



Ernährungs- gewohnheiten von Autofahrern

**Ergebnisse einer Repräsentativ-Befragung
im Auftrag der UNIROYAL ENGLEBERT Reifen GmbH**

**von Dr. Dieter Ellinghaus
Köln, März 1983**

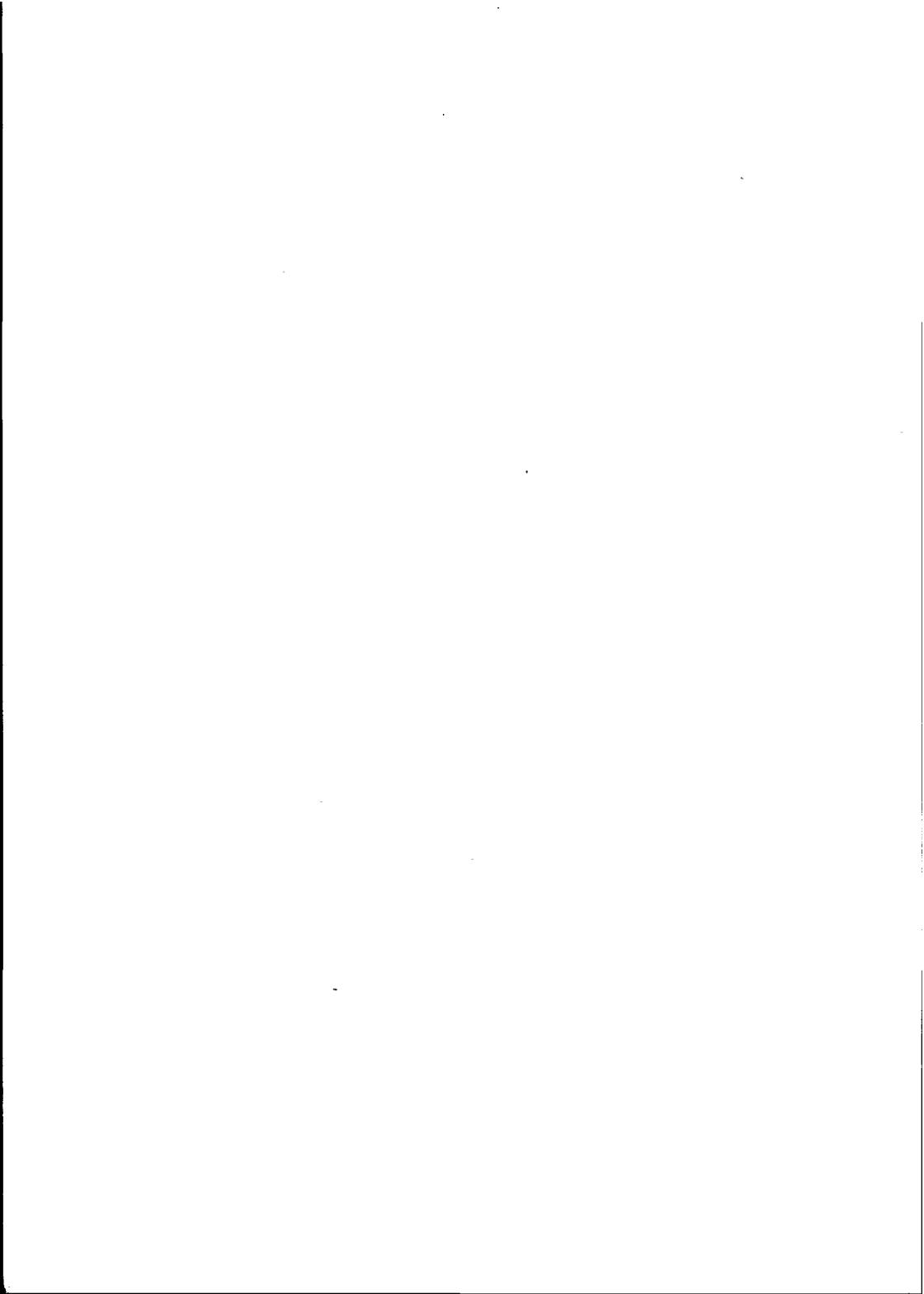
IFAPLAN

Gesellschaft für
angewandte Sozialforschung
und Planung GmbH
Köln



Inhalt

	Seite
I Vorbemerkung	1
II Untersuchungsergebnisse	2
1. Auswirkungen des Essens auf das Fahren, eine vertraute Erfahrung?	2
2. Was sollte ein Autofahrer essen?	12
3. Welche EBgewohnheiten haben Kraftfahrer auf langen Fahrten?	19
III Zusammenfassung	27
Literatur	



I VORBEMERKUNG

Die Frage nach den Auswirkungen typischer Eßgewohnheiten auf das Verhalten von Fahrzeuglenkern und auf die Verkehrssicherheit ist bisher in der Wissenschaft kaum untersucht worden. Die Ursache für diese Forschungslücke liegt nicht zuletzt darin, daß die Themenstellung "Essen und Fahren" einen interdisziplinären Forschungsansatz erfordert.

Zum einen gilt es zu untersuchen, welche fahrrelevanten physiologischen Prozesse und Konsequenzen sich im Gefolge spezifischer Eßgewohnheiten ergeben. Neben diesem medizin-orientierten Ansatz ist es jedoch ebenfalls notwendig, die sozialen Rahmenbedingungen, die spezifische Eßgewohnheiten bestimmen, zu analysieren. Insoweit ist eine sozialwissenschaftliche Bearbeitung zum Verständnis der Probleme unerlässlich.

Die vorliegende Untersuchung berichtet über den Zusammenhang zwischen Essen und Fahren ausschließlich auf der Basis der unmittelbaren Erfahrung von Kraftfahrern, insofern ist sie im Kontext der sozialwissenschaftlichen Aufarbeitung der Themenstellung angesiedelt, ohne jedoch diesen Bereich auch nur annähernd erschöpfend behandeln zu können.

Zielsetzung der Untersuchung ist es vielmehr, erste Anhaltspunkte darüber zu gewinnen, ob der Einfluß des Essens auf das Fahrverhalten und die Verkehrssicherheit den Kraftfahrern überhaupt bekannt ist, und welche Vorstellungen hinsichtlich eines optimalen Eßverhaltens bezogen auf das Fahren existieren. Gleichzeitig soll versucht werden, einige konkrete Eßverhaltensweisen vor und während einer Autofahrt darzustellen.

II UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Die vorliegende Arbeit versucht auf drei Fragen, die sich bezüglich der Auswirkungen des Essens auf das Fahren stellen, Antworten zu finden.

Die erste Frage zielt darauf ab, die allgemeine Verbreitung der Kenntnis, daß Essen und Eßgewohnheiten Auswirkungen auf das Verhalten des Fahrers und seine Leistungsfähigkeit haben, zu ermitteln.

Als zweites soll untersucht werden, ob die Vorstellungen, die in der Öffentlichkeit darüber herrschen, welche Speisen für den Autofahrer als empfehlenswert anzusehen sind, objektiv richtig sind.

Schließlich unternimmt die Untersuchung in einem dritten Punkt den Versuch, einige Erkenntnisse über das tatsächliche Eßverhalten beim Autofahren zu vermitteln.

Als Basis der folgenden Ausführungen dient eine repräsentative Umfrage¹⁾ auf der Basis mündlicher Einzelgespräche.

1. Auswirkungen des Essens auf das Fahren, eine vertraute Erfahrung?

Auf die Frage, ob das Essen Auswirkungen auf das Verhalten und die Sicherheit des Autofahrers hat, erklären drei von vier Befragten, daß sie von einem solchen Einfluß ausgehen. Nur jeder 5. Befragte (21 %) glaubt, daß das Essen ohne Folgen für das Fahrverhalten ist. Diese Erkenntnis ist allerdings nicht in allen Bevöl-

1) Zufallsstichprobe; Stichprobengröße: N=1000;
Umfragenzeitpunkt: 1. - 7. Februar 1983;

kerungsschichten gleich stark verbreitet. Wie Tabelle 1 zeigt, hängt der Kenntnisgrad wesentlich vom Bildungsgrad des Befragten ab.

Tabelle 1: Kenntnis der Auswirkungen des Essens auf das Fahren / Ausbildung

Frage: Welche Auswirkungen kann das Essen auf das Verhalten und die Sicherheit des Autofahrers haben? Oder sind Sie der Meinung, daß das Essen keinerlei Auswirkungen auf das Fahrverhalten hat?

	Volksschule ohne Lehre	Volksschule mit Lehre	Real-Fach- schule	Abitur/ Uni.	Gesamt
Essen hat keinerlei Auswirkungen	28 %	21 %	17 %	11 %	21 %
Essen hat Auswirkungen	67 %	75 %	79 %	87 %	75 %
keine Angaben	5 %	4 %	4 %	2 %	4 %
	N=237	N=400	N=278	N=85	N=1000

Mit steigendem Ausbildungsniveau wächst die Erkenntnis, daß das Essen Auswirkungen auf das Fahren hat.

Unterschiede in der Beurteilung des Einflusses des Essens findet man übrigens auch zwischen Nichtkraftfahrern und Kraftfahrern. Während circa 70 % der Nichtkraftfahrer Auswirkungen des Essens auf das Fahren vermuten, liegt der entsprechende Prozentsatz für die PKW-Fahrer tendenziell höher, 81 % und für die LKW-Fahrer sogar bei 84 %.

Nun besagt das Ergebnis, daß 75 % der Befragten einen Zusammenhang zwischen Essen und Fahren vermuten, noch wenig, solange nicht bekannt ist, welche Auswirkungen denn erwartet werden. Hierüber gibt Tabelle 2 Auskunft:

Tabelle 2: Auswirkungen des Essens auf den Fahrer

1.	Müdigkeit	57 %
2.	Konzentrationsmangel	36 %
3.	Unwohlsein	35 %
4.	Verringerte Reaktionsfähigkeit	23 %
5.	Kreislaufbeschwerden	13 %
6.	Reisekrankheit	13 %
7.	Nervosität / Überreizung	11 %
		N=1000

Es zeigt sich, daß die Befragten ein durchaus realistisches Bild der Konsequenzen des Essens auf das Fahren vor Augen haben. Müdigkeit, Konzentrationsmangel und verringerte Reaktionsfähigkeit sind Beeinträchtigungen, die nahezu jedem, der ein Einfluß des Essens auf das Fahren vermutet, geläufig sind.

Im Rahmen dieser Ergebnisse ist es daher verständlich, daß 62 % der Befragten die Meinung vertreten, daß man sich auf eine längere Fahrt - gefragt wurde nach einer Fahrt von mehr als 7 Stunden Dauer - mit dem Essen einstellen muß. Und auch hier zeigt sich der Einfluß des Ausbildungsniveaus:

Während rund 60 % der Volksschüler die Notwendigkeit der Anpassung im Essen bei längeren Fahrten bejahen, liegt der entsprechende Prozentsatz für Hochschüler bei 78 %.

Eine weitergehende Analyse der Zahlen zeigt, daß vor allem die "Profis" unter den Fahrern, die LKW-Fahrer, das Essen in ihre Fahrvorbereitungsüberlegungen einbeziehen. 76 % der LKW-Fahrer sind gegenüber nur 64 % der PKW-Fahrer der Meinung, sich auf eine längere Fahrt mit dem Essen einstellen zu müssen. Gleichzeitig sind die "Profis" am häufigsten der Meinung, daß die Bedeutung des Essens in der Öffentlichkeit unterschätzt wird (Tabelle 3).

Tabelle 3: Einschätzung der Auswirkungen des Essens auf das Fahren in der Öffentlichkeit / Fahrer - Nichtfahrer

Aussage: Die meisten Leute unterschätzen die Bedeutung, die die Auswahl der Speisen beim Essen für die Sicherheit im Straßenverkehr hat.

	LKW-Fahrer	PKW-Fahrer	Nicht-Fahrer
trifft genau zu	58 %	46 %	35 %
trifft in etwa zu	27 %	36 %	34 %
trifft nicht zu	15 %	18 %	23 %
ohne Angabe	-	-	8 %
N=1000	100 %	100 %	100 %

Für einen erheblichen Teil der Kraftfahrer reduziert sich das Anpassungsverhalten beim Essen allerdings ausschließlich auf ein Mengenproblem. Wie Tabelle 4 zeigt, sind 30 % der Befragten der Meinung, daß der Autofahrer nur mengenmäßig nicht zuviel essen darf, die Speisenauswahl dagegen unerheblich ist. Etwa gleich groß ist die Zahl derer (34 %), die sich unsicher in ihrer Entscheidung sind, und weitere 32 % wissen, daß die Art der Speisen sehr wohl eine Rolle spielt. Auch hier ergeben sich, wie Tabelle 4 zeigt, deutlich bildungsabhängige Beurteilungsdifferenzen.

Tabelle 4: Reicht die mengenmäßige Begrenzung beim Essen als Anpassungsstrategie des Autofahrers?

Aussage: Beim Autofahren muß man ausschließlich darauf achten, daß man mengenmäßig nicht zuviel ißt. Welche Speisen man ißt, spielt dagegen keine Rolle.

	Volksschule ohne Lehre	Volksschule mit Lehre	Real-Fach- schule	Abitur/ Uni.	Gesamt
trifft genau zu	34 %	34 %	25 %	19 %	30 %
trifft in etwa zu	39 %	32 %	33 %	29 %	34 %
trifft nicht zu	23 %	29 %	39 %	49 %	32 %
ohne Angabe	4 %	5 %	3 %	3 %	4 %
	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
	N=237	N=400	N=278	N=85	N=1000

Wie nicht anders zu erwarten, wissen auch hier die "Profis", das heißt, die LKW-Fahrer, besser Bescheid als andere. 47 % von Ihnen halten die Aussage in Tabelle 4 für falsch. Nur knapp jeder vierte LKW-Fahrer glaubt, daß die Speisenwahl keinen Einfluß hat.

Daß völlige Enthaltensamkeit bezüglich des Essens auf längeren Fahrten ebenfalls nicht akzeptabel ist, scheint der überwiegenden Mehrheit der Befragten bekannt zu sein. Drei von vier lehnen die Behauptung "Am besten ist es, während einer langen Autofahrt gar nichts zu essen und nur Mineralwasser zu trinken" als nicht zutreffend ab.

Kraftfahrer unterscheiden sich auch hier von Nichtkraftfahrern. Diejenigen, die selbst Kraftfahrzeuge lenken, halten den Verzicht auf Essen wesentlich häufiger für unangebracht als Nichtkraftfahrer. Interessant ist in diesem Zusammenhang, welche Bedeutung den Genußmitteln Nikotin und Koffein zugeordnet wird. Wie aus medizinischen Untersuchungen bekannt ist, erhöht Koffein zwar die Leistungsbereitschaft, die Leistungsfähigkeitsgrenze wird demgegenüber nicht erhöht. "Der Mensch fühlt sich leistungsfähiger, leistet auch objektiv mehr, ohne jedoch eine echte Leistungsfähigkeitszunahme zu besitzen. Die Folge ist... eine Steigerung auf Kosten der Leistungsreserven, was die Leistungsfähigkeit des Organismus auf Dauer herabsetzt." ¹⁾

Auf die Frage, ob man "mit Tee oder Kaffee die Wirkungen des Essens ohne Schwierigkeiten ausgleichen kann", erklären 60 % der Befragten, daß dies nicht der Fall sei. Dieser Prozentsatz liegt für höhere Bildungsschichten über dem Durchschnitt und für Volksschüler unter dem Durchschnitt. Deutliche Bewertungsunterschiede ergeben sich auch zwischen Kraftfahrern und Nichtkraftfahrern, wie Tabelle 5 zeigt.

1) I. Elmadfa + Doris Seelbach, Ernährung und Konzentrationsfähigkeit bei Autofahrern, in: Fortschritte der Medizin 101 (9), März 1983, S. 351.

Tabelle 5: Kompensationsfähigkeit der Auswirkungen des Essens durch Tee oder Kaffee

Aussage: Mit Tee oder Kaffee kann man die Wirkungen des Essens ohne Schwierigkeiten ausgleichen.

	PKW-Fahrer	LKW-Fahrer	Nichtkraftfahrer	Gesamt
trifft genau zu	10 %	7 %	13 %	12 %
trifft in etwa zu	20 %	13 %	28 %	24 %
trifft nicht zu	70 %	80 %	50 %	60 %
ohne Angabe	0 %	0 %	9 %	4 %
N=1000	100 %	100 %	100 %	100 %

Die Zahlen deuten somit daraufhin, daß der Mehrzahl der Kraftfahrer die "Scheinhilfe" des Koffein bekannt ist, ohne daß diese allerdings die tatsächlichen Wirkmechanismen, wie sie oben geschildert wurden, kennen.

Anders sieht die Beurteilung des Rauchens aus. Hier scheint die Tatsache, daß die überwiegende Mehrzahl der LKW-Fahrer Raucher ist, dazu zu führen, daß der tatsächliche negative Einfluß des Rauchens auf die Leistungsfähigkeit beim Fahren geleugnet wird. Tabelle 6 zeigt, daß 40 % eine Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit durch das Rauchen bestreiten.

Die entsprechenden Zahlen liegen für die PKW-Fahrer bei 23 % und für die "Nichtfahrer" bei nur 14 %.

Tabelle 6: Beurteilung des Rauchens am Steuer

Statement: Durch Rauchen wird der Fahrer am Steuer negativ beeinflusst.

	PKW-Fahrer	LKW-Fahrer	Nichtkraftfahrer	Gesamt
trifft genau zu	47 %	41 %	42 %	45 %
trifft in etwa zu	30 %	19 %	36 %	32 %
trifft nicht zu	23 %	40 %	14 %	19 %
ohne Angabe	0 %	0 %	8 %	4 %
N=1000	100 %	100 %	100 %	100 %

Somit erweist sich das Rauchen als der bisher einzige Punkt, bei dem die "Profis" häufiger eine realitätsferne Beurteilung abgeben als andere. Erstaunlich bleibt dennoch der generell hohe Anteil derer, die eine negative Beeinflussung durch das Rauchen vermuten.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß einer breiten Öffentlichkeit der Einfluß des Essens auf das Fahren bekannt ist und daß durchaus realistische Beurteilungen hinsichtlich der Art der Konsequenzen wie Müdigkeit und Konzentrationsmangel herrschen.

Von der Mehrzahl der Kraftfahrer wird die Möglichkeit, mit Kaffee und Tee korrigierend die Auswirkungen des Essens zu steuern, in etwa richtig eingestuft.

Unterschätzt wird dagegen der negative Einfluß der vom Rauchen im Auto ausgeht.

Ob auch bei der Beurteilung einzelner Speisen hinsichtlich ihrer Autofahrerverträglichkeit realistische Vorstellungen herrschen, soll der folgende Abschnitt zeigen.

2. Was sollte ein Autofahrer essen?

Das folgende Kapitel behandelt die Frage, welche Speisen als für den Autofahrer geeignet angesehen werden, unter zwei Blickwinkeln. Zum einen soll auf der Grundlage eines Katalogs von zehn Gerichten beispielhaft dargestellt werden, wie verschiedene Speisen unter ernährungsphysiologischen Gesichtspunkten zu bewerten sind. In einem zweiten Schritt wird dann ermittelt, inwieweit sich die Vorstellungen der Öffentlichkeit mit der ernährungsphysiologischen Beurteilung decken.

Um einen derartigen Vergleich durchführen zu können, ist es notwendig, aus der Vielzahl möglicher Speisen eine überschaubare Liste von Gerichten zusammenzustellen, die sich hinsichtlich ihrer Autofahrereignung deutlich voneinander unterscheiden. Die in der für diese Untersuchung entwickelten Liste enthaltenen Speisen lassen sich unter ernährungswissenschaftlichen Aspekten in drei Kategorien einordnen; sie werden entweder als "geeignet", "weniger geeignet" oder "nicht geeignet" eingestuft. Die dieser Einstufung zugrundeliegende Beurteilung basiert auf der Berücksichtigung des Anteils an Eiweiß, Kohlehydraten, Fett und dem Kaloriengehalt der jeweiligen Speisen.

Der objektiven Bewertung liegt die Annahme zugrunde, daß vor allem dem Eiweiß eine hohe Bedeutung bezüglich der Konzentrationsfähigkeit zukommt. Diese Bedeutung resultiert aus der Tatsache, daß das Eiweiß einen wesentlichen Baustein für die chemischen Überträgerstoffe der Neuronen des Gehirns darstellt. ¹⁾

Die Aufnahme von Kohlehydraten in größerem Umfang scheint dagegen eher eine Schwächung der Konzentration zu bewirken.

1) Vgl. I. Elmadfa + Doris Seelbach, a.a.O.

Bei der Bewertung des Fettanteils ist zu beachten, daß fettreiche Speisen die Tätigkeit des Magens verlangsamen, wodurch Ermüdungserscheinungen verstärkt und verlängert werden. ¹⁾

Bezüglich des Kalorienbedarfs ist festzustellen, daß der Tagesbedarf eines PKW-Fahrers auf 2000 - 2700 Kcal geschätzt wird, also dem eines Büroarbeiters entspricht. Bei zu geringer Kalorienzufuhr ändert sich die Stimmungslage und nimmt die Leistungsfähigkeit ab. ¹⁾

Der objektiven Beurteilung der Speisen steht die subjektive Einschätzung der Kraftfahrer gegenüber. Letztere ist in der Weise ermittelt worden, daß die Befragten aus dem vorgegebenen Katalog von zehn Speisen bis zu drei auswählen konnten, die ihrer Meinung nach als besonders kraftfahrergerecht anzusehen sind.

Um an dieser Stelle jedes Mißverständnis zu vermeiden, sei noch einmal ausdrücklich darauf hingewiesen, daß Tabelle 7 nur zehn ausgewählte Speisen, die ein breites Spektrum, das von Eignung bis Nichteignung reicht, abdecken, enthält. Sowohl die Palette der autofahrergerechten wie auch der ungeeigneten Speisen ist in der Realität um ein Vielfaches größer.

¹⁾ Vgl. I. Elmadfa + Doris Seelbach, a.a.O.

Tabelle 7: Ernährungsphysiologische und subjektive Beurteilung verschiedener Gerichte bezüglich ihrer Eignung für den Autofahrer

Gericht	Eignung aus ernährungsphysiologischer Sicht	Subj. Beurteilung ¹⁾ "besonders geeignet"
a) Omelette mit Schinken und grünem Salat	geeignet	45 %
b) Geflügelragout mit Reis und Erbsen	geeignet	44 %
c) Kabeljau mit Kartoffeln und Blattspinat	geeignet	23 %
d) Spaghetti und Tomatensauce mit Hackfleisch und Parmesan-Käse	geeignet	22 %
e) Wiener Schnitzel mit Pommes-Frites und Salat	weniger geeignet	20 %
f) Rinderbraten mit Kartoffeln und grünen Bohnen	weniger geeignet	13 %
g) gemischter Salatteller	weniger geeignet	64 %
h) Russisch Ei mit Beilage	nicht geeignet	16 %
i) Heringsfilet in Sahnesauce und Kartoffeln	nicht geeignet	11 %
l) Eisbein mit Weinsauerkraut und Purree	nicht geeignet	2 %

1) Die Spalte "Subjektive Beurteilung" weist aus, wie häufig das entsprechende Gericht als "besonders geeignet für Autofahrer" ausgewählt wurde. Da bis zu drei Gerichten ausgewählt werden konnte, addieren sich die Prozentzahlen auf über 100 %. N=1000

Tabelle 7 zeigt, daß vor allem leichte Gerichte wie Omelette, Geflügelragout, Spaghetti oder gekochter Fisch aus ernährungsphysiologischer Sicht als geeignete Autofahrerkost eingestuft werden. Allgemein formuliert lautet die Forderung der Ernährungswissenschaftler bezüglich geeigneter Kost für den Autofahrer: "Vollwertig, vielseitig, leicht verdaulich und dennoch sättigend".¹⁾ Und eben die Forderung nach Vollwertigkeit führt dazu, daß der Salatteller als "weniger geeignet" eingestuft werden muß. Ihm mangelt es am notwendigen Eiweiß, und außerdem liefert er nicht die erforderlichen Kalorien, die der Fahrer bei Erfüllung der Fahraufgabe benötigt. Daß Eisbein mit Sauerkraut nahezu als Prototyp ungeeigneter Kraftfahrerkost einzustufen ist, erweist sich als allgemein bekannt. Nur eine kleine Minderheit von 2 % stuft dieses Gericht für den Kraftfahrer als geeignet ein.

