

EIN HANDBUCH ZUR VORBEREITUNG DER OLYMPISCHEN SPIELE 2008

heat.smog.jetlag



Passion. Power. Performance.



Impressum

Herausgeber

Swiss Olympic Association
Haus des Sports
Postfach 606
3000 Bern 22
Tel. +41 (0)31 359 71 11
Fax +41 (0)31 359 71 71
info@swissolympic.ch
www.swissolympic.ch

Redaktion

Daniel Birrer
Thomas Burch
Christof Kaufmann
Christof Mannhart
Dr. Claudio Perret
Fritz Schmocker
Dr. Beat Villiger
Dr. Michael Vogt
Dr. Kerstin Warnke
Jon Wehrlin

Auflage

500 Deutsch

Fotos

Quellennachweis bei Swiss Olympic

Datum

Oktober 2007

Vorwort

«Wenn ich etwas aus dem Test-Event in Peking im August 2007 gelernt habe, dann dies, dass ich in einem Jahr an den Olympischen Spielen mindestens zwölf bis 16 Tage vor Wettkampfbeginn vor Ort sein muss. Wir sind nur gerade acht Tage vor dem Qualifikationswettkampf in Peking angekommen und haben, mit dem Ziel möglichst viel Trainingszeit auf der Olympiastrecke zu verbringen, gleich angefangen, intensiv zu trainieren. Ich war aufgrund des Jetlag und der Akklimatisierung nach fünf Tagen körperlich so ausgelaugt, dass die verbleibende Zeit bis zum Wettkampf nicht gereicht hat, mich zu erholen.»

Diese Aussage von Mike Kurt, Kanuspezialist und Kandidat für das Swiss Olympic Team 2008, steht stellvertretend für die Ausgangslage, die Swiss Olympic dazu bewogen hat, vor mehr als einem Jahr die Task Force «heat.smog.jetlag» auf die Beine zu stellen. Unter der Leitung des Chief Medical Officers Dr. Beat Villiger hat eine namhafte Expertengruppe in unzähligen Sitzungen, Diskussionen und Recherchen viele wertvolle Informationen zusammengetragen. Unternehmen, Institutionen und Einzelpersonen haben ihre Energie in den Dienst der Schweizer Athletinnen und Athleten gestellt. Dies mit dem einzigen Ziel, optimale Voraussetzungen zu schaffen für die Leistungserbringung während den olympischen Sommerspielen in Peking im August 2008.

Ich möchte an dieser Stelle allen Beteiligten im Namen des Führungsteams danken. Es liegt jetzt an den Trainern und den Athletinnen und Athleten, dieses Wissen zu nutzen. Die Aussage von Mike Kurt soll für uns alle der Ansporn sein, Olympia mit der notwendigen Konsequenz vorzubereiten.

Mike Kurts Fazit nach dem Test-Event 2007 lautet: «**Mindestens** vier Tage leichtes Training, bis der Jetlag überwunden ist und man sich an die klimatischen Verhältnisse gewöhnt hat, dann vier Tage Training, um sich unmittelbar auf den Wettkampf vorzubereiten und anschliessend drei bis vier Tage Regeneration und unmittelbare Wettkampfvorbereitung vor den Spielen.»

Werner Augsburger
Chef de Mission 2008

Inhaltsverzeichnis

1. Was ist in Peking anders als in der Schweiz?	6
1.1. Klimatische Bedingungen	6
1.2. Niederschläge.....	8
1.3. Luftverschmutzung.....	9
1.4. Sprache und Verständigung.....	9
1.5. Transport, Transfers.....	10
1.6. Hierarchie, Organisation, Informationen	10
1.7. Mentalität, kulturelle Besonderheiten, Esskultur.....	10
1.8. Andere Länder – andere Sitten	11
1.9. Quellen.....	11
2. Reaktion des Körpers (akut, chronisch)	12
2.1. Reaktion des Körpers auf Hitze und Feuchtigkeit	12
2.2. Reaktion des Körpers auf Luftschadstoffe (Smog)	23
2.3. Reaktion des Körpers auf Zeit und Zeitverschiebung	26
3. Praktische Konsequenzen	31
3.1. Akklimatisation an Hitze und Feuchtigkeit in Peking	31
3.2. Unmittelbare Wettkampfvorbereitung.....	36
3.3. Regeneration	39
3.4. Medizinische Aspekte	41
3.5. Ernährung bei Hitze und Feuchtigkeit	51
3.6. Psyche bei Hitze und Feuchtigkeit.....	71
3.7. Frauenspezifische Aspekte bei Hitze und Feuchtigkeit	75
3.8. Bekleidung in der Hitze	77
3.9. Möglichkeiten der Körperkühlung	79
3.10. Luftverschmutzung.....	83
3.11. Zeitverschiebung, Jetlag	87

1. Was ist in Peking anders als in der Schweiz?

Autor: Claudio Perret, claudio.perret@paranet.ch

Die Stadt Peking (inklusive Agglomeration) zählt rund 15,2 Millionen Einwohner, doppelt so viele wie die gesamte Schweiz. Diese Tatsache zeigt auf, dass an den Olympischen Spielen 2008 mit unvorstellbaren Dimensionen zu rechnen ist. Neben sechs Stunden Zeitverschiebung (Schweizer Zeit plus 6 Stunden) müssen sich die Sportlerinnen und Sportler auf kulturelle, kulinarische und klimatische Besonderheiten einstellen. Auf diese Faktoren soll nachfolgend etwas detaillierter eingegangen werden.

1.1. Klimatische Bedingungen

Im Sommer sind in Peking eine hohe Luftfeuchtigkeit und heisse Temperaturen von über 30°C an der Tagesordnung. Der Vergleich mit Zürich (Tabelle 1) macht deutlich, was die Sportler in Peking erwartet.

	Peking	Zürich	Differenz
24-Stunden-Durchschnittstemperatur	24.8°C	16.7°C	8.1°C
Durchschnittliche Maximaltemperatur	29.7°C	22.0°C	7.7°C
Höchste Maximaltemperatur	38.3°C	36.0°C	2.3°C
Durchschnittliche Minimaltemperatur	20.6°C	12.4°C	8.2°C
Tiefste Minimaltemperatur	11.4°C	9.4°C	2.0°C
Relative Luftfeuchtigkeit	78%	75%	3%

Tabelle 1: Temperatur und Luftfeuchtigkeit im August in Peking und Zürich

Die durchschnittliche Maximaltemperatur liegt in Peking mit 29.7°C rund 8°C höher als in Zürich. Selbst in der Nacht zeigt das Thermometer durchschnittlich immer noch 21°C verglichen mit 12°C in Zürich – ein grosser Unterschied. Abbildung 1 zeigt den durchschnittlichen Tagesverlauf von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit im August 2006 in Peking.

Abbildung 2 zeigt die langjährigen durchschnittlichen Temperaturverläufe zwischen Mai und Oktober in Peking, Hongkong (Reiten) und Qingdao (Segeln) im Vergleich zu Zürich. Einmal mehr fallen die deutlichen Unterschiede zwischen Zürich und China auf.

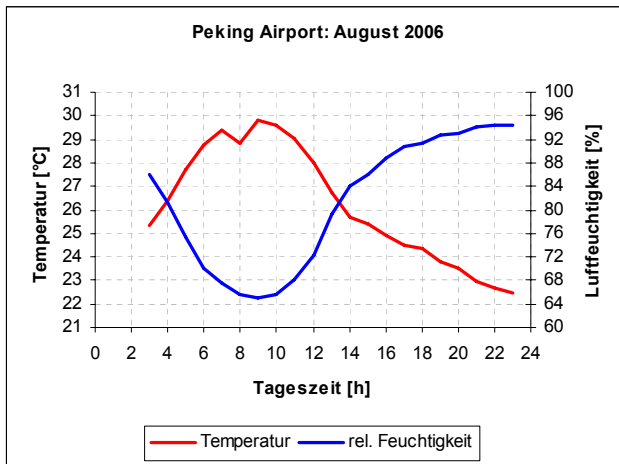


Abbildung 1: Durchschnittlicher Tagesverlauf von Temperatur und Luftfeuchtigkeit in Peking im August 2006

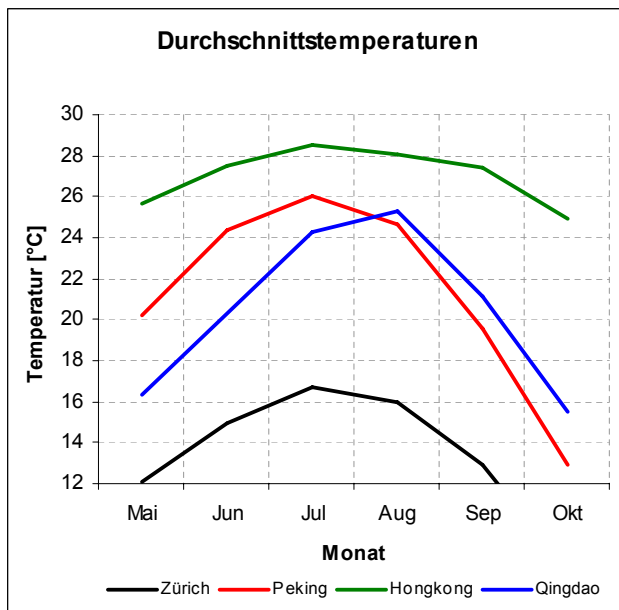


Abbildung 2: Durchschnittliche Temperaturverläufe im Vergleich

Hohe Temperaturen verbunden mit entsprechender Luftfeuchtigkeit können zu grossem Unbehagen führen und sowohl die körperliche als auch die psychische Leistungsfähigkeit stark einschränken. Der sogenannte Hitze-Stress-Index (Abbildung 3) gibt Auskunft darüber, wie hohe Temperaturen gepaart mit entsprechender Luftfeuchtigkeit effektiv wahrgenommen werden und mit welchem Risiko diese Bedingungen behaftet sind.

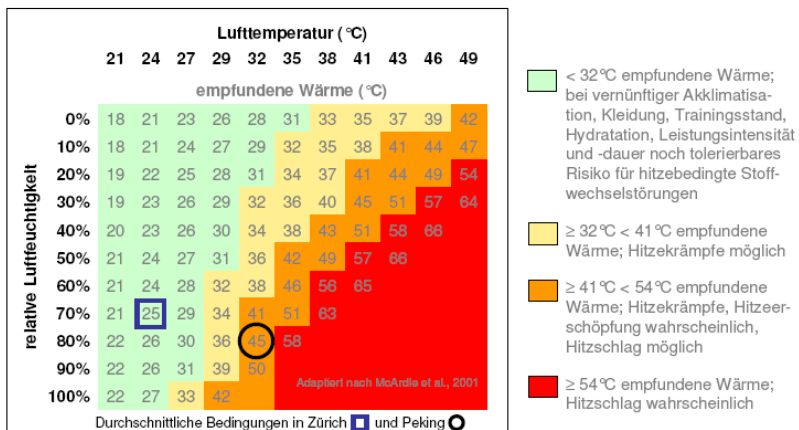


Abbildung 3: Der Hitze-Stress-Index mit Beispielen für Zürich und Peking im August

Es liegt auf der Hand, dass eine Hitzeakklimatisierung (vergleiche Kapitel 2.1) für ein erfolgreiches Abschneiden in Peking unbedingt notwendig ist.

1.2. Niederschläge

Auch bezüglich Niederschlägen sind einige Unterschiede zwischen Zürich und China auszumachen. Während in der Schweiz die Niederschlagsmengen relativ gleichmässig über die Monate verteilt sind, findet man in Peking und Qingdao die meisten Niederschläge zum Zeitpunkt der olympischen Wettkämpfe (Abbildung 4). In Peking beispielsweise beträgt die jährliche Niederschlagsmenge rund 600 mm, wovon circa 60 Prozent in den Monaten Juli und August fallen. Dabei zählt man im Juli durchschnittlich 13 und im August 11 nasse Tage (Nasser Tag = Niederschlagsmenge > 0,25 mm). Neben sehr warmen ist also an den Olympischen Spielen auch mit sehr feuchten Bedingungen zu rechnen. Ganz extrem zeigt sich dies am Beispiel Hongkong, wo die Niederschlagsmengen in den Sommermonaten doppelt so hoch sind wie beispielsweise in Peking (Abbildung 4), was bei den hohen Temperaturen für die Reiter Spiele ein äusserst tropisches Klima erwarten lässt. Andererseits gilt es zu berücksichtigen, dass im Kontrast zum vorherrschenden feucht-heissen Klima Unterkünfte und Taxis teilweise unangenehm tief heruntergekühlt sind. Es empfiehlt sich also, stets eine Jacke oder einen Pullover griffbereit zu haben.

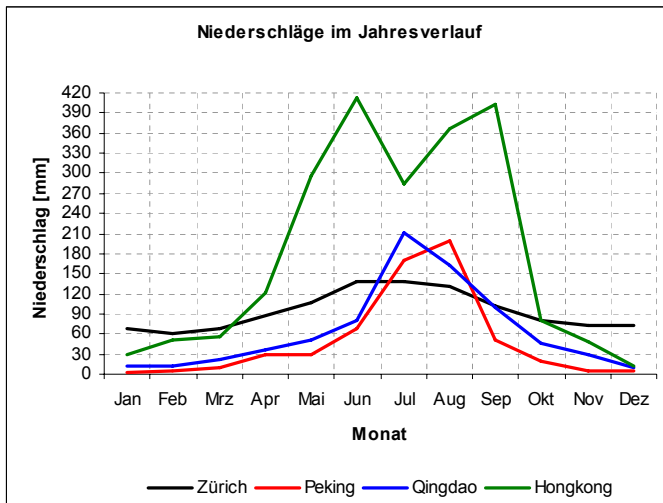


Abbildung 4: Niederschläge in Zürich verglichen mit Peking, Qingdao und Hongkong

1.3. Luftverschmutzung

Nebst hohen Temperaturen und hoher Luftfeuchtigkeit gibt es noch eine weitere klimatische Besonderheit, mit der sich die Athleten werden auseinandersetzen müssen: die Luftverschmutzung. In Peking ist im Sommer mit einer massiven Luftverschmutzung und daher auch mit stark eingeschränkter Sicht zu rechnen. Gemäss neusten Berichten beträgt der Feinstaubanteil im Jahresmittel in Peking 142 Mikrogramm pro Kubikmeter (Innenstadt Zürich: circa 20 Mikrogramm/Kubikmeter) und übertrifft den in der Schweiz gültigen Grenzwert von 20 Mikrogramm/Kubikmeter um ein Mehrfaches. An einzelnen Tagen können die Werte in Peking sogar auf deutlich über 200 Mikrogramm/Kubikmeter steigen. Selbst wenn die Chinesen mit Blick auf die Olympischen Spiele einige Anstrengungen unternehmen werden, um die Luftqualität zu verbessern, dürfte sich wenig an der gegenwärtigen Situation ändern. Auf spezielle Massnahmen im Umgang mit Luftverschmutzung wird in späteren Kapiteln detaillierter eingegangen.

1.4. Sprache und Verständigung

Die chinesische Sprache stellt sicherlich ein gewisses Hindernis dar und macht die Verständigung (beispielsweise ein Essen bestellen) schwierig, vor allem, weil Englisch oft nicht verstanden wird oder von der Lokalbevölkerung nur bruchstückhaft und relativ unverständlich gesprochen wird. Diesbezüglich können sich unter Umständen auch Probleme bei der Kommunikation mit Offiziellen ergeben; eine Tatsache, der man sich bewusst sein sollte. Deshalb gilt: Bei Unklarheiten lieber einmal zuviel nachfragen, um Missverständnisse zu vermeiden.

1.5. Transport, Transfers

Die Organisation der Transporte zu den Wettkampfstätten sollte voraussichtlich gut klappen, allerdings ist je nach Verkehrsaufkommen genügend Zeit für die Transfers einzurechnen. Ausserdem dürfte die Fortbewegung in der Stadt (zum Beispiel mit dem Taxi) einiges an Zeit und Geduld erfordern. Auch ist darauf zu achten, dass man nicht mehr als den ortsüblichen Preis bezahlt (vom Flughafen bis zum Olympic Village: 80 bis 100 Yuan). Es wird empfohlen, die offiziellen Taxis zu benützen (meist grün-beige lackiert und mit rotem Preiskleber; vergleiche Abbildung 5). Daneben verfügt Peking über relativ gut ausgebauten Metro- und Buslinien.

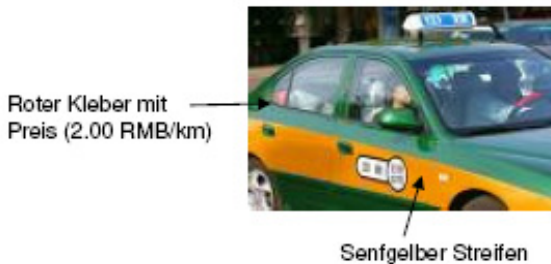


Abbildung 5: Offizielles Taxi in Peking

1.6. Hierarchie, Organisation, Informationen

In verschiedenen Delegationsberichten über internationale Wettkämpfe in China werden die chinesischen Funktionäre und Helfer als freundlich und hilfsbereit beschrieben. Allerdings herrscht ein relativ starkes Hierarchiedenken vor, das heisst, die zahlreichen Helfer bei Wettkämpfen verfügen über sehr beschränkte Befugnisse und Kompetenzen. Sie lassen bei auftretenden Problemen alles zunächst hierarchisch abklären und absichern. Dies kann zur zeitraubenden und nervenaufreibenden Geduldssprobe werden. Wenn möglich sollte man sich daher direkt an die höchste verfügbare Hierarchiestufe wenden, um das Prozedere zu verkürzen. In diesem Zusammenhang wird empfohlen, auch Informationen seitens der Organisation möglichst proaktiv zu überprüfen, um unangenehme Überraschungen zu vermeiden.

1.7. Mentalität, kulturelle Besonderheiten, Esskultur

Chinesen sind traditionell eher zurückhaltend. Sie fühlen sich durch ständigen Blickkontakt beim Gespräch irritiert. Das Wegschauen gilt bei Chinesen als «höfliche Wahrung der Etikette», während es bei uns als Zeichen von Desinteresse ausgelegt wird. «Bitte» und «Danke» hört man von Chinesen selten. Unklug scheint es, seinen Standpunkt und seine Forderungen klar und deutlich zu äussern. Wer das tut, verliert sein Gesicht und will dem Verhandlungspartner das Gesicht nehmen, was als äusserst schlimm empfunden wird. Es ist also unhöflich, ein direktes «Nein» auszusprechen. Ebenso unhöflich ist es, seinen Gefühlsregungen durch Mimik und Gestik Ausdruck zu verleihen. Dahinter steht der Grundsatz, dass die Mentalität der Chinesen darauf abzielt, Konflikte am liebsten zu vermeiden beziehungsweise ihnen falls möglich aus dem Weg zu gehen. In China ist es durchaus üblich, ständig und überall auszuspucken, Warteschlangen zu ignorieren und sich sehr laut zu unterhalten. Es gilt in China nicht als unhöflich, beim Essen zu schmatzen, zu schlürfen, aufzustossen, sich laut zu unterhalten, zu rauchen oder sich am Tisch die Zähne zu säubern. Auch mit vollem Mund zu sprechen, grosse Bissen mit Tee hinunterzuspülen oder zu gurgeln ist nicht aussergewöhnlich. Daneben ist es durchaus üblich, den Tisch als Ablage für unverdauliche Speisereste (zum Beispiel Geflügel-Knochen) zu nutzen.

1.8. Andere Länder – andere Sitten

Dieses einleitende Kapitel macht deutlich: «Andere Länder – andere Sitten». Es ist daher von Vorteil, sich bereits vor den Olympischen Spielen mit der chinesischen Mentalität zu befassen, um auf die für uns teilweise nur schwer verständlichen chinesischen Verhaltensweisen vorbereitet zu sein. Dabei dienen folgende Grundsätze als Richtlinien:

- Beziehungen (Freunde) stehen im Zentrum des chinesischen Verhaltens
- Nie direkt «Nein» sagen
- Konflikte, die beispielsweise durch arrogantes, hektisches oder ungeduldiges Auftreten ausgelöst werden können, vermeiden
- In schwierigen Situationen Verständnis und Hilfsbereitschaft zeigen und sich in Geduld üben
- Flexibel bleiben

Es gilt anzumerken, dass die in diesem Kapitel gemachten Aussagen nicht für das Olympic Village zutreffen. Dieser Ort bietet also eine ausgezeichnete Möglichkeit, sich in ein gewohntes Umfeld zurückzuziehen.

- Die durchschnittliche Tagestemperatur in Peking liegt im August 8°C höher als in Zürich
- Luftfeuchtigkeit (circa 80 Prozent) und Luftverschmutzung sind in Peking extrem hoch
- Eine vorgängige Auseinandersetzung mit den kulturellen Besonderheiten Chinas (Mentalität, Sprache, Kommunikation, Essgewohnheiten, etc.) ist empfehlenswert
- Genügend Zeit für Transporte einrechnen
- Das Olympic Village bietet eine ausgezeichnete Möglichkeit, um sich in ein gewohntes Umfeld zurückziehen zu können

1.9. Quellen

BBC Weather

China-Knigge für Swiss Olympic, Unterlagen Mike X. Liu

<http://www.cbw.com/foreign/g-changchun.html>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Peking>

<http://www.eurasischesmagazin.de/artikel/?artikelID=20050110>

<http://www.inwent.org/E+Z/1997-2002/ez797-3.htm>

<http://www.joerg-rupp.de/china.html>

<http://www.klimadiagramme.de>

<http://www.meteo.ch/>

<http://www.visitchina.de/expatinfo/toolong001.htm>

International Herald Tribune, 16./17.12.2006

McArdle WD et al, eds. Exercise physiology: energy, nutrition and human performance. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, p. 630, 2001

Neue Zürcher Zeitung, 21.04.2007, p.65

The Wall Street Journal Europe, 15.02.2007

Turnierbericht des Schweizerischen Ringerverbandes anlässlich der WM in Guangzhou 2006

Umweltbericht Kanton Zürich, 2004

A. Vernec: Canadian Medical Report, World Junior Championships in Athletics, Beijing, August 2006

R.L. Wilber: Preparation for Beijing 2008: Bericht des US Olympic Committee 2006

2. Reaktion des Körpers (akut, chronisch)

2.1. Reaktion des Körpers auf Hitze und Feuchtigkeit

Autor: Michael Vogt, vogt@ana.unibe.ch

2.1.1. Einleitung

Training und Wettkämpfe in heiss-feuchter Umgebung bedeuten einen zusätzlichen Stress für den Körper und stellen deshalb spezielle Anforderungen an die Athleten. Betroffen sind vor allem das Herz-Kreislaufsystem, die Regulation der Körpertemperatur (Thermoregulation) und die Energiebereitstellung (siehe Tabelle 2). Hitze bewirkt eine Abnahme der körperlichen Leistungsfähigkeit, welche sich vor allem negativ auf Ausdauerleistungen auswirkt. Das Geschlecht (Männer), tiefes Ausdauerniveau und hohes Körpergewicht bewirken stärkere Leistungseinbussen in der Hitze.

Bei wiederholter Hitze-Exposition passen sich die Körperfunktionen an diese Bedingungen an (Akklimationisation). Die Akklimationisation führt zu einer teilweisen oder kompletten Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit. Athleten können unter natürlichen und künstlich simulierten Bedingungen (Klimakammer, Wärme isolierende Kleidung) akklimationisieren. Man geht davon aus, dass während einer gewissen Periode im Minimum alle zwei bis drei Tage eine Hitze-Exposition erfolgen muss, damit der Körper akklimationisieren kann. Dabei ist aktive Akklimationisation (Training in der Hitze) effizienter als passive. **Eine Akklimationisation auf Wettkämpfe in heiss-feuchter Umgebung wird für alle Sportarten empfohlen. Bei Ausdauersportarten ist Hitze-Akklimationisation Voraussetzung für eine optimale Leistungsfähigkeit.** In diesem Kapitel werden wichtige Aspekte der physiologischen und funktionellen Veränderungen bei akuter und chronischer Hitze-Exposition erläutert (Tabelle 2 und 3).

Physiologische Variable	Akute Hitze (im Vergleich zu Normalbedingungen)	Nach Akklimationisation (im Vergleich zu akuter Hitzeexposition)
Herzfrequenz	↑	↓
Blutlaktat-Konzentration unter Belastung	↑	↓
Kohlenhydrat-Verbrauch unter Belastung	↑	↓
Herzschlagvolumen	↓	↑
Plasmavolumen	↓	↑
Körperkerntemperatur (KKT)	↑	↓
Anstiegsgeschwindigkeit der KKT	↑	↓
Hauttemperatur	↑	↓
Schweissproduktion	↑	↑
Salzgehalt im Schweiß	→	↓

Tabelle 2: Akute und chronische Hitze-Exposition – die körperlichen Anpassungen im Überblick

Funktionelle Variable	Akute Hitze (im Vergleich zu Normalbedingungen)	Nach Akklimatisation (im Vergleich zu akuter Hitzexposition)
Maximale Leistungsfähigkeit	↓	↑
Leistungskapazität (Dauer)	↓↓	↑
Subjektiv empfundene Belastung	↑	↓

Tabelle 3: Akute und chronische Hitze-Exposition – Einfluss auf die Leistung

2.1.2. Akute Hitze-Exposition

- Akute Hitze führt zu einer Abnahme der körperlichen Leistungsfähigkeit; Ausdauersportler sind besonders betroffen
- Akute Hitze beeinflusst die Thermoregulation, das Herz-Kreislaufsystem und den Stoffwechsel
- Je höher das Ausdauerniveau, desto besser werden Belastungen in der Hitze ertragen
- Das Verhalten von Parametern zur Belastungssteuerung (Laktat steigt bei tieferen Belastungen an, Herzfrequenz nimmt proportional zur Körper-Kerntemperatur und zum Flüssigkeitsverlust zu) ist in der akuten Phase stark verändert

2.1.2.1. Wie reagiert das Herz-Kreislauf-System auf akuten Hitzestress?

- Eine stabile Regulation des Herz-Kreislauf-Systems hat für den Körper hohe Priorität. Bei Belastungen in akuter Hitze ist der Blutfluss zur Muskulatur vermindert und die Körperkühlung nicht optimal. Die Leistungsfähigkeit ist reduziert.

Bei körperlicher Belastung nimmt in der arbeitenden Muskulatur und in der Haut der Blutfluss zu. Dies geschieht durch eine Zunahme der Herzleistung (Herzfrequenz und Herzschlagvolumen steigen an), durch eine Reduktion des Blutflusses zu den inneren Organen und durch Gefäss-Erweiterungen. Der Grad der Gefäss-Erweiterung in der Muskulatur ist abhängig von der Belastungsintensität, derjenige in der Haut von der inneren (durch Muskeltätigkeit) und äusseren (Umgebungsbedingungen) Wärmebelastung. Finden im nicht akklimatisierten Zustand intensive Trainings- oder Wettkampfbelastungen in der Hitze statt, wird zusätzliches Blutvolumen für die Körperkühlung über die Haut benötigt. Dadurch nimmt bei intensiven Belastungen der Blutrückfluss zum Herz ab und der Blutdruck sinkt. Dies wird durch das Nervensystem über Sensoren in den Gefässen registriert. Um dieses Ungleichgewicht in der Blutdruck-Regulation wieder auszugleichen, finden sekundär Gefäss-Verengungen in der Muskulatur (und in der Haut) statt. Dies reduziert den Blutfluss zur Muskulatur und führt zu einer Abnahme der (muskulären) Leistungsfähigkeit und der maximalen Sauerstoffaufnahme (VO_2max). Zudem ist der Abtransport der Wärme verschlechtert. Die Körper-Kerntemperatur steigt rascher an. Die submaximalen Herzfrequenz-Werte sind höher. Der Anstieg der Herzfrequenz verläuft dabei parallel zur Veränderung der Körper-Kerntemperatur (Abbildung 6).

2.1.2.2. Welche Effekte hat Hitze/Feuchtigkeit auf die Thermo-Regulation?

Bei sportlicher Belastung kann die durch Muskelarbeit produzierte Wärme gegenüber Ruhebedingungen stark ansteigen. Die Menge dieser produzierten Körperwärme und der damit verbundene Körpertemperatur-Anstieg sind abhängig von der Höhe der Belastungsintensität. Damit Athleten ihre sportliche Leistungsfähigkeit über längere Zeit aufrecht erhalten können, sollte die zu- und abgeführte Wärme möglichst im Gleichgewicht bleiben.

Die Produktion von Körperwärme durch Muskelarbeit hat Konsequenzen auf die Körper-Kerntemperatur. Unter Ruhebedingungen liegt die Körper-Kerntemperatur zwischen 36 und 37°C. Während körperlicher Aktivität kann sie maximal auf circa 40°C ansteigen (Abbildung 6). Danach muss die Belastung reduziert oder abgebrochen werden. Noch höhere Körper-Kerntemperaturen hätten schwerwiegende gesundheitliche Konsequenzen (siehe Kapitel 3.4.2.1). Die Regulation der Körper-Kerntemperatur innerhalb dieser schmalen Bandbreite hat deshalb für den menschlichen Organismus grosse Wichtigkeit.

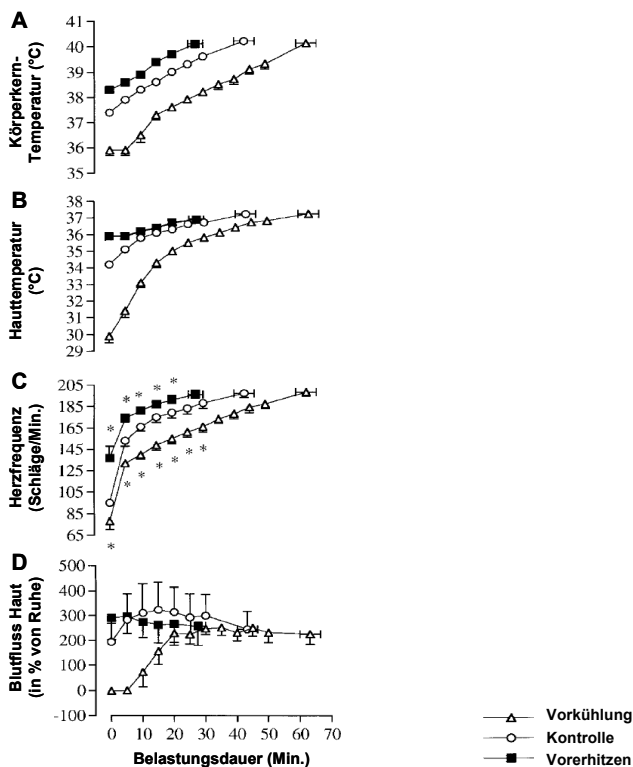


Abbildung 6: Verlauf der Körper-Kerntemperatur (A), Hauttemperatur (B), Herzfrequenz (C), Blutfluss Haut (D) während einer Trainingsbelastung bei 60 % VO₂max in der Hitze (40°C) nach Vorkühlen (35,9°C) und Vor-Erhitzen des Körpers (38,2°C) sowie Kontrollversuch (37,2°C). Grafik angepasst nach Gonzales-Alonso et al. 1999.

Die Thermoregulation ist unter heiss-feuchten Bedingungen erschwert, da der Abtransport der Körperwärme durch die ungünstigen Umgebungsbedingungen behindert wird. So steigt die Körper-Kerntemperatur schneller an. Die Flüssigkeitsverluste nehmen wegen stärkerer

Schweissproduktion zu. Diese Flüssigkeitsverluste können nicht sofort ausgeglichen werden, was zu einer Dehydrierung und damit einer Abnahme des Blutvolumens führt. Die Leistungsfähigkeit nimmt ab. Dabei bestimmen die Anstiegsgeschwindigkeit sowie die Höhe der Körper-Kerntemperatur den Grad der Leistungseinbusse in der Hitze. Die Anstiegsgeschwindigkeit der Körperkerntemperatur wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst:

- **Umgebungsbedingungen:** je wärmer und feuchter, desto schneller
- **Flüssigkeitshaushalt:** ein Prozent Dehydrierung erhöht die Körper-Kerntemperatur um 1°C
- **Körpergrösse und -gewicht:** je grösser/schwerer, desto schneller
- **Körperzusammensetzung:** je höher der Körperfettanteil, desto schneller
- **Ausdauerneveau:** gut Ausdauertrainierte haben einen langsameren Anstieg

2.1.2.3. Über welche Möglichkeiten zur Körperkühlung verfügt der menschliche Organismus?

Die vom Muskel produzierte Wärme wird über die Blutzirkulation an die Körperoberfläche transportiert und dort vor allem via Verdunstung von Schweiß (Schwitzen, Evaporation) abgegeben (siehe Abbildung 7). Andere Prozesse zur Wärmeabgabe wie Wärmeleitung (Konduktion), Wärmetransport (Konvektion) oder Wärmestrahlung (Radiation) spielen unter Belastung nur eine geringe Rolle. In heiss-trockener Umgebung erfolgt über 90 Prozent der Körperkühlung über das Schwitzen. In heiss-feuchter Umgebung ist trotz grossen Flüssigkeitsverlusten der Kühleffekt durch Schwitzen weniger effizient, da die Flüssigkeit auf der Haut weniger gut verdunsten kann, sondern teilweise abtropft. Dadurch ist der Anstieg der Körperkerntemperatur bei heiss-feuchten Bedingungen grösser als bei trockener Hitze.

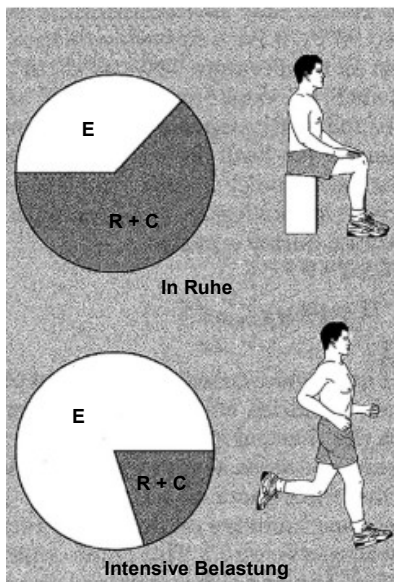


Abbildung 7: Relative Beiträge des Schwitzens (E) sowie der Wärmestrahlung (R) und des Wärmetransports (C) in Hitze/Feuchtigkeit. Grafik angepasst nach Armstrong 2000.

2.1.2.4. Wie gross sind die Flüssigkeitsverluste bei Sport in der Hitze?

Die Flüssigkeitsverluste bei körperlichen Belastungen in der Hitze sind gross. Je nach Intensität können bei diesen Bedingungen bis zu drei Liter pro Stunde verloren gehen, gegenüber 0,5 bis ein Liter pro Stunde bei 20°C. Unter Belastung steigt die Herzfrequenz proportional zum Flüssigkeitsverlust und zum Anstieg der Körperkerntemperatur (Abbildung 6). Pro Liter Flüssigkeitsverlust kann von einer Zunahme der Herzfrequenz um circa acht Schläge pro Minute ausgegangen werden. Dies verdeutlicht den zusätzlichen Stress der hitzebedingten Flüssigkeitsverluste auf das Herz-Kreislauf-System und die Thermoregulation. Die Belastungsintensität muss im Training entsprechend gesenkt werden.

2.1.2.5. Wie verhält sich die Energie-Bereitstellung bei Belastungen in der Hitze?

Die Energie-Bereitstellung über den Kohlenhydrat-Stoffwechsel ist bei Belastungen unter akuter Hitze-Exposition erhöht. Durch den schnelleren Anstieg der Körper-Kerntemperatur wird verstärkt das Hormon Adrenalin ausgeschüttet, was in der Muskulatur die Verwertung von Muskelzucker (Glykogen) begünstigt. Deswegen werden unter Belastung in der Hitze höhere Blutlaktat-Konzentrationen gemessen. In einer älteren Studie waren die Blutlaktat-Werte nach intensiver Belastung in grosser Hitze (44°C) doppelt so hoch wie bei der gleichen Belastung bei 9°C. Da die Speicherkapazität von Zucker in der Muskulatur eher gering ist, kann eine verstärkte Verwertung von Glykogen bei längeren Belastungen in der Hitze zu einer Einbusse der Leistungsfähigkeit oder zu einem verfrühtem Belastungsabbruch führen.

2.1.2.6. Wie stark beeinflusst Hitze/Feuchtigkeit die sportliche Leistungsfähigkeit?

Die Umgebungstemperatur beeinflusst das körperliche Leistungsvermögen. Richtung und Grad der Leistungsbeeinflussung sind je nach Dauer, Intensität, Sportart und Disziplin unterschiedlich. In Tabelle 4 sind einige Untersuchungen zur Beeinflussung der Leistungsfähigkeit in der Hitze aufgelistet.

Da hohe Temperaturen vor allem submaximale und lang andauernde Belastungen negativ beeinflussen, muss in Ausdauersportarten davon ausgegangen werden, dass die Leistungsfähigkeit bei Temperaturen von über 30°C deutlich reduziert ist. Es ist jedoch schwierig, eine generelle Abschätzung über den Grad der Leistungseinbusse zu geben. Bei kurzzeitigen Sprint- und Maximalbelastungen ist «warme» Muskulatur leistungsfähiger als «kalte». Deshalb kann eine hohe Umgebungstemperatur dazu beitragen, dass die Leistungsfähigkeit bei hochintensiven, kurzzeitigen, anaeroben Belastungsformen (zum Beispiel Sprints, Sprünge, hohe Krafteinsätze) unverändert oder gar verbessert ist. Dies kann für Belastungszeiten von bis zu 60 Sekunden Dauer gelten, sofern kein Flüssigkeitsdefizit vorliegt.

