÜHRUNG UND AUSWERTUNG.

- Definition zum Stellen der der Pylonengasse, welche im Schubbetrieb durchfahren wird



- BMW-Kriterien sind 90 km/h teilbeladen zu erreichen, vollbeladen mit maximaler Dachlast ist auch eine geringere Eingangsgeschwindigkeit zulässig, es gilt jedoch immer:
 - Radabheben: maximal ein Rad für maximal 5cm, vollbeladen mit Dachlast maximal 5cm an beiden Rädern
 - Schwimmwinkel < 15°
 - Kein Fahrbahn Felgenkontakt (impliziert, dass kein Reifenabwurf möglich ist)

FAHRZEUGREGLER – CONSUMER-SPURWECHSEL. PRÜFBERICHT.



Prüfbericht ESC Consumer-Tests "CU" und "ADAC"		1 von 2	
Geprüftes Fahrzeug Typ: Motor: Baugruppe: V-Nr.: <small>z.B. G21 z.B. B58 O1 TU2 48V z.B. BBG oder V51</small>			
Antrieb: Getriebe: BRS-Hardware: <small>Front / Standard / Allrad / Diff-Sperre z.B. Automat, DKG, Handschalter z.B. DSC MK100 High+, iB MK-C1</small>			
Fahrwerk: Lenkung: <small>Basis / Sport / VDC (ggf. Softwarestand) / Luftfeder / Hinterachslenkung / Wankstabilisierung Sportlenkung / Basislenkung</small>			
BRS-Software: Ziel-Iststufe: <small>PDX-Container z.B.: DSC_CT03_S18A.008_008_012.pdx z.B.: 20-07-430 oder Software-Nummer z.B.: AG2RAT00323</small>			
QDM-Software: Ziel-Iststufe: <small>Bzw. SW weiterer als relevant identifizierter ECUs z.B.: 20-07-430</small>			
Gewichte: Teilbeladen: VA = kg HA = kg ZGG: VA = kg HA = kg davon Dachlast = kg <small>Dachlast ggf. mit Panoramadachschlag, falls SA nicht verbaut. Bei Fahrzeugen ohne Dachträgerangebot Dachlast "-" angeben.</small>			
Reifen Nr. 1: <small>Hersteller z.B. Michelin // Typ z.B. Pilot Super Sport // Dimension z.B. 225/40 R18 95Y * // Bauweise STD oder RFT</small>			
CU Shikane mit ZGG Schnellste Einfahrtsgeschwindigkeit für max.ein Rad für max. 5 cm abgehoben:km/h Schwimmwinkel (soll < 15°): Ist: ° Felgenkontakt J/N: "Very Good" J/N: <small>> Vmin für diese Fahrzeugklasse?</small>			
ADAC Ausweichtest Teilbeladen 90km/h Mehr als ein Rad für max. 5 cm abgehoben: J/N Schwimmwinkel (soll < 15°): Ist: ° ZGG Erreichte Eingangsgeschwindigkeit: km/h Felgenkontakt J/N: <small>Bis zu der kein doppeltes Radabheben, Schwimmwinkel iO</small> Felgenkontakt J/N: Schwimmwinkel (soll < 15°): Ist: °			
geprüft durch Tests bestanden J/N <small>Vor- / Nachnahme in Druckbuchstaben, Kurzzeichen bzw. Werkvertrag</small>			
Ort: Datum: Unterschrift: <small>Testgelände / Strecke</small>			

Prüfbericht ESC Consumer-Tests "CU" und "ADAC"		2 von 2	
Geprüftes Fahrzeug Typ: Motor: Baugruppe: V-Nr.: <small>z.B. G21 z.B. B58 O1 TU2 48V z.B. BBG oder V51</small>			
Reifen Nr. 2: <small>Hersteller z.B. Michelin // Typ z.B. Pilot Super Sport // Dimension z.B. 225/40 R18 95Y * // Bauweise STD oder RFT</small>			
CU Shikane mit ZGG Schnellste Einfahrtsgeschwindigkeit für max.ein Rad für max. 5 cm abgehoben:km/h Schwimmwinkel (soll < 15°): Ist: ° Felgenkontakt J/N: "Very Good" J/N: <small>> Vmin für diese Fahrzeugklasse?</small>			
ADAC Ausweichtest Teilbeladen 90km/h Mehr als ein Rad für max. 5 cm abgehoben: J/N Schwimmwinkel (soll < 15°): Ist: ° ZGG Erreichte Eingangsgeschwindigkeit: km/h Felgenkontakt J/N: <small>Bis zu der kein doppeltes Radabheben, Schwimmwinkel iO</small> Felgenkontakt J/N: Schwimmwinkel (soll < 15°): Ist: °			
Reifen Nr. 3: <small>Hersteller z.B. Michelin // Typ z.B. Pilot Super Sport // Dimension z.B. 225/40 R18 95Y * // Bauweise STD oder RFT</small>			
CU Shikane mit ZGG Schnellste Einfahrtsgeschwindigkeit für max.ein Rad für max. 5 cm abgehoben:km/h Schwimmwinkel (soll < 15°): Ist: ° Felgenkontakt J/N: "Very Good" J/N: <small>> Vmin für diese Fahrzeugklasse?</small>			
ADAC Ausweichtest Teilbeladen 90km/h Mehr als ein Rad für max. 5 cm abgehoben: J/N Schwimmwinkel (soll < 15°): Ist: ° ZGG Erreichte Eingangsgeschwindigkeit: km/h Felgenkontakt J/N: <small>Bis zu der kein doppeltes Radabheben, Schwimmwinkel iO</small> Felgenkontakt J/N: Schwimmwinkel (soll < 15°): Ist: °			
geprüft durch Tests bestanden J/N <small>Vor- / Nachnahme in Druckbuchstaben, Kurzzeichen bzw. Werkvertrag</small>			
Ort: Datum: Unterschrift: <small>Testgelände / Strecke</small>			

