

# Empfehlungen der interdisziplinären Expertengruppe für die Festlegung eines THC-Grenzwertes im Straßenverkehr (§ 24a Straßenverkehrsgesetz)

## - Langfassung

### Ausgangslage und Auftrag der Expertengruppe

Einen gesetzlich verankerten Grenzwert für Tetrahydrocannabinol (THC, Wirkstoff von Cannabis) im Rahmen des abstrakten Gefährdungsdelikts des § 24a Abs. 2 Straßenverkehrsgesetz (StVG) gibt es in Deutschland nicht. Die Rechtsprechung legt aber bislang einen analytischen Nachweisgrenzwert von 1 ng/ml THC im Blutserum zugrunde. Dieser basiert auf einem Grundwert von 0,5 ng/ml und enthält einen Messfehler von 0,5 ng/ml.

Das am 23. Februar 2024 vom Deutschen Bundestag in 2./3. Lesung verabschiedete Cannabisgesetz (CanG) sieht in § 44 Konsumcannabisgesetz (KCanG) vor, dass eine vom BMDV eingesetzte Arbeitsgruppe bis zum 31. März 2024 den Wert einer Konzentration von THC im Blut vorschlägt, bei dessen Erreichen nach dem Stand der Wissenschaft das sichere Führen eines Kraftfahrzeuges im Straßenverkehr regelmäßig nicht mehr gewährleistet ist.

Der Gesetzgeber geht davon aus, dass es aufgrund der begrenzten Zulassung des Besitzes und des Konsums von Cannabis mit dem CanG erforderlich ist, das bisherige absolute Verbot des Führens eines Kraftfahrzeugs unter dem Einfluss von Cannabis durch eine Regelung zu ersetzen, die – wie die 0,5-Promille-Grenze – einen Grenzwert für die durch den Cannabiskonsum hervorgerufene Substanz THC im Blut festlegt. In diesem Zusammenhang ergehe für den Grenzwert ein bis zum 31. März 2024 vorzulegender Vorschlag einer vom BMDV eingesetzten wissenschaftlichen Arbeitsgruppe. Die Festschreibung des Grenzwerts solle anschließend durch den Gesetzgeber erfolgen.

Im Zusammenhang mit dem Gesetzentwurf der Bundesregierung für ein Cannabisgesetz wurden in 2023 auch die Auswirkungen auf die Straßenverkehrssicherheit und angemessene THC-Grenzwerte im Straßenverkehr diskutiert. Daher hat das BMDV im Dezember 2023 eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe aus Experten der Bereiche Medizin, Recht und Verkehr sowie dem Bereich Polizei eingerichtet. Mit der Auftaktveranstaltung am 6. Dezember 2023 hat die Expertenarbeitsgruppe unter Moderation des BMDV ihre Beratungen mit dem Ziel aufgenommen, einen im StVG festzulegenden THC-Grenzwert ergebnisoffen zu untersuchen, zu ermitteln und bis zum 31. März 2024 einen Vorschlag vorzulegen. Bei den Beratungen wurde auch die Expertise der Bundesanstalt für Straßenwesen und des Vorsitzenden der Grenzwertkommission einbezogen.

Bei der anschließenden gesetzlichen Festschreibung des THC-Grenzwerts hat der Gesetzgeber eine verfassungsrechtliche Abwägung zwischen dem Freiheitsrecht des Einzelnen und dem Risiko für die Straßenverkehrssicherheit bzw. dem (Gesundheits-)Schutz der Allgemeinheit vorzunehmen. Insbesondere muss die Einschränkung der Handlungsfreiheit verhältnismäßig (geeignet, erforderlich und angemessen) sein.

Die Expertengruppe hat viermal getagt. Im Ergebnis der Beratungen ist sie zu dem Schluss gekommen, dass es nach derzeitigem wissenschaftlichem Kenntnisstand nicht möglich ist, einen THC-Grenzwert festzulegen, bei dessen Erreichen nach dem Stand der Wissenschaft das sichere Führen eines Kraftfahrzeugs im Straßenverkehr regelmäßig nicht mehr gewährleistet ist. Nach derzeitigem Kenntnisstand ist es aber möglich, einen THC-Grenzwert festzulegen, bei dessen Erreichen nach dem Stand der Wissenschaft eine straßenverkehrssicherheitsrelevante Wirkung beim Führen eines Kraftfahrzeugs im Straßenverkehr nicht fernliegend ist. Der Begriff „nicht fernliegend“ soll dabei einen Wahrscheinlichkeitsgrad für die Verwirklichung des Straßenverkehrssicherheitsrisikos definieren und wird so verstanden, dass der Risikoeintritt „möglich“ ist, jedoch nicht wahrscheinlich, aber auch nicht „ganz unwahrscheinlich“.

Die dem Vorschlag und den Empfehlungen zugrunde liegenden wissenschaftlichen Erkenntnisse bilden dabei den aktuellen Stand der Forschung ab. Dieser unterliegt einer dynamischen Entwicklung und bedarf daher zu gegebener Zeit einer Überprüfung und ggf. Anpassung je nach Forschungs- und Studienlage.

**Herleitung und Empfehlung eines konkreten THC-Grenzwerts, bei dessen Erreichen nach dem Stand der Wissenschaft eine straßenverkehrssicherheitsrelevante Wirkung beim Führen eines Kraftfahrzeugs im Straßenverkehr nicht fernliegend ist:**

## **1. Welche Studien können zur Bestimmung straßenverkehrssicherheitsrelevanter Wirkungen einer definierten THC-Konzentration (Risikogrenzwert) im Blutserum herangezogen werden?**

Mittels empirischer Studien können Risikogrenzwerte berechnet werden. Da es bei der Straßenverkehrssicherheit in erster Linie darum geht, Unfälle zu vermeiden, sollen zuerst die Ergebnisse qualitativ hochwertiger Unfallstudien und Metaanalysen zu Unfällen und Unfallursachen abgebildet werden. Hierbei sollten adjustierte Risikowerte herangezogen werden, um weitere mögliche Einflussfaktoren wie z.B. das Geschlecht und das Alter herauszurechnen. Experimentelle Studien zur Leistungserfassung unter Cannabiseinfluss können Beeinträchtigungen in straßenverkehrssicherheitsrelevanten Einzelleistungen vergleichsweise sensibel nachweisen, sodass bereits bei niedrigen THC-Konzentrationen Defizite sichtbar werden, die noch nicht mit einem erhöhten Unfallrisiko einhergehen (Hargutt et al. 2011; Verstraete et al. 2011). Diese Studien erlauben somit eine konservative Risikoabschätzung. Studien über rechtsmedizinische Befunde, wie z. B. die Anzahl von Straßenverkehrsverstößen oder Unfällen mit positivem THC-Nachweis, können keine Aussagen darüber machen, ob Cannabis ursächlich für den Verstoß oder Unfall war und daher für eine Risikoberechnung eines THC-Grenzwertes nicht herangezogen werden.