Sportart	Belastung	Temperatur	Leistung	Quelle
Leichtathletik	8-Kilometer-Lauf	35°C vs. 25°C	11 % längere Laufzeit bei 35°C als bei 25°C (je schwerer die Athleten, desto grösser die Leistungseinbusse)	Marino et al. 2000.
Duathlon	Simulations-WK	30°C vs. 10°C	4,5 % schlechter bei 30°C	Sparks et al., 2005.
Radsport Elite Strasse	30 Minuten Zeitfahr-Test	32°C (60 % Luftfeuchtigkeit) vs. 23°C	durchschnittliche Leistung um 6,5 % verschlechtert	Tatterson et al., 2000.
Kraftsportler	Muskelausdauer Beine	Sauna 65 bis 75°C während 30 Minuten vs. 22°C	Muskelausdauer: - 29,2 %	Hedley et al. 2002.

Dehydrierung und Hitze	Walking	Dehydrierung um 1,9 %	Zeit zur Erschöpfung: - 22 % VO2max - 10 %	McArdle et al. 2000.
Kraftsportler	Sprungkraft Beine	Sauna 65 bis 75°C während 30 Minuten vs. 22°C	Maximale Leistung: + 3,1 %	Hedley et al. 2002.
Wingate-Test	30 Sekunden	35°C/30°C vs. 22°C	Maximale Leistung: + 6 % Mittlere Leistung: + 4 %	Lacerda et al. 2007.

Tabelle 4: Studien zur Veränderung der sportlichen Leistungsfähigkeit in der Hitze

2.1.3. Chronische Hitze-Exposition

Hitze und Feuchtigkeit bewirken einen grossen Stress auf den Körper. Setzt man sich wiederholt und in vernünftigen Rahmen diesem Stress aus, laufen im Körper Anpassungen ab, welche die Hitze-Toleranz verbessern. Diesen Prozess nennt man Hitze-Akklimatisation (siehe Kapitel 3.1). Die Hitze-Toleranz wird zusätzlich durch das Trainingsniveau, das Geschlecht und den Körper-Fettgehalt beeinflusst. Für den Sportler ist der Prozess der Hitze-Akklimatisation das beste Mittel zur positiven Beeinflussung der Leistungsfähigkeit in der Hitze.

- Durch Hitze-Akklimatisation wird die Leistungsfähigkeit in der Hitze verbessert
- Ohne Training in der Hitze ist keine komplette Hitze-Akklimatisation möglich
- Durch die Akklimatisation optimiert sich bei sportlichen Belastungen die Körperkühlung, der Flüssigkeits- und Salzhaushalt sowie die Kohlenhydratverwertung
- Anpassungen des Herz-Kreislauf-Systems benötigen drei bis fünf Tage Akklimatisation
- Anpassungen im Flüssigkeitshaushalt benötigen zehn bis 14 Tage Akklimatisation

2.1.3.1. Was bewirkt die Hitze-Akklimatisation im Körper?

Der Begriff Hitze-Akklimatisation umfasst diejenigen physiologischen Anpassungen, welche zu einer verbesserten Hitze-Toleranz führen. Im Vergleich zur Situation bei akuter Hitzeexposition können im Verlaufe einer mehrtägigen Akklimatisation verschiedene Anpassungen beobachtet werden:

- Die Körper-Kerntemperatur steigt weniger schnell an (Abbildung 8).
- Das Plasmavolumen des Bluts nimmt aufgrund hormoneller Veränderungen zu. Dadurch wird das Blutvolumen effektiver verteilt und die innere Wärme kann besser an die Körperoberfläche transportiert werden.
- Die Schweissproduktion nimmt zu und ist regelmässiger über den Körper verteilt. Während einer zehntägigen Hitze-Akklimatisations-Phase kann sich die Schweissbildungs-Rate verdoppeln. Das Schwitzen setzt zudem unter Belastung schneller beziehungsweise bei tieferer Körper-Kerntemperatur ein. Dies unterstützt beziehungsweise beschleunigt die Körperkühlung, führt aber gleichzeitig zu höheren Flüssigkeitsverlusten. Für einen optimalen Ablauf der Akklimatisation ist deshalb ein möglichst ausgeglichener Flüssigkeitshaushalt von Bedeutung (siehe 3.5).
- Über den Schweiss und die Nieren wird weniger Salz (vor allem Natriumsalz) ausgeschieden. Der geringere Salzgehalt des Schweißes im akklimatisierten Zustand

bewirkt, dass sich die Flüssigkeit regelmässiger auf der Hautoberfläche verteilen kann. Dies hat einen positiven Effekt auf die Körperkühlung, denn es tropft weniger Sch weiss ab. Zudem sind die Verluste der wichtigen Salze, welche eine grosse Bedeutung in der Reizleitung, der Muskelkontraktion und im Stoffwechsel spielen, vermindert.

- Die Herzfrequenz unter Belastung nimmt deutlich ab. Nach einer zehntägigen Akklimatisationsphase bei 41°C (trocken) war die Herzfrequenz bei Belastungsabbruch um elf Schläge tiefer als im unakklimatisierten Zustand. Während einer vierzehntägigen aktiven Akklimatisation (täglich 30 Minuten Training bei 75 % VO_2max) konnten 20-Jährige ihre Belastungs-Herzfrequenz um 7,4 Prozent senken. Bei einer Herzfrequenz von 180 Schlägen pro Minuten entspräche das einer Verschiebung der Kurve von circa 13 Schlägen! Diese Veränderungen im Herzfrequenz-Verhalten müssen im pulsgesteuerten Training berücksichtigt werden.
- Der Kohlenhydrat-Verbrauch unter Belastung in der Hitze reduziert sich im Lauf der Akklimatisation. Bei hitzeakklimatisierten Sportlern besteht bezüglich Kohlenhydrat-Stoffwechsel kein Unterschied mehr zwischen Hitze- und Normalbedingungen. Die Verringerung des Kohlenhydratverbrauchs unter Belastung ist zurückzuführen auf eine Reduktion der Adrenalinausschüttung.

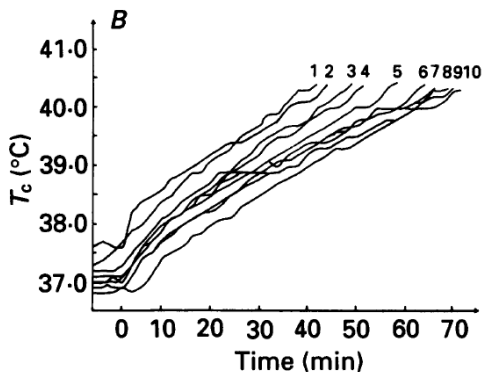


Abbildung 8: Verlauf der Körper-Kerntemperatur während sportlichem Training (50 % VO_2max , Herzfrequenz 125 bis 130) bei akuter Hitze-Exposition (Kurve 1) und im Verlaufe einer zehntägigen Akklimatisations-Phase (Kurven 2 bis 10). Nach Nielsen et al., 1997.

2.1.3.2. Welchen Einfluss hat die Hitze-Akklimatisation auf die Leistungsfähigkeit?

Das subjektive Belastungsempfinden und die (Ausdauer-)Leistungsfähigkeit verbessern sich durch die Hitze-Akklimatisation (Abbildung 9). Entscheidend für die Leistungsfähigkeit bei lang andauernden Belastungen in der Hitze ist die Höhe der Körper-Kerntemperatur bei Belastungsbeginn (möglichst tief → «pre-cooling» siehe Kapitel 3.9.1) sowie die Anstiegsgeschwindigkeit der Körperkerntemperatur.

Trainings in der Hitze bewirken zusätzliche Anpassungen im Körper. Es gibt Hinweise, dass nach Trainingslagern in der Hitze die Leistungsfähigkeit in kühleren Umgebungsbedingungen über eine gewisse Zeit verbessert sein kann.

Zeit bis zur Erschöpfung bei 50% VO₂max

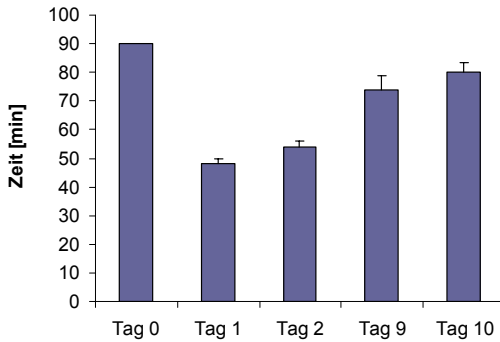


Abbildung 9: Mittlere Veränderung der Ausdauerkapazität bei ausdauertrainierten Athleten (VO₂max zwischen 49 und 74 ml/min/kg). Tag 0: Belastung bei 20°C, Tage 1 bis 10 bei 41°C. Angepasst nach Nielsen et al., 1997.

2.1.3.3. Mit welcher Geschwindigkeit laufen die Prozesse der Akklimatisation ab?

Die Prozesse laufen mit unterschiedlicher Geschwindigkeit ab (Abbildung 10). Folgende Anpassungszeiten sind beschrieben:

- 3 bis 6 Tage: Herzfrequenz, Plasmavolumen, subjektives Belastungsempfinden
- 5 bis 10 Tage: Körper-Kerntemperatur, Salzkonzentration im Schweiß
- 14 Tage: Schweißproduktion

Daraus kann geschlossen werden, dass eine ideale Akklimatisation mindestens zehn bis 14 Tagen dauern sollte.

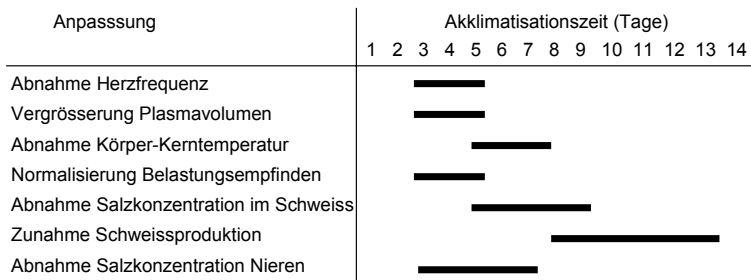


Abbildung 10: «Plateau-Tage»: Anzahl der Tage, die es dauert, bis circa 95 Prozent einer Anpassung während der Akklimatisation erreicht sind. Angepasst nach Armstrong 2000.

Fehlt ein regelmässiger Hitze-Reiz, bleiben die durch die Akklimatisation erfolgten Anpassungen zwei bis drei Wochen erhalten und gehen dann im Allgemeinen wieder verloren. Dies gilt es in der Trainings- und Wettkampfplanung zu berücksichtigen.

2.1.3.4. Was muss für eine erfolgreiche Hitze-Akklimatisation beachtet werden?

Eine Hitze-Akklimatisation für Wettkämpfe in heisser Umgebung ist leistungswirksam und deshalb sinnvoll und empfehlenswert. Für eine effiziente Akklimatisation reicht eine tägliche Hitze-Expositionszeit (passiv und aktiv) von maximal zwei bis vier Stunden. Dabei spielt es keine Rolle, ob die Akklimatisation in natürlicher Umgebung oder künstlich simuliert (zum Beispiel Klimakammer) erfolgt. Um eine optimale Akklimatisation zu erreichen, muss in der Hitze trainiert werden. Die Geschwindigkeit der Hitze-Akklimatisation scheint unabhängig von der Belastungsintensität zu sein. Aus trainingsmethodischer Sicht ist es aber sinnvoll, die tägliche Belastungszeit und die Intensität im Laufe der Akklimatisation zu steigern (siehe Kapitel 3.1.5). Die Akklimatisation sollte unter Bedingungen stattfinden, die auch bei den entsprechenden Wettkämpfen zu erwarten sind. Bei Wettkämpfen in heiss-feuchter Umgebung empfiehlt sich also eine Akklimatisation in heiss-feuchter Umgebung.

2.1.3.5. Welchen Einfluss hat der Trainings-Status auf die Hitze-Toleranz?

Ausdauertraining an und für sich führt zu einem körperinternen Hitze-Stress. Dadurch verfügen gut ausdauertrainierte Athletinnen und Athleten über qualitativ ähnliche Anpassungen (Blutvolumen, erhöhte Schwitzrate und effizienter Stoffwechsel) wie nach einer Hitze-Akklimatisation. Dies führt dazu, dass bei Ausdauertrainierten die Körper-Kerntemperatur in Ruhe und die Anstiegsrate unter Belastung tiefer sind. Unter Belastung ist die maximal tolerierbare Körper-Kerntemperatur höher. Gut ausdauertrainierte Athletinnen und Athleten akklimatisieren im Allgemeinen schneller an die Hitze. Trotzdem kann aber auch eine gut ausdauertrainierte Person die volle Hitze-Akklimatisation nur mittels aktiver Hitze-Exposition erreichen.

2.1.3.6. Gibt es betreffend Akklimatisation altersbedingte Unterschiede?

Das Alter kann einen gewissen Einfluss auf die Thermoregulation und die Hitze-Toleranz haben. So haben vor allem Kinder und Jugendliche bis zum Ende der Pubertät eine verminderte Thermoregulation. Kinder und junge Jugendliche brauchen deshalb mehr Zeit für die Akklimatisation.

Für Elite-Wettkampfsportlerinnen und -sportler im Altersbereich von 16 bis 40 Jahren hat das Alter keinen Einfluss auf die Hitze-Akklimatisation.

Älteren Personen scheinen im Vergleich zu jungen Erwachsenen nur geringe oder gar keine altersbedingten Verschlechterungen der Hitze-Toleranz beziehungsweise der Thermoregulation zu haben. Trotzdem existieren gewisse physiologische Unterschiede: Das Einsetzen des Schwitzens ist verzögert und die Schweißproduktion verringert. Zudem scheinen sich ältere Personen weniger rasch von einer Dehydrierung zu erholen.

2.1.3.7. Hat das Geschlecht einen Einfluss auf die Akklimatisation?

Frauen ertragen die Hitze oft besser als Männer, die Leistungseinbusse scheint bei Frauen geringer zu sein. Normalgewichtige Frauen besitzen ein günstigeres Verhältnis von Körperoberfläche zu Körpergewicht. Dies begünstigt die Wärmeabgabe an die Umgebung. Auf der anderen Seite schwitzen Männer unter Belastung früher und stärker. Die körperlichen «Vor- und Nachteile» zwischen den Geschlechtern gleichen sich aus. Bei gleicher aerober Fitness bestehen deshalb zwischen normalgewichtigen Frauen und Männern keine oder nur geringe Unterschiede bezüglich Akklimatisationsfähigkeit.

2.1.3.8. Haben Körper-Fettgehalt und Körpergewicht einen Einfluss auf die Akklimatisation?

Eine grosse Fettschicht hat einen zusätzlichen isolierenden Effekt. Dies führt dazu, dass die Wärmeleitung reduziert ist. Zudem ist bei eher schweren Personen das Verhältnis von Körperoberfläche und Gewicht verschlechtert, was für eine gute Hitze-Toleranz eher hinderlich ist. Deshalb sind schwere Personen oder Personen mit hohem Körperfettgehalt in der Hitze eher benachteiligt. Dies gilt auch für Athletinnen und Athleten mit grosser Muskelmasse.

2.1.4. Literatur

- Armstrong E.L. Performance in extreme environments, Human Kinetics, Leeds UK, 2000.
- Buresh R, Berg K, Noble J. Heat production and storage are positively correlated with measures of body size/composition and heart rate drift during vigorous running, *Res Q Exerc Sport* 76(3), 2005.
- C.Morris JG, Nevill ME, Boobis LH, Macdonald IA, Williams C. Muscle metabolism, temperature, and function during prolonged, intermittent, high-intensity running in air temperatures of 33 degrees and 17 degrees, *Int J Sports Med* 26(10), 2005.
- Casa DJ. Exercise in the Heat. I. Fundamentals of Thermal Physiology, Performance Implications, and Dehydration, *J Athl Train* 34(3), 1999.
- Casa DJ. Exercise in the Heat. II. Critical Concepts in Rehydration, Exertional Heat Illnesses, and Maximizing Athletic Performance, *J Athl Train*, 34(3), 1999.
- Febbraio MA, Snow RJ, Hargreaves M, Stathis CG, Martin IK, Carey MF. Muscle metabolism during exercise and heat stress in trained men: effect of acclimation, *J Appl Physiol* 76(2), 1994.
- Febbraio MA, Snow RJ, Stathis CG, Hargreaves M, Carey MF. Effect of heat stress on muscle energy metabolism during exercise, *J Appl Physiol* 77(6), 1994.
- Fink WJ, Costill DL, Van Handel PJ. Leg muscle metabolism during exercise in the heat and cold, *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 34(3), 1975.
- Fortney SM, Vroman NB. Exercise, performance and temperature control: temperature regulation during exercise and implications for sports performance and training, *Sports Med* 2(1), 1985.
- Gonzalez-Alonso J, Calbet JA. Reductions in systemic and skeletal muscle blood flow and oxygen delivery limit maximal aerobic capacity in humans, *Circulation* 107(6), 2003.
- Gonzalez-Alonso J, Teller C, Andersen SL, Jensen FB, Hyldig T, Nielsen B. Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat, *J Appl Physiol* 86(3), 1999.
- Hedley AM, Climstein M, Hansen R. The effects of acute heat exposure on muscular strength, muscular endurance, and muscular power in the euhydrated athlete, *J Strength Cond Res* 16(3), 2002.
- Horstman DH, Christensen E. Acclimatization to dry heat: active men vs. active women, *J Appl Physiol* 52(4), 1982.
- Houmard JA, Costill DL, Davis JA, Mitchell JB, Pascoe DD, Robergs RA. The influence of exercise intensity on heat acclimation in trained subjects. *Med Sci Sports Exerc* 22(5), 1990.
- Hue O, Antoine-Jonville S, Sara F. The effect of 8 days of training in tropical environment on performance in neutral climate in swimmers, *Int J Sports Med* 28(1), 2007.
- Jeukendrup AE. Modulation of carbohydrate and fat utilization by diet, exercise and environment, *Biochem Soc Trans* 31, 2003.
- Lacerda AC, Gripp F, Rodrigues LO, Silami-Garcia E, Coimbra CC, Prado LS. Acute heat exposure increases high-intensity performance during sprint cycle exercise. *Eur J Appl Physiol* 99(1), 2007.
- Marino FE, Mbambo Z, Kortekaas E, Wilson G, Lambert MI, Noakes TD, Dennis SC. Advantages of smaller body mass during distance running in warm, humid environments, *Pflugers Arch* 441(2-3), 2000.
- Maughan R, Shirreffs. Exercise in the heat: challenges and opportunities, *J Sports Sci* 22(10), 2004.
- McArdle WD, Katch FI, Katch VL, Exercise Physiology, 5th Edition, Lippincott Williams & Wilkins, Chapter 25, 2001.
- McLellan TM. Review: The importance of aerobic fitness in determining tolerance to uncompensable heat stress, *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol* 128(4), 2001.
- Molloy JM, Smith JEW, Pascoe DD. Effect of a 14 day high intensity exercise protocol on heat acclimation responses, abstract ACSM Annual Conference, 2004
- Nielsen B, Hales J R S, Strange S, Christensen N J, Warberg J, Saltin B. Human Circulatory and Thermoregulatory Adaptations with Heat Acclimation and Exercise in a Hot, Dry Environment, *J Physiol* 460, 1993.
- Nielsen B, Strange S, Christensen NJ, Warberg J, Saltin B. Acute and adaptive responses in humans to exercise in a warm, humid environment, *Pflugers Arch*, 434(1), 1997.
- Pandolf KB. Review: Time course of heat acclimation and its decay. *Int J Sports Med* 19 Suppl 2, 1998.

Sparks SA, Cable NT, Doran DA, Maclaren DP. Influence of environmental temperature on duathlon performance, *Ergonomics* 48(11-14) 2005.

Sunderland C, Nevill ME. High-intensity intermittent running and field hockey skill performance in the heat. *J Sports Sci* 23(5), 2005.

Tatterson AJ, Hahn AG, Martin DT, Febbraio MA. Effects of heat stress on physiological responses and exercise performance in elite cyclists. *J Sci Med Sport* 3(2), 2000.

The Gatorade Sport Science Institute Europe, *Sport Science Update* 2(1), 1999.

Yaspelkis BB 3rd, Scroop GC, Wilmore KM, Ivy JL. Carbohydrate metabolism during exercise in hot and thermoneutral environments, *Int J Sports Med* 14(1), 1993.

2.2. Reaktion des Körpers auf Luftschadstoffe (Smog)

Autor: Beat Villiger, beat.villiger@paranet.ch

2.2.1. Luftschadstoffe

Mit jedem Atemzug gelangen Gase wie Stickoxide (NO_x), Ozon (O_3) und Schwefeldioxid (SO_2) sowie tausende von feinen Partikeln in unsere Atemwege und die Lunge. Sie werden in den Bronchien und den Lungenbläschen abgelagert und können dort wirken. Je kleiner die Partikel sind, desto tiefer dringen sie in die Lunge ein und werden von dort mit dem Blut in den ganzen Körper verteilt. Bei hohen Schadstoffbelastungen treten vor allem Beschwerden und Erkrankungen der Atemwege auf (Asthma, Husten und Auswurf, Bronchitis und Atemwegsinfektionen), daneben aber auch Allgemeinsymptome (Reizungen der Schleimhäute, Müdigkeit, Abgeschlagenheit, Kopfschmerzen und HerzKreislauf-Beschwerden). Athletinnen und Athleten leiden ganz besonders unter der Luftverschmutzung, da sie bei körperlicher Belastung sehr grosse Luftmengen einatmen und deshalb auch die inhalierte Schadstoffmenge deutlich höher ist. Dies verstärkt nicht nur die oben erwähnten Symptome, sondern wirkt sich auch direkt negativ auf die Leistungsfähigkeit aus.

2.2.2. Situation in China

Während der Olympischen Spiele in China ist an allen Wettkampf-Orten mit einer beträchtlichen Luftverschmutzung zu rechnen. Während die schädlichen biologischen Auswirkungen des Sommer-Smogs normalerweise von der Konzentration der aggressiven Reizgase Ozon (O_3) sowie deren Vorläuferstoffen Stickoxyde (NO_x) und flüchtige Kohlenwasserstoffe (VOC) abhängen, wird die Situation in China (vor allem in Peking) zusätzlich durch extrem hohe Feinstaub-Konzentrationen und erhöhte Schwefeldioxid-Werte verschlimmert. Die Erfahrungen anlässlich der vorolympischen Wettkämpfe haben gezeigt, dass die meisten Athleten und Betreuer unter der Smog-Situation leiden. Aufgrund der hohen Konzentrationen beeinträchtigt der Smog nicht nur die Outdoor-Athleten, sondern auch die Indoor-Athleten: Einerseits werden auch Indoor hohe Feinstaub-Konzentrationen gemessen, andererseits reicht eine kurze Expositionszeit Outdoor aus, um Symptome durch Reizgase (vor allem Reizungen der Schleimhäute und Atembeschwerden) und andere Nebenwirkungen (Leistungseinbusse, Müdigkeit, Kopfschmerzen) auszulösen.

- Während der Olympischen Spiele ist in China mit einer sehr hohen Luftschadstoff-Konzentration zu rechnen. Die Kombination von Ozon (O_3), Stickoxiden (NO_x), Schwefeldioxid (SO_2) und Feinstaub (PM 10) macht den Smog sehr aggressiv und führt voraussichtlich bei einem Grossteil der Athleten und Betreuern zu Nebenwirkungen und Symptomen.

2.2.2.1. Ozon (O_3)

Das Ozon, ein farbloses süsslich riechendes Gas, entsteht in der Sommerhitze durch die photochemische Reaktion der UV-Strahlen der Sonne mit den Vorläuferstoffen Stickoxide und Kohlenwasserstoffe, die vor allem durch den Verkehr anfallen. Aus diesem Grunde beeinflussen das Verkehrsaufkommen in den chinesischen Grossstädten und die hohe UV-Strahlung im Sommer die Ozonwerte.

Der erlaubte Grenzwert beträgt in der Schweiz $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die maximalen Werte werden in den frühen Nachmittagsstunden erreicht. Grundsätzlich sind die Indoor-Konzentrationen fünf bis zehn Mal geringer. Die lokalen Outdoor-Konzentrationen sind in Peking (gemäss direkter Messungen vor Ort) sehr unterschiedlich und scheinen sehr stark von der Windsituation, dem Verkehr und der Sonneneinstrahlung abhängig zu sein. In Zusammenarbeit mit anderen Nationen wird es uns während der Spiele möglich sein,

Athleten und Betreuer über die aktuelle lokale Situation in Peking auf dem Laufenden zu halten.

Abhängig von Konzentration und Einwirkungsdauer schädigt das Ozon vor allem die Atemwegs-Schleimhäute. Die häufigsten Symptome sind (mit absteigender Häufigkeit) Husten, Kratzen im Hals, Atemnot und Enge-Gefühl, verstopfte Nase und Kopfweh. Es besteht eine genetisch bedingte individuelle Ozon-Empfindlichkeit. Der «ozon-empfindliche» Teil der Bevölkerung (circa 20 Prozent) reagiert bereits bei einer Konzentration von 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mit Symptomen. Eine vermehrte Empfindlichkeit zeigen vor allem Jugendliche und ältere Personen (über 40 Jahre) sowie Asthmatiker. Letztere müssen deshalb die Dosis ihrer Asthma-Medikamente bei erhöhten Ozon-Konzentrationen entsprechend erhöhen.

- Das Ozon entsteht in der Sommerhitze durch eine Reaktion der UV-Strahlung der Sonne mit den Vorläufergasen Stickoxide und Kohlenwasserstoffe. Das Ozon schädigt vor allem die Schleimhäute und führt deshalb zu Atemwegs-Symptomen sowie Reizungen in Augen und Nase. Es besteht eine individuelle Ozonempfindlichkeit, wobei vor allem Asthmatiker bereits auf leicht erhöhte Ozonwerte empfindlich reagieren und deshalb ihre Medikation erhöhen müssen.

Bei körperlicher Belastung wird zusätzlich auch die körperliche Leistungsfähigkeit durch eine Anzahl von biologischen Reaktionen beeinträchtigt. Neben einer direkten nervenschädigenden Wirkung sind es vor allem entzündliche Vorgänge in den Atemwegen, welche die Lungenfunktion einschränken, und zwar abhängig von der Ozon-Konzentration, der Dauer der Exposition und der Intensität der Belastung. Asthmatische Reaktionen, Einschränkungen der Atemvolumina, verändertes Atemmuster (Atemtiefe und Frequenz) und eine verminderte maximale Ventilation behindern etwa in gleichem Masse die Leistungsfähigkeit. In einer an der ETH Zürich durchgeführten Studie konnte bereits bei einer Konzentration von 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Ozon eine Einschränkung der Ausdauer-Leistungsfähigkeit nachgewiesen werden. Die Schwelle scheint aber, wie bei den Symptomen und der Lungenfunktion, individuell sehr unterschiedlich zu sein.

Die aggressiven Ozongase führen zu einer oxidativen Schädigung der Schleimhäute und lösen eine entsprechende entzündliche Reaktion im Gewebe aus. Neben den oben beschriebenen Einschränkungen der Lungenfunktion und der Leistungsfähigkeit kommt es deshalb zu einer lokalen Störung der Infektabwehr und damit zu einer Häufung von Infekten im Atem-Trakt (siehe Kapitel 3.4).

- Eine gestörte Lungenfunktion und eine eingeschränkte Leistungsfähigkeit ist bei empfindlichen Personen und Asthmatikern bereits ab 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Ozon zu erwarten. Bei erhöhten Ozonwerten (höher als 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) kommt es wegen der gestörten Schleimhautabwehr zu vermehrten Infektionen der Atemwege.

2.2.2.2. Stickoxide (NO_x)

Unter dem Begriff Stickoxide (NO_x) werden die Reizgase Stickstoffdioxid (NO_2) und Stickstoffmonoxid (NO) zusammengefasst.

Stickoxide entstehen beim Verbrennen von Brenn- und Treibstoffen. Die Hauptquelle ist der Strassenverkehr. Als wichtige Vorläufersubstanz sind Stickoxide, zusammen mit den flüchtigen organischen Kohlenwasserstoffen (VOC), für die Bildung des Ozons (O_3) verantwortlich (siehe Kapitel 2.2.2.1). Zudem entsteht aus gasförmigen NO_x und Ammoniak festes Ammoniumnitrat, das zur grossräumigen Belastung im Sinne von Feinstaub (siehe Kapitel 2.2.2.4) beiträgt.

Stickoxide führen zu Reizungen der Schleimhäute und Atemwege mit asthmatischen Reaktionen und Bronchitis. Ihre Wirkung ist bei gleichen Konzentrationen aber deutlich

geringer als die von Ozon, wobei sich allerdings die schädliche Wirkung der beiden Reizgase nicht nur addiert, sondern potenziert. Im Gegensatz zum Ozon konnte aber durch die NO_x weder eine direkte Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit noch eine erhöhte Infektionsrate nachgewiesen werden.

2.2.2.3. Schwefeldioxid (SO_2)

Beim Schwefeldioxid (SO_2) handelt es sich um ein farbloses, in höheren Konzentrationen stechend riechendes Gas, das beim Verbrennen von schwefelhaltigen Brenn- und Treibstoffen entsteht. Hauptquellen sind Industrie- und Hausfeuerungen sowie das Verbrennen von schwefelhaltigen Treibstoffen. Der in der Schweiz erlaubte Grenzwert beträgt $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Während das SO_2 bei uns vor allem im Winter von Bedeutung ist, führen in China die grosse Anzahl von Elektrizitätswerken und Industrieanlagen, die schwefelhaltige Kohle verbrennen, sowie der Einsatz von schwefelhaltigen Treibstoffen auch im Sommer zu erhöhten SO_2 -Werten.

Das SO_2 führt zu Reizungen der Atemwege mit bronchitischen Reaktionen. Bei bereits bestehendem Asthma können auch Asthmaanfälle ausgelöst werden und den Bedarf an Asthma-Medikamenten erhöhen. In hohen Konzentrationen beeinträchtigt das SO_2 auch die Sauerstoffaufnahme.

- Stickoxide (NO_x) und Schwefeldioxid (SO_2) führen zu ähnlichen Schädigungen der Schleimhäute wie das Ozon, wobei bei den NO_x die asthmatischen Reaktionen und beim SO_2 die bronchitischen Reaktionen im Vordergrund stehen.

2.2.2.4. Feinstaub (PM 10)

Feinstaub ist ein Gemisch aus festen und flüssigen Teilchen. Sie unterscheiden sich in ihrer Grösse, Form, Farbe, Herkunft und Entstehung sowie in der chemischen Zusammensetzung und den physikalischen Eigenschaften. Staubteilchen mit einem Durchmesser von weniger als $10 \mu\text{m}$ (Mikrometer = 1 Tausendstel Millimeter) bezeichnet man als PM 10, solche mit weniger als $2,5 \mu\text{m}$ Durchmesser demnach als PM 2,5.

Man unterscheidet grundsätzlich zwei Arten von Partikeln, die entweder natürlichen oder menschlichen Ursprungs sind. Die einen werden direkt in die Atmosphäre abgegeben (Russ, Sand, Staub, Abriebpartikel), die anderen entstehen erst in der Luft durch chemische Prozesse aus anderen Substanzen (Ammoniumnitrat, Schwefeldioxyd, NO_x). Die Hauptquellen sind in Peking die Industrie, der motorisierte Verkehr, Sand (Wüste südlich von Peking) sowie die Land- und Forstwirtschaft in der Peripherie der Stadt. Die Spitzen- und Mittelwerte liegen auch im Sommer konstant um ein Mehrfaches über den in den Schweiz erlaubten Tagesmittel-Werten von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Konzentration ist zudem Indoor, im Gegensatz zu den Reizgasen, nur unwesentlich kleiner.

Auf Grund seiner geringen Grösse gelangt der Feinstaub bis in die kleinsten Bronchien und in die Lungenbläschen, wo er zu Entzündungen führt. Zudem kann er in das Blut übertreten, wodurch er im ganzen Körper verteilt wird. Die genauen Nebenwirkungen in den verschiedenen Organen sind noch nicht bekannt. Eine längere Exposition scheint aber zu HerzKreislauf-Problemen zu führen. Auf den Schleimhäuten und in der Lunge führt der Feinstaub zu ähnlichen entzündlichen Reaktionen wie die Reizgase Ozon und Stickoxide. Zudem scheint der Feinstaub auch Infektionen des Atemtrakts zu begünstigen und das Krebsrisiko zu erhöhen. Über die direkte Beeinflussung der körperlichen Leistungsfähigkeit bei Athleten liegen bis heute keine wissenschaftlichen Daten vor.

- Die in Peking zu erwartenden Konzentrationen von Feinstaub (PM 10) führen ähnlich wie die Reizgase Ozon und Stickoxide zu Entzündungen der Schleimhäute und der Lunge, in hoher Konzentration sogar zu HerzKreislauf-Problemen.

2.2.3. Literatur

www.bafu.admin.ch/luft/00585/index.html?lang=de
www.bafu.admin.ch/luft/00575/index.html?lang=de
www.bafu.admin.ch/php/modules/shop/files/pdf/phpVyjqqr.pdf
www.lung.ch/de/themenschwerpunkte/luftverschmutzung.html
Bayer-Oglesby L et al. Living near main street and respiratory symptoms in adults. *Am J Epidemiol* 164:1190-1198, 2006
Brunekreef B, Holgate ST. Air Pollution and Health. *The Lancet*, 360, 1233-1244, 2002
Braun-Fahrlander CH. Luftqualität, Lungenerkrankungen und öffentliche Gesundheit. *Praxis* 92:1403-1406, 2003
Florida-James G, Donaldson K, Stone V. Athens 2004: The Pollution Climate and Athletic Performance. *Journal of Sports Science* 22, 967-980, 2004
Mudway IS, Kelly FJ. Ozon and the Lung: a sensitive Issue. *Molecular Aspects of Medicine* 21: 1-48, 2000
Rothen-Rutishauser BM et al. Interaction of fine particles and nanoparticles with red blood cells, *Sci, Technol.* 40: 4353-4359, 2006
Yang Z. Smog may choke Games. *The Wall Street Journal Europe*, 15.02.2007

2.3. Reaktion des Körpers auf Zeit und Zeitverschiebung

Autorin: Kerstin Warnke, kerstin.warnke@kws.ch

2.3.1. Zeit

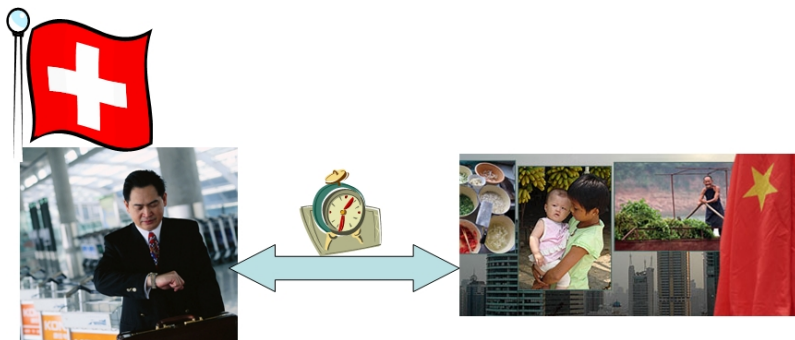
Jeder Athlet ist tageszeitlichen Schwankungen seiner Leistungsfähigkeit unterworfen, die sich beim Reisen durch verschiedene Zeitzonen verstärken. Die Wissenschaft, die sich mit der Wirkung des Faktors Zeit auf den Menschen beschäftigt, heisst Chronobiologie.

Chronobiologische Fakten:

- maximale Leistungsfähigkeit zwischen 12 und 21 Uhr
- maximale Spitzenleistung vieler Fertigkeiten drei Stunden, bevor die Schlafphase beginnt (wake-maintenance-zone)
- minimale Leistungsfähigkeit zwischen 3 und 6 Uhr
- beste Zeit für Coaching und Strategie circa 15 Uhr
- Schmerzen nach akuten Verletzungen am wenigsten in den frühen Morgenstunden
- diffuse Schmerzen am wenigsten in den späten Morgenstunden
- stärkste Schmerzempfindlichkeit zwischen 3 und 6:30 Uhr

2.3.2. Zeitverschiebung

Zum Zeitpunkt unserer Sommerzeit besteht zwischen Peking, Qingdao, Hong Kong und der Schweiz eine Zeitdifferenz von sechs Zeitzonen (siehe Abbildung 11). Da China östlich der Schweiz liegt, muss unsere innere Uhr und unsere Armbanduhr um sechs Stunden vorgestellt werden. Diese Umstellung macht eine Zeitadaptation notwendig.



Zürich Airport: 18 Uhr

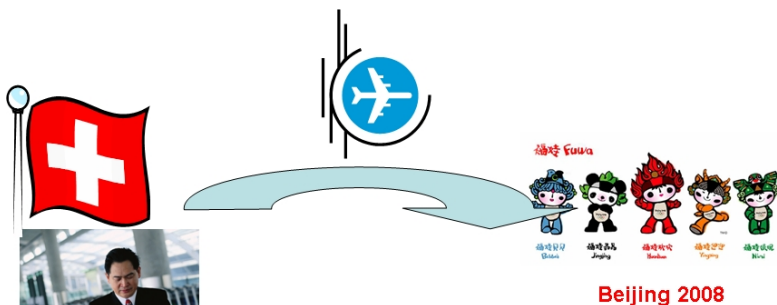
Peking: 24 Uhr

Abbildung 11: Zeitverschiebung Zürich-Peking

Die Probleme unseres Körpers, die bei der Umstellung auf eine neue Zeit entstehen, nennt man Jetlag (siehe Abbildung 12). Symptome des Jetlags sind beim Reisen ostwärts – das heisst beim Vorstellen der Uhr – stärker ausgeprägt, als beim Reisen westwärts (Nachstellen). Die Symptome sind umso intensiver und länger vorhanden, je mehr Zeitzonen durchquert werden. Man rechnet bei einer schnellen und optimal verlaufenden Adaptation mit einem Tag Anpassungszeit pro Zeitzone. Im Durchschnitt sind es sieben bis 14 Tage.

