

Tabelle 3–6: Ergebnisse des Kruskal-Wallis-Tests für die Signifikanzniveaus „ $\alpha = 0,05$ “, „ $\alpha = 0,01$ “ und „ $\alpha = 0,001$ “ für vier ausgewählte fahrdynamische Kennwerte.

Teilkollektiv „Alter“				
Kennwert	Berechnungsvorschrift	Signifikanzniveau α (Kruskal-Wallis-Test)		
		Autobahn	Landstraße	Stadt
$\bar{\delta}$	$\bar{\delta} = \frac{\sum_1^n \delta_n}{n}$	< 0,001	< 0,001	< 0,001
$\dot{\bar{\delta}}$	$\dot{\bar{\delta}} = \frac{\sum_1^n \dot{\delta}_n}{n}$	< 0,01	< 0,01	< 0,001
\bar{v}	$\bar{v} = \frac{\sum_1^n v_n}{n}$	> 0,05	< 0,001	< 0,001
\bar{a}_Y	$\bar{a}_Y = \frac{\sum_1^n a_{Yn}}{n}$	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Teilkollektiv „Geschlecht“				
Kennwert	Berechnungsvorschrift	Signifikanzniveau α (Kruskal-Wallis-Test)		
		Autobahn	Landstraße	Stadt
$\bar{\delta}$	$\bar{\delta} = \frac{\sum_1^n \delta_n}{n}$	< 0,001	> 0,05	< 0,001
$\dot{\bar{\delta}}$	$\dot{\bar{\delta}} = \frac{\sum_1^n \dot{\delta}_n}{n}$	< 0,001	< 0,001	< 0,001
\bar{v}	$\bar{v} = \frac{\sum_1^n v_n}{n}$	> 0,05	< 0,001	< 0,001
\bar{a}_Y	$\bar{a}_Y = \frac{\sum_1^n a_{Yn}}{n}$	< 0,001	> 0,05	< 0,001

Fazit

Es wurde gezeigt, dass durch Kennwerte, die auf den dynamischen Eingangsgrößen des Modells (Fahrzeuggeschwindigkeit, Querbeschleunigung, Lenkradwinkelgeschwindigkeit, Lenkradwinkel) aufbauen, ein statistisch abgesicherter Unterschied der Teilkollektive beschrieben werden kann. Durch die hohen Standardabweichungen und die geringen

Unterschiede in den Mittelwerten überlappen sich die Verteilungen der Kennwerte jedoch in einem hohen Maße.

3.2.4 Fazit

In den vorigen Kapiteln wurden untersucht, in wie weit Unterschiede in der Lenkradmomentbeurteilung zwischen einzelnen Teilkollektiven existieren. Bei der Betrachtung der beiden Teilkollektive „< 33 Jahre“ und „> 45 Jahre“ wurden insbesondere auf dem Stadtparcours bei der Beurteilung der empfundenen Sicherheit gegensätzliche Tendenzen der beiden Teilkollektive festgestellt. Die jüngeren Probanden präferieren tendenziell niedrigere Dämpfungsanteile; die älteren Probanden präferieren tendenziell höhere Dämpfungsanteile.

Die Hypothese H3a

H3a: Bei der Beurteilung von Lenkradmomentvarianten treten keine Unterschiede in Abhängigkeit des Lebensalters des Fahrers auf.

kann somit eindeutig widerlegt werden.

Bei der Untersuchung der Teilkollektive „Frauen“ und „Männer“ konnten eindeutig gegensätzliche Präferenzen bei der Beurteilung des Kriteriums „empfundene Sportlichkeit/Fahrspaß“ beobachtet werden. Die weiblichen Probanden empfinden niedrigere Lenkradmomente als sportlicher, die männlichen Probanden empfinden hingegen mehr Fahrspaß bei höheren Lenkradmomenten. Dieser Gegensatz der beiden Teilkollektive führte dazu, dass sich durch die Aufhebung der Tendenzen der beiden Teilkollektive keine Präferenzen bei der Betrachtung des Gesamtkollektivs oder der Teilkollektive „Alter“ ergab.

Aufgrund der gefundenen Differenzen bei der Beurteilung des Kriteriums „empfundene Sportlichkeit/Fahrspaß“ durch die beiden Teilkollektive kann die Hypothese H3b

H3b: Bei der Beurteilung von Lenkradmomentvarianten treten keine Unterschiede in Abhängigkeit des Geschlechts des Fahrers auf.

eindeutig widerlegt werden.

Eine Differenzierung der Teilkollektive durch fahrdynamische Kennwerte ist mit statistischen Mitteln möglich. Aufgrund der signifikanten Unterschiede auf hohem Niveau, kann die Hypothese H3c

H3c: Es existieren fahrdynamische Größen, die eine Differenzierung innerhalb der Teilkollektive „Alter“ und „Geschlecht“ zulassen.

daher nicht widerlegt werden.

Die großen Standardabweichungen und die geringen Unterschiede der Mittelwerte der einzelnen gebildeten Kennwerte lassen eine Anwendung im Rahmen einer adaptiven Lenkradmomentgestaltung jedoch problematisch erscheinen.

4 Diskussion

In den nachfolgenden Kapiteln werden sowohl die Methodik als auch die Ergebnisse diskutiert.

4.1 Beurteilung der Methodik

4.1.1 Lenkradmomentmodellierung

Bei der Modellierung des Lenkradmoments bestand die Forderung, ein reales Lenkradmoment nachzubilden. Zur Überprüfung der Qualität des Lenkradmoments wurden Umschaltfahrten um „Placebofahrten“ mit erfahrenen Normalfahrern ergänzt (Kapitel 2.1.5). Hierbei wurde die Qualität als ausreichend betrachtet, wenn die Probanden keinen Unterschied zwischen den beiden Lenkradmomenten (real – synthetisch) wahrnehmen konnten.

Beim Versuchskonzept für diese Qualitätsüberprüfung wurde die Messlatte bewusst sehr hoch gelegt. Dies betrifft zum einen die Auswahl der Probanden – erfahrene Normalfahrer und Fahrer mit Testerfahrung statt durchschnittlich erfahrene Normalfahrer – als auch die Versuchsdurchführung – Umschalten zwischen den beiden Modi ohne Unterbrechung während der Fahrt. Somit ist davon auszugehen, dass ein durchschnittlich erfahrener Normalfahrer keinen Unterschied zwischen dem synthetischen und dem realen Lenkradmoment erkennt. Weiterhin fiel auf, dass die durch die Fahrmanöver (Slalom, Spurwechsel) bedingten Unterschiede im Lenkradmoment teilweise als eine gezielte Änderung des Lenkradmoments gedeutet wurden. Den Unterschied im Lenkradmoment durch das Umschalten (real – synthetisch) empfanden die meisten Probanden als gering gegenüber der Varianz des Lenkradmoments als Folge des Manöverwechsels oder kleiner Fahrbahnunebenheiten. Es wurden daher keine bzw. zu viele Lenkradmomentunterschiede von den Probanden erkannt.

Es wird auch an dieser Stelle noch einmal darauf hingewiesen werden, dass sich sowohl die Modellierung des Lenkradmoments, als auch die durchgeführten Untersuchungen auf den Normalfahrbereich ($a_y < 5\text{m/s}^2$) beschränkten. Würde man die gleichen Untersuchungen mit einem angepassten synthetischen Lenkradmoment bei höheren Fahrzeugquerbeschleunigungen durchführen, so kann angenommen werden, dass Normalfahrer durch die gestiegenen Anforderungen an die Fahrzeugführung erst wesentlich größere Differenzen im Lenkradmomentverlauf wahrnehmen würden. Es ist davon auszugehen, dass die Erhebungsmethodik auf höhere Querbeschleunigungsbereiche daher nicht ohne Anpassung übertragbar ist.

Es wurde bisher davon ausgegangen, dass die maßgeblichen Einflüsse auf ein Lenkgefühl niederfrequenten Charakter besitzen. Beide Eingangsgrößen zur Modellierung des synthetischen Lenkradmoments – Lenkradwinkel und Fahrzeuggeschwindigkeit – wurden als vom Fahrer induziert angenommen und wurden somit Tiefpass gefiltert (Eckfrequenz: 5 Hz).

Nimmt man jedoch an, dass primär hochfrequente Anteile am Lenkradmoment – verursacht durch z.B. Fahrbahnerregung, Radunwuchten oder Motorschwingungen - das Lenkgefühl eines realen Lenkradmoments ausmachen, so wäre die im System vorhandene Regelkreiseckfrequenz von 20Hz als zu gering gewählt. Höhere Frequenzen werden in beiden Modi (real – synthetisch) an das Lenkrad und somit den Fahrer weitergeleitet. Wird dieses Modell in einem SbW-Fahrzeug zur Generierung eines Lenkradmoments eingesetzt werden, so ist zu überprüfen, ob nun das Fehlen der hochfrequenten Anteile vom Fahrer wahrgenommen und das Lenkgefühl beeinflusst wird.

Weiterhin wurde das Modell genutzt, um Parameterbandbreiten von auf dem Markt erhältlichen Fahrzeugen zu bestimmen. Hierbei hat sich die Methode der kleinsten Quadrate als ein sehr robustes und zuverlässiges Verfahren zur Parameteridentifikation bewährt. Allerdings ist bei der Anwendung dieses Verfahrens auf eine möglichst breitbandige Anregung der Ein- und Ausgangsgrößen des Modells zu achten. Diese Forderung wurde beim Auslegen des zu fahrenden Parcours – im Rahmen der Ausmaße des zur Verfügung stehenden Testgelände – umgesetzt. Ändert man jedoch die zeitlichen Anteile der einzelnen Manöver, so hat dies auch Auswirkungen auf die Parameterausprägungen, da die Versuchsfahrt als Ganzes vom gewählten Algorithmus optimiert wird. Versucht man schrittweise einzelne Parameter durch gezielt gestaltete Manöver zu bestimmen, so ist dies lediglich bei der stationären Kreisfahrt für die Parameter des Rückstellmoments möglich. Alle übrigen Parameter können nicht (Reibung, Dämpfung) bzw. äußerst schwierig (Trägheit) einzeln bestimmt werden. Außerdem benötigt man für die Durchführung dieser gezielt gestalteten Fahrmanöver entsprechende Ausmaße eines Versuchsgeländes, die im Rahmen dieser Untersuchung nicht zur Verfügung standen. Die identifizierten Parameterbandbreiten sollten daher primär, wie auch schon in Kapitel 2.1.4 erwähnt, als Orientierungshilfe für die Wahl einer bestimmten Parameterausprägung verstanden werden.

4.1.2 Versuchskonzept

Die Entwicklung des Versuchskonzepts für die Hauptversuche umfasste den Versuchsplan, die Art der Datenerhebung und die Versuchsdurchführung incl. der Parcoursgestaltung.

Der gewählte Versuchsplan besteht aufgrund versuchsökonomischer Gründe aus zahlreichen Kompromissen. Festforderungen für die Untersuchung waren zum einen die Durchführung von Paarvergleichen innerhalb einer maximalen Versuchsdauer von ca. 1h und zum andern das Abprüfen von drei Faktoren (Rückstellmoment, Dämpfung, Reibung) auf eine Lenkradmomentbeurteilung. Hierzu wurde schließlich ein teilhierarchischer Versuchsplan ausgewählt. Selbstverständlich können daher nicht alle drei Faktoren unabhängig beurteilt werden. Es konnten jedoch Tendenzen aufgezeigt und auch statistisch abgesichert werden.

Weiterhin wird durch eine Relativbeurteilung im Paarvergleich die Auswertung stark erschwert. Viele klassische statistische Methoden lassen sich daher nicht anwenden. Es lässt sich keine Variante für sich, sondern immer nur relativ zu den anderen Varianten beurteilen.

4.2 Beurteilung der Ergebnisse

4.2.1 Übertragbarkeit

Die Übertragbarkeit der Ergebnisse ist insbesondere hinsichtlich der Auswahl und Gestaltung der Parcours, der Fahrzeit (Habituationseffekte) und der Zusammensetzung des Probandenkollektivs zu prüfen.

Es ist eine möglichst große Bandbreite an Fahrsituationen aus dem Normalfahrbereich untersucht worden. Die drei gewählten Schwerpunkte (Stadt, Landstraße, Autobahn) spiegeln drei wichtige Verkehrssituationen mit völlig unterschiedlichen Anforderungen wider. Die gewählten Parcours für Autobahn und Landstraße können, da es sich teilweise um Nachbauten realer Strecken handelt, durch ihre Streckenführung und realitätsgetreue Streckengestaltung als repräsentativer Ersatz angesehen werden. Der durch Pylonen gestaltete Stadtparcours hingegen kann lediglich das Geschwindigkeits- und Lenkradwinkel- sowie Lenkradwinkelgeschwindigkeitsprofil einer Stadtfahrt nachbilden. Die Streckengestaltung und insbesondere die in der Realität gegebene hohe informatorische Belastung (Ampeln, Verkehrsschilder, Fußgänger, ...) eines Stadtverkehrs konnten nicht abgebildet werden. Es kann daher nicht ausgeschlossen werden, dass die Lenkradmomentbeurteilungen auf dem Stadtparcours in ihrer Übertragbarkeit eingeschränkt sind. Eine höhere informatorische Belastung würde die Wahrnehmung von unterschiedlichen Lenkradmomenten in der hier ausgewählten Bandbreite vermutlich einschränken.

Sowohl der Stadtparcours als auch der Landstraßenparcours konnten aufgrund der zur Verfügung stehenden Flächen bzw. Strecken nicht symmetrisch zum Umschaltpunkt gestaltet werden. Es konnte jedoch durch Vorgaben von Fahrgeschwindigkeiten auf dem Landstraßenparcours und vergleichbare Manöver auf dem Stadtparcours eine Anpassung fahrdynamischer Größen wie Lenkradwinkel, Fahrzeuggeschwindigkeit oder Querbeschleunigung auf beiden Streckenhälften des Paarvergleichs erreicht werden. Da keine Reihenfolgeeffekte bei der Beurteilung der Varianten festzustellen waren, gibt es somit keine Hinweise, dass die Differenzen der beiden Parcoursabschnitte eine Beurteilung der Lenkradmomente beeinflussen.

Die Probanden besaßen nur knapp drei Minuten Zeit, um zwei Lenkradmomentvarianten im Paarvergleich zu beurteilen. Durch das Umschalten während der Fahrt und das damit verbundene sofortige Erleben des Unterschieds beider Varianten ist bereits nach wenigen Sekunden ein vergleichendes Urteil durch den Probanden möglich. Dieses Ergebnis wurde in Voruntersuchungen gewonnen. Ebenfalls stammt aus diesen Voruntersuchungen die Kenntnis, dass sich dieses nach dem Umschalten entwickelte Urteil auch bei längerer Fahrt mit der zweiten Variante nicht mehr verändert. Die Ursache hierfür könnte sein, dass es dem Normalfahrer nicht gelingt, ein gefühltes Lenkradmoment über einen längeren Zeitraum zu speichern. Somit wäre der Normalfahrer auch nicht in der Lage, ein absolutes Urteil abgeben zu können. Auch am Rande der Probandenversuche gemachte Erfahrungen zeigen dies eindrucksvoll. In der Regel waren die Probanden darüber erstaunt, wie sich nach einer Stunde

Versuchsfahrt mit neun verschiedenen Lenkradmomenten das seit Jahren und über mehrere Tausend Kilometer bekannte Lenkradmoment ihres eigenen Fahrzeuges anfühlt. Ein Zusammenhang zwischen dem eigenen Fahrzeug und den bevorzugten Lenkradmomentvarianten wurde nicht gefunden. All diese Erfahrungen sprechen gegen länger andauernde Habituationseffekte bei der Subjektivbeurteilung eines Lenkgefühls. Es gibt keine Hinweise, dass die gewählte Einwirkzeit von ca. 1,5 Minuten pro Lenkradmomentvariante als nicht ausreichend betrachtet werden kann. In anderen Literaturquellen finden sich in der Regel sogar geringere Werte bei Lenkradmomentbeurteilungen (z.B. [45], [247]).

