

U. Mareck-Engelke, H. Geyer, W. Schänzer

## Cannabismissbrauch im Hochleistungssport

### *Misuse of cannabinoids in high level competition*

Institut für Biochemie, Deutsche Sporthochschule Köln

#### Zusammenfassung

Nach der Definition des IOC ist für die Olympischen Spiele die Anwendung von Cannabisprodukten in Form von Haschisch bzw. Marihuana verboten. Das IOC stellt den Fachverbänden frei, Cannabinoide auf ihre Dopinglisten zu setzen oder nicht.

Der Hauptwirkstoff von Haschisch bzw. Marihuana ist Tetrahydrocannabinol (THC), dessen Oxidationsprodukt 11-Nor-9-carboxy- $\Delta$ 9-tetrahydrocannabinol (Carboxy-THC) im Urin nachgewiesen wird. Für diesen THC-Metaboliten wurde ein Grenzwert von 15 ng/ml festgelegt, um Positiv-Befunde aufgrund Passivrauchens zu vermeiden.

Dieser Artikel soll einen Eindruck über das Ausmaß der Verwendung dieser Droge im Hochleistungssport der Jahre 1998 und 1999 sowie deren Verteilung auf Sportarten und Geschlechter vermitteln. Bei den untersuchten Urinen handelt es sich um Proben aus nationalen und internationalen Sportverbänden, die im Rahmen von Dopingkontrollen mittels Gaschromatographie/Massenspektrometrie (GC/MS) analysiert wurden.

Der prozentuale Anteil an Urinen, die eine Konzentration von mehr als 15 ng/ml des Cannabis-Metaboliten Carboxy-THC aufweisen, lag bei 0.5 % (1998) bzw. 0.6 % (1999). Der Anteil von Frauenurinen an den positiven THC-Befunden ist mit jeweils 3% sehr gering. Die betroffenen Verbände beider Jahre sind ähnlich. An der Spitze stehen Spisportarten, bei denen Cannabinoide noch nicht verboten sind.

Die Stellung der einzelnen Sportverbände zum Verbot von Cannabinoiden ist bisher uneinheitlich.

**Schlüsselwörter:** Doping, Cannabis, Leistungssport

#### Einleitung

Nach Maßgabe des IOC ist die Verwendung von Cannabisprodukten für die Olympischen Spiele grundsätzlich für sämtliche Sportarten verboten. Cannabinoide sind auf der Dopingliste des IOC unter „eingeschränkt verbotenen Wirkstoffen“ zu finden.

Bei der Cannabispflanze handelt es sich um indischen Hanf (*Cannabis sativa*) aus der Familie der Maulbeerbaumgewächse. Im Gegensatz zum Faserhanf enthält der indische Hanf in relevanten Mengen psychotrop wirksame Substanzen. Als Inhaltsstoffe sind über 30 Cannabinoide bekannt, wobei das  $\Delta$ 9-Tetrahydrocannabinol ( $\Delta$ 9-THC) die wirksamste Verbindung darstellt.

#### Summary

According to the IOC rules, the use of cannabinoids (e.g. Marijuana, Hashish) is forbidden and tests for cannabinoids will be conducted at the Olympic Games. The IOC, however, allows each Sport Organization to decide whether or not to place cannabinoids on their list of forbidden substances.

A cut-off limit of 15 ng/mL for the main metabolite 11-nor- $\Delta$ 9-tetrahydrocannabinol-9-carboxylic acid has been defined in order to avoid passive smoking. Positive Results due to prohibition of cannabinoids depend on behalf of the single federation.

The extent of the use of cannabinoids in sports in 1998 and 1999 is presented here as well as the distribution by sport type and gender. Doping control urine samples from national and international federations were analyzed by gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS).

In 1998 as well as in 1999 the percentage of urine samples which contain more than 15 ng/mL of 11-nor- $\Delta$ 9-tetrahydrocannabinol-9-carboxylic acid is similar (1998: 0.5% ; 1999: 0.6%). The female urine samples with positive cannabinoid cases is very low (3%). Most of the urine samples containing concentrations of THC-metabolite higher than 15 ng/mL originate from federations which have not banned cannabinoids. The rules of the different federations regarding the abuse of cannabinoids are still nonuniform.

