



Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Jahresdokumentation
2001

Arbeitsgestaltung Flexibilisierung Kompetenzentwicklung

**Bericht
zum 47. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft
vom 14.-16. März 2001**

Ausrichtung des Kongresses: E. Frieling, H. Bernard, S. Kreher, J. Pfitzmann,
Bearbeitung der Dokumentation: A. Seeber, M. Schäper,
Herausgeber: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V.

Auswirkungen eines Abstandsregelsystems auf Fahrerverhalten und Akzeptanz

Bettina Abendroth & Kurt Landau

Schlüsselwörter: Kraftfahrzeugführen, Abstandsregelsystem, Fahrerverhalten

Problemstellung

Auf dem Gebiet der Aktiven Fahrzeugsicherheit werden Assistenzsysteme zur Unterstützung des Fahrers bei zahlreichen Aufgaben der Fahrzeugführung entwickelt. Fahrerassistenzsysteme haben das Hauptziel der Unfallvermeidung; sie sollen einerseits die Informationen für den Fahrer verbessern und ergänzen und andererseits Kontrollaufgaben des Fahrers automatisieren sowie in die Fahrzeugführung eingreifen (vgl. MICHON et al. 1990, BIEHL 1993). Vor allem Systeme, die die Aufgaben des Fahrers in den Bereichen Kontrolle und Fahrzeugführung übernehmen, müssen so ausgelegt sein, dass sie dem Verhalten des Fahrers entsprechen. Um Fahrerassistenzsysteme nach diesem Kriterium gestalten zu können, ist es notwendig, das Fahrerverhalten in den zu unterstützenden Fahrsituationen zu analysieren.

Untersuchungskonzept

In Feldversuchen wurde in zwei Versuchsreihen das Verhalten beim Fahren ohne Unterstützung durch Assistenzsysteme sowie die Auswirkungen beim Fahren mit einem Abstandsregelsystems (ACC) auf das Verhalten von 29 Fahrern analysiert und die Akzeptanz des Systems durch den Fahrer erhoben.

Das Fahrerkollektiv wurde als geschichtete Stichprobe anhand der Kriterien Alter und Tempomatausstattung des eigenen Fahrzeugs zusammengesetzt. Als Grundgesamtheit wurden Fahrer des dem Versuchsfahrzeug entsprechenden Fahrzeugtyps herangezogen. An den Versuchen nahm nur eine weibliche Fahrerin teil.

Die Fahrer haben jeweils zwei Fahrten auf einer 228 km langen Autobahnstrecke durchgeführt. Diese Autobahnstrecke wurde hinsichtlich der Kriterien Anzahl und Art der Fahrspuren sowie zulässige Höchstgeschwindigkeit über dem Weg analysiert.

Da jeder Proband vergleichbare Fahrsituationen ohne und mit Unterstützung durch das Abstandsregelsystem fahren sollte, wurden für alle Fahrer zwei Versuchsfahrten geplant, um eine hinreichende Anzahl vergleichbarer Fahrsituationen zu erhalten. Die erste Versuchsfahrt wurde ohne Einsatz des ACC-Systems durchgeführt, bei der zweiten Fahrt haben die Fahrer das ACC-System über die gesamten Strecke genutzt, soweit die Situation dies zuließ und der Fahrer die Unterstützung wünschte.

Durch Fragebögen und ausgewählte Testverfahren wurde vor der Fahrt die individuelle Charakteristik des Fahrers dokumentiert. Während der Fahrt wurden fahrzeugtechnische Daten erhoben, Videoaufnahmen von dem vor dem Fahrzeug liegenden Verkehrsraum gemacht, sowie die Äußerungen der Fahrer bezüglich des

ACC-Systems dokumentiert. Die Akzeptanz des ACC-Systems wurde zusätzlich mit Fragebögen vor und nach der Fahrt erhoben.

Auswertungsmethodik

Um das Verhalten verschiedener Fahrer miteinander vergleichen zu können, wird dieses auf Belastungsabschnitte bezogen. Die Belastung beim Fahren auf Landstraßen wird überwiegend durch die Streckenführung, diejenige beim Fahren auf Autobahnen vor allem durch andere Verkehrsteilnehmer bestimmt. Der Einfluss der Umgebung (Sicht, Witterung, Straßenzustand) wurde weitgehend konstant gehalten.

Nachfolgend werden nur Fahrtabschnitte auf Autobahnen betrachtet. Dabei bilden die beiden statischen Fahrsituationen

freie Fahrt: vor dem eigenen Fahrzeug fährt kein anderes Fahrzeug oder die Zeitlücke zum vorausfahrenden Fahrzeug muss mindestens 3 Sekunden betragen und

gebundene Fahrt: vor dem eigenen Fahrzeug fährt ein anderes Fahrzeug, die Zeitlücke zwischen den beiden Fahrzeugen ist kleiner als 2 Sekunden

die Basis für eine Fahrsituationsklassifizierung. Die statischen Fahrsituationen dauern in der Regel über einen größeren Zeitraum an, während die Übergänge zwischen diesen statischen Situationen durch die kurzzeitigen dynamischen Fahrsituationen

Auffahren bzw. Wegfahren: die Relativgeschwindigkeit zum vorausfahrenden Fahrzeug ist kleiner als -3 km/h bzw. größer als $+3$ km/h und das vorausfahrende Fahrzeug fährt im Bereich einer Zeitlücke von weniger als 3 Sekunden vor dem eigenen Fahrzeug;

Ausscheren: das vorausfahrende Fahrzeug wechselt die Fahrspur;

Einscheren: ein anderes Fahrzeug schert von rechts oder links vor das eigene Fahrzeug und

Spurwechsel: Das eigene Fahrzeug wechselt die Spur nach rechts oder nach links erfolgen.

