

HANS-PETER KRÜGER

Absolute Fahruntüchtigkeit bei 1,0 Promille – die falsch gesetzte Grenze

Absolutely unfit for driving – The false BAC limit of 1.0 ‰

In einem Sonderdruck des „Blutalkohol“ vom Januar 1990 spricht sich SALGER dafür aus, den Grenzwert der absoluten Fahruntüchtigkeit auf $1,0 + 0,1 = 1,1$ Promille abzusenken. Seine Begründung: die zunehmende Verkehrsdichte stelle erhöhte Anforderungen an den Kraftfahrer. BAK-Werte von 1 Promille an führten generell zu Funktionsstörungen und Enthemmungserscheinungen. Zentralen Nachweischarakter dafür hätten Fahrversuche und Untersuchungen an Modellfahrgeräten, mehr jedenfalls als Untersuchungen zur Schädigung psychophysischer Einzelfunktionen. Bereits die im Gutachten des BGA aus dem Jahr 1966 zitierten Studien, aber auch neuere Arbeiten hätten gezeigt, daß ab 1 Promille bei allen Versuchspersonen eklatante Leistungsausfälle auftreten. Mithin sei der Grenzwert auf 1 Promille abzusenken.

Diese Darstellung erweckt den Eindruck, der aktuelle wissenschaftliche Sachstand sei gekennzeichnet a) durch eine klare Präferenz für den Fahrversuch als Untersuchungsinstrument und daraus resultierend b) für den Grenzwert der absoluten Fahruntüchtigkeit bei 1 Promille. Die Richtigkeit dieser Darstellung soll im folgenden untersucht werden.¹⁾

Prinzipiell verfügt die Wissenschaft über zwei methodische Großgruppen zur Untersuchung der Fahrsicherheit: die Untersuchungen im Feld (on the road, road-side studies) und die Studien im Labor. Die Feldstudien können im Straßenverkehr durchgeführt werden (unwissentliche Beobachtung) oder aber es wird auf abgesperrtem Gelände mit mehr oder weniger instrumentierten Fahrzeugen gefahren (Fahrprobe). Daneben existieren die Simulatorstudien, die versuchen, den Vorgang des Fahrens nachzubilden (Modellfahrgeräte oder Simulatoren) und die hoch kontrollierten Laborstudien, in denen solche psychophysischen Teilfunktionen untersucht werden, die für die Fahrsicherheit als wesentlich gelten.

Wir stellen im folgenden die Ergebnisse aus diesen drei Methodenbereichen getrennt dar und prüfen dann, unter welchen Bedingungen sich diese Teilergebnisse in ein homogenes Bild der Auswirkungen des Alkohols auf die Fahrtüchtigkeit integrieren lassen.

Die Ergebnisse von Fahrproben

Fahrproben werden in der Regel auf abgesperrtem Gelände (oft sind es Militärflugplätze) in „instrumented cars“ durchgeführt, in denen die Fahrzeug-Grundfunktionen (Bremsen, Gasgeben, Lenken) apparativ aufgezeichnet werden. Seltener fahren die Probanden im eigenen Auto (etwa bei FLANAGAN, STRIKE, RIGBY & LOCHRIDGE 1983 oder NEWMAN, FLETCHER & ABRAMSON 1942).

¹⁾ Unsere empirische Basis dafür ist eine über dreijährige intensive Durchsicht des Gesamts der verfügbaren Literatur zum Thema „Alkohol und Fahren“, wobei der Schwerpunkt auf dem Thema „Auswirkungen geringer Alkoholmengen auf die Verkehrssicherheit“ lag, das wir im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen bearbeiteten (FP 8707) und dessen Bericht in diesen Monaten erscheinen wird. Dort ist insbesondere die Literatur zu den Laborstudien detailliert aufgeführt, so daß hier darauf verzichtet wird. Aus methodischen und inhaltlichen Gründen sind in dem Bericht nur wenige Studien zu Fahrproben und -simulationen enthalten. Da eine aktuelle einschlägige Literaturübersicht zu diesen von den Gerichten präferierten Verfahren fehlt, werden diese Studien hier weitgehend vollständig beschrieben.

Von der Aufgabenseite her lassen sich unterscheiden

- „normales Fahren“ mittlerer Schwierigkeit: mehr oder weniger kurvenreiche Strecken müssen mit nicht zu hoher Geschwindigkeit durchfahren werden (wie etwa schon bei HEISE 1934). Teilweise sind Ampelanlagen oder Stop-Stellen zwischengeschaltet (etwa bei SMILEY, LeBLANC, FRENCH & BURFORD 1975), manchmal muß einem anderen Wagen in konstantem Abstand hinterhergefahren werden (ATTWOOD, WILLIAMS & MADILL 1980 oder ATTWOOD, WILLIAMS, McBURNEY & FRECKER 1981). Verwendet werden oft auch Pylone, um die herumgefahren werden muß, wobei nicht zu enge Kurvenradien verlangt werden (etwa BORKENSTEIN 1956, DAMKOT 1981, HUNTLEY & CENTYBEAR 1974).²⁾
- Präzisionsfahrten teilweise hoher Schwierigkeit: solche Fahraufgaben sind trotz meist langsamer Geschwindigkeit nur über einen hohen Grad von Fahrzeugbeherrschung zu bewältigen, etwa das Rückwärts-einparken, das Rückwärtsfahren auf ein Brett, das Herausfahren aus einer Sandgrube, das Durchfahren enger Stellen (COHEN, DEARNALY & HANSEL 1958) usw. Hierher gehören Studien wie die von COLDWELL, PENNER, SMITH, LUCAS, RODGERS & DARROCH 1958, FLANAGAN, STRIKE, RIGBY & LOCHRIDGE 1983, HANSTEEN, MILLER, LONERO, REID & JONES 1976).
- Fahren unter Extrembedingungen: teilweise sind beim Präzisionsfahren die Aufgaben schon sehr schwierig, werden aber in dieser Gruppe noch verschärft durch unvorhergesehene Ereignisse. So muß etwa bei Nachtfahrten auf plötzlich auftauchende Puppen oder Gegenstände reagiert werden (LAURELL 1977 oder HAZLETT & ALLEN 1968).

An Alkoholkonzentrationen wird regelhaft der Bereich zwischen 0,4 und 1 Promille (mit einer deutlichen Häufung bei 0,7/0,8) untersucht, teilweise gibt es Konzentrationen bis 1,5 Promille. Es ist fast die Regel, daß der Alkohol sehr schnell zugeführt wird; die Trinkzeiten in den Versuchen sind relativ kurz (unter 30 Minuten), die Fahrprüfungen finden dann auch relativ bald statt, so daß in der Regel während des Konzentrationsmaximums, also am Ende der Resorptionsphase, gemessen wird.

Die fahrerische Leistung wird entweder dadurch bestimmt, daß

- Niveau und Schwankung der Fahrzeugbewegungen festgehalten werden: etwa mittlere Geschwindigkeit, Variation der Geschwindigkeit, Zahl und Stärke von Brems- und Beschleunigungsvorgängen, Zahl und Stärke von Lenkbewegungen, aber auch Abstände zum Fahrbandrand. Und/oder es wird eine
- Bewertung der fahrerischen Leistung durch Experten durchgeführt (etwa bei HINDMARCH & GUDGEON 1982, NEWMAN, FLETCHER & ABRAMSON 1942, SUTTON 1983). Resultat sind „Fahrfehler“ wie „zu schnelles Fahren“, „ungleichmäßiges Fahren“, „Beinahe-Unfälle“, „Instruktionsverstöße“ usw.

Eindeutig und gleichsinnig ergeben alle Studien, daß Alkohol bereits in niederen Dosierungen (ab etwa 0,4 Promille) Teilfunktionen des Fahrens verändert. Die feinen Lenkbewegungen nehmen ab (CASSWELL 1977, ATTWOOD, WILLIAMS, McBURNEY & FRECKER 1981), die größeren zu (ABELE 1958 c, GRAF 1933, SEEHAFER, HUFFMANN & KINZIE 1968). Daraus resultiert eine größere Varianz der Seitenabweichungen (etwa vom Randstreifen), wobei „im Mittel“ der richtige Abstand schon eingehalten wird. Ebenso steigt die Zahl und Intensität der Brems- und Beschleunigungsvorgänge an (ABELE 1958 b, DAMKOT 1981, HUNTLEY & CENTYBEAR 1974, VERNON 1937), so daß der Eindruck des „rough handling“ (HANSTEEN, MILLER, LONERO, REID & JONES 1976, ATTWOOD, WILLIAMS & MADILL 1980) oder eines „brüskten Fahrstils“ entsteht, wie es BAUER (1938) für eine BAK bis 0,9 Promille bei Motorradfahrern beschreibt. Das Resultat der Fahrhandlungen ändert sich aber kaum: die Durchschnittsgeschwindigkeiten bleiben eher gleich. Wenn sie sich ändern, dann in Richtung Verlangsamung (SMILEY, LeBLANC, FRENCH & BURFORD 1975).³⁾ Sehr schön wurde diese Abhängigkeit bereits von ABELE (1958 a) aufgezeigt.

²⁾ Hierher gehört wohl auch die Studie von GERLACH (1972), in der Rennfahrer die für sie wohl „normale Fahraufgabe“ zu bewältigen hatten, eine relativ enge Kurve möglichst schnell zu durchfahren.

³⁾ Auf keinen Fall kann davon ausgegangen werden, daß unter Alkohol schneller gefahren wird. Dies trifft nur zu für Studien, die mit Fahr simulatoren arbeiten (siehe dort). Schneller führen auch die Motorradfahrer in den Würzburger Versuchen von HUBER (1955) und BAUER (1938), allerdings nur dann, wenn sie „Kreise“ oder „Linien“ nachfahren müssen. Sie fahren langsamer, wenn sie „Achten“ fahren sollen. Das ist für Motorradfahrer sofort einleuchtend: die alkoholinduzierten Schwankungen werden für normale Fahrzeugbewegungen am leichtesten durch schnelles Fahren kompensiert, bei komplizierten Aufgaben hilft nur Langsamerwerden.

Andere Funktionen bleiben bis in hohe BAK-Bereiche hinein ungestört: HICKS (1976) zeigt in einem Fahrversuch auf, daß Verkehrsschilder selbst bei fast 1,5 Promille noch genauso gut erkannt werden wie nüchtern, die Probanden bei KEARNEY & GUPPY (1988) können mit etwa 1 Promille die eigene Fahrzeuggeschwindigkeit genauso gut einschätzen wie nüchtern.

Die für eine ganze Reihe von Teilaspekten des Fahrverhaltens deutlichen Alkoholeffekte sind allerdings nur bei genügend genauer Registrierung nachweisbar. So finden etwa MORTIMER & STURGIS (1979) für 0,85 Promille keine Veränderung des Seitenabstands bei einer einfachen Highway-Fahrt. NEDAS, BALCAR & MACY (1982) überprüften mit genauerer Methodik dasselbe und können deutlich nachweisen, daß sowohl bei 0,5 wie bei 0,8 Promille die Fahrer sich häufiger am linken oder rechten Rand der Fahrbahn aufhielten, mithin also mehr Platz zum Fahren brauchten. Diese geringere Präzision ist auch die Ursache dafür, daß Studien mit Beobachtern (Fahrlehrer, Polizisten u. a.) erst bei höheren BAK-Werten Effekte finden als Studien mit apparativen Methoden. So sehen die von HINDMARCH & GUDGEON (1982) eingesetzten Experten im Fahrverhalten bei etwa 0,5 Promille keine Unterschiede zur Nüchtern-Bedingung. Ähnlich ergeht es den beobachtenden Polizisten bei SUTTON (1983), die bei Fahrern mit 0,6 Promille wenige offensichtliche Fahrfehler feststellen. Offensichtlich dominiert in der Wahrnehmung der Experten das erfolgreiche Gesamtergebnis „Fahren“ gegenüber den weniger erfolgreichen Teilfunktionen wie etwa den größeren Lenkbewegungen.

