



Kolloquium für Fortgeschrittene im Straßenwesen
am 09.12.2004
in Karlsruhe

Dipl.-Ing. Wolf-Henrik von Loeben

Sicherheitsaspekte bei der Sichtweitenbemessung



- Regelwerk
- Ermittlung der möglichen Bremsverzögerungen
- Haltesichtweite und Kuppenmindesthalbmesser
- Vorschlag für eine langfristige Umsetzung der Ergebnisse
- Schlussfolgerungen und Empfehlungen
- Ausblick



Weg während der Reaktions-
und Auswirkdauer:

$$S_1 = \frac{V_{85}}{3,6} \cdot t_R$$

— (blue)
— (orange)

Bremsweg:

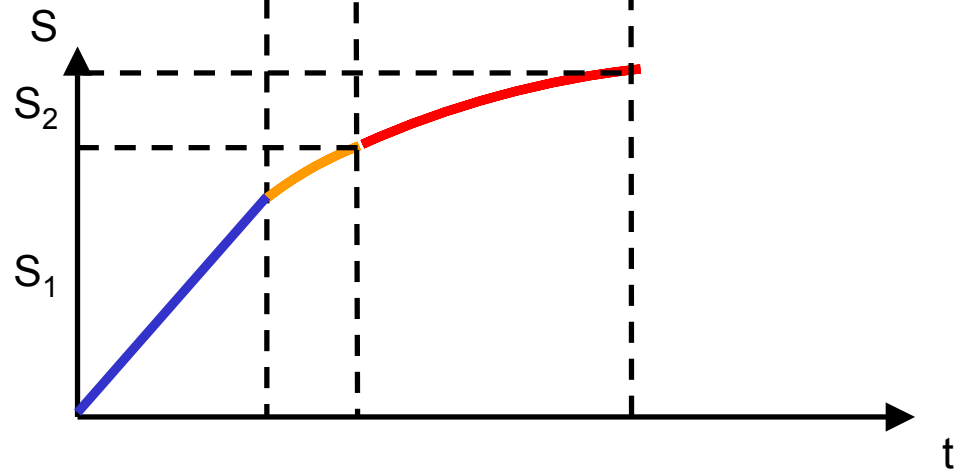
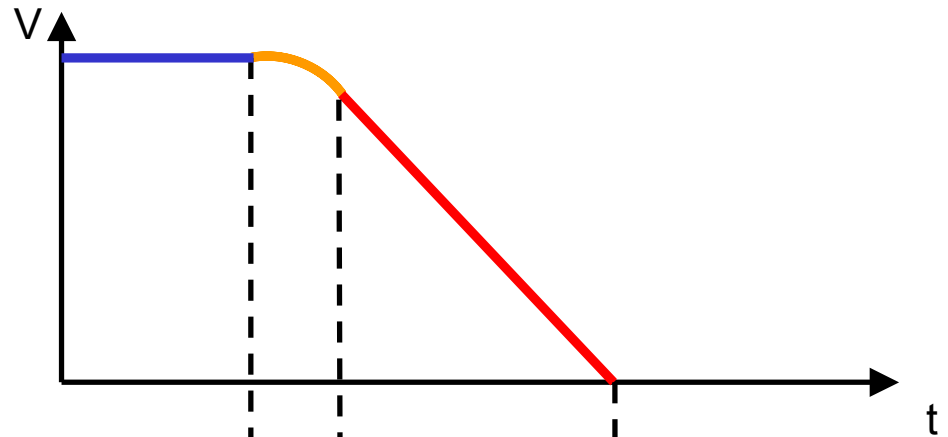
$$S_2 = \frac{1}{3,6 \cdot g} \cdot \int_{V_1}^{V_2} \frac{V}{f_T(V) + \frac{s}{100} + \frac{W_L}{G}} dV$$

— (red)

Anhalteweg:

$$S_h = S_1 + S_2$$

= Haltesichtweite





RAS-L (1995):

