

# Beurteilungskriterien zur Fahreignungsdiagnostik aus toxikologischer Sicht

**Frank Mußhoff**

## **Zusammenfassung**

In den 2005 herausgekommenen Beurteilungskriterien zur Fahreignungsdiagnostik finden sich erstmals Ausführungen zu chemisch-toxikologischen Untersuchungen und Standardisierungen. In der Praxis fehlt es zumindest teilweise immer noch an der Umsetzung bzw. sind Ergänzungen und Erläuterungen vorzunehmen, was u.a. zu den Aufgaben eines „Ständigen Arbeitskreises Beurteilungskriterien“ bestehend aus Vertretern der Deutschen Gesellschaft für Verkehrsmedizin und der Deutschen Gesellschaft für Verkehrspsychologie gehört. Der aktuelle Diskussionstand zu folgenden Punkten wird dargestellt:

- Wahl der für die Fragestellung geeigneten Probenmaterialien,
- Verfahren der Probennahme incl. Einbestellung etc.,
- Anforderungen an die Untersuchungsstelle und die verwendeten Analyseverfahren,
- Aussagekraft von Befunden.

Bei einer Akkreditierung von Begutachtungsstellen für Fahreignung durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) ist zu berücksichtigen, dass die durch Labore als Unterauftragnehmer eingeholten chemisch-toxikologischen Befunde nach den entsprechenden Vorgaben erhoben wurden bzw. geeignete Laboreinrichtungen mit Kompetenznachweis beauftragt wurden.

## **1. Einführung**

In den Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahrereignung [1] wird in Kapitel 3.12 (Betäubungsmittel und Arzneimittel) ausgeführt: *„Wer Betäubungsmittel im Sinne des Betäubungsmittelgesetzes (BtMG) nimmt oder von ihnen abhängig ist, ist nicht in der Lage, den gestellten Anforderungen zum Führen von Kraftfahrzeugen beider Gruppen gerecht zu werden. Dies gilt nicht, wenn die Substanz aus der bestimmungsgemäßen Einnahme eines für einen konkreten Krankheitsfall verschriebenen Arzneimittels herrührt.“* Eine Ausnahme bilden Cannabisprodukte, bei denen ein Ausschluss der Fahreignung nur bei regelmäßigem Konsum angenommen wird bzw. nicht, wenn der Konsum und das Fahren getrennt werden und keine Leistungsmängel vorliegen (bzw. keine Störung der Persönlichkeit und kein Kontrollverlust). Man geht ferner von einer aufgehobenen Fahreignung aus bei einer Abhängigkeit von anderen psychoaktiv wirkenden Stoffen (z.B. Tranquillizer/Psychopharmaka) bzw. einer missbräuchlichen oder regelmäßigen Einnahme psychoaktiv wirkender Stoffe, bei der die körperlich-geistige Leistungsfähigkeit ständig unter das erforderliche Maß herabgesetzt oder unvorhersehbar plötzlich die Leistungsfähigkeit vorübergehend beeinträchtigt werden kann.

Zu einer Wiedererteilung der Fahrerlaubnis kann es kommen, „... wenn der Nachweis geführt wird, dass kein Konsum mehr besteht.“ Bei Abhängigkeit ist i.d.R. eine Entwöhnungsbehandlung gefordert. Zudem ist nach der Entgiftung/Entwöhnung i.d.R. eine einjährige Abstinenz durch ärztliche Untersuchungen nachzuweisen („auf der Basis von 4 unvorhersehbar anberaumten Laboruntersuchungen in unregelmäßigen Abständen“). Für einen Abstinenznachweis können auch Haare herangezogen werden. Eine evtl. Substitutionsbehandlung ist tolerierbar. Weitere Hinweise und Ausführungen finden sich in einem Kommentar zu den Begutachtungsleitlinien [2].