Bei der Auswahl des Probandenkollektivs wurde insbesondere auf die Alters- und Geschlechterverteilung geachtet. Zahlreiche andere demografische und biografische Faktoren konnten jedoch nicht berücksichtigt werden.

Bezüglich der gemachten Aussagen im Abschnitt 3.2.1 kann z.B. nicht ausgeschlossen werden, dass die unterschiedlichen Beurteilungen auf dem Stadtparcours nicht originär dem Alter, sondern der Fahrerfahrung bzw. der Lebensfahrleistung zuzuschreiben sind (**Bild 4–1**). Allerdings ist zu erkennen, dass die Gradienten der Flächen nicht so ausgeprägt erscheinen, wie dies bei der Unterteilung nach dem Alter der Probanden der Fall ist.

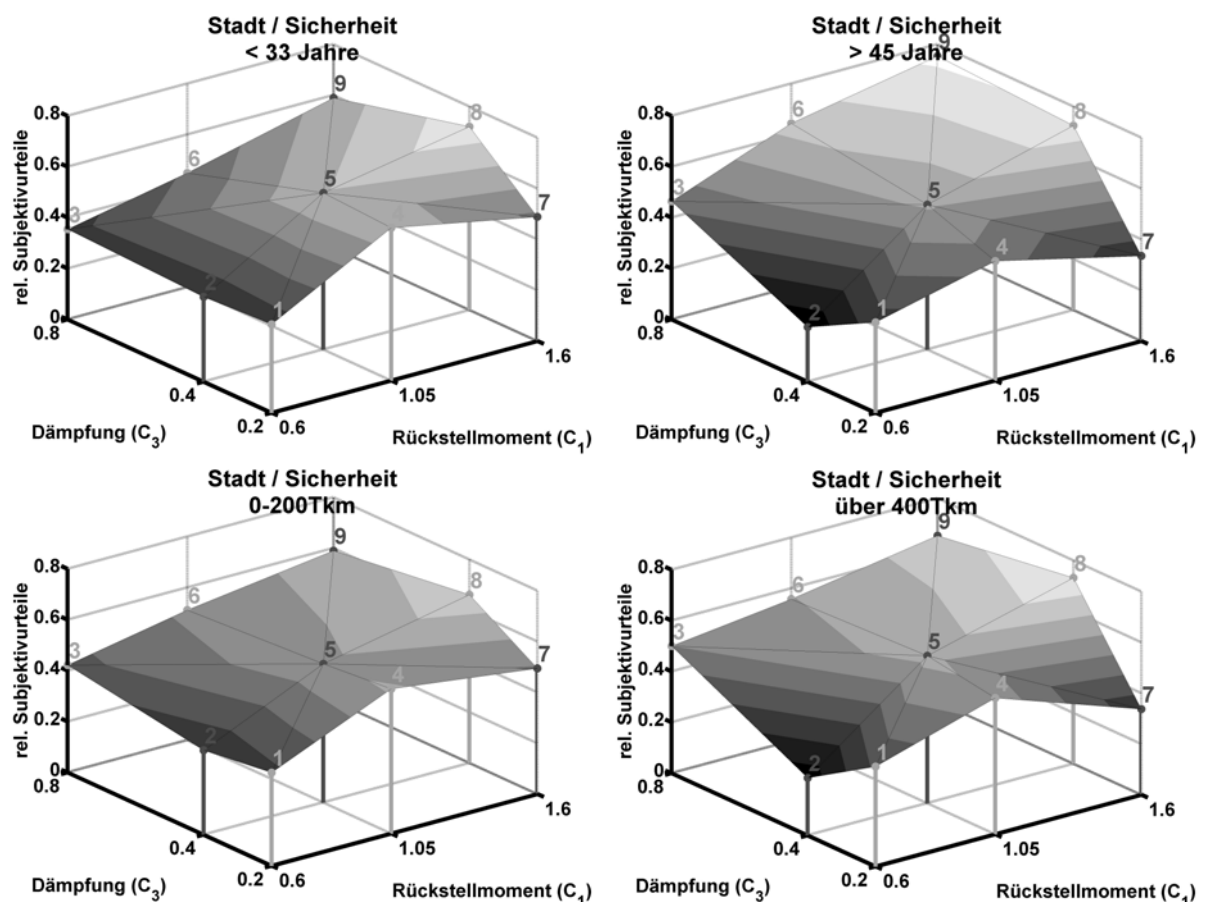


Bild 4–1: Vergleich der empfundenen Sicherheit bei der Unterteilung in Teilkollektive nach dem Alter und der Fahrerfahrung auf dem Stadtparcours.

Die beiden Kategorien „0-200.000 km“ und „mehr als 400.000 km“ sind ausgewählt worden um in etwa gleich große Teilkollektive beurteilen zu können (**Bild 4–2**). Betrachtet man nun lediglich die beiden kleinsten Kategorien (0-50.000 km und 50.001-100.000 km) so ergeben sich widersprüchliche Beurteilungen zu den bisher gemachten Erfahrungen (**Bild 4–3**). Hierbei ist jedoch folgendes zu berücksichtigen: Zum einen liegen die Altersangaben im Gegensatz zur Bildung von Fahrleistungskategorien kontinuierlich vor. Zum anderen kann eine Aussage über das Alter als gesichert angenommen werden, wo hingegen die Lebensfahrleistung in km eine mit Unsicherheiten behaftete Schätzangabe sein dürfte.

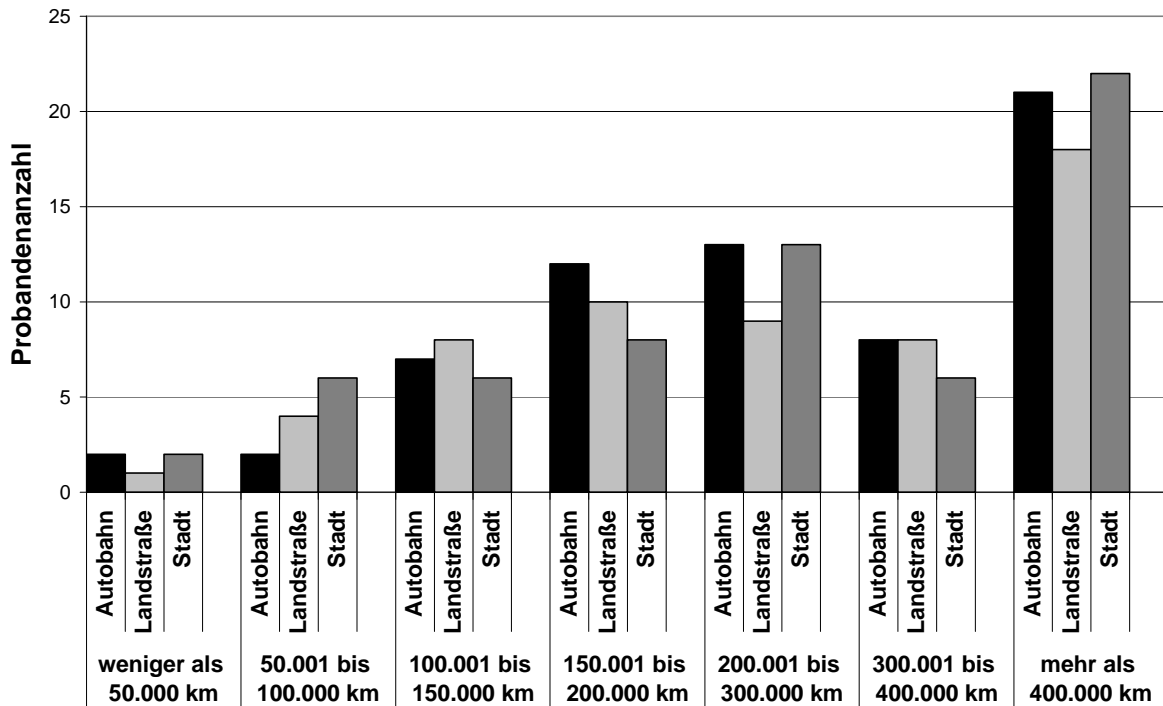


Bild 4–2: Zusammensetzung des Probandenkollektivs (Lebensfahrleistung unterteilt nach Parcours).

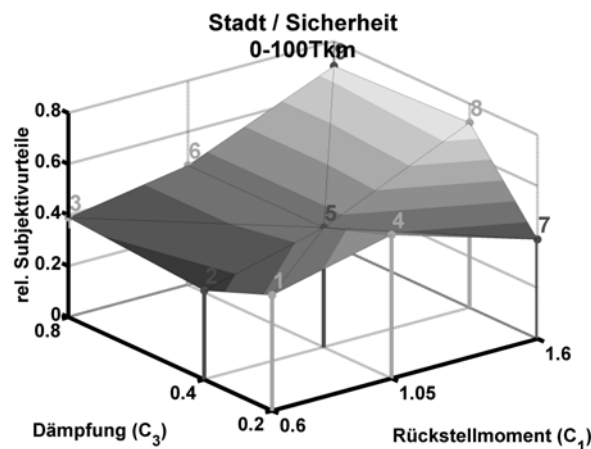


Bild 4–3: Vergleich der empfundenen Sicherheit auf dem Stadtparcours für das Teilkollektiv „0-100.000 km“ Lebensfahrleistung.

Dieses Ergebnis ist nicht überraschend, wenn man sich noch einmal **Bild 2–32** vor Augen führt. Man erkennt, dass bei den vorliegenden Fahrleistungskategorien der angenommene Zusammenhang zwischen Fahrleistungsstufe und Alter nicht vorhanden ist.

Betrachtet man die stark unterschiedlichen Aussagen bezüglich der „empfundene Sportlichkeit/Fahrspaß“ der Teilkollektive „weiblich“ und „männlich“, so stellt sich auch hier die Frage nach der Ursache für die gegensätzlichen Bewertungen.

Im zur Verfügung gestandenen Versuchspersonenkollektiv lässt sich keine eindeutige Entkopplung zwischen Geschlecht und Jahresfahrleistung vornehmen (**Bild 4–4**).

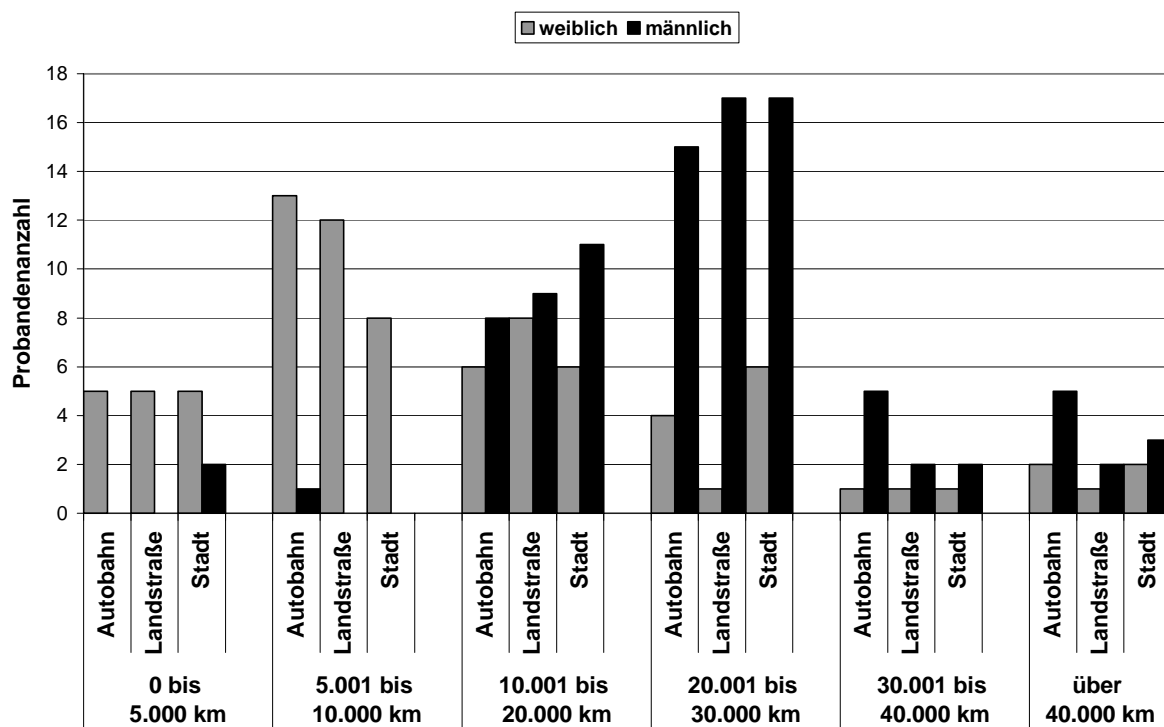


Bild 4–4: Zusammensetzung des Probandenkollektivs
(Jahresfahrleistung unterteilt nach Parcours und Geschlecht).

Betrachtet man nur die Ergebnisse der Kategorie „10.001 bis 20.000 km“ (**Bild 4–5**), die in etwa eine gleichmäßige Verteilung der beiden Geschlechter aufweist, so zeigt sich, dass die bereits bekannte Beurteilung der weiblichen Probanden eindeutig wieder zu erkennen ist. Die Beurteilung der männlichen Probanden weicht zwar von dem zuvor gefundenen Schema etwas ab, zeigt jedoch immer noch eindeutige Unterschiede im Vergleich zur Beurteilung der Varianten durch die Frauen.

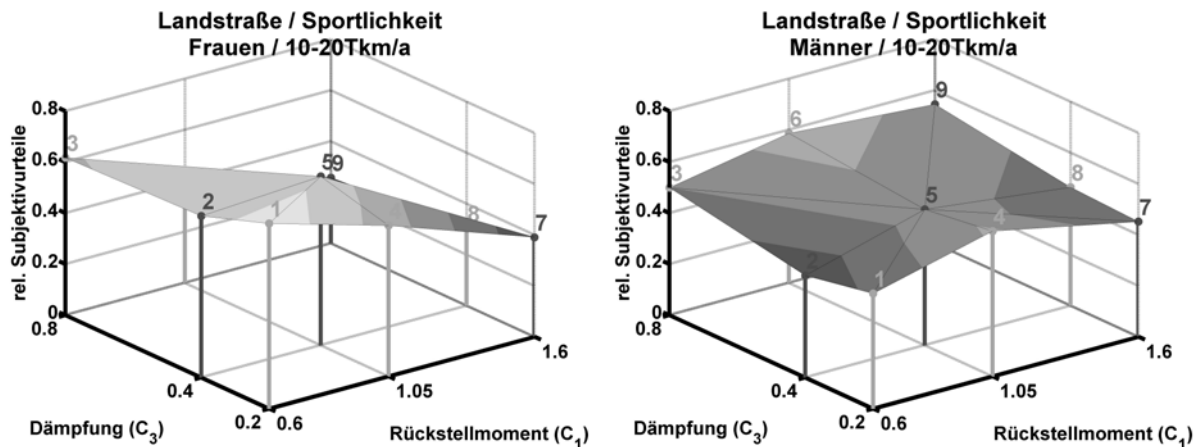


Bild 4–5: Vergleich des empfundenen Fahrspaßes/Sportlichkeit zwischen weiblichen und männlichen Probanden auf dem Landstraßenparcours der Fahrleistungskategorie 10.001 bis 20.000 km/a.

Die separierte Betrachtung der Antworten männlicher Probanden mit niedriger Jahresfahrleistung (< 10.000 km) und weiblicher Probanden mit hoher Jahresfahrleistung (> 40.000 km) wäre für den Landstraßenparcours nicht und für den Autobahnparcours nur in einem einzigen Fall durchführbar. Auch wenn die Ergebnisse dieser beiden Probanden nicht den bisherigen Erkenntnissen widersprechen, dürfen aufgrund der geringen Anzahl der vergleichbaren Fahrten hieraus keine Schlüsse abgeleitet werden.

