

Dipl.-Ing. Rolf Gengenbach, München

**Fahrerverhalten im
Pkw mit Head-Up-Display
Gewöhnung und visuelle
Aufmerksamkeit**

Reihe **12**: Verkehrstechnik/
Fahrzeugtechnik

Nr. **330**



Gliederung

1 EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG.....	1
2 BISHERIGE UNTERSUCHUNGEN UND PROBLEMATIK	4
3 HYPOTHESENGENERIERUNG.....	6
3.1 UNTERSCHIEDSHYPOTHESE.....	6
3.2 HYPOTHESE BEZÜGLICH DER HABITUATION AN HUD-TECHNOLOGIE	6
4 DATENAUFNAHME	7
4.1 DAS BLICKERFASSUNGSSYSTEM JANUS.....	7
4.1.1 Allgemeine Grundlagen des Sehens	7
4.1.1.1 Aufbau des menschlichen Auges	7
4.1.1.2 Informationsaufnahme mittels peripherem Sehen	9
4.1.2 Kurzbeschreibung von JANUS.....	10
4.1.3 Kalibrierung	11
4.1.4 Systemgenauigkeit.....	11
4.1.4.1 Das Parallaxenproblem.....	12
4.1.4.2 Objektiv-Linsenverzerrung und lineare Überlagerung	12
4.1.4.3 Relativbewegungen zwischen Helm und Kopf.....	13
4.1.5 Beschreibung der Systemkomponenten.....	14
4.1.5.1 Aufzeichnung des Pupillenbildes	14
4.1.5.2 Die Aufzeichnung des Blickfeldbildes.....	16
4.1.5.3 Der Kamerahalter	17
4.1.5.4 Der Helm	17
4.1.5.5 Der Kontrollmonitor	18
4.1.5.6 Die mobilen Videorekorder	18
4.1.5.7 Die stationären Videorekorder.....	18
4.1.5.8 Die Video Machine	18
4.2 MEBEINRICHTUNG FÜR DIE FAHRZEUGDATEN	18
4.3 FAHRFEHLERANALYSE UND FAHRSTIL-RATING.....	19
4.4 FRAGEBOGENANALYSE UND ABSCHLIEßENDES INTERVIEW	20
4.5 ZUVERLÄSSIGKEIT DES MEBSYSTEMS	21
5 VERSUCHSDESIGN	22
5.1 DIE VERSUCHSTRÄGER.....	22
5.1.1 Versuchsträger A.....	22
5.1.1.1 Allgemeine Daten.....	22
5.1.1.2 Die Instrumente des Versuchsträgers A	22
5.1.2 Versuchsträger B.....	24
5.1.2.1 Allgemeine Daten.....	24
5.1.2.2 Die Instrumente des Versuchsträgers B	24
5.1.3 Vorbereitung der Versuchsträger	26

