

Aus dem Institut für Gerichtliche Medizin der Universität Bonn (Direktor: Prof. Dr. med. H. ELBEL) und dem Institut für Leibesübungen der Universität Wien (Vorstand: Prof. Dr. L. GABRIEL).

## **Ermüdung und Einschlafen am Steuer\*.**

Von

**O. PROKOP und L. PROKOP.**

Mit 4 Textabbildungen.

(Eingegangen am 6. November 1954.)

Die oberstgerichtliche Rechtsprechung<sup>1</sup> erkennt an, daß es ein unvorhersehbares Einschlafen am Steuer gibt. Das Fehlen oder Vorhandensein der Vorausschbarkeit unter den verschiedensten konkreten Umständen ist eine nicht seltene Frage an den ärztlichen Sachverständigen und sie wird erstaunlich divergierend beantwortet. Gegenstand des Gutachtens bildet also vorwiegend die subjektive Seite der Ermüdung, durch den folgenden Fragenkomplex umrissen:

1. Muß der Kraftfahrer wissen, wann allgemein oder speziell bei ihm Ermüdung eintritt, so daß eventuell schon die Überschreitung einer bestimmten Fahrzeit oder Fahrstrecke als eine Verletzung der Sorgfaltspflicht anzusehen ist?

2. Kann der Kraftfahrer, wenn Ermüdung eintritt, diese erkennen; gibt es subjektive Zeichen, die dem Einschlafen am Steuer vorausgehen und deren Erkennung zumutbar ist?

3. Welche besonderen Umstände (z. B. Krankheit, Alkohol) beeinflussen die Ermüdung objektiv und ihre subjektive Erkennbarkeit?

Voraussetzung zur sachkundigen Beurteilung des Einzelfalles in subjektiver Hinsicht ist die Kenntnis des wichtigsten objektiven Wissens über die Ermüdung. Neben der rein physiologischen und psychologischen Materie wird der Sachverständige pathologische „Einschlaffälle“ relativ rasch erkennen und eventuell ausschließen können. Das gleiche gilt für die Faktoren Alkohol, Pharmaca und sensorische Störungen. Von Krankheiten sind besonders die Epilepsie und die Narkolepsie, die bekanntlich auch symptomatisch vorkommen können, zu beachten. Die Narkolepsie tritt nicht selten in sonst unauffälliger Form auf. Narkoleptische Typen sieht man häufig, so z. B. Straßenbahnschaffner, die an der Endstation ihrer Bahn sich in den Wagen setzen, sofort einschlafen und nach einer Viertelstunde wieder fahren. Ebenso gibt es Typen, die z. B. in ihrem Büro unvermittelt einschlafen oder Personen, die im Wartezimmer unter geeigneten Umständen, ohne besonders übermüdet zu sein, schnell in Schlaf verfallen. Inwieweit hier gebahnte Assoziationen eine Rolle spielen, bzw. besondere Gewohnheiten ätiologische Bedeutung haben, wäre im Einzelfall zu prüfen. Man darf aber auch

\* Vorgetragen von O. PROKOP auf der Tagung der Deutschen Gesellschaft für gerichtliche und soziale Medizin, Oktober 1954 in Kiel.

<sup>1</sup> Näher aufgeführt Neue jur. Wschr. 1953, Nr 29, 1077.

nicht vergessen, daß bei bestimmten Krankheiten vermehrte Schlafsucht geradezu symptomatisch vorkommt. Hier sind zu erwähnen: Infekte, Foci, Herzfehler mit verminderter Sauerstoffsättigung des Blutes, Ikterus, auch Ikterus sine Ictero, Intoxikationen, Anämien, insbesondere die Perniciosa. Unter den Intoxikationen wird man stets auch an das Vorliegen einer eventuellen Kohlenoxydvergiftung bei schadhafte Warmluftheizungen bestimmter Pkw-Typen denken müssen.

In diesem Zusammenhang muß erwähnt werden, daß Warmluftheizungen weniger wegen der Gefahr einer möglichen CO-Vergiftung problematisch sind, als wegen der durch die Warmluft provozierten, bekannten peripheren Gefäßdilatation. Diese führt wiederum über eine Hirnanämie zu Müdigkeit, Schlafbedürfnis und Einschlafen. Dieser vasomotorischen Reaktion kommt gerade an den Beinen, die nach der Technik der Autoheizung vielfach besonders betroffen werden, große Bedeutung zu, vor allem, wenn man bedenkt, daß warme Fußbäder häufig gerade bei Einschlafstörungen ärztlich verordnet werden. Umgekehrt hingegen ist Kälte ein ausgesprochenes Schlafhemmungsmittel, bzw. sogar als einer der stärksten Weckreize bekannt, wenn nicht eine schwere Erschöpfung oder eine Allgemeinerfrierung vorliegt.

Das Gesamtproblem der Ermüdung ist sehr komplex und unbedingt ein psycho-physisches, an dem zahlreiche exo- und endogene Faktoren bestimmend mitwirken (HOCHREIN und SCHLEICHER, s. dort auch einschlägige Literaturangaben über Ermüdung). Beim Ineinanderspielen der einzelnen Faktoren wird es in der Praxis oft unmöglich sein, eine strenge Trennung zwischen subjektiver Müdigkeit (Ermüdungsgefühl) und objektiver Ermüdung durchzuführen, wie sie z. B. von KRAEPELIN verlangt wird. Denn ein warmes Bad, das subjektiv die Bereitschaft zum Einschlafen fördert, führt objektiv zwar, wie oben angedeutet, zu einer relativen Hirnanämie, aber nicht zu stoffwechselmäßig faßbaren, physiologisch chemischen Ermüdungsvorgängen. Umgekehrt braucht unter Einwirkung von Affekten oder Pharmacis eine objektiv nachweisbare schwere Ermüdung subjektiv keine „Beschwerden“ zu machen.