Der Vergleich zwischen objektiver Eignung und subjektiver Beurteilung, wie er in Tabelle 7 vorgenommen wird, zeigt im übrigen eine weitgehende Transparenz in der Öffentlichkeit hinsichtlich der Eignung von Speisen für den Autofahrer. Eine Ausnahme gibt es allerdings: Die Befragten überschätzen die Eignung des "gemischten Salattellers" als Autofahrergericht ganz erheblich. Der gemischte Salatteller rangiert in der subjektiven Beurteilung auf Platz 1; circa zwei von drei Befragten halten ihn als Autofahrerkost für geeignet. Ernährungsphysiologisch kann dieses Gericht jedoch aus den oben genannten Gründen nur als wenig geeignet eingestuft werden.

Bezüglich der Beurteilung der in Tabelle 7 genannten Gerichte finden sich im übrigen keinerlei Unterschiede zwischen Frauen und Männern. Auch zwischen Angehörigen unterschiedlicher Altersklassen lassen sich kaum Differenzen ausmachen.

1) Vgl. auch Christine Haase, in: ADAC-Motorwelt 4)74, S. 107

Bedeutsame Unterschiede ergeben sich jedoch in Abhängigkeit vom Bildungsniveau. So entscheiden sich diejenigen, die eine akademische Ausbildung besitzen, wesentlich häufiger als Volksschüler für autofahrergeeignete Gerichte. Gleichzeitig ist allerdings in der Gruppe der besser Ausgebildeten auch der Anteil derer, die den "gemischten Salat-teller" für besonders autofahrer geeignet halten, besonders groß. Personen mit geringerer Ausbildung sind weniger sicher bei der Auswahl der Gerichte, ein Ergebnis, das auch darin sichtbar wird, daß in dieser Gruppe der Anteil derer, die glauben, keine Auswahl treffen zu können, mit 8 % den höchsten Wert erreicht.

Während bisher ausschließlich darüber berichtet worden ist, wie die breite Öffentlichkeit bestimmte Gerichte bezüglich ihrer Eignung für den Autofahrer beurteilt, soll im folgenden gezeigt werden, wie die eigentlich betroffene Gruppe der Kraftfahrer die verschiedenen Speisen beurteilt, wobei zusätzlich zwischen LKW- und PKW-Fahrern unterschieden werden soll.

Tabelle 8: Subjektive Beurteilung verschiedener Gerichte bezüglich ihrer Eignung für den Autofahrer / PKW-Fahrer; LKW-Fahrer; Nicht-Fahrer

Gericht	PKW-Fahrer	LKW-Fahrer	Nicht-Fahrer
a) Omelette mit Schinken und grünem Salat	49 %	47 %	40 %
b) Geflügelragout mit Reis und Erbsen	50 %	52 %	38 %
c) Kabeljau mit Kartoffeln und Blattspinat	24 %	16 %	23 %
d) Spaghetti und Tomatensauce mit Hackfleisch und Parmesan-Käse	22 %	28 %	23 %
e) Wiener Schnitzel mit Pommes-Frites u. Salat	21 %	14 %	19 %
f) Rinderbraten mit Kartoffeln und grünen Bohnen	13 %	13 %	13 %
g) gemischter Salatteller	68 %	79 %	60 %
h) Russisch Ei mit Beilage	14 %	11 %	19 %
i) Heringsfilet in Sahnesauce und Kartoffeln	12 %	5 %	11 %
j) Eisbein mit Weinsauerkraut und Purree	2 %	2 %	2 %

Die Prozentzahlen weisen die Häufigkeit aus, mit der das entsprechende Gericht als geeignet ausgewählt wurde.

Es zeigt sich, daß den Kraftfahrern die Eignung von Omelette und Geflügelragout häufiger bekannt ist als den Nichtkraftfahrern. Gleichzeitig wird aus Tabelle 8 jedoch auch deutlich, daß die Überschätzung des gemischten Salattellers vor allem unter den Kraftfahrern, und dort insbesondere unter den Profis, den LKW-Fahrern, verbreitet ist.

Faßt man die Ergebnisse dieses Kapitels zusammen, so ist festzustellen, daß in der Öffentlichkeit ein weitgehend realistisches Bild darüber herrscht, welche Speisen autofahregeeignet sind und welche nicht, wobei Kraftfahrer sich als noch besser informiert erweisen als Nichtkraftfahrer. Allein der Salatteller wird in seiner Eignung ganz wesentlich überschätzt, genügt er doch nicht den Forderungen nach einer vollwertigen und vielseitigen Ernährung.

3. Welche Eßgewohnheiten haben Kraftfahrer
auf langen Fahrten?

Nachdem die vorangegangenen Kapitel gezeigt haben, daß der Einfluß des Essens auf die Leistungsfähigkeit beim Fahren bekannt ist und daß außerdem ein realitätsnahes Bild über die Eignung spezifischer Speisen existiert, soll abschließend der Frage nachgegangen werden, wie sich Fahrer und Beifahrer bei längeren Fahrten mit dem Auto tatsächlich verhalten.

Wenn an dieser Stelle von "Verhalten" gesprochen wird, so bedarf dieser Begriff im Rahmen der folgenden Ausführungen der Erläuterung. Da die Untersuchung keine Möglichkeit einer großangelegten Beobachtungsreihe bot, muß auf das Verhalten aus Antworten geschlossen werden, die im Rahmen einer Befragung erhoben worden sind. Dieses Vorgehen birgt Risiken der Verzerrung in sich, die die Ergebnisse in gewissem Umfang relativieren. Da die erfragten Sachverhalte jedoch keine minutiöse Detaillierung erfordern, kann davon ausgegangen werden, daß die Ergebnisse quantitativ richtige Dimensionen aufzeigen.

Da die untersuchte Stichprobe sowohl Personen, die häufig selber Fahrzeuge über größere Distanzen führen, als auch solche, die vorwiegend als Beifahrer längere Fahrten erleben, enthält, und gleichzeitig die Vermutung naheliegt, daß sich Fahrer und Beifahrer bezüglich des Essens auf längeren Fahrten unterschiedlich verhalten, wird in der folgenden Darstellung wiederholt zwischen beiden Gruppen differenziert. Hierbei ist zu bedenken, daß die Kategorien "Fahrer" und "Beifahrer" sehr unterschiedliche demographische Merkmale aufweisen. Bei den

als "Fahrer" klassifizierten Personen handelt es sich häufiger um Männer, gleichzeitig sind hier Personen mit besserer Ausbildung überrepräsentiert. In der Kategorie "Beifahrer" findet man überdurchschnittlich häufig Frauen und Personen mit niedrigerem Ausbildungsstand.

Die Fragestellungen, die im Rahmen dieser Untersuchung bezüglich des EBverhaltens untersucht worden sind, beziehen sich auf

- das Verhalten vor Antritt einer längeren Fahrt,
- die Essensmenge,
- die Wahl der Speisen,
- den Essenszeitpunkt
- und die Wahl des Essensorts

bei einer längeren Autofahrt.¹⁾

Zu allen fünf Punkten enthalten die folgenden Ausführungen nur Hinweise; eine erschöpfende Behandlung der Problematik ist an dieser Stelle nicht möglich.

Im Zusammenhang mit dem Verhalten vor Antritt einer längeren Fahrt ist ermittelt worden, ob sich die Befragten vor Fahrtantritt durch eine gezielte Beschränkung beim Essen auf diese Fahrt einstellen. Wie Tabelle 9 zeigt, ist dies zwar bei der Mehrzahl der Befragten nicht der Fall, aber immerhin erklären 38 %, daß sie sich entsprechend verhalten. Unterschiede zwischen Fahrern und Beifahrern sind dagegen nicht festzustellen.

1) Die operationale Vorgabe für eine "längere Fahrt" lautete in den Gesprächen: "eine Fahrt von mehr als fünf Stunden Fahrzeit"!

Tabelle 9: Vorbereitung auf eine längere Fahrt /
Fahrer - Beifahrer

	Fahrer	Beifahrer	Gesamt
"Ich habe vor der Fahrt im Hinblick auf die Reise weniger als normal gegessen".			
trifft zu	40 %	37 %	38 %
trifft nicht zu	59 %	61 %	60 %
ohne Angabe	1 %	2 %	2 %
	100 %	100 %	100 %
	N=358	N=520	N=878

Wesentlich ausgeprägter ist demgegenüber eine mengenmäßige Beschränkung des Essens während der Fahrt. Nahezu 2/3 (64 %) der befragten Fahrer und Beifahrer erklären, daß sie während ihrer letzten Fahrt weniger als normal gegessen haben.

Tabelle 10: Essensmenge während einer längeren Fahrt /
Fahrer - Beifahrer

	Fahrer	Beifahrer	Gesamt
"Ich habe während der Fahrt weniger gegessen als ich sonst esse".			
trifft zu	68 %	61 %	64 %
trifft nicht zu	31 %	37 %	34 %
ohne Angabe	1 %	2 %	2 %
	100 %	100 %	100 %
	N=358	N=520	N=878

Tabelle 10 zeigt, daß die Reduktion in der Essensmenge bei Fahrern tendenziell ein wenig häufiger anzutreffen ist als bei Beifahrern. Gleichzeitig macht dieses Ergebnis jedoch auch deutlich, daß generell bezogen auf eine Autofahrt eine Anpassung erfolgt, und diese keineswegs nur auf den Fahrer, etwa aus Sicherheitsüberlegungen, beschränkt ist. Die mengenmäßige Anpassung in Form der Reduktion in der Nahrungsaufnahme erweist sich ebenso wie die Kenntnis über die Zusammenhänge zwischen Essen und Fahren als bildungsabhängig. Je höher das Bildungsniveau, desto eher trifft man auf eine Reduzierung in der Speisenaufnahme bei längeren Fahrten.

Auch bezüglich der Auswahl der Speisen wird von den Befragten eine fahrtbezogene Anpassung berichtet. So erklären 54 %, daß sie während der letzten Fahrt zu den Mahlzeiten gezielt leichte Kost ausgewählt hätten. Wie Tabelle 11 deutlich macht, erweisen sich auch hier die Fahrer als "essensbewußter" als die Beifahrer. Auch die Wahl leichter Kost erweist sich im übrigen als bildungsabhängig: Personen mit niedrigem Ausbildungsniveau (Volksschule, keine abgeschlossene Berufsausbildung) erklären zu 36 %, eine entsprechende Auswahl getroffen zu haben. Die entsprechende Zahl liegt in der Gruppe der Abiturienten und Akademiker bei 61 %.

Tabelle 11: Speisenwahl bei einer längeren Fahrt /
Fahrer - Beifahrer

	Fahrer	Beifahrer	Gesamt
"Ich habe während der Fahrt zu den Mahlzeiten gezielt leichte Kost ausgewählt".			
trifft zu	59 %	50 %	54 %
trifft nicht zu	40 %	48 %	44 %
ohne Angabe	1 %	2 %	2 %
	100 %	100 %	100 %
	N=358	N=520	N=87

Eine Veränderung der Eßgewohnheiten ist jedoch nicht nur hinsichtlich der Menge der aufgenommenen Speisen und der Auswahl derselben feststellbar. Die bedeutendste Auswirkung des Fahrens auf das Essen besteht darin, daß sich die Essenszeitpunkte verschieben. 63 % erklären, daß sie bei der letzten längeren Fahrt nicht zu ihren normalen Zeitpunkten gegessen hätten.

Tabelle 12: Verschiebung des Essenszeitpunkts /
Fahrer - Beifahrer

	Fahrer	Beifahrer	Gesamt
"Während der Fahrt habe ich zu meinen normalen Essenszeitpunkten gegessen".			
trifft zu	40 %	34 %	36 %
trifft nicht zu	60 %	64 %	65 %
ohne Angabe	0 %	2 %	1 %
	100 %	100 %	100 %
	N=358	N=520	N=878

Gleichzeitig deuten die Zahlen der Tabelle 12 darauf hin, daß Fahrer tendenziell häufiger zu versuchen scheinen,

ihren normalen Eßrhythmus beizubehalten. Eine weitere Analyse der Daten zeigt in diesem Zusammenhang, daß jüngere Leute eine größere zeitliche Flexibilität hinsichtlich des Essenszeitpunkts zu haben scheinen, als ältere Fahrer und Beifahrer.

Der letzte Punkt, der im Rahmen der Verhaltensbeschreibung angesprochen werden soll, bezieht sich auf die Wahl des Essensorts. Hierbei soll nicht der Frage nachgegangen werden, ob die Kraftfahrer eher Raststätten, einfache Gaststätten oder Spezialitätenrestaurants aufsuchen. Es soll vielmehr ermittelt werden, wie oft sie auf das Angebot der Gastronomie verzichten und sich mit Dingen verpflegen, die sie im Auto mitführen. Überraschenderweise stellt sich heraus, daß die Mehrzahl der Befragten (55 %) diese Alternative der Selbstbeköstigung vorzieht.

Tabelle 13: Anteil der Selbstverpflegung / Fahrer - Beifahrer

	Fahrer	Beifahrer	Gesamt
"Ich habe während der Fahrt nur Dinge gegessen, die ich im Auto mitführte".			
trifft zu	54 %	55 %	55 %
trifft nicht zu	44 %	43 %	43 %
ohne Angabe	1 %	2 %	2 %
	100 %	100 %	100 %
	N"358	N=520	N=878

Dieses Verhalten, das nahezu gleich häufig bei Fahrern und Beifahrern anzutreffen ist, hängt dabei keineswegs von der finanziellen Situation der Befragten ab. Personen mit hohem Einkommen entscheiden sich ebenso häufig für diese Alternative wie solche mit geringerem Einkommen.

Faßt man die Ergebnisse dieses Kapitels zusammen, so ist festzustellen, daß das Autofahren die Eßgewohnheiten in ihrer ganzen Vielfalt beeinflusst. Es wird bei längeren Fahrten weniger und anders gegessen, gleichzeitig verschieben sich die Eßzeitpunkte.

III ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Untersuchung hat gezeigt, daß der Öffentlichkeit der Einfluß des Essens auf das Fahrverhalten im weitem Umfang transparent ist, insbesondere werden die Risiken, die durch das Essen in Form von Ermüdung und Konzentrationsschwierigkeiten als Folgen falscher Essverhaltensweisen hervorgerufen werden, gesehen.

Es bestehen außerdem weitgehend realistische Vorstellungen darüber, was unter "autofahrer geeigneten" Speisen zu verstehen ist, wobei eine gewisse Form der Fehlinformation bezüglich des Nutzens von Salaten vermutet werden kann.

Die Essgewohnheiten bei einer längeren Autofahrt unterscheiden sich von den normalen Verhaltensweisen sowohl hinsichtlich der ausgewählten Speisen, wie auch bezüglich der Essensmengen. Ferner verschieben sich die Essenszeitpunkte.

Leider ist die vorliegende Untersuchung aufgrund ihres beschränkten inhaltlichen Umfangs nicht in der Lage, die angeschnittenen Punkte auch nur annähernd erschöpfend zu behandeln. Fragen wie die nach der Art der Verpflegung während der Fahrt im Auto, nach der zeitlichen Gestaltung von Pausen, nach dem Angebot an Raststätten, sowie eine differenziertere Betrachtung der Fahrer und Beifahrer muß zukünftigen Studien vorbehalten bleiben.

Literatur:

ADAC-Mitteilungen "Mit Mohrrübe", in: ADAC-Motorwelt,
8, S.17-18, 1971

Elmadfa, I., Seelbach, D., Ernährung und Konzentrationsfähigkeit bei Autofahrern, in: Fortschritte der Medizin, 9, S.349-354, 1983

Haider, E., Rohmert, W., Beurteilung der zeitvarianten Beanspruchung des Menschen bei der Kraftfahrzeugführung in Feldstudie und Laboruntersuchungen in: Europ. J. Appl. Physiol. 38, S.133-143, 1978

Hochrein, Max, Schutzkost für Kraftfahrer, Bundesausschuß für volkswirtschaftliche Aufklärung, Schriftenreihe Verbraucherdienst, Heft 1, Köln 1961

Jason, Leonard, A., Preventing accidents: A simple but effective approach toward maintaining driving wakefulness, in: Behavior therapy, June, 8 (3) S.498-499, 1977

Kloos, G., In vielen Raststätten gibt's leichte Kost. Doch auch die liegt dem Autofahrer oft schwer im Magen. In: ADAC-Motorwelt 4/74, München 1974

Lauersen, F., Ernährung des Kraftfahrers, in: Zeitschrift für Ernährungswissenschaft, Suppl. 4, S.96-112, 1965

Lisper, Hans-Olof., Eriksson Britt, Effects of the length of a rest break and food intake on subsidiary reaction-time performance in an 8 hour driving task in: Journal of Applied Psychology, Vol. 65 (1), S.117-122, 1980

Rausch, H., Sicher fährt, wer sich sicher ernährt in: Gesundes Leben durch richtige Ernährung Bad Godesberg, S.71-75, 1974

Schuller, G. et al., Die Wirkung von Alkohol und Koffein auf den durch längere Fahrt ermüdeten Kraftfahrer. In: Beiträge zur gerichtlichen Medizin, 37, S.219-222, 1979

Wagner, H.J., Bedeutung und Gefahren von Arzneimitteln an Verkehrsarbeitsplätzen in: Arbeitsmedizin Sozialmedizin und Arbeitshygiene, 5, S.142-146, 1970

Zincke, H., Vergleichende Untersuchungen über den Einfluß der Kraftfahrzeuggeschwindigkeit auf Gasstoffwechsel und Kreislauffunktion mit und ohne Koffein, Dissertation, Frankfurt, 1967



Essen und Autofahren

**Eine Studie
über den Einfluß falscher Kost
auf das Fahrverhalten**

**im Auftrag der UNIROYAL ENGLEBERT Reifen GmbH
und AUTO ZEITUNG
von Klaus Reker, Dr. Markus Schmitt
und Christof Vieweg**



Essen
und Autofahren

Anschriften der Verfasser:

klaus Reker
Auf dem Steinchen 10
5203 Much-Marienfeld

Dr. Markus Schmitt
Oxelbeerweg 1
7812 Bad Krozingen

Christof Vieweg
Redaktion AUTO ZEITUNG
Industriestraße 16
5000 Köln 60

Meßtechnik: Albert Königshausen

Fotos: Jürgen Christ, Bernd Ebener

Grafiken: Hans Nagelschmidt

GLIEDERUNG
=====

Seite

I. PROBLEMSTELLUNG	1
1) Versuchsansatz	3
2) Theoretische Annahmen	6
- Fahrtechnische-psychologische Annahmen	7
- Ernährungswissenschaftliche Annahmen	9
3) Datenerhebung - Versuchsablauf	14
4) Versuchspersonen	21
II. VERSUCHSFAHRTEN UND ERGEBNISSE	
1) Fahrtechnische Ergebnisse der "Kölner Fahrten"	24
2) Fahrtechnische Ergebnisse der "Münchener Fahrten"	35
3) Medizinische und ernährungswissenschaftliche Ergebnisse der "Münchener Fahrten"	40
III. ZUSAMMENFASSUNG	46
IV. EMPFEHLUNGEN UND AUSBLICK	49
- Anlagen 1 - 23	
- Anhang	
- Literatur-Verzeichnis	
- Namensregister	

I. PROBLEMSTELLUNG

Bisher hat die Straßenverkehrs-Unfallforschung mögliche Einflüsse von Gewohnheiten in der persönlichen Lebensführung auf das Fahrverhalten nicht in die Forschung einbezogen. Einzige Ausnahmen sind Untersuchungen zu den Themen Alkoholgenuß und Trinkgewohnheiten ¹ und zum Problem Alkohol und Medikamente ². Bei diesen Forschungen wurde im wesentlichen versucht, einen Einstieg über die Unfälle zu finden. Daß es aber notwendig ist, nicht nur Unfallanalysen zu machen, sondern dahin zu kommen, Verhaltensänderungen festzustellen, die auf physiologisch veränderte Leistungsparameter zurückzuführen sind, soll folgende Darstellung belegen:

In der Berner "Automobil Revue" Nummer 38 vom 7. September 1978 wird in einem Artikel über "Tablettenschlucker am Steuer" berichtet. Dort heißt es, das Fahrvermögen werde eindeutig durch Schlaf-, Beruhigungs- und Weckmittel, durch Präparate gegen Heuschnupfen und Allergien, durch schmerzstillende Mittel und schließlich Rauschgifte herabgesetzt. Auf die besonders riskante Kombination von Medikamenten und Alkohol weist die Zeitung ebenfalls hin. Bezeichnend ist die Aussage, die auch heute noch auf den Beipackzetteln der Medikamente zu lesen ist:

"Die Fahrtüchtigkeit wird herabgesetzt!"

In einer derart verschwommenen Aussage ist aber eher Hilflosigkeit oder die Absicht der rechtlichen Absicherung zu erkennen, als der Wille im Sinne der Verkehrssicherheit aufklärend wirken zu wollen. Denn: Abschließend wird jenen, die auf Medikamente angewiesen sind, der Rat gegeben, sich in Zweifelsfällen an den

¹ Bundesanstalt für Straßenwesen, Forschungsprogramm 1980/81

² Bundesanstalt für Straßenwesen, Kongreßbericht 1978 der Deutschen Gesellschaft für Verkehrsmedizin, Heft 16

Arzt oder den Apotheker zu wenden. Doch hier muß die Frage erlaubt sein: Was soll der "normale" Hausarzt oder Apotheker mehr wissen, als die Hersteller der Präparate?

Die undifferenzierten Warnhinweise, um nicht zu sagen Allgemeinplätze, können möglicherweise sogar gegenteilige Wirkungen haben: Der Fahrer, der Tabletten einnehmen muß, fährt trotzdem und stellt dabei fest, daß es doch eigentlich ganz gut klappt. Er schlägt in der Zukunft die Warnhinweise folglich in den Wind. Würde der Autofahrer aber, daß durch Medikamente beispielsweise die Gefahr besteht, die Geschwindigkeit nicht mehr richtig einschätzen zu können, so könnte er in Kurven bewußter nach Tacho fahren. Die Gefahr, daß die globalen Warnungen auf den Beipackzetteln der Medikamente im Laufe der Zeit immer weniger Beachtung finden, ist nicht von der Hand zu weisen.

Aber auch weniger offenkundige Umstände können Auswirkungen auf das aktuelle Fahrverhalten ausüben. Wirkt sich zum Beispiel die Entwöhnung von Zigarettenkonsum auf das Fahrverhalten aus? Und wenn ja, wie? Oder, wirkt sich das, was im Volksmund hinter dem Sprichwort "Ein voller Magen studiert nicht gern" steht, nicht auch auf das Fahrvermögen aus?

Es ist durchaus anzunehmen, daß die Müdigkeit nach dem Essen Einfluß auf die Realisierung des Autofahrens hat. Wären die Auswirkungen des Verdauungsprozesses aber bekannt, so könnte durch entsprechende Aufklärung auf die verdauungsbedingten Änderungen im Fahrverhalten hingewiesen werden. Denn: "Bekannte Gefahren sind halbe Gefahren".

Die Intension der Aufklärung sollte dabei aber nicht sein, Ge-

wohnheiten ändern zu wollen. Es mußte vielmehr darum gehen, die Folgen der Gewohnheiten auf das Fahrverhalten aufzudecken und den Kraftfahrern hinreichend bekannt- und klarzumachen.

Mit dieser Studie wird der Einstieg versucht, Fahrverhaltensänderungen, die mit der Essen-Einnahme im Zusammenhang stehen, festzustellen, um deren Bedeutung als mögliche Unfallursache herausarbeiten zu können. Die Untersuchung wird so angelegt, daß nach der möglichen Feststellung von Änderungen des Fahrverhaltens, die Bedeutung für die Verkehrssicherheit haben, auch der Versuch unternommen werden kann, medizinische und ernährungswissenschaftliche Hintergründe einer Klärung näher zu bringen. Anhand der Ergebnisse und unter Berücksichtigung der einschlägigen Literatur sollen Hinweise für Kraftfahrer gegeben werden, wie eine optimale Ernährung bei langen Fahrten aussehen sollte.

