



# Bremsweg-Messung mit ADMA-Speed

## Themen

- ▲ Methoden zur Bremsweg-Messung
- ▲ GeneSys Toolkette
- ▲ Herausforderungen und Lösungen genauer Bremsdaten

## Die Herausforderung

Um den sichersten und kürzesten Bremsweg in Notfallsituationen im Straßenverkehr zu gewährleisten, entwickeln OEM und TIER1 intensiv Bremswegsysteme weiter. Die technischen Möglichkeiten zur Bremswegoptimierung sind jedoch zunehmend ausgeschöpft so dass es notwendig ist, Bremswege mit hoher Präzision und Reproduzierbarkeit zu bestimmen.

Daher werden an das Bremsmesssystem folgende Anforderungen gestellt:

- ▲ Zuverlässige, genaue und leicht verwertbare Messdaten
- ▲ Kompensation der Fahrzeugneigung während des Bremsvorgangs
- ▲ Einfache und schnelle Installation
- ▲ Drift-Kompensation bei Stillstand
- ▲ Konformität mit Standards und Normen



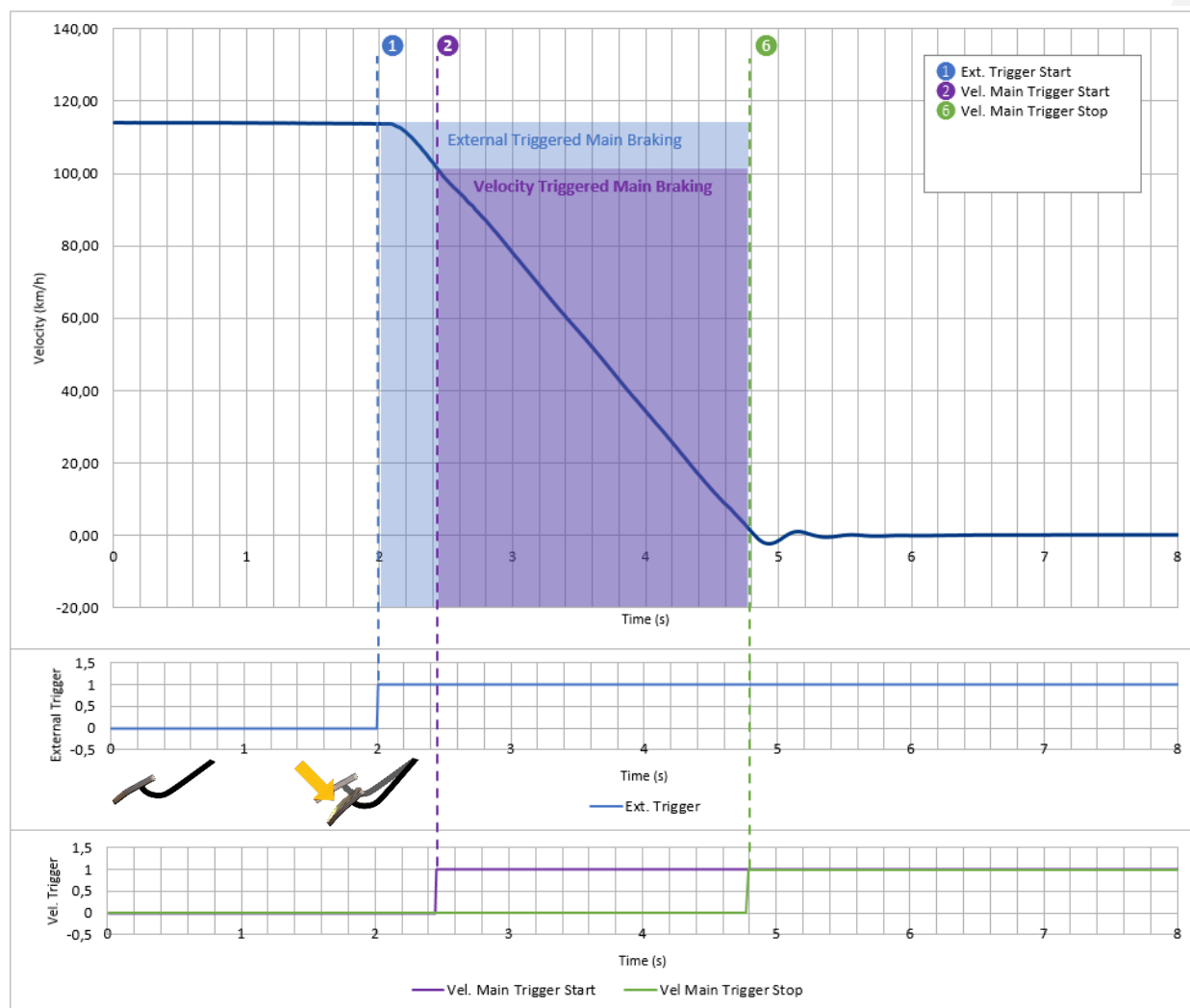