Frauen beurteilen niedrige Lenkradmomente als sportlich, Männer hingegen empfinden bei hohen Lenkradmomenten mehr Fahrspaß. Dies gibt Anlass zu der Annahme, dass Frauen „Sportlichkeit“ bzw. „Fahrspaß“ anders definieren als Männer. Es wird vermutet, dass das Verständnis dieser Begriffe bei Frauen sich eher als Agilität widerspiegelt, wohingegen von den männlichen Probanden der Sport mehr mit körperlicher Betätigung in Verbindung gebracht wird.

Die Übertragbarkeit der in dieser Arbeit gefundenen Ergebnisse auf die Gesamtheit aller Autofahrer ist schon aufgrund des sehr speziellen Fahrerkollektives begrenzt. Dies betrifft zum einen die begrenzte Anzahl von Autofahrern und zum andern die regional begrenzte Herkunft der Probanden.

Ebenfalls ist die Übertragbarkeit der Ergebnisse bei veränderten Fahrzeugparametern unklar. Hier ist bezüglich einer Beeinflussung des Lenkgefühls in erster Linie die Lenkübersetzung zu nennen. Aber auch zahlreiche andere Fahrzeugparameter (Masse, Reifenbauart, Reifenluftdruck, Reibbeiwert, ...) beeinflussen das Lenkradmoment und somit eventuell auch die Lenkradmomentbeurteilung durch Normalfahrer.

4.2.2 Relevanz

Die zu Beginn der Arbeit im Kapitel 1.1 erwähnten Probleme und Ziele bei der Erhöhung des Kundennutzens durch eine Individualisierung der Produkte können nun an den gefundenen Ergebnissen reflektiert werden.

Die bereits auf dem Markt befindlichen EPS-Systeme könnten auf einfache Weise unterschiedliche Lenkradmomentkennlinien realisieren. Erste Hersteller beginnen dieses Potenzial zu nutzen [9]. Jedoch fehlen im Allgemeinen die Richtlinien für eine zielgruppenorientierte Auslegung des HMI. Die Untersuchung zeigt auf, wie sich die Beurteilungen der Lenkradmomente zwischen einzelnen Teilkollektiven unterscheiden. Die dargestellten Ergebnisse bieten somit die Grundlage für eine Anpassung des Lenkradmoments an die unterschiedlichen Bedürfnisse einzelner Gruppen. Da auch komplett gegensätzliche Beurteilungen von Teilkollektiven vorliegen, ist von einem entsprechend großen Kundennutzen auszugehen.

Weiterhin kann das im Rahmen dieser Arbeit entstandene Modell zur Generierung von synthetischen Lenkradmomenten gerade im Hinblick auf zukünftige SbW-Systeme als Ausgangsbasis für seriennahe Modelle dienen. Insbesondere die hohe, in Versuchen bestätigte Abbildungsqualität des Modells sollte diese Aussage rechtfertigen. Insbesondere ist auch die Aussage über für Normalfahrer im Normalfahrbereich relevante und weniger relevante Anteile des Lenkradmoments für die Entwicklung seriennaher Modelle von großer Bedeutung, da diese die Komplexität eines solchen Systems maßgeblich beeinflussen.

Die entwickelte Methodik (Kapitel 2) zur Ermittlung von bevorzugten Lenkradmomenten kann auch als Ausgangsbasis für Untersuchungen zur Auslegung der anderen Betätigungseinheiten im Fahrzeug dienen. In zukünftigen X-by-Wire-Systemen ist somit eine Anpassung aller primären Stellglieder an Personengruppen und Fahrsituationen denkbar. Allerdings wird die Anzahl der zu untersuchenden Auslegungsvarianten begrenzt sein. Im Rahmen dieser Untersuchung erwiesen sich mehr als neun unterschiedliche Lenkradmomentvarianten unter versuchsökonomischen Gesichtspunkten als nicht mehr sinnvoll.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Durch den vermehrten Einzug von mechatronischen Systemen in das Fahrzeug (z.B. elektromechanische Lenkkraftunterstützung) ist der Fahrzeughersteller in der Lage, durch Veränderung der Software den Charakter seiner Fahrzeuge zu beschreiben. Eine Anpassung von Parametersätzen ermöglicht eine gezielte Reaktion auf Kundenwünsche. Es ist daher wünschenswert, den späteren Kunden in den Entwicklungsprozess solcher Systeme mit einzubeziehen, um dessen Bedürfnisse zu identifizieren. Bezogen auf die Lenkung eines Fahrzeugs resultiert dies in einer fahrertyp- und fahrsituationsspezifischen Gestaltung der haptischen Rückmeldung des HMI „Lenkrads“. Im Rahmen dieser Untersuchung wurde das Lenkradmoment betrachtet.

Um die individuellen Vorlieben der einzelnen Kundengruppen zu definieren, sind subjektive Beurteilungen der Lenkung durch eben diese Kunden notwendig. Aufgrund der geringeren Beurteilungsleistung von Normalfahrern ist für solch eine Untersuchung ein angepasstes Versuchsdesign notwendig. Es wurde unter versuchsökonomisch vertretbarem Aufwand der Zielkonflikt zwischen den zahlreichen Freiheitsgraden einer Lenkradmomentgestaltung und der fehlenden Möglichkeit des Normalfahrers, eine Absolutbeurteilung bezüglich des Lenkradmoments abgeben zu können, aufgelöst.

Durch eine Identifikation von auf dem Markt vorhandenen Lenkradmomentcharakteristiken konnte ein Lenkradmomentmodell mit nur drei Freiheitsgraden (Rückstellmoment, Dämpfung, Reibung) entwickelt werden, welches eine für den Normalfahrer ausreichende Abbildungsqualität besitzt. Auf Basis dieses Modells wurden neun Varianten gestaltet, die schließlich von insgesamt 197 Probanden auf drei Parcours (Autobahn, Landstraße, Stadt) hinsichtlich der Kriterien „Komfort“, „Sportlichkeit/Fahrspaß“, „Sicherheit“ und „Allgemeine Bevorzugung“ subjektiv beurteilt wurden. Bei der Auswertung wurden hinsichtlich einer Individualisierung des HMI auf bestimmte Kundengruppen die Teilkollektive „weiblich / männlich“ und „< 33 Jahre / > 45 Jahre“ betrachtet.

Für das Kriterium „empfundene Sicherheit“ konnte auf dem Landstraßenparcours und dem Autobahnparcours eine durchgängige von allen Teilkollektiven gestützte Aussage zu präferierten Lenkradmomentvarianten gemacht werden. Es zeigte sich jedoch, dass auf dem Stadtparcours eine widersprüchliche Beurteilung der Teilkollektive „< 33 Jahre / > 45 Jahre“ vorhanden war. Während die Gruppe der jüngeren Fahrer höhere Dämpfungsanteile am Lenkradmoment wünschte, bevorzugte die Gruppe der älteren Fahrer niedrigere Dämpfungsanteile am Lenkradmoment.

Bei der Betrachtung der Teilkollektive „weiblich / männlich“ ergaben sich gegensätzliche Beurteilungen des Kriteriums „empfundener Fahrspaß/Sportlichkeit“ insbesondere auf dem Landstraßenparcours. Während weibliche Probanden bei den Varianten mit niedrigen Lenkmomenten mehr Fahrspaß empfinden, beurteilen die männlichen Probanden diejenigen mit hohen Lenkradmomenten als sportlicher.

Weiterhin wurde gezeigt, dass eine Unterscheidung der Teilkollektive durch fahrdynamische Kennwerte mit statistischen Methoden möglich ist.

Die gefundenen Optimierungspotentiale lassen sich in den bereits auf dem Markt verbreiteten EPS-Systemen, aber auch in zukünftigen Steer-by-Wire-Systemen implementieren. Obwohl im vorliegenden Fall die Teilkollektive durch Kennwerte unterschieden werden konnten, sind aufgrund der geringen Unterschiede der Mittelwerte und den hohen Standardabweichungen die Kennwerte für die Umsetzung einer adaptiven Lenkradmomentgestaltung als ungünstig zu betrachten. Eine Umsetzung der Individualisierung ist jedoch auch durch die aktive Wahl einer Lenkradmomentvariante durch den Fahrer denkbar, wie es heute z.B. bereits bei der Wahl der Charakteristik des Schaltprogramms eines Automatikgetriebes oder des Übertragungsverhaltens der Schwingungsdämpfer im Fahrwerk verbreitet ist.

Ein Problem bleibt die Klärung der Frage nach der Interaktion verschiedener Parameter auf ein Lenkgefühl. Dies betrifft sowohl Lenksystem inhärente Parameter (Lenkübersetzung, Lenkraddurchmesser, ...) als auch Parameter anderer Fahrzeugbereiche (Fahrwerk, Akustik, Klima, Design, ...). Eine gesamtheitliche Betrachtung des HMI im Fahrzeug wäre zwar wünschenswert, ist jedoch aufgrund des notwendigen enormen Versuchsaufwands derzeit nicht erkennbar. Mit dieser Arbeit wurden die Grenzen einer Probandenstudie erreicht. Weitergehende grundlegende Untersuchungen zum Lenkgefühl sind unter vertretbarem Aufwand nicht mehr darstellbar. Es werden daher zunächst Teilaspekte betrachtet werden müssen, die nach und nach das Verständnis über den Zusammenhang der einzelnen Parameter aufbauen. Im Rahmen dieser Untersuchung konnte am Beispiel der Lenkradmomentauslegung gezeigt werden, dass fahrertyp- und fahrsituationsspezifische Unterschiede existieren und somit die Gestaltung des HMI „Lenkung“ ein bisher nicht genutztes Potenzial zur Erhöhung der Kundenzufriedenheit bietet.

6 Anhang

6.1 Parameteridentifikation

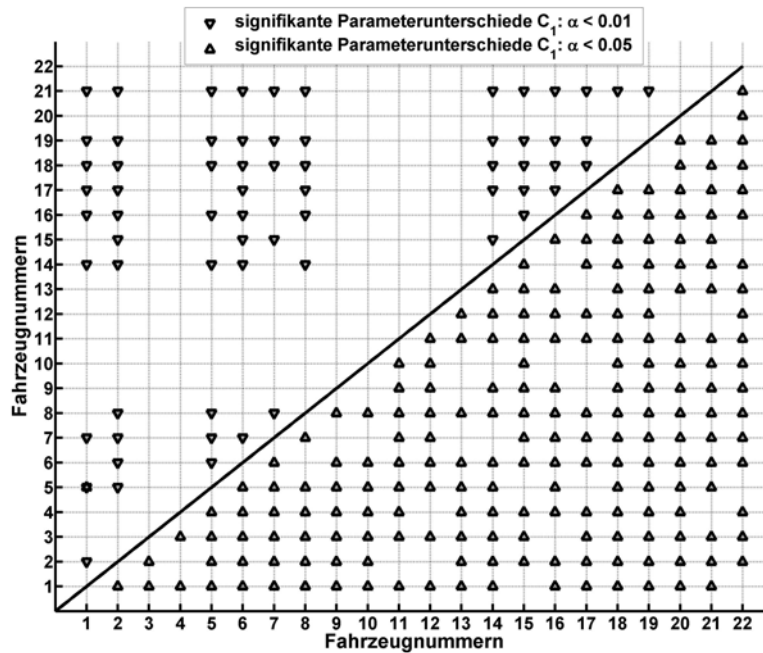


Bild 6–1: Darstellung signifikanter Unterschiede des Parameters C_1 (Rückstellmoment) auf den Niveaus $\alpha = 0,01$ und $\alpha = 0,05$ für alle 22 vermessenen Fahrzeuge.

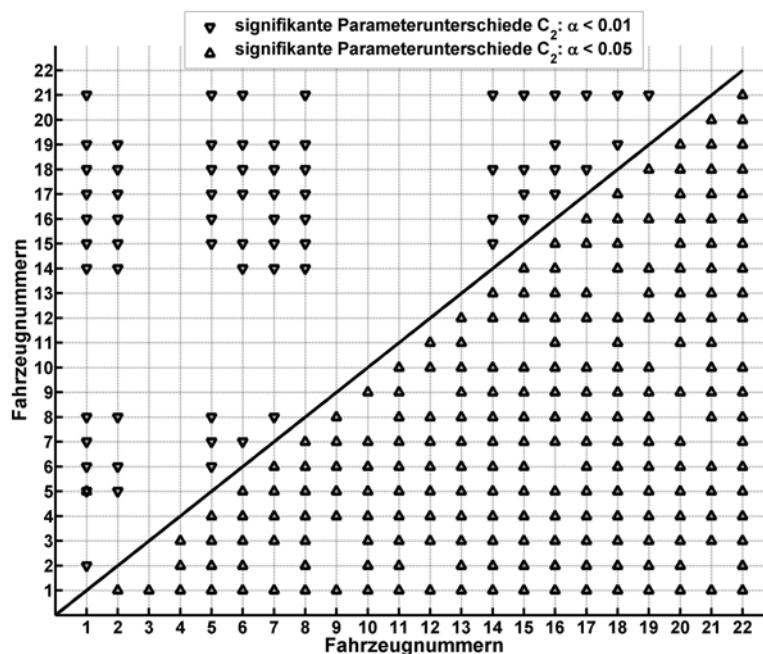


Bild 6–2: Darstellung signifikanter Unterschiede des Parameters C_2 (Sättigung des Rückstellmoments / Cut) auf den Niveaus $\alpha = 0,01$ und $\alpha = 0,05$ für alle 22 vermessenen Fahrzeuge.

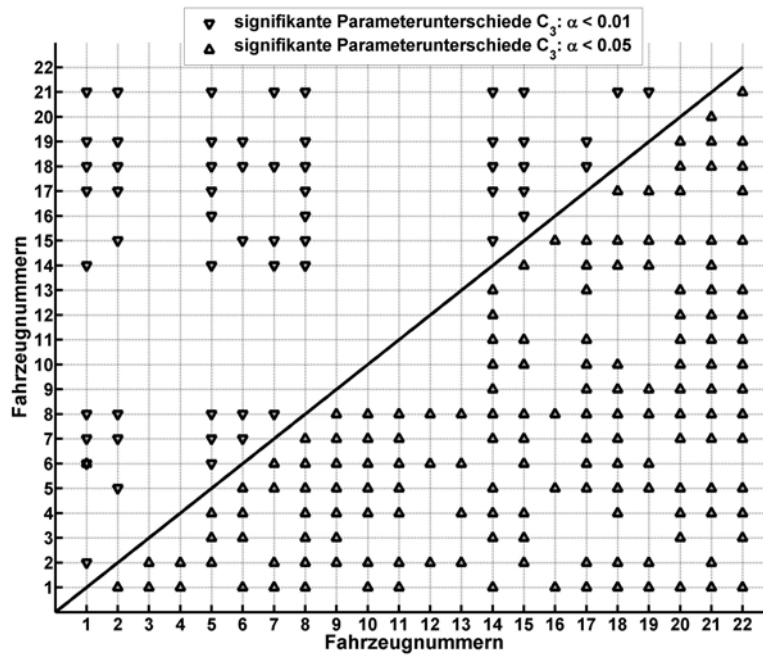


Bild 6–3: Darstellung signifikanter Unterschiede des Parameters C_3 (Dämpfungsmoment) auf den Niveaus $\alpha = 0,01$ und $\alpha = 0,05$ für alle 22 vermessenen Fahrzeuge.

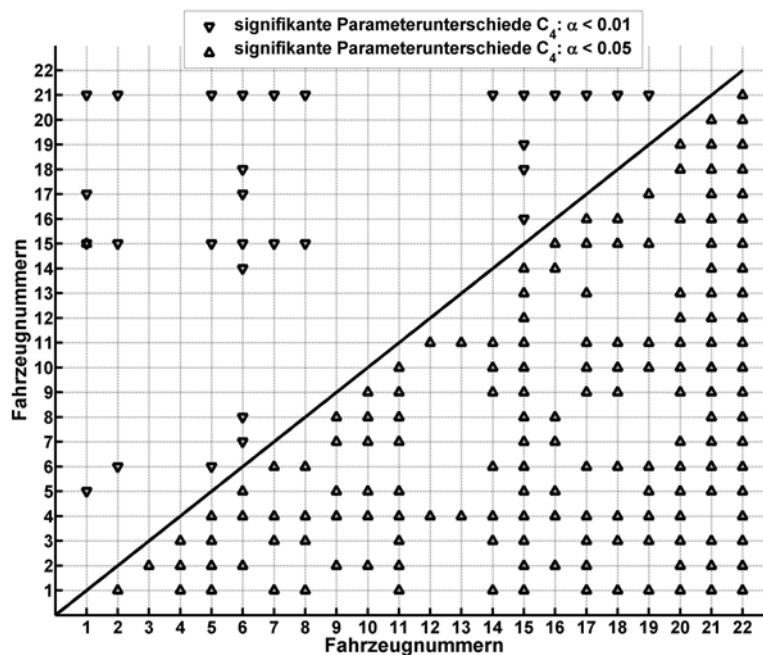


Bild 6–4: Darstellung signifikanter Unterschiede des Parameters C_4 (Reibmoment) auf den Niveaus $\alpha = 0,01$ und $\alpha = 0,05$ für alle 22 vermessenen Fahrzeuge.

