

CharitéCentrum für diagnostische und präventive Labormedizin

Charité | Institut für Rechtsmedizin Turmstraße 21 Haus N | 10559 Berlin

Institut für Rechtsmedizin

Direktor: Prof. Dr. med. M. Tsokos

Prof. Dr. F. Pragst

Abteilung Forensische Toxikologie

Turmstraße 21 Haus N

10559 Berlin

Tel. + 49 30 450 525041

Fax + 49 30 450 525904

fritz.pragst@charite.de



Akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005

Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren

**Frei Hansestadt Bremen
Amt für Soziale Dienste
Hans-Böckler-Str. 9
28217 Bremen**

Ihr Zeichen

Ihre Nachricht

Unser Zeichen

Datum

30.04.2011

Untersuchung von Kinderhaarproben auf Belastung durch Drogen

Allgemeine Beurteilungsgrundlagen und Ergebnisübersicht

A. Literaturübersicht und Beurteilungsgrundlagen

In dieser Untersuchungsreihe geht es um Haarproben von Kinder unterschiedlichen Alters, die im Haushalt von drogenabhängigen Eltern leben, welche vorrangig mit Methadon substituiert sind. Dabei ist ein Beigebrauch von anderen Drogen möglich. Es sind folgende Fragen zu klären:

- Sind Methadon oder andere illegale Drogen im Haar der Kinder nachweisbar?
- Kann bei positivem Befund zwischen äußerer Eintragung in die Haare (z. B. aus Staub, Rauch oder durch Berührung mit Oberflächen) und Einlagerung über den Kreislauf der Kinder nach z.B. oraler Aufnahme oder Inhalation unterschieden werden?
- Wie sind bei positivem Befund die Konzentrationen einzuschätzen?

Da eine Gefährdung der Kinder durch Methadon im Mittelpunkt dieser Untersuchung steht, soll dieser Substanz besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden, jedoch sollen auch Opiate, Cocain, Amphetamine/Ecstasy und Cannabinoide einbezogen werden.

1. Methadon

Methadon wird metabolisch durch Abspaltung einer Methylgruppe zu seinem Hauptmetaboliten EDDP (2-Ethyliden-5-methyl-3,3-diphenyl-1-pyrrolidin) abgebaut. EDDP kommt in Methadonpräparaten nicht vor und seine Bildung durch üblichen chemischen Abbau außerhalb des Körpers ist nicht bekannt. Methadon und EDDP sind die im Haar untersuchten Substanzen zum Nachweis von Methadonkonsum. Allerdings wurde beschrieben, dass messbare Mengen EDDP (ca. 2%) als Artefact aus Methadon bei der GC-MS-Bestimmung im Injektor bei 260 °C entstehen können [10]. Diese thermische Umwandlung von Methadon in EDDP wurde auf ca. 25 % gesenkt, wenn die Injektortemperatur auf 180° gesenkt wurde. Sie wurde nicht bei LC-MS als Bestimmungsmethode beobachtet.

Die Bildung von EDDP als Artefact aus Methadon wurde auch bei der GC-MS-Methode, jedoch nicht in wesentlichem Maße bei der LC-QTOF-MS-Methode in Berlin festgestellt. Für die Bewertung der Anwesenheit und Konzentration von EDDP in den Haarproben wird daher das LC-QTOF-MS Ergebnis verwendet.

Konzentrationen im Haar

Methadon und EDDP wurden mehrfach im Haar beschrieben [1-9]. Danach wurden im Haar von Substitutionspatienten folgende Konzentrationsbereiche beschrieben, die gut mit den in den laufenden Untersuchungen erhaltenen eigenen Ergebnissen übereinstimmen:

Probanden	Methadon, ng/mg	EDDP, ng/mg	EDDP/Methadon	Literatur
26 Patienten	0.7-43, MW 8,2	0-5,0, MW 0,85	MW 0,10	[3]
26 Todesfälle	0,36-11.8	0,19-10,8	0,19-0,67	[4]
10 Patienten	9,5-80,8	2,4-6,25	0,1-0,3	[5]
8 Patienten	2,45-78,10, MW 23,8	0.98-7.76 3,2	MW 0,13	[7]
2 Patienten	10,8 und 21,0	0,5 und 2,6	0,046 und 12,4	[8]
3427 Proben	0 -322, Median 9,1	0-43,9, Median 1,1	Median 0,12	[9]
Eigene Ergebnisse (Berlin)	0,16-44 MW 7,9	0,05-8,70 MW 0,97	0,02-0,36 MW 0,15	
Drogenabhängige (Todesfälle)	Median 4,0	Median 0,50	Median 0,12	

Die Ergebnisse von Tsanaclis et al. über die statistische Verteilung der Konzentrationen (ng/mg) in einer großen Zahl N von Haarproben stellen einen guten Maßstab bei der Bewertung dar [9]:

	N	Percentile						Maximum
		5%	25%	50%	75%	95%	99%	
Methadon	3427	0.8	3.7	9.1	18.7	51.7	98.2	322.0
EDDP	2112	0.2	0.5	1.1	2.3	6.0	14.3	43.9

Methadon und EDDP in Kinderhaaren

Abgesehen von dem 2011 in Mosbach gezeigten Poster zu den in Bremen vor dieser Untersuchung analysierten Haarproben [11] findet man in der Literatur nur Angaben über Ergebnisse von Haaranalysen, die im Zusammenhang mit akuten überlebten Vergiftungen [12-14] oder Todesfällen [14,15] von Kindern mit Methadon durchgeführt wurden. Papaseit et al. berichteten über eine akute Methadonvergiftung eines 13 Monate alten Jungen, in dessen 1 cm langer Haarprobe 2,91 ng/mg Methadon und 0,74 ng/mg Heroin sowie 17,2 ng/mg Cocain und 0,6 ng/mg Benzoyllecgonin gefunden wurden [12]. EDDP als Marker für Körperpassage wurde nicht analysiert. Das Kind zeigte typische Entzugserscheinungen, die auf eine chronische Belastung mit Opiaten, wahrscheinlich durch „Hand-zu-Mund“-Aufnahme hinwiesen. Boroda et al. berichteten über einen Fall von vorsätzlicher häufiger Methadonverabreichung an zwei Kinder und positivem Haarbefund [13]. Konzentrationen wurden nicht angegeben. Kintz et al. berichteten über Haaranalyse bei vier überlebten und zwei tödlichen Methadonvergiftungen von Kindern [14] mit folgenden Ergebnissen:

Überlebte Vergiftungen (Alter 16 Monate im Fall 2, für die anderen Fälle nicht gegeben)

- Fall 1: 4 x 1 cm Abschnitte, Methadon 0,05–0,08 ng/mg, EDDP nicht nachgewiesen.
- Fall 2: 4 x 1 cm Abschnitte, Methadon 0.13–0,15 ng/mg, EDDP 0,02 ng/mg.
- Fall 3: 3 x 1.5 cm Abschnitte, Methadon 0,07–0,09 ng/mg, EDDP 0,01–0,03 ng/mg,
- Fall 4: 6 x 2 cm Abschnitte, Methadon 0,06–0,13 ng/mg, EDDP 0,02–0,03 ng/mg.

Todesfälle (Alter 2 und 3 Jahre)

Fall 5: 2 x 2 cm Abschnitte, Methadon 0,53–0,58 ng/mg, EDDP nicht nachgewiesen,

Fall 6: 4 x 1 cm Abschnitte, Methadon 0,44–0,77 ng/mg, EDDP 0,04–0,06 ng/mg.

In allen Fällen gab es keine charakteristischen Unterschiede zwischen den relativ niedrigen Konzentrationen in den Haarabschnitten. Die Autoren interpretierten die Ergebnisse daher im Gegensatz zu den stark positiven Urinbefunden als Folge einer chronischen Belastung der Kinder mit Methadon. Die Kinder hatten in Haushalten gelebt, in denen Methadon durch die Eltern eingenommen aber nicht mit der entsprechenden Sorgfalt gehandhabt wurde und Sauberkeit und Hygiene vernachlässigt waren. Es werden zwei Wege für die Einlagerung ins Haar vermutet: Häufige Ingestion kleiner Mengen bedingt durch Kontamination von z. B. Tellern und Haushaltsutensilien, und Kontamination durch Schweiß. In zwei weiteren Todesfällen, die vom gleichen Arbeitskreis untersucht wurden, hatten die Mütter den Kinder das Methadon vorsätzlich zur Ruhigstellung häufiger verabreicht [15]. Im 6 cm langen Haar des 14 Monate alten Mädchens wurden 1,91 ng/mg Methadon und 0,82 ng/mg EDDP gefunden. Die segmentweise Untersuchung der Haare des zweiten Mädchens ergab für die Anschnitte 0-1, 1-2, 2-3 und 3-5 cm von proximal nach distal steigende Konzentrationen von 1,0, 1,6, 2,3 und 21,3 ng/mg EDDP war nur im Abschnitt 3-5 cm messbar (5,1 ng/mg). Die Autoren erklärten die sehr hohe Konzentration im 3-5 cm Abschnitt als pränatale Einlagerung der methadonsubstituierten Mutter.