Im Jahr 2005 hat man sich entschlossen, die Beurteilungskriterien zur Urteilsbildung in der medizinisch-psychologischen Fahreignungsdiagnostik zu veröffentlichen, mit dem Ziele einer Vereinheitlichung und zur Erzielung von Transparenz [3]. Diese Beurteilungskriterien gelten bereits seit 2006. Zu beachten ist, dass auch eine Akkreditierung von Begutachtungsstellen für die Kraftfahrereignung durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) erfolgt. Im Rahmen der Akkreditierung wird insbesondere auch die Verwertbarkeit chemisch-toxikologischer Befunde überprüft. Aus Vertretern der Deutschen Gesellschaft für Verkehrspsychologie (DGVP) und der Deutschen Gesellschaft für Verkehrsmedizin (DGVM) wurde zudem ein Ständiger Arbeitskreis Beurteilungskriterien (StAB) gebildet, zum Zwecke einer ständigen Aktualisierung und Spezifizierung von Einzelpunkten, auch hinsichtlich der chemisch-toxikologischen Analytik.

Kapitel 7 der Beurteilungskriterien beschäftigt sich mit der Auswahl von Untersuchungsmitteln und Interpretation der Befunde, es wird u.a. ausgeführt: „Die chemisch-toxikologische Analyse ist ein zentrales Hilfsmittel im Rahmen der Begutachtung ....kann einen Beitrag zur Beantwortung verschiedener Untersuchungshypothesen leisten.“ Wesentliche Fragestellungen, zu denen chemisch-toxikologische Analysen herangezogen werden können, sind wie folgt formuliert:

- Aufdeckung und Klärung von Widersprüchen zwischen Klientenangaben und Aktenbefunden
- Überprüfung von Abstinenzzeiträumen
- Überprüfung der Drogen-/Medikamentenfreiheit am Untersuchungstag
- Ausschluss drogenbedingter Einflüsse auf das Leistungsvermögen bei der Überprüfung im Rahmen der Begutachtung.

Grundlegende Standards sollen im Folgenden erörtert werden.

## **2. Untersuchungsmaterial und Probennahme**

Als Untersuchungsmaterial für chemisch-toxikologische Analysen zum Nachweis oder Ausschluss eines Konsums von berauschenden Mitteln kommen grundsätzlich Blut, Urin, Haare, Speichel oder Abstriche von Hautschweiß in Betracht. Da es bei Eignungsuntersuchungen i.d.R. um den Beleg einer Abstinenz geht und ein möglichst großer Zeitraum überblickt werden soll, sind aufgrund der

Nachweisbarkeitsdauer von Fremdstoffen insbesondere Urin und Haare als Untersuchungsmaterial geeignet (Tab. 1). Eine Ausnahme liegt bei der Beurteilung der Konsumgewohnheiten von Cannabiskonsumenten vor [4,5]. Hier ist nach nordrhein-westfälischer Praxis bei Berücksichtigung entsprechender Rahmenbedingungen die Analyse einer Blutprobe auf den nicht psychotropen Metaboliten THC-COOH im Serum/Plasma anzuraten [6], worauf an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden kann (siehe Beitrag von Th. Daldrup in diesem Symposiumsband).

**Tab. 1.** Unterschiede zwischen Urin-, Blut- und Haaranalysen auf die gängigsten berauschenden Mittel.

Parameter	Urin	Blut	Haare
Cocain	BE>EME>COC	BE>EME>COC	COC>BE>EME
Opiate	MOR>MAM	MOR	MAM>MOR>HER
Cannabinoide	THC-COOH	THC-COOH>THC	THC>THC-COOH
Amph./Ecstasy	Amph./Ecstasy	Amph./Ecstasy	Amph./Ecstasy
Nachweisbarkeitsdauer	2-3 Tage *	Stunden	Mehrere Monate
Analysentechnik	Immunoassay + GC-MS	Immunoassay + GC-MS	(Immunoassay) + GC-MS oder GC(LC)-MS-MS
Aussagekraft	Qualitativ (Aufnahme ja/nein)	Quantitativ (Beurteilung des akuten Zustandes / der aktuellen Beein- trächtigung möglich)	Qualitativ bis semi- quantitativ (Aufnahme (ja/nein) + Abschätzen des Konsumverhaltens)

