

# Fußgängerschutz durch Bremsassistentenz

Thomas Unselt, Dr. Joerg Breuer, Dr. Lutz Eckstein  
*DaimlerChrysler AG, 71059 Sindelfingen*

## Einleitung

In Deutschland haben Fußgängerunfälle mit 13% Anteil an den Getöteten im Straßenverkehr (2002) einen bedeutenden Anteil am Verkehrsunfallgeschehen. Auch in anderen Ländern wie z.B. den USA hat das Problem der Fußgängerunfälle eine ähnliche Größenordnung. Analysen der Unfalldaten aus GIDAS (German in Depth Accident Study), einer Unfalldatenerhebung am Unfallort in den Großräumen Dresden und Hannover, zeigen, dass Fußgänger gegenüber Fahrzeuginsassen einem fünffach so großem Risiko ausgesetzt sind, in einem Unfall getötet zu werden. Bei den Fußgängerunfällen überwiegt der Konflikt zwischen Fußgänger und Pkw (73%) verbunden mit einer Kollision zwischen Fußgänger und Pkw-Front (65%). Diese Unfälle können, auch zusammen mit Maßnahmen der Passiven Sicherheit zum Partnerschutz, durch Systeme der Aktiven Sicherheit gemildert oder sogar verhindert werden. Besonderes Potenzial hierfür bietet der Brems-Assistent (BAS), der den Anhalteweg in Notsituationen verkürzen kann, indem er dem Fahrer die volle Bremsleistung zur Verfügung stellt, wenn ein Notbremswunsch erkannt wird. Hierbei werden besonders diejenigen Fahrer unterstützt, die das Bremspedal zwar schnell aber nicht kraftvoll genug betätigen. Frühere Untersuchungen haben bereits den Nutzen des BAS in Notbremssituationen nachgewiesen. Ziel der Untersuchung, die im Folgendem beschrieben wird, war es, die Wirksamkeit des BAS speziell in unfallkritischen Situationen mit Fußgängern zu bewerten. Hierzu wurde eine Untersuchung am dynamischen Fahrsimulator der DaimlerChrysler AG in Berlin zu Fragestellungen der Systemaktivierung, Unfallvermeidung und Unfallschwereminderung durch den Bremsassistenten durchgeführt.

## Methode

Um das Versuchsdesign aus dem realen Unfallgeschehen abzuleiten, wurden die relevanten Fußgängerunfälle anhand der GIDAS-Daten genauer analysiert. Der Fußgängerunfall findet häufig innerorts mit einem geradeaus fahrenden Pkw statt, oft in Kombination mit Sichtbehinderungen durch Bebauung, Bewuchs oder Fahrzeuge am Straßenrand. Auf Basis dieser Ergebnisse wurde eine unfallkritische Situation am Fahrsimulator nachgebildet: Die Probanden durchfuhren eine Ortsdurchfahrt mit 50 km/h. Zu einem festgelegten Zeitpunkt in Relation zu einer möglichen Kollision (time to collision-gesteuert) lief ein Kind von links kommend auf die Straße vor das Fahrzeug der Probanden. Das Kind war vorher am Straßenrand durch geparkte Fahrzeuge verdeckt. Die Situation war so parametrisiert, dass der Unfall mit einer guten Bremsreaktion des Fahrers zu verhindern bzw. zu entschärfen war. Um den Effekt eines BAS bewerten zu können, fuhr die eine Hälfte des Probandenkollektivs ein Fahrzeug der C-Klasse (W203), welches mit einem in der Serie eingesetzten BAS ausgestattet war, die andere Hälfte das selbe Fahrzeug ohne BAS. Bevor die Probanden die kritische Situation in der Ortsdurchfahrt

erreichten, wurden sie durch eine Fahrt von ca. 30 Minuten Dauer an das Fahren im Simulator gewöhnt.

Das Probandenkollektiv bestand aus 55 Normalfahrern mit einem Durchschnittsalter von 40,3 Jahren. Das Geschlecht war nahezu gleichverteilt.

## **Ergebnisse**

Insgesamt konnten 51 Situationen ausgewertet werden. In 45% kam es zu einer Kollision mit dem Fußgänger. Die Auslöseschwellen des BAS wurden von 47% der Probanden überschritten (berechnet unabhängig davon, ob der BAS verfügbar war). Aus den Reaktionen und Aussagen der Probanden ist ersichtlich, dass die Situation als sehr kritisch, realistisch und erschreckend wahrgenommen wurde.

Die Analyse der Unfallquote zeigt, dass die Probanden, die ein Fahrzeug mit BAS fahren, signifikant seltener mit dem Fußgänger kollidierten: Die Unfallquote reduziert sich gegenüber Fahrzeugen ohne BAS um 45% (26% Punkte) auf 32%. Kein Proband, der durch den BAS unterstützt wurde, kollidierte mit dem Fußgänger. Sechs Probanden, die ein Fahrzeug ohne BAS fahren und verunfallten, haben die BAS Auslöseschwellen überschritten und hätten eine Unterstützung bei der Notbremsung erhalten. Diese Probanden hätten mit Hilfe des BAS den Unfall vermeiden können und erklären so den Unterschied in der Unfallquote.

