

# Chemisch-toxikologische Untersuchungen (CTU) in der Fahreignungsdiagnostik

## Aktuelle Diskussionen

Prof. Dr. Frank Mußhoff  
Forensisch Toxikologisches Centrum München

**FTC München**

FTC München

FTC München

### Drei gängige Untersuchungsmaterialien

- 1. Blut**
  - Psychoaktive Stoffe zur Beurteilung der akuten Rauschwirkung
  - Kumulation von Stoffwechselprodukten bei regelmäßigem Konsum
- 2. Urin**
  - Inaktive Metabolite
  - unregelmäßige Ausscheidung über längeren Zeitraum
- 3. Haare**
  - Retrospektive Betrachtung längerer Zeiträume
  - Unterschiedliches Inkorporationsverhalten

FTC München

### Nachweis oder Beleg der Abstinenz Urin vs. Haare

Was wäre ein wirklicher Nachweis?  
Urinkontrolle alle 3 Tage?

Vergleich Urinkontrolle und Haaranalytik:

- Täglicher Konsum, d.h. starke Abhängigkeit, wird durch beide Methoden sicher erfasst
- Starke Konsumenten mit teilweiser Kontrollfähigkeit bei mittelfristiger Planung von Urinkontrollen: Haaranalyse für alle Drogenarten mit hoher Wahrscheinlichkeit positiv; bei Urinprobe für Opiate, Cocain, Amphetamine und Ecstasy-Wirkstoffe sicher ein negatives Ergebnis, da diese Wirkstoffe im Urin nur eine Nachweisdauer von maximal 3 Tagen besitzen; für Cannabinoide, die unter diesen Umständen eine Nachweisdauer bis zu 2 Wochen besitzen, wäre eine 14-tägige bis monatliche Urinkontrolle angebracht um mit gleicher Sicherheit den Konsum zu erfassen
- Gelegentliche und Wochenend-Konsumenten: Bei Haaranalyse mit größerer Wahrscheinlichkeit positive Befunde. Im kurzfristig für einen Wochentag angeordneten Urinrest ist auch hier für Opiate, Cocain, Amphetamine und Ecstasy-Wirkstoffe nur in Einzelfällen mit einem positiven Ergebnis zu rechnen. Lediglich die Wahrscheinlichkeit des Cannabinsnachweises würde durch kurzfristige Kontrollintervalle steigen, obwohl bei gelegentlichem Konsum die Nachweisdauer auch hier nur einige Tage beträgt.
- Entdeckung von einmaligem oder sehr seltenem Konsum für beide Methoden weniger wahrscheinlich
- Insgesamt durch zweimalige Haaranalyse eine höhere Trefferquote als durch sechsfache in Intervallen vorgenommene Urinkontrollen (ca. 6 % positive Urin- vs. 13 % positiven Haarproben)

FTC München

### Mindestanforderungen an die Bestimmungsgrenze

Substanzklasse Targetanalyt	Urin [ng/ml]	Haare [ng/mg]
<b>Cannabinoide</b> THC-COOH THC	10 (nach Hydrolyse)	0,02
<b>Opiate</b> Morphin (Codein, Dihydrocodein u. in Haaren MAM)	25 (nach Hydrolyse)	0,1
<b>Cocain</b> Benzoylcegonin Cocain	30	0,1
<b>Amphetamine</b> Amphetamin und Designer-Amph.	50	0,1
<b>Methodan</b> EDDP Methodan	50	0,1
<b>Benzodiazepine</b> Diazepam, Nordiazepam, Oxazepam, Alprazolam (OH-Alprazolam), Bromazepam (OH-Bromazepam), Flunitrazepam (7-Aminofl.), Lorazepam	50	0,05
<b>Ethylglucuronid</b>	100	0,007

### Bei Hinweis auf früheren Opiat-/Opioidkonsum Erweiterung zumindest auf folgende Opiode (inkl. Metabolite)

Substanzklasse Targetanalyt	Urin [ng/ml]	Haare [ng/mg]
Buprenorphin	1	0,05
Norbuprenorphin	1	0,05
Tilidin	(50)	0,05
Nortilidin	50	0,05
Oxycodon	50	0,05
Tramadol	50	0,05
Nortramadol	50	0,05
Fentanyl	10	0,05
Norfentanyl	10	0,05

FTC München

### Bestimmungsgrenze oder Cutoff

#### Was ist „gerechter“?

Definitionen:

- **Nachweisgrenze:** niedrigste Konzentration des Analyten in der Probe, bei der die Identifizierungskriterien erfüllt sind
- **Bestimmungsgrenze:** niedrigste Konzentration eines Analyten in der Proben, die mit akzeptablen Bias- ( $\pm 20\%$ ) und Präzisionsdaten ( $RSD \leq 20\%$ ) bzw. mit einer vorgegebenen relativen Ergebnisunsicherheit (33%, Signifikanz: 99%) bestimmt werden kann
- **Cutoff:** liegt deutlich über der Nachweisgrenze; für Festlegung sind nur bedingt analytische, sondern vielmehr drogenpolitische und ökonomische Gründe maßgebend.