BE = Benzoylcegonin; EME = Ecgoninmethylester; COC = Cocain; MOR = Morphin; MAM = 6-Monoacetylmorphin; HER = Heroin; THC-COOH =  $\Delta$ -9-Tetrahydrocannabinol-Carbonsäure; THC =  $\Delta$ -9-Tetrahydrocannabinol; Amph = Amphetamin; GC-MS = Gaschromatographie-Massenspektrometrie; LC = Flüssigkeitschromatographie; \* Bei gewohnheitsmäßigem Cannabiskonsum mehrere Wochen

Angaben zur Nachweisbarkeitsdauer gängiger berauschender Mittel im Urin finden sich in Tabelle 2. In der Regel sind Substanzen bzw. deren Metaboliten bei der Mehrzahl der Konsumenten nach etwa 8-10 Halbwertszeiten so weit ausgeschieden, dass die Nachweisgrenzen gängiger Methoden unterschritten sind. Überhaupt ist bei der Interpretation zwingend zu berücksichtigen, dass die Dauer eines möglichen Substanznachweises natürlich von der Sensitivität der verwendeten Analysenmethode und den vom Labor definierten Entscheidungsgrenzen (Cut-off-Werte) abhängt, wobei nicht zuletzt aus Gründen der Gleichbehandlung Vereinheitlichungen und Anforderungen an die Laboratorien zu definieren sind.

Tab. 2: Drogennachweis im Urin.

<b>Substanzen im Urin</b>	<b>Nachweisfenster nach letztem Konsum</b>
Cannabinoide	Hauptmetabolit THC-COOH-Glucuronid: Bei einmaligem (Probier)Konsum: ca. 2-3 Tage Bei vereinzeltm/gelegentlichem Konsum: 2-4 Tage Bei mehrmals wöchentlichem Konsum: ca. 5-14 Tage Bei Dauerkonsum: 2-6 Wochen (in Einzelfällen bis zu 3 Monaten)
Heroin	Konjugiertes Morphin als Hauptausscheidungsprodukt dosisabhängig ca. 2-4 Tage Freies Morphin: 1-2 Tage 6-Monoacetylmorphin: wenige Stunden (je nach Blasenentleerung bis zu 10 Stunden)
Cocain	Hauptmetabolit Benzoyllecgonin dosisabhängig 2-3 Tage Ecgoninmethylester: ca. 2 Tage Unverändertes Cocain: dosisabhängig bis 12 Stunden
Amphetamine bzw. Ecstasy	Abhängig vom Wirkstoff sowie vom pH-Wert des Urins und der Dosis ca. 1-3 Tage

Soll mit stichprobenartigen Urinkontrollen ein drogenfreies Intervall belegt werden, so sind an das Verfahren folgende Bedingungen zu stellen [7]:

- Definition des Kontrollzeitraumes mit Sicherung der Verfügbarkeit des Klienten;
- kurzes Zeitintervall zwischen Einbestellung und verzögerungsfreier Abgabe der Urinprobe, das einen Tag nicht überschreiten darf;
- direkte und eingehende Überwachung der Urinabgabe zur Verhinderung von Manipulationen (Abgabe unter Sichtkontrolle ggf. ergänzt um Kontrolle von Temperatur, pH-Wert, Dichte);
- geeignete Kreatininbestimmung zur Überprüfung einer internen Verdünnung (Verwertbarkeit);
- Identitätssicherung und verwechslungsfreie Kennzeichnung;
- toxikologische Analytik mit ausreichend sensitiven ggf. immunchemischen Screeningverfahren bzw. Übersichtsanalysen und bei analytischen Hinweisen auf Suchstoffaufnahme ein sich möglichst unmittelbar anschließender sicherer Nachweis;
- polytoxikologische Analysen unter Einschluss relevanter Ausweichmedikamente zum Ausschluss von Ausweich- oder Mischkonsum;
- ein Drogenscreening im Rahmen der MPU selbst (Terminierung mit größerer Vorlaufzeit) ist allenfalls als ergänzende Bestätigung einer bereits im Vorfeld hinreichend plausibel belegten Drogenabstinenz zu werten.

