



Institut für Physiologie, Universität zu Lübeck, Ratzeburger Allee 160, 23562 Lübeck

**Persönlich - vertraulich**

Herrn  
Prof. Dr. Dr. hc Hans-Jochen Schiewer  
Rektor  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Fahnenbergplatz  
79085 Freiburg

**Univ.-Prof. Dr. med. W. Jelkmann**  
Lübeck, den 28.11.2013  
Telefon: +49 451 - 5004150/4152  
Telefax: +49 451 - 5004151  
E-Mail: [jelkmann@physio.uni-luebeck.de](mailto:jelkmann@physio.uni-luebeck.de)

cc: Evaluierungskommission Freiburger Sportmedizin

**Evaluierungskommission Freiburger Sportmedizin  
hier: Evaluierung der Veröffentlichungen**

Ew. Magnifizenz,

Ihr Vorgänger, Herr Professor Jäger, richtete im Juni 2007 eine Evaluierungskommission ein, die den Auftrag erhielt, die Arbeit der Abteilung Sportmedizin zu untersuchen und für deren Auswirkungen in der Patientenversorgung und in der Forschung eine Bewertung vorzunehmen. Ich wurde damals zum Mitglied der Evaluierungskommission ernannt und später bei der internen Aufgabenverteilung mit der Bewertung der Zeitschriften- und Buchartikel, die seit Gründung der Abteilung (1973) erschienen waren, betraut. Seitens der Universität wurden mir Ende 2007 Publikationslisten und pdf-Dateien der Veröffentlichungen als Grundlage zugesandt. Die Evaluation erstellte ich Anfang 2008 und sandte sie am 15.02.2008 dem damaligen Vorsitzenden der Kommission, Herrn Dr. Schäfer, sowie der Koordinatorin Frau Ursula Seelhorst. Objektive Bewertungskriterien, wie Zitierungshäufigkeit bzw. Impactfaktoren, beziehen sich demnach auf den damaligen Evaluationszeitpunkt.

Meine Evaluation wurde in Sitzungen der Evaluierungskommission am 19.02.2008 und 02.05.2012 diskutiert. Auf Basis dieser Diskussionen wurden Ergänzungen bzw. redaktionelle Verbesserungen an dem Bericht vorgenommen.

Ich sende Ihnen meinen Bericht im Ausdruck. Inwieweit der Bericht zum jetzigen Zeitpunkt veröffentlicht werden sollte, überlasse ich Ihnen in Absprache mit der Vorsitzenden der Evaluierungskommission, Frau Professor Paoli.

Die mir damals zugegangene CD mit den Publikationen der Abteilung sende ich hiermit zurück.

Mit freundlichen Grüßen,

Prof. Dr. W. Jelkmann

# **Evaluierung der Veröffentlichungen aus der Abteilung für Präventive und Rehabilitative Sportmedizin der Medizinischen Klinik und Poliklinik der Universität Freiburg im Zeitraum 1973 - 2006**

## **Ausgangslage: Personelle und sächliche Ausstattung der Abteilung**

Der Lehrstuhl und die Abteilung Sport- und Leistungsmedizin an der Medizinischen Klinik der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg wurden 1973 von Professor Herbert Reindell begründet. Das Institut sollte einerseits der sportmedizinischen Versorgung der Bevölkerung dienen und andererseits dem Leistungssport zuarbeiten (Trainingssteuerung, Ernährung, Prävention, Rehabilitation und Leistungsdiagnostik). Die Leitung der Abteilung für Sport- und Leistungsmedizin wurde Professor Joseph Keul übertragen (s. *Keul J und Mitarbeiter* „15 Jahre Lehrstuhl und Abteilung Sport- und Leistungsmedizin an der Medizinischen Universitätsklinik Freiburg i. Br.“, *Dokumentation*, 1989). Prof. Keul war von 1972 - 2000 der leitende Arzt des deutschen Olympia-Teams und von 1998 - 2000 der Präsident des Deutschen Sportärztebundes (späterer Name: Deutsche Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention). Professor Reindell bzw. anschließend Professor Keul waren von 1973 bis 1992 die Vorsitzenden oder stellvertretenden Vorsitzenden des zuständigen Fachbeirates und Fachausschusses des Bundesinstitutes für Sportwissenschaft (BISp), welches die anwendungsbezogene sportwissenschaftliche Forschung zur Unterstützung des deutschen Spitzensports fördern sollte. 1994 wurde die Freiburger Abteilung in Rehabilitative und Präventive Sportmedizin umbenannt. Nach Professor Keuls Tod im Juli 2000 wurde die Abteilung kommissarisch durch Professor Aloys Berg geleitet. 2002 wurde Professor Hans-Hermann Dickhuth aus Tübingen nach Freiburg berufen und übernahm das Direktorat.

1973 bestand die Abteilung personell aus dem ärztlichen Direktor, einem wissenschaftlichen Assistenten sowie einer medizinisch-technischen Assistentin, und räumlich aus vier Arbeits- und Laborräumen. Mit Dritt- und Eigenmitteln wurde 1976 ein eigenständiges Gebäude für die Sportmedizin errichtet, welches 1989 erweitert wurde. Anlässlich der Erteilung eines Rufes für Professor Keul an die Universität München erhielt die Abteilung 1980 im Zuge von Bleibeverhandlungen zusätzliche Personalstellen. 1991 wurde die Sektion Sportorthopädie und Sporttraumatologie in die Abteilung integriert. 1999 belief sich der Gesamtbestand an Personal auf ca. 50 Mitarbeiter(innen), die zu 60% aus Drittmitteln bezahlt wurden. Zum Zeitpunkt der fundamentalen Evaluierung der Veröffentlichungen (Februar 2008) waren laut Homepage der Abteilung 21 wissenschaftliche und 12 nicht-wissenschaftliche Mitarbeiter(innen) beschäftigt.

## **Kriterien der Evaluierung**

### Datenbasis

Der Evaluierung lagen die vom Institut Ende 2007 zur Verfügung gestellten Publikationslisten und PDF-Dateien der Veröffentlichungen zugrunde. Es ist davon auszugehen, dass die Dateien, sofern es sich um Original-Artikel, Übersichtsarbeiten, Buchbeiträge und Editorials des Zeitraums 1973 - 2006 handelte, weitestgehend (ca. 90%) vollständig waren. Etwa 300

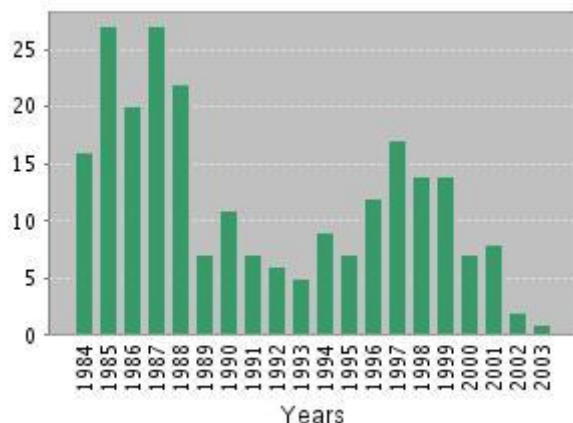
der insgesamt ca. 1000 Publikationen sind in bekannten Journalen publiziert und in PubMed gelistet (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>).

### Dateienbewertung

Die Beurteilung des Wertes wissenschaftlicher Veröffentlichungspakete ist generell schwierig. Üblicherweise werden die Zahl und Art der Publikationen, deren Zitierungshäufigkeit sowie das Renommé des jeweiligen Publikationsorgans berücksichtigt. Zur Einordnung o.a. Quantität der Publikationen aus der Freiburger Abteilung sei hier auf eine von Bärtsch und Schneider durchgeführte Bewertung der Leistungen der universitären deutschen sportmedizinischen Einrichtungen hingewiesen (Bärtsch P, Schneider M: „Evaluation der universitären sportmedizinischen Einrichtungen“, *Dtsch Z Sportmed* 53: 307-11, 2002). Darin ist u. a. die Publikationstätigkeit der Einrichtungen für die Jahre 1996–2000 erfasst worden. Demnach wurden aus sportwissenschaftlichen Institutionen, die in medizinischen Kliniken angesiedelt waren, im Median 8 Originalarbeiten (Maximum 14), 1 Kongressbeitrag (Max. 4) und 2 Buchbeiträge (Max. 10) pro Jahr publiziert. Zahlenmäßig nahm das Freiburger Institut folglich einen oberen Rang ein, auch bedingt durch die vergleichsweise große Zahl wissenschaftlicher Mitarbeiter(innen).

Die Zahl der Publikationen ist primär ein Maß für den Fleiß der Angehörigen einer Forschungsabteilung. Publikationen in angesehenen Zeitschriften mit einem strengen Gutachtersystem sind im Allgemeinen höher einzuschätzen als solche in nicht-referierten Zeitschriften oder in Monographien (insbesondere in Kongressbänden). Im vorliegenden Fall war die Evaluierung erschwert, weil eine größere Zahl der experimentellen Daten und Übersichtsarbeiten der Freiburger Abteilung mit gleichem Inhalt an unterschiedlichen Stellen veröffentlicht wurde. Abb. 1 zeigt die vom “Institute for Scientific Information“ (ISI) gelistete Zahl der Veröffentlichungen, an denen Herr Professor Keul als Autor beteiligt war.