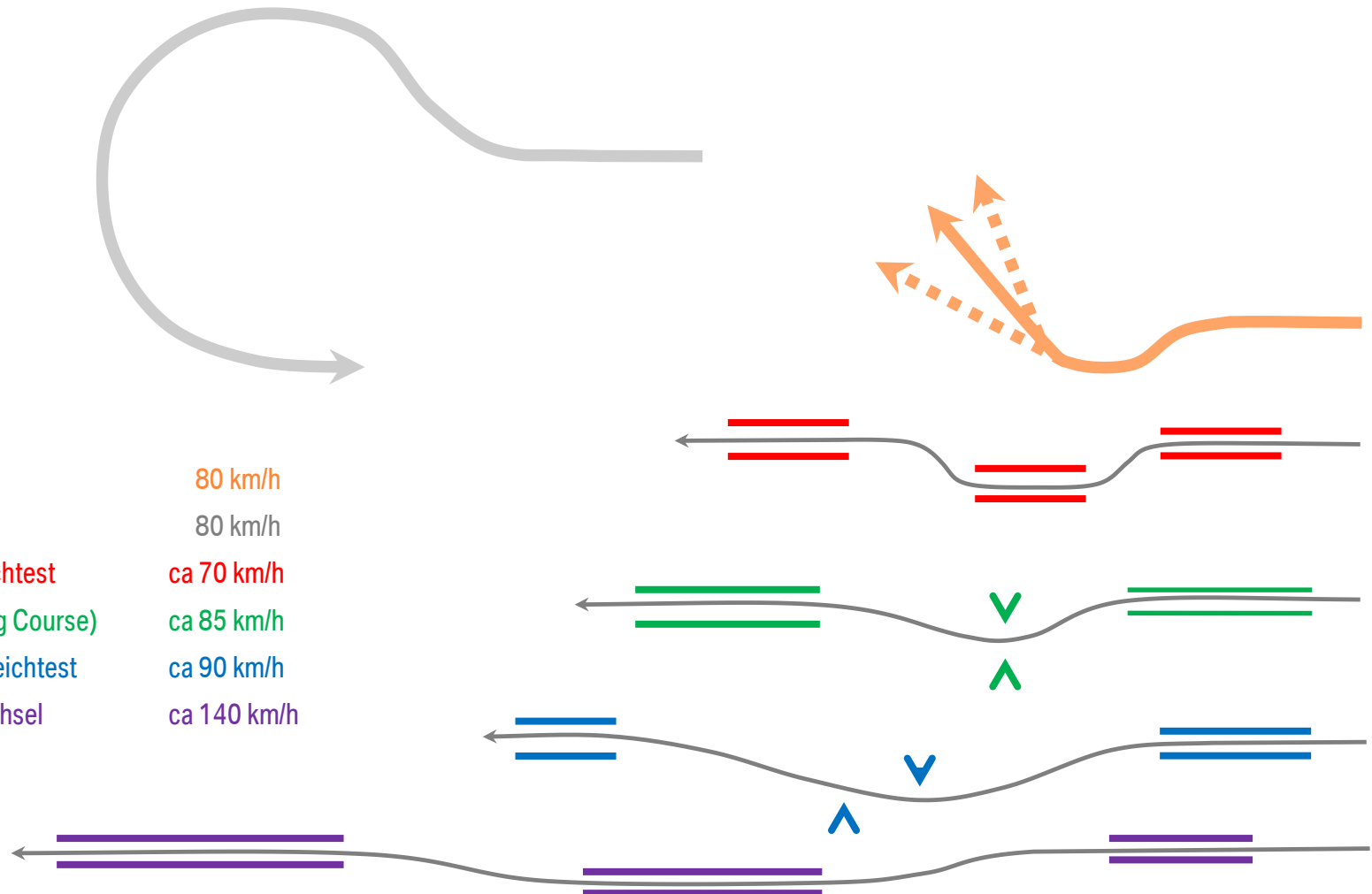


FAHRZEUGREGLER – PRESSETESTS. ISO- / VDA-SPURWECHSEL UND SLALOM.

- Bei dem VDA- und ISO-Spurwechsel handelt es sich um Presstests mit genormten Pylonengassen, das Fahrverhalten wird an dieser Stelle nicht beschrieben, lediglich die Pylonengassen sind genormt. Gleiches gilt für den 18m-Slalom.
- Diese Manöver sind fester Bestandteil der Prüfung der Presstest-Performance bei EF seitens der hierfür eingerichteten Fachstelle.
- Die Versuchsdurchführung ist entsprechend im „Erprobungshandbuch Objektivierung Fahrdynamik - Kippabsicherung“ ausführlich beschrieben.
- **Wirkkette und Wechselwirkungen**
 - Ziel der Presstest-Performance ist stets eine möglichst schnelle Durchfahrtszeit.
 - Die Fahrzeugregler-Applikation betreffend können SWD, CU-Shikane, ADAC-Ausweichtest und VDA-Spurwechsel aufgrund der eng zusammen liegenden Durchfahrtsgeschwindigkeiten und Lenkeingaben nicht getrennt voneinander appliziert werden, sondern müssen iterativ als „bester Kompromiss“ erarbeitet werden. Je größer der Beitrag des Fahrzeugreglers zum Bestehen des SWD sein muss, desto geringer sind die Spielräume für Performancegewinne in den Presstests.
 - Erfahrungsgemäß hat die Lenkstrategie bzw. das fahrerische Geschick einen nicht unerheblichen Einfluss auf das Testergebnis.
- Seitens BMW gelten für die Presstests neben den PREP-Zielen für die Durchfahrtszeiten die selben Vorgaben, wie für die Consumer- / Homologationstests:
 - Radabheben: Vollbeladen maximal ein Rad für maximal 5cm, (Vollbeladen mit Dachlast maximal 5cm an beiden Rädern)
 - Schwimmwinkel $< 15^\circ$ für alle Beladungszustände
 - Kein Fahrbahn Felgenkontakt (impliziert, dass kein Reifenabwurf möglich ist) für alle Beladungszustände

FAHRZEUGREGLER - TESTS. VERGLEICH DER TRAJEKTORIEN.

- Im Verhältnis zueinander ca. maßstabsgetreu und typische Durchfahrtsgeschwindigkeiten (je nach Fzg-Typ und Reifen ca. $\pm 10\%$)



FAHRZEUGREGLER - μ_{Low} AUSWEICHTEST. EINORDNUNG.

- Der μ_{Low} Ausweichtest ist ein auf natürlicher Schneefahrbahn durchzuführender doppelter Spurwechsel ähnlich einem VDA-Spurwechsel.
- Dieser technische Standard gilt für China, er ist Bestandteil der GB/T 30677-2014. Es handelt sich hierbei um eine „Performance-Anforderung“, nicht um eine verbindliche Typprüfung.
- Aufgeführt ist der Test im „Anhang A, ice / snow road test “
- Eine Besonderheit ist, dass der Sicherheitsgewinn gegenüber dem unregulierten Fahrzeug bewertet wird (DSC OFF).
- Um sicher zu sein, dass die μ_{Low} -Applikation passt, falls dieser Test zukünftig einen gewichtigeren Status erhalten sollte, sollte er im Zuge der Applikation mindestens ein Mal überprüft und dokumentiert werden. Darüber hinaus passt er ohnehin in die bisherige Abstimmphilosophie.

FAHRZEUGREGLER - μ_{Low} AUSWEICHTEST. WIRKKETTE UND VARIANTENBILDUNG.

- **Wirkkette:**

- Da im - Gegensatz zu anderen Tests - die Delta-Performance zwischen DSC-On/-Off bewertet wird, sind alle anderen Fahrzeugeigenschaften der Regelsystem-Applikation untergeordnet.
- Im Gegensatz zu den Spurwechselmanövern auf Hochreibwert, ist der Einfluss des Fahrwerks auch aufgrund des viel geringeren Querdynamikeintrages weniger dominant. Der Fahrzeugcharakter bzgl. Unter- / Übersteuer-tendenz auf Niedrigreibwert hat jedoch indirekt weiter einen Einfluss.
- Ebenso einen Einfluss haben die Schnee-Handling-Eigenschaften der Winterreifen

- **Variantenbildung:**

- Da der Reglereinfluss allen anderen Einflüssen über geordnet ist reicht je Fahrzeugvariante die Variation der Reifen (Winter / All-Season). Bei mehreren Querdynamischen Stellern (z.B. HSR) sind diese Varianten zu berücksichtigen.

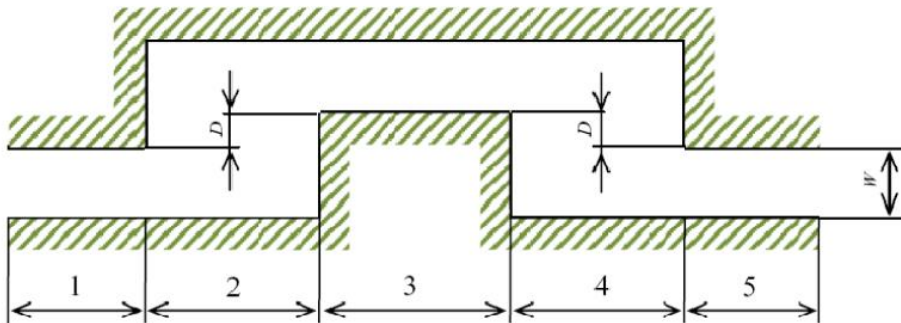
- **Aufwand:**

- Der Aufwand beträgt ca 1/2 Tag je Fahrzeugvariante, wobei in Schweden auf den Versuchstrecken im Gegensatz zu Miramas standardmäßig keine Pylonen gestellt sind

FAHRZEUGREGLER - μ_{Low} AUSWEICHTEST. VERSUCHSRANDBEDINGUNGEN.