Wir sind uns im klaren darüber, daß dieses Projekt nur ein erster Anriß des Problems "Essen und Autofahren" sein kann.

1) Versuchsansatz

Ein Versuchsaufbau hängt im wesentlichen von den Untersuchungszielen ab. Oft sind aber auch Randbedingungen relevant, die eine ideale Versuchsanordnung verhindern. Diese Einschränkungen können unter anderem finanzielle Restriktion, ungenügende apparative Ausstattung oder Zeitprobleme sein. Bei den Vorgaben durch die Auftraggeber UNIROYAL und AUTO ZEITUNG kam bei diesem Projekt nur eine Versuchsdurchführung mit Fahrproben in Frage. Es war unsere Absicht, deutlich Effekte aufzudecken. Daher mußten die Versuchs-

personen nach soziodemografischen, psychologischen und physiologischen Parametern möglichst verschiedenartig sein. Die Versuchspersonen-Auswahl, wie sie zum Beispiel WILLUMEIT¹ mit dem Test "Das Freiburger Persönlichkeitsinventar FPI" vorschlug, schied daher aus. Dieser Test führt zu einer Homogenisierung der Versuchspersonen. Es sollten aber sowohl junge Fahranfänger als auch sehr erfahrene, routinierte Fahrerinnen und Fahrer in den Fahrversuch einbezogen werden. Als Versuchsmethode entschieden wir uns für einen Vorher-Nachher-Vergleich, weil die weiteren Versuchsbedingungen auf diese Art und Weise gut kontrollierbar blieben. Das gesamte Projekt wurde in zwei Teilen abgewickelt.

Erstens: Fahrten vor dem Essen auf dem Kölner Autobahn-Ring (Anhang 1) und die Wiederholung der Fahrten nach dem Essen. Diese Fahrproben sollten nach möglichst vielen Dimensionen (Bediengrößen, Geschwindigkeiten, Spurwahl etc.) ausgewertet werden, um Änderungen entdecken zu können. Mit Hilfe von Auffälligkeiten beabsichtigen wir, Hypothesen zu formulieren, die mit einer Meßreihe überprüft werden sollten.

Zweitens: Durch den folgenden Teil des Projekts wollten wir auch Auskunft über die Auswirkungen bekommen, die im Zusammenhang mit der Dauer der Fahrzeit stehen. Die Langstrecken-Fahrten verliefen von Köln nach München. Die Fahrtstrecke betrug 602 Kilometer. Die Gegenrichtung wurde ebenfalls als Teststrecke genutzt (Anhang 2). Im Raum Frankfurt wurde jeweils zu Mittag gegessen. Bei der zweiten Projekthälfte war es Aufgabe des Mediziners, die Versuchspersonen

¹ Willumeit, H.-P.; Garavy, K.; Lemke, M.; Remus, R.; Schulze-Blank, A. - Messung von Ermüdungserscheinungen bei Kraftfahrzeug-Führern, 1977, Bericht der TU Berlin

medizinisch zu betreuen, während der Fahrt Blutproben zu entnehmen, Herzfrequenz- und Blutdruck-Messungen durchzuführen sowie psychologische Tests in den Fahrpausen den Versuchsfahrern abzuverlagern.

Es muß deutlich herausgestellt werden, daß gegen den gewählten Versuchsansatz mehrere berechtigte Einwände erhoben werden können. So zum Beispiel:

- Welche Persönlichkeits-Faktoren wirken?
- Haben bestimmte Bestandteile im Essen vielleicht unterschiedliche Wirkungen auf die einzelnen Versuchspersonen?
- Bewirkt nicht gerade vielleicht die Fahrtunterbrechung bestimmte Änderungen im Fahrverhalten?
- Wie ist der Zusammenhang zwischen Kaloriengehalt des Essens, Körpergewicht, Essenverwertung und Verhaltensänderung?

Weiteren Einfluß können Fahrerfahrung, Geschlecht, Sitzhaltung und 24-Stunden-Periodik haben. GRANDJEAN¹ hat tageszeitliche Schwankungen in der Pulsfrequenz nachgewiesen und damit unterschiedliche Leistungsbereitschaft belegt. Auswirkungen der Sitzhaltung hat SCHMITT² beschrieben. Der vorstehende Katalog stellt keineswegs eine abschließende Aufzählung dar.

Trotzdem hat aber die gewählte Versuchsanordnung ihre Berechtigung, weil sie sich stark an die Verkehrs-Realität anlehnt. Die Raststätten an den Autobahnen sind besonders in der Reisezeit jeweils zu Mittag und Abend voll besetzt, weil viele Verkehrsteil-

¹Grandjean, E. - Physiologische Arbeitsgestaltung, Leitfaden der Ergonomie. Thun und München. Ott Verlag, 1967

²Schmitt, M. - Anatomie und Physiologie der Sitzhaltung, Unveröffentlichtes Manuskript, 1983

nehmer ihre Fahrt unterbrechen, um zu essen. Die Stichproben-
größe war aufgrund finanzieller Rahmenbedingungen begrenzt. Zehn
Fahrten (zehn vor dem Essen - zehn nach dem Essen) mit ver-
schiedenen Versuchspersonen sahen wir dabei als Mindestumfang
an. Für die zweite Meßserie planten wir sechs Fahrten, um bei
einem möglichen Ausfall einer Fahrt durch technische oder
witterungsbedingte Störungen wenigstens fünf Fahrten auswerten
zu können. Dies auch, weil sonst nach DIN 1319 ¹ die Ergebnisse
mit Korrekturfaktoren versehen werden müssen.

Den Versuchspersonen wurde ein einheitliches Frühstück vorge-
schrieben, dessen Zusammenstellung nach Hinweisen des er-
nährungswissenschaftlichen Instituts der Universität Gießen
erfolgte (Anlage 1).

2) Theoretische Annahmen

Der bisher verwendete Begriff der Fahrverhaltens-Änderung be-
darf nunmehr näherer Erläuterungen: Es muß eine inhaltliche Be-
legung des Begriffsfeldes "Fahrverhalten" vorgenommen werden.
Fahrverhalten führt zu Fahrformen, die durch Beschreibungsele-
mente differenziert werden können. BERGER ² u.a. beschreiben in
ihrer Studie "Fahrformen und Erlebensentwicklung bei der Teil-
nahme am Straßenverkehr" folgende Fahrformen:

- | | |
|-------------|-------------------|
| - Autonomie | - Erproben |
| - "Thrill" | - Pilotieren |
| - Gleiten | - Kraftentfaltung |

¹ Brauch/Dreyer/Haache - Mathematik für Ingenieure, B.G. Teubner
Verlagsgesellschaft, Stuttgart 1964

² Berger, H.J.; Bliersbach G.; Dellen, R.G. - Fahrformen und Er-
lebensentwicklung, Buchreihe Band XXV der Forschungsge-
meinschaft für Straßenverkehr 1975

Diese Fahrformen sind durch relativ stabile Fahrverhaltens-Tendenzen gekennzeichnet. REKER ¹ hat in einem Experiment zwei Fahrformen gegenübergestellt - den Fahrstil des "Gleiters" und den des "Fighters" und hat mit einer kleinen Studie ² Unterschiede im Fahrverhalten nachweisen können, die als Beleg für die von BERGER u.a. beschriebenen Dimensionen des Fahrverhaltens zumindest teilweise gelten können. HAAS ³ u.a. haben mit einer Untersuchung herausarbeiten können, daß Auslebensdimensionen, die zu bestimmtem Fahrverhalten führen, von Lebensalter abhängen. So steht zum Beispiel bei jugendlichen Fahrern eine Auslebensqualität im Vordergrund, die zu ganz typischen Unfallverwicklungen führt.

Die Annahmen bei diesem Experiment sind nun, daß sich stabile Fahrtendenzen während des Verdauungsprozesses ändern, um nach Abschluß der Verdauung wieder so zu sein, wie sie vorher waren. Daher ist der Versuch als Vorher-Nachher-Vergleich vorgesehen, so daß Änderungen durch Differenzbildung deutlich werden können.

- Fahrtechnisch-psychologische Annahmen

Nach der Esseneinnahme wird der Magen- und Darmtrakt stärker durchblutet, weil die Verdauungstätigkeit beginnt. Dies hat zur Folge, daß das Gehirn mit weniger Blut versorgt wird. Die physiologische Leistungsbereitschaft nimmt ab. Die Abnahme der Leistungsbereitschaft äußert sich möglicherweise in folgenden psychologischen Kategorien, die für fahrtechnische Anforderungen

¹ Reker, K. - Streß ist teuer ! Zeitschrift "Fahrschule" 2/80

² Reker, K. - Wie fahren Schnellfahrer ? "Der Verkehrsunfall" 10/82

³ Haas, I. - Einfluß von Lebensalter u. Fahrerfahrung....

Zeitschrift f. Verkehrssicherheit Heft 3/III./76

bedeutsam sind:

- Verzögerte Wahrnehmung und Einengung der Informationsaufnahme
- Verminderung der Reaktionsschnelligkeit
- Abnahme der Flexibilität
- Änderung des unbewußten Handelns

Als Indikatoren für "verzögerte Wahrnehmung und Einengung der Informationsaufnahme" wird angenommen:

- Spurwechsel aus geringem Abstand
- Zunahme der Häufigkeit abrupter Geschwindigkeitsänderungen
- höhere Geschwindigkeiten beim Eintritt in Kurven

Für "verminderte Reaktionsschnelligkeit" gilt:

- Anstieg der Reaktionszeiten auf ein Anforderungsereignis, wie zum Beispiel Bremslichter, plötzliches Ausscheren des Vordermanns

Die "Abnahme der Flexibilität" soll nachgewiesen werden am:

- selteneren Überholen
- geringeren Orientieren nach hinten
- Sinken der Schalthäufigkeit
- Verharren auf einer Spur

Als Indiz für die "Änderung des unbewußten Handelns" soll gelten:

- Versatz im Fahrstreifen
- Änderung der Lenkradbewegungen
- Fahren mit geringeren Abständen bei höheren Geschwindigkeiten
- Wahl geringerer Abstände bei höherer Verkehrsdichte

- Änderung der Geschwindigkeiten an definierten Straßenquerschnitten oder Fahrbahnstreifen
- Änderung der Geschwindigkeiten beim Überholen
- Änderung der Geschwindigkeiten beim Spurwechsel nach links oder rechts
- Änderung der Durchschnittsgeschwindigkeiten

Die vorgenannten Beschreibungselemente der Kategorien lassen eine situative Auswertung (zum Beispiel Ausscheren des Vordermanns) und/oder Auswertung der Fahrstrategien (zum Beispiel Spur- und Geschwindigkeitswahl) zu, wie REKER¹ es beschrieben hat.

- Ernährungswissenschaftliche Annahmen

Als aktiver Fahrer oder als Beifahrer hat fast jeder schon erlebt, daß Autofahren die psycho-vegetative Lage verändern kann. Die jeweiligen Bedingungen können sich negativ auswirken, zum Beispiel in Gereiztheit, Koordinationsstörungen, somatischen Beschwerden. Im positiven Fall kann Ausgeglichenheit, Angeregtheit oder gar eine Euphorie in Form eines Geschwindigkeitsrausches entstehen. Somit wird klar, daß Autofahren besondere Reize auf unser Psycho-Vegetativum ausübt, wobei unter diesen "erschwertten Bedingungen" eine vermehrte Konzentration, Reaktion und Koordination von unserem Zentralnervensystem (ZNS) abverlangt wird. Die rein muskuläre Beanspruchung, hervorgerufen durch Bedienung der Instrumente und durch die statische Haltearbeit beim Sitzen, tritt dabei in den Hintergrund. Somit ist der Energieverbrauch bei Autofahren

¹Reker, K. - Meßtechnische und methodische Überlegungen zur Belastungs- und Beanspruchungsforschung, Zeitschrift für Verkehrssicherheit, Heft 3/III/79

auch entsprechend gering und beträgt nach HOLMANN und HETTINGER beim PKW-fahren auf der Landstraße 1,0 Kilokalorien pro Minute. Bei Fahrten im Stadtzentrum während der Hauptverkehrszeit ist der Energieverbrauch um das 3fache höher. Bei einer vergleichbar geringen körperlichen Belastung wie zum Beispiel Radfahren auf 10 kilometer pro Stunde in der Ebene ohne Gegenwind werden bereits 2,8 Kilokalorien pro Minute verbraucht.

Für das Autofahren auf Autobahnen bedeutet dies, daß zum Beispiel die verbrauchte Energie pro Stunde durch einen mittelgroßen Apfel gedeckt werden könnte. Bei dieser Art von Betrachtung wird jedoch unterschlagen, daß unser Organismus über erhebliche Energiereserven verfügt wie aus Tabelle 1 entnommen werden kann.

	Normalgewicht		
	kg	MJ	kcal
Fettgewebe	15	590	141 000
Eiweiß (vornehmlich Muskel)	6	100	24 000
Glykogen (Muskel)	0,400	2,5	600
Glykogen (Leber)	0,080	1,3	300
Glucose (extrazelluläre Flüssigkeit)	0,025	0,4	100
verfügbare Energie		694,2	166 000

Tabelle 1: Energievorräte des Menschen

Die Art der verbrannten Nährstoffe ist jedoch abhängig von Art und Dauer und Intensität der jeweiligen Belastungen und vom Ernährungszustand selbst.

Neben den energieliefernden Nährstoffen müssen aber auch Vitamine, Elektrolyte und Spurenelemente in ausreichendem Maß zugeführt werden, da diese für die Aufrechterhaltung verschiedenster Funktionen nötig sind.

Bei emotionalen Belastungen, die eine hohe Konzentration, Koordination von Bewegungsabläufen und Reaktion erfordern, wie dies beim Autofahren der Fall ist, kommt dem Blutzucker-Spiegel (Glucose) wesentliche Bedeutung zu, da Glucose die Hauptenergiequelle für das Gehirn darstellt. So benötigt der Hirnstoffwechsel zum Beispiel pro Tag 100 Gramm Glucose, was 20 Prozent der im Körper gespeicherten Glucosevorräte entspricht. Insgesamt gesehen erscheint somit Glucose in ausreichender Menge als Nährstoff für das Gehirn zur Verfügung zu stehen. Einschränkung muß jedoch bemerkt werden, daß für eine ausreichende Versorgung des Gehirns mit Glucose nur der Glucose-Spiegel im Blut entscheidend ist. Dies kann besonders eindrucksvoll verdeutlicht werden, wenn es zum Beispiel bei einem Diabetiker zur schweren Stoffwechselentgleisung, das heißt zur Hypo- (zu niedrigem), oder zur Hyperglykämie (zu hohem) Blutzucker kommt.

Die Hypoglykämie führt, wenn sie nicht rechtzeitig behandelt wird oder behandelt werden kann, zur Benommenheit, Verwirrtheit

und Bewußtlosigkeit. Dieser Zustand kann sich allmählich entwickeln und vom Betroffenen rechtzeitig an Warnzeichen erkannt werden, wie Heißhunger, Erbrechen, Schweißausbruch, Augenflimmern, Doppelsehen, Gliederzittern, Beklemmung, Abgeschlagenheit, Kopf-, Herz- und Wadenschmerzen, Antriebs- und Konzentrationsschwäche, Müdigkeit, Unlust, Launenhaftigkeit, Reizbarkeit, depressive Verstimmung, Agressivität. Es gibt aber - wenn auch seltener - Fälle, bei denen sich die Bewußtseinsveränderung so plötzlich und ohne wesentliche Vorzeichen einstellen, daß der Betroffene keine Gegenmaßnahmen mehr ergreifen kann.

Die hyperglykämische Stoffwechsellentgleisung, die bis zum Präkoma oder Koma diabeticum führen kann, geht mit vermehrter Erschöpfbarkeit, psychophysischer Verlangsamung und im späteren Stadium mit so schwerem Krankheitsgefühl einher, daß der Betroffene Zeichen einer solchen Krankheitsentwicklung kaum übersehen kann. Präkoma und Koma diabeticum spielen darum verkehrsmedizinisch im Gegensatz zur Hypoglykämie keine entscheidende Rolle ("Krankheit und Verkehr" - Gutachten des gemeinsamen Beirats für Verkehrsmedizin, 1979)

In Abhängigkeit von der Nahrungsaufnahme erfolgt die Regulation des Blutzucker-Spiegels vor allem durch das Hormon Insulin. So kommt es zum Beispiel zu deutlichem Anstieg des Serum-Insulins nach kohlenhydratreicher Kost, wie sie zum Beispiel von KEUL durch Gabe von Dextrose gezeigt wurde. Durch die spezifischen Wirkungen des Insulins erfolgt dann eine Normalisierung des Blut-

glucose-Spiegels. Von Bedeutung erscheint jedoch zu sein, daß bei Zucker-Verzehr oft eine hypoglykämische Phase eintreten kann, die durch eine überschießende Insulin-Ausschüttung bedingt ist (MAYER 1974).

Wenn man nun die Auswirkungen der Hypoglykämie - wenn auch in abgeschwächter Form - vor Augen hat, wird klar, daß vor allem die richtige Ernährung beim Autofahren durchaus von Bedeutung ist.

Von KEUL und Mitarbeitern konnte eindrucksvoll gezeigt werden, daß durch Gabe von Dextrose die Anzahl der Fahrfehler bei Untersuchungen auf einem Kraftfahrzeug-Simulator deutlich gesenkt werden konnte. Zusätzlich konnte eine tendenzielle Verbesserung der Konzentrationsfähigkeit, gemessen anhand des D2-Tests, beobachtet werden. Diese Untersuchungen auf einem Fahrsimulator über eine kurvenreiche Strecke von 110 Kilometer Länge erstreckten sich über 70 Minuten, so daß daraus nur soviel für Langzeitfahrten auf Autobahnen geschlossen werden kann, daß ein ausreichender Glucose-Spiegel im Blut von höchster Wichtigkeit für Konzentration, Reaktion und Fahrleistung ist.

Nach wie vor gibt es jedoch nur wenige Untersuchungen über die Auswirkung von Ernährung auf konzentrationale Leistungen. Dagegen sind aber insbesondere die günstigen Einflüsse von Kohlenhydraten auf muskulare Belastungen vor allem im Sport gut untersucht. (KEUL 1973, KEUL 1975, KINDERMANN 1980). Eine Untersuchung zum Thema Langzeit-Autofahren und Ernährung verdient jedoch noch er-

wähnt zu werden: WIRTH u.a. fanden 1981 bei Autobahnfahrten über 720 Kilometer Länge unter verschiedenen Ernährungsbedingungen Unterschiede beim Verhalten der Blutglucose. Es konnte gezeigt werden, daß die Blutglucose bei Aufteilung der Nahrungsaufnahme über fünf Mahlzeiten wesentlich geringeren Schwankungen unterliegt als bei der allgemein üblichen Ernährung mit drei Mahlzeiten. Gleichzeitig wurde Müdigkeit und Konzentrationsverhalten bei subjektiver Befragung der Patienten im Versuch mit fünf Mahlzeiten wesentlich positiver beurteilt. Bezüglich der Fahrleistung werden jedoch in dieser Untersuchung leider keine Angaben gemacht.

Deshalb hatte die vorliegende Untersuchung vor allem zum Ziel, Aussagen über das Verhalten der Fahrleistung in Abhängigkeit von der Ernährungssituation beim Langzeit-Autofahren aufzuzeigen. Kritisch muß hier angemerkt werden, daß aus verschiedensten Gründen, die oben näher aufgeführt sind, nur sechs Untersuchungspersonen beobachtet werden konnten. Für fahrtechnische Auswertungen standen nur die Meßdaten von fünf Fahrern und Fahrerinnen zur Verfügung, da eine Fahrt aufgrund witterungsbedingter Probleme (Schnee und Glatteis) nicht fahrtechnisch ausgewertet werden konnte.

3) Datenerhebung - Versuchsablauf

Für die Datenerhebung bei beiden Meßfahrten waren verschiedene Meßfahrzeuge erforderlich. Es war Absicht, bei der ersten Versuchsreihe möglichst viele Parameter zu messen, ohne daß sich die

Versuchspersonen allzu sehr in eine Versuchssituation hineinversetzt fühlen mußten. Darum verzichteten wir auch auf die Abnahme von physiologischen Meßgrößen vom Körper der Versuchspersonen, zumindest bei der ersten Meßreihe. Diese am Körper zu messenden Größen könnten zum Beispiel sein: EKG, EEG, galvanischer Hautwiderstand etc.

Das Fahrer-Leistungs-Meßfahrzeug der Bundesanstalt für Straßenwesen (ein VW Passat Variant) wurde gemietet, weil es die geforderten Messungen ermöglicht.



Abbildung 1: Fahrerleistungs-Meßfahrzeug der Bundesanstalt für Straßenwesen (Testfahrzeug 1)

Die einzelnen Parameter, die mit dem Fahrzeug der Bundesanstalt für Straßenwesen gemessen werden können, sind im Anhang 3 dargestellt. Die Auswertung der umfangreichen Daten erfolgte auf einem Prozessrechner-System.

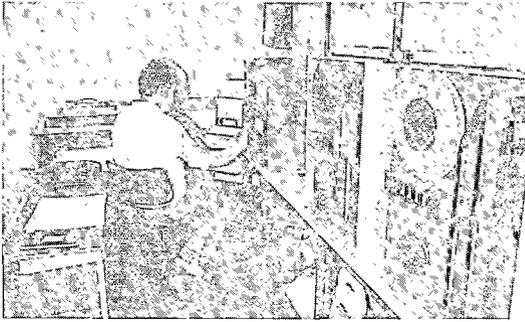


Abbildung 2: Prozessrechner-System, das zum Fahrerleistungs-
Meßfahrzeug gehört

Die mit Hilfe des Prozessrechners gewonnenen Daten mußten mit den Bild-Informationen verknüpft werden. Abbildung 3 zeigt den Meßplatz, an dem die Bildauswertungen vorgenommen wurden.

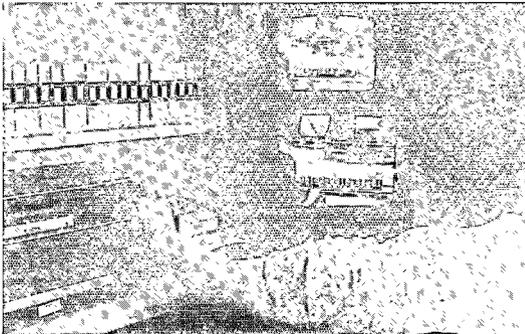


Abbildung 3: Auswertepplatz der Video-Aufzeichnungen

Durch Zuladung von Batterien, Bandgerät und Video-Anlage ist das Meßfahrzeug relativ schwer geworden, so daß sich dadurch bei höheren Geschwindigkeiten Beeinflussungen des individuellen Fahrverhaltens hätten ergeben können. Um dies auszuschließen, wurde beim Langstrecken-Test ein anderes Fahrzeug mit einer Video-Anlage sowie zusätzlichen optischen Informationsgebern aus-

ausgerüstet, so daß die notwendigen Informationen und Meßwerte von den Videobildern abgelesen werden konnten.



Abbildung 4: Testfahrzeug für die Langstrecken-Fahrt
(VW Passat Variant Turbo Diesel)

Abbildung 5 zeigt den Bildausschnitt des Verkehrsumfeldes, der bei Aufnahmen mit dem zweiten Meßfahrzeug entstand.

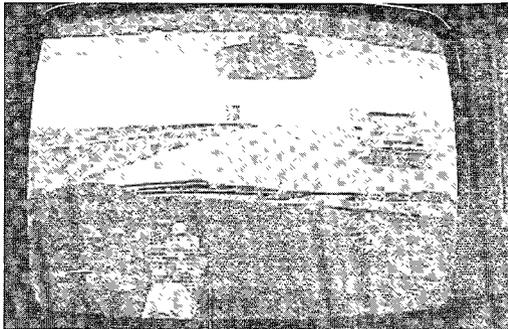


Abbildung 5: Bildausschnitt, der mit der Videoanlage im
zweiten Meßfahrzeug aufgenommen wurde

Zum Vergleich dazu wird in Abbildung 6 der Bild-Ausschnitt gezeigt, den das Fahrerleistungs-Meßfahrzeug der Bundesanstalt für Straßenwesen aufzeichnete.