### **1.1 Unfallstudien**

Es ist wissenschaftlicher Konsens, dass das Risiko, unter Cannabiseinfluss – unabhängig von der THC-Konzentration im Blut – einen Unfall zu verursachen, im Bereich des Risikos liegt, das bei einer moderaten Alkoholisierung zwischen 0,1 und 0,5 ‰ zu erwarten ist und somit einem 0 bis 2-fach erhöhten Unfallrisiko entspricht (Preuss et al. 2021; Rogeberg et al. 2019; EMCDDA 2012) (siehe Punkt 4). Der Risikowert ist abhängig von der Unfallschwere. Bei Unfällen mit Schwerverletzten oder Getöteten liegt das Risiko, mit 0,5 ‰ Blutalkoholkonzentration (BAK) Unfallverursacher zu sein, noch darüber. In einer qualitativ hochwertigen australischen Verursacheranalyse ist das Unfallrisiko für Fahrer mit einer BAK zwischen 0,1 und 0,5 ‰ dreimal höher als das von nüchternen Fahrern. Ein vergleichbares Unfallrisiko zeigte sich bei Cannabiskonsumenten erst ab THC-Konzentrationen  $\geq 5$  ng/ml im Blut (7 ng/ml Blutserum) (Drummer 2020). In einer kanadischen Studie konnte für diesen THC-Konzentrationsbereich nur eine 1,7-fache Risikoerhöhung festgestellt werden. Zudem war diese Erhöhung im Vergleich zu nüchternen Fahrern nicht signifikant. Insgesamt zeigte sich in dieser Studie nur eine geringe Erhöhung des Risikos, unter Cannabiseinfluss einen Unfall zu verursachen (1,13-fach höher als das von nüchternen Fahrern) (Brubacher 2019).

### **1.2 Experimentelle Studien**

Experimentelle Studien, sowohl on-road Studien als auch im Fahrsimulator, haben einheitlich gezeigt, dass ein akuter THC-Konsum die Fahrleistung beeinträchtigt (Pearlson et al. 2021; McCartney et al. 2021). In einer kürzlich durchgeführten Straßenverkehrsstudie führte THC-haltiges Cannabis bei gelegentlichen Cannabiskonsumenten nach 40 Minuten zu einer Beeinträchtigung des Fahrverhaltens, die ähnlich stark war wie bei Fahrern mit einer BAK von 0,5 ‰. Nach 4 Stunden waren die Auswirkungen nicht mehr signifikant und entsprachen eher dem Ausmaß, das für Fahrer mit einer BAK von 0,2 ‰ typisch ist (Arkell et al. 2020).

Studien im Fahrsimulator zeigen eine signifikante Beeinträchtigung des Spurhaltens nach Cannabiskonsum. Bei 8,2 ng/ml THC im Blut (11,5 ng/ml im Blutserum) war diese Beeinträchtigung

vergleichbar mit der unter 0,5 ‰ BAK und bei 13,1 ng/ml THC im Blut (18,4 ng/ml im Blutserum) vergleichbar mit der unter 0,8 ‰ BAK (Hartmann et al. 2015).

In einer qualitativ hochwertigen experimentellen Studie, in der mit einer Testbatterie verschiedene fahrsicherheitsrelevante Leistungsparameter untersucht wurden, zeigten sich keine Leistungsdefizite unterhalb von 2 ng/ml THC im Blutserum. Bei 71 % der Fälle traten erste Leistungsdefizite in der Feinmotorik zwischen 2 und 5 ng/ml THC im Blutserum auf. Im Bereich von 5 – 10 ng/ml THC im Blutserum waren in 75-90 % der Fälle weitere Leistungsbereiche betroffen. In diese Studie wurden nur Gelegenheitskonsumenten mit einer Konsumfrequenz von maximal einmal wöchentlich aufgenommen (Ramaekers et al. 2006). Zum Vergleich: In Alkoholstudien zeigen sich erste Defizite in der Feinmotorik ab 0,2 ‰ BAK (Irwin et al. 2017).

## **2. Dauer verkehrssicherheitsrelevanter Beeinträchtigungen und THC-Nachweisbarkeit im Blut**

Verkehrssicherheitsrelevante Cannabiswirkungen treten am stärksten 20-30 Minuten nach dem Rauchen auf und klingen nach 3 - 4 Stunden ab (Preuss 2021). In einer Metaanalyse experimenteller Studien mit vergleichbaren Ergebnissen wurde daher zu einer Wartezeit von 5 Stunden nach dem inhalativem Konsum geraten (McCartney et al. 2021). Bei häufigerem bis regelmäßigem Konsum findet sich dagegen bereits spätestens nach 3 Stunden keinerlei Beeinträchtigung mehr. So war in einer Fahrsimulator-Studie die psychomotorische Leistung von älteren (> 65 Jahre), langjährigen Cannabiskonsumenten nach 30 Minuten, jedoch nicht mehr nach 180 Minuten beeinträchtigt (Di Ciano et al. 2024).

Die Länge der Nachweisbarkeit von THC im Blut ist abhängig von der Konsumfrequenz. Bei Personen mit einem höchstens einmal wöchentlichen Cannabiskonsum – in der wissenschaftlichen Literatur häufig als „Gelegenheitskonsumenten“ bezeichnet – ist eine Konzentration von 1 ng THC/ml im Blutserum oder mehr bis maximal 12 Stunden nach dem Konsum zu erwarten (Huestis et al. 1992). In Experimenten zeigte sich, dass bei Gelegenheitskonsumenten THC-Konzentrationen im Blutserum typischerweise innerhalb von 5 bis 8 Stunden nach dem Konsum unter den aktuell verwendeten „analytischen Grenzwert“ von 1 ng THC/ml im Blutserum abfallen (Tönnies et al. 2015). Bei häufigerem Konsum kann sich das THC im Körper anreichern und somit wesentlich länger nachgewiesen werden, als die Dauer der Beeinträchtigung besteht. So kann THC bei chronischem (täglichem/mehrmals täglichem) Konsum noch mehrere Tage bis Wochen nach dem letzten Konsum im Blut nachweisbar sein (Peng et al. 2020). Es ist anzunehmen, dass Personen mit einer Konsumfrequenz zwischen einmal wöchentlich und mehrmals täglich mit zunehmender Konsumhäufigkeit ein wesentlich längeres THC-Nachweisfenster haben als die Beeinträchtigung anhält.