### **Published Items in Each Year**



(Abb.1) Vom “Institute for Scientific Information“ (ISI) gelistete Veröffentlichungen, an denen Herr Professor Keul als Autor beteiligt war, im Zeitraum 1984 bis 2003.

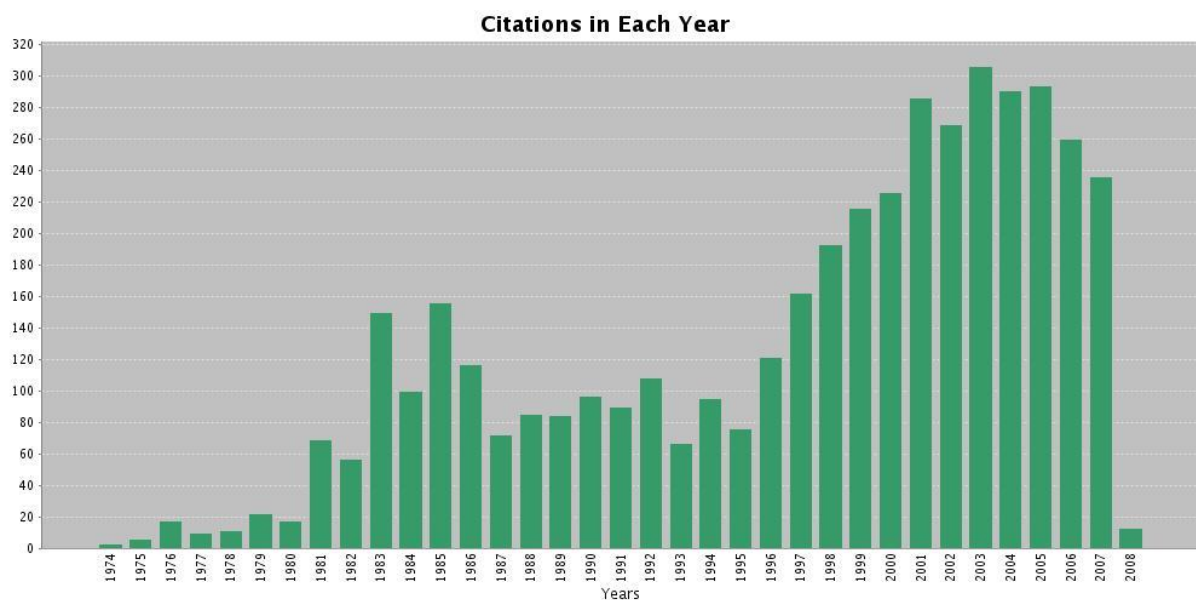
Im Vergleich zur Forschung in rein naturwissenschaftlich-biologischen Fächern ist Sportwissenschaft stärker lehr- und anwendungsorientiert, indem sie ganz wesentlich auch der

Aus- und Weiterbildung von Ärzt(inn)en, Sportpädagog(inn)en, Trainer(inne)n und Sportler(inne)n dient. Solche Aktivität trägt in starkem Maße zum Ansehen einer sportmedizinischen Forschungseinrichtung in Sportler-, Sportfunktionärs- und Sportärztekreisen sowie der breiten Öffentlichkeit bei. Die Reputation der Freiburger Abteilung war in dieser Hinsicht sehr hoch.

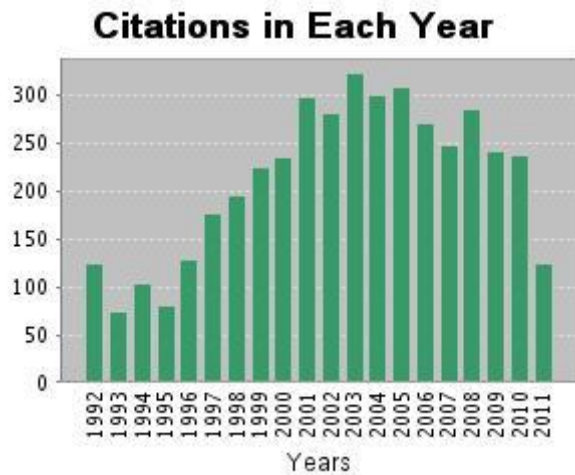
Ein alternativer Beurteilungsparameter ist die Zahl der Zitate für die Publikationen. Dieser Parameter ist für die Evaluierung großer Publikationsverzeichnisse (im vorliegenden Fall ca. 1000 Publikationen aus einem 33-jährigen Zeitraum) jedoch nur eingeschränkt anwendbar. U.a. können Selbstzitate nicht ausgeschlossen werden.

Abb. 2a und 2b zeigen die Zitierungshäufigkeit von Veröffentlichungen, an denen Herr Professor Keul als Autor beteiligt war, für die Zeiträume 1974 bis 2007 bzw. 1992 bis 2010.

Professor Keuls persönlicher *h*-Index betrug am 30.12. 2010 40 (vierzig) und war damit relativ hoch („Hirsch-Index“, bibliometrisches Maß der Zitierungen). Zur Ermittlung des *h*-Index werden alle vom „Web of Science des Institute for Scientific Information“ erfassten Veröffentlichungen des Autors nach Zitier-Häufigkeiten absteigend gereiht (<http://apps.isiknowledge.com>). Buchpublikationen sind nicht eingeschlossen. Der *h*-Index ergibt sich als die Zahl, bei der die einzelnen Publikationen mindestens *h*-mal, die restlichen Publikationen höchstens *h*-mal zitiert wurden. Ein hoher *h*-Index spricht für großen wissenschaftlichen Einfluss des Gesamtwerkes des Autors.



(Abb. 2a) Zitierungshäufigkeit der Veröffentlichungen, an denen Herr Professor Keul als Autor beteiligt war, im Zeitraum 1974 bis 2007; Bestandsaufnahme Februar 2008 (2008 war noch nicht abgeschlossen; “Institute for Scientific Information“ (ISI)). Interpretationshinweise sind im Text gegeben.



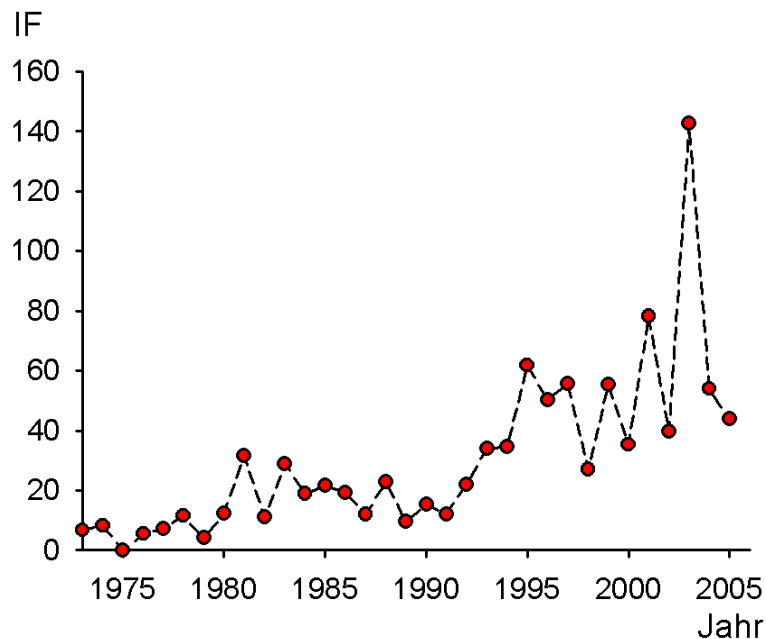
(Abb. 2b) Zitierhäufigkeit der Veröffentlichungen, an denen Herr Professor Keul als Autor beteiligt war, im Zeitraum 1992 bis 2010; Bestandsaufnahme Juni 2011 (2011 war noch nicht abgeschlossen; "Institute for Scientific Information" (ISI)). Interpretationshinweise sind im Text gegeben.