Die Zeitverläufe, die das Bremsverhalten der Probanden beschreiben, zeigen deutlich, dass der BAS besonders diejenigen Probanden unterstützt, die zunächst schnell, aber dann verhalten oder unentschlossen das Bremspedal betätigen. Die Unterstützung durch den BAS führt unter den gegebenen Versuchsbedingungen immer zur maximalen Verzögerung und in Folge dessen nicht nur zur Unfallvermeidung, sondern auch zu Sicherheitsreserven, die sich im verbliebenen Restabstand zum Fußgänger nach der Notbremsung zeigen. Bei Fahrten ohne BAS Unterstützung kommt es zu Unfällen mit Kollisionsgeschwindigkeiten von teilweise mehr als 30 km/h.

## **Fazit**

Die Wirksamkeit des Brems-Assistenten in unfallkritischen Situationen mit Fußgängern konnte nachgewiesen werden. In der untersuchten Situation werden die BAS Auslöseschwellen von 47% der Probanden überschritten und infolge der BAS Unterstützung die Unfallquote signifikant verringert. Probanden mit BAS Unterstützung vermeiden sicher Unfälle, während es bei Probanden ohne BAS-Unterstützung zu Unfällen mit z.T. erheblichen Kollisionsgeschwindigkeiten kommt.

# DAIMLERCHRYSLER

## **Fußgängerschutz durch Bremsassistentz**

**Thomas Unselt, Dr. Jörg Breuer, Dr. Lutz Eckstein**

# Fußgängerunfälle



**DLSTATIS**  
wissen. nutzen.

## Fußgängerunfälle Deutschland (2002):

- /// **873 Getötete** (13% der Getöteten)
- /// **36.343 Verletzte** ( 7% der Verletzten)

Quelle: Statistisches Bundesamt Deutschland



**NHTSA**  
People Saving People  
www.nhtsa.dot.gov

## Fußgängerunfälle USA (2002):

- /// **4.808 Getötete** (11% der Getöteten)
- /// **71.000 Verletzte** ( 3% der Verletzten)

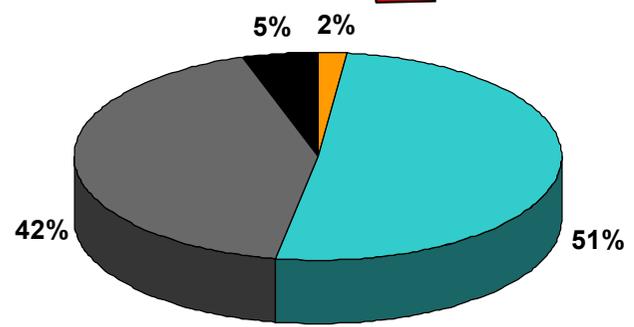
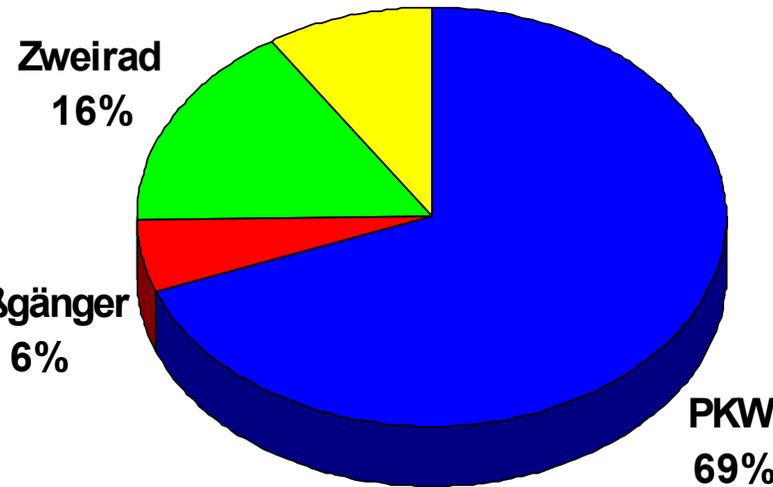
Quelle: NHTSA

# Fußgängerunfälle

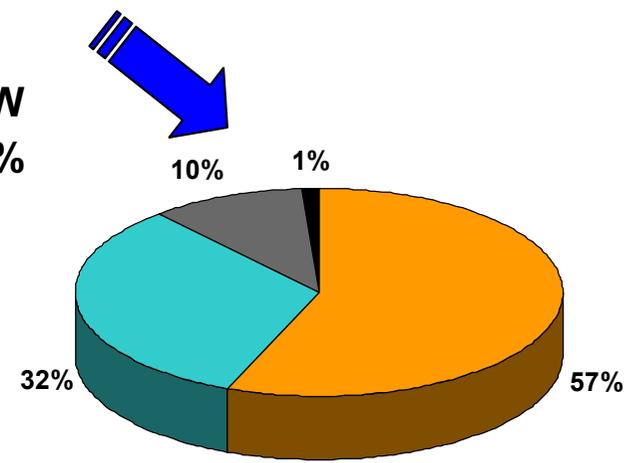
## GIDAS (German in Depth Accident Study)