Typische Jetlag-Symptome sind:

- Müdigkeit während des Tages; Unfähigkeit, nachts einzuschlafen
- Leistungsminderung, reduzierte Motivation und Aufmerksamkeit
- Gereiztheit, Kopfschmerzen, Desorientierung
- Appetitlosigkeit, Magen-/Darm-Probleme, Verstopfung, Übelkeit
- Bei Frauen unregelmässiger Menstruationszyklus



Beijing 2008

Jet Lag:

Müdigkeit
Leistungsreduktion
Schlafstörung
Appetitlosigkeit
Magen-/Darm-Probleme
Gereiztheit

Abbildung 12: Jetlag

Die Adaptation wird massgeblich durch den äusseren Zeitgeber, das Licht, und den inneren Zeitgeber, das Melatonin, gesteuert. Melatonin ist ein Hormon, das in unserem Körper über die Einwirkung von Licht gesteuert wird und den Wach-/Schlafrythmus steuert. Nutzt man von aussen zugeführtes Melatonin, um die Zeitumstellung zu beschleunigen, so muss die Lichteinstrahlung entsprechend abgestimmt werden, damit unser Körper die Signale richtig versteht.

2.3.3. Physiologie der Wirkung von Licht, Melatonin und Zeitverschiebung

Die Freisetzung von Melatonin beginnt mit zunehmender Dunkelheit, zeigt ein Maximum gegen Mitternacht und nimmt zum Morgen hin mit zunehmender Helligkeit wieder ab. Der Melatonin-Anstieg bewirkt eine Absenkung der Körpertemperatur, die peripheren Gefässe erweitern sich, Hände und Füsse werden dadurch wärmer, das Einschlafen wird gefördert (siehe Abbildung 13).

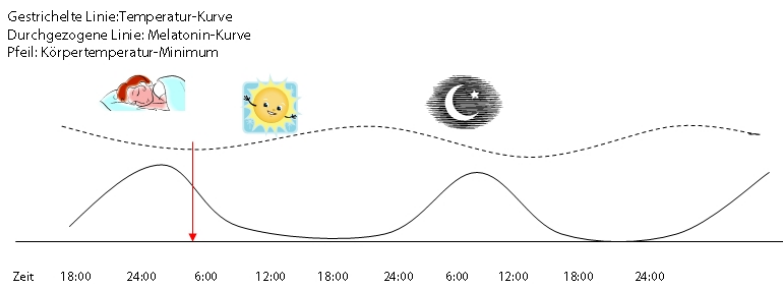


Abbildung 13: Wechselspiel Melatonin/Hell-Dunkel/Temperatur im Tagesverlauf während unserer Sommerzeit

Das Wissen um den Zeitpunkt des Körpertemperatur-Minimums ist zur Steuerung der Adaptation wichtig, da unsere innere Uhr massgeblich davon beeinflusst wird, ob die Lichteinwirkung und die Gabe von zusätzlichem Melatonin vor oder nach diesem Temperaturminimum erfolgt. Nehme ich Melatonin-Kapseln am Abend ein, also vor dem Körpertemperatur-Minimum, verschiebe ich meine innere Uhr nach vorne, das heisst frühere Zeit. Nehme ich Melatonin am Morgen ein, das bedeutet nach dem Körpertemperatur-Minimum, verschiebe ich meine innere Uhr nach hinten, das heisst spätere Zeit (siehe Abbildung 14).

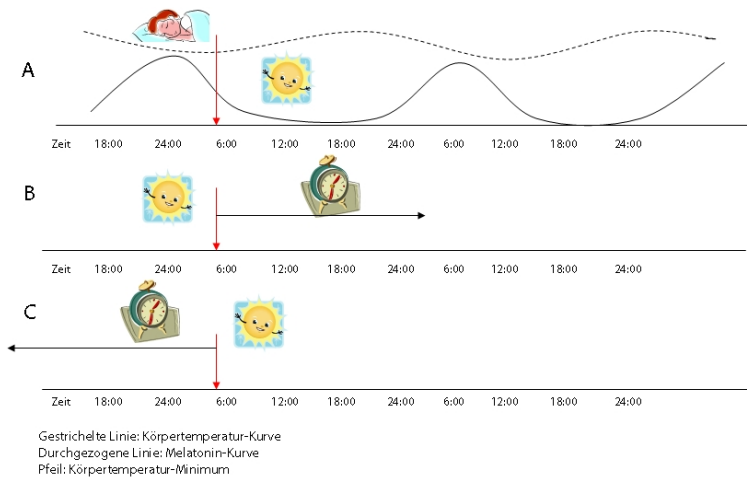


Abbildung 14: Einfluss von Licht (Sonne/künstliche Lichtquelle) auf die innere Uhr (A = Normalzustand in der Schweiz; B = Lichteinwirkung vor dem Körpertemperatur-Minimum; C = Lichteinwirkung nach dem Körpertemperatur-Minimum)

Entgegengesetzt verhält es sich mit der externen Zufuhr von Melatonin. Nehme ich Melatonin-Kapseln am Abend ein (vor dem Körpertemperatur-Minimum), verschiebe ich meine innere Uhr nach vorne. Nehme ich Melatonin am Morgen ein (nach dem Körpertemperatur-Minimum), verschiebe ich meine innere Uhr nach hinten (siehe Abbildung 14). Nehme ich also Melatonin mit der Absicht ein, meine Uhr zu verstellen, muss ich diese Einnahme mit der Lichteinwirkung koordinieren. Fehlt diese Abstimmung, wird in entgegengesetzte Richtungen verschoben. Dadurch wird die «Zeit-Störung» verstärkt statt vermindert.

- Jetlag reduziert die physische und psychische Leistungsfähigkeit, verstärkt die Schwankungen der Leistungsfähigkeit im Tagesverlauf und beeinflusst das vegetative Nervensystem negativ (Appetit, Verdauung, Orientierung, Schlaf, Erholung, Befindlichkeit). Adaptation ist deshalb notwendig.
- Bei einer Abreise aus der Schweiz muss die Uhr um sechs Stunden vorgestellt werden.
- Wichtigste natürliche Zeitgeber der inneren Uhr sind Licht und Melatonin.

2.3.4. Literatur

- Armstrong LE. Performing in extreme environments, Human kinetics, 2000, 250-270
- Cajochen C. Schlafstörungen bei Schichtarbeit & jet Lag und die Rolle der inneren Uhr. Mini-Review.Praxis, 2005,94, 1479-1483
- Lagarde D, Chappuis B, Billaud BC, Ramont L, Chauffard F, French J. Evaluation of pharmacological performance after a transmeridian flight, Medicine and Science 2001
- Leger D, Metlaine A, Choudat D. Insomnia and Sleep Disruption: Relevance for Athletic Performance. Clin Sports Med, 24, 2005, 269-285
- Lemmer B, Kern R-I, Nold G, Lohrer H. Jet Lag in Athletes after Eastward and Westward Time-Zone Transition, Chronobiology International, 2002, 19, 743-764
- Monk TH. The Post-Lunch Dip in Performance. @ doi:10.1016/j.csm.2004.12.002
- Reilly Th, Akerstedt G, Edwards B, Waterhouse J. Coping with jet-lag: a position statement for the European College of Sport Science

Reilly Th, Edwards B, Waterhouse J. Jet Lag and Air Travel: Implications for Performance, Clin Sports Med, 24, 2005, 367-380

Van Dongen HPA, Dinges DF. Sleep, Circadian Rhythms, and Psychomotor Vigilance. Clin Sports Med, 24, 2005, 237-249

Waterhouse J, Reilly T, Edwards B. The stress of travel. Journal of Sports Science, 22, 2004, 946-966

Waterhouse J, Reilly T, Atkinson G, Edwards B. Jet lag: Trends and coping strategies, Lancet, 369, 2007

Wilber R.: Jet Lag: Preparation for Beijing 2008, United States Olympic Committee, 2006

Wilber RL: Preparation for Beijing 2008: Environmental Issues, United States Olympic Committee, 2006

Winget Ch, DeRoshia Ch, Holley D. Circadian rhythms and athletic performance. Medicine and Science in Sports and Exercise, 17, 1985, 498-516

Youngstedt SD. Effects of Exercise on Sleep. Clin Sports Med, 24, 2005, 355-365

3. Praktische Konsequenzen

3.1. Akklimatisation an Hitze und Feuchtigkeit in Peking

Autor: Jon Wehrlin, jon.wehrlin@baspo.admin.ch

In Peking werden zum Zeitpunkt der Olympischen Spiele Temperaturen um die 30°C erwartet. Diese sind an sich nicht so hoch und werden erst in Kombination mit einer sehr hohen Luftfeuchtigkeit (siehe Kapitel 1.1) eine grosse Herausforderung. Diverse Teams, welche sich bereits im August 2006 in Peking aufgehalten haben, berichten, dass die Athleten mit diesen Umgebungsbedingungen extrem Mühe hatten, und dass dieser Aspekt im Vorfeld unterschätzt wurde. Das Klima in Peking beeinflusst die Leistungsfähigkeit negativ. Die Gewöhnung des Körpers an diese Umgebungsbedingungen wird **Akklimatisation** genannt. Beim Akklimatisationsprozess wird der Körper nach und nach an die heiss-feuchten Umgebungsbedingungen angepasst. Durch eine Akklimatisation kann der Leistungsabfall minimiert werden.

- Akklimatisation an Hitze/Feuchtigkeit in Peking kann die Leistungsreduktion während Training und Wettkampf entscheidend minimieren.

3.1.1. Wer muss sich wie lange an Hitze/Feuchtigkeit akklimatisieren?

Um zu beurteilen, wer sich wie lange an Hitze/Feuchtigkeit akklimatisieren sollte, macht es Sinn, die teilnehmenden Sportarten nach Indoor/Outdoor, Wettkampfdauer und Wettkampfindensität sowie dem Potential für Dehydratation durch «Gewichtmachen» zu unterteilen.

Sportarten-Typen	Empfohlene Akklimatisationsdauer
1A: Outdoor + lange Belastungszeit mit hoher Intensität Marathon, 10'000-Meter-Lauf, Rad Strasse, Mountainbike, Triathlon, Beachvolleyball, Fussball, Landhockey, Tennis, Moderner Fünfkampf	14 bis 21 Tage (lange)
1B: Outdoor + kürzere Belastungszeit mit hoher Intensität oder lange Belastungen mit mittlerer Intensität Leichtathletik, Rudern, Kanu Slalom, Kanu Regatta, Segeln, Pferdesport, Schiessen, Bogenschiessen	14 Tage (mittel)
2A: Indoor + Potential für Dehydratation via Gewichtmachen Turnen, Rhythmische Sportgymnastik, Taekwondo, Judo, Ringen	14 Tage (mittel)
2B: Indoor Schwimmen, Synchronschwimmen	10 bis 14 Tage (mittel)

Tabelle 5: Empfohlene Akklimatisationszeit für verschiedene Sportarten

Wir empfehlen allen Athleten (und auch Funktionären), sich während mindestens 10 bis 14 Tagen an Hitze/Feuchtigkeit zu akklimatisieren. Dies gilt auch für Sportarten, deren Wettkämpfe Indoor stattfinden. Die Hallen sind zwar gekühlt, die Luftfeuchtigkeit kann aber trotzdem hoch sein. Zudem ist man ausserhalb der Anlagen Hitze/Feuchtigkeit ausgesetzt.

- Die Akklimatisationsdauer an Hitze/Feuchtigkeit in Beijing variiert je nach Sportart zwischen 10 und 21 Tagen!

3.1.2. Welche Möglichkeiten zur Akklimatisation an Hitze/Feuchtigkeit habe ich?

Wir haben die Möglichkeit, uns in künstlicher oder in natürlicher Umgebung an Hitze/Feuchtigkeit zu akklimatisieren.

- **Methoden zur künstlichen Akklimatisation:** Die künstlichen Methoden Sauna, Klimakammer und das Tragen von zusätzlicher Kleidung kann eine Akklimatisation in natürlicher Umgebung nicht ersetzen. Mit künstlichen Methoden kann jedoch die Akklimatisationszeit vor Ort (Peking) verkürzt und damit die Trainingszeit zu Hause verlängert werden. So können zum Beispiel während eines Höhentrainings in der Schweiz vor der Olympiade durch das Training mit zusätzlicher Kleidung oder das Training in einer Klimakammer erste Akklimatisationseffekte an Hitze/Feuchtigkeit erzielt werden. Die Amerikaner berichten von guten Erfahrungen mit zusätzlicher Kleidung während des Höhentrainings in der Vorbereitung auf die Olympischen Spiele in Athen 2004.
- **Methoden zur natürlichen Akklimatisation:** Die beste Methode ist es, sich in natürlicher Umgebung mit ähnlichen klimatischen Bedingungen wie am Wettkampfort zu akklimatisieren. Neben der körperlichen Anpassung darf die psychische Anpassung nicht unterschätzt werden (siehe Kapitel 3.6), welche idealerweise am Ort des Wettkampfes erfolgt.

- Wir unterscheiden eine Akklimatisation unter künstlichen und eine Akklimatisation unter natürlichen Bedingungen. Beide Methoden haben ihre Vor- und Nachteile und können kombiniert werden.

3.1.3. Wo kann ich mich an die Umgebungsbedingungen von Peking akklimatisieren?

Neben heiss-feuchten Umgebungsbedingung ist in Peking auch die Luftqualität sehr schlecht (hohe Feinstaub-, Ozon-, Schwefeldioxid- und Stickoxydwerte; siehe Kapitel 2.2.1). Mit Ausnahme des Ozons kann sich der Körper nicht an diese schlechte Luftqualität akklimatisieren. Im Gegenteil, der Feinstaub kann sich in der Lunge und im Gewebe ablagern und wirkt sich wahrscheinlich negativ auf die Leistungsfähigkeit aus. Wir empfehlen daher bei Sportarten mit einer längeren Akklimatisationszeit, einen grossen Teil der Akklimatisation nicht in Peking, sondern an Orten mit ähnlichen klimatischen Voraussetzungen, aber möglichst geringer Luftverschmutzung zu absolvieren. Ideal sind Orte im asiatischen Raum (gleiche Zeitzone) mit kurzer Flugzeit nach Peking. Mögliche alternative Orte im asiatischen Raum (siehe Kapitel 3.11) sind Tokyo, Hong Kong, Kuala Lumpur und Singapur oder Orte in Südkorea. Das Amerikanische Olympische Komitee empfiehlt den eigenen Athleten, sich in Südkorea zu akklimatisieren. In Südkorea scheint der Ort **Daegu** ein idealer Ort mit guter Infrastruktur (2011 World Athletics Championships) zu sein.

- Bei einer langen Akklimatisationszeit ist Peking als Akklimatisations-Ort nicht ideal, weil die Luftqualität schlecht ist und sich die Schadstoffe im Körper ablagern. Mit Ausnahme des Ozons kann sich der Körper nicht an die schlechte Luftqualität akklimatisieren. Idealerweise wird ein Hauptteil der Akklimatisation deshalb an einem alternativen Ort mit ähnlichen klimatischen Bedingungen im asiatischen Raum gemacht und erfolgt die Anreise nach Peking erst wenige Tage vor dem Wettkampf.

3.1.4. Soll ich mich passiv oder aktiv an Hitze/Feuchtigkeit akklimatisieren?

Die effektivste Akklimatisations-Methode ist, in Hitze/Feuchtigkeit zu trainieren. Hitzeakklimatisation ohne Training ist bedeutend weniger effektiv. Bei einer effizienten Akklimatisation steigt die Körper-Kerntemperatur stark an. Dabei wird eine starke Schweisssreaktion ausgelöst. So sollen bereits 60 bis 100 Minuten Training pro Tag in der Hitze genügen. Das Britische Olympische Komitee unterteilt dieses Training nach Intensitätslevel:

Belastungsintensität	Dauer (pro Tag)
tiefe Intensität (submaximal)	100 Minuten
mittlere Intensität (Schwellenbereich)	40 bis 60 Minuten oder 2 bis 3 Mal 20 Minuten
hohe Intensität, Intervalltraining	20 Mal 1 Minute mit jeweils 1 Minute Erholungspause
Sprints	12 Mal 20 bis 30 Sekunden mit 4 bis 5 Minuten Erholungspausen

Tabelle 6: Empfohlene Trainingszeit pro Tag während der Akklimatisation an Hitze/Feuchtigkeit, aufgeteilt nach verschiedenen Belastungsintensitäten des Trainings.

- Für eine effiziente Akklimatisation an Hitze/Feuchtigkeit sollte während 60 bis 100 Minuten pro Tag unter Hitzebedingungen trainiert werden.

3.1.5. Welche Grundsätze sollte ich während der Akklimatisation beim Training beachten?

Aufgrund der reduzierten Leistungsfähigkeit in der Hitze ist es unbedingt ratsam, in den ersten drei bis vier Tagen des Akklimatisierungsprozesses die Trainingsintensität und die Trainingsdauer zu reduzieren. Nachher wird beides schrittweise gesteigert. Der Zeitpunkt von Trainingseinheiten mit hoher Intensität wird dabei langsam von den kühleren Morgenstunden in die wärmeren Mittagsstunden respektive zum Zeitpunkt des Wettkampfes hin verschoben. Der folgende «Akklimatisationsplan» zeigt, wie ein Trainingsplan während einer 14-tägigen Akklimatisation für eine Sportart mit einer «mittleren» Akklimatisationsdauer und einer Wettkampszeit am späteren Vormittag aussehen könnte.

Tag	Morgen			Mittag		Nachmittag		
1 bis 3		TI						TI
4 bis 6	HI					TI		
7 bis 9		HI					TI	
10 bis 12			HI					TI
13 bis 14, 15 usw.			TI					

Tabelle 7: Akklimatisationsplan (HI = Training mit hoher Intensität, TI = Training mit tiefer Intensität).

In den ersten Tagen der Akklimatisation sollte nur mit tiefer Intensität trainiert werden. Nach und nach werden die Trainingsdauer und die Trainingsintensität gesteigert. Der Zeitpunkt von Trainingseinheiten mit hoher Intensität wird dabei von den kühlen Morgenstunden hin zu den wärmeren Mittagsstunden respektive zum Zeitpunkt des Wettkampfes verschoben.

3.1.6. Beispiel einer Akklimatisationsvorbereitung auf Peking

Abbildung 15 zeigt ein Beispiel für eine Akklimatisationsvorbereitung für eine Outdoor-Sportart mit einer langen Belastungszeit mit hoher Intensität (1A). Der Hauptteil der Akklimatisation (Tag 1 bis 14) wird dabei zum Beispiel in Daegu (Südkorea) durchgeführt, da Daegu ähnliche klimatische Bedingungen wie Peking hat, aber die Luftqualität bedeutend besser ist als in Peking.

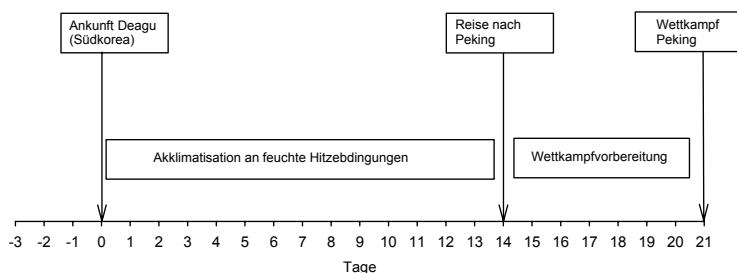


Abbildung 15: Beispiel einer 21-tägigen Akklimatisationsvorbereitung auf Peking

3.1.7. Wie sollte ich bei Hitze/Feuchtigkeit «aufwärmen»?

Bei Outdoor-Sportarten mit einer langen Belastungszeit und hoher Intensität (1A) ist der Anstieg der Körper-Kerntemperatur während des Wettkampfs leistungslimitierend. Ab einer Körper-Kerntemperatur von 39 bis 40°C arbeitet der Körper unökonomischer, da er Energie verbraucht, um die Hitze im Körper wieder loszuwerden. Ist eine kritische Körpertemperatur (ab circa 40°C) erreicht, verschlechtert sich die körperliche Leistungsfähigkeit massiv oder muss im Extremfall gar abgebrochen werden (siehe Kapitel 2.1). Durch ein langes (normales) Aufwärmen in Hitze/Feuchtigkeit wird die Körper-Kerntemperatur zusätzlich erhöht. Wir starten bereits mit einer erhöhten Körper-Kerntemperatur, unsere Fähigkeit Hitze aufzunehmen ist reduziert. Es gilt deshalb folgendes zu beachten:

- Idealerweise wird bei 1A- und 1B-Sportarten das Aufwärmen der Muskulatur mit Kühl-Massnahmen der nicht arbeitenden Körperteile (Kühlweste) kombiniert. Dadurch wird die Muskulatur aufgewärmt, gleichzeitig reduziert die Kühlweste den Anstieg der Körper-Kerntemperatur. Das ist speziell vor dem Wettkampf sehr wichtig (siehe Kapitel 3.9.1)
 - Das Aufwärmen wird in kühleren Räumen oder im Schatten durchgeführt
 - Das Aufwärmen des Körpers wird auf (noch verantwortbares) Mass reduziert
- Idealerweise wird bei 1A- und 1B-Sportarten das Aufwärmen mit dem Tragen einer Kühlweste kombiniert.

3.1.8. Profitiere ich bei der Akklimatisation an Hitze/Feuchtigkeit von früheren Erfahrungen?

Durch vorgängige Akklimatisationen an Hitze/Feuchtigkeit kann der Athlet so genannte **«heat experience»** sammeln. Es geht dabei vor allem darum, individuelle Strategien zu entwickeln, wie man am besten mit der Hitze umgeht und darum, wichtige Erfahrungen zu sammeln. Wir empfehlen deshalb, vor den Olympischen Spielen in Peking diese Akklimatisationsprozedere möglichst eins zu eins auszuprobieren. Dies betrifft nicht nur die Athleten, sondern möglichst alle Delegationsmitglieder.

3.2. Unmittelbare Wettkampfvorbereitung

Autor: Jon Wehrlin, jon.wehrlin@baspo.admin.ch

3.2.1. Wer sollte sich vor dem Wettkampf vorkühlen und weshalb?

Bei längerer sportlicher Belastung in Hitze/Feuchtigkeit steigt die Körper-Kerntemperatur schneller an als unter normalen Bedingungen. Wie bereits erwähnt arbeitet der Körper ab einer Körper-Kerntemperatur von 39 bis 40°C unökonomischer, da er Energie verbraucht, um die Hitze im Körper wieder loszuwerden. Die kritische Körper-Kerntemperatur liegt bei circa 40°C. Der Körper versucht intuitiv, eine Strategie anzuwenden, bei der diese kritische Körper-Kerntemperatur nicht überschritten wird. Er misst die Rate des Hitzeanstiegs und stellt danach die Belastungsintensität so ein, dass die kritische Körper-Kerntemperatur nicht überschritten wird.

Mehrere Studien mit Spitzenathletinnen und Spitzenathleten zeigen, dass durch eine Körperkühlung vor dem Wettkampf eine tiefere Körper-Kerntemperatur beim Wettkampfstart erreicht wird. Dadurch wird die Hitzespeicherkapazität des Körpers erhöht, der Athlet wird während des Wettkampfs weniger schnell «aufgeheizt» und die hitzebedingte Leistungseinbusse setzt zu einem späteren Zeitpunkt des Wettkampfs ein. Solche Vorkühlungsmassnahmen sind vor allem für die als 1A klassierten Sportarten (Outdoor + lange Belastungszeit mit hoher Intensität), aber auch für einzelne 1B-Sportarten (Outdoor + lange Belastungszeit mit mittlerer Intensität) empfehlenswert. Bei Sportarten mit kürzeren Belastungszeiten (unter circa 20 Minuten) wird die kritische Körpertemperatur wahrscheinlich nicht erreicht. Verschiedene Studien mit Athleten zeigen hier jedoch gegensätzliche Resultate.

Da eine kühle Muskulatur weniger leistungsfähig ist, raten wir Sportarten mit Schnellkraft-Komponenten und/oder solchen, in denen technisch-koordinative Aspekte von grosser Bedeutung sind, von Vorkühlungsmassnahmen ab. Dennoch sollten sich Athleten mit Belastungszeiten unter circa 20 Minuten in der unmittelbaren Wettkampfvorbereitung nicht unnötig der Hitze aussetzen.

- In Sportarten mit einer langen Outdoor-Wettkampfzeit und hoher oder mittlerer Belastungsintensität (1A und 1B) kann mit einer Senkung der Körper-Kerntemperatur durch Vorkühlung die Hitzespeicherkapazität erhöht werden. Dadurch wird die Leistungsfähigkeit im Wettkampf verbessert. Bei Sportarten mit einer kürzeren Belastungszeit besteht die Gefahr, dass die Leistung durch das Vorkühlen des Körpers verschlechtert wird.

3.2.2. Wie sollte ich mich vor dem Wettkampf vorkühlen?

Mit einer Vorkühlung soll die Senkung der Körper-Kerntemperatur erreicht werden. Es ist deshalb wichtig, dass die Kühlung nicht nur oberflächlich die Haut kühlt, sondern die Körper-Kerntemperatur senkt. Dies wird am besten durch eine Kühlung der bei der Sportart weniger belasteten Körperteile erreicht. Wir empfehlen, zur Vorkühlung eine Kühlweste zu verwenden.

Bei anderen Vorkühlmethoden (siehe Kapitel 3.9.1) sollte darauf geachtet werden, dass der Körper nicht während kurzer Zeit mit sehr tiefen Temperaturen gekühlt wird. Der Körper sollte eher langsam und mit relativ geringem Temperaturunterschied zwischen Körper und Kühlsystem gekühlt werden. Ziel ist es, die Körper-Kerntemperatur um circa 1°C zu senken. Die gewählte Methode sollte vorher ausgetestet und dabei die Körper-Kerntemperatur kontrolliert werden. Die belastete Muskulatur (zum Beispiel die Beinmuskulatur beim Läufer) sollte nicht gekühlt werden. Dies kann durch das Kühlen des Oberkörpers mit einer Kühlweste erreicht werden.

In einer australischen Studie (Armstrong, 2004) konnte durch das Tragen einer Kühlweste während des Einlaufens (40 Minuten), die 5000-Meter-Laufleistung (32°C, 50 Prozent Luftfeuchtigkeit) um 13 Sekunden gesteigert werden (bei 17 Minuten Laufzeit).

- Bei der Vorkühlung soll die Körper-Kerntemperatur gesenkt und nicht nur die Haut gekühlt werden. Dies wird am Besten durch eine Kühlung der weniger belasteten Körperteile (zum Beispiel Rumpf) erreicht. Wir empfehlen die Anwendung von Kühlwesten. Die Vorkühlung sollte unbedingt vorher unter kontrollierten Bedingungen ausgetestet werden.

3.2.3. Literatur

- Aoyagi A, McLellan TM, and Shepard RJ. Interactions of physical training and heat acclimatisation. *Sports Med* 23: 173-210, 1997.
- Arrngimsson SA, Pettitt DS, Stueck MG, Jorgensen DK, and Cureton KJ. Cooling vest worn during active warm-up improves 5-km run performance in the heat. *J Appl Physiol* 96: 1867-1874, 2004.
- Bolster DR, Trappe S, and Sheffield-More MA. Effects of pre-cooling on thermoregulation during subsequent exercise. *Med Sci Sports Exerc* 31: 251-257, 1999.
- Booth J, Marino F, and Ward JJ. Improved running performance in hot humid conditions following whole body pre cooling. *Med Sci Sports Exerc* 29: 943-949, 1997.
- Budget R, Harries M, Aldridge J, Jaques R, and Jennings D. Lessons learnt at the 1996 Atlanta Olympic Games. *Br J Sports Med* 31: 76-81, 1997.
- Buono MJ, Heaney JH, and Canine KM. Acclimation to humid heat lowers resting core temperature. *Am J Physiol* 1998.
- Buono MJ, Heaney JH, and Canine KM. Acclimatisation to humid heat lowers resting core temperature. *Am J Physiol Regulatory Integrative Comp Physiol* 274: 1295-1299, 1998.
- Castle PC, MacDonald AL, Philip A, Webborn A, Watt PW, and Maxwell NS. Precooling leg muscles improves sprint exercise performance in hot, humid conditions. *J Appl Physiol* 100: 1377-1384, 2006.
- Cheuvront SN, and Haymes EM. Thermoregulation and marathon running: biological and environmental influences. *Sports Med* 31: 743-762, 2001.
- Cotter JD, Sleivert GG, Roberts WS, and Febbraio MA. Effect of pre-cooling, with and without thigh cooling, on strain and endurance exercise performance in the heat. *Comp Biochem Physiol* 128: 667-677, 2001.
- Dawson B. Exercise training in sweat clothing in cool conditions to improve heat tolerance. *Sports Med* 17: 233-244, 1994.
- Duffield R, Dawson B, Bishop D, Fitzsimons M, and Lawrence S. Effect of wearing an ice cooling jacket on repeat sprint performance in warm/humid conditions. *Br J Sports Med* 37: 164-169, 2003.
- Florida-James G, Donaldson K, and Stone W. Athens 2004: the pollution climate and athletic performance. *J Sports Sci* 22: 967-980, 2004.
- Kay D, Taaffe DR, and Marino FE. Whole-body pre-cooling and heat storage during self-paced cycling performance in warm humid conditions. *J Sports Sci* 17: 937-944, 1999.
- Martin DT, Hahn AG, Ryan-Tanner R, Yates K, Lee H, and Smith JA. Ice Jackets are cool. sportsmedicine.org/jour/9804/dtmhtml 1998.
- Maughan RJ, and Shirreffs SM. Preparing athletes for competitions in the heat: Developing an effective acclimatization strategy. *Chin J Sports Med* 17: 1998.
- Mitchell JB, McFarlin BK, and Dugas JP. The effect of pre-exercise cooling on high intensity running performance in the heat. *24: 118-124*, 2003.
- Neumann G. Hitzebelastung und Hitzeakklimatisation im Sport. *Schweiz Z Sportmed Sporttraumatol* 47: 101-105, 1999.
- Nielsen B, Strange S, Christensen NJ, Warberg J, and Saltin B. Acute and adaptive responses in human to exercise in a warm, humid environment. *Plug Arch* 434: 49-56, 1997.
- Qoud MJ, Martin DT, and Laursen PB. Cooling the Athletes before Competition in the Heat. *Sports Med* 36: 671-682, 2006.
- Reilly T, Atkinson G, Edwards B, Waterhouse J, Akerstedt T, Davenne D, Lemmer B, and Wirz-Justice A. Coping with jet-lag: A position Statement for the European College of Sport Science. *Eur J Sport Science* 7: 1-7, 2007.
- Shirreffs SM, and Maughan RJ. Exercise in the heat: challenges and opportunities. *J Sports Sci* 22: 917-927, 2004.
- Takeno Y, Kamijo Y, and Nose H. Thermoregulatory and aerobic changes after endurance training in a hypobaric and warm environment. *J Appl Physiol* 91: 1520-1528, 2001.

Wilber R. Heat, Humidity and Air Pollution: Preparation for Beijing 2008. In: Seminar Fachgruppe Ausdauer: Ausdauerleistung unter speziellen Bedingungen and Grossanlässen - Vorbereitung auf die Olympischen Spiele in Beijing 2008. Magglingen: 2007.

3.3. Regeneration

Autor: Daniel Birrer, daniel.birrer@baspo.admin.ch

3.3.1. Allgemeines

Als Regeneration bezeichnen wir alle Massnahmen, die es dem Körper und der Psyche erlauben, die ursprüngliche Leistungsfähigkeit wieder zu erlangen. Dementsprechend verfolgen wir in der Regeneration physische und psychische Zielsetzungen, je nach dem, ob die physische oder die psychische Leistungsfähigkeit wiederhergestellt werden soll. Eine gut geplante Regeneration sollte wie das Training selber zu einer gut durchdachten Trainingsplanung gehören.

Die Förderung der Regeneration ist unter Hitzebedingungen nicht anders als unter Normalbedingungen. Da jedoch der Abtransport der während des Trainings kumulierten Wärme zentral ist, sollten zur Förderung der Regeneration Methoden angewendet werden, welche den Wärme-Abtransport begünstigen. Als mögliche Mittel sind hier Eisbäder oder Bäder in kaltem Wasser zu nennen. Dabei wird eine Wanne je zur Hälfte mit Wasser und Eis gefüllt. Der Athlet badet dann bis zur Hüfte im Eiswasser. Empfohlene Aufenthaltsdauer: Eine bis maximal 20 Minuten. Eine weitere Möglichkeit stellt die Kontrast-Therapie dar: der Wechsel von kalten und warmen Bädern (dreiminütiger Aufenthalt in einem Warmwasserpool von circa 40°C gefolgt von einem 30 bis 60 Sekunden langen Aufenthalt in einem Kaltwasserbecken von circa 11°C) oder kalt und warm Duschen (30 Sekunden unter warm-heissen Wasser, danach 30 Sekunden unter kaltem Wasser). Dieser Vorgang wird drei Mal wiederholt. Ein ausführliche Zusammenstellung von verschiedenen Regenerationsmassnahmen und ihren Wirkungen findet sich im Höhenhandbuch «Alto'06» (www.swissolympic.ch → Spitzensport → Sportwissenschaft → Downloads).

Verfahren	Wirkungen	Mögliche Nachteile
Schlaf	Genaue Wirkmechanismen noch nicht vollständig geklärt	zeitintensiv
Ernährung	Wiederauffüllung von Flüssigkeit, Elektrolyten und Substraten Optimierung verschiedener Stoffwechselprozesse	Übersensibilisierung im Diätbereich
Entspannungs-Techniken	Ausbreitung innerer Ruhe Erhöhte Stressresistenz Emotionale Ausgeglichenheit Verbesserte Schlafqualität	Längere Trainingsphase zur Aneignung nötig
Kontrasttherapie (Wechselbäder / Wechselduschen)	Red. der Blutlaktat-Konzentration Red. von Muskelschmerzen	Überwindung
Auslaufen / Ausschwimmen / leichte Gymnastik	Red. von Muskelschmerzen Laktat-Reduktion (in Verbindung mit passiven Massnahmen)	Wird manchmal als zusätzliche physische Belastung empfunden
Wassermassage-Düsen	Red. neuronaler Müdigkeit	Muskuläre Schäden auf Mikroebene
Massage	Senkung des Muskeltonus Red. der neuronalen Aktivität	zeitintensiv
Stützbekleidung	Red. der Blutlaktat-Konzentration Leistungsverbesserung	
Soziale Erholung	Red. von sozialem Stress Emotionale Ausgeglichenheit	Kann auch sozialen Stress erzeugen

Tabelle 8: Unterschiedliche Erholungsmassnahmen und ihre Effekte

3.3.2. Literatur

- Berry, M. J. & R. G. McMurray (1987). Effects of graduated compression stockings on blood lactate following an exhaustive bout of exercise. *Am J Phys Med.* 66, 121-132.
- Birrer, D. (2005). Regeneration. In Swiss Olympic Association (Hrsg.), *Ein Höhentrainingshandbuch für die Praxis* (S. 63-71). Bern, Swiss Olympic Association.
- Coffey, V., M. Leveritt, & N. Gill (2004). Effect of recovery modality on 4-hour repeated treadmill running performance and changes in physiological variables. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 7, 1-10.
- Lane, A. M., Terry, P. C., Stevens, M., Barney, S., & Dinsdale, S. L. (2004). Mood responses to athletic performance in extreme environments. *Journal of Sport Sciences*, 22, 886-897.
- Halson, S., Brockett, C., Vaile, J. & Fricker, P. (2004). Benchmarking Report Recovery. Interner Arbeitsbericht. Canberra: Australian Sports Commission.
- Mayberry, J. C., G. L. Moneta, R. D. DeFrang, & J. M. Porter (1991). The influence of elastic compression stockings on deep venous hemodynamics. *J Vasc Surg.* 13, 91-99.
- Rodenburg, J. B., D. Steenbeek, P. Schiereck, & P. R. Bar (1994). Warm-up, stretching and massage diminish harmful effects of eccentric exercise. *Int J Sports Med*, 15, 414-419.

3.4. Medizinische Aspekte

Autor: Beat Villiger, beat.villiger@paranet.ch

3.4.1. Weshalb gibt es an den Olympischen Spielen in Peking spezielle medizinische Probleme?

Für Bewohner eines Landes in gemässigtem Klima bedeutet das subtropische Klima in Peking, Qingdao und Hongkong mit grosser Hitze, hoher Luftfeuchtigkeit und «gigantischer» Luftverschmutzung eine extreme Belastung, verbunden mit einem beträchtlichen psychophysischen Stress. Erschwerend hinzu kommt die Tatsache, dass die Athleten und Betreuer unter diesen klimatischen Bedingungen Höchstleistungen zu erbringen haben. Verhalten sie sich nicht korrekt, reagiert der Organismus mit einer Vielzahl von Symptomen und Krankheiten, welche die Leistungsfähigkeit stark beeinträchtigen können. Durch geeignete vorbeugende (präventive) Massnahmen können Erkrankungen verhindert oder, falls sie dennoch auftreten, in der Frühphase erfasst und damit schneller erfolgreich behandelt werden.

Da die Adaptationsmassnahmen, die Ernährungsrichtlinien und das allgemeine Trainings- und Wettkampferhalten in dieser «aggressiven» Umgebung separat in anderen Kapiteln behandelt werden, beschränkt sich dieses Kapitel auf die wichtigsten medizinischen Aspekte während der Olympischen Spiele in China.