Außerdem können die Zeitschriften, in denen veröffentlicht wurde, mittels des Impact-Faktors (IF) bewertet werden, welcher angibt, wie häufig Artikel einer Zeitschrift innerhalb der ersten zwei Jahre nach Erscheinen im Durchschnitt zitiert wurden (Garfield E, *Ann Intern Med* 105: 313-20, 1986). Der IF wird jährlich vom "Institute for Scientific Information" (ISI) aktualisiert. In vorliegender Evaluierung wurde vereinfachend immer der IF aus dem Jahr 2006 zugrundegelegt. Dieses Vorgehen wird den Veröffentlichungen nur bedingt gerecht. Das Profil einiger Zeitschriften, in denen veröffentlicht wurde, hat sich im Laufe der Jahre stark verändert, und sie erscheinen nicht mehr unter den ursprünglichen Namen („*Klinische Wochenschrift*“, „*Blut*“, u.a.). Fachspezifische IF nach dem Modell der Arbeitsgemeinschaft der wissenschaftlichen medizinischen Fachgesellschaften (AWMF; s. *Frömter E et al, Dtsch Med Wschr* 124: 910-5, 1999) wurden für den vorliegenden Bericht nicht ermittelt. Es ist aber darauf hinzuweisen, dass der mittlere IF aller sportmedizinischen Journale bei einem interdisziplinären Vergleich nur im unteren Feld liegt (meistzitiert sind z.B. biochemische Journale). Der IF der drei im „Ranking“ der sportmedizinischen Journale vorne stehenden betrug zum Zeitpunkt der ersten Datenbewertung (Februar 2008) nur 3,0 - 3,5 („*Sports Med*“, „*J Appl Physiol*“, „*Exerc Sport Sci Rev*“).

Um die oben genannte Zielgruppe aus dem physiotherapeutischen und sportlichen Umfeld zu erreichen, ist es in der Sportmedizin wichtig, auch nicht-englischsprachige Artikel zu verfassen, selbst wenn diese international weniger zur Kenntnis genommen werden. Weil nur englischsprachige Journale hohe IF erreichen, kann die IF-Evaluierungsmethode zu einer Behinderung des nationalen Transfers wissenschaftlicher Erkenntnis führen (*Baethge C, Dtsch Arztebl* 105: 37-40, 2008).

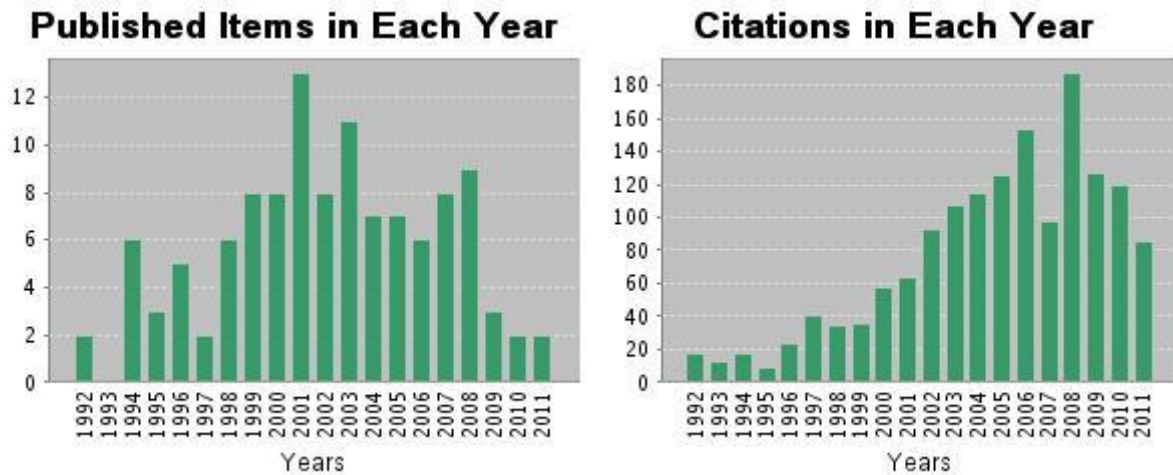
Professor Dickhuth hat in einem Editorial der *Dtsch Z Sportmed* (53: 305-6) im Jahr 2002 festgestellt: „Die Sportmedizin muss sich in der Wissenschaft den Qualitätsanforderungen moderner Hochschulen und hierbei insbesondere der medizinischen Fakultäten und deren Standards stellen, was sie in der Vergangenheit häufig nicht getan hat.“ Tatsächlich ist der

kumulative IF der Freiburger Abteilung insbesondere im Zeitraum 1973 – 94 relativ niedrig gewesen. Die positive Entwicklung in späteren Jahren (s. Abb. 3) ist ein Indiz für eine veränderte Forschungs- und Publikationsstrategie (Veröffentlichungen in international angesehenen englisch-sprachigen Zeitschriften).



(Abb. 3) Kumulative Impact-Faktoren (IF) der Veröffentlichungen aus der Abteilung Rehabilitative und Präventive Sportmedizin der Universität Freiburg im Zeitraum 1973 – 2005 (ISI-Liste 2006, einschließlich Übersichtsartikel und “Letter“). Interpretationshinweise sind im Text gegeben.

Abb. 4 zeigt die vom “Institute for Scientific Information“ (ISI) gelistete Zahl der Veröffentlichungen, an denen Herr Professor Dickhuth als Autor beteiligt war, und Abb. 5 die Zitierungshäufigkeit seiner Veröffentlichungen für den Zeitraum 1992 bis 2010. Professor Dickhuths persönlicher h-Index betrug damals 23 und war somit niedriger als der Professor Keuls.



(Abb. 4, links) Vom "Institute for Scientific Information" (ISI) gelistete Veröffentlichungen, an denen Herr Professor Dickhuth als Autor beteiligt war, im Zeitraum 1992 bis 2010; Bestandsaufnahme Juni 2011 (2011 war noch nicht abgeschlossen).

(Abb. 5, rechts) Zitierhäufigkeit der Veröffentlichungen, an denen Herr Professor Dickhuth als Autor beteiligt war, im Zeitraum 1992 bis 2010; Bestandsaufnahme Juni 2011 (2011 war noch nicht abgeschlossen; "Institute for Scientific Information" (ISI)). Interpretationshinweise sind im Text gegeben.

## Forschungsschwerpunkte

### A) Präventive und rehabilitative Sportmedizin

#### a) Funktionen des Herzens des Gesunden und des Herzkranken in Ruhe und bei Arbeit

Aufbauend auf den Untersuchungen zur (Patho-)Physiologie des Herzens von Professor Reindell wurden die kardiologischen Messungen mittels Echokardiographie, Dopplerkardiographie, Thermodilution und Einschwemmkatheter zur routinemäßigen Anwendung verbessert und Normbereiche für Wanddicke, Muskelmasse, Hubraum, Masse-Volumen-Beziehungen und Funktionsgrößen (z.B. Schlagvolumen, enddiastolischer linksventrikulärer Druck) des Herzens etabliert. Anhand der an gesunden Personen ermittelten Werte konnten die physiologische Herzhypertrophie in Folge isotonischer dynamischer Muskelarbeit („Sportherz des Ausdauertrainierten“) charakterisiert und die kardiale Trainingsanpassung optimiert werden, was insbesondere im Hinblick auf die zunehmende Zahl älterer Sporttreibender von großer Relevanz ist. Nachuntersuchungen ehemaliger Olympia- und Weltmeisterschaftsteilnehmer offenbarten, dass die physiologische Herzhypertrophie und die damit verbundenen Anpassungsmechanismen für eine erhöhte Herzförderungsleistung sich nach Beendigung des Leistungstrainings weitgehend zurückbilden. Die zugrunde liegenden Arbeiten ermöglichten es, physiologische Herzhypertrophien gegenüber der pathologischen Herzhypertrophie bei Patienten mit Hypertonie, Kardiomyopathie oder koronarer Herzkrankheit abzugrenzen.

Meistzitierte Veröffentlichungen:  
(Zitierungen lt. ISI Web of Knowledge, Februar 2008)

*Heiss HW et al.* "Studies on regulation of myocardial blood-flow in man. 1. Training effects on blood-flow and metabolism of healthy heart at rest and during standardized heavy exercise", *Basic Res Cardiol* 71: 658-75, 1976 (66 Zitierungen).

*Keul J et al.* "Effect of static and dynamic exercise on heart-volume, contractility, and left-ventricular dimensions", *Circ Res* 48: 162-70, 1981 (70 Zitierungen).

*Dickhuth HH et al.* "Two-dimensional echocardiographic measurements of left-ventricular volume and stroke-volume of endurance-trained athletes and untrained subjects", *Int J Sports Med* 4: 21-6, 1983 (36 Zitierungen).

*Hermann HP et al.* "Haemodynamic effects of intracoronary pyruvate in patients with congestive heart failure: An open study", *Lancet* 353: 1321-3, 1999 (41 Zitierungen).