Es ist daher heute noch schwierig zu beantworten, ob wegen der verschiedenen Einzelfaktoren ein *einzig*er Test zur Objektivierung der Ermüdung bzw. eines Ermüdungszustandes überhaupt möglich ist. Der von KROEBEL und HEINZE erarbeitete Test, die Ermüdung durch die Anstiegszeit des psycho-galvanischen Reflexes zu messen, wird daher auf seine Brauchbarkeit in der Praxis noch zu prüfen sein.

Unter den *endogenen* Faktoren wurde früher den verschiedenen „Ermüdungsstoffen“ ätiologisch die „entscheidende Rolle“ schlechthin zuerkannt (KUDRJAWZEW u. a.). Heute gelten allerdings die Kenotoxintheorie und die Anhäufungshypothesen (Anhäufung von Ermüdungsstoffen), die Verarmungshypothese (Glykogenverarmung und Hemmung der Resynthese) ebenso wie die Vorstellung einer Milchsäureintoxikation mit Blutacidose als im wesentlichen überholt (GALPERIN, OKUN, SIMONSON und SIRKINA). Andererseits kann eine Glykogenverarmung mit all ihren

Folgen vor allem für Herz und Kreislauf nach schweren Dauerleistungen ohne weiteres vorkommen. Wir sprechen jedoch dann besser von einer sog. Erschöpfung, wie sie im Zusammenhang mit unserer Fragestellung eigentlich weniger Bedeutung hat.

Die Blutreaktion hat sich bei diesem Problem als ein Symptom erwiesen, das sehr bedeutungsvoll sein kann (PROKOP, L.), ohne daß aber der Blut-pH-Wert über den Ermüdungszustand bzw. über die tatsächliche Leistungsfähigkeit signifikanten Aufschluß geben könnte. Lediglich im sog. „Toten Punkt“, der als vorübergehende Leistungskrise vielleicht in irgendeiner Form auch im Zusammenhang mit der untersuchten Frage eine Bedeutung haben kann, hat sich die Milchsäurekonzentration als maßgeblich erwiesen (PROKOP, L.). Die Hypothese der Transmineralisation bzw. Ionenverschiebung und schließlich die vegetative Theorie der Ermüdung geben schon bedeutend bessere Anhaltspunkte. Übereinstimmend wird im Zusammenhang mit der blutchemischen Einwirkung auch eine Großzahl teils vagotoner, teils amphotoner vegetativer Veränderungen festgestellt. So sinkt besonders beim muskulär Ermüdeten z. B. der Blutdruck, während der Puls steigende Tendenz zeigt, wobei die Reaktion des peripheren Kreislaufes für die häufig angenommene Hirnanämie ausschlaggebend ist. Ebenso wird eine Hydrämie beobachtet und infolge schlechter calorischer Ausnutzung steigt der Sauerstoffverbrauch an, was wiederum den Nutzeffekt deutlich absinken läßt. Hinsichtlich der Gefäßsteuerung findet sich durchweg eine periphere Dilatation (VÖLKER) mit besonderer Erregbarkeit der capillaren Vasomotoren. Damit kommt es manchmal auch zu paradoxen Reaktionen, die subjektiv beim Ermüdeten sowohl, was häufiger ist, ein starkes Wärmegefühl, als auch Kältegefühl mit Frösteln hervorrufen können. Neben solchen physisch überschießenden Reaktionen treten beim Ermüdeten auch psychische Veränderungen ein, so z. B. hemmungslose Gefühlsausbrüche auf inadäquate Reize. Dies gilt vor allem für die Fälle chronischer Ermüdung (Übermüdung) und ist bekanntlich besonders eindrucksvoll bei jener typischen Art chronischer Übermüdung, die im Sport als Übertraining (PROKOP, L.), im täglichen Leben als Übermüdung bezeichnet wird.

Zahlreich sind die *exogenen* Ursachen, die den Grad der Ermüdung und Übermüdung bestimmen. Von nicht geringer Bedeutung sollen auch Föhn und Wetterfronten sein, über die in Literatur und Statistik allerdings noch nichts Sicheres bekannt ist. Der Luftdruck als guter Indicator für Wetterfronten (DE RUDDER) ist jedenfalls kein ausschlaggebender Faktor (FISHER). Er scheint allein deswegen weniger bedeutungsvoll, weil der Kraftfahrer beim Überwinden von Höhenunterschieden und häufigem Geschwindigkeitswechsel ohne subjektive Beschwerden durchweg bedeutend höheren Druckschwankungen ausgesetzt ist als sie z. B. durch Föhn oder Wetterfronten zustande kommen.

Nicht zu unterschätzen für den Ermüdungsgrad ist dagegen die *Außentemperatur*, da sie den Grad der Capillarektasie maßgeblich bestimmt, desgleichen der Feuchtigkeitsgehalt der Luft, der für die Abkühlung der Körperoberfläche entscheidend ist u. dgl. mehr. Diese Faktoren führen genau wie die Verdauungsmüdigkeit nach größerer Nahrungsaufnahme — wie auch GRAF nachweisen konnte — schnell zu einer relativen Gehirnanämie, die ebenso wie z. B. die Hypoxämie in großen Höhen eine Prädisposition für das Einschlafen, eventuell sogar für einen peripheren Gefäßkollaps darstellen.