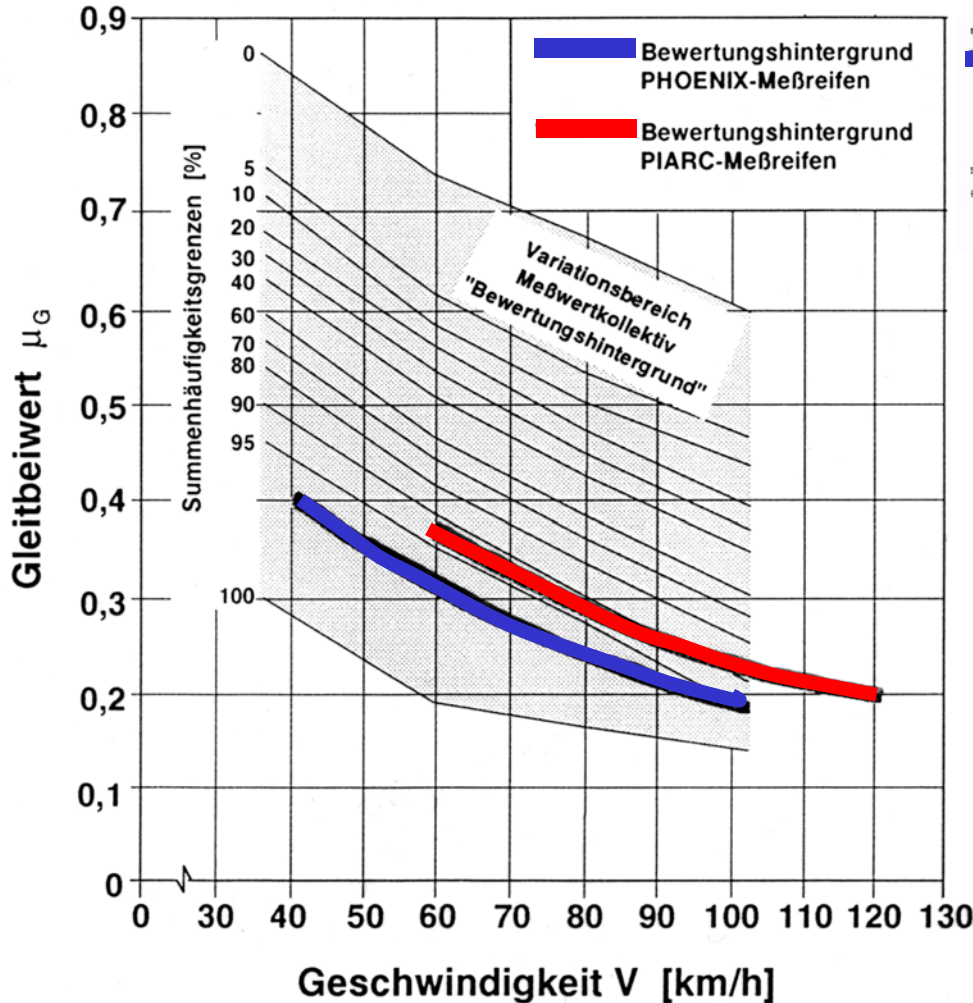
$$t_R [s] = 2s$$

$$S_1 = \frac{V_{85}}{3,6} \cdot t_R$$

70 km/h  39 m

100 km/h  56 m

130 km/h  72 m



"alter Bewertungshintergrund"

$$\mu_G = f_{Tmax} = 0,214 \cdot \left(\frac{V}{100}\right)^2 - 0,640 \cdot \left(\frac{V}{100}\right) + 0,615$$

"neuer Bewertungshintergrund"

$$\mu_G = f_{Tmax} = 0,241 \cdot \left(\frac{V}{100}\right)^2 - 0,721 \cdot \left(\frac{V}{100}\right) + 0,708$$

$$S_2 = \frac{1}{3,6 \cdot g} \cdot \int_{V_1}^{V_2} \frac{V}{f_T(V) + \frac{s}{100} + \frac{W_L}{G}}$$



-
- Das Regelwerk enthält den Stand der Technik von 1970 (1995 aktualisiert)
 - Anstehende Neufassung der Richtlinie für den Entwurf von Landstraßen (RAL)
 - Abgeschlossenes Forschungsprojekt mit überraschenden Aussagen zur Bremsverzögerung von PKW ohne Antiblockiersystem



FE - Vorhaben:

Mögliche Bremsverzögerungen in Abhängigkeit von der Griffigkeit

Im Auftrag des
Bundesministeriums für Verkehr-, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW)
betreut durch die
Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)



Resultate

- Mögliche Bremsverzögerungen
- Abschätzung des Nutzungsgrades für den Straßennutzer
- Erforderliche Haltesichtweite und Kuppenhalbmesser

Durchführen von Bremsversuchen mit aktuellen Fahrzeugen

- Vorversuche zu Ermittlung der relevanten Parameter
- Hauptversuche mit eingeschränkter Parametervariation



Ermittlung der möglichen Bremsverzögerungen - Versuchskombinationen -



Fahrzeug	ABS	Fahrzeug A (Kleinwagen)					Fahrzeug B (untere Mittel- klasse)			Fahrzeug C (Mittelklasse)		
		ja			nein		ja			ja		
		70	100	130	70	100	70	100	130	70	100	130
P3	2 mm	X	X	X	X	X						
P3	5 mm	X	X	X								
P3	8 mm	X	X	X	X	X						
BB	7 mm	X	X	X								
P6	2 mm						X	X	X	X	X	X
P6	5 mm						X	X	X	X	X	X
P6	8 mm						X	X	X	X	X	X
P6H	5 mm									X	X	X
M+S	7 mm						X	X	X			
MXH	5 mm						X	X	X			
MXH	7 mm						X	X	X			
SP	7 mm									X	X	X
SPE	7 mm									X	X	X

Wasserfilmdicken:

0,3 mm

0,7 mm

1,0 mm





Ermittlung der möglichen Bremsverzögerungen - Messprogramm -

Fahrzeug ABS V_0 Reifen und Profilhöhe	Fahrzeug A (Kleinwagen)						Fahrzeug B (untere Mittelklasse)		
	ja			nein			ja		
	70	100	130	70	100	130	70	100	130
„Guter“ Reifen 2 mm	X	X	X	-	-	-	X	X	X
„Guter“ Reifen 5 mm	X	X	X	X	X	-	X	X	X
„Mangelhafter“ Reifen 2 mm	X/Z	X/Z	X/Z	X	X/Z	-	X	X	X/Z

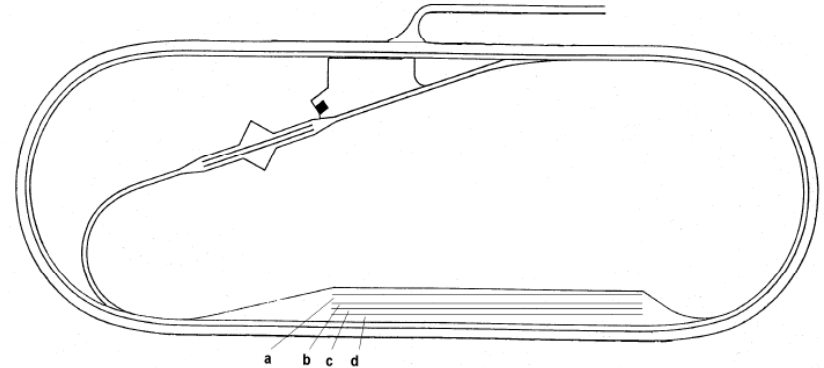
Wasserfilmdicke: 1,0 mm
Z = mit Zuladung

