

## » Gefahren und Risiken von Schwarzmarktanabolika im Sport – Eine gaschromatographisch-massenspektrometrische Analyse

M. Ritsch<sup>1</sup>, F. Mußhoff<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Behandlungszentrum, Abt. Orthopädie, Vogtareuth

<sup>2</sup> Institut für Rechtsmedizin der Universität Bonn (Direktor: Prof. Dr. B. Madea)

**Zusammenfassung.** Die Verwendung anaboler Steroide ist unter Sportlern trotz Dopingkontrollen, Aufklärung und teilweise tödlichen Zwischenfällen ungebrochen. Während sich die Verwendung von anabolen Steroiden im Hochleistungssport durch Verschiebung zu anderen pharmakologischen Substanzen entspannt, wird die Situation im Breitensport zunehmend problematischer. Jedoch nicht nur erwachsene Sportler, sondern bereits Schüler wenden Anabolika an, teilweise sogar ohne überhaupt Sport zu betreiben. Durch Versorgungsengpässe ist es besonders nach der Öffnung der Grenzen Osteuropas zu einer Explosion des Schwarzmarktes auch in Deutschland gekommen. Immer häufiger werden dabei gefälschte Präparate in Umlauf gebracht. Neben den bekannten Nebenwirkungen beim Gebrauch anaboler Steroide sind durch die Schwarzmarktpräparate, insbesondere durch gefälschte Produkte neue Gefahren und Risiken hinzugekommen. Falsche Deklarierungen, Verunreinigungen und mangelhafte Hygiene bei der Herstellung und Konfektionierung sind dafür verantwortlich. Bei den kaum mehr zu überblickenden Inhaltsstoffen kann es zudem zu nicht mehr kalkulierbaren Arzneimittelinteraktionen kommen. Neben einer umfangreichen Literaturrecherche wurden zur Erfassung der Situation des deutschen Schwarzmarktes 40 angebotene „Anabolikapräparate“ gaschromatographisch-massenspektrometrisch von uns untersucht. Ziel der Untersuchung war es, die tatsächlichen Inhaltsstoffe injizierbarer bzw. oraler Präparate zunächst rein qualitativ zu analysieren. 15 (37,5%) der von uns untersuchten Präparate enthielten dabei nicht die auf dem Etikett angegebenen Inhaltsstoffe. Anstelle der angegebenen Substrate fanden sich oft einfachere Wirkstoffe wie Testosteron oder Nandrolon. In einigen Fällen wurden auch Substanzen festgestellt, die nicht in die Gruppe der anabolen Steroide gehören bzw. gar keine Wirkstoffe enthielten. Die Arzneimittelfälschungen sehen den Original-Präparaten dabei täuschend ähnlich, so dass rein optisch nicht festzustellen ist, ob es sich um ein Originalpräparat oder eine Fälschung handelt. Bei ungebrochener Nachfrage und gleichzeitiger Einschränkung des legalen Marktes für Anabolika ist ein weiterer Anstieg von ge-

fälschten Präparaten zu erwarten, zumal es sich um ein lukratives Geschäft zu handeln scheint. Alleine der deutsche Anabolikaschwarzmarkt bietet nach vorsichtigen Schätzungen ein Volumen von bis zu 100 Millionen DM.

**Schlüsselwörter:** Anabole Steroide – Nebenwirkungen – Schwarzmarkt – Arzneimittelfälschungen – Gaschromatographie – Massenspektrometrie

**Risks of Anabolic Drug Abuse – A scientific approach to the “black-market”.** Anabolic steroids have become increasingly popular among athletes even at subcompetitive or recreational level instead of extensive doping tests, educational campaigns and lethal incidents. Nowadays, the fitness boom has also produced a population of steroid users at high school level and also under non-sports practicing children. After opening the borders to East Europe an explosion of the black-market for anabolic steroids occurred. Beside the well-known side effects of anabolic steroids new problems and risks occurred due to faked drugs from the black market. This review is subdivided into two parts: We provide a detailed review of the literature on anabolic steroids to the reader the information needed to make an informed decision on the relative risks and benefits of anabolic steroids. Secondly, we evaluated 40 “anabolic steroids” obtained from the black market using mass spectrometry or gas chromatography analysis to evaluate the real pharmacological compounds. As the results of this analysis, we found that 15 (37.5%) these drugs contained different or any pharmacological compounds as labeled. From the external packaging, a differentiation between original and the faked drugs was impossible. Therefore, a large information and credibility gap concerning anabolic steroids particularly those from the black market exists between the athletes and the medical and scientific communities. We believe that this gap can only be closed if both groups are better informed about anabolic steroids.

**Key words:** Anabolic steroids – side effects – black market – faked drugs – gas chromatography – mass spectrometry

## Einleitung

Testosteron wurde erstmals 1935 in kristalliner Form von Laqueur isoliert und bereits kurze Zeit später synthetisch hergestellt [65]. Bereits im selben Jahr berichteten Kochakain und Murlin [34] über anabole Effekte von Testosteron. Vier Jahre später vermutete Boje [4], dass Testosteron die körperliche Leistungsfähigkeit steigern könnte und spekulierte auch über mögliche Gesundheitsrisiken. Zunächst wurde Testosteron bei Hungerzuständen zur Förderung einer positiven Stickstoffbilanz eingesetzt. Während des II. Weltkrieges wurde es dann bei deutschen Soldaten zur Erhöhung der Muskelkraft und der Aggressivität eingesetzt [21,63].

Seit Anfang der 50er Jahre werden anabole Steroide im Sport zur Leistungssteigerung eingesetzt. 1954 erschienen die ersten Berichte über russische Gewichtheber, die anabole Steroide zur Leistungssteigerung einsetzten [21,65]. Auch in den USA wurden danach Versuche mit Testosteron an Gewichthebern bekannt.

Als 1958 in den USA das später legendäre Dianabol® auf den Markt kam, begann der Siegeszug dieser „Wunderdroge“ im Sport.

Von den Gewichthebern und Wurfdisziplinen der Leichtathletik gelangte der Gebrauch anaboler Steroide zu den American Football-Spielern und Schwimmern [63].

Mit den Olympischen Spielen 1960 in Rom fand Dianabol® auch in Europa in den verschiedensten Sportarten breite Anwendung.

Als besonders anabolikabelastet gelten alle Kraftsportarten, American Football, die Wurf-, Sprung-, Sprint- und Mehrkampf-Disziplinen der Leichtathletik, Rudern, Eishockey und der Eisschnellauf [28,70]. Wahrscheinlich gibt es kaum eine Sportart, in der nicht mit anabolen Steroiden experimentiert wurde. Spätestens nach dem spektakulären Dopingfall des Sprinters Ben Johnson begann sich auch die Presse für Anabolika zu interessieren und entflammte eine breite öffentliche Diskussion um Doping im Spitzensport, die bis heute unverändert anhält.

## Epidemiologie

In den USA wurde 1987 erstmalig eine nationale Studie über die Verbreitung der Anwendung anaboler Steroide bei insgesamt 3403 High-School-Schülern durchgeführt [5]. Sie ergab, dass 6,6% der männlichen Studenten anabole Steroide benutzen oder benutzt haben. 38,3% der Anwender waren bei ihrem ersten Anabolikagebrauch 15 Jahre oder jünger.

Als häufigster Grund (47,1%) für die Einnahme anaboler Steroide wurde eine beabsichtigte Leistungssteigerung im Sport angegeben. Hervorzuheben ist jedoch, dass 35,2% der Anwender gar nicht am Schulsport teilzunehmen. Als

häufigste Bezugsquelle wurde der Schwarzmarkt (andere Athleten, Trainer, Sport-Zentren, etc) mit 60,5% angegeben.