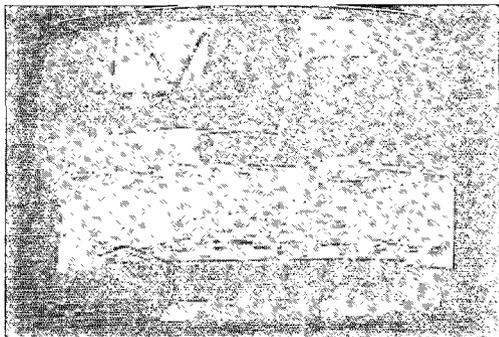


Abbildung 6: Bildausschnitt, den die Video-Anlage im Fahrerleistungs-Meßfahrzeug aufnahm

Zur Messung des Abstands und des Spur-Versatzes erfolgte eine optische Eichung der Video-Kamera. Als Entfernungs-klassifizierung kam folgende Einteilung zur Anwendung:

- 1) bis zu 3 m
- 2) bis zu 6 m
- 3) bis zu 10 m
- 4) bis zu 15 m
- 5) bis zu 21 m
- 6) bis zu 28 m
- 7) bis zu 36 m
- 8) bis zu 45 m
- 9) bis zu 55 m
- 10) bis zu 66 m
- 11) bis zu 78 m
- 12) bis zu 100 m
- 13) bis zu 200 m
- 14) bis zu 300 m

Die Breiten-Eichung erfolgte in Schritten zu 0,5 Meter jeweils vom rechten Rand des Fahrzeugs nach rechts und links.

Die erste Meßreihe wird in der folgenden Beschreibung des Versuchsablaufs "Kölner Fahrten" genannt, während der Langstrecken-Test mit "Münchener Fahrten" bezeichnet wird.

der ersten Testfahrt war der in Anlage 3 beigefügte Fragebogen auszufüllen. Während der gesamten Fahrt blieb die Meßapparatur eingeschaltet, so daß eine vollständige Auswertung vorgenommen werden konnte.

Bei den Langstrecken-Fahrten wurde dagegen keine kontinuierliche Aufzeichnung vorgenommen, da sonst eine zu große Anzahl Videokassetten angefallen wäre. Aus diesem Grund fand vorher eine Festlegung von bestimmten Meß-Abschnitten statt, an denen bei jeder Fahrt aufzuzeichnen war. Aus ökonomischen Gründen wurde jeweils eine Fahrt in Richtung München gewählt und eine weitere Messung fand auf dem Weg zurück nach Köln statt. Die Aufzeichnungen per Videoband wurden an den in dem Anhang 2 kenntlich gemachten Straßenquerschnitten begonnen. Ein Aufzeichnungs-Intervall betrug 15 bis 20 Minuten. Die Phase der Gewöhnung an das Testfahrzeug war diesmal jeweils die erste Stunde der Fahrt. Dem Meßwagen folgte ein Begleitfahrzeug, in dem die Versuchsperson mitfuhr, die auf der Rückfahrt "getestet" werden sollte. Im Meßfahrzeug selbst fuhren mit: die Testperson, der Mediziner als Beifahrer und ein Meßtechniker zur Bedienung des Videosystems. Der Techniker hatte diesmal auch die Aufgabe der Streckeneinweisung.

4; Versuchspersonen

Bei den Kölner Fahrten waren die Testpersonen zum Zeitpunkt der Messungen im Mittel genau 29 Jahre alt. Als durchschnitt-

liche Fahrpraxis ergab sich ein Wert von 14 Jahren. In der Anlage 4 sind die individuellen Daten der Versuchsfahrer und - fahrerinnen zusammengestellt.

Das Durchschnittsalter der Versuchspersonen beim Langstrecken-Test betrug 34 Jahre. Die Fahrerfahrung der Probanden lag im Mittel bei 15,5 Jahren. Die einzelnen individuellen Daten können Anlage 5 entnommen werden.

Bei der Auswahl der Versuchspersonen wurden bewußt Autofahrer beiderlei Geschlechts, verschiedenen Alters und unterschiedlicher Körper- und Gewichtsgrößen ausgewählt. Dies geschah, um den Pilotcharakter der Untersuchung zu unterstreichen. Es wurden drei Männer und drei Frauen bei den Münchener Fahrten medizinisch betreut und untersucht. Die Daten zu Alter, Größe und Gewicht sind in Tabelle 2 wiedergegeben:

	Alter	Größe	Gewicht
VP 1	20 J.	179 cm	64,2 kg
VP 2	33 J.	164 cm	70,0 kg
VP 3	34 J.	180 cm	75,6 kg
VP 4	36 J.	174 cm	121,1 kg
VP 5	47 J.	178 cm	100,4 kg
VP 6 ¹	26 J.	166 cm	70,0 kg

Tabelle 2: Persönliche Daten der Versuchspersonen während der Münchener Fahrten

¹VP 6 konnte fahrtechnisch nicht ausgewertet werden.

Jede Versuchsperson wurde bezüglich Fahrpraxis und Krankheitsgeschichte befragt. Dadurch konnten akute und chronische Krankheiten ausgeschlossen werden. Außerdem wurden die Testfahrer über den Sinn und Ablauf der Untersuchung aufgeklärt und gaben ihr schriftliches Einverständnis zur freiwilligen Teilnahme und zur Publikation der erhobenen Daten.

II. VERSUCHSFAHRTEN UND ERGEBNISSE

1) Fahrtechnische Ergebnisse der "Kölner Fahrten"

Die erste Testserie fand im Mai 1982 auf dem Autobahnring rund um Köln statt. Die Wetterverhältnisse waren vergleichbar, so daß eine Betrachtung zwischen den einzelnen Versuchspersonen (interindividueller Vergleich) von den äußeren Bedingungen her zulässig wäre. Durch einen technischen Defekt am Fahrzeug der Bundesanstalt für Straßenwesen konnte eine Meßtag leider nicht ausgewertet werden.

Die Länge der Teststrecke betrug exakt 49,2 Kilometer. Für die Auswertung wurde eine Einteilung in drei Teilbereiche vorgenommen:

- Kreuzungsbereich mit anschließender Baustelle (Autobahn-Dreieck Köln-Heumar)
- zweispurige Teilstücke
- drei spurige Teilstücke

Streckenabschnitte, die nicht in die Auswertung einbezogen wurden, entstanden durch:

- Bandwechsel
- Stau (Geschwindigkeiten unter 40 km/h konnten nicht berücksichtigt werden)
- sonstige Störungen

- Streckeneinteilung

Die Versuchsstrecke wurde im einzelnen in folgende Bereiche ein-

geteilt:

von 0,4 bis 1,6 km	Kreuzungsbereich
von 1,7 bis 7,6 km	zweispuriges Teilstück
von 7,7 bis 9,6 km	Kreuzungsbereich
von 9,7 bis 21,2 km	dreispuriges Teilstück
von 21,3 bis 22,8 km	Kreuzungsbereich
von 22,9 bis 40,2 km	zweispuriges Teilstück
von 40,3 bis 44,0 km	Kreuzungsbereich
von 44,1 bis 49,2 km	zweispuriges Teilstück
von 49,3 bis 49,6 km	Kreuzungsbereich

- Fahrzeugdichte

HOEFS ¹ hat nachweisen können, daß die Fahrzeugdichten Einfluß auf die Wahl der Geschwindigkeiten ausüben. Zur Beschreibung dieser Zusammenhänge hat er hyperbolische Funktionen angenommen. Hoefs führt aus, daß schon geringe Verkehrsdichten Einfluß auf die Geschwindigkeitswahl eines Autofahrers haben. Er stellte dieses Ergebnis mit lokalen Geschwindigkeits-Messungen fest, so daß es unser Betreiben war, bei den ersten Testfahrten eine möglichst annähernd gleiche Verkehrsdichte vorzufinden. Aus diesem Grund wurden die Testfahrten vormittags zwischen 10 und 12 Uhr und nachmittags zwischen 13⁴⁵ und 15⁵⁰ Uhr durchgeführt. Als aktuelle Verkehrsdichte wurde die Anzahl der Fahrzeuge bis zu 300 Meter vor dem Versuchswagen definiert. Die Ermittlung des Fahrzeugaufkommens erfolgte alle 200 Meter, in dem das Videoband regelmäßig alle 200 Meter gestoppt und die Anzahl der Autos vor dem Meßfahrzeug ermittelt wurde.

¹ Hoefs, D.H. - Untersuchung des Fahrverhaltens in Fahrzeugkolonnen, Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 140, 1972

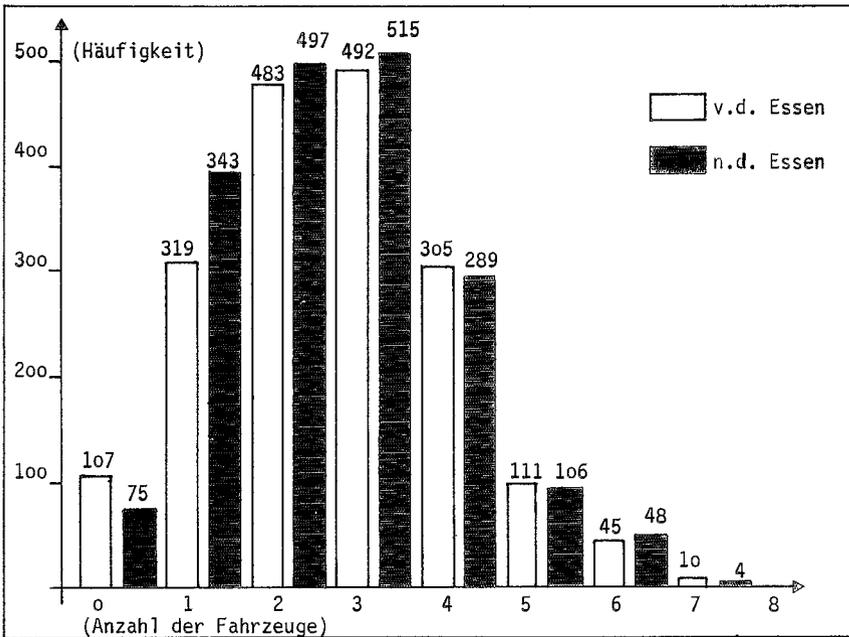


Abbildung 8: Darstellung der Fahrzeugdichte während der Kölner Testfahrten

Die mittlere Verkehrsdichte vor dem Mittagessen betrug

$$\bar{x} = 2,62 \text{ Fahrzeuge}$$

Nach dem Essen war der Mittelwert nur unbedeutend niedriger:

$$\bar{x} = 2,60 \text{ Fahrzeuge}$$

Es besteht also kein statistischer Unterschied.

Dieses Ergebnis ist umso erfreulicher, da durch die Verkehrsdichte als Einflußgröße beim ersten Teil der Untersuchung weniger ins Gewicht fällt. Allerdings können situative Konstellationen mit dieser Feststellung nicht abgedeckt werden, denn bei der Angabe der Verkehrsdichte handelt es sich ja um Durchschnittswerte.

- Auswerte-Umfang

In der Tabelle der Anlage 7 ist der Umfang der fahrtechnischen Auswertung dargestellt. Die einzelnen Variablenwerte wurden dabei gemäß der Daten der Versuchspersonen intraindividuell ermittelt. Die in der vorliegenden Untersuchung angewandten statistischen Prüfverfahren sind in Anlage 6 zusammengestellt.

- Geschwindigkeiten

Die nachstehende Tabelle zeigt die von Versuchspersonen gewählten Geschwindigkeiten vor und nach dem Essen.

Geschwindigkeiten (km/h)	Vor d. Essen	Nach d. Essen
Durchschnittsgeschwindigkeit	91,4	92,3
Geschw. auf 3spurigem Teil	98,4	98,8
Geschw. auf 2spurigem Teil	98,7	99,3
Geschw. in Knotenpunkten	71,6	68,7
Geschw. beim Spurwechsel	90,9	91,7
Geschw. beim Überholen	99,4	100,6
Geschw. bei Abständen		
10 bis 15 Meter	87,0	82,9
78 bis 200 Meter	95,7	97,9

Tabelle 3: Zusammenstellung der Geschwindigkeiten

Diese Ergebnisse zeigen zunächst keine deutlichen Unterschiede und überraschen, weil die Geschwindigkeiten relativ niedrig sind. Die Erklärung dafür ist in der relativ gleichmäßig hohen Verkehrsdichte zu sehen. Um die innere Struktur der Geschwindigkeits-

Wahl vor und nach dem Essen aufdecken zu können, wurden sogenannte "multiple Vergleiche abhängiger Stichproben nach WILCOXON und Wilcox["] angestellt. Diese Berechnungen sind in den Anlagen 8 bis 13 ausführlich dargestellt.

Der dabei vorgenommene Analyse-Schritt läßt die Aussage zu, daß eine Strukturveränderung innerhalb der Geschwindigkeits-Wahl stattgefunden hat. Durchschnittstempo und Geschwindigkeit beim Überholen unterscheiden sich nicht mehr signifikant. Demgegenüber ist die Geschwindigkeit bei geringen Abständen (10 bis 15 Meter) jetzt signifikant niedriger als bei höherem Abstand. Dieses Resultat ist an sich auf den ersten Blick der Verkehrssicherheit dienlich.

- Variabilität der Geschwindigkeiten

Die Variabilität der Geschwindigkeiten ist allerdings nach dem Essen bei kurzen Abständen bedeutsam höher. Dies ergab die statistische Prüfung, die Anlage 14 entnommen werden kann. Dieses Ergebnis bedeutet, daß die Versuchspersonen nach dem Mittagessen in puncto Geschwindigkeits-Verhalten weitaus ungleichmäßiger waren als vor dem Essen.

- Abstandswahl

In der Tabelle 4 ist das Abstandsverhalten der Versuchsfahrer jeweils vor und nach dem Essen wiedergegeben. Der durchschnittliche Abstand zu vorausfahrenden Autos ist nach der Esseneinnahme signifikant größer, die zunehmende Variabilität der Realisierung des Autofahrens zeigt sich auch hier deutlich.

	Vor d. Essen	Nach d. Essen	Differenz	Ränge
VP 1	78,1 m	99,0 m	20,9 m	6
VP 2	80,1 m	89,5 m	9,4 m	4
VP 3	76,1 m	69,0 m	-7,6 m	-2
VP 4	88,0 m	96,1 m	8,1 m	3
VP 5	76,3 m	79,9 m	3,6 m	1
VP 6	72,3 m	106,3 m	34,0 m	8
VP 7	97,0 m	111,0 m	14,0 m	5
VP 8	76,7 m	109,6 m	32,9 m	7
\bar{x}	80,6 m	95,1 m		T=2
s.	8,0 m	14,9 m		

Tabelle 4: Zusammenstellung durchschnittlicher Abstandswerte
Da $T < 4$ liegt ein gesicherter Unterschied vor

Das insgesamt ungleichmäßigere Fahrverhalten nach dem Essen wird ebenfalls bei den Abständen zum Zeitpunkt des Spurwechslens nach links deutlich. Vor dem Essen betrug hier die durchschnittliche Distanz zum Vordermann 31 Meter, während sich nach dem Essen ein Mittelwert von 33 Metern ergab. Die Streuung ist ein weiterer Beleg dafür, daß die Abstandswahl ungleichmäßiger war. (siehe Anlage 7)

- Spurwahl und Fahranteile ohne Wechsel

Der zweispurige Teil der Kölner Versuchsstrecke war insgesamt 28,3 Kilometer lang, während die dreispurigen Teilstücke eine Gesamtlänge von 11,5 Kilometern hatten. Die Versuchsergebnisse zeigen, daß nach dem Essen auf zweispurigen Teilstücken häufiger rechts gefahren wird als vor der Essen-Einnahme: Der Fahranteil stieg hier von 21 auf über 25 Prozent .

Eine solche Änderung war auf den dreispurigen Autobahn-Teilstücken hingegen nicht feststellbar. Unterschiede stellten sich allerdings in der Länge der Fahranteile ohne Spurwechsel ein: Nach dem Essen führen die Versuchspersonen im Durchschnitt über eine Strecke von 1271 Metern ununterbrochen auf ein und derselben Fahrspur, während der Testwert vor dem Essen nur bei 1021 Metern lag (Anlage 15).

Das verstärkte Bevorzugen der rechten Fahrspur und die deutliche Tendenz, nach der Essen-Einnahme länger auf dieser Spur zu bleiben, sind weitere Anzeichen dafür, daß nachmittags insgesamt weniger aktiv gefahren wurde. Diese Erkenntnis bestätigen auch die Daten für das sogenannte "aktive" und "passive" Überholen.

	selbst überholen	überholt werden	Summe
Vor dem Essen	818	250	1068
Nach dem Essen	719	308	1026
Summe	1536	558	2094

Tabelle 5: Darstellung des Überholverhaltens

Die Zahlen machen deutlich, daß die Versuchspersonen nach dem Mittagessen bei konstanter Verkehrsdichte weniger Überholmanöver vorgenommen haben als vor dem Essen. Demzufolge stieg die Zahl der Autos, die das Versuchsfahrzeug überholt haben, nach dem Essen um 58 an. Bei dieser Berechnung kann ebenfalls von einem gesicherten Unterschied im Fahrverhalten ausgegangen werden, was als weiteres Indiz für die Abnahme der Flexibilität gilt.

- Lenkradbewegungen

Mit Hilfe des Fahrerleistungs-Meßfahrzeugs der Bundesanstalt für Straßenwesen war es möglich, auch Unterschiede im Lenk-Verhalten der Testfahrer festzustellen. Die Auflösung für diese Messung be-

trägt 0,7 Grad. Nach der Auswertung der aufgezeichneten Daten waren Änderungen in der Lenkrad-Feinregulierung deutlich erkennbar. So beträgt der Mittelwert dafür vor dem Essen 1,53 Grad - nach dem Essen aber nur noch 1,39 Grad (Anlage 16). Die unbewußten Lenk-Bewegungen beim Geradeausfahren waren also nach dem Essen nicht mehr so heftig.

- Fahrzeugdichte und Abstand

Unsere Erhebungen bei den Kölner Testfahrten ergaben, daß das Abstandsverhalten der Versuchspersonen vor dem Essen nicht von der Anzahl der Fahrzeuge vor dem Testfahrzeug abhing.

Nach der Essen-Einnahme konnte hingegen deutlich ein anderes Verhalten festgestellt werden, das in Tabelle 6 aufgezeigt wird.

Fahrzeugdichte	2,3	2,3	2,3	2,6	2,6	2,7	2,7	3,7
Abstand	111	109	89,5	106	99	96,1	79,8	69
Kendall-sche Tau-Korrelation:								
Fahrzeugdichte	2	2	2	4,5	4,5	6,5	6,5	8
Abstand	8	7	3	6	5	4	2	1

Durch Prüfverfahren wurde ein Tau-Wert von $-0,887^1$ ermittelt

Tabelle 6: Test des Zusammenhangs Fahrzeuganzahl-Abstand nach dem Essen

Die als statistischer Begriff bekannte Prüfgröße alpha von 0,0028 ist hier entschieden kleiner als 0,05, so daß bei $\text{Tau} = -0,887$ von einer hohen negativen Korrelation ausgegangen werden kann. Dies fiel vor dem Mittagessen nicht auf.

¹Verbundwerte wurden beim Berechnungsverfahren berücksichtigt

Das Versuchsergebnis bestätigt die als theoretische Annahme geäußerte Vermutung, daß sich nach dem Essen eine Änderung im unbewußten Handeln der Versuchsfahrer bemerkbar macht. Unbewußt nämlich ließen sich die Fahrer und Fahrerinnen von der Anzahl der Autos vor dem Versuchswagen in ihrer Abstandswahl beeinflussen und verringerten die Distanz zu vorausfahrenden Wagen nach dem Essen spürbar.

Um diesen Zusammenhang quantitativ mit Zahlen durch eine mathematische Funktion beschreiben zu können, müssen folgende Überlegungen angestellt werden: Ist auf Fahrstreifen kein anderer Wagen vorhanden, würde der Abstandswert theoretisch unendlich groß werden. Der Gegensatz zu diesem ersten Extrem ergibt sich aus der weiteren - nur theoretisch möglichen - Überlegung, wonach die Wagen Stoßstange an Stoßstange hintereinander fahren würden. In diesem Fall könnten rechnerisch gesehen auf einer Distanz von 200 Metern (Auswerte-Abstand) so viele Fahrzeuge vor dem Testwagen fahren, wie der Länge nach in den 200-Meter-Abschnitt hineinpassen. Bei diesen theoretischen Annahmen könnte der Zusammenhang Abstand-Fahrzeugdichte mit einer exponentiellen Funktion beschrieben werden. In der Realität jedoch besteht der Verkehrsraum meist mehr als nur einem Fahrstreifen. Daher ist nicht auszuschließen, daß auch Einfluß von den Autofahrern auf den Nachbar-Fahrspuren ausgeht. So könnte beispielsweise ein vorausfahrendes Fahrzeug auf die eigene Fahrspur wechseln oder es könnten unter Berücksichtigung der Nachbar-Fahrstreifen noch weitaus mehr Wagen vor dem Versuchauto gefahren sein. Da die in der realen Versuchssituation aufgetretenen Mittelwerte der Verkehrsdichten pro Testfahrer zwischen 1 und 4 Fahrzeugen lagen,

schien uns die numerische Beschreibung des Zusammenhangs mit einer exponentiellen Funktion zumindest für diesen Teilbereich zulässig zu sein.

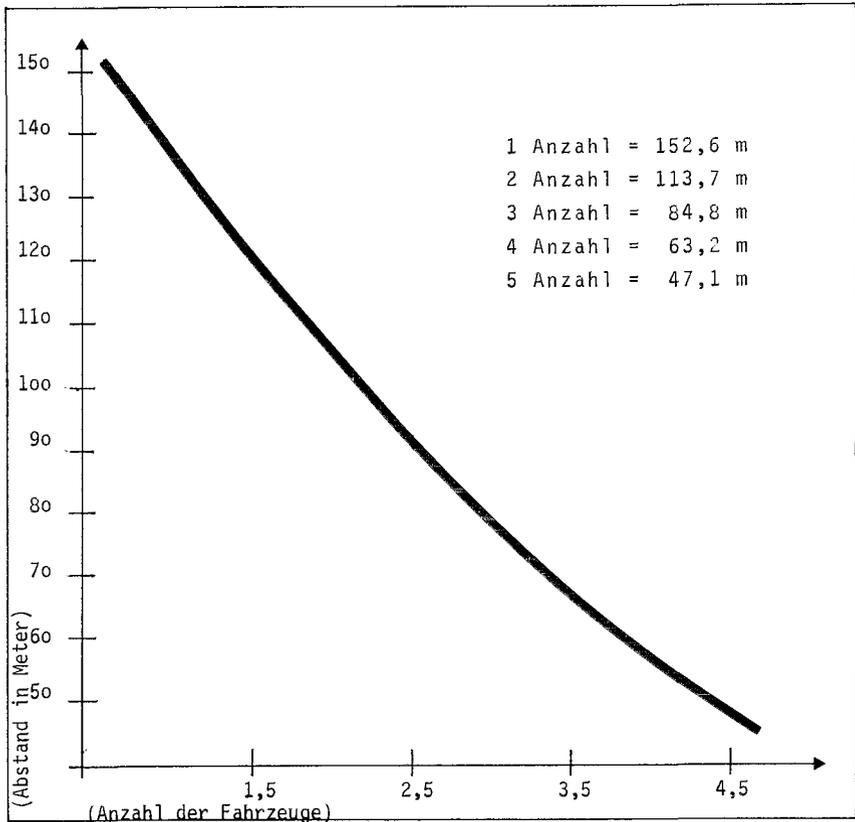


Abbildung 9: Abhängigkeit zwischen Abstand und Fahrzeugdichte bei den Kölner Fahrten nach dem Essen

In der Formel $y = b e^{mx}$ ergaben sich für b , m und r folgende Werte: $b = 204,8$ $m = -0,294$ $r = -0,81$

Die Prüfung des Korrelations-Faktors r auf Signifikanz ergab:

$$t = \frac{\sqrt{2 \cdot r^2}}{1 - r^2} = \frac{\sqrt{6 \cdot 0,81^2}}{1 - 0,81^2} = 3,41$$

Die Prüfgröße t für einen einseitigen Test bei 95 Prozent Sicherheitswahrscheinlichkeit bei 6 Freiheitsgraden beträgt 1,94. Die ermittelte Testgröße 3,41 ist jedoch entschieden größer als der Prüfwert, so daß von einer gesicherten Korrelation ausgegangen werden kann. Die Feststellung, daß sich nach der Essen-Einnahme der Abstand bei hoher Fahrzeugdichte verringert findet also Bestätigung.