**Key words:** doping, cannabinoids, high level competition

Haschisch ist das Harz der Spitzen der blühenden weiblichen Pflanze (enthält 3-6 %  $\Delta$ 9-THC). Marihuana ist ein Tabak, der aus den getrockneten Blättern und Blüten gewonnen wird (enthält 1-3 %  $\Delta$ 9-THC). Die gängigste Konsumform ist das Rauchen eines „Joints“, als „Kiffen“ bezeichnet. Die orale Aufnahme durch Cannabis-Gebäck (Plätzchen oder Kuchen) ist dagegen wesentlich seltener. Als wirksame Rauschdosis werden 15 mg THC bei der Aufnahme durch Rauchen angesehen. 2 mg soll die unterste, einen merkbaren Effekt auslösende Einzeldosis sein. Bei oraler Aufnahme werden größere Mengen benötigt. (2,5,7)

Der Missbrauch von Cannabinoiden wird in der Dopinganalytik durch den Nachweis des urinär ausgeschiedenen

Metaboliten Carboxy-THC nachgewiesen. Um Positiv-Befunde aufgrund Passivrauchens zu vermeiden, wird vom IOC ein Grenzwert von 15 ng/ml empfohlen.

#### Wirkungen von $\Delta^9$ -Tetrahydrocannabinol

Vermittelt werden die THC-Wirkungen über den Cannabinoid-Rezeptor, der in verschiedenen Bereichen des Gehirns vorkommt. THC besitzt überwiegend psychotrope Wirkungen. Es wird zwischen akuten und chronischen Wirkungen unterschieden.

Zu den akuten Wirkungen wird ein Gefühl der Entspannung, eine leichte Euphorie sowie eine Distanz zu Alltagsproblemen angegeben. Sinnesreize werden intensiver empfunden und Denkprozesse phantasievoller und berausender erlebt. Die Menge der applizierten Dosis spielt hierbei eine entscheidende Rolle. Bei Dosen bis 5 mg THC sollen vornehmlich sedative Effekte überwiegen, während bei Dosen von über 15 mg THC Erregung bis hin zu psychotischen Anfällen möglich sind. Cannabis wirkt im weiteren schmerzstillend, gegen Erbrechen und antiepileptisch.

Bei den chronischen Wirkungen soll sich eine Toleranz ausbilden, d.h. die Dosis muss gesteigert werden, um die gleiche Wirkungsstärke zu erleben. Cannabis kann zur psychischen Abhängigkeit führen. Für die Ausbildung einer physischen Abhängigkeit gibt es keine gesicherten Daten. (2,5,7,9,12)

#### Cannabis als Arzneimittel

Der psychotrope Wirkstoff von Cannabis sativa, das linksdrehende Trans-Isomer des Delta-9-3,4-trans-Tetrahydrocannabinols (internationaler Freiname Dronabinol), gehört seit 2. Februar 1998 laut Anlage III des Betäubungsmittelgesetzes zu den „verkehrs-fähigen und verschreibungspflichtigen Betäubungsmitteln“ (1). Dronabinol darf demnach verschrieben und in den Verkehr gebracht werden. Es ist allerdings als Fertigarzneimittel in Deutschland noch nicht im Handel und muss aus dem Ausland bezogen werden.

Weltweit einziges Dronabinol-Präparat ist das in den USA hergestellte und dort zugelassene Marinol. Die therapeutische Verwendung von Marinol ist in den USA auf zwei Indikationen beschränkt: Appetitlosigkeit bei Gewichtsverlust von Aids- und Krebspatienten sowie Übelkeit und Erbrechen, die mit anderen Medikamenten nicht beherrschbar sind (z.B. bei Krebspatienten unter einer Chemotherapie).

Das deutsche Gesetz dagegen sieht keine Indikationsbeschränkung vor. Dronabinol kann bei jedem Krankheitszustand rezeptiert werden, bei dem sich der behandelnde Arzt einen Behandlungserfolg verspricht. Mögliche Indikationen für Dronabinol sind Glaukom (die orale Gabe von THC senkt den Augeninnendruck für mehrere Stunden), Spastik bei Querschnittgelähmten und Patienten mit Multipler Sklerose, Schmerzzustände (z.B. bei Tumorerkrankungen und Neuralgien) sowie Epilepsie.

