
Zur Einführung: Gentechnik in der Dopingbekämpfung – ein drohendes Problem?

Carl Müller-Platz*, Bernd Wolfarth**

*Bundesinstitut für Sportwissenschaft; **Universitätsklinikum Freiburg/Br.

1 Einleitung

Gendoping findet sich seit wenigen Jahren als Schattengespenst des Sports in den Medien. Damit ist eine neue Dimension des Dopings eröffnet worden. Wenn Gentechnik als Objekt des Dopings öffentlich diskutiert wird, dann ist dies als Hinweis zu verstehen, den möglichen Dopingsündern die Wachsamkeit der Dopingfahndung anzuzeigen.

Gendoping ist zusammengesetzt aus den Worten Doping und Gentechnik bzw. -technologie.

Doping ist nach Art. 2 der Europaratskonvention gegen Doping „.....*die Verabreichung pharmakologischer Gruppen von Dopingwirkstoffen oder Dopingmethoden an Sportler und Sportlerinnen oder die Anwendung solcher Wirkstoffe oder Methoden durch diese Personen*“¹

Gentechnologie wird nach der Enquetekommission „Gentechnologie“ folgendermaßen definiert:

„Unter dem Begriff der Gentechnologie versteht man die Gesamtheit der Methoden zur Charakterisierung und Isolierung von genetischem Material, zur Bildung neuer Kombinationen genetischen Materials sowie zur Wiedereinführung und Vermehrung des neukombinierten Erbmaterials in anderer biologischer Umgebung. Die moderne Biologie kennt daneben auch andere Methoden der Übertragung von Erbmaterial zwischen verschiedenen Zellen, z.B. den Transfer einzelne Chromosomen oder die Verschmelzung ganzer Chromosomensätze bei der sogenannten Zellfusion.“²

Seit dem Jahr 2002 ist der Begriff „Gendoping“ auch in der Liste der verbotenen Wirkstoffe und Methoden verankert.

„Gen- oder Zelldoping ist jede nichttherapeutische Anwendung von Genen, Genelementen und/oder Zellen, die die Fähigkeit haben, die sportlich-athletische Leistung zu steigern.“

¹ Explanatory report on the Anti-Doping Convention; Council of Europe, Publishing and Documentation Service, Strasbourg 1990

² (Bericht der Enquete-Kommission „Chancen und Risiken der Gentechnologie“ des 10. Deutschen Bundestages, 1987, 7)

Gen- oder Zelldoping schließt also alle Methoden ein, mit denen das Genom der Zelle verändert wird. Dies kann in ihrer natürlichen Umgebung im Körper (in vivo) oder nach Entnahme aus dem Gewebe (ex vivo) mit anschließender Rückführung erfolgen.

2 Rückblick

Die Zucht von Menschen mit besonderen Eigenschaften ist ein Menschheitstraum, dem wir immer näher kommen. Gentechnik ist ein Schlüssel zu dieser Traumwelt.

Den Ausgang nahm die Entwicklung dieses Wissenschaftszweiges mit den Kreuzungsexperimenten des Augustinermönches Gregor Mendel um 1865, die in der Fachwelt zuerst einmal keine Beachtung fanden. 1884 postulierte der Jenaer Forscher Oskar Hertwig, dass der Zellkern der Träger der Erbinformation ist und befruchtete damit die weiteren Forschungen an Zelle und Zellkern. Die während der Zellteilung unter dem Mikroskop sichtbaren, von Walther Fleming schon 1879 als Chromosomen bezeichneten Kernstrukturen werden 1902 von Walter Sutton als Träger der Erbinformation identifiziert.

Um die Jahrhundertwende entdeckte William Bateson bei eigenen Forschungen die Aufzeichnungen Mendels über dessen Experimente und prägte den Begriff „Genetik“. Diese später „Mendel’sche Vererbungslehre“ genannten Erkenntnisse sind Grundstock der Populationsgenetik.

