



Reifen, Sensorik und Assistenzsysteme – Holistischer Ansatz zur Erhöhung der Sicherheit bei Aquaplaning und Nassbremsen

Dipl.-Ing. Bernd Hartmann

Dr. Thomas Schulze

16. ÖAMTC-Symposium „Reifen und Fahrwerk“, Wien, 26.März 2019

Agenda

- 1 Einführung
- 2 Nassbremsen und Aquaplaning
- 3 Auswirkung des Abriebzustands der Reifen
- 4 Trends in der Fahrerassistenz
- 5 Aquaplaning Assist – ein ganzheitlicher Ansatz
- 6 Zusammenfassung

Agenda

1 Einführung

2 Nassbremsen und Aquaplaning

3 Auswirkung des Abriebzustands der Reifen

4 Trends in der Fahrerassistenz

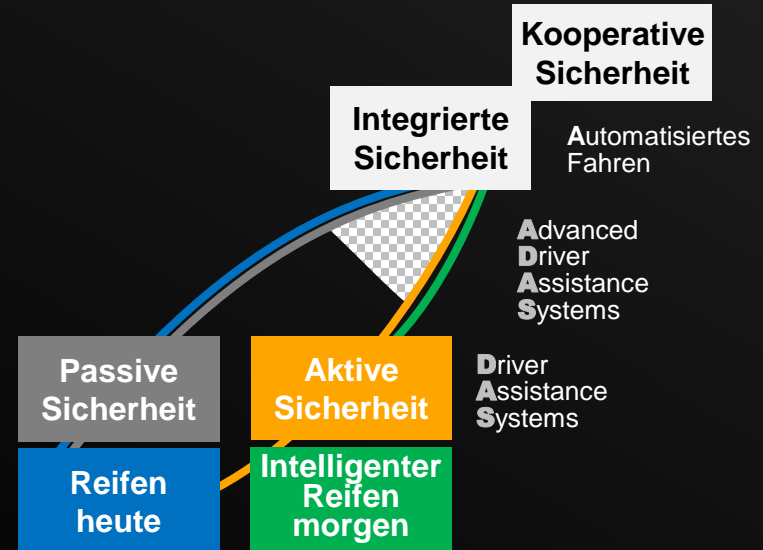
5 Aquaplaning Assist – ein ganzheitlicher Ansatz

6 Zusammenfassung



Die Fundamente der Fahrzeugsicherheit

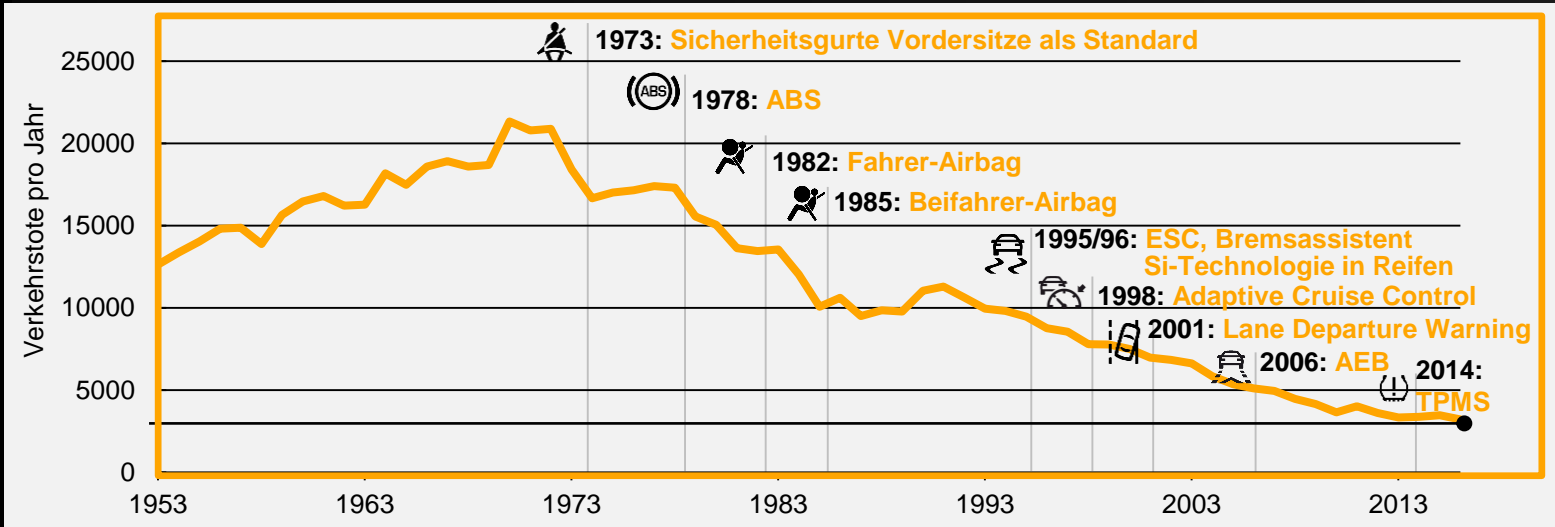
Integration von aktiver und passiver Sicherheit





Statistische Erhebungen zur Verkehrssicherheit

Verkehrstote in Deutschland



Eingeführt im Jahr 1996

Quelle: Statistisches Bundesamt, Wiesbaden (Destatis)







ESC–Electronic Stability Control, AEB–Autonomous Emergency Braking, TPMS–Tire Pressure Monitoring System





Vision Zero

#Stop The Crash - Kampagne

 <p>STOP THE CRASH PARTNERSHIP</p> <p>FOR SAFER CARS  GLOBAL NCAP www.globalncap.org</p>	<p>TIRE SAFETY</p> 	<p>ANTI-LOCK BRAKES</p> 	<p>ELECTRONIC STABILITY CONTROL</p> 	<p>AUTONOMOUS EMERGENCY BRAKING</p> 
--	---	--	--	--

