



Bewertung von Parkassistenten

Unfallforschung kompakt

Inhalt

Einleitung	4
Neuer Ansatz zur Bewertung von Parkassistenten	5
Fahrversuche	6
Versuchsträger und ihre Einparkhilfen	7
Sichtverschlechterung und Assistenz bei den einzelnen Versuchsbedingungen	10
Ein- und Auspark-Szenarien	12
Datenerhebung	16
Versuchsteilnehmer	16
Ergebnisse	16
Tabellarische Ergebnisdarstellung nach Fragestellungen	18
Schlussfolgerungen	20
Sind die Parkassistenten zuverlässig?	21
Reduzieren Parkassistenten die Anzahl der Kollisionen?	21
Wie ist der Nutzen von Kameras einzuschätzen?	21
Wie viel Automatisierung ist erforderlich und sinnvoll?	21
Literatur	22

Einleitung

Zur Erhöhung der aktiven Sicherheit und des Komforts dienen Fahrerassistenzsysteme, die den Fahrer bei der Fahraufgabe unterstützen, bzw. ihm einen Teil der Fahraufgabe abnehmen. Ein Beispiel für derartige Systeme sind Einparkhilfen. Einparkhilfen können den Fahrer unterstützen, indem sie seine Wahrnehmung erweitern oder Teile des Parkvorgangs übernehmen. Dabei reicht das Angebot an Parkhilfen von rein informierenden Systemen (Parkpiepser, Kamera) bis hin zu vollautomatischen Einparkhilfen, die sowohl die Quer- als auch die Längsführung übernehmen können.

Es ist zu beobachten, dass seit einigen Jahren der Trend zu Fahrzeugen geht, die immer höher, breiter und länger werden, etwa zu SUVs (Sports Utility Vehicles) und Vans, also Fahrzeugklassen, die durch eine hochgelegte Karosserie, hohe Gürtellinie und schmale Heckfenster charakterisiert sind.

In einem Zeitungsartikel [1] wird beispielsweise festgestellt, dass Fahrzeuge dieser Art zu 30 Prozent häufiger in Park- und Rangierunfälle verwickelt sind als Klein- und Kompaktwagen und das, obwohl Vans und SUVs besonders häufig mit Warnsystemen (Parkassistenten) ausgestattet sind.

Man könnte annehmen, dass Einparkhilfen dafür geeignet seien, die mangelnde Übersichtlichkeit eines Fahrzeuges auszugleichen. Jedoch scheint die Ausrüstung eines Fahrzeuges mit solchen Systemen nicht immer auszureichen, um Unfälle während des Ein- und Ausparkens zu verhindern. Wie lässt sich dies erklären? Oft ist die Auslegung eines Systems so beschaffen, dass sich seine Nutzung problematisch gestalten kann. Barrieren bei der Nutzung von Parkassistenten könnten sein:

- Zu spätes / zu frühes Einsetzen der akustischen bzw. optischen Warnungen,
- Anzeigen zu wenig intuitiv,
- umständliche Bedienung des Systems,
- mangelnde Genauigkeit der Sensoren, d.h. potentielle Parklücken werden nicht als solche erkannt bzw. Systeme funktionieren nur in größeren Lücken,
- eingeschränkter Erfassungsbereich der Sensoren, an bestimmten Stellen des Fahrzeuges werden Hindernisse unter Umständen nicht erkannt,
- eingeschränkte Funktionalität vollautomatischer Assistenzsysteme, wobei nicht alle Einparksituationen vom System beherrscht werden.

Weist eine Einparkhilfe einen oder gar mehrere dieser Mängel auf, so kann davon ausgegangen werden, dass der Fahrer das System abschaltet. Ob und inwieweit aktive Systeme bei den erfassten Parkunfällen eine Rolle spielen, wurde bisher noch nicht untersucht und ist auch schwierig zu erfassen. So ist schwer zu sagen, ob die Unfälle dadurch entstehen, dass Systeme nicht genutzt werden oder ob diese aufgrund ihrer Auslegung kaum sicherheitsfördernd sind.

Ein Vergleich verschiedener Systeme untereinander gestaltet sich ebenfalls schwierig, da Parkhilfen häufig in einem bestimmten Fahrzeug verbaut sind und aufgrund der Unterschiede der Fahrzeuge untereinander nur begrenzt Rückschlüsse auf die Güte eines Systems gezogen werden können.

So wurde in einer unveröffentlichten UDV-Studie [2] festgestellt, dass Fahrzeuge, die sich bezüglich der Übersichtlichkeit unterscheiden auch unterschiedliche Anforderungen an Parkassistenten haben bzw. haben können. Konkret bedeutet dies, ein sehr übersichtliches Fahrzeug benötigt (wahrscheinlich) nur einen einfachen Parkassistenten, während das gleiche System bei einem unübersichtlichen Fahrzeug weitgehend wirkungslos sein kann. Im Forschungsbericht [3] wird das Thema Übersichtlichkeit sowie Sicht aus dem Fahrzeug ausführlich beschrieben, in der vorliegenden Unfallforschung kompakt wird jedoch darauf nicht weiter eingegangen.

Neuer Ansatz zur Bewertung von Parkassistenten

In der ersten Studie der UDV [2] wurden unterschiedliche Parkassistenten in jeweils einem bestimmten Fahrzeug untersucht. Bewertet wurde also das Gesamtsystem „Parkassistent + Fahrzeug“. Somit stellt sich die Frage, ob mit dem gleichen Parkassistenten in anderen Fahrzeugen ein ähnlich gutes / schlechtes Ergebnis erzielt wird. Im hier beschriebenen, neuen Projekt sollten daher die Fahrzeuge, bzw. die Übersichtlichkeit eines Fahrzeuges variiert werden unter Beibehaltung der in der ersten UDV-Studie [2] gut bewerteten Parkassistenten, um eine stabilere Aussage zur Wirksamkeit der Assistenten zu bekommen. Die Variation der Fahrzeuge erfolgte durch eine schrittweise und messbare Verschlechterung der Übersichtlichkeit. Es wurde für sechs verschiedene Ein- bzw. Ausparkmanöver untersucht, bei welcher Übersichtlichkeit des Fahrzeugs der Parkassistent (in verschiedenen Ausprägungen) an seine Grenzen stößt und die Unterstützung des Fahrers nicht mehr ausreichend ist. Durch die Versuche sollten folgende Fragen beantwortet werden:

Generelle Fragestellung:

- Wie viel Assistenz ist bei welcher Übersichtlichkeit erforderlich, um vergleichbare Leistungen zu erbringen?
- Welche Leistung erbringen vollautomatische (am Beispiel von Fahrzeug 3) im Vergleich zu teilautomatischen (am Beispiel von Fahrzeug 1 + 2) Systemen, sowie im Vergleich zu Assistenzsystemen und zum rein manuellen Einparken (erforderliche Parklücken, Dauer des Manövers und Bedienbarkeit der Systeme)?

Spezifische Fragen:

- Wie wirkt sich Assistenz im Vergleich zum rein manuellen Einparken ohne Assistenz aus?
- Wie hängt dies von der Übersichtlichkeit des Fahrzeugs ab?
- Welchen Effekt hat die generische Rundumsicht?
- Welchen Effekt hat eine zusätzliche Rückfahrkamera?

Fahrversuche

- Welchen Effekt hat eine Top View Kamerasicht bei gleicher Übersichtlichkeit der Fahrzeuge?
- Ab welcher Stufe der Unübersichtlichkeit ist nur noch automatisches Einparken möglich?
- Welchen Einfluss haben Fahrzeuggeometrie und Handling bei gleicher Übersichtlichkeit der Fahrzeuge?

rückwärts einparken (längs und quer), jedoch nicht vorwärts. Ebenso können die Systeme beim Ausparken allenfalls unterstützen, aber das Manöver nicht automatisch ausführen.

Die genaue Versuchsplanung (Einparkhilfen bzw. zur Verfügung stehende Assistenz, Sichtbedingungen, Auslegung von Sichtwinkeln und Verdeckung, Szenarien, Abfolgen) ist im Folgenden dargestellt.

Fahrversuche

In Fahrversuchen mit 60 Probanden wurden die Rundumsicht der Fahrzeuge sowie die Art der Assistenz variiert. Folgende Assistenzsysteme wurden verwendet:

- Akustikanzeige vorne / hinten, mit generischer Rundumsicht,
- Parklenkassistent mit zusätzlichem Kamerabild,
- Vollautomatisches Einparksystem mit zusätzlichem Kamerabild.