Noch in den 20er Jahren des vergangenen Jahrhunderts gelang Hans Speemann ein weiterer wichtiger Schritt: der Transfer eines Zellkerns in eine entkernte Zelle und daraus die Züchtung eines vollständig ausdifferenzierten Tieres.

1944 konnte Oswald Avery der DNS von virulenten Streptokokken die Übertragung des Merkmals Virulenz zuweisen. Nach dem Zweiten Weltkrieg waren die Entschlüsselung der Bausteine der Erbinformation durch E. Chargaff (1950) und die Strukturaufklärung der DNS im Jahr 1953, mit der die Namen der Engländer James Watson und Francis Crick verbunden ist, weitere Meilensteine auf dem Weg, die klassische Genetik als Wissenschaftszweig zu etablieren.

Dabei stand die biochemisch relativ leicht verfügbare Erbinformation der Bakterien und Viren im Zentrum vieler Untersuchungen zur Zusammensetzung, Regulation und Ausprägung der funktionellen Einheiten der Gene, deren Gesamtheit in der Zelle als Genom bezeichnet wird.

Im Jahr 1961 postulierten Jacob und Monod aus ihren Untersuchungen das erste Modell der Regulation der Genexpression, das lac-Operon.³

³ MONOD, J.; JACOB, F.: Genetic Regulatory Mechanisms in the Synthesis of Proteins J. Mol. Biol. 3 (1961), 318-356

Im Jahr 1963 fand ein von der Fa. CIBA-GEIGY in London veranstaltetes Symposium statt mit dem Titel: *Man and His Future*.

Hierzu waren internationale Experten, wie der Zoologe und Genetiker HJ Muller, der in seinem Vortrag „Progress by Voluntarily –Conducted Germinal Choice in Man“⁴ den Begriff Cloning prägte und sich dabei auf das Buch von J Rostand „Can Man Be Modified“⁵ bezog, eingeladen worden. Der Genetik- und Biometrieprofessor JBS Haldane führte beim selben Symposium mit dem Vortrag „Biological Possibilities for the Human Species in the Next Tenthousand Years“ Möglichkeiten an, Sportler in jungen Jahren zu klonen, nachdem ihre Eigenschaften zutage getreten sind. Er führt auch aus, dass mit Muskelkraft in verschiedenen Sportarten viel Geld zu verdienen sei, bisher aber noch keine Untersuchungen durchgeführt worden seien, inwieweit diese Eigenschaft genetisch determiniert ist.

In dieser Konferenz kristallisierten sich neben der Züchtungsforschung die künftigen Bereiche der Biotechnologie heraus: Entschlüsselung und Veränderung des Erbgutes, die Regulation der Genaktivität, verbunden mit einem immer tieferen Verständnis physiologisch-biochemischer Vorgänge in der Zelle. Was 1963 als glaubwürdige Zukunftsvision dargelegt wurde, hat sich bis zur Jahrtausendwende in wissenschaftliche Realität gewandelt und findet bereits umfangreiche Anwendung.

Im Jahr 1973 konnten Boyer und andere erstmals genetisches Material als Plasmid transferieren.

Die Entdeckung der Restriktionsenzyme durch Arber im Jahr 1974, mit deren Hilfe die DNS an spezifischen Stellen aufgetrennt werden kann, machten es schließlich möglich, Fremd-DNS in das Bakteriengenom einzufügen.

Im Jahr 1979 ist es nach langen Vorarbeiten zur Strukturaufklärung des Peptidhormons Insulin⁶ ⁷ gelungen, das Peptid und das dazugehörige Gen⁸ zu synthetisieren. Damit war es möglich geworden, das Insulin gentechnisch im Bakterium *E. coli* herzustellen.⁹ Im Jahr 1982 wurde es als erstes gentechnisches Arzneimittel in den USA zugelassen.