*b) Trainingsanalysen und -optimierungsmaßnahmen im Breiten- und Hochleistungssport*

Trainingsbegleitende Maßnahmen im Breitensport und bei Leistungssportlern stellten einen wesentlichen Schwerpunkt in der wissenschaftlichen Aktivität des Instituts dar. In Felduntersuchungen wurden die Trainingsmaßnahmen praxisrelevant analysiert. Der sportmedizinische Messwagen, der seit 1972 eingesetzt wurde, ermöglichte es, den Trainingsaufbau, die Regeneration und Leistungsentwicklung bei verschiedenen Sportarten zu verbessern. Dabei wurden leistungsphysiologische Kenngrößen (Herzfrequenz, Laktatkonzentration, Ammoniak- und Harnstoffkonzentration, Serumenzym- und -elektrolyt-Konzentrationen, Stresshormone und immunologische Parameter) ermittelt, um Belastungsreaktionen, Anpassungsvorgänge und vor allem Übertrainingsformen zu erkennen. Zur Abklärung von Herzrhythmusstörungen ist das Langzeitspeicher-EKG, das in Freiburg zum computergestützten Mehrkanal-Auswertesystem aufgebaut wurde, unverzichtbar geworden. Analysiert wurden nicht nur die besonderen Formen bradykarder Rhythmusstörungen bei Ausdauersportlern, sondern auch tachykarde Rhythmusstörungen, wie z.B. das WPW-Syndrom, welches zur Todesursache bei Sportlern werden kann. Aus kardiologischen Daten zur Vorhofaktivierbarkeit, der kardiozirkulatorischen Reaktion unter autonomer Blockade und Isoproterenol-Stimulation wurde die These abgeleitet, dass die bis dato angewandten Normwerte korrigiert werden sollten. In einer Übertrainingsstudie wurden durch exzessive Steigerung des Trainingsumfangs keine Leistungszunahmen erzielt, stattdessen wurde ein Erschöpfungssyndrom mit muskulotendinösen Beschwerden und psychovegetativen Störungen beobachtet. In jüngerer Zeit wurde die sportphysiologische Bedeutung immunmodulierender Peptide (Interleukin 1, Interleukin 6) als Teil der Akut-Phase-Reaktion bei sportlicher Höchstleistung beschrieben.

Meistzitierte Veröffentlichungen:

*Keul J et al.* "Effect of weightlifting exercise on heart-rate and metabolism in experienced weightlifters", *Med Sci Sports Exerc* 10: 13-5, 1978 (31 Zitierungen).



*Kindermann W et al.* "Significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training", *Eur J Appl Physiol Occ Physiol* 42: 25-35, 1979 (335 Zitierungen).

*Lehmann M et al.* "Plasma-catecholamines in trained and untrained volunteers during graduated exercise", *Int J Sports Med* 2: 143-7, 1981 (96 Zitierungen).

*Lehmann M et al.* "Correlations between laboratory testing and distance running performance in marathoners of similar performance ability", *Int J Sports Med* 4: 226-30, 1983 (30 Zitierungen).

*Lehmann M et al.* "Plasma-catecholamines, beta-adrenergic receptors, and isoproterenol sensitivity in endurance trained and non-endurance trained volunteers", *Eur J Appl Physiol Occ Physiol* 52: 362-9, 1984 (72 Zitierungen).

*Lehmann M et al.* "Training overtraining – a prospective, experimental-study with experienced middle-distance and long-distance runners", *Int J Sports Med* 12: 444-52, 1991 (77 Zitierungen).

*Lehmann M et al.* "Training-overtraining – Influence of a defined increase in training volume vs. training intensity on performance, catecholamines and some metabolic parameters in experienced middle- and long-distance runners", *Eur J Appl Physiol Occ Physiol* 64: 169-77, 1992 (60 Zitierungen).

*Weinstock C et al.* "Effect of exhaustive exercise stress on the cytokine response", *Med Sci Sports Exerc* 29: 345-54, 1997 (83 Zitierungen).

### c) Sportliche Leistungsfähigkeit, Belastbarkeit und Trainierbarkeit körperlich Behinderter

Epidemiologische Studien zeigten, dass die Inzidenz einer arteriellen Hypertonie bei Ausdauersportlern – nicht jedoch bei Kraftsportlern und Schwimmern – reduziert ist. Die Ergebnisse zum Einfluss der unterschiedlichen Sportarten auf den arteriellen Blutdruck sind insbesondere auch für den Breitensport wertvoll. An Para- und Tetraplegikern wurde die Bedeutung des sympathischen Nervensystems für die Anpassung des Organismus an körperliche Belastung analysiert. Querschnittsanalysen bei Untrainierten und Trainierten zeigten, dass Ausdauertrainierte Belastungen mit verminderter sympathischer Aktivität, aber einem erhöhten Schlagvolumen und einer geringen Herzfrequenz und Blutdrucksteigerung erbringen. Diese Ökonomisierung der Herz-Kreislauftätigkeit führt zu einer Reduktion des myokardialen Sauerstoffverbrauchs, sodass die Koronarreserve erhöht und die maximale Arbeitskapazität verbessert wird. Für die Bewegungstherapie ließ sich hieraus ableiten, dass nicht nur die Herzarbeit per se ökonomisiert werden kann, sondern die trainierte Skelettmuskulatur zur Entlastung des Herzens beiträgt. Für Sportarten wie Skilanglauf, Ski Alpin, Schwimmen, Tennis, Gymnastik, Laufen, Radfahren, Ballspiel und Bergwandern wurden sportartspezifische Richtlinien etabliert.

#### Meistzitierte Veröffentlichungen:

*Schmid A et al.* "Catecholamines, heart rate, and oxygen uptake during exercise in persons with spinal cord injury", *J Appl Physiol* 85: 635-41, 1998 (35 Zitierungen).

*Huonker M et al.* “Cardiovascular differences between sedentary and wheelchair-trained subjects with paraplegia”, *Med Sci Sports Exerc* 30: 609-13, 1998 (32 Zitierungen).

*Schmid A et al.* “Free plasma catecholamines in spinal cord injured persons with different injury levels at rest and during exercise”, *J Auton Nerv Syst* 68: 96-100, 1998 (25 Zitierungen).

*Schmidt-Trucksass A et al.* “Arterial properties of the carotid and femoral artery in endurance-trained and paraplegic subjects”, *J Appl Physiol* 89: 1956-63, 2000 (31 Zitierungen).

#### d) Ernährung und sportliche Leistungsfähigkeit

Durch eine gezielte Ernährung können die Leistungsfähigkeit verbessert und regenerative Vorgänge beschleunigt werden. Eine Supplementation (bei Defiziten) mit Eisen, Magnesium, Zink, Vitaminen, Karnitin, Kohlenhydraten und ein ausgewogener Flüssigkeitsersatz durch ausgesuchte Getränke neben einer vernünftigen gesunden Ernährung sind unter bestimmten Voraussetzungen leistungsfördernd bzw. gesundheitserhaltend. Die zu diesem Thema durchgeführten Untersuchungen bestätigten, dass einer vernünftigen gesunden Ernährung mehr Beachtung geschenkt werden muss.

Ein besonderer Schwerpunkt zielte auf den Stellenwert einer Vitaminversorgung bei Hochleistungssportlern. Eine wesentliche Voraussetzung für die Erkennung einer Vitaminmangelsituation ist die Bestimmung der Konzentration wasserlöslicher und fettlöslicher Vitamine in biologischen Flüssigkeiten. Dies gilt auch für Sportler(innen). Die Untersuchung des Vitaminstatus hat nicht nur für Trainierte und Untrainierte, sondern auch für Patienten mit Polyneuropathien, Diabetes mellitus und malignen Erkrankungen eine große Bedeutung.

Hier sind auch Untersuchungen nennenswert, in denen der Einfluss sportlicher Aktivität (und von Vitamin C) auf die enterale Eisenabsorption ( $\text{Fe}^{3+}$ -Citrat; ein schlecht absorbierbares, aber nicht verschreibungspflichtiges Präparat) und – daraus resultierend – die Erythropoiesemarker Transferrin und Ferritin im Blut untersucht wurden. Erstautor der grundlegenden Publikation war Dr. Andreas Schmid (*Schmid A et al., Med. Sci. Sports Exerc.* 28: 1470-3, 1996). Die Arbeiten wurden laut Angabe in der Publikation durch das BISP gefördert.

#### Meistzitierte Veröffentlichungen:

*Keul J et al.* “Influence of dextrose on driving performance, ability to concentrate, circulation and metabolism in the automobile simulator-double-blind-study in crossover design“, *Aktuelle Ernährungsmedizin* 7: 7-14, 1982 (25 Zitierungen).

*König D et al.* “Essential fatty acids, immune function, and exercise“, *Exerc Immunol Rev* 3: 1-31, 1997 (25 Zitierungen).

#### e) Struktur und Funktion von Lipoproteinen

Der Stoffwechsel, die Regulation und die Zusammensetzung der Lipoproteine als Transportpartikel und Lösungsvermittler der Lipide haben bei der Pathogenese einer koronaren Herzkrankheit und damit auch für die Prävention und Rehabilitation der Herz-Kreislaufkrankungen grundlegende Bedeutung. Bereits im Alter zwischen 16 und 30 Jahren konnten an männlichen wie auch weiblichen Personengruppen mit unterschiedlicher körperlicher Aktivität Beziehungen zwischen der Ausdauertrainiertheit und den Serumcholesterinfraktionen nachgewiesen werden. So wurde gezeigt, dass bei altersbezogener verminderter maximaler Sauerstoffaufnahme mit einer Erniedrigung des HDL- und Erhöhung des LDL-Cholesterins gerechnet werden muss. Gleichzeitig sind die für diese Lipoproteinklassen typischen Apolipoproteine Apo A-I erniedrigt und Apo B erhöht, für HDL-Subfraktionen kommt es zu einem Anstieg der mit Cholesterin beladenen HDL 2-Partikel, wobei eine deutliche Erhöhung des HDL-Cholesterins über den klinischen Normbereich hinaus nur bei langjährigem regelmäßigem Ausdauertraining zu erwarten ist.