In der oben zitierten Simulatorstudie mit langjährigen Cannabiskonsumenten von Di Ciano et al. (2024) traten 30 Minuten nach dem Rauchen Leistungsdefizite im Spurhalten auf, die nach 3 Stunden verschwunden waren. Ihre THC-Konzentrationen lagen durchschnittlich vor dem Cannabiskonsum – zu Beginn der Studie – bei 3,5 ng/ml (SD: 5,6) im Blutserum<sup>1</sup>, stiegen nach einer halben Stunde auf durchschnittlich 36,6 ng/ml (SD: 39,4) im Blutserum. Nach drei Stunden fielen sie auf 6,7 ng/ml (SD: 8,9) im Blutserum ab (Di Ciano et al. 2024).

## **3. Rolle der Konsumhäufigkeit**

### **3.1 Leistungseinbußen**

Die Leistungseinbußen unterscheiden sich in Abhängigkeit von der Konsumfrequenz. So zeigen Konsumenten mit einem häufigen Konsum unter akutem Cannabiseinfluss weniger Leistungseinbußen als Konsumenten, die gelegentlich konsumierten (Müller et al. 2006; Ramaekers et al.

---

<sup>1</sup> Zur besseren Vergleichbarkeit werden im Blut bestimmte THC-Konzentrationen auf Blutplasma bzw. -serum umgerechnet und mit (\*) gekennzeichnet. Hierbei wird ein mittleres Vollblut-Plasma-Verhältnis von 0,71 zugrunde gelegt [20]

2009). Das Rauchen von Cannabis ad libitum (d. h. in höheren Dosen) durch regelmäßige Konsumenten könnte in Fahrsimulationsstudien dennoch zu Beeinträchtigungen des Fahrverhaltens führen (Marcotte et al. 2022).

### **3.2 Fahren und Unfallrisiko unter Einfluss**

Auch bei der Häufigkeit des Fahrens unter Einfluss psychoaktiver Substanzen stellt die Konsumfrequenz einen relevanten Faktor dar (Walter et al. 2011), da häufiger Konsumierende auch deutlich häufiger unter Cannabiseinfluss am Straßenverkehr teilnehmen (Borodovsky et al. 2020; Ramaekers et al. 2009) bzw. auch häufiger verunfallen (Blows et al. 2005; Pulido et al. 2011). In einer repräsentativen Konsumentenbefragung stieg mit steigender Konsumhäufigkeit auch die Bereitschaft an, innerhalb von 2 Stunden nach dem letzten Konsum ein Kraftfahrzeug zu führen (Borodovsky et al. 2020).

Zur Häufigkeit des Fahrens unter Rauschmitteleinfluss zeigte eine großangelegte europäische Studie an mehr als 50.000 Fahrern eine geringere Fallzahl mit nachgewiesenem Cannabis als Alkoholkonsum (1,3 % vs. 3,5 %). Von 2.492 Unfällen mit Verletzten und 1.118 Unfällen mit Todesfolge lag der Anteil alkoholpositiver Fahrer in diesen Fällen zwischen 14–30 % für Unfälle mit Verletzten bzw. zwischen 16–39 % für Unfälle mit Todesfolge und der Anteil cannabispositiver Fahrer zwischen 0,5–2,2 % bzw. zwischen 0–1,8 % (EMCDDA, 2012).

In den Niederlanden, in welchen der Cannabiskonsum legal ist, fuhren 1,67 % aller Fahrer unter Cannabiseinfluss. Aufgrund der extrem niedrigen Unfallrate von Fahrern unter Cannabiseinfluss wurde in den Niederlanden kein Cannabisbedingtes erhöhtes Unfallrisiko festgestellt (Houwing et al. 2011). In Deutschland wurden mittels repräsentativer Fragebogenerhebung 0,14 % Fahrten unter Cannabiseinfluss festgestellt („German Smartphone Survey“ (Walter et al. 2011)). In den 1990er Jahren wurde bei 0,57 % der zufällig angehaltenen Fahrer eine Cannabisfahrt nachgewiesen („German Roadside Survey“ (Krüger et al. 1998)).

## **4. Zum Umgang mit anderen Risiken: hier am Beispiel Alkohol**

Das Unfallrisiko wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst. Bis zu einem gewissen Umfang werden diese Risiken von Politik und Gesellschaft in Kauf genommen. Beispielsweise wird eine BAK unterhalb von 0,5 ‰ Alkohol im Blut beim Führen eines Kraftfahrzeugs im Straßenverkehr toleriert, obwohl auch bei geringerer BAK bereits ein erhöhtes Unfallrisiko besteht.

Die Auswirkungen des Alkohols zeigen sich zuerst in den Gehirnzentren, die an hochintegrierten Funktionen, wie z. B. Geschicklichkeitsleistungen, beteiligt sind. Die Analyse sensorischer Informationen, die Kontrolle von Bewegungsmustern und das Kurzzeitgedächtnis sind besonders empfindlich gegenüber Alkohol (Ogden & Moskowitz 2004). Es gibt keine Hinweise auf einen Schwelleneffekt für Alkohol, da eine gewisse Beeinträchtigung der Leistung bereits bei den niedrigsten messbaren Werten auftritt. Es wurden mehrere kontrollierte epidemiologische Studien durchgeführt, eine der ersten Studien war die von Borkenstein et al. (1964) in den USA. Es wurden die Atemalkoholwerte von etwa 6.000 unfallbeteiligten Fahrern mit denen von 7.600 Kontrollpersonen, die nicht in einen Unfall verwickelt waren, verglichen. Die Studie ergab, dass die Wahrscheinlichkeit, einen Unfall zu verursachen, eine stark ansteigende Exponentialfunktion der Alkoholisierung des Fahrers ist. Bei 1 ‰ BAK-Äquivalenz stieg das Unfallrisiko im Vergleich zur Unfallrate bei alkoholfreien Fahrern um etwa das Sechsfache. Bei 1,5 ‰ lag die Odds Ratio bei 25. Das Unfallrisiko im Zusammenhang mit Alkohol unter einer BAK von 0,5 ‰ wird durch Studien zur Verursacherfrage bestätigt. In einer Studie von Drummer et al. (2004) wurde bei 29,1 % der tödlich verunglückten Fahrer Alkohol festgestellt, und die bereinigte Odds Ratio für die Unfallverursachung betrug 6,0. In der Studie von Laumon et al. (2005) wurde Alkohol in 29,8 % der Fälle, die für einen tödlichen Unfall verantwortlich waren, und in 2,7 % der nicht verantwortlichen Kontrollen festgestellt. Alkohol erhöhte die Verursacherhäufigkeit um mehr als das Achtfache.