- Peking-spezifische Erkrankungen können durch allgemeine Massnahmen (Adaptation, genügend Erholung, Ernährung) und spezifische Massnahmen (Vorbeugung, spezielle Hygiene, Schutzmasken, Medikamente) auf ein Minimum reduziert werden.

3.4.2. Welche Erkrankungen werden in Peking die Spitzensportler am meisten in ihrer Leistungsfähigkeit beeinträchtigen?

Auf Grund von Erfahrungen vergangener Wettkämpfe in Peking und auf Grund epidemiologischer Daten stehen folgende Probleme im Vordergrund:

- Hitzeerkrankungen, das heisst eine subjektive Beeinträchtigung der Befindlichkeit, Hitzeerkrämpfe, Hitzeerschöpfung bis hin zum lebensgefährlichen Hitzschlag
- Erkrankungen der Atemwege mit «Smog-Asthma» und Bronchitis, eventuell Pneumonie sowie Reizungen der Schleimhäute
- Magendarm-Erkrankungen mit Durchfällen und Erbrechen aufgrund von infizierten Nahrungsmitteln und Wasser, ungenügender Hygiene sowie Nahrungsmittel-Unverträglichkeiten
- Allgemeine Infekt-Anfälligkeit durch Hitzestress und Schleimhautschäden durch Smog
- Gefährdung durch Medikamente, welche die Hitzetoleranz herabsetzen

- In Peking können den Athleten und Betreuern neben den Hitzeerkrankungen vor allem die Erkrankungen der Atemwege und der Schleimhäute, des Magendarmtrakts und Infektionen zu schaffen machen.

3.4.2.1. Hitzekrankheiten

Die Hitzekrankheiten sind Hitzeschäden, die bei längerer Hitze-Exposition, vor allem aber bei gleichzeitiger körperlicher Anstrengung und ungenügender Flüssigkeits-/Salzzufuhr entstehen. Es handelt sich um die Folgen von Wasser- und Salzverlusten, die durch die gesteigerte Schweißproduktion zur Abkühlung des Körpers in der Hitze entstehen. Wir unterscheiden Hitzekrämpfe, die Hitzeerschöpfung und den Hitzschlag. Die jeweiligen entsprechenden Haupt-Symptome sind Muskelkrämpfe, allgemeine Schwäche, Frösteln und zunehmende Verwirrtheit. Die ernstzunehmenden Warnzeichen sind in der untenstehenden Abbildung aufgeführt. Die wichtigsten Massnahmen sind in jedem Fall:

- Kühle Umgebung aufsuchen und aktiv mit Wasser kühlen
- Abliegen und Füsse hochlagern
- Reichlich hypotone, leicht salzhaltige Flüssigkeit zuführen
- Bei Hitzekrämpfen, wenn keine Besserung eintritt, Arzt konsultieren. Bei Hitzeerschöpfung in jedem Falle Arzt konsultieren. Bei Hitzschlag notfallmässig Arzt anfordern, da immer Lebensgefahr besteht!

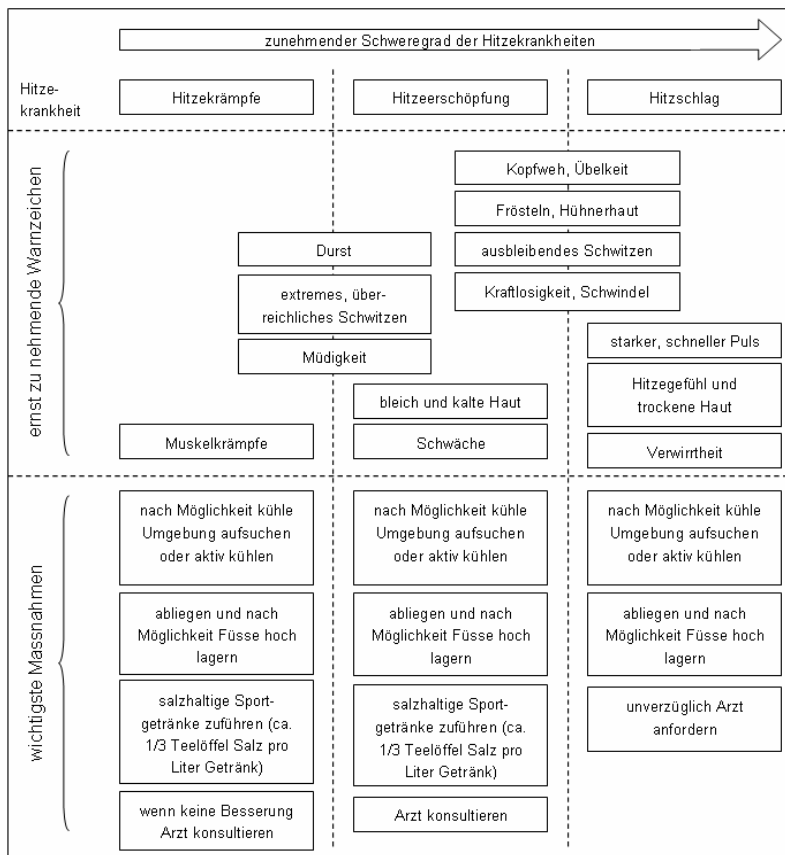


Abbildung 16: Hitzekrankheiten und ihre Symptome

- Unter Hitzekrankheiten verstehen wir Hitzeschäden, die bei längerer Hitze-Exposition entstehen und durch körperliche Aktivität und ungenügende Flüssigkeits- und Salzzufuhr verstärkt werden. Die Warnzeichen und die wichtigsten Massnahmen sollte jeder kennen. Im Vordergrund stehen aber in jedem Fall die Kühlung und die sofortige Flüssigkeitszufuhr.

3.4.2.2. Smog-/Anstrengungs-Asthma: Wie gross ist das Problem bei Sommersportlern?

In den frühen 1990er-Jahren haben Studien gezeigt, dass Sommersportler weniger häufig an Asthma erkranken als Wintersportler. Dies stimmt nur noch bedingt. Neuere Daten weisen darauf hin, dass die Zunahme der Luftverschmutzung auch zu einer Zunahme des Smog- und Anstrengungs-Asthmas bei Sommersportlern geführt hat. Besonders gefährdet sind die Ausdauersportler, die während des Trainings und der Wettkämpfe grosse Mengen von Schadstoffen inhalieren, die für das Auftreten der asthmatischen Beschwerden verantwortlich sind.

Bei Anwendung der «harten», vom IOC für die Olympischen Spiele festgelegten diagnostischen Kriterien lag die Häufigkeit des Smog-/Anstrengungs-Asthmas bei den Schweizer Athleten, die an der Sommerolympiade in Athen teilgenommen haben, bei 16 Prozent. Da die Luftverschmutzung in Peking im Vergleich zu Athen deutlich stärker ist und in Peking die Atemwege zusätzlich durch die Inhalation von Feinstaub und SO₂ belastet werden (siehe Kapitel 2.2), werden dort noch mehr Athleten an Atemwegsproblemen leiden. Man geht heute davon aus, dass der Anteil zwischen 20 und 25 Prozent liegen dürfte.

- Jeder vierte bis fünfte Sommer-Spitzensportler leidet an einem Smog- und Anstrengungsasthma.

Wie kommt es zum Smog-/Anstrengungsasthma?

Ursache jeder asthmatischen Reaktion ist eine Entzündung der Bronchien. Diese wird beim Sommersportler neben anderen Ursachen wie Allergien, Infektionen oder Veranlagung vor allem durch eine längere intensive Belastung in grosser Luftverschmutzung ausgelöst. Diese smogbedingte Entzündung führt zu einer Überempfindlichkeit (Hyperreaktivität) der Bronchien, die für den Bronchialkrampf (Bronchospasmus) verantwortlich ist. Dadurch kommt es zu einer Behinderung der Atmung mit entsprechendem Leistungsabfall. Da die Reaktion der Bronchien umso stärker ausfällt, je ausgeprägter die Luftverschmutzung ist (vor allem die sogenannten Oxidantien Ozon und Stickoxide) und je mehr geatmet wird, reagieren Athleten vor allem dann mit einem Smog-/Anstrengungs-Asthma-Anfall, wenn sie sich bei hohen Ozon/Stickoxid-Werten über 200 µg/m³ intensiv belasten. Dieser Bronchialkrampf verstärkt die bereits bei erhöhten Ozonwerten auch ohne Bronchialkrampf nachgewiesene Leistungseinbusse, die bei Ozonwerten über 200 µg/m³ rund zehn Prozent entspricht.

Wie stark sich die in Peking zusätzlich vorhandenen hohen Feinstaub- und SO₂-Konzentrationen auf das Asthma auswirken, ist noch nicht bekannt. Auf Grund experimenteller Daten verstärken diese Substanzen die Neigung zu bronchialen Entzündungen/Infektionen und führen zu einer weiteren Verschlechterung des Asthmas.

- Das Smog-/Anstrengungs-Asthma wird beim Sommersportler durch intensive Aktivitäten bei grosser Luftverschmutzung ausgelöst respektive verstärkt. Die Symptome sind umso stärker, je höher die Ozon-/Stickoxid-Belastung ist.

Was sind die Symptome des Smog-/Anstrengungs-Asthmas?

Das Haupt-Symptom ist der trockene Reizhusten, der während oder nach der Belastung auftritt. Weitere Symptome sind eine pfeifende Atmung, Druckgefühle in der Brust oder einfach ein Leistungsabfall. Typischerweise treten die Symptome circa sechs bis acht Minuten nach Belastungsbeginn auf und können nach 20 bis 30 Minuten spontan wieder verschwinden («running through»). Wird das Asthma nicht behandelt, so kann sich die asthmatische Entzündung weiter verschlimmern und der Leistungsabfall weiter zunehmen.

- Leidet ein Athlet an den typischen Asthma-Symptomen (vor allem trockener Husten während und nach körperlicher Belastung), sollte er sich beim Teamarzt melden oder bereits vor den Olympischen Spielen von einem Lungen-Facharzt Abklärungen durchführen und sich behandeln lassen.

Wie kann man dem Smog-/Anstrengungs-Asthma vorbeugen?

Die beste Prävention des Smog-Asthmas ist der Verzicht auf längere intensive Belastungen bei hohen Luftschadstoff-Konzentrationen. Deshalb sind Belastungen bei hohen Smogwerten möglichst kurz und wenig intensiv zu halten. Zusätzlich kann man die Bronchien mittels Masken (geeignete Masken werden zurzeit getestet) vor den Schadstoffen teilweise schützen. Da die hohen Feinstaub- und SO₂-Konzentrationen zu vermehrten Bronchialinfekten führen und jede Infektion der Atemwege die Situation verschlechtert, ist eine maximale Infektprevention zu betreiben (siehe Kapitel 3.4.2.4). Besteht bereits eine bronchiale Überempfindlichkeit, sollte vor dem Wettkampf/Training mit einem entsprechenden Medikament (siehe unten) inhaliert werden. Zudem wirkt sich ein ausgedehntes Einlaufen bei tiefer Intensität günstig auf die Stabilität der Bronchien aus. Der Organismus adaptiert sich, zumindest teilweise, relativ rasch an erhöhte Ozonwerte. Im Gegensatz zur Adaptation an die Hitze, die zehn bis 14 Tage dauert, ist die Ozon-Adaptation bei den meisten Personen bereits nach fünf Tagen abgeschlossen, wobei eine Expositionsdauer von zwei Stunden pro Tag genügt. Bei stark erhöhten Ozonwerten bleibt ein Teil der Symptome und der Leistungseinbusse bestehen. Diese können durch eine längere Adaptation nicht positiv beeinflusst werden.

Um alle Asthma-gefährdeten Athleten rechtzeitig zu entdecken und entsprechende Massnahmen einleiten zu können, werden alle selektionierten Athleten auf das Vorhandensein eines Anstrengungs-Asthmas respektive eine entsprechende «Veranlagung» untersucht.

- Die beste Prävention für das Smog-Asthma ist der Verzicht auf längere intensive Belastungen bei hohen Schadstoff-Konzentrationen, insbesondere bei Ozonkonzentrationen über 200 µm/m³.

Wie sollte man das Smog-/Anstrengungs-Asthma behandeln?

Die Behandlung des Smog-/Anstrengungs-Asthmas basiert auf einer Basis-Asthma-Therapie und der präventiven Behandlung vor einer körperlichen Belastung. Die Basistherapie besteht aus einem Entzündungshemmer in Kombination mit einem lang wirksamen bronchialkrampflösenden Mittel (Bronchospasmolytikum). Diese werden heute meistens als Kombinationspräparat ein bis zwei Mal täglich inhaliert (zum Beispiel Symbicort Turbuhaler) und zusätzlich durch antientzündliche Tabletten (Singulair) und Omega-3-Fettsäuren unterstützt. Zum Schutz vor einem Bronchialkrampf bei Belastung im Smog sollte zusätzlich rechtzeitig (mindestens 15 Minuten vor Belastungsbeginn) mit einem Bronchospasmolytikum inhaliert werden (zum Beispiel Oxis TH oder Ventolin-«Pümpeli»). Zurzeit wird abgeklärt, ob neue Entzündungshemmer in Tablettenform die durch den Feinstaub und Ozon ausgelösten Bronchialentzündungen reduzieren oder sogar verhindern können. Alle therapeutischen und prophylaktischen Massnahmen sollten aber nur unter ständiger ärztlicher Kontrolle durchgeführt werden und müssen regelmässig auf ihre Wirksamkeit überprüft werden.

- Die Basis-Behandlung des Ozon-Asthas besteht aus entzündungshemmenden und bronchialkrampflösenden Substanzen. Zur Vorbeugung eines Asthmaanfalles sollte zudem zusätzlich mindestens 15 Minuten vor einer Belastung mit einem Bronchospasmolytikum (Oxis, Ventolin) inhaliert werden.

Müssen Asthma-Mittel bei der Dopingbehörde gemeldet werden?

Der Einsatz der oben beschriebenen Asthamittel ist erlaubt, sofern das Asthma korrekt diagnostiziert worden ist und die entsprechende Meldung (VATZ) an die Dopingbehörde erfolgte. In der Dopingliste sind die erlaubten Asthamittel klar festgelegt. Die Liste kann unter www.swissolympic.ch oder www.dopinginfo.ch eingesehen werden. Sobald der Arzt das vom ihm und dem Athleten unterschriebene Gesuch an Swiss Olympic gefaxt hat, kann das Medikament während eines Jahres inhaliert werden. Gewisse internationale Verbände (zum Beispiel IAAF) müssen zusätzlich informiert werden.

Für die Olympischen Spiele bestehen spezielle Bestimmungen für den Einsatz von Asthamitteln. So sind beispielsweise die diagnostischen Kriterien für das Anstrengungs-Asthma deutlich strenger. Zusätzlich muss bei der medizinischen Kommission des IOC rechtzeitig ein Gesuch für den Einsatz der Asthma-Mittel anlässlich der Spiele gestellt werden.

- Gewisse Asthma-Mittel sind erlaubt. Sie müssen aber mittels Spezialformular (VATZ) bei den Dopingbehörden gemeldet werden. Andernfalls gelten sie als Doping! Für die Olympischen Spiele gelten spezielle «Gesetze».

3.4.2.3. Durchfälle und Erbrechen

Durchfälle entstehen durch eine Zunahme der Flüssigkeitsmenge im Darm, was sich klinisch als «zu viel, zu oft, zu flüssig» bemerkbar macht. Durchfall ist definiert als drei oder mehr «ungeformte Stühle» pro Tag. Häufig sind die klassischen «Reisedurchfälle» mit Bauchschmerzen und Übelkeit/Erbrechen, in schweren Fällen von Fieber und Blut im Stuhl begleitet. Ohne prophylaktische Massnahmen leiden 30 bis 60 Prozent der nach China reisenden Europäer an Durchfällen, wobei knapp die Hälfte der Erkrankten an der Weiterreise gehindert wird und knapp ein Fünftel medizinische Hilfe in Anspruch nehmen muss. Die meisten Erkrankungen treten an den Tagen drei bis zehn nach Ankunft auf, aber auch später ist eine Erkrankung noch möglich.

- Drei Mal täglich ungeformter Stuhl = Durchfall. Ohne Prophylaxe und entsprechende Hygiene-Massnahmen erkranken 30 bis 60 Prozent der Chinareisenden, vor allem in den ersten zehn Tagen ihres Aufenthalts in China.

Weshalb erkranken wir bei Reisen in subtropische Gebiete häufig an Durchfällen?

Die Ursache sind in den meisten Fällen infiziertes Wasser und/oder Nahrungsmittel, im geringeren Masse auch Nahrungsmittel-Unverträglichkeiten. In 50 bis 80 Prozent sind die verursachenden Keime Abkömmlinge der normalen Darmbakterien der dortigen Bevölkerung, an welche die Einheimischen gewöhnt und angepasst sind, die «Touristen» aber nicht - sie werden deshalb krank.

Die Bakterien koppeln sich an die Darmschleimhaut an, dringen in die Zellen ein und produzieren einen Giftstoff (Toxin), der die Zelle anregt, Chlor auszuscheiden. Dieses Chlorion zieht Wasser mit in den Darm, was dann zu Durchfall führt. In seltenen Fällen sind Viren, Parasiten oder spezielle Bakterien (Salmonellen, Campylobacter etc.) für die Durchfälle verantwortlich.

- Die Durchfälle werden vor allem durch infiziertes Wasser und infizierte Nahrungsmittel, verdorbene Nahrungsmittel und Nahrungsmittel-Unverträglichkeiten verursacht.

Wie können wir das Auftreten von Durchfällen verhindern?

Die Prävention ruht auf vier Säulen:

- Wasser- und Nahrungsmittel-Hygiene
- Immunprophylaxe
- Chemoprophylaxe
- Probiotika

Wasser- und Nahrungsmittelhygiene: Im Athletendorf wird das Wasser gemäss Angaben der Organisatoren zwar unbedenklich sein. Trotzdem wird empfohlen, nur Mineralwasser zu trinken respektive für die Zubereitung von Getränken zu benutzen. Bei Aufenthalt ausserhalb des Dorfes ist auch in 4- oder 5-Sterne-Hotels auf Grund unserer Erfahrungen extreme Vorsicht geboten: Zähneputzen mit Mineralwasser! Im Athletendorf werden die Nahrungsmittel mehrmals täglich auf Verunreinigungen untersucht – dort dürften deshalb keine wesentlichen Probleme auftreten. Ausserhalb des Athletendorfes ist aber, insbesondere auch in der Akklimatisations-Phase in anderen Regionen Südostasiens, extreme Vorsicht geboten. Es gilt der Grundsatz: «Boil it, cook it, peel it – or forget it!» Neben infektiösen Problemen können auch Nahrungsmittel-Unverträglichkeiten zu Magendarm-Problemen führen. Eine Zusammenfassung dazu sowie weitere Verhaltensregeln finden sie im Kapitel 3.5.

Immunprophylaxe: Mit der Schluck-Impfung «Dukoral» steht seit kurzem eine wirksame Immun-Prophylaxe gegen Durchfall-Erkrankungen zur Verfügung. Die Immunisierung mit «Dukoral» bewirkt die Bildung von speziellen oberflächenaktiven Antikörpern (IgA), welche die Bakterien neutralisieren und deren Eindringen in die Darmwandzelle verhindern. Besonders wirksam ist die Impfung bei einem Teil der krank machenden Colibakterien. Damit bleibt der Durchfall je nach Bakterientyp in 15 bis maximal 60 Prozent der Fälle aus oder ist zumindest weniger ausgeprägt. Die Grund-Immunisierung besteht aus zwei Dosen, die im Abstand von ein bis fünf Wochen genau nach Vorschrift eingenommen werden müssen. Die Nebenwirkungen sind vernachlässigbar.

Chemoprophylaxe: Die Chemoprophylaxe mit neuen Antibiotika, die vom Darm nicht aufgenommen werden und deshalb unseren Organismus nicht belasten, wird zurzeit diskutiert und in geeigneten Fällen zur Vorbeugung durch das Medical Team eingesetzt.

Probiotika: Die physiologischen Darmbakterien sind ein wesentliches Element der normalen Darmfunktion. Probiotika sind nicht-krankmachende Bakterien, die spezifische positive Effekte im Magen-Darm-Trakt ausüben. Als Probiotika eingesetzt werden vor allem Laktobazillen und Bifidobakterien in Joghurts und anderen Milchprodukten sowie *Saccharomyces boulardii* (Perenterol) und *Enterococcus faecium* (Bioflorin), die als Prophylaxe und als Behandlung von Durchfällen in der Schweiz zugelassen sind und entsprechend eingesetzt werden können (siehe Hinweise in der Athletenapotheke).

- Die vier Säulen der Durchfall-Prophylaxe sind: Wasser- und Nahrungsmittel-Hygiene, Immunprophylaxe, Chemoprophylaxe und (in geringerem Masse) Probiotika.

Durchfälle sind Notfälle

Durchfälle führen zu starken Störungen im Organismus. Durch den beträchtlichen Flüssigkeits- und Elektrolyt-Verlust kommt es zu einer Umverteilung von Wasser und Salzen im Körper. Diese Umverteilung behindert die körperliche Leistungsfähigkeit beträchtlich und muss deshalb möglichst rasch rückgängig gemacht werden. Durchfälle, die mehr als 24 Stunden andauern, können zu mehrtägigen Leistungseinbußen führen. Aus diesem Grunde muss der Durchfall möglichst rasch medikamentös (Immodium aus der Athletenapotheke: zwei Kapseln nach jedem Durchfall bis maximal acht Kapseln pro Tag) «abgestellt» und das Medical Team benachrichtigt werden. Zum Ausgleich der Flüssigkeits- und Elektrolyt-Verluste eignen sich verdünnte Elektrolyt-Getränke zusammen mit gut verträglichen, leicht kohlenhydrathaltigen Getränken wie Coke. In seltenen Fällen sind sogar Infusionen notwendig.

- Reisedurchfälle sind unangenehm, aber selten eine «Katastrophe». Unbehandelt führen sie für den Athleten aber zu einer umso grösseren Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit, je länger sie dauern. Zusätzlich können bei mangelnder Hygiene andere Mitglieder des Teams infiziert werden. Deshalb sind Durchfälle immer medizinische Notfälle. Sie müssen sofort behandelt und vom Medical Team beurteilt werden.

- Rohe oder gedämpfte Meeresfrüchte (Fische, Krustentiere, Muscheln oder Produkte wie Pizza, Calamares, Pastetchen, kalte Vorspeisen)
- Rohe Eier (Tiramisu, Mayonnaise, Kartoffelsalat, Eiercrèmes)
- Pouletfleischsalat, Poulet kalt
- Soft-Ice
- **Im Ausland:** häufig rohes Gemüse, nicht schälbare Früchte, Salat, Eismwürfel/Eis (häufig aus Leitungswasser hergestellt), Leitungswasser (Achtung! Für's Zähneputzen und die Sportgetränkzubereitung kohlenensäurehaltiges Mineralwasser verwenden, evt. Kohlensäure durch rühren oder schütteln entfernen), Fleischdauerwaren (Würste etc.)
- Schimmelpilzbefallene Lebensmittel (Hüttenkäse, Konfitüre etc.)
- Lange, über das Verkaufsdatum hinaus konsumierte Lebensmittel (z.B. Milchprodukte)
- Rohe, nicht pasteurisierte Milch

Tabelle 9: Lebensmittel mit erhöhtem Durchfall- und Lebensmittelvergiftungsrisiko

3.4.2.4. Allgemeine Infektanfälligkeit

Schädigung der Schleimhäute

Durch die chemische und physikalische Belastung (Schadstoffe, Feinstäube) der Schleimhäute in der Nase und in den Bronchien kommt es zu einer Schädigung der Schleimhaut, welche die Passage der Viren/Bakterien ins Blut erleichtert und die Selbstreinigung der Schleimhaut erschwert. Die durch die Schadstoffe irritierte Schleimhaut scheidet mehr Flüssigkeit aus. Dieser «Flüssigkeits-See» auf den Schleimhäuten erleichtert das Viren/Bakterien-Wachstum, insbesondere deshalb, weil in dieser Flüssigkeit die schleimhautspezifischen Oberflächen-Antikörper (IgA) deutlich reduziert sind.

Massnahmen:

- **Outdoor:** Es ist wichtig, die Belastung der Schleimhäute bei hohen Schadstoffkonzentrationen auf ein Minimum zu reduzieren (kurze Trainings, tiefe Intensität, Trainings Indoor) oder die Belastung der Schleimhäute durch Schutzmasken (entsprechende Masken werden zurzeit getestet) abzuschwächen.

- **Indoor:** Die Klimatisierung in den Räumen wird subjektiv unterschiedlich gut ertragen. Bei sehr tiefen Indoor-Temperaturen sollte geeignete Kleidung getragen werden. Gegen die Austrocknung der Nasenschleimhäute können Nasensalben, Salzwassersprays, Salzwasser-Nasenduschen oder Masken (Humidifyler) eingesetzt werden.

- Die krankmachende Schädigung der Schleimhäute kann durch reduzierte Schadstoffexposition und Schleimhautpflege reduziert werden.

Schwächung des Immunsystems

Der psychophysische Stress der Spitzensportler führt, kombiniert mit der Belastung durch Hitze und Smog, zu einer deutlichen Schwächung der Immunabwehr. Es werden vermehrt Stresshormone wie Adrenalin und Cortisol ausgeschüttet. Zudem ist die Funktion von gewissen weissen Blutkörperchen beeinträchtigt (Killerzellen, Monozyten). Aus diesem Grunde werden weniger Substanzen produziert, die der Körper für die Infektabwehr benötigt (Gamma-Interferon IF und Tumor-Nekrosis-Faktor TNF).

Der psychophysische Stress muss durch Reduktion der körperlichen Belastung (vor allem in der Akklimatisationsphase; siehe Kapitel 3.1) und die Verstärkung der Regenerations-Massnahmen (siehe Kapitel 3.3) reduziert werden. Zur Anpassung der Immunabwehr (Immunmodulation) unterscheiden wir spezifische und unspezifische Massnahmen.

Spezifisch:

- Impf-Prophylaxe: Für die Teilnahme an den Olympischen Spielen in China ist der folgende Impfschutz angezeigt: Hepatitis A/B, Tetanus, Polio sowie die Schluckimpfung «Dukoral» gegen Durchfallerkrankungen. Bei längeren Aufenthalten ausserhalb des Athletendorfes (zum Beispiel während der Akklimatisation oder bei externen Unterkünften) empfiehlt sich zusätzlich die Impfung gegen Typhus.

Unspezifisch:

- Ungenügende Energie- und Makro-Nährstoffzufuhr vermeiden (beispielsweise Kohlenhydrate, Protein)
- Konsequenter kohlenhydrathaltige Sportgetränke während und nach Belastungen einsetzen
- Optimale, regenerative Ernährung (siehe Kapitel 3.5)
- Mikronährdefizite (zum Beispiel Eisen, Zink, Vitamine A, C, E und B-Vitamine) vermeiden (siehe Kapitel 3.5): Basisernährung optimieren, ausgewogenes niedrig dosiertes (unausgewogen und zuviel kann schädlich sein!) Mikronährstoffpräparat (zum Beispiel «Salt-Lake-City-Tablette») inklusive Vitamin C konsumieren.
- Entzündungsreaktion und oxidativen Stress minimieren: Genügend Kohlehydrate vor und während längeren und/oder intensiven Belastungen sowie gezielt Omega-3-Fettsäuren (hochwertige Öle oder Wildfisch) zuführen. Zusätzlich Antioxidantien (vor allem Vitamin C) einsetzen. Achtung: Beschriebenes Vorgehen nur nach Rücksprache mit Arzt oder Ernährungsspezialist, da auch hier falsch eingesetzte Antioxidantien eine negative Wirkung haben können.
- Stressabbau! (siehe Kapitel 3.6.3)

- Das Immunsystem wird durch den psychophysischen Stress der Hitze (nicht durch die Hitze selbst) und die Schadstoff-Exposition bei Spitzensportlern geschwächt.
- Zur Verhinderung von Infektionen sind neben der Reduktion der Belastung und der Erhöhung der Regenerationszeit ein entsprechender Impfschutz und eine Immunmodulation mit Bakterienbestandteilen sowie die richtige Ernährung angereichert mit geeigneten Supplementen von grosser Wichtigkeit.

Was muss ich beim Verdacht auf eine beginnende Infektion unternehmen?

Da die Infektionsrate bei Trainings und Wettkämpfen in grosser Hitze und bei hohen Luftschadstoff-Konzentrationen erhöht ist (in den ersten zehn Tagen vor allem Durchfallserkrankungen, ab der zweiten Woche zunehmend Infektionen der Atemwege), sind die frühzeitige Diagnostik und Behandlung sowie die Verhinderung von Ansteckungen der Teammitglieder von grösster Bedeutung. Dies gilt nicht nur für die Sportler, sondern auch für die übrigen Teammitglieder (Coach, Trainer, Techniker).

Persönliche Massnahmen:

- Sofort beim medizinischen Personal (Medical Team) melden
- Sofortige Selbstbehandlung (siehe Richtlinien in der Athletenapotheke)
- Information Trainer/Betreuer
- Möglichst wenig Kontakte mit anderen Teammitgliedern bis zur Untersuchung durch den Arzt
- Hygiene-Massnahmen konsequent beachten

Falls der Infektverdacht bestätigt wurde:

- Hygiene intensivieren (Händewaschen, Händedesinfektion etc.), keine gemeinsame Mahlzeiten und Kontakte mit Teammitgliedern (gilt auch für technisches Personal!)
 - Bei schweren Fällen «Quarantäne» in separatem Krankenzimmer (Freigabe nur durch den behandelnden Arzt)
 - Eventuell Verlegung nach Hause (je nach Diagnose)
- Die Verantwortung für die rasche Genesung und die Verhinderung der Ansteckung anderer Teammitglieder liegt bei jedem selbst!
 - Zu ergreifende Massnahmen: Sofortige Meldung beim medizinischen Personal zwecks Diagnostik und Einleitung von Massnahmen, sofortige Selbstbehandlung und intensivierte Hygiene, Information Trainer, selbstverordnete Kontaktsperre.
 - Das bewusste Verheimlichen von Symptomen ist gefährlich und wegen der Ansteckungsgefahr im höchsten Masse unfair!

3.4.2.5. Gefährdung durch Medikamente, welche die Hitzetoleranz herabsetzen

Glücklicherweise spielt die Hitze bei den meisten Medikamenten keine Rolle, solange der Flüssigkeitshaushalt im Gleichgewicht ist. Grundsätzlich sind aber alle Substanzen, die den Flüssigkeits- und Elektrolyt-Haushalt beeinflussen, als «Störfaktoren» anzusehen. Sie sollten deshalb ihren Arzt auf eine bevorstehende Hitze-Exposition aufmerksam machen. Eine mögliche Gefährdung in der Hitze erfolgt durch folgende Medikamenten-Substanzklassen (Auswahl):

- **Alkohol** (für gewisse Sportarten auf der Dopingliste): Vermehrte Flüssigkeitsausscheidung durch Blockierung des antidiuretischen Hormons ADH. Dies führt vor allem in der Hitze zu einem ernstzunehmenden Flüssigkeitsmangel und einer Destabilisierung des Blutdrucks.
- **Diuretika** (harntreibende Medikamente = Doping! Reguläre ATZ notwendig): Vermehrte Flüssigkeits- und Salzausscheidung können in der Hitze ein Problem darstellen, eventuell ist eine Dosisreduktion notwendig.
- **Blutdrucksenkende Mittel** (teilweise auf der Dopingliste): Unter Hitze häufig verstärkte blutdrucksenkende Wirkung (Dosisreduktion!), gelegentlich auch vermehrte Flüssigkeitsausscheidung.
- **Psychopharmaka** (teilweise auf Dopingliste): Gestörte Temperatur-Regulation und Durstempfindung.

- Sich bei allen Medikamenten von den Ärzten über die Wechselwirkung «Hitze vs. Medikamente» aufklären lassen und bereits verordnete Medikamente eventuell anpassen.
- Zurückhaltung bei allen wassertreibenden Substanzen (Alkohol, Diuretika etc.), auch wenn sie nicht oder nicht mehr auf der Dopingliste stehen, da sie den Flüssigkeitshaushalt destabilisieren.

3.4.3. Literatur

www.ispmz.ch

www.safetravel.ch

Anderson SD, Kippelen P. Exercise-induced Bronchoconstriction: Pathogenesis. *Current Allergy and Asthma Reports* 5: 116-122, 2005.

Brunekreef B, Holgate ST. Air Pollution and Health. *The Lancet*, 360, 1233-1244, 20Ericsson CD, Dupont HL, Steffen R (ed.): *Travellers diarrhea*. Hamilton, Kanada: BC Decker; 2003

Florida-James G, Donaldson K, Stone V. Athens 2004: The Pollution Climate and Athletic Performance. *Journal of Sports Science* 22, 967-980, 2004

Holzer B. Impfungen für Auslandsreisende. *Pharma-Kritik* 29: 9-12, 2007-09-17

Hoos R. Zur Prophylaxe der Reisediarrhoe. *Ars Medici* 4:165-170, 2007

Mickleborough TD, Lindley MR, Ionescu AA, Fly AD. Protective Effect of Fish Oil Supplementation on Exercise-Induced Bronchoconstriction in Asthma. *Chest* 129:39-49, 2006

Mudway IS, Kelly FJ. An Investigation of Inhaled Ozone Dose and the Magnitude of Airway Inflammation Healthy Adults. *Am J Respir Crit Care Med* 169: 1089-95, 2004

Kelly JF. Dietary Antioxidants and Environmental Stress. *Proc Nutr Soc* 63: 579-585, 2004

Parsons JP, Mastronade JG: Exercise-induced Bronchoconstriction in Athletes. *Chest* 128:3966-3974, 2005

Pierson WE, Covert DS, Koenig JQ, Kim YS. Implications of Air Pollution Effects on Athletic Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 18: 322-327, 1986

Rhoden CR, Lawrence J, Godleski JJ, Gonzalez-Flecha B. NAC prevents lung inflammation after short-term inhalation to concentrated ambient particles. *Toxicological Sciences* 97: 296-303, 2004.

Rundell KW, Spiering BA, Baumann JM, Evans TM: Bronchoconstriction provoked by exercise in an high-particulate-matter environment is attenuated by montelukast. *Inhalation Toxicology*, 17: 99-105, 2005.

Walsh PW, Whitham M. Exercising in Environmental Extremes. A greater Threat to Immune Function. *Sports Med* 36: 941-976, 2006

3.5. Ernährung bei Hitze und Feuchtigkeit

Autor: Christof Mannhart, christof.mannhart@baspo.admin.ch

3.5.1. Einleitung

Auf dem Weg zu den Olympischen Spielen hast du schon viele Wettkämpfe absolviert und viele Erfahrungen bezüglich Ernährung und Supplementen bei grosser Hitze oder grosser Feuchtigkeit gesammelt. Die folgenden Ausführungen sollen dich ermuntern, deine Ernährungs- und Supplementgewohnheiten bei Hitze und Feuchtigkeit in den Monaten vor den Olympischen Spielen zu überprüfen und bei Bedarf weiter zu optimieren. Mögliche Umstellungen im Ernährungs- und Supplementations-Bereich müssen geplant und im Training und an Wettkämpfen in den Monaten vor Olympischen Spielen sorgfältig auf ihr leistungsunterstützendes Potenzial getestet werden.

- Umstellungen im Ernährungs- oder Supplementations-Bereich dürfen nur nach erfolgreichen Tests im Training und an Wettkämpfen in den Monaten vor den Olympischen Spielen erfolgen.

3.5.2. Ernährungs-Grundlagen

Welche ernährungsabhängigen Faktoren können die körperliche Leistung bei hoher Hitze/Feuchtigkeit beeinflussen?

Hitze/Feuchtigkeit führt zu hohen Flüssigkeits- und Salzverlusten sowie weiteren, in der untenstehenden Tabelle aufgeführten, ernährungsabhängigen leistungslimitierenden Faktoren.

Leistungsbeeinflussender Ernährungsfaktor	mögliche Ursachen
• Entwässerung des Körpers	Durchfall, zu geringe Trinkmengen
• zu tiefe Natriumspiegel im Blut	zu hohe Flüssigkeitszufuhr, zu geringe Salzzufuhr, ungenügende Akklimatisation
• Magen-, Darmprobleme	lebensmittelbedingter Durchfall
• kurzfristige Ernährungsumstellungen	nicht ausgetestete Ernährungsumstellungen, Crash-Diäten
• Unterzuckerung	ungenügende Kohlenhydratzufuhr bei langen Belastungen, erschöpfte Kohlenhydratspeicher, ungenügende Akklimatisation
• erschöpfte Kohlenhydratspeicher	zu geringe Nahrungs-, Kohlenhydratzufuhr, zuviel, zu intensives Training, ungenügende Akklimatisation
• Mangelernährung	zu geringe Zufuhr an Energie, Eisen, Antioxidanzien etc.

Tabelle 10: Ernährungsabhängige leistungslimitierende Faktoren bei hoher Hitze/Feuchtigkeit

Auf welche Verpflegungsmöglichkeiten kann zurückgegriffen werden?

Im olympischen Dorf stehen in den offiziellen Restaurants qualitativ hochwertige Lebensmittel zur Verfügung. Zusätzlich werden an den Wettkampfstätten Mineralwasser, Sportgetränke, Süssgetränke, Sportriegel und Gels angeboten. Da die Qualität der Lebensmittel (Getränke, etc.) von Verpflegungsanbietern auf der Strasse (zum Beispiel Imbiss-Stände) nicht beurteilt werden kann, ist vor und während der Wettkämpfe auf Grund des hohen Durchfallrisikos vom Konsum von frischen unbekannten, nicht verpackten Lebensmitteln dringend abzuraten.

