



## **Verschaffen Sie sich einen tieferen Einblick in die Dopingproblematik! Mittelstufe**

### **FOLIE 2:**

Die World Anti-Doping Agency (WADA) beschreibt den World Anti-Doping Code wie folgt:

“Einer der wichtigsten Errungenschaften im Kampf gegen Doping war die Ausarbeitung, Akzeptanz und Implementierung einer einheitlichen **Zusammenstellung von Anti-Doping Regeln**, dem World Anti-Doping Code (Code). Der Code ist das Kerndokument, das den **Rahmen für harmonisierte Anti-Doping-Strategien, -Regeln und -Regulationen** innerhalb von Sportorganisationen und zwischen Behörden bietet. Es vereint vier internationale Standards mit dem Ziel der Harmonisierung verschiedenster Bereiche von Anti-Doping Organisationen: **Testung, Laboratorien, medizinische Ausnahmegenehmigungen (TUE) und die Liste der verbotenen Substanzen und Methoden...**”.

Die komplette Beschreibung und das gesamte Dokument kann man herunterladen unter:

<http://www.wada-ama.org/en/dynamic.ch2?pageCategory.id=250>.

*Bild zeigt:* Globale Struktur der Anti-Doping Strategie der World Anti-Doping Agency gemäß dem World Anti-Doping Code.

- **WADA und der World Anti-Doping Code (“Der Code”)**
  - internationale und unabhängige Überwachung des globalen Kampfes gegen Doping im Sport und seiner Rahmenbedingungen (World Anti-Doping Code).
- **IOC (Internationales Olympisches Committee), IPC (Internationales Paralympisches Committee), IF (Internationale Sportfachverbände)**
  - verantwortlich für den Testvorgang und die Sanktionierung.
- **Regierungen**
  - finanzielle, politische, strukturelle Unterstützung und vieles mehr.
- **NOCs (Nationale Olympische Committees), NPCs (Nationale Paralympische Committees), NFs (Nationale Sportfachverbände)**
  - sollten der Implementierung und Umsetzung des Codes zustimmen.
- **NADOs (Nationale Anti-Doping Organisationen), RADOs (Regionale Anti-Doping Organisationen)**
  - verantwortlich für die Testung nationaler Athleten im und außerhalb des

Wettkampfes, für die Ahndung von Dopingvergehen und die Anti-Doping-Schulung.

- **Athleten und deren Umgebung**  
→ Befolgung des Codes.
- **LABs (Laboratorien)**  
→ Analyse der Dopingkontrollproben.
- **CAS (Court for Arbitration for Sports) Sportschiedsgericht**  
→ unterstützt die Beilegung von sport-spezifischen Streitfällen.

### FOLIE 3:

Entsprechend dem World Anti-Doping Code sind folgende Regelverletzungen definiert:

- 2.1 Das Vorhandensein eines *verbotenen Wirkstoffes*, seiner *Metaboliten* oder *Marker* in den Proben aus dem Körper eines *Athleten*.**
- 2.2 Die Anwendung oder der Versuch der Anwendung** eines verbotenen Wirkstoffs oder einer verbotenen Methode.
- 2.3 Die Weigerung oder das Unterlassen** ohne zwingenden Grund, sich einer angekündigten **Probennahme** zu unterziehen, die gemäß den Anti-Doping-Bestimmungen zulässig ist, oder ein anderweitiger Versuch, sich der Probennahme zu entziehen.
- 2.4 Der Verstoß** gegen die Vorschriften über die *Verfügbarkeit* des Athleten für **Trainingskontrollen**, einschließlich versäumter Kontrollen und dem Versäumnis, die erforderlichen Angaben zu Aufenthaltsort und zur Erreichbarkeit zu machen.
- 2.5 Unzulässige *Einflussnahme* oder versuchte unzulässige Einflussnahme** auf irgendeinen Teil des Dopingkontrollverfahrens.
- 2.6 Besitz verbotener Wirkstoffe und verbotener Methoden.**
- 2.7 Das Handeln mit verbotenen Wirkstoffen oder verbotenen Methoden.**
- 2.8 Die Anwendung oder versuchte Anwendung von *verbotenen Wirkstoffen* oder verbotenen *Methoden* bei *Athleten* oder die Beihilfe, Unterstützung, Anleitung, Anstiftung, Verschleierung oder sonstige Tatbeteiligung bei einem Verstoß oder einem versuchten Verstoß gegen Anti-Doping-Bestimmungen.**

Den 2003er World Anti-Doping Code und seinen Inhalt kann man herunterladen unter: <http://www.wada-ama.org/en/dynamic.ch2?pageCategory.id=250>.

#### FOLIE 4:

Die „Dopingliste“ der World Anti-Doping Agency ist wie folgt aufgebaut:

#### **Substanzen und Wirkstoffe die zu allen Zeiten verboten sind (Verbot während und außerhalb des Wettkampfes)**

- S1. Anabole Wirkstoffe
- S2. Hormone und verwandte Wirkstoffe
- S3. Beta-2 Agonisten
- S4. Hormonantagonisten und Modulatoren
- S5. Diuretika und andere maskierende Wirkstoffe

#### **Methoden die zu allen Zeiten verboten sind (Verbot während und außerhalb des Wettkampfes)**

- M1. Steigerung des Sauerstofftransports
- M2. Chemische und physikalische Manipulation
- M3. Gendoping

#### **Substanzen und Methoden die während des Wettkampfes verboten sind**

- S6. Stimulanzien
- S7. Narkotika
- S8. Cannabinoide
- S9. Glukokortikosteroide

#### **Substanzen die in speziellen Sportarten verboten sind**

- P1. Alkohol (verboten z. B. beim Bogenschießen, im Motorsport usw.)
- P2. Beta-Blocker (verboten z. B. beim Bobfahren, Ski und Snowboarding [jumping, freestyle, halfpipe], Ringen)

Die Liste wird jährlich aktualisiert und veröffentlicht. Die aktuelle Dopingliste kann man herunterladen unter:

[www.wada-ama.org/en/dynamic.ch2?pageCategory.id=370](http://www.wada-ama.org/en/dynamic.ch2?pageCategory.id=370).

#### FOLIE 5:

Die Einhaltung der Anti-Doping Regeln wird durch Dopingtests kontrolliert, von denen innerhalb spezieller Testpools alle Athleten betroffen sind. **Internationale Sportfachverbände** sollten für ihre auf internationalem Niveau agierenden Athleten einen Testpool einrichten, während **nationale Anti-Doping Organisationen** einen

**Testpool für nationale Athleten bilden sollten.** Die Testprozedur wird als „Zieltestung“ bezeichnet, da die Athleten nicht per Zufall ausgewählt werden, sondern gezielt. Weiterhin gibt es eine Testung **während des Wettkampfes** (für Substanzen und Methoden, die während des Wettkampfes verboten sind) und eine Testung **außerhalb des Wettkampfes** (für Substanzen und Methoden, die außerhalb des Wettkampfes verboten sind).

Für das Vorgehen bei den Tests gibt es zwei Möglichkeiten. Zum einen können Tests angekündigt werden, d. h. es gibt eine **Benachrichtigung über einen bevorstehenden Test**. Zum anderen kann ein **Test ohne Vorankündigung** durchgeführt werden. Die letztgenannte Möglichkeit sollte bevorzugt werden. Wenn ein Test angekündigt wurde, sollte er innerhalb von 6 Stunden durchgeführt werden. Im Fall eines Tests ohne Vorankündigung sollte die Kontrolle innerhalb einer Stunde erfolgen. Während dieser einen Stunde sollten die zu testenden Athleten unter ständiger Kontrolle sein.