Methadon und EDDP im Schweiß

Es wird die Möglichkeit diskutiert, ob geringe Mengen an Methadon und EDDP bei Kontakt mit der Mutter über den Schweiß in die Kinderhaare eingetragen werden können. Hierfür gibt es bislang keine experimentellen Beweise, jedoch ist diese Möglichkeit nicht völlig auszuschließen, da

- heftiges und massives Schwitzen (Hyperhidrose) zu den häufigsten und lästigsten Nebenwirkungen bei Methadonbehandlung gehört. Die Patienten klagten bei kleinsten Anstrengungen über massive Schweißausbrüche, die als lästig und unangenehm empfunden werden, und müssen deshalb häufig die Kleidung wechseln.
- Methadon und EDDP werden mit dem Schweiß ausgeschieden, was zum Nachweis der Einnahme dieser Droge durch Pflastertest (sweat patches) genutzt werden kann [16,17]. Die Mengen in den auf dem Oberarm eine Woche lang getragenen Pflaster lagen bei 120 -2160 ng Methadon und 25-535 ng EDDP pro Pflaster. Das Verhältnis von EDDP/Methadon war wie im Haar 0,1-0,3. Es ist zu bedenken, dass die Schweißbildung an anderen Körperstellen deutlich stärker ausgeprägt ist als an den Oberarmen.

Die Übertragung durch Schweiß der Mutter könnte die Anwesenheit von EDDP im Haar erklären, wenn eine Ingestion der Droge durch das Kind ausgeschlossen ist, z. B. bei ausschließlicher Gab in einer Praxis.

2. Heroin

Analyte im Haar sind 6-Acetylmorphin, Acetylcodein, Codein, Dihydrocodein, Heroin, Morphin und Normorphin. Ein guter Maßstab für die Einordnung von Befunden sind auch hier die Ergebnisse von Tsanaclis und Wicks [9] (siehe Tabelle). Da die Hauptmetabolite des Heroins, 6-Acetylmorphin und Morphin, auch durch Hydrolyse außerhalb des Körpers entstehen, sind sie nicht zur sicheren Unterscheidung von äußerer Kontamination und Einlagerung über den Blutkreislauf geeignet sind. Der hierfür anwendbare Metabolit Normorphin wird wegen seiner geringen Konzentration in der Regel nicht gefunden. Heroin selbst wird nur bei schonender Haarextraktion, z. B. mit Methanol, nachgewiesen. Das Verhältnis von 6-Acetylmorphin zu Morphin hängt stark von den Extraktionsbedingungen ab. Allgemein scheint daher eine erhöhte Konzentration in den Waschflüssigkeiten das wichtigste Kriterium für eine äußere Kontamination der Haare zu sein, wenn diese kurzzeitig vor der Probennahme erfolgte.

Substanz	N	Percentil						
		5%	25%	50%	75%	95%	99%	Maximum
6-Acetylmorphine	3558	0.2	0.5	1.1	3.2	16.1	63.8	220.8
Acetylcodeine	1126	0.1	0.2	0.4	0.8	4.3	16.7	40.3
Codeine	4520	0.2	0.4	0.8	1.6	5.3	12.7	68.4
Dihydrocodeine	2415	0.2	0.5	1.3	4.2	27.1	61.3	182.7
Heroin	1103	0.1	0.4	1.0	2.7	13.8	62.2	146.4
Morphine	4798	0.2	0.7	2.1	5.0	16.3	41.1	291.3

Heroinmetabolite in Kinderhaaren

Es wurde ein Fall beschrieben, in dem eine wiederholte erzwungen Heroinverabreichung an ein 5jähriges Kind erfolgte. Das in mehreren Abschnitten untersuchte Haar enthielt zwischen 0,2 und 0,6 ng/mg 6-Acetylmorphin und zwischen 0,1 und 0,3 ng/mg Morphin.

Studien zu Morphin oder 6-Acetylmorphin bei Kindern in Haushalten von Heroinkonsumenten wurden nicht in der Literatur gefunden.

3. Cocain

Konzentrationsbereiche

Der Nachweis von Cocainmissbrauch im Haar erfolgt hauptsächlich durch Nachweis der unveränderten Droge und des Hauptmetaboliten Benzoylcegonin. Als Kriterium für Konsum wird das Verhältnis Benzoylcegonin/Cocain $\geq 0,05$ verwendet. Da aber Benzoylcegonin auch außerhalb des Körpers durch Hydrolyse aus Cocain gebildet werden kann, ist dieses Kriterium nicht sicher. Daher werden Norcocain und das bei gleichzeitigem Alkoholkonsum entstehende Cocaethylen als nicht-hydrolytischen Metabolite zum Beweis für systemische Einlagerung ins Haar verwendet. Zur Einordnung von Befunden sind auch hier die Daten von Tsanaclis und Wicks [9] (s. Tabelle) sehr geeignet, die allerdings Norcocain nicht enthalten. Dessen Konzentration liegt in der Regel unter 5 % des Cocains. Anhydrocegonin-methylester entsteht durch thermische Zersetzung von Cocain beim Rauchen und wird daher als Crack-Marker verwendet. Die Frage des eindeutigen Ausschlusses von externer Kontamination ist bei Cocain immer wieder Gegenstand kontroverser Diskussionen [19].