5.2 VERSUCHSPERSONEN	28
5.2.1 <i>Allgemeine Anforderungen</i>	28
5.2.2 <i>Demographische Beschreibung des Kollektives</i>	29
5.2.3 <i>Typisierung der Probanden</i>	30
5.2.4 <i>Einweisung der Probanden vor der Versuchsreihe</i>	32
5.3 VERSUCHSSTRECKE	33
5.4 ZEITLICHER ABLAUF	34
5.4.1 <i>Pilotphase</i>	34
5.4.2 <i>Die Versuchsreihen (VR)</i>	34
5.4.3 <i>Ablauf einer Versuchsfahrt</i>	35
5.5 STATISTISCHE METHODEN	36
6 UNTERSUCHUNG DES FAHRERBLICKVERHALTENS	38
6.1 UNTERSUCHUNGSMETHODIK	38
6.1.1 <i>Auswertemodi</i>	38
6.1.1.1 <i>Real-Time-Auswertung</i>	39
6.1.1.2 <i>Slow-Motion-Auswertung</i>	42
6.1.1.3 <i>Problematik der Störvarianzen</i>	45
6.1.2 <i>Ermittlung der Meßzeitpunkte</i>	46
6.1.3 <i>Nomenklatur</i>	47
6.2 FIXATIONSHÄUFIGKEITEN	48
6.2.1 <i>Tachometer</i>	48
6.2.2 <i>Head-Up-Display</i>	52
6.2.3 <i>Summe der Geschwindigkeitsablesungen</i>	55
6.2.3.1 <i>Abhängigkeit von der HUD-Habituat</i> ion	55
6.2.3.2 <i>Bedarf an Geschwindigkeitsinformation</i>	58
6.2.4 <i>Spiegel</i>	61
6.2.5 <i>Fahrbahn voraus</i>	64
6.2.6 <i>Bestimmung der Verkehrssituationskomplexität durch anteilige Betrachtung der Fahrbahnfixationen an den Gesamtfixationen</i>	68
6.3 FIXATIONSDAUER	70
6.3.1 <i>Vergleich der Anzeigekonzepte</i>	70
6.3.2 <i>Differenzierung nach VP-Typen</i>	72
6.3.3 <i>Einfluß der Komplexität</i>	77
6.4 ZEITLICHE VERLÄUFE VON BLICKHÄUFIGKEITEN	81
6.4.1 <i>Blickverhalten um HUD-Fixationen</i>	83
6.4.2 <i>Blickverhalten um Tachometer-Fixationen</i>	84
6.4.3 <i>Blickverhalten um Grundfixation „Blick nach hinten“</i>	85
6.4.4 <i>Übergangshäufigkeit und Ablenkungspotential</i>	86
6.4.5 <i>Zusammenhänge zwischen verschiedenen Informationen</i>	89
6.4.5.1 <i>Geschwindigkeitsanzeige im HUD / Tachometer</i>	89
6.4.5.2 <i>Vergleich Soll-Ist-Geschwindigkeit</i>	91
6.5 VERÄNDERUNG GEWOHNHEITSBESTIMMTER HANDLUNGSABLÄUFE	93
6.6 DIFFERENZIERUNG DER ERGEBNISSE NACH WEITEREN PERSONENSPEZIFISCHEN PARAMETERN	95
6.6.1 <i>Altersweitsichtigkeit</i>	95
6.6.1.1 <i>Fixationsdauern</i>	96

6.6.1.2 Akzeptanz des HUDs.....	97
6.6.2 <i>Geschlecht</i>	97
6.7 MODELL ZUR BESCHREIBUNG DES BLICKVERHALTENS BEI ABLENKUNGEN	98
7 WEITERE UNTERSUCHUNGSINHALTE.....	107
7.1 UNTERSUCHUNG DER FAHRZEUGMEB DATEN	107
7.1.1 <i>Geschwindigkeitsverhalten</i>	107
7.1.2 <i>Längs-, Querb beschleunigungen und Bremspedalbetätigung</i>	109
7.2 ERGEBNIS DER MITFAHRENDEN BEOBACHTUNG	109
7.3 SUBJEKTIVE BEWERTUNG DURCH DIE PROBANDEN	110
7.4 EINFLUß DER MEBUMGEBUNG AUF DAS FAHRERVERHALTEN	111
7.5 STICHPROBENGRÖßE.....	112
8 ZUSAMMENFASSE NDE INTERPRETATION UND SCHLUBFOLGERUNG	114
ANHANG A: VERSUCHSPERSONEN-FRAGEBOGEN.....	119
ANHANG B: ABSCHLIEßENDER FRAGEBOGEN	122
ANHANG C: ABSOLUTE FIXATIONSHÄUFIGKEITEN.....	126
ANHANG D: MITTLERE FIXATIONS DAUERN AUF HUD / TACHOMETER	130
ANHANG E: MITTLERE ÜBERGANGSHÄUFIGKEITEN	132
ANHANG F: BEISPIELPROTOKOLL DER SLOW-MOTION-AUSWERTUNG.....	133
LITERATURVERZEICHNIS.....	135