durchzuführen auf 10 Strecken



Ermittlung der möglichen Bremsverzögerungen - Bremsversuche -

Bremsversuche auf abgesperrten Bundesstraßen und einer Teststrecke



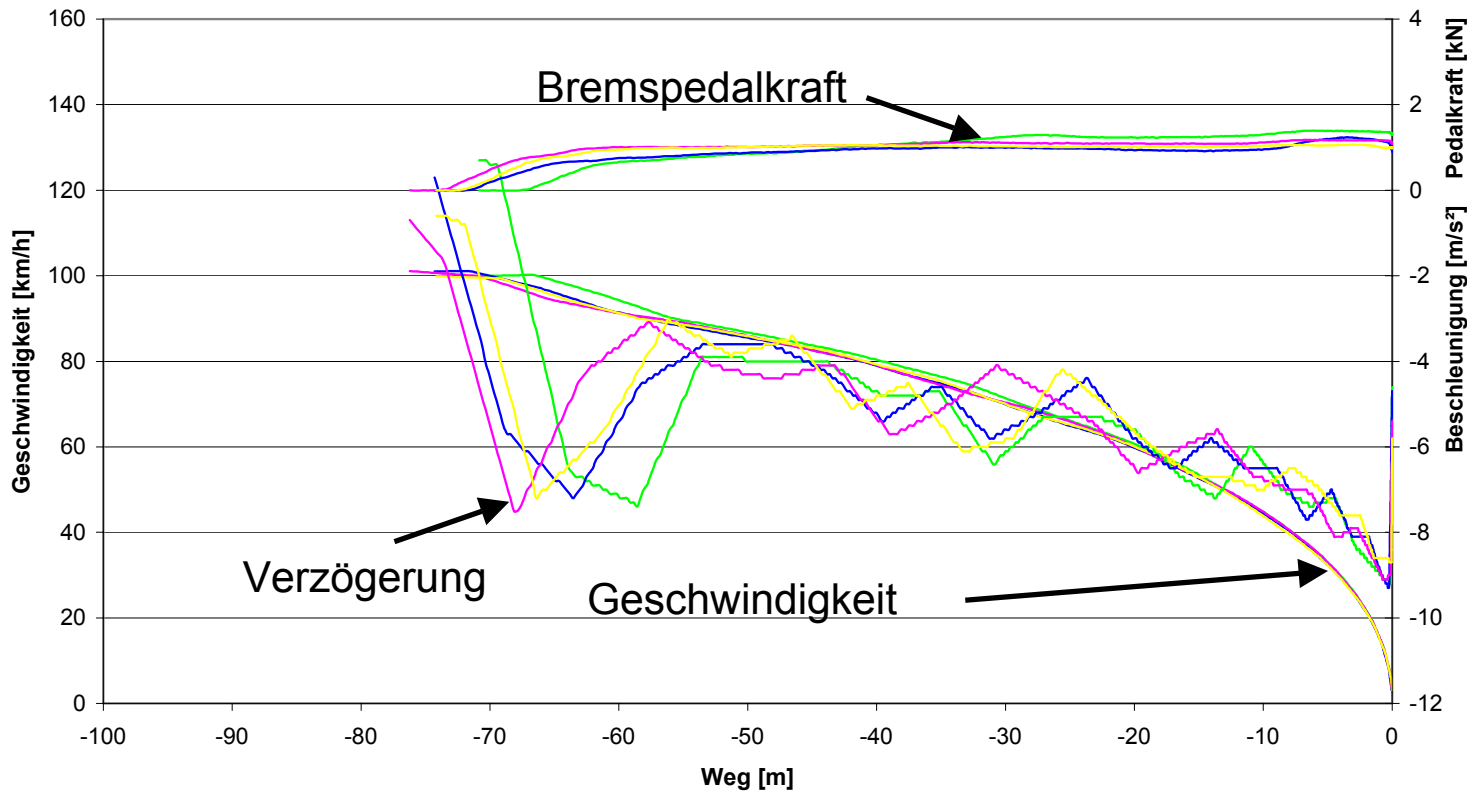


Ermittlung der möglichen Bremsverzögerungen - Messergebnisse -

Variante59

Fahrzeug: Kleinwagen
Reifen: P3
Profiltiefe: 8 mm

Wasserfilmdicke: 1 mm
Geschwindigkeit: 100 km/h
ohne ABS





Ermittlung der möglichen Bremsverzögerungen - Messergebnisse -

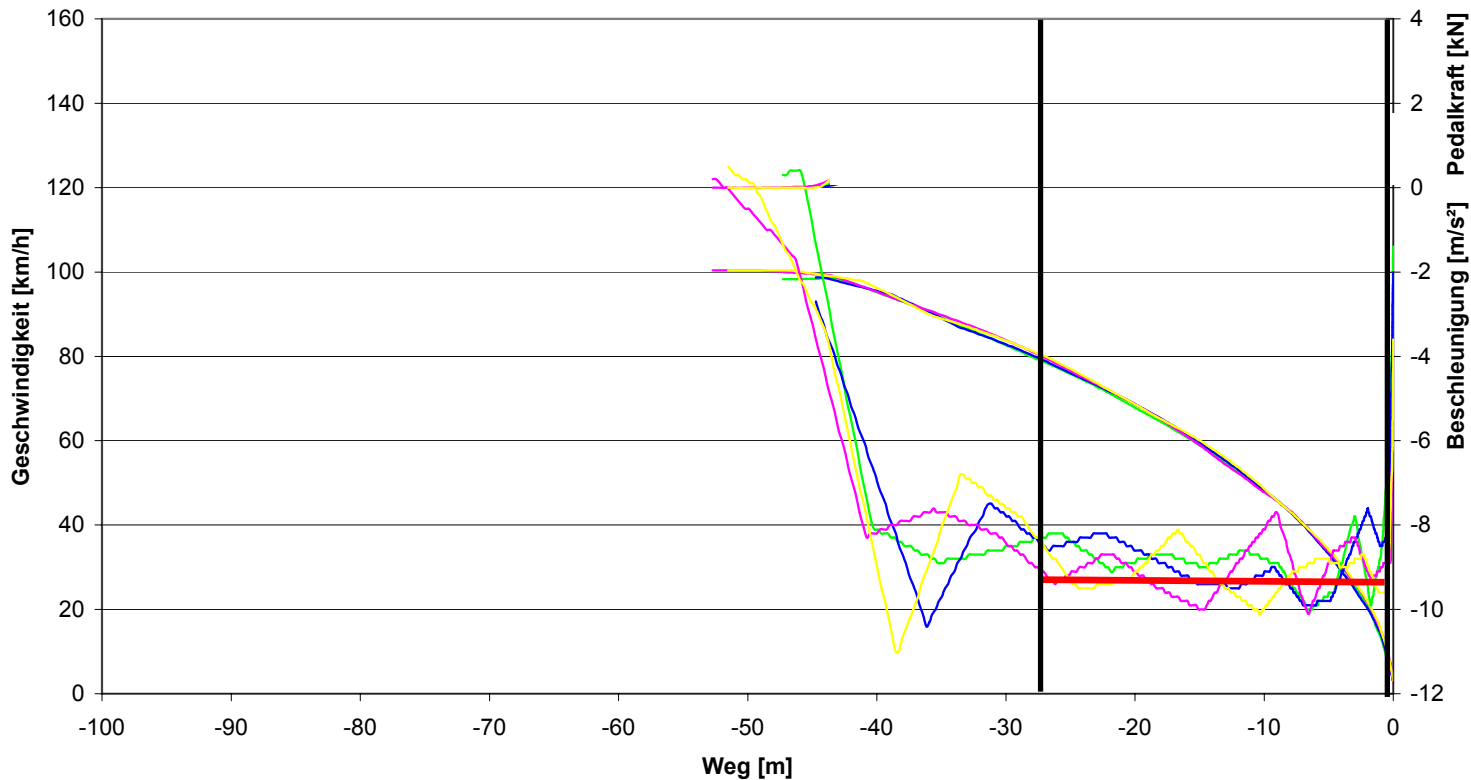
$$MFDD = \frac{v_{01}^2 - v_{08}^2}{2 \cdot (s_{01} - s_{08})}$$