**Beteiligte Personen (n = 20.486)**



**Verteilung Unfallschwere Fußgänger**



**Verteilung Unfallschwere Pkw**

- unverletzt
- leichtverletzt
- schwerverletzt
- getötet

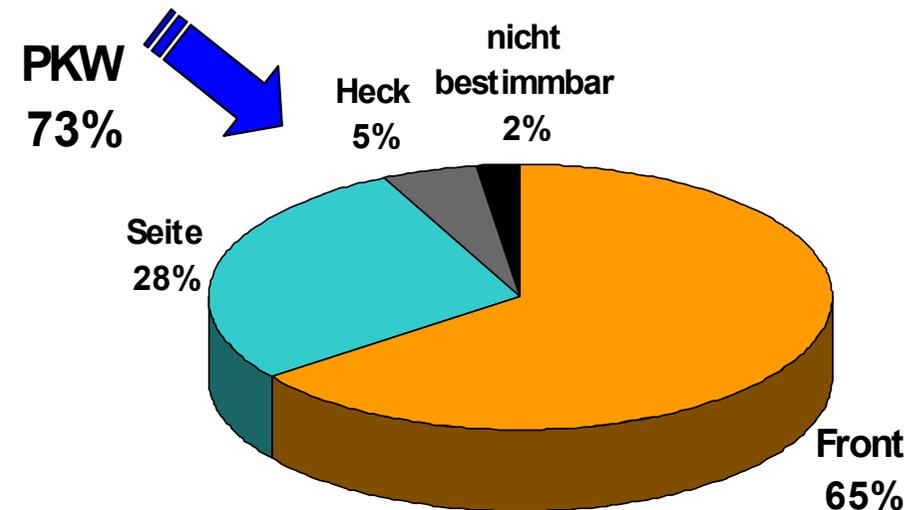
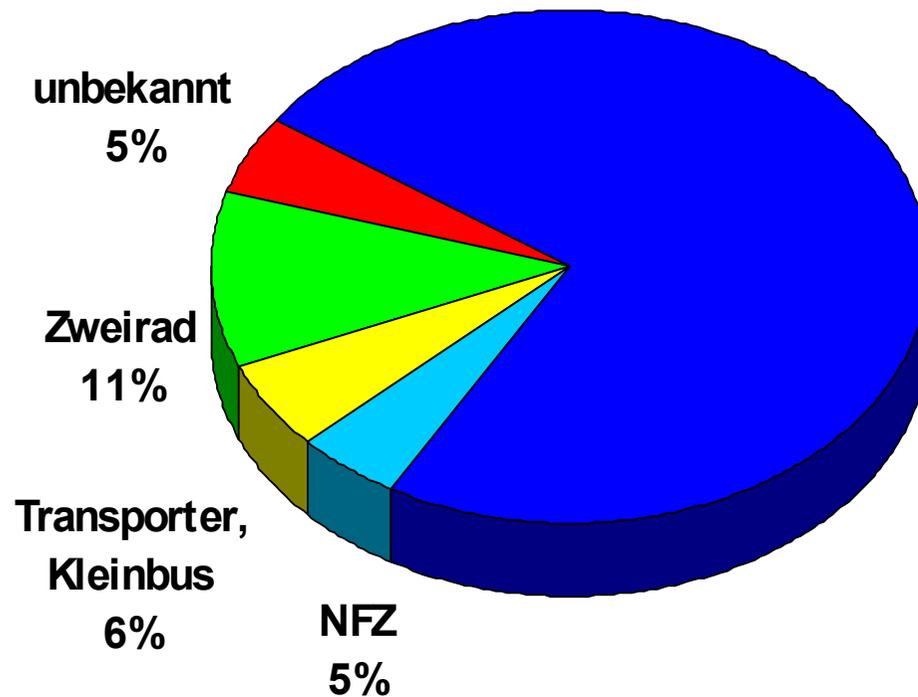


Quelle: GIDAS (German in Depth Accident Study) Erhebungsgebiete Dresden und Hannover (Stand 11/2003)

# Fußgängerunfälle GIDAS (German in Depth Accident Study)



## Anprallgegner bei Fußgängerunfällen (n = 923)



## Anprallstelle am Pkw



Quelle: GIDAS (German in Depth Accident Study) Erhebungsgebiete Dresden und Hannover (Stand 11/2003)