Die Systeme waren in zwei verschiedenen Fahrzeugen verbaut, die sich u.a. auch durch ihre Übersichtlichkeit unterscheiden. Eines der Fahrzeuge (Kompaktklasse) konnte mit zwei unterschiedlichen Systemen gefahren werden. Damit konnte der Parameter „Art des Fahrzeugs“ konstant gehalten werden. Durch die eingesetzten Messverfahren war der Grad der Übersichtlichkeit / Unübersichtlichkeit quantifizierbar. Bei den Fahrzeugen wurde die Übersichtlichkeit zudem in einer bzw. drei Stufen verschlechtert, um so die Systemgrenzen bei reduzierter Übersichtlichkeit zu testen. Mit jedem Fahrzeug wurde außerdem eine Baseline-Messung (N-o) durchgeführt, um zu erheben, was Fahrer ohne System können (z.B. welche Parklücken sie wählen und welche Manöver sie ohne Unterstützung noch beherrschen) und wie sich die Leistung mit System verändert.

Als Parkmanöver dienten die Manöver aus der ersten Studie [2]. Die Manöver wurden immer mit einer exakt definierten Unterstützung, die für dieses spezielle Manöver in dem Fahrzeug verfügbar ist, gefahren. Beispielsweise kann das System mit automatischer Längs- und Querführung nur

		Fahrzeug/System		
		Fahrzeug d. Kompaktklasse, akustische Warnung v/h + generische Sicht		
		Fahrzeug d. Kompaktklasse, Querführung + Kamerarundumsicht		
		SUV mit Kamerarundumsicht + automatisches Einparken		
Manöver	Baseline	Sichtbedingungen		
		normal	eingeschränkt Stufe 1	eingeschränkt Stufe 2
	ohne Assistenz	maximal verfügbare Assistenz		
einparken längs rückwärts				
einparken quer rückwärts				
einparken quer vorwärts				
ausparken quer rückwärts				
rangieren an Engstelle				

Abb. 1: Überblick über den Versuchsplan

Abbildung 1 zeigt einen Überblick über den Versuchsplan. Dargestellt sind hier die Fahrzeuge mit der jeweiligen Ausstattung an Einparkhilfen, die Ein- und Ausparkmanöver, die gefahren werden, sowie die Versuchsbedingungen „Baseline“, d.h. Einparken mit normaler Sicht, ohne Assistenz, gefolgt von den verschiedenen Bedingungen mit Assistenz, zunächst bei normaler Sicht, dann mit eingeschränkter Sicht.

Versuchsträger und ihre Einparkhilfen

Als objektive Maße wurden bei den Fahrversuchen erhoben:

- Zeitbedarf für ein Manöver,
- Anzahl der dafür erforderlichen Züge,
- Anzahl der Kollisionen,
- Abstand nach vorne / hinten bzw. zur Seite.

Weiterhin wurden subjektive Einschätzungen (Meinungen) der Versuchspersonen erfasst.

Versuchsträger und ihre Einparkhilfen

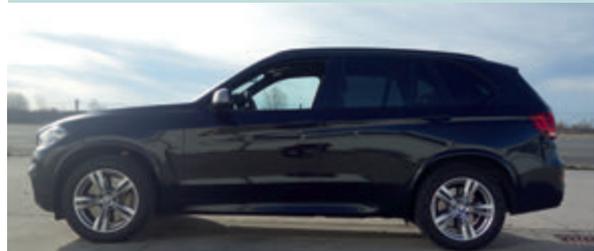
Als Versuchsfahrzeug 1 und 2 diente ein Fahrzeug der Kompaktklasse mit einer Länge von 425,5 cm, einer Breite von 179 cm und einer Höhe von 145,2 cm (Abb. 2, oben). Das Fahrzeug ist als relativ übersichtlich einzustufen. Das Versuchsfahrzeug 3, ein SUV, ist 488,6 cm lang, 193,6 cm breit und 176,2 cm hoch (Abb. 2, Mitte). Es dient auch als „Maßstab“ für die Sichtverschlechterung bei Fahrzeug 1 und 2. Das Fahrzeug ist als recht unübersichtlich einzustufen.

Das Vergleichsfahrzeug zur Herstellung der Sichtverschlechterung bei Fahrzeug 3, ebenfalls ein SUV, misst 437 cm in der Länge, 190 cm in der Breite und 163,5 cm in der Höhe (Abb. 2, unten). Das Fahrzeug ist noch unübersichtlicher als Fahrzeug 3.

Fahrzeug 1 verfügt über das Einparksystem „ParkPilot“ (Abb. 3), das den Fahrer beim Rangieren und Einparken unterstützt. Es existieren für entsprechende Systeme keine einheitlichen Bezeichnungen, „ParkPilot“ ist die vom Fahrzeughersteller verwendete Bezeichnung. Der „ParkPilot“ ist mit Ultraschallsensoren in den Stoßfängern vorne und hinten ausgerüstet. Ein akustisches Warnsystem zeigt die Position des Hindernisses an: Tiefer Ton = Hindernis vorne, hoher Ton = Hindernis hinten, je näher das Hindernis ist, desto schneller piepst das System. Ist das Hindernis ganz nah, so erfolgt ein Dauerton.



Fahrzeug 1 und 2 (Kompaktklasse), Versuchsfahrzeug hier ohne Sichtverschlechterung



Fahrzeug 3 (SUV), Versuchsfahrzeug und „Maßstab“ zur Sichtverschlechterung von Fahrzeug 1 und 2



Vergleichsfahrzeug als „Maßstab“ zur Sichtverschlechterung von Fahrzeug 3 (SUV)

Abb. 2: Darstellung der Versuchsfahrzeuge und des Vergleichsfahrzeugs

Versuchsträger und ihre Einparkhilfen



Abb. 3: Optische Anzeige von Fahrzeug 1 (ParkPilot)

Die optische Anzeige von Fahrzeug 1 zeigt grafisch, wie nahe das Hindernis ist: Je näher das Hindernis, desto näher werden die Linien am Fahrzeug angezeigt. Dabei zeigt die Linienfarbe, wie nah das Hindernis ist: rot = Hindernis ganz nah – Kollision! Gelb = Hindernis im Fahrweg, grau = Hindernis nicht im Fahrweg.

Das System schaltet sich automatisch ein, sobald der Rückwärtsgang eingelegt wird, oder wenn das Fahrzeug mit einer Geschwindigkeit unter 10-15 km/h an ein Hindernis heranfährt. „ParkPilot“ kann jedoch auch per Tastendruck aktiviert / deaktiviert werden.

Fahrzeug 2 verfügt über eine Rückfahrkamera, das System wird vom Hersteller „Rear Assist“ genannt und zeigt den Bereich hinter dem Fahrzeug. Die Kamera ist in der Heckklappe des Fahrzeugs untergebracht. Das in Abbildung 4 dargestellte System wird automatisch aktiviert, sobald der Rückwärtsgang eingelegt wird (Zündung ein / laufender Motor). Ausgeschaltet wird es, wenn der Rückwärtsgang heraus genommen wird, dann verschwindet die Anzeige nach 8 Sekunden, oder wenn schneller als 10 km/h gefahren wird.

Eingeparkt wird wie folgt: Fahrzeug vor einer Parklücke positionieren und Rückwärtsgang einlegen; Langsam rückwärtsfahren und dabei so lenken, dass die grünen Orientierungslinien in die Parklücke führen; Fahrzeug in der Parklücke so ausrichten, dass die grünen Orientierungslinien parallel zur Parklücke verlaufen.



Abb. 4: Optische Anzeige von Fahrzeug 2, (Rear Assist), Rückfahrkamera.
Rote Linie = 40 cm Sicherheitsabstand;
Grüne Linie = Verlängerung des Fahrzeugs nach hinten

Die rote Linie bedeutet einen Sicherheitsabstand von 40 cm (hinter dem Fahrzeug, auf der Fahrbahn); die grüne Linie = Verlängerung des Fahrzeugs nach hinten (Zwischenstrich: ca. 1 Meter hinter dem Fahrzeug auf der Fahrbahn).

Automatisches Einparken mit Fahrzeug 1 + 2: Bei Fahrzeug 1 + 2 wird ein Längs-Einpark-Manöver semi-automatisch ausgeführt, bei dem das System „Park Assist“ verwendet wird. Es ist ein Park-Lenk-Assistent, der den Fahrer unterstützt beim Finden geeigneter Parklücken, Einparken in Längs- und Querparklücken und beim Ausparken aus Längsparklücken. Das System übernimmt für die Zeit während des Ein- und Ausparkens das Lenken, sodass der Fahrer nur noch Gas geben und bremsen muss. Beim „Ausmessen“ der Parklücke darf nicht schneller als 40 km/h gefahren werden, beim Einparken höchstens 7 km/h.