Dagegen sind die von der Presse immer wieder aufgegriffenen „Todeskilometer“ (angeblicher Einfluß von „Erdstrahlen“ auf den

Kraftfahrer) vollkommen bedeutungslos. Sie sind das Phantasieprodukt absolut unwissenschaftlich eingestellter, dafür aber geschäftlich interessierter „Erdstrahlenforscher“ (PROKOP, O.).

Wichtig für den Grad der Ermüdung und die Schnelligkeit ihres Eintretens sind die *optischen* und *akustischen* Eindrücke, wobei die Monotonie schlaffördernd, der Wechsel akustischer und optischer Eindrücke dagegen schlafhemmend wirken (PAWLOW). Die Verminderung und das Ausbleiben von akustischen und optischen Eindrücken spielen jedoch nicht die überragende Rolle, die diesen Faktoren zugeschrieben wird. KREIDL und HERZ haben dies in Versuchen mit Taubstummten und Blinden nachgewiesen. Das gleiche gilt auch für die rein subjektive Seite anderer Reize, z. B. akustische Eindrücke durch das Autoradio.

Von größter Bedeutung sind auch verschiedene psycho-physische Einflüsse, die sich von der rein vegetativen Seite her noch weitgehend klären lassen müßten. Vor allem stellt das Zusammenwirken mehrerer solcher Faktoren eine Schlafhemmung oder -bahnung im Sinne von PAWLOW dar. So bahnend die Dunkelheit der Straße und des Führerhauses, die Wärme und das Fernhalten äußerer Reize den Schlaf analog der Dunkelheit des Schlafzimmers und der Bettwärme. Der Summation an sich im einzelnen unterschwelliger Faktoren kommt damit gerade für das Einschlafen am Steuer eine besondere Bedeutung zu, weshalb auch anscheinend unwesentlichen Detailfaktoren viel mehr Beachtung geschenkt werden müßte.

Auch die Interferenz verschiedener Rhythmen, wie sie sich heute für alle Lebensfunktionen immer deutlicher herausstellen lassen, scheint hier maßgeblich beteiligt zu sein, um so mehr dann, wenn es sich um eine Störung gewohnter Rhythmen handelt, z. B. ungewohntes Nachtfahren, Ernährungsumstellungen u. dgl.

Daß die Ermüdung aber nicht allein ein physiologisch-chemisches Problem darstellt, sondern insbesondere beim Kraftfahrer von einer starken *psycho-motorischen Komponente* gesteuert wird, ist hinreichend bekannt.

Die psychische Ermüdung, die wahrscheinlich beim Kraftfahrer die führende Rolle spielt (RUDOLF), hat GRAF an seiner Versuchsanordnung sehr einleuchtend dargestellt. Er weist hier nach, daß die durch Ermüdung wesentlich verschlechterte Fahrleistung beim Ermüdeten plötzlich dann wieder gut wird, wenn der letzte Versuch einer Versuchsserie angekündigt wird. Diese Erscheinung des sog. „Schlußantriebes“ nach GRAF, wie sie auch eine Parallele im Endspurtphänomen des Sportlers hat, ist aber häufig von einer oft sehr deutlichen negativen Phase gefolgt.

Zu den psycho-physischen Einflüssen gehören beim Kraftfahrer auch hypnogene Reize. Gleich einem Hypnotiseur, der das Bewußtsein seines Probanden durch monotone Sprache usw. unter Ausschaltung störender Nebenbetätigungen einengt, wirken auf den Kraftfahrer stets rhythmisch wiederkehrende optische und akustische Reize. Das gleichmäßige Ticken des Motors (und gerade der Übermüdete fährt nach GRAF gleichmäßig, einnivelliert, monoton), das Ticken der Autofedern beim Überfahren von Betonfeldergrenzen, das gleichmäßige Rauschen des Luftzuges beim Entlangfahren an Chausseebäumen und der stets gleiche optische Eindruck des Lichtkegels auf der Fahrbahn sind bekannte Faktoren.

Als besonders wesentlich muß schließlich noch auf die Tatsache hingewiesen werden, daß jede Ermüdung und Übermüdung zu einer rückläufigen Entwicklung in der Reflexbahnung führt, d. h. einen partiellen Verlust bzw. zumindest eine Verschlechterung erworbener Reflexe und koordinierter Automatismen mit sich

bringt. Nicht nur, daß die reflektorischen Handgriffe und routinemäßigen Reaktionen nicht mehr einwandfrei funktionieren — wie Schalten, Abblenden, Bremsen, — der gute Kraftfahrer macht sogar in diesem Zustand oft den Eindruck eines Anfängers und er bemerkt es sogar.

Alle diese oft gleichmäßig auftretenden Symptome der Ermüdung lassen schließlich bei plötzlich auftretenden *Situationsänderungen* (Überholen, Ausweichen, Fahrbahnwechsel, Hindernisse) deutlich das Absinken des Bewußtseins, bzw. Einschränkung der Reaktionsfähigkeit und das Ansteigen des Fahrrisikos erkennen, wie sie für die Unfallgenese heute immer wieder verantwortlich gemacht werden.