$$v_{01} = 0,1 \cdot v_0 \text{ [m/s]}$$

$$v_{08} = 0,8 \cdot v_0 \text{ [m/s]}$$

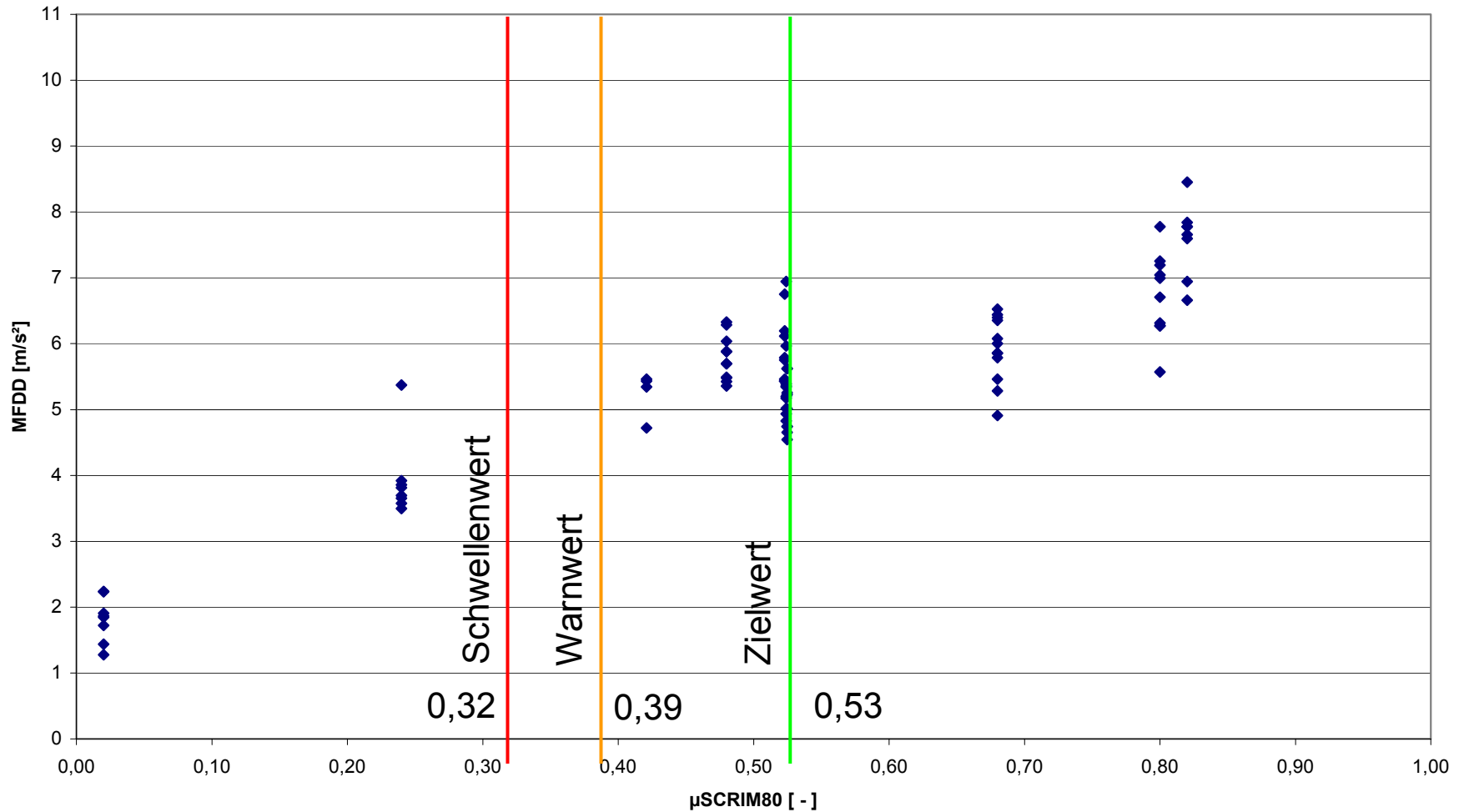
$$s_{01} = \text{Weg zwischen } v_0 \text{ und } v_{01} \text{ [m]}$$

$$s_{08} = \text{Weg zwischen } v_0 \text{ und } v_{08} \text{ [m]}$$





Ermittlung der möglichen Bremsverzögerungen - Messergebnisse -





Ermittlung der möglichen Bremsverzögerungen - Messergebnisse -

V_{85} [km/h]	Ausgangs-	Mittlere Voll-	Mittlere Vollverzögerung* MFDD [m/s^2] ($\mu_{SCRIM80} = 0,37$)		Mittlere Vollverzögerung* MFDD [m/s^2] ($\mu_{SCRIM80} = 0,32$)	
	Verzögerung a [m/s^2] nach RAS- L (1995)		ohne ABS	mit ABS	ohne ABS	mit ABS
70	3,15	4,20	4,50	6,00	4,30	5,70
100	2,24	3,35	3,80	6,00	3,70	5,80
130	1,75	2,81	3,30**	5,90	3,20**	5,70