Es besteht damit absolut kein Zweifel, daß Teilfunktionen des Autofahrens bereits ab 0,3/0,4 Promille gegenüber der Nüchternheit verändert sind, in der Regel in eine negative Richtung. Das heißt nicht unbedingt, daß damit auch sofort die fahrerische Gesamtleistung schlechter würde. Vielmehr kommt es für diese darauf an, welche Schwierigkeit die Fahr-situation aufweist.

Fahrproben mit „normalem Fahren“ ohne besondere Schwierigkeiten erbringen erst ab etwa 0,6 bis 0,7 Promille Effekte, die dann teilweise nicht sehr überzeugend sind. So finden ATTWOOD, WILLIAMS, MCBURNEY & FRECKER (1981) bei 0,5 Promille trotz der Analyse von insgesamt 124 Variablen lediglich auf 15 Variablen Unterschiede zur Nüchtern-Bedingung, BRAGG & WILSON (1980) zeigen für die Seitenabweichung bei einer einfachen Fahraufgabe zwar Verschlechterungen bei 0,5 auf, nicht mehr aber bei 1 Promille. Noch extremer sind die Resultate von NEWMAN, FLETCHER & ABRAMSON (1942), die noch gute Leistungen bei über 1 Promille finden, wenn automatisierte Fahrhandlungen abverlangt werden, während kompliziertere und seltenere Fahrhandlungen eher gestört sind. Die Autoren beobachteten ihre alkoholisierten Versuchspersonen auch noch auf deren Heimfahrt und fanden ebenfalls keine Beeinträchtigungen bei etwa 0,7 Promille.⁴⁾

Auch bei HEISE (1934) ergaben sich selbst bei BAK-Werten um und über 1 Promille nur geringe oder keine Effekte, wenn die Aufgabe sehr einfach war (Routinehandlungen) und

⁴⁾ Insgesamt sind alle Arbeiten unter Beteiligung von NEWMAN und FLETCHER (1940, 1941, 1942) nicht von besonderer Überzeugungskraft. Die Autoren plädieren für eine Promillegrenze bei etwa 1,5 Promille(!) mit der Argumentation, daß sie in ihren Untersuchungen bei diesen Werten immer noch leistungsgute Versuchspersonen finden, deren Leistungen besser sind als die Leistungen schlechter Versuchspersonen, die keinen Alkohol getrunken haben. Diese Argumentationsweise ist methodisch außerordentlich bedenklich: je größer die Varianz der Meßwerte, um so unpräziser ist in der Regel auch die Studie und um so eher gilt die Argumentation von NEWMAN und FLETCHER!

durch konzentriertes Tun erledigt werden konnte. Auf den nach der Beschreibung weniger schwierigen Strecken bei BORKENSTEIN (1956) und COLDWELL et al. (1958) wird ebenfalls auch erst bei etwa 0,7 bis 0,8 Promille schlechter gefahren. Ähnlich DAMKOT (1981): bei 0,7 Promille treten kaum Effekte auf, wenn die Versuchspersonen instruiert werden, nicht mehr so schnell wie möglich, sondern so fehlerfrei wie möglich zu fahren. Sie werden dann langsamer und verändern damit den Schwierigkeitsgrad der Strecke.

Wird die Schwierigkeit der Fahraufgabe in Richtung auf größere Präzision erhöht, sinkt der BAK-Wert, ab dem Beeinträchtigungen nachweisbar sind. Die Fahrer bei HEISE (1934), die bei etwa 1 Promille Routineaufgaben gut erledigten, hatten aber Schwierigkeiten, rückwärts zu fahren und Hindernissen auszuweichen. Von zentraler Bedeutung sind hier die Studien von BJERVER & GOLDBERG (1950) und FLANAGAN, STRIKE, RIGBY & LOCHRIDGE (1983). Die erstere war bereits Bestandteil des BGA-Gutachtens 1966. N = 37 Fahrlehrer fuhren bei BAK-Werten zwischen 0,4 und 0,5 Promille deutlich unpräziser. FLANAGAN und seine Koautoren (1983) bauten einen relativ komplexen Parcours mit Einparken, Wenden, Rückwärtsfahren u. ä auf, der mit dem eigenen Auto (!) nüchtern und unter Alkohol durchfahren werden mußte. Bewertet wurden Fehler, BAK-Werte traten zwischen 0,25 und 0,7 Promille (Mittel bei 0,5) auf. Durchgehend war die Fahrleistung hochsignifikant verschlechtert, allerdings ohne daß dies von den Fahrern bemerkt wurde.⁵⁾ Vergleichbare Ergebnisse bringen HANSTEEN, MILLER, LONERO, REID & JONES (1976) für etwa 0,6 Promille ein.⁶⁾

Beeinträchtigungen bei noch geringeren BAK-Werten treten auf, wenn (durchaus nicht unrealistische) schwierigere Verkehrssituationen gestellt werden. HAZLETT & ALLEN (1968) untersuchen das Erkennen von unterschiedlich dunkel gekleideten Fußgänger-Attrappen während einer Nachtfahrt bei Abblendlicht in Abhängigkeit von der BAK. Schon ab 0,4 Promille muß der Hell-Dunkel-Kontrast zwischen Fußgänger und Hintergrund deutlich größer sein als unter Nüchtern-Bedingungen, wenn noch gleich schnell reagiert werden soll. LAURELL (1977) findet bei 0,4 Promille und weniger deutliche Einbußen, wenn die Fahrer vorgewarnt eine Vollbremsung mit Ausweichmanöver durchführen oder wenn sie unerwartet einer in den Weg geworfenen Figur ausweichen müssen.

Zusammenfassung der Ergebnisse aus den Fahrproben

Das Ergebnis der Fahrproben ist damit eindeutig und konsistent. Die fahrerische Leistung ist ab 0,4 Promille von der Nüchtern-Leistung verschieden, wenn man nur genügend feine Registrierungsmethoden verwendet. Das Fahren wird unregelmäßiger, rauher, wobei der fahrerische „Output“ (die Gesamtleistung) aber nicht sofort gestört ist. Werden ein-

⁵⁾ Besonders wichtig an diesen Ergebnissen ist, daß die Fahrer unter Alkohol keinen Lernfortschritt bei der zweiten Testung zeigten, wohl aber die Fahrer der nüchternen Kontrollgruppe. Offensichtlich stört Alkohol besonders während Lernprozessen: ein Hinweis, dem bezogen auf Fahranfänger und Alkohol besondere Bedeutung zukommt.

⁶⁾ Nicht interpretierbar ist für uns die im BGA-Gutachten verwendete Studie von COHEN, DEARNALY & HANSEL (1958). Dort „zwängten“ sich Busfahrer unter Alkohol (BAK etwa 0,6 Promille) durch schmalere Lücken als nüchtern. Eine Analyse der Ergebnisse zeigt aber, daß die Fahrleistungen nüchtern wie unter Alkohol fast identisch sind, die Fahrer sich nur in ihrem Urteil über die Breite der Lücke mehr verschätzen. Sicherlich wäre das auch ein Ergebnis, aber bereits unter Nüchtern-Bedingungen würden die geübten Busfahrer durch zu enge Tore fahren. Das erweckt Zweifel an der empirischen Anordnung!

fache Fahrsituationen gestellt, die mit den hoch eingeübten Automatismen eines Fahrers zu lösen sind, können Autofahrer selbst bei über 1 Promille auch für geübte Beobachter noch relativ unauffällig fahren. Eine Vielzahl von (selbst wieder in einer langen Trinkgeschichte geübten) Kompensationsmechanismen sorgt dafür, daß bei fahrerischen Grundsituationen die vielen kleinen Störungen nur unwesentlich in die Gesamtleistung eingehen (indem z. B. langsamer gefahren wird).

Steigert man die Anforderungen auf ein etwas alltagsnäheres Niveau, indem auf Teststrecken einige nicht zu enge Kurven eingebaut, Stopstellen und Ampelanlagen eingerichtet werden, Schlaglöchern ausgewichen werden soll, ergeben sich ab 0,6 Promille, spätestens ab 0,8 Promille deutliche Verschlechterungen, die auch von geübteren Fahrern nicht mehr kompensiert werden können. Steigert man die Schwierigkeit weiter (auf ein durchaus noch als alltäglich zu bezeichnendes Niveau), kommen Einparkvorgänge, Rangiermanöver, Rückwärtsfahr-Passagen hinzu. All dies sind fahrerische Aspekte, die nicht vollständig automatisiert ablaufen, sondern unter ständiger Korrektur abgewickelt werden müssen. Bei diesen Aufgaben setzen die Verschlechterungen zweifelsfrei und deutlich unter 0,6 Promille ein.

Sind die Anforderungen in diesen Fahrproben noch voraussehbar (der Fahrer kann sie noch unter eigener Zeiteinteilung machen), verlangen andere (ebenfalls noch alltagsnahe) Fahrproben Reaktionen auf unvorhergesehene Ereignisse, wie etwa den plötzlich auftauchenden Fußgänger. Die (wenigen) Studien mit einer solchen Anordnung zeigen eine deutliche Verschlechterung der Leistung schon unter 0,5 Promille!

Damit bestätigen die Fahrproben die Erfahrungen der Praxis.⁷⁾ Ist eine Alkoholfahrt durch Standardsituationen geprägt, kommt man auch mit 1 Promille in der Regel noch nach Hause. Man ist mit dieser BAK bereits überfordert (und damit „fahruntüchtig“), wenn die Verkehrssituation geringe Anpassungsvorgänge verlangt. Für diese Situationen liegt der Gefahrengrenzwert bei höchstens 0,8 Promille. Verlangt man, daß auch komplexere Situationen mit Anforderungen an fahrerische Kontrolle und Steuerung (nicht nur an Automatismen) bewältigt werden können, ist der Grenzwert bei 0,5 Promille anzusetzen.⁸⁾

Die Ergebnisse von Fahrsimulatoren

In der Literatur ist eine fast unübersehbare Vielzahl von „Simulationen“ beschrieben, die teilweise nur noch den Namen miteinander gemein haben. Unter diesen Begriff fallen sowohl die technisch aufwendigsten Einrichtungen (etwa die von Daimler Benz in Berlin) wie auch die simpelsten mechanischen Anordnungen zur Reaktionszeitmessung, bei denen

⁷⁾ In ähnlicher Weise argumentieren RYDER, MALIN & KINSLEY (1981). Einerseits sei bei den Fahrproben eine direkte Übertragbarkeit auf den Straßenverkehr gegeben, was die Aufgabenschwierigkeit und die Reaktionsmöglichkeiten betreffe. Einschränkungen betreffen lediglich die Fahrsituationen: in der Regel gebe es (aus naheliegenden Gründen) keinen anderen Verkehr auf dem Fahrgelände, insbesondere keinen Gegenverkehr. Das Gegenargument, daß von den Versuchspersonen weniger ein „typisches“ Fahren gezeigt werde als vielmehr ein „optimales“ Fahren (ähnlich argumentierte CARPENTER 1962), gilt für fast jede wissenschaftliche Studie. Die Tatsache, beobachtet zu werden, ist ein generelles Manko.

⁸⁾ In besonderer Weise wird diese Aussage durch die Studie von DE GIER (1979) gestützt, in der 10 Vpn mit etwa 0,5 Promille BAK jeweils 60 km durch den normalen Straßenverkehr fahren mußten. In 8 Fällen resultierten deutliche Verschlechterungen der von im Fahrzeug sitzenden Beobachtern beurteilten Fahrleistung. Die Studie ist eine der ganz seltenen, die im Verkehr gemacht wurden. Leider ist die Auswertung nicht ganz überzeugend.

die Simulation darin besteht, daß die Versuchsperson statt auf einem Bürostuhl auf einem Autositz Platz nimmt und auf ein Pedal zu drücken hat.⁹⁾

KLEBELSBERG (1982, 60 ff.) trennt Simulationen in Total- vs. Teilsimulationen, programmierte vs. unprogrammierte Simulationen und unterscheidet schließlich noch nach technischen Gestaltungsunterschieden. Die weitaus meisten Simulationen in der Literatur sind Teilsimulationen, bei denen nur ein Ausschnitt aus der gesamten Fahrsituation realisiert wird, meist das Fahren entlang einer durch Projektion vorgegebenen Straße, die nur optisch vermittelt wird. Demgegenüber versuchen Totalsimulationen auch kinästhetische und akustische Informationen zu vermitteln (Beschleunigungs- und Verzögerungsempfinden, Fahrzeug- und Außengeräusche). Ebenso sind die meisten Simulationen „programmiert“, das heißt, sie nehmen nur eine endliche Zahl von Zuständen an, die in der Regel auch vom Fahrer nicht zu beeinflussen sind. Ein Druck auf das Gaspedal führt dabei nicht zu einer Beschleunigung der Projektion.