## 5. Grenzwertvorschlag mit Verhältnismäßigkeitsbewertung

Die vom Europarat eingesetzte Expertengruppe zu Regelungen bei Fahrten unter Substanzeinfluss hat in ihren allgemeinen Schlussfolgerungen formuliert: "Die Strafverfolgungs- und Justizbehörden sollten über klare Rechts- und Verwaltungsvorschriften verfügen, auf deren Grundlage sie Personen, die unter dem Einfluss psychoaktiver Substanzen ein Fahrzeug führen, verfolgen und verurteilen können." (Pompidou Group. Road Traffic and Psychoactive Substances. Strasbourg: Council of Europe; 2004). Somit ist es von entscheidender Relevanz, bei der Festlegung eines Grenzwerts klare verständliche Regeln zu etablieren, an denen sich Konsumenten orientieren können. Unser Ziel ist es, dass der Konsum und das Führen eines Kraftfahrzeugs im Straßenverkehr getrennt werden, d.h. dass niemand unter Cannabiseinfluss ein Kraftfahrzeug im Straßenverkehr führt, solange eine straßenverkehrssicherheitsrelevante Beeinträchtigung besteht.

Zur Definition eines THC-Grenzwertvorschlags werden die oben genannten qualitativ hochwertigen Studien und Metaanalysen tabellarisch mit aufsteigenden THC-Konzentrationen im Blutserum dargestellt.

ng/ml THC im Blutserum	Unfallrisiko	Verkehrssicherheitsrelevante Leistungen
< 2	-	-
2 - 5	-	Erste Zeichen einer Beeinträchtigung in der Feinmotorik bei einem Teil von Gelegenheitskonsumenten (Ramaekers et al. 2006), Beeinträchtigung entspricht der bei 0,2 ‰ BAK (Irwin, et al. 2017).
5 – 10	-	75–90 % der Fälle zeigen bei Gelegenheitskonsumenten deutliche Beeinträchtigung in verschiedenen Leistungstests (Ramaekers et al. 2006).
< 7	Kein erhöhtes Risiko, einen Unfall zu verursachen (Drummer et al. 2020).	-
7 – alle Fälle	Unfallrisiko entspricht dem einer moderaten Alkoholisierung von 0,1 - 0,5 ‰ BAK (Drummer et al. 2020). Es fahren und verunfallen v.a. häufiger Konsumierende (Borodovsky et al. 2020, Ramaekers et al. 2009; Blows et al. 2005; Pulido et al. 2011).	Leistungseinbußen auch bei regelmäßigem Konsum möglich v.a. nach höheren Dosen (Marcotte et al. 2022). Bei häufigerem Konsum sind geringere Leistungseinbußen zu erwarten als bei gelegentlichem Konsum (Ramaekers et al. 2009, Müller et al. 2006)
11,5		Leistungsbeeinträchtigung im Spurhalten entsprechen einer BAK von 0,5 ‰ (Hartmann et al.; 2015.)
13,8 – 18,4	10-fach erhöhtes Unfallrisiko entspricht in der Studie ca. 1 ‰ BAK (Drummer et al. 2020)	Leistungsbeeinträchtigung im Spurhalten entsprechen einer BAK von 0,8 ‰ (Hartmann et al. 2015)

Tab. 1 Unfälle und Leistungsbeeinträchtigungen in Abhängigkeit der THC-Konzentration

Eine Anhebung des gegenwärtigen analytischen THC-Grenzwertes sollte nicht mit einer Erhöhung des Straßenverkehrssicherheitsrisikos einhergehen, die über das hinausgeht, was für andere Risikofaktoren (beispielsweise Alkoholkonsum) toleriert wird. Es sollte ein THC-Grenzwert festgelegt werden, bei dessen Erreichen nach dem Stand der Wissenschaft eine verkehrssicherheitsrelevante Wirkung beim Führen eines Kraftfahrzeugs im Straßenverkehr nicht fernliegend<sup>2</sup> ist. Unfallstudien zeigen ein geringes Risiko, durch eine Cannabisbeeinflussung zu verunfallen. Ein erhöhtes Risiko vergleichbar dem mit 0,1 – 0,5 ‰ BAK beginnt hier ab 7 ng/ml THC im Blutserum, wobei durch die oben beschriebene Verzögerung der Blutabnahme eine höhere THC-Konzentration anzunehmen wäre. In Unfallstudien werden Blutproben zwischen 2-5 Stunden nach dem Unfall entnommen. Leider ist es nicht möglich, die tatsächliche THC-Konzentration während eines Unfalls zurückzurechnen oder zwischen aktuellem und früherem Konsum zu unterscheiden. Deshalb ist es problematisch, einen THC-Grenzwert nur auf der Grundlage epidemiologischer Studien festzulegen. Da aus Unfallstudien keine exakten Grenzwerte ableitbar sind, empfehlen wir eine Grenzwertfestlegung auf der Basis experimenteller Studien vorzunehmen. Experimentelle Studien zur Leistungserfassung unter Cannabiseinfluss können Beeinträchtigungen in verkehrssicherheitsrelevanten Einzelleistungen vergleichsweise sensibel detektieren, sodass bereits bei niedrigen THC-Konzentrationen Defizite sichtbar werden, die noch nicht mit einem erhöhten Unfallrisiko einhergehen. Dieser Ansatz erlaubt daher eine vergleichsweise konservative Risikoeinschätzung (Hargutt et al. 2011, Verstraete et al. 2011).

Als Maßstab einer nicht fernliegenden Wirkung sollen hier Leistungsdefizite gewählt werden, die denen unter dem Einfluss einer BAK von unter 0,5 ‰ vergleichbar sind. Erste Leistungsdefizite können bei einigen (nicht allen) Gelegenheitskonsumenten im Bereich der Feinmotorik zwischen 2 – 5 ng/ml THC im Blutserum festgestellt werden. Im Bereich von 5 – 10 ng/ml THC im Blutserum sind weitere Leistungsbereiche betroffen.

Die Beeinträchtigung in dem Bereich zwischen 2 – 5 ng/ml THC im Blutserum entspricht etwa der bei einer BAK von 0,2 ‰. Daher empfehlen wir die Mitte dieses Bereichs mit 3,5 ng/ml THC im Blutserum als einen Wert anzunehmen, bei dem verkehrssicherheitsrelevante Wirkungen bei Gelegenheitskonsumenten nicht fernliegend wären.