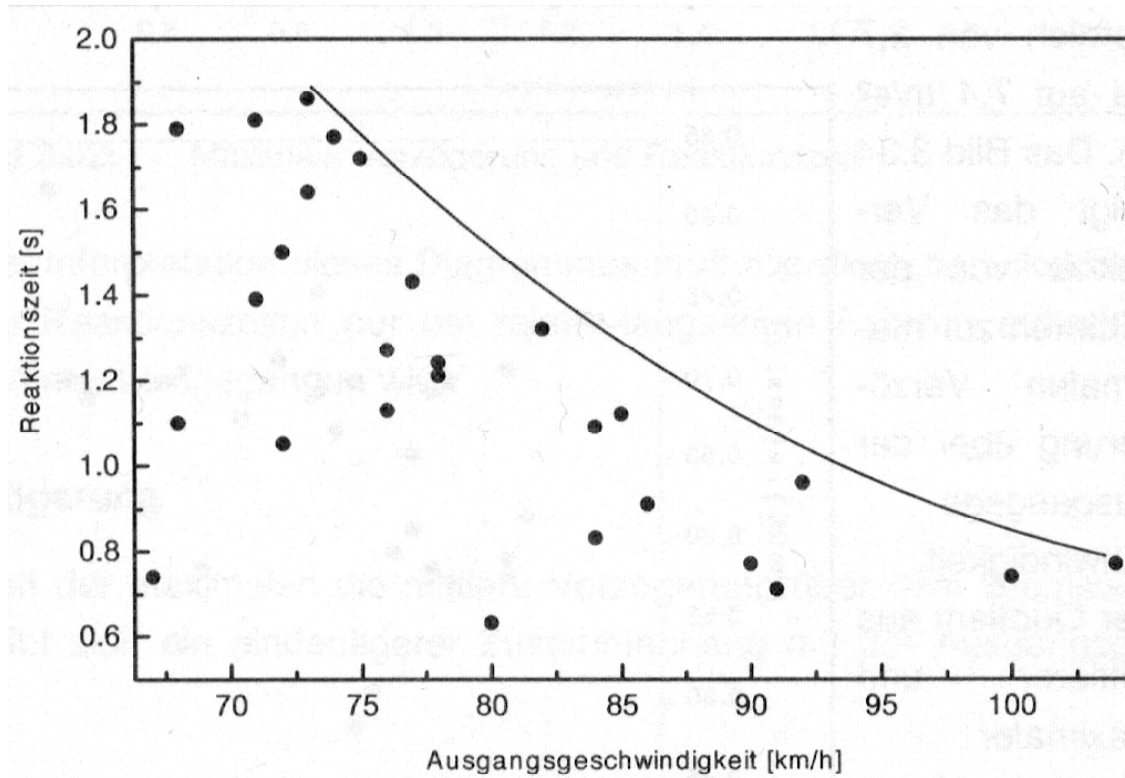
*Mittelwerte

**extrapolierter Wert



Ermittlung der möglichen Bremsverzögerungen - Reaktionszeit -

Bernhard 1999

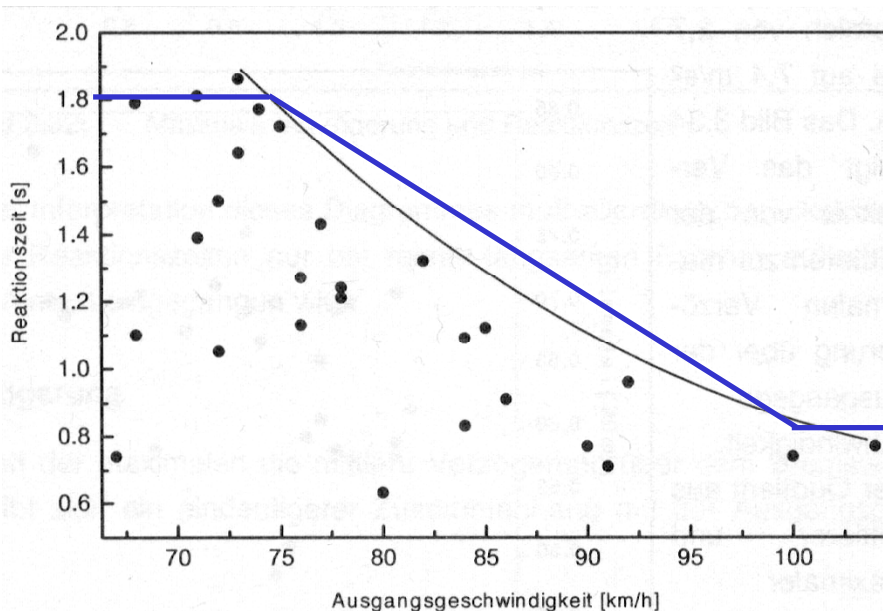




Reaktionszeit:

$$t_R [s] = \begin{cases} 1,8 & V \leq 75 \text{ km/h} \\ 4,8 - \frac{V}{25} & 75 \text{ km/h} < V < 100 \text{ km/h} \\ 0,8 & V \geq 100 \text{ km/h} \end{cases}$$