Den World Anti-Doping Code von 2003 und seine Originalvorgaben zur Testprozedur kann man sich herunterladen unter:

<http://www.wada-ama.org/en/dynamic.ch2?pageCategory.id=250>.

#### **FOLIE 6:**

Dopingkontrollproben können Urin- oder Blutproben sein. Der Code erlaubt jedoch auch das Gewinnen anderer Proben (z. B. Speichel, Haare, usw.). Noch sind die meisten Proben Urinproben. Es werden jedoch immer mehr Blutproben zur Kontrolle der Abwesenheit einer verbotenen Substanz oder Methode (zwei A- und B-Proben mit jeweils 3ml Blut) herangezogen. Die meisten Blutproben werden zur Kontrolle des Gesundheitsstatus der Athleten durchgeführt (z. B. erhöhter Hämatokrit beim Skilanglauf ⇒ erhöhtes Risiko für arteriellen Bluthochdruck und Thromboembolien, d.h. Verschleppung von Blutgerinnseln).

#### **FOLIE 7:**

Gemäß den Richtlinien der WADA für therapeutische Ausnahmegenehmigungen (TUE) lautet die Definition wie folgt: Eine Therapeutic Use Exemption (TUE) bzw. eine medizinische Ausnahmegenehmigung ist die **Erlaubnis zur Anwendung einer verbotenen Substanz unter klar definierten und eingeschränkten Bedingungen**. Eine Antragsstellung für eine TUE sollte gemäß dem Internationalen Standard für TUEs erfolgen. Eine TUE muss für jede Substanz auf der Dopingliste beantragt werden. Abhängig von der Substanz und ihrer Art der Anwendung kann entweder

eine Standard TUE oder eine verkürzte TUE (ATUE) zuerkannt werden. Alle zur Testung verpflichteten Athleten, die eine medizinische Behandlung mit einer verbotenen Substanz oder Methode benötigen, müssen bei ihrer zuständigen Anti-Doping Organisation (ADO) eine TUE beantragen. Um eine Anerkennung einer TUE zu erhalten, müssen Athleten an einer gut dokumentierten Krankheit leiden, die durch verlässliche und medizinisch relevante Daten gesichert ist.

Die vier Kriterien, die zur Anerkennung einer TUE erfüllt sein müssen, sind im Internationalen Standard für TUE festgehalten:

1. Der Athlet würde unter einer **signifikanten Beeinträchtigung der Gesundheit** leiden, wenn ihm die verbotene Substanz oder Methode zur Behandlung einer akuten oder chronischen Erkrankung vorbehalten würde (Artikel 4.2 Internationaler Standard für TUE).
2. Der therapeutische Nutzen einer verbotenen Substanz oder Methode bewirkt **keine zusätzliche Leistungssteigerung** außer der, die vom Erreichen des gesundheitlichen Normalzustands zu erwarten ist, wenn die Erkrankung entsprechend behandelt wird. Die Anwendung jeglicher verbotener Substanzen oder Methoden zur Steigerung „niedrig-normaler“ endogener Hormonspiegel wird nicht als eine akzeptable therapeutische Intervention bewertet (Artikel 4.3. Internationaler Standard für TUE). Unter „Leistungssteigerung“ sollte die Rückkehr des Athleten auf das Leistungsniveau vor dem Auftreten der Erkrankung verstanden werden. Das bedeutet, dass eine gewisse Steigerung der individuellen Leistung auf Grund der Behandlung, auftreten kann, diese jedoch nicht die Leistungsfähigkeit des Athleten vor der Erkrankung übersteigen darf.
3. Es gibt **keine zumutbare therapeutische Alternative** zur Anwendung der verbotenen Substanz oder Methode (Artikel 4.4. Internationaler Standard für TUE).

Zum Thema akzeptable zumutbare therapeutische Alternativen müssen zwei Punkte beachtet werden:

- Nur zulässige und anerkannte Medikamente werden als Alternative angesehen.
- Die Definition für „zulässig“ und „anerkannt“ kann in unterschiedlichen Ländern stark variieren.

Diese Unterschiede sollten in Betracht gezogen werden, ein Medikament könnte z. B. in einem Land zugelassen sein und in einem anderen nicht, oder noch in der Testphase sein, usw.

4. Die **Notwendigkeit der Anwendung** der an sich verbotenen Substanz oder der Methode kann nicht – weder ganz noch teilweise – die Folge eines vorherigen

nicht-therapeutischen Gebrauchs sein. (Artikel 4.5. Internationaler Standard für TUE). Eine TUE kann nur anerkannt werden, wenn alle 4 Kriterien erfüllt sind.

Die komplette Information zu Therapeutic Use Exemptions (TUE) kann man sich herunterladen unter: [www.wada-ama.org/en/dynamic.ch2?pageCategory.id=373](http://www.wada-ama.org/en/dynamic.ch2?pageCategory.id=373).

#### FOLIE 8:

Athleten auf internationalem Niveau und auf nationalem Niveau sind Teil eines registrierten Testpools (gemäß dem WADA Code). Aus diesem Pool werden Athleten zur Testung außerhalb des Wettkampfes ausgewählt. Um sicherzustellen, dass alle Athleten für eine unangekündigte Kontrolle außerhalb des Wettkampfes zur Verfügung stehen, müssen Athleten ihren Aufenthaltsort ihren internationalen oder nationalen Sportfachverbänden mitteilen.

Die Aufenthaltsorte der Athleten müssen bekannt sein, um eine entsprechende Testung außerhalb des Wettkampfes sicherzustellen. Anderenfalls riskiert der Athlet einen Verstoß gegen die Anti-Doping-Regel.

#### FOLIE 9:

Die meisten Dopingsubstanzen sind ursprünglich Arzneimittel. Diese Arzneimittel werden in der Medizin zur Therapie einer Reihe von Erkrankungen eingesetzt. Sie haben deshalb auf der einen Seite erwünschte Effekte auf die Krankheiten, andererseits aber auch unerwünschte Nebenwirkungen. Diese Nebenwirkungen werden in verschiedenen klinischen Studien kontrolliert und getestet. Dabei wird der Nachweise erbracht, dass die Nebenwirkungen im Vergleich zu den Folgen der Krankheit als akzeptabel einzustufen sind.

Das Problem bei der Anwendung von Arzneimitteln zur Leistungssteigerung ist die Tatsache, dass gesunde Athleten die Arzneimittel ohne wirkliche Notwendigkeit anwenden. Weiterhin werden die meisten Substanzen in so genannten suprapharmakologischen (=sehr hohen) Dosen oder in verschiedenen Kombinationen (= „Stacking“) eingenommen, noch dazu ohne vorherige medizinische Untersuchung. Das führt zu Nebenwirkungen, die niemand wirklich voraussagen kann.

*Bild zeigt:* die Beziehung zwischen zu **medizinischen Zwecken** eingesetzten Medikamenten und den im Sport missbrauchten Arzneimitteln. Die medizinisch genutzten Arzneimittel zeigen therapeutische Effekte in pharmakologischen Dosen, während leistungssteigernde Arzneimittel gesundheitsschädliche Effekte zeigen können, die auf den Einsatz suprapharmakologischer Dosen zurückgehen. Als Konsequenz können die Nebenwirkungen **kurzfristig sein, reversibel**

(rückbildungsfähig), **irreversibel** (nicht rückbildungsfähig) oder sie können **Spätschäden** verursachen.