#### Meistzitierte Veröffentlichungen:

*Berg A et al.* "Physical performance and serum-cholesterol fractions in healthy-young men", *Clin Chim Acta* 106: 325-30, 1980 (34 Zitierungen).

*Baumstark MW et al.* "Structure of human low-density lipoprotein subfractions, determined by x-ray small-angle scattering", *Biochem Biophys Acta* 1037: 48-52, 1990 (66 Zitierungen).

*Berg A et al.* "Physical-activity and lipoprotein lipid disorders", *Sports Med* 17: 6-21, 1994 (41 Zitierungen).

*Rokitzki L et al.* "Lipid-peroxidation and antioxidative vitamins under extreme endurance stress", *Acta Physiol Scand* 151: 149-58, 1994 (101 Zitierungen).

*Halle M et al.* "Influence of 4 weeks' intervention by exercise and diet on low-density lipoprotein subfractions in obese men with type 2 diabetes", *Metab-Clin Exp* 48: 641-4, 1999 (39 Zitierungen).

#### f) Alters- und geschlechts-abhängige Aspekte im Sport

Nicht nur die aerobe, sondern auch die anaerobe Leistungsfähigkeit des Menschen wird durch das Alter maßgeblich mitbestimmt. Die anaerobe Kapazität erreicht erst nach der Pubertät ihre Spitzenwerte, so dass anaerobe Belastungen für Kinder nur begrenzt zumutbar sind. Die Kenntnis dieser Altersprofile der anaeroben Kapazität und der Laktatazidose, sowie der vermehrten Fettoxidation bei Kindern haben zu einem Umdenken in der Bewertung kinderadäquater Sportarten und ihrer Bedeutung für den Schul- und Freizeitsport geführt.

Ein weiterer wichtiger Forschungsschwerpunkt zielte auf die zyklusabhängigen Leistungsschwankungen bei Frauen. So wurde festgestellt, dass trainingsbedingte Amenorrhöen bei Sportlerinnen reversibel sind. Dagegen ist der Einfluss des Sports auf die Mineralisierung des Knochens (Osteomalazie) nicht in allen Einzelheiten aufgeklärt. Computertomographische Untersuchungen zeigten, dass bei Radrennfahrerinnen trotz niedriger Östradiolspiegel die Mineralisation des Knochens verbessert war, während bei

Langläuferinnen das Gegenteil beobachtet wurde, so dass bei dieser Sportart die Mineralisation des Knochens einer besonderen Beobachtung bedarf.

#### Meistzitierte Veröffentlichungen:

*Lehmann M et al.* "The influence of graduated treadmill exercise on plasma-catecholamines, aerobic and anaerobic capacity in boys and adults", *Eur J Appl Physiol Occ Physiol* 47: 301-11, 1981 (32 Zitierungen).

*Lehmann M et al.* "Plasma adrenaline and noradrenaline levels, age and exercise", *Klin Wochschr* 59: 19-25, 1981 (35 Zitierungen).

*Lehmann M et al.* "Age-associated changes of exercise-induced plasma-catecholamine responses", *Eur J Appl Physiol Occ Physiol* 55: 302-6, 1986 (29 Zitierungen).

*Heuser, IJE et al.* "Hypothalamic-pituitary-adrenal axis function in elderly endurance athletes", *J Clin Endocrinol Metabol* 73: 485-8, 1991 (39 Zitierungen).

*Schmidt-Trucksass A et al.* "Structural, functional, and hemodynamic changes of the common carotid artery with age in male subjects", *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 19: 1091-7, 1999 (31 Zitierungen).

#### g) Sport bei Krebspatienten

Maligne Erkrankungen gehen mit einer Abgeschlagenheit ("Fatigue") und Aktivitätseinbuße einher, welche eine zusätzliche große Belastung für die Patienten darstellen. Ca. 70% der Patienten leiden nach Chemotherapie und Bestrahlung unter Müdigkeit und Abgeschlagenheit. Durch die üblichen passiven krankengymnastischen Maßnahmen wird diesbezüglich i.d.R. keine Verbesserung erreicht. In Kooperation mit der Abteilung Onkologie und Hämatologie entwickelte die Abteilung Rehabilitative und Präventive Sportmedizin ein Trainingsprogramm, um zu prüfen, ob die krankheitsbedingte Leistungseinbuße durch Ausdauersport gemindert werden kann. Unmittelbar nach der Chemotherapie bzw. einer Knochenmark- oder Stammzell-Transplantation wurden Tumorpatienten einem systematischen Intervalltraining unterzogen. Durch die frühzeitige körperliche Aktivität wurde die Leistungsbreite der Patienten relativ schnell wieder vergrößert. Aerobes Training kann offenbar das "Fatigue"-Syndrom aufheben und das Wohlbefinden der Tumorpatienten bessern.

Bestimmten Kooperationspartnern aus der Abteilung Onkologie und Hämatologie wurde Ende der 1990er Jahre „grob fahrlässige Verletzung von Regeln guter wissenschaftlicher Praxis" und „fehlende Glaubwürdigkeit" attestiert (*Dtsch Arztebl* 2000; 97(25): A-1712 / B-1468 / C-1360). Die Berichte der von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Dr. Mildred-Scheel-Stiftung geförderten "Task Force"-Kommission und der vom damaligen Rektor der Albert-Ludwigs-Universität eingesetzten Freiburger Untersuchungskommission zur Aufklärung der Vorwürfe wissenschaftlicher Fälschungen nennen jedoch keine Hinweise auf Datenmanipulationen oder anderweitiges wissenschaftliche Fehlverhalten in den Publikationen, die in Kooperation mit der Abteilung Rehabilitative und Präventive Sportmedizin entstanden.

#### Meistzitierte Veröffentlichungen:

*Dimeo F et al.* "An aerobic exercise program for patients with haematological malignancies after the bone marrow transplantation", *Bone Marrow Transplant* 18: 1157-60, 1996 (68 Zitierungen).

*Dimeo F et al.* "Correlation between physical performance and fatigue in cancer patients", *Ann Oncol* 8: 1251-5, 1997 (48 Zitierungen).

*Dimeo F et al.* "Effects of aerobic exercise on the physical performance and incidence of treatment-related complications after high dose chemotherapy", *Blood* 90: 3390-4, 1997 (104 Zitierungen).

*Dimeo F-C et al.* "Aerobic exercise in the rehabilitation of cancer patients after high dose chemotherapy and autologous peripheral stem cell transplantation", *Cancer* 79: 1717-22, 1997 (103 Zitierungen).

*Dimeo F et al.* "Aerobic exercise as therapy for cancer fatigue", *Med Sci Sports Exerc* 30: 475-8, 1998 (79 Zitierungen).

*Dimeo F-C et al.* "Effects of physical activity on the fatigue and psychological status of cancer patients during chemotherapy", *Cancer* 85: 2273-7, 1999 (152 Zitierungen).

#### h) Genetische Determinanten der körperlichen Leistungsfähigkeit

Kraft, Ausdauer und Koordinationsfähigkeit sind maßgebliche Parameter des Erfolgs von Hochleistungssportler(inne)n. Sowohl die körperliche Leistungsfähigkeit als auch das Ansprechen auf körperliches Training werden zu einem großen Anteil durch das Erbgut bestimmt. Die Arbeitsgruppe um Dr. Wolfarth nutzte moderne molekulargenetische Methoden, um die Bedeutung einzelner Gene für diese Eigenschaften zu untersuchen. Besonders interessant ist in diesem Zusammenhang der Polymorphismus des Angiotensin-Konversionsenzyms (*ACE*). Inwieweit eine muskulär exprimierte Variante des *ACE* bzgl. der Ausdauerleistungsfähigkeit relevant ist, blieb noch unklar. Ein anderes Kandidatengenen für die Ausdauerleistungsfähigkeit ist das den alpha-2-adrenergen Rezeptor kodierende Gen, dessen Produkt die Lipolyserate kontrolliert. Damit existieren erste Ansätze, Gene zu identifizieren, die wichtige Determinanten der körperlichen Aktivität und Leistungsfähigkeit darstellen.

#### Meistzitierte Veröffentlichungen:

*Rankinen T et al.* "No association between the angiotensin-converting enzyme ID polymorphism and elite endurance athlete status", *J Appl Physiol* 88: 1571-5, 2000 (61 Zitierungen).

*Wolfarth B et al.* "A polymorphism in the alpha(2a)-adrenoceptor gene and endurance athlete status", *Med Sci Sports Exerc* 32: 1709-12, 2000 (20 Zitierungen).