+ 0,2 s Auswirkdauer



70 km/h  39 m

100 km/h  28 m

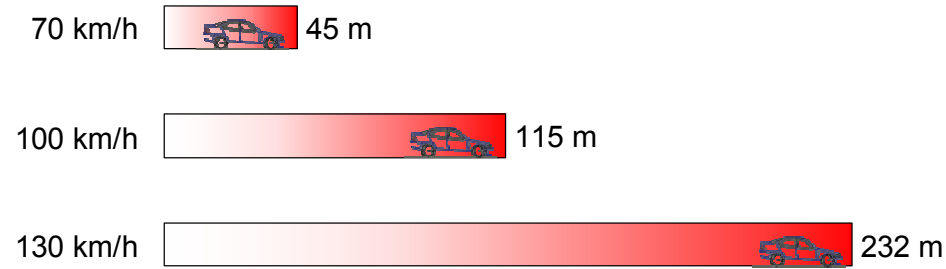
130 km/h  35 m



Ermittlung der möglichen Bremsverzögerungen - Bremsweg -

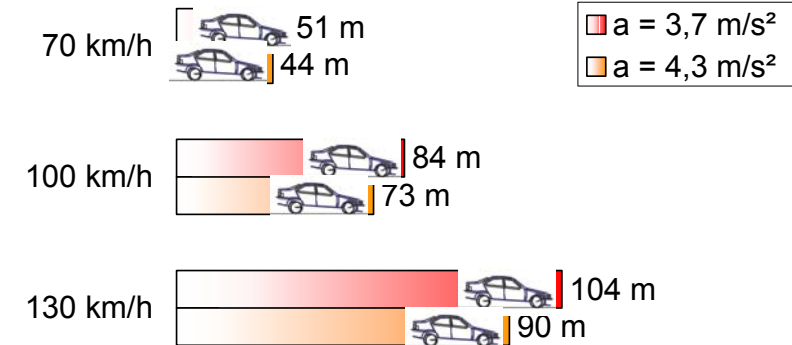
RAS-L

$$S_2 = \frac{1}{3,6 \cdot g} \cdot \int_{V_1}^{V_2} \frac{V}{f_T(V) + \frac{s}{100} + \frac{W_L}{G}}$$



ISE

$$S_2 = \frac{\left(\frac{V}{3,6}\right)^2}{2a}$$

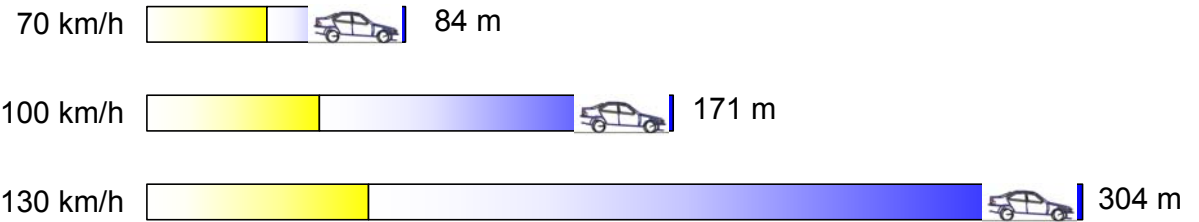




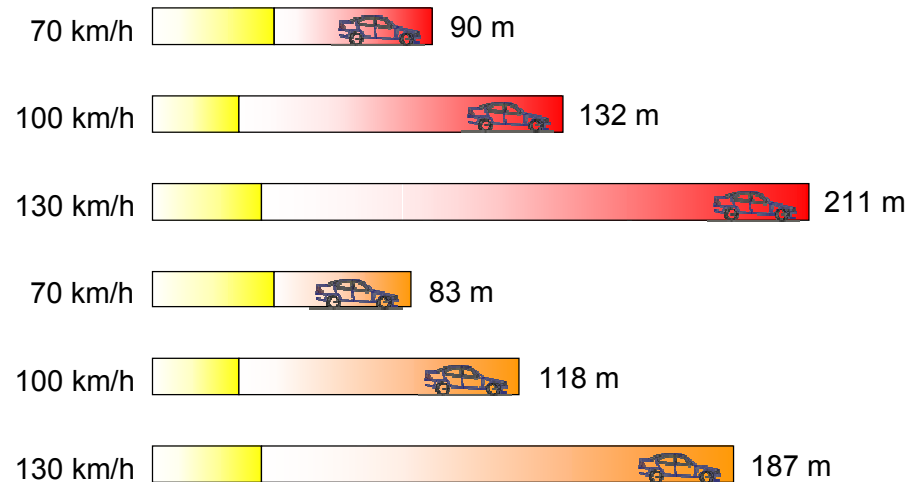
Ermittlung der möglichen Bremsverzögerungen - Anhalteweg -



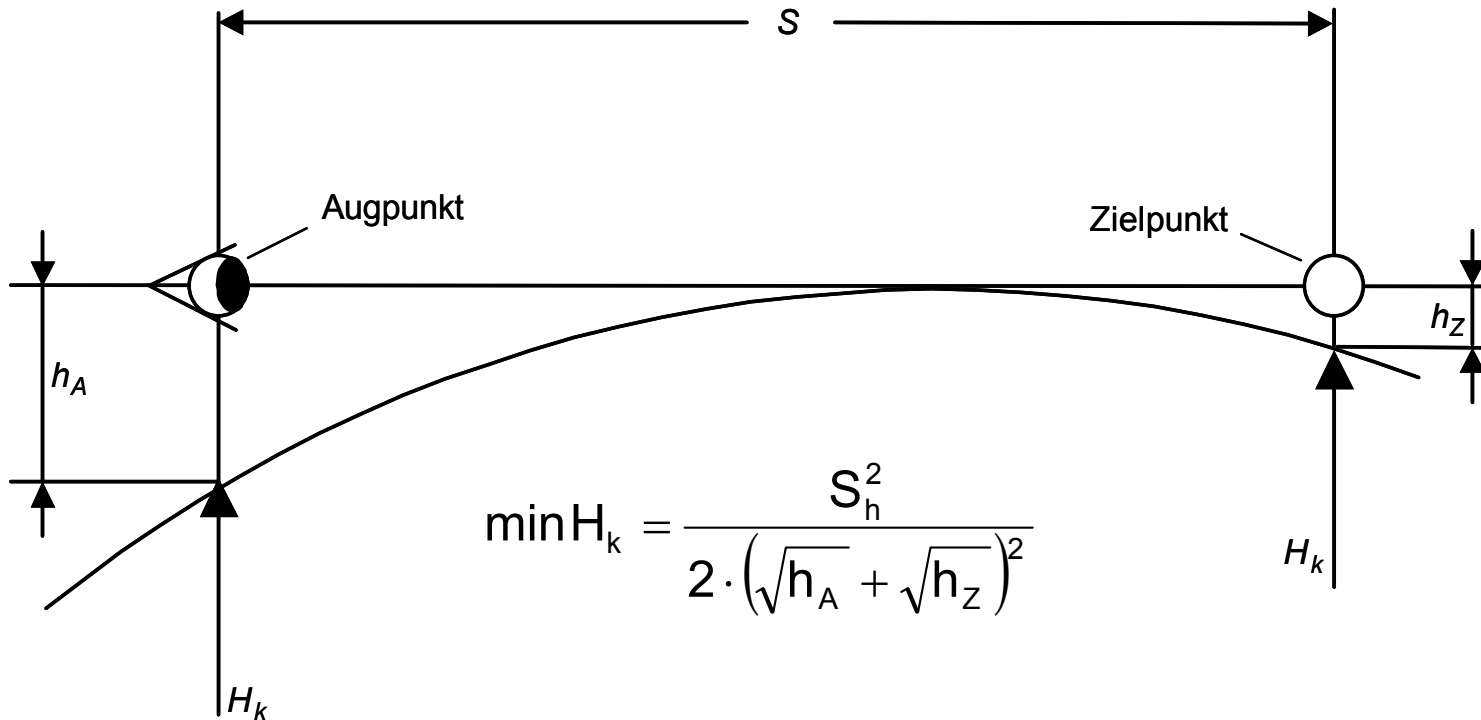
RAS-L (1995)