#### FOLIE 10:

Anabole Steroide oder **androgene anabole Steroide (AAS)** sind **Hormone**. Wie die meisten Hormone werden sie im Blut transportiert, um **spezifische Körperfunktionen zu regulieren**. AAS zum Beispiel steigern den Proteinstoffwechsel und führen damit zu einer gesteigerten Muskelmasse.

- **Anabol** bedeutet „aufbauend“
- **Andro + gen** bedeutet „männlich“ + „generierend“ (herstellend)
- Steroide sind eine Art von **Fettmolekülen**

So ist **Testosteron** beispielsweise ein anaboles Steroid beziehungsweise ein männliches Sexualhormon, das endogen im Hoden, den Ovarien, der Nebennierenrinde und in der Leber produziert wird. Die medizinische Indikation für die Anwendung anaboler Steroide ist die Muskeldystrophie (eine Muskelerkrankung, die zur fortschreitenden Muskelschwäche führt).

*Bild zeigt:* Das Hormon wird in den entsprechenden Organen von spezifischen Zellen produziert und danach ins Blut (**Gefäßsystem**) freigesetzt. Im Gefäßsystem kann das Hormon im Körper an alle Orte transportiert werden. Zielzellen haben spezifische Rezeptoren, die das Steroidhormon erkennen und darauf entsprechend reagieren.

#### FOLIE 11:

Androgene anabole Steroide (AAS) werden für medizinische Zwecke angewendet bei:

**Androgenmangel** → Hypogonadismus ist die Unterfunktion der Hoden und des Ovars, die zu einer reduzierten Androgenproduktion führt → AAS werden als Hormonersatztherapie verwendet

**Männlichem Gigantismus** → extreme Körpergröße

**Endometriose** → Proliferation (Wucherung) der Uterusschleimhaut (hinter oder außerhalb des Uterus [Gebärmutter])

**Anämie** → Blutarmut

**Muskeldystrophie** → Muskelerkrankung, die zur fortschreitenden Muskelschwäche führt

**Impotenz oder erektile Dysfunktion** → dauerhafte Unfähigkeit, eine Erektion zu erzielen oder aufrechtzuerhalten

#### **FOLIE 12:**

Die angestrebten Effekte eines Missbrauchs von AAS im Sport leiten sich vom anabolen Effekt der Substanzen ab (Zellwachstum). Einige Athleten wollen durch den Missbrauch von Steroiden ihre Muskelmasse „**aufbauen**“. Dies geschieht durch eine gesteigerte Proteinsynthese, die zu einem vermehrten Wachstum von Muskelgewebe führt. Durch die gesteigerte Proteinsynthese kann der Steroidmissbrauch auch eine schnellere Regeneration ermöglichen. AAS können ihren Effekt auf die Muskulatur vor allem dann ausüben, wenn unter ihrem Einfluss trainiert wird.

Die Athleten müssen aktiv bleiben, denn anabole **Steroide allein führen nicht zum Muskelwachstum**. Muskeln sind jedoch **physiologisch nicht für ein solch extremes und schnelles Wachstum geeignet**, so dass als Folge des Missbrauchs von anabolen Steroiden während des Trainings Muskelschäden entstehen können.

*Bild zeigt:* AAS können in Form von Tabletten eingenommen oder als intramuskuläre Injektion verabreicht werden. Die letztgenannte Art der Anwendung kann indirekt zu zusätzlichen Gesundheitsrisiken führen (z. B. zu HIV- oder Hepatitis-Infektionen bei gemeinsamer Nutzung von Injektionsnadeln).

#### **FOLIE 13:**

Diese Folie zeigt einen Fallbericht multipler Sehnenrisse bei einem Footballspieler, verursacht durch Anabolikamissbrauch.

**Abstract von Isenberg et al. (2008): Unfallchirurg, 46-49:**

#### **Mehrzeitige Rupturen von Patellar- und Achillessehnen. Anabole Steroide im Wettkampfsport**

Derivate des Testosterons oder des 19-Nor-Testosterons werden als Anabolika zur Leistungssteigerung eingesetzt, obwohl ihr Effekt offen diskutiert wird. Die Verwendung von Anabolika hält unter Leistungssportlern trotz zunehmender Kontrollen und dramatischer Zwischenfälle an. Während Störungen von Organfunktionen unter der Einnahme von Anabolika gut dokumentiert sind, sind Berichte über Rupturen der großen Sehnen selten. Innerhalb von 18 Monaten wurden bei einem 29-jährigen professionellen Footballspieler nacheinander die Rupturen beider Achillessehnen und einer Patellarsehne operativ versorgt. Die

regelmäßige Einnahme unterschiedlicher anaboler Steroide während dreier Jahre mit der Absicht, die Kraftentwicklung zu verbessern, wurde auf gezielte Befragung bestätigt. Postoperativ wurden Anabolika jeweils frühzeitig und hoch dosiert während der Rekonvaleszenz und den Trainingsphasen eingesetzt. Die Rupturen der Achillessehnen wurden perkutan bzw. mittels Durchflechtungsnaht versorgt und kamen unter diesen Bedingungen zeitgerecht zur Ausheilung. Die operative Versorgung der Patellarsehne mit Durchflechtung und Rahmennaht mündete unter dem nach dem Eingriff aufgenommenen Krafttraining und der Einnahme eines Anabolikums (Metenolon 300 mg/Woche) in eine histologisch bestätigte Reruptur nach 8 Wochen. Nach plastischer Rekonstruktion des Streckapparats mit anschließender Infektion kam es zu einem Verlust der Sehne und Teilen des Reservestreckapparats. Auf Heilungsstörungen unter fortgesetzter Anabolikaeinnahme war wiederholt erfolglos hingewiesen worden.

Aufgrund der hohen Dunkelziffer im Leistungs- und Kraftsport kann davon ausgegangen werden, dass die Einnahme anaboler Steroide bei der operativen Versorgung von Sehnenrupturen auch quantitativ bedeutsam ist.

*Oberes Bild zeigt:* Die Patella (Kniescheibe – gelbe Pfeile) und ihre gerissene Verbindung zum Schienbein (Riss der Patellarsehne).

*Unteres Bild zeigt:* Der Ort der Ruptur auf einem anatomischen Bild (rote Pfeile markieren die Patellarsehne).

#### **FOLIE 14:**

Der Missbrauch von AAS führt zu einer Steigerung der Trainingsmotivation und parallel dazu zu einem Risiko des Übertrainings mit allen nachteiligen Effekten auf den Bewegungsapparat.

Eine weit verbreitete Ansicht ist, dass der Missbrauch von AAS in großen Mengen zu beträchtlichen Effekten führt, während organische Nebenwirkungen oft verharmlost oder gar geleugnet werden. Fakt ist, dass anfänglich als harmlos eingestufte Nebenwirkungen die Vorläufer von weitaus gefährlicheren Nebenwirkungen auf die Organe sind.

Die gesundheitsschädlichen Wirkungen von androgenen anabolen Steroiden basieren auf ihrer androgenen Wirkung. Bei **männlichen Doping-Sündern** kann sich eine Vergrößerung der Brust einstellen, die sogenannte Gynäkomastie (**Feminisierung**). Im Gegensatz hierzu findet bei **weibliche Doping-Sünder** eine vermehrte Entwicklung männlicher Geschlechtsmerkmale (**Virilisierung**) statt.