Im Zusammenhang mit den psycho-physiologischen Mechanismen ergeben sich zahlreiche objektive und subjektive Ermüdungssymptome, die im einzelnen oder kombiniert die Fahrfähigkeit eines Ermüdeten herabsetzen bzw. sogar vollständig aufheben. Eine biologische Begründung dafür ermöglichen im einzelnen bereits weitgehend die erwähnten Arbeiten. Die für die forensische Betrachtung wichtigen subjektiven Symptome des Ermüdens und Einschlafens können unter Zugrundelegung der Arbeiten von HERZ (1923), GRAF u. a. in Früh- und Spätsymptome eingeteilt werden. Hier ist allerdings je nach der Kritikfähigkeit eines Menschen ein breiter Spielraum möglich. Auch gibt es zweifellos, wie ganz allgemein in der Pathophysiologie, individuell bevorzugte und fakultative Symptome. Die wichtigsten subjektiven Symptome soll nachstehende Tabelle 1 zeigen, wobei die Reihung hinsichtlich des Schweregrades oder einer sicheren Priorität keinen Anhaltspunkt geben kann.

Tabelle 1.

Frühsymptome	Spätsymptome
Lidschwere	Gefühl, zu schnell zu fahren
Konvergenzschwäche (wird als besonders quälend empfunden)	Absichtliches Langsamerefahren
Fremdkörperreiz in den Augen („Sandmännchen kommt“)	Phantasiebilder
Doppelbilder sehen	Wunsch zu schlafen
Schiellstellung der Augen (Strabismus divergens)	Plötzlicher Tonusverlust der Nackenmuskulatur (LECHER)
Trockenheit der Mundschleimhaut und Durstgefühl	Plötzliches Erschrecken mit Schweißausbruch und Herzklopfen bei Änderung der Fahrsituation
Wärmegefühl	Plötzliche ganz kurze Absenzen (bei offenen Augen) mit folgendem Erschrecken.
Frösteln	
Gähnen	
Gefühl, schlechter zu kuppeln und zu schalten (Gefühl: Wagen hat gelitten, im Getriebe stimmt etwas nicht)	

Für die strafrechtliche Beurteilung von „Einschlaffällen“ ist es erforderlich festzustellen, welche Phänomene, Symptome und Faktoren des Einschlafens dem Kraftfahrer bekannt sind. Zu diesem Zweck

wurden mittels Fragebogen 569 Kraftfahrer über ihre Erfahrung zu diesen Punkten befragt.

Dabei wurde so vorgegangen, daß wir (zusammen mit OBENHACK<sup>1</sup> und der Bundesverkehrswacht) in Autobahnraststätten Fragebogen an Kraftfahrer ausgaben. Diese Fragebogen enthielten 20 Fragen, die so gehalten waren, daß eine Suggestivwirkung ausgeschlossen erschien. Die entscheidenden Fragen waren mit belanglosen Fragen vermischt. Die Befragten, fast ausschließlich Autofahrer, haben die Fragebogen mit großem Interesse ausgefüllt und in vielen Fällen wider Erwarten zur subjektiven Seite des Ermüdens einen wertvollen Beitrag geleistet.

### Ergebnis der Fragebogenaktion.

In erster Linie war von Bedeutung, wann die Ermüdung des Kraftfahrers subjektiv erstmalig in Erscheinung tritt. Zu dieser Frage haben

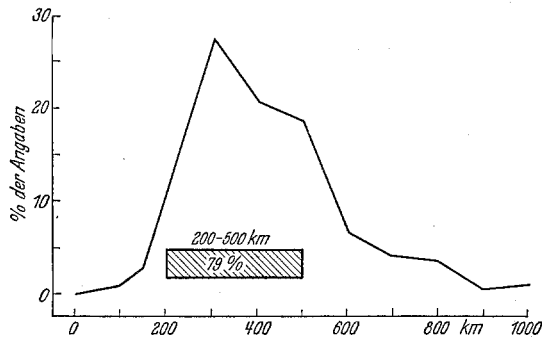


Abb. 1. Häufigkeit des Ermüdungseintrittes nach Fahrstrecke.

sich die befragten Kraftfahrer bezüglich der gefahrenen Strecke (s. Abb. 1) dahingehend geäußert, daß der überwiegende Teil (79%) zwischen 200 und 500 km, mit Schwerpunkt gegen 300 km, die ersten Zeichen von Ermüdung feststellte.

Die Frage nach dem Zeitpunkt des Auftretens der ersten Ermüdungssymptome in Hinsicht auf die Fahrzeit (Abb. 2) ergab bei einem Schwerpunkt um die 4. Std (17% aller Angaben), daß bei 77% aller Kraftfahrer innerhalb der 3.—8. Std sich subjektive Ermüdungszeichen zeigten. Vergleicht man damit die Angaben bezüglich der Fahrstrecke, so zeigt sich eine auffallende Übereinstimmung, wenn man als Durchschnittsgeschwindigkeit 60—80 Stdkm annimmt.

Des weiteren hatten sich die Befragten zu der Frage zu äußern, welche Faktoren ihrer Meinung nach die Ermüdung am Steuer fördern. Dazu wurden spontan 30 verschiedene Faktoren angegeben, wobei einzelne besonders häufig erwähnt wurden. Zum Teil betrafen sie, wie nachstehende Tabelle 2 erkennen läßt, rein exogene Faktoren, den Wagen oder die Persönlichkeit des Fahrers selbst.

<sup>1</sup> Dissertation, Bonn 1955.

Tabelle 2.