Eine Überprüfung des Urins auf Verfälschung muss ein regulärer Bestandteil einer angekündigten Urinanalyse sein. Entsprechende Messgrößen sind in Tabelle 3 aufgeführt, wobei allerdings insbesondere darauf hinzuweisen ist, dass niedrige Kreatininwerte auch bei schlanken Personen mit besonderen Ernährungsgewohnheit als physiologisch zu erachten sind.

Tab. 3: Messfaktoren zur Prüfung auf Probenverwertbarkeit in Anlehnung an [2,3].

Messfaktor	Normalbereich	Verdacht aus Verfälschung
Kreatinin	80-170 mg/dl (♀) 100-190 mg/dl (♂)	Verfälschung möglich bei < 90-100 mg/dl Nicht verwertbar bei < 20 mg/dl Wasser < 10 mg/dl
Spezifisches Gewicht	1.003-1.030	< 1.003 UND Kreatinin < 20 mg/dl
pH-Wert	4,6-8,0	< 4,0 oder > 9,0
Nitrite (farblos)	Bakterien bis ca. 125 µg/ml	> 500 µg/ml
Chromate (gelb)	-	> 100 µg/ml
Temperatur	Ungefähr Körpertemperatur	
DNA-Untersuchung bei Identitätszweifeln		

Gerade bei der Haaranalytik ist darauf zu achten, dass Analysen nach aktuellen dem Stand der Wissenschaft erfolgen [8-10], d.h. entsprechende Richtlinien sollten eingehalten und die verwendeten Methoden müssen validiert sein, so dass insbesondere die notwendigen Bestimmungsgrenzen eingehalten werden. Die Interpretation sollte zurückhaltend erfolgen, gerade bzgl. des überschauten Zeitfensters. Zu beachten ist insbesondere, dass sich ca. 10-20 % der Haare jeweils im catagenen oder telogenen Stadium befinden (kein aktuelles Wachstum bzw. kein Wachstum seit bis zu 6 Monaten), es zu einer Einlagerung aus Depots bis zu ca. 2 Monaten nach Konsumende kommen und die Wachstumsrate der (einzelnen) Haare deutlich variieren kann (Abb. 1). Daher sollte bei der Interpretation bei der häufig als Standard erhobenen Analyse eines 6 cm langen proximalen Haarsegmentes folgendes gelten:

**Positiver Befund:**

- Drogenkonsum innerhalb der letzten 12 Monate anzunehmen.

**Negativer Befund:**

- Kein Hinweis auf einen Drogenkonsum innerhalb der letzten 6 Monate.

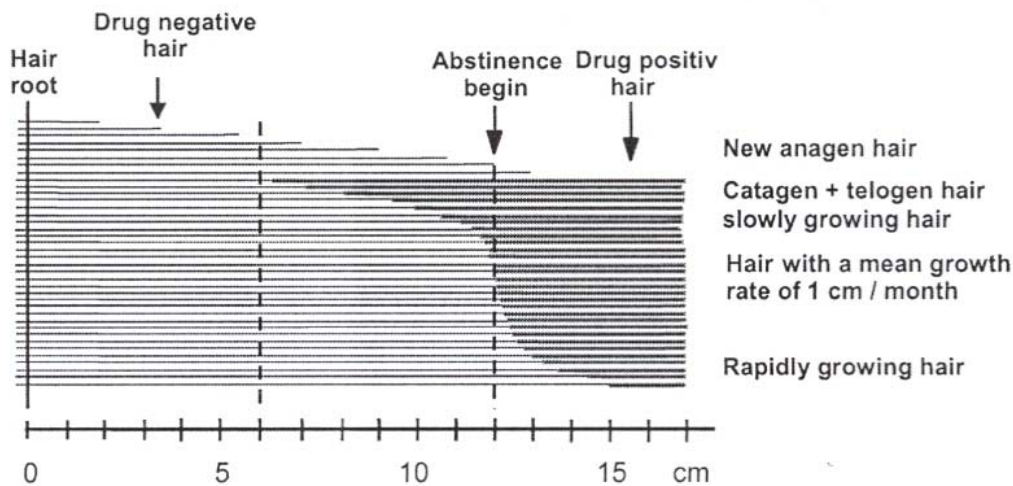


Abb. 1: Nachweisfenster in Haaren (Pragst; T + K (2004) 71: 80).