Markteinführung von Basis - Sicherheitstechnologien

Agenda

1 Einführung

2 Nassbremsen und Aquaplaning

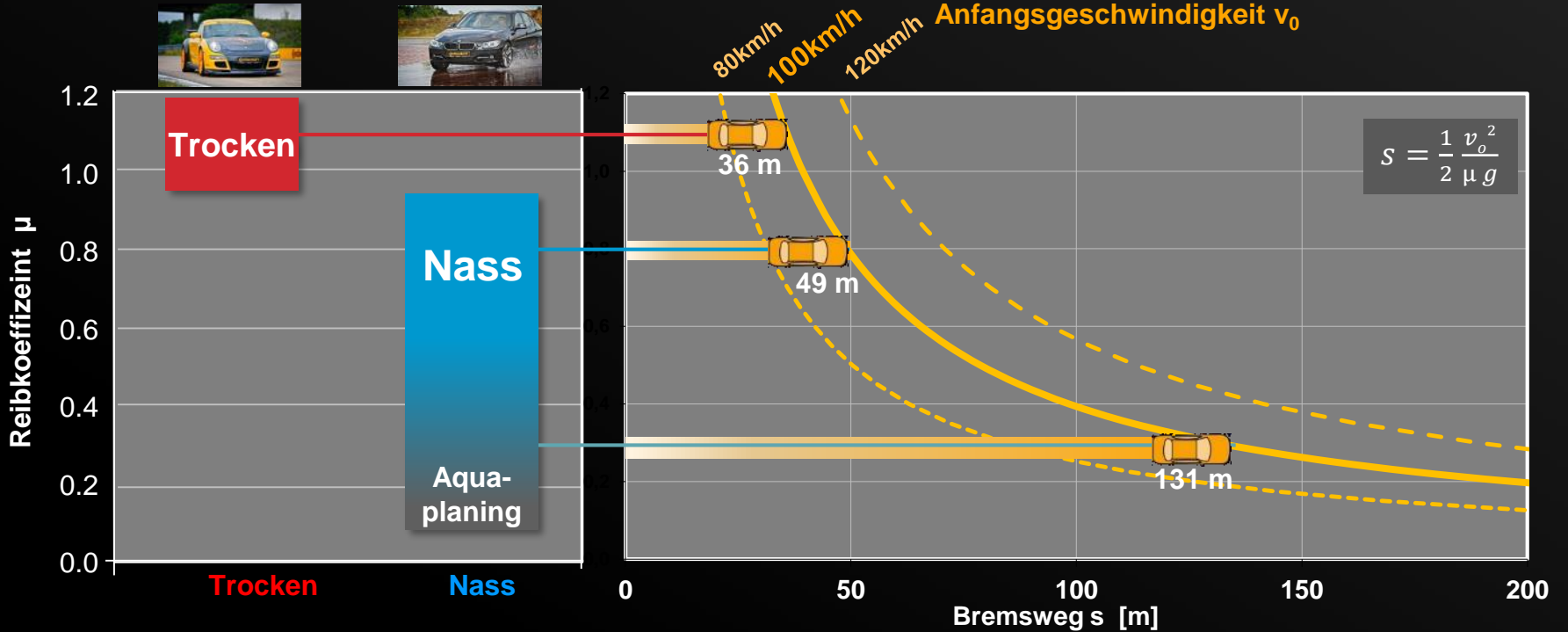
3 Auswirkung des Abriebzustands der Reifen

4 Trends in der Fahrerassistenz

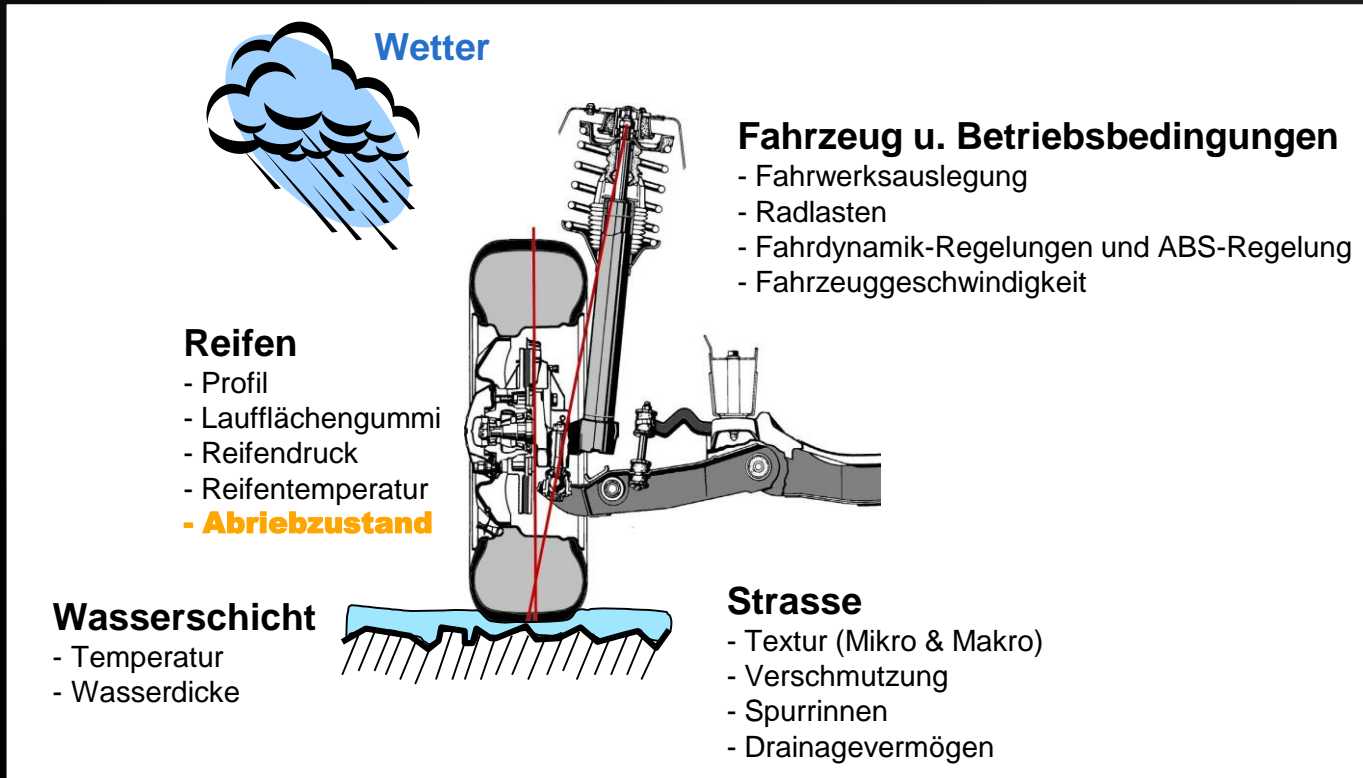
5 Aquaplaning Assist – ein ganzheitlicher Ansatz