Wurde damit ein Grund für Auffahrunfälle entdeckt ? Tatsächlich kann der deutlich festgestellte Sachverhalt eine mögliche Erklärung für eine Teil der Auffahr-Kollisionen bei Kolonnenfahrten sein. Die Auswertungen haben klare Belege für Änderungen

- in der verzögerten Wahrnehmung und Einengung der Informationsaufnahme
- in der Flexibilität (Verringerung)
- im unbewußten Handeln

erbracht. Leider sind keine Situationen aufgetreten, die dem Bereich verminderte Reaktionsschnelligkeit zugeordnet werden können. Es läßt sich also zusammenfassend feststellen, daß sich die Fahrweise auf verschiedene Art ändert. So wird weniger aktiv, ungleichmäßiger, unangepaßter und riskanter gefahren. Außerdem besteht eine deutliche Tendenz, sich im Fahrstil leicht vom Verkehrsumfeld beeinflussen zu lassen. Das bevorzugte Benutzen der rechten Fahrspur kann als Absicherungs-Verhalten angesehen werden, denn bei dreispurig ausgebauten Teilstücken darf erwartet werden, daß aus gleichem Grund nach dem Essen die mittlere Spur bevorzugt befahren wird.

2) Fahrtechnische Ergebnisse der "Munchener Fahrten"

Die Meßfahrten im Rahmen des Langstrecken-Versuchs fanden an den Wochenenden des Januar und Februar 1983 statt. Bei allen Fahrten stand als Versuchsfahrzeug der bereits beschriebene VW Passat Variant Turbo Diesel zur Verfügung, dessen Innenraum-Ausstattung mit einer Video-Anlage Abbildung 10 zeigt.

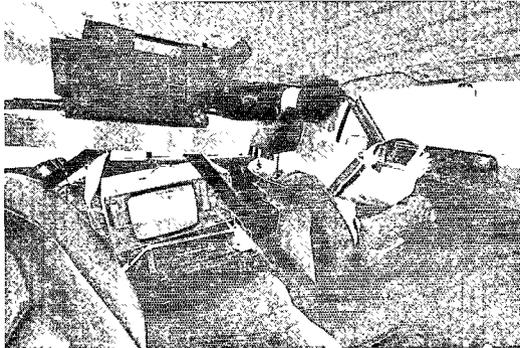


Abbildung 10: Innenraum des zweiten Versuchswagens mit der im Fond installierten Video-Anlage

Die Wetterverhältnisse waren bei den Langzeit-Fahrten nicht vergleichbar. Daher können Meßwerte zwischen den Versuchspersonen nicht miteinander (interindividuell) verglichen werden. Eine der Testfahrten konnte aufgrund stark unterschiedlicher Straßen- und Witterungsverhältnisse fahrtechnisch nicht ausgewertet werden. Bei dieser Fahrt wurde allerdings auf die Erhebung medizinischer Daten nicht verzichtet.

Basierend auf den Ergebnissen der "Kölner Fahrten" sollten beim Langstrecken-Test vor allem folgende Hypothesen überprüft werden:

- Das Abstandsverhalten hängt nach dem Essen wesentlich von der Fahrzeugdichte ab.
- Die Geschwindigkeit auf der rechten Spur ist nach dem Essen ungleichmäßiger

- Es besteht die Tendenz, verstärkt nach dem Essen auf der mittleren Spur zu fahren.
- Das Abstandsverhalten ändert sich.
- Der Abstand vor dem Spurwechsel nach links verändert sich.
- Das Durchschnitts-Tempo verringert sich gegen Fahrtende, so wie dies von TRÄNKLE ¹ beschrieben wurde.

In Anlage 17 ist der gesamte Auswerte-Umfang der Langstrecken-Fahrten abgebildet. Die Auswertung der Video-Aufzeichnungen erfolgte dabei allerdings nicht wie bei den Kölner Fahrten in Etappen zu jeweils 200 Metern, sondern in Intervallen zu je zehn Sekunden. Der erste Analyseschritt war auch hier zunächst die personenbezogene Daten-Aggregation. Die Einzelwerte sind in den Anlagen 18 zusammengestellt.

Hypothese 1 - Das Abstandsverhalten hängt nach dem Essen wesentlich von der Fahrzeugdichte ab. Vorab muß hier bemerkt werden, daß sowohl vor dem Essen als auch gegen Ende der Fahrten keine Beziehung zwischen Fahrzeugdichte und Abstand festzustellen war. Nach der Essen-Einnahme ergab sich jedoch folgendes Ergebnis der Korrelationsrechnung:

Fahrzeugdichte	2,0	3,0	3,1	4,0	4,1
Abstand	101	87	81	82	62

¹Tränkle, U. - Ermüdung und Monotonie bei Autofahrten, Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 26 (1980) 4

Die Kendall'sche Tau-Korrelation ergibt diesmal:

Fahrzeugdichte	2,0	3,0	3,1	4,0	4,1
Abstand	101	87	81	82	62

Tabelle 7: Test des Zusammenhangs Fahrzeuganzahl-Abstand nach dem Essen

$$\text{Tau} = \frac{s}{\frac{1}{2} N (N-1)} = \frac{-8}{0,5 \cdot 5 \cdot 4} = \frac{-8}{10}$$

$$\text{Tau} = -0,8$$

Die bekannte Prüfgröße $\alpha=0,042$ ist kleiner als $0,05$, daher kann von einer negativen korrelativen Beziehung gesprochen werden. In Abbildung 11 ist der Zusammenhang grafisch dargestellt.

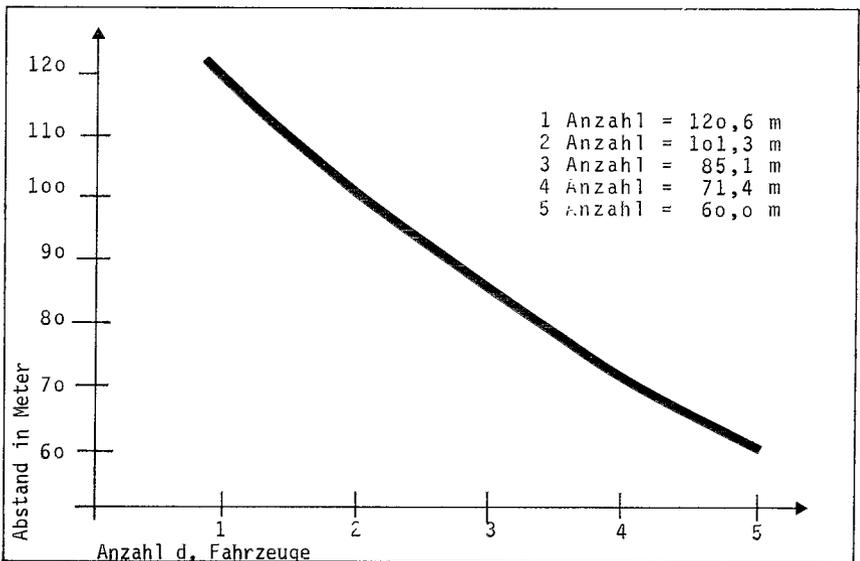


Abbildung 11: Zusammenhang Fahrzeugdichte-Abstand bei den Langstrecken-Fahrten

Für die Formel $y = b e^{mx}$ haben sich folgende Werte ergeben:

$$b = 143,6 \quad m = -0,174 \quad r = -0,84$$

Die Prüfung des Korrelationsfaktors r auf Signifikanz ergab:

$$\hat{t} = \sqrt{\frac{3 \cdot r^2}{1 - r^2}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 0,84^2}{1 - 0,84^2}} = 2,68$$

Die Prüfgröße t für einen einseitigen Test bei 95 Prozent Sicherheitswahrscheinlichkeit bei drei Freiheitsgraden beträgt 2,35. Die Testgröße übersteigt den Wert der Prüfgröße, so daß eine gesicherte Korrelation angenommen werden kann.

Hypothese 2 - Die Geschwindigkeit auf der rechten Spur ist nach dem Essen ungleichmäßiger als vorher. Zur Klärung dieser Annahme haben wir nach Vorlage der Meß-Ergebnisse folgende Berechnung angestellt:

$$\text{Vor dem Essen: } s_v^2 = 16 \quad \text{Nach dem Essen: } s_n^2 = 462,25$$

$$\hat{t} = \frac{\sqrt{n-1} (s_v^2 - s_n^2)}{2 \sqrt{s_n^2 \cdot s_v^2}}$$

$$\hat{t} = \frac{\sqrt{4} (462,25 - 16)}{2 \sqrt{446,25}}$$

$$\hat{t} = 10,56 \quad \hat{t}_{\text{test}} = 10,56 > t_{(95,4)} = 2,78$$

Nach Zusammenstellung der Daten zeigt sich, daß nach dem Essen bei Geschwindigkeiten auf dem rechten Fahrstreifen erhebliche Unterschiede bestehen. Es liegt hier kein gleichmäßiger Fahrstil vor.

Hypothese 3 - Es besteht die Tendenz, verstärkt nach dem Essen auf der mittleren Spur zu fahren. Aus der Tabelle in Anhang 17 ist ersichtlich, daß beim Langzeit-Test vor dem Essen auf dreispurigen Autobahn-Teilstücken zu 50,9 Prozent auf der mittleren Fahrspur gefahren wurde. Nach dem Essen stieg der Wert dann auf immerhin 68,5 Prozent an und verringerte sich gegen Ende des Tests wieder auf 53,3 Prozent. Die Tendenz, daß die Fahrer nach dem Essen vornehmlich die mittlere Spur wählten ist danach überaus deutlich erkennbar.

Hypothese 4 - Das Abstandsverhalten ändert sich. Die mittlere Distanz zu vorausfahrenden Autos betrug vor dem Essen rund 95 Meter. Nach Essen verringerte sich der Wert auf zirka 83 Meter und bei Fahrtende wurden im Durchschnitt 99 Meter Abstand gemessen. Von den fünf fahrtechnisch getesteten Versuchspersonen hielten vier nach dem Essen einen geringeren Abstand ein. Bei einer Person war dies nicht der Fall, weshalb sich hier kein signifikantes Ergebnis ergibt. Das bereits zuvor beobachtete ungleichmäßige Fahrverhalten ist jedoch auch hier erkennbar.

Hypothese 5 - Der Abstand vor dem Spurwechsel nach links verändert sich. Der Abstand, der aus dem Spurwechsel vorgenommen wurde, zeigt dieselbe Tendenz wie bei der Abstandswahl während der gesamten Testfahrt: Vor dem Essen wurden fast 54 Meter, nach dem Essen genau 43 Meter und bei Fahrtende rund 53 Meter gemessen.

sen. Das Ergebnis ist allerdings im Sinne der Statistik nicht signifikant, obgleich sich die Hypothese tendentiell durchaus bestätigt.

Hypothese 6 - Das Durchschnitts-Tempo verringert sich gegen Fahrtende. Vor dem Mittagessen betrug die Geschwindigkeit im Mittel 137,8 km/h. Bei Fahrtende lag der Wert bei 131,4 km/h. Auch bei diesem Testabschnitt zeigte sich, daß vier Versuchspersonen gegen Ende der Fahrt langsamer fuhren, während es bei einem Testfahrer umgekehrt war. Trotzdem entsteht durch Blick auf Anlage 17 der Eindruck, daß nach dem Essen in puncto Geschwindigkeit ungleichmäßiger, unangepaßter, risikoreicher und vor allem von der Verkehrsdichte abhängiger gefahren wurde.

3) Medizinische und ernährungswissenschaftliche Ergebnisse der "Münchener Fahrten"

- Herzfrequenz

Das Speichergerät registrierte vor Beginn des Fahrversuchs bei den Testpersonen im Durchschnitt eine Herzfrequenz von 84 Schlägen pro Minute. Bei der Blutentnahme kam es zu einem Anstieg auf 105/min. Dieser Wert wurde auch bei Auffahrt auf die Autobahn ermittelt. Während der Fahrt lag die Herzfrequenz dann vor dem Essen bei durchschnittlich 93/min. Bei der Essen-Einnahme war ein leichter Rückgang auf 89/min. feststellbar, wogegen die Herzfrequenz nach dem Essen mit 95/min. geringfügig höher lag. In der Erholungsphase kam es dann zu einem Abfall der Werte auf 85 Schläge pro Minute. Der graphische Verlauf der Testwerte für die Herzfrequenz ist in Abbildung 12 dargestellt, während die jeweiligen Einzeldaten in Anlage 19 tabellarisch zusammengestellt sind.

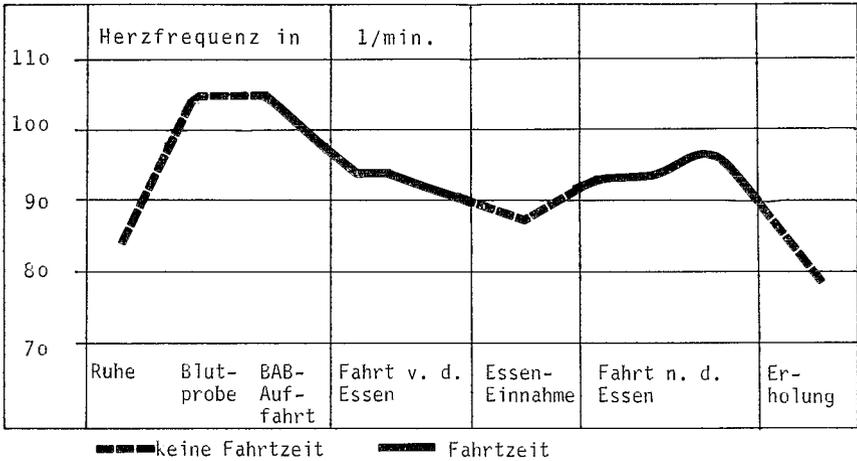


Abbildung 12: Herzfrequenz-Mittelwerte beim Langstrecken-Test

Die nachstehende Abbildung zeigt den Verlauf zweier Herzfrequenzkurven in der Zeit zwischen 11 und 13 Uhr. Oben die Kurve einer männlichen Versuchsperson, unten ein weiblicher Proband.

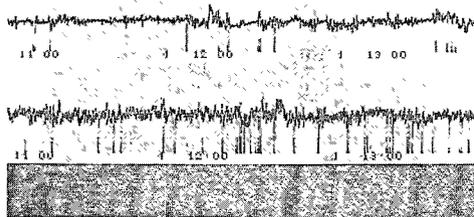


Abbildung 12a: Herzfrequenz-kurven zweier Testpersonen

- Blutdruckverhalten

Wesentliche Blutdruck-Änderungen waren - auch in Einzelfällen - während der Versuchsfahrt nicht feststellbar. Vor der Untersuchung lag der Blutdruck mit 137/87 mm Hg in einem ähnlichen Bereich wie nach dem Essen. Bei der Autobahn-Fahrt wurden die

Werte 129/90 bzw. 129/82 mm Hg gemessen. Abbildung 13 zeigt die Blutdruck-Messung bei einer Testperson vor Beginn der Fahrversuche.



Abbildung 13: Blutdruck-Messung vor Fahrtantritt

Die Einzeldaten zum Blutdruck-Verhalten der Testfahrer sind ausführlich in Anlage 20 dargestellt.

- Milchsäure-Spiegel und Blutzucker-Spiegel

Die Milchsäure-Konzentration (Lactat) betrug im Ruhezustand 1,47 mmol/l. Wesentliche Änderungen des Lactat-Spiegels wurden nicht beobachtet (Anlage 21)

Der Blutzucker-Spiegel (Glucose) betrug ca. eine Stunde nach dem Frühstück im Mittel 86 mg % und wurde durch die Fahrt vor dem Essen nicht wesentlich beeinflusst. Eine halbe Stunde nach der Essen-Einnahme kam es zu einem Anstieg der Blut-Glucose auf 112 mg %. Dieser Wert verringerte sich während der Fahrt nach dem Essen dann wieder auf durchschnittlich 96 mg %. Die ermittelten Blutzucker-Werte sind in Abbildung 14 graphisch zusammengefaßt. Einzeldaten sind Anlage 21 zu entnehmen.

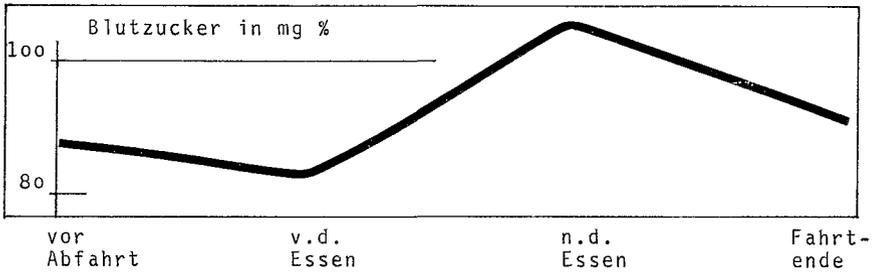


Abbildung 14: Darstellung der Blutzucker-Meßwerte

- Fettstoffwechsel-Parameter

Gravierende Veränderungen bei den Parametern des Fettstoffwechsels (Cholesterin, HDL-Cholesterin, LDL-Cholesterin) wurden beim Test nicht beobachtet. Die diesbezüglichen Einzeldaten stehen in Anlage 22.

- Hormonverhalten

Der Insulin-Spiegel war durch das Frühstück bedingt mit 30 mU/ml vor Fahrtantritt deutlich erhöht. Er fiel nach der Fahrt vor dem Mittagessen auf 16,2 mU/ml ab und vergrößerte sich nach dem Essen auf durchschnittlich 65 mU/ml. Bei Fahrtende wurden dann nur noch 24 mU/ml gemessen. Abbildung 15 zeigt den Verlauf des durchschnittlichen Insulin-Spiegels bei den Langstrecken-Fahrten. Einzelwerte dazu finden sich in Anlage 23.

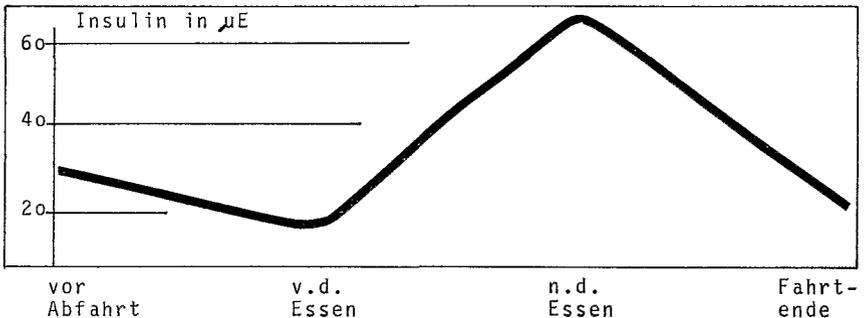


Abbildung 15: Darstellung des Insulin-Spiegels

Das Wachstumshormon (STH) stieg von 1,7 auf 10,4 ng/ml an. Nach dem Essen war mit 1,6 ng/ml der Ausgangswert wieder erreicht - am Ende der Fahrt kam es wieder zu einem Anstieg auf 9 ng/ml. Der Cortisol-Spiegel fiel vor dem Essen von 24 auf 16 $\mu\text{g} \%$ ab und stieg nach der Essen-Einnahme erneut auf 24 $\mu\text{g} \%$ an. Gegen Testende wurde eine Verringerung auf durchschnittlich 18 $\mu\text{g} \%$ bemerkt. Einzeldaten dazu sind in Anlage 23 zusammengestellt.

- Psycho-physiologische Tests

Die Versuchspersonen gaben beim Test "Adjektivskalen zur Einschätzung der Stimmung (SES)" an, daß ihre Müdigkeit vor dem Essen geringfügig zunahm. Nach dem Essen fühlten sich die Fahrer und Fahrerinnen nicht müder als zu Beginn der Testfahrt. Ein deutlicher Anstieg der Müdigkeit war lediglich gegen Fahrtende feststellbar. Die Entwicklung der subjektiv eingeschätzten Müdigkeit zeigt Abbildung 16.

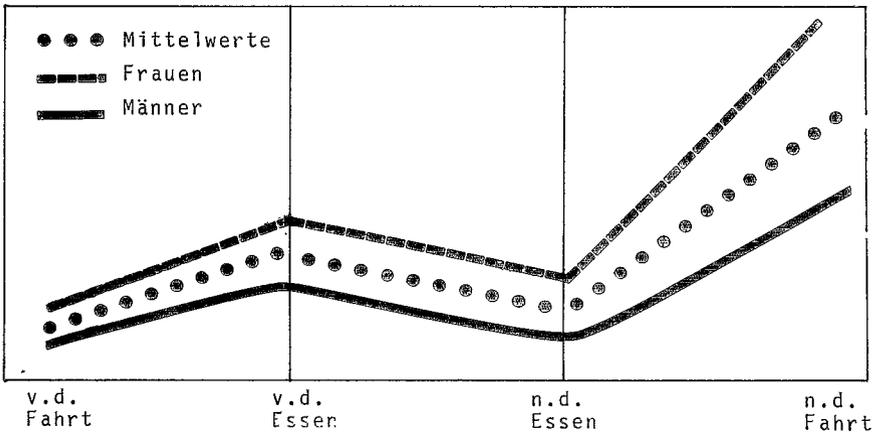


Abbildung 16: Darstellung des Grades der Müdigkeit

Beim Aufmerksamkeits-Belastungs-Test D2 wurden keine wesentlichen Veränderungen festgestellt. Die durchschnittliche Fehlerquote

betrug vor dem Essen 3,5 %, nach dem Essen unter Berücksichtigung des Lerneffektes 4,6 % und bei Fahrtende 4,1 Prozent. Von einer gravierenden Verschlechterung der Aufmerksamkeitsleistung kann also nach der Essen-Einnahme nicht gesprochen werden.

III. ZUSAMMENFASSUNG

Mit dieser von UNIROYAL und AUTO ZEITUNG durchgeführten Pilotstudie wurde unseres Wissens nach erstmals versucht, Einflüsse von Gewohnheiten in der persönlichen Lebensführung auf das Fahrverhalten und die Verkehrssicherheit nachzuweisen. Wir griffen dabei die Frage auf, ob die Einnahme eines relativ üppigen Mittagessens Auswirkungen auf das Fahrverhalten hat. Es wurde ein theoretischer Ansatz gewählt, der objektive Messungen solcher Verhaltens-Änderungen erlaubte.

Es wurde angenommen, daß der Verdauungsprozeß die Leistungsbereitschaft eines Autofahrers vermindern kann. Diese Vermutung sollte sich in folgenden wichtigen Kategorien äußern:

- Verzögerte Wahrnehmung und Einengung der Informationsaufnahme
- Verminderung der Reaktionsschnelligkeit
- Abnahme der Flexibilität
- Änderung des unbewußten Handelns

Die Annahmen lassen mit Hilfe der vorliegenden Untersuchung durch Meß-Resulate belegen. So zum Beispiel durch Änderungen im Abstands-, Spurwechsel- oder Geschwindigkeits-Verhalten der ausgewählten Versuchsfahrer. Die festgestellten Abweichungen im Fahrverhalten nach der Essen-Einnahme lassen sich mit Hilfe der Versuchsergebnisse numerisch angeben.

Die UNIROYAL/AUTO ZEITUNG-Verkehrsuntersuchung weist eindrucksvoll nach, daß die Versuchspersonen während des Verdauungsprozesses ungleichmäßiger, unangepaßter, risikoreicher und vor allem

von der Verkehrsdichte abhängiger führen.