Das Manöver beginnt, wenn der Fahrer die „Park-Assist-Taste“ drückt. Anschließend setzt er den Blinker, damit das Fahrzeug weiß, ob er auf der rechten oder der linken Fahrbahnseite Einparken möchte. Hat das System eine „geeignete“ Parklücke erkannt, so wird dies im Display angezeigt. Nun muss der Fahrer das Fahrzeug anhalten, nach kurzer Zeit (Stillstand) den Rückwärtsgang einlegen (R) und den Anweisungen des Systems folgen. Der Fahrer darf während des Manövers nicht in das Lenkrad

Versuchsträger und ihre Einparkhilfen

greifen, ehe ihn das System dazu auffordert. Der Fahrer muss nun vorsichtig Gas geben (max. 7 km/h), bis ein Dauerton-Signal ertönt. Nun hat er auf die nächste Anweisung zu warten. Eventuell muss er vorwärts fahren, bis der Dauerton ertönt. Das Manöver ist beendet, wenn die Anzeige „Park Assist beendet“ erscheint, oder der Fortschritts-Balken voll ist, oder das Zeichen erlischt. Sieht der Fahrer seine eigene Sicherheit oder die des Fahrzeugs während des Manövers gefährdet, so muss er den Parkvorgang abbrechen (Drücken der Systemaktivierungstaste).

Fahrzeug 3 verfügt über die sogenannte „Park Distance Control“, eine Rückfahrkamera, und ein System namens „Top View“. Wird der Rückwärtsgang eingelegt, schalten sich „Park Distance Control“ und Rückwärtskamera ein. Das System kann auch durch Tastendruck aktiviert werden, z.B. zum Vorwärtsfahren. Ist das System aktiviert, so leuchtet eine grüne LED. Die Park Distance Control verfügt über Ultraschallsensoren in den Stoßfängern vorne und hinten. Sie warnt akustisch, wobei ein hoher Ton ein Hindernis vorne, ein tiefer Ton ein Hindernis hinten bedeutet. Je näher das Hindernis ist, desto schneller piepst das System, ist das Hindernis ganz nah, so ertönt ein Dauerton.



Abb. 5: Rückfahrkamera und „Park Distance Control“ bei Fahrzeug 3; links: Taste zum ein- und ausschalten; mitte: Bild der Rückfahrkamera; rechts daneben: Anzeige der Park Distance Control

Weiterhin verfügt die Park Distance Control über eine optische Anzeige, wie in Abbildung 5 (rechts) dargestellt. Je näher das Hindernis, desto näher werden die Linien am Fahrzeug angezeigt. Die Linienfarbe zeigt, wie nah das Hindernis ist: Rot = das Hindernis ist ganz nah – Kollision! Gelb = das Hindernis steht im Fahrweg; Grün = das Hindernis befindet sich nicht im Fahrweg. Die Rückwärtskamera zeigt grüne Linien für die Fahrspur: Hier wird der benötigte Platzbedarf beim Einparken und Rangieren angegeben. Das Fahrzeug muss so positioniert werden, dass die Fahrspur-Linien (grün) zur Begrenzung der Parklücke führen. Die rote Linie soll ans Ende der Parklücke führen.



Abb. 6: Anzeige für die „Top View“ (Mitte)

Das zweite System, über das **Fahrzeug 3** verfügt, ist die sogenannte „Top View“ (Abb. 6). Zur Erfassung dienen Kameras, deren Reichweite maximal zwei Meter beträgt. Der Fahrer legt den Rückwärtsgang ein (oder drückt eine manuelle Taste links neben der Schaltung) und wählt mit Hilfe des Dreh-Drück-Stellers die Top View. Die „Top View“ erweckt den Eindruck, das Fahrzeug von oben zu sehen.

Automatisches Einparken mit Fahrzeug 3: Der Parkassistent von Fahrzeug 3 unterstützt den Fahrer beim seitlichen Einparken parallel zur Fahrbahn. Dabei übernimmt er den Vorwärts- bzw. Rückwärtsgang, die Lenkung, das Beschleunigen und das Bremsen. Am Ende des Manövers legt das System die Fahrstufe „P“ ein. Der Fahrer muss vor dem Parkvorgang zum Erfassen der geeigneten Parklücke zunächst vorwärts daran vorbei fahren, mit einer

Sichtverschlechterung und Assistenz bei den einzelnen Versuchsbedingungen

Geschwindigkeit von max. 35 km/h, (max. Abstand zur Reihe parkender Fahrzeuge: 1,5 m). Dann wird er aufgefordert, anzuhalten, den Blinker auf der Seite zu setzen, auf der er Einparken möchte und die Park Distance Control (PDC) Taste während des Parkens gedrückt halten (sie befindet sich links von der Gangschaltung). Weiterhin muss der Fahrer das Fahrzeugumfeld beobachten, wobei ihn die automatisch aktivierte Rückfahrkamera unterstützt. Der Parkassistent bricht automatisch ab, wenn das Lenkrad festgehalten, die Taste losgelassen, die Park-Bremse gezogen, gebremst oder Gas gegeben wird, wenn Türen geöffnet, ein Hindernis, z.B. Randstein erfasst wird, der Abstand bei Park Distance Control zu klein ist, ...

Sichtverschlechterung und Assistenz bei den einzelnen Versuchsbedingungen

Der in Abbildung 1 dargestellte Überblick über den Versuchsplan erlaubt eine erste Orientierung über die doch recht komplexe Vorgehensweise. Im Prinzip soll zunächst ein übersichtliches Fahrzeug (Fahrzeug 1 bzw. 2) mit und ohne Assistenzsystem erprobt werden. Fahrzeug 1 und 2 unterscheiden sich in den Assistenzsystemen: Fahrzeug 1 verfügt über das generische System „ParkPilot“, das baugleiche Fahrzeug 2 über eine Rückfahrkamera, das System heißt „Rear Assist“. Das Fahrzeug wird somit konstant gehalten, um die Assistenzsysteme vergleichen zu können. Bei beiden Fahrzeugen wird nachfolgend schrittweise die Übersichtlichkeit auf Fahrzeug 3 eingeschränkt. Dies erfolgt in drei Schritten (S-1, S-2, S-3), wie in Tabelle 01 beschrieben. Alle Bedingungen mit Sichteinschränkung werden mit Assistenz (A) gefahren. Die Sichteinschränkung erfolgt über Schablonen, die mit Hilfe von Saugnäpfen am Fahrzeug, jeweils an der Unterkante der Scheibe, angebracht werden. Abbildung 7 zeigt die Ermittlung der Schablonengröße (Sichtverschlechterung, hier von Fahrzeug 3 auf Vergleichsfahrzeug), Abbildung 8 die Schablonen auf Fahrzeug 1 und 2 in der jeweiligen Bedingung.

Tab. 1: Sichtbedingungen und Assistenz bei Fahrzeug 1 und 2

Sichtbedingung / Assistenz	Anbringung einer Sichteinschränkung		
	vorne	hinten	seitlich
N-O: normale Sichtbedingung, ohne Assistenz (Baseline)	–	–	–
N-A: normale Sichtbedingung, mit Assistenz	–	–	–
S1-A: Sichteinschränkung Stufe 1, mit Assistenz	Streifen horizontal	Streifen horizontal	–
S2-A: Sichteinschränkung Stufe 2, mit Assistenz	Streifen horizontal	Streifen U-förmig	–
S3-A: Sichteinschränkung Stufe 3, mit Assistenz	Streifen horizontal	Streifen U-förmig	Streifen vertikal
autom: teilautomatisches Einparken, mit Assistenz	–	–	–

Sichtverschlechterung und Assistenz bei den einzelnen Versuchsbedingungen

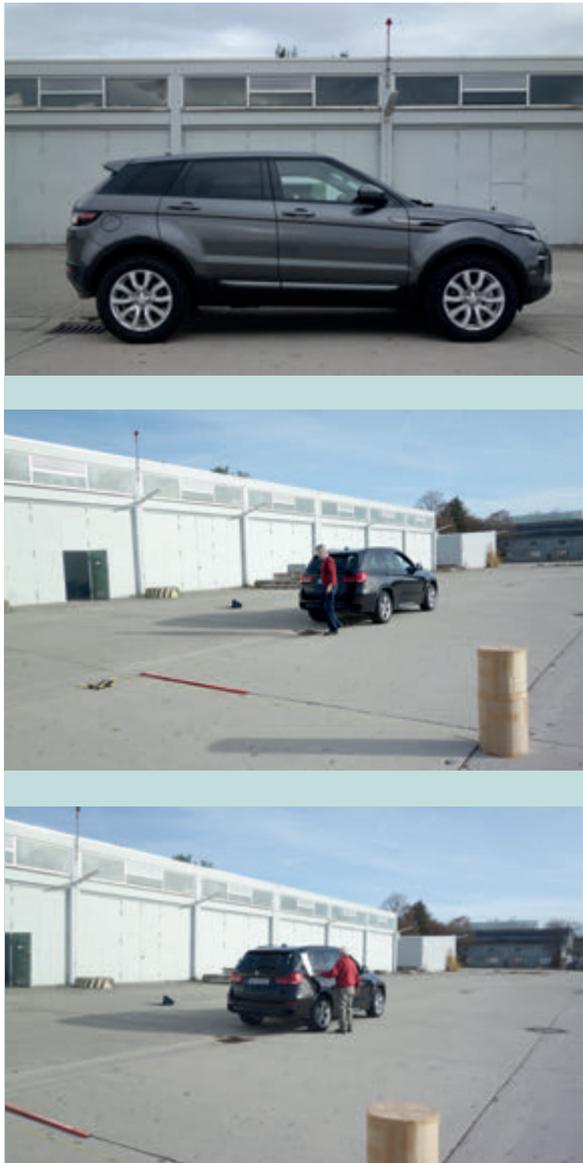


Abb. 7: Gezeigt wird hier das Vorgehen, wie mit Hilfe eines 70 cm hohen Hindernisses (Tonne), das in einem Mess-Rechteck aufgestellt und verschoben wird, mit verschiedenen Abdeckungen (Bild unten) geprüft wird, ob der Fahrer das Hindernis noch sieht oder nicht. Hier am Beispiel von Fahrzeug 3, bei dem die Sicht auf das noch unübersichtlichere Vergleichsfahrzeug (SUV Bild oben) reduziert wird.