⁴ MULLER, H.J.: Genetic Progress by Voluntarily –Conducted Germinal Choice. In: Wolstenholme, G. (Ed.): *Man and his Future – A CIBA Faoundation Volume*. London 1963, 261

⁵ ROSTAND, J.: *Can Man Be Modified?* New York 1959

⁶ SANGER, F.; TUPPY, H.: The Amino Acid Sequence in the Phenylalanin Chain of Insulin. *Biochem. J.* 59 (1961), 463-490

⁷ SANGER, F.; THOMPSON E.O.T.: The Amino Acid Sequence in the Glycyl Chain of Insulin. *Biochem. J.* 53 (1963), 354-374

⁸ CREA, R.; KRASZEWSKI, A.; HIROSE, T.; ITAKURA, K.: Chemical sythesis of genes for human insulin. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 75 (1978) 5765-5769

⁹ GOEDDES, D.V.; KLEID, D.G.; BOLIVAR, F.; HEYNEKER, H.L.; YANSURA, D.G.; CREA, R.; HIROSE, T.; KRASZEWSKI, A.; ITAKURA, K.; RIGGS, A.D.: Expression in *Escherichia Coli* of chemically synthesized genes for human insuli. *Proc.Natl. Acad. Sci. USA* 76 (1979) 106-110

Die biotechnologische Produktion von Wirkstoffen, die mit der Produktion des Penicillin unmittelbar nach dem 2. Weltkrieg begonnen hatte, erlebte einen großen Aufschwung.

Auch an der eukaryotischen Zelle wurde mit Hochdruck weiter geforscht.

Die 80er Jahre brachten weitere Fortschritte beim Befruchtungsvorgang und frühen Embryonalentwicklung. Der Durchbruch als anerkannte Anwendung in der Medizin ist erfolgt. Begriffe wie Reproduktionsmedizin, Gendiagnostik und Gentherapie weisen den Weg zum überwiegenden Einsatz der Erkenntnisse der Genetik in der Medizin.

Im Jahr 1985 fand die PCR-Methodik Eingang in die Analytik¹⁰. Heute wird sie insbesondere bei der Verbrechensbekämpfung eingesetzt. Aus Spuren biologischen Materials mit Zellen kann deren DNA durch diese Methodik bis zum analytischen Maßstab vermehrt werden und mit genetischem Material anderer Körperzellen verglichen werden. Diese Methodik ist als genetisches Fingerprinting bekannt.

Erstmals 1989 gelang es, Fremdgene auch in die menschliche Zelle zu transferieren.

1990 wurde die Immunschwäche eines Mädchen gentherapeutisch behandelt.¹¹ Seither wurde die Gentherapie in mehreren 1000 bekannten Fällen angewandt, allerdings nur durch Reimplantation ex vivo veränderter Substanzen.

Im selben Jahr begann der Wettlauf um die Entzifferung des menschlichen Genoms und fand im Jahr 2000 seinen vorläufigen Abschluss.

Im Jahr 1999 wurde der Optimismus, mit der Gentherapie eine sichere Behandlung gefunden zu haben, mit der Erbkrankheiten heilbar werden, stark gedämpft. Ein junger amerikanischer Mann verstirbt nach einer somatischen Gentherapie an einer unvorhergesehenen Reaktion auf den Genvektor, einem Adenovirus. Auf einem öffentlichen Hearing wird als Todesursache Multiorganversagen als Reaktion auf die hohe virale Dosis angenommen.¹²

Dadurch werden auch die Stimmen der Kritiker der Gentherapie wieder lauter, die die Erfolge der Gentherapie mehr der ausgefeilten Begleittherapie der Erkrankung zuschreiben als dem gentechnischen Eingriff.