*FTC München*

### Bestimmungsgrenze oder Cutoff

#### Zusammenhang zwischen Cutoff und Sensitivität

*FTC München*

### Bestimmungsgrenze oder Cutoff

#### Urin vs. Haare

- im Urin wird Nachweisfenster sinnvoll erhöht, da per se geringe Nachweisfenster auch in Anbetracht der Einbestellung
- im Haar besteht Gefahr, dass immer weiter zurückgeschaut wird und positive Befunde aus Zeiten vor Abstinenzbeginn resultieren

**Überlegung:**

- derzeitige Mindestanforderungen bei Haaren als Cutoff (zusätzliche Ausnahmen bei Cannabis und Cocain)
- bei Urin Herabsenkung der Mindestanforderungen und Gleichsetzung mit Cutoff

*FTC München*

### Einlagerung und Auswaschen

*FTC München*

### Haarwachstum und positive Befunde

*FTC München*

### Das Fitness-Studio und THC-COOH im Urin

Diskontinuierliche Ausscheidung,  
aber nie von negativ zu positiv !!!

#### Chron. Cannabiskonsumenten mit Diät und Ergometer-Versuche wiesen keinen Effekt auf

Westin, A. A., Mjones, G., Buchardt, O., Fuskevåg, O. M. & Stordal, L. (2014). Can physical exercise or food deprivation cause release of fat-stored cannabinoids? Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology 115 (5), 467–471.

*FTC München*

### Konsum oder Passivkonsum (oder akzidentell ?)

- was im Urin erscheint, ist durch den Körper gegangen
  - Konsum**
  - Passivkonsum**
  - unbewusste Aufnahme**
- was im Haar nachgewiesen wird, kann gerade bei Cannabis u. Cocain auch durch Umgang mit bzw. Exposition gegenüber der Droge auftreten

FTC München

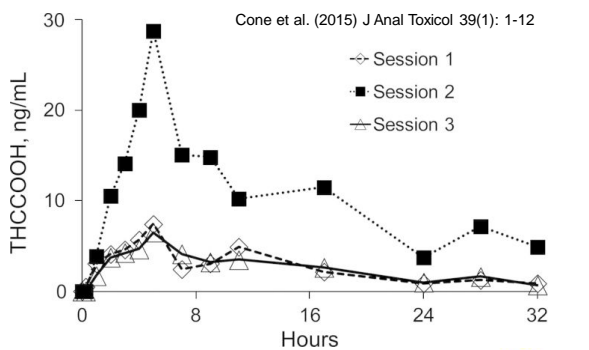
### Passivkonsum von Cannabis und Urin

Probanden	Bedingungen	Raumvolumen	Serumbefunde	Referenz
1	4 Joints à 2,8 mg THC, 60 min an 2 Tagen	15,5 m <sup>3</sup>	2,2 ng THC/mL 2,1 ng THC-COOH/mL nach 60 min	Perez-Reyes (1983)
4	6 Joints à 17,1 mg THC, 180 min	28 m <sup>3</sup>	ohne Befund	Law (1984)
5	6 Joints à 7,5 mg THC 30 min	1,65 m <sup>3</sup>	1,3-6,3 ng THC/mL nach 30 min 0-1,3 ng THC/mL nach 150 min	Morland (1985)
5	16 Joints à 2,8 mg THC, 60 min an 6 Tagen	12,2 m <sup>3</sup>	2,4-7,4 ng THC/mL	Cone (1986/1987)
8	Coffeeshop, 8-25 Gäste + 8 g Haschisch	200 m <sup>3</sup>	0-0,7 ng THC/mL 0-0,8 ng THC-COOH/mL	Röhrich (2010)

Röhrich: Urin i.d.R. < 5 ng/ml, nur ein Urin 8 ng/ml

FTC München

### Verlauf der Urinkonzentrationen



FTC München

### Neuer Ansatz: Nachweis von Metaboliten im Haar

#### Aufnahme in die CTU-Kriterien?

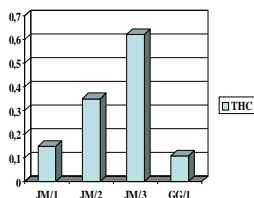
- THC-COOH im Haar in einigen Ländern Targetanalyt bei Analyse auf Cannabinoide
- Cocainmetabolite Cocaethylen und Norcocain werden schon seit Jahren herangezogen, neu sind Hydroxy-Metabolite von Cocain (vgl. auch EGDTH)