Weitere Nebenwirkungen sind:

- Die **Steroidakne** ist eine zwar weniger gefährliche, aber dennoch ästhetisch unangenehme Nebenwirkung (Bild a)
- Entzündungen der Leber; Entstehung einer Fettleber und die Bildung von **Leberzysten** sind Beispiele für die direkte Schädigung des Gewebes (Bild b)
- **Hodenschrumpfung** (Bild c)
- **Gynäkomastie** (*Vergrößerung der Brust bei Männern; Bild d*)
- **Degeneration des Skelettsystems**
- **Kardiovaskuläre Störungen** zeigen sich in einer unzureichenden Sauerstoffversorgung des Herzmuskelgewebes auf Grund des Herzmuskelwachstums, das ohne entsprechende Anpassung der Blutgefäße erfolgt. Weitere Störungen umfassen eine Reduktion von high-density Lipoproteinen (HDL), welche die Wände der Blutgefäße schützen sowie eine Erhöhung von low-density Lipoproteinen (LDL), welche die Blutgefäßwände schädigen.
- **Vertiefung der Stimme** (*Frauen*)
- **Bartwuchs** (*Frauen*) / **Glatzenbildung** (*Männer*)
- **Erhöhte Aggressivität**

#### FOLIE 15:

Zusammenfassung und Schlüsselwörter!

#### FOLIE 16:

Hormone und verwandte Substanzen sind **endogene oder exogene Botenmoleküle**, die von endokrinen Drüsen (endogen) freigesetzt oder über Medikamente (exogen) zugeführt werden. Sie gelangen über das Blut zu den Zielorganen, um **spezifische Körperfunktionen zu regulieren**:

- **Erythropoietin** ist eine hormonelle Substanz aus der Niere. Es stimuliert die Bildung roter Blutzellen (⇒ wird auf den folgenden Folien genau erklärt).
- **Humanes Wachstumshormon** ist das natürliche Wachstumshormon des Menschen oder eine rekombinante Version (gentechnisch verändert), die das Wachstum stimuliert.
- **Insulin-ähnlicher Wachstumsfaktor** ist ein dem Insulin strukturell ähnliches Peptid, das entweder während der fetalen Entwicklung oder in der Kindheit freigesetzt wird und das die Aktivität des Wachstumshormons vermittelt.

- **Mechano-Wachstumsfaktor** (Mechano Growth Factor) ist eine Unterform des Insulin-ähnlichen Wachstumsfaktors.
- **Humanes Choriongonadotropin** ist ein Glykoproteinormon, das im Urin oder dem Blutserum von schwangeren Frauen vorhanden ist. Es wird als Indikator (Nachweis) für Schwangerschaften genutzt oder medizinisch zur Induktion der Ovulation (Auslösung des Eisprungs), zur Therapie von Hypogonadismus und des Kryptorchismus bei Männern eingesetzt. Es wird auch von bestimmten Krebsarten (wie z. B. Hodenkrebs) produziert.
- **Insulin** ist ein Proteinormon, das in der Bauchspeicheldrüse synthetisiert wird. Es ist essenziell für den Kohlenhydrat-, Lipid- und Proteinstoffwechsel. Es erleichtert die Aufnahme von Glucose in die Zellen, fördert seine Umwandlung in Glykogen und Fett (Triglyzeride) und bremst die Glucosefreisetzung aus der Leber. Bei ungenügender Produktion von Insulin entsteht ein Diabetes mellitus (Zuckerkrankheit).
- **Corticotropin oder ACTH** (Adrenocorticotropes Hormon) ist ein Proteinormon des Hypophysenvorderlappen. Es stimuliert die Nebennierenrinde und wird in der Behandlung der rheumatischen Arthritis (entzündliches Rheuma) sowie des rheumatischen Fiebers eingesetzt.

#### FOLIE 17:

Die Abkürzung EPO steht für das Hormon Erythropoietin. EPO ist ein Wachstumsfaktor aus der Niere und **stimuliert** die **Synthese der roten Blutkörperchen**. Die **roten Blutkörperchen** oder Erythrozyten transportieren Sauerstoff in die Gewebe.

Die Bildung der roten Blutkörperchen ist abhängig vom Sauerstoffgehalt des Blutes, der durch Rezeptoren permanent „gemessen“ wird. Sinkt der Sauerstoffgehalt des Körpers bis hin zur Hypoxie (Sauerstoffmangel), löst das die Produktion von EPO aus und im Knochenmark werden daraufhin vermehrt rote Blutkörperchen gebildet. Das wichtige Organ in diesem Zusammenhang ist die Niere, da hier EPO produziert wird.

Dieser Vorgang kann durch eine exogene (von außen erfolgende) Zufuhr von EPO, dahingehend beeinflusst werden, dass sich die Anzahl der roten Blutkörperchen auch ohne Training erhöht.

Erythropoietin wird in der Medizin zur Behandlung von Anämie (Blutarmut) eingesetzt.

*Bild zeigt:* **Erythropoietin** wird von **Nierenzellen** produziert und ins Blut (**Gefäßsystem**) freigesetzt. Es stimuliert die Produktion der roten Blutkörperchen (Erythrozyten) im Knochenmark.

#### FOLIE 18:

Erythropoietin stimuliert die Produktion **roter Blutkörperchen** oder Erythrozyten im Knochenmark. Erythrozyten sind verantwortlich für den Sauerstofftransport. Sauerstoff ist essenziell für die physiologischen Funktionen des menschlichen Körpers. Neben dem Gehirn brauchen die Muskeln den meisten Sauerstoff, um die **Ausdauerleistungsfähigkeit zu gewährleisten**. Als Konsequenz geraten Radfahrer, Langstreckenläufer oder Skilangläufer in Versuchung, EPO zur **Steigerung der Sauerstoffversorgung** der Gewebe zu missbrauchen.

Eine **legale und wesentlich sicherere Möglichkeit**, die Ausdauerleistungsfähigkeit oder genauer die Sauerstoffbindungskapazität zu erhöhen, ist das **Höhentraining**. Der geringere Sauerstoffgehalt der Luft in den Bergen führt zu einer Ankurbelung der Produktion roter Blutkörperchen. Dies ist ein völlig legaler Weg, die Zahl der roten Blutkörperchen zu erhöhen.

*Bild zeigt:* Der finnische Skilangläufer Eero Mäntyranta hat eine Mutation im Gen seines Erythropoietin-Rezeptors. Diese physiologische Anomalie führte zu einer erhöhten Transportkapazität von Sauerstoff im Blut. Dadurch erlangte er einen legalen Vorteil und gewann mehrere olympische Goldmedaillen.

#### FOLIE 19:

**Erythropoietin** wird zur Behandlung von **Anämien** eingesetzt (ein Zustand bei dem dem Blut rote Blutkörperchen, Hämoglobin oder Volumen fehlt), die in Folge von chronischen Nierenerkrankungen, einer Krebstherapie, AIDS oder bei schwer kranken Patienten auftreten.

*Graphik zeigt:* Ein Gewebe entwickelt eine Hypoxie, d. h. einen Sauerstoffmangelzustand. Als Konsequenz induziert der Körper die Produktion von Erythropoietin und als Folge davon von roten Blutkörperchen – allerdings mit einer Verzögerung von einigen Tagen.