Die andere Gruppe von Simulatoren meldet im Sinne einer vollständigen Rückkopplung die durch die Fahrhandlung veränderte Stellung in der Außenwelt dem Fahrer wieder zurück. Dies geschieht etwa dadurch, daß der Fahrer ein kleines Fahrzeug durch eine Modell-Landschaft lenkt und per Video aus diesem Modell die Effekte seiner Handlung rückgemeldet bekommt (MAREK & STEN 1977). Eine andere Möglichkeit ist die vollständige Generierung dieser Außenwelt und ihre Veränderungen durch den Computer, wie es bereits beim Fahrsimulator des Volkswagenwerks der Fall war.

Unterscheiden sich bereits die apparativen Anordnungen der Simulatoren sehr stark, gibt es weitere Unterschiede bezogen auf die situativen Bedingungen. So ist ein Teil der Studien darauf aus, komplizierte Fahrsituationen zu simulieren (etwa MOSKOWITZ & SMILEY 1982), während andere relativ einfache Fahraufgaben, dafür aber über lange Zeiträume hinweg verlangen (etwa RANNEY & GAWRON 1986, GAWRON & RANNEY 1988).

In unserer Analyse trennen wir (soweit das aus den Beschreibungen ersichtlich ist) zwischen Fahrsimulatoren im engeren Sinn und Tracking-Geräten. Letztere sind mehr oder weniger aufwendige Apparate, bei denen ein Lichtpunkt oder ein Zeiger mittels eines Lenkrads auf einer Spur gehalten werden muß. Oft ist dabei die Projektionsgeschwindigkeit unabhängig vom Verhalten der Versuchsperson. Demgegenüber bezeichnen wir als Simulatoren solche Geräte, wo ebenfalls das Fahrzeug auf der Straße gehalten werden muß, aber die Sicht auf diese Straße, die Geschwindigkeit der Projektion oder mehr vom Fahrerverhalten abhängig ist (etwa der MILES Trainer oder SimLCar). Noch bessere Simulatoren haben für den Fahrer unvorhersehbare Störungen eingebaut, auf die reagiert werden muß. Weiter unterscheiden wir Simulatoren, bei denen es sich im Grund nur um die Messung von Reaktionszeiten in einem fahrzeugähnlichen Umfeld handelt. Schließlich wird noch eine Gruppe von Verfahren beschrieben, bei denen die Versuchspersonen auf filmische Szenen zu reagieren hatten, ohne auf die Filmprojektion selbst einen Einfluß zu haben.

a. Ergebnisse aus Simulatoren

Als anspruchsvollere Geräte sind hier der MILES Motor Trainer und dessen Weiterentwicklung des SimLCar anzusprechen. Bereits im BGA-Gutachten zitiert sind DREW, COLQUHOUN & LONG (1959) und VERNON (1937). Letzterer zeigt bei etwa 0,5 Promille eine

⁹⁾ Bei einigen im BGA-Gutachten zitierten Untersuchungen mit sog. „Modellfahrzeugen“ handelt es sich um solche Anordnungen.

drastische Zunahme der Fehler bei gleichzeitiger Abnahme der Fahrzeit auf.¹⁰⁾ Bei etwa 0,8 Promille Alkohol finden DREW et al. Verschlechterungen der Gesamtleistung um etwa 12 %. Ihre Versuchspersonen zeigen auch bereits bei kleineren Dosen auf unterschiedlichen Meßgrößen Effekte, ohne daß sich allerdings ein einheitliches Bild ergeben würde. Bei etwa 0,5 Promille Alkohol finden DOTT & MCKELVEY (1977) eine deutliche Fehlerzunahme. Gleiches schildern LINNOILA & HÄKKINEN (1974) bei einer Ziel-BAK von etwa 0,6 Promille: es wird schneller gefahren, mehr gelenkt, häufiger gebremst, mehr Randberührungen treten auf. Schnelleres Fahren und mehr Abkommen von der „Straße“ berichten auch BRICHICIN, BRICHAREK, BURESOVA & MACHAK (1973); sie untersuchen allerdings nur eine BAK um 1 Promille. 0,6 Promille ergeben bei ALLEN, JEX, MCRUER & DI MARCO (1975) Verschlechterungen. In ihrer Anordnung wurde eine Nachtfahrt simuliert, bei der ein Auto trotz Wind auf der Straße gehalten werden muß.¹¹⁾ MORTIMER & STURGIS (1975) verwenden einen Simulator, bei dem die laterale Position des Fahrzeugs immer wieder gestört wird, was vom Fahrer ausgeglichen werden muß. Bei 0,7 Promille werden sowohl in der Resorptions- wie in der Eliminationsphase Verschlechterungen beobachtet.

Ein vergleichbares Ergebnis wurde aus den Versuchen am VW-Simulator in Wolfsburg von GERCHOW (1976) und LEWRENZ, BERGHAUS & DOTZAUER (1974) berichtet, die in der deutschen Diskussion um den Gefahrengrenzwert eine wichtige Rolle gespielt haben. Hier wurden eindrucksvolle Ausfälle im Bereich zwischen 0,6 und 0,7 Promille beschrieben.¹²⁾ SCHULLER, DRASCH, MAIER & ANSELM berichten 1979 von einer signifikanten Abnahme der Fahrleistung um 32 Prozent auf dem Simulator des Allianz-Zentrums bei einer Ein-Stunden-Fahrt mit 0,5 Promille.

MARTIN (1971) vereinfacht die Fahraufgabe beim SimLCar und findet dann auch erst bei etwa 1 Promille Effekte, vor allem ungenaueres Lenken. Vergleichbares berichten LANDAUER, POCKOCK & PROTT (1974) von ihren Untersuchungen am Uniwest Driving Simulator. Aufwendigere Simulatoren, aber leichtere Fahraufgaben haben folgende Studien. MORTIMER & STURGIS (1980) simulieren das Verfolgen eines vorausfahrenden Fahrzeugs in konstantem Abstand bei 0,5 und 1 Promille. Sie finden größere Variabilitäten im Beschleunigen und etwas verlängerte Reaktionszeiten auf Signale des Vordermannes. RAFAELSEN, BECH, CHRISTIANSEN, CHRISTRUP, NYBOE & RAFAELSEN (1973) finden bei 0,95 Promille (im Gruppenmittel) längere Start- und Anhaltezeiten und ein uneinheitliches Fahren. Dies berichten auch RANNEY & GAWRON (1986) für 0,7 Promille, wobei bei dieser Dosierung die Zahl der Fahrfehler gegenüber der Nüchtern-Bedingung noch nicht erhöht ist. Dies tritt erst bei 1,2 Promille ein.¹³⁾ Gleiches berichten STEIN, ALLEN & COOK (1985), in deren Studie bei

¹⁰⁾ In der Literatur wird dieser häufige Effekt als „speed accuracy trade off“ (SATO) bezeichnet. Er tritt dort ein, wo die Probanden versuchen, aktiv eine erlebte Beeinträchtigung zu kompensieren. Das führt zu einer quantitativen Erhöhung, aber einer qualitativen Verschlechterung der Leistung. Eine solche Systematik ist auch in der Untersuchung der Auswirkungen niedriger Aktivationslagen wie etwa bei Müdigkeit oder wie bei pharmako-psychologischen Studien mit sedativen Substanzen zu beobachten.

¹¹⁾ In der Veröffentlichung ist der Effekt bei 0,6 Promille nicht statistisch geprüft. Eine Re-analyse ist aufgrund der angegebenen Daten auch nicht möglich. Der Anschein spricht allerdings für eine signifikante Einbuße.

¹²⁾ Leider erfüllen beide Veröffentlichungen nicht die statistischen Standards der meisten anderen Studien, so daß die exakten Fehlerquoten weder eindeutig nachvollzogen, noch inferenzstatistische Auswertungen durchgeführt werden können.

¹³⁾ Gleiches gilt wohl für die Studie von SUGARMAN, COZAD & ZAVALA (1973), die einen sehr aufwendigen Simulator verwenden. Leider ist die Auswertung so, daß nicht entschieden werden kann, wie groß die Beeinträchtigungen bei der realisierten BAK von etwa 1,2 Promille sind.

0,75 Promille die Fahrfehler nicht signifikant stiegen (erst bei 1,2 Promille), wohl aber sehr viel ungleichmäßiger gefahren wurde.¹⁴⁾

b. Andere Ergebnisse bei simuliertem Fahren

Teilweise als Zusatzaufgabe zum Lenken, teilweise aber auch allein wird die Reaktionszeit abgeprüft. ATTWOOD (1978) simuliert das Nachfahren hinter einem Fahrzeug bei Nacht, wobei auf dessen Brems- bzw. Blinklichter reagiert werden muß. Die Reaktionslatenzen werden dabei von 0,2 Promille an steigend bis 0,8 Promille länger. BOSCH & RÜDINGER (1967) untersuchen Bremsreaktionen in einem Fahrersitz mit Pedalen bei 0,63 Promille (BAK zwischen 0,41 und 0,80 Promille) und finden eine um 15 Prozent verlängerte Auslösezeit, aber keine verlängerte Durchführungszeit der Reaktion.¹⁵⁾

Eine eigene Gruppe bilden die Untersuchungen, bei denen Probanden auf filmische Verkehrssituationen mit Fahrhandlungen reagieren müssen, etwa Bremsen, Lenken usw. CRANZER, DILLE, DELAY, WALLACE & HAYKIN (1969) zeigten bei einer Ziel-BAK von 1 Promille auf, daß mehr Beschleunigungs- und Bremsfehler (unruhigeres Fahren), ebenso vermehrt falsche Reaktionen auftraten, nicht aber Lenkfehler. Vergleichbar fanden BUIKHUISEN & JONGMAN (1971), daß bei einer Ziel-BAK von 0,8 Promille (zwischen 0,6 und 1 Promille variierend) Alkoholisierte gefährliche Situationen seltener wahrnahmen (und entsprechend darauf reagierten) als Nüchterne. Beide Untersuchungen sind insoweit sehr künstlich, als die Filmprojektion völlig unabhängig von den Reaktionen der Versuchspersonen ist.

c. Ergebnisse beim Tracking

Das Tracking ist wohl die älteste Technik, fahrähnliche Handlungen im Labor zu provozieren. Bereits GRAF (1933 und 1943) berichtet von Selbstversuchen mit einem solchen Gerät, bei dem über ein Lenkrad eine in das Gesichtsfeld projizierte Linie nachzufahren war, wobei die Geschwindigkeit über eine Bremse verändert werden konnte. Er findet Verschlechterungen ab 0,4 Promille. Gleiche Ergebnisse brachten NEWMAN & FLETCHER (1940) mit ihrem Apparat ein, der äußerlich einem Fahrzeug ähnlich gemacht wurde. Eine originelle Anordnung wählten LAMBERCIER & MARTIN DU PAN (1946), deren Versuchspersonen ein exzentrisch auf einem Plattenteller angebrachtes Plättchen verfolgen mußten. Beeinträchtigungen traten hier zwischen 0,7 und 1,1 Promille auf.