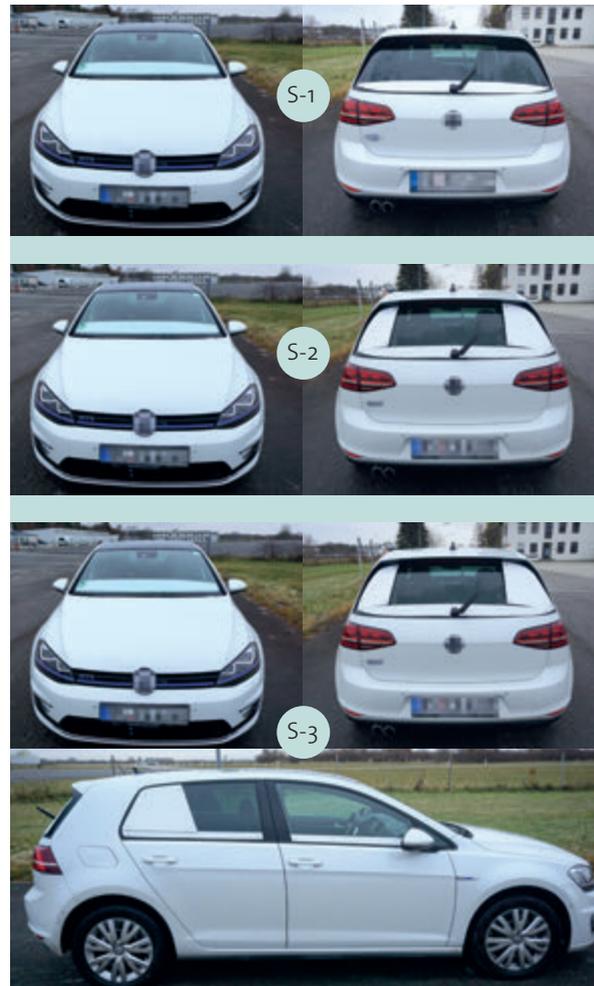


Abb. 8: Fahrzeug 1 + 2, Sichteinschränkungen Stufe 1 (S-1) vorne und hinten, Stufe 2 (S-2) vorne und hinten, Stufe 3 (S-3) vorne, hinten und seitlich

Fahrzeug 3, das an die Sichtbedingungen an ein noch unübersichtliches Fahrzeug (SUV) angepasst wird, erhält in der Bedingung S-R (Sichteinschränkung plus Rückfahrkamera) und S-T (Sichteinschränkung plus Top View) die gleichen Schablonen. Die Versuchsbedingungen unterscheiden sich demnach nur in der Art der Einparkassistenz: S-R bedeutet, das Manöver wird mit Rückfahrkamera gefahren, bei S-T hilft die Top View.

Ein- und Auspark-Szenarien

Tab. 2: Sichtbedingungen und Assistenz bei Fahrzeug 3

Sichtbedingung / Assistenz	Anbringung einer Sichteinschränkung		
	vorne	hinten	seitlich
N-o: normale Sichtbedingung, ohne Assistenz (Baseline)	–	–	–
N-A: normale Sichtbedingung, mit Assistenz 1: Piepser + Rückfahrkamera	–	–	–
S-R-A: Sichteinschränkung, mit Assistenz 1: Piepser + Rückfahrkamera	Streifen horizontal	Streifen horizontal	Streifen horizontal an allen Seitenscheiben + an Beifahrerseite Streifen vertikal hinter Tür und am hintersten Eckseitenfenster
S-T-A: Sichteinschränkung, mit Assistenz 2: Piepser + Top View			
autom: automatisches Einparken, mit Assistenz	–	–	–

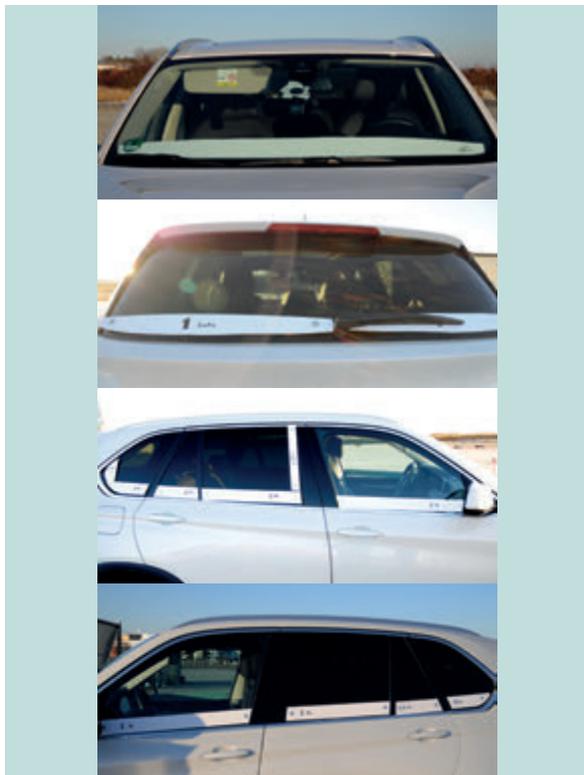


Abb. 9: Fahrzeug 3, Sichteinschränkungen bei Versuchsbedingung S-R und S-T, vorne, hinten und seitlich auf der Beifahrer- und der Fahrerseite.

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Sichtbedingungen und die Assistenz, Abbildung 9 zeigt die Sichteinschränkungen in den Versuchsbedingungen S-R und S-T.

Ein- und Auspark-Szenarien

Pro Person und pro Sichtbedingung wurden sechs Manöver in unterschiedlicher Reihenfolge gefahren:

Manöver 1:

Als Prototyp für Einparken längs rückwärts wurde dieses Manöver realisiert und zwar in einer schwierigen Variante, einem konkav gekrümmten Straßenrand. Vor bzw. hinter der Parklücke steht jeweils ein Fahrzeug, zum Schutz dieser Fahrzeuge sind jeweils zwei Schaumstoff-Würfel aufgestellt. Der Fahrer parkt rückwärts am rechten Straßenrand ein, Abbildung 10 zeigt einen Überblick und Details. In der Auswertung wird dieses Manöver mit „längs“ bezeichnet. Die Parklücke hat für Fahrzeug 1 + 2 die Länge von 5,4 m, für Fahrzeug 3 die Länge von 6,1 m.

Ein- und Auspark-Szenarien

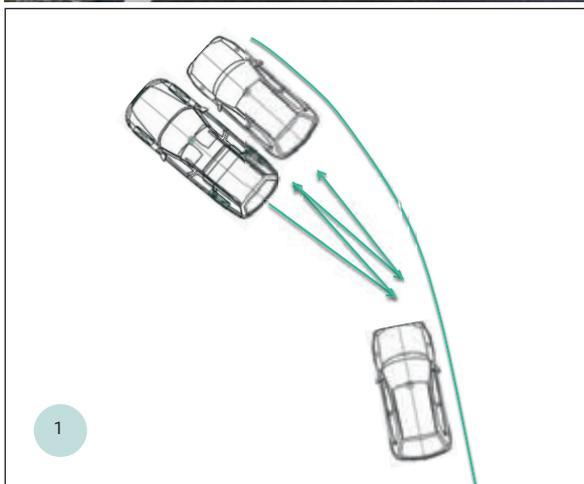
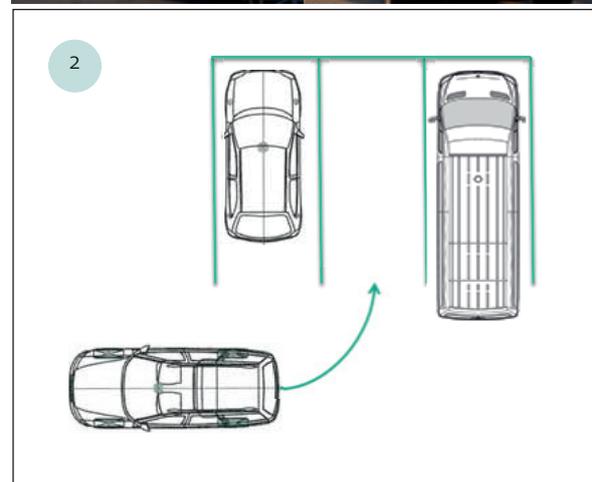


Abb. 10: Manöver (1): Einparken längs rückwärts. Vorder- und Hinterrfahrzeug sind durch Schaumstoffwürfel geschützt.