Die Haaranalyse kann gerade bei der Überprüfung eines möglichen Cannabiskonsums als problematisch eingestuft werden, einerseits aufgrund niedrig zu erwartender Substanzkonzentrationen im Haar (Bestimmungsgrenze für THC sollte bei 0,01 ng/mg liegen), andererseits belegt ein Nachweis von THC (oder zusätzlich auch von CBD oder CBN) nicht zwingend einen aktiven Konsum, da all diese Substanzen sich auch im Cannabisrauch befinden und somit passiv auf bzw. in das Haar gelangen können. In Zweifelsfällen ist der Nachweis des Stoffwechselproduktes THC-COOH im unteren pg-Bereich/mg zu erbringen (Beweis einer Körperpassage), der allerdings nur mit aufwendigster Analytik möglich ist. Zudem ist zu beachten, dass bei einem polytoxikologischen Screening bzw. Arzneimittelnachweis die Haaranalyse häufig nur eingeschränkt Anwendung finden kann, da bei einem Großteil der beauftragten Labore häufig nur Analysemethoden auf die gängigsten BtM etabliert sind. Selbstverständlich existieren auch Verfahren, die eine Vielzahl weiterer Substanzen erfassen [11]; aufgrund der aufwendigen Messtechnik stehen sie aber nicht jedem Labor zur Verfügung. Weitere Ausführungen zur Haaranalytik finden sich in Übersichten [12-14] und im Beitrag von F. Pragst in diesem Symposiumsband.

### 3. Hypothesen, Kriterien und Indikatoren zur chemisch-toxikologischen Untersuchung gemäß den Beurteilungskriterien zur Fahreignungsdiagnostik

In den Beurteilungskriterien zur Fahreignungsdiagnostik [3] erfolgt eine Gliederung in Hypothesen, Kriterien und Indikatoren bzw. Kontraindikatoren. Als Hypothese ist formuliert: „Die im Rahmen der Begutachtung berücksichtigten toxikologischen Befunde sind fachkundig erstellt worden, aussagekräftig und forensisch verwertbar.“

Das erste Kriterium bezieht sich auf die Durchführungsbestimmungen bzw. Probennahme: „*Die Durchführungsbestimmungen der Drogenkontrolle sind transparent und nachvollziehbar, insbesondere erfolgt die Einbestellung des zu Untersuchenden .... kurzfristig und unvorhersehbar.*“ Hier sind schon oben angesprochene Rahmenbedingungen als Indikatoren subsummiert, wie:

- kurzfristige am günstigsten telefonische Einbestellung
- Wahl von unvorhersehbaren Terminen
- Abgabe von nachvollziehbaren Verhaltensregeln bei Abwesenheit (Urlaub/Schichtpläne)
- Entschuldigungsgründe für Nichterscheinen werden von durchführender Stelle definiert
- klare Regelungen zum Umgang mit versäumten / verschobenen Terminen (i.d.R. Programmabbruch) sind aufzustellen, ebenso klare Regelungen zum Verfahren bei Medikamentennachweis und hinsichtlich negativer Befunde
- aus Bescheinigung muss hervorgehen, ob es sich um einen einzelnen Befund handelt oder um den Befund eines vereinbarten Programms mit mehreren Untersuchungen über definierten Zeitraum mit lückenloser Befunderhebung
- Hinweise auf Verfälschung von Ergebnissen durch Hanf-/Mohnprodukte oder durch Aufenthalt in Cannabisrausch sind zu geben mit Aufforderung zu vorsorglichen Verhaltensweisen.