Substanz	N	Percentil						
		5%	25%	50%	75%	95%	99%	Maximum
Anhydrocegonin methyl ester	635	0.1	0.4	0.8	1.8	5.8	13.1	80.9
Benzoylcegonin	5458	0.1	0.4	1.0	2.9	13.6	36.1	163.7
Cocaethylen	1191	0.1	0.2	0.4	0.8	3.5	7.9	13.9
Cocain	7146	0.2	0.7	2.5	10.4	57.4	159.9	1093.8

Cocain und dessen Metabolite in Kinderhaaren

Cocain und dessen Metabolite wurden in mehreren Publikationen in Haaren von Kindern untersucht, deren Elter diese Droge konsumieren [20-25]. Die Gefahr der Kontamination von Haaren ist deshalb besonders hoch, weil die Droge auch geraucht wird und sich aus dem Rauch in den Haaren absetzen kann, oder sich als pulverförmige Substanz mit dem Staub auf Oberflächen absetzt. Passives Inhalieren oder Ingestion über Hand-zu-Mund-Kontakt können zur Einlagerung in die Haare über den Blutweg führen.

Es wurde festgestellt, dass Haare von Säuglingen und Kleinkindern stärker belaste sind als die von älteren Kindern [20]. Kidwell und Smith fanden bei Cocain konsumierenden Eltern 0-12,2 ng/mg (MW 2,4 ng/mg) Cocain und 0-1,9 ng/mg (MW 0,39 ng/mg) Benzoylcegonin und bei den zugehörigen Kindern 0-14,4 ng/mg (MW 2,4ng/mg) Cocain und 0-5,4 ng/mg (MW 0,74 ng/mg) Benzoylcegonin in den Haaren der zugehörigen Kinder. Ausgehend von diesen etwa gleich hohen Werten nehmen sie an, dass Kinder niemals so viel Cocain parenteral aufgenommen haben können als die

Eltern und dass ein wesentlicher Teil durch passive Eintragung aus der Umgebung ins Haar gelangt sein muss. Cocain kann dort zu Benzoylcegonin hydrolysieren. Die höheren Konzentrationen bei Säuglingen und kleineren Kindern werden durch den häufigeren und intensiveren Kontakt mit der Mutter und Übertragung durch Schweiß erklärt.

Joya et al. beschrieben für 21 von 90 untersuchten Kindern im Alter von 18 Monate bis 5 Jahre, die keine akuten Symptome aufwiesen, Cocain-Konzentrationen von 0,3-5,96 ng/mg (Median 1,6 ng/mg) und Benzoylcegonin 0,2-1,4 ng/mg (Median 0,9 ng/mg) im Haar bei Verhältnissen Benzoylcegonin/Cocain 0,05-1,01 (Median 0,2) [24]. Bei einigen der Eltern wurden Cocain 0,3-24,3 ng/mg und Benzoylcegonin 0,3-2,7 ng/mg gemessen. Die Autoren gehen von einer vornehmlich parenteralen Belastung der Kinder im Haushalt aus, z. B. in den Mund nehmen von kontaminierten Gegenständen.

4. Amphetamine und Ecstasy

Die Bewertung von Konzentrationen im Haar kann wiederum anhand der Daten von Tsanaclis und Wicks vorgenommen werden [9], die mit den Ergebnissen anderer Autoren gut übereinstimmen.

Substanz	N	Percentil						
		5%	25%	50%	75%	95%	99%	Maximum
Amphetamin	3279	0.2	1.0	3.2	11.8	73.7	210.7	818.7
MDA	565	0.1	0.1	0.3	0.7	1.9	6.0	14.6
MDEA	53	0.1	0.2	0.5	1.0	5.3	7.2	7.2
MDMA	2213	0.2	0.5	1.2	3.9	17.1	43.0	206.9
Methamphetamin	97	0.1	0.2	0.6	5.5	45.4	128.1	128.

Amphetamine und Ecstasy werden fast ausschließlich in Form von Tabletten oral eingenommen. Eine externe Kontamination der Haare von Kindern spielt daher eine untergeordnete Rolle. Eine Ausnahme spielen dabei Kinder, die in Haushalten mit Herstellung oder Verteilung dieser Drogen aufwachsen, wie z.B. Methamphetamin [26]. Bei dieser Untersuchung von 103 Kinderhaarproben wurde bei 45% Methamphetamin und bei 15 % zusätzlich Amphetamin im Haar nachgewiesen. Letzteres wurde als Beweis dafür angesehen, dass ein erheblicher Teil der Droge auch systemisch aufgenommen wurde.