Tabelle 6–1: Bezeichnung und Baujahr der 22 zur Lenkradmomentidentifikation vermessenen Fahrzeuge.

Fahrzeugnummer	Fahrzeugbezeichnung	Baujahr
1	BMW 735i	2002
2	BMW X5 3.0i	2001
3	Jaguar X-Type V6	2001
4	Mercedes S500	1998
5	Audi A8 4.2 quattro	1998
6	Passat W8 4motion	2001
7	Audi A4	2000
8	Honda S2000	2001
9	Mini Cooper	2002
10	Porsche Carrera 996	2001
11	Audi 100 2,8	1991
12	VW Golf VR6	2002
13	Toyota Corolla	2002
14	Hyundai ATOZ	1997
15	Hyundai Coupe 2.7	2001
16	Opel Omega 2,5 DTI	2002
17	Jaguar XJ 8	2002
18	Opel Astra 1,6 Caravan	1997
19	Chrysler Voyager	2002
20	Citroen C5 HDI	2001
21	BMW 328Ci	2000
22	Citroen XM	1997

6.2 Vorversuche

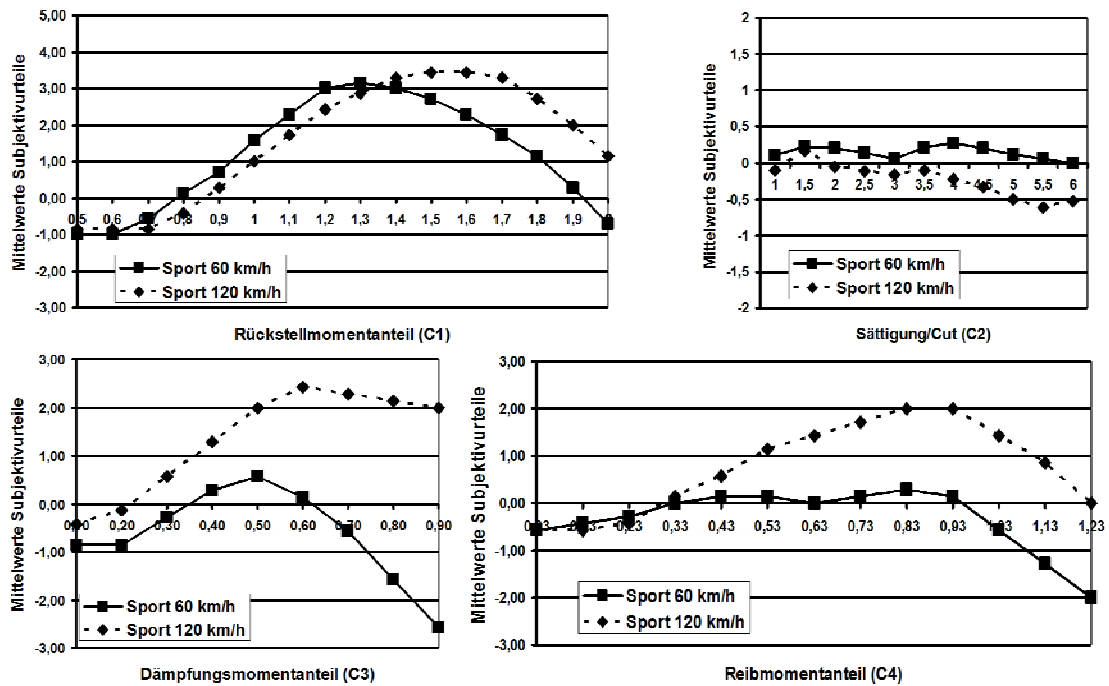


Bild 6–5: Darstellung der Vorversuchsergebnisse zur Beurteilung der Veränderung der Parameter C_1 (Rückstellmoment), C_2 (Sättigung/Cut), C_3 (Dämpfung) und C_4 (Reibung) für das Kriterium „empfundene Sportlichkeit/Fahrspaß“.

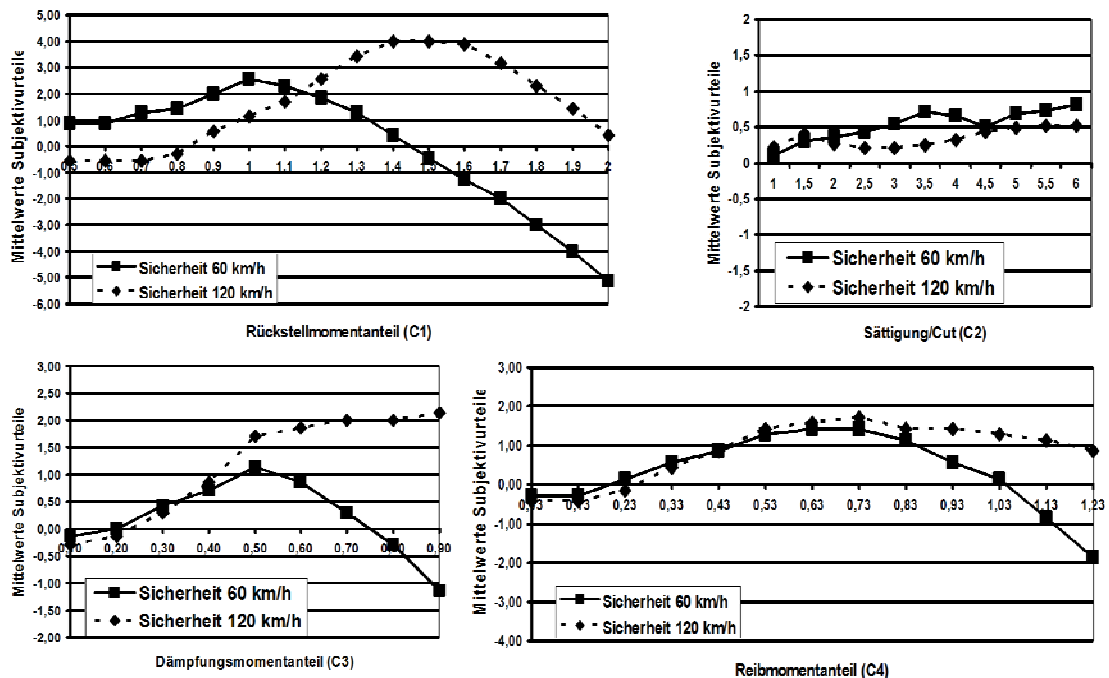


Bild 6–6: Darstellung der Vorversuchsergebnisse zur Beurteilung der Veränderung der Parameter C_1 (Rückstellmoment), C_2 (Sättigung/Cut), C_3 (Dämpfung) und C_4 (Reibung) für das Kriterium „empfundene Sicherheit“.

6.3 Korrelationskoeffizienten

Tabelle 6–2: Korrelationskoeffizienten der Verteilungen der rel. Subjektivurteile der vier Beurteilungskriterien auf den drei Parcours des Teilkollektivs „< 33 Jahre“ (Korrelationskoeffizienten $|r| \geq 0,8$: fett gedruckt und grau hinterlegt).

		Autobahn				Landstraße				Stadt			
		Komfort	Sportlichkeit	Sicherheit	Bevorzugung	Komfort	Sportlichkeit	Sicherheit	Bevorzugung	Komfort	Sportlichkeit	Sicherheit	Bevorzugung
Autobahn	Komfort												
	Sportlichkeit	-0,12											
	Sicherheit	-0,30	0,66										
	Bevorzugung	0,16	0,87	0,73									
Landstraße	Komfort	0,56	-0,41	-0,23	-0,26								
	Sportlichkeit	0,64	0,37	0,33	0,71	0,16							
	Sicherheit	-0,38	0,30	0,89	0,41	0,00	0,20						
	Bevorzugung	-0,07	0,38	0,87	0,57	0,16	0,48	0,91					
Stadt	Komfort	0,55	0,03	-0,03	0,31	-0,06	0,48	-0,17	0,03				
	Sportlichkeit	0,31	0,37	0,31	0,55	-0,21	0,36	0,04	0,22	0,86			
	Sicherheit	0,10	0,47	0,80	0,73	-0,27	0,58	0,64	0,71	0,50	0,64		
	Bevorzugung	0,36	0,35	0,38	0,58	-0,27	0,52	0,15	0,32	0,89	0,93	0,80	

Tabelle 6–3: Korrelationskoeffizienten der Verteilungen der rel. Subjektivurteile der vier Beurteilungskriterien auf den drei Parcours des Teilkollektivs „> 45 Jahre“ (Korrelationskoeffizienten $|r| \geq 0,8$: fett gedruckt und grau hinterlegt).

		Autobahn				Landstraße				Stadt			
		Komfort	Sportlichkeit	Sicherheit	Bevorzugung	Komfort	Sportlichkeit	Sicherheit	Bevorzugung	Komfort	Sportlichkeit	Sicherheit	Bevorzugung
Autobahn	Komfort												
	Sportlichkeit	0,40											
	Sicherheit	0,99	0,43										
	Bevorzugung	0,98	0,51	0,99									
Landstraße	Komfort	0,56	0,09	0,53	0,52								
	Sportlichkeit	0,35	0,27	0,32	0,34	0,81							
	Sicherheit	0,82	0,10	0,78	0,75	0,90	0,68						
	Bevorzugung	0,61	0,09	0,58	0,55	0,98	0,84	0,93					
Stadt	Komfort	0,76	0,26	0,81	0,78	0,20	0,14	0,50	0,29				
	Sportlichkeit	0,81	0,26	0,82	0,79	0,48	0,36	0,73	0,58	0,89			
	Sicherheit	0,84	0,21	0,82	0,80	0,44	0,43	0,75	0,57	0,88	0,93		
	Bevorzugung	0,83	0,24	0,85	0,83	0,34	0,31	0,66	0,44	0,96	0,93	0,97	

Tabelle 6–4: Korrelationskoeffizienten der Verteilungen der rel. Subjektivurteile der vier Beurteilungskriterien auf den drei Parcours des Teilkollektivs „weiblich“ (Korrelationskoeffizienten $|r| \geq 0,8$: fett gedruckt und grau hinterlegt).

	Autobahn				Landstraße				Stadt			
	Komfort	Sportlichkeit	Sicherheit	Bevorzugung	Komfort	Sportlichkeit	Sicherheit	Bevorzugung	Komfort	Sportlichkeit	Sicherheit	Bevorzugung
Autobahn	Komfort											
	Sportlichkeit	-0,72										
	Sicherheit	0,96	-0,76									
	Bevorzugung	0,94	-0,59	0,93								
Landstraße	Komfort	0,42	-0,72	0,39	0,16							
	Sportlichkeit	-0,73	0,75	-0,86	-0,72	-0,26						
	Sicherheit	0,68	-0,90	0,70	0,47	0,91	-0,59					
	Bevorzugung	0,55	-0,76	0,51	0,30	0,96	-0,30	0,94				
Stadt	Komfort	0,55	-0,23	0,47	0,71	-0,24	-0,23	-0,01	-0,04			
	Sportlichkeit	0,42	-0,22	0,33	0,58	-0,29	-0,18	-0,09	-0,14	0,95		
	Sicherheit	0,94	-0,73	0,91	0,91	0,27	-0,81	0,57	0,37	0,59	0,52	
	Bevorzugung	0,74	-0,47	0,69	0,84	-0,12	-0,57	0,19	0,04	0,90	0,88	0,85

Tabelle 6–5: Korrelationskoeffizienten der Verteilungen der rel. Subjektivurteile der vier Beurteilungskriterien auf den drei Parcours des Teilkollektivs „männlich“ (Korrelationskoeffizienten $|r| \geq 0,8$: fett gedruckt und grau hinterlegt).

		Autobahn				Landstraße				Stadt			
		Komfort	Sportlichkeit	Sicherheit	Bevorzugung	Komfort	Sportlichkeit	Sicherheit	Bevorzugung	Komfort	Sportlichkeit	Sicherheit	Bevorzugung
Autobahn	Komfort												
	Sportlichkeit	0,62											
	Sicherheit	0,59	0,93										
	Bevorzugung	0,69	0,94	0,97									
Landstraße	Komfort	0,37	0,30	0,24	0,21								
	Sportlichkeit	0,58	0,93	0,96	0,92	0,43							
	Sicherheit	0,36	0,81	0,84	0,78	0,58	0,92						
	Bevorzugung	0,46	0,82	0,86	0,81	0,63	0,95	0,98					
Stadt	Komfort	0,22	0,37	0,24	0,17	0,01	0,29	0,05	0,10				
	Sportlichkeit	0,35	0,83	0,90	0,80	0,22	0,84	0,77	0,79	0,34			
	Sicherheit	0,44	0,89	0,89	0,80	0,41	0,91	0,87	0,85	0,40	0,92		
	Bevorzugung	0,41	0,81	0,83	0,71	0,23	0,81	0,67	0,68	0,64	0,91	0,94	

7 Literatur

- [1] Abe, M., Shibahta, Y., Shimizu, Y.: Analysis on Steering Gain and Vehicle Handling Performance with Variable Gear-ratio Steering System (VGS). In: Proceedings of 28th Fisita World Congress (2000), Seoul, Korea, 12.-15.6.2000, F2000G349
- [2] Abe, M.: A Theoretical Prediction of Subjective Handling Evaluation. In: VDI-Berichte 368, 261-266. Düsseldorf: VDI, 1980
- [3] Abendroth, B.: Gestaltungspotentiale für ein PKW-Abstandsregelsystem unter Berücksichtigung verschiedener Fahrertypen. Schriftenreihe Ergonomie, Stuttgart: ergonomia Verlag, 2001
- [4] Ackert, H.: Ergonomische Beurteilung von Kriterien des Lenkgefühls anhand objektiv meßbarer Regel- und Fahrleistungen. Dissertation, Technische Universität Darmstadt – in Bearbeitung
- [5] Adams, F.-J.: Power Steering “Road Feel”. SAE Technical Paper Series 830998. Warrendale: SAE, 1981
- [6] Ahring, E.: Fahrerorientierte Auslegung einer Allradlenkung. Dissertation, Technische Universität Braunschweig, 1994
- [7] Allen, R.: Stability and Performance Analysis of Automobile Driver Steering Control. SAE Technical Paper Series 820303. Warrendale: SAE, 1982
- [8] Audi: Der neue Audi A8. Ingolstadt: Audi AG, Pressemappe, 9/2002
- [9] Ayoubi, M., Ruck, G.: EPS – Electric Power Steering im BMW Z4. In: Tagungsband Fahrwerktechnik – Haus der Technik e.V., München, Deutschland, 2.-4.6.2003
- [10] Bachmann, V.: Berechnung des Radrückstellmoments zur Erzeugung des Lenkgefühls bei einem Steer-by-Wire Fahrzeug. In: Fortschritt-Berichte VDI Reihe 12, 437, 92-112. Düsseldorf: VDI, 2000
- [11] Badawy, A. et al.: Modeling and Analysis of An Electric Power Steering System. SAE Technical Paper Series 1999-01-0399. Warrendale: SAE, 1999
- [12] Baxter, J.: Analysis of Stiffness and Feel for a Power-assisted rack and pinion steering gear. SAE Technical Paper Series 880706. Warrendale: SAE, 1988
- [13] Beermann, H.-J.: Experimentelle Untersuchungen über Fahrzeugauslegung und Lenkverhalten von Kraftfahrzeugen. Deutsche Kraftfahrtforschung und Straßenverkehrstechnik (D.K.S.), Heft 209. Düsseldorf: VDI, 1971
- [14] Bellmann, M. et. Al.: Wirkung von Sitz- und Lenkradvibrationen auf den Komfort im Fahrzeug. In: Tagungsband Subjektive Fahreindrücke sichtbar machen II – Haus der Technik e.V., Essen, Deutschland, 3.12.-4.12.01. Renningen: expert, 2002
- [15] Bernotat, B.: Ergonomische Kriterien und Bewertungsmethoden zur Gestaltung und Anordnung von Bedienelementen im Kraftfahrzeug. In: Tagungsband Arbeitsplatz Auto: 5. Symposium Verkehrsmedizin des ADAC, Baden-Baden, Deutschland, 25.-26.11.1983, 199-210
- [16] Bertollini, G., Johnston, C.: Driving Simulation at General Motors. In: Automotive Engineering, 102 / 9, 14-19. Warrendale: SAE, 1994
- [17] Bertollini, G.-P.; Hogan, R. M.: Applying Driving Simulation to Quantify Steering Effort Preference as a Function of Vehicle Speed. SAE Technical Paper Series 1999-01-0394. Warrendale: SAE, 1999