FTC München

### Drei gängige Untersuchungsmaterialien

#### Ist THC-COOH der bessere Marker?

- Anklage wegen Hehlerei, Betrug, Handel mit BtM – Haaranalyse durch STA veranlasst
- weibliche Probandin (JM) mit 9 cm langem Haarstrang (3 gleich lange Abschnitte JM/1, JM/2, JM/3); Mann (GG) mit 4,5 cm langen nicht segmentierten Haaren
- Mann („Ich rauche mehrmals täglich“), Frau („Ich konsumiere nie“)



#### THC-COOH

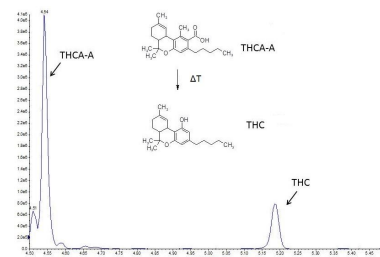
JM negativ  
GG 10 pg/mg

Somit wurden die Angaben der beiden Angeklagten analytisch bestätigt.

FTC München

### Drei gängige Untersuchungsmaterialien

#### Haaranalyse bei Cannabispatienten sinnvoll bei oraler Aufnahme und ggf. Vaporisation



FTC München

**Drei gängige Untersuchungsmaterialien**

**Vorschlag bei Cocainkonsum**

Franz et al. (2018) Forensic Sci Int 288:223-226

- Haarprobe positive aufgrund eines Konsums bei
  - **COC  $\geq$  0,1 ng/mg und:**
- positive Befunde für *para*- oder *meta*-Hydroxy-Benzoyllecgonin oder *para*- oder *meta*-Hydroxy-Norcocain erhalten wurden
- und/oder das Konzentrations-/Peakflächenverhältnis von *para*- oder *meta*-Hydroxy-Cocain liegt oberhalb von 0,1 bzw. 0,4
- und/oder das Konzentrationsverhältnis (Norcocain + Cocaethylen) / Cocain ist > 2%

FTC München

**Auswirkungen einer Haarbehandlung**

Abnahme von Substanzkonzentrationen wahrscheinlich, aber auch umgekehrt !!

- EtG nicht verwertbar bei Abstinenzüberprüfung, sonst nur bedingt
- bei anderen berauschenden Mitteln häufig Abfall der Konzentration, aber nicht zu kalkulieren, in welchem Ausmaß (Unsicherheitsfaktor)
- bei Exposition gegenüber Dämpfen/Stäuben auch Anstieg denkbar
- Einfluss auf Metaboliten-Verhältnisse für Cocain belegt

FTC München

**Cave bei Körperhaaren und Abstinenzbeleg**

Haarart	Ø Wachstumsgeschw. [mm/Tag; cm/Monat]		Zyklusdauer Monate	Ø Anteil kat.-tel [%]	Überblickter Zeitraum* Monate
Barthaare	0,17-0,33	0,5-1	1,5-3		<b>1,5-3 pro cm</b>
Armhaare	0,23-0,5	0,7-1,5	4-6	60	<b>4-6</b>
Beinhaare	0,13-0,25	0,4-0,8	3-6	50	<b>3-6</b>
Brusthaare	0,25	0,8	4-10	50	<b>4-10</b>
Schamhaare	0,3	0,9	22-33	50	<b>22-33</b>
Achselhaare	0,29-0,33	0,8-1	23-35	50	<b>23-36</b>

FTC München

**Überprüfung des Änderungsverhaltens durch segmentale Analysen**

	0-1,2 cm	1,2-2,4 cm	2,4-3,6 cm	3,6-4,8 cm	4,8-6,0 cm	6,0-7,2 cm
Cocain	0,03	0,09	0,21	0,54	1,14	1,59
Norcocain	n.n.	n.n.	n.n.	0,01	0,02	0,02
Cocaethylen	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,03
Benzoyllecgonin	0,01	0,02	0,05	0,19	0,42	0,56
MDMA	0,17	0,42	0,94	1,59	1,89	2,54
MDA	n.n.	n.n.	0,02	0,03	0,03	0,04
THC	0,01	0,03	0,06	0,11	0,10	0,10

FTC München

**Ist 30 pg/mg die „magische Grenze“?**

oder

**Nicht nur Toxikologie alleine !!**

- auch 20 pg/mg ist ein hoher Wert, 25 pg/mg wird in Literatur als Schwellenwert empfohlen
- 28 und 32 pg/mg unterscheiden sich nicht
- Werte über 100 pg/mg nicht selten, in Einzelfällen > 1000 pg/mg
- Fettsäureethylester als zusätzlicher Haarmarker
- Weitere Marker sind ggf. heranzuziehen
- Und es gibt ja auch noch den Psychologen .....

FTC München

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !!**



FTC München