Weitere Kriterien betreffen die Gewinnung von Untersuchungsmaterial, Kennzeichnung, Dokumentation und eindeutige Beauftragung (CTU 2), der Befundübermittlung an die Begutachtungsstelle (Zuordnung, Angaben zur Methodik ggf. mit Angabe von Bestimmungsgrenzen; Bedeutung des Kreatininwertes) (CTU 4) und Anforderungen an das ärztliche oder medizinisch-psychologische Gutachten (CTU 5).

Aus Sicht des Analytikers ist insbesondere auf CTU 3 hinzuweisen: „*Die Untersuchung im Labor findet nach den Standards der GTFCh statt, ist als Abstinenznachweis verwertbar und umfasst alle relevante Stoffgruppen.*“ Es gelten also die Richtlinien der GTFCh [15], auf Indikatorebene wird eine forensisch-toxikologische Erfahrung des Labors bzw. der Laborleitung gefordert (nachgewiesen z.B. durch Anerkennung als „Forensischer Toxikologe“ oder „Forensischer Chemiker“), ferner eine **Akkreditierung nach DIN ISO 17025 für forensische Zwecke**. Eine solche Akkreditierung soll von der Indikator- auf Kriteriumsebene angehoben und damit - verbunden mit einer Übergangsphase - zur Pflicht werden. Dabei ist zu beachten, dass neben der allgemeinen Norm die Deutsche Akkreditierungsstelle Chemie GmbH (DACH) in enger Zusammenarbeit mit den Fachgesellschaften (GTFCh und Deutsche Gesellschaft für Rechtsmedizin) Leitlinien für forensisch-toxikologische Laboratorien erarbeitet hat, die es bei einer Akkreditierung für forensische Zwecke zusätzlich zu erfüllen gilt

[16]. Wie oben erwähnt, beschäftigt sich der StAB mit der ständigen Aktualisierung und Spezifizierung von Einzelaspekten, u.a. auch bzgl. chemisch-toxikologischer Analysen. Zudem erfolgt aktuell in einer Untergruppe des GTFCh-Arbeitskreises Qualitätskontrolle eine Überarbeitung und Aktualisierung der Laborrichtlinien, gerade auch unter Berücksichtigung von Eignungsuntersuchungen (u.a. im Urin).

Tab. 4: Vorschlag für Targetanalyten und Cut-off-Werte bzw. geforderte Bestimmungsgrenzen (BG) für chromatographische, identifizierende Verfahren (Urin und Haare) im Rahmen der Fahreignungsbegutachtung.

<b>Substanzklasse bzw. Targetanalyt</b>	<b>Urin [ng/ml]</b>	<b>Haare [ng/mg]</b>
<b>Cannabinoide</b>		
THC-COOH	15 (nach Hydrolyse)	
THC		0,01
<b>Opiate</b>		
Morphin	25 (nach Hydrolyse)	0,2
6-Monoacetylmorphin		0,2
<b>Cocain</b>		
Benzoylcegonin	25	0,1
Cocain		0,2
<b>Amphetamine</b>		
Amphetamin und Designer-Amph.	15	0,2