#### FOLIE 20:

Sowohl in der natürlichen (humanes [h] EPO) als auch in der künstlichen, mit Hilfe der Gentechnologie hergestellten Form (rekombinantes humanes [rh] EPO), hat Erythropoietin (EPO) aufgrund seiner Struktur eher unbedeutendere Nebenwirkungen wie z. B. allergische (selten) oder immunologische Reaktionen. Alle seine gesundheitsschädlichen Wirkungen beruhen auf der vermehrten Bildung roter Blutkörperchen, die zu einer **erhöhten Blutviskosität** führt. Entsprechend führt ein

EPO-Missbrauch zu einem erhöhten Risiko für einen **arteriellen Bluthochdruck oder Thromboembolien** in der Lunge, dem Gehirn oder dem Herzen. Die Folge kann ein Herzinfarkt oder Schlaganfall sein.

**Ein EPO-Missbrauch kann hochgradig lebensbedrohlich sein!**

*Bild zeigt:* Auf der linken Seite des Bildes ist die rechte Herzkammer sichtbar, auf der rechten Seite die linke Herzkammer eines pathologisch vergrößerten Herzens. Der Infarkt ist durch die Pfeile markiert.

#### FOLIE 21:

Zusammenfassung und Schlüsselwörter!

#### FOLIE 22:

**Beta-Rezeptoren** sind eine Gruppe von Rezeptoren, die auf Zelloberflächen einiger Organe und Gewebe vorhanden sind. Sie werden vom sympathischen Nervensystem stimuliert und wenn sich spezifische adrenerge Wirkstoffe an sie binden, dann vermitteln sie physiologische Antworten wie Vasodilatation (Erweiterung der Gefäße), Bronchorelaxation (Erweiterung der Bronchien) und Erhöhung der Herzfrequenz.

**Beta-Rezeptor-Blocker** sind eine Gruppe von Arzneimitteln, die die Aktivität von Beta-Rezeptoren blockieren, um die Herzfrequenz zu senken, die Kontraktionsstärke des Herzens zu vermindern und den Blutdruck zu senken. Demzufolge werden sie häufig von Herzpatienten eingenommen.

Ein Rezeptor ist normalerweise ein Membranprotein, an dem spezifische Moleküle binden können, um eine bestimmte Antwort zu vermitteln.

*Bild zeigt:* Beta-Rezeptoren-Blocker werden eingenommen, im Gastrointestinaltrakt (Magen-Darm-Trakt) ins Blut resorbiert und über der Leber zum Herzen weitergeleitet. Dort blockieren sie die Beta-Rezeptoren.

#### FOLIE 23:

Beta-Blocker haben keinen direkten leistungssteigernden Effekt. Sie sind in Sportarten verboten, die eine erhöhte Konzentration im Sinne einer reduzierten Aufregung erfordern (z.B. Bogenschießen oder Automobilsport). Es wird eine **Verlangsamung der Herzfrequenz und des Kreislaufes** beobachtet. Weiterhin verhindern Beta-Blocker Lampenfieber, Händezittern und führen zu einer allgemeinen Beruhigung.

*Bild zeigt:* Ein gesunder Körper antwortet auf extremen Stress mit der Aktivierung des „fight-or-flight“ Mechanismus, indem er Adrenalin in den Körperkreislauf freisetzt, die Herzfrequenz steigert und den Körper in „Alarmbereitschaft“ versetzt.

- Während einer stressigen Situation veranlasst der Sympathicus (ein Teil des unwillkürlichen Nervensystems) die Nebenniere dazu, Adrenalin zu produzieren.
- Das Adrenalin fließt durch die Blutgefäße zum Herzen.
- Adrenalin aktiviert die Rezeptoren am Herzen.
- Die Herzfrequenz steigt und es kommt zur „fight-or-flight“ Reaktion.
- Nach der Einnahme von Beta-Blockern gelangen sie über den Gastrointestinaltrakt in den Blutstrom. Sie hindern Adrenalin daran, an die entsprechenden Beta-Rezeptoren am Herzen zu binden.
- Die Herzfrequenz bleibt normal und die „fight-or-flight“ Reaktion tritt nicht auf.

#### FOLIE 24:

Nebenwirkungen von Beta-Blockern sind:

- **Bradykardie**, d. h. eine erniedrigte Herzfrequenz.
- Bei der Senkung des Blutdrucks kann es zu einem unerwartet starken **Blutdruckabfall** kommen.
- **Halluzinationen** sind Wahrnehmungen (z. B. optisch oder akustisch) ohne externe Ursache. Meist werden sie durch Störungen des Nervensystems oder durch Arzneimittel hervorgerufen.
- **Schlafstörungen** werden beobachtet.
- **Bronchialspasmen** werden verursacht durch Kontraktionen der Muskeln der Atemwege. Dies führt zu einer verschlechterten Expiration (Ausatmung).
- **Depression** ist eine psychische Störung, deren Symptome Traurigkeit, Inaktivität, Konzentrationsschwierigkeiten, Steigerung oder Minderung des Appetits, übermässiges Schlafen, Hoffnungslosigkeit und Suizidalität sein können.
- Die anhaltende Ermüdung oder Erschöpfung durch Arbeit, Anspannung oder Stress wird als **Fatigue** bezeichnet.

#### FOLIE 25:

Zusammenfassung und Schlüsselwörter!

#### FOLIE 26:

**Beta-2 Agonisten** (auch als Beta-Sympathomimetika bezeichnet) stimulieren das sympathische Nervensystem an den Beta-Rezeptoren. So beeinflussen z. B. Beta-2-Sympathomimetika die Beta-2-Rezeptoren, die sich z.B. in der Lunge befinden.

Medizinische Anwendung finden Beta-2 Agonisten vor allem bei Asthma.

Athleten mit Asthma haben die Möglichkeit einer therapeutischen Ausnahmegenehmigung (**Therapeutic Use Exemption, TUE**).

*Bild zeigt:* Die Wirkung von Beta-2 Agonisten auf den Bronchialmuskel. Ein kontrahierter Bronchialmuskel, wie er beim Asthmaanfall auftritt, kann durch die Gabe von Beta-2 Agonisten relaxiert (entspannt) werden.

#### FOLIE 27:

Athleten, die Beta-2 Agonisten missbrauchen, glauben die Ausdauerleistungsfähigkeit durch Verbesserung der Lungenfunktion oder ihre Kraft durch eine erhöhte Proteinsynthese steigern zu können. Dafür gibt es zurzeit keinen eindeutigen wissenschaftlichen Nachweis.

Einer der bekanntesten Dopingfälle mit Beta-2 Agonisten ist der Fall der Deutschen Sprinterin Katrin Krabbe und ihr Missbrauch von Clenbuterol. Clenbuterol wurde ursprünglich in der Kälbermast zur Wachstumsförderung eingesetzt, um die Muskelmasse zu erhöhen und Fett zu reduzieren. Erst später wurde es im Sport zu Dopingzwecken missbraucht.

#### FOLIE 28:

Bekannte Nebenwirkungen von Beta-2 Agonisten sind:

- **Erhöhung der Herzfrequenz und erhöhter Blutdruck**
- **Feines Zittern der Hände, Unruhe und Kopfschmerzen**
- **Flushing (Hitzewallungen) und Herzklopfen**
- **Verhaltensstörungen bei Kindern**
- **Muskelkrämpfe und allergische Reaktionen**
- **Rachenreizung und Reizung der oberen Luftwege**

#### FOLIE 29:

Zusammenfassung und Schlüsselwörter!

### FOLIE 30:

Blutdoping gehört zu den illegalen Manipulationsmethoden. Es ist eine **direkte Form der Sauerstofftransportsteigerung**, denn es erhöht unmittelbar die Zahl der roten Blutkörperchen. Im Gegensatz dazu steigert EPO die Synthese von roten Blutzellen.