Da in der Praxis zwischen dem Zeitpunkt eines Straßenverkehrsdeliktes und der Blutentnahme eine erhebliche Verringerung der THC-Konzentration möglich ist, wird 1 ng/ml THC von oben genanntem Grundwert abgezogen. Das entspricht der THC-Konzentrationsabnahme, die nach der initialen exponentiellen Eliminationsphase in der folgenden flachen Eliminationsphase in einem Zeitraum von 1,5 Stunden zu erwarten ist (Kelly et al. 1992, Toennes et al. 2011, Toennes et al. 2008, Kauert et al. 2007, Grotenhermen et al., 2003). Bei forensisch-toxikologischen Untersuchungen ist im niedrigen Konzentrationsbereich eine Messunsicherheit zu berücksichtigen, die bis 40 % betragen kann.

Mit einem pauschalen Aufschlag für einen Sicherheitszuschlag von 40 % setzt sich der THC-Grenzwert, bei dessen Erreichen nach dem Stand der Wissenschaft eine verkehrssicherheitsrelevante Wirkung beim Führen eines Kraftfahrzeugs im Straßenverkehr nicht fernliegend<sup>2</sup> ist, wie folgt zusammen:

- Basiswert von 3,5 ng/ml als mittlere Konzentration, bei der Gelegenheitskonsumenten eine mit 0,2 ‰ BAK vergleichbare Beeinträchtigung aufweisen können.
- Ausgleich der durch die Verzögerung zwischen Ereignis (Unfall, Verkehrskontrolle) und Blutentnahme möglichen THC-Konzentrationsabnahme mittels Abzugs von 1 ng/ml.
- Pauschaler, durch mögliche Messfehler bedingter Sicherheitszuschlag von 1 ng/ml (40 % von 2,5 ng/ml).

---

<sup>2</sup> Zur Begriffsdefinition von „nicht fernliegend“ siehe die Ausführungen oben unter **Ausgangslage und Auftrag**, Seite 1 Absatz 6 Satz 4.

Mit einem Grenzwert von 3,5 ng/ml THC im Blutserum liegt man deutlich unterhalb der Schwelle, ab welcher ein Unfallrisiko steigt. Eine Risikoerhöhung beginnt erst ab 7 ng/ml und ist vergleichbar mit dem Risiko einer Alkoholfahrt zwischen 0,1 – 0,5 ‰ BAK.

THC-Konzentrationen können bei Cannabiskonsumenten, die mehrmals wöchentlich konsumieren, auch ohne aktuellen Konsum über dem aktuell von der Rechtsprechung zugrunde gelegten analytischen Grenzwert liegen. D. h. § 24a Abs. 2 StVG erfasst bei Anwendung des Grenzwerts von 1 ng/ml THC im Blutserum auch Personen, die nach dem Konsum von THC (ausreichend) lange gewartet haben und die Fahrt erst zu einem Zeitpunkt angetreten haben, bei dem verkehrssicherheitsrelevante Wirkungen nahezu ausgeschlossen werden können. Diese Konsumenten werden dann trotzdem nach § 24a Abs. 2 StVG sanktioniert.

Mit Einführung eines Grenzwertes von 3,5 ng/ml Blutserum würde sich die Häufigkeit von Sanktionierungen nach § 24a Abs. 2 StVG bei höherfrequent konsumierenden Personen ohne aktuellen Konsum reduzieren. Der Anteil der durch die Vollzugsbehörden der Länder kontrollierten Personen mit THC-Konzentrationen unter 3,5 ng/ml ist groß. So zeigt eine aktuelle Veröffentlichung rechtsmedizinischer Befunde, dass annähernd die Hälfte (45,6 %) der Verstöße nach § 24a Abs. 2 StVG wegfallen würde. In dieser Veröffentlichung lag der Anteil THC-positiver Fahrer mit THC < 1 ng/ml im Blutserum bei 16,4 % (Nikolic et al. 2023).

Wie in den oben beschriebenen Studien festgestellt, liegt unterhalb von 7 ng/ml THC im Blutserum kein erhöhtes Unfallrisiko vor, und erste Leistungsdefizite zeigen sich in einem Bereich von 2 – 5 ng/ml THC im Blutserum. Wird der analytische Grenzwert beibehalten, lautet das Signal an Cannabiskonsumenten, dass auch ein verantwortungsvolles Verhalten im Umgang mit Cannabis im Straßenverkehr nicht vor Sanktionen schützt. Es würde dem grundsätzlichen Ziel der Grenzwertfestsetzung, nach der Cannabiskonsumenten eine Orientierung für ein adäquates Verhalten erhalten sollen, widersprechen.

Bei häufigerem Konsum können die THC-Konzentrationen trotz adäquatem Trennverhalten allerdings im konkreten Einzelfall durchaus auch oberhalb des Grenzwertes von 3,5 ng/ml THC im Blutserum liegen. So zeigte eine Studie, dass die THC-Konzentrationen ohne aktuellen Cannabiskonsum und ohne Leistungseinbußen in dieser Gruppe bei 4,8 ng/ml (SD: 7,8) lagen (Di Ciano, 2024). Mit diesem Grenzwert würden Konsumenten mit häufigerem Konsum durchgängig als beeinträchtigt gelten.

Um dem entgegen zu wirken, sollte der Einsatz von Speichelvortests mit adäquatem Cut off und ausreichender Sensitivität und Spezifität<sup>3</sup> zum Nachweis des aktuellen Konsums weiterverfolgt werden. Wenn ein Fahrer Anzeichen von Ausfallerscheinungen zeigt, sollte er auch bei negativem Speichelbefund eine Blutprobe abgeben.

Eine nachgewiesene THC-Konzentration unter 3,5 ng/ml Blutserum schließt nicht aus, dass insbesondere bei nicht an Cannabis gewöhnten Konsumenten zum Fahrtzeitpunkt ein straßenverkehrssicherheitsrelevanter Cannabiseinfluss vorgelegen hat. Dies gilt vergleichbar auch für Alkoholkonsumenten mit Konzentrationen unterhalb 0,5 ‰. Allerdings ist eine motorisierte Straßenverkehrsteilnahme dieser Konsumgruppe eher unwahrscheinlich, da häufiger Konsumierende auch deutlich häufiger motorisiert unter Cannabiseinfluss am Straßenverkehr teilnehmen als Gelegenheitskonsumenten (Walter et al. 2011; Borodovsky et al. 2020).