- **Notwendige Arbeitsmittel und Randbedingungen der Versuchsdurchführung:**
 - Die Versuche sind Teilbeladen durchzuführen.
 - Als Fahrbahn ist eine „festgefahrenene Schneedecke“ beschrieben, welche sich „möglichst wenig verändern“ soll.
 - Die Auswertung erfolgt subjektiv, bzw. anhand der aufgezeichneten Einfahrtsgeschwindigkeit.
 - Als interne Versuchsstrecken kommen nur die beiden FDF in Arjeplog in Frage.
 - Die Pylonen sind entsprechend der Prüfvorschrift aufzubauen. Erfahrungsgemäß nutzen sich Schneefahrbahnen so schnell ab, dass die Pylonen nach spätestens drei Durchfahrten versetzt werden müssen, weil ansonsten der Fahrbahneinfluss alles andere überwiegt. Hierzu steht in der Prüfvorschrift, dass sich die Fahrbahn nicht über die Versuche verändern soll (→ dies zwingt zum Präparieren oder Versetzen)
 - Die Prüfvorschrift schreibt die Messung der Einfahrtsgeschwindigkeit vor. Im Versuchsbetrieb kann diese auch dem Messschrieb entnommen werden.
 - Zulässig sind Winter- und All-Season-Reifen, entsprechend müssen beide Typen geprüft werden, je nach Marktabdeckung

FAHRZEUGREGLER - μ_{Low} AUSWEICHTEST. TESTUMFANG UND AUSWERTUNG.



Road section number	Length, L m	Offset, D m	Width, w m
1	15	---	$1.1w + 1.25$
2	30	---	---
3	25	1	$1.2w + 1.25$
4	25	---	---
5	15	---	$1.3w + 1.25$

Note: w is vehicle width, m;

- Der Test wird wie folgt zuerst im DSC-OFF, dann im DSC-On gefahren:
 - Gestartet wird mit 30 km/h, danach wird in maximal 5 km/h Schritten gesteigert
 - Vorgabe ist Konstantfahrt, d.h. konstantes Gaspedal (→ keine Wechselwirkung zu ASC / MSR)
 - Ist die erreichte Fahrgeschwindigkeit so hoch, dass auch in fünf aufeinander folgenden Versuchen eine Pylone fällt / verschoben wird, gilt die vorherige Fahrgeschwindigkeitsstufe als die gültige.
- Der Versuch wird teilbeladen durchgeführt = leer mit Tank > 90% + 168 kg (ca. 60 kg Messtechnik und ca 85 kg Fahrer + ggf. 23 kg Ballast)
- **Bestehenskriterien:**
 - Kriterium ist, dass die Durchfahrtsgeschwindigkeit im DSC ON „signifikant höher“ sein sollte als im OFF.
 - Über die Lenkstrategie oder den Lenkaufwand wird nichts ausgesagt.
 - **BMW: Korrigieren bis maximal 20° Lenkradwinkel in der Zielgasse ist zulässig → zu vereinbarende Bandbreite**

FAHRZEUGREGLER - μ_{Low} AUSWEICHTEST. PRÜFBERICHT.

Prüfbericht ESC μ_{Low} Ausweichtest gem. GB/T 30677-2014		
Geprüftes Fahrzeug		
Typ: <small>z.B. G21</small>	Motor: <small>z.B. B58 O1 Tü2 48V</small>	Baugruppe: <small>z.B. BBG oder VS1</small>
V-Nr.:		
Antrieb: <small>Front / Standard / Allrad / Diff-Sperre</small>	Getriebe: <small>z.B. Automat, DKG, Handschalter</small>	BRS-Hardware: <small>z.B. DSC MK100 High+, IB MK-C1</small>
Fahrwerk: <small>Basis / Sport / VDC (ggf. Softwarestand) / Luftfeder / Hinterachslenkung / Wankstabilisierung / Sportlenkung / Basislenkung</small>		
Lenkung:		
BRS-Software: <small>PDX-Container z.B.: DSC_CT03_S18A.008_008_012.pdx oder Software-Nummer z.B.: AG2RAT00323</small>	Ziel-istufe: <small>z.B.: 20-07-1430</small>	
QDM-Software: <small>Bzw. SW weiterer als relevant identifizierter ECUs</small>	Ziel-istufe: <small>z.B.: 20-07-1430</small>	
Gewicht:		
Teilbeladen: VA = kg HA = kg Tank > 90% plus 168 kg für Fahrer und Messtechnik		
Reifen Nr. 1: <small>Hersteller z.B. Michelin // Typ z.B. Pilot Super Sport // Dimension z.B. 225/40 R18 95Y ★ // Bauweise STD oder RFT</small>		
Maximal mögliche Geschwindigkeit im DSC-OFF = km/h		
Maximal mögliche Geschwindigkeit im DSC-ON = km/h <small>ON muss "signifikant schneller" möglich sein als OFF, mit maximal 20° Lenkkorrekturen</small>		
Reifen Nr. 2: <small>Hersteller z.B. Michelin // Typ z.B. Pilot Super Sport // Dimension z.B. 225/40 R18 95Y ★ // Bauweise STD oder RFT</small>		
Maximal mögliche Geschwindigkeit im DSC-OFF = km/h		
Maximal mögliche Geschwindigkeit im DSC-ON = km/h <small>ON muss "signifikant schneller" möglich sein als OFF, mit maximal 20° Lenkkorrekturen</small>		
Kommentar		
geprüft durch Test bestanden J/N <small>Vor- / Nachname in Druckbuchstaben, Kurzzeichen bzw. Werkvertrag</small>		
Ort: <small>Testgelände / Strecke</small>	Datum:	Unterschrift:

REGELSYSTEM - μ_{Low} STABILE KURVENFAHRT. EINORDNUNG.

- Der μ_{Low} Test „Stabile Kurvenfahrt“ ist ein auf natürlicher Schneefahrbahn zu fahrender Kreisbogen.
- Dieser technische Standard gilt für China, er ist Bestandteil der GB/T 30677-2014. Es handelt sich hierbei um eine „Performance-Anforderung“, nicht um eine verbindliche Typprüfung.
- Aufgeführt ist der Test im „Anhang A, ice / snow road test “
- Eine Besonderheit ist, dass der Sicherheitsgewinn gegenüber dem unregelten Fahrzeug bewertet wird (DSC OFF), wobei Fahrzeugregler, Traktionskontrolle und ggf. Allradansteuerung zusammenarbeiten müssen.
- Die GB/T 30677-2014 ist aktuell der einzige Standard, welcher auch auf die Traktionskontrolle abzielt.
- Um sicher zu sein, dass die μ_{Low} -Applikation passt, falls dieser Test zukünftig einen gewichtigeren Status erhalten sollte, sollte er im Zuge der Applikation mindestens ein Mal überprüft und dokumentiert werden. Darüber hinaus passt er ohnehin in die bisherige Abstimmphilosophie.

REGELSYSTEM - μ_{Low} STABILE KURVENFAHRT. WIRKKETTE / VARIANTEN / AUFWAND.