5. Cannabinoide

Die routinemäßige Testung von Haarproben auf Cannabinoide wird allgemein durch Bestimmung von Δ^9 -Tetrahydrocannabinol (THC) vorgenommen. Cannabinol und Cannabidiol werden bei gleichzeitiger Bestimmung zur Bestätigung herangezogen. Für die Bewertung wird eine THC-Konzentration $\geq 0,02$ ng/mg allgemein als typisch für einen gelegentlichen Konsum angesehen. Regelmäßiger Konsum entspricht einer Konzentration $\geq 0,7$ ng/mg, wobei dieser Wert jedoch nicht allgemeingültig festgelegt ist.

Da Cannabisprodukte überwiegend geraucht werden, ist eine passive Abscheidung im Haar aus dem Rauch möglich. In Zweifelsfällen wird daher der Hauptmetabolit THC-Carbonsäure (THC-COOH) als Konsummarker im Haar im Haar bestimmt, der dort allerdings nur in sehr niedriger Konzentration vorkommt, so dass untere Grenzwerte von 0,1 oder auch 0,05 pg/mg für aktiven Konsum festgelegt wurden.

Publikationen über Cannabiskonzentrationen in Kinderhaaren bei Cannabiskonsum der Eltern wurden erstaunlicherweise nicht in der Literatur gefunden. Externe Kontamination als Ursache für positive Cannabisbefunde ist jedoch auch bei Erwachsenen bekannt [21,22]. Uhl und Sachs fanden z. B. bei der Partnerin eines starken Cannabiskonsumers hohe THC- und CBN-Werte im Haar, ihre Abstinenzbehauptung konnte jedoch durch einen negativen THC-COOH-Befund im Haar unterstützt werden [27].

Trotz dieses Mangels an Daten wird in der vorliegenden Untersuchung davon ausgegangen, dass die positiven Befunde in den Kinderhaaren durch passive Einwirkung des Rauches der Cannabis konsumierenden Eltern entstanden sind, da ein aktiver Konsum, insbesondere Rauchen oder regelmäßige orale Aufnahme in der notwendigen Menge kaum denkbar ist. Für den Nachweis von THC im Haar nach oraler Aufnahme gibt es bislang keine Belege in der Literatur [29].

B. Ergebnisübersicht

Es wurden 28 Kinderhaarproben und 7 Haarproben von erwachsenen Bezugspersonen in den toxikologischen Labors der rechtsmedizinischen Institute der Charité Berlin und des Universitätsklinikums Hamburg auf illegale Drogen analysiert. Zu jeder Probe wurde ein ausführliches Gutachten erstellt. Ein Überblick über die Ergebnisse ist getrennt für die Kinder und die Erwachsene in den Tabellen 1 und 2 gegeben. Damit ergibt sich folgendes Bild:

1. Kinderhaarproben

Die 28 Kinderhaarproben lassen sich wie folgt bezüglich des Kontaktes zu Drogen einteilen:

- In **5 Fällen** war kein Kontakt zu irgendwelchen Drogen nachweisbar.
- In weiteren **5 Fällen** wurde ausschließlich Cannabis festgestellt. 2 dieser Fälle befinden sich im Alter von 9 bzw. 11 Jahren ([REDACTED]), so dass schon aktiver Konsum in Erwägung gezogen werden kann. Bei den übrigen sollte es sich um Ablagerung aus dem Rauch Erwachsener ins Haar handeln.
- Cannabis wurde auch in 8 weiteren Fällen neben anderen Drogen im Haar festgestellt. Von den somit insgesamt 13 Cannabis-positiven Haarproben waren 3 Proben sehr stark und 10 Proben schwächer belastet. Es fällt auf, dass abgesehen von den beiden größeren Kindern (9 und 11 Jahre) die überwiegende Zahl dieser Proben (10 von 11) Kinder im Alter von 1 oder 2 Jahren betrifft, die offensichtlich dem Rauch der Bezugspersonen in der Wohnung besonders stark ausgesetzt sind.
- In **10 Fällen** wurde eine geringe Belastung der Haare mit Methadon (7x) und/oder Cocain (8x) festgestellt. Eine Körperpassage konnte in diesen Fällen nicht nachgewiesen werden, der Nachweis war aber wegen der niedrigen Konzentrationen auch nicht sicher möglich. Es ist davon auszugehen, dass in der Umgebung der Kinder mit diesen Drogen umgegangen wurde.
- In **einem Fall** (KG 0307) wurde ausschließlich Methadon in höherer Konzentration feststellbar, ohne dass Körperpassage nachweisbar war, obwohl dieser Nachweis bei der Konzentration durch EDDP möglich ist. Hier ist im Wesentlichen von äußerer Kontamination auszugehen.
- In **7 Fällen** waren höhere Konzentrationen an Drogen nachweisbar:
 - [REDACTED] - Cocain bei Nachweis der Körperpassage durch Norcocain
 - [REDACTED] - Heroin, Nachweis durch 6-Acetylmorphin, Körperpassage aber nicht sicher nachweisbar
 - [REDACTED] - Ausschließlich Methadon, teilweise Körperpassage
 - [REDACTED] - Methadon (kein EDDP) und Amphetamin (Prüfung auf Körperpassage nicht möglich)
 - [REDACTED] - Cocain mit Nachweis der Körperpassage durch Norcocain
 - [REDACTED] - Ausschließlich Methadon, teilweise Körperpassage
 - [REDACTED] - Methadon (Nachweis von Körperpassage durch EDDP) und Cocain (Nachweis von Körperpassage nicht sicher möglich)
- Methadon wurde in 12 Fällen gefunden: in drei Fällen in höherer Konzentration mit Körperpassage, in zwei Fällen in höherer Konzentration ohne Nachweis von Körperpassage und 7 Fällen in geringer Konzentration ohne Nachweis von Körperpassage. Als alternative Erklärung für EDDP (Körperpassage) im Haar von Kleinkindern wird Schweiß der mit Methadon behandelten Mütter nicht völlig ausgeschlossen
- Cocain ist mit 12 Fällen die am häufigsten festgestellte harte Droge. In drei der Fälle liegen relativ hohe Konzentrationen vor (s. o.).
- Heroin wurde in 3 Fällen festgestellt, einer davon in höherer Konzentration (s.o.).
- In einem Fall ([REDACTED]) wurde Amphetamin und Ecstasy neben Methadon, Heroin, Cocain und Cannabis festgestellt. Hier scheint Polytoxikomanie vorzuliegen.