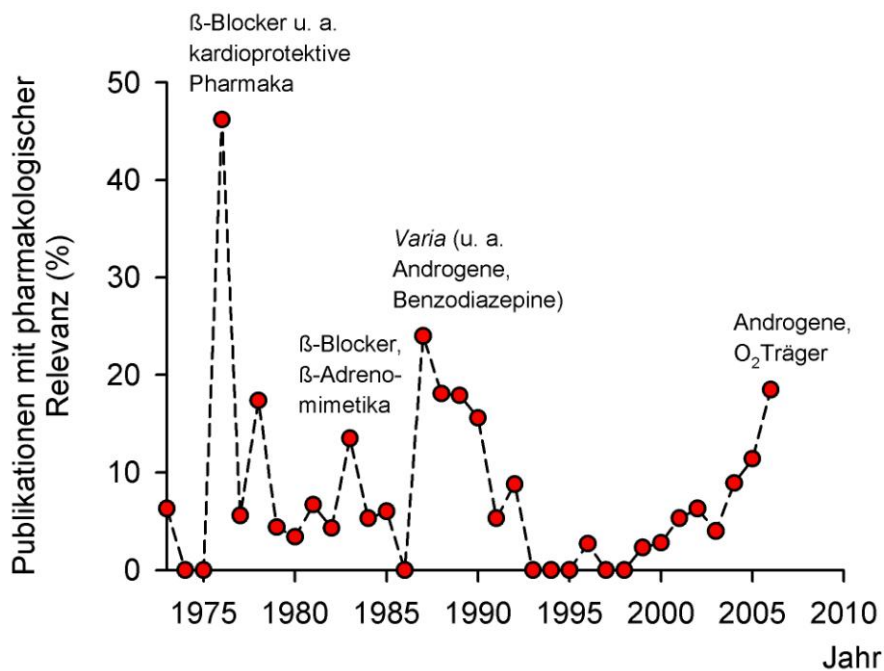
## B) Pharmakologische Beeinflussung der körperlichen Leistungsfähigkeit

Arzneimittel können im Sport mit zwei unterschiedlichen Zielen eingenommen bzw. verabreicht werden: zur Gesundheitserhaltung und zur Leistungsförderung. In der Praxis lassen sich diese zwei Ziele oft nicht eindeutig voneinander abgrenzen, da mit einem verbesserten gesundheitlichen Zustand i.d.R. auch eine Leistungsverbesserung einhergeht. Zudem stellt die Gabe von Arzneimitteln, die nicht auf der Liste verbotener Wirkstoffe und Methoden der World Anti-Doping Agentur (WADA) aufgeführt sind, keinen Verstoß im Sinne des Dopings dar.

Ihrem Forschungsauftrag entsprechend haben Wissenschaftler(innen) der Abteilung Rehabilitative und Präventive Sportmedizin die Wirkung verschiedener Arzneimittel, die nicht auf der WADA-Verbotsliste stehen, an gesunden Probanden getestet. So wurde in einer randomisierten, plazebokontrollierten Studie der Einfluss einer 28-tägigen Einnahme von Echinacea-Purpurea-Presssaft (Echinacin<sup>®</sup>) auf immunologische Kenngrößen nach einer intensiven Belastung (Sprint, Triathlon) an Ausdauersportlern untersucht (Berg A et al., *J Clin Res* 1: 367-380, 1998; König D et al., *Österr J Sportmed* 29: 12-20, 1999). Die Ergebnisse zeigten, dass Echinacin<sup>®</sup> die Konzentration des löslichen Interleukin-2-Rezeptors vermindert, während die Interleukin-6-Konzentration im Blut steigt. Diese Immunmodulation war nach Angabe der Autoren mit einer verminderten Inzidenz von Atemwegsinfektionen assoziiert. In einer anderen Studie wurde ein Selen-Hefeenzym-Präparat (Sanuzella<sup>®</sup>) auf die körperliche Leistungsfähigkeit von gesunden ausdauertrainierten männlichen Probanden (Triathleten der regionalen Leistungsklasse) untersucht. Es zeigte sich, dass Muskelstressparameter, wie Myoglobin und Kreatinkinase, durch die arzneiliche Behandlung gesenkt wurden. Die Ergebnisse wurden als Zeichen einer erleichterten Stressverarbeitung und eines verbesserten Regenerationsstoffwechsels interpretiert (Berg A et al., *Dtsch Z Sportmed* 48: 1-7, 1997).

Ausreichender Schlaf ist eine wichtige Voraussetzung für maximale sportliche Leistungsfähigkeit im Hinblick auf die Nervosität vor Wettkämpfen. Abb. 6 zeigt, dass Schlaf induzierende Arzneimittel Ende der 1980er Jahre zum wichtigen Forschungsthema in der Freiburger Abteilung Rehabilitative und Präventive Sportmedizin wurden. Gegen Schlafstörungen – insbesondere bei einer Verschiebung des Schlaf-Wach-Rhythmus beim Wettkampf in ferner gelegenen Kontinenten („Jet-lag“-Syndrom) – wurde stellvertretend für andere Benzodiazepine die Wirkung von Temazepam (Planum<sup>®</sup>) an 14 gesunden männlichen Sportstudenten bezüglich verschiedener metabolischer und kardiopulmonaler Parameter untersucht. Pharmakokinetische Vergleiche wurden mit Fluorazepam und Nitrazepam angestellt. Zusätzlich wurden bei Interkontinentalflügen nach Westen und nach Osten Wachheit, Reaktionsvermögen und Leistungsbreite an 67 Sportlern und Betreuern geprüft. Die entsprechend behandelten Athleten hatten subjektiv weniger Anpassungsschwierigkeiten als andere Mannschaftsmitglieder. Diese Beobachtungen wurden bei über 30 weiteren Spitzensportlern, vor allem Tennisspielern (Davis-Cup-Mannschaft), Skiläufern (Olympioniken der Winterspiele in Calgary) und Leichtathleten bestätigt, „sodass Temazepam zur Linderung des Jet-lag-Syndroms allgemein empfohlen werden kann“ (Keul J et al., *Arzneim-Forsch / Drug Res* 38: 919-22, 1988). In einer weiteren Publikation wurde festgestellt „... daß durch die Einnahme schon mehrere Tage vor dem Wettkampf oder vor

einer beruflichen Aufgabe kognitive Fähigkeiten nicht eingeschränkt werden und es daher ohne Bedenken eingenommen werden kann. Auch in der Nacht vor einem Wettkampf kann die Einnahme empfohlen werden, wenn der Wettkampf am Nachmittag liegt; bei einem frühen Wettkampf hat sich die Einnahme von nur 10 mg Temazepam bewährt.“ (Keul J et al., *Dtsch Z Sportmed* 41: 268-274, 1990). Die genannten Studien wurden mit Unterstützung des Bundes Deutscher Radfahrer, Frankfurt/Main, des Bundesausschusses für Leistungssport, Frankfurt/Main, und des Bundesinstituts für Sportwissenschaft (BISp; Int. Nr. 8923), Köln, durchgeführt (Huber G et al. in *“Leistungsgrenzen im Sport: Neue Wege aus der Sackgasse“*, 1989).



(Abb. 6) Prozentualer Anteil der Veröffentlichungen aus der Abteilung Rehabilitative und Präventive Sportmedizin der Universität Freiburg im Zeitraum 1973 – 2005, die sich mit pharmazeutischen Substanzen befassen. Die hauptsächlich untersuchten Wirkstoffgruppen sind angegeben.

Die Nähe derartiger Untersuchungen mit therapeutischem Hintergrund zum potentiellen Missbrauch der Ergebnisse für Doping-Maßnahmen zeigt sich auch am Beispiel der Betablocker (Abb. 6). Die Wirkungen einer Beta-Rezeptorenblockade mit Metipranolol und Bunitrolol auf Herzfrequenz, auf metabolische Größen bei Körperarbeit und auf das Leistungsverhalten wurden an gesunden Probanden (Simon G et al., *Herz/Kreisl.* 11: 134-40, 1979; Keul J et al., *Arzneim-Forsch / Drug Res* 31: 1948-53, 1981; Keul J et al., *Herz/Kreisl* 2: 58-65, 1981) und Herzkranken untersucht (Keul J et al., *Herz/Kreisl* 8: 578-85, 1976; Keul J et al., *Herz/Kreisl* 11: 117-25, 1979). Die Daten lieferten wertvolle Informationen über die negativ inotrope und damit kardioprotektive Wirkung von Betablockern. Andererseits ließ sich aus den Befunden aber auch ableiten, dass (Auto-)Rennfahrer nach beta-adrenerger Blockade ruhiger, sicherer und besser fahren. Diese Beobachtung wurde in sportrelevanten Untersuchungen erhärtet, die durch das BISp unterstützt wurden (Int. Nr. 168) und in denen die Wirkung des Beta-Rezeptorenblockers Bunitrolol an Bobfahrern getestet wurde. Die

Bobfahrer fühlten sich nach Einnahme des Beta-Rezeptorenblockers leistungsfähiger und zeigten ein besseres Fahrverhalten (Keul J et al., *Med Welt* 27: 437-43, 1976; Keul J et al., *Leistungssport* 7: 80-5, 1977). Hieraus resultierte die Empfehlung: „Da die hohe Durchblutung des Gehirns für mentale Leistungen völlig ausreichend ist und bei erhöhten mentalen Leistungen keine weitere Steigerung der Durchblutung oder des Energieumsatzes im Gehirn erforderlich ist, kann eine Minderung der Herz-Kreislaufaktivität unter emotionalen Belastungen, z.B. durch Beta-Blockade, wünschenswert sein.“ (Keul J et al., *Herz/Kreisl* 3: 102-10, 1983).