▪ **Wirkkette:**

- Da im - Gegensatz zu anderen Tests - die Delta-Performance zwischen DSC-On /-Off bewertet wird, sind alle anderen Fahrzeugeigenschaften der Regelsystem-Applikation untergeordnet.
- Die Applikation der Traktionskontrolle ist an dieser Stelle mindestens genau so wichtig, wie die Ausprägung des Fahrzeugreglers und der GMV (also stabilisierende und agilisierende Anteile). Insbesondere bei Allrad muss die Referenzführung gegen Aufseilen sicher sein.
- Die Allradapplikation hat an dieser Stelle ebenfalls einen großen Einfluss und muss mit der Applikation der Traktionskontrolle Hand in Hand erfolgen.
- Im Gegensatz zu den Spurwechselmanövern auf Hochreibwert, ist der Einfluss des Fahrwerks auch aufgrund des viel geringeren Querdynamikeintrages weniger dominant. Der Fahrzeugcharakter bzgl. Unter- / Übersteuertendenz auf Niedrigreibwert hat jedoch einen Einfluss.
- Ebenso einen Einfluss haben die Schnee-Handling-Eigenschaften der Winterreifen und hier insbesondere das Verhältnis von Querführungsvermögen zu Traktionsvermögen.

▪ **Variantenbildung**

- Bei mehreren Querdynamischen Stellern (z.B. HSR) sind diese Varianten zu berücksichtigen.
- Abzuprüfen sind die Antriebsvarianten (2wd / 4wd mit und ohne Sperre)
- Sowie die Reifenvarianten (Winter / All Season)

▪ **Aufwand:**

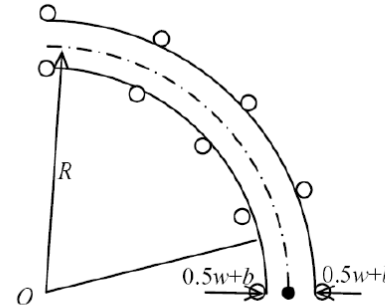
- Der Aufwand beträgt ca 1/2 Tag je Fahrzeugvariante, wobei in Schweden auf den Versuchstrecken im Gegensatz zu Miramas standardmäßig keine Pylonen gestellt sind

REGELSYSTEM - μ_{Low} STABILE KURVENFAHRT. VERSUCHSRANDBEDINGUNGEN.

- **Notwendige Arbeitsmittel und Randbedingungen der Versuchsdurchführung:**
 - Die Versuche sind Teilbeladen durchzuführen.
 - Als Fahrbahn ist eine „festgefahrenene Schneedecke“ als Kreisfahrbahn mit „mindestens 100m“ Radius beschrieben, welche sich „möglichst wenig verändern“ soll. Als interne Versuchsstrecke kommt entsprechend nur Arjeplog in Frage
 - Die Pylonen sind entsprechend der Prüfvorschrift aufzubauen (alle 15° eine, also 24 Stück auf 360°). Erfahrungsgemäß nutzen sich Schneefahrbahnen so schnell ab, dass die Pylonen nach spätestens drei Durchfahrten versetzt werden müssen, weil ansonsten der Fahrbahneinfluss alles andere überwiegt. Hierzu steht in der Prüfvorschrift, dass sich die Fahrbahn nicht über die Versuche verändern soll (→ dies zwingt zum Präparieren oder Versetzen)
 - Die Auswertung erfolgt subjektiv und auf Basis von Messschrieben,
 - Zulässig sind Winter- und All-Season-Reifen




REGELSYSTEM - μ_{Low} STABILE KURVENFAHRT. TESTUMFANG UND AUSWERTUNG.

- Die genormte Kreisbahn wird 3x rechts und 3x links herum durchfahren, jeweils im DSC-On und -Off.
 - Im DSC-Off wird langsam mit max 0.25 m/s^2 beschleunigt, bis das Fahrzeug die abgesteckte Spur nicht mehr halten kann.
 - Im DSC-On wird genau wie im DSC-Off beschleunigt, wobei das Fahrpedal am Ende voll durchgetreten sein muss.
 - Der Versuch wird teilbeladen durchgeführt = leer mit Tank > 90% + 168 kg (ca. 60 kg Messtechnik mit Lenkmaschine und ca 85 kg Fahrer + ggf. 23 kg Ballast)
- Bestehenskriterien** sind, dass
 - die Fahrbahn im DSC-On nicht verlassen werden darf,
 - wobei die erreichte Endgeschwindigkeit der „maximalen-gerade-noch-stabil“-Geschwindigkeit im DSC-Off „möglichst nahe kommen soll“
 - Die Spurhaltung muss über 2 Runden erfolgen. (Dies ist in der Realität wegen der häufig zu beobachtenden Reibwertschwankungen der Fahrbahnen unrealistisch. Im an dieser Stelle gefragten querdynamischen Grenzbereich ist deshalb meist nur $\frac{1}{2}$ Runde mit konstanten Randbedingungen möglich.)
 - Über den Lenkaufwand wird ausgesagt: „During the test, driver should adjust steering wheel angle, so that vehicle runs stably“.
- BMW-Kriterien:**
 - Langsame Lenkkorrekturen von nicht mehr als $\pm 25^\circ$ um den statischen Lenkwinkel sind zulässig.
 - Abzuprüfen mit einem Kreisradius möglichst nahe 100m und einem Kreisradius dessen Kurvengrenzgeschwindigkeit > 100 km/h liegt.



R is radius of a circle and should be no less than 100m, w is test vehicle width, and b is equivalent to 1.5m.

REGELSYSTEM - μ_{Low} STABILE KURVENFAHRT. PRÜFBERICHT.

Prüfbericht ESC μ_{Low} Ausweichtest gem. GB/T 30677-2014   		
Geprüftes Fahrzeug		
Typ: <small>z.B. G21</small>	Motor: <small>z.B. B58 O1 Tü2 48V</small>	Baugruppe: <small>z.B. BBG oder VS1</small>
Antrieb: <small>Front / Standard / Allrad / Diff-Sperre</small>	Getriebe: <small>z.B. Automat, DKG, Handschalter</small>	BRS-Hardware: <small>z.B. DSC MK100 High+, IB MK-C1</small>
Fahrwerk: <small>Basis / Sport / VDC (ggf. Softwarestand) / Luftfeder / Hinterachslenkung / Wankstabilisierung</small>	Lenkung: <small>Sportlenkung / Basislenkung</small>	
BRS-Software: <small>PDX-Container z.B.: DSC_CT03_S18A.008_008_012.pdx oder Software-Nummer z.B.: AG2RAT00323</small>	Ziel-istufe: <small>z.B.: 20-07-i430</small>	
QDM-Software: <small>Bzw. SW weiterer als relevant identifizierter ECUs</small>	Ziel-istufe: <small>z.B.: 20-07-i430</small>	
Gewicht: Teilbeladen: VA = kg HA = kg Tank > 90% plus 168 kg für Fahrer und Messtechnik		
Reifen Nr. 1: <small>Hersteller z.B. Michelin // Typ z.B. Pilot Super Sport // Dimension z.B. 225/40 R18 95Y ★ // Bauweise STD oder RFT</small> Maximal mögliche Geschwindigkeit im DSC-OFF = km/h Maximal mögliche Geschwindigkeit im DSC-ON = km/h <small>ON muss "signifikant schneller" möglich sein als OFF, mit maximal 20° Lenkkorrekturen</small>		
Reifen Nr. 2: <small>Hersteller z.B. Michelin // Typ z.B. Pilot Super Sport // Dimension z.B. 225/40 R18 95Y ★ // Bauweise STD oder RFT</small> Maximal mögliche Geschwindigkeit im DSC-OFF = km/h Maximal mögliche Geschwindigkeit im DSC-ON = km/h <small>ON muss "signifikant schneller" möglich sein als OFF, mit maximal 20° Lenkkorrekturen</small>		
Kommentar <div style="height: 100px; border: 1px solid black;"></div>		
geprüft durch Test bestanden J/N <small>Vor- / Nachname in Druckbuchstaben, Kurzzeichen bzw. Werkvertrag</small> Ort: Datum: Unterschrift: <small>Testgelände / Strecke</small>		

ANHÄNGERSCHLINGERLOGIK - ASL. ZULASSUNG 100 KM/H IN DEUTSCHLAND.