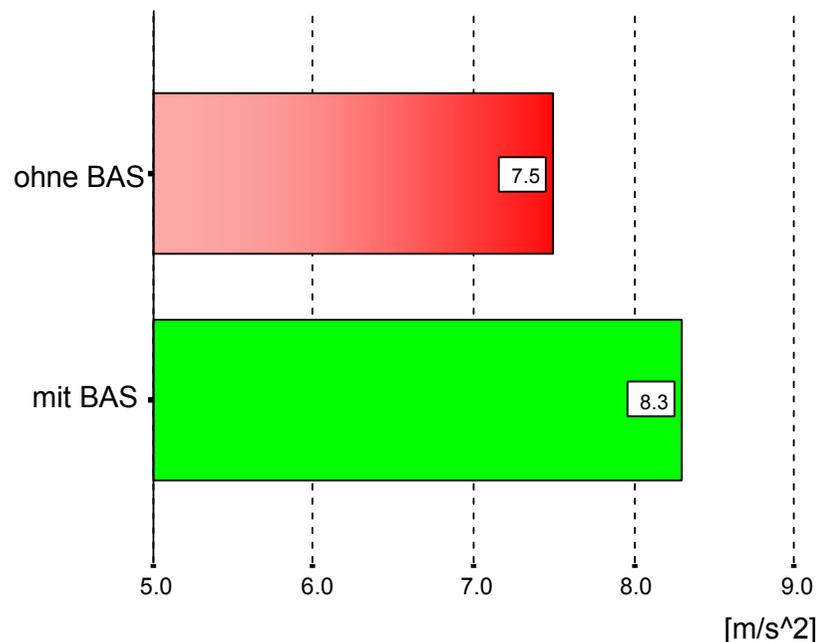
# Brems-Assistent



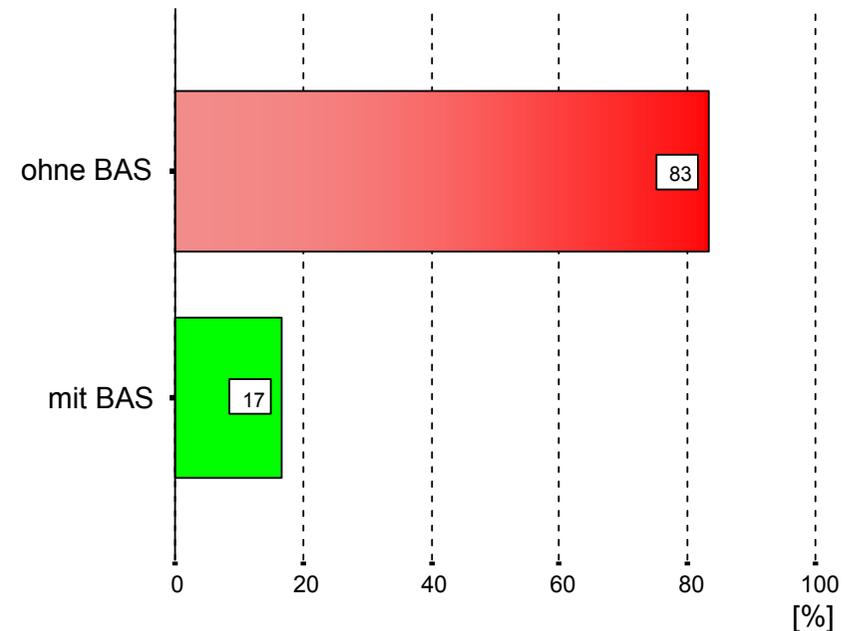
Der Brems-Assistent (BAS) verkürzt den Anhalteweg in Notsituationen, wenn der Fahrer in kritischen Momenten schnell (Notbremswunsch), aber nicht kraftvoll genug auf das Bremspedal tritt.

Interne Probandenuntersuchung im kontrollierten Feld (105 Probanden)

Mittlere Verzögerung



Unfallhäufigkeit



# Fragestellung



**Wie groß ist der Nutzen des BAS in unfallkritischen Verkehrssituationen mit Fußgängern hinsichtlich:**

- /// **der Aktivierung des Systems?**
  - /// **Überschreitung des Schwellwerts**
- /// **der Vermeidung von Unfällen?**
  - /// **Unfallhäufigkeit mit verfügbaren BAS**
- /// **der sicheren Bewältigung dieser Situationen?**
  - /// **Verzögerung**
  - /// **Restabstand**



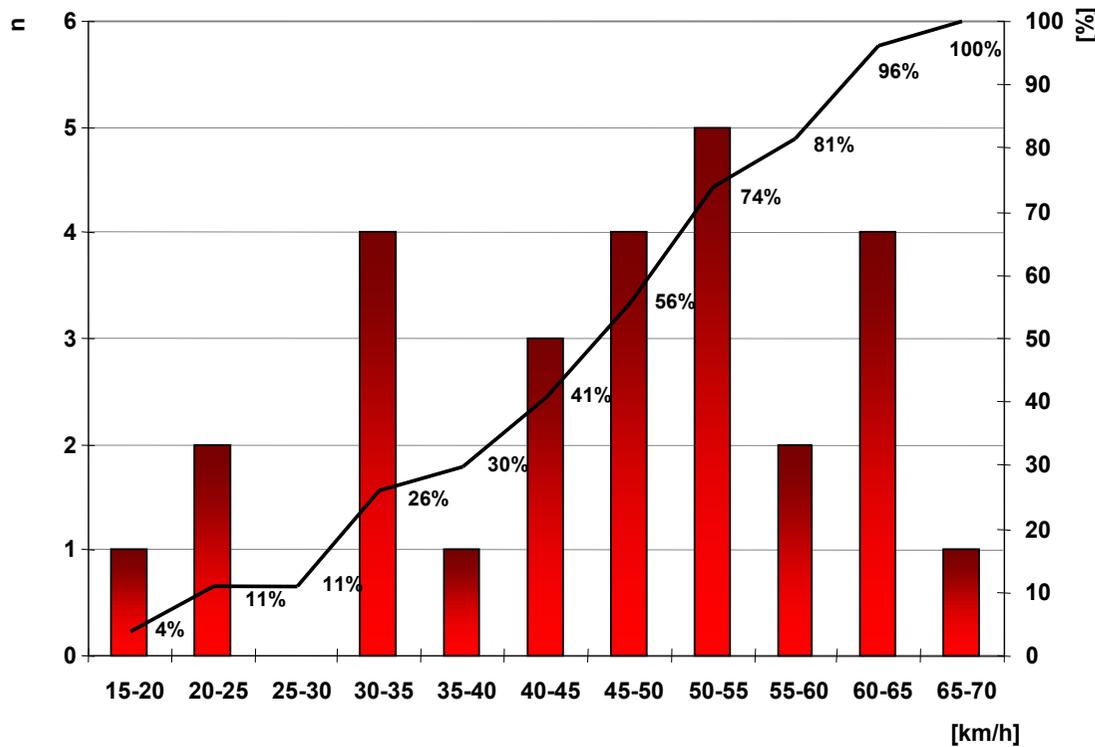
↪ **Beantwortung im Probandenversuch am DC Fahrsimulator**