¹⁴⁾ Vor allem aus methodischen Gründen der Versuchsplanung und -durchführung sind weitere Simulationsstudien nicht auswertbar. Hierher gehören u. E. nach DRASCH, MEYER & BARZ (1978), bei denen Alkoholeffekte mit solchen von Medikamenten konfundiert sind und deskriptiv-statistische Angaben völlig fehlen, wie auch HAERLAND, WEGENER & KÄDING (1979), die vom Fahrtrainer der DDR berichten, ohne daß eine dosisbezogene Zuordnung möglich wäre. Völlig undurchsichtig ist die Simulation in einer Rennwagen-Attrappe mit dem Umfeld von Brands Hatch, wie sie von HUGHES, CRAMER & KNIGHT (1967) mit 2 Probanden durchgeführt wurde. Hierher gehören auch die zunehmenden Untersuchungen mit Video-Spielen, deren Aussagekraft für echtes Fahren mehr als fraglich ist. So finden McMILLEN & WELLS-PARKER (1987) in einem solchen Spiel keine Effekte bei BAK-Werten bis zu 0,97 Promille, wohl aber Effekte, wenn sie den Versuchspersonen vortäuschen, sie hätten Alkohol bekommen, ohne daß dies in Wirklichkeit der Fall wäre!

¹⁵⁾ Die durch Alkohol verlängerte Reaktionszeit wurde bereits in einer der ersten Fahrproben von HEISE & HALPORN (1932) auf originelle Art festgestellt: in einem mit 30 mph fahrenden Auto wurde ein erster Gewehr-schuß als Signal für Bremsen ausgelöst. Das Bremsen löste den zweiten Schuß aus: aus dem Abstand der Einschußlöcher war bei BAK-Werten unter 0,8 eine Verlängerung um mehr als 38 Prozent abzulesen, bei etwa 0,2 Promille bereits eine um etwa 5 Prozent.

Die Apparaturen in den folgenden Studien sind häufig fahrzeugähnlich aufgemacht, ohne daß von einer Simulation geredet werden könnte. Sie unterscheiden sich in der Art der Steuerung, auch in den situativen Komponenten (etwa Dauer der Fahrt), aber auch durch die Präzision, mit der Fehlerabweichungen gemessen werden können. Alle Apparaturen finden sichere Effekte, wenn die BAK um 0,8 Promille liegt: KIELHOLZ, GOLDBERG, OBERSTEG, PÖLDINGER, RAMSEYER & SCHMID (1969) und KIELHOLZ, GOLDBERG, HOBI & REGGIANI (1973) finden in ihrer Anordnung jeweils signifikante Beeinträchtigungen bei 0,8 Promille, MORTIMER (1963) bei 0,68 Promille. LAMBERCIER & MARTIN DU PAN (1946) untersuchen an einem Fahrstand wie GRAF das Spurhalten und finden bei 1 Promille drastische Fehlerzunahmen, fast ebenso deutliche im Bereich zwischen 0,4 und 1,4 mit einem Mittel von 0,8 Promille. Vergleichbar sind die Effekte, die STRAUB (1938) mit seinem einfachen Trackingapparat findet. WILLUMEIT, OTT & NEUBERT (1984) weisen mit einer raffinierteren Anordnung ebenfalls bei 0,8 Promille eine erhöhte Fehlerzahl nach. Bei den Anordnungen von HEPNER (1973) und LANDAUER, POCOCK & PROTT (1974) am Martin Driving Simulator braucht es allerdings 0,9 Promille bzw. 1 ml/kg reinen Alkohol, um signifikante Effekte zu erzielen.¹⁶⁾ Eine Leistungseinbuße von 15 Prozent ergibt sich in der Anordnung von LOOMIS & WEST (1958) ebenfalls erst bei einer BAK von etwa 1 Promille. Der Apparat besteht aus einem Fahrersitz mit Lenkung, Gas und Bremse, über die ein kleines Modellauto bewegt werden muß, das auf einer Leuchtspur zu fahren hat. Trotz des äußerlichen Aufwands handelt es sich hier um eine relativ einfache Tracking-Aufgabe.

Zusammenfassung der Ergebnisse zur Simulation

Die Studien, die sich selbst als Fahrsimulationen verstehen, zeichnen ein Bild, das hervorragend zu den Ergebnissen aus den Fahrproben paßt. Mit ihren feinen Registriermöglichkeiten finden Simulatoren Änderungen des Fahrens bereits bei sehr geringen Alkoholdosen: wiederum nehmen gröbere Lenkbewegungen zu, das Spurhalten wird schwieriger, die Fahrweise unregelmäßiger. Hier finden sich absolut keine Unterschiede zu den Fahrproben. Wohl aber in der Geschwindigkeit: während bei zunehmender Alkoholisierung in den Fahrproben die Geschwindigkeit abnimmt (besonders deutlich von ABELE 1958 a gezeigt), nimmt sie im Simulator zu. Das wird sofort verständlich, wenn man die Geschwindigkeitsänderung als Folge von Kompensationsbemühungen des Fahrers versteht. Die zunehmende Hemmung durch den Alkohol wird beim aktuellen Fahren, das selbst bei der Fahrprobe mit dem nicht ungefährlichen Risiko des Verunglückens verbunden ist, durch eine Verringerung der Geschwindigkeit und damit durch eine Vereinfachung der Fahraufgabe aufgefangen. Bei der Simulation kann die Geschwindigkeitserhöhung als Maßnahme verstanden werden, gegen die Hemmung (Müdigkeit) anzukämpfen, indem man die (immer ungefährliche) Aufgabe etwas spannender macht.¹⁷⁾ Welche der beiden Strategien (vorsichtigeres Fahren wegen der Hemmung – risikoreicheres Fahren gegen die

¹⁶⁾ Bereits 1975 in ihrer Zusammenfassung der Alkoholstudien seit 1940 fanden LEVINE, KRAMER & LEVINE, daß die Tracking-Aufgaben verglichen gegen kognitive Aufgaben oder perzeptiv-sensorische Leistungen die geringste Reaktivität für Alkohol haben. Gleiches berichtet KLEBELSBERG (1962): seine Versuchspersonen waren bei 1 Promille nur ganz wenig in ihrer Reaktionszeit und beim Tracking auf einem einfachen Fahrstand beeinträchtigt.

¹⁷⁾ Diese Interpretation wird besonders durch das Ergebnis von GAWRON & RANNEY (1988) gestützt, die im Vergleich von Simulator und Fahrprobe fanden, daß Versuchspersonen mit zunehmender Fahrzeit im Simulator immer schneller fahren, in der Fahrprobe immer langsamer – unabhängig davon, ob Alkohol getrunken wurde oder nicht!

Hemmung) im unbeobachteten Alltag stattfindet, dürfte von einer ganzen Reihe von Gründen abhängen und nicht einmal für den einzelnen Fahrer konstant sein.¹⁸⁾

Werden wie beim Tracking die Simulationsaufgaben vereinfacht, können sie auch bei höherer Alkoholisierung bis hin zu 0,7/0,8 Promille noch gelöst werden – wiederum dieselbe Entsprechung zu den Fahrproben. Betreffen die Aufgaben im dann nur noch so genannten „Simulator“ lediglich einzelne Wahrnehmungsfunktionen, können auch bei über 1 Promille noch akzeptable Leistungen gefunden werden.

Die Ergebnisse aus Laborstudien

Kontrastierend zu Fahrproben und Simulationen wird häufig die experimentelle Forschung im Labor gesehen. Während erste „lebensnah“ wirken, scheint letztere „künstlich“, realitätsfremd, eher „akademisch“ zu sein. Diese Haltung ist zwar verständlich, aber falsch. Bereits die Fahrprobe ist eine Verkürzung der Wirklichkeit, erst recht die Simulation, genauso dann auch die Studie im Labor. Jeder wissenschaftliche Zugang zeichnet sich dadurch aus, daß er möglichst viele Bedingungen kontrolliert (und damit lebensfern ist) – der Unterschied in den verschiedenen Methoden liegt lediglich im Grad der Kontrolle. Alle Studientypen haben gemeinsam, daß

- die Fahrsituation auf wenige, gut meßbare Merkmale verkürzt wird und
- nicht das Fahrverhalten selbst, sondern nur Teilfunktionen dieses Verhaltens überprüft werden.

Dabei zeichnen sich Fahrprobe und -simulation dadurch aus, daß sie vor allem die Fahrsituation kontrollieren (Teststrecken, Hindernis-Parcours) und in dieser Miniatur-Welt versuchen, das Fahrverhalten möglichst vollständig zu erfassen. Treten in diesen Anordnungen Alkoholeffekte auf, etwa beim schlechteren Spurhalten, braucht eine Analyse dieses Effekts genauere Angaben dazu, welche Teile des Gesamtverhaltens denn dafür verantwortlich sind. Genau hier hat die laborexperimentelle Forschung ihren Platz.

In unserer Re-Analyse¹⁹⁾ der experimentellen Forschungsergebnisse (KRÜGER, KOHNEN, HÜPPE & DIEHL, 1990) haben wir die Arbeiten danach gruppiert, ob es sich um die Untersuchung von

- psychischen Funktionen handelt (wie etwa des Visus, der Reaktionszeit) oder um die Erfassung der
- Sozioemotionalität (mit Teilbereichen wie der Befindlichkeit oder des Sozialverhaltens mit Aggression, Sexualität u. ä.) oder um die Erfassung der

¹⁸⁾ Zur Gültigkeit der Ergebnisse aus Simulatoren für den Straßenverkehr ist viel geschrieben worden. EDWARDS, HAHN & FLEISHMAN (1977) ließen den Fahrstil von 304 Taxifahrern von diesen unbemerkt durch Beobachter beurteilen. In einer anschließenden Untersuchung wurden von den Fahrern Werte in Wahrnehmungs- und motorischen Tests erhoben, sie fuhren im Simulator und schließlich wurde erhoben, ob und wieviel Unfälle und Verkehrsverstöße sie bereits hatten. Für das Fahrverhalten im Simulator wie für die Testwerte fanden sich keine Zusammenhänge zu dem Fahrverhalten, wie es im Straßenverkehr beobachtet worden war, noch zur Zahl der Unfälle. Auch unterschied sich ein „besserer“ (technisch aufwendiger) nicht von einem „schlechteren“ Simulator. HEPPNER (1973) muß berichten, daß in seinem Fahrgerät sich die Leistung von Versuchspersonen mit und ohne Führerschein nicht unterschied – wie man denken sollte, eine elementare Forderung. Andererseits findet CRANCER (1968) einige Korrelationen zwischen (tatsächlichen) Unfällen und Verkehrsübertretungen und Verhaltensmaßen aus dem Simulator – wobei unklar bleibt, warum etwa das Gasgeben korreliert, das Bremsen nicht! Von daher sollte die Vielzahl der in der Literatur beschriebenen Ergebnisse mit Simulatoren mit größerer Vorsicht betrachtet werden.

¹⁹⁾ Eine hervorragende Zusammenstellung laborexperimenteller Ergebnisse, die in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts erhalten wurden, ist in LAMBERCHER & MARTIN DU PAN (1946) zu finden. Für niedrige Alkoholdosen haben MOSKOWITZ & ROBINSON (1987) eine Zusammenstellung empirischer Arbeiten gegeben.

- Leistung, die wir noch einmal nach Prozessen unterteilen, die entweder automatisiert oder die kontrolliert ablaufen.

Bei den basalen psychischen Funktionen zeigen sich das visuelle und das motorische System bei Dosierungen unter 0,5 Promille unterschiedlich anfällig für den Alkohol.²⁰⁾ In der Regel sind die Beeinträchtigungen jedoch sehr klein, so daß sie nicht von allen Studien nachgewiesen werden können. Eine Ausnahme machen vor allem die Augenbewegungen (nicht die Sehschärfe oder die Tiefenwahrnehmung), die wie das Gleichgewichtssystem sehr früh gestört sind. Dies erklärt, warum bei Fahrproben und -simulationen das Spurhalten mit am frühesten erschwert ist. Dennoch sind die Ausfälle unter 0,5 Promille meist noch so klein, daß sie vom Gesamtsystem kompensiert werden können und damit noch keine gravierenden Verhaltensänderungen erzeugen.