- [18] Bielaczek, C.: Auswirkungen einer aktiven Fahrerbeeinflussung auf die Fahrsicherheit von PKW im realen Straßenverkehr. In: Tagungsband PKW Lenksysteme – Vorbereitung auf die Technik von morgen (2001) – Haus der Technik e.V., Essen, Deutschland, 3.-4.4.01
- [19] Bielaczek, C.: Untersuchungen zur Auswirkung einer aktiven Fahrerbeeinflussung auf die Fahrsicherheit beim Pkw-Fahren im realen Straßenverkehr. Fortschritt-Berichte VDI Reihe 12, 357. Düsseldorf: VDI, 1998
- [20] Bill, K.: Fallstudienuntersuchung von ABS-Pedalvibrationen bei Kurvenbremsungen. In: Tagungsband Subjektive Fahreindrücke sichtbar machen II – Haus der Technik e.V., Essen, Deutschland, 3.12.-4.12.01. Renningen: expert, 2002
- [21] Bill, K.-H.; Semsch, M.; Breuer, B.: A New Approach to Investigate the Vehicle Interface Driver/Brake Pedal under Real Road Conditions in View of oncoming Brake-by-Wire-Systems. SAE Technical Paper Series 1999-01-2949. Warrendale: SAE, 1999
- [22] Binfet-Kull, M.: Entwicklung einer Steer-by-wire-Architektur nach zuverlässigkeits- und sicherheitstechnischen Vorgaben. Dissertation, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen. Aachen: Mainz, 2001
- [23] Birshing, J.: Two Dimensional Modeling of a Rotary Power Steering Valve. SAE Technical Paper Series 1999-01-0396. Warrendale: SAE, 1999.
- [24] BMW: Das neue BMW 6er Coupé. München: Bayerische Motoren Werke AG, Produktkatalog, 12/2003
- [25] BMW: Die neue BMW 5er Limousine. München: Bayerische Motoren Werke AG, Produktkatalog, 12/2003
- [26] BMW: Dimensions of 7. München: Bayerische Motoren Werke AG, Pressemappe, 07/2001
- [27] Boller H.-E., Krüger, W.: Untersuchung eines Bedienelementes mit Kraftergänzung und Wegrückmeldung zur Lenkung von Unterwasserfahrzeugen. In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft (1978), 32/4, 254-260. Stuttgart: ergonomia
- [28] Bolte, U., Bubb, H.: Regelungstechnische Simulation der Schnittstelle Mensch-Maschine. In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft (1990), 44/1, 6-13. Stuttgart: ergonomia
- [29] Bolte, U.: Das aktive Stellteil. Fortschritt-Berichte VDI Reihe 17, 75. Düsseldorf: VDI, 1991
- [30] Bolte, U.: Systemergonomische Analyse der Fahrer-Fahrzeug-Schnittstelle. In: VDI-Berichte, 948, 157-174. Düsseldorf: VDI, 1992.
- [31] Bornemann, H., Fleischmann, O., Marx, W.: Die elektrische Servolenkung im OPEL Corsa. In: Tagungsband PKW Lenksysteme – Vorbereitung auf die Technik von morgen (2001) – Haus der Technik e.V., Essen, Deutschland, 3.-4.4.01
- [32] Bortz, J.: Statistik für Sozialwissenschaftler. 5. Aufl. Berlin: Springer, 1999
- [33] Braess, H.-H.: Beitrag zur Stabilität des Lenkverhaltens von Kraftfahrzeugen. In: Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ) (1967) 3, 81-84. Wiesbaden: Vieweg
- [34] Braess, H.-H.: Lenkung und Lenkverhalten von Personenkraftwagen – Was haben die letzten 50 Jahre gebracht, was kann und muß noch getan werden? In: VDI-Berichte, 1632, 13-55. Düsseldorf: VDI, 2001.
- [35] Braess, H.-H.: Steuerung und Regelung im Kfz – eine systematische Betrachtung. In: VDI-Berichte 612, 539-546. Düsseldorf: VDI, 1986.

-
- [36] Braess, H.-H.: Steuerung und Regelung im Kfz – eine systematische Betrachtung. In: Automobil Industrie (1987) 5, 492-500. Würzburg: Vogel Auto Medien
- [37] Brenner, P., Bieber, J., Ottenstein, A.: Dual Pinion – Vorteile einer Elektrolenkungsvariante. In: Tagungsband PKW Lenksysteme – Vorbereitung auf die Technik von morgen (2001) – Haus der Technik e.V., Essen, Deutschland, 3.-4.4.01
- [38] Breuer, J.: Beurteilung des Fahrverhaltens am Daimler-Benz Fahr Simulator und in realen Fahrzeugen. In: Tagungsband Subjektive Fahrindrücke sichtbar machen – Haus der Technik e.V., Essen, Deutschland, 30.11.-1.12.98
- [39] Bubb, H.: Arbeitsplatz Fahrer – Eine ergonomische Studie. In: Automobil Industrie (1985) 3, 265-275. Würzburg: Vogel Auto Medien
- [40] Bubb, H.: Chancen von Drive-by-Wire? Vortrag im Rahmen des Fahrzeug- und Motortechnisches Seminars an der Technischen Universität Darmstadt (2001), Darmstadt, Deutschland, 29.11.2001
- [41] Bubb, H.: Haptik im Kraftfahrzeug. In: Kraftfahrzeugführung. Berlin: Springer, 2001
- [42] Bubb, H.: Wie viele Probanden braucht man für allgemeine Erkenntnisse aus Fahrversuchen? In: Fahrversuche mit Probanden – Nutzwert und Risiko. Fortschritt-Berichte VDI Reihe 12, 557, 26-39. Düsseldorf: VDI, 2003
- [43] Bünte, T.: Beiträge zur robusten Lenkregelung von Pkw. Fortschritt-Berichte VDI Reihe 12, 366. Düsseldorf: VDI, 1998
- [44] Burkhart, H.: Untersuchungen zur fahrerrelevanten Reifenbeurteilung bei benetzten Fahrbahnoberflächen. Dissertation, Technische Universität Karlsruhe, 1990
- [45] Buschardt, B.: Synthetische Lenkmomente. Fortschritt-Berichte VDI Reihe 22, 12. Düsseldorf: VDI, 2003
- [46] Cai, B.: Neural Networks, Fuzzy Logic, and Optimal Control for Vehicle Active Systems with Four-Wheel Steering and Active Suspension. Fortschritt-Berichte VDI Reihe 12, 196. Düsseldorf: VDI, 1993
- [47] Carpenter, P.-N.: Steering gear developments. In: Automotive Technology International (1986), 127-128. London: Sterling
- [48] Caviasso, G. et al.: Four Wheel Steering Potentiality to Customize Simple Suspension Vehicle Handling. SAE Technical Paper Series 2003-01-0579. Warrendale: SAE, 2003.
- [49] Caviasso, G. et al.: Improving Vehicle Handling and Comfort Performance Using 4WS. SAE Technical Paper Series 2003-01-0961. Warrendale: SAE, 2003.
- [50] Chenchanna, P.: Untersuchungen über das Lenkverhalten von Fahrzeugen bei verschiedenen Modellen für den Fahrer. Dissertation, Technische Universität Berlin, 1966
- [51] Clark, B., Steward, J. D.: Perception of Angular Acceleration about the Yaw Axis of a Flight Simulator. In: Aerospace Medicine (1962), 33. Springfield, USA: NTIS
- [52] Continental: Zielkonflikt zwischen Komfort und Handling entschärft. Hannover: Continental AG, Pressemitteilung, 5/2002
- [53] Crolla, D. A.; Chen, D. C.; Whitehead, J. P.: Vehicle Handling Behaviour: Subjective v. Objective Comparisons. In: Proceedings of 27th Fisita World Congress (1998), Paris, Frankreich, 27.9.-1.10.1998, F98T210

- [54] Crolla, D.; King, R.; Ash, H.: Subjective and Objective Assessment of Vehicle Handling Performance. In: Proceedings of 28th Fisita World Congress (2000), Seoul, Korea, 12.-15.6.2000, F2000G346
- [55] Data, S., Frigerio, F.: Objective evaluation of handling quality. In: Proceedings of the Institute of Mechanical Engineers (2002), 216, D, 297-305
- [56] Deppermann, K. H.: Fahrversuche und Berechnungen zum Geradeauslauf von Personenkraftwagen. Fortschritt-Berichte VDI Reihe 12, 133. Düsseldorf: VDI, 1989
- [57] Deppermann, K. H.: Geradeauslauf von Pkw – Fahrversuche und Berechnungen. In: Automobil Industrie (1989) 3, 261-274. Würzburg: Vogel Auto Medien
- [58] Dettki, F.: A test method for the quantification of on-centre handling with respect to cross-wind. In: Proceedings of the Institute of Mechanical Engineers (2002), 216, D, 259-266
- [59] Dettki, F.: Methoden zur Bewertung des Geradeauslaufs von Pkw. In: VDI-Berichte 1335, 385-405. Düsseldorf: VDI, 1997
- [60] Dibbern, K.; Laermann, F.-J.; Matheis, A.: Zur Relevanz eines Fahrermodells bei der Analyse von Fahrzeugkonzepten. Beschreibung der Modellannahmen und Vergleich von Open-Loop und Closed-Loop-Simulationen – Teil 1 (IPG-Driver). In: Automobil Industrie (1992) 2, 97-102. Würzburg: Vogel Auto Medien
- [61] Dick, W., Gies, S.: Zukünftige Lenksysteme – Anforderungen an die Entwicklung. In: Tagungsband Aachener Kolloquium (2002), Aachen, Deutschland, 7.-9.10.2002, 1069-1080
- [62] DIN 70020-1, Ausgabe:1993-02, Straßenfahrzeuge; Kraftfahrzeugbau; Begriffe von Abmessungen
- [63] Dobbeck, R.; Lincke, W.: Der VW-Fahrsimulator. In: Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ) (1974) 2, 37-41. Wiesbaden: Vieweg
- [64] Donges, E.: A Two Level Model of Driver Steering Behaviour. In: Human Factors (1978), 20(6), 691-707. New York: Human Factors Society
- [65] Donges, E.: Ein regelungstechnisches Zwei-Ebenen-Modell des menschlichen Lenkverhaltens im Kraftfahrzeug. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit (1978) 24/3, 98-112. Köln: TÜV Rheinland
- [66] Donges, E.: Ein Zwei-Ebenen-Modell des menschlichen Lenkverhaltens im Kraftfahrzeug. Bericht 27. Meckenheim: Forschungsinstitut für Anthropotechnik, 1977
- [67] Donges, E.: Experimentelle Untersuchungen des menschlichen Lenkverhaltens bei simulierter Straßenfahrt – Teil 1. In: Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ) (1975) 5, 141-146. Wiesbaden: Vieweg
- [68] Donges, E.: Experimentelle Untersuchungen des menschlichen Lenkverhaltens bei simulierter Straßenfahrt – Teil 2. In: Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ) (1975) 6, 185-190. Wiesbaden: Vieweg
- [69] Dorey, A.-D.; Good, M.-C.: A Variable Free Control Characteristic Vehicle. In: Vehicle System Dynamics (1980), 9/1, 19-44. Amsterdam: Swets & Zeitlinger
- [70] Dorsch, F.: Psychologisches Wörterbuch. Ed. 10. Bern: Huber, 1982
- [71] Drosdol, J.; Panik, F.: The Daimler-Benz Driving Simulator. A Tool for Vehicle Development. SAE Technical Paper Series, 850334. Warrendale: SAE, 1985
- [72] Dürr, R., Schiehlen, W., Zamow, J.: Simulationsmodelle für Servolenkungen. In: VDI Berichte 1283, 601-620. Düsseldorf: VDI, 1996

-
- [73] Durth, W.: Der Mensch als maßgebliche Größe im Straßenentwurf. In: Der Mensch als maßgebliche Größe für Entwurf und Betrieb der Straße. RWTH Aachen, Lehrstuhl und Institut für Straßenwesen, Erd- und Tunnelbau, Mitteilung Nr. 15, 1985
- [74] Durth, W.: Ein Beitrag zur Erweiterung des Modells für Fahrer, Fahrzeug und Straße in der Straßenplanung. In: Straßenplanung und Straßenverkehrstechnik (1974), 163. Bonn : Bundesmin. f. Verkehr, Abt. Strassenbau
- [75] ECE Regelung Nr. 79; Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung der Fahrzeuge hinsichtlich der Lenkanlage; Revision 1 einschließlich der Ergänzung 1 zu dieser Regelung in ihrer ursprünglichen Fassung, Ausgabe:1994-12-14
- [76] Eckrich, M. et al.: Aktivlenkung – Anforderungen an Sicherheitstechnik und Entwicklungsprozess. In: Tagungsband Aachener Kolloquium (2002), Aachen, Deutschland, 7.-9.10.2002, 1169-1184
- [77] Eckstein, L.: Entwicklung und Überprüfung eines Bedienkonzepts und von Algorithmen zum Fahren eines Kraftfahrzeugs mit aktiven Sidesticks. Fortschritt-Berichte VDI Reihe 12, 471. Düsseldorf: VDI, 2001
- [78] Eidam, D.-U.: In: Tagungsband Stand und zukünftige Entwicklung von Lenksystemen – Haus der Technik e.V., Essen, Deutschland, 20.11.2000
- [79] Engels, A.: Geradeauslaufkriterien für Pkw und deren Bewertung. Dissertation, Technische Universität Braunschweig, 1994
- [80] Engels, A.: Geradeauslaufkriterien für Pkw und deren Bewertung. In: Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ) (1995) 6, 384-391. Wiesbaden: Vieweg
- [81] Farrer, D.-G.: An Objective Measurement Technique for the Quantification of On-Centre Handling Quality. SAE Technical Paper Series, 930827. Warrendale: SAE, 1993
- [82] Fiala, E.: Die Wechselwirkungen zwischen Fahrzeug und Fahrer. In: Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ) (1967) 10, 345-348. Wiesbaden: Vieweg
- [83] Fiala, E.: Lenken von Fahrzeugen als kybernetische Aufgabe. In: Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ) (1966) 5, 156-162. Wiesbaden: Vieweg
- [84] Fiala, E.: Reifen, Fahrer, Lenkverhalten. In: VDI Berichte 778, 397-423. Düsseldorf: VDI, 1989
- [85] Fleck, R., Hennecke, D., Pauly, A.: Active Front Steering (AFS) – Das Steer-by-Wire System der BMW-Group zur Optimierung von Lenkkomfort, Fahrzeugagilität und –stabilität. In: Tagungsband PKW Lenksysteme – Vorbereitung auf die Technik von morgen (2001) – Haus der Technik e.V., Essen, Deutschland, 3.-4.4.01
- [86] Forbes, J. E.; Baird, S. M.; Weisgerber, T. W.: Electrohydraulic Power Steering – an Advanced System for Unique Applications. SAE Technical Paper Series, 870574. Warrendale: SAE, 1987
- [87] Förster, H.-J.: Automobiltechnik, Technik nach menschlichen Maß. In: VDI-Berichte 595, 335-371. Düsseldorf: VDI, 1986
- [88] Förster, H.-J.: Der Fahrzeugführer als Bindeglied zwischen Reifen, Fahrwerk und Fahrbahn. In: VDI-Berichte, 916, 1-50. Düsseldorf: VDI, 1991
- [89] Förster, H.-J.: Der Fahrzeugführer, ein Homo Instrumentalis. In: VDI-Berichte, 948, 379-443. Düsseldorf: VDI, 1992