## Methoden der Bremsweg-Messung

Das Brems-Messsystem muss sehr flexibel sein, um allen Arten von Normen wie ECE R90, 13H oder FMVSS135 zu entsprechen. Daher unterstützt das Addon Braking eine Vielzahl von Konfigurationsmöglichkeiten, die Externgetriggerte-, Geschwindigkeitsgetriggerte- als auch Fading-Bremswegmessungen nach DIN70028 beinhalten.

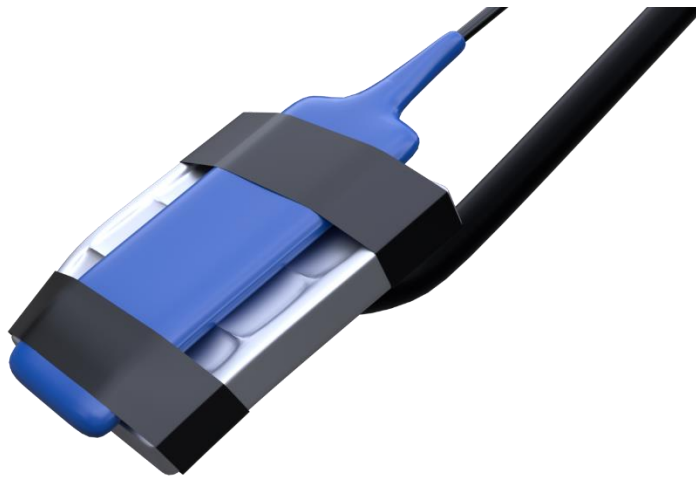
### ▲ Haupt-Bremswegmessungen

- ▲ Bremsen via Bremspedal -Trigger
- ▲ Geschwindigkeitsgetriggertes Bremsen via Geschwindigkeitslimits



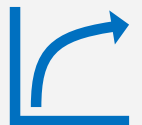
▲ **Getriggertes Bremsen via Bremspedal-Trigger:**

ADMA-Speed erfasst das Triggersignal am Pedal mit einer Genauigkeit im Nanosekundenbereich. Dazu wird ein elektronischer Trigger mit elastischen Bändern auf das Bremspedal montiert. Der extern ausgelöste Bremsweg wird ab dem exakten Moment des Bremspedaldrucks bis zur konfigurierten unteren Geschwindigkeitsgrenze mit einer Genauigkeit von bis zu 2 cm bestimmt.