Tabelle 1: Ergebnisse der Analyse von 28 Kinderhaarproben, nach Alter der Kinder geordnet.

Probe Nr.	Fall	Alter, Jahre	Methadon	Heroin	Cocain	Amphetamin	MDMA (Ecstasy)	Cannabis THC	Benzo-diazepine
E11-266	██████	01	-	-	+++	-	-	-	-
E11-274	██████	01	-	-	-	-	-	-	-
E11-278	██████	01	-	-	-	-	-	+	-
E11-286	██████	01	-	-	+	-	-	+	-
E11-260	██████	01	+	+++	-	-	-	++	+
E11-262	██████	01	+++	-	-	-	-	-	-
E11-272	██████	01	-	-	+	-	-	++	-
E11-284	██████	01	+	-	-	-	-	-	-
E11-276	██████	01	++	+	+	+++	+	++	-
E11-263	██████	02	-	+	+	-	-	+	-
E11-285	██████	02	-	-	-	-	-	+	-
E11-291	██████	02	+	-	+	-	-	+	-
E11-282	██████	02	-	-	-	-	-	+	-
E11-273	██████	02	-	-	+	-	-	+	-
E11-275	██████	03	-	-	-	-	-	-	-
E11-268	██████	03	+	-	-	-	-	-	-
E11-269	██████	04	++	--	-	-	-	-	-
E11-264	██████	04	+	-	+++	-	-	-	-
E11-265	██████	05	-	-	-	-	-	-	-
E11-258	██████	05	+	-	+	-	-	-	-
E11-288	██████	05	+++	-	-	-	-	-	-
E11-280	██████	05	-	-	+	-	-	+	-
E11-283	██████	05	-	-	-	-	-	-	-
E11-271	██████	06	-	-	-	-	-	-	-
E11-259	██████	07	+++	-	+++	-	-	-	-
E11-261	██████	08	+	-	+	-	-	-	-
E11-290	██████	09	-	-	-	-	-	+	-
E11-279	██████	11	-	-	-	-	-	+	-

- Kein Hinweis auf Anwesenheit dieser Droge oder deren Abbauprodukte
- + *Bei basischen Drogen:* Sehr geringe Konzentrationen, Unterscheidung der Einlagerung ins Haar durch äußere Kontamination und systemische Einlagerung ist nicht möglich, Nachweis für Umgang mit der Droge in der Umgebung des Kindes.
Bei Cannabis: THC unter 0,1 ng/mg (Berlin) bzw. bis um 0,1 (Hamburg)
Bei Benzodiazepinen: Nachweis von Diazepam im unteren Bereich, Kontamination unwahrscheinlich
- ++ *Bei Methadon oder Cocain:* Deutlich erhöhte Konzentration, aber kein Nachweis für Körperpassage (Einlagerung aus dem Innern des Körpers) da entsprechende (nicht hydrolytische) Metabolite nicht nachweisbar waren. Hier ist von hauptsächlichlicher Kontamination von außen auszugehen.
Bei Cannabis: THC über 0,1 ng/mg in beiden Labors.
- +++ *Bei Methadon und Cocain:* Erhöhte Konzentration, sicherer Nachweis von Körperpassage durch Nachweis von EDDP bzw. Norcocain.
Bei Heroin: Erhöhte Konzentration, Nachweis von Körperpassage nicht möglich, da 6-Acetylmorphin auch außerhalb des Körpers entstehen kann.
Bei Amphetamin: Erhöhte Konzentration, Nachweis von Körperpassage nicht möglich, da ein entsprechender Metabolit generell fehlt.