Es gibt zwei unterschiedliche Manipulationsmethoden für Athleten:

- **Sammlung des eigenen Blutes mit späterer Reinfusion**
- **Verwendung von Fremdblut mit späterer Transfusion bei Bedarf**

Die physiologischen Effekte sind die gleichen wie bei einem EPO-Missbrauch:

- Steigerung der Anzahl roter Blutzellen
- Steigerung der Sauerstofftransportkapazität

Blutkonserven werden **in der Medizin zur Behandlung starker Blutverluste genutzt**.

### FOLIE 31:

Mehr rote Blutkörperchen, mehr Sauerstoff, **höhere Ausdauerleistungsfähigkeit!** Die Effekte sind die gleichen wie bei einem EPO-Missbrauch, aber mit einem direkten, unmittelbaren Effekt.

*Grafik zeigt:* Der beeindruckende Effekt einer Bluttransfusion auf die körperliche Leistungsfähigkeit wird in folgendem Beispiel klar: **Laufzeit bei einem 10-Kilometer-Rennen mit und ohne Infusion.**

Gruppe 1: Keine Effekte bei der Placebogruppe, aber ein signifikanter Effekt bei den Athleten mit Blutinfusion ⇒ die Laufzeit nimmt ab.

Gruppe 2: Die Laufzeit für 10 Kilometer sinkt nach Blutreinfusion unmittelbar ab. Diese Verbesserung der Zeit konnte 13 Tage lang nach der Reinfusion der roten Blutkörperchen aufrecht erhalten werden und war daher zum Zeitpunkt der Placebo-Infusion noch vorhanden.

**Original Abstract von Brien & Simon (1987): JAMA 257 (20), 2761-2765:**

#### **The effects of red blood cell infusion on 10-km race time**

(Die Auswirkungen einer Infusion von Erythrozyten auf die benötigte Zeit für einen 10-Kilometer-Lauf)

Ziel der Studie war es, den Effekt einer Infusion von 400 ml eines Erythrozytenkonzentrats auf die benötigte Zeit für einem 10-Kilometer-Lauf, die submaximale Herzfrequenz, den Hämatokrit, die Konzentration von 2,3-Diphosphoglycerat und den Sauerstoffpartialdruck bei einer 50%igen Hämoglobinsättigung zu untersuchen. Sechs gut trainierte männliche Langstreckenläufer „spendeten“ zweimal rote Blutkörperchen, die für die spätere

Reinfusion eingefroren wurden. 11 Wochen nach der zweiten „Spende“ unterzogen sie sich einer Reihe von drei 10-Kilometer-Läufen unter Wettkampfbedingungen auf einer Standardbahn mit 400 Metern: Vor der Infusion, nach der Infusion von 100 ml Kochsalzlösung und nach 400 ml einer autologen Transfusion der vorher eingefrorenen, deglyzerolisierten roten Blutkörperchen. Alle Probanden absolvierten alle Läufe in einem doppelblinden, Crossover-Design. Die Zeit wurde bei jeder 400-Meter-Marke gestoppt; vor jedem Lauf wurde Blut abgenommen. Die Daten wurden per Varianzanalyse ausgewertet. Die Ergebnisse nach der Infusion der roten Blutkörperchen zeigte eine signifikant höherer Hämatokritkonzentration, ein signifikant schnelleres 10-Kilometer-Rennen, eine nichtsignifikante Verminderung der submaximalen Herzfrequenz (10 Schläge pro Minute) und keine signifikanten Veränderungen des 2,3-Diphosphoglyceratspiegels und des Sauerstoffpartialdrucks bei einer 50%igen Hämoglobinsättigung. Die Erythrozytämie durch die autologe Infusion roter Blutkörperchen verbesserte die Leistungsfähigkeit bei einem 10-Kilometer-Rennen effektiv, wahrscheinlich bedingt durch eine Verbesserung der Sauerstoffversorgung der Muskulatur.

#### FOLIE 32:

Die Nebenwirkungen sind ähnlich wie beim EPO-Missbrauch:

- Blutdoping erhöht die Belastung des kardiovaskulären Systems. Es führt zu **einem erhöhten Blutdruck und einem gesteigerten Thromboserisiko.**
- Bluttransfusionen bergen das **Risiko akuter Transfusionszwischenfälle aufgrund von allergischen Reaktionen oder Fehltransfusionen sowie das Risiko schwerer Infektionen wie z. B. Hepatitis oder HIV.**

#### FOLIE 33:

Zusammenfassung und Schlüsselwörter!

#### FOLIE 34:

**Plasmaexpander** gehören auf der Dopingliste zur Gruppe der Diuretika und anderer maskierender Substanzen. Plasmaexpander vermehren den flüssigen Teil des Plasmas und erniedrigen den Hämatokrit. Sie werden bei medizinischen Notfällen wie starken Blutverlusten oder ausgedehnten Verbrennungen eingesetzt.

*Definition von Hämatokrit:* Der Anteil am Blutvolumen, den die Blutkörperchen, v. a. die Erythrozyten einnehmen; wird üblicherweise in Prozent des Blutvolumens ausgedrückt (Normalwerte für Frauen 37-48%, für Männer 40-52%).

*Bild zeigt:* Das menschliche Blut kann unterteilt werden in Plasma (gelb) und in Blutzellen (rot). Der gelbe flüssige Teil besteht aus Wasser und gelösten Teilchen wie z. B. Proteine (Albumin, Fibrinogen und Globuline), Elektrolyte (Natrium und Chlorid), Zucker (Glukose), Lipide (Cholesterol und Triglyzeride), Stoffwechselendprodukte (Harnstoff), Aminosäuren, Hormone und Vitamine. Der rote Anteil beinhaltet die zellulären Bestandteile des Blutes, z. B. Erythrozyten, Thrombozyten, Leukozyten u.a.

#### **FOLIE 35:**

Plasmaexpander werden von Athleten dazu missbraucht, einen hohen Hämatokritwert zu kompensieren und die Blutviskosität zu senken. Ein Anstieg des Hämatokrits findet sich nach einem EPO Missbrauch, und um diesen zu verschleiern, können Athleten zu Plasmaexpandern greifen. Ein weiterer Aspekt ist der Ausgleich von Flüssigkeitsverlusten durch Ausdauerbelastungen, die zu einem verminderten Blutvolumen führen. Plasmaexpander können das Blutvolumen erhöhen, indem sie den Flüssigkeitsverlust ausgleichen.

*Bild zeigt:* Effekt eines Plasmaexpanders

- Linke Säule: Blutzusammensetzung vor dem Missbrauch eines Plasmaexpanders: Erhöhter Hämatokrit.
- Rechte Säule: Blutzusammensetzung nach dem Missbrauch eines Plasmaexpanders: Erniedrigter Hämatokrit.

Die Zahl der zellulären Bestandteile des Blutes (roter Teil) bleibt gleich (vergleiche linke und rechte Spalte). Nur die Menge des Plasmas (gelber Teil) und damit des Blutvolumens wird erhöht. Dadurch wird der prozentuale Anteil fester Bestandteile des Blutes (Hämatokrit) durch den Missbrauch von Expandern erniedrigt.

#### **FOLIE 36:**

Die Nebenwirkungen von Plasmaexpandern können sein:

- **allergische Reaktionen wie Juckreiz,**
- **Benommenheit/Schwindel,**
- **asthmatische Symptome oder**
- **Kreislaufkollaps**

### FOLIE 37:

Zusammenfassung und Schlüsselwörter!