▪ Einordnung:

- Für den deutschen Markt ist es möglich, Gespanne für den Anhängerbetrieb bis 100 km/h qualifizieren zu lassen. Diese Möglichkeit wird vor allem für die größeren SUVs - also für die X5-Familie - genutzt.
- Möglich ist dies nach StVO jedoch nur bis zu einem bestimmten Verhältnis von Zugfahrzeugmasse zur Masse des Anhängers. Dieses Verhältnis - d.h. **die letztlich bei 100 km/h noch erlaubte Anhängermasse - kann jedoch größer gewählt werden, wenn** das Zugfahrzeug ABS hat und
 - der Anhänger (mit / ohne Auflaufbremse) über technische Einrichtungen zur Schwingungsdämpfung verfügt, oder
 - **das Zugfahrzeug „mit einem speziellen fahrdynamischen Stabilitätssystem für den Anhängerbetrieb ausgestattet ist“, welches bis 120 km/h die Stabilität im Vergleich zur „Nichtausstattung“ verbessert.**
- Für diesen Nachweis prüft der technische Dienst das Zugfahrzeug im Gespann nach ISO-9815. Diese Norm beschreibt jedoch nur die Vorgehensweise zur messtechnischen Erfassung mit anschließender mathematischer Aufbereitung der Schlingereigenschaften eines Gespanns im Fahrversuch. Da es sich bei der ISO nicht um einen Gesetzestest handelt (sondern um einen genormtes Testverfahren), gibt es in diesem Dokument keine definierten Bestehenskriterien.
- Logisch ist jedoch, dass, dass die Schwingung / das Gespannschlingern im Rahmend der Zertifizierung - also des ISO-Tests - beherrschbar und vor allem abklingend sein muss (→ Verbesserung ggü. Nichtausstattung gemäß StVO).
- Parallel muss der OEM dem technischen Dienst / der Behörde zur Zertifizierung bestätigen, dass das Fahrzeug über eine ASL verfügt, welche bei 100 km/h wirksam ist. Die Applikation der ASL erfolgt im Fahrversuch - z.B. aufgrund der französischen StVO (130 km/h auf Autobahnen auch für Gespanne) - ohnehin bis weit über 120 km/h.

▪ Wirkkette im Fahrzeug:

- Die Wirkkette „Anhängerschlingern“ ist fahrdynamisch verzweigt und vor allem auch extrem abhängig von der Beladung des Gespanns, sowie von der Bauart des Hängers. Eine gezielte Optimierung z.B. der Kinematik erfolgt daher nicht.

ANHÄNGERSCHLINGERLOGIK - ASL. ZULASSUNG 100 KM/H IN DEUTSCHLAND.

■ **Variantenbildung:**

- Seitens Zugfahrzeug sollten Fahrwerksvarianten geprüft werden, insbesondere bei Multi-Aktuatorik (HA-Lenkung), sowie Reifenvarianten.
- In Miramas stehen verschiedene Anhängermodelle zur Applikation zur Verfügung. Wichtig ist, dass hierbei anhängerseitig keine schwingungsdämpfenden System genutzt werden (Worst Case Variante).

■ **Versuchsrandbedingungen:**

- Die entsprechenden Fahrversuche werden meist auf dem OdM durchgeführt.
- Soll das Schwingungsverhalten des Gespanns nach ISO-9815 dokumentiert werden, ist eine besondere messtechnische Ausrüstung des Gespanns notwendig, d.h. zusätzlich zu einem standardmäßigen BRS-Messaufbau ist zu erfassen: der Knickwinkel des Gespanns, sowie Querbeschleunigung und Gierrate des Anhängers.
- Eine Auswertung mit graphischer Aufbereitung der Messdaten nach ISO erfordert ein automatisiertes Matlab Skript.

■ **Durchführung:**



- Die durchzuführenden Fahrmanöver sind in der ISO beschrieben. Im Gespann sind vor allen die verschiedenen Beladungszustände des Zugfahrzeugs in Verbindung mit den günstigen (zulässige Stützlast) und ungünstigen Hängerbeladungen (keine / minimale Stützlast) bis max. Anhängelast zu prüfen.

■ **Auswertung:**

- Empfehlung: Da es keine Bestehenskriterien in der ISO gibt, die Zertifizierung bisher jedoch stets erfolgreich verlaufen ist, kann die ASL gemäß der Manörevorgaben des DSC-Erprobungshandbuchs / der Abstimmphilosophie appliziert werden.
- Verhindert die ASL anschließend auch bei ungünstigen Beladungszuständen zuverlässig ein Aufschaukeln des Gespanns, auch über 120 km/h zuverlässig, kann man davon ausgehen, dass die Zertifizierung erneut erfolgreich sein wird.



ANHÄNGERSCHLINGERLOGIK - ASL. PRÜFBERICHT.

Prüfbericht ASL in Anlehnung an ISO 9815				Rolls-Royce Motor Cars Limited
Geprüftes Fahrzeug				
Typ:	Motor:	Baugruppe:	V-Nr.:	
z.B. G21 z.B. B58 O1 TU2 48V z.B. BBG oder VS1				
Antrieb:	Getriebe:	BRS-Hardware:		
Front / Standard / Allrad / Diff-Sperre z.B. Automat, DKG, Handschalter z.B. DSC MK100 High+, IB MK-C1				
Fahrwerk:	Lenkung:			
Basis / Sport / VDC (ggf. Softwarestand) / Luftfeder / Hinterachslenkung / Wankstabilisierung Sportlenkung / Basislenkung				
BRS-Software:	Ziel-iStufe:			
PDX-Container z.B.: DSC_CT03_518A-008_008_012.pdx z.B.: 20-07-1430 oder Software-Nummer z.B.: AG2RAT00323				
QDM-Software:	Ziel-iStufe:			
Bzw. SW weiterer als relevant identifizierter ECUs z.B.: 20-07-1430				
Reifen:				
Hersteller z.B. Michelin // Typ z.B. Pilot Super Sport // Dimension z.B. 225/40 R18 95Y * // Bauweise STD oder RFT Test eher mit querdynamisch schwachem Reifen durchführen, also z.B. nicht Runflat Mischbereifung				
Gewichte:				
Teilbeladen: VA = kg	HA = kg	max zul. Anhängelast = kg		
Vollbeladen: VA = kg	HA = kg	max zul. Stützlast = kg		
Beachten, dass die max. Achslast der HA mit der Stützlast nicht überschritten werden darf		Die Max Anhängelast angeben, bis zu der später die 100km/h Zulassung für Deutschland erfolgen soll		
Verwendeter Anhänger				
Typ:	max Masse: kg	Masse: kg	V-Nr.:	
1- / 2-Achs Wofür der Hänger zugelassen wäre Im Versuch dem Zugfahrzeug entsprechend verwendete Masse, s.o.				
Schlingern wird durch die ASL erfolgreich beendet, Gespann stets beherrschbar J/N				
Zugfahrzeug teilbeladen, Anhänger max. beladen, max. zul. Stützlast:				
80 km/h:	105 km/h:	130km/h:		
Zugfahrzeug teilbeladen, Anhänger max. beladen, Null Stützlast:				
80 km/h:	105 km/h:	130km/h:		
Zugfahrzeug vollbeladen, Anhänger max. beladen, max. zul. Stützlast:				
80 km/h:	105 km/h:	130km/h:		
Zugfahrzeug vollbeladen, Anhänger max. beladen, Null Stützlast:				
80 km/h:	105 km/h:	130km/h:		
geprüft durch Tests bestanden J/N				
Vor- / Nachname in Druckbuchstaben, Kurzzeichen bzw. Werkvertrag				
Ort:	Datum:	Unterschrift:		
Testgelände / Strecke				