¹⁰ SAIKI, R.K.; SCHARF, S.; FALOONA, F.; MULLIS, K.B.; HOR, G.T.; EHRLICH, H.A.; ARNHEIM, N.: Enzymatic amplification of Beta-Globin genomic sequences and restriction site analysis for diagnosis sickle cell anemia. *Science* 230 (1985), 1350-1354

¹¹ THOMPSON, L.: Der Fall Ashanti. In: *Die Geschichte der ersten Gentherapie*. Basel, 1995

¹² ABC-News, 8. 12. 1999

3 Gentechnik im Sport

Im Eskalationsmodell zur ethischen Bewertung der Gentechnik sind alle Möglichkeiten der Gentechnik in Themenkreisen zusammengefasst.¹³

Stufe 1	Gentechnisch erzeugte Proteine (z.B. Insulin)
Stufe 2	Somatische Gentherapie am Geborenen
Stufe 3	Somatische Gentherapie am Ungeborenen
Stufe 4	Gentechnische Eingriffe in die Keimbahn; Verhinderung von Erbkrankheiten (z.B. Mukoviszidose)
Stufe 5	Gentechnische Eingriffe in die Keimbahn; Einführung eines neuen Gens in die Keimbahn zur Krankheitsprävention (Grippeimmunität)
Stufe 6	Gentechnische Eingriffe in die Keimbahn; Korrektur einer möglichen Normabweichung (z.B. Fettleibigkeit)
Stufe 7	Gentechnische Eingriffe in die Keimbahn; Beeinflussung komplexer Eigenschaften (z.B. Intelligenz)

Während in den Überlegungen der Väter dieses Eskalationsmodelles insbesondere die Risiken von unerwünschten Wirkungen Berücksichtigung finden, werden Gesundheitsrisiken beim Doping im Sport in der Regel nicht beachtet¹⁴.

Für herausragende Leistungen benötigt der Sportler oder die Sportlerin u.a. Ausdauer, Schnellkraft, Kraftausdauer oder Koordinationsfähigkeit. Welche Eigenschaften in welchem Umfang benötigt werden, ist von der Sportart abhängig.

Anknüpfend an das Symposium des Jahres 1963 „Man and his Future“ sind mit dem heutigen Kenntnisstand mehrere Anwendungen im Sport denkbar.

3.1 Biotechnologische Produktion von Pharmaka – Genpharming

Biotechnologie ist ein wichtiger Wirtschaftszweig und wird von der OECD definiert:

„Biotechnologie ist die Anwendung wissenschaftlicher und technischer Prinzipien zur Stoffumwandlung durch biologische Agenzien mit dem Ziel der Bereitstellung von Gütern und Dienstleistungen.“ OECD-Definition

Die Biochemie hat körpereigene Stoffe identifiziert und isoliert, die die physiologischen Vorgänge steuern. Erbkrankheiten konnten auf eine Dysregulation oder das Fehlen solcher körpereigenen Wirkstoffe zurückgeführt werden. Um biotechnologische Verfahren wirt-

¹³ Gentechnik: Eingriffe am Menschen, 3. Auflage. München 1999

¹⁴ BAMBERGER, M.; YAEGER, D.: Over the Edge. Sports Illustrated (1997), 62-70

schaftlich nutzen zu können, ist in vielen Fällen zuerst ein gentechnischer Eingriff an den biologischen Agenzien notwendig. Der genetische Eingriff besteht vorrangig darin, Gene mit der gewünschten Eigenschaft in die Erbinformation des Wirtsorganismus einzubringen.

Beispielhaft hierfür ist das Insulin, das 1921 von Banting und Best als wichtiges Hormon zur Regelung des Blutzuckerspiegels entdeckt worden war. Eine verringerte oder völlig fehlende Produktion führt zur Zuckerkrankheit, dem Diabetes mellitus.

Nach der Entschlüsselung der Aminosäurezusammensetzung des Insulin wurden die entsprechenden Genstücke 1978 von H. Boyer auf chemisch präparativem Weg synthetisiert. Als Plasmide wurden die beiden Genstücke in verschiedene Bakterien eingeschleust und in der Bakterienkultur vermehrt. Nach Analyse der Bakterien werden die beiden Ketten aus dem Ansatz isoliert und in einer geeigneten Lösung zum nativen Hormon generiert. Heute wird das Insulin biotechnologisch aus Hefezellen hergestellt.