### FOLIE 38:

Diuretika sind Wirkstoffe, die Flüssigkeit aus dem Körper ausscheiden helfen. Sie beeinflussen die Funktion der Niere und führen so zu einer erhöhten Ausscheidung, zu Wasserverlusten und zu einer Gewichtsreduktion. Sie verursachen den Wasserverlust durch eine teilweise Blockade der Wasserrückresorption in der Niere. Als Folge davon erhöht sich die Urinmenge. Diese Effekte können innerhalb einiger Stunden entstehen. Starke Diuretika steigern den Urinfluss auf bis zu 6 Liter am Tag.

Medizinische Anwendung finden Diuretika bei hohem Blutdruck, Herzschwäche oder Leberzirrhose.

### FOLIE 39:

Eine Leistungssteigerung kann bei Diuretikaeinnahme nicht erwartet werden. Sie werden zur **schnellen Gewichtsreduktion** missbraucht, um in einer niedrigeren Gewichtsklasse starten zu dürfen. Weiterhin werden sie zur **Verdünnung einer Urinprobe** verwendet, mit der Absicht, den **Missbrauch anderer Dopingsubstanzen zu verschleiern**.

Diuretika werden auch in der Bodybuilding-Szene genutzt. Ziel dabei ist eine verbesserte Definition von Muskeln. Durch den Verlust von Wasser im Unterhautfettgewebe werden die einzelnen Muskeln besser sichtbar.

Dieser Tatsachenbericht beschreibt den Missbrauch von Diuretika durch einen Ruderer und die fatalen Konsequenzen. Neben seinen Anstrengungen, Gewicht durch extreme körperliche Aktivität zu verlieren, missbrauchte er auch Diuretika.

#### ***Abstract von Dunker et al. (2001): Anaesthetist, 500-505:***

#### **Hitzschlag. Tödliches multiples Organversagen auf Grund von Hyperthermie bei einem 23-jährigen Sportler**

Wir beschreiben einen Fall eines 23-jährigen Ruderers, der einen Hitzschlag erlitt. Er versuchte vor einem Wettkampf 2 kg an Körpergewicht durch Jogging zu verlieren. Dieser Hitzschlag wurde weiterhin begünstigt durch unangemessene Kleidung, die absichtlich zur erhöhten Schweißabgabe getragen wurde. Die maximale Körperkerntemperatur betrug 43°C. Als Konsequenz zeigte der komatöse Patient ein fulminantes multiples Organversagen mit Leberversagen, Nierenversagen, massiver

Rhabdomyolyse (Auflösung der Muskulatur) und ausgedehnter intravaskulärer Gerinnung (DIC). Zusätzlich erlitt er noch einen Perikarderguss (Flüssigkeitsansammlung im Herzbeutel) und ein akutes Lungenversagen (ARDS). Trotz intensivster Behandlung mit Substitution von Blutprodukten, anhaltender Hämodiafiltration und inhalativer Administration von Stickoxid, starb der Sportler 48 h nach seiner Aufnahme in die Intensivstation. Dieser tragische Fall zeigt die Gefahr, die von der weit verbreiteten Angewohnheit ausgeht, durch unangemessene Kleidung Gewicht zu verlieren. In diesem Artikel werden potenzielle Risikofaktoren, Symptomatik, Therapie, und Methoden zur Vermeidung eines Hitzschlages beschrieben und diskutiert.

#### **FOLIE 40:**

Gesundheitsschädlich ist die Störung des Wasser- und Elektrolythaushaltes, die zur Dehydration und zu Elektrolytungleichgewichten führt.

Weitere Nebenwirkungen sind:

- **Verlust von Mineralien**
- **Muskelkrämpfe und Nierenschäden**
- **Bei Männern: Impotenz**
- **Bei Frauen: Störungen des Menstruationszyklus**

Zur Erklärung der Nebenwirkungen im Tatsachenbericht siehe den Abstract oben!

#### **FOLIE 41:**

Zusammenfassung & Schlüsselwörter

#### **FOLIE 42:**

Stimulanzen wie Amphetamin, Ephedrin oder Koffein waren die erste Gruppe wirksamer Substanzen, die 1967 auf die Dopingliste gesetzt wurden. Heutzutage wird Koffein nicht mehr als Dopingsubstanz betrachtet und steht nicht mehr auf der Dopingliste. Diese Gruppe von Stoffen beinhaltet sowohl natürliche Stoffe und deren Abkömmlinge als auch künstlich hergestellte. Stimulanzen wie z. B. Ephedrin sind exogene Substanzen. Sie beeinflussen das zentrale Nervensystem durch Stimulation der Freisetzung von einigen Transmittern wie z. B. Acetylcholin. Diese Substanzen erhöhen die Herzfrequenz, die Atemfrequenz und die Gehirnfunktion. Das kann zu Euphorie führen.

Ihre Pendanten im menschlichen Körper sind Adrenalin oder Noradrenalin. Diese endogenen Substanzen erhöhen den Energiemetabolismus (Energiestoffwechsel) ebenfalls.

Stimulanzien oder Amphetamine werden in der Medizin hauptsächlich lokal als Bronchialrelaxans (Erweiterer der Bronchien) oder zur Abschwellung der Nasenschleimhaut (bei Erkältungskrankheiten) eingesetzt.

*Bild zeigt:* Ein Neuron – die funktionelle Zelle des Gehirns – mit seinen Eingangsstrukturen (Dendriten) und seiner Ausgangsstruktur (Axon), die mit anderen Zellen über Synapsen kommunizieren. Die Synapse ist eine Zellverbindung (Schaltstelle) für die Kommunikation zwischen Zellen – hier greifen Stimulanzien an! Sie führen zu einer erhöhten Freisetzung von Transmittern (Überträgerstoffen).

#### **FOLIE 43:**

Stimulanzien steigern die Erregung des Gehirns und des Körpers. Der Missbrauch durch die Athleten basiert auf dem Wunsch nach **gesteigerter Aufmerksamkeit, reduzierter Müdigkeit, erhöhter Wettkampf- und Aggressionsbereitschaft mit reduzierter Schmerzempfindlichkeit. Stimulanzien steigern nicht direkt die körperliche Leistungsfähigkeit!**

Die am häufigsten genutzten Stimulanzien im Sport sind Amphetamin, Kokain, Ephedrin und Koffein.

*Grafik zeigt:* Der Status der „totalen Erschöpfung“ ist unter normalen Umständen (z. B. im Sport) nicht erreichbar. Der Körper besitzt autonom geschützte Reserven, die nur unter besonderen Umständen aktiviert werden können. Aber mit Stimulanzien ist es möglich die letzten Reserven im Körper zu mobilisieren!

#### **FOLIE 44:**

Stimulanzien führen zur Unterdrückung von Angst oder Erschöpfung. Ihre Wirkung ist so stark, dass ein Athlet nicht merkt, wie erschöpft er ist. Speziell im Hochleistungssport hat es Fälle von Erschöpfungszuständen mit Todesfolge gegeben. Im Zusammenhang damit können bei anhaltender Anstrengung auch Dehydrierung (Wassermangel) und Hyperthermie (erhöhte Körpertemperatur) auftreten.

Nebenwirkungen von Stimulanzien sind einerseits die Entwicklung **psychischer Störungen wie Abhängigkeit oder Depression, andererseits Effekte** wie:

- **Dysregulation der Körpertemperatur**

- **Appetit- und Schlaflosigkeit**
- **Halluzinationen**
- **Körperzittern, Unruhe, Agitation, Anspannung**
- **Kardiale Arrhythmien (Herzrhythmusstörungen)**

Auf Grund ihrer euphorisierenden Effekte werden Stimulanzien im und außerhalb des Sports missbraucht!