#### Cannabis als Dopingsubstanz

Mögliche leistungssteigernde Wirkungen im Sport können aus den bereits beschriebenen psychotropen Wirkungen

(Entspannung, Euphorie) des THC resultieren. Athleten, die hochnervös sind oder unter hoher psychischer Anspannung stehen, können den entspannenden Effekt vorteilhaft nutzen.

In Spportsportarten kann es auch zu einer Gefährdung der Mitspieler kommen, da aufgrund der sedierenden Wirkung und einer Distanz zu der aktuellen Spielsituation ein höheres Risiko in Zweikämpfen in Kauf genommen wird.

Besonders in Sportarten mit hohem Risikopotential wie z.B. Downhill (Radsport), Skiabfahrtslauf und Motorsport kann die psychische Wirkung eine Gefährdung durch ein erhöhtes Unfallrisiko für die Athleten darstellen. Die ebenfalls auftretende Verschlechterung der Koordination erhöht das Unfallrisiko zusätzlich.

Aus den erläuterten Gründen haben einige Verbände wie z.B. der Internationale Skiverband (FIS) und der Motorsportverband (FISA) ein THC-Verbot im Wettkampf zum Schutz des Athleten ausgesprochen.

### Stellungnahme der Verbände zu Cannabinoiden

#### Internationale Verbände

Das „Directory of Anti-Doping Regulations of International Sport Federations“ (3) verschafft einen ersten Überblick. (Die verwendete Ausgabe von 1997 ist die – nach Angabe des Herausgebers – zur Zeit aktuellste Version.) Das Doping-Reglement von 60 internationalen Verbänden ist hier zusammengetragen. Zusammenfassend lässt sich sagen:

- Die Mehrzahl der internationalen Verbände hat das IOC-Regelwerk übernommen. In diesem Reglement gehören Cannabinoide zu eingeschränkt verbotenen Wirkstoffen. Dies bedeutet, dass die einzelnen Verbände über ein definitives Verbot entscheiden und gegebenenfalls einen Grenzwert festlegen können. Im Falle eines positiven THC-Befundes muss das Dopinglabor den entsprechenden Verband um Stellungnahme zu Cannabinoiden bitten.
- Andere Verbände haben ein eigenes Regelwerk. So sind bei Risiko-Sportarten wie Motorrad- und Motor-Sport Cannabinoide ausdrücklich **verboten**. Darüber hinaus haben der Billard- und Skisport-Verband **Grenzwerte** festgelegt, die Passivrauchen ausschließen sollen.
- Fehlt hingegen eine Stellungnahme zu THC bei Verbänden mit eigenem Reglement, kann darauf geschlossen werden, dass der Wirkstoff nicht verboten ist.

#### Nationale Dach-Verbände (beispielhaft für Österreich, Italien und Deutschland)

Die für die nationalen österreichischen Verbände zuständige Bundes-Sport-Organisation (BSO) sanktioniert positive THC-Befunde sowohl bei Trainings- als auch bei Wettkampfkontrollen mit einer Sperre von 2 Jahren.

Auch beim entsprechenden italienischen Verband Federazione Medico Sportiva Italiana (FMSI) werden berichtete THC-Befunde sanktioniert.

Die für die Trainingskontrollen nationaler deutscher Verbände zuständige Anti-Doping-Kommission (ADK) bittet zur

Zeit die nationalen Verbände um eine Stellungnahme zu Cannabinoiden bei Trainings- und Wettkampfkontrollen. Die derzeit vorliegenden Ergebnisse (Stand: 16.02.2001) werden nachfolgend beschrieben.

## Deutsche nationale Verbände

In der Regel schließen sich die nationalen Verbände einem Cannabis-Verbot der entsprechenden internationalen Verbände an (s.Tab.1).

Bestätigungen der Umsetzung des Verbotes liegen von folgenden deutschen Verbänden vor: Basketball, Curling, Turner-Bund.