ISE



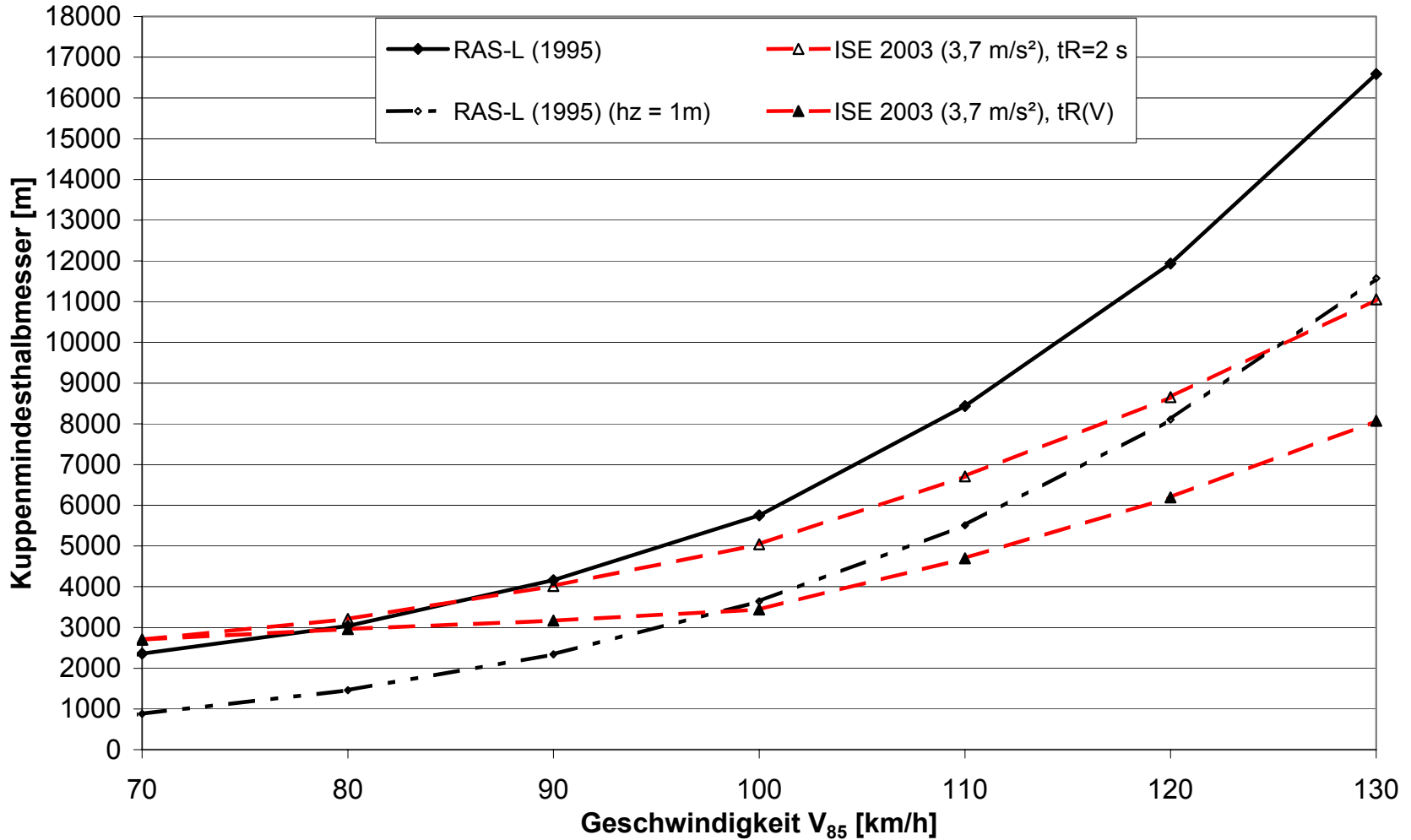
Reaktionsweg + Weg der Auswirkdauer	Bremsweg (3,7 m/s ²)
	Bremsweg (4,3 m/s ²)



Zusammenhang zwischen Kuppenmindesthalbmesser,
Aug- und Zielpunkthöhe sowie Sichtweite
(RAS-L 1995)