Ist qualitativ hochwertiges Trinkwasser verfügbar?

Als Trinkwasser, Wasser zum Zähneputzen oder Wasser zur Zubereitung von Sportgetränken, Regenerations-Shakes und ähnlichem soll kohlenensäurehaltiges, in Flaschen abgefülltes oder von offiziellen Anbietern abgegebenes Wasser benutzt werden. Kohlensäurehaltiges Wasser ist bezüglich Lebensmittelsicherheit höher einzustufen als stilles Wasser. Der Kohlensäureanteil kann bei Bedarf durch Schütteln, Rühren oder Salzzusatz reduziert werden.

Welche Lebensmittel erhöhen das Durchfall- und Lebensmittelvergiftungsrisiko?

Tabelle 11 soll aufzeigen, welche Lebensmittel als Risiko-Lebensmittel für Durchfall und Lebensmittelvergiftungen eingestuft werden.

Lebensmittel	wichtige Aspekte
Leitungswasser, Wasser	• auch zum Zähneputzen, zur Zubereitung von Shakes, Sportgetränken nur kohlenensäurehaltiges (bei Bedarf geschütteltes etc.) Wasser in verpackten Flaschen verwenden • so häufig wie möglich neue Bidons einsetzen • für die Reinigung von Bidons qualitativ hochwertiges Wasser verwenden und diese rückstandsfrei reinigen
Eiswürfel, Eis	• nur im Olympiadorf industriell hergestellte(s) Eis/Eiswürfel verwenden
rohes Gemüse, Salat	• nur in den offiziellen Restaurants konsumieren, vermehrt auf gekochte Gemüse oder verpackte Gemüsesäfte zurückgreifen
nicht schälbare Früchte	• keine nicht schälbaren Früchte essen, vermehrt auf verpackte Fruchtsäfte zurückgreifen
rohe oder gedämpfte Meeresfrüchte	• rohe, gedämpfte Fische, Krustentiere, Muscheln oder Produkte daraus (zum Beispiel Calamares, Pastetchen) meiden
rohe Lebensmittel, Eier, Fleisch, Milch, kaltes Fleisch, Algen	• Tiramisu, Mayonnaise, Kartoffelsalat, Eiercrème, nicht pasteurisierte Milch, Pouletfleischsalat, Sandwich mit Fleisch, Hüttenkäse, Frischkäse etc. meiden
Glacé, Soft-Ice	• nur original verpackte Produkte konsumieren
unbekannte, nicht verpackte frische Lebensmittel von Strassenhändlern oder Kleinläden	• Snacks, Sandwichs, Verpflegung von Strassenverkäufern, Kleinläden meiden

Tabelle 11: Risikolebensmittel für Durchfall, Lebensmittelvergiftungen

Was bringt das häufige Wägen und die Kontrolle der Urinfarbe?

Längere intensive Belastungen in heiss-feuchter Umgebung führen häufig zu starker Entwässerung des Körpers und damit verbunden zu Körpergewichtsschwankungen. Hohe Körperwasserverluste können über eine steigende Körpertemperatur, eine erhöhte Belastung des Herz-/Kreislaufsystems, Störungen des zentralen Nervensystems und weitere Stoffwechsel-Veränderungen die körperliche Leistungsfähigkeit deutlich reduzieren. Neben diesen entwässerungsbedingten Leistungseinbussen führt im Körper zu wenig verfügbares

Wasser zu einem verlangsamten Wiederaufbau (zum Beispiel Speicheraufbau, Muskeleiweiss-Aufbau) und zu Beeinträchtigungen im Immunsystem. Zur Optimierung der Leistungsfähigkeit wie auch der Regeneration muss der Kontrolle des Wasserhaushaltes über die Erfassung des Körpergewichts und der Urinfarbe grösste Beachtung geschenkt werden. In Tabelle 12 sind diesbezüglich wichtige Aspekte festgehalten.

Aspekt	Sportarten	Sportartenbeispiele	Massnahmen	Ziel
Tage mit wenig intensiven, kürzeren Belastungen (z.B. Akklimatisation)	alle	alle	Morgenwägung: nach erstem Wasser lösen in Unterwäsche Abendwägung: vor dem Nachtesen in Unterwäsche Urinfarbenkontrolle: so oft wie möglich	- Normalgewicht ^① im Bereich +/- 1% - Normalgewicht ^① im Bereich +/- 1% - Urinfarbe: 1 – 4 ^②
Tage mit intensiven und längeren Belastungen (z.B. Wettkampfvorbereitung, Wettkämpfe)	Sportarten mit hohem Ausdaueranteil (Belastungsdauer: >1 Stunde)	- LA, Marathon - Mountain Bike - Rad Bahn - Rad Strasse - Schwimmen, Marathon - Segeln - Triathlon	Vorbelastungswägung: möglichst direkt vor Belastung in Unterwäsche Nachbelastungswägung: möglichst direkt nach Belastung in Unterwäsche	- Normalgewicht ^① im Bereich +/- 1% - tolerierbarer Gewichtsverlust weniger als 2% des Normalgewichts - keine Gewichtszunahme während Belastung
	Sportarten mit hohem Feinkoordinationsanteil (Belastungsdauer: >1 Stunde)	- Beach Volleyball - LA, Mehrkampf - Landhockey - Moderner Fünfkampf - Reiten Concours - Reiten Dressur - Reiten Springen - Schiessen (3 Pos.) - Tennis	Vorbelastungswägung: möglichst direkt vor Belastung in Unterwäsche Nachbelastungswägung: möglichst direkt nach Belastung in Unterwäsche	- Normalgewicht ^① im Bereich +/- 1% - tolerierbarer Gewichtsverlust weniger als 2% des Normalgewichts - keine Gewichtszunahme während Belastung
	Sportarten mit hohem Kraftanteil oder mit Belastungen ausschliesslich im anaeroben Bereich (Belastungsdauer: einzelne Einsätze im Minutenbereich)	- BMX - Kanu Slalom - Judo - Ringen - Rudern - Taekwondo	Offizielle Wägung: Gewichtsklassenkontrolle Vorbelastungswägung: möglichst direkt vor Belastung in Unterwäsche Nachbelastungswägung: möglichst direkt nach Belastung in Unterwäsche	- tolerierbarer Gewichtsverlust weniger als 4% des Normalgewichts - Normalgewicht ^① im Bereich +/- 1% - tolerierbarer Gewichtsverlust weniger als 4% des Normalgewichts - keine Gewichtszunahme während Belastung

- ① - bei Frauen kann das Normalgewicht je nach Menstruationszyklusphase Schwankungen unterworfen sein
- die Überfüllung der Kohlenhydratspeicher kann zu Gewichtszunahmen von 1 – 1,5 kg führen
- die Überfüllung der Flüssigkeitsspeicher kann zu Gewichtszunahmen von 0,5 – 1 kg führen
- ② - Vitaminpräparate, Rinden oder kurzfristig hohe Flüssigkeitszufuhr (Rehydratation) können zu Fehlbeurteilungen führen

Tabelle 12: Körpergewichtserfassung und Erfassung der Urinfarbenkontrolle

Beispiel 1: Schwimmer

Belastung: Trainingstag mit wenig intensiven Belastungen

Normalgewicht: 68 kg

Morgenwägung: 68 kg. Urinfarbe: ca. 2

Abendwägung: 66 kg. Urinfarbe: ca. 5

Gewichtsverlust: 2 kg

Gewichtsverlust in Prozent: $2 \text{ kg} : 68 \text{ kg} \times 100 = 2,9 \%$

Ziel: Normalgewicht +/- 1 % (siehe Tabelle 12)

Beurteilung: zu hohe Wasserverluste, Flüssigkeit möglichst schnell wieder auffüllen

Beispiel 2: Judoka (am Tag der Gewichtsklassenkontrolle)

Normalgewicht: 59 kg

Gewichtsklassenkontrolle: 57 kg. Urinfarbe: ca. 5

Gewichtsverlust: 2 kg

Gewichtsverlust in Prozent: $2 \text{ kg} : 59 \text{ kg} \times 100 = 3,4 \%$

Ziel: Gewichtsverlust kleiner als 4 % (siehe Tabelle 12)

Beurteilung: tolerierbarer Wasserverlust, aber nach Wägung möglichst schnell

Flüssigkeitsdefizite wieder auffüllen

Bei länger andauernden Belastungen mit hohen Anteilen an Ausdauer oder Feinkoordination führen schon geringe Wasserverluste in der Grössenordnung von zwei Prozent des Normalgewichts zu deutlichen Leistungseinbussen. Bei kürzeren, intensiven, kraftbetonten Belastungen oder Belastungen ausschliesslich im anaeroben Bereich toleriert der Körper zwar Wasserverluste bis zu circa vier Prozent des Normalgewichts ohne oder mit geringen Leistungseinbussen, aber in Sportarten mit Gewichtsklassen werden diese Werte in der Phase des Gewichtmachens oft bei weitem übertroffen und sind als klar leistungsmindernd einzustufen.

Was ist von kurzfristigen Ernährungsumstellungen zu halten?

In den Tagen vor den Wettkämpfen und am Wettkampftag führen neue, nicht getestete, kurzfristige Ernährungsumstellungen (beispielsweise Fastenkuren, Verzicht auf Flüssigkeitszufuhr, Crash-Diäten) meistens zu beträchtlichen Leistungseinbussen.

Wie könnte ein Menüplan an einem Trainingstag prinzipiell aussehen?

Sportart: Triathlon

Hauptinhalt: Trainingstag Velo-, Lauftraining aufgeteilt

Zeitachse	Modul Nr.	Aktivität	Mahlzeitenart / mögliche Lebensmittel	Bemerkungen
06.00 15 30 45	8		8 Kleine Vor- oder Nachleistungsmahlzeit a) Falls Verträglichkeit garantiert: - hähchenweise fettarme Nahrungsmittel wie Weiszbrot, Getreidewaflern (z.B. Reiswaflern) kombiniert mit reifen Bananen oder Honig, fettarme Getreideriegel, evtl. Milchreis, Griessköpfl, Zwieback, Salzstengeli, evtl. Comflakes ungesüsst mit Banane, Honig an stark verdünnter Milch oder stark verdünntem Fruchtsaft - dazu schluckweise Getränke in Form von Wasser, Früchtetee etc. b) Falls von einer schlechten Verträglichkeit auszugehen ist oder während des Einlaufens: - schluckweise von (selbstgemachten), gut verträglichem Sportgetränk	Blutzuckerkonstanz
07.00 15 30 45	4	Schwimmen		
08.00 15 30 45				
09.00 15 30 45	1	Frühstück	4 Leistungsverpflegung - Ca. 5 Minuten vor Belastungsbeginn 3 – 5 dl kohlenhydrat- und salzhaltiges Sportgetränk oder Wasser konsumieren. Während intensiven Belastungen (>1 Stunde) sollen pro Stunde ca. 0,4 – 0,8 Liter eines kohlenhydrat- und salzhaltigen Sportgetränkes konsumiert werden. Sportgetränkvariante 1: gut verträglich, im Handel erhältliche Sportgetränke von etablierten Herstellern Sportgetränkvariante 2: Eigenmischung mit Salz - evtl. hähchenweise feste Nahrungsmittel (z.B. Bananenstückchen, Riegelstückchen, Salzstengeli, Stückchen von weissem Brot, Anisschnitte, Biberli, Basler Leckerli etc.) - falls bewusst Nüchtern- und Fettstoffwechseltrainings absolviert werden, muss auf die Zufuhr an kohlenhydrathaltigen Getränken verzichtet werden	
10.00 15 30 45				
11.00 15 30 45				
12.00 15 30 45	4	Velo-training	1 Frühstück - Variante 1: Ruchbrot mit wenig Streichfettaufstrich, mit Honig, Konfitüre, Hüttenkäse oder in Kombination mit 1 Saisonfrucht, Quark, Blanc battu, Joghurt, Nüssen, Kernen - Variante 2: grosse Portion Müesli (falls Verträglichkeit garantiert), Haferflocken, Comflakes in Kombination mit Fruchtsalat oder Saisonfrucht und Vollmilchjoghurt (ungesüsst), Nüssen, Kernen - Variante 3: Getreidebrei (z.B. Haferbrei, Griessbrei etc.), evtl. kombiniert mit Banane, Comflakes, Haferflocken, Nüssen, Sultaninen - dazu ca. 0,5 Liter Getränk in Form von Früchtetee, Wasser, Mineralwasser oder verdünnten Fruchtsäften	regenerative Mahlzeit
13.00 15 30 45				
14.00 15 30 45	5		5 Direkte Nachleistungsmahlzeit (sowie, dass folgende Hauptmahlzeit mengenmässig nicht beeinträchtigt wird) - Flüssigkeit (z.B. während dem Auslaufen) ca. 0,5 bis 1 Liter (selbstgemachten), gut verträgliches Sportgetränk (evtl. gut verträgliches, gesüsstes Tafelwasser, alkoholfreies Bier, Bouillon) Die Flüssigkeitszufuhr nach der Leistung muss 1,5 mal grösser sein als die während der Leistung angefallenen Flüssigkeitsverluste. - feste Nahrungsmittel (z.B. nach dem Auslaufen) fettarme Riegel, evtl. Banane, weisses Brot, Getreidewaflern, evtl. Anisschnitte, Biberli, Basler Leckerli, Milchreis, Griessköpfl, evtl. Sandwiches (z.B. Brot mit Hüttenkäse, Brot mit Banane, Honigbrot etc.), evtl. Kombination Brot-Quark, Kartoffeln-Quark - spezifische Regenerationsgetränke	- Flüssigkeitszufuhr - Kohlenhydrat-/Eiweisszufuhr für optimale Regeneration - Elektrolytersatz (v.a. Na, K) - Insulinmodulation
15.00 15 30 45	6	Mittagessen		
16.00 15 30 45	8			
17.00 15 30 45	6		6 Leichter verdauliche Hauptmahlzeit - grosse Mengen an Reis, Mais, Teigwaren, Kartoffeln oder Brot (z.B. Tomatenspaghetti, Tomatenrisotto, Ricotta-Ravioli, Tortellini, Gnocchi etc.) in Kombination mit Suppe, evtl. leichtem Dessert, soviel rohes Gemüse, Salat, dass beschwerdefrei trainiert oder geschlafen werden kann - dazu genügend Flüssigkeit (ca. 0,5 Liter) in Form von Wasser, Mineralwasser, Früchtetee, stark verdünnten Fruchtsäften etc.	regenerative Mahlzeit evtl. kurzer Schlaf?
18.00 15 30 45	4	Lauf-training		
19.00 15 30 45	5		3 Schwerer verdauliche Hauptmahlzeit - komplette Mahlzeit bestehend aus grossen Mengen an Teigwaren, Reis, Mais, Kartoffeln, evtl. Brot in Kombination mit Fisch oder Fleisch (darf durchaus etwas Sauce enthalten), ergänzt durch relevante Mengen an Suppe, Salat (an Salatsauce aus hochwertigen Salatsölen wie Raps-, Weizenkeim-, Soja-, Leinöl in Kombination mit Olivenöl) und Gemüse - Dessert in Form von Glacé, Crème (z.B. Vanille), Basler Leckerli, Biberli, Anisschnitte etc. sind durchaus toleriert - dazu genügend Flüssigkeit (ca. 0,5 Liter) in Form von Wasser, Mineralwasser, Früchtetee, sehr stark verdünnten Fruchtsäften, Suppe etc.	regenerative Mahlzeit
20.00 15 30 45	3	Abendessen		
21.00 15 30 45	2		2 Zwischenernährung - Ruchbrot in Kombination mit Saisonfrucht, Joghurt, Quark, Griessköpfl, Milchreis, Getreidewaflern oder Zwieback in Kombination mit Saisonfrucht; fettarme Getreideriegel; evtl. Sandwiches (z.B. mit Hüttenkäse); evtl. Comflakes ungesüsst mit Banane, Joghurt; Nüsse, Kernen (je nach Verträglichkeit werden Joghurt, Saisonfrüchte etc. direkt vor intensiven Leistungen und kurz vor Bettruhe nicht gut vertragen)	
22.00				

Abbildung 17: Menüplan-Beispiel Trainingstag (am Beispiel Triathlon)

In der Sporternährung sind vor allem Aspekte wie Verträglichkeit und Verfügbarkeit der Lebensmittel von grossem Interesse. Aus diesem Grund finden sich im Umfeld intensiver, das Magen-Darm-System beanspruchender Belastungen (zum Beispiel Laufttrainings) leichter verdauliche Speisen, während schwerer verdauliche Mahlzeiten sinnvollerweise mehrere Stunden vor oder nach intensiven Belastungen eingenommen werden.

- Ernährungsabhängige Faktoren können die Leistung stark reduzieren
- Der Konsum von frischen unbekannten, nicht verpackten Lebensmitteln muss vor und während des Wettkampfs dringend vermieden werden
- Kohlensäurehaltiges, in Flaschen abgefülltes oder von offiziellen Anbietern angebotenes Wasser verwenden
- Wähle sichere Lebensmittel, koche, schäle, siede sie oder verzichte darauf
- Die tägliche Kontrolle des Körpergewichts und der Urinfarbe dient zur Erfassung des im Körper verfügbaren Wassers (das als Kühlmittel dient). Zu wenig Kühlmittel bei Hitze/Feuchtigkeit reduziert die Leistungs- und Regenerationsfähigkeit drastisch
- Nicht ausgiebig getestete Ernährungsumstellungen an den Tagen vor dem Wettkampf und am Wettkampftag tragen zu Niederlagen bei
- Vor, während und nach intensiven Belastungen leicht verdauliche Lebensmittel bevorzugen

3.5.3. Ernährung vor intensiven Belastungen und Wettkämpfen

Sollen die Kohlenhydratspeicher in den letzten Tagen vor Wettkämpfen überladen werden?

Hohe Kohlenhydrat-Zufuhren in den letzten 1 bis 3 Tagen vor Wettkämpfen in der Grössenordnung von 10 Gramm pro Kilogramm Körpergewicht pro Tag führen in Verbindung mit stark reduzierten Trainingsumfängen zu einer Überladung der Kohlenhydratspeicher in der Leber und in den Muskeln. Parallel zu diesen überladenen Speichern lagert sich in den Zellen der Muskeln und der Leber bedeutend mehr Wasser ein. Werden die Kohlenhydratspeicher überladen, ist deshalb mit einer Körpergewichtszunahme von circa 1 bis 1,5 Kilogramm zu rechnen. Bei Ausdauerbelastungen (beispielsweise Marathon) oder intermittierenden Belastungen (beispielsweise Mountainbike) von mehr als 60 bis 90 Minuten gelten unter gemässigten Klimabedingungen leistungssteigernde Effekte durch die Überladung der Kohlenhydratspeicher als wahrscheinlich. Obwohl bei hoher Hitze/Feuchtigkeit der Körper vermehrt auf die Kohlenhydratspeicher zurückgreift, ist die leistungsfördernde Wirkung von Kohlenhydratüberladungen unter diesen Bedingungen weniger gut belegt. Dies deshalb, weil Hitze/Feuchtigkeit in Kombination mit hohen Belastungsintensitäten zu sehr hohen Körpertemperaturen führen können, die zu deutlichen Leistungsminderungen oder Leistungsabbrüchen beitragen, bevor die Kohlenhydratspeicher entleert sind.

Können die Flüssigkeitsspeicher gezielt überladen werden?

Bei grosser Hitze/Feuchtigkeit in Verbindung mit längeren intensiven Belastungen scheint die Körpererwärmung die körperliche Leistungsfähigkeit stärker zu limitieren als die Energieverfügbarkeit. Aus diesem Grund wird neben der Flüssigkeitszufuhr kurz vor und während Belastungen versucht, möglichst viel Wasser als Kühlmittel im Körper einzulagern. Während höhere Flüssigkeitszufuhren mittelfristig über ausgeklügelte Regulationssysteme zu erhöhten Flüssigkeitsverlusten und damit zu keinen Überladungen der Flüssigkeitsspeicher führen, können diese Systeme in den zwei Stunden direkt vor Wettkämpfen durch die Anwendung von Glycerin oder hochkonzentrierten Kochsalz-Natriumbikarbonat-Lösungen überladen werden. Bei Personen, die während Wettkämpfen in der Hitze/Feuchtigkeit trotz gezielter Flüssigkeitszufuhr mehr als zwei Prozent des

Normalgewichts verlieren, können diese Wasserüberladungen zu verbesserten Leistungen führen. Da Wasserüberladungen auch mit Nebenwirkungen einhergehen können, sollen diese nur in Zusammenarbeit mit fachkompetenten Spezialisten Monate vor wichtigen Wettkämpfen ausgetestet werden.

Was bewirkt eine Flüssigkeits-/Kohlenhydrat-Aufnahme kurz vor intensiven Belastungen und Wettkämpfen?

Die auf die Wägungen und Urinfarbe abgestimmte Flüssigkeitszufuhr ermöglicht es, mit gefüllten Flüssigkeitsspeichern (Normalgewicht $\pm 1\%$) einen Wettkampf beginnen zu können. Sind im Wettkampf trotz regelmässiger Flüssigkeitszufuhr Flüssigkeitsdefizite von mehr als zwei Prozent zu erwarten, können in den letzten Minuten vor dem Wettkampf circa 3 dl eines kohlenhydrat-/salzhaltigen Sportgetränks schluckweise konsumiert werden. Aufgrund dieses Konsums so kurz vor dem Start werden einerseits circa 3 dl Flüssigkeit zusätzlich im Körper gespeichert und andererseits gezielt der Nerven- und Hirnstoffwechsel aktiviert. Auch die schluckweise Spülung des Mundes mit kohlenhydrat-/salzhaltigen Getränken in den Minuten vor Belastungen soll die Aktivität des Nerven- und Hirnstoffwechsels fördern. Deshalb können die beiden beschriebenen Massnahmen die körperliche Leistungsfähigkeit positiv unterstützen. Werden aber trotz bestehendem Normalgewicht ($\pm 1\%$) mehrere Liter Flüssigkeit in den letzten Stunden vor Wettkampfbeginn getrunken, führt dies zu leistungsmindernden bis lebensgefährlichen Situationen.

Wie könnte ein Menüplan in den letzten Stunden vor intensiven Belastungen aussehen?

In den letzten Stunden vor dem Wettkampf sollen die Flüssigkeits- und Kohlenhydratspeicher optimiert werden. In Abhängigkeit der Messwerte (Körpergewicht, Urinfarbe) soll das Normalgewicht erreicht werden und in Anbetracht der psychischen Anspannung die Kohlenhydratspeicher mit möglichst leicht verdaulichen Lebensmitteln weiter gefüllt werden.

Sportart: Mountain Bike

Hauptinhalt: Renntag: Start 10:00 Uhr

Zeitachse	Modul Nr.	Aktivität	Mahlzeitenart / mögliche Lebensmittel	Bemerkungen
06.00 15 30 45 07.00 15 30 45 08.00 15 30 45 09.00 15 30 45 10.00 15 30	7	Frühstück	Grosse Vorleistungsmahlzeit mit tiefem Anteil an Fett, Nahrungsfasern und Eiweiss a) Falls Verträglichkeit garantiert: - Variante 1: Weissbrot (evtl. Ruchbrot) in Kombination mit Honig und/oder belegt mit Bananenstückchen - Variante 2: Cornflakes nature kombiniert mit etwas reifer Banane und evtl. wenig Haferflocken mit etwas verdünnter Milch oder verdünntem Fruchtsaft - Variante 3: Getreidebrei, Griesbrei, Haferbrei, Milchreis kombiniert mit etwas Banane, Rosinen - Variante 4: Teigwaren (keine Borteigwaren), Reis, Mais, (evtl. Kartoffelstock) mit fettarmer Sauce (z.B. Tomatensauce ohne Zwiebeln, Knoblauch etc.), evtl. fettarmer, klarer Sauce), evtl. Bouillon kombiniert mit Weissbrot - dazu ca. 0,5 Liter Getränk in Form von Wasser, Früchtetee, Mineralwasser, sehr stark verdünnten Fruchtsäften (Verdünnung: mindestens 1/3 Fruchtsaft, 2/3 Wasser) b) Falls von einer schlechten Verträglichkeit auszugehen ist: - Variante 1: Kinderbrei evtl. angereichert mit etwas reifer Banane + ca. 0,5 Liter Getränk in Form von Wasser, Früchtetee, Mineralwasser, sehr stark verdünnten Fruchtsäften (Verdünnung: mindestens 1/3 Fruchtsaft, 2/3 Wasser) - Variante 2: bis zu ca. 2 Liter (selbst gemachtes) gut verträgliches Sportgetränk auf Maltodextrinbasis, aufgeteilt in kleinere Trinkmengen (ca. 1,5 - 2 dl), kombiniert mit happchenweise Weissbrot, Banane, Zwieback, fettarmen Riegeln, evtl. Milchreis etc.	Optimierung Glykogen für optimale Leistungsbereitschaft
	4	Einfahren		
		Start		
	8		Kleine Vor- oder Nachleistungsmahlzeit a) Falls Verträglichkeit garantiert: - happchenweise fettarme Nahrungsmittel wie Weissbrot, Getreideknäueln (z.B. Reiswaffeln) kombiniert mit reifen Bananen oder Honig, fettarme Getreideriegel, evtl. Milchreis, Griesköpfl, Zwieback, Salzstengel, evtl. Cornflakes ungesüsst mit Banane, Honig an stark verdünnter Milch oder stark verdünntem Fruchtsaft - dazu schluckweise Getränke in Form von Wasser, Früchtetee etc. b) Falls von einer schlechten Verträglichkeit auszugehen ist oder während des Einlaufens: - schluckweise von (selbstgemachtem), gut verträglichem Sportgetränk	Blutzuckerkonstanz
	4		Leistungsverpfelegung - Ca. 5 Minuten vor Belastungsbeginn 3 - 5 dl kohlenhydrat- und salzhaltiges Sportgetränk oder Wasser konsumieren. Während intensiven Belastungen (>1 Stunde) sollen pro Stunde ca. 0,4 - 0,8 Liter eines kohlenhydrat- und salzhaltigen Sportgetränkes konsumiert werden. Sportgetränkvariante 1: gut verträgliche, im Handel erhältliche Sportgetränke von etablierten Herstellern Sportgetränkvariante 2: Eigenmischung mit Salz - evtl. happchenweise feste Nahrungsmittel (z.B. Bananenstückchen, Riegelstückchen, Salzstengel, Stückchen von weissem Brot, Anisschnitte, Biberli, Basler Leckerli etc.) - falls bewusst Nüchtern- und Fettstoffwechseltrainings absolviert werden, muss auf die Zufuhr an kohlenhydrathaltigen Getränken verzichtet werden	

Abbildung 18: Menüplanbeispiel – die letzten Stunden vor intensiven Belastungen am Beispiel Mountainbike

- Die gezielte Überladung der Kohlenhydratspeicher vor intermittierenden oder Ausdauerbelastungen von mehr als 60 bis 90 Minuten kann die Leistungsfähigkeit verbessern, muss aber bei Hitze/Feuchtigkeit ausgetestet werden.
- Personen mit hohen, nicht kompensierbaren Flüssigkeitsverlusten während langen intensiven Belastungen können von einer Wasserüberladung leistungsmässig profitieren. Allerdings nur dann, wenn die Anwendung von Glycerin oder hochkonzentrierten Kochsalz-Bikarbonat-Lösungen ausgiebig getestet und keine leistungsmindernden Nebenwirkungen festgestellt wurden.

- Der schluckweise Konsum von kohlenhydrat-/salzhaltigen Sportgetränken oder die Mundspülung mit diesen Getränken Minuten vor dem Start können die Leistungsfähigkeit positiv beeinflussen.

3.5.4. Ernährung während intensiver Belastungen und Wettkämpfe

Trinken: Wie viel ist genug?

Die Reaktion des Körpers auf Hitze/Feuchtigkeit (Schweissmenge, Schweisszusammensetzung, etc.) variiert von Person zu Person sehr stark. Wie in Tabelle 12 festgehalten soll im Vorfeld der Olympischen Spiele über die Ermittlung der Urinfarbe und des Körpergewichts direkt vor und nach intensiven Belastungen bei Hitze/Feuchtigkeit überprüft werden, inwiefern das persönliche Trinkregime den Zielsetzungen entspricht. Um Leistungseinbußen verhindern zu können, dürfen in Sportarten mit hohen Anteilen an Ausdauer und Feinmotorik die Körpergewichtsverluste direkt nach Belastung nicht mehr als zwei Prozent des Normalgewichtes, in Sportarten mit hohem Anteil an Kraft oder anaeroben Belastungen die Körpergewichtsverluste direkt nach Belastungen nicht mehr als vier Prozent des Normalgewichtes betragen. Die Überprüfung des Trinkverhaltens ist auch deshalb von zentraler Bedeutung, weil eine Gewichtszunahme während Belastung auf eine zu hohe Flüssigkeitsaufnahme hinweist, die je nach Ausmass leistungsmindernd bis lebensgefährlich sein kann. In Abhängigkeit des Geschlechts, des Körpergewichts, der Sportart, der Umweltbedingungen und weiterer Faktoren dürfte sich während intensiver Belastungen eine Flüssigkeitszufuhr in der Grössenordnung von 0,4 bis 0,8 Liter pro Stunde bewähren.

Was soll in den Getränken enthalten sein?

Hitze in Kombination mit hochintensiven Belastungen führt oft zu einer erhöhten Durchlässigkeit der Darmwand auch für Stoffe, die im Normalfall die Darmwand nicht passieren können. Diese Stoffe stehen in Verdacht, die Leistungsfähigkeit zu reduzieren und das Risiko für Hitzeerkrankungen zu erhöhen. Um unter diesen Bedingungen das Magen-Darm-System nicht mehr als nötig zu belasten, sollen während intensiver Belastungen nur ausgiebig erprobte, gut verträgliche Getränkevarianten (siehe Tabelle 13) eingesetzt werden.

Getränkevarianten	Gramm Kohlenhydrate pro Liter Getränk; Osmolalität, Kohlenhydratart	Gramm Kochsalz pro Liter Getränk
qualitativ einwandfreies Wasser	–	–
qualitativ einwandfreies Wasser mit Salz	–	1-2 g (entspricht circa 0,4 bis 0,8 g Natrium pro Liter Getränk)
kohlenhydrat-/salzhaltiges Getränk	circa 80 g; hypo- bis isotone Traubenzucker-Fruchtzucker-Gemische	1-2 g (entspricht circa 0,4 bis 0,8 g Natrium pro Liter Getränk)

Tabelle 13: Zusammensetzung gut verträglicher Getränke bei intensiven Belastungen bei hoher Hitze/Feuchtigkeit

Eine gute Verträglichkeit vorausgesetzt wäre es wünschenswert, kohlenhydrat-/salzhaltige Sportgetränke bei kurzen hochintensiven Belastungen von weniger als einer Stunde und bei intensiven Belastungen von mehr als einer Stunde im Vorfeld der Olympischen Spiele

auszutesten. Derartige Getränke können die Leistungs- und Regenerationsfähigkeit bei grosser Hitze unterstützen. Der Konsum von Sportgetränken, die neben Kohlenhydrat und Kochsalz auch grössere Mengen Eiweiss enthalten, wurde bei hoher Hitze/Feuchtigkeit nicht untersucht. Werden solche Getränke bei längeren intensiven Belastungen konsumiert, sind Verträglichkeitsprobleme und eine reduzierte Flüssigkeitsverfügbarkeit nicht auszuschliessen. Deshalb wird vom Konsum von kohlenhydrat-/salz- und stark eiweisshaltigen Getränken während intensiver längerer Belastungen bei hoher Hitze/Feuchtigkeit abgeraten.

Welche Möglichkeiten bestehen, gut verträgliche Sportgetränke selber herzustellen?

Falls von etablierten Anbietern hergestellte kohlenhydrat-/salzhaltige Sportgetränke nicht vertragen werden, können möglicherweise die in Tabelle 14 aufgelisteten Eigenmixturen als Getränkevarianten weiterhelfen.

Inhaltsstoffe	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
qualitativ einwandfreies Wasser oder Früchtetee, Kräutertee (z.B. Kamille, Fenchel)	1 Liter	1 Liter	1 Liter	1 Liter
Zucker	30 g		15 g	
Fruchtzucker		30 g	15 g	
Maltodextrin	50 g	50 g	50 g	50 g
Sirup				30 g
Kochsalz	1,5 g	1,5 g	1,5 g	1,5 g

Tabelle 14: Gut verträgliche Eigenmixturen von Sportgetränken

Wie könnte die Verpflegung während intensiver Belastungen und Wettkämpfen aussehen?

Sportart: Beach Volleyball
Hauptinhalt: Wettkampftag

Zeitachse	Modul Nr.	Aktivität	Mahlzeitenart / mögliche Lebensmittel	Bemerkungen
30 45 08.00 15 30 45 09.00 15 30 45 10.00 15 30	4 4	Spielvorbereitung ↓ 5 Min. ↓ Spiel 1	④ Leistungsverpflegung - Ca. 5 Minuten vor Belastungsbeginn 3 – 5 dl kohlenhydrat- und salzhaltiges Sportgetränk oder Wasser konsumieren. Während intensiven Belastungen (>1 Stunde) sollen pro Stunde ca. 0,4 – 0,8 Liter eines kohlenhydrat- und salzhaltigen Sportgetränkes konsumiert werden. Sportgetränkvariante 1: gut verträgliche, im Handel erhältliche Sportgetränke von etablierten Herstellern Sportgetränkvariante 2: Eigenmischung mit Salz - evtl. nippchenweise feste Nahrungsmittel (z. B. Bananenstückchen, Riegelstückchen, Salzstengel, Stückchen von weissem Brot, Anisschnitte, Biberli, Basler Leckerli etc.) - falls bewusst Nüchtern- und Fettstoffwechseltrainings absolviert werden, muss auf die Zufuhr an kohlenhydrathaltigen Getränken verzichtet werden	

Abbildung 19: Menüplanbeispiel – während intensiver Belastungen am Beispiel Beachvolleyball

Kohlenhydrat-/salzhaltige Sportgetränke liefern Flüssigkeit, Kohlenhydrate und Salz und können durch häppchenweise eingenommene feste, leicht verdauliche Lebensmittel ergänzt werden.

- Um Leistungseinbussen zu verhindern, muss so viel getrunken werden, dass in Sportarten mit hohem Anteil an Ausdauer, Feinmotorik während Belastungen nicht mehr als zwei Prozent, in Sportarten mit hohem Anteil an Kraft oder anaerober Energiebereitstellung nicht mehr als vier Prozent des Normalgewichts verloren gehen.
- Qualitativ einwandfreies Wasser und Wasser mit Salz gelten als gut verträgliche, leistungsfördernde Getränke. Kohlenhydrat-/salzhaltigen Sportgetränken werden neben den leistungs- auch regenerationsfördernde Effekte zugeschrieben.
- Werden von etablierten Anbietern hergestellte kohlenhydrat-/salzhaltige Sportgetränke nicht vertragen, können sich Eigenmixturen als leistungs- und regenerationsfördernd erweisen.

3.5.5. Ernährung nach intensiven Belastungen und Wettkämpfen

Was hat Ernährung mit Regeneration zu tun?

Oft stehen nur wenige Stunden zwischen zwei Wettkämpfen zur Regeneration zur Verfügung. Welche Ziele ernährungsseitig für eine möglichst schnelle Regeneration verfolgt werden müssen, wird aus Tabelle 15 ersichtlich.

Aspekt	Ziel
Flüssigkeit und Elektrolyte	Auffüllung der Flüssigkeitsspeicher und der verlorenen Elektrolyte (z.B. Salz)
Kohlenhydratspeicher	Auffüllung der entleerten Speicher
Muskeln	gezielte Unterstützung des in der Hitze besonders stark beanspruchten Eiweissstoffwechsels
Immunsystem	Stabilisierung des Immunsystems
intramuskuläre Fette	Auffüllung intramuskulärer Fette

Tabelle 15: Ansatzpunkte Regeneration und Ernährung

Weshalb soll sechs Stunden nach langen intensiven Belastungen wieder das Normalgewicht erreicht worden sein?

Ein möglichst schneller Wiederaufbau von Speichern, der Ersatz zerstörter Zellstrukturen sowie die Stabilisation des Immunsystems sind nur bei ausreichender Flüssigkeitsverfügbarkeit inner- und ausserhalb der Zellen möglich. Sollen täglich intensive längere Belastungen in heiss-feuchter Umgebung erbracht werden können, ist eine gezielte Flüssigkeits-, Elektrolyt- und Mahlzeitenaufnahme durch koordinierte Ernährungsmassnahmen in den sechs Stunden nach Belastungsende nötig.

Trinken: Wie viel und wovon in den sechs Stunden nach intensiven langen Belastungen?

Zur Auffüllung des verloren gegangenen Wassers (Rehydratation) und Salzes müssen pro Kilogramm Körpergewichtsverlust (Wägungen direkt nach Belastung oder vor dem Essen sind dafür nötig) circa 1,5 Liter Flüssigkeit in Kombination mit ausreichend Salz konsumiert

werden. Wird nur Flüssigkeit ohne die entsprechende Salzmenge zugeführt, kann die Flüssigkeit nicht im gewünschten Umfang im Körper zurückbehalten und in die Zellen aufgenommen werden. Neben kohlenhydrat-/salzhaltigen Sportgetränken, stark salzhaltigen Wiederauffüllungsgetränken und Kohlenhydrat-Eiweiss-Regenerationsgetränken hat sich besonders die Kombination salzhaltiger Lebensmittel mit den entsprechenden Flüssigkeitsmengen (siehe Tabelle 16) bewährt. Alkohol- sowie koffeinhaltige Getränke sind für eine schnelle Rehydratation nicht geeignet.