- [90] Förster, H.-J.: Der Mensch als maßgebliche Größe der Fahrzeugtechnik. In: Der Mensch als maßgebliche Größe für Entwurf und Betrieb der Straße. RWTH Aachen, Lehrstuhl und Institut für Straßenwesen, Erd- und Tunnelbau, Mitteilung Nr. 15, 1985
- [91] Förster, H.-J.: Mercedes-Benz Lenkungen, Teil 1. In: Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ) (1978) 3, 91-94. Wiesbaden: Vieweg
- [92] Frank, P., Reichelt, W.: Funktion, Wirksamkeit und Akzeptanz von Fahrerassistenzsystemen. In: Forschungsinstrument Fahr Simulator, 69-72. Düsseldorf: VDI, 1990
- [93] Freter, H.: Marktsegmentierung. Stuttgart: Kohlhammer, 1983
- [94] Friedrich, H. et al.: Auf dem Weg zum intelligenten Auto – Steer-by-Wire als Basis zukünftiger Assistenzfunktionen. In: VDI-Berichte, 1613, 277-296. Düsseldorf: VDI, 2001.
- [95] Furukawa, Y. et al.: Effects of Active Steering Control on Closed Loop Control Performance. In: Proceedings of 23th Fisita World Congress (1990), Turin, Italien, 7.-11.5.1990, 905036
- [96] Gärtner, K.-P.; Stein, W.: Bewertung von Mensch-Maschine-Systemen – Einführung und Übersicht. In: Tagungsband Bewertung von Mensch-Maschine-Systemen: Methoden und Problematik, Bonn, Deutschland, 14.-15.11.1985, 2-9
- [97] Gies, S., Marusic, Z.: Das Lenkgefühl – Merkmale der subjektiven und objektiven Beschreibung. In: Tagungsband Subjektive Fahreindrücke sichtbar machen – Haus der Technik e.V., Essen, Deutschland, 30.11.-1.12.98
- [98] Godthelp, H., Käppler, W.-D.: Effects of Vehicle Handling Characteristics on Driving Strategy. In: Human Factors (1988), 30(2), 219-229. New York: Human Factors Society
- [99] Godthelp, H.: Vehicle Control During Curve Driving. In: Human Factors (1986), 28(2), 211-221. New York: Human Factors
- [100] Godthelp, J.: Precognition Control: Open- and Closed-Loop Steering in a Lane-Change Manoeuvre. In: Ergonomics Abstracts (1985) 28/10, 1419-1438. London: Taylor & Francis
- [101] Good, M. C., Dorey, A. D., Joubert, P. N.: Evaluation of Automobile Handling Test Procedures Using a Variable Characteristic Car. In: Proceedings of 19th Fisita World Congress (1982), Melbourne, Australien, 8.-12.11.1982, 2, 108.1-108.7, (82108)
- [102] Good, M. C.: Effects of Free-Control Variables on Automobile Handling. In: Vehicle System Dynamics (1979), 8, 253-285. Amsterdam: Swets & Zeitlinger
- [103] Green, P., Gillespie, T., Reifeis, S.: Subjective Evaluation of Steering Effort Levels. Report: UMTRI-84-39. Dearborn: Ford Motor Co., 1984
- [104] Hackenberg, U., Heißing, B.: Die fahrdynamischen Leistungen des Fahrer-Fahrzeug-Systems im Straßenverkehr. In: Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ) (1982) 7/8, 341-345. Wiesbaden: Vieweg
- [105] Hackenberg, U.: The Steering System of the UNI-CAR under Aspects of Manual Control. In: Proceedings of the Third European Annual Conference on Human Decision Making (1983), Roskilde, Dänemark, 30.5.-1.6.1983, 409-417
- [106] Hajos, A.: Sinnesleistungen und Sinneswahrnehmung. In: Ergonomie, 3., 59-75 München: Hanser, 1993
- [107] Harnett, P.: Objective Methods for the Assessment of Passenger Car Steering Quality. Fortschritt-Berichte VDI Reihe 12, 506. Düsseldorf: VDI, 2002
- [108] Hartung, J.: Statistik. München. 10. Aufl. München: Oldenbourg, 1995

-
- [109] Harty, D.: "Brand-by-Wire™" – Possibility. In: Tagungsband Aachener Kolloquium (2002), Aachen, Deutschland, 7.-9.10.2002, 1009-1024
- [110] Hayes, G.-G. et al.: Driver-Vehicle Performance in Closed-Loop Tests. SAE Technical Paper Series, 750964. Warrendale: SAE, 1975
- [111] Heathershaw, A., Baxter, J.: Bedeutung der Mittencharakteristik bei Hochgeschwindigkeitsfahrt. In: Tagungsband Aachener Kolloquium (2002), Aachen, Deutschland, 7.-9.10.2002, 1053-1068
- [112] Heathershaw, A.: Optimizing Variable Ratio Steering for Improved On-Center Sensitivity and Cornering Control. SAE Technical Paper Series, 2000-01-0821. Warrendale: SAE, 2000
- [113] Heise, G.: Internationale Marktsegmentierung im Automobilmarketing. Dissertation, Universität Kassel, 1993
- [114] Heißing, B.: Subjektive Beurteilung des Fahrverhaltens. Würzburg: Vogel, 2002
- [115] Heitzer, D.: Entwicklung eines fehlertoleranten Steer-by-Wire Lenksystems. In: Tagungsband Aachener Kolloquium (2002), Aachen, Deutschland, 7.-9.10.2002, 1081-1092
- [116] Heitzer, H.-D.: Evolution auf dem Gebiet der Lenksysteme. In: Tagungsband PKW Lenksysteme – Vorbereitung auf die Technik von morgen (2001) – Haus der Technik e.V., Essen, Deutschland, 3.-4.4.01
- [117] Helander, M.: Drivers' Steering Behavior During Traffic Events: a Case of Perceptual Tropism? In: Human Factors (1978), 20(6), 681-690. New York: Human Factors Society
- [118] Helm, H.-J.: Zur Untersuchung von Fahrer und Kraftfahrzeug bei Straßenfahrt. Dissertation, Technische Universität Braunschweig, 1978
- [119] Henke, R.: Hydraulic System Trends: Part X Power Steering Systems. In: Diesel Progress North American (1988) 54, 28-34. Milwaukee, Diesel Engines
- [120] Higuchi, A., Sakai, H.: Objective Evaluation Method of On-Center Handling Characteristics. SAE Technical Paper Series, 2001-01-0481. Warrendale: SAE, 2001
- [121] Hiramatsu, K., Inoue, S., Iwamoto, S.: Quantification Analysis of Driver's Feeling on Manual Steering Vehicle. In: VDI-Berichte, 368, 255-259. Düsseldorf: VDI, 1980
- [122] Hisaoka, Y.; Yamamoto, M.; Fujinami, H.: A Study Desirable Steering Response and Steering Torque for Driver's Feeling. In: Proceedings International Symposium on Advanced Vehicle Control (AVEC) (1996), Aachen, Deutschland, 24.-28.6.1996, 295-305
- [123] Hoffmann, E.-R., Joubert, P.-N.: Just Noticeable Differences in Some Vehicle Handling Variables. In: Human Factors (1986), 10(3), 263-272. New York: Human Factors Society.
- [124] Hoffmann, E.-R., Joubert, P.-N.: The Effect of Changes in Some Handling Variables on Driver Steering Performance. In: Human Factors (1966), 8(6), 245-263. New York: Human Factors Society
- [125] Hoffmann, J.: Korrelation objektives Messen – subjektives Empfinden am Beispiel des Lastwechselschlages im Pkw. In: Tagungsband Subjektive Fahreindrücke sichtbar machen – Haus der Technik e.V., Essen, Deutschland, 30.11.-1.12.98
- [126] Hong, Y.-S., Cho, S.-H.: Entwicklung einer Servolenkung mit elektro-hydraulischer Steuerung der Betätigungskraft. In: 9. Aachener Fluidtechnisches Kolloquium (1990), Aachen, Deutschland, 3/1990, 1, 257-275

- [127] Horwath, J., Hofmann, B., Lechner, D.: Elektronische Lenksysteme am Beispiel des ersten straßenzugelassenen Steer-by-Wire-Systems im Unimog. In: Tagungsband Fahrwerktechnik – Haus der Technik e.V., München, Deutschland, 2.-4.6.2003
- [128] Howe, J. G. et al.: Improving Steering Feel for the National Advanced Driving Simulator. SAE Technical Paper Series, 970567. Warrendale: SAE, 1997
- [129] Iga, S., Sakazaki, A., Shibata, N.: Motor Driven Power Steering – for the Maximum Steering Sensation in Every Driving Situation. SAE Technical Paper Series, 880705. Warrendale: SAE, 1988
- [130] Isermann, R.: Identifikation dynamischer Systeme. Bd. I + II. Berlin: Springer, 1988
- [131] ISO 8855 / DIN 70000, Ausgabe 1991, modifiziert: Straßenfahrzeuge – Fahrzeugdynamik und Fahrverhalten.
- [132] Jaguar: The new Jaguar XJ. Schwalbach: JAGUAR Deutschland GmbH, Pressemitteilung, 3/2003
- [133] Jaksch, F.-O.: Driver-Vehicle Interaction with Respect to Steering Controllability. SAE Technical Paper Series, 790740. Warrendale: SAE, 1979
- [134] Jaksch, F.-O.: Vehicle Characteristics Describing the Steering Control Quality of Cars. In: Proceedings of 7th International Technical Conference on Experimental Safety Vehicles (1979), 5.-8.6.1979, 815-846
- [135] Jaksch, F.-O.: Vehicle Parameter Influence on Steering Control Characteristic. In: International Journal of Vehicle Design (1983), 171-194. Genf: Interscience
- [136] Johannsen, G.: Mensch-Maschine-Systeme. Berlin: Springer, 1993
- [137] Junker, H.: Electronically Enhanced Steering Systems. In: Proceedings of 25th International Symposium on Automotive Technology and Automation (1992), Florenz, Italien, 1.-5.6.1992, 385-391, (920848)
- [138] Junker, H.: Evolution in der Lenkungstechnologie – Ein Beitrag zur Steigerung der aktiven Sicherheit, Teil 1. In: Automobil Industrie (1991) 4/5, 315-321. Würzburg: Vogel Auto Medien
- [139] Junker, H.: Evolution in der Lenkungstechnologie – Ein Beitrag zur Steigerung der aktiven Sicherheit, Teil 2. In: Automobil Industrie (1992) 1, 17-21. Würzburg: Vogel Auto Medien
- [140] Junker, H.: Moderne Lenkungstechnologie – Von den Anforderungen zur technischen Realisierung. In: Automobil Industrie (1990) 4, 379-389. Würzburg: Vogel Auto Medien
- [141] Jürgensohn, T., Jung, R., Willumeit, H.-P.: Die „Handschrift“ des Lenkens. In: Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ) (1997) 4, 216-219. Wiesbaden: Vieweg
- [142] Jürgensohn, T.: Kraftfahrzeugführung. Berlin: Springer, 2001
- [143] Kako, H., Sato, H., Okamura, H.: Development of New Progressive Power Steering System. In: Proceedings of 23th Fisita World Congress (1990), Turin, Italien, 7.-11.5.1990, 527-532, (905186)
- [144] Käßler, W.-D., Godthelp, H.: Effects of Vehicle Handling Characteristics on Straight Lane Driving. In: Proceedings of the 4th European Annual Conference on Human Decision Making (1984), Zeist, Niederlande, 28.-30.5.1984, 157-172
- [145] Kaufmann, T. et al.: Development Experience With Steer-By-Wire. SAE Technical Paper Series, 2001-01-2479. Warrendale: SAE, 2001
- [146] Kawai, T. et al.: Improvement in Driver-Vehicle System Performance by VGS. In: Tagungsband PKW Lenksysteme – Vorbereitung auf die Technik von morgen (2001) – Haus der Technik e.V., Essen, Deutschland, 3.-4.4.01

-
- [147] Kendzia, R.: Der Einfluß verschiedener Variablen auf das Kurvenfahren von Pkw-Fahrern. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit (1972) 18/2, 110-115. Köln: TÜV Rheinland
- [148] Kilgenstein, P.: Heutige und zukünftige Lenksysteme. In: Tagungsband Tag des Fahrwerks, Aachen, Deutschland, 7.10.2002
- [149] Kirchner, J.-H.: Grundkonzept für die Bewertung von Mensch-Maschine-Systemen. In: Tagungsband Bewertung von Mensch-Maschine-Systemen: Methoden und Problematik, Bonn, Deutschland, 14.-15.11.1985, 200-212
- [150] Köhn, P. et al.: Die Aktivlenkung – Das neue Fahrdynamische Lenksystem von BMW. In: Tagungsband Aachener Kolloquium (2002), Aachen, Deutschland, 7.-9.10.2002, 1093-1109
- [151] Köhn, P. et. al.: Aufbau und Funktion der Aktivlenkung von BMW. In: Tagungsband Fahrwerktechnik – Haus der Technik e.V., München, Deutschland, 2.-4.6.2003
- [152] Koide, M.; Kawakami, S.: Analysis of ‘Steering Feel’ Evaluation in Vehicles with Power Steering. In: JSAE Review (1988), 9/3, 36-42. Tokyo: JSAE
- [153] Koziara, B., Fauser, J.: Optimierung des dynamischen Verhaltens von Lenksystemen durch Kopplung von Simulation und Versuch. In: VDI-Berichte 1153, 317-328. Düsseldorf: VDI, 1994
- [154] Kramer, U., Bubb, H., Mayer, A.: Neue Konzepte zur Entwicklung integrierter Assistenz- und Informationssysteme für den Fahrer. In: VDI-Berichte 612, 61-75. Düsseldorf: VDI, 1986
- [155] Krüger, W.: Zur Optimierung von Feder-, Dämpfungs- und Masseanteilen beim Bewegungswiderstand eines Lenkknüppels. Bericht 37. Meckenheim: Forschungsinstitut für Anthropotechnik, 1978
- [156] Kudritzki, D.: Lenkstrategie eines Fahrzeugführers bei vorgegebener Fahraufgabe. In: Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ) (1992) 7/8, 406-409. Wiesbaden: Vieweg
- [157] Kudritzki, D.: Möglichkeiten der Objektivierung subjektiver Beurteilungen des Fahrzeugverhaltens. In: Tagungsband Subjektive Fahreindrücke sichtbar machen – Haus der Technik e.V., Essen, Deutschland, 30.11.-1.12.98
- [158] Kudritzki, D.: Neue Erkenntnisse über das zeitabhängige Beurteilungsverhalten des Fahrers. In: Tagungsband Subjektive Fahreindrücke sichtbar machen II – Haus der Technik e.V., Essen, Deutschland, 3.12.-4.12.01. Renningen: expert, 2002
- [159] Kudritzki, D.: Zum Einfluß querdynamischer Bewegungsgrößen auf die Beurteilung des Fahrverhaltens. Fortschritt-Berichte VDI Reihe 12, 132. Düsseldorf: VDI, 1989
- [160] Kurishige, M. et al.: A Control Strategy to Reduce Steering Torque for Stationary Vehicles Equipped with EPS. SAE Technical Paper Series, 1999-01-0403. Warrendale: SAE, 1999
- [161] Kurishige, M. et al.: A New EPS Control Strategy to Improve Steering Wheel Returnability. SAE Technical Paper Series, 2000-01-0815. Warrendale: SAE, 2000
- [162] Landau, K., Luczak, H., Laurig, W.: Ergonomie der Sensumotorik. Festschrift anlässlich der Emeritierung von Herrn Prof. Dr.-Ing. W. Rohmert. München: Hanser, 1996
- [163] Landau, K., Winner, H.: Fahrversuche mit Probanden – Nutzwert und Risiko. Fortschritt-Berichte VDI Reihe 12, 557. Düsseldorf: VDI, 2003
- [164] Laurence, P.: Lateral Vehicle Behaviour: Comparison of Subjective/Objective Assessment Using the Choquet Integral. In: Vehicle System Dynamics (2000), 34/5, 357-379. Amsterdam: Swets & Zeitlinger
- [165] Lehmann, E.: Nonparametrics: Statistical Methods Based on Ranks. New York: McGraw Hill, 1974