Nicht von jedem Eiweißstoff lässt sich das Gen chemisch-präparativ herstellen. Daher werden die natürlichen Abläufe der Peptid- und Proteinsynthese in Bakterien, Viren und eukaryotischen Zellen genutzt.

In einer Zelle, die einen bestimmten Eiweißstoff (Peptid oder Protein) produziert, ist auch die dazugehörige m-RNS im Zytoplasma enthalten. Wird diese m-RNS isoliert, kann mit einem speziellen Enzym die Transskription umgekehrt und eine DNS-Kopie (cDNS) hergestellt werden.

Eine weitere Methodik ist die Herstellung transgener Tiere, d.h. von Tieren, die in ihrem Genom ein Fremdgen, das ein bestimmtes Enzym oder Hormon kodiert, enthalten. Solche Tiere produzieren diese Substanz beispielsweise auch in der Milch, woraus der Wirkstoff in großer Menge leicht isoliert werden kann.

Heute werden eine Reihe von solchen Enzymen oder Hormonen gentechnisch produziert und sind als Arzneimittel verfügbar. Soweit sie leistungssteigernde Wirkung haben oder dies vermutet wird, ist auch mit ihrem Einsatz als Dopingmittel zu rechnen, wie das beim EPO und Wachstumshormon bereits bekannt ist. Die gentechnischen Verfahren zur Erzeugung von körpereigenen Eiweißstoffen können zwar als Wirkstoffe wie Wachstumshormon oder Erythropoietin zu Dopingzwecken missbraucht werden, werden aber nicht unter dem Schlagwort „Gendoping“ subsummiert, weil nicht die Erbinformation des Athleten verändert wird. Es ist jedoch im Einzelfall der Missbrauch von „...*pharmakologischen Gruppen von Dopingwirkstoffen*...“, deren Verabreichung oder Anwendung verboten ist.

3.2 Genetische Diagnostik

In zunehmendem Maße werden auf den Chromosomen Gene lokalisiert, die für bestimmte Eigenschaften alleine oder mit anderen Genen zusammen verantwortlich sind. Zwischenzeitlich sind nach genetischen Untersuchungen bei Sportlern mit außergewöhnlichen

Eigenschaften im Sport, wie Ausdauer oder Kraft, Mutationen an einzelnen Allelen bekannt¹⁵. Heute wird danach gesucht, erkennbare, die sportliche Leistungsfähigkeit begünstigende Merkmale mit lokalisierten Genen zu verknüpfen. Es wird nach Kandidatengenen für die eine oder andere Eigenschaft gesucht.¹⁶ Mit diesen Kandidatengenen könnte die Talentauswahl durch gendiagnostische Maßnahmen unterstützt werden. Da keinerlei Manipulationen vorgenommen werden, kann diese unterstützende Maßnahme nicht als Doping gewertet werden.

3.3 Züchtung und Klonen

Züchtungsexperimente beim Menschen zur Selektion optimaler Eigenschaften, sind grundsätzlich denkbar, dürfen aber in diesem Zusammenhang außer Betracht bleiben. Zu lange ist die Generationszeit und zu unsicher sind die Ergebnisse. Die Unterstützung der Zucht beispielsweise durch Klonen kann dagegen nicht ausgeschlossen werden. Die Definition des Gendoping wird dies einzubeziehen haben, denn auch strafbare Handlungen werden beim Doping billigend in Kauf genommen.

3.4 Gentechnische Manipulation

Für einzelne Gene hat man Hinweise¹⁷, dass sie leistungssteigernde Effekte haben. Ob dies allerdings hinreichend ist, um beispielsweise den tatsächlich erwünschten Krafteffekt zu erzielen, steht heute noch dahin. Grundsätzlich ist eine Abnahme körpereigener Zellen und ihre Manipulation außerhalb des Körpers z.B. durch Einschleusung von Genen mit anschließender Zurückführung möglich. So können insbesondere Vorläuferzellen z.B. von Erythrozyten gentechnisch verändert werden, so dass sie im Körper entsprechende Wirkungen über einen längeren Zeitraum entfalten können.

