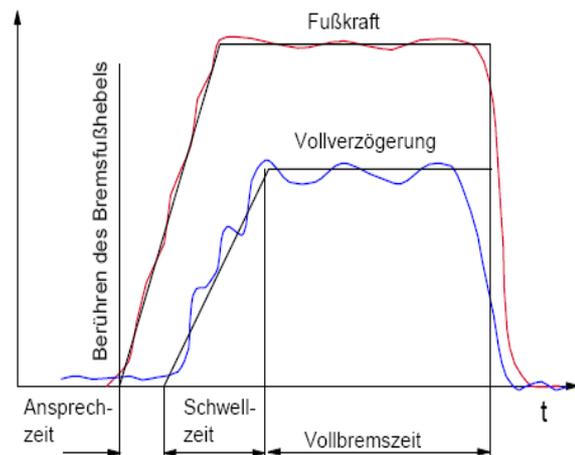


## Bewertung von Bremsverzögerungsverläufen

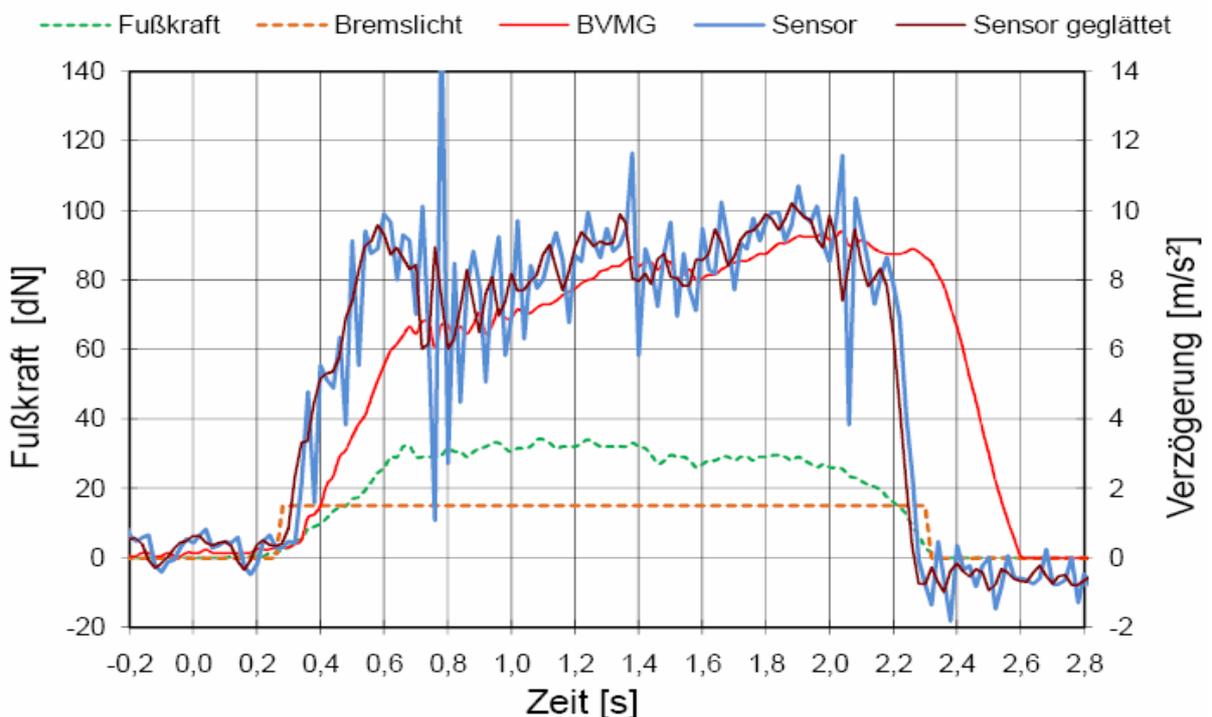
### Situation

Bereits mit der Verfügbarkeit der ersten mechanischen schreibenden Bremsverzögerungsmessgeräte wurden einfache graphische Auswerteverfahren entwickelt, um Bremsvorgänge zeitsparend vergleichen zu können. Bei der „klassischen“ Methode werden die Verläufe von Fußkraft und Verzögerung jeweils so gemittelt, dass zwei trapezförmige Verläufe entstehen, aus deren Stützpunkte und zeitlicher Zuordnung die Werte für Ansprechzeit, Schwellzeit, Vollbremszeit, mittlere Vollverzögerung und Fußkraft ermittelt werden, wie die erste Abbildung zeigt. Da dieses Verfahren ansteigende bzw. abfallende Vollverzögerungsverläufe nur ungenügend berücksichtigt, wurde in der für die Zulassung von Bremsanlagen geltenden EU-Richtlinie 71/320 das Verfahren zur Ermittlung der mittleren Vollverzögerung angepasst. Die geänderte Berechnungsvorschrift wird in einigen neueren elektronischen Bremsverzögerungsmessgeräten angewandt. Allerdings werden meist Geräte verwendet, welche zusätzlich zu den Verläufen von Fußkraft und Verzögerung auch die maximale Verzögerung ermitteln. Da bei diesen Geräten der Verzögerungssensor mit einer großen Dämpfung versehen ist, weist der Verzögerungsverlauf eine große zeitliche Nacheilung zum Fußkraftverlauf auf und es entsteht bei kleinen Bremszeiten der Eindruck, dass am Fahrzeug mit zunehmender Bremszeit immer eine Zunahme der Bremswirkung auftritt.