Bedacht werden sollte, dass es sich hier um das Führen eines Kraftfahrzeugs im Straßenverkehr mit Fahrauffälligkeiten oder Unfallbeteiligung handelt und in Einzelfällen geprüft werden kann, ob eine relative Fahrunsicherheit nach den §§ 315c bzw. 316 StGB in Betracht kommt.

---

<sup>3</sup> „Excluding studies using the Intercept or Salivette devices due to poor recovery, we found in 17,108 paired samples that the presence of THC in oral fluid as a marker for the presence of THC in blood has a sensitivity of 78.8% and specificity of 97.9%. As a biomarker for blood THC  $\geq$  2 ng/mL (2.8 ng/ml serum using a ratio of 0,71), the sensitivity of oral fluid testing ranged from 25.5% to 75.7% (specificity >98%). For detecting blood THC  $\geq$  5 ng/mL (7.0 ng/ml serum), sensitivity ranged from 32.3% to 77.6% (specificity > 97%) (modifiziert nach Robertson et al. 2022)“.

Bei einem Grenzwert von 3,5 ng/ml THC im Blutserum können Gelegenheitskonsumenten und Konsumenten mit mittlerer Konsumhäufigkeit ein adäquates Trennverhalten zwischen Konsum und Führen eines Kfz im Straßenverkehr einhalten, ohne oberhalb des THC-Grenzwertes zu liegen. Intensiver konsumierende Personen, die etwa mehrmals täglich konsumieren, würden bei diesem Vorgehen durchgängig als beim Führen eines Kfz im Straßenverkehr unter Cannabiseinfluss stehend betrachtet.

Einen Sonderfall stellt der Mischkonsum von Cannabis und Alkohol dar. Für Cannabiskonsumenten sollte ein absolutes Alkoholverbot am Steuer gelten. Dies entspricht der Regelung für Fahranfänger in § 24c StVG und begründet sich durch die besonderen Gefahren eines Mischkonsums, die auch in epidemiologischen Studien nachgewiesen wurden. Ordnungswidrig würde danach auch handeln, wer als Cannabiskonsument und Führer eines Kraftfahrzeugs im Straßenverkehr alkoholische Getränke zu sich nimmt oder die Fahrt antritt, obwohl er unter der Wirkung eines solchen Getränks steht. Wird eine Atem- oder Blutprobe vom Betroffenen genommen, ist dabei von einer „Alkoholwirkung“ i. S. dieser Vorschrift nach derzeitigem wissenschaftlichem Erkenntnisstand erst ab einem Wert von 0,2 Promille Alkohol im Blut oder 0,1 mg/l Alkohol in der Atemluft auszugehen, um Messwertunsicherheiten und endogenen Alkohol auszuschließen. In den genannten Werten sind die erforderlichen Sicherheitszuschläge enthalten.

## 6. Vorschlag und Empfehlungen

Die wissenschaftlichen Experten der Arbeitsgruppe schlagen nachfolgenden THC-Grenzwert vor und geben ergänzende Empfehlungen:

1) Auf Basis von Ergebnissen experimenteller Studien wird die Einführung eines Wirkungsgrenzwertes in Höhe von 3,5 ng/ml THC im Blutserum im Rahmen des abstrakten Gefährdungsdelikts des § 24a Abs. 2 StVG vorgeschlagen. Dieser setzt sich wie folgt zusammen:

- Basiswert von 3,5 ng/ml als mittlere Konzentration, bei der Gelegenheitskonsumenten eine mit 0,2 ‰ BAK vergleichbare Beeinträchtigung aufweisen können.
- Ausgleich der durch die Verzögerung zwischen Ereignis (Unfall, Verkehrskontrolle) und Blutentnahme möglichen THC-Konzentrationsabnahme mittels Abzugs von 1ng/ml.
- Pauschaler, durch mögliche Messfehler bedingter Sicherheitszuschlag von 1 ng/ml (40 % von 2,5 ng/ml).

Auf diese Weise können Gelegenheitskonsumenten und moderate, regelmäßige Konsumenten durch eine Trennung von Konsum und Fahren eine positive Testung vermeiden.

2) Um der besonderen Gefährdung durch Mischkonsum von Cannabis und Alkohol gerecht zu werden, sollte außerdem für Cannabiskonsumenten ein absolutes Alkoholverbot am Steuer entsprechend der Regelung des § 24c StVG für Fahranfänger und junge Fahrer vor Vollendung des 21. Lebensjahres gelten. Ordnungswidrig würde danach auch handeln, wer als Cannabiskonsument und Führer eines Kraftfahrzeugs im Straßenverkehr alkoholische Getränke zu sich nimmt oder die Fahrt antritt, obwohl er unter der Wirkung eines solchen Getränks steht. Wird eine Atem- oder Blutprobe vom Betroffenen genommen, ist dabei von einer „Alkoholwirkung“ i. S. dieser Vorschrift nach derzeitigem wissenschaftlichem Erkenntnisstand erst ab einem Wert von 0,2 Promille Alkohol im Blut oder 0,1 mg/l Alkohol in der Atemluft auszugehen, um Messwertunsicherheiten und endogenen Alkohol auszuschließen. In den genannten Werten sind die erforderlichen Sicherheitszuschläge enthalten.

3) Im Einzelfall kann nicht ausgeschlossen werden, dass bei häufigerem Konsum die THC-Konzentration, trotz adäquater Trennung zwischen Konsum und Fahren, oberhalb des Wirkungsgrenzwertes von 3,5 ng/ml THC im Blutserum liegt. Daher wird vorgeschlagen, dass Speicheltests mit hoher Empfindlichkeit als Vorscreening zum Nachweis des aktuellen Konsums aus Gründen der Praktikabilität und zur Vermeidung der Erfassung eines länger zurückliegenden Konsums erforderlich sind.

Es wird empfohlen, die Details zur Umsetzung dieses Ansatzes auch unter Berücksichtigung der Erfahrungen im Ausland zu klären. Mit Speicheltests bekäme die Polizei ein Messinstrument an die Hand, mit dem sie akuten Cannabiskonsum und somit ein potentielles Verkehrssicherheitsrisiko identifizieren kann. Dies dient auch der Verhältnismäßigkeit. Zugleich können hierdurch Kosten und Arbeitsaufwand im Zusammenhang mit der Überprüfung der Blutwerte eingespart und dadurch Bürokratie abgebaut werden.

Wenn ein Fahrer Anzeichen von Ausfallerscheinungen zeigt, ist in jedem Fall, also auch bei negativem Speicheltest, eine Blutprobe erforderlich. In diesem Fall steht zudem auch eine (relative) Fahrunsicherheit nach den §§ 315c bzw. 316 StGB im Raum.