2. Haarproben von erwachsenen Bezugspersonen

Die bei den sieben erwachsenen Bezugspersonen festgestellten Befunde sind in Tabelle 2 zusammengefasst. In einem Fall (█) wurden keine Drogen gefunden. In einem zweiten Fall war neben Cannabis nur geringe Konzentrationen an 6-Acetylmorphin als Heroinabbauprodukt vorhanden. Methadonkonzentrationen wie sie bei der Substitutionsbehandlung typisch sind, wurden nur in 2 Fällen festgestellt, wobei sich in einem Fall (█) keine Hinweise auf irgendwelchen Beigebrauch fanden, während im zweiten Fall (█) zusätzlich Cocain, Amphetamin, Ecstasy und Cannabis nachweisbar waren. In zwei weiteren Fällen war Methadon nur in geringen Mengen vorhanden. In zwei Fällen (█) spricht die Cocainkonzentration im Haar für regelmäßigen Konsum dieser Droge.

Tabelle 2. Ergebnisse der Analyse von 7 Haarproben von erwachsenen Bezugspersonen

Probe Nr.	Fall	Alter, Jahre	Methadon	Heroin	Cocain	Amphetamin	MDMA (Ecstasy)	Cannabis THC	Benzo-diazepine
E11-289	█	23	+	-	+++	-	-	+	-
E11-287	█	33	+	-	-	-	-	-	-
E11-257	█	34	-	-	+++	+	-	+	-
E11-277	█	35	-	+	-	-	-	+	-
E11-267	█	36	+++	-	-	-	-	-	-
E11-281	█	37	+++	-	+	++	++	++	-
E11-270	█	49	-	-	-	-	-	-	-

- Kein Konsum nachweisbar.

+ Nachweis der Droge, unterhalb des typischen Bereiches für Konsum, Kontamination oder seltener Konsum. Bei Cannabis auch gelegentlicher Konsum.

++ Gelegentlicher Konsum, bei Cannabis auch regelmäßiger Konsum möglich

+++ Typischer Bereich für therapeutische Einnahme von Methadon oder regelmäßigen Missbrauch bei Cocain.

Literaturverzeichnis

- [1] B. Madea und F. Mußhoff (Edts.), *Haaranalytik - Technik und Interpretation in Medizin und Recht*, Deutscher Ärzte-Verlag, Köln, 2004. S. 155-159.
- [2] P. Kintz (Ed.), *Analytical and Practical Aspects of Drug Testing in Hair*, CRC Taylor & Francis, Boca Raton, FL, 2006. S. 82-83.
- [3] C. Girod, C. Staub, *Methadone and EDDP in hair from human subjects following a maintenance program: results of a pilot study*, *Forensic Sci. Int.* 117 (2001) 175-184.
- [4] F. Pragst, F. Sporkert, *Determination of methadone and its metabolites EDDP and EMDP in human hair by headspace solid-phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry*, *J Chromatogr B Biomed Sci Appl.* 746 (2000) 255-264.
- [5] S. Paterson, R. Cordero, M. McPhillips, S. Carman, *Interindividual dose/concentration relationship for methadone in hair*. *J. Anal. Toxicol.* 27 (2003) 20-23.
- [6] G. Cooper, L. Wilson, C. Reid, D. Baldwin, C. Hand, V. Spiehler, *Comparison of Cozart microplate ELISA and GC-MS detection of methadone and metabolites in human hair*. *J. Anal. Toxicol.* 29 (2005) 678-681.
- [7] A.C. Lucas, A.M. Bermejo, M.J. Tabernero, P. Fernández, S. Strano-Rossi, *Use of solid-phase microextraction (SPME) for the determination of methadone and EDDP in human hair by GC-MS*. *Forensic Sci Int.* 107 (2000) 225-232.
- [8] D.G. Wilkins, P.R. Nagasawa, S.P. Gygi, R.L. Foltz, D.E. Rollins, *Quantitative analysis of methadone and two major metabolites in hair by positive chemical ionization ion trap mass spectrometry*, *Anal. Toxicol.* 20 (1996) 355-361.