Exogene Faktoren	Den Wagen betreffend	Den Fahrer selbst betreffend
Eintönigkeit der Straße Bekannte Strecken Gegenverkehr Witterung Regenwetter Hitze, Sonnenschein „Kosmische Einflüsse“ Abendstunde Nachtfahrten	Schlechte Autositze Motorengeräusch Geschlossene Fenster Ungenügende Lüftung Überheizen Zigarrenqualm Dauerndes Radiohören	Dauernde Konzentration Ruhiges Sitzen Alleinfahrten Ärger „Geistige Ausflüge“ Vorherige geistige Arbeit Körperliche Indisposition Kopfschmerzen Hungergefühl Alkohol Lange Fahrtunterbre- chung Langsames Fahren (unter 60 km) Auf- und Abladen

Hinsichtlich des Einflusses der Müdigkeitsförderung durch Heizung und Autoradio haben sich die befragten Kraftfahrer ganz konkret geäußert. Danach nimmt die Mehrzahl einen ermüdungsfördernden Einfluß durch die Heizung an, während dem Autoradio eine geringere

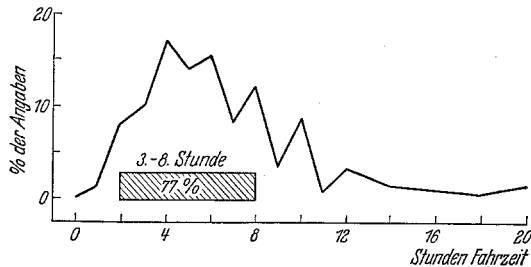


Abb. 2. Häufigkeit des Ermüdungseintrittes nach Fahrdauer.

Bedeutung zugemessen wird, ja sogar von fast der Hälfte ein ermüdungsfördernder Einfluß verneint wird (Abb. 3).

Das Ergebnis der Beantwortung der besonders wichtigen Fragen betreffend „Einschlafen am Steuer“ war folgendes: Von 569 Personen gaben 100 zu, schon einmal am Steuer eingeschlafen zu sein. 81 von diesen erklärten, sie seien übermüdet gewesen, 4 äußerten sich nicht klar, 1 behauptete, nicht übermüdet gewesen zu sein, während 14 Personen ursächlich keine Angaben machten. Auch der Zeitpunkt, zu dem die Personen eingeschlafen waren, wurde genauer festgehalten. Wie Abb. 4 zeigt, ergeben sich dabei 2 Maxima, nämlich die Zeit kurz nach Mittag und die Stunden um Mitternacht bis in die frühen Morgenstunden. Bei einer Spitze von 10% gegen 14 Uhr lagen zwischen 12 und 15 Uhr 25% der Einschlaffälle, während mit absolutem Maximum von

12% gegen 24 Uhr zwischen 23 und 5 Uhr von 58% Einschlafen angegeben wurde.

Erstaunlich waren die Antworten zu der Frage, welche Zeichen sich beim Ermüden am Steuer zuerst bemerkbar machen.

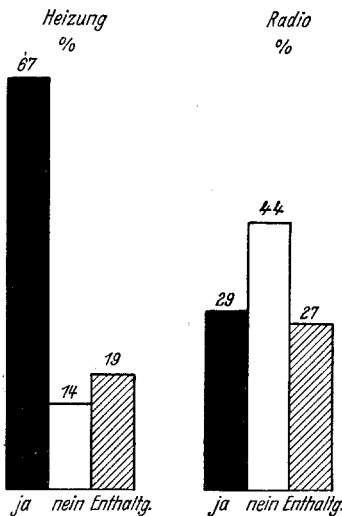


Abb. 3. Einfluß auf Ermüdung durch Heizung und Radio.

Die Tabelle 3 bringt geordnet nach Symptomenkomplexen die einzelnen angegebenen Zeichen, ungeachtet der vorkommenden Häufigkeit und der oft recht laienhaften Ausdrucksweise.

Eine weitere Frage befaßte sich mit dem Problem der Übermüdbekämpfung. Hierzu wurden fast 1000 präzise Angaben gemacht, deren Ergebnis zusammenfassend Tabelle 4 zeigt, wobei mitunter von einem Fahrer mehrere Angaben gemacht wurden.

Abschließend haben wir sodann noch die Frage gestellt, ob der Kraftfahrer es für möglich hält, daß man einschlafen könne, ohne zu erkennen, daß man bereits zu müde sei zu fahren. Einige Kraftfahrer, die selbst jedoch nie ohne müde gewesen zu sein eingeschlafen sind,

haben die Möglichkeit eines solchen Geschehens bejaht. Im Anschluß an diese Frage haben wir zur Demonstration der Unobjektivität der

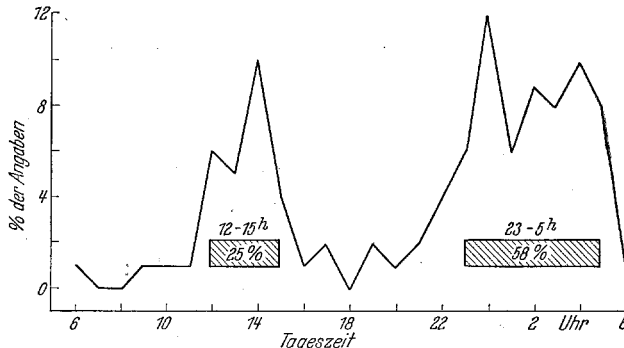


Abb. 4. Tageszeitliche Verteilung des Einschlafens.

menschlichen Auffassung einen Punkt angeschnitten, der von den Befragten meist leidenschaftlich beantwortet wurde. Die Frage lautete: „Was halten Sie von den bekannten Todeskilometern, den Erdstrahlen und von den Horoskopen in den Tageszeitungen?“ Hier haben sich 10% der Befragten für die Existenz der „Erdstrahlen“ ausgesprochen,



Tabelle 3.