Der Hauptgrund, warum High-School-Schüler Anabolika nehmen, scheint die Unzufriedenheit mit ihrem eigenen Körper und der Wunsch nach mehr Muskelmasse zu sein [59].

An privaten Gymnasien gaben in einer englischen Studie sogar 38,8% der Schüler an, anabole Steroide genommen zu haben. Dabei kombinierten 67,7% der Anwender injizierbare Anabolika mit Steroiden in Tablettenform [45].

Der Mißbrauch anaboler Steroide wird in der Literatur insgesamt mit 4–12% der männlichen und 0,5–2% der weiblichen Schüler angegeben [71].

Ljungquist [39] fand 1975 bei schwedischen Leistungssportlern in der Leichtathletik in 31% – bei den Wurfdisziplinen sogar 75% – einen Anabolikamissbrauch.

US-Leichtathleten, die an den Olympischen Spielen 1972 teilgenommen hatten, gaben in 61% den Gebrauch von anabolen Steroiden in den letzten 6 Monaten vor den Spielen zu [53].

In einer Studie der Australian Sports Medicine Federation zwischen 1979 und 1982 verwandten 22% der Powerlifter und 16% der Gewichtheber Anabolika [68].

Lyle Alzado, ein an Doping-Missbrauch verstorbener amerikanischer Footballer, gab an, dass 80% aller amerikanischen NFL-Spieler Anabolika oder HGH zur Leistungssteigerung anwenden [55].

Tricker et al. [62] fanden bei amerikanischen Bodybuildern einen Anteil Anabolika-Anwender von 54% der männlichen und 10% der weiblichen Athleten. Lindström et al. [38] berichten sogar über 75% Anabolika-Anwender bei Wettkampf-Bodybuildern und 24% bei den nicht-wettkampfortorientierten Bodybuildern in Schweden.

Bei den Anabolika-Anwendern findet sich auch eine signifikante Häufung gleichzeitiger Einnahme sowohl anderer Doping-Substanzen als auch von Drogen wie Kokain, Marihuana, Speed und Alkohol. In den USA sollen zwischen 250 000 und 500 000 High-School-Schüler und insgesamt mehr als 1 Million Sportler anabole Steroide verwenden [14, 15,22,66,71].

Dabei scheint das größte Potential an Anwendern nicht bei den Wettkampfsportlern zu suchen zu sein, sondern unter Freizeitsportlern, die anabole Steroide aus primär kosmetischen Gründen einnehmen [21].

## Pharmakologische Wirkungen

Neben der sexualspezifischen Wirkung auf die primären und sekundären Geschlechtsmerkmale des Mannes, sowie eine Vielzahl anderer Stoffwechselwirkungen, bewirkt

Testosteron auch einen allgemeinen Effekt auf den Eiweißstoffwechsel, der als anabole Wirkung bezeichnet wird. Die tägliche Testosteronproduktion beträgt beim Mann ca. 7 mg und bei der Frau ca. 0,3 mg pro Tag. Der Hauptanteil des im Blut transportierten Testosterons ist an Globuline (SHBG) gebunden [32].

Entscheidend für die periphere Wirksamkeit ist jedoch nur das freie, nicht an Globuline gebundene Testosteron, das ca. 2% ausmacht [33]. Die Metabolisierung des Testosterons erfolgt zu 80% in der Leber und die restlichen 20% in der Prostata und der Haut. Ausgeschieden wird Testosteron vornehmlich im Urin und zu etwa 15% mit den Fäzes. Für viele Organe ist Testosteron nur Prohormon und wird in den Zielorganen in Östradiol, Androstendiol und Dihydrotestosteron umgewandelt [32, 33].

Anabolika sind synthetische Derivate des Testosterons oder des 19-Nor-Testosteron. Durch chemische Veränderungen am Testosteron-Molekül wird versucht, den anabolen Effekt des Testosteron zu steigern und eine Dissoziation zwischen androgener und anaboler Wirkung zu erreichen. Die Entwicklung eines reinen Anabolikums ohne androgene Nebenwirkungen ist bisher nicht sicher gelungen. Die wirksamsten Androgene sind sogleich auch die besten Anabolika [33].

Durch eine Veränderung des Testosteron-Moleküls, z.B. durch Alkylierung in  $\alpha$ -Stellung an C-17 oder Einfügung einer Doppelbindung an C1 ist eine Oralisierung des Testosterons (Metandienon-Dianabol<sup>®</sup>, Metenolon-Primobolan<sup>®</sup>) sowie eine Verhinderung der Aromatisierung (Stanozolol-Winstrol<sup>®</sup>, Trenbolon-Parabolan<sup>®</sup>, Drostanolon-Masteron<sup>®</sup>) zu Östrogenen möglich. Eine Resorptionsverzögerung (Depot-Wirkung) wird durch Veresterung in C-17 in  $\beta$ -Stellung erreicht (Nandrolonedecanoat-Deca-Durabolin<sup>®</sup>, Testosteronenanthat-Testoviron<sup>®</sup>).

Die klinisch-therapeutischen Dosierungen anaboler Steroide betragen, je nach Indikation, 2–20 mg/d. Die bekannten medizinischen Indikationen für den Einsatz anaboler Steroide sind Hypogonadismus, katabole Zustände wie Tumorkachexie und Rekonvaleszenz nach schweren Verletzungen, Osteoporose, aplastische Anämie, Klimakterium virile sowie das Mammakarzinom.

Der Einfluss anaboler Steroide auf die sportliche Leistungsfähigkeit, insbesondere die Kraft und die Körpermasse, wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Athleten, die anabole Steroide einnehmen, können eine Erhöhung des Körpergewichtes und der Muskelkraft erreichen, insbesondere wenn die Anabolika-Einnahme mit einer eiweißreichen Ernährung und einem Krafttraining kombiniert wird [25, 26, 29, 36, 64].

Neben der Erhöhung der Aggressivität und der Motivation wird auch ein antikataboler Effekt, durch eine Antagonisierung des Kortisons, sowie ein erhöhter Proteinumsatz, der zu einer positiv erhöhten Stickstoff-Bilanz führt, beschrieben [65].

Ende der 60er und Anfang der 70er Jahre erschienen viele Veröffentlichungen, die sich mit den biologischen Wirkungen und etwaigen Risiken anaboler Steroide auseinandersetzten. Eine klare Steigerung der sportlichen Leistungsfähigkeit durch anabole Steroide konnte dabei nicht einheitlich nachgewiesen werden und ist von vielen Experten immer wieder bezweifelt worden [17].

Anabole Steroide scheinen zudem eine Reduktion des relativen Körperfettes zu Gunsten der fettfreien Körpermasse zu induzieren [25, 26, 40, 64]. Ebenso kommt es zu einem Anstieg des intrazellulären Volumens und des Gesamtkörperkaliums [25, 26].

Ein positiver Effekt auf die aerobe Ausdauer wird allgemein in Frage gestellt [36]. Zwar bewirken anabole Steroide eine gesteigerte Erythropoese und einige Studien berichten auch über eine Erhöhung der maximalen Sauerstoffaufnahme, jedoch ist bisher kein sicherer Beweis der tatsächlichen Steigerung der Ausdauerleistungsfähigkeit erbracht worden [40].

Der Leistungsstillstand nach Einführung der Dopingkontrollen gerade in den anabolikabelasteten Sportarten lässt aber indirekt auf eine tatsächliche Leistungssteigerung in der humanen Anwendung vermuten, auch wenn kaum auf kontrollierte klinische Studien zurückgegriffen werden kann.