Manöver 2:

Bei Manöver 2 werden die Parksysteme beim rückwärts Quereinparken in eine enge Parklücke gegen eine Rückwand getestet (siehe Abb.11). Dies entspricht dem Unfalltyp 88 des Unfalltypenkatalogs (siehe [4]). Bei der Ergebnisdarstellung wird das Manöver mit „rü-ein“ (rückwärts Quereinparken) bezeichnet. Die Parkboxen sind mit Gittern und Getränkekisten begrenzt und sind 2,7 m breit und 5,1 m lang.



► Abb. 11: Manöver (2): Einparken quer rückwärts, gegen eine Wand.

Ein- und Auspark-Szenarien

Manöver 3 und 4:

In Manöver 3 wird vorwärts eingeparkt („vor-ein“), gestoppt, und rückwärts wieder ausgeparkt („rü-aus“). Beim Ausparken wird die Situation dargestellt, wenn sich das Fahrzeug und ein „Hindernis“ gleichzeitig in Bewegung befinden. Neben dem Versuchsfahrzeug ist als 2. Verkehrspartner ein „Kind“ (Puppe) auf einem Rutschauto (Höhe 0,7 m), ein Bär mit Dreirad (Höhe 0,9 m), ein Einkaufswagen (Höhe 0,85 m) und ein Würfel auf einem Rollbrett (Höhe 0,85 m) beteiligt (Abb. 12).

Im Moment des Rückwärtsfahrens kreuzen sich die Fahrlinien der beiden Verkehrsteilnehmer. Ein Verkehrskonflikt ist somit vorprogrammiert. Wird das System bzw. der Autofahrer das Rutschauto, den Dreirad-Bär, den Einkaufswagen bzw. die Kiste rechtzeitig wahrnehmen und entsprechend reagieren? Wesentlich ist hier, wie gut das jeweilige Parksystem den Autofahrer unterstützt und wie sich die Ein- und Ausparkleistung der Systeme voneinander unterscheiden.

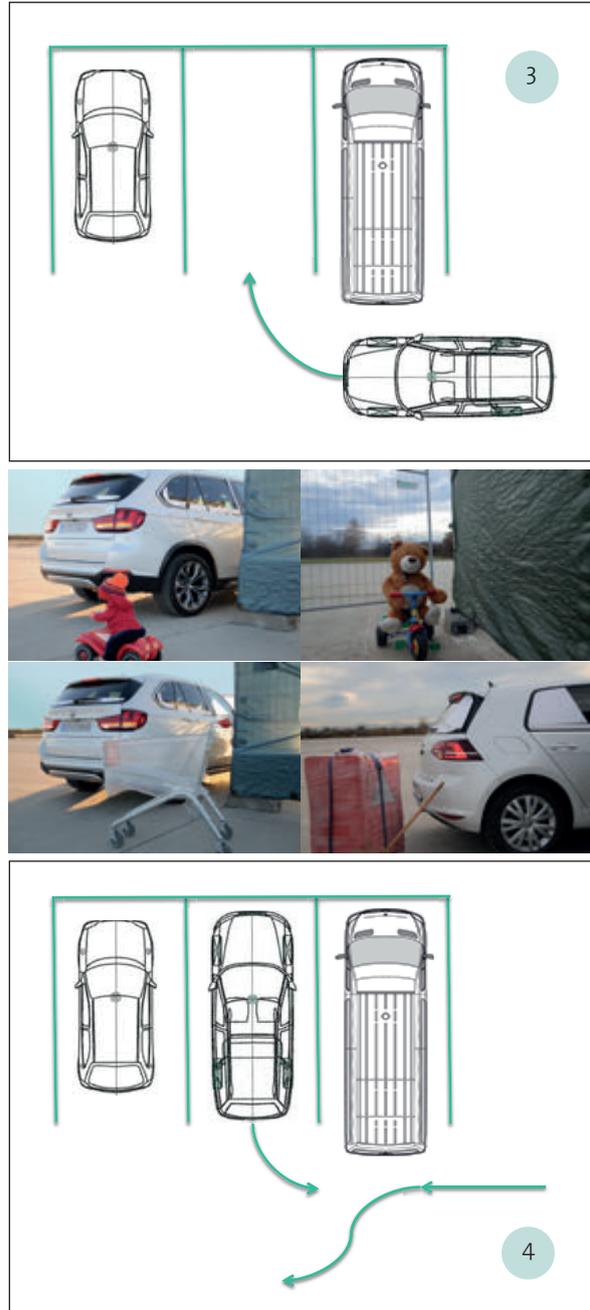
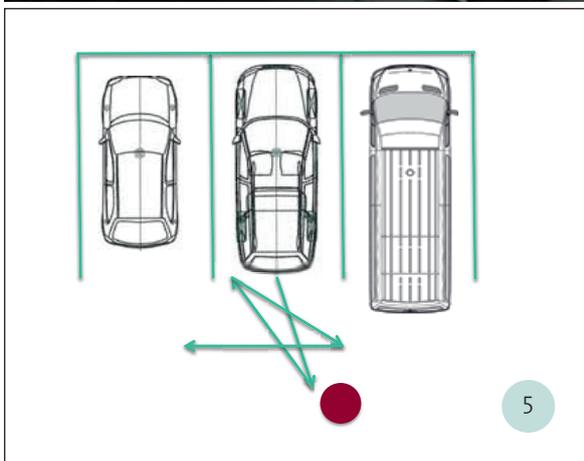


Abb. 12: Manöver (3), vorwärts Einparken und Manöver (4) rückwärts Ausparken mit querendem Verkehr.

Ein- und Auspark-Szenarien

**Manöver 5:**

Bei Manöver 5 soll das Ausparken im Zusammenhang mit einem stehenden Hindernis (Unfalltyp 84) untersucht werden, wie es in der Realität häufig in Parkhäusern, auf engen Parkplätzen oder Einfahrten vorzufinden ist, wenn die Fahrbahn durch Säulen, Poller, oder andere Fahrzeuge begrenzt ist. Das Hindernis wurde durch eine Reifen-Säule realisiert (siehe Abb. 13). Herausforderung bei dieser Parklücke ist die Vermeidung einer Kollision mit dem Hindernis.

In der Auswertung wird Manöver 5 als „eng“ bezeichnet. Der Abstand zwischen Pylonen und Parklücken beträgt 6 m, zwischen Reifensäule und Parklücke 4 m, die Reifensäule ist 1,3 m hoch.

◀Abb. 13: Manöver (5), rangieren an einer Engstelle, z.B. Säule im Parkhaus.
Oben: Rangierraum.

Manöver 6:

Bei Fahrzeug 1 + 2 ist dieses Manöver ein semi-automatisches Einparken, wofür die Längsparklücke, die bei Manöver 1 beschrieben wurde, verwendet wird. Fahrzeug 1 + 2 benötigt dazu die eigene Fahrzeuglänge (4,26 m) + nach Betriebsanleitung mindestens 0,8 m in der Länge, was sich jedoch als zu kurz heraus stellte. Die Länge der Parklücke wurde daher auf 5,4 m festgelegt, womit das Fahrzeug gut zurecht kommt. Abgekürzt wird dieses Manöver mit „autom.-ein“ und „autom.-aus“. Da Fahrzeug 1 + 2 und Fahrzeug 3 unterschiedliche Längen und Breiten sowie einen unterschiedlichen Wendekreis aufweisen und ein fairer Vergleich zwischen den Systemen ermöglicht werden sollte, mussten die Parklücken flexibel aufgebaut werden. Bei Fahrzeug 3 wird vollautomatisch eingeparkt, bei einer Fahrzeuglänge von 4,89 m wird offiziell eine Zugabe von 1,2 m erwartet, hier funktioniert das Einparkmanöver bei einer Länge der Lücke von 6,1 m sehr gut.

Datenerhebung

An objektiven Daten wurden erhoben:

- Die Zeit, die zur Ausführung des Manövers benötigt wird,
- Anzahl der Kollisionen beim Ein- bzw. Ausparkmanöver,
- Anzahl der Züge (vorwärts / rückwärts), die pro Manöver benötigt werden,
- Abstand zum seitlichen Fahrbahnrand (beim semi- bzw. voll-automatischen Einparken),
- Abstand zu den anderen Parkenden vorne / hinten (beim semi- bzw. voll-automatischen Einparken).

An subjektiven Daten wurden erhoben:

- Bewertung des Systems auf einer 5-stufigen Rating-Skala,
- Ordnung der Versuchsbedingungen nach Schwierigkeit.