	Erste Zeichen beginnender Ermüdung	
<i>Augen Ohren</i>	Flimmern, Schmerzen, Schweregefühl, Blick wird trübe, verringerte Sehschärfe, schlechtes Fixierungsvermögen, Sehen von Gegenständen, Passanten, Holzklötzen, Licht, Ringen, verschleiertem Licht, Schattenbildern, frisch überzogenes Bett, Straße „schwimmt“, Wahrnehmungsfähigkeit herabgesetzt.	Leichtes Dröhnen, Gehör läßt nach, Geräuschempfindlichkeit, Ohrensausen.
<i>Sonstige Empfindungen</i>	Blutdrucksteigerung, Druckgefühl in Kopf und Schläfen, Durstgefühl, Ermüdung des Rückens, Erschlaffen der Arme, Gähnen, Hunger, Magenschmerzen, Nackenschmerzen, Juckreiz in Nase, Kältegefühl, kalte Füße, Kopfschwere, Kopfschmerzen, Kopfnicken, körperliche Ermüdung, Körperstarre, Krampf, Luftmangel, Sitzmüdigkeit, Sitzfläche schmerzt, Schläfenklopfschmerz, Schlappheit, Schweiß in Händen, Schwitzen, Steifigkeit, Ziehen im Nacken, schmerzhaft Reaktionen, Verkrampfungszustand, Zusammenzucken	
<i>Psychisch</i>	Abschweifen der Gedanken, Konzentrationsschwäche, Desinteresse, Dösen, durchgedreht, geistige Müdigkeit, Gereiztheit, Gleichgültigkeit, relative Gleichgültigkeit, Nervosität, Interesselosigkeit, Lustlosigkeit, rauschartige Benommenheit, Unaufmerksamkeit, Unruhegefühl, Ungeduld, Willensschwäche, Wohlfühlgefühl, Appetit auf Zigaretten, Aufschrecken	
<i>Fahrweise</i>	Verzögerte Reaktionen, Automatik, keine schnurgerade Fahrweise, Geschwindigkeitserhöhung, Geschwindigkeitsverminderung, Geschwindigkeitsgefühl geht verloren, Übersehen von Verkehrsschildern, Linksdrall, Schaltmüdigkeit, Schaltzeitpunkt verpaßt, Verschätzung, Zick-zack-fahren.	

Tabelle 4.

Mittel gegen Übermüdung	Beurteilung der Wirkung	
	Angabe der sicheren Wirkung	Angabe der unsicheren Wirkung
Pausieren bzw. Anhalten, Fahrt unterbrechen . .	245 (30%)	52
Kaffeetrinken, Coca-Cola, Coffein-Tabletten usw.	153 (18,4%)	35
Längeres Schlafen . . . . .	144 (17,4%)	
Anhalten und Kurzschlaf $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Std. . . . .	142 (17,4%)	16
Anhalten und um den Wagen laufen . . . . .	32 (3,9%)	12
Rauchen . . . . .	31 (3,8%)	13
Erfrischungsmittel, Pfefferminz, kühle Getränke u.a.	22 (2,7%)	3
Autoradio einstellen, lauter stellen, Sender wechseln	14 (1,7%)	13
Essen . . . . .	11 (1,2%)	5
Unterhaltung mit Begleitpersonen . . . . .	11 (1,2%)	3
Fensteröffnen . . . . .	9 (1,1%)	12
Singen . . . . .	7 (0,6%)	4
Kalt waschen . . . . .	7 (0,6%)	2

während 5% der Befragten an Horoskope glaubten. Hieraus ergibt sich wohl deutlich, wie subjektiv und problematisch die Beantwortung von Fragen ist, die einen hypothetischen Eventualfall zum Gegenstand haben.

Solche Fragen werden fast nie aus Sachkenntnis, sondern nur *gefühlsmäßig* beurteilt.

Das Gesamtergebnis ist von physiologischer Seite betrachtet sehr interessant, da es die Bestätigung zahlreicher exakter wissenschaftlicher Untersuchungen darstellt:

1. Die Tätigkeit des Kraftfahrens ist eine vorwiegend statische, welche eine Daueranspannung der Sinnesorgane und des Bewegungsapparates verlangt, und damit an und für sich schon anstrengender und ermüdender ist als eine Tätigkeit mit rhythmischem Wechsel zwischen Anspannung und Entspannung. Dazu kommt noch erschwerend die Tatsache, daß praktisch keine Neben- und Zwischenbewegungen vorhanden sind, die wenn auch nur für kurze Zeit eine Erholung der angespannten Muskelpartien ermöglichen (ATZLER). Ähnliches gilt auch für die eintönige Dauerbelastung der Sinnesorgane, vor allem des Auges, die, wie die Erhebungen zeigen, symptomatologisch eine besondere Rolle spielt. Darum werden auch schon ganz kurze Fahrtunterbrechungen einen Ermüdungseintritt weitgehend hinausschieben können.

2. Die als ermüdungsspezifisch angeführten Symptome, vor allem von seiten der Sinnesorgane, decken sich vollkommen mit allgemein physiologischen Erfahrungen. Dies gilt vor allem im Hinblick auf die verschiedenen Wahrnehmungen, wie sie als Störungen der afferenten Systeme im ermüdeten Zustand von der Einschränkung des Gesichtsfeldes bis zu allen möglichen Paraesthesien auftreten können.

Allerdings darf nicht vergessen werden, daß z. B. gerade für die Ermüdung des Auges, wie bekanntlich auch für die gesamte Ermüdung, psychische Faktoren eine maßgebliche Rolle spielen (KREIKER). Damit kommt also der kritischen Beurteilung der psychischen Verfassung des Kraftfahrers schon vor Antritt der Fahrt eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zu.