Die bedeutsame Hypothese, wonach sich nach dem Mittagessen das Abstandsverhalten der Testfahrer stark nach der jeweiligen Verkehrsdichte richtet, wurde nach der ersten Meßserie auf Kölner Autobahnen aufgestellt. Sie konnte mit der zweiten Testreihe bestätigt werden.

Das Gesamtergebnis kann möglicherweise eine Erklärung für einen Teil der hohen Zahl von Auffahrkollisionen bei Kolonnenfahrten sein.

Für die gefundenen Änderungen im Fahrverhalten sind nach vorliegenden Erkenntnissen zwei Aspekte verantwortlich - ein physiologischer und ein ernährungsbedingter. So konnte SASSI bereits im Jahre 1962 nachweisen, daß bei Langstrecken-Autorennen mit Fahrzeiten von 12 bis 33 Stunden eine Verringerung des Blutzuckerspiegels der Fahrer von 23 bis 26 Prozent auftritt. Deshalb wurde angenommen, daß beispielsweise Rennfahrer bei Marathon-Wettbewerben durch eine eventuell eintretende Hypoglykämie (Unterzuckerung) in Gefahr kommen könnten. In der vorliegenden Untersuchung konnte dies zu keinem Zeitpunkt beobachtet werden. Das Mittagessen führte zu einem relativ geringen Anstieg des Glucose-Spiegels auf 117 mg %, was als normales physiologisches Verhalten zu betrachten ist.

Auffallend ist hingegen jedoch ein sehr starker Anstieg des Insulin-Spiegels. Dies könnte unter Umständen zu einer folgenreichen Unterzuckerung führen, wie es LEITZMANN und LEITZMANN und

HESSEGGER 1981 beschrieben haben. Da das Insulin-Hormon den für das Konzentrationsvermögen wichtigen Blutzucker aus den Blutbahnen verdrängt, kann angenommen werden, daß die dadurch bedingten Schwankungen des Glucose-Spiegels negative Auswirkungen auf zentralnervös gesteuerte Körperfunktionen haben.

Außerdem kommt es durch allzu üppige Kost zu einer verstärkten Durchblutung des Magen-Darm-Traktes, was sich im Zusammenhang mit der geschilderten Überreaktion bei der Insulin-Ausschüttung zusätzlich negativ auf konzentrierte Leistungen auswirken kann. Denn: Infolge der Blutumlenkung in die Bauchregion wird das Gehirn schlechter mit Sauerstoff und Blutzucker versorgt, so daß Beeinträchtigungen im Fahrverhalten durchaus vorstellbar sind.

Die medizinischen Befunde, die vor der Essen-Einnahme erhoben wurden, lassen aber ebensowenig die Notwendigkeit einer Fahrpause wie die Erfordernis, zu diesem Zeitpunkt etwas zu essen, erkennen. Im Gegenteil: Erst nach dem Essen hat die Überproduktion des Insulin-Hormons begonnen, in dessen Folge der Blutzuckerspiegel stark beeinflußt wurde.

Insgesamt gesehen muß also eine negative Auswirkung des üppigen aber praxisnahen Mittagessens auf das Fahrverhalten angenommen werden.

IV. EMPFEHLUNGEN UND AUSBLICK

Pro Jahr weist die Unfallbilanz des Statistischen Bundesamtes in Wiesbaden weit über 1,6 Millionen Straßenverkehrsunfälle aus. Allein 82,1 Prozent dieser Unglücke waren beispielsweise im Jahr 1980 auf falsches Verhalten der Autofahrer zurückzuführen, wobei in mehr als 46 000 Fällen die Verkehrstüchtigkeit durch Alkoholeinfluß und in über 330 Fällen auf die Wirkung anderer Rauschmittel beeinträchtigt war.

Es bleibt also eine erhebliche Dunkelziffer bei der Suche nach Unfallursachen bestehen. Aufgrund der von UNIROYAL und AUTO ZEITUNG durchgeführten Verkehrs-Untersuchung kann jedoch angenommen werden, daß Ernährungsfehler vor und während des Autofahrens besonders bei langen Urlaubsreisen eine nicht unwesentliche Unfallursache darstellen könnten.

Wenn über 80 Prozent aller Verkehrsunfälle auf das Konto eines falschen Fahrer-Verhaltens gehen, muß jede nur erdenkliche Verbesserung der Situation ernst genommen werden. Aus diesem Grund stellen die nachfolgend aufgeführten Empfehlungen, die aufgrund der Versuchsergebnisse und der vorliegenden Literatur gemacht werden, einen Beitrag zur Verkehrssicherheit dar:

- Grundbedingung für eine unfall- und risikofreie Langstreckenfahrt ist die Wahl des richtigen Start-Zeitpunkts. Dabei müssen Autofahrer die tageszeitlichen Schwankungen der menschlichen Leistungsfähigkeit ebenso berücksichtigen wie ihre eigene Fitness. Zwar liegen keine detaillierten Untersuchungen über das spezielle Leistungsverhalten von Autofahrern zu bestimmten Tages-

zeiten vor, doch aufgrund anderer Studien sind folgende Rat-
schläge realistisch: Die größte Leistungsbereitschaft hat der
Mensch in der Zeit von sechs bis zirka elf Uhr morgens. Wer inner-
halb dieser Tageszeit nach ausreichendem Schlaf eine längere
Autofahrt antritt, geht also das geringste Risiko ein. In der
Feierabend-Zeit zwischen 18 und 22 Uhr abends sollte man dagegen
wegen der verminderten Leistungsfähigkeit nicht auf "große Fahrt"
gehen.

- Ein ausgiebiges Frühstück, wie es die Versuchspersonen bei der
vorliegenden Untersuchung eingenommen haben, schafft die Grund-
lage, um drei bis vier Stunden ohne Pause hinter dem Steuer
sitzen zu können. Voraussetzung ist allerdings, daß der Fahrer
ausgeruht ist.

- Vorzeitigem Hungergefühl, das hauptsächlich durch eine Verrin-
gerung des Blutzucker-Spiegels entsteht, beugt man am besten
durch den Verzehr leicht verdaulicher Kohlenhydrate vor. Abbildung
17 zeigt, wie solche Stoffe wirken.

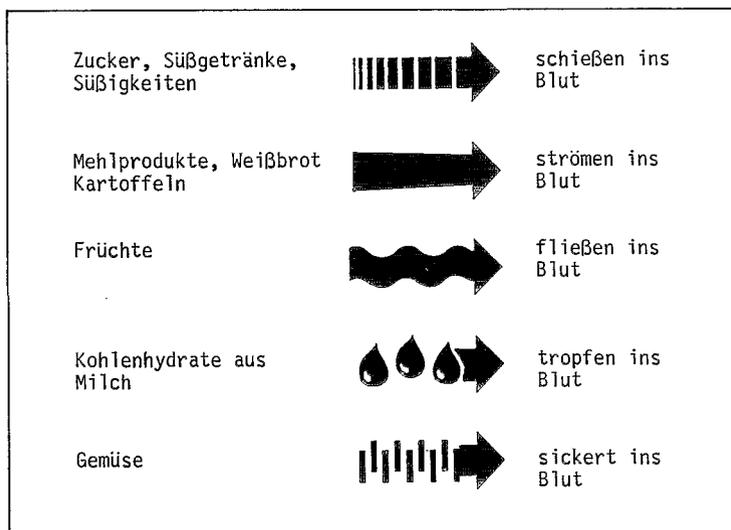


Abbildung 17: Wirkung kohlenhydrathaltiger Kost

Kohlenhydrate, die wie in der Abbildung¹ gezeigt schnell ins Blut "schießen", sollten bei Autofahrten möglichst gemieden werden, da sie zu einer übermäßigen Insulin-Ausschüttung mit einer anschließenden Unterzuckerung führen können. Als empfehlenswerte Zwischenmahlzeiten während der Fahrt gelten: Obst, Tomaten, Karotten, Gurken, Joghurt, Quark oder Kekse. Besonders günstig sind auch ein Apfel oder eine Scheibe Brot, denn diese "Pausen-happen" lassen sich leicht verdauen und die daraus stammenden Kohlenhydrate "strömen" oder "fließen" wirksam ins Blut.

- Eine größere Mahlzeit, wie sie zum Beispiel für die vorliegende Verkehrs-Untersuchung ausgewählt wurde, sollte unbedingt vermieden werden. Wer auf sein gewohntes Mittagessen nicht verzichten will, kann stattdessen fettarme Kost wählen, denn Fette sind überaus schwer verdaulich und benötigen eine Verdauungszeit von immerhin zwei bis drei Stunden. Am besten ißt man deshalb einen mit fettarmem Käse oder Fisch garnierten Salatteller, ein Omelette, Fischgerichte oder ein mageres, durchgebratenes Stück Rind- oder Kalbfleisch.

- Zusätzlich müssen Autofahrer unbedingt auf eine ausreichende Flüssigkeits-Zufuhr achten. Während längerer Fahrten sollte man bei normaler Witterung mindestens zwei Liter nicht gekühlte Flüssigkeit trinken. Besonders zu empfehlen sind Mineralwasser oder mit Traubenzucker leicht gesüßter Tee. Auch Milch oder Milch-Mixgetränke gelten als geeignet für Kraftfahrer.

- Bezüglich der Pausen-Regie, also der zeitlichen Einteilung von Fahrt-Unterbrechungen, lassen sich hier nur grobe Hinweise geben: Grundsätzlich sollten Autofahrer schon bei geringsten Anzeichen

¹Aus "Sprechstunde Herzinfarkt", C. und M. Hallhuber
Gräfe und Unzer Verlag München

von Ermüdung einen Rast- oder Parkplatz ansteuern. Andererseits gibt es keinen Grund, den Fahr-Rhythmus durch stures Einhalten teilweiser unbegründeter und allgemein gehaltener Pausen-Vorschläge wie zum Beispiel "Pro Stunde Fahrzeit fünf Minuten Pause" unnötig zu unterbrechen. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie belegen, daß eine solche Regelung für ausgeruhte Fahrer nicht gilt. Im Gegenteil: Es besteht der Verdacht, daß viele Autolenker größte Schwierigkeiten haben, nach einer Fahrtunterbrechung ihren einmal gewählten sicheren Fahrstil wiederzufinden und sich wieder in den Verkehrsfluß einzugliedern.

- Autofahrer, die auch bei längeren Touren auf eine umfangreiche Mittags-Mahlzeit nicht verzichten, sollten bedenken, daß im Anschluß an die Essen-Einnahme eine Pause von mindestens zwei Stunden ratsam ist. Grund: Auf diese Weise treten die nachteiligen Auswirkungen des Verdauungsprozesses nicht hinter dem Steuer ein und führen nicht zu einem erhöhten Sicherheitsrisiko.

- Daß ein relativ üppiges aber praxismgerechtes Mittagessen einen nicht ungefährlichen Einfluß auf das Fahrverhalten ausübt, belegt die Studie anschaulich. Autofahrer sollten sich deshalb vor allem darüber im klaren sein, auf welche Art und Weise die falsche Ernährung die Fahrsicherheit gefährdet. So ist es nach dem Essen unbedingt notwendig, am Steuer eines Autos folgende Kriterien zu beachten und sich mögliche Risiken bewußt zu machen:

-- Stimmt der Abstand zum vorausfahrenden Auto ?

-- Stimmt der Sicherheitsabstand auch dann, wenn sich das Fahrzeugaufkommen plötzlich erhöht ?

- Werden Überholmanöver weiträumig begonnen und wird mit ausreichendem Abstand die Spur gewechselt ?
- Lassen sich Gefahrensituationen vorausschauend erkennen und ist der eigene Fahrstil der eventuell unfallträchtigen Situation angepaßt ?
- Wird gleichmäßig, also mit relativ konstanter Geschwindigkeit, gleichem Abstand und gleichem Spurverhalten gefahren ?

Die jetzt konkret gewordene Erkenntnis, daß üppige Kost während der Auto-Reise das Fahrverhalten und die Sicherheit beeinträchtigt, kann Verkehrsteilnehmer bei Beachtung der aufgezählten Gefahren und möglicher Gegenmaßnahmen schon im voraus vor risikoreichen Situationen bewahren.

- Ausblick

Ziel weiterer Forschungsarbeiten zum Thema "Essen und Autofahren" müßte es sein, den Einfluß des Verdauungsprozesses, also die beschriebene Blutumlenkung, und die Auswirkungen der Essen-Zusammensetzung auf den Blutzucker-Spiegel zu trennen. Ebenso gilt es, Fahrverhaltens-Änderungen im städtischen Verkehr oder auf Landstraßen nach der Essen-Einnahme aufzudecken. Ein weiteres Feld für künftige Untersuchungen wären praktische Versuche zum Problem des Zeitpunkts der Essen-Einnahme und der daraus bedingten Einflüsse auf die tageszeitlichen Leistungsschwankungen.

ANLAGE 1

Zusammensetzung der während der Testfahrten servierten Kost

Frühstück (insgesamt 2520 Kilojoule = 600 Kilokalorien)

1 1/2 Scheiben Vollkornbrot oder 1 Brötchen und 1/2 Scheibe Brot

15 Gramm Butter oder Margarine

10 Gramm Marmelade oder 1 Teelöffel Honig

1 Ei oder 30 Gramm Wurst oder 50 Gramm Quark (Magerstufe)

100 Gramm Obstsaft oder ein kleines Stück Obst

250 Gramm Joghurt oder 40 Gramm Käse

Mittagessen (insgesamt 4834 Kilojoule = 1151 Kilokalorien)

Gesamtzusammensetzung: 40 Gramm Eiweiß, 64 Gramm Fett, 85 Gramm Kohlehydrate (davon 44 Gramm in Form von Polysacchariden)

150 ml Tagessuppe

175 Gramm Schweineschnitzel (Rohgewicht)

100 Gramm Sauce

50 Gramm Paprika

30 Gramm saure Sahne

50 Gramm Reis oder 150 Gramm Kartoffeln

125 ml Speise-Eis

30 Gramm Sahne

0,3 l Limonade

ANLAGE 2

Zeitplan der kolner Versuchsfahrten im Mai 1982

8	Uhr	Treffen am Restaurant
8 ¹⁵	Uhr	Fahrt zur Eingewöhnung an das Testfahrzeug mit VP 1
9	Uhr	Rückkehr von VP 1
9 ¹⁵	Uhr	Fahrt zur Eingewöhnung an das Testfahrzeug VP 2
10	Uhr	Rückkehr von VP 2
10 ¹⁵	Uhr	Testfahrt I von VP 1
11 ¹⁵	Uhr	Rückkehr von VP 1
11 ³⁰	Uhr	Testfahrt I von VP 2
12 ³⁰	Uhr	Rückkehr von VP 2 Mittagessen von VP 1 Essen und Pause für Begleitmannschaft
13 ³⁰	Uhr	Essen von VP 2
13 ⁴⁵	Uhr	Testfahrt II von VP 1
14 ⁴⁵	Uhr	Rückkehr von VP 1
14 ⁵⁰	Uhr	Testfahrt II von VP 2
16	Uhr	Rückkehr von VP 2 und E n d e

ANLAGE 3

Fragebogen, der vor Beginn der Testfahrten ausgefüllt wurde

- Wir benötigen zur Auswertung und Interpretation der Ergebnisse persönliche Daten. Sie bleiben als Person innerhalb der Untersuchung jedoch anonym. Wir versichern, daß Ihre Angaben absolut vertraulich behandelt werden. -

Sie sollen den Kölner Autobahn-Ring umfahren. Fahren Sie so, daß Sie das Fahren als angenehm empfinden.

- Name der Versuchsperson (VP):
- Nummer der VP: Geschlecht:
- Familienstand: berufstätig als:.....
- Lebensalter:
- Tragen Sie beim Autofahren eine Brille ?
- Leiden Sie an einer Krankheit, die die Fahrtauglichkeit einschränkt ?
.....
- Datum des Führerschein-Erwerbs:.....
- Größere Unterbrechungen in der Fahrpraxis ? Von bis
- Durchschnittliche Jahresfahrleistung : km
- Fahrleistung während des letzten Jahres: km
- Eigenes Fahrzeug ?
- Wieviele verschiedene Fahrzeuge sind Sie bisher gefahren ?
- Unfallverwicklung insgesamt :..... im letzten Jahr:
- Wo wird die Fahrleistung erbracht ? Bitte Prozentangaben:
in der Stadt %
auf Landstraßen %
auf der Autobahn %

	VP 1	VP 2	VP 3	VP 4	VP 5	VP 6	VP 7	VP 8
Geschlecht	weiblich	weiblich	männlich	männlich	weiblich	weiblich	männlich	männlich
Lebensalter	19 Jahre	23 Jahre	24 Jahre	24 Jahre	25 Jahre	26 Jahre	44 Jahre	46 Jahre
Fahrpraxis	1 Jahr	5 Jahre	6 Jahre	7 Jahre	7 Jahre	8 Jahre	21 Jahre	27 Jahre
Jahresfahrstg.	20000 km	4000 km	22500 km	15000 km	15000 km	12000 km	45000 km	30000 km
Eigenes Auto ?	ja	ja	ja	ja	ja	nein	ja	ja
Wieviele unterschiedliche Autos bisher ?	2	2	6	2	5	4	6	9
Unfallverwicklung	--	2 Mal	1 Mal	--	1 Mal	1 Mal	--	9 Mal
Wie kommt die Fahrtstg. zustande ?								
- Stadt	80 %	20 %	50 %	50 %	25 %	70 %	20 %	0 %
- Landstraße	10 %	0 %	20 %	15 %	50 %	10 %	20 %	0 %
- Autobahn	10 %	80 %	30 %	35 %	25 %	20 %	60 %	100 %

	VP 1	VP 2	VP 3	VP 4	VP 5
Geschlecht	weiblich	weiblich	männlich	männlich	männlich
Lebensalter	20 Jahre	33 Jahre	34 Jahre	36 Jahre	47 Jahre
Fahrpraxis	1,5 Jahre	15 Jahre	15 Jahre	18 Jahre	28 Jahre
Jahresfahrstg.	20000 km	2000 km	20000 km	20000 km	30000 km
Eigenes Auto ?	ja	nein	ja	ja	ja
Wieviele unterschiedliche Autos bisher ?	4	12	6	13	8-10
Unfallverwicklung	--	--	1 Mal	1 Mal	1 Mal
Wie kommt die Fahrstg. zustande ?					
- Stadt	50 %	10 %	40 %	80 %	45 %
- Landstraße	30 %	60 %	10 %	10 %	10 %
- Autobahn	20 %	30 %	50 %	10 %	45 %

ANLAGE 6

Beschreibung der angewendeten Test-Verfahren

- Für abhängige Stichproben zur Unterschiedsprüfung:
 - 1) Wilcoxon-Vorzeichenrang-Test für abhängige Paare
 - 2) Für Häufigkeiten: χ^2 -Test

- Für abhängige Stichproben zur multivariablen Prüfung:
 - 1) Multipler Vergleich abhängiger Stichproben von Wilcoxon und Wilcox

- Zur Prüfung der Variabilität bzw. des Unterschieds zweier Variationskoeffizienten:
 - 1) Vertrauensbereich der Variationskoeffizienten
 - 2) Differenzprüfung

- Zusammenhang zwischen zwei Größen:
 - 1) Exponentielle Zusammenhänge mit Prüfung der Korrelation auf Signifikanz

Literatur:

- S. Siegel: Nichtparametrische statistische Methoden
- L. Sachs: Statistische Auswertemethoden
- Texas Instruments: Programmsammlung Statistik

Legende zu Anlage 7

- Fahrtlänge: Diese Zeile gibt die einzelnen Fahrtlängen an, die in die Auswertung einbezogen wurden.
- Durchschnittsgeschwindigkeiten: Bei diesem Tempo handelt es sich um die Geschwindigkeitsangabe, die im Durchschnitt während der gesamten Fahrt gewählt wurde.
- Verteilung der Fahrzeuge bis 300 Meter: Durch Stoppen der Videokassette alle 200 Meter Fahrtstrecke wurde bei der Auswertung die Anzahl der Fahrzeuge ermittelt, die sich vor dem Testwagen befanden. In den einzelnen Spalten von Anlage 7 sind Häufigkeiten angegeben. Die binominalen Mittelwerte, die zu den Variablen in Beziehung gesetzt wurden, sind in der Zeile "Fahrzeugdichte" genannt.
- Einzelgeschwindigkeiten: Die jeweils gewählten Einzelgeschwindigkeiten bedürfen hier keiner näheren Erklärung.
- Lenkradverhalten (Einzelhäufigkeiten): Hier wurden die maximalen Differenzen in den 200-Meter-Intervallen ermittelt. Es handelt sich um Häufigkeitsangaben.
- Lenkradverhalten: In dieser Zeile sind die binominalen Mittelwerte der Einzelhäufigkeiten ausgewiesen. Die Häufigkeiten zu Bremsbetätigung, Gaspedalbedienung etc. bedürfen hier keiner weiteren Erläuterung.
- Abstände und Häufigkeiten: Hier handelt es sich um Häufigkeiten pro Abstandsklasse.
- Abstand: Zur Berechnung der arithmetrischen Mittelwerte wurden die Klassenmitten herangezogen. Die numerischen Werte sind neben der Klasseneinteilung genannt.
- Fahrzeugdichte: Hier wird ebenfalls der binominale Mittelwert wiedergegeben.
- Abstand bei Spurwechsel: Es wurde die Distanz aus den Videobildern ermittelt, die vorhanden war, wenn sich die Fahrzeugmitte mit der Fahrstreifenmarkierung deckte. Es handelt sich um Mittelwerte pro

Versuchsperson.

- Orientierung in den Rückspiegel: Hier handelt es sich ebenfalls um Häufigkeitswerte.

- Zweispuriger Streckenteil: Die Prozentwerte beziehen sich auf die Benutzung der linken und rechten Spur.

- Dreispuriger Streckenteil: Hier sind ebenfalls Prozentsätze angegeben, die sich auf die Anteile der Benutzung der linken, mittleren oder rechten Spur beziehen.

- Fahrtanteile ohne Spurwechsel: Es handelt sich hier um Häufigkeitsangaben, die bestimmten Intervallen zugeordnet sind. Wenn zum Beispiel neben 1000 Meter die Häufigkeit 3 steht, so bedeutet dies, daß drei Mal eine Strecke von 1000 Metern gefahren wurde, ohne daß die Fahrspur gewechselt wurde.

- Fahrtanteile: Diese Zeile enthält zwei Angaben: Der obere Wert stellt den Mittelwert der Fahrtanteile dar, während die untere Angabe den Extremwert jeder Fahrt wiedergibt.

Anmerkung: Alle Daten wurden in einem Intervall von 200 Metern erhoben.

ANLAGE 8

Geschwindigkeiten vor dem Essen während der Kölner Fahrten
 - Multipler Vergleich abhängiger Stichproben nach Wilcoxon und Wilcoxon -

	ø-km/h		km/h auf 3 sp. Teil		km/h auf 2sp. Teil		km/h in Knotenpkt.		km/h bei Spurwechs.		km/h beim Überholen		km/h bei Abständen 10 - 15 m 78 - 200 m	
		K		R		K		R		R		R		K
VP 1	91,7	3	100,6	7	100,5	6	67,8	1	92,9	4	104,6	8	86,6 98,7	2 5
VP 2	93,2	2	97,7	5	109,9	8	72,3	1	93,4	3	104,5	7	93,7 99,8	4 6
VP 3	90,1	4	95,1	7	95,0	6	67,1	1	88,2	3	96,3	8	82,6 92,3	2 5
VP 4	91,7	3	96,7	7	96,2	6	77,2	1	93,4	5	92,0	4	85,4 97,1	2 8
VP 5	88,4	3	94,8	6	95,9	7	78,9	1	90,4	4	96,6	8	86,5 92,4	2 5
VP 6	89,0	4	100,0	8	96,2	7	69,3	1	84,9	2	91,6	6	85,0 89,7	3 5
VP 7	93,6	3	100,8	7	93,7	4	67,4	1	94,9	5	104,8	8	88,3 98,2	2 6
VP 8	93,4	4	101,1	6	102,3	7	72,4	1	89,0	3	104,8	8	87,9 97,1	2 5
x	91,4	26	98,4	53	98,7	51	71,6	8	90,9	29	99,4	57	87,0 95,7	19 45
s	A) 2,0		B) 2,6		C) 5,4		D) 4,5		E) 3,4		F) 5,9		G) 3,2 H) 3,7	

ANLAGE 9

Geschwindigkeiten vor dem Essen während der Kölner Fahrten

- Auswertung und Signifikanz-Prüfung -

	G 19	A 26	E 29	H 45	C 51	B 53	F 57
D8	11	18	21	37 ¹	43 ¹	45 ¹	49 ¹
G19		7	10	26	32 ¹	34 ¹	38 ¹
A 26			3	19	25	27	31 ¹
E29				11	22	24	28
H45					6	8	12
C51						2	6
B53							4

Die Signifikanz-Prüfung wird mit einer Sicherheitswahrscheinlichkeit von 95 Prozent vorgenommen.