Pro Kilogramm Körpergewichtsverlust (gemäss Wägung) erforderliche Flüssigkeits-Salz-Kombinationen
• ca. 1,5 Liter kohlenhydrat-/salzhaltiges Sportgetränk oder Eigenmischung mit Salz
• ca. 1,5 Liter Wasser + 2 g Kochsalz
• ca. 4 dl Gemüsebouillon + 1,1 Liter Flüssigkeit
• ca. 50 g Knabbergebäck + 1,5 Liter Flüssigkeit
• ca. 100 g Brot + 1,5 Liter Flüssigkeit
• ca. 128 g Cracker + 1,5 Liter Flüssigkeit
• ca. 80 g Cornflakes + 1,5 Liter Flüssigkeit
• ca. 80 g Knuspermüsli + 1,5 Liter Flüssigkeit
• ca. 100 g Sandwich mit Trockenfleisch* + 1,5 Liter Flüssigkeit
• ca. 130 g Sandwich mit Käse* + 1,5 Liter Flüssigkeit
• ca. 130 g Sandwich mit Thon + 1,5 Liter Flüssigkeit
• ca. 100 g geröstete, gesalzene Nüsse + 1,5 Liter Flüssigkeit

* nur bei hygienisch einwandfreier Qualität bei den offiziellen Anbietern konsumieren

Tabelle 16: Flüssigkeits-Salz-Kombinationen zur schnellen Wiederauffüllung der Flüssigkeits- und Elektrolytspeicher

Beispiel: Triathlet

Normalgewicht: 69 kg

Wägung vor dem Nachschlafen: 67 kg

Körpergewichtsverlust: 2 kg

Benötigte Flüssigkeitsmenge in Kombination mit genügend Salz zur Rehydratation: 2 x 1,5 Liter = 3 Liter

Was sind die Vorteile von Kohlenhydrat-Eiweiss-Regenerationsgetränken?

Kohlenhydrat- und eiweiss-enhaltende Regenerationsgetränke sind nach intensiven Belastungen geschmacklich eine willkommene, leicht verdauliche Getränkevariante und helfen mit, die Kohlenhydratspeicher zu füllen, den Muskel-eiweiss-Aufbau zu fördern, das Immunsystem zu stabilisieren und das Wasserrückhaltevermögen des Körpers zu steigern. Derartige Getränke müssen aus mikrobiologischen Gründen allerdings mit Qualitätswasser frisch zubereitet werden. In hygienisch einwandfreien Gefässen dürfen sie während einiger Stunden stark gekühlt aufbewahrt werden.

Wie könnte ein Menüplan aussehen, wenn nach langen intensiven Belastungen nur sechs Stunden Regeneration zur Verfügung stehen?

In Anbetracht des in der Hitze besonders stark strapazierten Magen-Darm-Systems empfiehlt es sich, die Regeneration mit leicht verdaulicher, schnell verfügbarer Flüssignahrung möglichst direkt nach Belastungsende einzuleiten. Danach folgen kleine, leicht verdauliche

Zwischenmahlzeiten in fester Form kombiniert mit Wasser und Salz oder in flüssiger Form. Circa 90 Minuten nach Belastungsende könnte eine grössere, leicht verdauliche Mahlzeit ergänzt durch ein qualitativ hochwertiges, ausgewogenes Polyvitaminpräparat eingenommen werden. Eine schwerer verdauliche, langsamere verfügbare Mahlzeit sollte erst drei bis vier Stunden nach Belastungsende konsumiert werden. Abbildung 20 soll dieses Vorgehen verdeutlichen.

Zeit nach Belastung	Modul Nr.	Aspekt	Mahlzeitenart / mögliche Lebensmittel
		Belastung	
0h 00'	1	↓	1 Kohlenhydrat- (70g), eiweissbetonte Nachleistungsmahlzeit sofort nach Belastung (1g Kohlenhydrate (Kh) pro kg Körpermasse (KM) + Protein + Flüssigkeit + Salz) <i>anbieder</i> • spezifische Kh-Protein-Regenerationsgetränke (105g Pulver), aufgelöst in ca. 5-6dl Flüssigkeit (Wasser, evt. stark verdünnte Milch oder stark verdünnte Fruchtsäfte) + evt. Salz <i>oder</i> • falls Regenerationsgetränke nicht verfügbar sind und eine gute Milchverträglichkeit vorausgesetzt werden kann: ca. 7dl „Energy Milk“ oder Choco Drink <i>oder</i> • falls Regenerationsgetränke nicht verfügbar sind: ca. 70g Proteinriegel + ca. 7dl Kohlenhydrat-Elektrolyt-Getränk oder Egenmischung mit Maltodextrin + Salz
0h 30'	2	↑	
1h 00'	2	↓	2 Kleine, kohlenhydratbetonte (42g) Zwischenmahlzeiten <i>anbieder</i> • 1,5-2dl hochkonzentrierte Kohlenhydratgetränke (250g Kohlenhydrate pro Liter) <i>oder</i> • 4dl Süssgetränk (nicht koffeinhaltig) + Salz <i>oder</i> • 60g Kohlenhydratgel + Wasser + Salz <i>oder</i> • 70g Energiegel + Wasser + Salz <i>oder</i> • 5dl Kohlenhydrat-Elektrolyt-Getränk (8% Kh-Anteil) oder Egenmischung mit Maltodextrin + Salz <i>oder</i> • 75g Weissbrot (2 mittlere Stücke) mit etwas Honig + Wasser + Salz <i>oder</i> • 60g Basler Leckerli (7-8 Stück) + Wasser <i>oder</i> • 75g Biberli (ca. 1 Stück) + Wasser <i>oder</i> • 200g reife Banane (ca. 2 mittlere Bananen) + Wasser <i>oder</i> • 60g Farmer Soft Sengel (3 Stück) + Wasser <i>oder</i> • Bouillon + ca. 40g Maltodextrin <i>oder</i> • 280g Kartoffeln gekocht (ca. 3 Stück) + Wasser + Salz <i>oder</i> • 55g Salztengel + Wasser <i>oder</i> • 65g Datteln (ca. 5-6 mittlere Datteln) + Wasser <i>oder</i> • 210g verpackte Wassergläse 130g verpacktes Sorbet + Wasser <i>oder</i> • 50g Willisauer Ringli (ca. 10 Stück) + Wasser
1h 30'	3	↑	
2h 00'	4	↓	3 Kleine kohlenhydrat- (42g), eiweissbetonte Zwischenmahlzeit (ca. 0,6g Kohlenhydrate (Kh) + 0,2g Protein pro kg Körpermasse (KM) + Flüssigkeit + Salz) <i>anbieder</i> • spezifische Kh-Protein-Regenerationsgetränke (ca. 60g Pulver), aufgelöst in ca. 3dl Flüssigkeit (Wasser, evt. stark verdünnte Milch oder stark verdünnte Fruchtsäfte) + evt. Salz <i>oder</i> • falls Regenerationsgetränke nicht verfügbar sind und eine gute Milchverträglichkeit vorausgesetzt werden kann: ca. 4dl „Energy Milk“ oder Choco Drink <i>oder</i> • falls Regenerationsgetränke nicht verfügbar sind: ca. 50g Proteinriegel + ca. 4dl Kohlenhydrat-Elektrolyt-Getränk oder Egenmischung mit Maltodextrin + Salz
2h 30'	2	↑	
3h 00'	2	↓	4 Leicht verdauliche kohlenhydratbetonte (ca. 84g) Mahlzeit (ca. 1,2g Kohlenhydrate (Kh) pro kg Körpermasse (KM) + Flüssigkeit + Salz) <i>anbieder</i> • 280g eifreie Teigwaren gekocht (ca. 1 grosser Teller), kombiniert mit leichter Sauce (Gemüse, Tomaten) oder Apfelmus + Wasser + Salz <i>oder</i> • 400g Reis gekocht (ca. 1 grosser Teller), kombiniert mit leichter Sauce (Gemüse, Tomaten) oder Apfelmus + Wasser + Salz <i>oder</i> • 100g Cornflakes, evt. kombiniert mit reifer Banane + stark verdünnter Milch + Wasser <i>oder</i> • 150g Weissbrot (ca. 3-4 Stück) mit Bouillon oder leichter Gemüsesuppe + Wasser <i>und</i> • qualitativ hochwertiges ausgewogenes Multivitaminpräparat
3h 30'	5	↑	
4h 00'	2	↓	5 Grosse Hauptmahlzeit mit hohem Kohlenhydratgehalt (> 84g) (> 1,2g Kohlenhydrate (Kh) pro kg Körpermasse (KM) + Flüssigkeit + Salz) ca. 0,5 Liter Wasser, Mineralwasser, Früchtetee, sehr stark verdünnter Frucht- oder Gemüsesaft etc. + evt. 1 Teller Suppe + ca. 250g (ca. 1 Suppenteller) Salat an hochwertiger Salatsauce (zubereitet mit hochwertigen Salatölen wie Rapsöl, Weizenkeimöl, Sojaöl, (Leinöl), evt. kombiniert mit Olivenöl) <i>oder</i> ca. 200-300g Gemüse (gekocht, gedünstet) + ca. 150g (2 Stück) Pouletschenkel + 200g Erbsen <i>oder</i> ca. 200g Pouletbrüsti <i>oder</i> ca. 180g mageres Fleisch <i>oder</i> ca. 200g magerer Fisch <i>oder</i> ca. 100g Trockenfleisch <i>oder</i> ca. 150g Schinken <i>oder</i> ca. 250g Hülsenfrüchte <i>oder</i> ca. 200g Tofuburger <i>oder</i> ca. 100g Käse + 1/2 Becher Saurer Halbbraten zu Geschwellten etc. + ca. 500g Kartoffeln gekocht <i>oder</i> ca. 350g Teigwaren gekocht <i>oder</i> ca. 300g Kartoffelgratin <i>oder</i> ca. 400g Reis gekocht <i>oder</i> ca. 250g Risotto + evt. 1-2 Früchte <i>oder</i> Beeren, falls keine Früchte/Beeren gegessen wurden + Tee, Wasser, verdünnte Fruchtsäfte
4h 30'	2	↑	
5h 00'	2	↓	Falls möglich, auf Basisernährung umstellen
5h 30'	2	↑	
6h 00'	2	↓	
6h 30'			
7h 00'			

¹⁹ Schwerere oder leichtere Personen könnten die entsprechenden Mengen ihrem Körpergewicht entsprechend berechnen

Abbildung 20: Menüplanbeispiel – vollständige ernährungsseitige Regeneration für eine 70 kg wiegende Person innerhalb von sechs Stunden

- Sollen längere intensive Belastungen möglichst schnell wieder erbracht werden können, sind gezielte Ernährungsmassnahmen zur schnellen Regeneration erforderlich.
- Sollen möglichst schnell wieder lange intensive Belastungen in Training und Wettkampf erbracht werden können, müsste sechs Stunden nach Belastungsende das Normalgewicht erreicht worden sein.
- Zur schnellen Auffüllung der Flüssigkeits- und Elektrolytspeicher werden pro Kilogramm Körpergewichtsverlust (Wägungen erforderlich) circa 1,5 Liter Flüssigkeit kombiniert mit ausreichend Salz benötigt.
- Regenerationsgetränke greifen aktiv in verschiedene Regenerationsprozesse ein und unterstützen diese.
- Direkt nach langen intensiven Belastungen zuerst leicht verdauliche, schnell verfügbare, salzhaltige Flüssigkeiten einnehmen. Schwerer verdauliche, langsamer verfügbare Speisen erst drei bis vier Stunden nach Belastungsende konsumieren.

3.5.6. Supplemente

Welche Supplemente können die körperliche Leistungs- und Regenerationsfähigkeit positiv beeinflussen?

Supplement	Supplement
• kohlenhydrat-/salzhaltige Sportgetränke oder Eigenmixturen + Salz	• Natriumbikarbonat/Citrat (einmalige, mehrmalige Anwendung)
• Kohlenhydrat-Eiweiss-Regenerationsgetränke	• Glycerin
• hochkonzentrierte Kohlenhydratgetränke	• Koffein
• Kreatin	• HMB

Tabelle 17: Supplemente mit je nach Sportart etabliertem, leistungs- und regenerationsförderndem Potential bei nicht mangelernährten Personen

Supplement	Supplement
• Colostrum	• Ribose
• Probiotika	• Vitamin C
• Leucin	• verschiedene Antioxidantien
• hochkonzentrierte Salzlösungen	

Tabelle 18: Supplemente mit je nach Sportart noch nicht vollständig etabliertem, leistungs- und regenerations-unterstützendem Potential bei nicht mangelernährten Personen

Bevor eine Ergänzung der Basisernährung mit Supplementen mit sportartspezifisch etabliertem, leistungs- und regenerationsförderndem oder noch nicht vollständig etabliertem, leistungs- und regenerations-unterstützendem Potential in Betracht gezogen

wird, muss in Zusammenarbeit mit der betreuenden Sportärztin, dem betreuenden Sportarzt eine Mangelernährung (zum Beispiel Energie, Eisen, Magnesium) ausgeschlossen werden können. Ist die Einnahme von nicht verbotenen Substanzen für die Athletin, den Athleten ethisch vertretbar, können danach aufbauend und in Zusammenarbeit mit der betreuenden Sportärztin, dem betreuenden Sportarzt und fachkompetenten Spezialisten sportartenspezifisch individuelle Supplementations-Pläne ausgearbeitet und ausgetestet werden. Bei nicht sachgemässer Anwendung (beispielsweise Dosierung, Anwendungszeitpunkt, Anwendungsdauer) besteht bei den in den Tabellen 17 und 18 aufgeführten Supplementen aber auch stark leistungsminderndes Potential.

Welche Supplemente können speziell bei Hitze/Feuchtigkeit von Nutzen sein?

• kohlenhydrat-/salzhaltige Sportgetränke oder Eigenmixturen mit Salz
• Kohlenhydrat-Eiweiss-Regenerationsgetränke oder hochwertige Eiweisspräparate
• hochkonzentrierte Kohlenhydratgetränke
• qualitativ hochwertige, ausgewogene Multivitamin- und Multimineralpräparate
• Probiotika
• Vitamin C und/oder andere Antioxidantien-Präparate

Tabelle 19: Einige nützliche Supplemente bei Hitze/Feuchtigkeit

Die in Tabelle 19 aufgelisteten Präparate sollen im Vorfeld der Olympischen Spiele in Absprache mit der betreuenden Sportärztin, dem betreuenden Sportarzt und Fachspezialisten bei heiss-feuchten Klimabedingungen ausgetestet werden. Oft dürften Supplemente in Pulver-, Tabletten- oder Kapselform verwendet werden. Bei der Verwendung von Nahrungsergänzungsmitteln in Pulverform (beispielsweise Sportgetränke) müssen mit den Verbandsverantwortlichen die Transportmodalitäten (zum Beispiel Zoll) besprochen werden. Auch hygienische Aspekte wie die Reinigung von Trinkgefässen (zum Beispiel Bidon), eine nur Staff-Mitgliedern zugängliche Lagerung, die Verfügbarkeit von qualitativ einwandfreiem Trinkwasser zur Zubereitung und die gekühlte Lagerung von selbst hergestellten Getränken müssen unbedingt beachtet werden.

Können Supplemente mit verbotenen Substanzen verunreinigt sein?

Es sollen nur Nahrungsergänzungsmittel von etablierten Herstellern, die bei der Produktion Minimalqualitätsnormen wie zum Beispiel GMP garantieren, eingesetzt werden. Vor dem Konsum von Supplementen von unbekannten Herstellern mit nicht nachgewiesenen Qualitätsnormen muss dringend gewarnt werden. Produktverunreinigungen mit verbotenen Substanzen führen zu positiven Dopingbefunden mit den mittlerweile bekannten Konsequenzen.

- Supplemente mit etabliertem, leistungs- und regenerationsförderndem oder noch nicht vollständig etabliertem, leistungs- und regenerationsunterstützendem Potential dürfen nur in Zusammenarbeit mit der betreuenden Sportärztin, dem betreuenden Sportarzt und Fachspezialisten eingenommen werden. Eine unsachgemässe Anwendung dieser Substanzen kann zu Leistungsminderungen führen!
- Bei den im Vorfeld der Olympischen Spiele ausgetesteten, individuell nützlichen Supplementen müssen auch Aspekte wie Transport, Lagerung und Hygiene berücksichtigt werden.

- **Keine Supplemente von unbekannten Herstellern mit zweifelhafter Qualität verwenden (zum Beispiel Internetbestellung).**

3.5.7. Literatur

- Cheung SS, McLellan TM, Tenaglia S. The thermophysiology of uncompensable heat stress. Physiological manipulations and individual characteristics. *Sports Med* 29: 329-59, 2000.
- Webb P. The physiology of heat regulation. *Am J Physiol* 268: R838-50, 1995.
- Kenney WL. Heat flux and storage in hot environments. *Int J Sports Med* 19 Suppl 2: S92-5, 1998.
- Sawka MN, Coyle EF. Influence of body water and blood volume on thermoregulation and exercise performance in the heat. *Exerc Sport Sci Rev* 27: 167-218, 1999.
- Cheung SS, McLellan TM. Heat acclimation, aerobic fitness, and hydration effects on tolerance during uncompensable heat stress. *J Appl Physiol* 84: 1731-9, 1998.
- Cheuvront SN, Haymes EM. Thermoregulation and marathon running: biological and environmental influences. *Sports Med* 31: 743-62, 2001.
- Cheung SS, Sleivert GG. Multiple triggers for hyperthermic fatigue and exhaustion. *Exerc Sport Sci Rev* 32: 100-6, 2004.
- Lambert GP. Role of gastrointestinal permeability in exertional heatstroke. *Exerc Sport Sci Rev* 32: 185-90, 2004.
- Lambert GP, Gisolfi CV, Berg DJ, Moseley PL, Oberley LW, Kregel KC. Selected contribution: Hyperthermia-induced intestinal permeability and the role of oxidative and nitrosative stress. *J Appl Physiol* 92: 1750-61; discussion 1749, 2002.
- Deibert P, Koenig D, Dickhuth HH, Berg A. The gastrointestinal system: the relationship between an athlete's health and sport performance. *Int SportMed J* 6: 130-40, 2005.
- Strid H, Simren M. The effects of physical activity on the gastrointestinal tract. *Int SportMed J* 6: 151-61, 2005.
- Febbraio MA. Does muscle function and metabolism affect exercise performance in the heat? *Exerc Sport Sci Rev* 28: 11-6, 2000.
- Noakes TD. Exercise in the heat: old ideas, new dogmas. *Int SportMed J* 7: 58-74, 2006.
- Febbraio MA. Alterations in energy metabolism during exercise and heat stress. *Sports Med* 31: 47-59, 2001.
- Yamashita Y, Kaya M, Koyama K, Tsujita J, Hori S. Decreased energy expenditure during prolonged sub-maximal exercise in a warm environment. *Eur J Sport Sci* 5: 153-8, 2005.
- Mohr M, Rasmussen P, Drust B, Nielsen B, Nybo L. Environmental heat stress, hyperammonemia and nucleotide metabolism during intermittent exercise. *Eur J Appl Physiol* 97: 89-95, 2006.
- Anonymous Joint Position Statement: nutrition and athletic performance. American College of Sports Medicine, American Dietetic Association, and Dietitians of Canada. *Med Sci Sports Exerc* 32: 2130-45, 2000.
- Burke LM. Nutritional needs for exercise in the heat. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol* 128: 735-48, 2001.
- Hargreaves M, Hawley JA, Jeukendrup A. Pre-exercise carbohydrate and fat ingestion: effects on metabolism and performance. *J Sports Sci* 22: 31-8, 2004.
- Burke LM, Kiens B, Ivy JL. Carbohydrates and fat for training and recovery. *J Sports Sci* 22: 15-30, 2004.
- Loucks AB. Energy balance and body composition in sports and exercise. *J Sports Sci* 22: 1-14, 2004.
- Cheuvront SN, Carter R 3rd, Montain SJ, Sawka MN. Daily body mass variability and stability in active men undergoing exercise-heat stress. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 14: 532-40, 2004.
- Shirreffs SM. Markers of hydration status. *J Sports Med Phys Fitness* 40: 80-4, 2000.
- Sawka MN, Cheuvront SN, Carter R 3rd. Human water needs. *Nutr Rev* 63: S30-9, 2005.
- Kleiner SM. Water: an essential but overlooked nutrient. *J Am Diet Assoc* 99: 200-6, 1999.
- Maresh CM, Whittlesey MJ, Armstrong LE, Yamamoto LM, Judelson DA, Fish KE, Casa DJ, Kavouas SA, Castracane VD. Effect of hydration state on testosterone and cortisol responses to training-intensity exercise in collegiate runners. *Int J Sports Med* 27: 765-70, 2006.
- Schliess F, Richter L, vom Dahl S, Haussinger D. Cell hydration and mTOR-dependent signalling. *Acta Physiol (Oxf)* 187: 223-9, 2006.
- Coyle EF. Fluid and fuel intake during exercise. *J Sports Sci* 22: 39-55, 2004.
- Convertino VA, Armstrong LE, Coyle EF, Mack GW, Sawka MN, Senay LC Jr, Sherman WM. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc* 28: i-vii 1996.

- Anonymous American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc* 39: 377-90, 2007.
- Shirreffs SM, Armstrong LE, Cheuvront SN. Fluid and electrolyte needs for preparation and recovery from training and competition. *J Sports Sci* 22: 57-63, 2004.
- Sawka MN, Montain SJ, Latzka WA. Hydration effects on thermoregulation and performance in the heat. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol* 128: 679-90, 2001.
- Kay D, Marino FE. Fluid ingestion and exercise hyperthermia: implications for performance, thermoregulation, metabolism and the development of fatigue. *J Sports Sci* 18: 71-82, 2000.
- Epstein Y, Armstrong LE. Fluid-electrolyte balance during labor and exercise: concepts and misconceptions. *Int J Sport Nutr* 9: 1-12, 1999.
- Sawka MN, Montain SJ. Fluid and electrolyte supplementation for exercise heat stress. *Am J Clin Nutr* 72: 564S-72S, 2000.
- Cheuvront SN, Carter R 3rd, Sawka MN. Fluid balance and endurance exercise performance. *Curr Sports Med Rep* 2: 202-8, 2003.
- Von Duvillard SP, Braun WA, Markofski M, Beneke R, Leithauser R. Fluids and hydration in prolonged endurance performance. *Nutrition* 20: 651-6, 2004.
- Burke LM, Hawley JA. Fluid balance in team sports. Guidelines for optimal practices. *Sports Med* 24: 38-54, 1997.
- Horswill CA. Effective fluid replacement. *Int J Sport Nutr* 8: 175-95, 1998.
- Hew-Butler T, Verbalis JG, Noakes TD. Updated fluid recommendation: position statement from the International Marathon Medical Directors Association (IMMDA). *Clin J Sport Med* 16: 283-92, 2006.
- Montain SJ, Sawka MN, Wenger CB. Hyponatremia associated with exercise: risk factors and pathogenesis. *Exerc Sport Sci Rev* 29: 113-7, 2001.
- Noakes TD, Sharwood K, Speedy D, Hew T, Reid S, Dugas J, Almond C, Wharam P, Weschler L. Three independent biological mechanisms cause exercise-associated hyponatremia: evidence from 2,135 weighed competitive athletic performances. *Proc Natl Acad Sci U S A* 102: 18550-5, 2005.
- Nguyen MK, Kurtz I. New insights into the pathophysiology of the dysnatremias: a quantitative analysis. *Am J Physiol Renal Physiol* 287: F172-80, 2004.
- Sims ST, van Vliet L, Cotter JD, Rehrer NJ. Sodium loading aids fluid balance and reduces physiological strain of trained men exercising in the heat. *Med Sci Sports Exerc* 39: 123-30, 2007.
- Robertson HT, Pellegrino R, Pini D, Oreglia J, DeVita S, Brusasco V, Agostoni P. Exercise response after rapid intravenous infusion of saline in healthy humans. *J Appl Physiol* 97: 697-703, 2004.
- Ladell WS. The effects of water and salt intake upon the performance of men working in hot and humid environments. *J Physiol* 127: 11-46, 1955.
- Konikoff F, Shoenfeld Y, Magazanik A, Epstein J, Shapira Y. Effects of salt loading during exercise in a hot dry climate. *Biomed Pharmacother* 40: 296-300, 1986.
- Hargreaves M, Morgan TO, Snow R, Guerin M. Exercise tolerance in the heat on low and normal salt intakes. *Clin Sci (Lond)* 76: 553-7, 1989.
- Luks AM, Robertson HT, Swenson ER. An ultracyclist with pulmonary edema during the Bicycle Race Across America. *Med Sci Sports Exerc* 39: 8-12, 2007.
- Watson P, Black KE, Clark SC, Maughan RJ. Exercise in the heat: effect of fluid ingestion on blood-brain barrier permeability. *Med Sci Sports Exerc* 38: 2118-24, 2006.
- Kenefick RW, O'Moore KM, Mahood NV, Castellani JW. Rapid IV versus oral rehydration: responses to subsequent exercise heat stress. *Med Sci Sports Exerc* 38: 2125-31, 2006.
- Schweltnus MP, Nicol J, Laubscher R, Noakes TD. Serum electrolyte concentrations and hydration status are not associated with exercise associated muscle cramping (EAMC) in distance runners. *Br J Sports Med* 38: 488-92, 2004.
- Maughan RJ. The sports drink as a functional food: formulations for successful performance. *Proc Nutr Soc* 57: 15-23, 1998.
- Leiper JB. Intestinal water absorption—implications for the formulation of rehydration solutions. *Int J Sports Med* 19 Suppl 2: S129-32, 1998.
- Murray R. Rehydration strategies—balancing substrate, fluid, and electrolyte provision. *Int J Sports Med* 19 Suppl 2: S133-5, 1998.
- Maughan RJ. Restoration of water and electrolyte balance after exercise. *Int J Sports Med* 19 Suppl 2: S136-8, 1998.
- Mack GW. Recovery after exercise in the heat—factors influencing fluid intake. *Int J Sports Med* 19 Suppl 2: S139-41, 1998.
- Cheuvront SN, Carter R 3rd, Haymes EM, Sawka MN. No effect of moderate hypohydration or hyperthermia on anaerobic exercise performance. *Med Sci Sports Exerc* 38: 1093-7, 2006.

- Armstrong LE, Whittlesey MJ, Casa DJ, Elliott TA, Kavouras SA, Keith NR, Maresh CM. No effect of 5% hypohydration on running economy of competitive runners at 23 degrees C. *Med Sci Sports Exerc* 38: 1762-9, 2006.
- Cheuvront SN, Carter R 3rd, Castellani JW, Sawka MN. Hypohydration impairs endurance exercise performance in temperate but not cold air. *J Appl Physiol* 99: 1972-6, 2005.
- Nikolopoulos V, Arkinstall MJ, Hawley JA. Reduced neuromuscular activity with carbohydrate ingestion during constant load cycling. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 14: 161-70, 2004.
- Carter JM, Jeukendrup AE, Jones DA. The effect of carbohydrate mouth rinse on 1-h cycle time trial performance. *Med Sci Sports Exerc* 36: 2107-11, 2004.
- Backhouse SH, Bishop NC, Biddle SJ, Williams C. Effect of carbohydrate and prolonged exercise on affect and perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 37: 1768-73, 2005.
- Jeukendrup A, Brouns F, Wagenmakers AJ, Saris WH. Carbohydrate-electrolyte feedings improve 1 h time trial cycling performance. *Int J Sports Med* 18: 125-9, 1997.
- Palmer GS, Clancy MC, Hawley JA, Rodger IM, Burke LM, Noakes TD. Carbohydrate ingestion immediately before exercise does not improve 20 km time trial performance in well trained cyclists. *Int J Sports Med* 19: 415-8, 1998.
- Nassis GP, Williams C, Chisnall P. Effect of a carbohydrate-electrolyte drink on endurance capacity during prolonged intermittent high intensity running. *Br J Sports Med* 32: 248-52, 1998.
- Nicholas CW, Tsintzas K, Boobis L, Williams C. Carbohydrate-electrolyte ingestion during intermittent high-intensity running. *Med Sci Sports Exerc* 31: 1280-6, 1999.
- Desbrow B, Anderson S, Barrett J, Rao E, Hargreaves M. Carbohydrate-electrolyte feedings and 1 h time trial cycling performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 14: 541-9, 2004.
- Nicholas CW, Williams C, Lakomy HK, Phillips G, Nowitz A. Influence of ingesting a carbohydrate-electrolyte solution on endurance capacity during intermittent, high-intensity shuttle running. *J Sports Sci* 13: 283-90, 1995.
- Manninen AH. Hyperinsulinaemia, hyperaminoacidaemia and post-exercise muscle anabolism: the search for the optimal recovery drink. *Br J Sports Med* 40: 900-5, 2006.
- Seifert J, Harmon J, DeClercq P. Protein added to a sports drink improves fluid retention. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 16: 420-9, 2006.
- Saunders MJ, Kane MD, Todd MK. Effects of a carbohydrate-protein beverage on cycling endurance and muscle damage. *Med Sci Sports Exerc* 36: 1233-8, 2004.
- van Essen M, Gibala MJ. Failure of protein to improve time trial performance when added to a sports drink. *Med Sci Sports Exerc* 38: 1476-83, 2006.
- Romano-Ely BC, Todd MK, Saunders MJ, Laurent TS. Effect of an isocaloric carbohydrate-protein-antioxidant drink on cycling performance. *Med Sci Sports Exerc* 38: 1608-16, 2006.
- Koopman R, Pannemans DL, Jeukendrup AE, Gijzen AP, Senden JM, Halliday D, Saris WH, van Loon LJ, Wagenmakers AJ. Combined ingestion of protein and carbohydrate improves protein balance during ultra-endurance exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 287: E712-20, 2004.
- Ivy JL, Res PT, Sprague RC, Widzer MO. Effect of a carbohydrate-protein supplement on endurance performance during exercise of varying intensity. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 13: 382-95, 2003.
- Millard-Stafford ML, Sparling PB, Roskopf LB, Snow TK. Should carbohydrate concentration of a sports drink be less than 8% during exercise in the heat? *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 15: 117-30, 2005.
- Morris JG, Nevill ME, Thompson D, Collie J, Williams C. The influence of a 6.5% carbohydrate-electrolyte solution on performance of prolonged intermittent high-intensity running at 30 degrees C. *J Sports Sci* 21: 371-81, 2003.
- Carter J, Jeukendrup AE, Mundel T, Jones DA. Carbohydrate supplementation improves moderate and high-intensity exercise in the heat. *Pflugers Arch* 446: 211-9, 2003.
- Murray R, Bartoli W, Stofan J, Horn M, Eddy D. A comparison of the gastric emptying characteristics of selected sports drinks. *Int J Sport Nutr* 9: 263-74, 1999.
- Murray R, Seifert JG, Eddy DE, Paul GL, Halaby GA. Carbohydrate feeding and exercise: effect of beverage carbohydrate content. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 59: 152-8, 1989.
- Owen MD, Kregel KC, Wall PT, Gisolfi CV. Effects of ingesting carbohydrate beverages during exercise in the heat. *Med Sci Sports Exerc* 18: 568-75, 1986.
- Febbraio MA, Murton P, Selig SE, Clark SA, Lambert DL, Angus DJ, Carey MF. Effect of CHO ingestion on exercise metabolism and performance in different ambient temperatures. *Med Sci Sports Exerc* 28: 1380-7, 1996.
- Febbraio MA, Chiu A, Angus DJ, Arkinstall MJ, Hawley JA. Effects of carbohydrate ingestion before and during exercise on glucose kinetics and performance. *J Appl Physiol* 89: 2220-6, 2000.
- Mettler S, Rusch C, Colombani PC. Osmolality and pH of sport and other drinks available in Switzerland. *Schweiz ZS für Sportmedizin und Sporttraumatologie* 54: 92-5, 2006.
- Tipton KD, Wolfe RR. Protein and amino acids for athletes. *J Sports Sci* 22: 65-79, 2004.
- Watson P, Shirreffs SM, Maughan RJ. The effect of acute branched-chain amino acid supplementation on prolonged exercise capacity in a warm environment. *Eur J Appl Physiol* 93: 306-14, 2004.

Cheuvront SN, Carter R 3rd, Kolka MA, Lieberman HR, Kellogg MD, Sawka MN. Branched-chain amino acid supplementation and human performance when hypohydrated in the heat. *J Appl Physiol* 97: 1275-82, 2004.

Mittleman KD, Ricci MR, Bailey SP. Branched-chain amino acids prolong exercise during heat stress in men and women. *Med Sci Sports Exerc* 30: 83-91, 1998.

McLean DA, Graham TE. Branched-chain amino acid supplementation augments plasma ammonia responses during exercise in humans. *J Appl Physiol* 74: 2711-7, 1993.

AIS Sports Supplement Program. AIS Supplement Group Classification. Zugriff am 17. November 2006 auf der Internetseite des Australian Institute of Sport unter <http://www.ais.org.au/nutrition/SupClassification.asp>.

Faktenblätter nach Klassen. Zugriff am 26. Oktober 2006 auf der Internetseite des Fachbereichs Dopingbekämpfung des Bundesamts für Sport Magglingen unter <http://www.dopinginfo.ch/de/content/view/297/190/>.

Maughan RJ, King DS, Lea T. Dietary supplements. *J Sports Sci* 22: 95-113, 2004.

McLean C, Graham TE. Effects of exercise and thermal stress on caffeine pharmacokinetics in men and eumenorrheic women. *J Appl Physiol* 93: 1471-8, 2002.

Edge J, Bishop D, Goodman C. Effects of chronic NaHCO₃ ingestion during interval training on changes to muscle buffer capacity, metabolism, and short-term endurance performance. *J Appl Physiol* 101: 918-25, 2006.

Douroudos II, Fatouros IG, Gourgoulis V, Jamurtas AZ, Tsitsios T, Hatzinikolaou A, Margonis K, Mavromatidis K, Taxildaris K. Dose-related effects of prolonged NaHCO₃ ingestion during high-intensity exercise. *Med Sci Sports Exerc* 38: 1746-53, 2006.

Latzka WA, Sawka MN. Hyperhydration and glycerol: thermoregulatory effects during exercise in hot climates. *Can J Appl Physiol* 25: 536-45, 2000.

Volek JS, Mazzetti SA, Farquhar WB, Barnes BR, Gomez AL, Kraemer WJ. Physiological responses to short-term exercise in the heat after creatine loading. *Med Sci Sports Exerc* 33: 1101-8, 2001.

Kilduff LP, Georgiades E, James N, Minnion RH, Mitchell M, Kingsmore D, Hadjicharlambous M, Pitsiladis YP. The effects of creatine supplementation on cardiovascular, metabolic, and thermoregulatory responses during exercise in the heat in endurance-trained humans. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 14: 443-60, 2004.

Weiss BA, Powers ME. Creatine supplementation does not impair the thermoregulatory response during a bout of exercise in the heat. *J Sports Med Phys Fitness* 46: 555-63, 2006.

Mendel RW, Blegen M, Cheatham C, Antonio J, Ziegenfuss T. Effects of creatine on thermoregulatory responses while exercising in the heat. *Nutrition* 21: 301-7, 2005.

Kern M, Podewils LJ, Vukovich M, Buono MJ. Physiological response to exercise in the heat following creatine supplementation. *JEP online* 4: 18-27, 2001.

Crowe MJ, Weatherston JN, Bowden BF. Effects of dietary leucine supplementation on exercise performance. *Eur J Appl Physiol* 97: 664-72, 2006.

Van Thuyne W, Van Eenoo P, Delbeke FT. Nutritional supplements: prevalence of use and contamination with doping agents. *Nutr Res Rev* 19: 147-58, 2006.

Shing CM, Jenkins DG, Stevenson L, Coombes JS. The influence of bovine colostrum supplementation on exercise performance in highly trained cyclists. *Br J Sports Med* 40: 797-801, 2006.

Shing CM, Peake JM, Suzuki K, Okutsu M, Pereira R, Stevenson L, Jenkins D, Coombes JS. Effects of Bovine Colostrum Supplementation on Immune Variables of Highly-Trained Cyclists. *J Appl Physiol* 2006.

Gleeson M, Nieman DC, Pedersen BK. Exercise, nutrition and immune function. *J Sports Sci* 22: 115-25, 2004.

Gleeson M. Can nutrition limit exercise-induced immunodepression? *Nutr Rev* 64: 119-31, 2006.

Clancy RL, Gleeson M, Cox A, Callister R, Dorrington M, D'Este C, Pang G, Pyne D, Fricker P, Henriksson A. Reversal in fatigued athletes of a defect in interferon gamma secretion after administration of *Lactobacillus acidophilus*. *Br J Sports Med* 40: 351-4, 2006.

Walsh NP, Whitham M. Exercising in environmental extremes : a greater threat to immune function? *Sports Med* 36: 941-76, 2006.

Powers SK, DeRuisseau KC, Quindry J, Hamilton KL. Dietary antioxidants and exercise. *J Sports Sci* 22: 81-94, 2004.

Reid MB. Invited Review: redox modulation of skeletal muscle contraction: what we know and what we don't. *J Appl Physiol* 90: 724-31, 2001.

McAnulty SR, McAnulty L, Pascoe DD, Gropper SS, Keith RE, Morrow JD, Gladden LB. Hyperthermia increases exercise-induced oxidative stress. *Int J Sports Med* 26: 188-92, 2005.

Arbogast S, Reid MB. Oxidant activity in skeletal muscle fibers is influenced by temperature, CO₂ level, and muscle-derived nitric oxide. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 287: R698-705, 2004.