# Methode

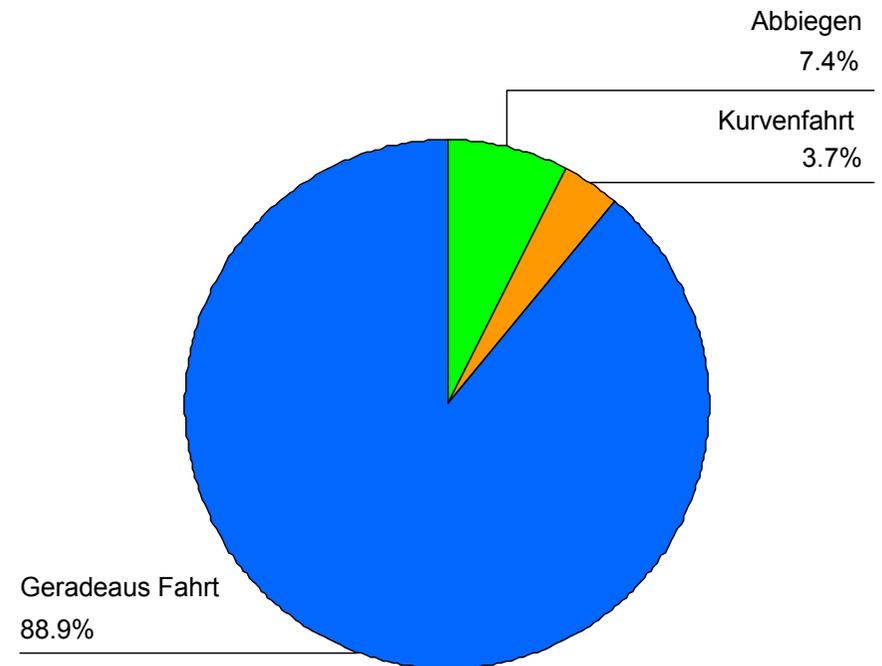


## Unfallanalyse: Fußgängerunfälle aus GIDAS

Ausgangsgeschwindigkeit  $V_0$



Fahrmanöver



☞ Orientierung der Versuchsgestaltung am realen Unfallgeschehen

# Methode



## Situationsdarstellung



### Kind in Ortsdurchfahrt



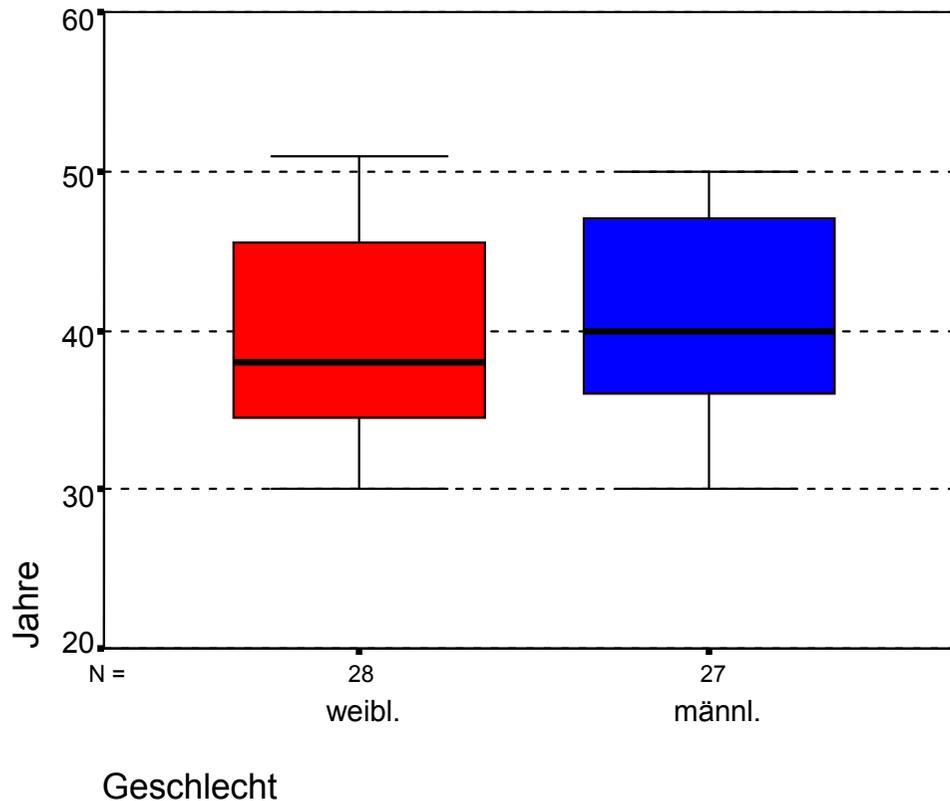
- /// **Geschwindigkeit: 50 km/h**
- /// **Laufrichtung: von links**
- /// **Sichtbehinderung durch Gegenverkehr**
- /// **Möglichkeiten zum Ausweichen eingeschränkt**
  