Anhand der Videoaufnahmen wurden mit der Software „Observer“ die Fahrsituationen (Einbindung in den Verkehrsfluss) über der gesamten Fahrt klassifiziert.

Für die aufgeführten Situationen wurden Kennwerte zur Beschreibung des Fahrerhaltens berechnet. Für die Berechnung der „Maximalkennwerte“ wurde für jede Situation während einer Versuchsfahrt in Abhängigkeit des ACC-Status (aus, ein, durch Gas geben übersteuern, durch Bremsen eingreifen) der maximale Wert einer Messgröße herangezogen und anschließend das 50. Perzentil aller Maximalwerte dieser Messgröße als Kennwert für einen Probanden, eine Situation und einen ACC-Status berechnet. Die Berechnung der „Minimal Kennwerte“ erfolgte jeweils mit den minimalen Werten einer Situation.

Ergebnisse

Bei gebundener Fahrt entspricht das Abstandsverhalten des ACC-Systems dem des Fahrers, das 50. Perzentil der minimalen Zeitlücke liegt im Mittel über alle Fahrer

sowohl ohne ACC-Unterstützung (erste Versuchsfahrt) als auch mit ACC-Unterstützung (zweite Versuchsfahrt) bei 1,1 s (Abb. 1, links). Die über alle Fahrer gemittelte Beschleunigung des ACC-Systems liegt hingegen in den dynamischen Fahrsituationen signifikant niedriger als die von den Fahrern selbst (ohne ACC-Unterstützung) gewählten Beschleunigungen, hier dargestellt am Beispiel des Spurwechsels nach links (Abb. 1, rechts).

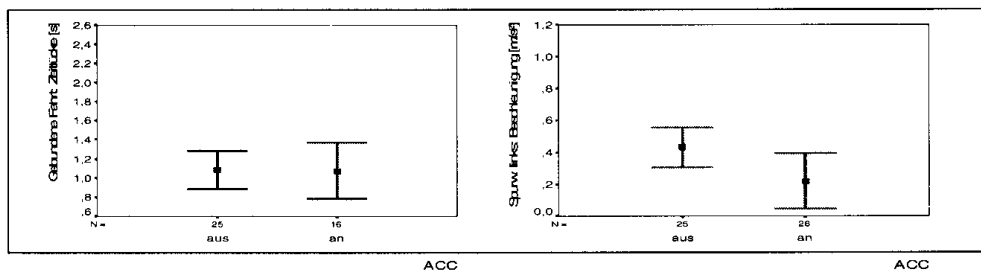


Abbildung 1: Mittelwert und Standardabweichung des Kennwertes für die minimale Zeitlücke bei gebundener Fahrt (links) bzw. des Kennwertes für die maximale Beschleunigung beim Spurwechsel nach links (rechts), dargestellt in Abhängigkeit der ACC-Unterstützung, gekennzeichnet sind statistisch hoch signifikante Unterschiede des Mittelwertes (**)

Die zusammenfassende Beurteilung des ACC-Systems durch die Fahrer anhand der Merkmale Komfort, Entlastung, Vertrauen und Grundhaltung gegenüber des ACC-Systems ist überwiegend positiv. In Abbildung 2 wird für vier ausgewählte Fragestellungen jeweils die Beurteilung des Merkmals nach der Fahrt (Ordinate) in Abhängigkeit der vor der Fahrt angegebenen Erwartungen (Abszisse) für jeden Fahrer als Sonnenblumendiagramm dargestellt. In einem Sonnenblumendiagramm symbolisiert ein Kreis eine Antwort, ein Kreis mit zwei Strichen hingegen 2 Antworten usw.

Die Erwartungen an den Komfort des ACC-Systems wurde vor der Fahrt von den Fahrern absolut beurteilt, nach der Fahrt wurde eine Relativbeurteilung im Vergleich zum Fahren ohne ACC-Unterstützung vorgenommen. Der unterhalb der in Abb. 2 (oben links) eingezeichneten Waagerechten liegende Wert zeigt an, dass nur ein Fahrer den Komfort beim Fahren mit ACC-System nach der Fahrt schlechter beurteilt als er es beim Fahren ohne ACC-Unterstützung erwartet hatte. Bis auf zwei Probanden beurteilen alle den Komfort beim Fahren mit ACC-System als gut oder sehr gut.