## **7. Votum des Vorsitzenden der Arbeitsgemeinschaft Verkehrspolizeiliche Angelegenheiten (AG VPA)**

Der Beauftragte des Arbeitskreises II der Innenministerkonferenz lehnt stellvertretend für die Polizeien der Länder und des Bundes aufgrund der aus verkehrspolizeilicher Sicht zu erwartenden negativen Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit die Erhöhung eines Grenzwertes ab und empfiehlt die Beibehaltung des analytischen Grenzwerts von 1ng/ml THC im Blutserum.“

## **8. Literatur:**

- Arkell, T. R., Vinckenbosch, F., Kevin, R. C., Theunissen, E. L., McGregor, I. S., & Ramaekers, J. G. (2020). Effect of cannabidiol and  $\Delta^9$ -tetrahydrocannabinol on driving performance: a randomized clinical trial. *JAMA*, 324(21), 2177-2186.
- Banz BC, Fell JC, Complexities of Young Driver Injury and Fatal Motor Vehicle Crashes. *Yale J Biol Med*. 2019;92(4):725-731.
- Blows S, Ivers R Q, Connor J, Ameratunga S, Woodward M, Norton R (2005) Marijuana use and car crash injury. *Addiction* 100: 605–611.
- Borkenstein R, Crowther RF, Shumate RP, Zeil WW, Zylinan R. The Role of the Drinking Driver in Traffic Accidents. Bloomington, USA: Department of Police Administration, Indiana University, 1964.
- Borodovsky J T, Marsch L A, Scherer E A, Grucza R A, Hasin D S, Budney A J (2020) Perceived safety of cannabis intoxication predicts frequency of driving while intoxicated. *Prev Med* 131: 105956.
- Brubacher J R, Chan H, Erdelyi S, Macdonald S, Asbridge M, Mann R E, Eppler J, Lund A, MacPherson A, Martz W, Schreiber W E, Brant R, Pursell R A (2019) Cannabis use as a risk factor for causing motor vehicle crashes: A prospective study. *Addiction* 114: 1616–1626
- Carr DB, Duchek JM, Meuser TM, Morris JC. Older adult drivers with cognitive impairment. *Am Fam Physician* 2006;73(6):1029-34.
- Chinna-Meyyappan A, Wang HJ, Bawa KK, Ellazar E, Norris-Roozmon E, Naglie G, Herrmann N, Charlton JL, Koppel S, Castel S, Lanctôt KL, Risk of Motor Vehicle Collisions and Culpability among Older Drivers Using Cannabis: A Meta-Analysis. *Brain Sci*. 2023;13(3)421.
- Chliaoutakis J, Demakakos P, Tzamalouka G, Bakou V, Koumaki M, Darviri C. Aggressive behavior while driving as predictor of self-reported car crashes. *J Safety Res*. 2002;33(4):431–4.

- Drummer O H, Gerostamoulos D, Di Rago M, Woodford N W, Morris C, Frederiksen T, Jachno K, Wolfe R (2020) Odds of culpability associated with use of impairing drugs in injured drivers in Victoria, Australia. *Accid Anal Prev* 135: 105389.
- Drummer OH, Gerostamoulos J, Batziris H, Chu M, Caplehorn J, Robertson MD, Swann P. The involvement of drugs in drivers of motor vehicles killed in Australian road traffic crashes. *Accid Anal Prev* 2004;36(2): 239-48.
- European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction (2012) Driving under the influence of drugs, alcohol and medicines in Europe: findings from the DRUID project. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Grotenhermen F. Pharmacokinetics and Pharmacodynamics of Cannabinoids: Clinical Pharmacokinetics, 2003, 42, 327–360.
- Hargutt V, Krüger H-P, Knoche A (2011) Driving under the influence of alcohol, illicit drugs and medicines. Risk estimations from different methodological approaches. [https://www.bast.de/Druid/EN/deliverales-list/downloads/Deliverable\\_1\\_3\\_1.pdf](https://www.bast.de/Druid/EN/deliverales-list/downloads/Deliverable_1_3_1.pdf)
- Houwing S, Hagenzieker M, Mathijssen R, Bernhoft I M, Hels T, Janstrup K, Van der Linden T, Legrand S-A, Verstraete A (2011) Prevalence of alcohol and other psychoactive substances in drivers in general traffic Part II: Country Reports. [https://www.bast.de/Druid/EN/deliverales-list/downloads/Deliverable\\_2\\_2\\_3\\_Part2.pdf](https://www.bast.de/Druid/EN/deliverales-list/downloads/Deliverable_2_2_3_Part2.pdf)
- Hartman R L, Brown T L, Milavetz G, Spurgin A, Gorelick D A, Gaffney G, Huestis M A (2015) Controlled cannabis vaporizer administration: Blood and plasma cannabinoids with and without alcohol. *Clin Chem* 61: 850–869.
- Hartman R L, Brown T L, Milavetz G, Spurgin A, Gorelick D A, Gaffney G R, Huestis M A (2016) Effect of blood collection time on measured  $\Delta^9$ -tetrahydrocannabinol concentrations: implications for driving interpretation and drug policy. *Clin Chem* 62: 367–377.
- Hartman R L, Brown T L, Milavetz G, Spurgin A, Pierce R S, Gorelick D A, Gaffney G, Huestis M A (2015) Cannabis effects on driving lateral control with and without alcohol. *Drug Alcohol Depend* 154: 25–37.
- Huestis M A, Henningfield J E, Cone E J (1992) Blood cannabinoids. II. Models for the prediction of time of marijuana exposure from plasma concentrations of delta 9-tetrahydrocannabinol (THC) and 11-nor-9-carboxy-delta 9-tetrahydrocannabinol (THCCOOH). *J Anal Toxicol* 16: 283–290.
- Irwin C, Iudakhina E, Desbrow B, McCartney D (2017) Effects of acute alcohol consumption on measures of simulated driving: A systematic review and meta-analysis. *Accid Anal Prev* 102: 248–266.
- Kauert G. F., Ramaekers J. G., Schneider E., Moeller M. R., Toennes S. W. Pharmacokinetic properties of delta9-tetrahydrocannabinol in serum and oral fluid. *J Anal Toxicol*, 2007, 31, 288–293.
- Kelly P., Jones R. T. Metabolism of Tetrahydrocannabinol in Frequent and Infrequent Marijuana Users. *Journal of Analytical Toxicology*, 1992, 16, 228–235.
- Krüger H-P, Vollrath M (1998) Fahren unter Alkohol in Deutschland. Die Ergebnisse des Deutschen Roadside Surveys. In: Krüger H-P (Hrsg.) Fahren unter Alkohol in Deutschland. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, S. 33–57.