6 Zusammenfassung

Reibkoeffizienten μ und Bremswege bei verschiedenen Fahrbahnzuständen

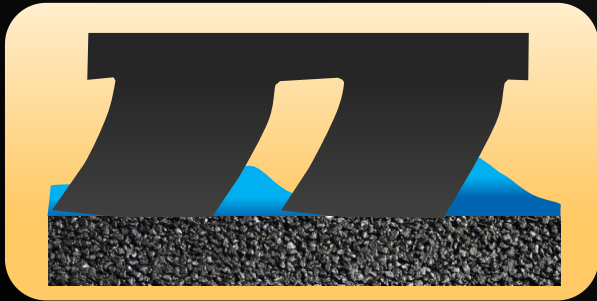


Faktoren, die den Bremsweg beeinflussen



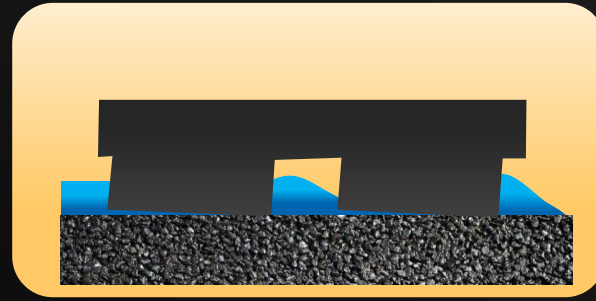
Veränderung von Nass-Bremsen nach Abrieb

Hohe Profiltiefe



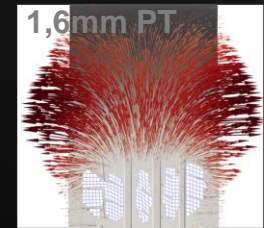
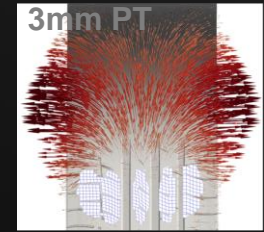
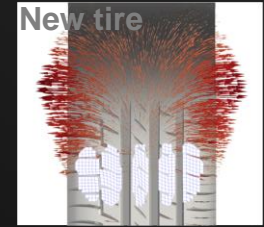
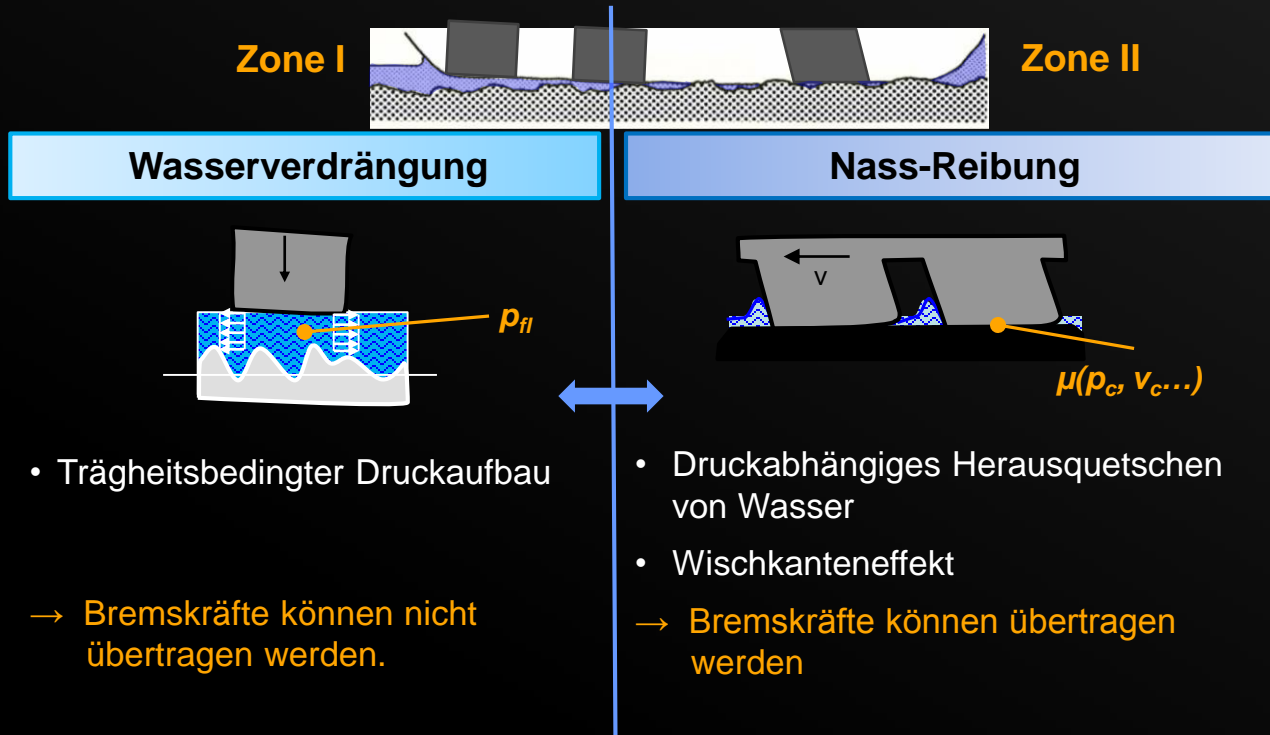
- › Geringe Profilsteifigkeit → hoher Biegewinkel
- › Klotz-Biegung ermöglicht ein **besseres Herausquetschen und einen höheren Wischkanten-Effekt**. Der ‚Trockenbereich‘ ist größer.
- › Ein hohes Rillenvolumen kann mehr Wasser aufnehmen.
- › Aquaplaning tritt später auf.

Niedrige Profiltiefe



- › Hohe Klotzsteifigkeit → kleine Biegewinkel
- › Der **Wischkanten-Effekt** und das **Herausquetschen von Wasser ist reduziert**. Der ‚Trockenbereich‘ ist kleiner.
- › Ein geringeres Rillenvolumen kann weniger Wasser aufnehmen.
- › Aquaplaning tritt schon bei geringeren Geschwindigkeiten auf.