Bei Dosierungen über 0,5 Promille tritt die sedierende Komponente des Alkohols immer deutlicher in den Vordergrund, vor allem in der ersten Stunde nach dem Trinken (in der Resorptionsphase) – jetzt werden alle Funktionen nachweisbar beeinflusst. Dieser Einfluß wird überdeutlich, wenn die 0,8 Promille überschritten werden: insbesondere in der Resorptionsphase findet sich keine Funktion mehr, die nicht so beeinträchtigt wäre, daß trotz kompensatorischer Bemühungen nicht auch das Gesamtsystem betroffen wäre.

Schon unter 0,3 Promille treten Veränderungen des subjektiven Befindens auf, die sich als „erlebte Hemmung“ beschreiben lassen. Diese Hemmung wird je nach Situation unterschiedlich erlebt: müssen die Versuchspersonen etwas leisten, empfinden sie die Hemmung negativ. In entspannteren Situationen, insbesondere in Sozialsituationen, wird die Hemmung eher positiv erlebt („wohlig“). Teilweise werden auch Effekte einer Spannungs- und Angstlösung beschrieben. Diese Hemmungserlebnisse gehen bei Dosierungen über 0,5 Promille in schiere Trunkenheitserlebnisse über.

Vor allem die Untersuchungen zum Sozialverhalten zeigen, daß Alkohol in Dosierungen bis etwa 0,8 Promille eine ganze Reihe von sozialen Verhaltensweisen früher auslöst. Gezeigt wurde das insbesondere für die Aggression: Alkohol macht dabei nicht generell aggressiver. Ist die Situation aber aggressiv aufgeladen (etwa nach Frustration), zeigen Alkoholisierte eher aggressive Handlungen als Nüchterne. Vergleichbares gilt für die Sexualität. In höheren Dosierungen ist die Sedierung schon so stark, daß ein sozial reagibles Verhalten kaum mehr eintritt, von einer sozialen Sensitivität damit nicht mehr gesprochen werden kann.

Im Leistungsbereich verändert die Alkoholdosis nicht nur die Quantität der Wirkung (weniger – mehr), sondern auch die Qualität der Leistungseinbußen. Die im Erleben und in der Empfindlichkeit vorfindbare leichte Hemmung ab etwa 0,3 Promille ist im Leistungsbereich nicht nachzuweisen, wenn die Situation selbst aufregend ist. Hier wird so gut reagiert wie eh und je. Geht es aber um „freischwebende Aufmerksamkeit“, wie sie etwa bei Überwachungsaufgaben mit niedriger Leistungsanforderung vorliegt, zeigen sich plötzlich deutliche Wirkungen. Hier ist die eigentliche Leistung, „bei der Sache zu bleiben“. Das erschwert Alkohol schon bei sehr geringen Dosierungen. Bei wenigen äußeren Reizen resultiert „Dösigkeit“, bei vielen Außenreizen „Ablenkbarekeit“. Beides erschwert die Wahrnehmung der wichtigen Reize, auf die reagiert werden muß (z. B. die aus der Verkehrssituation). Wird allerdings reagiert, geschieht das in aller Regel fast wie in nüchternem Zustand.

²⁰⁾ Einen Einblick in den Zusammenhang beider Systeme geben KRÜGER & HELLER (1990).

Gehemmt ist also die Aufmerksamkeit und damit die Reaktionsauslösung, nicht der Reaktionsvollzug.²¹⁾

Damit treten die frühesten Alkoholwirkungen nicht im Leistungsbereich selbst ein, sondern in der der Leistungsabgabe vorgeschalteten Periode der Handlungsauslösung. Das Leistungsergebnis ist erst bei höheren Dosierungen verändert. Zum Verständnis dieser Änderungen muß eine Gruppierung der Leistungen nach „automatisiert“ und „kontrollierend“ eingeführt werden.²²⁾

Automatisierte Leistungshandlungen sind hochgeübte Sequenzen von einfachen Handlungsteilen – im Labor etwa die Messung der Reaktionszeit oder das schnelle Lösen von Rechenaufgaben, beim Autofahren etwa das Schalten, das Blinken, das Anfahren und Halten. Hier hat die Übung dazu geführt, daß bei normalen Bedingungen die zentrale Steuerungsinstanz im Menschen gar nicht mehr den Ablauf steuern und kontrollieren muß. Vielmehr muß die Handlung nur noch „angestoßen“ werden, um dann quasi automatisch ablaufen zu können. Solche Automatismen werden durch Alkohol in Dosierungen bis 0,5 Promille praktisch nicht gestört. Bei sehr einfachen und hochgeübten Handlungen gilt diese Aussage auch über 1 Promille hinaus.²³⁾

Kontrollierende Leistungshandlungen sind immer dort vonnöten, wo keine vorgefertigten Handlungsteile eingesetzt werden können und/oder der Ablauf der Handlung ständig von der zentralen Steuerungsinstanz kontrolliert werden muß, weil etwa zwei oder mehrere Handlungen zeitlich koordiniert werden müssen. Das ständige „Hin- und Herschalten“ zwischen Planung, Ausführung und Kontrolle bedingt, daß mehrere Dinge(fast) gleichzeitig getan werden müssen. Gerade dies aber wird durch Alkohol in Dosierungen über 0,3 Promille bereits gestört, ab 0,5 Promille mit großer Deutlichkeit, ab 0,8 Promille mit Sicherheit.²⁴⁾

Synopsis der empirischen Ergebnisse

Das Gesamt der Untersuchungen mit den unterschiedlichsten empirischen Anordnungen und Methoden ergibt als erste und zentrale Aussage:

eine nur auf die Dosis bezogene Alkoholwirkung gibt es nicht.

Die laborexperimentellen Studien zeigen mit großer Präzision auf, welche psychischen (Teil-)Funktionen sich mit zunehmender Dosis verändern. Ob diese Veränderungen sich

²¹⁾ In der psychologischen Forschung werden diese Effekte unter dem Stichwort der „Vigilanz“ abgehandelt. Ein typisches Beispiel dafür ist in PATMAN, LANDAUER & MILNER (1969) zu finden. Deren Versuchspersonen hatten bei einer BAK von 0,5 Promille im Schnitt alle 9 Sekunden einen Zeiger mittels eines Lenkrades auf 5 Lämpchen hin auszurichten. Alkoholbedingte Fehler in dieser einfachen, aber extrem langweiligen Aufgabe traten erst nach mehr als 20 Minuten auf.

²²⁾ Diese Unterteilung folgt dem von SCHNEIDER & SHIFFRIN eingeführten Modell, das zusammenfassend beschrieben ist in SCHNEIDER, DUMAIS & SHIFFRIN (1984).

²³⁾ Das erklärt auch den von STEPHAN (1988) zitierten Befund, daß Hoch-Alkoholisierte oft durch Polizeikontrollen kommen, wenn ihre Automatismen zur Bewältigung der Situation reichen. Auch CARLSON (1972) berichtet von seinem random breath testing, daß beim Einschätzen des Alkoholisierungsgrads eine hohe BAK schlechter erkannt wurde als Nüchternheit! Weiter erklärt sich daraus das häufige Ergebnis von Trinkversuchen, bei denen die erstaunten Teilnehmer hochalkoholisiert auf Testapparaten immer noch schnell reagieren. Gerade die immer wieder zitierte einfache Reaktionszeit scheint eine der schlechtesten Möglichkeiten zu sein, Alkoholwirkungen zu prüfen.

²⁴⁾ Ganz deutlich spricht dafür auch die Untersuchung von BREWER & SANDOW (1980). In einer Analyse von städtischen Verkehrsunfällen fanden sie, daß Fahrer unter Alkohol häufiger als nüchterne kurz vor dem Unfall noch eine zum Fahren zusätzliche Tätigkeit ausführten (wie es etwa das Radioeinstellen ist). Offensichtlich ist unter Alkohol die Fähigkeit, eine Doppelaufgabe zu bewältigen, deutlich eingeschränkt.

dann in Leistung niederschlagen, hängt davon ab, welche Leistung in welcher Situation gerade verlangt wird.²⁵) Damit ergibt sich:

Zur Beschreibung von Alkoholwirkungen gehört notwendig auch die Beschreibung der Situation hinzu, in der sich der Alkoholisierte befindet.

„Wirkung“ ist damit das Ergebnis eines Zusammenspiels von Bedingungen auf seiten des Alkoholisierten („Leistungsprofil“) und Bedingungen auf seiten der Anforderung („Situationsprofil“). Beide zusammen ergeben das jeweilige „Wirkungsprofil“ des Alkohols, zu dem so immer zwei Angaben gehören: das Wieviel? und das In-welcher-Situation?²⁶)

Legt man dieses Verständnis zugrunde, zeichnen die dargestellten empirischen Untersuchungen, ob im Labor, im Simulator oder auf der Teststrecke ein völlig homogenes und überzeugendes Bild:²⁷)

In einfachen Fahrsituationen sind BAK-Werte bis 0,5 Promille regelhaft nicht leistungsmindernd. Eine Ausnahme machen dabei Fahrsituationen, die sich durch große Reizarmut (Langeweile) auszeichnen. Hier kann es zu Verzögerungen der Auslösung der Reaktion kommen. Über 0,5 Promille führen die bereits deutlich beeinträchtigten psychischen Funktionen zu einer Minderung der Fahrleistung, die aber regelhaft noch im Bereich der (schlechten) Normalität bleibt. Über 0,8 Promille wird auch bei Standard-Anforderungen schon offensichtlich schlecht gefahren.

In komplexeren Fahrsituationen sind Wirkungen ab 0,3 Promille nachweisbar, die ab 0,5 Promille sehr deutlich werden. Ab dieser Grenze schafft es der Organismus nicht mehr, mehrere Anforderungen gleichzeitig (oder zumindest fast gleichzeitig) zu verarbeiten, wie es für diese schwierigeren Fahrsituationen notwendig ist. Ab 0,8 Promille ist diese Verschlechterung außer jeder Diskussion.

In Ausnahmesituationen werden drastische Wirkungen bereits ab 0,3 Promille beobachtet. Solche Situationen liegen etwa bei unerwarteten Ereignissen unter schlechten Reaktionsbedingungen (plötzliches Hindernis bei Nacht usw.) vor.

Zwei wichtige Gruppen von wirkungsmodifizierenden Faktoren können dieses Bild der Alkoholwirkungen noch verändern: der zeitliche Abstand zum Trinkende und der Übungsgrad von Trinken und Fahren. Insbesondere unsere genannte Literaturstudie weist auf, daß die Wirkungen des Bereichs über 0,5 Promille in der Eliminationsphase etwa den Wirkungen des BAK-Bereichs bis 0,5 Promille in der Resorptionsphase entsprechen. Das läßt vermuten, daß der Wirkungsunterschied zwischen Resorption und Elimination auf etwa 0,2 bis 0,3 Promille anzusetzen ist. Die meisten der aufgeführten Studien untersuchen im Konzentrationsmaximum, also am Ende der Resorptionsphase. Von daher sind die angegebenen Wirkungen kurz nach dem Trinken wohl noch stärker, in der Eliminationsphase etwas geringer anzusetzen.

²⁵) Für die Untersuchungsmethodik entscheidend ist natürlich auch noch die Frage der Genauigkeit der Messung; auch die Präzision der Meßgeräte muß der Dosis und der Art der verlangten Leistung angepaßt sein.

²⁶) Das damit implizierte Modell der Alkoholwirkungen und dessen Adaptation auf den Straßenverkehr wird ausführlich im „executive summary“ von KRÜGER in KRÜGER, KOHNEN, DIEHL & HÜPPE (1990) beschrieben.

²⁷) Daß die unterschiedlichen Methoden zu einem homogenen Gesamtbild führen, hat auch FERRINE 1978 aufgewiesen. Dort wurde im Labor eine Verlängerung der Reaktionsauslösezeit durch Alkohol nachgewiesen. In Erweiterung dieses Effekts wurde durch Fahren in Meßfahrzeugen (also bei Fahrproben) gezeigt, daß Alkoholisierte ungleichmäßiger bremsen. Genau das wurde für alkoholisierte Kraftfahrer aber auch bei der unbemerkten Messung ihres Bremsens (via Radar) gefunden, wenn sie von der Polizei bei einer Verkehrskontrolle angehalten wurden.