Versuchsteilnehmer

Die Versuche wurden im Einzelversuch mit 60 AutofahrerInnen durchgeführt. Dabei fuhr ein Proband, begleitet vom Versuchsleiter, mit einem der drei Versuchsfahrzeuge. Die Fahrt fand auf einem Versuchsgelände statt, auf dem verschiedene Parksituationen aufgebaut waren (siehe Abb. 10 bis 13). Für jeden Probanden wurde eine eigene Reihenfolge der Situationen festgelegt. Um tragfähige, auswertbare Daten zu erhalten, wurden die Fahrten mit 20 Probanden pro Fahrzeug durchgeführt. 30 Probanden waren weiblich, 30 männlich. Voraussetzungen für die Teilnahme waren ein gültiger Führerschein für Pkw sowie eine Fahrerfahrung von mindestens 10.000 Kilometern.

Ergebnisse

Gesamt-Mittelwerte-Zeit

Verdichtet man die Daten über die 5 händisch ausgeführten Manöver, so zeigt sich Abbildung 14: Zwischen den Bedingungen mit normaler Sicht besteht vom mittleren Zeitbedarf her kein Unterschied, ob mit oder ohne Assistenz gefahren wird (Vergleich N-o / N-A).

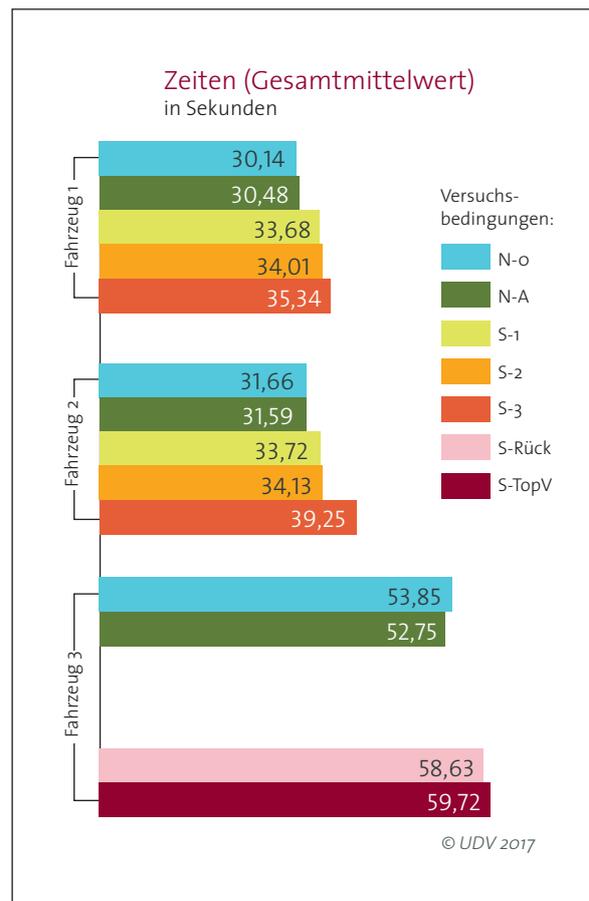


Abb. 14: Gesamtmittelwert, Zeiten über alle 5 gefahrenen Manöver.

Es gibt einen leichten Trend zu größerem Zeitbedarf, je stärker die Sicht bei Fahrzeug 1 + 2 eingeschränkt wird (Vergleich S-1, S-2, S-3). Die Zeiten bei Fahrzeug 3 sind a priori länger, die Nutzung von Rückfahrkamera und Top View bringt gegenüber der Bedingung mit normaler Sicht, ohne Assistenz, keinen Zeitgewinn - eher im Gegenteil.

Anzahl der Kollisionen

Verdichtet man die erhobenen Kollisionsdaten zu den beschriebenen Manövern 1 bis 5, so zeigen sich die in Abbildung 15 dargestellten Werte:

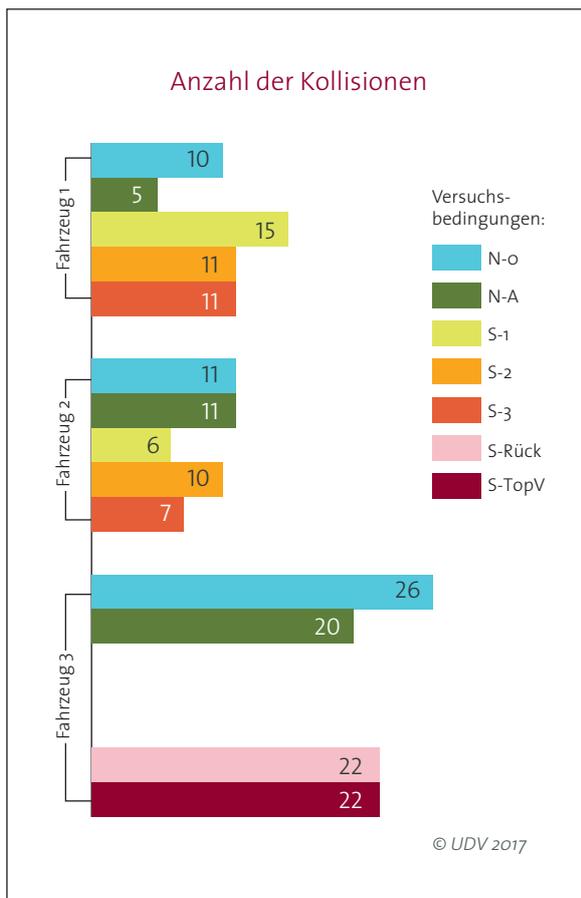


Abb. 15: Kollisionen insgesamt über alle 5 gefahrenen Manöver.

- Fahrzeug 1 + 2 zeigen bei Verschlechterung der Sicht, also den Bedingung S-1 (gelb), (S-2), vor allem aber bei S-3 (rot) erheblich weniger Kollisionen, wenn es über eine Rückfahrkamera verfügt (Fahrzeug 2).
- Fahrzeug 3 zeigt auch mit Assistenz deutlich mehr Kollisionen als Fahrzeug 1 + 2, etwa doppelt so viele, was möglicherweise auf das schlechtere Handling des Fahrzeugs zurückgeht.
- Bei Fahrzeug 3 sind in der Bedingung mit normaler Sicht, ohne Assistenz (N-o) deutlich mehr Kollisionen zu verzeichnen, als mit Assistenz (N-A). Hier ist also ein Assistenz-System unbedingt erforderlich.
- Wird die Sicht bei Fahrzeug 3 auf die eines Vergleichs-SUV mit schlechterer Sicht reduziert, so ergeben sich zwischen der Rückfahrkamera und der Top View keine Unterschiede bezüglich der Kollisionen.

Tabellarische Ergebnisdarstellung nach Fragestellungen

Tabellarische Ergebnisdarstellung nach Fragestellungen

In den folgenden Tabellen sind – aufgrund der enormen Fülle von Einzelergebnissen – die wesentlichen Antworten auf Fragestellungen des Projekts zusammengefasst. Einzelergebnisse finden sich in dem entsprechenden Forschungsbericht [3].

Tab. 3: Zusammenfassung der Ergebnisse zur Frage „Wieviel bringt die Assistenz?“

Wieviel bringt die Assistenz? (Vergleich N-o und N-A)	
Messung	Ergebnis
Zeit	Fzg. 1 / 2 / 3: Kein Unterschied, ob mit oder ohne Assistenz gefahren wird. Bei Fzg. 3 dauern die Manöver länger als bei Fzg. 1 + 2.
Kollisionen	Fzg. 1 / 2 / 3: Ohne Assistenz mehr Kollisionen als mit Assistenz. Fzg. 1 / 2 / 3: Wenig Kollisionen bei Manöver Einparken quer rückwärts und Einparken längs rückwärts. Fzg. 1 / 2 / 3: Unfallträchtig: Ausparken quer rückwärts, wenn auch noch plötzlich ein Hindernis auftaucht (z.B. Rutschauto). Fzg. 3: Beim Rangieren an der Engstelle und beim vorwärts Quereinparken mehr Kollisionen als bei Einparken quer bzw. längs rückwärts und mehr Kollisionen als bei Fzg. 1 + 2.
Anzahl der Züge	Vergleich Fzg. 1 (generische Sicht) und Fzg. 2 (Kamera): Keine Unterschiede. Fzg. 3: Meist mehr Züge als bei Fzg. 1 + 2. Fzg. 1 / 2 / 3: Beim Einparken längs rückwärts und beim Rangieren an der Engstelle sind die meisten Züge erforderlich.