Aquaplaning: Physikalische Mechanismen



Die Farben symbolisieren die Wasserstrahlgeschwindigkeit.

› Verringerte Profiltiefe: mehr Wasser mit höherer Geschwindigkeit muss herausgedrückt werden.

Agenda

1 Einführung

2 Nassbremsen und Aquaplaning

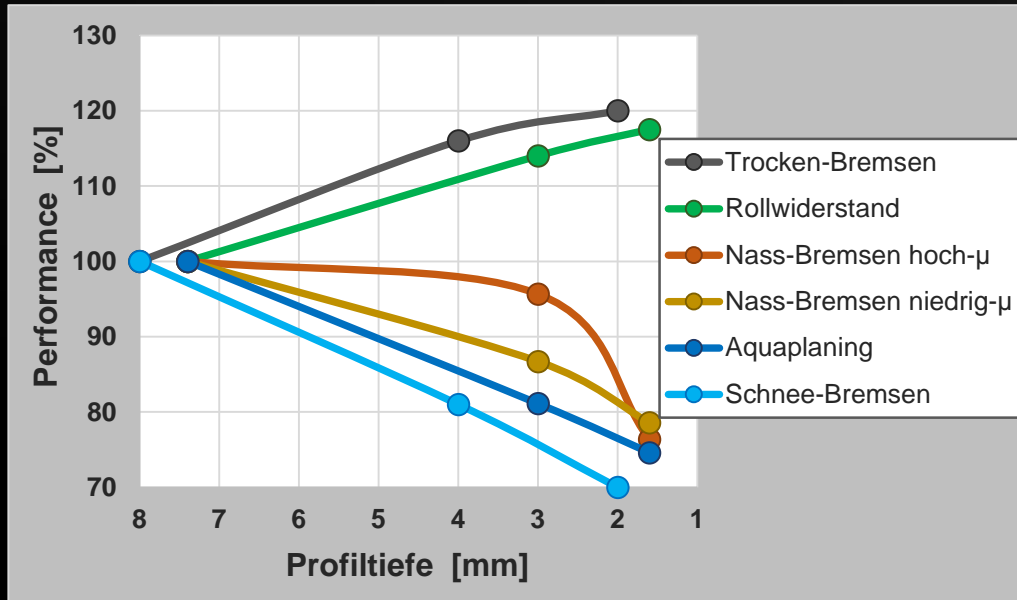
3 Auswirkung des Abriebzustands der Reifen

4 Trends in der Fahrerassistenz

5 Aquaplaning Assist – ein ganzheitlicher Ansatz

6 Zusammenfassung

Veränderung von Reifeneigenschaften nach Abrieb



Veränderung mit abnehmender Profiltiefe:

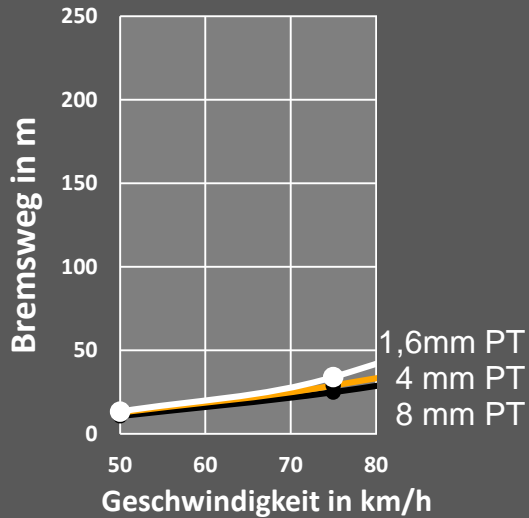
➤ **Verbesserung in**
- Trocken-Bremsen
- Rollwiderstand

➤ **Verschlechterung in**
- Nass-Bremsen
- Aquaplaning
- Schnee-Bremsen

Testergebnisse von abgeschliffenen Reifen:
225/45 R17 Conti PC 6: Nass-Bremsen, AQ, RR
195/65 R15 Dunlop Winter Sport 3D: Schnee-Bremsen
205/55 R16 Conti AllSeasonContact: Trocken-Bremsen

Bremseigenschaften als Funktion der Profiltiefe

Nassbremsen bei 1-2 mm Wassertiefe

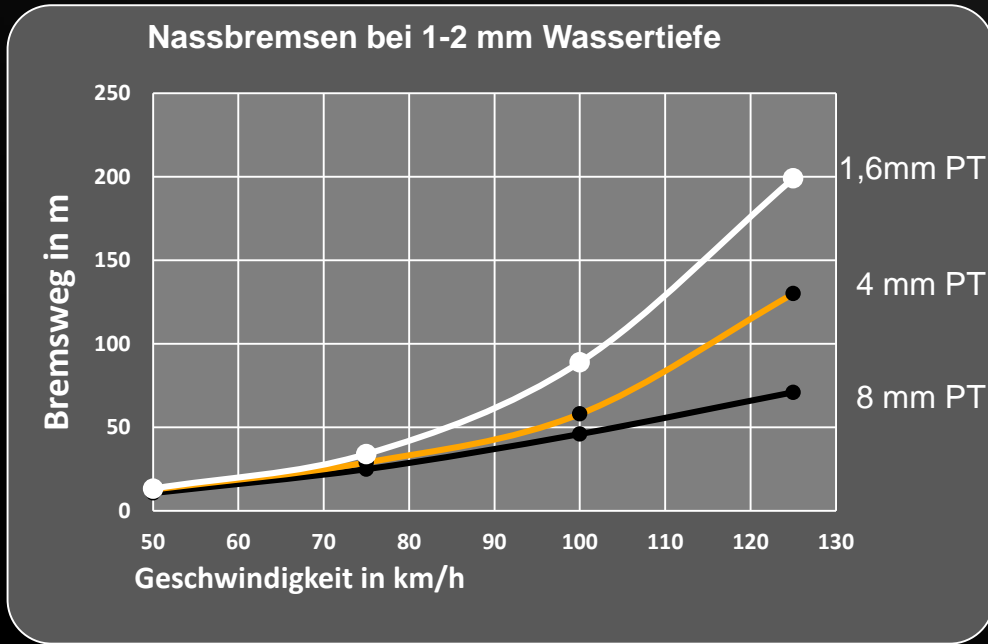


Bremsweg aus 75 km/h:

- 25 m bei 8 mm
- 29 m bei 4 mm
- 34 m bei 1,6 mm (+36 %)

Reifen 205/55R16 ContiPremiumContact
Testgelände: Contidrom
Fahrzeug: Audi A4

Bremseigenschaften als Funktion der Profiltiefe



Reifen: 205/55R16
Testgelände: Contidrom
Fahrzeug: Audi A4

Bremsweg aus 125 km/h:

- 71 m bei 8 mm
- 130 m bei 4 mm
- 199 m bei 1,6 mm (+180 %)

Bremsweg aus 75 km/h:

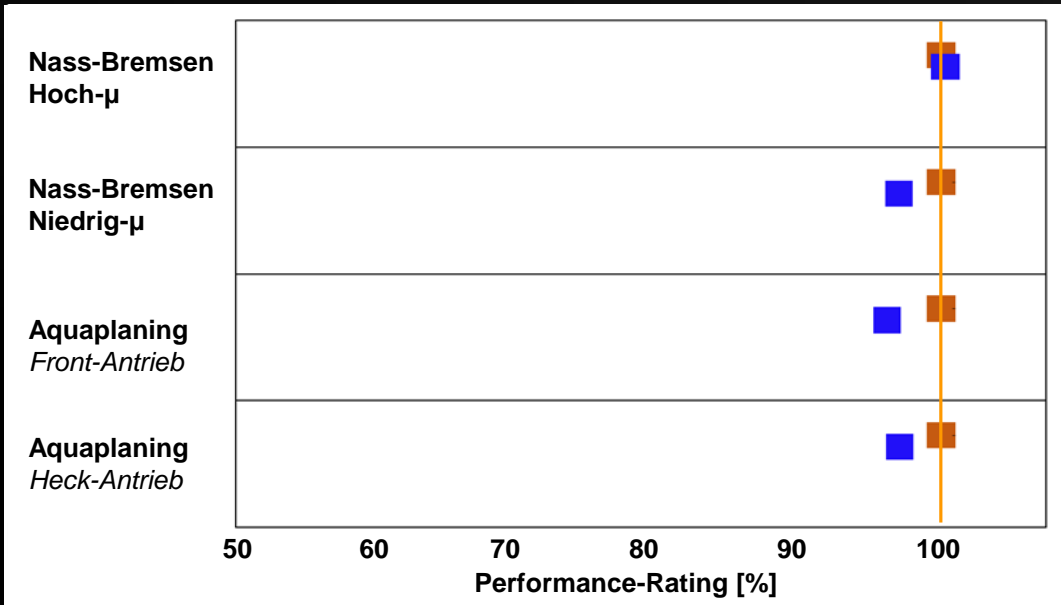
- 25 m bei 8 mm
- 29 m bei 4 mm
- 34 m bei 1,6 mm (+36 %)

- Bei niedrigen Geschwindigkeiten ist der Einfluss der Profiltiefe weniger gravierend.
- Bei höhere Geschwindigkeiten beginnen Aquaplaning-Effekte zu wirken.

Die Bremswege können dramatisch zunehmen, wenn die Profiltiefe nur noch 1.6mm beträgt.

Nässe-Eigenschaften über der Restprofiltiefe: Continental & Wettbewerber

Reifen 225/45 R17 mit verschiedenen Rest-Profiliefen: Neu vs. 3 mm and 1,6 mm PT



PT (mm)	PC6	Wettbewerber
Neu		
3		
1,6		

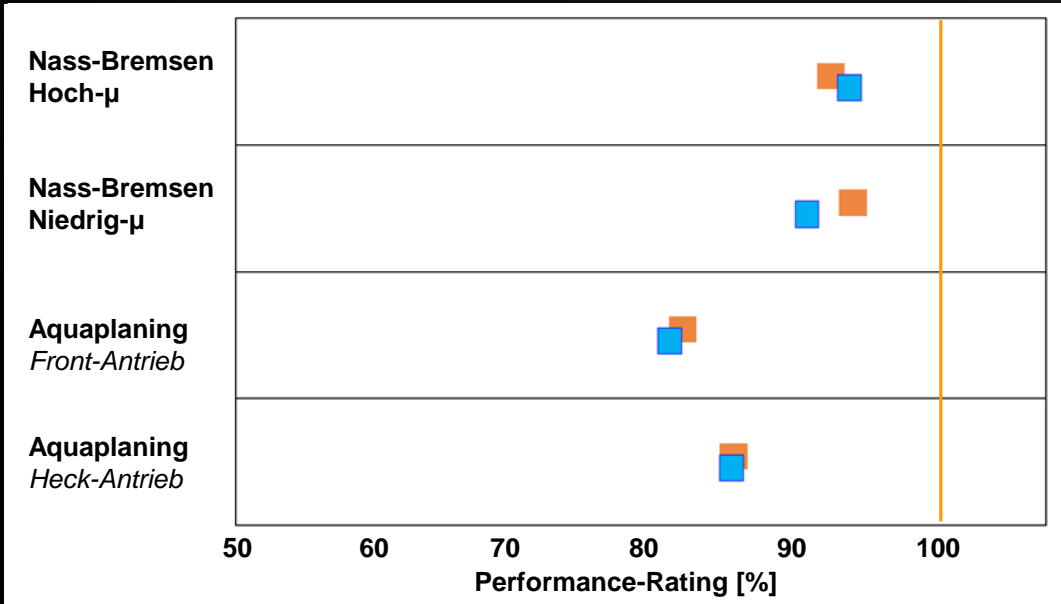
Volle Profiltiefe

Conti-Neureifen = 100%
Bremsen aus 80km/h bei 1-2mm Wassertiefe
Aquaplaning bei 8mm Wassertiefe
Testgelände: Contidrom