- [9] L. Tsanaclis, J.F. Wicks., Patterns in drug use in the United Kingdom as revealed through analysis of hair in a large population sample, *Forensic Sci Int.* 170 (2007) 121-128.
- [10] F.R. Galloway, N.F. Bellet. Methadone conversion to EDDP during GC-MS analysis of urine samples. *J. Anal. Toxicol.* 23 (1999) 615-619.
- [11] K. Boomgaarden-Brandes, N. Tobias, M. Thoben, K. Weise, S. Bertram, B. Mühlbauer, Opiate addiction of the parents as a potential high risk factor for child maltreatment. Poster P29 zum 17. GTFCh-Symposium, 14.-16. April 2011, *Toxichem Krimtech* 78 (2011) 134-135.
- [12] E. Papaseit, E. Corrales, C. Stramesi, O. Vall, A. Palomeque, O. Garcia-Algar, Postnatal methadone withdrawal syndrome: hair analysis for detecting chronic exposure. *Acta Paediatr.* 99 (2010) 162-163.
- [13] A. Boroda, W.Gray, Hair analysis for drugs in child abuse. *J. R. Soc. Med.* 98 (2005) 318-319.
- [14] P. Kintz, J. Evans, M. Villain, V. Cirimele. Interpretation of hair findings in children after methadone poisoning, *Forensic Sci. Int.* 196 (2010) 51-54.
- [15] P. Kintz, M. Villain, V. Dumestre-Toulet, B. Capolaghi, V. Cirimele, Methadone as a chemical weapon: two fatal cases involving babies. *Ther. Drug. Monit.* 27 (2005) 741-743.
- [16] N. Fucci, N. De Giovanni, Methadone in hair and sweat from patients in long-term maintenance therapy. *Ther. Drug Monit.* 29 (2007) 452-454.
- [17] N. Fucci, N. De Giovanni, S. Scarlata, Sweat testing in addicts under methadone treatment: an Italian experience. *Forensic Sci Int.* 30174 (2008) 107-110.
- [18] S. Strano Rossi, C. Offidani, M. Chiarotti, Application of hair analysis to document coercive heroin administration to a child, *J. Anal. Toxicol.* 22 (1998) 75-77.
- [19] F. Pragst, H. Sachs, P. Kintz, Hair analysis for cocaine continues to be a valuable tool in forensic and clinical toxicology, *J. Anal. Toxicol.* 34 (2010) 354-355.
- [20] F. Garcia-Bournissen, M. Nesterenko, T. Karaskov, G. Koren, Passive environmental exposure to cocaine in Canadian children. *Paediatr. Drugs.* 11 (2009) 30-32.
- [21] N. Taguchi, M. Mian, M. Shouldice, T. Karaskov, J. Gareri, I. Nulman, Z.H. Verjee, G. Koren, Chronic cocaine exposure in a toddler revealed by hair test. *Clin. Pediatr. (Phila).* 46 (2007) 272-275.
- [22] De Giorgio F, Rossi SS, Rainio J, Chiarotti M. Cocaine found in a child's hair due to environmental exposure?, *Int. J. Legal Med.* 118 (2004) 310-312.
- [23] F.P. Smith, DA.Kidwell Cocaine in hair, saliva, skin swabs, and urine of cocaine users' children, *Forensic Sci Int.* 83 (1996) 179-189.
- [24] X. Joya, E. Papaseit, E. Civit, M. Pellegrini, O. Vall, O. Garcia-Algar, G. Scaravelli, S. Pichini. Unsuspected exposure to cocaine in preschool children from a Mediterranean city detected by hair analysis, *Ther. Drug Monit.* 31 (2009) 391-395.
- [25] D. Lewis, C. Moore, P. Morrissey, J. Leikin, Determination of drug exposure using hair: application to child protective cases. *Forensic Sci. Int.* 84 (1997) 123-128.
- [26] K. Farst, J.A. Reading Meyer, T. Mac Bird, L. James, J.M. Robbins, Hair drug testing of children suspected of exposure to the manufacture of methamphetamine, *J. Forensic Leg. Med.* 18 (2011) 110-114.
- [27] M. Uhl, H. Sachs, Cannabinoids in hair: strategy to prove marijuana/hashish consumption. *Forensic Sci. Int.* 145 (2004) 143-147.
- [28] V. Auwärter, A. Wohlfarth, J. Traber, D. Thieme, W. Weinmann, Hair analysis for Delta9-tetrahydrocannabinolic acid A--new insights into the mechanism of drug incorporation of cannabinoids into hair, *Forensic Sci. Int.* 196 (2010) 10-13.
- [29] M.A. Huestis, R.A. Gustafson, E.T. Moolchan, A. Barnes, J.A. Bourland, S.A. Sweeney, E.F. Hayes, P.M. Carpenter, M.L. Smith, Cannabinoid concentrations in hair from documented cannabis users. *Forensic Sci Int.* 169 (2007) 129-136.

Prof. Dr. F. Pragst
Forensischer Toxikologe