Abstand seitlich	Fzg. 1 + 2: In Kategorie des optimalen Abstands (1) zeigt sich tendenzieller Gewinn der Kamera.
Abstand vorne/hinten	Vergleich Fzg. 1 und 2: Mit Kamerasicht wagt man sich näher an hinteres Fahrzeug.
Bewertung durch Probanden	Fzg. 1 / 2 / 3: Fahrzeug mit Assistenz wird positiver bewertet als Fahrzeug ohne Assistenz.
Zusammenfassung	Assistenz wirkt sich bei der Anzahl der Kollisionen und in der Bewertung positiv aus. Kollisionen bei Ausparken quer rückwärts mit Hindernis sprechen für automatische Notbremse. Die Kamera ist gegenüber der generischen Sicht ein (tendenzieller) Vorteil.

Tab 4: Zusammenfassung der Ergebnisse zum Thema „Gleiche Sichtbedingungen, gleiche Ausstattung – verschiedene Fahrzeuge“

Gleiche Sichtbedingungen, gleiche Ausstattung – verschiedene Fahrzeuge (Vergleich Fzg. 2, S-3 mit Fzg. 3, N-A)	
Messung	Ergebnis
Zeit	Fzg. 2, S-3 verglichen mit Fzg. 3, N-A: Manöver rückwärts quer Einparken, rückwärts quer Ausparken (mit Hindernis): Zeiten gleich. Manöver längs Einparken, vorwärts quer Einparken und Engstelle: Fzg. 3 braucht länger (17 bzw. 30 sec.).
Kollisionen	Bei Fzg. 2 deutlich weniger (7) Kollisionen als bei Fahrzeug 3 (20). Fzg. 2 ohne Koll.: 12 Probanden, Fzg. 3 ohne Koll.: 8 Fahrer. Die meisten Rempeler bei Fahrzeug 3 an Engstelle -> Fahrzeughandling.

Tabellarische Ergebnisdarstellung nach Fragestellungen

Anzahl der Züge	Fzg. 2 meist weniger Züge als Fzg. 3.
Seitlicher Abstand	In der optimalen Abstandskategorie (1): Kein Unterschied zwischen Fzg. 2 und Fzg. 3.
Abstand vorne / hinten	Fzg. 2 wagt sich näher an hinteres Fahrzeug als Fzg. 3.
Bewertung durch Probanden	Fzg. 3 fast immer besser bewertet als Fzg.2.
Zusammenfassung	Fzg. 3 ist im Handling schwieriger als Fzg. 2: Im Vergleich zu Fzg. 2 (S-3) dauern einige Manöver bei Fzg. 3 (N-A) länger, es werden oft mehr Züge benötigt und mehr Kollisionen gezählt. Allerdings wird Fzg. 3 subjektiv fast immer besser eingestuft als Fzg. 2.

Tab 5: Zusammenfassung der Ergebnisse zur Frage: "Vorteile des automatischen Einparkens?"

Vorteile des automatischen Einparkens? (Vergleich N-o, N-A, automatisch)	
Messung	Ergebnis
Zeit	Vergleich zwischen Fahrzeug 1, Fahrzeug 2, Fahrzeug 3: Fzg. 1 + 2: Bei gleicher Sicht dauert automatisches Einparken länger als händisches (Bedingung N-o und N-A) -> System wird nicht genutzt. Fzg. 3: automatisches Einparken schneller als händisches -> Systemnutzung!

Kollisionen	Fzg. 1: N-o, N-A, automatisch: gleich (je 1 Kollision). Fzg. 2: N-o (= 0 Koll.), N-A (= 5 Koll.), automatisch (= 2 Koll.): Bei semi-automatischem Einparken weniger Kollisionen als bei N-A. Fzg. 3: Bei automatischem Einparken weniger Kollisionen (0).
Anzahl der Züge	Bei Bedingung N-o und N-A steigt die Anzahl der Züge von Fzg. 1 zu Fzg. 2 zu Fzg. 3. Bei Fzg. 3: Anzahl der Züge gleich bei N-o, N-A und automatisch.
Abstand seitlich	Fzg. 1: In optimaler Abstandskategorie (1): semi-automatisches Einparken deutlich besser als händisches. Fzg. 3: In optimaler Abstandskategorie (1): automatisches Einparken besser als händisches. Fzg. 3: Beim automatischen Einparken zu oft (47 %) zu weit auf der Fahrbahn.
Abstand vorne / hinten	Abstandswerte der 3 Fahrzeuge ähnlich. (Semi-)Automatik hält etwas mehr Abstand nach hinten.
Bewertung durch Probanden	Fzg. 3: Automatisches Einparken wird sehr gut bewertet. Bei normaler Sicht mit Assistenz (N-A): Fzg. 1 (= generische Sicht): 4 von 8 Fragen mit sehr gut bewertet, Fzg. 2 (Kamerasicht): alle 8 Fragen mit sehr gut bewertet, Fzg. 3 (Kamerasicht): 1 von 8 Fragen mit sehr gut bewertet.
Zusammenfassung	Das semi-automatische Einparken bei Fzg. 1 + 2 dauert länger als das händische, dies ist ungünstig, da das System dann nicht genutzt wird. Bei Fzg. 3 geht das automatische Einparken schneller als das händische, dies ist ein großer Vorteil. Außerdem gibt es beim automatischen Einparken keine Kollisionen. Die Bewertung ist zudem sehr gut.

Schlussfolgerungen

Tab 6: Zusammenfassung der Ergebnisse zum Thema „Gesamtmittelwerte“

Gesamtmittelwerte (Vergleich der gemittelten Werte)	
Messung	Ergebnis
Zeit	Fzg. 1 / 2 / 3: Kein Unterschied, ob mit oder ohne Assistenz (Vergleich N-o: N-A). Fzg. 1 + 2: leichter Trend, je eingeschränkter Sicht, desto höher Zeitbedarf. Bei Fzg. 3 dauern die Manöver länger als bei Fzg. 1 + 2. Bei Fzg. 3: Kein zeitlicher Unterschied zwischen Rückfahrkamera und Top View.
Kollisionen	Fzg. 1 + 2: Kamera wirkt sich positiv aus. Jedoch Kollisionen, trotz Kamerasicht, deshalb automatische Notbremse zu empfehlen. Vergleich zwischen Fzg. 1 + 2 und Fzg. 3: Bei Fzg. 3 mehr Kollisionen. Fzg. 3: mit Assistenz weniger Kollisionen also ohne Assistenz. Fzg. 3: Kein Unterschied zwischen Rückfahrkamera und Top View.
Anzahl der Züge	Vergleich Fzg. 1 und Fzg. 2: etwa gleich viele Züge erforderlich. Fzg. 3: Benötigt ca. 1 Zug mehr als Fzg. 1 + 2. Fzg. 3: Anzahl der Züge bei Rückfahrkamera und Top View etwa gleich.
Abstand seitlich	Fzg. 1 + 2: Mit Assistenz öfter in optimaler Position. Fzg. 1, 2 und 3: Bei normaler Sicht ist Assistenz günstig. Ohne Assistenz steht das Fahrzeug zu oft im Acker (20-32 %). Fzg. 3: Bei Sichteinschränkung mit Rückfahrkamera oft (58 %) in optimaler Position, mit Top View noch öfter (70 %) in optimaler Position.

Abstand hinten	Fzg. 1 + 2: Die Kamera ist ein Gewinn. Fzg. 3: Bei Sichteinschränkung ist Top View besser als Kamerasicht. Alle Fahrzeuge: Beim automatischen Einparken sind die Abstände sehr ähnlich.
Bewertung durch Probanden	Bei Fzg. 3: Top View fast immer besser bewertet als Kamerasicht. Bei Einschätzung „Was ist schwieriger ...“ wird Semi-automatisches Einparken (Fzg. 1 + 2) in 2/3 der Fälle als schwieriger eingeschätzt, automatisches Einparken (Fzg. 3) nur in 16 % der Fälle. Bei normaler Sicht, ohne Assistenz, Fzg. 3 „schwieriger“ in 66 % der Fälle, Fzg. 1 + 2 nur in 39 bzw. 28 %. Bei normaler Sicht, mit Assistenz, Fzg. 3 „schwieriger“ in 1/3 der Fälle, Fzg. 1 + 2 nur in 17 bzw. 19 % der Fälle.
Zusammenfassung	Der Vergleich zwischen generischer Sicht und Kamerasicht bei Fzg. 1 + 2 zeigt Vorteile der Kamera bezüglich der Anzahl der Kollisionen und beim Abstand nach hinten. Der Vergleich zwischen Rückfahrkamera und Top View bei Fzg. 3 zeigt keine Unterschiede bezüglich der Zeit, der Anzahl der Kollisionen und der Anzahl der Züge. Beim Abstand zur Seite und nach hinten und auch bei den Bewertungen des Systems scheidet Top View jedoch besser ab.