Tabelle 1: Internationale Sportverbände, die Cannabinoide verbieten. 1=Verbot von Cannabinoiden nach eigenem Reglement; 2=Dopingreglement des IOC; Verbot von Cannabinoiden lt Mitteilung des Verbandes

Sportart	Internationaler Verband	Bemerkungen
Basketball	FIBA (Federation International de Basketball)	2
Billard/Snooker	WPBSA (World Professional Billiards and Snooker Association) Grenzwert 50 ng/ml	1
Bogenschießen	FITA (Federation Internationale de Tir a L'Arc)	1
Curling	WCF (World Curling Federation)	1
Fußball	FIFA (Federation International de Football Association) UEFA (Union of European Football Association)	2
Gewichtheben	IWF (International Weightlifting Federation)	2
Moderner Fünfkampf	UIPMB (Union Internationale de Pentathlon Moderne et Biathlon)	1
Motorrad-Sport	FIM (Federation Internationale Motocycliste)	1
Motor-Sport	FISA (Federation Internationale du Sport Automobile)	1
Ski-Sport	FIS (Federation Internationale de Ski) Grenzwert 15 ng/ml	1
Turnen FIG	(Federation Internationale de Gymnastique)	2

Weiterhin haben folgende Verbände selbstständig ein Verbot auf nationaler Ebene ausgesprochen: Alpenverein, Aero-Club, Eishockey, Eisschnelllauf, Fechten, Handball, Ringen, Rollsport- und Inline-Verband, Schwimmen, Segeln, Squash, Volleyball, Tischtennis.

Die Sportakrobatik hat sich dem Reglement des Turnerbundes angeschlossen und unterliegt damit auch dem Cannabinoid-Verbot.

Beim Bund Deutscher Radfahrer ist Marihuana lediglich in der Disziplin „Downhill“ mit einem Grenzwert von 40 ng/ml im Urin verboten.

Der Amateur-Boxverband hat den Beschluss des Cannabis-Verbotes zwar den Landesverbänden über die amtlichen Nachrichten im Boxsport bekanntgegeben, letztendlich aber noch nicht in den Wettkampfbestimmungen expressis verbis aufgenommen.

Der Gehörlosen-Sportverband richtet sich als Mehrspartenverband nach den Bestimmungen der jeweiligen Sportart. In Keglerbund und Kanuverband wird in Kürze die Umsetzung des Verbotes erfolgen.

Der Leichtathletik-Verband teilte mit, dass die Umsetzung erst durch den internationalen Verband IAAF erfolgen kann. Der Behinderten-Sportverband hat die Umsetzung des Cannabis-Verbots ebenfalls noch nicht abgeschlossen.

## Material und Methoden

Bei den untersuchten Urinen handelt es sich um zwei Jahrgänge von Trainings- und Wettkampf-Proben aus olympischen und nichtolympischen Sportarten nationaler und internationaler Verbände, die im Rahmen von Dopingkontrollen mittels Gaschromatographie/ Massenspektrometrie (GC/MS) am Institut für Biochemie der Deutschen Sporthochschule in Köln analysiert wurden.

1998 wurden 7421 Proben von Athleten untersucht, 1999 waren es 10641. Der Anteil der weiblichen Athleten betrug 27% (1998) bzw. 22% (1999).

Analytisch wird der THC-Metabolit zunächst in der Screening-Prozedur zusammen mit den verbotenen Anabolen Steroiden erfasst (4,6). Dazu werden die im Urin ausgeschiedenen Metaboliten, da sie zum Teil als Konjugate mit Glucuronsäure vorliegen, enzymatisch gespalten, die „freie“ Verbindung anschließend mit tert.- Butylmethylether extrahiert und nach Derivatisierung mit MSTFA (N-Methyl-N-trimethylsilyl-trifluoracetamid) zur Verbesserung der chromatographischen Eigenschaften gaschromatographisch/massenspektrometrisch identifiziert.

Zur Bestätigung und Gehaltsbestimmung wird eine modifizierte Methode verwendet (8).

Die Identifizierung des THC-Metaboliten erfolgt durch den Vergleich der Intensitäten dreier signifikanter Ionen (m/z: 488, 473, 371) zwischen Standard und Probe.