Bei Differenzen, die größer als 29,7 sind, kann von einem gesicherten Unterschied ausgegangen werden.

Die signifikanten Ergebnisse sind durch ¹ gekennzeichnet.

ANLAGE 10

Vielfachvergleich der Geschwindigkeiten vor dem Essen
während der Kölner Fahrten

Die Geschwindigkeit in den Autobahn-Kreuzen (Knotenpunkten) ist signifikant niedriger als die Geschwindigkeiten

- bei Abständen, die größer als 78 und gleich oder kleiner als 200 Meter sind
- auf den zweispurigen Teilstücken
- auf den dreispurigen Teilstücken
- beim Überholen

Die Geschwindigkeit bei Abständen, die größer als 10 und gleich oder kleiner als 15 Meter sind, unterscheidet sich signifikant (ist niedriger) als Geschwindigkeiten

- auf den zweispurigen Teilstücken
- auf den dreispurigen Teilstücken
- beim Überholen

Die Durchschnittsgeschwindigkeit ist bedeutsam niedriger als die Geschwindigkeit

- beim Überholen

ANLAGE 11

Geschwindigkeiten nach dem Essen während der köhner Fahrten
 - Multipler Vergleich abhängiger Stichproben nach Wilcoxon und Wilcox -

	Ø-km/h		km/h auf 3 sp. Teil		km/h auf 2 sp. Teil		km/h in Knotenpkt.		km/h bei Spurwechs.		km/h beim Überholen		km/h bei Abständen 10 - 15 m 78 - 200 m	
		R		R		R		R		R		R		R
VP 1	96,4	4	98,5	5	100,2	6	70,0	1	92,6	3	108,1	8	77,3 102,4	2 7
VP 2	93,6	3	98,1	5	102,3	7	68,0	1	97,3	4	103,8	6	92,9 100,0	2 6
VP 3	90,5	4	97,7	8	95,8	6	70,8	1	88,3	3	96,2	7	83,4 93,3	2 5
VP 4	90,7	2	98,5	7	98,2	6	70,2	1	96,0	5	95,6	4	94,0 100,9	3 8
VP 5	93,1	4	97,4	6	98,3	7	78,2	1	91,6	3	101,3	8	86,0 97,3	2 5
VP 6	89,3	5	100,4	8	92,6	7	64,6	2	85,1	3	84,2	4	61,0 90,3	1 6
VP 7	96,4	4	98,4	6	106,4	7	68,0	1	92,9	3	108,1	8	88,5 97,8	2 5
VP 8	92,6	4	101,7	7	100,9	5	67,8	1	90,0	3	104,3	8	79,8 101,0	2 6
\bar{x}	92,8	30	98,8	52	99,3	51	68,7	9	91,7	27	100,8	55	82,9 97,9	16 46
s	A) 2,6		B) 1,5		C) 4,2		D) 3,9		E) 4,0		F) 6,7		G) 10,6 H) 4,2	

ANLAGE 12

Geschwindigkeiten nach dem Essen während der Kölner Fahrten

- Auswertung und Signifikanz-Prüfung -

	G	E	A	H	C	B	F
	16	27	30	48	51	52	55
D 9	7	18	21	39 ¹	42 ¹	43 ¹	46 ¹
G 16		11	14	32 ¹	35 ¹	36 ¹	39 ¹
E 27			3	11	24	25	26
A 30				18	21	22	25
H 48					3	4	7
C 51						1	4
B 52							3

Die Signifikanz-Prüfung wird mit einer Sicherheitswahrscheinlichkeit von 95 Prozent vorgenommen.

Bei Differenzen, die größer als 29,7 sind, kann von einem gesicherten Unterschied ausgegangen werden.

Die signifikanten Ergebnisse sind durch ¹ gekennzeichnet.

ANLAGE 13

Vielfachvergleich der Geschwindigkeiten nach dem Essen während der Kölner Fahrten

Die Geschwindigkeit in den Autobahn-kreuzen (Innotenpunkten) ist signifikant niedriger als die Geschwindigkeiten

- bei Abständen, die größer als 7& und gleich oder kleiner als 200 Meter sind
- auf den zweispurigen Teilstücken
- auf den dreispurigen Teilstücken
- beim Überholen

Die Geschwindigkeit bei Abständen, die größer als 10 und gleich oder kleiner als 15 Meter sind, unterscheidet sich signifikant (ist niedriger) als Geschwindigkeiten

- bei Abständen, die größer als 7& und gleich oder kleiner als 200 Meter sind
- auf den zweispurigen Teilstücken
- auf den dreispurigen Teilstücken
- beim Überholen

ANLAGE 16

Lenkradverhalten während der Kölner Fahrten

Die Auflösung beträgt 0,7 Grad. In den 200-Meter-Intervallen wurden die größten überstrichenen Lenkradwinkel-Differenzen gebildet. Der Auswerteschritt läßt Änderungen in der Feinregulierung deutlich werden.

Vor dem Essen	Nach dem Essen	Differenz	Rang
1,40	1,33	0,07	3
1,63	1,59	0,04	2
1,51	1,42	0,09	4
1,53	1,57	-0,04	-1
1,58	1,30	0,28	6,5
1,54	1,37	0,17	5
1,47	1,19	0,28	6,5
1,61	1,43	0,18	8

T = 1

Signifikanz-Prüfung mit 95prozentiger Sicherheitswahrscheinlichkeit.

Wenn T gleich oder kleiner 4 ist, kann von einem gesicherten Unterschied ausgegangen werden. Es besteht ein Unterschied.

Aussage: Nach dem Essen sind die Lenkrad-Bewegungen nicht mehr so heftig.

	1 Std. nach Fahrtbeginn	5 Std. nach Fahrtbeginn	6 Std. nach Fahrtbeginn
	Essen		
Durchschnittsgeschw. (km/h)	137,8 (5,36)	135,4 (10,1)	131,4 (8,56)
Frei gewählte Geschw. (km/h)	141,6 (6,80)	142,0 (9,92)	137,4 (7,13)
Geschw. auf rechter Spur (km/h)	134,0 (4,00)	128,8 (21,5)	126,0 (16,9)
Geschw. auf linker Spur (km/h)	139,8 (5,85)	140,2 (11,0)	140,0 (7,84)
Geschw. auf mittlerer Spur (km/h)	140,6 (6,87)	135,0 (9,92)	132,6 (5,94)
Geschw. b. Wechsel n. rechts. (km/h)	141,6 (5,90)	141,0 (11,7)	134,6 (6,50)
Geschw. b. Wechsel n. lks. (km/h)	141,2 (6,34)	135,6 (11,1)	135,2 (4,76)
Fahrzeugdichte (Häufigkeit)	1,9 (0,41)	3,1 (0,72)	2,3 (0,86)
Überholt werden (Häufigkeit)	6,8 (2,28)	17,0 (7,31)	11,4 (9,40)
Selbst überholen (Häufigkeit)	31,4 (14,3)	47,0 (19,2)	38,2 (11,8)
Abstand (m)	95,2 (20,0)	82,6 (14,0)	98,6 (16,4)
Abstand b. Spurwechsel (m)	53,6 (16,1)	43,0 (14,4)	53,4 (9,29)
Abstand pro Geschw. (m/km/h)	0,68 (0,14)	0,61 (0,10)	0,75 (0,10)
Kein ausr. Abstand (%)	19,3 (8,26)	33,5 (12,8)	22,0 (13,5)
Abstand pro Geschw. b. Spurw. (m/km/h)	0,37 (0,09)	0,32 (0,11)	0,40 (0,07)
Dreispuriger Teil rechts. (%)	26,1 (18,9)	10,6 (4,64)	30,2 (15,3)
Dreispuriger Teil Mitte (%)	58,9 (10,5)	68,5 (9,79)	53,3 (12,6)
Dreispuriger Teil lks. (%)	15,0 (14,2)	20,9 (5,60)	16,5 (10,3)
Spurverhalten rechts (m)	2,2 (0,16)	2,2 (0,16)	2,2 (0,13)
Spurverhalten Mitte (m)	2,3 (0,12)	2,2 (0,10)	2,3 (0,15)
Spurverhalten lks. (m)	2,4 (0,22)	2,4 (0,09)	2,3 (0,15)
Spurverhalten (Variation) rechts.	10,4 (2,11)	16,1 (5,52)	11,8 (1,86)
Spurverhalten (Variation) Mitte	10,3 (2,64)	13,1 (2,09)	13,1 (1,86)
Spurverhalten (Variation) lks.	14,1 (5,92)	14,1 (2,60)	12,0 (6,65)

Legende zu Anlage 17

Die Zeilen, in denen die verschiedenen Geschwindigkeitswerte angegeben werden, bedürfen hier keiner weiteren Erläuterung. Es handelt sich hier jeweils um Mittelwerte - in Klammern angegeben sind die Standardfehler.

- Fahrzeugdichte: Es handelt sich hier um einen binominalen Mittelwert der Fahrzeughäufigkeiten, die bis zu 300 Meter vor dem Testfahrzeug ermittelt wurden.

- Überholt werden - selbst überholen: Hier sind Zahlenwerte (binominale Mittelwerte) der aufgetretenen Häufigkeiten genannt.

- Abstand: Die in Anlage 7 dargestellte Abstandsklassifizierung lag auch dieser Testreihe zugrunde. Die Berechnung der Mittelwerte erfolgte so wie bereits in der Legende zu Anlage 7 dargestellt.

- Abstand beim Spurwechsel: Auch hier wird auf die Legende zu Anlage 7 verwiesen.

- Abstand pro Geschwindigkeit: Diese Kennzahl ist neu in der Testreihe. Sie berücksichtigt Geschwindigkeit und Abstand gleichermaßen. Die Aussage soll sein: Welcher Abstand wurde für ein Kilometer/Stunde eingehalten. Wenn der Kennwert 0,5 beträgt, so deutet dies an, daß "halber Tachoabstand" eingehalten wurde. Wird der Wert kleiner als 0,5 ist kein ausreichender Sicherheitsabstand eingehalten worden. Die Verknüpfung Entfernung - Geschwindigkeit ist nach Berechnung der Einzel-Mittelwerte erfolgt.

- Kein ausreichender Abstand: Bei dieser Angabe handelt es sich um "Zeitprozente", die sich auf den jeweils 15 Minuten dauernden Auswerte-Zeitraum beziehen. So bedeutet zum Beispiel der Wert zehn Prozent, daß während 1,5 Minuten pro Viertelstunde kein hinreichender Sicherheitsabstand eingehalten wurde.

- Abstand pro Geschwindigkeit beim Spurwechsel: Dieser Koeffizient wird beim Spurwechsellvorgang ermittelt. Daher gelten die gleichen Erläuterungen wie unter "Abstand pro Geschwindigkeit".

- Dreispuriger Teil - rechts, Mitte, links: Die Prozentwerte beziehen sich hier auf die Benutzung der einzelnen Spuren.

- Spurverhalten - rechts, Mitte, links: Die Zahlenwerte geben den Abstand der rechten Fahrzeugbegrenzung zur jeweiligen linken Fahrstreifen-Markierung an. Sie können als Maß für den Versatz in der Spur betrachtet werden.

- Spurverhalten (Variation) - rechts, Mitte, links: Als Maß für die Quer-Variation innerhalb der Spur wird nach folgender Formel ein Koeffizient gebildet:

$$V = \frac{S}{X} \cdot 100$$

Diese Größe korrespondiert mit der Lenkrad-Feinregulierung.

Anmerkung: Die Meßwert- und Informations-Aufnahme wurde bei dieser Testserie in 10-Sekunden-Intervallen vorgenommen.

ANLAGE 16

Versuchsergebnisse der Langstrecken-Fahrten

Versuchsperson 1

		Essen					
		11 ¹⁰ Uhr	13 ⁴⁰ Uhr	14 ³⁵ Uhr	15 ²⁰ Uhr	16 ²⁵ Uhr	16 ⁴⁵ Uhr
v-km/h	\bar{x}	135	128	135	136	132	114
	s	1,6	20,1	2,7	1,0	1,8	13,7
Frei gewä. km/h	\bar{x}	136	143	133	135	131	123
	s	6,5	4,2	6,2	6,1	7,5	4,1
km/h re. Spur	\bar{x}	139	100	136	133	138	104
	s	1,9	27,9	6,0	4,9	4,4	16,2
km/h mittl. Spur	\bar{x}	135	127	134	137	130	125
	s	7,1	35,1	3,4	5,2	7,9	-
km/h li. Spur	\bar{x}	134	146	135	135	134	120
	s	7,7	8,9	7,5	6,0	5,4	5,0
km/h bei Wechsel re.s	\bar{x}	135	147	132	134	135	116
	s	7,7	7,0	6,8	9,1	5,8	10,3
km/h bei Wechsel li.s	\bar{x}	135	136	128	135	131	122
	s	6,3	10,9	8,2	6,6	6,9	8,1
Fz-Dichte	\bar{x}	1,4	3,1	1,5	1,1	1,3	1,8
	s	1,16	1,47	1,13	0,97	1,14	0,88
überholt werden		4	17	8	4	2	3
Selbst überholen		35	42	28	28	41	9
Abstand	\bar{x}	112 m	81 m	123 m	103 m	105 m	42 m
	s	40 m	55 m	36 m	44 m	45 m	28 m
Abstand b. Spurwechs.	\bar{x}	35 m	23 m	56 m	63 m	49 m	37 m
	s	66 m	14 m	41 m	45 m	34 m	8 m
Abstand/ km/h	\bar{x}	0,83	0,62	0,89	0,75	0,79	0,35
	s	0,30	0,36	0,26	0,32	0,33	0,18
rein ausr. Abstand		8,2 %	37,2 %	7,9 %	8,7 %	2,5 %	55,0 %
2spur. re. Teil li.	\bar{x}	0	91,6 %	45,7 %	50 %	0	73,7 %
	s	0	0,4 %	54,3 %	50 %	0	26,3 %
3spur. re. Teil mi. li.	\bar{x}	12 %	13,9 %	0	0	11,8 %	0
	s	71,7 %	64,6 %	37,5 %	78,1 %	69,2 %	54,5 %
		16,3 %	21,5 %	62,5 %	21,9 %	18,7 %	45,5 %
Spurver- halt. re. s/v	\bar{x}	2,2	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0
	s	0,19/8,6%	0,48/22,9%	0,27/13%	0,29/14%	0,3/15%	0,35/17%
Spurver- halt. Mi. s/v	\bar{x}	2,2	2,1	2,4	2,1	2,2	2,2
	s	0,32/15 %	0,25/12 %	0,09/4%	0,27/13%	0,3/14%	0,19/8 %
Spurver- halt. li. s/v	\bar{x}	2,6	2,4	2,5	2,6	2,5	2,6
	s	0,31/12%	0,39/16%	0,42/17%	0,45/17%	0,56/22%	0,28/11%

ANLAGE 18

Versuchsergebnisse der Langstrecken-Fahrten

Versuchsperson 2

		Essen					
		11 ¹⁰ Uhr	13 ⁴⁰ Uhr	14 ³⁵ Uhr	15 ²⁰ Uhr	16 ²⁵ Uhr	16 ⁴⁵ Uhr
Ø-km/h	\bar{x}	132	143	136	141	127	119
	s	3,9	3,6	2,9	2,9	4,3	13,3
Frei gewä. km/h	\bar{x}	137	142	136	144	132	133
	s	5,4	5,6	10,9	5,9	6,9	19,0
km/h re. Spur	\bar{x}	129	141	134	146	131	104
	s	19,2	3,4	12,0	5,5	3,2	25,9
km/h mittl. Spur	\bar{x}	137	145	137	143	125	129
	s	10,1	5,7	12,0	4,7	7,2	10,9
km/h li. Spur	\bar{x}	134	141	138	140	130	133
	s	4,8	7,7	10,8	9,2	6,1	16,6
km/h bei Wechsel re.	\bar{x}	141	142	135	141	126	126
	s	2,0	5,2	12,1	5,5	5,5	15,1
km/h bei Wechsel li.	\bar{x}	143	141	132	136	126	131
	s	8,8	8,2	11,8	10,4	7,6	7,5
Fz-Dichte	\bar{x}	2,1	2,6	1,4	3,3	4,1	3,4
	s	1,05	1,42	1,03	1,81	1,61	1,72
Überholt werden		6	4	6	6	25	22
Selbst überholen		18	55	30	69	37	27
Abstand	\bar{x}	89 m	104 m	84 m	88 m	62 m	71 m
	s	47 m	47 m	48 m	49 m	48 m	49 m
Abstand b. Spurwechs.	\bar{x}	61 m	69 m	56 m	24 m	35 m	50 m
	s	43 m	52 m	45 m	15 m	29 m	60 m
Abstand/ km/h	\bar{x}	0,66	0,72	0,63	0,62	0,50	0,59
	s	0,32	0,33	0,36	0,34	0,39	0,38
Kein ausr. Abstand		30,2 %	20,0 %	25,3 %	30,2 %	50 %	42,6 %
2spur. re. Teil li.		100 %	28,6 %	47 %	13,5 %		84,6 %
			71,4 %	53 %	86,5 %		15,4 %
3spur. re. Teil mi. li.		39,7 %	25,3 %	44 %	0	7,7 %	24,6 %
		49,3 %	43,4 %	52 %	63 %	73,6 %	58,5 %
		11 %	31,3 %	4 %	37 %	18,7 %	16,9 %
Spurver- halt. re. s/v	\bar{x}	2,4	2,2	2,3	2,5	2,2	2,3
	s/v	0,2/8,5 %	0,33/15 %	0,18/8 %	0,11/4 %	0,2/10 %	0,26/11 %
Spurver- halt. Mi. s/v	\bar{x}	2,3	2,2	2,3	2,3	2,3	2,2
	s/v	0,19/8,3 %	0,24/11 %	0,13/6 %	0,23/10 %	0,25/11 %	0,23/10 %
Spurver- halt. li. s/v	\bar{x}	2,3	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3
	s/v	0,27/12 %	0,25/10 %	0,26/11 %	0,17/7 %	0,26/11 %	0,19/8 %

ANLAGE 18

Versuchsergebnisse der Langstrecken-Fahrten

Versuchsperson_3

		Essen					
		11 ¹⁰ Uhr	13 ⁴⁰ Uhr	14 ³⁵ Uhr	15 ²⁰ Uhr	16 ²⁵ Uhr	16 ⁴⁵ Uhr
Ø-r.m./h	\bar{x}	135	137	138	139	143	95
	s	1,9	12,6	1,2	2,3	1,0	21,3
Frei gewa. km/h	\bar{x}	138	149	138	139	143	130
	s	5,3	17,8	5,2	3,1	4,3	-
km/h re. Spur	\bar{x}	131	130	137	139	142	92
	s	5,6	15,2	5,2	3,5	11,2	23,5
km/h mittl. Spur	\bar{x}	137	136		139	143	
	s	41	21,6		3,9	10,4	
km/h li. Spur	\bar{x}	140	143	139	141	148	130
	s	-	19	4,6	2,2	4,5	-
km/h bei Wechsel re. s	\bar{x}	137	149	140	140	144	135
	s	2,5	16,5	6,2	-	11,4	-
km/h bei Wechsel li. s	\bar{x}	135	139	139	138	142	70
	s	3,7	20,8	6,4	6,2	9,5	-
Fz-Dichte	\bar{x}	2,4	4,0	1,6	1,9	1,8	2,4
	s	1,17	1,62	1,43	1,79	1,32	2,45
überholt werden		10	22	10	10	5	3
Gelbst überholen		21	40	20	33	30	-
Abstand	\bar{x}	104 m	82 m	104 m	106 m	105 m	25 m
	s	44 m	47 m	48 m	46 m	45 m	7 m
Abstand b. Spurwechs. s	\bar{x}	42 m	45 m	44 m	58 m	43 m	20 m
	s	19,2 m	39 m	31 m	40 m	16 m	17 m
Abstand/km/h	\bar{x}	0,77	0,59	0,75	0,76	0,73	0,30
	s	0,32	0,30	0,35	0,32	0,30	0,10
kein ausr. Abstand		21,1 %	38,3 %	15,9 %	16,1 %	11 %	79,2 %
2spur. re. Teil	re.			72,5 %	83,8 %		91,7 %
	li.			27,5 %	16,2 %		8,3 %
3spur. re. Teil	re.	31,9 %	16,5 %		49,1 %	53,8 %	
	mi.	65,9 %	57,1 %		45,3 %	40,7 %	
	li.	2,2 %	26,4 %		5,6 %	5,5 %	
Spurverhalt. re. s/v	\bar{x}	2,3	2,3	2,5	2,4	2,3	2,4
	s/v	0,28/12%	0,37/16 %	0,24/10%	0,22/9%	0,25/11%	0,26/11%
Spurverhalt. li. s/v	\bar{x}	2,5	2,3		2,5	2,5	
	s/v	0,28/11%	0,35/16%		0,26/10%	0,31/12%	
Spurverhalt. li. s/v	\bar{x}	2,7	2,3	2,6	2,5	2,5	
	s/v	0,35/13%	0,37/16%	0,22/9%	0,24/10%	0,12/5%	

ANLAGE 18

Versuchsergebnisse der Langstrecken-Fahrten

Versuchsperson_4

		Essen					
		11 ¹⁰ Uhr	13 ⁴⁰ Uhr	14 ³⁵ Uhr	15 ²⁰ Uhr	16 ²⁵ Uhr	16 ⁴⁵ Uhr
ø-km/h	\bar{x}	143	154	155	154	152	130
	s	12,1	1,05	2,7	2,0	3,3	12,6
Frei gewä. km/h	\bar{x}	152	153	156	154	154	147
	s	7,1	4,9	10,8	6,1	9,6	20,1
km/h re. Spur	\bar{x}	136	153	159	152	160	112
	s	20,9	4,5	6,8	5,7	8,3	13,1
km/h mittl. Spur	\bar{x}	152*	156	149	155	150	129
	s	10,5	3,9	12,3	6,6	9,1	29
km/h li. Spur	\bar{x}	144	152	156	154	154	149
	s	11,9	5,6	8,8	7,2	9,1	18,6
km/h bei Wechsel re.	\bar{x}	149	155	155	156	152	137
	s	7,9	3,7	9,5	5,8	9,1	22,6
km/h bei Wechsel li.	\bar{x}	150	154	156	156	152	138
	s	9,7	3,9	6,7	6,5	10,5	24,1
Fz-Dichte	\bar{x}	2,1	1,5	1,8	3,3	3,0	4,0
	s	1,43	1,05	1,15	1,52	1,68	2,02
Überholt werden		6	2	4	6	6	21
Selbst überholen		29	45	53	75	81	57
Abstand	\bar{x}	96 m	115 m	97 m	93 m	87 m	98 m
	s	47 m	42 m	49 m	44 m	46 m	51 m
Abstand b. Spurwechs.	\bar{x}	76 m	60 m	76 m	47 m	53 m	58 m
	s	45 m	35 m	34 m	30 m	40 m	42 m
Abstand/ km/h	\bar{x}	0,67	0,74	0,63	0,60	0,58	0,78
	s	0,30	0,27	0,33	0,28	0,30	0,42
Kein ausr. Abstand		22 %	8,3 %	16,5 %	25,3 %	24,7 %	25,3 %
2spur. re. Teil li.		100 %	60 %	40,5 %	45,9 %		80 %
			40 %	59,5 %	54,1 %		20 %
3spur. re. Teil mi. li.		45,9 %	48 %	9,1 %	3,7 %	9,9 %	28 %
		47,3 %	28 %	77,3 %	53,7 %	64,8 %	40 %
		6,8 %	24 %	13,6 %	42,6 %	25,3 %	32 %
Spurver- halt. re. s/v	\bar{x}	2,1	2,2	2,2	2,1	2,0	2,1
	s/v	0,26/12%	0,2/9%	0,28/13%	0,13/6%	0,4/20%	0,22/11%
Spurver- halt. Mi. s/v	\bar{x}	2,2	2,3	2,1	2,1	2,1	2,1
	s/v	0,19/9 %	0,24/10%	0,23/11%	0,26/12%	0,31/15%	0,32/16%
Spurver- halt. li. s/v	\bar{x}	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,1
	s/v	0,54/25%	0,28/13%	0,27/12%	2,0/9%	0,35/15%	0,23/11%