Schlussfolgerungen

Die zentrale Frage bei der Bewertung von Parkassistenten betrifft die erforderliche Unterstützung bzw. den Automatisierungsgrad in Abhängigkeit von der Übersichtlichkeit des Fahrzeugs. Untersucht wurden - gemäß der generellen Taxonomie des Verbandes der Automobilindustrie (VDA) zur Automatisierung – Parkmanöver der Stufen 0 (manuell) bis 2 (automatisch mit Fahrerüberwachung). Das bedeutet, auch für diese Art von Manövern



Sind die Parkassistenten zuverlässig? • Reduzieren Parkassistenten die Anzahl der Kollisionen? • Wie ist der Nutzen von Kameras einzuschätzen? • Wie viel Automatisierung ist erforderlich und sinnvoll?

ist die Automatisierungsstufe ohne Fahrerüberwachung noch nicht erreicht. Der Fahrer bleibt stets Überwacher oder Rückfallebene bei Systemfehlern oder Systemgrenzen.

Sind die Parkassistenten zuverlässig?

Eine wesentliche Voraussetzung für die Nutzung von Parkassistenten ist die technische Qualität und Zuverlässigkeit, sowie die einfache und schnelle Bedienung. Die Messungen, die mit der Lückenerkennung (speziell Längsparklücke) beginnen und bis zum Abschluss der Manöver dauerten, zeigen, dass bei den untersuchten Fahrzeugen die Systemauslegung unter diesem Aspekt gut gelungen ist. Im Gegensatz zum semi-automatischen benötigt das automatische System keinen längeren Zeitaufwand - es ist also davon auszugehen, dass es in der Praxis auch benutzt wird.

Reduzieren Parkassistenten die Anzahl der Kollisionen?

Der Vergleich mit/ohne Assistenz zeigte, dass Parkassistenten die Anzahl von Kollisionen generell reduzieren können. Beim rückwärts Einparken (Manöver 2) traten die wenigsten Kollisionen auf. Daraus ist jedoch nicht abzuleiten, dass Parkassistenten im Heck immer genügend Assistenz bieten. Das Gegenteil ist der Fall. Da speziell beim Ausparken rückwärts (Manöver 4) viele Kollisionen mit einem plötzlich auftauchenden Hindernis auftraten, muss hier mit technischen Mitteln für mehr Sicherheit gesorgt werden. Das bedeutet: Eine Rückraumüberwachung mit Eingriff beim Ausparken stellt eine zentrale Funktion zur Erhöhung der Sicherheit dar und sollte bei Parkassistenten integriert sein.

Wie ist der Nutzen von Kameras einzuschätzen?

Kameras können hilfreich sein beim Einparken in engen Parklücken, da sie mehr Information bieten. Beispielsweise konnte und wurde dadurch näher an andere Fahrzeuge oder seitliche Begrenzungen heran gefahren. Beim direkten Vergleich von zwei Fahrzeugen unterschiedlicher Größe (Kompaktklasse und SUV), d.h. mit unterschiedlichen Handling-Eigenschaften und gleicher Übersichtlichkeit wird aber deutlich, dass Kameras kein Allheilmittel für Übersichtlichkeits- und Handling-Probleme sind. Bei beiden Fahrzeugen waren zahlreiche Parkrempler zu beobachten – speziell beim Rangieren an einer Engstelle (Manöver 5). Das größere Fahrzeug schneidet hier schlechter ab als das kleinere. Eine gewisse Kompensation für schlechte Übersichtlichkeit durch Kameras kann mit Top View erreicht werden. Nicht nur in der subjektiven Bewertung, sondern auch bei den objektiven Messwerten zeigt sich ein Vorteil dieser Technik. Top View ermöglicht zum einen eine Rundumsicht und lässt die Abstände zu Hindernissen leichter erkennen. Zum anderen ist die Information einfacher zu verstehen als bei den Kamerabildern mit verschiedenen farbigen Linien.

Wie viel Automatisierung ist erforderlich und sinnvoll?

Obwohl nicht alle möglichen Kombinationen aus Automatisierung und Übersichtlichkeit im Rahmen der Studie untersucht werden konnten, geben die Ergebnisse wichtige Hinweise. Die Qualität der Lückenerkennung stellt einen zentralen Punkt dar. Beim semi-automatischen System musste die Lücke gegenüber den Angaben in der Betriebsanleitung vergrößert werden, um eine Erkennung und die Ausführung der Manöver zu ermögli-

Literatur

chen. Das automatische System kam mit der Lücke gemäß Betriebsanleitung zurecht – allerdings war diese auch größer als die des Fahrzeugs mit dem semi-automatischen System.

Bei dem System mit automatischer Querführung war die zuverlässige Lückenerkennung nicht befriedigend. Es mussten also mehrere Versuche unternommen werden, um eine objektiv ausreichende Parklücke zu identifizieren, was zu längeren Manöverzeiten führte.

Nur mit dem System mit automatischer Längs- und Querführung waren alle Personen in der Lage, kollisionsfrei einzuparken. Die Probleme beim Ausparken bleiben jedoch.

Die Kombination aus Längsführung durch den Fahrer und Querführung durch das System stellt keine optimale Lösung dar. Sie ist zumindest gewöhnungsbedürftig. Das Mischsystem stellt keine zuverlässige Systemauslegung dar, vor allem wenn man berücksichtigt, dass das System in einem Fahrzeug mit guter Übersichtlichkeit untersucht wurde, und hier bereits Kollisionen auftraten.

Die Kollisionen beim semi-automatischen System machen noch ein weiteres Problem offensichtlich und zwar die abstands- bzw. geschwindigkeitsabhängige Auslösung der Warnung. Die Ultraschallsensoren messen den Abstand zu Hindernissen, die Systeme warnen ab einem bestimmten Abstand mit optisch/akustischen Anzeigen. Dies erfolgt aber rein aufgrund des Abstands. Bei langsamen Parkmanövern und voll aufmerksamen Fahrern ist diese Warnstrategie ausreichend. Im Versuch fuhren die Personen mit dem semi-automatischen System (aufgrund des höheren Systemvertrauens und der schnellen Lenkbewegungen) jedoch relativ schnell in die Längsparklücke, so dass für einige die abstandsabhängige Warnung zu spät kam. Überträgt man das auf Manöver außerhalb des Versuchs, so liegt nahe, dass Parkrempler u.a. unter Zeitdruck und hektischen Parkmanövern auftreten. Eine Warnstrategie, die nicht nur den Abstand, sondern auch die gefahrene Geschwindigkeit berücksichtigt, würde bei höheren Geschwindigkeiten früher eingreifen und könnte Schwächen existierender Parkas-

sistenten beheben. Eine Patentanmeldung der Robert Bosch GmbH [5] gibt zwar einen Hinweis darauf, dass Abstand und Geschwindigkeit bei der Einschätzung der Kollisionsgefahr berücksichtigt werden sollten, aktuell ist dies aber in der Serie noch nicht umgesetzt.

Literatur

[1] Weißenberg, P. (6.5.2015). Die Tücke der Parklücke. Handelsblatt. Abgerufen am 8.8.2016, von <http://www.handelsblatt.com/auto/nachrichten/allianz-unfallstudie-die-tuecke-der-parkluecke/11735488.html>.

[2] Färber B., Färber B., Johnsen A. & Riffert E. (2015): Parkassistenten – Gesamtbericht, bestehend aus Teil A: Definition und Marktanalyse; Teil B: Bewertung von Parkassistenten; Teil C: Experimentelle Bewertung von Parkassistenten. Unveröffentlichter Bericht für die UDV, Berlin.

[3] Färber B., Färber B., Johnsen A. & Popp M. (2017): Bewertung von Parkassistenten. Forschungsbericht für die UDV, Berlin.

[4] Hummel, T. & Lindenau, M. (Red.) (09/2016). Park- und Rangierunfälle. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Reihe: Unfallforschung kompakt, Nr. 61. Unfallforschung der Versicherer, GDV. Berlin.

[5] Offenlegungsschrift DE 198 43 564 A1 (2000). Deutsches Patent- und Markenamt. Anmelder: Robert Bosch GmbH.



Gesamtverband der Deutschen
Versicherungswirtschaft e.V.

Wilhelmstraße 43/43 G, 10117 Berlin
Postfach 08 02 64, 10002 Berlin

Telefon 030 . 20 20 - 58 21
Fax 030 . 20 20 - 66 33

unfallforschung@gdv.de
www.udv.de
www.gdv.de

Facebook: facebook.com/unfallforschung
Twitter: [@unfallforschung](https://twitter.com/unfallforschung)
YouTube: youtube.com/unfallforschung
Instagram: instagram.com/udv_unfallforschung

Redaktion:
Dipl.-Ing. Thomas Hummel
Dr.-Ing. Matthias Kühn

Gestaltung:
pensiero KG, www.pensiero.eu

Bildquellen:
Titelbild: vchalup – Fotolia;
die Nutzungsrechte der weiteren in dieser
Broschüre abgebildeten Fotos liegen bei
der Unfallforschung der Versicherer.

Erschienen: 11/2017



Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.

Wilhelmstraße 43 / 43G, 10117 Berlin
Postfach 08 02 64, 10002 Berlin

Tel.: 030/20 20 - 50 00, Fax: 030/20 20 - 60 00
www.gdv.de, www.udv.de