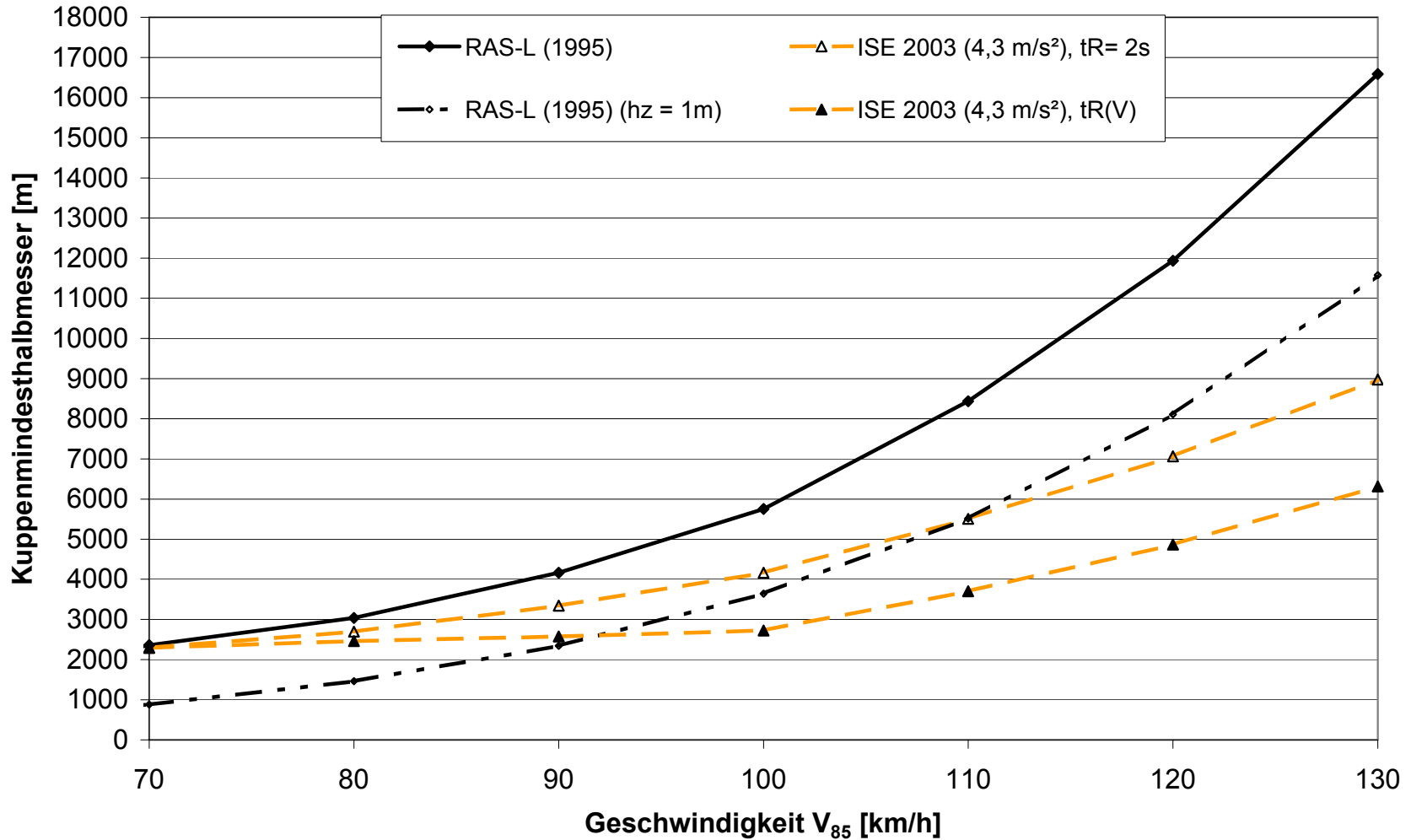


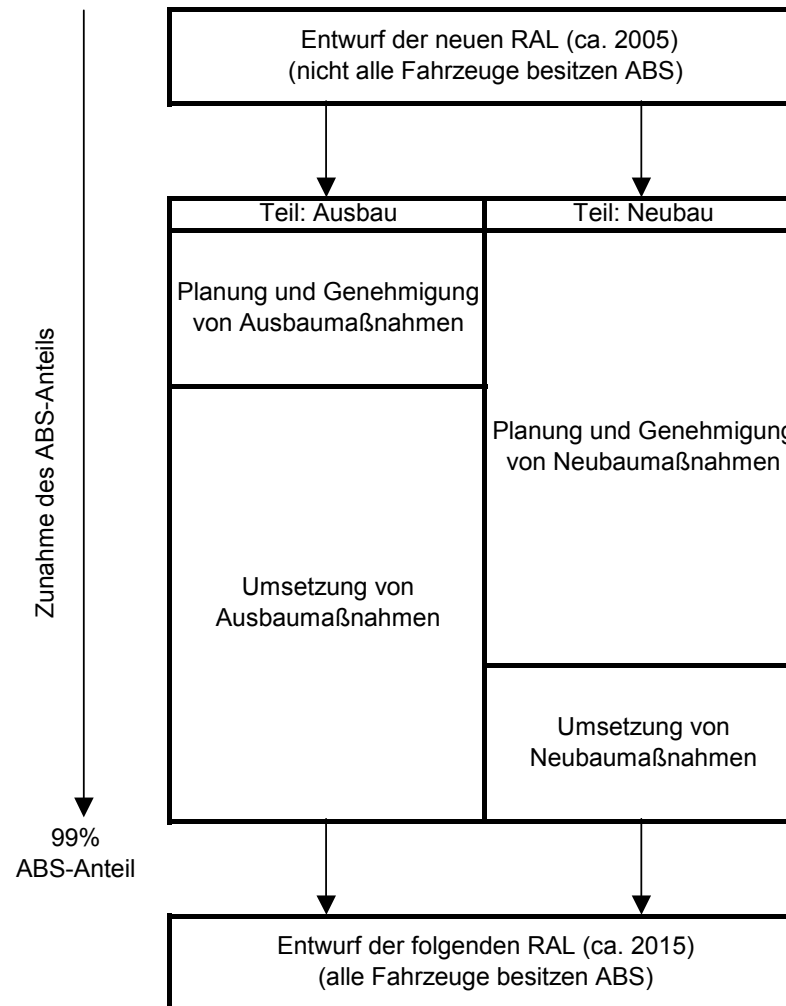
Haltesichtweite und Kuppenmindesthalbmesser





Haltesichtweite und Kuppenmindesthalbmesser







- Kuppenhalbmesser könnten aus technischer Sicht deutlich kleiner werden und damit kostengünstigere Trassierungsmöglichkeiten erlauben
- Die nach bisherigen Richtlinien trassierten Strecken bieten hinsichtlich der vorhandenen Haltesichtweiten ein hohes Sicherheitspotenzial
- Die Auswirkungen kleiner Kuppen auf das Fahrverhalten sind nicht bekannt
- Extreme Parameterkombinationen sollten vermieden werden
- Der Einfluss der räumlichen Linienführung auf das Fahrverhalten ist bisher bekannt



- Die neuen Richtlinien (RAL) werden durch die erzielten Ergebnisse hinsichtlich der Haltesichtweiten zumindest unter technischen Gesichtspunkten abgesichert
- Weiteren Aufschluss darüber, welche Auswirkungen verkürzte Haltesichtweiten haben, werden laufende Untersuchungen zu einer Orientierungssichtweite geben



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