### Nebenwirkungen

Die am häufigsten auftretenden Nebenwirkungen anaboler Steroide sind Leberveränderungen, Fertilitätsstörungen, endokrine Störungen, kardiovaskuläre Veränderungen und Verhaltensalterationen. Besonders die oral wirksamen C-17  $\alpha$ -alkylierten Anabolika wie Dianabol<sup>®</sup> werden auf Grund des Risikos von Leberzell-Karzinomen als besonders schädlich eingestuft.

### Leber

Die Leber ist auf Grund ihrer hohen Metabolisierungskapazität der natürliche Antagonist der anabolen Steroide. Fast regelmäßig kommt es zu einem moderaten Anstieg der Transaminasen bei oraler Steroidgabe. Anabole Steroide wirken lebertoxisch und können zu cholestatischen, vaskulären und zu proliferativen Veränderungen der Leber führen. Eine Cholestase wird häufig bei Einnahme von C-17  $\alpha$ -alkylierten Steroiden wie Metandienon-Dianabol<sup>®</sup> beobachtet [31].

Obwohl histologisch verschiedene vaskuläre Veränderungen nachweisbar sind, ist klinisch nur die Peliosis hepatis von Bedeutung.

Die proliferativen Veränderungen der Leber sind die fokal noduläre Hyperplasie, das Leberadenom, die Peliosis hepatis und das Leberzellkarzinom. Neben Leberzellkarzinomen treten auch Angiosarkome und seltener Cholangiokarzinome im Zusammenhang mit einer Anabolikaanwendung

auf [7,21,24]. Rupturen sowohl der vaskulären, als auch der proliferativen Veränderungen können dabei zu gefährlichen intraabdominellen Blutungen führen.

#### *Niere*

Die schädigende Wirkung von anabolen Steroiden wird unterschiedlich beurteilt. Erhöhungen des Serum-Kreatinins, des Harnstoffs und der Harnsäure können durch Anabolikakonsum ausgelöst werden. Eine Kreatininerhöhung kann aber auch bei erhöhter Muskelmasse unter Training gegenüber der Norm erhöht sein [56,61].

#### *Herz-Kreislauf-System*

Der Zusammenhang zwischen Anabolikakonsum und einer Vielzahl kardiovaskulärer Risikofaktoren wurde nachgewiesen. Im einzelnen kommt es zu Hyperinsulismus, erhöhter Glukosetoleranz, Verschiebungen der Lipoproteine mit erhöhten LDL- und erniedrigten HDL-Spiegeln, Veränderungen des Triglyceridspiegels, leichter Blutdrucksteigerung, Linksherzhypertrophie und im Tierversuch sogar zu Myokardveränderungen im Sinne einer Kardiomyopathie. Alle diese Effekte sind jedoch nach Absetzen der anabolen Steroide reversibel [20,71].

Das Thromboserisiko scheint dosisabhängig erhöht zu sein. Als Grund dafür werden eine hepatogene Synthesesteigerung der Gerinnungsfaktoren, ein Anstieg der fibrinolytischen Aktivität sowie ein Anstieg des Östrogenspiegels angesehen [20,71]. Auch Veränderungen der Thrombozytenaggregation scheinen hierbei eine Rolle zu spielen [19].

Die Erhöhung des Gesamtkörperkaliums [25,26] kann ebenfalls zu kardialen Problemen führen, insbesondere in den gewichtslimitierten Sportarten (Bodybuilder, Gewichtheber, Ringer) unter Dehydrierungszuständen oder bei gleichzeitiger Anwendung von Diuretika.

#### *Prostata*

Da die Prostata Zielorgan der Androgene und das Prostatakarzinom androgen sensitiv ist, liegt die Vermutung nahe, dass ähnlich dem Mammakarzinomrisiko beim Gebrauch der „Pille“, ein erhöhtes karzinogenes Risiko besteht [20,49].

#### *Endokrine Veränderungen*

Endokrine Nebenwirkungen der anabolen Steroide treten als virilisierende Eigenschaften bei der Frau und als feminisierende Eigenschaften beim Mann auf. Die Virilisierung bewirkt ein Tieferwerden der Stimme, Vergrößerung der Klitoris, Hirsutismus, Rückgang der Kopfbehaarung, Mamma- und Uterusatrophie sowie Menstruationsstörungen [36,57,71].

Unter anaboler Steroidmedikation kommt es regelmäßig zu einer Hemmung der LH- und FSH-Produktion und damit zur Hodenatrophie sowie zur Reduktion der Spermio-genese

und der endogenen Testosteronproduktion [36]. Diese Veränderungen scheinen jedoch alle reversibel zu sein.

Durch den Metabolismus von Testosteron zu Östrogenen kommt es beim Mann zur Ausbildung einer Gynäkomastie.

#### *Verhalten/Psych*

Der Gebrauch anaboler Steroide kann zu Veränderungen des Verhaltens und der Psyche führen. Es wird über Stimmungsschwankungen, Reizbarkeit, Aggressivität, Störungen der Selbstachtung, Persönlichkeitsveränderungen und Libidoveränderungen [1,16], sowie über Fälle von Hypomanie, Schizophrenie und psychotische Episoden berichtet [46]. Ferner besteht auch ein gesteigertes Potential für psychische und physische Abhängigkeiten gegenüber Opiaten [60].

Nach dem Absetzen anaboler Steroide kann es zu Depressionen kommen. Generell sind die Effekte auf das Verhalten jedoch variabel und vorübergehend [57]. Bahrke u. Yesalis [1] geben zu Bedenken, dass auch hartes Training und Diät allein der Auslöser von psychischen Problemen sein können und sich so oft synergische Effekte überlappen können.

#### *Muskulatur/Skelett*

Die Einnahme anaboler Steroide kann während des Wachstums zu einem vorzeitigen Schluss der Epiphysenfugen führen und so das Längenwachstum beiderlei Geschlechts vorzeitig beenden [70].

Im Zusammenhang mit der Einnahme von Anabolika wurden bei Bodybuildern mehrfach Rhabdomyolysen beobachtet. In mehreren Studien wird über den Zusammenhang zwischen der Anwendung anaboler Steroide und einer erhöhten Inzidenz von Muskel- und Sehnenrupturen diskutiert [22,30,37,43]. Es werden sowohl strukturelle als auch biochemische Veränderungen im kollagenen Gewebe beschrieben. In Versuchen mit Mäusen wies Michna [42] eine durch Training und Anabolika ausgelöste Dysplasie der Kollagenfibrillen nach. Bei Absetzen der anabolen Steroide sind auch diese Veränderungen meist reversibel [30].

#### *Haut*

An der Haut werden folgende Veränderungen durch den Gebrauch anaboler Steroide beschrieben: Steroidakne, Komedonen, Talg-Zysten, Rosacea, Seborrhoe mit fettiger Haut und Haaren, Furunkulose, Follikulitis, Striae, Alopezie, Hirsutismus und Ikterus [3].

Durch Gebrauch von injizierbaren Schwarzmarkt-Anabolika werden häufiger Spritzenabszessen gesehen. Neben der unhygienischen Anwendung dieser Präparate sind Abszesse vermutlich auch durch die mangelnde Hygiene im Rahmen der Produktion und Konfektionierung der Schwarzmarktpräparate induziert..

### Sonstiges

Immunologische Nebenwirkungen treten in Form von vorübergehenden Erniedrigungen der Immunglobuline IgA, G, M auf. Der klinische Effekt dieser Veränderungen ist jedoch unklar [6,22].

Verschiedene Publikationen berichten über HIV-Infektionen durch gemeinsamen Nadelgebrauch bei der Applikation anaboler Steroide [23,44,52,54]. Auch die suspekteste Qualität der Schwarzmarktanabolika wird als Infektionsquelle diskutiert.