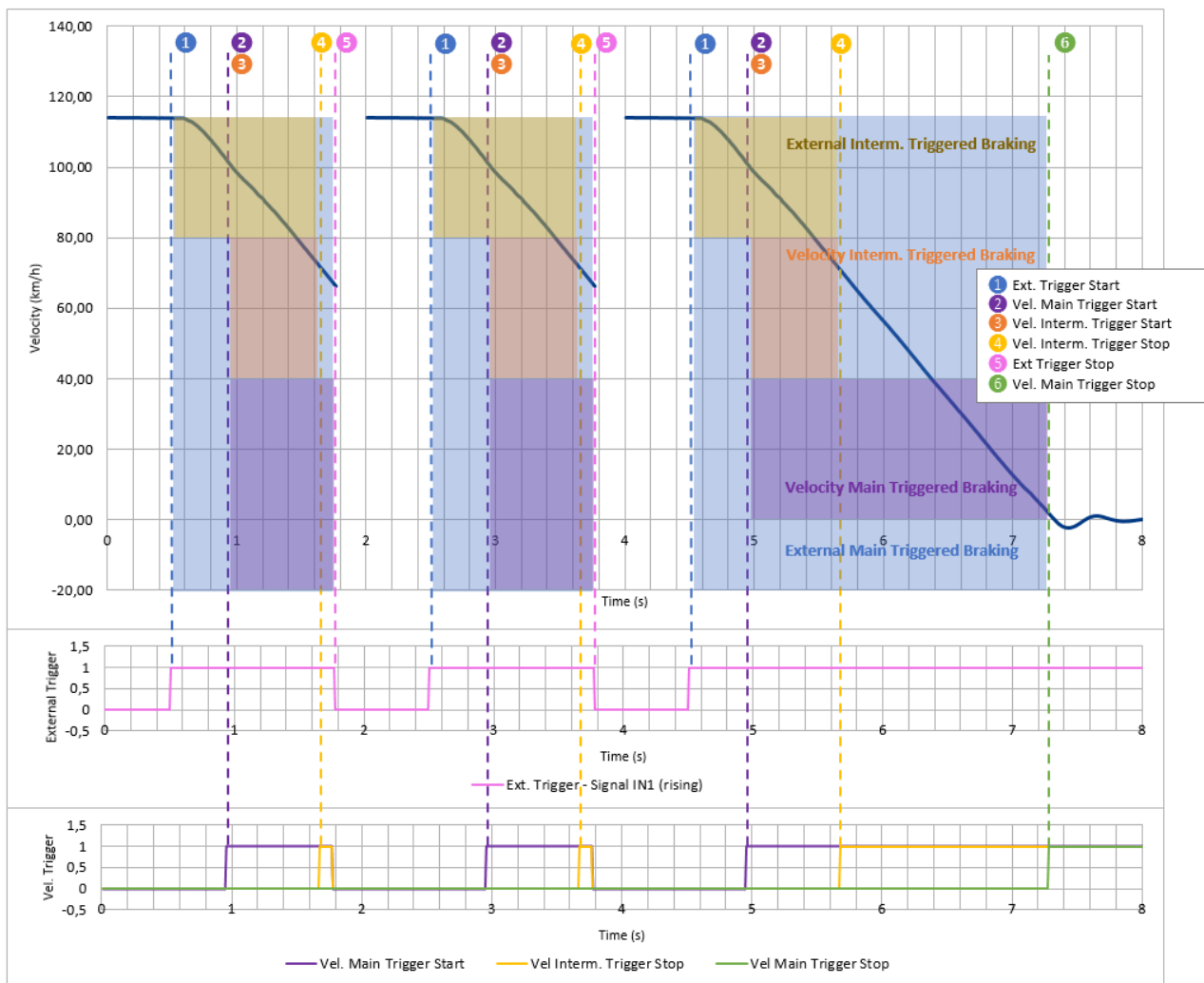
▲ **Gefensterte Bremswegmessung via Geschwindigkeitslimits:**

Mit der Funktion der gefensterten Bremswegmessung ist es möglich, Bremswegmessungen über Geschwindigkeitsgrenzen zu definieren, entweder exklusiv oder parallel zur getriggerten Bremsung. Unter Berücksichtigung des Doppler-Effekts in Kombination mit Inertialsensorik ist es möglich, den exakten Geschwindigkeitswert mit hoher Genauigkeit zu erfassen. Als Ergebnis werden die Bremsmessdaten konsistent und vergleichbar ausgegeben, um die komplette Bremsanlage, d.h. Fahrwerk, Hydraulik, Elektronik und Reifen, zu prüfen.