Wichtig ist u.a., dass auch die Urinanalytik nach den Richtlinien für forensische Zwecke durchzuführen (5-Punkt-Kalibration, Kontrollkarten etc.) und zu validieren ist, incl. Ermittlung der Methodenkenndaten wie Bestimmungs- und Nachweisgrenze [17]. Zu beachten ist ferner, dass gem. den Beurteilungskriterien zur Bestätigung einer Abstinenz ein polytoxikologisches Screening vorzunehmen ist, d.h. es wird nicht nur auf eine Substanzklasse getestet, mit der ein Proband möglicherweise zuvor auffällig geworden ist, sondern es ist ein allgemeines Screening durchzuführen. Unter „polytoxikologisch“ ist grundsätzlich eine Analyse auf Cannabinoide, Opiate, Cocainmetabolite, Amphetamine samt Designer-Amphetamine sowie Benzodiazepine und Methadon zu verstehen, ggf. sind zusätzlich Tests auf (tricyclische) Antidepressiva, Barbiturate oder Buprenorphin vorzunehmen. Zumindest bei begründetem Anfangsverdacht können z.B. weitere Opiode (wie Tilidin oder Tramadol) sowie modernere Hypnotika (wie Zolpidem oder Zopiclon) sowie weitere Arzneimittel (insbesondere weitere Psychopharmaka wie Neuroleptika etc.) von Relevanz sein und eine anlassbezogene Beauftragung des Labors erfordern. Demnach sollte ein Labor, das chemisch-toxikologische Analysen im Rahmen der Fahreignungsdiagnostik durchführt, in der Lage sein, alle relevanten Parameter mit Vortesten *und* chromatographischen Bestätigungsanalysen abzudecken. Zudem sind möglichst geringe Cut-off- oder Entscheidungsgrenzen gefordert, gerade auch bei (immunchemischen) Vortesten. In der Regel genügen die von den Herstellern propagierten Cut-off-Werte, welche



eher für den klinischen Einsatz erstellt worden sind, nicht forensischen Ansprüchen, wonach ein möglichst großes Nachweisfenster zum Ausschluss eines Drogenkonsums angestrebt wird. Prinzipiell erscheint es nicht zuletzt auch aus Gründen der Gleichbehandlung Betroffener schwierig, für die Immunchemie feste Cut-off Werte vorzugeben, da diese stark vom verwendeten Test und dem entsprechenden Antikörper bzw. den Kreuzreaktivitäten abhängen. Vielmehr sollten Bestimmungsgrenzen von Targetanalyten für die chromatographischen Bestimmungsmethoden vorgegeben werden. Bei Verwendung eines immunchemischen Vortestes sollte das Labor dann belegen können, wie es den optimalen funktionellen Cut-off für die Differenzierung "positiv" versus "negativ" bestimmt. D.h. für das identifizierende, chromatographische Verfahren wird die Konzentration einer Targets substanz in der jeweiligen Matrix vorgegeben (auch als Anforderung an die Bestimmungsgrenze des Verfahrens), bei der das (immunchemische) Vortestverfahren immer ein positives Ergebnis anzeigen muss. In Tabelle 4 sind Vorschläge unterbreitet, wobei gerade bei der Urinanalytik nicht zuletzt aus Gründen der Gleichbehandlung Betroffener auch an eine Normierung auf Kreatinin gedacht werden kann.

Zusammenfassend ist auszuführen, dass chemisch-toxikologische Analysen im Rahmen der Fahreignungsbegutachtung eine große Bedeutung haben, aber nur bei Einhaltung entsprechender Qualitätsstandards verwertbar sind. Diese betreffen schon die Probennahme incl. kurzer Ankündigungszeit, insbesondere aber die Analytik selbst, die nach forensischen Kriterien erfolgen muss. Entsprechende Vorgehensweisen im Labor sind gefordert, adäquate validierte Methoden mit entsprechender Sensitivität und bei Einbeziehung aller für ein polytoxikologisches Screening relevanten Substanzen müssen eingesetzt werden, zudem ist die Vergabe entsprechender Untersuchungen an Laboratorien anzustreben, die nach DIN ISO 17025 für forensische Zwecke akkreditiert sind. Die Verwertbarkeit chemisch-toxikologischer Befunde wird auch im Rahmen der Akkreditierung von Begutachtungsstelle durch die BASt geprüft.