Die Sichtung der Literatur zeigt somit deutlich, dass die Anwendung anaboler Steroide multiple Nebenwirkungen in verschiedene Organsysteme induziert, von denen einige irreversibel und möglicherweise lebensbedrohlich sind.

### Dosierung/Anwendung

Die Einnahme von Anabolika erfolgt üblicherweise in 6–12 wöchigen Zyklen mit pyramidenförmig ansteigender und anschließend wieder absteigender Dosierung [71]. Diese Zyklen werden von den Sportlern als „Kuren“ bezeichnet und werden in der Regel 1–4 × jährlich durchgeführt.

In einigen Kraftsportarten werden die anabolen Steroide zwischen den „Kuren“ jedoch nicht mehr abgesetzt, sondern es wird eine „Erhaltungsdosis“ beibehalten. Häufig werden dabei mehrere anabole Steroide gleichzeitig (stacking) sowie Kombinationen von Injektionen und Tabletten-einnahme durchgeführt [36,45]. Auch die Verwendung verschiedener Anabolikapräparate nacheinander oder im Wechsel (staggering), wird häufig praktiziert, um einer Toleranzentwicklung entgegenzuwirken.

Bei den mißbräuchlichen Anwendungen liegen die Dosierungen 10–40-fach über den klinisch-therapeutischen Dosierungen [35,45]. Tagesdosierungen zwischen 10 und 1000 mg sind je nach Sportart die Regel. Während einige Sportler der ehemaligen DDR noch mit Dosierungen von 1000 mg Oral-Turinabol® jährlich Erfolge erzielten [2], liegen die Dosierungen heute deutlich höher. Wochen-Dosierungen von 1000 mg sind in einzelnen Sportarten durchaus üblich. In Einzelfällen finden sich sogar Dosierungen bis zu 1000 mg und mehr täglich.

Hohe Dosierungen führen jedoch meist nicht zu einer Erhöhung der gewünschten Wirkung, sondern zu pharmakologischen Effekten an verschiedenen Nichtandrogen-Rezeptoren und einem großen Anstieg an Metaboliten, die vermehrte Nebenwirkungen und Interaktionen bedingen [20].

Insbesondere das Risiko von Herz-Kreislauf-Erkrankungen erhöht sich exponentiell mit steigender Dosierung. Auch die verschiedenen pharmakokinetischen Interaktionen der einzelnen Dopingpräparate untereinander bergen weitere Risiken.

Informationen über die Anwendung anaboler Steroide erhalten die Athleten am häufigsten über Mundpropaganda durch andere Athleten oder die Dealer. In zunehmendem Maße erscheinen auch in Deutschland „Underground“-Bücher über Doping und dessen Durchführung, die in den einschlägigen Fachzeitschriften über Anzeigen für durchschnittlich 40,- bis 80,- DM angeboten werden.

Die dort empfohlenen Dosierungen sind teilweise abenteuerlich, finden bei den Athleten jedoch, wie oben ausgeführt, rege Anwendung.

Die Hauptbezugsquelle anaboler Steroide ist mit einem Anteil von ca. 80 % der Schwarzmarkt [69]. Dieser Anteil dürfte sich inzwischen noch erhöht haben.

### Dopingbekämpfung

Nach vielen nationalen Bestrebungen gegen Doping wurde 1967 die medizinische Kommission des IOC gegründet, die bereits erstmals zu den Olympischen Spielen 1968 in Grenoble Dopingkontrollen durchführte [47]. Die ersten umfassenden Dopingkontrollen wurden bei den Olympischen Spielen 1972 in München durchgeführt [8].

Die anabolen Steroide wurden erst 1976 in die Doping-Liste des IOC aufgenommen, da vorher der sichere Nachweis dieser Stoffklasse nicht möglich war [11]. Testosteron selbst wurde zunehmend als Überbrückungsdopingmittel zwischen dem Absetzen und dem Wettkampf genutzt. Daraufhin wurde beschlossen, ein quantitatives Limit für Testosteron festzusetzen. Ein Nachweisverfahren, das sicher zwischen endogenem und exogen zugeführtem Testosteron differenzieren konnte, fehlte jedoch zunächst.

Testosteron besitzt zwei isomere Vorstufen, zwischen denen ein Gleichgewicht besteht. Nach externer Applikation von Testosteron wird jedoch nur ein Anstieg von Androstendion beobachtet, während der Spiegel des physiologisch inaktiven Epitestosteron konstant bleibt. Eine Differenzierung zwischen endogenem und exogen zugeführtem Testosteron wurde über den Testosteron/Epitestosteron-Quotienten möglich, so dass Testosteron 1984 in die Dopingliste aufgenommen wurde. Um individuelle Schwankungen auszugleichen, wurde ein Grenzwert von 6 festgelegt. Ist der T/E Quotient größer als 6, empfiehlt die medizinische Kommission des IOC weitere Untersuchungen, bevor das Ergebnis als positiv betrachtet wird [13]. Um auch andere anabole Substanzen, die ebenfalls als Dopingmittel mißbraucht werden, in die Dopingliste aufzunehmen, wurde die Gruppe C der verbotenen Wirkstoffgruppen 1993 in anabole Wirkstoffe umbenannt. Hierunter fallen nun die anabolen Steroide einschließlich des Testosterons, sowie andere anabole Wirkstoffe wie die  $\beta_2$ -Sympathikomimetika (Clenbuterol-Spiropent®).

Da anabole Steroide hauptsächlich während des Trainings eingesetzt werden, waren nach dem Absetzen im Wettkampf vielfach keine ausreichenden Urinkonzentrationen mehr messbar. Deshalb werden seit 1989 nicht nur Wett-

kampfkontrollen, sondern auch Trainingkontrollen durchgeführt, die jedoch bedauerlicherweise international sehr unterschiedlich geregelt sind. Wirklich wirksam und abschreckend können natürlich nur nicht angekündigte Trainingskontrollen sein.

1984 wurden erstmals bei den Olympischen Spielen in Los Angeles Urinproben von Athleten mittels spezifischer analytischer Methoden in Form der auch in unser Untersuchung verwendeten Gaschromatographie-Massenspektroskopie auf anabole Steroide untersucht. Diese Methodik wird heute in allen IOC-akreditierten Dopinglabors routinemäßig angewendet [7].

1990 wurden die anabolen Steroide in den USA als Klasse III Substanzen unter dem „Controlled Substances Act“ eingeordnet [22] und damit unter eine den unserigen BTM-Richtlinien vergleichbare Gesetzgebung mit harten Strafen bei Verstoß gegen diese Richtlinien gestellt. Nicht nur der Handel, sondern bereits der Besitz anaboler Steroide unautorisierter Personen ist in den USA strafbar.

### Schwarzmarkt

Bei ständig steigender Nachfrage besonders im expandierenden Fitnessbereich wird der Schwarzmarkt weltweit, insbesondere aber auch in Deutschland, immer mehr zu einem Problem. Spätestens seit Öffnung der osteuropäischen Grenzen blüht in Deutschland der Schwarzmarkthandel mit Anabolika. Neben Original-Präparaten finden sich zunehmend auch Fälschungen fast aller Präparate auf dem Schwarzmarkt. Anfangs ließen sich gefälschte Präparate noch an der minderwertigen Verpackung und Aufmachung erkennen. Inzwischen sind die Fälschungen jedoch so perfekt, dass sie von den Original-Präparaten äußerlich kaum mehr zu unterscheiden sind. Hinweise auf Fälschungen sind Multi-Injektionsflaschen, Präparate, die bereits länger aus dem Handel sind, gedruckte statt geprägte Lotnummern und Verfallsdaten, Tabletten und Ampullen ohne Verpackung und Beipackzettel, ungewöhnlich niedriger Preis sowie leicht verwischbare Ampullenaufschriften.