Eine Genmanipulation kann auch direkt im Körper vorgenommen werden. Dafür sind die für das Zielgewebe geeigneten Möglichkeiten zu suchen. Die Einschleusung eines Gens, das die gewünschte Eigenschaft ausprägt, hat – abhängig von der gewählten Methodik – nach heutigem Kenntnisstand eine nur geringe Einbaurrate.

Grundsätzlich besteht auch die Möglichkeit, durch geeignete Gene mit ihren Regulationsbereichen die Genexpression durch Zufuhr von Substanzen von außen an- und abzuschalten. Die gentechnische Behandlung ist derzeit erst im Tierversuch realisiert und setzt in einem sehr frühen Embryonalstadium ein.

¹⁵ De La CHAPELLE, A.; SISTONEN, B.; SHOTURMA, D.I.; LEHVASLAIHO, H.: Familial erythrocytosis genetically linked to erythropoietin receptor gene. *The Lancet* 341 (1993), 82-84

¹⁶ RANKINEN, T.; PÉRUSSE, L.; RAURAMAA, R.; RIVERA, M.A.; WOLFARTH, B.; BOUCHARD, C.: The Human Gene Map for Performance and Health-related Fitness-phenotypes. *Med. Sci. Sports Exerc.* 33 (2001), 855-867

¹⁷ SCHULZ, T.; DIEHL, P.; SMOLNIKAR, K.; MICHNA, H.: Der genmanipulierte Sportler, eine Horrorvision. In: Müller-Platz, Carl (Red.): Leistungsmanipulation, eine Gefahr für unsere Sportler. Dokumentation der 4. Kleinkonferenz zur Dopingbekämpfung. Köln 1999

Wagt man einen Blick in die weitere Zukunft und führt den gentechnischen Eingriff schon im frühen Embryonalstadium durch, dann ist die Einführung ganzer Chromosomen, die als Bindungsstellen für später einschleusbare Gene dienen, auch im Sport denkbar, wenn entsprechende Kandidatengene isoliert und als Genkassetten eingebaut werden.

Alle diese Verfahren fallen eindeutig unter den Begriff des Gendoping.

4 Der Nachweis des Gendoping

Der Einsatz gentechnischer Verfahren hinterlässt Spuren. Die DNS trägt nämlich die Information hochspezifisch eine bestimmte Gruppe von Biomolekülen, die Eiweißstoffe, zu produzieren. Die Fremd-DNS selbst oder ihre Produkte, die Eiweißstoffe, können grundsätzlich für ein Nachweisverfahren eingesetzt werden.

Der Nachweis über den Einsatz gentechnisch veränderter Grundstoffe in Lebensmitteln ist aus Gründen der Ernährungssicherheit für die Menschen sehr wichtig.

4.1 Nachweis von körperfremdem Eiweiß

Wenn ein Gen in das Genom von Zellen eingeschleust wird, das kein körpereigenes Eiweiß produzieren kann, dann kann die Genmanipulation über das in diesen Zellen gebildete fremde Eiweiß nachgewiesen werden. Der Nachweis körperfremder Eiweißstoffe kann mit Hilfe der Antigen-/Antikörperreaktion in seinen verschiedenen spezifischen Ausarbeitungen erfolgen.

Dies gilt auch für körpereigene Eiweißstoffe, wenn sie im Gewebe, z.B. beim Erwachsenen, nicht mehr produziert werden.

4.2 Nachweis der Transgenität

Es wird aus oben genannten Gründen intensiv an Methoden geforscht, um Fremd-DNS in den gentechnisch veränderten Organismen (GVO's) bzw. in Endprodukten der Lebensmittelindustrie nachzuweisen.

Die Methoden der gentechnischen Veränderung von Grundstoffen der Lebensmittelindustrie sind bekannt und daher ist auch die Suche nach solchen Strukturen nicht eine „Suche der Stecknadel im Heuhaufen“.