#### FOLIE 45:

Zusammenfassung und Schlüsselwörter!

#### FOLIE 46:

Nahrungsergänzungsmittel sind **natürlich im Körper vorhandene Substanzen**, die zusätzlich zur täglichen Ernährung konsumiert werden. Darunter fallen z.B. **Glukose, Mineralien, Vitamine oder Spurenelemente**. Einige dieser Substanzen sind **für das Wachstum und die Entwicklung** eines multizellulären Organismus wie des menschlichen Körpers **essenziell**, andere wiederum zeigen keine oder sogar eine schädliche Wirkung. Nahrungsergänzungsmittel enthalten die jeweiligen Substanzen in konzentrierter Form und bestehen meist aus einer Kombination von mehreren Substanzen. Eine **medizinische Indikation** für die Anwendung von Nahrungsergänzungsmitteln ist der **Mangelzustand** auf Grund von Fehlernährung oder Krankheiten.

Die Hauptgründe für den Einsatz von Nahrungsergänzungsmitteln in der Bevölkerung ist der Glaube daran, dass sie die Gesundheit fördern, das Risiko krank zu werden vermindern und das Körpergewicht kontrollieren können. Die meisten der Ergänzungsmittel sind laut Dopingliste nicht verboten.

#### FOLIE 47:

Generell ist eine ausgewogene Ernährung natürlich wesentlich besser als jede Nahrungsergänzung. Natürlich müssen auch bei einer Nahrungsergänzung auch die Einnahmeengen beachtet werden, um eine „Überdosierung“ zu verhindern.

Nahrungsergänzungsmittel können für **einige Wettkampfsportler sinnvoll sein, um die Intensität und Dauer ihres Sports auszugleichen. Diese Athleten haben einen extrem hohen Kalorienverbrauch, der mit einer normalen Ernährung nicht auszugleichen ist** (wie bei der Tour de France usw.).

Bei Athleten mit einer vegetarischen Ernährung kann auch die Versorgung mit B-Vitaminen kritisch sein

#### FOLIE 48:

Nahrungsergänzungsmittel sind laut Dopingliste nicht verboten, solange sie keine verbotene Substanz enthalten – ohne Rücksicht darauf, ob dies auf dem Etikett vermerkt ist oder nicht. Eines der Hauptrisiken von Nahrungsergänzungsmitteln ist die positive Dopingtestung durch kontaminierte Ergänzungsmittel. Diese **nicht gekennzeichneten** Inhaltsstoffe können im Extremfall zu einer positiven Dopingprobe führen. Als mögliche Konsequenzen sind **gesundheitliche Nebenwirkungen zu erwähnen, die in Abhängigkeit von der Art der „nicht gekennzeichneten“ Substanzen auftreten. Die Substanzen, die am häufigsten nachgewiesen werden, sind androgene anabole Steroide.**

Es ist eine Tatsache, dass viele Sportler Nahrungsergänzungsmittel einnehmen ohne über Nebenwirkungen und empfohlene Dosierung informiert zu sein. Angesichts des großen Marktes für Nahrungsergänzungsmittel (über 12 Milliarden US\$ in den USA im Jahr 2001) und des enormen Verkaufes weltweit verschwimmt die Grenze zwischen empfohlenem Gebrauch und Missbrauch.

Weiterhin kann die Annahme, dass durch den Einsatz von Nahrungsergänzungsmitteln ernährungsbedingte Mängel ausgeglichen werden können, dazu führen, dass weniger Wert auf eine gesunde, ausgewogene Ernährung gelegt wird.

*Tabelle zeigt:* Eine Analyse des Internationalen Olympischen Komitees ergab, dass von 600 handelsüblichen Nahrungsergänzungsmitteln ca. ein Viertel mit verbotenen Substanzen wie anabolen Steroiden kontaminiert war.

#### FOLIE 49:

Zusammenfassung und Schlüsselwörter!

#### FOLIE 50:

Gene sind einzelne Abschnitte der DNA, die Erbinformationen enthalten. Diese **Gene enthalten die Informationen** für die Zusammensetzung des Körpers und daher auch die Information für **einzelne Proteine** wie z. B. Muskelproteine. Ein Ziel der **Gentherapie ist der Versuch, die Information auf ausgewählten Genen zu verändern.**

Die 2008er Dopingliste definiert Gendoping als „die nicht-therapeutische Nutzung von Zellen, Genen und genetischen Elementen oder die Modulation der Genexpression zur Steigerung der athletischen Leistungsfähigkeit“.

*Bild zeigt:* Idee der Gentherapie ist es, mit Hilfe spezifischer Transporter modifizierte Gene in die Zelle einzuschleusen. Danach können korrigierte bzw. neue Funktionsproteine durch die Zelle synthetisiert werden und die Krankheit geheilt oder zumindest gelindert werden.

Die medizinische Anwendung der Gentherapie ist die Korrektur defekter Gene, die für die Krankheitsentwicklung verantwortlich sind (z. B. Erbkrankheiten). Das Problem ist der Missbrauch dieser therapeutischen Idee für Sportzwecke.

#### **FOLIE 51:**

Ist die Korrektur defekter Gene erst einmal möglich, dann ist es nicht weit bis zur Modifikation von Muskelgenen. Mögliche Ziele eines Missbrauchs könnten sein:

- Eine **erhöhte Erythropoietinproduktion** (siehe Eero Mäntyranta, den Skilangläufer), um die Ausdauerleistungsfähigkeit zu steigern.
- Die **Stimulation von spezifischen Muskelwachstumsfaktoren um Kraft und Geschwindigkeit zu steigern.**

*Linkes Bild zeigt:* ein 7 Monate altes, männliches Kind. Er erscheint außerordentlich muskulös mit ausladenden Schenkeln und Oberarmen. Mit 4.5 Jahren zeigte er eine erhöhte Muskelmasse und -kraft auf Grund einer genetischen Mutation im Myostatin-Gen. Er konnte zwei 3 kg schwere Hanteln horizontal mit ausgetreckten Armen halten.

(Die Originaldaten finden sich unter Schuelke et al. (2004) N Engl J Med. 350: 2682-2688)

*Rechtes Bild zeigt:* ein Rind der Gattung "Belgian Blue". Diese Rasse hat eine Mutation im Myostatin-Gen. Die erhöhte Muskelmasse ist dafür ein charakteristisches Merkmal.

Nichtsdestotrotz ist ein Missbrauch der Gentherapie im Sport zurzeit nicht bekannt.

#### **FOLIE 52:**

Das Hauptproblem in der Gentherapie ist die unzureichende Kontrolle des künstlichen Gens. Auf Grund der weitreichenden Mechanismen der Genregulation können weder die gewünschten noch die unerwünschten Effekte eingeschätzt werden.

Ergebnisse von klinischen Studien zu gentherapeutischen Methoden zeigen, dass Probleme wie Krebs, multiples Organversagen und andere hoch lebensbedrohliche Situationen auftreten können.

Weitere Risiken sind auf Grund der wenigen Studien und Publikationen völlig unbekannt und können lediglich abgeschätzt werden. Demzufolge sind die Nebenwirkungen der Gentherapie derzeit nicht kontrollierbar!

**FOLIE 53:**

Zusammenfassung und Schlüsselwörter!