Die Preise für Schwarzmarktanabolika in Deutschland liegen nach unseren Untersuchungen zwischen 8,- und 20,- DM/Ampulle und zwischen -,25 und 2,50 DM/Tablette.

Die amerikanische FDA (Food and Drug Administration) warnte bereits 1987 in ihrem offiziellen Bulletin vor gefälschten Schwarzmarkt-Anabolika, die teilweise auch aus der Veterinärmedizin stammen (Boldenon-Equipoise®, Vebonol®) [18].

Diese Produkte werden bei unklarem Inhalt oft ohne adäquate Kontrollen, unter mangelhafter Hygiene und Sterilität hergestellt. Cowart schätzt, dass nur 20% der anabolen Steroide in den USA legal verordnet werden und 80% vom Schwarzmarkt kommen. Nach Schätzungen durch die FDA lag das Volumen des US-Schwarzmarktes 1980 bereits bei 100 Millionen Dollar [41]. Inzwischen ist dieser Markt auf 500 Millionen Dollar angewachsen [66]. Allein für

Clenbuterol® soll das US-Schwarzmarktvolumen mittlerweile bei 500 Millionen Dollar liegen. In Deutschland schätzt man den jährlichen Schwarzmarktumsatz nur für anabole Steroide auf ca. 100 Millionen DM.

Gefälschte Präparate sind auch teilweise für positive Dopingtests verantwortlich, da die gefälschten Inhaltsstoffe beim Absetzen häufig länger als die angegebenen Wirkstoffe nachweisbar sind.

### Eigene Untersuchungen

Zur Erfassung der Situation auf dem deutschen Schwarzmarkt führten wir am Institut für Gerichtsmedizin der Universität Düsseldorf eine Untersuchung von 40 Präparaten durch, die an unterschiedlichen Lokalisationen im Bundesgebiet auf dem sogenannten „Schwarzmarkt“ als anabole Steroide angeboten wurden (Abb. 1).



Abb. 1 Verschiedene anabole Steroide vom „Schwarzmarkt“

Es wurden 32 Anabolika in Ampullen- und 8 in Tablettenform bezüglich ihrer Inhaltsstoffe qualitativ analysiert.

In Anlehnung der von Walters et al. [67] beschriebenen Probenvorbereitung und einer nachfolgenden gaschromatographischen-massenspektrometrischen Analyse (GC/MS) führten wir den qualitativen Nachweis von anabolen Steroiden in Esterform durch (Abb. 2). Auf eine Esterspalt-

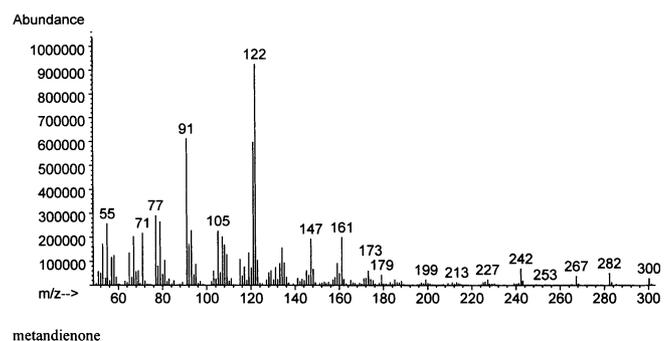


Abb. 2 Massenspektrogramm von Metandienone

**Tab. 1** Gaschromatographisch-Massenspektrometrische Analyse der Schwarzmarktpräparate.

Probe	erwarteter Wirkstoff	nachgewiesener Wirkstoff
<b>Ampullen</b>		
<i>Boldenon</i> „Boldefarm®“ 50 ml ölige Suspension, weißes Etikett, Farm Animal (Argentinien)	Boldenon undecylenat	Boldenon undecylenat
<i>Drostanolon</i> „Masteron®“ 2 ml ölige Suspension, weißes Etikett, Dostranolonum 100 mg, Syntex Brüssel	Drostanolon propionat	Drostanolon propionat
„Masteron®“ 2 ml ölige Suspension, weißes Etikett, Dostranolonum 100 mg, Syntex Brüssel	Drostanolon propionat	Methandriol dipropionat
„Masteron®“ 2 ml ölige Suspension, weißes Etikett, Dostranolonum 100 mg, Syntex Brüssel	Drostanolon propionat	Nandrolon decanoat
<i>Metenolon</i> „Primobolan Depot®“ 100 mg 1 ml ölige Suspension, rote Aufschrift, Schering	Metenolon enantat	Tocopherol
„Primobolan Depot®“ 100 mg 1 ml ölige Suspension, weiße Aufschrift, braune Ampulle, (Aufschrift mit Abrieb) Schering	Metenolon enantat	Progesteron
„Primobolan Depot®“ 100 mg 1 ml ölige Suspension, grüne Aufschrift, weißer Halsring, Schering	Metenolon enantat	Nandrolon phenylpropionat
„Primobolan Depot®“ 100 mg 1 ml ölige Suspension, grüne Aufschrift, kein Halsring, Schering	Metenolon enantat	Nandrolon phenylpropionat
<i>Nandrolon</i> „Extraboline®“ 2 ml dünnflüssige Suspension (200 mg), Genepharm (Griechenland)	Nandrolon decanoat	Nandrolon decanoat
„Deca-Durabolin®“ 2 ml ölige Suspension, blaue Aufschrift Nidas (Athen)/Organon (Holland)	Nandrolon decanoat	Nandrolon decanoat
„Deca Durabolin®“ 2 ml ölige Suspension, Organon Oss. (Holland)	Nandrolon decanoat	Nandrolon decanoat
„Dynabolan®“ 1 ml ölige Suspension (80,5 mg), Theramex (Monaco)	Nandrolon undecanoat	Nandrolon undecanoat
„Nandrolone decanoat“ 1 ml ölige Suspension, weiße Aufschrift, braune Ampulle, GG Pharmaceutical (Indien)	Nandrolon decanoat	Nandrolon decanoat
„Nandrolone decanoat“ 2 ml ölige Suspension (100 mg), Denk (München)	Nandrolon decanoat	Nandrolon decanoat
<i>Trenbolon</i> „Parabolan®“ 10 ml ölige Suspension, Multiinjektionsampulle, weißes Etikett	Trenbolone hexahydrobenzylcarbonate	Testosteron propionat + Testosteron phenylpropionat + Testosteron isocapronat + Testosteron decanoat Nandrolon-decanoat
„Parabolan®“ 1,5 ml ölige Suspension (76 mg), rote Aufschrift, weißer Halsring, Negma (Frankreich)	Trenbolone hexahydrobenzylcarbonate	Nandrolon-decanoat
„Parabolan®“ 1,5 ml ölige Suspension (76 mg), rote Aufschrift, weißer Halsring, Negma (Frankreich)	Trenbolone hexahydrobenzylcarbonate	17-Methylestosteron
„Parabolan®“ 1,5 ml ölige Suspension (76 mg), rote Aufschrift mit starkem Abrieb	Trenbolone hexahydrobenzylcarbonate	keine Wirkstoffe
<i>Teststeron</i> „Ambosex®“ 1 ml ölige Injektionslösung, blaue Aufschrift, Richter	Testosteron	Testosteron propionat + Testosteron isocapronat
„CYTAHOH 250®“ 1 ml ölige Suspension, blaue Schrift auf weißem Etikett	Testosteron propionat + Testosteron isocapronat + Testosteron phenylpropionat	Nandrolon decanoat