Nässe-Eigenschaften über der Restprofiltiefe: Continental & Wettbewerber

Reifen 225/45 R17 mit verschiedenen Rest-Profilhöhen: Neu vs. 3 mm and 1,6 mm PT



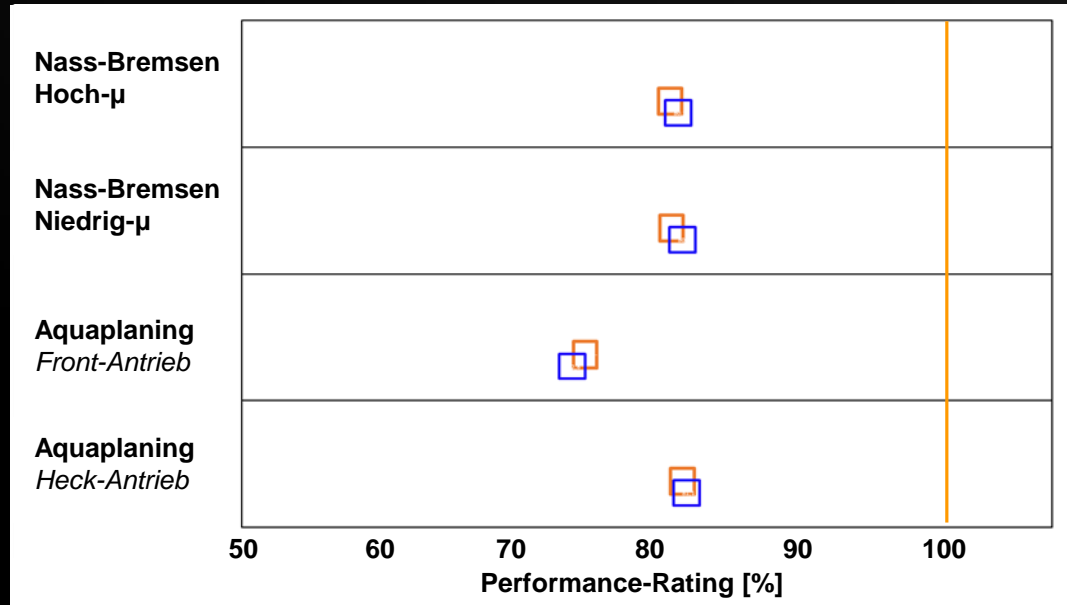
PT (mm)	PC6	Wettbewerber
Neu		
3		
1,6		

3 mm Profiltiefe
durch Abschleifen

Conti-Neureifen = 100%
Bremsen aus 80km/h bei 1-2mm Wassertiefe
Aquaplaning bei 8mm Wassertiefe
Testgelände: Contidrom

Nässe-Eigenschaften über der Restprofiltiefe: Continental & Wettbewerber

Reifen 225/45 R17 mit verschiedenen Rest-Profilthiefen: Neu vs. 3 mm and 1,6 mm PT



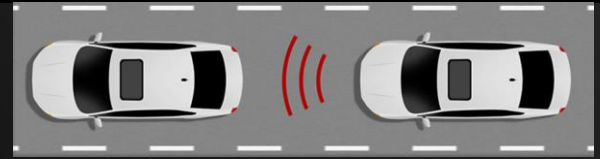
PT (mm)	PC6	Wettbewerber
Neu	Orange	Blau
3	Orange	Blau
1,6	Orange	Blau

1,6 mm Profiltiefe
durch Abschleifen

- Alle Reifen zeigen eine erhebliche Verringerung der Nässeigenschaften bei Reduzierung der Profiltiefe.
- **Alle Reifen verhalten sich hierin verhältnismäßig ähnlich.**

Conti-Neureifen = 100%
Bremsen aus 80km/h bei 1-2mm Wassertiefe
Aquaplaning bei 8mm Wassertiefe
Testgelände: Contidrom

Sicherheitsabstand STVO und Umsetzung im ACC



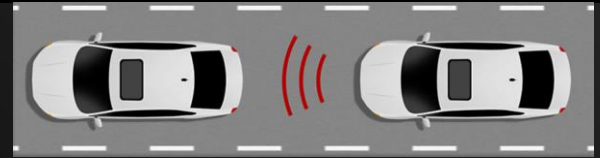
§4.1 Der Abstand zu einem vorausfahrenden Fahrzeug muss in der Regel so groß sein, dass auch dann hinter diesem gehalten werden kann, wenn es plötzlich gebremst wird.

2. Wer voraus fährt, darf nicht ohne zwingenden Grund stark bremsen.

ACC verwendet den Zeitabstand als Distanzmass zum vorausfahrenden Fahrzeug, üblich sind Zeitabstände $>1,8$ Sek. (2,0, 2,5 oder 3,0 Sek je nach DNA des Automobilherstellers)

Halber Tacho als Distanzmass: Lernt man schon in der Fahrschule
Halber Tacho entspricht einem Zeitabstand von 1,8 Sek.
Reaktionszeit des Menschen ca. 1,0 Sek.

Sicherheitsabstand STVO und Umsetzung im ACC

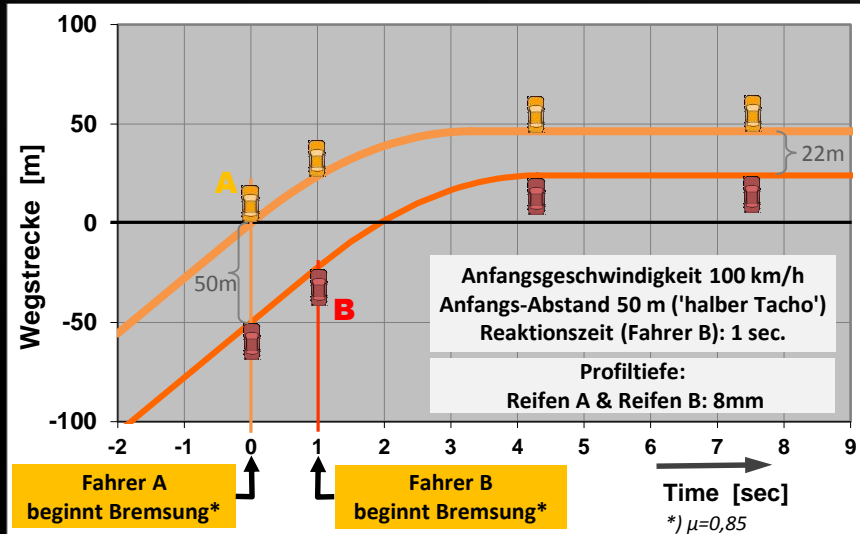
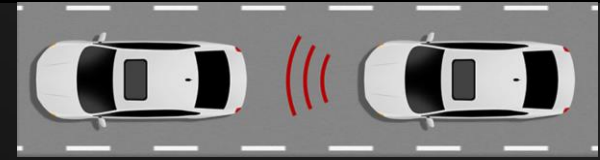