- [166] Lienert, G. A., Raatz, U.: Testaufbau und Testanalyse. Weinheim: Beltz, Psychologie-Verlags-Union, 1998
- [167] Lozia, Z., Zardecki, D.: Vehicle Dynamics Simulation With Inclusion of Freeplay and Dry Friction in Steering System. SAE Technical Paper Series, 2002-01-0619. Warrendale: SAE, 2002
- [168] Macdonald, W.-A., Hoffmann, E.-R.: Review of Relationship Between Steering Wheel Reversal Rate and Driving Task Demand. In: Human Factors (1980), 22(6), 733-739. New York: Human Factors Society
- [169] Mariott, A. T., Griffin, D. C., Lee, A. Y.: A Variable Stability Test Vehicle for IST Applications. SAE Technical Paper Series, 961685. Warrendale: SAE, 1996
- [170] Matsushita, A. et al.: Subjective Evaluation and Vehicle Behaviour in Lane Change Manoeuvres. SAE Technical Paper Series, 800845. Warrendale: SAE, 1980
- [171] Mayer, A.: Untersuchung über den Einfluß eines Aktiven Bedienelementes auf die menschliche Regelleistung. Fortschritt-Berichte VDI Reihe 17, 37. Düsseldorf: VDI, 1987
- [172] McCann, R.: Variable Effort Steering for Vehicle Stability Enhancement Using An Electric Power Steering System. SAE Technical Paper Series, 2000-01-0817. Warrendale: SAE, 2000
- [173] McConnell, W. A.: Motion Sensitivity as a Guide to Road Design. SAE Technical Paper Series, 570041. Warrendale: SAE, 1957
- [174] McLean, J.-R., Hoffmann, E.-R.: Analysis of Drivers' Control Movements. In: Human Factors (1971), 13(5), 407-418. New York: Human Factors Society
- [175] McLean, J.-R., Hoffmann, E.-R.: Steering Reversals as a Measure of Driver Performance and Task Difficulty. In: Human Factors (1975), 17(3), 248-256. New York: Human Factors Society
- [176] McRuer, D. et al.: New Results in Driver Steering Control Models. In: Human Factors (1977), 19(4), 381-397. New York: Human Factors Society
- [177] McRuer, D., Klein, R.: Effects of Automobile Steering Characteristics on Driver/Vehicle Performance for Regulation Tasks. SAE Technical Paper Series, 760778. Warrendale: SAE, 1976
- [178] Mercedes-Benz: Die neue Mercedes-Benz E-Klasse. Stuttgart: DaimlerChrysler AG, Pressemappe, 1/2002
- [179] Metz, L.-D., Alter, D.-M.: Transient and Steady State Performance Comparison of a Two-Wheel Steer and Four-Wheel Steer Vehicle Handling Model. In: Proceedings of the 3rd International Conference on Vehicle Dynamics and Powertrain Engineering (1991), Straßburg, Frankreich, 11.-13.6.1991, 295-300
- [180] Mitschke, M., Niemann, K.: Die Regeltätigkeit des Autofahrers bei Kursabweichungen. Deutsche Kraftfahrtforschung und Straßenverkehrstechnik, Heft 221. Düsseldorf: VDI, 1972
- [181] Mitschke, M.: Antizipatorische Steuerung im Regelkreis Fahrer-Fahrzeug. In: Automobil Industrie (1988) 5, 485-492. Würzburg: Vogel Auto Medien
- [182] Mitschke, M.: Dynamik der Kraftfahrzeuge – Band C, Fahrverhalten. Ed. 2. Berlin: Springer, 1990
- [183] Mitschke, M.: Experimentelle Bestimmung des Geradeauslaufs von Pkw und dessen Bewertung. IFF-Bericht 270. Braunschweig: Institut für Fahrzeugtechnik, TU Braunschweig, 1993
- [184] Mitschke, M.: Fahrtrichtungshaltung – Analyse der Theorien. In: Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ) (1968) 5, 157-162. Wiesbaden: Vieweg

-
- [185] Mitschke, M.: Regelkreis Fahrer-Fahrzeug bei Störung durch schiefziehende Bremsen. In: Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ) (1974) 3, 67-72. Wiesbaden: Vieweg
- [186] Mitschke, M.: Zur Kurshaltung von Personenkraftwagen. In: Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ) (1973), 9, 330-334. Wiesbaden: Vieweg
- [187] Mummendey, H. D.: Die Fragebogen-Methode. Ed. 2. Göttingen: Hogrefe, 1995
- [188] Nagai, M., Takeuchi, Y., Teranushi, K.: Handling and Stability Evaluation of Four-Wheel-Steered Vehicles Considering Steering Torque – Angle Relation. In: JSAE Review (1992), 13/3, 46-52. Tokyo: JSAE
- [189] Nagai, M.: Analysis and Estimation of Closed-Loop Characteristics of Driver-Car Systems by Adaptive Steering. In: JSAE Review (1987), 8/1, 40-47. Tokyo: JSAE
- [190] Nagai, M.; Mitschke, M.: Adaptive Behavior of Driver-Car-Systems in Critical Situations: Analysis by Adaptive Model. In: JSAE Review (1985), 6/12, 82-89. Tokyo: JSAE
- [191] Nagai, M.; Mitschke, M.: An Adaptive Model of Car-Driver and Computer Simulation of the Closed-Loop System. In: Proceedings of the 10th IAVSD-Symposium – The Dynamics of Vehicles on Roads and Tracks (1987), Prag, Tschechoslowakei, 24.-28.8.1987, 275-286
- [192] Nagiri, S., Doi, S., Matsushima, S.: Generating Method of Steering Reaction Torque on Driving Simulator. In: JSAE Review (1994), 15/1, 76-78. Tokyo: JSAE
- [193] Nakahara, M., Momiyama, F., Shirai, Y.: Control of Steering Effort and Response for Power Steering of Commercial Vehicles. SAE Technical Paper Series 852250. Warrendale: SAE, 1985
- [194] Nakahara, M., Momiyama, F.: Giving Trucks and Buses Power Steering “Feel”. In: JSAE Review (1985), 17/8, 32-42. Tokyo: JSAE
- [195] Nakamura, K. et al.: Power Steering System with Travelling Condition Judgement Function. SAE Technical Paper Series 891980. Warrendale: SAE, 1989
- [196] Nakaya, H. et al.: Effects of Vehicles’ Yaw and Lateral Acceleration Responses on Drivers Control Performance. In: Proceedings of 19th Fisita World Congress (1982), Melbourne, Australien, 8.-12.11.1982, 2, 109.1-109.6 (82109)
- [197] Nakaya, H.; Oguchi, Y.: Characteristics of the Four-Wheel Steering Vehicle and its Future Prospects. In: International Journal of Vehicle Design (1987), 8/3, 314-325. Genf: Interscience
- [198] Nakayama, T., Suda, E.: The Present and Future of Electric Power Steering. In: International Journal of Vehicle Design (1994), 15/3-4-5, 243-254. Genf: Interscience
- [199] Neculau, M.: Modellierung des Fahrerverhaltens: Regel- und Steuerstrategien. VDI-Berichte 948, 211-225. Düsseldorf: VDI, 1992
- [200] Neukum, A., Krüger, H.-P., Schuller, J.: Der Fahrer als Messinstrument für fahrdynamische Eigenschaften? In: VDI-Berichte 1613, 13-32. Düsseldorf: VDI, 2002
- [201] Neukum, A., Krüger, H.-P.: Kriterien und Methodik zur Bewertung von Kurshaltungsstörungen. In: Tagungsband Fahrwerktechnik – Haus der Technik e.V., München, Deutschland, 2.-4.6.2003
- [202] Neukum, A.: Bewertung des Fahrverhaltens im Closed-Loop – Zur Brauchbarkeit des korrelativen Ansatzes. In: Tagungsband Subjektive Fahreindrücke sichtbar machen II – Haus der Technik e.V., Essen, Deutschland, 3.12.-4.12.01. Renningen: expert, 2002

- [203] Neureder, U.: Untersuchungen zur Übertragung von Radkraftschwankungen auf die Lenkung von Pkw mit Federbeinvorderachse und Zahnstangenlenkung. Fortschritt-Berichte VDI Reihe 12, 518. Düsseldorf: VDI, 2002
- [204] Niemann, K., Richter, K.-H., Weiger, G., Wulf, H.: Entwicklungsmöglichkeiten an Lenksystemen für Kraftfahrzeuge und ihr Einfluß auf die Kurshaltung. In: Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ) (1980) 10, 525-532. Wiesbaden: Vieweg
- [205] Nishikawa, M., Toshimitsu, Y.: A Speed Sensitive Variable Assistance Power Steering System. SAE Technical Paper Series 790738. Warrendale: SAE, 1979
- [206] Norman, K.-D.: Objective Evaluation of On-Center Handling Performance. SAE Technical Paper Series 840069. Warrendale: SAE, 1984
- [207] Odenthal, D. et. al.: Übertragung eines Lenkgefühls einer Servo-Lenkung auf Steer-by-Wire. In: VDI-Berichte 1672, 499-510. Düsseldorf: VDI, 2002
- [208] Okamoto, K., Chikuma, I., Saito, N.: Improvement of Drivers Feel for Electric Power Steering. SAE Technical Paper Series 890079. Warrendale: SAE, 1989
- [209] Olson, P.-L., Thompson, R.-R.: The Effect of Variable-Ratio-Steering Gears on Driver Preference and Performance. In: Human Factors (1970), 12(6), 553-558. New York: Human Factors Society
- [210] Park, J., Niravesh, P.-E.: Effect of Steering-Housing Rubber Bushings on the Handling Responses of a Vehicle. SAE Technical Paper Series 970103. Warrendale: SAE, 1997
- [211] Peitsmeier, K., Patzelt, K.: Die Lenkanlage der neuen Mercedes-Benz-S-Klasse. In: Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ) (1991) 7/8, 416-425. Wiesbaden: Vieweg
- [212] Penka, A.: Vergleichende Untersuchung zu Fahrerassistenzsystemen mit unterschiedlichen aktiven Bedienelementen. Dissertation, Technische Universität München, 2001
- [213] Pepler, S.: Steering System Effects on On-Center Handling and Performance. SAE Technical Paper Series 1999-01-3765. Warrendale: SAE, 1999
- [214] Perret, W.: Lenkkräfte und Lenkwege am Lenkrad von Kraftfahrzeugen und ihr Einfluß auf die Lenksicherheit. Dissertation, Technische Hochschule Stuttgart, 1964
- [215] Pfendler, C.: Bewertung der Brauchbarkeit von Methoden zur Messung der mentalen Beanspruchung bei Kfz-Lenkaufgaben. In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft (1982), 36/2, 170-174. Stuttgart: ergonomia
- [216] Poestgens, U.: Servolenksysteme für Pkw und Nutzfahrzeuge: leicht und sicher lenken. Die Bibliothek der Technik 217. Landsberg: Moderne Industrie, 2001
- [217] Popp, K., Schiehlen, W.: Fahrzeugdynamik. Stuttgart: Teubner, 1993
- [218] Rasmussen, J.: Information Processing and Human Machine Interaction. New York: North-Holland, 1986
- [219] Rasmussen, J.: Skills, Rules and Knowledge: Signals, Signs and Symbols and 'Other Distinctions in Human Performance Models. IEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, SMC-13 (1983) 3, 2578-266
- [220] Redlich, P.: Objektive und subjektive Beurteilung aktiver Vierradlenkstrategien. Dissertation, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen. Aachen: Shaker, 1994
- [221] Reid, L.-D., Graf, W.-O., Billing, A.-M.: The Fitting of Linear Models to Driver Response Records. SAE Technical Paper Series 820304. Warrendale: SAE, 1982

-
- [222] Reid, L.-D., Solowka, E.-N., Billing, A.-M.: A Systematic Study of Driver Steering Behaviour. In: Ergonomics Abstracts (1981) 24/6, 447-462. London: Taylor & Francis
- [223] Richter, B.: Unterschiedliches Lenkverhalten verschiedener Versuchspersonen. In: Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ) (1969) 8, 255-257. Wiesbaden: Vieweg
- [224] Riedel, A., Arbinger, R.: Ergänzende Auswertungen zur subjektiven und objektiven Beurteilung des Fahrverhaltens von Pkw. FAT-Schriftenreihe, 161. Frankfurt: VDA, 2000
- [225] Riedel, A., Arbinger, R.: Subjektive und objektive Beurteilung des Fahrverhaltens von Pkw. FAT-Schriftenreihe, 139. Frankfurt: VDA, 1997
- [226] Riedel, A., Gnadler, R.: Subjektive und objektive Fahrverhaltensbeurteilung von Pkw. In: Sonderausgabe Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ) – 25 Jahre FAT (Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V.) (1996), 32-36. Wiesbaden: Vieweg
- [227] Riedel, A.: Subjektive und objektive Beurteilung des Handling von Pkw. In: Tagungsband Subjektive Fahreindrücke sichtbar machen – Haus der Technik e.V., Essen, Deutschland, 30.11.-1.12.98
- [228] Riedel, A.: Subjektive und objektive Beurteilung des Handling von Pkw. In: Tagungsband Subjektive Fahreindrücke sichtbar machen II – Haus der Technik e.V., Essen, Deutschland, 3.12.-4.12.01. Renningen: expert, 2002
- [229] Rieger, W.: Hydraulische Servolenkungen – Konzept ohne Zukunft? In: Tagungsband PKW Lenksysteme – Vorbereitung auf die Technik von morgen (2001) – Haus der Technik e.V., Essen, Deutschland, 3.-4.4.01
- [230] Rill, G.: Simulation von Kraftfahrzeugen. Wiesbaden. Vieweg, 1994
- [231] Risse, H.-J.: Das Fahrverhalten bei normaler Fahrzeugführung. Fortschritt-Berichte VDI Reihe 12, 160. Düsseldorf: VDI, 1991
- [232] Rompe, K., Donges, E.: Variationsbereiche der Fahreigenschaften heutiger Personenkraftwagen. In: Automobil Industrie (1982) 2, 203-211. Würzburg: Vogel Auto Medien
- [233] Rompe, K.: Technologie für die Sicherheit im Straßenverkehr. Bundesministerium für Forschung und Technik, Verlag TÜV Rheinland, ISBN 3-524-10015-5, 1976
- [234] Rothbauer, G.: Zum Problem des Bewegungswiderstandes bei einfachen und komplexen Stellbewegungen des Armes. Bericht 45. Meckenheim: Forschungsinstitut für Anthropotechnik, 1978
- [235] Rühmann, H.: Schnittstellen in Mensch-Maschine-Systemen. In: Ergonomie, 3., 420-445. München: Hanser, 1993
- [236] Sachs, L.: Angewandte Statistik. 10. Aufl. Berlin: Springer, 2002
- [237] Sailer, U.: Aussagen zum Pedalgefühl im rechnergestützten Auslegungsprozess und in der Applikation von Pkw-Bremsanlagen. In: Tagungsband Brems.Tech (2002), München, Deutschland, 12.-13.12.2002
- [238] Salaani, M. K., Heydinger, G., Grygier, P.: Modeling and Implementation of Steering System Feedback for the National Advanced Driving Simulator. SAE Technical Paper Series 2002-01-1573. Warrendale: SAE, 2002
- [239] Sano, S. et al.: Influence of Vehicle Response Parameters on Driver Control Performance. In: VDI-Berichte 368, 229-235. Düsseldorf: VDI, 1980
- [240] Sato, H., Osawa, H., Haraguchi, T.: The Quantitative Analysis of Steering Feel. In: JSAE Review (1991), 12/2, 85-87. Tokyo: JSAE