BEWARNUNG BEI AUSFALL VON FUNKTIONEN. EINORDNUNG UND WIRKKETTE

- **Einordnung:**
 - Zur Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften bzgl. Fahrerwarnung bei Funktionsausfällen der Bremsregelsystemfunktionen der ECE-R13H oder ECE-R140 wird der Zulieferer verpflichtet. Die Fachabteilung prüft im Sinne der Gesamtverantwortung für das Fahrzeug jedoch die Integration.
 - Gesetzlich gefordert wird entweder explizit eine definierte Kammerleuchte oder die Warnung wird nicht näher beschrieben. („muss dem Fahrer angezeigt werden“)
 - Die Anforderungen von FuSi und GeSi bzgl. Fahrerwarnung gehen ggf. über die gesetzlichen Anforderungen hinaus.
- **Wirkkette im Fahrzeug:**
 - Der Zulieferer verantwortet insbesondere die korrekte Erkennung von Fehlern, deren Zuordnung zu den erforderlichen Warnlampen und das korrekte Ansteuern der entsprechenden Check-Control Meldungen (CCM).
 - Die Übertragung der CCM ans Kombi und die Anzeige der Warnlampen im Kombi verantwortet BMW. Es handelt sich an dieser Stelle um die E/E Signalkette der CCM-Botschaften zwischen Bremsregelsystem und Kombiinstrument.
 - Die zugehörigen Fehlerspeichereinträge / Diagnostic Trouble Codes DTCs sind ggf. über OBD-Regularien ebenfalls gesetzesrelevant. Die OBD Verantwortung liegt bei EF-3 Fachstellen.
 - Die für eine korrekte Zuordnung von Fehler zu Warnlampe nötigen Informationen müssen dem Zulieferer bereitgestellt werden, z.B. Fahrzeuggewichte und Bremsendaten.
 - Die länderspezifisch ggf. unterschiedliche Darstellung von Kammerleuchten wird im Kombi umgesetzt (Bsp. Bremsenwarnlampe in US immer rot und als Schriftzug dargestellt.)

BEWARNUNG BEI AUSFALL VON FUNKTIONEN.

WIRKKETTE

- **Wirkkette im Fahrzeug:**

- a) **Verminderte Grundbremsfunktion**

- Wirkt sich ein Fehler auf die erzielbare Verzögerung aus, wird unterschieden, ob die „vorgeschriebene Betriebsbremswirkung“ von $6,43 \text{ m/s}^2$ noch erreicht werden kann (→ gelbe Bremsenwarnleuchte) oder nicht (→ rote Bremsenwarnleuchte), siehe auch Seite 41.

- b) **ABS-Ausfall**

- Fällt die ABS-Funktion aus, muss dies durch die gelbe ABS-Kammerleuchte angezeigt werden.
 - Anm: Die Anforderungen werden so interpretiert, dass nur ein ABS-Komplettausfall angezeigt wird. Die sog. ABS-Rückfallebene, die nur auf Basis der Raddrehzahlen arbeitet, gilt als funktionierendes ABS.

- c) **Ausfall Fahrstabilisierungsfunktionen**

- Fällt der Fahrzeugregler (ESC) aus, muss dies durch das gelbe „Schleuderauto“ angezeigt werden.
 - (Anzeige des Schleuderautos ohne Funktionsstörung abhängig von einem Fahrmodus – z.B. DTC – siehe Kapitel Fahrzeugregler)
 - Das Schleuderauto darf auch verwendet werden um den Ausfall anderer Regelsysteme z.B. der Traktionskontrolle anzuzeigen, was bei BMW so gemacht wird.

- d) **Ausfall Bremsrekuperation**

- Ein Fehler der Bremsrekuperationsfunktion muss dem Fahrer optisch angezeigt werden.
 - Anmerkung: Fällt die Bremsrekuperationsfunktion zusammen mit anderen Funktionen aus, z.B. der Fahrstabilisierung, genügt die Anzeige des Stabilisierungsfehlers. Der Ausfall der Bremsrekuperation muss in diesem Fall nicht gesondert angezeigt werden.

BEWARNUNG BEI AUSFALL VON FUNKTIONEN. VERSUCHSRANDBEDINGUNGEN UND DURCHFÜHRUNG

- **Variantenbildung**
 - Lenkungsvarianten (EPS / HSR) für den Ausfall des Fahrzeugreglers
 - GgF IB / DSC

- **Versuchsrandbedingungen:**
 - Benötigt werden HILs für die regelmäßigen I-Stufen-Freigabetests.
 - Fahrzeugtests sollten in Schweden durchgeführt werden. Hier ist ausreichend Platz für die Manöver und die Regeleingriffe dauern in der Regel länger als auf Hochreibwert. Dies vereinfacht dem Fahrer die Fehleraufschaltung während Regeleingriff.

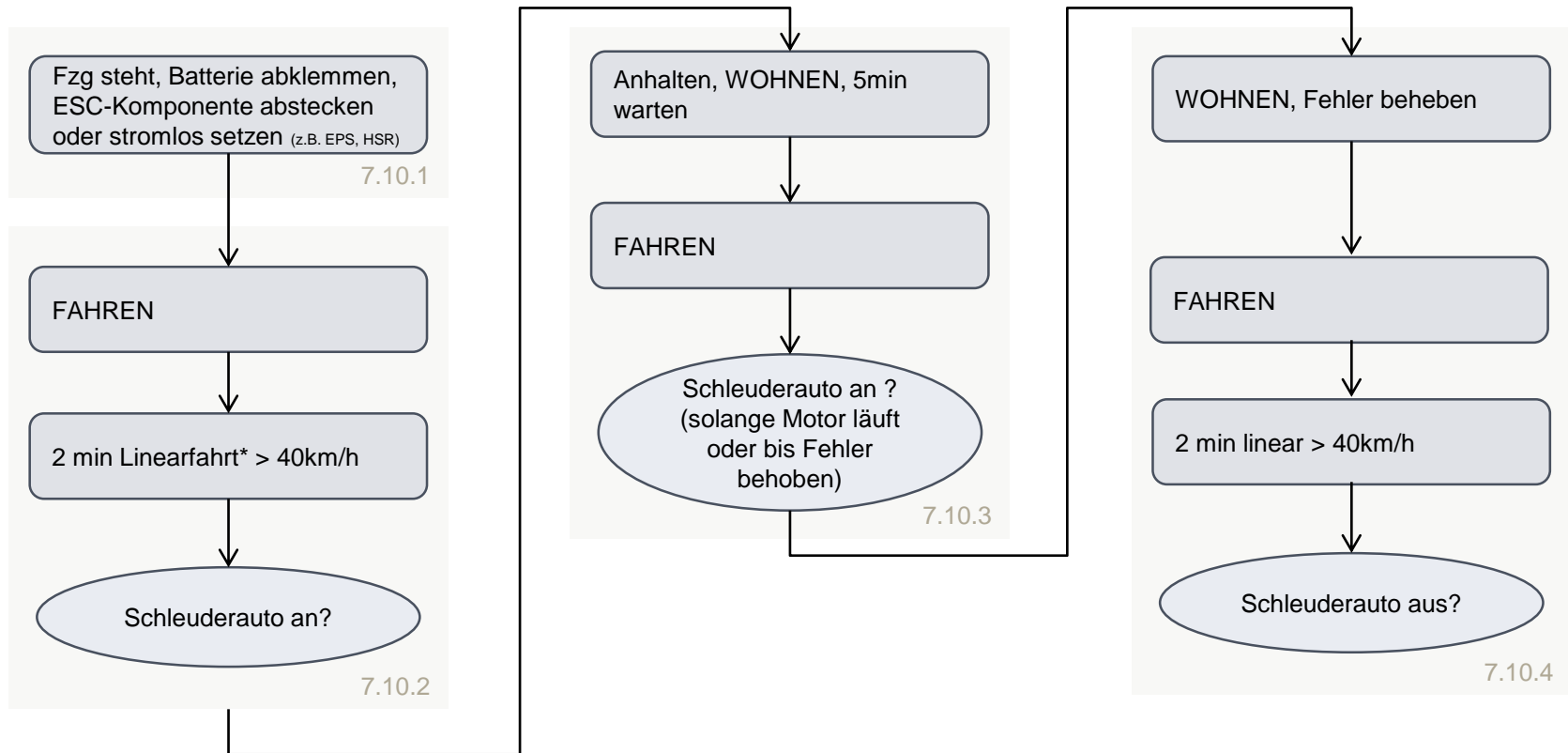
- **Durchführung:**
 - Die korrekte Bewarnung bei Fehlern ist zentraler Bestandteil der Freigabetests, insbesondere von HIL-Tests, die zu jeder I-Stufe bei Zulieferer und BMW durchgeführt werden.
 - Das allgemeine Fehler-Heilungsverhalten nach Klemmenwechsel sollte ebenfalls Bestandteil der regulären HIL-Tests sein.
 - Darüber hinaus wird zum SOP jedes Leadderivats bei BMW die funktionale Degradation und Lampenansteuerung mittels Flexray-Manipulation und Leitungsunterbrechung (Fehlersimulator – FESI) im Fahrzeug überprüft.
 - **Für den Fahrzeugregler ist der Prüfablauf gesetzlich vorgegeben (siehe folgende Seiten).**