## ▲ Fading Messung

Die gefensterten Bremsdaten können parallel mit zwei verschiedenen Geschwindigkeitsgrenzen ausgegeben werden, ausgelöst durch die Haupt- und Zwischengeschwindigkeitswerte. Mit dieser Funktionalität lassen sich auch Fading-Bremstests realisieren. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der ADMA-Speed extern und geschwindigkeitsgetriggert mit aktiver "Stop bei externem Trigger"-Funktion betrieben werden muss. Die obere Geschwindigkeitsgrenze muss dabei für beide Fenster gleich konfiguriert werden. Mit diesen Einstellungen kann der ADMA-Speed sowohl die Fading-Szenarien als auch das endgültige Bremsergebnis messen.





## Obligatorische Angaben

- ▲ Extern getriggertter Bremsweg und Zeit
- ▲ Gefensterter Bremsweg und Zeit
- ▲ Zweiter gefensterter Bremsweg und Zeit
- ▲ Fahrzeuggeschwindigkeit
- ▲ Geschwindigkeit beim Auslösen des externen Triggers
- ▲ Verzögerung des Fahrzeugs
- ▲ Mittlere gefensterter Verzögerung
- ▲ MFDD (Mean Fully Developed Deceleration)
- ▲ Normierter Bremsweg
- ▲ Geschätzter Bremswegfehler

### Optional:

- ▲ Roll-, Nick- und Gierwinkel

### ▲ MFDD (Mean Fully Developed Deceleration)

Die MFDD zeigt die maximale Verzögerung, die ein Fahrzeug erreichen kann. In der Regel ist es die Verzögerung zwischen 80% und 10% der Geschwindigkeit beim Auslösen des externen Triggers. Sie beschreibt den Zeitpunkt, zu dem das Fahrzeug die höchste Bremsleistung erreicht hat.

Wenn die extern getriggerte Bremsoption aktiv ist, bezieht sich die MFDD-Berechnung auf die Geschwindigkeit bei externem Trigger. Wenn diese Option nicht aktiv ist, bezieht sie sich auf die konfigurierte Startgeschwindigkeit der geschwindigkeitsgetriggerten Bremsung.

MFDD wird berechnet durch:

$$MFDD = ((v_{80\%})^2 - (v_{10\%})^2) / (25.92 * (s_{10\%} - s_{80\%}))$$

Wobei:

$v_{80\%}$  ist die Geschwindigkeit bei 80% beim Auslösen des externen Triggers.

$v_{10\%}$  ist die Geschwindigkeit bei 10% beim Auslösen des externen Triggers.

$s_{80\%}$  ist der Weg, bei der die Geschwindigkeit  $v_{80\%}$  beträgt.

$s_{10\%}$  ist der Weg, bei der die Geschwindigkeit  $v_{10\%}$  beträgt.

### ▲ Normierte Geschwindigkeit

Die normierte Geschwindigkeit ist ein Konzept, das bei der Berechnung von Leistungstrends die Dynamik aus der Gleichung herausnimmt.

Der normierte Bremsweg wird berechnet durch:

$$s_{norm} = (v_{norm})^2 / (2 * a_m)$$

Wobei:

$s_{norm}$  ist der normierte Bremsweg.

$a_m$  ist die mittlere Verzögerung.

$v_{norm}$  ist die konfigurierte Normierungsgeschwindigkeit.

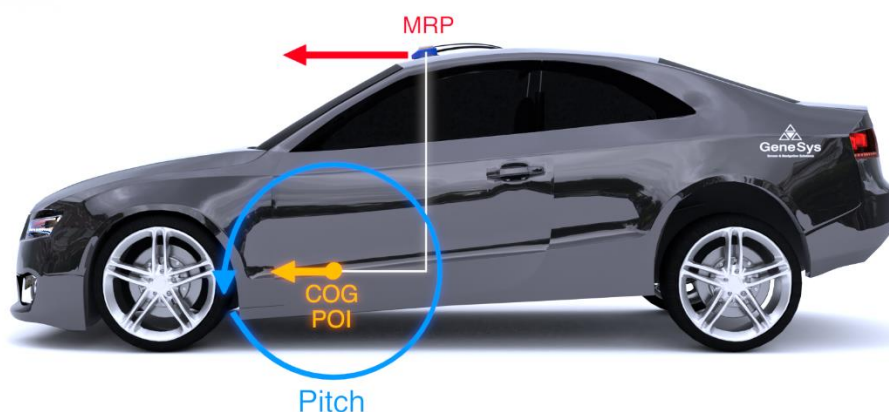


## Herausforderungen und Lösungen

Zur Bestimmung eines hochgenauen Bremsweges gibt es mehrere Herausforderungen:

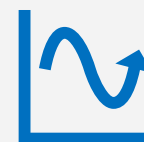
### ▲ Hebelarm-Effekt

Grundsätzlich ergeben sich unterschiedliche Geschwindigkeiten an verschiedenen Messpunkten, abhängig von der Dynamik des Fahrzeugs. Mit Beginn der Bremsung pitcht das Fahrzeug um den Fahrzeugschwerpunkt (COG = Center of Gravity) nach vorne ein. Nun bewegt sich der MRP (Measurement Reference Point) schneller als der COG. Um diese Hebelwirkung zu kompensieren ist der ADMA-Speed in der Lage, die Bremsdaten – bezogen auf einen **POI (Point Of Interest)** – auszugeben, der in den Fahrzeugschwerpunkt gelegt werden kann.



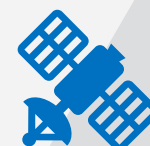
### ▲ Rockback

Während eines Bremsmanövers stellt sich ein konstanter Pitch des Fahrzeugs ein. Kommt das Fahrzeug zum Stillstand, ergibt sich das sogenannte Rockbackverhalten bis wieder ein Pitch von Null Grad erreicht wird. Aus diesem Grund muss als untere Geschwindigkeitsschwelle für eine Bremswegmessung ein Wert größer oder gleich 1 km/h gewählt werden.



### ▲ GNSS Instabilität

Manchmal wird der Empfang von GNSS-Satelliten-Signalen gestört. In diesen Situationen leidet die Genauigkeit der Bremsmessungen. Durch die Kombination von GNSS und der IMU ist es möglich, ein Maximum an Positionsgenauigkeit zu erreichen und GNSS-Ausfälle zu kompensieren.





# GeneSys

Sensor & Navigation Solutions

## Toolkette

Mit seinen stark haftenden Magnetfüßen lässt sich die Sensoreinheit des ADMA-Speed leicht auf dem Dach des zu testenden Fahrzeugs (VUT) installieren. Die Sensoreinheit kombiniert die GNSS-Antenne und die IMU in einem einzigen Gehäuse. Daher ist keine Bestimmung der Antennen-Offsets notwendig. Die Prozessoreinheit kann an beliebiger Stelle innerhalb des Fahrzeugs installiert werden. Die gesamte Konfiguration kann über ein intuitives Webinterface erfolgen. Dieses ermöglicht es, Start- und Stopbedingungen, externe Triggereinstellungen und weitere Konfigurationswerte zu definieren.

Während der Prüfung des Bremssystems können die Ausgangsdaten des ADMA-Speed im GeneSys Ethernet Logger visualisiert werden. Die Software führt den Fahrer mithilfe von optischen und akustischen Signalen. Durch die Bremstabelle stellt der Ethernet Logger sehr übersichtlich die Ergebnisse der einzelnen Bremsmanöver dar. Die aufgezeichneten Daten (z.B. Armierungsgeschwindigkeit, Bremsweg, MFDD, Gierwinkel, geschätzter Bremswegfehler) sind für eine Analyse im Postprocessing mithilfe von Tabellenkalkulationsprogrammen leicht zugänglich. Darüber hinaus können alle Messdaten auch parallel über die CAN-Schnittstelle zur Verfügung gestellt werden.

Optional kann ADMA-Speed zu einem vollwertigen GNSS-gestützten Inertialsystem erweitert werden, z.B. für Fahrdynamiktests oder zur Verifikation von ADAS-Systemen.



© GeneSys Elektronik GmbH · Subject to modifications and errors

## Der Experte



**DOMINIC  
HUBER**

Application Engineer

**WEITERE FRAGEN?  
KONTAKT ZUM AUTOR**

support@genesys-offenburg.de