Auszug aus
deutschem
Bußgeldkatalog

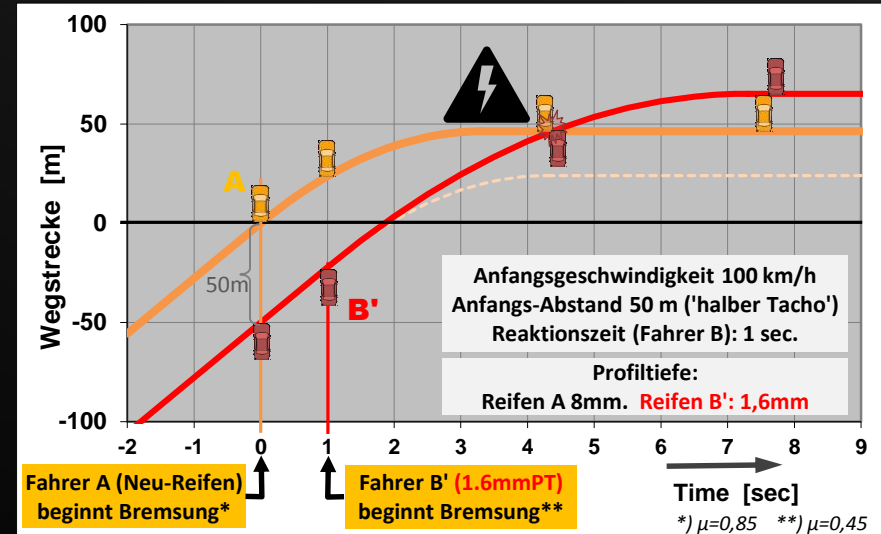
*Abstandsverstoß mit
einer Geschwindigkeit
zwischen mehr als
100 km/h und 129 km/h*

Verstoß	Bußgeld	Punkte	Fahr- verbot
weniger als 5/10 des halben Tachowertes	75,00 EUR	1 Punkt	
weniger als 4/10 des halben Tachowertes	100,00 EUR	1 Punkt	
weniger als 3/10 des halben Tachowertes	160,00 EUR	2 Punkte	1 Monat
weniger als 2/10 des halben Tachowertes	240,00 EUR	2 Punkte	2 Monate
weniger als 1/10 des halben Tachowertes	320,00 EUR	2 Punkte	3 Monate

Auswirkung der Profiltiefe auf den Sicherheitsabstand bei Nässe



- Bei 100km/h sind 50m Sicherheitsabstand (,halber Tacho') ausreichend, solange:
 - die Reaktionszeit unter 1,8 sec. liegt und
 - beide Fahrzeuge gleich verzögern.



- Bei minimaler Profiltiefe des nachfolgenden Fahrzeugs wäre zur Vermeidung einer Kollision im gezeigten Beispiel selbst bei einer Reaktionszeit von nur 1,0 Sek. ein Sicherheitsabstand von **69 m** notwendig.

Zusammenfassung / Teil 1

- Bei geringer Profiltiefe gegen Ende der Lebensdauer des Reifens verschlechtern sich die sicherheitsrelevanten Eigenschaften Aquaplaning und Nassbremsen signifikant.
- **Die volle Sicherheit ist dann bei Nässe nicht mehr gegeben.**
 - Der Sicherheitsabstand muss erheblich erhöht werden.
 - Die Geschwindigkeit muss den Bedingungen angepasst werden
- Deshalb empfiehlt Continental Sommerreifen bei einer Rest-Profiltiefe von 3 mm gegen neue Reifen zu tauschen.
- Fahrerassistenz und Automatisierung können helfen, wenn...
Informationen über den Reifen- und Fahrbahnzustand in zukünftige Assistenzsysteme integriert werden.

Agenda

1 Einführung

2 Nassbremsen und Aquaplaning

3 Auswirkung des Abriebzustands der Reifen

4 Trends in der Fahrerassistenz

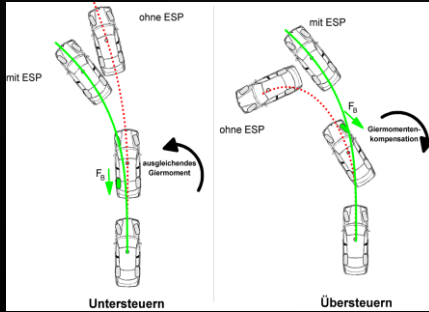
5 Aquaplaning Assist – ein ganzheitlicher Ansatz

6 Zusammenfassung

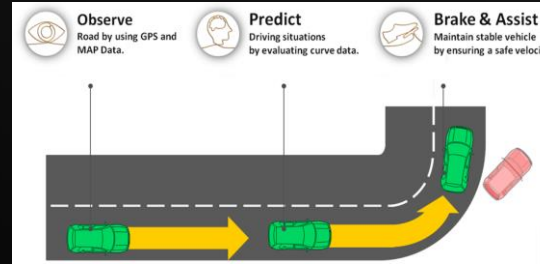
Trends in der Fahrerassistenz Vernetzung, HD-Karten, Wetter, Reifen...



➤ ESC



➤ previewESC



➤ ACC

➤ AEB



➤ Aqua- planing Assist



Agenda

- 1 Einführung
- 2 Nassbremsen und Aquaplaning
- 3 Auswirkung des Abriebzustands der Reifen
- 4 Trends in der Fahrerassistenz
- 5 Aquaplaning Assist – ein ganzheitlicher Ansatz**
- 6 Zusammenfassung

Aquaplaning Assistent

Ein neuartiger und ganzheitlicher Ansatz

Kaskadiertes Konzept zur Prävention und Assistenz



Vermeiden...

- durch kontinuierliche Kontrolle der Reifen-Profiltiefe
- mittels eTIS*)



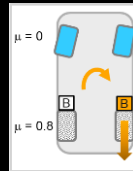
Vorhersagen...

- durch Integration von Wetterereignissen
- mittels eHorizon Services



Warnen...

- durch frühzeitige Erkennung des Aquaplaning-Risikos
- mittels Surround View Cameras
 - mittels eTIS*)



Assistieren...