Die Konzentration des THC-Metaboliten in der Urinprobe wird über den internen Standard 11-Nor-9-carboxy- $\Delta^9$ -tetrahydrocannabinol-D9 (deuterierter THC-Metabolit) - 15 ng/ml - quantifiziert.

## Ergebnisse

1999 wurden 43 % mehr Proben untersucht als 1998. Der prozentuale Anteil an Urinen, die eine Konzentration von mehr als 15 ng/ml des Cannabis-Metaboliten Carboxy-THC aufwiesen, kann jedoch mit 0,5 % (1998) bzw. 0,6 % (1999) als gleichbleibend bezeichnet werden (Tab. 4). Im Vergleich hierzu wurden 1998 1,4% der im Kölner Labor untersuchten Dopingkontrollproben positiv berichtet, 1999 waren es 1,5%. Der Anteil von Frauenurinen an den positiven THC-Befunden ist mit 3 % in beiden Jahren als sehr gering zu beziffern (Tab. 4). Die hier betroffenen Sportarten waren Taekwando (1998), Hockey und Leichtathletik (1999).

Grundsätzlich handelt es sich bei den betroffenen Sportarten jedoch in erster Linie um Spilsportarten (Tab. 2 u. 3) wobei lediglich die internationalen Verbände von Basketball und Fußball (und damit auch die nationalen Verbände) sowie der deutsche nationale Volleyballverband Cannabinoide auf der Verbotsliste haben. 12 Sportarten waren in beiden Jahren gleichermaßen betroffen (Tab. 2+3).

Der Vergleich der Statistiken (Tab. 4) belegt, dass prozentual mehr Trainingskontrollen positiv waren als Wettkampfkontrollen.

Abbildung 1 zeigt die Verteilung der Carboxy-THC-Konzentrationen bei positiven Proben in den Jahren 1998 und 1999. Die Hälfte aller Urine wiesen hierbei Carboxy-THC-Konzentrationen im unteren Bereich auf (bis 60 ng/ml).

Eine statistische Auswertung ergab, dass hohe Carboxy-THC-Konzentrationen nicht eindeutig nur Wettkampfkontrollen

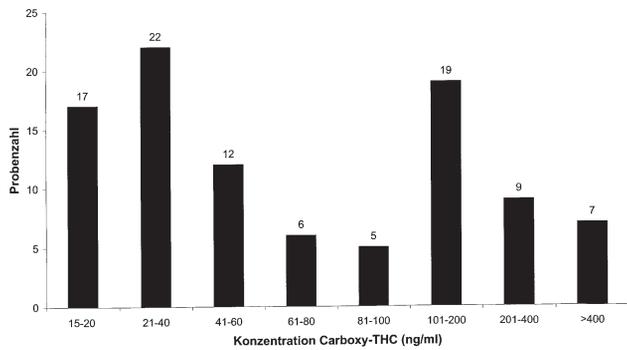


Abbildung 1: Verteilung der Carboxy-THC-Konzentrationen bei positiven Proben in den Jahren 1998 und 1999

zuzuordnen waren. Dies weist darauf hin, dass Cannabinoide nicht gezielt als Wettkampfdopingmittel eingesetzt werden.

Tabelle 3: Cannabis-Fälle (Carboxy-THC > 15 ng/ml) in Dopingkontrollen nationaler und internationaler Verbände 1999, Institut für Biochemie, Deutsche Sporthochschule Köln, sortiert nach der relativen Häufigkeit der positiven Fälle. WK: Wettkampfkontrolle; TK: Trainingskontrolle