Die Entlastung des Fahrers durch das ACC-System wird vor der Fahrt absolut beurteilt und nach der Fahrt relativ im Vergleich zum Fahren ohne ACC-System (Abb. 2, rechts oben). 5 Fahrer (20%) sagen nach der Fahrt mit ACC-System, dass dieses sie im Vergleich zum Fahren ohne ACC belastet bzw. weder belastet noch entlastet hat. Vier dieser Fahrer haben vom ACC-System eine höhere Entlastung vor der Fahrt erwartet.

Das Vertrauen in das ACC-System wird vor und nach der Fahrt jeweils absolut beurteilt (Abb. 2, links unten). Von 4 Fahrern (16%) wird das Vertrauen in das ACC-System nach der Fahrt als gering bzw. weder gering noch groß eingestuft, insgesamt 5 Probanden (20%) beurteilen das Systemvertrauen nach der Fahrt schlechter als vorher.

Bei einer Gesamtbeurteilung (vor und nach der Fahrt absolut beurteilt) des ACC-Systems (Abb. 2, unten rechts), stufen dieses 16 Fahrer (64%) nach der Fahrt als

sehr positiv und 6 (24%) als positiv ein, nur 3 Probanden (12%) geben schlechtere Urteile mit negativ bzw. weder negativ noch positiv ab. Die vor der Fahrt gegenüber dem ACC eingenommene Grundhaltung verbessert sich bei 7 (28%) Fahrern (oberhalb der Diagonalen) nach der Fahrt, während sie sich bei 4 Fahrern (16%) verschlechtert.

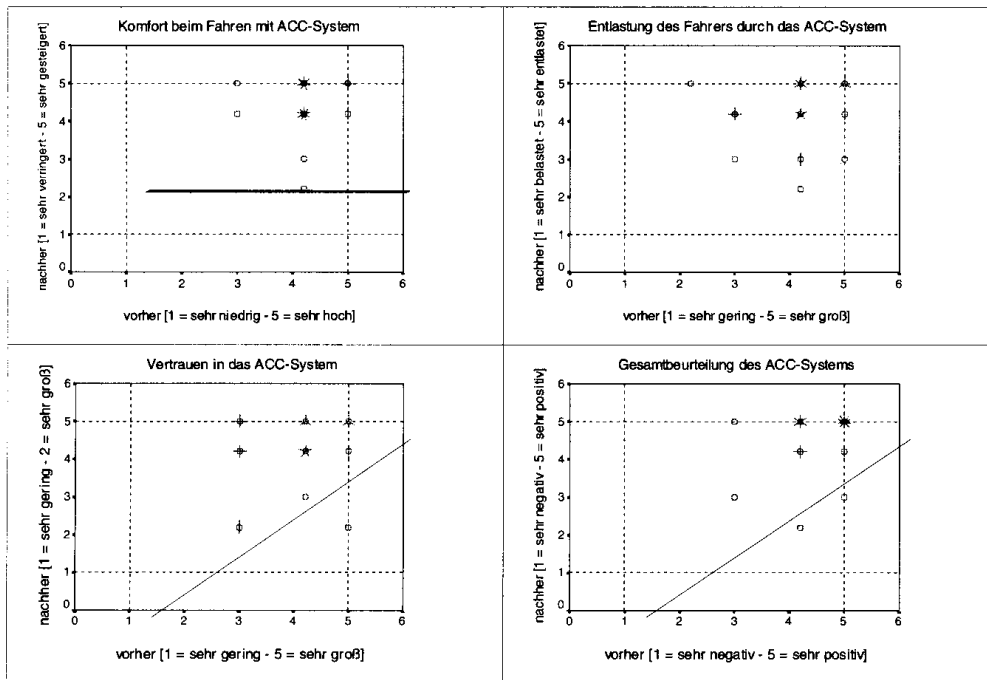


Abbildung 2: Verteilung der Antworten auf ausgewählte Fragen zur Gesamtbeurteilung des ACC-Systems nach der Fahrt in Abhängigkeit der vor der Fahrt beurteilten Erwartungen an das ACC-System, dargestellt als Sonnenblumendiagramm (der Kreis bzw. jeder Strich symbolisiert eine Antwort), N=25.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Fahrer in dynamischen Fahrsituationen anders verhalten als das ACC-System und dass sie das ACC-System durch Gas geben übersteuern bzw. durch Bremsen in das System eingreifen. Insgesamt beurteilen fast 90% der Fahrer das ACC-System als positiv, obwohl sie es in bestimmten Situationen durchaus auch kritisch bewerten. Als Konsequenz für die Gestaltung von Abstandsregelsystemen ergibt sich, dass diese so ausgelegt werden sollten, dass sie vor allem in den dynamischen Fahrsituationen früher und auch stärker reagieren.

Literatur

- Biehl, B. (1993): Vorgaben an die Verkehrsplanung – Anforderungen an den Menschen (aus psychologischer Sicht). In: Lang, E.; Arnold, K. (Hrsg.): Der Mensch im Straßenverkehr. Stuttgart: Enke
- Michon, J.A.; Smiley, A.; Aasman, J. (1990): Error and Driving Support Systems. Ergonomics 33 (1990) 10/11, 1215-1229