Sogar für die Applikation von androgenen Steroiden ist immer wieder der Hinweis gegeben worden, dass es sich dabei um einen medizinisch indizierten Eingriff handle, weil androgene Steroide die Regeneration steigern und damit Verletzungen und Schäden am Bewegungsapparat vorbeugen können. In diesem Sinne wurden anabole Steroide bereits in den 1970er Jahren wiederholt gesunden Sportstudent(inn)en und Kraftsportler(inne)n verabreicht (u.a. Keul J, in „*Sport in unserer Welt – Chancen und Probleme*“, 1972; Berg A und Keul J, *Österr J Sportmed* 4: 11-8, 1974; Keul J et al., *Med Klin* 71: 497-503, 1976).

In der letztgenannten Studie befürwortet Professor Keul offen die Anwendung von Anabolika bei Sportlern und widerspricht einem Verbot anaboler Hormone. Untersucht wurden 10 Normalpersonen und 15 Gewichtheber nach 2-monatiger bzw. 3-jähriger (6 Gewichtheber) Behandlung mit Nandrolondecanoat, einem nicht alkylierten Steroid, sowie 57 weitere Sportler, die anabole Steroide eingenommen hatten. In der Zusammenfassung heißt es differenziert: „...konnte kein Hinweis für eine Schädigung durch Nandrolondecanoat .....gefunden werden, so daß die generelle Behauptung einer Schädigung durch anabole Hormone nicht gerechtfertigt ist. ... Schädigungen bzw. Funktionsstörungen wurden bei 31 Sportlern sowie drei Gewichthebern der Testserie nach oral verabreichten alkylierten anabolen Steroiden beobachtet.“ Die Schlussfolgerung der Arbeit lautet: „Aus medizinischen Gründen gibt es derzeit für den Mann keine gesicherten Einwände gegen die Einnahme von anabolen Hormonen, falls therapeutische Dosen verwendet werden. Bei Frauen und Jugendlichen sind sie wegen der Gefahr irreversibler Funktionsstörungen bzw. fehlenden Wissens über Schädigungen abzulehnen. Lediglich ethische Gründe lassen ein Verbot beim erwachsenen Sportler gerechtfertigt erscheinen.“ (Keul J et al., *Med Klin* 71: 497-503, 1976). Die Befunde wurden auch an anderer Stelle beschrieben (Keul J, *Kindermann W; Leistungssport*, pp. 108-12, 1976). Die Studie (und ihre Interpretation) entsprach dem damaligen Zeitgeist, auch der Haltung namhafter staatlicher Vertreter und Institutionen (s. Abschlussbericht der Expertenkommission zur Aufklärung von Dopingvorwürfen gegenüber Ärzten der Abteilung Sportmedizin Freiburg vom 23. März/12. Mai 2009). Die genannte Studie wurde durch das BISp finanziell unterstützt (Int. Nr. 171). Die sorglose Grundeinstellung von Professor Keul sowie die fehlende Kontrolle der Abläufe in der Abteilung haben zweifelsohne die späteren Doping-Aktivitäten von Ärzten der Abteilung Rehabilitative und Präventive Sportmedizin begünstigt.

In der 11. Auflage des „Kurzes Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie“ (Kuschinsky G., Lüllmann H., Hrsg.) von 1987 heißt es unter der Überschrift ‚Androgene‘ als Nebenwirkung: „...Funktionsstörungen des Hypophysenvorderlappens, die zu einer



Hemmung der Funktion und zur Atrophie der männlichen und weiblichen Keimdrüsen führen können. Ein bestehendes Prostatakarzinom kann durch Androgen-Zufuhr im Wachstum angeregt werden. Mit der Retention von Natrium und dem Auftreten von Ödemen ist zu rechnen“ (S. 399), und unter der Überschrift ‚Anabolika‘: „Ohne ärztliche Indikation werden Anabolika von männlichen und weiblichen Kraftsportlern zur Vermehrung der Muskelmasse genutzt. Die Anabolika unterliegen der Doping-Vorschrift. Ob die Muskelleistung tatsächlich durch die Zufuhr eines Anabolikums zunimmt, erscheint nach vergleichenden Untersuchungen zweifelhaft“ (S. 401).

Zur Prüfung der Effektivität einer Androgenzufuhr organisierte Professor Keul 1986 eine randomisierte, plazebokontrollierte Doppelblindstudie im Cross-Over-Design an 14 Skilangläufern (Alter: 24,6 +/- 6,5 J.; Landeskader BW/B-Nationalmannschaft). Die Studie hatte eindeutig das Ziel, durch exogene Testosterongabe die Leistungsfähigkeit zu erhöhen. Mögliche Nebenwirkungen waren den Untersuchern bekannt (*Jakob E et al., Dtsch Z Sportmed* 39: 41-5, 1988). Laut Antrag an die Ethik-Kommission der Med. Fakultät d. Univ. Freiburg vom 19.6.1986 war die Studie multizentrisch angelegt (Kindermann, Saarbrücken; Hollmann, Köln; Weicker, Heidelberg), Ko-Autoren waren später jedoch nur M. Donike und J. Stüwe-Schlobies von der Deutschen Sporthochschule Köln. Den Sportlern wurde 2 x 250 mg Testosteronenantat (Testoviron-Depot<sup>®</sup>, Schering) intramuskulär injiziert. Die Untersuchung wurde durch das BISp finanziell unterstützt (Int. Nr. 8821). Nachdem die Testosteronbehandlung in dieser Studie keine Leistungssteigerung erbrachte, blieb für die Autoren die Möglichkeit unbeantwortet „...ob unter einer katabolen Ausgangslage durch die pharmakologische Beeinflussung mit exogenen Testosterongaben ein beschleunigtes Regenerationsverhalten zu erwarten ist.“ (*Jakob E et al., Dtsch Z Sportmed* 39: 41-5, 1988). Die Studie war Thema der Dissertationen von Volker Fuchs (30.1.1989: „Hämatologische und metabolische Veränderungen bei starken körperlichen Belastungen unter dem Einfluss von Testosteron“ und Rolf Hoffmann (31.8.1990): „Leistungs- und Regenerationsfähigkeit unter exogener Testosteronapplikation“. Über die Erythropoiese stimulierende Wirkung der Behandlung der Skilangläufer mit Testosteronenantat wurde zudem in einem Buchkapitel ausführlicher berichtet (*Jakob E, Fuchs V, Keul J*: „Metabolische und hämatologische Veränderungen bei starker körperlicher Belastung unter dem Einfluß von Testosteronenantat“. In: *Sport – Rettung oder Risiko für die Gesundheit*; Böning D et al., Hrsg, Deutscher Ärzteverlag, pp. 580-3, 1989). Nach 2-maliger intramuskulärer Verabreichung von jeweils 250 mg Testosteronenantat (Tag 1 und Tag 10) in Kombination mit 3-wöchigem Training waren Erythrozytenzahl, Hämatokrit und Hämoglobinkonzentration im Vergleich zum Plazebo-Effekt erhöht. In der Zusammenfassung wird gefolgert: „An increase in VO<sub>2</sub>max can therefore be calculated.“ In der Diskussion heißt es: „Um eine Leistungssteigerung durch exogene Testosterongabe im Ausdauersport annehmen zu können, bedarf es allerdings unbedingt des experimentellen Nachweises.“ (*Jakob E, Fuchs V, Keul J*: „Metabolische und hämatologische Veränderungen bei starker körperlicher Belastung unter dem Einfluß von Testosteronenantat“. In: *Sport – Rettung oder Risiko für die Gesundheit*; Böning D et al., Hrsg, Deutscher Ärzteverlag, pp. 580-3, 1989).

Die Frage nach dem „Nutzen“ des Dopings mit androgenen Steroiden beschäftigt auch heute noch die sportmedizinische Forschung (s. auch unten). Eine kooperative Untersuchung

zwischen der Abteilung für Sportmedizin Freiburg und Mitgliedern des Schweizer Anti-Doping-Analyselabors, in der die Wirksamkeit von zwei Testosteronderivaten auf die körperliche Leistungsfähigkeit von ausdauertrainierten Athleten untersucht wurde, erschien in 2006. Die Studien wurden durchgeführt: "...in order to put forward a positive global effect of testosterone and/or 19-norandrostendione on physical adaptations to training" (*Baume N et al., Eur J Appl Physiol* 98: 329-40). Die Autoren folgern abschließend aus ihren Daten: "...further investigations with higher number of subjects and different treatment times are needed to support the hypothesis that AAS have a real impact on the organism to improve recovery during and after endurance efforts. " An dieser Stelle muss sehr kritisch vermerkt werden, dass androgene anabole Steroide (= AAS) klinisch nur zur Substitutionstherapie bei Hypogonadismus indiziert sind.