3. Störungen erworbener Reflexabläufe und Automatismen (Kuppeln, Schalten), wie sie für den Ermüdeten charakteristisch sind (DURIG), finden darin ihre Erklärung, daß von der Ermüdung die Schaltneuronen immer zuerst betroffen werden (ASHER) und so der physiologische Reflexbogen gestört wird. Daß damit eine Inkoordination und Verzögerung auch bewußter Bewegungsabläufe zwangsläufig eintreten muß, ergibt sich von selbst.

4. Die Tatsache, daß es innerhalb eines Tages zu 2 Ermüdungsspitzen mit besonderer Einschlafneigung kommt, ist leicht zu erklären. In die Mittagszeit fällt neben der bekannten Verdauungsmüdigkeit im allgemeinen auch die Spitze der Lufttemperatur, durch welche die bereits vorhandene abdominal verursachte relative Gehirnanämie infolge peripherer Gefäßdilatation noch verstärkt wird. Die gesteigerte Einschlafneigung nachts entspricht dagegen, abgesehen von der Notwendigkeit

vermehrter Aufmerksamkeit, eigentlich ganz dem durch das normale Schlafbedürfnis gegebenen vegetativen Rhythmus. Dazu kommt als erschwerend die Tatsache, daß der Schlafentzug an und für sich schon ohne körperliche und psychische Belastung eine Ermüdung zur Folge hat (HOCHREIN), wodurch die Arbeitsermüdung noch potenziert wird. Außerdem führt jede Durchbrechung gewohnter Rhythmen zwangsläufig zu einer verminderten Leistungsfähigkeit (PROKOP, L.), die nur durch einen — allerdings noch mehr ermüdenden — vermehrten Einsatz ausgeglichen werden kann.

5. Bei dem in Zusammenhang mit der Autoheizung aufgeworfenen Problem des Wärmeeinflusses auf die Ermüdung wird sich jedoch die Frage nach Ursache und Wirkung nicht immer klar beantworten lassen; denn einerseits wirkt zweifellos die hyperthermiebedingte periphere Gefäßdilatation über eine relative Gehirnanämie zentral ermüdend, andererseits wurde aber auch nachgewiesen, daß die dilatatorische Reaktionsbereitschaft der peripheren Gefäße im Ermüdungszustand besonders stark ist (VÖLKER), wodurch eine Kumulierung des Ermüdungseffektes erfolgen muß. Meist auch in Zusammenhang mit der Autoheizung stehend kommt das spurenweise Auftreten von Kohlenmonoxyd<sup>1</sup> im Wageninnern noch erschwerend dazu, wodurch die O<sub>2</sub>-Aufnahmefähigkeit reduziert und die Ermüdungsbereitschaft gesteigert wird. Dies um so mehr, als gerade das Nervensystem gegenüber O<sub>2</sub>-Mangel sehr empfindlich ist (DURIG u. v. a.). Dieses O<sub>2</sub>-Defizit wird natürlich dadurch noch größer, daß an und für sich im Stadium der Ermüdung die calorische Ausnützung schlechter und damit für die gleiche Leistung ein höheres O<sub>2</sub>-Angebot erforderlich ist (HOCHREIN).

Forensisch ist die Auswertung der durch die Fragebogen erfaßten Erfahrungen der befragten Kraftfahrer in mehrfacher Hinsicht für die Feststellung fahrlässigen Verhaltens wichtig:

Einmal ergibt sich, daß der weitaus überwiegenden Anzahl von Kraftfahrern eine normalerweise durch die Fahrdauer, Fahrstrecke und den Fahrzeitpunkt bedingte Ermüdung bekannt ist. Dies gilt besonders für die Fahrdauer von 3—8 Std, Fahrstrecke von 2—500 km, wobei die „gefährlichen Stunden“ insbesondere nachts zwischen 23 und 5 Uhr, sowie mittags zwischen 12 und 15 Uhr liegen.

Diese Erfahrungen sind so allgemein, daß alle Kraftfahrer mit ihrem Eintreten rechnen müssen. Dies um so mehr, als sie zur erhöhten Sorgfalt, einschließlich der Kenntniserlangung der zum Kraftfahren erforderlichen technischen und *körperlichen* Beherrschung des Fahrzeuges verpflichtet sind.

<sup>1</sup> Zur CO-Frage im Kraftverkehr liefert F. PORTHEINE in Arch. Gewerbepath. 1954 einen ausführlichen und wertvollen Beitrag.

Zum anderen ist überwiegend bekannt, daß gewisse technische Einrichtungen eines Kraftfahrzeuges Ermüdungen stark fördern, z. B. die Wagenheizung, das Ticken der Wagenfedern, das Geräusch des Motors.

Weiterhin sind so zahlreiche Zeichen des Eintretens der Ermüdung bekannt und bekundet worden, daß wohl jeder Kraftfahrer irgendwie eine beginnende Ermüdung aus verschiedenen Ermüdungssymptomen erkennen und demgemäß sein Verhalten als Kraftfahrer (Unterbrechung oder Beendigung der Fahrt) einrichten kann. Dafür spricht auch die umfangreiche Liste von Mitteln, die zur Behebung von Ermüdungszuständen angegeben werden, die aber auch gleichzeitig zeigen, daß *Ermüdung* und *Entmüdung* von einem sorgfältigen Kraftfahrer durchaus empfunden, überwacht und gesteuert werden können. Über die physiologische und psychologische Zweckmäßigkeit der angewandten Mittel wird nach Abschluß laufender Untersuchungen noch eingehender zu berichten sein.