- Laumon B, Gadegbeku B, Martin JL, Biecheler MB. Cannabis intoxication and fatal road crashes in France: population based case-control study. *BMJ* 2005;331(7529):1371.
- Lombardi DA, Horrey WJ, Age-related differences in fatal intersection crashes in the United States. *Accid Anal Prev.* 2017;99(Pt A):20-29.
- Marcotte TD, Umlauf A, Grelotti DJ, Sones EG, Sobolesky PM, Smith BE, Hoffman MA, Hubbard JA, Severson J, Huestis MA, Grant I, Fitzgerald RL. Driving Performance and Cannabis Users' Perception of Safety: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Psychiatry.* 2022 Mar 1;79(3):201-209.
- Marillier M, Verstraete A G (2019) Driving under the influence of drugs. *WIREs Forensic Sci* 1: e1326.
- Massie DL, Campbell KL, Williams AF. Traffic accident involvement rates by driver age and gender. *Accid Anal Prev* 1995;27(1):73-87.
- McCartney, D.; Thomas R. Arkell, Christopher Irwin, Iain S. McGregor. Determining the magnitude and duration of acute  $\Delta 9$ -tetrahydrocannabinol ( $\Delta 9$ -THC)-induced driving and cognitive impairment: A systematic and meta-analytic review *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 126 (2021).
- Nikolic A, Jübner M, Lucuta L, Rothschild M, Andresen-Streichert H, 2023. Welche Auswirkungen hätte eine Anhebung des THC-Grenzwertes § 24a StVG?, *Blutalkohol* Vol. 60, S 61-72.
- Ogden EJ, Moskowitz H. Effects of alcohol and other drugs on driver performance. *Traffic Inj Prev* 2004;5(3):185-98.
- Pearlson GD, Stevens MC, D'Souza DC. Cannabis and Driving. *Front Psychiatry.* 2021;12: 689444.
- Peng Y W, Desapriya E, Chan H, R Brubacher J (2020) Residual blood THC levels in frequent cannabis users after over four hours of abstinence: A systematic review. *Drug Alcohol Depend* 216: 108177.
- Preuss U W, Huestis M A, Schneider M, Hermann D, Lutz B, Hasan A, Kambeitz J, Wong J W M, Hoch E (2021) Cannabis use and car crashes: A review. *Front Psychiatry* 12: 643315.
- Pulido J, Barrio G, Lardelli P, Bravo M J, Regidor E, La Fuente L de (2011) Association between cannabis and cocaine use, traffic injuries and use of protective devices. *Eur J Public Health* 21: 753–755.
- Ramaekers J G, Kauert G, Theunissen E L, Toennes S W, Moeller M R (2009) Neurocognitive performance during acute THC intoxication in heavy and occasional cannabis users. *J Psychopharmacol* 23: 266–277.
- Ramaekers J G, Moeller M R, van Ruitenbeek P, Theunissen E L, Schneider E, Kauert G (2006) Cognition and motor control as a function of Delta9-THC concentration in serum and oral fluid: Limits of impairment. *Drug Alcohol Depend* 85: 114–122.
- Robertson M B, Li A, Yuan Y, Jiang A, Gjerde H, Staples J A, Brubacher J R (2022) Correlation between oral fluid and blood THC concentration: A systematic review and discussion of policy implications. *Accid Anal Prev* 173: 106694.
- Rogeberg O (2019) A meta-analysis of the crash risk of cannabis-positive drivers in culpability studies – Avoiding interpretational bias. *Accid Anal Prev* 123: 69–78.

- Steinberg LA. Social Neuroscience Perspective on Adolescent Risk-Taking. *Dev Rev.* 2008;28(1):78–106.
- Tambelli R, Cimino S, Cerniglia L, Ballarotto G. Early maternal relational traumatic experiences and psychopathological symptoms: a longitudinal study on mother-infant and father-infant interactions. *Sci Rep.* 2015:5.
- Toennes S W, Auwärter V, Knoche A, Skopp G (2016) Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse zur Feststellung einer mangelhaften Trennung von Cannabiskonsum und Fahren anhand der Konzentration von Tetrahydrocannabinol (THC) im Blutserum. *Blutalkohol* 53: 409–414
- Toennes S W, Wunder C, Paulke A, Verhoff M A (2015) Wie relevant ist die Gefahr des Beweismittelverlustes bei Verzug der Blutentnahme? Schlussfolgerungen aus der Auswertung von Blutuntersuchungsergebnissen. *Arch Kriminol* 235: 73–79.
- Toennes S. W., Ramaekers J. G., Theunissen E. L., Moeller M. R., Kauert G. F. Comparison of cannabinoid pharmacokinetic properties in occasional and heavy users smoking a marijuana or placebo joint. *J Anal Toxicol*, 2008, 32, 470–477.
- Toennes S. W., Schneider K., Kauert G. F., Wunder C., Moeller M. R., Theunissen E. L., Ramaekers J. G.. Influence of ethanol on cannabinoid pharmacokinetic parameters in chronic users. *Anal Bioanal Chem*, 2011, 400, 145–152.
- Verstraete A, Knoche A, Jantos R, Skopp G, Gjerde H, Vindenes V, Mørland J, Langel K, Lillsunde P (2011) Per se limits – Methods of defining cut-off values for zero tolerance. Deliverable 1.4.2. [https://www.bast.de/BASt\\_2017/EN/Traffic\\_Safety/Subjects/Druid/deliverales-list/downloads/Deliverable\\_1\\_4\\_2.html](https://www.bast.de/BASt_2017/EN/Traffic_Safety/Subjects/Druid/deliverales-list/downloads/Deliverable_1_4_2.html).
- Walter M, Hargutt V, Krüger H-P (2011) German smartphone survey. Part I: Prevalence of psychoactive substances and consumption patterns in traffic, based on a smartphone survey in Germany. [https://www.bast.de/Druid/EN/deliverales-list/downloads/Deliverable\\_2\\_2\\_2\\_Part1.pdf](https://www.bast.de/Druid/EN/deliverales-list/downloads/Deliverable_2_2_2_Part1.pdf).

März 2024

Prof. Backmund	Prof. Böllinger	Dr. Cabanis	Dr. Grotenhermen
PD Dr. Iwersen-Bergmann	Prof. Ramaekers	Seidel <sup>4</sup>	

---

<sup>4</sup> Zu Ziffer 7.