- durch Torque Vectoring by Brake
- basierend auf ESC Stabilitätskontrolle



Motivation:



Nutzen:

- Unterstützt "VISION ZERO"
- Potential zur weiteren Unfallvermeidung
- Sichert Automatisiertes Fahren ab

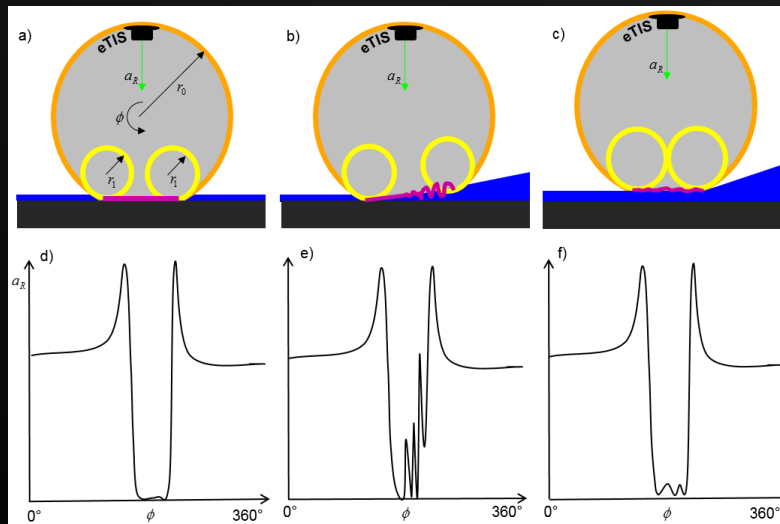
*) eTIS: electronic Tire Information System

Aquaplaning Assistent

Frühzeitige Erkennung des Aquaplaning-Risikos



Spritzwasser-Erkennung
über Surround View Kameras



Erkennung von Wasserdruck-Oszillation
über eTIS*) Sensoren

*) eTIS: electronic Tire Information System

Aquaplaning Assistent Assistenz im Aquaplaning-Fall*)

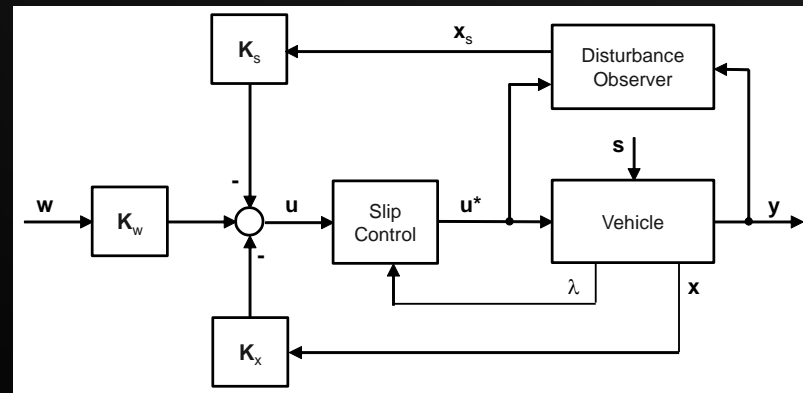
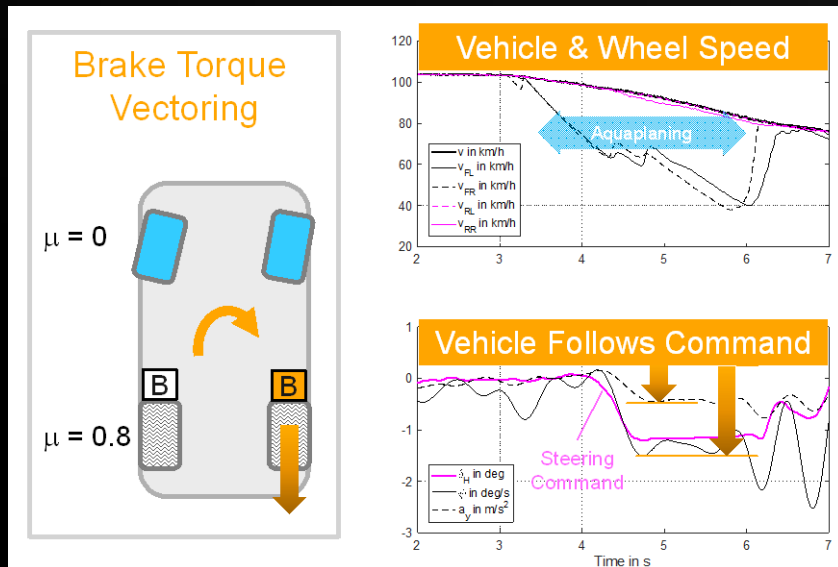


Das Prinzip

➤ Nachweis durch Simulation und Fahrversuch

Das Reglerkonzept

➤ integriert ins ESC



Agenda

- 1 Einführung
- 2 Nassbremsen und Aquaplaning
- 3 Auswirkung des Abriebzustands der Reifen
- 4 Trends in der Fahrerassistenz
- 5 Aquaplaning Assist – ein ganzheitlicher Ansatz
- 6 Zusammenfassung

Zusammenfassung und Ausblick

- Aktuelle Trends in der Konzeptionierung von neuartigen Fahrerassistenzsystemen zielen auf die Integration von Features und Modulen ab, die im Zuge einer zunehmenden Automatisierung und Vernetzung von Kraftfahrzeugen entwickelt werden.
- Der Intelligente Reifen spielt dabei eine tragende Rolle und rückt im Zuge der Digitalisierung und Automatisierung immer mehr in den Fokus der Automobilindustrie. Der Reifen stellt als Sicherheitsbauteil den einzigen Kontakt zur Fahrbahn her. Deshalb bieten Informationen über Typ, Zustand oder ganz besonders auch das Kraftschlusspotenzial einen großen Mehrwert für Fahrzeugfunktionen verschiedenster Art. Insbesondere der Einfluss der Profiltiefe bei Nässe ist immanent und sollte berücksichtigt werden.
- **Die Vorgaben im Zusammenspiel von Reifen und Assistenzsystem**
 - *Der Reifen soll ein möglichst hohes Sicherheits-Grundniveau (Grip) zur Verfügung stellen.*
 - *Das Assistenzsystem soll dieses Grundniveau zukünftig kennen und in seine Funktion integrieren.*

Safe and Dynamic Driving towards Vision Zero



SensePlanAct