- /// **Situation wird nach ca. 30 Minuten Gewöhnung an das Fahren im Simulator erreicht**
  
- /// **BAS in 50% der Fahrten nicht verfügbar**

# Methode



## Probanden-Kollektiv / Fahrzeug

Altersverteilung der Probanden



Fahrzeug: C-Klasse mit Serien-BAS



- /// **Geschlecht:** 51 % weibl.
- /// **Ø Alter:** 40,3 Jahre
- /// **Ø Fahrleistung:** 16.000 km/a
- /// **Sicherheitstraining:** 33 % ja

# Ergebniss



## Kennwerte der unfallkritischen Situation

- /// **auswertbare Situationen:** 51
- /// **Unfallquote:** 45 %
- /// **BAS-Schwelle überschritten:** 47 %
- /// **Ø Ausgangsgeschwindigkeit::** 49 km/h (Soll 50 km/h)
- /// **minimaler Abstand zum Fußgänger:** 1,8 m
- /// **Ø Gefährlichkeit\* (subj.):** 1,8

### Videsequenzen



BAS hätte unterstützt    BAS hat unterstützt

### Probanden - Aussagen

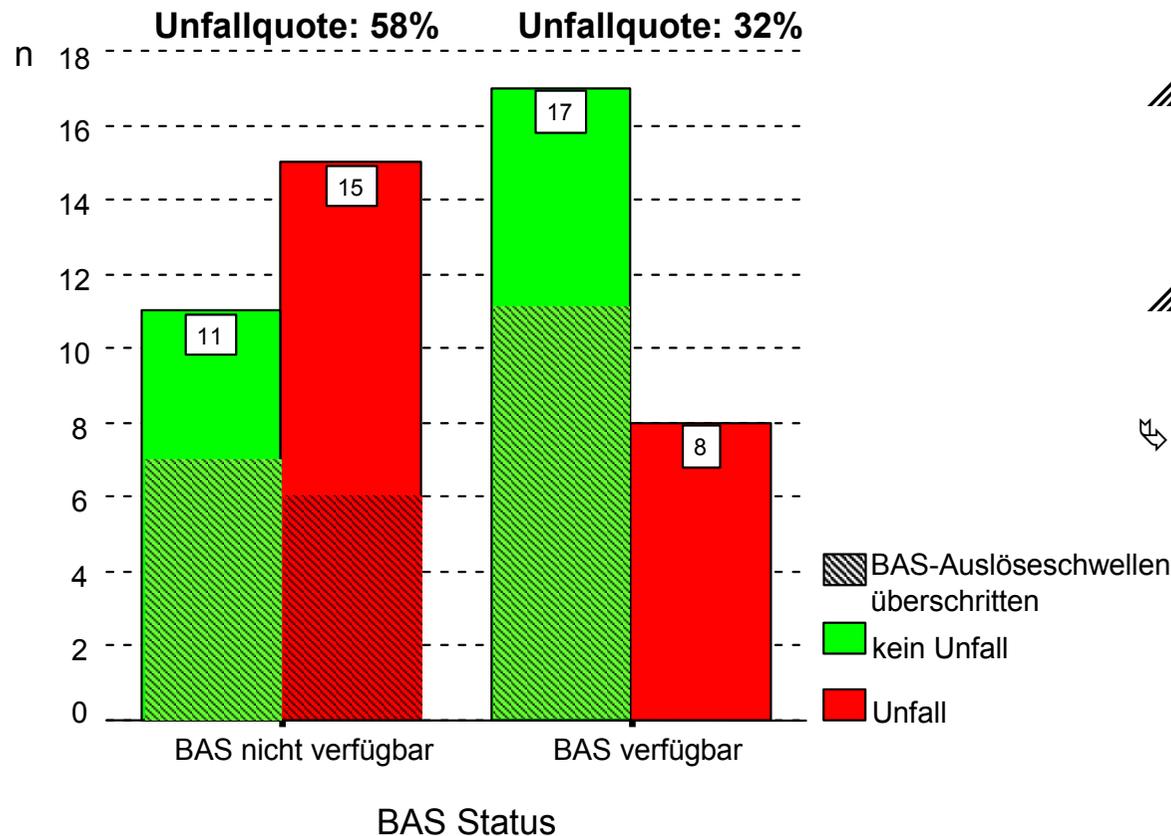
*„Panik, streßbedingt keine exakte Erinnerung“  
 „da hatte ich stark erhöhten Herzschlag“*

\*Skala von sehr gefährlich (1) bis ungefährlich (5)