Wenn von 569 befragten Personen 1 Kraftfahrer am Steuer ohne vorheriges Empfinden einer Übermüdung eingeschlafen sein will, so kann nicht gesagt werden, daß auch nur eine geringe Wahrscheinlichkeit für ein vom Kraftfahrer nicht zu erkennendes Einschlafen am Steuer ohne vorher wahrnehmbare Ermüdungserscheinungen vorhanden ist. Dies um so mehr, als nach SCHULTZ unbedingt ein aktives Einwilligen in die vorhandenen Müdigkeitsempfindungen für den Schlaf Eintritt notwendig ist. Das schließt jedoch nicht aus, daß durch psychische Anomalien, Erkrankungen und Pharmaca die kritische Leistungsfähigkeit manchmal so eingeschränkt sein kann, daß der Kraftfahrer nicht in der Lage ist, den Grad seiner Ermüdung und die daraus resultierenden Folgen richtig einzuschätzen.

Aus der Fülle der objektiven und subjektiven Symptome muß geschlossen werden, daß es ein Einschlafen ohne vorher subjektiv erkennbare Ermüdung nicht gibt. Ein gesunder Kraftfahrer, nicht beeinflusst durch Krankheiten, Narkotica usw., der am Steuer einschläft, hat daher in der Regel seine zumutbare Sorgfaltspflicht verletzt.

### Literatur.

- ASHER, L.: Die Ermüdung und ihre psychologische Abgrenzung. Praxis (Bern) 1940, 31. — ATZLER, E.: Körper und Arbeit. Leipzig: Georg Thieme 1927. — DURIG, A.: In ATZLER, S. 275. — FISHER, IRWIN, L.: Physiologische Wettereinflüsse. Arb.physiol. 8, 347 (1935). — GALPERIN, L., M. OKUN, E. SIMONSON u. G. SIRKINA: Beiträge zur Physiologie der Ermüdung. Arb.physiol. 8, 407 (1935). — GRAF, O.: Eine Methode zur Untersuchung der pharmakologischen Beeinflussung von Koordinationsleistungen. Arb.physiol. 12, 449 (1943). — HEINZE, H.: Diss. Kiel 1954. Zit. nach W. KROEBEL. — HERZ, F.: Selbstbeobachtung über freiwillige Schlafentziehung. Pflügers Arch. 200,

429 (1923). — HOCHREIN, M., u. I. SCHLEICHER: Leistungssteigerung. Stuttgart: Georg Thieme 1953. — JESSEL, U.: Bemerkungen zur medizin-meteorologischen Statistik. Medizin-Meteorologische Hefte 9, 7 (1954). — KRAEPELIN, E.: Zit. nach H. J. SCHULTZ. — KREIDL, A., u. F. HERZ: Der Schlaf des Menschen bei Fernbleiben von Gesichts- und Gehörseindrücken. Pflügers Arch. **203**, 459 (1924). — KREIKER, A.: Über das AUBERT-FÖRSTERsche Phänomen auf Grund experimenteller Untersuchungen mit einigen Bemerkungen über die Eigenschaften des Gesichtskreises. Graefes Arch. **118**, 292 (1927). — KROEBEL, W.: Ein objektiver Ermüdungstest. Naturwiss. **12**, 278 (1954). — KUDRJAWZEW, N.: Über die Beeinflussung der muskulären Leistungsfähigkeit durch Ermüdungstoffe. Arb.-physiol. **1**, 203 (1929). — LECHER, K.: Die klinischen Formen der Schlaflosigkeit. Wien 1909. — PAWLOW, I.: Innere Hemmung, der bedingte Reflex und der Schlaf — ein und derselbe Prozeß. Skand. Arch. Physiol. (Berl. u. Lpz.) **44**, 42 (1923). — PORTHEINE, FR.: Kohlenoxyd und Verkehr. Arch. Gewerbepath. **13**, 253 (1954). — PROKOP, L.: Untersuchungen über den toten Punkt. Leibesübungen u. Leibes-erziehung **2** (1948). — Das Übertraining. Medizinische **1952**, Nr 31/32. — Die Blut- und Schweißreaktion bei erschöpfender Arbeit. Medizinische **1952**, Nr 51/52. — Die Wirkung sportlichen Trainings auf den menschlichen Organismus. 3. Heft der Sportmedizinischen Mitt. Wien 1952. — Leistungsrhythmus im Sport. Sport-medizin **1954**, H. 4. — PROKOP, O.: Wünschelrute, Erdstrahlen und Wissenschaft. Stuttgart: Ferdinand Enke 1955. — RUDDER, B. DE: Wetter und Jahreszeit als Krankheitsfaktoren. Berlin: Springer 1931. — RUDOLF, W.: Um eine Gefahr, die jeder kennt. Med. Klin. **1954**, 416. — SACHS, H. W.: Ärztliche Begutachtung der Kraftfahrer. Öff. Gesdh.dienst **7**, 225 (1954). — SCHULTZ, H. J.: Das autogene Training. Leipzig: Georg Thieme 1942. — SIMONSON, E.: Rationalisierung industrieller Arbeit nach physiologischen Gesichtspunkten. Arb.physiol. **1**, 503 (1929). — SPIEGEL, B.: Zit. nach W. RUDOLF. — VÖLKER, R.: Veränderte Gefäß-reaktion bei Ermüdung. Z. exper. Med. **109**, 88 (1941). — WINTERSTEIN, H.: Schlaf und Traum. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1953.

Priv.-Doz. Dr. OTTO PROKOP, Bonn,  
Gerichtsmedizinisches Institut der Universität, Wilhelmsplatz 7.

Priv.-Doz. Dr. LUDWIG PROKOP,  
Institut für Leibeserziehung der Universität Wien, Sensengasse 3.