BEWARNUNG BEI AUSFALL VON FUNKTIONEN. DURCHFÜHRUNG FAHRZEUGREGLER.

- **Durchführung:**
 - Um die korrekte Anzeige von erkannten FZR-Fehlern zu überprüfen, ist im Gesetz ein genauer Prüfablauf vorgeschrieben (ECE-R140 übernommen aus FMVSS 126).
 - Bei der Wahl des Fehlers setzt die Norm auf die Kreativität des Prüfers: „Man simuliere eine oder mehrere ESC-Funktionsstörungen, indem man eine beliebige ESC-Komponente von der Spannungsversorgung abtrennt, oder indem man eine beliebige elektrische Verbindung zwischen ESC-Komponenten auftrennt (bei ausgeschalteter Bordstromversorgung)“. Es ist schon vorgekommen, dass amerikanische Behörden Abschlussarbeiten ausgeschrieben haben mit dem Ziel, einzelne Fahrzeuge auf die Einhaltung dieser Gesetzesregelung gründlich zu testen. Typischer Weise wird u.a. das EPS Steuergerät stromlos gesetzt.
 - Die Anzeige des Schleuderautos darf erst zurückgenommen werden, wenn der Fehler behoben ist. Die Zulieferer kennzeichnen typischerweise alle betroffenen Fehler und verwenden dann das entsprechende Heilungsverhalten.
 - Wird bei anliegendem Fehler ein Klemmenwechsel durchgeführt, muss das Schleuderauto nach dem Klemmenwechsel wieder angezeigt werden.
 - Der exakte Prüfablauf (siehe Grafik nächste Seite) sollte 1x pro Leadderivat im Fahrzeug getestet werden. Variantenbildung beachten!
 - Die Durchführung des Tests am Fahrzeug dauert ca. 30min.
- **Auswertung:** die Auswertung ist selbsterklärend, das es sich um Schwarz-/Weiß-Tests handelt (Lampen an / aus / wieder aus)




PRÜFABLAUF DSC FEHLERERKENNUNG UND -HEILUNG.

- Prüfablauf als Schema mit Übertrag auf PWF:



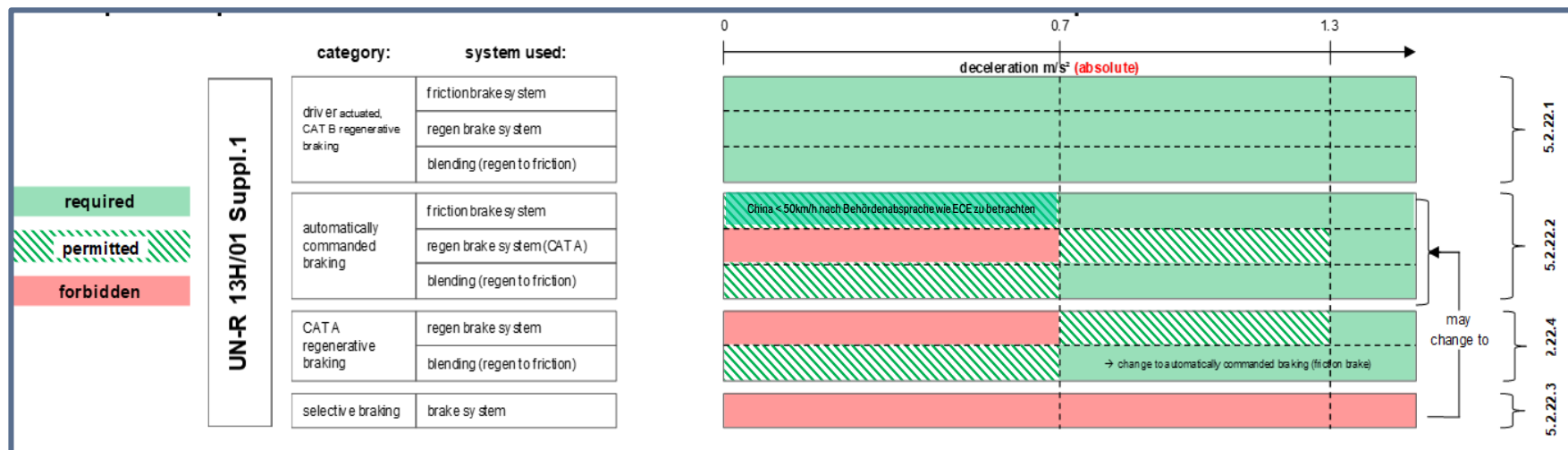
* Hier unterscheiden sich FMVSS und ECE geringfügig. Um beide zu erfüllen, muss 2 min lang 48 +/- 8 km/h nicht im Grenzbereich gefahren werden, wobei mindestens je eine Links- und Rechtskurve dabei sein muss.

BEWARNUNG BEI AUSFALL VON FUNKTIONEN - PRÜFBERICHT.

Prüfbericht ESC Gesetzesvorgaben "Degradation"		  
Geprüftes Fahrzeug		
Typ:	Motor:	Baugruppe: V-Nr.:
z.B. G21	z.B. B58 D1 TU2 48V / PHEV	z.B. BBG oder VS1
Antrieb:	Lenkung:	BRS-Hardware:
Front / Standard / Allrad	EPS/HSR	z.B. DSC MK100 High+, IB MK-CT
Fahrwerk:	Bremse:	
Basis / VDC / Luftfeder	z.B. 16" ML NAO-Belag oder SA SPBR	
Software:	Ziel-iStufe:	
PDX-Container z.B.: DSC_CT03_S18A.008_008_012.pdx	z.B.: 20-07-i430	
Durchgeführte Manipulation	Fahrzeugreaktion incl. Qualifier iO?	Bewarnung iO?
RDF gezogen (1)	J/N	J/N
RDF gezogen (2 an der HA)	J/N	J/N
Bremsflüssigkeitsschalter (Level 1,2,3)	J/N	J/N
Flexray gezogen	J/N	J/N
Prüfablauf "DSC Fehlerheilung"		J/N
HIL-Testpaket Degradation	J/N	J/N
ggf. abweichende SW für HIL-Test		
PDX-Container z.B.: DSC_CT03_S18A.008_008_012.pdx		
geprüft durch	Gesetztest bestanden J/N	
Vor- / Nachnahme in Druckbuchstaben, Kurzzeichen bzw. Werkvertrag		
Ort:	Datum:	Unterschrift:
Testgelände / Strecke		