ANLAGE 16

Versuchsergebnisse der Langstrecken-Fahrten

Versuchsperson 5

		11 ¹⁰ Uhr	Essen	13 ⁴⁰ Uhr	14 ³⁵ Uhr	15 ²⁰ Uhr	16 ²⁵ Uhr	16 ⁴⁵ Uhr	
Ø-km/h	\bar{x} s	144 3,3		134 3,1	141 5,1	129 6,5	133 1,02	120 12,5	
Frei gewä. km/h	\bar{x} s	145 8,7		136 6,0	141 8,2	132 8,5	133 5,5	133 8,6	
km/h re. Spur	\bar{x} s	135		131 4,2	144 8,6	123 12	134 5,3	113 20,9	
km/h mittl. Spur	\bar{x} s	142 11,9		134 4,9	138 9,6	128 9,8	136 4,2	126 16,9	
km/h li. Spur	\bar{x} s	147 8,6		134 9,0	138 9,6	128 9,8	136 4,2	126 16,9	
km/h bei Wechsel re.	\bar{x} s	146 9,7		131 6,7	138 9,1	131 7,8	129 4,5	127 2,6	
km/h bei Wechsel li.	\bar{x} s	143 6,9		133 6,4	138 7,2	123 13,9	134 5,9	127 2,0	
Fz-Dichte	\bar{x} s	1,6 0,76		1,6 0,89	2,0 1,0	2,0 1,14	2,1 1,26	3,2 1,48	
Überholt werden		8		3	3	15	7	13	
Selbst überholen		54		42	27	35	36	42	
Abstand	\bar{x} s	60 m 43 m		99 m 41 m	119 m 38 m	101 m 45 m	114 m 40 m	77 m 45 m	
Abstand b. Spurwechs.	\bar{x} s	54 m 40 m		96 m 57 m	92 m 50 m	59 m 35 m	67 m 47 m	75 m 60 m	
Abstand/ km/h		0,47 0,30		0,75 0,31	0,83 0,25	0,78 0,32	0,86 0,29	0,63 0,33	
kein ausr. Abstand		14, 8%		11 %	9,7 %	17,2 %	8,8 %	41,1 %	
Zspur. Teil	re. li.			40 % 60 %	66,7 % 33,3 %	64 % 36 %			
3spur. Teil	re. mi. li.	1,1 % 60,4 % 38,5 %		10,6 % 57,6 % 31,8 %	46,9 % 25 % 28,1 %	5 % 82,5 % 12,5 %	33 % 58,2 % 8,8 %	21 % 53 % 26 %	
Spurver- halt.	re. s/v	2		2,3 0,34/15%	2,2 0,3/14%	2,4 0,27/11%	2,1 0,24/11%	2,3 0,29/13%	
Spurver- halt. Mi.	s/v	2,3 0,2/8,7%		2,3 0,21/9%	2,2 0,35/15%	2,2 0,28/13%	2,3 0,31/14%	2,3 0,22/10%	
Spurver- halt. li.	s/v	2,3 0,22/10%		2,4 0,14/6 %	2,4 0,23/10%	2,5 0,28/11%	2,5 0,34/14%	2,4 0,24/10%	

ANLAGE 19

Herzfrequenz-Daten der Versuchspersonen beim Lagsrecken-Test
Messwerte in Schläge pro Minute (1/min)

Versuchs- person	Ruhe	Blut- entnahme	BAB- Auffahrt	Fahrt v.d.Essen		ESSEN	Fahrt n.d.Essen		Erholung
				60 min.	90 min.		60 min.	90 min.	
1	85	110	120	105	105	90	105	110	80
2	100	105	110	105	98	90	100	105	80
3	65	80	72	68	65	80	70	70	65
4	80	110	100	85	88	75	85	85	70
5	85	115	110	105	102	95	105	106	90
6	88	120	118	95	95	102	100	98	90
\bar{x}	83,8	105	105	93,8	92,2	88,7	94,2	95,6	85
$s_{\bar{x}}$	11,4	14	17,6	15	14,5	9,8	13,9	15,3	

ANLAGE 2o

Blutdruckverhalten der Versuchspersonen beim Langstrecken-Test

- Systolisch (mm Hg)

	Ruhe	v. Essen	n. Essen	Testende
VP 1	150	130	130	120
VP 2	130	130	140	130
VP 3	130	120	130	130
VP 4	140	140	145	120
VP 5	140	145	140	145
VP 6	130	110	120	130
\bar{x}	136,7	129,2	134,2	129,2
$\bar{x}(\pm)$	8,2	12,8	9,2	9,2

- Diastolisch (mm Hg)

	Ruhe	v. Essen	n. Essen	Testende
VP 1	100	95	80	80
VP 2	80	95	95	80
VP 3	80	80	80	75
VP 4	80	95	85	80
VP 5	100	95	95	95
VP 6	80	80	70	80

ANLAGE 21

Milchsäure-Spiegel und Blutzucker-Daten der Versuchspersonen
bei den Münchener Fahrten

- Milchsäure (Lactat) gemessen in mmol/l

	Ruhe	v.Essen	n.Essen	Testende
VP 1	1,77	1,69	1,17	2,09
VP 2	0,81	1,45	2,38	2,72
VP 3	2,06	0,72	1,13	1,03
VP 4	0,85	1,28	0,85	1,45
VP 5	1,65	1,55	1,55	2,99
VP 6	1,70	1,59	2,08	1,70
\bar{x}	1,47	1,38	1,52	2,00
$\bar{x}(\pm)$	0,51	0,35	0,60	0,75

- Blutzucker (Glucose) gemessen in mg %

	Ruhe	v.Essen	n.Essen	Testende
VP 1	93	72	102	97
VP 2	88	80	90	86
VP 3	86	94	123	99
VP 4	93	86	118	104
VP 5	87	82	128	94
VP 6	92	86	113	94
\bar{x}	89,8	83,3	112,3	95,7
$\bar{x}(\pm)$			14,1	6,0

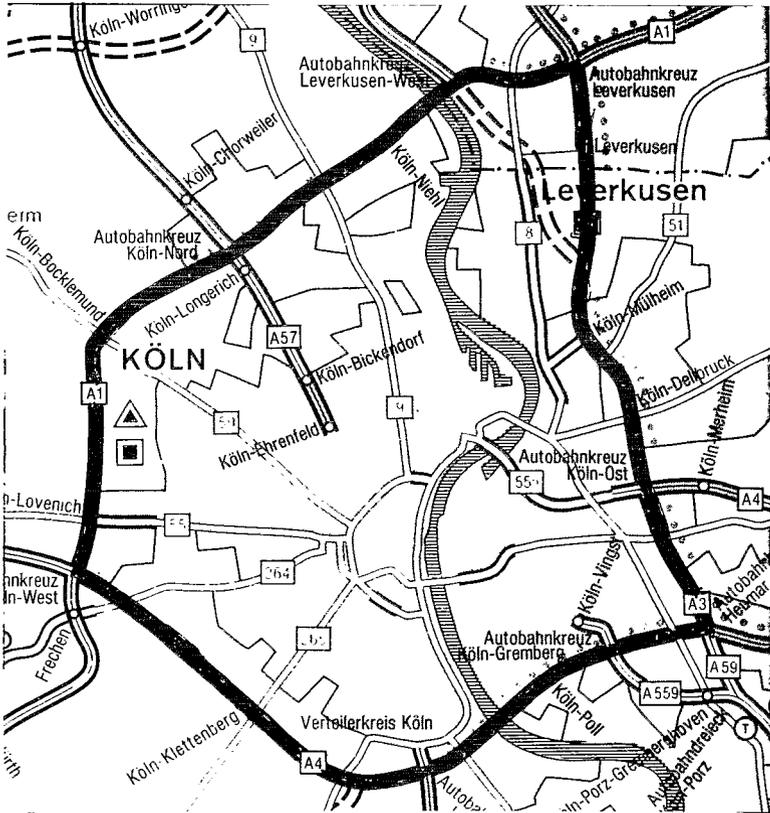
Daten zum Fettstoffwechsel der Versuchspersonen bei den Münchener Fahrten

	Ruhe	Cholesterin (mg %)			Ruhe	HDL-Cholesterin			Ruhe	LDL-Cholesterin		
		vor Essen	nach Essen	Test-ende		vor Essen	nach Essen	Test-ende		vor Essen	nach Essen	Test-ende
VP 1	202	202	211	227	64	62	61	75	137	139	149	151
VP 2	293	289	277	292	71	78	72	76	190	200	192	201
VP 3	168	178	165	174	47	51	47	49	112	121	112	114
VP 4	295	286	296	293	30	36	34	39	244	243	232	236
VP 5	294	309	297	290	70	73	71	67	211	220	202	204
VP 6	228	230	238	234	46	47	48	51	171	169	175	168
\bar{x}	243,3	249	247,3	251,7	54,7	57,8	55,5	59,5	177,5	182	177	179
$\bar{x}^{(\pm)}$	52,4	53	52,7	49,5	16,3	16,1	15	15,3	48,3	47,4	42,2	43,6

	Insulin (μ E)			Test- ende	Wachstumshormon (STH)				Cortisol μ g %			Test- ende
	Ruhe	vor Essen	nach Essen		Ruhe	von Essen	nach Essen	Test- ende	Ruhe	vor Essen	nach Essen	
VP 1	25,9	15,1	70	47,5	2,85	3,22	1,71	6,05	36	29	29	42
VP 2	30,3	17,1	55,4	33,8	0,25	21,1	2,53	21,1	25	18	24	27
VP 3	25,9	9,8	69,5	10,5	0,01	26,8	2,9	0,01	26	12	23	6
VP 4	16,1	12	19,2	19,5	0,15	0,01	0,02	0,96	25	17	26	19
VP 5	55,3	22,5	75,2	0,1	0,01	0,21	0,42	20,8	14	11	25	7
VP 6	28,1	20,8	97,7	31	7,06	11,0	1,72	4,87	19	7	16	6
\bar{x}	30,3	16,2	64,5	23,7	1,7	10,4	1,6	9,0	24,2	15,7	23,8	17,8
$\bar{x}(\pm)$	13,2	4,9	26,1	17,1	2,8	11,4	1,1	9,6	7,4	7,7	4,4	14,6

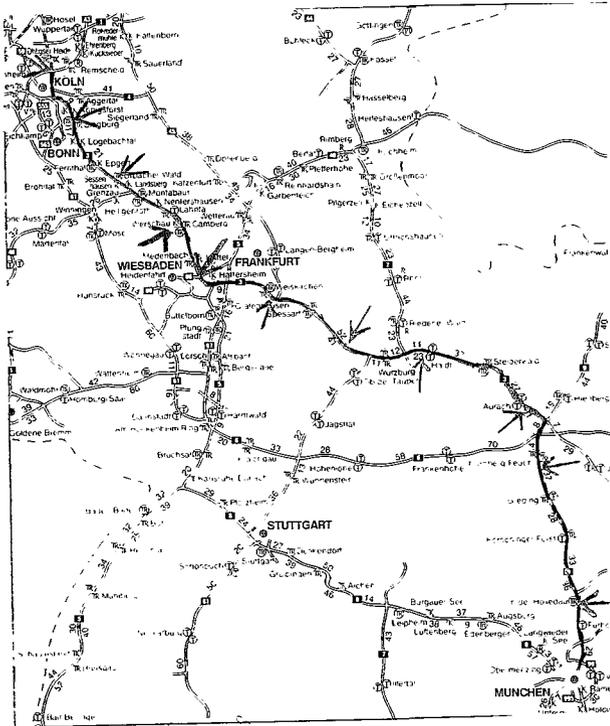
ANHANG 1

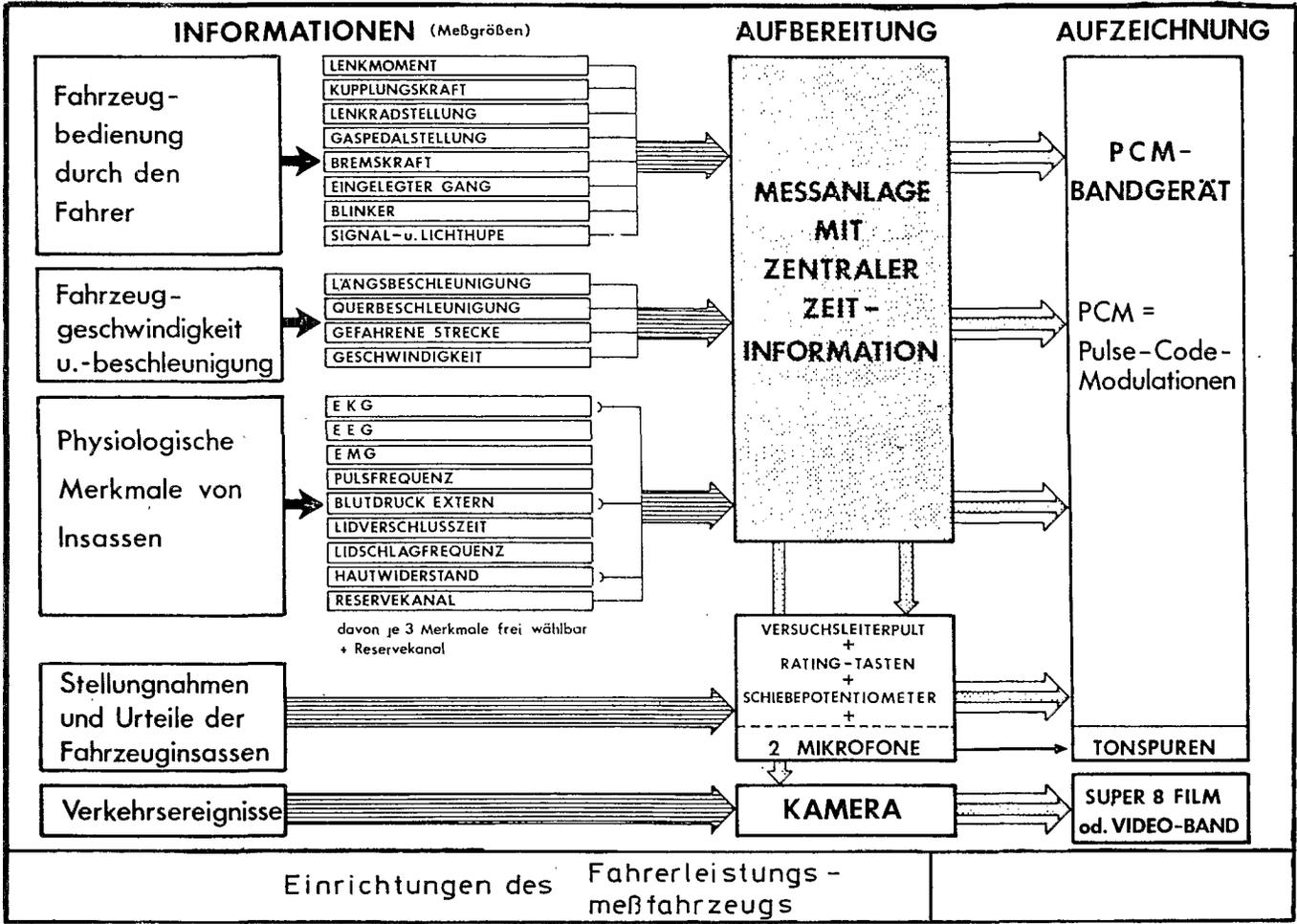
Versuchsstrecke der kurzstrecken-Fahrten auf dem kölner
Autobahn-Ring



ANHANG 2

Versuchsstrecke der Langstrecken-Fahrten Köln-München u.z.





Aus: Reker, K.; Loeh, F.J. - Handbuch für das Fahrerleistungs-Meßfahrzeug der Bundesanstalt für Straßenwesen, 1978

ANHANG 4

Literatur-Angaben zu den angewendeten Labormethoden

- 1) Andler W.; Biro G.; Bernasconi S.; Giovanelli G. - A comparative study of serum growth hormone and plasma cortisol levels in stimulations test with insulin and propranololglucagon, Acta Endocr. 80, 70-80 (1976)
- 2) Eggstein .; Kreutz F.H.; - Eine neue Bestimmung der Neutralfette im Blutserum und Gewebe, 1.Prinzip, Durchführung und Besprechung der Methode, Klin. Wschr. 44, 262-267 (1966)
- 3) Catt K.J.; Solid-phase RIA. In: Methods in investigative and diagnostic endocrinology. Ed: S.A. Berson and R.S. Yalow, Vol 2 A, 129 - 135, Amsterdam, London 1973
- 4) Eggstein M. - Eine neue Bestimmung der Neutralfette im Blutserum und Gewebe. II. Zuverlässigkeit der Methode, andere Neutralfettbestimmungen, Normalwerte für Triglyceride und Glycerin im menschlichen Blut, Klin. Wschr. 44, 267-273 (1966)
- 5) Hohorst, H.J. - L-(+)-Lactat, Bestimmung mit Lactatdehydrogenase und DPN. In: Methoden der enzymatischen Analyse. Hrsg: H.U. Bergmeyer, Verlag Chemie, Weinheim 1962
- 6) Rolleri, E.; Zannino M.; Orlandini S.; Malvano R. - Direct radioimmunassay of plasma cortisol. Clin. Chim. Acta 66, 319-330 (1976)
- 7) Slein M.W. - D-Glucose, Bestimmung mit Hexokinase und Glucose 6-Phosphatase. In: Methoden der enzymatischen Analyse, Hrsg: H.U. Bergmeyer, Verlag Chemie, Weinheim 1962
- 8) Wahlefeld, A.W. - Methoden der enzymatischen Analyse Hrsg. s.o.

LITERATURVERZEICHNIS (fahrtechnischer Teil)

- 1) Berger, H.J.; Bliersbach, G.; Dellen, R.G. - Fahrformen und Erlebensentwicklung bei der Teilnahme am Straßenverkehr, Buchreihe Band XXV der Forschungsgemeinschaft für Straßenverkehr, 1975
- 2) Brauch, Dreyer, Haacke - Mathematik für Ingenieure, B.G. Teubner Verlagsgesellschaft, Stuttgart, 1964
- 3) Bundesanstalt für Straßenwesen - Kongreßbericht 1978 der Deutschen Gesellschaft für Verkehrsmedizin, Heft 16
- 4) Bundesanstalt für Straßenwesen - Forschungsprogramm 1980/81
- 5) Grandjean, E. - Physiologische Arbeitsgestaltung, Leitfaden der Ergonomie, Thun und München, Ott Verlag 1967
- 6) Haas, I.; Reker, K. - Einfluß von Fahrerfahrung auf die Unfallbelastung und sicherheitsrelevanter Einstellung, Zeitschrift für Verkehrssicherheit, Heft 3/III.Quartal 1976
- 7) Hoefs, D.H. - Untersuchung des Fahrverhaltens in Fahrzeugkolonnen, Straßenbau und Verkehrstechnik, Heft 140, 1972
- 8) Reker, K. - Meßtechnische und methodische Überlegungen zur Belastungs- und Beanspruchungsforschung, Zeitschrift für Verkehrssicherheit, Heft 3/III/79
 - Streß ist teuer ! Zeitschrift "Fahrschule" 2/80
 - Wie fahren Schnellfahrer ? "Der Verkehrsunfall" 10/82
- 9) Schmitt, M. - Anatomie und Physiologie der Sitzhaltung, Unveröffentlichtes Manuskript, 1983
- 10) Tränkle, U. - Ermüdung und Monotonie bei Autobahnfahrten, Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 26(1980)4
- 11) Willumeit, H.-P.; Garavy, K.; Lemke, M.; Remus, R.; Schulze-Blank, A. -

Messung von Ermüdungserscheinungen bei Kraftfahrzeug-
führern, 1977, Bericht der Technischen Universität
Berlin

LITERATURVERZEICHNIS (medizinisch-ernährungswissenschaftlicher
Teil)

- 1) Brickenkamp, R. - Test d2, Aufmerksamkeits-, Belastungs-Test
Hogrefe Göttingen-Toronto-Zürich 1975
- 2) Hampel, R. - Adjektiv-Skalen zur Einschätzung der Stimmung
(SES), Diagnostica, 23, 1977
- 3) Hettinger, Th. - Sportmedizin-Arbeits- und Trainingsgrundlagen
Schattauer Stuttgart New York 1976
- 4) Keul, J.; Haralambie, G. - Die Wirkung von Kohlenhydraten auf
Leistungsfähigkeit und energieliefernde Substrate im
Blut bei langwährender Körperarbeit, Dt. med. Wsch.
98 (1973) 1806
- 5) Keul, J. - Kohlenhydrate zur Leistungsbeeinflussung in der
Sportmedizin. Nurt. Metab. 18 (1975) 157
- 6) Keul, J.; Lehmann M. - Psycho-physische Reaktionen bei extremen
Belastungen. Therapiewoche 29 (1979) 4906
- 7) Keul, J.; Huber, G.; Lehmann, M; Berg, A.; Jakob, E.-F. -
Einfluß von Dextrose auf Fahrleistung, Konzentrations-
fähigkeit, Kreislauf und Stoffwechsel im Kfz-Simulator
Akt. Ernährung 7 (1982) 7-14 Georg Thieme Verlag
- 8) Kindermann W.; Keul J. - Körperliche Leistungsfähigkeit und
Ernährung In: Biochemie und Physiologie der Ernährung
Georg Thieme Verlag 1980
- 9) Krankheit und Verkehr, Gutachten des gemeinsamen Beirats für
Verkehrsmedizin Hrsg. Bundesminister f. Verkehr, 57, 1979
- 10) Leitzmann, C. - Hunger und Sättigung: Die physiologische Re-

gulation der Nahrungsaufnahme, Ernähr.-Umsch. 25 (1978)
115-120

- 11)Leitzmann, C.; Hesecker, H. - Some aspects of the peripheral regulation of food intake in man. Wld. Rev. Nutr. Diet. 38 (1981) 89-115
- 12)Mayer, J.; Bullen, B.A. - Nutrition, weight control and exercise pp. 259-275 In: Science and medicine of exercise and sport, W.R. Johnson and E.R. Buskirk ed. Harper & Row, New York 1974
- 13)Moser, L. - Prüfung von Arzneimittelwirkungen auf die Kraftfahreignung, Deutsches Ärzteblatt Heft 50, 1978
- 14)Sassi, G.; Massa U. - Med. Sport, Torino 2 (1962) 5
- 15)Wirths, W.; Bauer G.; Gerloff J. - Kfz-Langstreckentest in ernährungsphysiologischer Sicht mit differenzierter Mahlzeitenfrequenz, Akt. Ernährung 6 (1981) 45-49
Georg Thieme Verlag

NamensregisterSeite:

Berger	6, 7
Bliersbach	6, 7
Brauch	6
Brickenkamp	20
Dellen	6, 7
Dreyer	5
Garavy	4
Grandjean	5
Haacke	5
Haas	7
Hampel	20
Hettinger	10
Hessegger	48
Hoefs	25
Keul	12, 13
Kindermann	13
Leitzmann	47
Lemke	4
Mayer	13
Reker	7, 9
Remus	4
Riva-Rocci	19
Sassi	47
Schmitt	5
Schulze-Blank	4
Tränkle	36
Willumeit	4
Wirths	14