Nur vermuten läßt sich der Einfluß der Alkoholgewöhnung, also der Übung im Trinken. Sicherlich führt eine lange Trinkgeschichte dazu, daß der Trinkende es zunehmend besser versteht, ausgefallene Teilfunktionen durch andere zu ersetzen.²⁸⁾ Leider finden sich kaum empirische Untersuchungen, die dies thematisieren. Die wenigen, wo dies der Fall ist, finden nur geringe Unterschiede zwischen „starken“ und „moderaten“ (sozialen) Trinkern. Dennoch wäre genaueres Wissen wünschenswert. So müssen die oben genannten Ergebnisse momentan beschränkt werden auf die Personengruppe, aus der sie gewonnen wurden: gesunde, relativ junge Menschen (im Alter bis zu 30 Jahren), mit normalem Alkoholkonsum (zwei- bis dreimal die Woche). Vor allem was den Konsum angeht, repräsentieren sie damit das Gros auch unserer Bevölkerung.

Gleiches gilt für die Fahr-Erfahrung, deren Einfluß auf die Wirkung nicht explizit untersucht wurde. Hier bedeutet zunehmende Übung eine Zunahme der Automatismen, was dann zu einer höheren Alkoholresistenz führt – wenn die Fahrsituation über Automatismen zu bewältigen ist! Sicherlich müßten die Ergebnisse vorsichtiger interpretiert werden, wenn sie an Fahranfängern gewonnen worden wären. Dies ist aber nicht der Fall. Regelhaft handelt es sich bei den Fahrproben und -simulationen (nur dort ist diese Frage relevant) um Personen, die bereits über mehrere Jahre ihre Fahrerlaubnis haben.

Gegenüber diesen beiden Argumenten aus der Zeit und der Übung, die eher eine Überschätzung der Alkoholwirkungen nahelegen, sind methodische Argumente zu stellen, die vermuten lassen, daß die Alkoholeffekte in Wahrheit stärker sind als in den empirischen Studien gezeigt. So tendieren die meisten Autoren zu relativ hohen Dosen, weil sie einen statistisch „signifikanten“ Effekt haben wollen. Oder aber es werden hohe Dosen genommen, um BAK zu erreichen, die gesetzlichen Grenzen entsprechen (in amerikanischen Studien deshalb oft 1 Promille). Beide Strategien führen dazu, daß der Alkoholeffekt nicht bereits bei der BAK entdeckt wird, wo er zum ersten Mal auftritt, sondern bei höheren Konzentrationen. In die gleiche Richtung wirkt die Anwendung der WIDMARK-Formel, die erfahrungsgemäß die tatsächlich vorliegende BAK deutlich unterschätzt (Resorptionsdefizit). Viele Studien messen nämlich gar nicht die BAK, sondern dosieren den Alkohol entsprechend WIDMARK. Damit sind die Alkoholeffekte dieser Studien tatsächlich bei niedrigeren BAK eingetreten.

Die Konsequenzen für einen Gefahrengrenzwert

Was bedeuten diese Ergebnisse für die aktuelle, von SALGER angeregte Diskussion? Eingangs waren die zwei fachwissenschaftlichen Aussagen der SALGERSchen Stellungnahme genannt worden: a) Fahrprobe und -simulationen sind in besonderer Weise geeignet, Fahruntüchtigkeit zu prüfen, b) alle Fahrer sind ab 1,0 Promille fahruntüchtig.

Unsere Darstellung belegt: ob und welche Bedeutung verkehrswissenschaftliche Forschung für die Praxis des Straßenverkehrs hat, ist selbst eine fachwissenschaftliche Frage und sollte nicht Gegenstand juristischer Grundsatzentscheidungen sein. Allzuleicht gerät der Jurist hier in eine Diskussion, die juristisch gar nicht zu führen ist. Gerade die sachgemäße Integration der mit unterschiedlichen Methoden erzielten Ergebnisse erhellt das Problem.

²⁸⁾ COLDWELL et al. (1958) finden in ihrer Studie bei einer einfachen Fahraufgabe, daß geübte Trinker Alkoholausfälle besser kompensieren können. Bei schwierigeren Fahraufgaben berichten andere Autoren nicht von einer solchen Abhängigkeit.

Die zweite Sachaussage SALGERS beruht auf dem Gutachten des Bundesgesundheitsamts von 1966. Dort war de lege lata ein Grenzwert von 1,2 Promille, de lege ferenda ein Wert von 0,8 Promille vorgeschlagen worden (1966, 9). In der Entscheidung des 4. Strafsenats des BGH vom 9. Dezember 1966 wurde daraus ein Wert von 1,1 Promille (+ 0,2). Aus heutiger Sicht wird die Seltsamkeit sowohl der Argumentation wie der richterlichen Entscheidung deutlich, die sicherlich beide nur unter rechtspolitischen, nicht aber unter fachwissenschaftlichen Gesichtspunkten beurteilt werden dürfen.

Eine Re-Analyse der von ELBEL und GERCHOW im Gutachten 1966 verarbeiteten Literatur zeigt auf, daß der Sachstand damals im Grunde der gleiche war, wie der von uns hier aus der aktuellen Literatur zusammengestellte – und warum es dennoch zu der von GERCHOW formulierten Wirkungskette kam: ab 1,2 Promille „bei jedem Menschen ... irgendwelche Ausfälle“, diese sind „in Abhängigkeit von besonderen äußeren Bedingungen“ (etwa schlechte Sicht) auf 1,0 Promille zu reduzieren, wobei gewisse „Abhängigkeiten von inneren Bedingungen“ (etwa resorptive Phase) auch eine Absenkung bis auf 0,5 Promille rechtfertigen könnten (1966, 184). Dies entspricht genau unserer, in diesem Artikel dargestellten Wirkungsfolge, wobei wir die Grenzen jeweils um etwa 0,3 Promille niedriger ansetzen!

Diese Differenz hat einen sachlichen, einen methodischen und einen rechtspolitischen Grund. Zum fachlichen: Die in die Beiträge von GERCHOW und ELBEL eingearbeiteten labor-experimentellen Studien (viele aus den 30er Jahren, die meisten aus den 50er Jahren) beschäftigen sich zur Hauptsache entweder mit Prüfungen der visuellen/motorischen Funktionen oder mit hochautomatisierten Handlungen wie etwa der Reaktionszeit. Für beide Bereiche fanden auch wir in unserer Analyse erst größere Beeinträchtigungen bei Konzentrationen deutlich über 0,5 Promille. Erst die laborexperimentelle Forschung der 70er und 80er Jahre hat (etwa mit Doppelaufgaben oder Vigilanzanordnungen) Untersuchungsparadigmen gefunden, die wichtige Alkoholwirkungen bereits bei geringeren Dosierungen nachweisen konnten. Von daher hat sich der Sachstand tatsächlich geändert.

Andererseits hätte man schon aus den von ELBEL zitierten Fahrproben entnehmen können, daß die Gefahrengrenzen tiefer anzusetzen sind. Alle 1966 ins Gutachten eingearbeitete Studien mit höherem methodischen Anspruch²⁹⁾ fanden deutliche Effekte bei weit unter 1 Promille. Auf keinen Fall war nach dem damaligen Kenntnisstand aus den Fahrproben eine Grenze von 1 Promille zu rechtfertigen. Soweit das dort aufgrund von „Modellfahrgeräten“ (also Fahrsimulationen) geschehen ist, handelt es sich in den von ELBEL zitierten Arbeiten meist um Einfachstgeräte, die eher dem Tracking zuzuordnen sind.

Daß die Grenzen 1966 dennoch so hoch angesetzt wurden, ist auch methodisch begründet. Die Gutachter haben sich (wohl unter dem Druck einer juristischen Anforderung) auf eine Argumentationsweise der Häufigkeit eingelassen. So formulierte GERCHOW, daß ab 1,2 Promille „bei jedem Menschen“, ab 0,7 bis 0,8 Promille bei „über 50 Prozent aller Menschen“ verkehrsrelevante Ausfälle eintreten (1966, 184).³⁰⁾ Unsere Darstellung zeigt, daß diese Argumentationsfigur unvollständig ist, da sie die Anforderungsstruktur der Verkehrssituation vernachlässigt. Korrekt muß die Formulierung heißen: „ab 0,7 bis 0,8

²⁹⁾ Wobei dieser nicht allzu hoch anzusetzen ist ... Fast alle im Gutachten genannten Fahrproben arbeiten ohne Kontrollgruppe. Der für die Sachaussage zur Alkoholwirkung notwendige Vergleich zur Nüchtern-Bedingung wird (wenn überhaupt) häufig so gezogen, daß die zeitlich frühere Nüchternleistung zur zeitlich späteren Leistung unter dann zugeführtem Alkohol ins Verhältnis gesetzt wird. Solche Untersuchungsanordnungen können Alkohol- nicht von Zeiteffekten trennen. Gerade bei Fahrproben und -simulationen sind aber solche Leistungsänderungen hochwahrscheinlich, die sich allein aus der Untersuchungszeit ergeben! Trotz dieser Vorbehalte gegen solche Studien haben wir sie in unsere Zusammenstellung hier aufgenommen.

Promille ist die Fahrsicherheit in schwierigeren Verkehrssituationen bei allen Menschen beeinträchtigt. In einfachen Verkehrssituationen tritt ab 1,2 Promille bei jedem Menschen Fahrsicherheit auf³⁰⁾

Der für die „absolute Fahruntüchtigkeit“ juristisch notwendige Verzicht auf weitere Beweisanzeichen muß durch die klare Forderung an den Kraftfahrer erkaufte werden, daß auch schwierigere Verkehrssituationen von ihm gemeistert werden müssen. Im Grunde ist dies auch die Argumentation SALGERS, wenn er die gesteigerte Verkehrsdichte und die höheren Geschwindigkeiten als Beleg für eine schwieriger gewordene Verkehrsumwelt heranzieht.³²⁾

Der dritte Grund für den zu hoch angesetzten Grenzwert ist ein rechtspolitischer. Unter dem Eindruck einer negativ eingestellten Öffentlichkeit waren alle Fachwissenschaftler und Juristen geneigt, sogenannte „Sicherheitszuschläge“ großzügig zu verteilen. Dies geschieht bei ELBEL und GERCHOW in ihren Gutachten, die jeweils die höheren Werte aus den empirischen Arbeiten in ihre Argumentation einbeziehen, dies geschieht im Urteil selbst, das bei 1,0 noch einmal auf 1,1 „zu Gunsten des Betroffenen“ aufrundet.³³⁾ Diese mehrfache „kaufmännische Rundung“ hat zu einer deutlichen Überhöhung des Grenzwerts geführt.

Der wissenschaftliche Sachstand rechtfertigt nicht einen Grenzwert der absoluten Fahruntüchtigkeit von 1 Promille. Wird die realistische Forderung an den Kraftfahrer gestellt, daß nicht nur Standardsituationen bewältigt werden müssen, ist dieser Grenzwert bei 0,7/0,8 Promille anzusetzen. Das heißt auch: unter Beibehaltung der bisherigen juristischen Argumentation ist der Gefahrgrenzwert des § 24 a StVG auf 0,5 Promille abzusenken.

Zusammenfassung

Es wird eine Darstellung der in der Literatur beschriebenen Fahrproben und -Simulationen gegeben, die zur Untersuchung des Alkoholeinflusses auf die Fahrsicherheit verwendet wurden. Die Synopsis aller Befunde zeigt auf, daß jede Festlegung eines Grenzwerts eine Entscheidung darüber braucht, welche Verkehrssituationen bewältigt werden müssen. Legt man hier einen mittleren Schwierigkeitsgrad zugrunde, ist die absolute Fahrsicherheit bei 0,7 bis 0,8 Promille anzusetzen.