Einmal besteht die Möglichkeit, eingeschleuste Gene vorübergehend durch die benutzten Vektoren wie z.B. Viren nachzuweisen, andererseits wird die eingeschleuste DNS selbst nachgewiesen. Dabei wird entweder nach einer oder nach mehreren bestimmten Gensequenzen oder -bruchstücken untersucht, die häufig eingesetzt werden. Messbare Mengen aus den Spuren vorhandener DNS werden über die PCR-Methodik hergestellt, die bereits im Zusammenhang mit dem genetischen Fingerprinting genannt wurde.

Grundsätzlich werden solche Verfahren auch beim Gendoping möglich sein, wenngleich sie zuerst einmal nicht darauf ausgerichtet sind.

5 Rechtliche Aspekte der Gentechnik und Gentherapie

Ein wichtiger erster Meilenstein für Deutschland war die im Jahr 1984 eingesetzte Enquetekommission zu den Chancen und Risiken der Gentechnologie.¹⁸ Folge der Beratungen¹⁹ und des zusammenfassenden Berichtes mit den Empfehlungen war die Gesetzgebung auf diesem Gebiet, das „Gesetz zur Regelung der Gentechnik“ vom 20. Juni 1990 (BGBl I 1990, 1080) Neugefasst durch Bek. v. 16.12.1993 (BGBl I 2066), zuletzt geändert durch Art. 1 G v. 16. 8.2002 (BGBl I 3220) und die Folgeverordnungen. In diesem Gesetz wird das Robert Koch Institut als Stelle genannt, bei der alle Methoden der Probenahme und Untersuchung gentechnisch veränderter Lebensmittel gesammelt werden (§ 28 a).

Weiterhin ist das Gesetz zum Schutz von Embryonen vom 3. Dezember 1990, (BGBl I 1990, 2746), zuletzt geändert durch Art. 22 G v. 23.10.2001 (BGBl I 2702) hinsichtlich der Stammzellforschung wichtig.

Ein spezielles Gentherapiegesetz gibt es in Deutschland nicht.

Definition Gentherapie:

*Die Gentherapie ist ein gezielter Eingriff um eine Krankheit zu heilen, indem der molekulare Defekt in der DNA durch das Verpflanzen von gesunden Genen behoben werden soll. Es gibt zwei Formen der Gentherapie, zum einen die somatische Gentherapie, in der die Änderung im Erbgut nicht weiter vererbt wird, zum anderen gibt es noch die Keimbahntherapie, in der die Veränderung des Erbgutes vererbbar ist.*²⁰

¹⁸ Dt. Bundestag (Hrsg.): Chancen und Risiken der Gentechnologie: Bericht der Enquetekommission des 10. Deutschen Bundestages. Zur Sache 87, 1

¹⁹ Dt. Bundestag (Hrsg.): Chancen und Risiken der Gentechnologie: Bericht der Enquetekommission (Vorw.: Wolf-Michael Catenhusen). Zur Sache 90, 2. Vgl.: Wahrig (Hrsg.): Fremdwörterlexikon. München 1987, 249, 747

Vgl.: http://interpharma.ch/info/wissens/lexikon/lexikon_bodyG.html

²⁰ Vgl.: Pschyrembel, 528

Vgl.: Wahrig (Hrsg.): Fremdwörterlexikon. München 1987, 249, 747

Vgl.: http://interpharma.ch/info/wissens/lexikon/lexikon_bodyG.html

6 Zusammenfassung

Gendoping ist eine Dopingmethode, deren Anwendung in wenigen Jahren möglich sein kann. Daher muss sich auch die Dopingbekämpfung mit dem Stand von Wissenschaft und Technik dieser Methoden auseinandersetzen.

Nach derzeitigem Kenntnisstand scheint die Dopingbekämpfung analytisch in der Lage zu sein, entsprechende Verfahren anzuwenden. Ein schwieriges Feld wird sich daraus ergeben, dass Verdachtsmomente als solche erkannt werden und sichergestellt ist, dass der Persönlichkeitsschutz des Sportlers oder der Sportlerin gewahrt bleibt.