VORGABEN ZUR BILDUNG DES BLS-SIGNALS (BREMSLICHT). ANFORDERUNGEN UND VERANTWORTLICHKEITEN §




Die ECE-R13H gibt vor, wann / wie Bremslichter anzusteuern sind (eine Überarbeitung der ECE-Richtlinie findet aktuell statt; China GB 21670-2008 < 50 km/h beachten):



Signalverantwortung (ST_BRG_DV)

Legende: BRS verantwortlich BRS nicht verantwortlich	Normale Fahrer-Bremmung	BLS-Ausfall	FAS-Bremmung	Brems-Reku	Schub-Reku
DSC	Signal kommt vom BLS (Pedalerie)	Ersatzsignal aus Vordrucksensor	Ersatzsignal aus Raddrücken/-momenten oder ax	Signal kommt vom BLS (Pedalerie), Wegsensorinfo ist nur für FAS	Signal kommt vom Antrieb (Ersatzsignal aus Radmomenten)
IB SP18	Wegsensor + THZ-Drucksensor	entfällt	Ersatzsignal aus Radmomenten	Wegsensor + THZ-Drucksensor	Signal kommt vom Antrieb (Ersatzsignal aus Radmomenten)
IB ab SP21	Wegsensor + THZ-Drucksensor	entfällt	Ersatzsignal aus Radmomenten	Wegsensor + THZ-Drucksensor	Ersatzsignal aus Radmomenten

VORGABEN ZUR BILDUNG DES BLS-SIGNALS (BREMSLICHT). §

Prüfbericht Bremslicht-Signal nach ECE R13H				
Geprüftes Fahrzeug				
Typ:	Motor:	Baugruppe:	V-Nr.:	
z.B. G21	z.B. B58 O1 Tü2 48V	z.B. BBG oder VS1		
Antrieb:	Getriebe:	BRS-Hardware:		
Front / Standard / Allrad / Diff-Sperre	z.B. Automat, DKG, Handschalter	z.B. DSC MK100 High+, IB MK-C1		
Fahrwerk:	Bremse:	Lenkung:		
Basis / VDC / Luftfeder / HA-Lenkung...	z.B. 16" ML NAO-Belag oder SA SPBR	Sportlenkung / Basislenkung		
BRS-Software:	Ziel-iStufe:			
PDX-Container z.B.: DSC_CT03_S18A.008_008_012.pdx oder Software-Nummer z.B.: AG2RAT00323	z.B.: 20-07-i430			
QDM-Software:	Ziel-iStufe:			
Bzw. SW weiterer als relevant identifizierter ECUs	z.B.: 20-07-i430			
geprüftes Fahrzeug Reku-fähig J/N				
BEV / PHEV / 48V, wenn Nein, entfallen nachfolgend mit * gekennzeichnete Zeilen				
Geprüftes Signal:				
Signal, welches das BRS laut Nachrichtenkatalog zur BLS-Ansteuerung versenden muss (aktuell "ST_BRG_DV")				
Fahrerbremsung: hydraulisch iO J/N				
Signal kommt sofort mit Betätigung, unabhängig von ax				
Fahrerbremsung: mit Bremsreku iO J/N				
Signal kommt sofort mit Betätigung, unabhängig von ax				
Fahrerbremsung: überlagert hydraulisch und Bremsreku iO J/N				
Signal kommt sofort mit Betätigung, unabhängig von ax				
FAS-Bremsung hydraulisch: Signal kommt bei [m/s ²]				
Soll: Signal kommt zwischen Null und 0.7 m/s ²				
FAS-Bremsung mit Bremsreku: Signal kommt bei [m/s ²]				
Soll: zwischen 0.7 und 1.3 m/s ²				
FAS-Bremsung überlagert hydraulisch und Bremsreku: Signal kommt bei [m/s ²]				
Soll: Signal kommt zwischen Null und 0.7 m/s ²				
Schubreku Signal kommt bei [m/s ²]				
Soll: zwischen 0.7 und 1.3 m/s ²				
Schubreku (teilweise) hydraulisch kompensiert: Signal kommt bei [m/s ²]				
Soll: Signal kommt zwischen Null und 0.7 m/s ²				
geprüft durch Gesetzestest bestanden J/N				
Vor-/ Nachnahme in Druckbuchstaben, Kurzzeichen bzw. Werkvertrag				
Ort:	Datum:	Unterschrift:		
Testgelände / Strecke				

EMISSIONSRELEVANTE FUNKTIONEN. „L“ KENNZEICHNUNG IN AIDA.

- Es wird grundsätzlich unterschieden zwischen Funktionen, welche für die „Safety“- Homologation relevant sind und denen, die für die „Emissions“- Homologation relevant sind. All diesen Funktionen gemein ist, dass sie in AIDA „L-gekennzeichnet“ sind (L = „Law“) und dass ihr Handling im Group-Standard / in der Goup-VA „Besondere Merkmale“ geregelt ist.
- AIDA: <https://aidaweb.bmwgroup.net/aida-client-ui/#/public/login>
- „**L-Safety**“ sind die in diesem Handbuch auf den vorherigen Seiten beschriebenen Funktionen, welche mit einen „§“ gekennzeichnet sind.
- „**L-Emissions**“-Funktionen sind solche Funktionen, deren Ausprägung (oder deren Fehlapplikation) einen Einfluss auf den Verbrauch bzw. den Fahrwiderstand haben können. Ebenfalls betroffen sind Funktionen, welche in der Wirkkette mit EA-Funktionen den Verbrauch beeinflussen können (z.B. Reku, MSA...).
- **Änderungen an allen L-gekennzeichneten Funktionen nach erfolgter Homologation unterliegen dem entsprechenden Änderungsprozess** (siehe nächste Seite).

ÄNDERUNGSPROZESS NACH HOMOLOGATIONS-iSTUFE

GENERELLER PROZESS E/E.

- Um nach Abgabe der SW zur Homologations-iStufe bei Bedarf noch ändern zu dürfen, ist gesetzlich ein Prozess vorzuhalten, welcher die Compliance sicher stellt:
 - Der Prozess muss sicherstellen, dass Auswirkungen von E/E Änderungen auf homologationsrelevante Funktionen / Merkmale zuverlässig identifiziert werden.
 - Eine umfassende Dokumentation dieser Änderungen und deren Implementierungs-Set ist zu erstellen und bei Bedarf der Behörde vorzulegen.
- Auch wenn ein Fahrzeug erst mit der i490 für Homologationstests von EF-Safety-Funktionen an den technischen Dienst gegeben wird, muss der Prozess zuvor ggf. trotzdem durchlaufen werden, wenn das Fahrzeug mit einer früheren iStufe bereits zur Emissions-Homologation herausgegeben wurde (Meilenstein „Homologationsreife E/E“). Dies gilt für alle L-gekennzeichneten Funktionen, nicht nur für „L-Emissions“
Das bedeutet: ändern ohne diesen Prozess nur im Leadderivat einer Baukasten-SW vor der ersten (Emissions-) Homologations-iStufe möglich.
- In der iStufen-Eintrittskarte bzw. in einem entsprechenden Template ist für L-Safety-Funktionen der **Verbleib innerhalb der Bandbreiten** zu vermerken. Für L-Emissions-Funktionen ist die mit EG-64 und EG-83 erfolgte Abstimmung zu dokumentieren.
- Der Gesetzgeber unterscheidet an dieser Stelle nicht zwischen Parameterapplikation und Softwareänderungen so lange die Parameter Teil der Software sind.
- Der EF-Prozess mit dem Dokumenten- und Gremienlauf, je nach Homologationsrelevanz einer Änderung ist im Profi-Weg beschrieben:
<https://vts5.bmwgroup.net/sites/ProFI-Weg/Seiten/ProFI-Weg.aspx> → Prozesse → ProFI-Prozesse → Homologation