Probe	erwarteter Wirkstoff	nachgewiesener Wirkstoff
„Heptylate de Testosterone®“ 1 ml ölige Suspension (250 mg), Theramex (Monaco)	Testosteron	Nandrolon decanoat
„Omnadren®“ 1 ml ölige Suspension, dunkle Aufschrift mit starkem Abrieb, Polfa (Polen)	Testosteron propionat + Testosteron phenylpropionat + Testosteron isohexonat + Testosteron isohexonat	Testosteron propionat + Testosteron phenylpropionat
„Sustanon-100-®“ 1 ml ölige Lösung, gelbe Aufschrift, braune Ampulle, Organon	Testosteron propionat + Testosteron isocapronat + Testosteron phenylpropionat	Testosteron propionat + Testosteron isocapronat + Testosteron phenylpropionat
„Sustanon 250®“ 1 ml ölige Suspension, Organon (Türkei)	Testosteron propionat + Testosteron isocapronat + Testo. phenylpropionat	Testosteron propionat + Testosteron isocapronat + Testosteron phenylpropionat
„Sustanon 250®“ 1 ml ölige Suspension, Infar (Indien)	Testosteron propionat + Testosteron isocapronat + Testosteron phenylpropionat	Testosteron propionat + Testosteron isocapronat + Testosteron phenylpropionat
„TECTOCTEPOHA TPOTNOHAT“ 1 ml ölige, schmierige Suspension mit weißlichem, fädigen Niederschlag, lang ausgezogene Ampulle		Testosteron propionat
„Testosterone Enanthat“ 1 ml ölige Suspension (250 mg), Denk (München)	Testosteron enanthat	Testosteron enanthat
„Testoviron Depot®“ 1 ml einer öligen Suspension (250 mg), German Remedies Limited (Indien)	Testosteron enanthat	Testosteron enanthat
„Testoviron Depot-250®“ 1 ml ölige Suspension, Schering (Deutschland)	Testosteron enanthat	Nandrolon decanoat
<i>Stanozolol</i> „Stanozolol“ 10 ml milchige Suspension (50 mg/ml), weiße Aufschrift, braune Ampulle, International Pharmaceuticals	Stanozolol	Stanozolol
„Stanozolol“ – 50 mg – 1 ml milchige Suspension, Paynes Lab.	Stanozolol	Stanozolol
„Winstrol Depot®“ 1 ml milchige Suspension, Zambon, S.A. (Spanien)	Stanozolol	Stanozolol
<b>Tabletten</b>		
<i>Metandienon</i> „METHAPOCTEHOITOH“ weiße, abgeflachte Tablette (200 mg), Durchdrückstreifen, (Rußland)	Methandrostenolon (Metandienon)	Metandienon
„Anabol Tablets®“ 5-eckige rosa Tablette (150 mg), L.P. Standard Laboratories (Thailand)	Metandienon	Metandienon
„Methandon®“ runde weiße Tablette (200 mg), Acdhon (Bankok)	Metandienon	Metandienon
<i>Oxandrolon</i> „Oxandrolon®“ weiße abgeflachte Tablette (150 mg), Durchdrückstr., Società Prodotti Antibiotici (Mailand)	Oxandrolon	Oxandrolon
<i>Oxymetholon</i> „Anapolon 50®“ runde weiße Tablette (130 mg), Synthex (England)	Oxymetholon	Metandienon
„Oxymetholone“ weiße abgerundete Tablette (140 mg)	Oxymetholon	Oxymetholon + Artefakt mit Methanol
„Synasteron 50®“ runde weiße Tablette (130 mg), Synthex (Belgien)	Oxymetholon	Metandienon
<i>Testosteron</i> „Oral-Turinabol®“ hellblaue abgerundete Tablette (70 mg)	4-chlor- dehydromethyltestosteron	4-Chlor- dehydromethyltestosteron + M-18-Pyrolyseprodukt

tung und eine Derivatisierung für die GC/MS kann dabei verzichtet werden.

Die Ergebnisse sind in Tab. 1 dargestellt.

Unsere Untersuchungen konnten zeigen, dass 15 (37,5%) der analysierten Präparate Fälschungen waren, deren Inhaltsstoffe nicht den auf der Verpackung angegebenen Substanzen entsprachen. Dies betraf sowohl die Ampullen-, als auch die Tablettenhandelsform.

Als Inhaltsstoffe wurden einfachere, preiswertere oder besser verfügbare Steroide wie Nandrolon, Testosteron und Metandienon identifiziert. Weitere nachgewiesene Inhaltsstoffe waren Progesteron und das Vitamin Tocopherol. Ein Präparat enthielt gar keinen pharmakologischen Wirkstoff.

Insbesondere die komplexeren und schlecht verfügbaren anabolen Steroide, wie Drostanolon, Trenbolon, Metenolon und Oxymetholon wurden bevorzugt gefälscht.

Tendenziell konnte in einigen Präparaten auch eine deutliche Unterschreitung der angegebenen Wirkstoffmenge festgestellt werden, obwohl das Testverfahren nicht zur exakten Bestimmung der Wirkstoffmenge geeignet war.

## Diskussion

Die missbräuchliche Anwendung anaboler Steroide im Sport betrifft hauptsächlich die Kraft- und Schnellkraftsportarten. Jedoch kann ein positiver Effekt auch im Ausdauerleistungssport nicht sicher widerlegt werden. Während im Hochleistungssport, zumindest seit Einführung der Trainings-Dopingkontrollen in Deutschland ein eindeutiger Rückgang des Anabolika-Konsums zu verzeichnen ist, breitet sich der Mißbrauch im Breitensport zunehmend weiter aus. Weitere Probleme ergeben sich durch die allgemeinen gesellschaftlichen Veränderungen mit zunehmender Akzeptanz von Drogen und Doping in der jüngeren Bevölkerung.

Das Verlangen gut auszusehen und „gut drauf zu sein“ ist sicherlich kein isoliert sportspezifisches Problem. So wundert es kaum, dass bereits Schüler anabole Steroide konsumieren, ohne überhaupt Sport zu treiben. Die Angst vor Nebenwirkungen ist in den letzten Jahren ebenfalls deutlich geschrumpft.

Unsere Erfahrung im Umgang mit Athleten zeigt, dass manche Sportler gar erst das Auftreten von Nebenwirkungen für den Beginn der eigentlichen anabolen Wirkung halten.

Auch Todesfälle bekannter Athleten wirken kaum abschreckend, da nach ihrem Tod sogar deren Doping-Pläne kopiert und in der Szene verbreitet werden. Ähnlich wie in einigen Extremsportarten scheint hier selbst der Tod ganz bewusst als Risiko in Kauf genommen zu werden.

Durch die Verschiebung des Missbrauchs vom Spitzensport in den Breitensport ist eine Kontrolle nahezu unmöglich geworden. Auch eine schärfere Gesetzgebung, wie dies in den USA praktiziert wird, hat dort nicht zu einer wesentlichen Eindämmung dieses Problems geführt. Dennoch ist die Hilfe des Gesetzgebers sicherlich unabdingbar.

Erfolge im Kampf gegen das Doping lassen sich in erster Linie durch konsequente aufklärende Basisarbeit erreichen. Unsere Erfahrungen zeigen, dass die meisten Athleten kaum über die Wirkungen und Nebenwirkungen anaboler Steroide informiert sind.

Durch die bewusste Tabuisierung dieses Themas, insbesondere auch durch die etablierte Sportmedizin, ist hier in den letzten Jahren viel versäumt worden, was letztendlich zu der mittlerweile unüberschaubaren Situation geführt hat.