# Ergebnisse



## Unfallquote



- /// Reduzierung der Unfallquote bei Fahrten mit verfügbaren BAS um 45% (26%-Punkte)\*
- /// kein Unfall mit BAS-Unterstützung
- ↪ BAS führt zur Unfallvermeidung

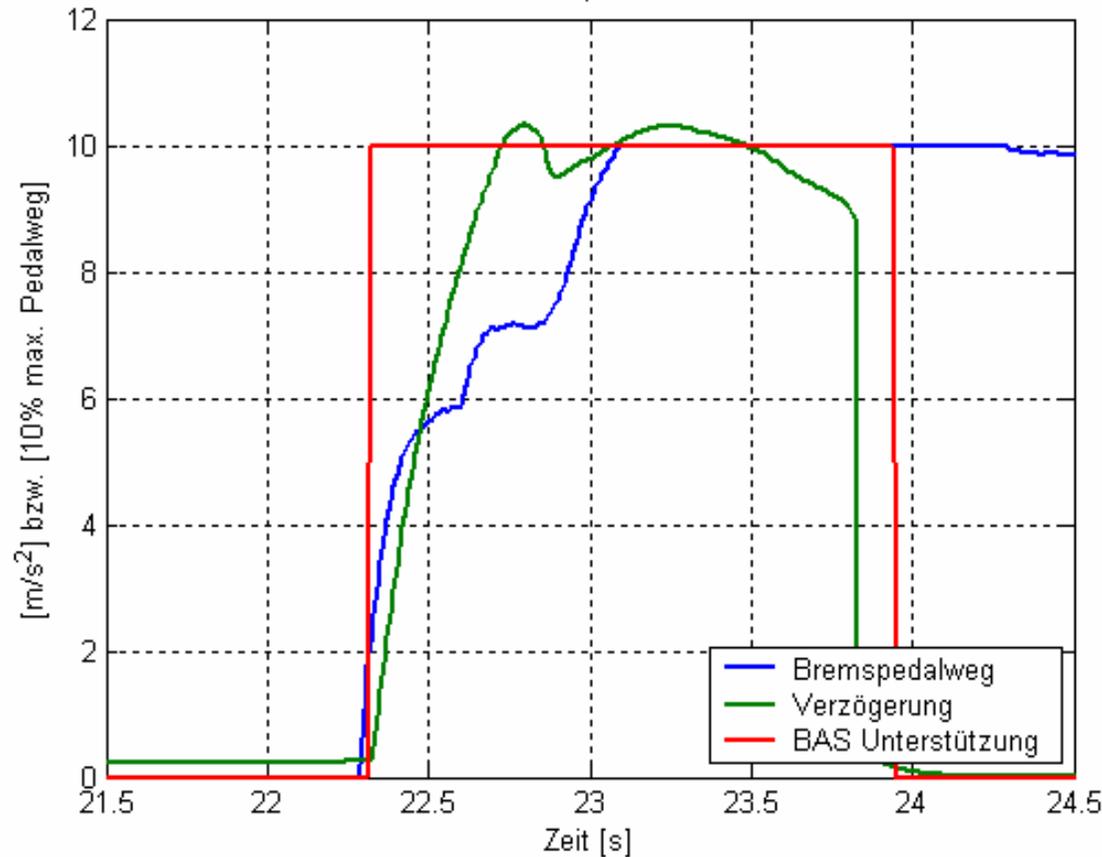
\*  $\alpha$ -Niveau < 4% nach Vierfelder  $\chi^2$ -Test für unabhängige Stichproben mit Nominalskala

Ergebniss



# Bremsverhalten

Versuchsperson 41



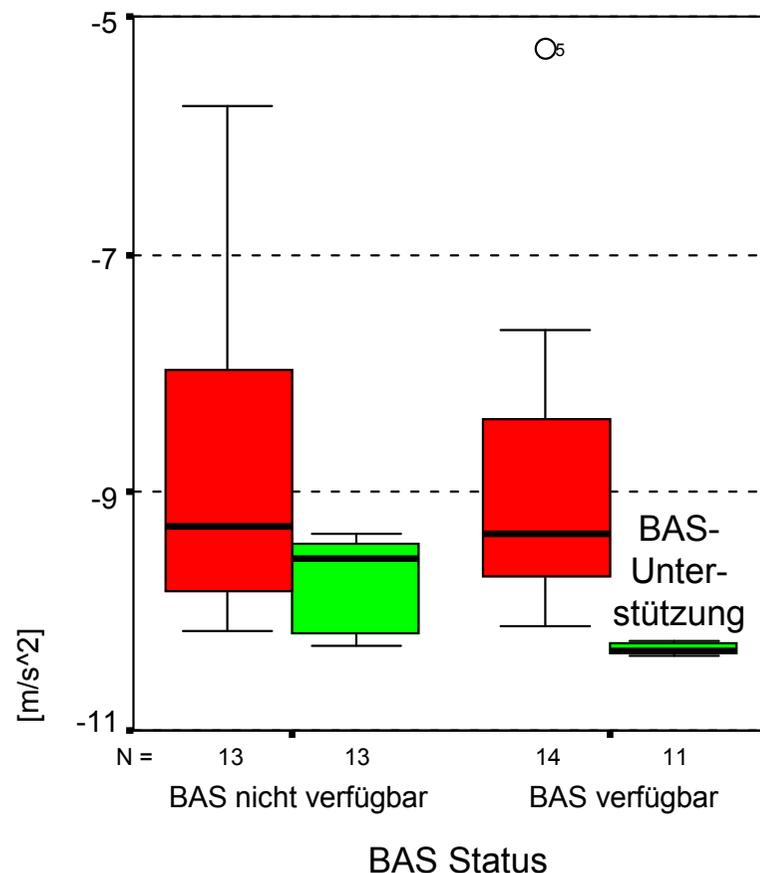
- /// zunächst schnelles dann verhaltenes Betätigen des Bremspedals
- /// BAS Auslösung
- ↙ Optimierung der Notbremsung durch BAS-Unterstützung, Unfallvermeidung