## 5. Literaturverzeichnis

- [1] Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahrereignung (2000) Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Mensch und Sicherheit Heft M 115. Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven.
- [2] Schubert W, Schneider W, Eisenmenger W, Stephan E (Hrsg.) (2003) Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahrereignung - Kommentar. Kirschbaum Verlag, Bonn.
- [3] Schubert W, Mattern R (Hrsg.) (2005) Beurteilungskriterien – Urteilsbildung in der medizinisch-psychologischen Fahreignungsdiagnostik. Kirschbaum Verlag, Bonn.
- [4] Musshoff F (2005) Aussagemöglichkeiten über Cannabiskonsumgewohnheiten aus chemisch-toxikologischer Sicht. In: Kongressbericht 2005 der DGVM, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen „Mensch und Sicherheit“, Heft M 171.
- [5] Musshoff F, Madea B (2006) Review of biologic matrices (urine, blood, hair) as indicators of recent or ongoing cannabis use. *Ther. Drug Monit* 28: 155-163

- [6] Daldrup T, Käferstein H, Köhler H, Maier R-D, Mußhoff F (2000) Entscheidung zwischen einmaligem/gelegentlichem und regelmäßigem Cannabiskonsum. *Blutalkohol* 37: 39-47.
- [7] Löhr-Schwaab S (1995) Isolierte Drogenscreenings gem. BVerfG-Urteil 689/92 vom Juni 1993 – Erste Ergebnisse. In: Kongressbericht 1995 der DGVM, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen „Mensch und Sicherheit“, Heft M 47.
- [8] Society of Hair Testing, Recommendations for hair testing in forensic cases. *Forensic Sci. Int.* 145 (2004) 83-84.
- [9] Musshoff F, Sachs H, Thieme D (2004) Anlage zu den Richtlinien der GTFCh zur Qualitätssicherung bei forensisch-toxikologischen Untersuchungen, Anhang B: Qualitätsstandards für spezielle Analyte, 2. Untersuchung von Haarproben. *T + K* 71:140-145. <http://www.gtfch.org/index1.html> (eingesehen am 13.05.07)
- [10] Musshoff F, Madea B (2007) New trends in hair analysis and scientific demands on validation and technical notes. *Forensic Sci. Int.* 165: 204-215.
- [11] Thieme D, Sachs H (2003) Improved screening capabilities in forensic toxicology by application of liquid chromatography - tandem mass spectrometry. *Anal. Chim. Acta* 483:171-179.
- [12] Madea B, Mußhoff F (Hrsg.) (2004) *Haaranalytik – Technik und Interpretation in Medizin und Recht.* Deutscher Ärzteverlag, Köln.
- [13] Pragst F, Balikova MA (2006) State of the art in hair analysis for detection of drug and alcohol abuse. *Clin. Chim. Acta.*370:17-49.
- [14] Musshoff F, Madea B (2007) Analytical pitfalls in hair testing. *Anal. Bioanal. Chem.*; May 8 2007; [Epub ahead of print].
- [15] Aderjan R, Briellmann T, Daldrup T, Demme U, Harzer K, Herbold M, Käferstein H, Kauert G, v. Meyer L, Möller M, Mußhoff F, Schmitt G, Weinmann W (1998) Richtlinien der GTFCh zur Qualitätssicherung bei forensisch-toxikologischen Untersuchungen. *T + K* 65: 2-8; <http://www.gtfch.org/index1.html> incl. Anhänge (eingesehen am 13.05.07)
- [16] [http://www.dach-gmbh.de/download\\_labor.html#Forensik](http://www.dach-gmbh.de/download_labor.html#Forensik) (eingesehen am 13.05.07)
- [17] Peters FT, Hartung M, Herbold M, Schmitt G, Daldrup T, Musshoff F (2004) Anlage zu den Richtlinien der GTFCh zur Qualitätssicherung bei forensisch-toxikologischen Untersuchungen, Anhang C: Anforderung an die Durchführung von Analysen, 1. Validierung. *T + K* 71:146-154. <http://www.gtfch.org/index1.html> (eingesehen am 13.05.07)

Priv.-Doz. Dr. rer. nat. Frank Mußhoff  
 Institut für Rechtsmedizin  
 Universitätsklinikum Bonn  
 Stiftsplatz 12  
 53111 Bonn  
[f.musshoff@uni-bonn.de](mailto:f.musshoff@uni-bonn.de)