Die auch von Rokitzki [50] geforderte gesundheitliche Überwachung der Breitensportler ist nur in geringem Maße möglich, da viele „Sportmediziner“ weder die Dopingliste kennen, noch um die Nebenwirkungen und Überwachungsmöglichkeiten wissen. Hier besteht sicherlich ein dringender Handlungs- und Aufklärungsbedarf.

Auch die Schwarzmarktsituation mit der hier beschriebenen Zunahme von gefälschten Präparaten und den dadurch bedingten zusätzlichen Risikofaktoren muss thematisiert werden. Solange die olympische Maxime „höher, schneller, weiter“ lautet und diese heutzutage mit immer höheren Gagen der Athleten honoriert wird, ist auch der Drang zur Leistungssteigerung mit allen Mitteln weiter ungebrochen. Gerade auch die medientechnische Vermarktung des Sports trägt im hohen Maße zu diesem Trend bei. Die selben Medien sind es dann wiederum auch, die gedopte Sportler öffentlich als Straftäter anklagen.

## Ausblick

Der Trend im Leistungssport geht eindeutig zu den bisher nicht nachweisbaren anabolen Dopingsubstanzen. Seit Beginn der 80er Jahre wird im Leistungssport mit Wachstumshormon (HGH) gearbeitet, das inzwischen auch im Breitensport zunehmend angewendet wird. In jüngster Zeit mehren sich die Hinweise auf einen steigenden Konsum von Insulin-like-Growth-Faktor (IGF) und Insulin. Auch Interleukin-15 scheint einen positiven Effekt auf das muskuläre Wachstum zu haben [48].

Diese Substanzen bergen ein deutlich höheres Risikopotential als die anabolen Steroide und werden zudem auch häufig miteinander kombiniert. Viele der Nebenwirkungen sind zudem irreversibel, wie besonders das HGH-induzierte Krankheitsbild der Akromegalie zeigt. Schon jetzt kann man bei einigen Athleten deutlich die Veränderungen ihres Habitus mit akromegalen Zügen feststellen.

Es bedarf somit dringend geeigneter Nachweisverfahren für diese Substanzen neben der schon angesprochenen konsequenten Aufklärung der Athleten. Ansonsten ist sicherlich

in der Zukunft mit einer noch weiteren Ausdehnung der Doping-Problematik zu rechnen. Insbesondere auch die zunehmende Ausbreitung des Doping im Breitensport bedarf unserer besonderen Aufmerksamkeit.

## Literatur

- 1 Bahrke MS, Yesalis CE: Weigh training: a potential confounding factor in examing the psychological and behavioural effects of anabolic-androgenic steroids. *Sports Med.* 1994; 18: 309–319
- 2 Berendonk B: Doping Dokumente. Springer-Verlag, Heidelberg 1991
- 3 Beuker F: Veränderungen der Haut und Hautanhangsorgane durch Mißbrauch anaboler Steroide beim Sportler. *Haut* 1992; 2: 6–15
- 4 Boje O: Bulletin of the Health Organization of the League of Nations. Health Organization of the League of Nations 1939; 8: 439–469
- 5 Buckley WE, Yesalis C, Friedl K, Anderson WA, Streit AL, Wright JE: Estimated prevalence of anabolic steroid use among male high school seniors. *J. Am. Med. Assoc.* 1988; 260: 3441–3445
- 6 Calabrese LH, Kleiner SM, Barna BP, Skibinski CL, Kirkendall DT, Lahita RG, Lombardo JA: The effects of anabolic steroids and strength training on the human immune response. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1989; 21: 386–392
- 7 Catlin DH, Hatton CK: Use and abuse of anabolic steroids and other drugs for athletic enhancement. *Adv. Internat Med.* 1991; 36: 399–424
- 8 Clasing D: Doping – verbotene Arzneimittel im Sport. G. Fischer, Stuttgart 1992
- 9 Cowart VS: Would controlled substance status affect steroid trafficking. *Phys. Sports Med.* 1987; 15: 151–154
- 10 Cowart VS: Steroids in sports: after four decades, time to return these genfies to bottle. *J. Am. Med. Assoc.* 1987; 257: 421–427
- 11 Donike M: Analytik. In: Clasing D. (Hrsg.): Doping – verbotene Arzneimittel im Sport. G. Fischer, Stuttgart. 1992: 146–155
- 12 Donike M, Rauth S: Doping-Kontrollen. (Hrsg: Bundesinstitut für Sportwissenschaft), Sport und Buch Strauß, Edition Sport, Köln 1993
- 13 Donike M, Rauth S: Doping-Kontrollen. (Hrsg: Bundesinstitut für Sportwissenschaft), Sport und Buch Strauß, Edition Sport, Köln 1996
- 14 DuRant RH, Escobedo LG, Heath GW: Anabolic-steroid use, strength training, and multiple drug use among adolescents in the united states. *Pediatrics.* 1995; 96: 23–28
- 15 DuRant RH, Rickert VI, Ashworth CS, Newman C, Slavens G: Use of multiple drugs among adolescents who use anabolic steroids. *N. Engl. J. Med.* 1993; 328: 922–926
- 16 Ehrenkranz J, Bliss E, Shearad MH: Plasma Testosterone; Correlation with agressive behavior and social dominante in man. *Psychosom. Med.* 1974; 36: 469–475
- 17 Elashoff JD, Jacknow AD, Shain SG, Braunstein GD: Effects of anabolic – androgenic steroids an muscular strength. *Ann. Intern. Med.* 1991; 115: 383–387
- 18 FDA: Anabolic Steroid Abuse. *FDA Drug Bulletin* 1987; 17, 3: 27–27
- 19 Ferrenchick G, Schwartz D, Ball M, Schwartz K: Androgenic-anabolic steroid abuse and platelet aggregation: A Pilot study in weight lifters. *Am. J. Med. Sci.* 1992; 303: 78–82
- 20 Friedl KE: Effects of anabolic steroids an physical health. In: Yesalis, C.E. (ed.) *Anabolic steroids in sports and exercise.* Human Kinetics Publishers, Champaign. 1993; Chapter 6: 107–150
- 21 Haupt HA, Rovere GD: Anabolic steroids: A review of the literature. *Am. J. Sports Med.* 1984; 12: 469–484
- 22 Haupt HA: Anabolic steroids and growth hormone. *Am. J. Sports Med.* 1993; 21: 468–474
- 23 Henrion R, Mandelbrot L, Delfieu D: Contamination par le VIH à la suite d'injections d'anabolisants. *La Presse Medicale.* 1992; 21: 218–219
- 24 Hickson RC, Ball KL, Falduto MT: Adverse effects of anabolic steroids. *Med. Toxicol. Adverse Drug Exp.* 1989; 4: 254–271
- 25 Hervey GR, Knibbs AV, Burkinsahw L, Morgan DB, Jones PRM, Chettle DR, Vartsky D: Effects of methandienone an the performance and body composition of men undergoing athletic training. *Clin. Sci.* 1981; 60: 457–461
- 26 Hervey GR, Hutchinson I, Knibbs AV, Burkinshaw L, Jones PRM, Norgan NG, Levell MJ: "Anabolic" effects of methandienone in men undergoing athletic training. *Lancet.* 1976: 699–702
- 27 Hickson RC, Ball KL, Falduto MT: Adverse Effects of anabolic steroids. *Med. Toxicol. Adverse Drug Exp.* 1989; 4: 254–271
- 28 Höher J, Troidl H: Doping im Sport. *Dt. Ztschr. Sportmed.* 1995; 45: 270–282
- 29 Hough DO: Anabolic steroids and ergogenic aid. *AFP* 1990; 41: 1157–1164
- 30 Inhofe PD, Grana WA, Egle D, Min K-W, Tomasek J: The effects of anabolic steroids an rat tendon. *Am. J. Sports Med.* 1995; 23: 227–232
- 31 Kley HK: Anabole Steroide: in Doping-verbotene Arzneimittel im Sport. Hrsg. Clasing, D, Fischer, Stuttgart 1992
- 32 Kley HK, Krüskemper HL: Androgene – Biochemie, Wirkungsweise, therapeutisch Anwendung. *Med. Klin.* 1973; 68: 295–305
- 33 Kley HK, Schlaghecke R: Androgene/Anabolika in Klinik und Praxis. *Intern. Welt* 1988; 6: 160–166
- 34 Kochakian CD, Murlin JR: Effect of male hormone an protein and energy metabolism of castrated dogs. *J. Nutr.* 1935; 10: 437–459
- 35 Lamb DR: Anabolic steroids and athletic performance. In: Laron, Z., A.D. Rogol (eds.) *Hormones and Sport.* Symposium. Raven Press, New York 1989: 257–273
- 36 Lamb DR: Anabolic steroids in athletics: How well do they work and how dangerous are they? *Am. J. Sports Med.* 1984; 12: 31–38
- 37 Laseter JT, Russel JA: Anabolic-induced tendon pathology: a review of the litersture. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1993; 23: 1–3
- 38 Lindström M, Nilsson AL, Katzman PL, Janzon L, Dymling J-F: Use of anabolic-androgenic steroids among bodybuilders – frequency and attitudes. *J. Intern. Med.* 1990; 227: 407–411
- 39 Ljungquist A: The use of anabolic steroids in top swedish athletes. *Brit. J. Sports Med.* 1975; 9: 82
- 40 Lombardo J: The efficacy and mechanisms of action of anabolic steroids. In: Yesalis, C.E. (ed.) *Anabolic steroids in sports and exercise.* Human Kinetics Publishers, Champaign 1993; Chapter 5: 89–106
- 41 Marshall E: The drug of the champions. *Science.* 1988; 242: 183–184
- 42 Michna H: Organisation of collagen fibrils in tendon: changes induced by an anabolic steroid. *Virchows Arch.* 1986; 52: 75–98
- 43 Miles JW, Grana WA, Egle D, Min K-W, Chitwood J: The effect of anabolic steroids an biomechanical and histological properties of rat tendon. *J. Bone Jt. Surgery* 1992; 74-A: 411–422
- 44 Nemecheck PM: Anabolic steroid users-another potential risk group for HIV infection. *N. Engl. J. Med.* 1991; 325: 357–357
- 45 Perry HM, Wright D, Littlepage BNC: Dying to be big: a review of anabolic steroid use. *Br. J. Sports Med.* 1992; 26: 259–261
- 46 Pope HG, Katz DL: Affective and psychotic symptoms associated wich anabolic steroid use. *Am. J. Psych.* 1988; 145: 487–490
- 47 Prokop L: Zur Geschichte des Doping und seiner Bekämpfung. *Sportarzt und Sportmed.* 1970; 21: 125–136
- 48 Quinn LS, Haugk KL, Grabstein KH: Interleukin-15: A novel anabolic cytokine for skeletal muscle. *Endocrinology* 1995; 136: 3669–3672
- 49 Roberts JT, Essenhigh DM: Adenocarcinoma of prostate in 40-year old Bodybuilder. *Lancet* 1986; 2: 742–742