# Ergebniss



## Bremsvorgang

maximale Verzögerung



- /// Höchste Verzögerungen werden mittels BAS-Unterstützung erzielt
- /// Ohne BAS-Unterstützung geringere und stärker streuende max. Verzögerungen
- ↪ wirksame Fahrerunterstützung durch BAS

BAS Auslöseschwellen

■ nicht erreicht

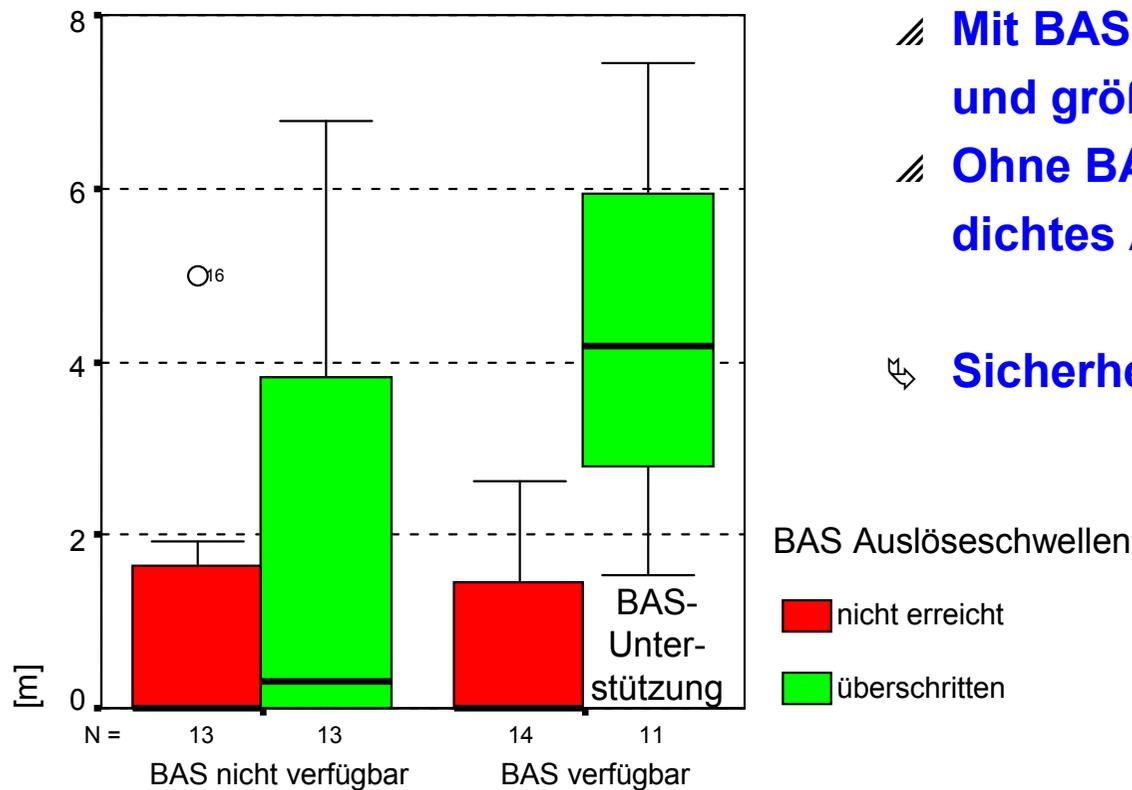
■ überschritten

# Ergebniss



## Bremsvorgang

### Restabstand zum Fußgänger



- /// Mit BAS-Unterstützung Unfallvermeidung und größere Restabstände zum Fußgänger
- /// Ohne BAS-Unterstützung Kollision oder dichtes Auffahren auf den Fußgänger
- ↪ Sicherheitsreserven durch BAS

# Zusammenfassung g Diskussion



Wie groß ist der Nutzen des BAS in der untersuchten unfallkritischen Verkehrssituationen hinsichtlich:

- ☑ **der Aktivierung des Systems?**
  - ⚡ **Schwellwert wird in 47% überschritten**
- ☑ **der Vermeidung von Unfällen?**
  - ⚡ **weniger Unfälle mit verfügbaren BAS (- 45 %)**
  - ⚡ **BAS-Unterstützung führt zur Unfallvermeidung**
- ☑ **der sicheren Bewältigung dieser Situation?**
  - ⚡ **größte Verzögerung mit BAS-Unterstützung**
  - ⚡ **größere Restabstände zum Fußgänger mit BAS-Unterstützung**