Schlüsselwörter

Grenzwert – absolute Fahruntüchtigkeit – Fahrproben – Fahrsimulatoren – Feldstudien – Laborstudien

Summary

Following a well known decision of the Bundesgerichtshof (BGH, German Federal Court) a driver with a blood alcohol concentration (BAC) of more than 0.13 % is seen as “absolutely unfit for driving” and will be prosecuted by criminal law. This decision was based on the results of a comprehensive review of the literature about the effects of alcohol done 1966 by the Bundesgesundheitsamt (BGA, National Bureau of Health). There, severe impairments were described at levels above 0.1 %, a value which the BGH “rounded up” to 0.11 %. The possible errors of measurement were estimated as 0.02 %. Adding both values yielded the legal limit of 0.13 %. Most recently SALGER (vice-president of the BGH) in a decisive manner pleaded for a reduction of this limit to 0.11 % both by lowering the assumed measurement error to 0.01 % and by taking back the rounding-up opera-

³⁰⁾ Nur zwei Jahre später hat GREENBERG nach einer Durchsicht der Literatur sehr ähnlich formuliert: Beeinträchtigungen treten „in some individuals“ bereits unter 0,5 Promille und „in virtually all individuals“ über 1 Promille ein (1968, 259).

³¹⁾ Es ist eine dringliche Aufgabe der Verkehrswissenschaften, diesen Begriff der „schwierigen“ Verkehrssituation zu definieren. Vorstellbar ist dies durch eine präzise Beschreibung von Anforderungen – vergleichbar einem Verfahren, wie es für den Kraftstoffverbrauch der Fahrzeuge festgelegt wurde (Stadt, 90 und 120 km/h). Diese Forderung ist vor allem vor dem Hintergrund zunehmenden Verbrauchs von Medikamenten eilig, die in ihrer Auswirkung auf die Verkehrssicherheit überprüft werden müssen.

³²⁾ Die von ihm dazu zitierten wissenschaftlichen Befunde sind dabei nur beispielhaft zu verstehen und entsprechen zum Teil nicht dem aktuellen Wissensstand.

³³⁾ SALGER will diese Anwendung des Zweifelsatzes heute nicht mehr (1990, 3), weil sich „die Verkehrsverhältnisse entscheidend geändert“ haben. Der Zusammenhang bleibt unklar.

tion. Explicitly he based these intended corrections of the former decision on two arguments he derived from the scientific research on alcohol and driving: 1. Significant impairments are linked with BACs higher than 0.1 %. 2. This was demonstrated by road-side studies, studies with instrumented cars, and driving simulators which are more valid methods to predict driving behavior than studies conducted in the laboratory.

We proved these assumptions by analyzing the literature about driving studies as well as the literature from laboratory studies on alcohol. This article mainly concentrates on the empirical results coming from driving studies. It demonstrates a clear-cut empirical evidence that no single limit can be determined from where alcohol-induced impairment begins. Quality and quantity of this impairment strongly depends on how difficult the driving situation actually is. Therefore, BAC and situational difficulty act together in a synergistic way. A driver only confronted with standard traffic situations which are easy to handle may react correctly despite a BAC of 0.1 % and quite more. If difficulty is slightly augmented to situations where a more controlled and/or precision-oriented non-automatic driving is required, significant impairments were seen at levels of 0.07 %. In traffic situations with unpredictable events and/or extreme driving conditions severe impairments are found even at levels below 0.05 %. These results perfectly match with the results from the laboratory studies.

As a consequence, any public policy decision as to the acceptable legal limit of alcohol has to include a decision as to the difficulty of traffic situations which has to be mastered by the driver. Claiming that a normal driver has to deal efficiently with a medium level of difficulty the scientific evidence demands a legal limit of about 0.07 %.

Key words

BAC limit – absolutely unfit for driving – closed-course tests – simulated driving – field studies – laboratory studies

Literatur

- Abele, G.: Die Geschwindigkeitsleistung des Kraftfahrers unter Alkoholeinfluß. Deutsche Zeitschrift für gerichtliche Medizin, 47, 447–461 (1958 a)
- Abele, G.: Die Gleichmäßigkeitsleistung des Kraftfahrers unter Alkoholeinfluß. Deutsche Zeitschrift für gerichtliche Medizin, 47, 462–471 (1958 b)
- Abele, G.: Die Lenkbewegungen des Kraftwagenfahrers unter Alkoholeinfluß. Deutsche Zeitschrift für gerichtliche Medizin, 48, 58–67 (1958 c)
- Allen, R. W., Jex, H. R., McRuer, D. T. and Di Marco, R. J.: Alcohol effects on driving behavior and performance in a car simulator. Institute of Electrical and Electronics Engineering, Transactions on System, Man, and Cybernetics. Vol. SMC-5 (No. 5), 498–505, September 1975 (1975)
- Attwood, D. A.: Effects of moderate levels of blood alcohol on responses to information from simulated automobile rear-signal systems. Accident Analysis and Prevention, 10, 11–20 (1978)
- Attwood, D. A., Williams, R. D. and Madill, H. D.: Effects of moderate blood alcohol concentrations on closed-course driving performance. Journal of Studies on Alcohol, 41, 623–634 (1980)
- Attwood, D. A., Williams, R. D., McBurney, L. J. and Frecker, R. C.: Cannabis, alcohol and driving: Effects on selected closed-course tasks. In L. Goldberg (Ed.), Alcohol, drugs and traffic safety. Vol. 3 (pp. 938–953). Stockholm: Almquist and Wiksell (1981)
- Bauer, H.: Experimentelle Beobachtungen an Kraffradfahrern unter Alkoholeinwirkung. Deutsche Zeitschrift für gerichtliche Medizin, 29, 193–199 (1938)
- Bjerver, K. and Goldberg, L.: Effect of alcohol ingestion on driving ability: Results of practical road tests and laboratory experiments. Quarterly Journal of Studies on Alcohol, 11, 1–30 (1950)
- Blennerhasset, P.: Drinking and driving. Report of the Departmental Committee. London, HMSO (1976)
- Borkenstein, R. F.: A practical experiment on the effects of alcohol on driving skill. Louisville: Southern Police Institute, University of Louisville (1956)
- Bosch, K. u. Rüdinger, H.: Untersuchungen über die Reaktionsauslöse- und Reaktionsvollzugszeit bei niedrigen Blutalkoholwerten. Zentralblatt für Verkehrsmedizin, 13, 1–7 (1967)
- Bragg, B. W. E. and Wilson, W. T.: Evaluation of a performance test to detect impaired drivers. Accident Analysis and Prevention, 12, 55–65 (1980)
- Brewer, N. and Sandow, B.: Alcohol effects on driver performance under trials of divided attention. Ergonomics, 23, 185–190 (1980)
- Brichcin, M., Bricharek, V., Buresova, M. and Machac, M.: The influence of alcohol on experimentally modelled driving activity. In M. Horvath (Ed.), Adverse effects of environmental chemicals and psychotropic drugs. Vol. 1 (pp. 227–234). Amsterdam: Elsevier (1973)
- Buikhuizen, W. and Jongman, R. W.: Der Einfluß des Alkohols auf das Wahrnehmen von Verkehrssituationen. Faktor Mensch im Verkehr. Monographien zur Verkehrspsychologie, Verkehrspädagogik und zu verwandten Gebieten, Heft 8 (1971)
- Carlson, W. L.: Alcohol usage of the nighttime driver. Journal of Safety Research, 4, 12–25 (1972)

- Carpenter, J. A.: Effects of alcohol on some psychological processes. *Quarterly Journal of Studies on Alcohol*, 23, 274–314 (1962)
- Casswell, S.: Cannabis and alcohol: Effects on closed-course driving behaviour. *Proceedings of the 7th International Conference on Alcohol, Drugs, and Traffic Safety*. Melbourne: Australia (1977)
- Cohen, J., Dearnaly, E. J. and Hansel, C. E. M.: The risk taking in driving under the influence of alcohol. *British Medical Journal*, 1, 1438–1442 (1958)
- Coldwell, B. B., Penner, D. W., Smith, H. W., Lucas, G. H. W., Rodgers, R. F. and Darroch, F.: Effects of ingestion of distilled spirits on automobile driving skill. *Journal of Studies on Alcohol*, 19, 519–616 (1958)
- Crancner, A., Dille, J. M., Delay, J. C., Wallace, J. E. and Haykin, M. D.: Comparison of the effects of marijuana and alcohol on simulated driving performance. *Science*, 164, 851–854 (1969)
- Crancner, A.: Predicting driving performance with a driver simulator test. Olympia: Washington Department of Motor Vehicles (1968)
- Damkot, D. K.: Alcohol, task demands, and personality affect driving: Beware the interactions. In L. Goldberg (Ed.), *Alcohol, drugs and traffic safety*. Vol. 3 (pp. 923–937). Stockholm: Almquist and Wiksell (1981)
- Damkot, D. K., Perrine, M. W., Whitmore, D. G., Toussie, S. R. and Geller, H. A.: On-the-road driving behavior and breath alcohol concentration. Vol. I and II. NHTSA, Technical Report. DOT HS-364-3-757 (1975)
- de Gier, J. J.: Die subjektive Feststellung des Alkoholeinflusses bei mäßigen Konzentrationen auf die wirkliche Fahrtüchtigkeit. *Blutalkohol*, 16, 363–370 (1979)
- Dott, A. B. and McKelvey, R. K.: Influence of ethyl alcohol in moderate levels on the ability to steer a fixed-base shadowgraph driving simulator. *Human Factors*, 19, 295–300 (1977)
- Drasch, G., Meyer, L. u. Barz, W.: Arzneimittel und Alkohol – Ein Modell zur Untersuchung am Fahrsimulator. *Unfall- und Sicherheitsforschung Straßenverkehr*, 16, 418–423 (1978)
- Drew, G. C., Colquhoun, W. P. and Long, H. A.: Effect of small doses of alcohol on a skill resembling driving. *Medical Research Council* (38). London: HMSO (1959)
- Edwards, D. S., Hahn, C. P. and Fleishman, E. A.: Evaluation of laboratory methods for the study of driver behavior: Relations between simulator and street performance. *Journal of Applied Psychology*, 62, 559–566 (1977)
- Elbel, H.: Ergebnisse experimenteller Untersuchungen über die Wirkung kleiner und mittlerer Alkoholmengen auf die Fahrtüchtigkeit. A. Sinnesphysiologie. In P. V. Lundt u. E. Jahn (Hrsg.), *Gutachten des Bundesgesundheitsamts zur Frage Alkohol bei Verkehrsstraftaten*. (S. 166–173). Bad Godesberg: Kirschbaum (1966)
- Flanagan, N. G., Strike, P. W., Rigby, C. J. and Lochridge, G. K.: The effect of low doses of alcohol on driving performance. *Medical Science and Law*, 23, 203–208 (1983)
- Gawron, V. J. and Ranney, T. A.: The effects of alcohol dosing on driving performance on a closed course and in a driving simulator. *Ergonomics*, 31, 1219–1244 (1988)
- Gerchow, J.: Ergebnisse experimenteller Untersuchungen über die Wirkung kleiner und mittlerer Alkoholmengen auf die Fahrtüchtigkeit. B. Psychologie. In P. V. Lundt u. E. Jahn (Hrsg.), *Gutachten des Bundesgesundheitsamts zur Frage Alkohol bei Verkehrsstraftaten*. (S. 174–185). Bad Godesberg: Kirschbaum (1966)
- Gerchow, J.: Über den Einfluß der kleinen Alkoholdosen auf die Verkehrssicherheit unter besonderer Berücksichtigung der Ergebnisse des sog. Wolfsburger Versuches. *Blutalkohol*, 13, 341–357 (1976)
- Gerlach, D.: Fahrversuche zum Kurvenunfall nach Alkoholgenuß. *Blutalkohol*, 9, 239–249 (1972)
- Graf, O.: Über den Zusammenhang zwischen Alkoholblutkonzentration und psychischer Alkoholwirkung. *Arbeitsphysiologie*, 6, 169–213 (1933)
- Graf, O.: Eine Methode zur Untersuchung der pharmakologischen Beeinflussung von Koordinationsleistungen. *Arbeitsphysiologie*, 12, 449–468 (1943)
- Greenberg, L. A.: The pharmacology of alcohol, and its relationship to drinking and driving. *Quarterly Journal of Studies on Alcohol*, Supplement 4, 252–266 (1968)
- Haferland, W., Wegener, R. u. Käding, U.: Zur Beeinträchtigung der Fahrtüchtigkeit durch kleine Alkoholdosen im Fahrtrainer-test. *Arzt und Kraftfahrer. Probleme des Straßenverkehrs interdisziplinär dargestellt* (S. 81–85). Wien: Verlag der österreichischen Ärztekammer (1979)
- Hansteen, R. W., Miller, R. D., Lonero, L., Reid, L. D. and Jones, B.: Effects of cannabis and alcohol on automobile driving and psychomotor tracking. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 282, 240–256 (1976)
- Hazlett, R. D. and Allen, M. J.: The ability to see a pedestrian at night: The effects of clothing reflectorization and driver intoxication. *American Journal of Optometry and Archives of American Academy of Optometry*, 45, 246–258 (1968)
- Heise, H. A.: The specificity of the test for alcohol in body fluids. *American Journal of Clinical Pathology*, 4, 182 (1934)
- Heise, H. A. and Halporn, B.: Medicolegal aspects of drunkenness. *Pennsylvania Medical Journal*, 36, 190 (1932)
- Heppner, M.: Verlaufsuntersuchungen über den alkoholbedingten Leistungsabfall in einem Bereich von 0,5–1,15 Promille mit einem Fahrsimulator. *Blutalkohol*, 10, 166–176 (1973)