Uchiyama S, Tsukamoto H, Yoshimura S, Tamaki T. Relationship between oxidative stress in muscle tissue and weight-lifting-induced muscle damage. *Pflugers Arch* 452: 109-16, 2006.

Vollaard NB, Cooper CE, Shearman JP. Exercise-induced oxidative stress in overload training and tapering. *Med Sci Sports Exerc* 38: 1335-41, 2006.

Zembron-Lacny A, Szyszka K, Sobanska B, Pakula R. Prooxidant-antioxidant equilibrium in rowers: effect of a single dose of vitamin E. *J Sports Med Phys Fitness* 46: 257-64, 2006.

Bloomer RJ, Goldfarb AH, McKenzie MJ. Oxidative stress response to aerobic exercise: comparison of antioxidant supplements. *Med Sci Sports Exerc* 38: 1098-105, 2006.

Morillas-Ruiz J, Zafrilla P, Almar M, Cuevas MJ, Lopez FJ, Abellan P, Villegas JA, Gonzalez-Gallego J. The effects of an antioxidant-supplemented beverage on exercise-induced oxidative stress: results from a placebo-controlled double-blind study in cyclists. *Eur J Appl Physiol* 95: 543-9, 2005.

Morillas-Ruiz JM, Villegas Garcia JA, Lopez FJ, Vidal-Guevara ML, Zafrilla P. Effects of polyphenolic antioxidants on exercise-induced oxidative stress. *Clin Nutr* 25: 444-53, 2006.

Douglas RM, Hemila H, D'Souza R, Chalker EB, Treacy B. Vitamin C for preventing and treating the common cold. *Cochrane Database Syst Rev* CD0009802004.

Peake JM. Vitamin C: effects of exercise and requirements with training. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 13: 125-51, 2003.

Patak P, Willenberg HS, Bornstein SR. Vitamin C is an important cofactor for both adrenal cortex and adrenal medulla. *Endocr Res* 30: 871-5, 2004.

Davison G, Gleeson M. Influence of acute vitamin C and/or carbohydrate ingestion on hormonal, cytokine, and immune responses to prolonged exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 15: 465-79, 2005.

Goldfarb AH, Patrick SW, Bryer S, You T. Vitamin C supplementation affects oxidative-stress blood markers in response to a 30-minute run at 75% VO₂max. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 15: 279-90, 2005.

Herbert KE, Fletcher S, Chauhan D, Ladapo A, Nirwan J, Munson S, Mistry P. Dietary supplementation with different vitamin C doses: no effect on oxidative DNA damage in healthy people. *Eur J Nutr* 45: 97-104, 2006.

Close GL, Ashton T, Cable T, Doran D, Holloway C, McArdle F, MacLaren DP. Ascorbic acid supplementation does not attenuate post-exercise muscle soreness following muscle-damaging exercise but may delay the recovery process. *Br J Nutr* 95: 976-81, 2006.

Bryer SC, Goldfarb AH. Effect of high dose vitamin C supplementation on muscle soreness, damage, function, and oxidative stress to eccentric exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 16: 270-80, 2006.

Davison G, Gleeson M. The effect of 2 weeks vitamin C supplementation on immunoendocrine responses to 2.5 h cycling exercise in man. *Eur J Appl Physiol* 97: 454-61, 2006.

3.5.8. Wertvolle Links

www.sfsn.ch (Sprache: deutsch; Schwerpunkt: Sporternährung)

www.dopinginfo.ch (Sprache: deutsch (französisch); Schwerpunkt: Dopingprävention, Supplemente)

www.ais.org.au/nutrition (Sprache: englisch; Schwerpunkte: Sporternährung, Supplemente)

3.6. Psyche bei Hitze und Feuchtigkeit

Autor: Daniel Birrer, daniel.birrer@baspo.admin.ch

Immer wenn der Mensch aussergewöhnlichen Bedingungen ausgesetzt ist wie beispielsweise extreme Hitze, extreme Kälte, Smog oder grosse Zeitverschiebungen, bedeutet dies für seine Psyche und den Körper eine Beanspruchung oder allenfalls eine stressvolle Situation. Eine anspruchsvolle Situation wird zu einer stressvollen Situation, wenn eine Person – in einer für sie wichtigen Situation – das Gefühl hat, nicht angemessen reagieren zu können und deshalb ihre Ziele bedroht erscheinen. Die Situationen, welche in Peking zu erwarten sind, sind als potenziell stressvoll zu beurteilen.

Menschen reagieren auf Stress unterschiedlich. Um jedoch möglichst leistungsfähig zu bleiben, muss eine stressvolle Situation bewältigt werden. Weil die Wahrnehmung von Stress etwas sehr Persönliches ist, sind bei der Entstehung von Stress immer drei Elemente beteiligt: eine bestimmte Situation, die persönliche Wahrnehmung und Empfindung dieser Situation und eine psychophysische Reaktion darauf, also eine bestimmte Reaktion unseres Körpers und damit verbundene Gedanken, Gefühle sowie Handlungen (siehe Abbildung 21).

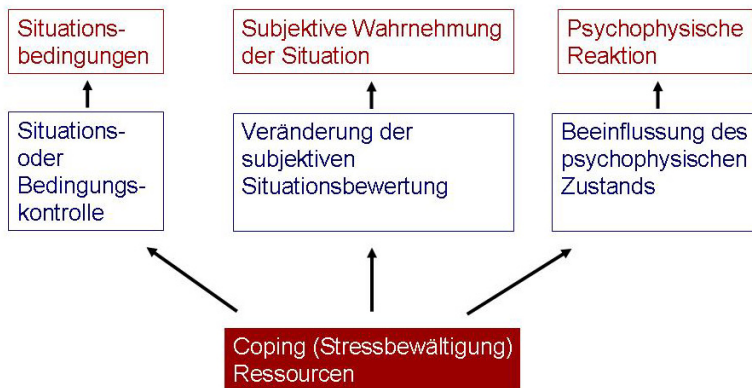


Abbildung 21: Ein Stressbewältigungsmodell mit drei Ansatzmöglichkeiten: Situationskontrolle, Veränderung der Situationsbewertung und Beeinflussung des psychophysischen Zustands

Um möglichst leistungsfähig zu bleiben, haben wir die Möglichkeit, den Hebel bei den folgenden drei Elementen anzusetzen:

- Wir können die Situationsbedingungen verändern, beispielsweise indem wir unseren Körper vorkühlen.
- Wir können unser Denken und Empfinden verändern, indem wir Situationen bewusst anders betrachten (vergleiche insbesondere Tabelle 20) oder uns genauer informieren (beispielsweise darüber, dass eine Adaptation an extreme Hitze sieben bis 21 Tage benötigt und wir auf Grund der gewählten Akklimatisationszeit am Wettkampftag topfit sein werden).
- Wir können die psycho-physische Reaktion, welche mit der Stresswahrnehmung einhergeht, zu beeinflussen versuchen (zum Beispiel ruhiges Atmen, Schultern lockern).

Die folgenden Hinweise setzen genau in diesen Bereichen an und dienen der Vorbereitung, um für die Situation an den Olympischen Spielen gerüstet zu sein.

3.6.1. Psychische Reaktionen auf die Hitze

Bevor physiologische Auswirkungen von Umgebungswechseln bewusst wahrgenommen werden, treten in aller Regel psychische Veränderungen auf. Die Psyche funktioniert sozusagen als globaler Zustandsbarometer. Je nach Person zeigt sich die Psyche sehr sensibel hinsichtlich Umgebungsveränderungen. Stimmungsveränderungen sind ein sehr guter Indikator für solche psychologischen Auswirkungen. Bekannt sind folgende Auswirkungen:

- Mit dem Anstieg der Körpertemperatur sind in der Regel negative Stimmungen verbunden.
- Physische Aktivität unter heissen Bedingungen ist mit negativen Stimmungslagen gekoppelt.
- Negative Stimmungslagen haben bei geringer und mittlerer Intensität erhöhte Pulswerte zur Folge. Dies führt dazu, dass schon geringe Belastungen als relativ anstrengend empfunden werden. Hitze-Effekte können so noch verstärkt werden.
- Die Schmerzschwelle ist bei Hitze herabgesetzt.
- Negative Stimmungen führen in aller Regel zu einer reduzierten Leistungsfähigkeit.
- Negative Stimmungen treten weniger auf, wenn genügend Flüssigkeit aufgenommen und angepasste Kleidung getragen wird.

Es ist also normal, wenn während der ersten Tage der Akklimatisierung Stimmungsbeeinträchtigungen auftreten und an sich leichte oder mittlere Belastungen subjektiv als «anstrengender» empfunden werden. Wer diese Zusammenhänge kennt, läuft meist weniger Gefahr, in der Akklimatisierungsphase verunsichert zu werden oder gar Wettkampfangst zu entwickeln.

3.6.2. Positive Beeinflussung der psychischen Reaktionen auf Hitzeexposition

Situationskontrolle

Als erste Massnahme ist es wichtig, ein (subjektives) Kontrollgefühl zu entwickeln. Wir können zwar die klimatischen Bedingungen nicht verändern, wir können jedoch die oben erwähnten Möglichkeiten zur verbesserten Anpassung an die Hitze in Angriff nehmen. Dies führt zur Gewissheit, alles getan zu haben, was die Bewältigung der Situation begünstigt und in der eigenen Macht liegt. Dieses (begrenzte) Kontrollgefühl verringert die Auswirkungen von Stress. Um dies zu verstärken, wird empfohlen, sich kleine, erreichbare Akklimatisierungsziele zu setzen und die Zielerreichung zu kontrollieren.

Persönliche Wahrnehmung der Situation

Die zweite Möglichkeit, um den mit der Hitze verbundenen Stress abzubauen, besteht darin, die Situation anders zu betrachten. Beispielsweise werden alle negativen Auswirkungen der Hitze auf die Wettkampfleistung bewusst gesammelt. Alle diese Aussagen werden dann bewusst «umbewertet». Wichtig dabei ist: Hilfreiche Umbewertungen...

- sind positiv formuliert, das heisst, sie beinhalten keine Verneinungen
- nehmen die eigenen Vorteile und Stärken auf
- betreffen die Gegenwart oder nahe Zukunft
- beinhalten das Wort «ich»
- sind lösungsorientiert beziehungsweise handlungsrelevant formuliert

Umbewertungen sollten unbedingt realistisch sein und nicht «Selbstbelügungen» beinhalten. Zudem ist es wichtig, dass auch danach gehandelt wird. Tabelle 20 zeigt einige Beispiele solcher Umbewertungen.

Negative Auswirkungen der Hitze	Positive Umbewertung
• Hitze führt zu einer verschlechterten Ausdauerleistungsfähigkeit. • Hitze führt zu einem grösseren Flüssigkeitsverlust und damit zu einer geringeren Leistungsfähigkeit. • Hitze macht mich schlapp, und ich werde gereizt. • Athleten aus Afrika, aus dem Mittelmeerraum oder aus klimatisch ähnlichen Ländern kommen mit der Hitze besser zurecht.	• Da ich mir genügend Zeit für die Hitzeadaptation eingeräumt habe, habe ich gegenüber Konkurrenten, die dies nicht gemacht haben, einen Wettbewerbsvorteil. • Ich habe die erhöhte Flüssigkeitszufuhr eingeübt und kann somit den erhöhten Flüssigkeitsbedarf abdecken. • Ich stelle mich der Hitze durch eine geplante Akklimatisierung. Deshalb sind die Beeinträchtigungen nach der Akklimatisation beseitigt. • Eine Akklimatisierung braucht immer seine Zeit. Alle anderen Athleten müssen sich auch akklimatisieren.
Eigene Aussagen •	Eigene Umformulierungen: •

Tabelle 20: Beispiele negativer Aussagen betreffend Hitze und deren Umformulierung in leistungsdienliche Aussagen

Beeinflussung des eigenen psycho-physischen Zustandes

Die dritte Möglichkeit besteht darin, den psycho-physischen Zustand zu verändern. Hitze führt in aller Regel zu negativen Stimmungen. Es ist von Vorteil, diese aktiv anzugehen. Das beginnt mit der bewussten Wahrnehmung der eigenen Stimmungslage. Man fragt sich also bewusst, wie man sich fühlt. Ist die Stimmungslage nicht so gut, sollte versucht werden, diese zu verändern. Eine einfache und sehr wirkungsvolle Methode ist es, Musik zu hören. Die Beschäftigung mit Dingen, die einem Spass machen (beispielsweise Sudoku lösen, ein spannendes Buch lesen, sich mit Freunden unterhalten, etc.), ist generell hilfreich. Es ist empfehlenswert, sich schon vor der Abreise nach Peking zu überlegen, welche Formen man anwenden wird, um sich bei guter Laune zu halten. Als wichtige Faustregel gilt: Die Aktivitäten sollen Spass machen und nicht (körperlich) belastend sein. Treten Befürchtungen auf, dass der Wettkampf nicht optimal verlaufen könnte, hat es sich als Vorteil erwiesen, bewusst Gründe zu suchen, die dafür sprechen, dass der Wettkampf erfolgreich absolviert werden wird. Diese Gründe können auch schriftlich festgehalten werden.

Langanhaltende Entspannungstechniken

Die Anwendung von Entspannungstechniken wie Autogenes Training, Progressive Muskelentspannung und Meditation führt zu ausgeglichenen Stimmungen und fördert

zudem die Erholung. Solche Techniken müssen langfristig eingeübt werden, sodass sie in Peking mit Routine angewendet werden können.

Nach einer erfolgreichen Akklimatisation gehen die negativen Stimmungen wieder zurück.

- Alles unternehmen, um die negativen Folgen der Hitze abzuschwächen
- Sich kleine Ziele für eine erfolgreiche Akklimatisierung setzen
- Negative Aussagen betreffend Hitze sammeln, diese umbewerten und dementsprechend handeln
- Aufmerksam auf die eigene Stimmung sein und Stimmungsverschlechterungen aktiv angehen
- Musik zur Stimmungsveränderung einsetzen
- Einen Plan für sinnvolle Freizeitbeschäftigung, die Spass macht, erstellen
- Bewusst Gründe suchen, weshalb eine Akklimatisierung erfolgreich sein wird
- Langanhaltende Entspannungsmethoden frühzeitig lernen und sie in Peking einsetzen

3.6.3. Literatur

Acevedo, E.O. & Ekkekakis, P. (2001). The transactional psychobiological nature of cognitive appraisal during exercise in environmentally stressful conditions. *Psychology of Sport and Exercise*, 2, 47-67.

Beedie, C.J., Terry, P.C. & Lane, A.M. (2000). The Profile of Mood States and Athletic Performance: Two meta-analyses. *Journal of Applied Sport Psychology*, 12, 49-68.

Cian, C., Koulmann, N., Barraud, P.A., Raphel, C., Jimenez, C. & Melin, B. (2000). Influences of variations in body hydration on cognitive function: Effect of hyperhydration, heat stress, and exercise-induced dehydration. *Journal of Psychophysiology*, 14, 29-36.

Gendolla, G.H.E. & Krusken, J. (2002). The joint effect of informational mood impact and performance-contingent consequences on effort-related cardiovascular response. *Journal of Personality and Social Psychology*, 83, 271-283.

Kobrick, J.L. & Johnson, R.F. (1991). Effects of hot and cold environments on military performance. In *Handbook of Military Psychology* (R. Gal and A.D. Mangelsdorff), pp. 215-232. New York: John Wiley and Sons.

Lane, A. M., Terry, P. C., Stevens, M., Barney, S., & Dinsdale, S. L. (2004). Mood responses to athletic performance in extreme environments. *Journal of Sport Sciences*, 22, 886-897.

Sonnenschein, I. (1989). *Das Kölner Psychoregulationstraining* (3. Aufl.). Köln bps-Verlag.

Woodmann, T. & Hardy, L. (2001). Stress and anxiety. In R.N. Singer, H.A. Hausenblas & C.M. Janelle (Eds.), *Handbook of sport psychology* (2nd ed., pp. 290-319). New York: Wiley.

3.7. Frauenspezifische Aspekte bei Hitze und Feuchtigkeit

Autorin: Kerstin Warnke, kerstin.warnke@kws.ch

3.7.1. Menstruationszyklus, Pille und Leistung

Der Menstruationszyklus der Frau **kann** durch Umwelteinflüsse, Stress, psychische Konflikte und Krankheit beeinflusst werden. Es gibt Frauen, die unter keinerlei Problemen in Abhängigkeit ihres Zyklus leiden und andere, die in bestimmten Phasen massgeblich beeinträchtigt sind. Dies lässt sich nicht vorhersagen. Es gibt keinen bestimmten Typus Frau, der sicherlich unter Beschwerden leiden wird und keinen sicher zu bezeichnenden Faktor, der grundsätzlich Frauen Probleme bereitet oder in Hinblick auf die Olympischen Spiele in Peking Frauen Probleme bereiten wird. Eine pauschale Empfehlung ist deshalb nicht möglich. Die Vergangenheit hat gezeigt, dass Frauen in jeder Phase des Menstruationszyklus Goldmedaillen gewonnen haben.

Aus Gesagtem lässt sich ableiten, dass Frauen, die während ihres Menstruationszyklus unter Problemen leiden, wahrscheinlich von einer Verschiebung ihrer Menstruationsphasen hin zu den Wettkampfzeitpunkten profitieren. Diese Verschiebung wird mit Hormonpräparaten erreicht, zum Beispiel mit der «Pille». Die Pille enthält Hormone, die den körpereigenen Hormonen der Frau ähnlich sind. Auf dem Markt sind heute ganz unterschiedliche Präparate erhältlich, sodass fast jede Frau eine «Pille» findet, die sie ohne Nebenwirkungen gut verträgt. Vorgängig zu einer solchen «Pilleneinnahme» ist eine Untersuchung, Beratung und Rezeptierung durch einen Frauenarzt, eine Frauenärztin notwendig. Die «Pille» ist rezeptpflichtig. Die Reaktionen des Körpers auf die «Pille» sind sehr individuell. Ein Beginn der Einnahme mit einem genügend grossen Abstand zum Hauptwettkampf (zum Beispiel ein Jahr vorher) wird empfohlen, damit die Reaktionen des Körpers bekannt sind und im Wettkampf keine unbekannten Situationen auftreten.

Ausdauersportlerinnen, die in heiss-feuchten Klimata trainieren oder in solchen Wettkämpfe bestreiten, können von einer einphasigen «Pille» profitieren. Einphasige «Pillen» haben in jeder einzelnen Tablette die gleiche Zusammensetzung von Progesteron zu Östrogen, wodurch der mehrphasige Zyklus einer Frau gewissermassen einphasig wird. Das bedeutet, dass die Schwankungen der Körpertemperatur, die durch den «normalen» Wechsel der Hormone hervorgerufen werden, oder andere mit der Menstruation gekoppelte Missempfindungen eliminiert werden können. Die Athletinnen sind dann bezüglich ihrer Adaptation an Hitze und Feuchtigkeit – zumindest theoretisch – nicht mehr von ihrem hormonellen Zyklus abhängig.

Ein weiterer Vorteil der Pille ist die Verkürzung und Reduktion der Stärke der Menstruationsblutung. Dadurch werden die Eisenspeicher von Sportlerinnen weniger entleert. Ein Vorteil für all diejenigen Frauen, die unter einem chronisch tiefen Eisenspeicher leiden.

- Neben der Empfängnisverhütung kann die «Pille» Menstruationsbeschwerden lindern sowie die Dauer und die Intensität der Monatsblutung vermindern.
- Es sind keine negativen Wirkungen auf Hitzeadaptation durch Einnahme der «Pille» bekannt. Eine günstige Beeinflussung ist wahrscheinlich.
- Wenn sich Frauen zur «Pillen»-Einnahme entscheiden, ist vorgängig eine Untersuchung, Beratung und Rezeptierung durch eine Frauenärztin, einen Frauenarzt notwendig.
- Der Beginn der Einnahme der «Pille» – unter der Anleitung einer Frauenärztin, eines Frauenarztes – empfiehlt sich ein Jahr vor dem Hauptwettkampf, damit man die Reaktionen seines Körpers kennt.

3.7.2. Hitze und Feuchtigkeit

Frauen haben in der Regel eine grössere Oberfläche im Verhältnis zu ihrer Körpermasse als Männer. Sie können durch Verdunstung Hitze schneller und besser ausgleichen: Ihre «Verdunstungsrate» ist grösser, wodurch sie eine bessere Kühlung erreichen.

Der hormonelle Zyklus der Frauen bedingt, dass sie in der Phase vor dem Eisprung generell über eine tiefere Körpertemperatur verfügen, die zudem unabhängiger von der Umgebungstemperatur ist als bei Männern. 10 bis 14 Tage vor Beginn der Menstruation (Lutealphase) steigt die Körpertemperatur, sodass theoretisch eine verminderte Toleranz gegenüber Wärme besteht. Inwiefern diese Veränderungen für Leistungssportlerinnen relevant sind, ist ungeklärt.

Die Durchsicht der verfügbaren Literatur und Statistiken zeigt, dass bei Frauen ausgeprägte Hitzschläge sehr selten auftreten. In der Literatur findet man mehrheitlich Fallbeschreibungen bei Männern, obwohl zunehmend mehr Frauen Extremsportarten betreiben.

3.7.3. Literatur

- Anderson GS, Ward R, Mekjavic IB. Gender differences in physiological reactions to thermal stress, *Eur J Appl Occup Physiol*, 71, 1995
- Cheuvront SN, Haymes EM. Thermoregulation and marathon running: biological and environmental influences, *Sport Med*, 31, 2001
- Constantini NW, Dubnov G, Lebrun CM. The Menstrual Cycle and Sport Performance, *Clinics in Sports Medicine*, 24, 2005, e51-282
- Graham TE. Thermal, metabolic, and cardiovascular changes in men and women during cold stress, *Med Sci Sports Exerc*, 20, 1988
- Gruza R, Pekkarinen H, Titov EK, Kononoff A, Hanninen O. Influence of the menstrual cycle and oral contraceptives on thermoregulatory responses to exercise in Young women, *Eur J Appl Occup Physiol*, 67 (3), 1993
- Hessemer V, Bruck K. Influence of menstrual cycle on thermoregulatory, metabolic, and heart rate responses to exercise at night, *J Appl Physiol*, 59, 1985
- Horstman DH, Christensen E. Acclimatisation to dry heat: active men versus active women, *J. Appl Physiol*, 52, 1982
- Kenny GP, Chen AA, Nurbakshs BA, Denis PM, Proulx CE, Giesbrecht GG. Moderate exercise increases postexercise thresholds for vasoconstriction and shivering, *J Appl Physiol*, 85 (4), 1998
- Kuwahara T, Inoue Y, Abe M, Sato Y, Kondo N. Effects of menstrual cycle and physical training on heat loss responses during dynamic exercise at moderate intensity in a temperate environment, *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 288, 2005
- Lopez M, Sessler DI, Walter K, Emerick T, Ozaki M. Rate and Gender dependence of the sweating, vasoconstriction, and shivering thresholds in humans, *Anesthesiology*, 80, 1994
- McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Exercise Physiology, Exercise Performance and Environmental Stress*, 501-518, 1996
- McLellan TM. Sex related differences in thermoregulatory responses while wearing protective clothing, *Eur J Appl Physiol*, 78 (1), 1998
- Sidman RD, Gallagher EJ. Exertional Heat Stroke in a Young Woman: Gender Differences in Response to Thermal stress, *Academic Emergency Medicine*, 2, 1995
- Tenaglia SA, McLellan TM, Klentrou PP. Influence of menstrual cycle and oral contraceptives on tolerance to uncompensable heat stress, *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 80, 1999
- Torii M. Maximal Sweating rate in humans, *J Hum Ergol (Tokyo)*, 24, 1995

3.8. Bekleidung in der Hitze

Autor: Thomas Burch, thomas.burch@swissolympic.ch

3.8.1. Grundsätzliches

Bei heissen Temperaturen sollte man Kleider tragen, die es ermöglichen, die produzierte Wärme abzutransportieren und die Hitze, die von aussen durch Sonnenbestrahlung entsteht, zu minimieren. Grundsätzlich sollte beim Sport in der Hitze so wenig Kleidung wie möglich getragen werden, da nackte Haut durch Abstrahlung und Verdunstung von Sch weiss am besten ermöglicht, die produzierte Körperhitze loszuwerden. Gleichzeitig muss aber auch der Schutz vor Sonnenbestrahlung beachtet werden.

Wird die Kühlung des Körpers durch die richtige Kleidung erleichtert, muss vom Körper weniger Energie zur Kühlung aufgewendet werden. Die gesparte Energie kann für die sportliche Leistung genutzt werden. Wenn Sch weiss körpernah zur Verdunstung gebracht wird, führt dies durch den Abtransport von Wärme zu Abkühlung. Jeder Sch weissstropfen, der auf den Boden fällt, ist für die Kühlung verloren.

3.8.2. Material

Die Bekleidung sollte aus leichtem, atmungsfähigem Material sein, so dass Sch weiss verdunsten kann. Stoff aus 100 Prozent Baumwolle ist eine äusserst schlechte Wahl, da Baumwolle sehr viel Sch weiss aufsaugt, der nicht verdunstet. Das Material der Bekleidung sollte aus Kunstfasern bestehen, die den Sch weiss aufnehmen, grossflächig im Kleidungsstück verteilen und diesen schnell verdunsten lassen. Dadurch entsteht ein kühlender Effekt. In die Bekleidung für das Team werden deshalb funktionelle, atmungsaktive Stoffe wie zum Beispiel Coolmax® integriert.

3.8.3. Farbe

Helle Stoffe reflektieren die Wellenlängen des Lichts besser als dunkle und reduzieren dadurch die Hitzeaufnahme von aussen.

3.8.4. Sonnenschutz

Direkte Sonneneinstrahlung kann die Haut, die Augen und das Gehirn belasten. Je stärker die UV-Strahlung (im Wasser oder im Sand um bis zu 30 Prozent erhöht, Schatten oder Wolken reduzieren nur um 50 Prozent) und je heller der Hauttyp (Typ 1 und 2: helle Haut, rotblonde und blonde Haare) ist, desto wichtiger ist der Schutz vor direkter Sonnenbestrahlung. Um gut geschützt zu sein, ist täglich Sonnencreme mit einem Schutzfaktor von mindestens 30 (auch Gesicht, Lippen und Nacken) aufzutragen. Die Anwendung richtet sich nach den Angaben des Herstellers. Eine rund herum gut schliessende Sonnenbrille mit Deklaration «100 Prozent UV-Filter» (Klasse 3 oder 4) bietet Schutz gegen die Sonnenstrahlen und vor Wind und Staub. Eine Kopfbedeckung (Mütze, Kopftuch, Hut, mit einem Sonnenschutzfaktor UPF 50+) inklusive Nackenschutz wird empfohlen.

3.8.5. Wettkampf

Die Wettkampfbekleidung ist durch den offiziellen Ausrüster des Verbandes gegeben. Die Bedürfnisse für den Wettkampf in der Hitze müssen frühzeitig mit dem Ausrüster abgesprochen werden. Neue Materialien müssen getestet werden. Ein erstmaliges Tragen am Wettkampf an den Olympischen Spielen ist nicht zu empfehlen.

3.8.6. Bekleidung und Klimaanlage

Auch wenn klimatisierte Räume oder Fahrzeuge eine willkommene Abkühlung bieten können oder sogar als Aufenthaltsraum zur Erholung oder vor dem Wettkampf gezielt genutzt werden, können sie durch den Wechsel aus einer heiss-feuchten in eine kalt-windige Umgebung für die Gesundheit ein Risiko darstellen. Deshalb sollten verschwitzte Kleider gewechselt und bei Bedarf ein warmes Oberteil angezogen werden. Deshalb immer genügend Kleider zum Wechseln und ein warmes Oberteil mitnehmen.

- Wenn Schweiß körpernah zur Verdunstung gebracht wird, führt dies durch Abtransport von Wärme zu Abkühlung.
- Wird die Kühlung des Körpers durch die richtige Kleidung erleichtert, muss vom Körper weniger Energie zur Kühlung aufgewendet werden. Die gesparte Energie kann für die sportliche Leistung genutzt werden.
- Die Bekleidung sollte aus leichtem, atmungsfähigem Material bestehen, damit Schweiß verdunsten kann.
- Helle Stoffe reflektieren die Wellenlängen des Lichtes besser als dunkle und reduzieren dadurch die Hitzaufnahme von aussen.
- Um gut geschützt zu sein, ist täglich Sonnencreme mit Schutzfaktor 30 oder höher aufzutragen.
- Immer genügend Kleider zum Wechseln mitnehmen. Begibt man sich in klimatisierte Räume, verschwitzte Kleider wechseln und bei Bedarf ein warmes Oberteil anziehen.

3.9. Möglichkeiten der Körperkühlung

Autor: Claudio Perret, claudio.perret@paranet.ch

Die körperliche Leistungsfähigkeit ist bei Hitze stark eingeschränkt. Da die Körper-Kerntemperatur bei sportlicher Betätigung in der Hitze stetig ansteigt, braucht der Körper zunehmend mehr Energie, um diese überschüssige Wärme loszuwerden. Der Körper arbeitet unökonomisch, was zu entsprechenden Leistungseinbussen führt. Um dieser Leistungsreduktion entgegenzuwirken, kommen Strategien wie Hitzeakklimatisation (siehe Kapitel 3.1) oder die Optimierung des Flüssigkeitshaushalts (siehe Kapitel 3.5) zur Anwendung. Am Wettkampftag selber ist es sinnvoll, gezielte Massnahmen für die Kühlung vor (Vorkühlung) beziehungsweise während des Wettkampfs zu ergreifen, um die Leistungsfähigkeit zu optimieren. Solche Massnahmen sind insbesondere für Wettkämpfe von über 30 Minuten Dauer von Vorteil. Im Gegensatz dazu können sich Vorkühlungsmassnahmen bei sehr kurzen Einsatzzeiten (zum Beispiel Sprint) negativ auf die Leistungsfähigkeit auswirken. Es gilt also von Fall zu Fall abzuwägen, ob und welche Art von Kühlung zur Anwendung kommt. Nachfolgend werden die Vor- und Nachteile verschiedener Möglichkeiten diskutiert. Dabei wird zwischen Massnahmen zur Kühlung vor und solchen während des Wettkampfs unterschieden.

3.9.1. Vorkühlung

Durch eine Körperkühlung vor dem Wettkampf kann eine tiefere Körper-Kerntemperatur beim Wettkampfstart erreicht werden, das heisst, der Athlet wird während des Wettkampfs weniger schnell «aufgeheizt». Die durch die Hitze bedingte Leistungseinbusse setzt zu einem späteren Zeitpunkt ein und der Sportler ist somit in der Lage, eine bessere Wettkampf-Leistung zu erbringen. Der Körper darf dabei nicht zu schnell abgekühlt werden, da er sonst auf Wärmeproduktion umstellt. Nachfolgend werden verschiedene Möglichkeiten zur Vorkühlung aufgeführt. Obwohl der Nutzen einer entsprechenden Vorkühlung unbestritten ist, bleibt aus wissenschaftlicher Sicht nach wie vor unklar, welche Vorkühlungsstrategie für welche Sportart die effektivste ist (siehe Tabelle 21). Dies liegt unter anderem daran, dass es kaum Studien gibt, welche wettkampfnähe Bedingungen berücksichtigen. Das macht detaillierte Empfehlungen schwierig. Es versteht sich daher von selbst, dass Vorkühlungs-Massnahmen frühzeitig ausprobiert und auf die individuellen Bedürfnisse abgestimmt werden müssen, bevor Sie an wichtigen Wettkämpfen zum Einsatz kommen.

Vorteile	Nachteile	Weitere Bemerkungen	Empfehlung
Reduziertes Einlaufen, Aufwärmen			
- einfach zu bewerkstelligen - Kombination mit anderen Vorkühlungsmassnahmen (Kühlweste, Bekleidung) möglich	Gefahr von Verletzungen möglicherweise erhöht	wenn möglich logistische Gegebenheiten ausnützen (z.B. Halle, Schatten)	++
Kühlende und reflektierende Bekleidung			
- problemlos anwendbar - kann während des Einlaufens und im Wettkampf getragen werden	noch keine fundierten wissenschaftlichen Daten vorhanden	- Masskonfektion notwendig - Entsprechende Möglichkeiten in Abklärung (Stand Mai 2007)	++
Kühlwesten, Eiswesten			
- feldtauglich - einfach und günstig (ca. \$ 200) - kann gut während des	- Tragkomfort nicht immer gegeben - während des Wettkampfs zum Teil nicht erlaubt (vgl.	Kühlweste sollte gut sitzen und entsprechende Bewegungsfreiheit erlauben (richtige Grösse	++

Einlaufens oder auch während des Wettkampfs (z.B. Pausen beim Beachvolleyball) eingesetzt werden - gezielt lokale Kühlung möglich - in verschiedenen Grössen erhältlich - innert kurzer Zeit wieder einsetzbar	OS 2004 in Athen: Beachvolleyball) → Abklärung nötig	wählen - Kühldauer ca. 2 Stunden - Logistik vorher abklären - Produkte-Infos z.B. unter http://www.arcticheatusa.com oder http://www.coolvest.com	
Bad im kühlen Wasser (20-24°C), kalte Dusche (60 min)			
- einfache, günstige und effektive Methode - Abkühlung kann kontinuierlich erfolgen (z.B. ausgehend von 29°C runterkühlen auf 22°C)	- relativ zeitaufwändig (30 bis 60 min) - zum Teil logistisch im Zusammenhang mit Wettkämpfen nicht gut möglich - gesamter Körper und nicht nur einzelne Muskelgruppen werden abgekühlt	- logistische Gegebenheiten frühzeitig abklären - leere Abfall-Container, Fässer als Behälter geeignet, evtl. Wasser mit Eis auf entsprechende Temperatur kühlen	+
Kaltluft, Ventilatoren			
- einfache Methode	- zeitaufwändig (bis 2 Stunden) - Zeit für «Wiederaufwärmung» nötig - wird subjektiv oft als unangenehm empfunden (Erkältungsgefahr?) - Stromanschluss nötig	Kühleffekt, der erreicht wird (Senkung der Körperkerntemperatur um 0.3°) steht in keinem Verhältnis zum Zeitaufwand (2 Stunden)	-
Kühlräume, Kühlschränke			
- gute Kühlung	- logistisch schwer zu bewerkstelligen (Stromanschluss nötig) - oft als unangenehm empfunden («Temperaturschock») - gesamter Körper und nicht nur einzelne Muskelgruppen werden abgekühlt - Zeit für «Wiederaufwärmung» nötig	logistische Gegebenheiten, Transport frühzeitig abklären	-
CoreControl™			
- einfach anzuwenden - im Wettkampf bleibt aktive Muskulatur warm - kann auch für das Kühlen der Füsse eingesetzt werden (z.B. im Rollstuhlsport)	- Kosten relativ hoch (ca. \$ 3000) - nur Studien während Belastung - könnte sich auch kontraproduktiv (Gegenregulation) auswirken	Produkte-Infos unter http://www.avacore.com	-

++ sehr empfohlen; + empfohlen; - nicht empfohlen

Tabelle 21: Möglichkeiten zur Vorkühlung

3.9.2. Kühlung während des Wettkampfs

Das Ziel der Kühlung während des Wettkampfs besteht darin, die Hauttemperatur beziehungsweise die Körper-Kerntemperatur so tief wie möglich zu halten und/oder die Schweißverdunstung zu begünstigen. Dadurch wird die Wärmespeicherkapazität des Körpers erhöht. Es dauert also länger, bis die kritische Körpertemperatur erreicht wird, was mit einer erhöhten Ausdauerleistungsfähigkeit gleichbedeutend ist. Für die Kühlung während des Wettkampfs sollte vor allem der Teil des Körpers gekühlt werden, der nicht aktiv an der für die Sportart nötigen Bewegung beteiligt ist (meist der Oberkörper). Zu diesem Zweck stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung (vergleiche Tabelle 22).

Vorteile	Nachteile	Weitere Bemerkungen	Empfehlung
kühlende und reflektierende Bekleidung			
• problemlos anwendbar • kann während des Einlaufens und im Wettkampf getragen werden	• noch keine fundierten wissenschaftlichen Daten vorhanden	• Masskonfektion notwendig • Entsprechende Möglichkeiten in Abklärung (Stand Mai 2007)	++
Liquid Ice TM			
• einfach anzuwenden • günstig • wieder verwendbar	• evtl. zu klein für grossflächige Kühlung • noch keine eindeutigen Studienergebnisse vorhanden	• Kühldauer ca. 2 Stunden • Mögliche Projekte zur Datenerhebung werden geprüft (Stand Mai 2007) • Produkte-Infos unter http://www.liquidice.ch	++
Hautkühlung mit Schwämmen, Sprays			
• kann während des Wettkampfs eingesetzt werden • subjektiv als positiv empfunden	• keine Senkung der Körper-Kerntemperatur	• evtl. psychologischer Effekt?	+
Kühlwesten			
• kann in den Pausenzeiten während eines Wettkampfs getragen werden (z.B. Tennis, Beachvolleyball) • günstig (ca. \$ 200) und einfach anzuwenden • kann auch während des Einlaufens eingesetzt werden • gezielt lokale Kühlung möglich • in verschiedenen Grössen erhältlich • innert kurzer Zeit wieder einsetzbar	• Tragkomfort nicht immer gegeben • während des Wettkampfs zum Teil nicht erlaubt (vgl. OS 2004 in Athen: Beachvolleyball) → Abklärung nötig	• Kühlweste sollte gut sitzen und entsprechende Bewegungsfreiheit erlauben (richtige Grösse wählen!) • Kühldauer ca. 2 Stunden • Logistik vorher abklären • Produkte-Infos z.B. unter http://www.arcticheatusa.com oder http://www.coolvest.com	+

Helme, Kopfbedeckung			
• einfach anzuwenden • Kombination mit Reflektoren möglich • mit Helm zusätzliche Kühlung durch Fahrtwind	• keine fundierten wissenschaftlichen Daten vorhanden • Problem «Sponsor» (verschiedene Helmformen, etc.)	• aussagekräftige Studien notwendig	+

++ sehr empfohlen; + empfohlen

Tabelle 22: Möglichkeiten zur Kühlung während des Wettkampfs

- Die körperliche Leistungsfähigkeit ist bei Hitze deutlich eingeschränkt. Es empfiehlt sich daher, geeignete Massnahmen zur Körperkühlung vor und während des Wettkampfs zu ergreifen.