Sportart	Probenzahl	Carboxy-THC > 15 ng/ml Anzahl	rel. Häufigkeit	WK	TK
Baseball	45	6	13,3	6	-
Badminton	19	2	10,5	-	2
Squash	14	1	7,1	-	1
Rugby	52	3	5,8	3	-
American Football	60	3	5,0	3	-
Sportakrobatik	42	1	2,4	1	-
Boxen	248	5	2,0	5	-
Rodeln	121	2	1,7	1	1
Rollhockey	59	1	1,7	1	-
Handball	143	2	1,4	2	-
Judo	112	2	1,2	-	2
Bodybuilding	100	1	1,0	1	-
Kanu	325	3	0,9	1	2
Volleyball	116	1	0,9	1	-
Hockey	109	1	0,9	1	-
Ski	411	3	0,7	1	2
Basketball	174	1	0,6	-	1
Eishockey	59	1	0,6	1	-
Leichtathletik	1268	7	0,6	2	5
Radspport	967	4	0,4	-	4
Gewichtheben	973	3	0,3	2	1
Schießen	263	1	0,4	1	-
Fußball	2527	7	0,3	7	-

Tabelle 2: Cannabis-Fälle (Carboxy-THC > 15 ng/ml) in Dopingkontrollen nationaler und internationaler Verbände 1998, Institut für Biochemie, Deutsche Sporthochschule Köln, sortiert nach der relativen Häufigkeit der positiven Fälle. WK: Wettkampfkontrolle; TK: Trainingskontrolle

Sportart	Probenzahl	Carboxy-THC > 15 ng/ml Anzahl	rel. Häufigkeit	WK	TK
Squash	13	2	15,0	-	2
Baseball	43	5	12,0	4	1
Wasserski	12	1	8,3	-	1
Taekwando	19	1	5,3	-	1
Ringen	68	3	4,4	2	1
Segeln	53	2	3,8	2	-
Ski	158	3	1,9	3	-
Volleyball	65	1	1,5	1	-
Eishockey	73	1	1,4	-	1
Turnen	84	1	1,2	-	1
Fechten	111	1	0,9	1	-
Basketball	135	1	0,7	-	1
Handball	172	1	0,6	-	1
Judo	210	1	0,5	1	-
Schwimmen	309	1	0,3	-	1
Gewichtheben	884	3	0,3	-	3
Fußball	891	3	0,3	3	-
Kanu	339	1	0,3	1	-
Leichtathletik	1157	1	0,1	-	1
unbekannt	-	3	-	2	1

metabolit von THC noch nachweisbar ist. In diesem Falle sind Konzentrationen oberhalb des Grenzwertes bei einer Wettkampfkontrolle nicht grundsätzlich auszuschließen (Die Hälfte der untersuchten Carboxy-THC-haltigen Urine weist Konzentrationen bis 60 ng/ml auf). Fraglich ist hierbei, ob die Droge zu diesem Zeitpunkt noch pharmakologisch wirksam ist.

Eine geringe, aber oberhalb des Grenzwertes befindliche Konzentration an THC-Metabolit im Urin kann also sowohl von einem ausschleichenden zurückliegenden Cannabis-Konsum stammen als auch von aktuellem, physiologisch durchaus wirksamen Konsum geringer Mengen Cannabis.

Der Nachweis eines pharmakologisch wirksamen Cannabis-Konsums kann über die Analyse von Blutproben erfolgen. THC-Werte größer als 2 ng/ml werden hierbei in der Gerichtsmedizin als Beweismittel verwendet (2).

Eine Unterscheidung zwischen einmaligem Konsum und Dauerkonsum von Cannabis kann über die Haaranalyse erfolgen. Während ein einmaliger Konsum im Haar nicht nachweisbar ist, führt ein Dauerkonsum zur Einlagerung des THC ins Haar, wo es analytisch erfassbar ist.

Die lange Nachweisbarkeit von Cannabis bedeutet also, dass Athleten grundsätzlich in der Trainingsphase kein

Tabelle 4: Cannabis-Fälle (Carboxy-THC > 15 ng/ml) in Dopingkontrollen nationaler und internationaler Verbände 1998 und 1999, Institut für Biochemie, Deutsche Sporthochschule Köln, Vergleich der Statistiken. WK: Wettkampfkontrolle; TK: Trainingskontrolle