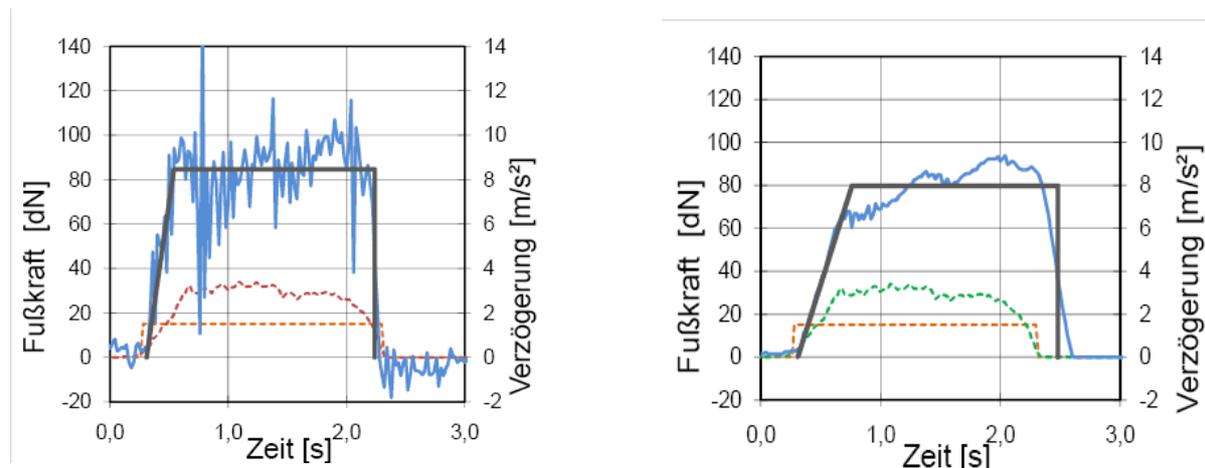
### Aufgabe

Zu untersuchen war, ob die „klassische“ Methode weiterhin zur Auswertung von Bremsverzögerungsmessungen an im Verkehr befindlichen Fahrzeugen sinnvoll anzuwenden ist und welche Einschränkungen bei der Bewertung der Verzögerungsverläufe vorzunehmen sind.



## Ergebnis

Grundlage dieser Untersuchungen waren zeitgleiche Verzögerungsmessungen mit je einem Bremsverzögerungsmessgerät (BVMG) und einem für den Fahrzeugeinsatz konzipierten Beschleunigungssensor, welcher eine Eigenfrequenz von 28 Hz und eine Dämpfung von 0,45 aufweist. Zusätzlich wurden die Geschwindigkeitsverläufe mit einem Mikrowellendopplersensor aufgezeichnet und das Aufleuchten der Bremsleuchte erfasst. Wie die gemessenen Verläufe in der zweiten Abbildung zeigen, dauert der Verlauf der mit dem Bremsverzögerungsmessgerät erfassten Verzögerung deutlich länger, als der durch den Beschleunigungssensor erfasste Verzögerungsverlauf und der Fußkraftverlauf. Eine Auswertung der Verzögerungsverläufe für den Sensor und das BVMG zeigen die beiden letzten Abbildungen. Die Vollverzögerungsgeraden wurden durch Mittelwertsberechnung, die Anfangszeiten der Verzögerungsverläufe durch die Lage der Anstiegsgeraden bestimmt, welche die Verzögerungswerte für 10% und 90% der ermittelten Vollverzögerung berühren. In der Tabelle sind die Ergebnisse des Vergleichs aufgeführt. Es zeigt sich, dass eine Bewertung der Größen Vollverzögerung und Schwellzeit keine sichere Aussagen zum Bremsvorgang ermöglichen. Allerdings kann im praktischen Einsatz die mit Bremsverzögerungsmessgeräten ermittelte Vollverzögerung zur Bewertung von Bremsvorgängen verwendet werden, da diese Werte unter den tatsächlich erreichten Vollverzögerungen liegen. Die Untersuchungsergebnisse zeigen auch, dass die ermittelten Werte für die mittlere Verzögerung und die berechnete Ausgangsgeschwindigkeit nur geringfügig voneinander abweichen und deshalb sehr gut zur Bewertung von Bremsverzögerungsmessungen geeignet sind. Somit ist die „klassische“ Methode weiterhin zur Bewertung von Bremsverzögerungsverläufen geeignet, sofern durch Bau- und Prüfvorschriften kein anderes Verfahren vorgeschrieben wird.



Größe	Sensor	BVMG	Maßeinheit
Schwellzeit	0,23	0,45	s
Vollbremszeit	1,70	1,72	s
Vollverzögerung	8,46	7,98	m/s <sup>2</sup>
mittlere Verzögerung	7,46	7,53	m/s <sup>2</sup>
Ausgangsgeschwindigkeit	55,29	55,86	m/s

## Stichworte/Deskriptoren

Fahrzeug, Bremsanlagen, Verzögerungsmessungen

## Projektleitung und -durchführung

Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan Müller, Telefon 0375 536 3382