Die Tatsache, dass Sportmediziner(innen) *bona fide* den potentiellen Nutzen der Verabreichung pharmakologischer Stoffe auf die körperliche Leistungsfähigkeit in Kraft- und/oder Ausdauersportarten untersuchen, ist ein wissenschaftliches Dilemma, da die Ergebnisse derartiger Arbeiten keine therapeutische Relevanz haben, aber möglicherweise potentiellen Doping-Sündern nützliche Hinweise geben. In diese Kategorie wissenschaftlicher Arbeiten fallen insbesondere auch solche zur Wirksamkeit von Erythropoietin (EPO) oder anderen Arzneimitteln, welche die Gesamt-Hämoglobinmasse und die O<sub>2</sub>-Kapazität des Blutes erhöhen. Jüngere Beispiele sind hier die kooperativen Studien des australischen Anti-Doping-Konsortiums mit u.a. der Abteilung Sportmedizin Freiburg zur Wirksamkeit von EPO (*Ashenden MJ et al., Haematologica* 89: 1019-20, 2004) bzw. dem Hämoglobinderivat Hemopure™ (*Ashenden MJ et al., Int J Sports Med* 28: 381-5, 2007) an gesunden Probanden. Der Freiburger Ko-Autor dieser Studien, Dr. Yorck Olaf Schumacher, hat sich über dieses Thema habilitiert (2005): „Hämatologisches Profiling im Spitzensport - ein neuer Ansatz in der Doping-Bekämpfung“. Für diese Arbeit wurden die relevanten Blutparameter bei etwa 1139 Athleten unterschiedlicher Sportarten unter verschiedenen Belastungsbedingungen untersucht. Die Ergebnisse helfen, Manipulationsversuche von physiologisch bedingten Variationen unterscheiden zu können. Andererseits ermöglicht die genaue Kenntnis der physiologischen Reaktionen auf die EPO-Gabe und der Nachweismethoden Dopingtätern durch gezielte Manipulationen wie Infusionen zur Hämodilution Blutwerte so zu verändern, dass das Doping verschleiert wird. Eine klare Trennung von einerseits Forschungsarbeiten zum Nachweis bzw. Aufdecken von Dopingmaßnahmen und andererseits der Betreuung von Spitzensportlern erscheint deshalb erforderlich.

Bedauerlicherweise lassen sich mit der Einführung des indirekten Dopingnachweises anhand biologischer Parameter durch die "World Anti-Doping Agency" (WADA) Studien wie die oben beschriebenen sogar im Sinne einer Anti-Dopingforschung rechtfertigen. Die WADA hat zum 01.12.2009 Richtlinien für den indirekten Blutdoping-Nachweis vorgegeben ("Athlete Biological Passport"). Der Blutpass umfasst u.a. den Hämatokrit, die Hämoglobin-Konzentration, die Erythrozyten- und Retikulozytenzahlen, sowie die mittlere Größe der roten Blutzellen und ihre mittlere Hämoglobinmasse. Die Erstellung individueller Langzeitprofile ermöglicht es, auf Doping zu schließen, wenn die genannten Blutparameter sich plötzlich in einer Weise ändern, die für Blutdoping typisch ist, z.B. nach Bluttransfusionen oder EPO-Injektionen. Bei der Beurteilung der Messwerte sollen Trainingsmaßnahmen,

Höhenaufenthalte und der allgemeine Gesundheitsstatus der Athlet(inn)en berücksichtigt werden.

Die Trennung zwischen Pro- und Anti-Dopingforschung ist damit erschwert worden. Es ist Zynismus, dass Blutprofile als „Normalwerte“ an derselben (Freiburger) Sportinstitution etabliert wurden, an der gleichzeitig einige Ärzte Blutdoping an Sportlern betrieben (*Abb. 6*).

Für die Beurteilung des „Athlete Biological Passport“ ist eine genaue Kenntnis der Reaktion des Körpers auf Blutdoping-Maßnahmen notwendig. Da eine Erweiterung des „Athlete Biological Passport“ auf androgene Wirkstoffe in Planung ist, ist nun sogar deren Einsatz in gesunden Probanden als Untersuchung im Rahmen des Anti-Doping-Kampfes proklamierbar. Entsprechend wurden gerade in jüngerer Zeit an anderen Institutionen wieder Forschungsarbeiten zur leistungssteigernden Wirkung von androgenen Steroiden und Wachstumshormon/IGF-1 an gesunden Normalpersonen durchgeführt (z. B.: *Nelson AE et al.* „Pharmacodynamics of growth hormone abuse biomarkers and the influence of gender and testosterone: a randomized double-blind placebo-controlled study in young recreational athletes“. *J Clin Endocrinol Metab* 93: 2213-22, 2008; *Meinhardt U et al.* „The effects of growth hormone on body composition and physical performance in recreational athletes: a randomized trial.“ *Ann Intern Med* 152: 568-7, 2010).

Abschließend sei vermerkt, dass sich in den wissenschaftlichen Publikationen von Professor Dickhuth keine Hinweise dafür finden, dass er Doping relevante Arzneimittel oder illegale Methoden der Leistungssteigerung exploriert oder anderweitig gefördert hat.

## Resümee

Die 1973 von Professor Herbert Reindell gegründete Abteilung wurde bis 2000 von Professor Joseph Keul, danach kommissarisch von Professor Aloys Berg und ab 2002 von Professor Hans-Hermann Dickhuth geleitet. Die Abteilung sollte der sportmedizinischen Versorgung der Bevölkerung dienen und dem Leistungssport zuarbeiten. Die Reputation der Freiburger Abteilung war in dieser Hinsicht sehr hoch. Außerdem hatte die Abteilung als akademisch basierte Institution die Aufgabe, sich in der Forschung zu profilieren. Diese Aufgabe spiegelt sich in der Publikationsaktivität wider. Der Evaluierung der Veröffentlichungen lagen die von der Abteilung Ende 2007 zur Verfügung gestellten Listen und PDF-Dateien zugrunde. Etwa 300 der insgesamt ca. 1000 Publikationen erschienen in anerkannten wissenschaftlichen Zeitschriften. Damit nahm das Freiburger Institut innerhalb der universitären deutschen sportmedizinischen Einrichtungen zahlenmäßig einen oberen Rang ein. Zunächst erschienen die Veröffentlichungen überwiegend in deutsch- später in englischsprachigen Zeitschriften.

Der kumulative Impact-Faktor (IF) als Maß für Zitierungshäufigkeit der Arbeiten aus der Freiburger Abteilung war insbesondere im Zeitraum 1973 – 94 vergleichsweise niedrig. Nichtsdestotrotz war Professor Keuls persönlicher h-Index (ermittelt Dezember 2010) mit 40 relativ hoch („Hirsch-Index“, bibliometrisches Maß der Zitierungen). Professor Dickhuths persönlicher h-Index betrug zum damaligen Zeitpunkt 23.

Die Veröffentlichungen entstammten vorwiegend zwei separaten Forschungsgebieten.

Zum einen wurden präventive und rehabilitative sportmedizinische Aspekte verfolgt (Funktionen des Herzens bei Gesunden und Herzkranken; Trainingsanalysen und -optimierungsmaßnahmen im Breiten- und Hochleistungssport; Belastbarkeit und Trainierbarkeit körperlich Behinderter; Sport bei Krebspatienten; Ernährungseinflüsse; genetische Determinanten der Leistungsfähigkeit). Wesentliche Arbeiten wurden in Kooperation mit anderen Abteilungen des Universitätsklinikums durchgeführt. Der präventiven und rehabilitativen sportmedizinischen Forschung kann auch prospektiv große gesundheitsökonomische Bedeutung zugemessen werden. Allerdings ist in den vorliegenden Arbeiten ein klares wissenschaftliches Profil von internationaler Strahlkraft nicht erkennbar.

Zum anderen wurden Studien zur pharmakologischen Beeinflussung der Leistungsfähigkeit untersucht. Dabei wurden nicht nur harmlose Arzneimittel, sondern auch Tranquilizer (Benzodiazepine, Beta-Blocker), androgene Steroide und Erythropoietin eingesetzt. Die Ergebnisse derartiger Arbeiten haben kaum klinische Relevanz, können aber potentiellen Doping-Sündern nützliche Hinweise geben. Hier ist zu kritisieren, dass die sportmedizinische Abteilung an der Betreuung von Spitzensportler(inne)n beteiligt war.



Prof. Dr. med. Wolfgang Jelkmann

Verfasst im Februar 2008

(ergänzt und redaktionell bearbeitet bis November 2013)