	1998 Anzahl (%)	1999 Anzahl (%)
Proben-Gesamtzahl	7417	10641
weibl.	1977 (27)	2385 (22)
männl.	4789 (64)	7366 (69)
Geschl. unbek.	651 (9)	890 (9)
TK	2679 (36)	3013 (28)
WK	4738 (64)	7628 (72)
THC (> 15 ng/ml)	36 (0,5)	61 (0,6)
weibl.	1 (0,05)	2 (0,08)
männl.	31 (0,65)	55 (0,75)
Geschl. unbek.	4 (0,61)	4 (0,45)
TK	16 (0,60)	21 (0,70)
WK	20 (0,42)	40 (0,52)

## Diskussion

Die leistungssteigernde Wirkung von Cannabis im Sport ist nicht wissenschaftlich belegt. Dennoch haben besonders Sportarten mit hohem Risikopotential ein Cannabis-Verbot im Wettkampf zum Schutz des Athleten ausgesprochen.

Der Konsum von Cannabis in der Trainingsphase kann aufgrund der hohen Halbwertszeit von ca. 20-36 Stunden (10,11) allerdings dazu führen, dass selbst nach Wochen der Haupt-

Cannabis konsumieren dürfen. Bei diesem Verbot stünde allerdings nicht der Schutz des Athleten im Vordergrund. Vielmehr geht es darum, den Missbrauch von Drogen im Sport nach Möglichkeit allgemein zu verhindern.

### Danksagung

Bedanken möchten wir uns für die finanzielle Unterstützung dieser Arbeit bei der Manfred-Donike-Gesellschaft e.V. sowie dem Bundesinstitut für Sportwissenschaften (Köln). Ebenfalls herzlichen Dank Herrn *Jürgen Barth* (Anti-Doping-Kommission) für die freundliche Kooperation.

### Literatur

1. *Berger R*: Cannabis als Arzneimittel. PTA heute 1 (2000) 27-30
2. *Berghaus G, Krüger HP*: Cannabis im Straßenverkehr. Gustav-Fischer-Verlag (1998)
3. United Kingdom Sports Council, Ethics and Anti-Doping Directorate, Walkden House, 10 Melton Street, London, NW1 2EB, England: Directory of Anti-Doping Regulations of International Sport Federations (1997)
4. *Donike M, Geyer H, Gotzmann A, Kraft M, et al.*: Dope analysis. Bellotti P, Benzi G, Ljungqvist A (eds). Official proceedings. IAAF World Symposium on Doping in Sport. Florenz 1987. IAAF (1988) 53-79
5. *Forth W, Henschler D, Rummel W, Starke K*: Pharmakologie und Toxikologie. Wissenschaftsverlag (1992)
6. *Geyer H, Schänzer W, Mareck-Engelke U, Nolteernsting E, Opfermann G*: Screening procedure for anabolic steroids - The control of the hydrolysis with deuterated androsterone glucuronide and studies with direct hydrolysis. Schänzer W et al.(eds.) Recent advances in doping analysis (5). Sport und Buch Strauß, Köln (1998) 99-102
7. *Lüllmann H, Mohr K*: Pharmakologie und Toxikologie. Thieme-Verlag (1999)
8. *Mareck-Engelke U, Geyer H, Schänzer W*: Tetrahydrocannabinol (THC) in dope control. Schänzer W et al (eds) Recent advances in doping analysis (7). Sport und Buch Strauß, Köln (1999) 51-60
9. *Mutschler E*: Arzneimittelwirkungen. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart (1996)
10. *Moffat AC et al*: Clarke's isolation and identification of drugs in pharmaceuticals, body fluids and post mortem material. The Pharmaceutical Press (London) 2nd ed. (1986) 424
11. *Smith-Kielland A, Skuterud B, Morland J*: Urinary excretion of 11-nor-9-carboxy-delta9-tetrahydrocannabinol and cannabinoids in frequent and infrequent drug users. J.Anal. Toxicol 23 (1999) 323-332
12. *Snyder SH*: Chemie der Psyche - Drogenwirkungen im Gehirn. Spektrum der Wissenschaft (1988)

Korrespondenzadresse:  
**Dr. Ute Mareck-Engelke**  
Institut für Biochemie, Deutsche Sporthochschule Köln  
Carl-Diem-Weg 6, 50933 Köln  
e-mail: [ute@biochem.dshs-koeln.de](mailto:ute@biochem.dshs-koeln.de)