- <sup>50</sup> Rokitzki L: Anabolikamißbrauch im Sport-gordischer Knoten oder Spiegelbild unser Gesellschaft? TW Sport & Medizin 1992; 4: 161 – 162
- <sup>51</sup> Scott MJ, Scott MJ: Dermatologists and anabolic-androgenic drug abuse. *Cutis*. 1989; 44: 30 – 35
- <sup>52</sup> Scott MJ, Scott MJ: HIV infection associated with injections of anabolic steroids. *J. Am. Med. Assoc.* 1989; 262: 207 – 208
- <sup>53</sup> Silvester L: Anabolic Steroids at the 1972 Olympics. *Scholastic Coach*. 1973; 42: 90 – 92
- <sup>54</sup> Sklarek HM, Mantovani E, Erens E, Heisler D, Niedermann MS, Fein AM: Aids in a bodybuilder using anabolic steroids. *N. Engl. J. Med.* 1984; 311: 1701 – 1701
- <sup>55</sup> Spalding BJ: Black-Market Biotechnology: Athletes abuse EPO and HGH. *Bio/Technology* 1991; 9: 1050 – 1053
- <sup>56</sup> Strauss RH, Wright JE, Finerman GA: Side effects of anabolic steroids in weight-trained men. *Phys. Sportsmed.* 1983; 11: 87 – 96
- <sup>57</sup> Strauss RH, Yesalis CE: Anabolic steroids in the athlete. *Ann. Rev. Med.* 1991; 42: 449 – 457
- <sup>58</sup> Taylor WN: Synthetic anabolic-androgenic steroids: A plea for controlled substance status. *Phys. Sportsmed.* 1987; 15: 140 – 150
- <sup>59</sup> Terney R, McLain L: The use of anabolic steroids in high school students. *Am. J. Dis. Child.* 1990; 144: 99 – 103
- <sup>60</sup> Tennant F, Black DL, Voy RO: Anabolic steroid dependence with opioid-type features. *N. Engl. J. Med.* 1988; 319: 578 – 578
- <sup>61</sup> Thomas L, Walb D: Niere und Harnwege. In: Thomas, L. (Hrsg.) *Labor und Diagnose, Med. Verlagsgesellschaft, Marburg* 1992: 446 – 488
- <sup>62</sup> Ticker R, O'Neill MR, Cook D: The incidence of anabolic steroid use among competitive bodybuilders. *J. Drug Education* 1989; 19: 313 – 325
- <sup>63</sup> Wade N: Anabolic steroids: doctors denounce them, but athletes aren't listening. *Science* 1972; 176: 1399 – 1403
- <sup>64</sup> Ward P: The effect of an anabolic steroid on strength and lean body mass. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1973; 5: 277 – 282
- <sup>65</sup> Wadler GI, Hainline B: *Drugs and the athlete. Anabolic Steroids.* F.A. Davis Company, Philadelphia 1989; Chapter 4: 55 – 69
- <sup>66</sup> Wadler GI: Drug use update. *Sports Med.* 1994; 78: 439 – 455
- <sup>67</sup> Walters MJ, Ayers RJ, Brown DJ: Analysis of illegal distributed anabolic steroid products by liquid chromatography with identity confirmation by mass spectrometry or infrared spectrophotometry. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 1990; 73: 904 – 926
- <sup>68</sup> Webb J: Survey of drug use in Australian Sports. *Sports Coach* 1988; 12: 9 – 10
- <sup>69</sup> Windsor R, Dumitru D: Prevalence of anabolic steroid use by male and female adolescents. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1989; 21: 494 – 497
- <sup>70</sup> Yeaslis ChE, Wright JE, Lombardo JA: Anabolika bei Sportlern. *WMW* 1992; 142: 298 – 308
- <sup>71</sup> Yesalis ChE, Kennedy NJ, Kopstein AN, Bahrke MS: Anabolic-androgenic steroid use in the United States. *J. Am. Med. Assoc.* 1993; 270: 1217 – 1221

M. Ritsch

Behandlungszentrum, Abt. Orthopädie  
Krankenhausstraße 20  
83569 Vogtareuth

Tel. 08038/901865  
Fax 08038/904865