- Hicks, J. A.: An evaluation of the effect of sign brightness on the sign-reading behavior of alcohol-impaired drivers. *Human Factors*, 18, 45–52 (1976)
- Hindmarch, I. and Gudgeon, A. C.: Loprazolam (HR158) and flurazepam with ethanol compared on tests of psychomotor ability. *European Journal of Clinical Pharmacology*, 23, 509–512 (1982)
- Huber, O.: Untersuchungen über die Veränderung der Fahrtüchtigkeit von Kraftradfahrern nach mäßigem Alkoholgenuß. *Deutsche Zeitschrift für gerichtliche Medizin*, 44, 559–577 (1955)
- Hughes, D. T. D., Cramer, F. and Knight, G. J.: Use of a racing car simulator for medical research. The effects of marijuana and alcohol on driving performance. *Medicine, Science, and Law*, 7, 200–204 (1967)
- Huntley, M. S. and Centybear, T. M.: Alcohol, sleep deprivation, and driving speed effects upon control use during driving. *Human Factors*, 16, 19–28 (1974)
- Kearney, S. A. and Guppy, A.: The effects of alcohol on speed perception in a closed-course driving situation. *Journal of Studies on Alcohol*, 49, 340–345 (1988)
- Kielholz, P., Goldberg, L., Hobi, V. and Reggiani, G.: Selective simulative tests of the impairment of driving capacity by alcohol. In M. Horvath (Ed.), *Adverse effects of environmental chemicals and psychotropic drugs*. Vol. 1 (pp. 215–226). Amsterdam: Elsevier (1973)
- Kielholz, P., Goldberg, L., Obersteg, J. I., Pöldinger, W., Rameseyer, A. u. Schmid, P.: Fahrversuche zur Frage der Beeinträchtigung der Verkehrstüchtigkeit durch Alkohol, Tranquilizer und Hypnotika. *Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 7, 301–306 (1969)
- Klebensberg, D.: Unterschiedliche Auswirkungen einer Blutalkoholkonzentration von 1,0 Promille bei einzelnen psychischen Komponenten der Fahrtüchtigkeit. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, 9, 1–11 (1962)
- Klebensberg, D.: *Verkehrspsychologie*. Berlin/Heidelberg: Springer (1982)
- Krüger, H.-P.: Das executive summary. In: Krüger, H.-P., Kohnen, R., Diehl, M. u. Hüppe, A.: Auswirkungen geringer Alkoholmengen auf Fahrverhalten und Verkehrssicherheit. Abschlußbericht zum Forschungsprojekt FP 8707. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen. S. 1–82 (1990)
- Krüger, H.-P. u. Heller, D.: Psychomotorische Effekte von Alkohol. In: K. Porsche (Hrsg.). *Fortschritte der Verkehrspsychologie*. (Im Druck) (1990)
- Krüger, H.-P., Kohnen, R., Diehl, M. u. Hüppe, A.: Auswirkungen geringer Alkoholmengen auf Fahrverhalten und Verkehrssicherheit. Abschlußbericht zum Forschungsprojekt FP 8707. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen (1990)
- Lambercier, M. R. and Martin du Pan, R.: L'intoxication alcoolique aiguë et les accidents d'automobile. II. Les effets psychiques de l'intoxication alcoolique aiguë. *Schweizerische Medizinische Wochenschrift*, 18, 395–398 und 421–426 (1946)
- Landauer, A. A., Pocock, D. A. and Protz, F. W.: The effect of medazepam and alcohol on cognitive and motor skills used in car driving. *Psychopharmacologia*, 37, 159–168 (1974)
- Laurell, H.: Effects of small doses of alcohol on driver performance in emergency traffic situations. *Accident Analysis and Prevention*, 9, 191–201 (1977)
- Levine, J. M., Kramer, G. G. and Levine, E. M.: Effects of alcohol on human performance: An integration of research findings based on an abilities classification. *Journal of Applied Psychology*, 60, 285–293 (1975)
- Lewrenz, H., Berghaus, G. u. Dotzauer, G.: Alkoholfahrten auf dem VW-Simulator. *Blutalkohol*, 11, 104–122 (1974)
- Linnoila, M. and Häkkinen, S.: Effects of diazepam and codeine, alone and in combination with alcohol, on simulated driving. *Clinical Pharmacology and Therapeutics*, 15, 368–373 (1974)
- Loomis, T. A. and West, D. C.: The influence of alcohol on automobile driving ability. *Quarterly Journal of Studies on Alcohol*, 19, 30–46 (1958)
- Lundt, P. V. u. Jahn, E.: Gutachten des Bundesgesundheitsamts zur Frage Alkohol bei Verkehrsstraftaten. Bad Godesberg: Kirschbaum (1966)
- Marek, J. and Sten, T.: Traffic environment and the driver. Driver behavior and training in international perspective. Springfield. Thomas (1977)
- Martin, G. L.: The effects of small doses of alcohol on a simulated driving task. *Journal of Safety Research*, 3, 21–27 (1971)
- McMillen, D. L. and Wells-Parker, E.: The effect of alcohol consumption on risk-taking while driving. *Addictive Behaviors*, 12, 241–247 (1987)
- Mortimer, R. G.: Effect of low blood-alcohol concentrations in simulated day and night driving. *Perceptual and Motor Skills*, 17, 399–408 (1963)
- Mortimer, R. G. and Sturgis, S. P.: Effects of low and moderate levels of alcohol on steering performance. In S. Israelstam and S. Lambert (Ed.), *Alcohol, drugs and traffic safety* (pp. 329–345). Toronto: Addiction Research Foundation (1975)
- Mortimer, R. G. and Sturgis, S. P.: Some effects of alcohol on car-driving on two-lane and limited access highways. *Proceedings of the 23rd Annual Meeting of the Human Factors Society*, 254–258 (1979)

- Mortimer, R. G. and Sturgis, S. P.: Alcohol and simulated car-following performance. Proceedings of the 24th Conference of the American Association for Automotive Medicine (pp. 26–34) (1980)
- Moskowitz, H. and Robinson, C. D.: Effects of low doses of alcohol on driving-related skills: A review of the evidence. National Technical Information Service. Springfield, Virginia. DTNH22-84-C-07291 (1987)
- Moskowitz, H. and Smiley, A.: Effects of chronically administered buspirone and diazepam on driving-related skills performance. *Journal of Clinical Psychiatry*, 43, 45–55 (1982)
- Nedas, N. D., Balcar, G. P. and Macy, P. R.: Road markings as an alcohol countermeasure for highway safety: field study of standard and wide edgelines. Transportation Research Board, 847, 43–46 (1982)
- Newman, H. E. and Fletcher, E.: The effect of alcohol on driving skill. *Journal of the American Medical Association*, 115, 1600–1602 (1940)
- Newman, H. and Fletcher, E.: The effect of alcohol on vision. *American Journal of Medical Science*, 202, 723–731 (1941)
- Newman, H. E., Fletcher, E. and Abramson, M.: Alcohol and driving. *Quarterly Journal of Studies on Alcohol*, 3, 15–30 (1942)
- Patman, J., Landauer, A. A. and Milner, G.: The combined effect of alcohol and amitriptyline on skills similar to motorcar driving. *Medical Journal of Australia*, 56, 946–949 (1969)
- Perrine, M. W.: Alkoholunfälle im Straßenverkehr. Die Lücke zwischen epidemiologischen und experimentellen Aspekten. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 24, 58–67 (1978)
- Rafaelsen, O. J., Bech, P., Christiansen, J., Christrup, H., Nyboe, J. and Rafaelsen, L.: Cannabis and alcohol: Effects on simulated car driving. *Science*, 179, 920–923 (1973)
- Ranney, T. A. and Gawron, V. J.: The effects of pavement edgelines on performance in a driving simulator under sober and alcohol-dosed conditions. *Human Factors*, 28, 511–525 (1986)
- Ryder, J. M., Malin, S. A. and Kinsley, C. H.: The effects of fatigue and alcohol on highway safety. National Highway Traffic Safety Administration. Report No. DOT HS 805 854. US Department of Transportation, Washington D. C. (1981)
- Salger, H.: Die Zerstörung des Vertrauens in eine gefestigte Rechtsprechung – 1,1 Promille als neuer Grenzwert der absoluten Fahruntüchtigkeit? *Blutalkohol*, 27, 1–8 (Sonderdruck) (1990)
- Schneider, W., Dumais, S. T. and Shiffrin, R. M.: Automatic and control processing and attention. In R. Parasuraman and D. R. Davies (Eds.), *Varieties in attention*. (pp. 1–27). Orlando: Academic Press (1984)
- Schuller, E., Drasch, G., Maier, L. von u. Anselm, D.: Die Wirkung von Alkohol und Coffein auf den durch längere Fahrt ermüdeten Kraftfahrer. Eine Untersuchung am Fahrsimulator. *Beiträge zur gerichtlichen Medizin*, 37, 219–222 (1979)
- Sechafer, R. W., Huffmann, W. J. and Kinzie, M. D.: Effects of low level blood alcohol concentration on psychophysical and personality measures under controlled driving conditions. *National Safety Congress Transactions*, 23, 100–107 (1968)
- Smiley, A., LeBlanc, A. E., French, I. W. and Burford, R.: The combined effects of alcohol and common psychoactive drugs: II. Field studies with an instrumented automobile. In S. Israelstam and S. Lambert (Eds.), *Alcohol, drugs and traffic safety* (pp. 433–439). Toronto: Addiction Research Foundation (1975)
- Stein, A. C., Allen, R. W. and Cook, M. L.: The interaction of alcohol and fatigue on driver simulator performance. Proceedings of the 29th Conference of the American Association for Automotive Medicine (pp. 91–104). Oct. 7–9. Washington D. C. (1985)
- Stephan, E.: Trunkenheitsdelikte im Verkehr und Alkoholmißbrauch. *Blutalkohol*, 25, 201–227 (1988)
- Straub, W.: Psychische Alkoholwirkung und Blutalkoholgehalt. *Forschungen und Fortschritte*, 34, 400–401 (1938)
- Sugarman, R. C., Cozad, C. P. and Zavala, A.: Alcohol induced degradation of performance on simulated driving tasks. *Society of Automotive Engineers*, Paper No. 730099, January 1973 (1973)
- Sutton, L. R.: The effects of alcohol, marijuana and their combination on driving ability. *Journal of Studies on Alcohol*, 44, 438–445 (1983)
- Vernon, H. M.: Alcohol and motor accidents. *British Journal of Inebriety*, 24, 153–165 (1937)
- Willumeit, H. P., Ott, H. and Neubert, W.: Simulated car driving as an useful technique for the determination of residual effects and alcohol interaction after short- and long-acting benzoediazepines. *Psychopharmacology*, 1, 182–192 (1984)

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Hans-Peter Krüger, Psychologisches Institut der Universität Würzburg,
Röntgenring 11, D-8700 Würzburg