- [241] Sawada, T., Oguchi, Y., Satoh, C.: Basic Study on the Influence of Aging on Steering Control. SAE Technical Paper Series 905099. Warrendale: SAE, 1990
- [242] Schalz, J.-P., Duhr, A., Marusic, Z.: Subjektiv-objektiv Korrelation fahrdynamischer Größen in der Praxis. In: Tagungsband Subjektive Fahreindrücke sichtbar machen II – Haus der Technik e.V., Essen, Deutschland, 3.12.-4.12.01. Renningen: expert, 2002
- [243] Schmidtke, H.: Ergonomie, 3. Ed. München: Hanser, 1993
- [244] Schneider, B.: Konzipierung einer marktgerechten Stelleinheit als Aktuator einer aktiven Hinterradlenkung für Personenkraftwagen. Dissertation, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, 1996
- [245] Schnugg, R., Thews, I.; Das elektrohydraulische Lenksystem des Audi A2. In: Tagungsband PKW Lenksysteme – Vorbereitung auf die Technik von morgen (2001) – Haus der Technik e.V., Essen, Deutschland, 3.-4.4.01
- [246] Schöggel, P.: Objektivierung und Optimierung der Fahrbarkeit im Fahrzeug und am dynamischen Prüfstand. In: Tagungsband Subjektive Fahreindrücke sichtbar machen – Haus der Technik e.V., Essen, Deutschland, 30.11.-1.12.98
- [247] Schumann, J.: On the use of discrete proprioceptive tactile warning signals during manual control: the steering wheel as an active control device. Dissertation, Hochschule der Bundeswehr Hamburg, 1994
- [248] Schütte, M.: Befragungstechniken bei der Bewertung von Mensch-Maschine-Systemen. In: Tagungsband Bewertung von Mensch-Maschine-Systemen: Methoden und Problematik, Bonn, Deutschland, 14.-15.11.1985, 213-228
- [249] Schwarz, R. et. al.: ESP II – Das erste ESP mit aktivem Lenkeingriff. In: Tagungsband Fahrwerktechnik – Haus der Technik e.V., München, Deutschland, 2.-4.6.2003
- [250] Seewald, A.: Die Lenkung als Teil eines „intelligenten Fahrzeugs“. In: Tagungsband PKW Lenksysteme – Vorbereitung auf die Technik von morgen (2001) – Haus der Technik e.V., Essen, Deutschland, 3.-4.4.01
- [251] Seewald, A.: Einführungsvortrag – Entwicklungstrends Lenksysteme. In: Tagungsband PKW Lenksysteme – Vorbereitung auf die Technik von morgen (2001) – Haus der Technik e.V., Essen, Deutschland, 3.-4.4.01
- [252] Segel, L.: An Investigation of Automobile Handling as Implemented by a Variable-Steering Automobile. In: Human Factors (1964), 6(8), 331-341. New York: Human Factors Society
- [253] Segel, L.: The Variable Stability Automobile Concept and Design. SAE Technical Paper Series 275. Warrendale: SAE, 1965
- [254] Setright, L. J. K.: Steering Feel is a Myth and the Steering Wheel Should be Ditched in Favour of the Joystick. In: Automotive Engineer (1999), 6, 88. London: Professional Engineering Publ.
- [255] Setright, L. J. K.: The Mythology of Steering Feel. In: Automotive Engineer (1999), 5, 76-78. London: Professional Engineering Publ.
- [256] Shimakage, M. et al.: Design of Lane-Keeping Control With Steering Torque Input for a Lane-Keeping Support System. SAE Technical Paper Series 2001-01-0480. Warrendale: SAE, 2001
- [257] Shimizu, Y., Kawai, T., Yuzuriha, J.: Improvement in Driver-Vehicle System Performance by Varying Steering Gain with Vehicle Speed and Steering Angle: VGS (Variable Gear-Ratio Steering System). SAE Technical Paper Series 1999-01-0395. Warrendale: SAE, 1999

-
- [258] Shimizu, Y., Kawai, T.: Development of Electric Power Steering. SAE Technical Paper Series 910014. Warrendale: SAE, 1991
- [259] Shimomura, H., Haraguchi, T.: Simulation Analysis on the Influence of Vehicle Specifications upon Steering Characteristics. In: International Journal of Vehicle Design (1991) 12/2, 197-207. Genf: Interscience
- [260] Shoemaker, N.-E., Dell'Amico, F., Chwalek, R.-J.: A Pilot Experiment on Driver Task Performance with Fixed and Variable Steering Ratio. SAE Technical Paper Series 670508. Warrendale: SAE, 1967
- [261] Stamer, N.: Ermittlung optimaler PKW-Querdynamik und ihre Realisierung durch Allradlenkung. Fortschritt-Berichte VDI Reihe 12, 302. Düsseldorf: VDI, 1996
- [262] Stecklein, G., Bishop, J.: Technical Evaluation of Power Center Steering Systems. SAE Technical Paper Series 2003-01-0583. Warrendale: SAE, 2003
- [263] Steeb, R.: Von der Elektronik das Gefühl – von der Hydraulik die Kraft. In: Fluid – Zeitung für Hydraulik und Pneumatik (1982), 16/4, 28-29. Landsberg: Moderne Industrie
- [264] Stoll, H.: Fahrwerktechnik: Lenkanlagen und Hilfskraftlenkungen. Würzburg: Vogel, 1992
- [265] Straub, T., Suginaka, R.: Bremspedalgefühl – Gegenüberstellung von objektiven Messwerten, subjektiven Fahreindrücken eines konventionellen Bremssystems und einer Brake-by-Wire Bremsanlage. In: Tagungsband Subjektive Fahreindrücke sichtbar machen II – Haus der Technik e.V., Essen, Deutschland, 3.12.-4.12.01. Renningen: expert, 2002
- [266] Sugasawa, F., Irie, N., Kuroki J.: Development of Simulator-Vehicle for Conducting Vehicle Dynamics Research. In: JSAE Review (1990), 11/2, 46-50. Tokyo: JSAE
- [267] Suzuki, H., Harara, M., Kumakara, H.: Study on Suitable Steering Feeling for Various Driving Conditions – by Controlling Power Steering Assist Characteristics. In: Proceedings International Symposium on Advanced Vehicle Control (AVEC) (1994), Tokyo, Japan, 24.-28.10.1994, 55-60 (9438024)
- [268] Sweatman, P., Joubert, P.-N.: Detecting of Changes in Automobile Steering Sensitivity. In: Human Factors (1974), 16(1), 29-36. New York: Human Factors Society
- [269] Tajima, J. et al.: Effects of Steering System Characteristics on Control Performance from the Viewpoint of Steer-by-Wire System Design. SAE Technical Paper Series 1999-01-0821. Warrendale: SAE, 1999
- [270] Tanaka, T. et al.: An Advanced Electrical Power Steering Motor. SAE Technical Paper Series 2001-01-0483. Warrendale: SAE, 2001
- [271] Terlinden, M., Doedelbacher, G.: Parametereinflüsse auf das Lenkradüberschwingen von Frontantriebsfahrzeugen. In: VDI-Berichte 537, 377-393. Düsseldorf: VDI, 1984
- [272] Theis, I.: Das Steer-by-Wire-System im Kraftfahrzeug: Analyse der menschlichen Zuverlässigkeit. Dissertation, Technische Universität München, 2002
- [273] Tiesler, G.: Bewegungswahrnehmung in Fahrzeugsimulatoren. Bericht 12. Meckenheim: Forschungsinstitut für Anthropotechnik, 1973
- [274] TNS EMNID: Das "Traumauto" der Deutschen. Bielefeld: TNS EMNID Automotive-Umfrage, 2001
- [275] Tomaske, W.: Einfluß der Bewegungsinformation auf das Lenkregelverhalten des Fahrers sowie Folgerungen für die Auslegung von Fahrsimulatoren. Dissertation, Hochschule der Bundeswehr Hamburg, 1983

- [276] Tran, V.-T.: Handling Control with Additional Rear Wheel Steering. In: Proceedings of 24th Fisita World Congress (1992), London, England, 7.-11.6.1992, 1, 75-86, (925050)
- [277] Ugo, A., Data, S.: Objective Evaluation of Steering System Quality. In: Proceedings of 26th Fisita World Congress (1996), Prag, Tschechei, 17.-21.6.1996, 1606
- [278] United States Patent: Vehicle Control System Adjustable in Accordance with Driver's Age and Characteristic. Patent Number: 5,172,785, Date of Patent: 12-22-1992
- [279] Van Zanten, A., Erhardt, R.: Korrelation zwischen Simulation und Fahrversuch bei der Entwicklung der Fahrdynamikregelung. In: Tagungsband Subjektive Fahreindrücke sichtbar machen – Haus der Technik e.V., Essen, Deutschland, 30.11.-1.12.98
- [280] Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA): Daten zur Automobilwirtschaft 2003. Frankfurt: VDA, 2003
- [281] Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA): Daten zur Automobilwirtschaft 1999. Frankfurt: VDA, 1999
- [282] Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA): Daten zur Automobilwirtschaft 1998. Frankfurt: VDA, 1998
- [283] Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA): Jahresbericht Auto 2003. Frankfurt: VDA, 2002
- [284] Wagner, A., Wiedemann, J.: Die Bewertung der Fahrer-Fahrzeug Interaktion als Auslegungskriterium in der Fahrwerkentwicklung. In: Tagungsband Fahrwerktechnik – Haus der Technik e.V., München, Deutschland, 2.-4.6.2003
- [285] Waldmann, D.: Beitrag zum Verhalten des Systems Fahrer-Fahrzeug unter besonderer Berücksichtigung von Lenkübersetzung und Lenkmoment. Dissertation, Technische Universität München, 1974
- [286] Waldmann, D.: Untersuchungen zum Einfluss der Eigenschaften des Lenksystems auf das Verhalten des Regelkreises Fahrer-Fahrzeug. Deutsche Kraftfahrtforschung und Strassenverkehrstechnik, Heft 247. Düsseldorf: VDI, 1975
- [287] Waldmann, D.: Untersuchungen zum Lenkverhalten von Kraftfahrzeugen. Deutsche Kraftfahrtforschung und Straßenverkehrstechnik, Heft 218. Düsseldorf: VDI, 1971
- [288] Wallentowitz, H.: Fahrerreaktionen auf Störungen der Kurshaltung. In: Tagungsband Tag des Fahrwerks, Aachen, Deutschland, 7.10.2002
- [289] Wallner, F.: Untersuchungen am System Fahrzeug-Fahrer-Straße bei simuliertem Fahrzeug und simulierter Straße. Über den Einfluß unkonventioneller Lenksysteme auf die Lenkbarkeit des Fahrzeugs. Dissertation, Technische Universität Berlin, 1972
- [290] Wargo, M.-J.: Human Operator Response Speed, Frequency, and Flexibility, A Review and Analysis. In: Human Factors (1967), 9(3), 221-238. New York: Human Factors Society
- [291] Weinberger, M.: Der Einfluß von Adaptive Cruise Control Systemen auf das Fahrverhalten. Dissertation, Technische Universität München, 2001
- [292] Weir, D.-H., DiMarco, R.-J.: Correlation and Evaluation of Driver/Vehicle Directional Handling Data. SAE Technical Paper Series 780010. Warrendale: SAE, 1978
- [293] Weir, D.-H., McRuer, D.-T.: A Theory for Driver Steering Control of Motor Vehicles. In: Highway Research Record 247, 7-28. Washington: National Research Council, 1968.
- [294] Weir, D.-H., McRuer, D.-T.: Measurement and Interpretation of Driver Steering Behaviour and Performance. SAE Technical Paper Series 730098. Warrendale: SAE, 1973

-
- [295] Weir, D.-H., McRuer, D.-T.: Measurement and Interpretation of Driver/Vehicle System Dynamic Response. In: Human Factors (1973), 15(4), 367-378. New York: Human Factors Society
- [296] Weir, D.-H., Wojcik, C.-K.: Simulator Studies of the Driver's Dynamic Response in Steering Control Tasks. In: Highway Research Record 364, 1-15. Washington: National Research Council, 1971
- [297] Weißbrich, A.: Elektrischer Antrieb zur Lenkunterstützung im Personenkraftwagen. Fortschritt-Berichte VDI Reihe 12, 144. Düsseldorf: VDI, 1990
- [298] Wenninger, G.: Lexikon der Psychologie - in fünf Bänden. Heidelberg: Spektrum, 2000-2002
- [299] Whitehead, J.-C.: Stabilizing the Steering Weave Mode. SAE Technical Paper Series 881136. Warrendale: SAE, 1988
- [300] Willumeit, H.-P., Jürgensohn, T.: Fahrermodelle – ein kritischer Überblick Teil 1. In: Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ) (1997) 7/8, 424-428. Wiesbaden: Vieweg
- [301] Willumeit, H.-P., Jürgensohn, T.: Fahrermodelle – ein kritischer Überblick Teil 2. In: Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ) (1997) 9, 552-560. Wiesbaden: Vieweg
- [302] Winner, H., Breuer, B.: Skriptum zur Vorlesung Kraftfahrzeuge I / II. Fachgebiet Fahrzeugtechnik, Technische Universität Darmstadt, 2003
- [303] Wohnhaas, A.: Simulation von Kraftfahrzeug-Lenkungen unter besonderer Berücksichtigung von Reibung und Spiel. Dissertation, Universität Stuttgart, 1994
- [304] Yuhara, N., Tajima, J.: Advanced Steering System Adaptable to Lateral Control Task and Driver's Intention. In: Vehicle System Dynamics (2001), 36/2-3, 119-158. Amsterdam: Swets & Zeitlinger
- [305] Zaremba, A.-T., Liubakka, M.-K., Stuntz, R.-M.: Control and Steering Feel Issues in the Design of an Electric Power Steering System. In: Proceedings of the 1998 American Control Conference (ACC) (1998), Philadelphia, USA, 24.-26.6.1998, 36-40
- [306] Zeyada, Y., et al.: A Combined Active-Steering Differential-Braking Yaw Rate Control Strategy for Emergency Maneuvers. SAE Technical Paper Series 980230. Warrendale: SAE, 1998
- [307] ZF Lenksysteme: Produktinformationen, Broschüre, 2001
- [308] ZF Sachs: Kompromisse ja. Aber nicht im Fahrwerk. CDC – Continuous Damping Control. Schweinfurt: ZF Sachs AG, Pressemitteilung, 10/2003
- [309] Zomotor, A., Braess, H.-H., Rönitz, R.: Verfahren und Kriterien zur Bewertung des Fahrverhaltens von Personenkraftwagen – Teil 1. In: Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ) (1997) 12, 780-786. Wiesbaden: Vieweg
- [310] Zomotor, A., Braess, H.-H., Rönitz, R.: Verfahren und Kriterien zur Bewertung des Fahrverhaltens von Personenkraftwagen – Teil 2. In: Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ) (1998) 3, 236-243. Wiesbaden: Vieweg
- [311] Zomotor, A.: Fahrwerktechnik, Fahrverhalten. Würzburg: Vogel, 1987
- [312] Zomotor, A.: Historische Entwicklung der Beurteilungsmethoden für das Fahrverhalten. In: Tagungsband Subjektive Fahreindrücke sichtbar machen – Haus der Technik e.V., Essen, Deutschland, 30.11.-1.12.98
- [313] Zomotor, A.: Rechenverfahren zur Ermittlung der Rückstellmomente am Achsschenkel von Kraftfahrzeugen – Teil 1. In: Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ) (1963) 2, 42-48. Wiesbaden: Vieweg

- [314] Zomotor, A.: Rechenverfahren zur Ermittlung der Rückstellmomente am Achsschenkel von Kraftfahrzeugen – Teil 2. In: Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ) (1963) 4, 101-106. Wiesbaden: Vieweg