3.9.3. Literatur

- Arrngimsson SA, Pettitt DS, Stueck MG, Jorgensen DK, Cureton KJ: Cooling vest worn during active warm-up improves 5-km run performance in the heat. *J Appl Physiol* 96: 1867-1874, 2004.
- Booth J, Marino F, Ward JJ: Improved running performance in hot humid conditions following whole body precooling. *Med. Sci. Sports Exerc.* 29: 943-949, 1997.
- Cotter JD, Sleivert GG, Roberts WS, Febbraio MA: Effect of pre-cooling, with and without thigh cooling, on strain and endurance exercise performance in the heat. *Comp Biochem Physiol A Mol. Integr. Physiol.* 128: 667-677, 2001.
- Grahn DA, Cao VH, Heller HC: Heat extraction through the palm of one hand improves aerobic exercise endurance in a hot environment. *J. Appl. Physiol.* 99: 972-978, 2005.
- Hagobian TA, Jacobs KA, Kiratli BJ, Friedlander AL: Foot cooling reduces exercise-induced hyperthermia in men with spinal cord injury. *Med. Sci. Sports Exerc.* 36: 411-417, 2004.
- Hsu AR, Hagobian TA, Jacobs KA, Attallah H, Friedlander AL: Effects of heat removal through the hand on metabolism and performance during cycling exercise in the heat. *Can. J. Appl. Physiol.* 30: 87-104, 2005.
- Lee DT, Haymes EM: Exercise duration and thermoregulatory responses after whole body precooling. *J. Appl. Physiol.* 79: 1971-1976, 1995.
- Marino FE: Methods, advantages, and limitations of body cooling for exercise performance. *Br. J. Sports Med.* 36: 89-94, 2002.
- Mitchell JB, McFarlin BK, Dugas JP: The effect of pre-exercise cooling on high intensity running performance in the heat. *Int. J. Sports Med.* 24: 118-124, 2003.
- Price MJ, Mather MI: Comparison of lower- vs. upper-body cooling during arm exercise in hot conditions. *Aviat Space Environ Med.* 75: 220-226, 2004.
- Quod MJ, Martin DT, Laursen, PB: Cooling athletes before competition in the heat. Comparison of techniques and practical considerations. *Sports Med* 35: 671-682, 2006.
- Sleivert GG, Cotter JD, Roberts WS, Febbraio MA: The influence of whole-body vs. torso pre-cooling on physiological strain and performance of high-intensity exercise in the heat. *Comp Biochem Physiol A Mol. Integr. Physiol.* 128: 657-666, 2001.
- Webborn N, Price MJ, Castle PC, Goosey-Tolfrey VL: Effects of two cooling strategies on thermoregulatory responses of tetraplegic athletes during repeated intermittent exercise in the heat. *J. Appl. Physiol.* 98: 2101-2107, 2005.
- Webster J, Holland EJ, Sleivert G, Laing RM, Niven BE: A light-weight cooling vest enhances performance of athletes in the heat. *Ergonomics* 48: 821-837, 2005.
- Wilson TE, Johnson SC, Petajan JH, Davis SL, Gappmaier E, Luetkemeier MJ, White AT: Thermal regulatory responses to submaximal cycling following lower-body cooling in humans. *Eur. J. Appl. Physiol.* 88: 67-75, 2002.

3.10. Luftverschmutzung

Autor: Beat Villiger, beat.villiger@paranet.ch

Die extreme Luftverschmutzung an den Wettkampforten der Olympischen Spiele in Peking machen gezielte Gegenmassnahmen notwendig. Wir unterscheiden dabei Massnahmen gegen gasförmige Substanzen (O_3 , NO_x , SO_2) und gegen Staub (Feinstaub).

3.10.1. Akklimationisation

Bereits 1986 konnte gezeigt werden, dass sich unser Organismus an das Ozon teilweise adaptieren kann. In Gegensatz zur Adaptation an die Hitze, die zehn bis 14 Tage dauert, ist die Ozon-Adaptation bereits nach vier bis fünf Tagen abgeschlossen und bleibt für zwei bis drei Wochen erhalten. Die für die Adaptation verantwortlichen Mechanismen sind vielfältig und im Detail noch nicht bekannt. Aufgrund neuer Daten scheint eine tägliche Exposition von vier Stunden zu genügen. Eine gleichzeitige körperliche Belastung ist nicht notwendig, verringert aber die für die Adaptation notwendige Expositionszeit. Durch die Adaptationsvorgänge kommt es zu einer geringeren entzündlichen Reaktion der Schleimhäute auf die Inhalation von Ozon und zu einer Verminderung der lungenfunktionellen Störungen, insbesondere der Auslösung eines Bronchospasmus (asthmatischer Bronchialkrampf).

Ähnliche Adaptationsvorgänge sind für Stickoxide (NO_x) nur bei sehr hohen Konzentrationen bekannt, für Schwefeldioxid (SO_2) fehlen sie vollständig.

Auch an Feinstaub kann man sich nicht adaptieren. Die Wirkung wird allein durch die Konzentration und die Zusammensetzung bestimmt.

- Die Adaptation an Ozon scheint zumindest teilweise möglich. Sie ist nach vier bis fünf Tagen abgeschlossen. Ähnliche Vorgänge sind für NO_x bekannt. An SO_2 und Feinstaub kann man sich nicht adaptieren.

3.10.2. Outdoor-Training

3.10.2.1. Ozon

Längere Outdoor-Trainingseinheiten sollten wegen der tieferen Ozon-Konzentrationen in die frühen Morgenstunden und späten Abendstunden oder in den Indoor-Bereich verlegt werden. Eine Verlegung in städtische Randgebiete ist nicht ratsam, da dort die Schadstoffwerte im Vergleich zu den Stadtzentren noch höher liegen.

Gegen kürzere Outdoor-Trainings (unter einer Stunde) ist nach einer vier- bis fünftägigen Adaptations-Phase auch bei hohen Ozonwerten (über $200 \mu g/m^3$) nichts einzuwenden, falls kein Asthma vorliegt oder das Training subjektiv ohne wesentliche Symptome ertragen wird. Leider ist die Schutzwirkung der üblichen Schutzmasken bei gasförmigen Schadstoffen gering, da die Masken primär für den Schutz gegen kleine Partikel konstruiert sind (Stäube etc.) und Gase durchlassen. Aufgrund des hohen Atemwiderstandes sind die kommerziell erhältlichen, für Athleten geeigneten Gasfiltermasken nur in Ruhe und bei extensivem Training einsetzbar. Bei höheren Intensitäten können sie aber nicht mehr getragen werden, da sie die Atmung zu stark behindern. Geeignete Filtermasken werden zurzeit getestet.

3.10.2.2. Feinstaub

In Ruhe und bei extensivem Training reduzieren Feinstaub-Filter die schädliche Wirkung. Bei höheren Intensitäten können sie aber wie die Gasfilter nicht mehr getragen werden, da sie die Atmung zu stark behindern. Grobpartikel-Filtermasken haben **keine** Wirkung. Geeignete Feinstaub-Filtermasken werden zurzeit getestet.

3.10.2.3. Wann sollten Schadstoff-Filter getragen werden?

Das IOC hat kürzlich festgelegt, dass an den Olympischen Spielen während der unmittelbaren Wettkampfvorbereitung (nicht näher definiert) und während des Wettkampfs keine Filter getragen werden dürfen. Aus diesem Grunde beschränkt sich das Tragen der Filtermasken auf die Outdoor-Trainingszeit respektive die Outdoor-Freizeit. Ein definitiver Einsatzplan wird in Zusammenarbeit mit den Kollegen aus den USA und dem BUWAL auf Grund der Testergebnisse im Herbst 2007 festgelegt.

- Feinstäube und Reizgase werden nur von speziellen Schadstoff-Filtermasken zurückgehalten. Auf Grund des hohen Atemwiderstands sind sie aber nur in Ruhe und bei niederen Belastungsintensitäten einsetzbar.

3.10.3. Atemfunktionsunterstützende Substanzen

Bei hohen Ozonwerten kommt es zur Bildung von aggressiven Radikalen und Sauerstoffverbindungen. Zur Reduktion der dadurch entstehenden Entzündung der Schleimhäute und der Lunge sind neben der entsprechenden Anpassung der Ernährung (siehe Kapitel 3.10.4) folgende «Antioxidantien» zur Unterstützung der körpereigenen Schutzmechanismen geeignet: Vitamin E und C als tägliche Supplementation. Bei Ozonempfindlichen Athleten und Asthmatikern ist die zusätzliche Einnahme von N-Acetylcystein und Omega-III-Fettsäuren («Fischöl») dringend zu empfehlen. Bei sehr hohen Ozonkonzentrationen kann der zusätzliche Einsatz von Leucotrienantagonisten (spezielle, lungenwirksame Entzündungshemmer) nach Rücksprache mit dem ärztlichen Dienst diskutiert werden.

Für alle medikamentösen Massnahmen und Supplemente gilt, dass mit der Einnahme mindestens ein bis vier Wochen vor Abreise begonnen werden muss und sie vorgängig auf Nebenwirkungen zu testen sind (wenn möglich nicht in der unmittelbaren Vorbereitungsphase!).

Bei hohen Feinstaubwerten scheinen für eine Reduktion der entzündlichen Prozesse in der Lunge die gleichen Massnahmen wie bei den Reizgasen geeignet (siehe Ozon): Anpassung der Ernährung, atemwegschützende Supplemente oder in schweren Fällen anti-entzündliche Medikamente.

- Durch eine atemwegschützende Ernährung, Supplemente und spezielle Medikamente (nur nach Rücksprache mit dem ärztlichen Dienst) können die schädlichen Wirkungen der Luftschadstoffe reduziert werden.

3.10.4. Ernährung

Autor: Christof Mannhart, christof.mannhart@baspo.admin.ch

Die je nach Standort in Peking anzutreffenden, hohen Konzentrationen von Stickoxiden, Schwefeloxiden, Ozon und Feinstaub in der Luft in Verbindung mit der Hitze führen zu aggressiven Radikalen und Sauerstoffverbindungen, die entzündliche Prozesse hervorrufen können. Derartige durch Schadstoffe ausgelöste Prozesse können auch diverse Atemfunktionen beeinträchtigen. Befinden sich in und an der Oberfläche der Atemwege auskleidenden Schleimhäute genügend Substanzen, die durch Schadstoffe entstehende aggressive Radikale und Sauerstoffverbindungen abfangen können, scheint es möglich, die Beeinträchtigung der Atemfunktion zu reduzieren. In Absprache mit der behandelnden Ärztin, dem behandelnden Arzt können Personen, die bei Luftverschmutzung mit stark eingeschränkten Atemfunktionen reagieren, im Umfeld der Olympischen Spiele die in

Tabelle 23 aufgeführten, atemfunktions-unterstützenden Substanzen auf deren individuelle Wirkung und Verträglichkeit austesten.

Substanzen	mögliche Dosierung	Anwendungsdauer
• Früchte-, Gemüsekonzentrate	?	Wochen vor und während der Luftverschmutzung
• Vitamin C	1 – 4 x 500 mg pro Tag	7 Tage vor und erste 7 Tage während Luftverschmutzung
• Vitamin E	1 x 100 – 300 mg pro Tag	7 Tage vor und erste 7 Tage während Luftverschmutzung
• N-Acetyl-Cystein	1 – 3 x 600 mg pro Tag	7 Tage vor und erste 7 Tage während Luftverschmutzung
• Fischöle (EPA + DHA)	2 – 3 g EPA + DHA pro Tag	ca. 4 Wochen vor und während der Luftverschmutzung

Tabelle 23: Atemfunktionsunterstützende Substanzen

Neben diesen Einzelsubstanzen häufen sich die Hinweise, dass die empfohlenen zwei faustgrossen Portionen Früchte oder drei faustgrossen Portionen Gemüse in frischer Form oder in Saftform Vielstoff-Gemischen entsprechen, die beachtliches atemfunktions-schützendes Potential aufweisen.

- Personen, die bei Luftverschmutzung mit stark eingeschränkter Lungenfunktion reagieren, können im Umfeld der Olympischen Spiele in Absprache mit der behandelnden Ärztin, dem behandelnden Arzt atemfunktions-unterstützende Substanzen auf deren Wirkung und Verträglichkeit austesten.

3.10.4.1.Literatur

- Florida-James G, Donaldson K, Stone V. Athens 2004: the pollution climate and athletic performance. J Sports Sci 22: 967-80; discussion 980, 2004.
- Gurgueira SA, Lawrence J, Coull B, Murthy GG, Gonzalez-Flecha B. Rapid increases in the steady-state concentration of reactive oxygen species in the lungs and heart after particulate air pollution inhalation. Environ Health Perspect 110: 749-55, 2002.
- Brunekeef B, Holgate ST. Air pollution and health. Lancet 360: 1233-42, 2002.
- Furst A. Can nutrition affect chemical toxicity? Int J Toxicol 21: 419-24, 2002.
- Kelly FJ. Dietary antioxidants and environmental stress. Proc Nutr Soc 63: 579-85, 2004.
- Hu G, Cassano PA. Antioxidant nutrients and pulmonary function: the Third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III). Am J Epidemiol 151: 975-81, 2000.
- Romieu I. Nutrition and lung health. Int J Tuberc Lung Dis 9: 362-74, 2005.
- Mickleborough TD, Rundell KW. Dietary polyunsaturated fatty acids in asthma- and exercise-induced bronchoconstriction. Eur J Clin Nutr 59: 1335-46, 2005.
- Mickleborough TD, Murray RL, Ionescu AA, Lindley MR. Fish oil supplementation reduces severity of exercise-induced bronchoconstriction in elite athletes. Am J Respir Crit Care Med 168: 1181-9, 2003.
- Mickleborough TD, Lindley MR, Ionescu AA, Fly AD. Protective effect of fish oil supplementation on exercise-induced bronchoconstriction in asthma. Chest 129: 39-49, 2006.
- Walser B, Giordano RM, Stebbins CL. Supplementation with omega-3 polyunsaturated fatty acids augments brachial artery dilation and blood flow during forearm contraction. Eur J Appl Physiol 97: 347-54, 2006.
- Dekhuijzen PN. Antioxidant properties of N-acetylcysteine: their relevance in relation to chronic obstructive pulmonary disease. Eur Respir J 23: 629-36, 2004.

Decramer M, Rutten-van Molken M, Dekhuijzen PN, Troosters T, van Herwaarden C, Pellegrino R, van Schayck CP, Olivieri D, Del Donno M, De Backer W, Lankhorst I, Ardia A. Effects of N-acetylcysteine on outcomes in chronic obstructive pulmonary disease (Bronchitis Randomized on NAC Cost-Utility Study, BRONCUS): a randomised placebo-controlled trial. *Lancet* 365: 1552-60, 2005.

Medved I, Brown MJ, Bjorksten AR, Leppik JA, Sostaric S, McKenna MJ. N-acetylcysteine infusion alters blood redox status but not time to fatigue during intense exercise in humans. *J Appl Physiol* 94: 1572-82, 2003.

Medved I, Brown MJ, Bjorksten AR, Murphy KT, Petersen AC, Sostaric S, Gong X, McKenna MJ. N-acetylcysteine enhances muscle cysteine and glutathione availability and attenuates fatigue during prolonged exercise in endurance-trained individuals. *J Appl Physiol* 97: 1477-85, 2004.

Reid MB, Stokic DS, Koch SM, Khawli FA, Leis AA. N-acetylcysteine inhibits muscle fatigue in humans. *J Clin Invest* 94: 2468-74, 1994.

Matuszczak Y, Farid M, Jones J, Lansdowne S, Smith MA, Taylor AA, Reid MB. Effects of N-acetylcysteine on glutathione oxidation and fatigue during handgrip exercise. *Muscle Nerve* 32: 633-8, 2005.

Sadowska AM, Manuel-Y-Keenoy B, De Backer WA. Antioxidant and anti-inflammatory efficacy of NAC in the treatment of COPD: discordant in vitro and in vivo dose-effects: a review. *Pulm Pharmacol Ther* 20: 9-22, 2007.

Rhoden CR, Lawrence J, Godleski JJ, Gonzalez-Flecha B. N-acetylcysteine prevents lung inflammation after short-term inhalation exposure to concentrated ambient particles. *Toxicol Sci* 79: 296-303, 2004.

Nielsen HB, Kharazmi A, Bolbjerg ML, Poulsen HE, Pedersen BK, Secher NH. N-acetylcysteine attenuates oxidative burst by neutrophils in response to ergometer rowing with no effect on pulmonary gas exchange. *Int J Sports Med* 22: 256-60, 2001.

Mudway IS, Behndig AF, Helleday R, Pourazar J, Frew AJ, Kelly FJ, Blomberg A. Vitamin supplementation does not protect against symptoms in ozone-responsive subjects. *Free Radic Biol Med* 40: 1702-12, 2006.

Sienra-Monge JJ, Ramirez-Aguilar M, Moreno-Macias H, Reyes-Ruiz NI, Del Rio-Navarro BE, Ruiz-Navarro MX, Hatch G, Crissman K, Slade R, Devlin RB, Romieu I. Antioxidant supplementation and nasal inflammatory responses among young asthmatics exposed to high levels of ozone. *Clin Exp Immunol* 138: 317-22, 2004.

Peake J, Suzuki K. Neutrophil activation, antioxidant supplements and exercise-induced oxidative stress. *Exerc Immunol Rev* 10: 129-41, 2004.

Bendich A. From 1989 to 2001: what have we learned about the "biological actions of beta-carotene"? *J Nutr* 134: 225S-230S, 2004.

Paolini M, Abdel-Rahman SZ, Sapone A, Pedulli GF, Perocco P, Cantelli-Forti G, Legator MS. Beta-carotene: a cancer chemopreventive agent or a co-carcinogen? *Mutat Res* 543: 195-200, 2003.

3.11. Zeitverschiebung, Jetlag

Autorin: Kerstin Warnke, kerstin.warnke@kws.ch

Jedes Individuum ist zeitlichen Schwankungen seiner Leistungsfähigkeit unterworfen. Je besser trainiert eine Person ist, desto weniger Schwankungen lassen sich im Leistungsprofil ihres Tagesverlaufes verzeichnen. Reisen in andere Zeitzonen führen bis zur Adaptation zu reduzierter Leistungsfähigkeit auf allen Ebenen. Die Phase der Adaptation kann beschleunigt werden, in dem mit den Anpassungsprozessen bereits in der Schweiz begonnen wird. Folgende Berechnungen sind dafür notwendig.

1. Berechnen des Körpertemperatur-Minimums

Zur Berechnung der zeitlichen Umstellung muss zuerst der individuelle Chronotyp (Nachttyp oder Morgentyp) ermittelt werden. Auf der Internet Seite www.imp-muenchen.de/?chronobiology ist ein Fragebogen aufgeschaltet. Sobald dieser ausgefüllt und abgeschickt ist, erhält man seinen individuellen Chronotyp kostenlos zugestellt. Der Autor dieser Internetseite ist einer der führenden Wissenschaftler im Bereich Chronobiologie.

2. Planung der Zeitumstellung

Mehr als 85 Prozent derjenigen, die diesen Bogen ausfüllen, gehören zu den Normaltypen oder moderaten Fröhlypen. Sie können das in den Abbildungen 22 bis 26 (siehe unten) empfohlene Schema ohne Abänderungen übernehmen. Extreme Nachtmenschen müssen dagegen früher mit der Umstellung beginnen, das heisst am Tag 5 vor Abflug um 7 Uhr aufstehen und am Tag 4 vor Abflug um 6 Uhr aufstehen. Am Tag 3 vor Abflug können sie dann das unten aufgeführte Schema übernehmen. Alle extremen Spätytypen senden bitte ihren Chronotyp an: Dr. med. Kerstin Warnke, Schulthess Klinik, Lengghalde 2, 8008 Zürich, kerstin.warnke@kws.ch.

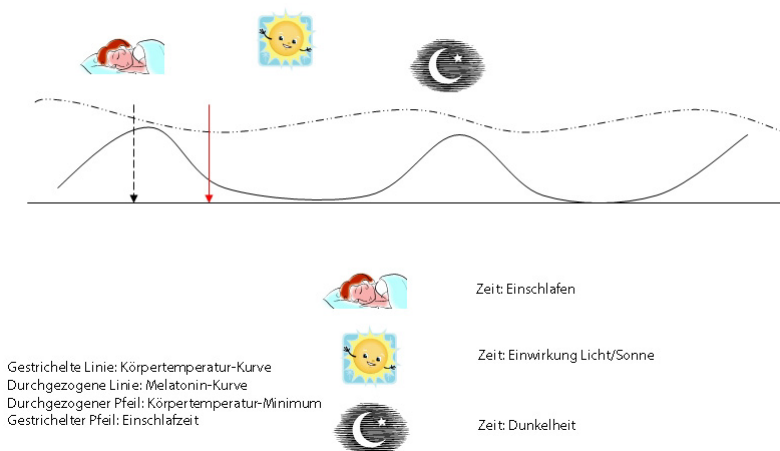


Abbildung 22: Ausgangssituation. Normal Einschlafen 23 bis 24 Uhr; Aufstehen 6 bis 8 Uhr; Körpertemperatur-Minimum 3 bis 5 Uhr.

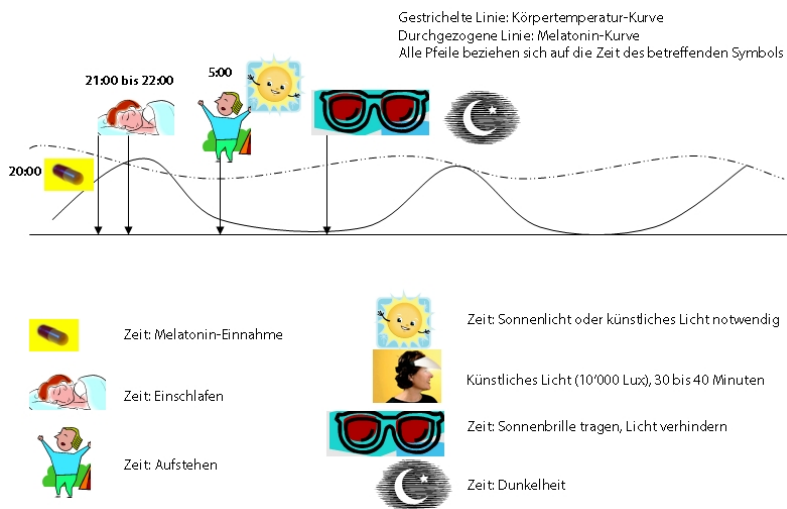


Abbildung 23: Drei Nächte vor Abflug nach China: Uhr um eine Stunde vorstellen, mit Hilfe einer Tablette Melatonin à 3 mg (Melatonin kann, muss aber nicht eingenommen werden! Es erleichtert die Umstellung der inneren Uhr).

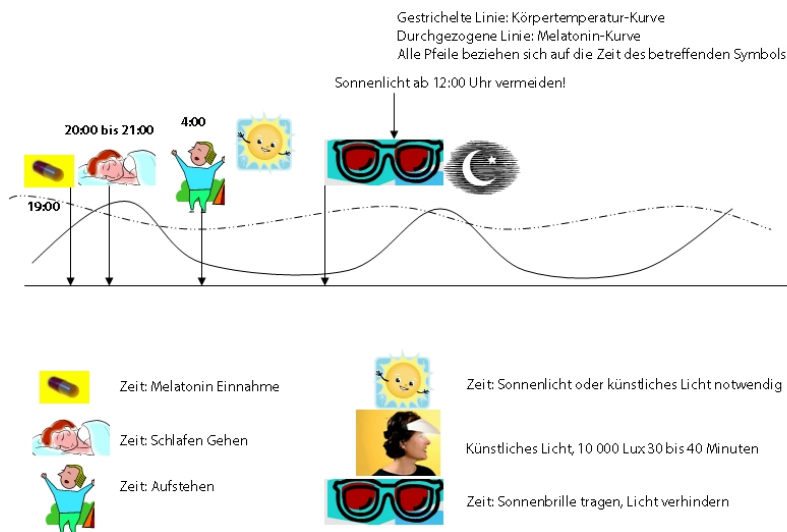


Abbildung 24: Zwei Nächte vor Abflug nach China: Uhr um eine weitere Stunde vorstellen mit Hilfe einer Tablette Melatonin à 3 mg.

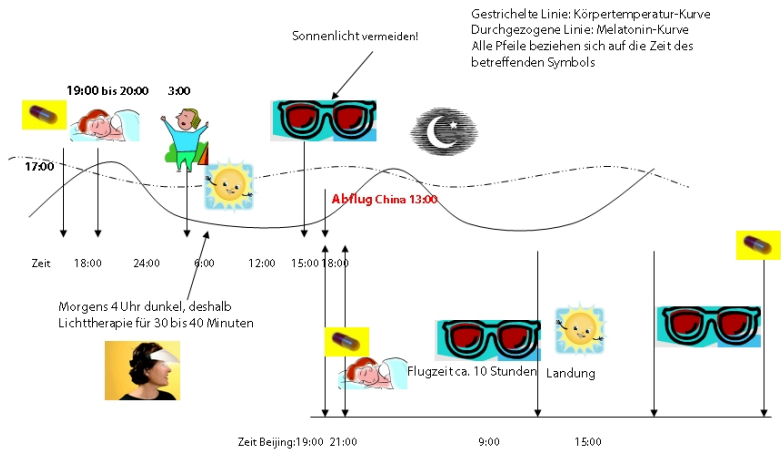


Abbildung 25: Nacht vor dem Abflug nach China, Verhalten während des Flugs und Ankunft in China: Uhr um eine weitere Stunde vorstellen mit Hilfe einer Tablette Melatonin à 3 mg.

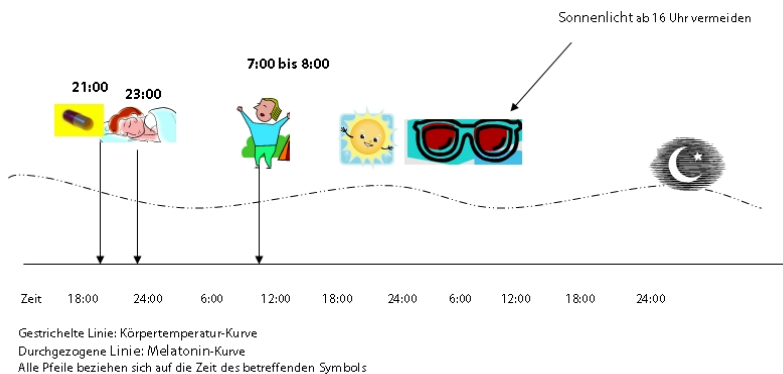


Abbildung 26: Erster (Ankunft), zweiter und dritter Tag in China, danach adaptiert ohne Melatonin.

3.11.1. Melatonin

Melatonin ist ein Hormon, welches schlaffördernd wirkt, ohne dass am nachfolgenden Morgen Müdigkeitssymptome auftreten. Gleichzeitig hilft dieses Hormon, die innere Uhr umzustellen. Der Mechanismus der letztgenannten Wirkung ist unbekannt. Da Melatonin nicht an Schwangeren und Kindern getestet wurde, sollten diese kein Melatonin einnehmen. Wir empfehlen die Einnahme von Melatonin zur besseren Zeitumstellung. Es besteht aber kein Zwang Melatonin einzunehmen. Das abgebildete Schema (siehe Abbildungen 22 bis 26, oben) kann auch ohne Melatonin-Einnahme zur Zeitadaptation eingesetzt werden. Melatonin erleichtert die Umstellung lediglich.

3.11.2. Licht

Licht als äusserer Zeitgeber ist im Prozess der Zeitumstellung wichtig. Da man davon ausgehen kann, dass zu gewissen Zeitpunkten, an denen die Einwirkung von Licht notwendig ist, eventuell noch keine Sonne scheint, sind künstliche Lichtquellen notwendig. Die Stärke dieser Lichtquelle sollte 10'000 Lux betragen und nur wenig blauweißes Licht enthalten.

Ebenso wie Licht zu bestimmten Zeitpunkten erwünscht ist, ist es zu anderen Zeitpunkten unerwünscht. Deshalb sind Sonnenbrillen, die das Licht abdunkeln (Hersteller geben das Ausmass der Abdunkelung in der Regel an, bitte danach erkundigen) wichtig. Immer, wenn in den Abbildungen 22 bis 26 das Zeichen für Sonnenbrille aufgeführt ist, sollte die Sonnenbrille konsequent getragen werden. Ist eine Sonne aufgeführt, ist Lichteinwirkung – natürlich oder künstlich – wichtig.

- Die innere Uhr des Menschen wird durch äussere und innere Zeitgeber gesteuert. Der wichtigste äussere Zeitgeber ist das Licht, der wichtigste innere Zeitgeber ist Melatonin, ein Hormon, das der menschliche Körper produziert.
- Werden Licht und Melatonin gemeinsam zur schnelleren Zeitadaptation eingesetzt, so muss dieser Einsatz zeitlich koordiniert werden, damit nicht entgegen gerichtete Effekte produziert werden.

3.11.3. Verhalten während des Flugs bezüglich Zeitumstellung und allgemeiner Gesundheit

Nachfolgende Empfehlungen beeinflussen positiv die Zeitumstellung und die Gesundheit während des Flugs und danach.

- Bitte im Flugzeug die Uhr auf Peking-Zeit umstellen und sich entsprechend dieser neuen Zeit verhalten (siehe auch Abbildungen 22 bis 26, Kapitel 3.11.).
- Lichteinwirkung je nach Schema vermeiden oder provozieren.
- Während des Flugs empfehlen wir das Tragen von Kompressionsstrümpfen oder -strumpfhosen. Dadurch werden dicke und geschwollene Beine vermieden und wird einer Thrombose oder Embolie durch das Stillsitzen auf engem Raum vorgebeugt.
- Viel Wasser trinken während des Flugs, kein Alkohol (gilt nur für Hinflug).
- Die Einnahme von Schlafmedikamenten wird nicht empfohlen. Diese fördern zwar das Einschlafen, verhindern aber die Umstellung der inneren Uhr. Zudem hat jedes Schlafmedikament Nebenwirkungen, die individuell ganz unterschiedlich sein können (zum Beispiel Schwindel, Unruhe, Nervosität, Erbrechen).

3.11.4. Literatur

- Atkinson et al. Relevance of Melatonin to Sports Medicine and Science, Sports Med, 2003, 33, 800-831
- Armstrong L. Nutritional strategies for football: Counteracting heat, cold, high altitude, and jet lag. Journal of Sports Science, 2006, 24, 723-740
- Cajochen C. Schlafstörungen bei Schichtarbeit & jet Lag und die Rolle der inneren Uhr. Mini-Review.Praxis, 2005,94, 1479-1483
- Carskadon MA. Sleep and Circadian Rhythms in Children and Adolescents: Relevance for Athletic Performance of Young People. Clin Sports Med, 24, 2005, 319- 328
- Cole RJ. Nonpharmacologic Techniques for promoting sleep. Clin Sports Med, 24, 2005, 343-353
- Dement WC. Sleep Extension: Getting as Much Sleep as Possible. Clin Sports Med, 24, 2005, 251-268
- Eastman CI, Gazda CJ, Burgess HJ, Crowley SJ, Fogg LF. Advancing Circadian Rhythms Before Eastward Flight: A Strategy to Prevent or Reduce Jet Lag. SLEEP, 2005, 28, 33-44
- Lagarde D, Chappuis B, Billaud BC, Ramont L, Chauffard F, French J. Evaluation of pharmacological performance after a transmeridian flight, Medicine and Science 2001

- Leger D, Metlaine A, Choudat D. Insomnia and Sleep Disruption: Relevance for Athletic Performance. Clin Sports Med, 24, 2005, 269-285
- Postolache TT, Oren DA. Circadian Phase Shifting, Alerting, and Antidepressant Effects of Bright Light Treatment. Clinics in Sports Med, 2005, 24, 381-413
- Postolache TT, Hung T-M, Rosenthal RN, Soriano JJ, Montes F, Stiller JW. Sports Chronobiology Consultation: From the Lab to Arena. Clinics in Sports Med, 2005, 24, 415-457
- Reilly Th, Edwards B, Waterhouse J. Jet Lag and Air Travel: Implications for Performance, Clin Sports Med, 24, 2005, 367-380
- Rogers NL, Dinges DF. Caffeine: Implications for Alertness in Athletes. Clinics in Sport Med, 2005, 24, e1-e13
- Waterhouse J, Reilly T, Atkinson G, Edwards B. Jet lag: Trends and coping strategies, Lancet, 369, 2007
- Waterhouse J, Reilly T, Edwards B. The stress of travel. Journal of Sports Science, 22, 2004, 946-966

3.11.5. Ernährung

Autor: Christof Mannhart, christof.mannhart@baspo.admin.ch

Besonders bei Flügen nach Osten werden durch den Jetlag verursachte Störungen auch im Ernährungsbereich beobachtet. Während am ersten Tag in der neuen Zeitzone mit verstärktem auftretendem Hunger vor allem in der Nacht und einer Vorliebe für warme Mahlzeiten zu rechnen ist, können auch in den folgenden Tagen leichte Verdauungsprobleme (beispielsweise Aufstossen, leichtes Völlegefühl) auftreten. Eiweissbetonte Morgen- und Mittagessen (Hüttenkäse, Quark, Fisch, Fleisch etc. von einwandfreier Qualität) im Olympiadorf und kohlenhydrat-betonte Abendessen (Reis, Teigwaren, Mais, Getreideflocken, etc.) während der ersten zwei Tage nach der Ankunft sollen die Jetlag-Symptome mildern. Personen, die an koffeinhaltige Getränke gewöhnt sind, können möglicherweise bei Flügen ostwärts auch von einer getimten Koffeineinnahme profitieren. So kann ein Verzicht auf koffeinhaltige Nahrungsmittel und Getränke die letzten drei Tage vor dem Abflug und die Koffeineinnahme am Morgen der ersten sieben Tage nach Ankunft in Peking mithelfen, in der neuen Zeitzone länger wach zu bleiben und damit Jetlag-Symptome zu reduzieren. Die Einnahme von koffeinhaltigen Getränken und Speisen sowie von Alkoholika in den letzten drei Stunden vor der Bettruhe kann allerdings die Schlafqualität einschränken und die Angewöhnungszeit an die neuen Zeitverhältnisse verlängern. Diäten wie die «Argonne's jet lag diet» versprechen, zur Linderung von Jetlag-Symptomen beitragen zu können. Obwohl sie die Symptome möglicherweise reduzieren können, entsprechen derartige Ernährungsformen nicht den Prinzipien der Sporternährung und können bei Wiederaufnahme des Trainings zu einer verminderten Leistungs- und Erholungsfähigkeit führen. Aus diesen Gründen können Jetlag-Diäten für Spitzensportlerinnen und Spitzensportler zum heutigen Zeitpunkt nicht empfohlen werden.

- Eiweissreiche Morgen- und Mittagessen sowie kohlenhydratbetonte Abendessen sollen in den ersten zwei Tagen nach Ankunft in der neuen Zeitzone die Jetlag-Symptome lindern.

3.11.5.1. Literatur

- Waterhouse J, Nevill A, Finnegan J, Williams P, Edwards B, Kao SY, Reilly T. Further assessments of the relationship between jet lag and some of its symptoms. Chronobiol Int 22: 121-36, 2005.
- Waterhouse J, Nevill A, Edwards B, Godfrey R, Reilly T. The relationship between assessments of jet lag and some of its symptoms. Chronobiol Int 20: 1061-73, 2003.
- Waterhouse J, Kao S, Edwards B, Weinert D, Atkinson G, Reilly T. Transient changes in the pattern of food intake following a simulated time-zone transition to the east across eight time zones. Chronobiol Int 22: 299-319, 2005.
- Bartol-Munier I, Gormelen S, Pevet P, Challet E. Combined effects of high-fat feeding and circadian desynchronization. Int J Obes (Lond) 30: 60-7, 2006.
- Wilber R. Jet lag: preparation for Beijing 2008. Persönliche Mitteilung an J. Wehrli

Reynolds NC Jr, Montgomery R. Using the Argonne diet in jet lag prevention: deployment of troops across nine time zones. *Mil Med* 167: 451-3, 2002.

Genshaft, J. (2002, August) Military finds Argonne's 'jet lag diet' effective. Zugriff am 19. Februar 2007 unter http://www.anl.gov/Media_Center/Argonne_News/news02/an020812.html. Argonne News .

Gundersen Y, Opstad PK, Reistad T, Thrane I, Vaagenes P. Seven days' around the clock exhaustive physical exertion combined with energy depletion and sleep deprivation primes circulating leukocytes. *Eur J Appl Physiol* 97: 151-7, 2006.

Luboshitzky R, Ophir U, Nave R, Epstein R, Shen-Orr Z, Herer P. The effect of pyridoxine administration on melatonin secretion in normal men. *Neuro Endocrinol Lett* 23: 213-7, 2002.

Lagarde D, Chappuis B, Billaud PF, Ramont L, Chauffard F, French J. Evaluation of pharmacological aids on physical performance after a transmeridian flight. *Med Sci Sports Exerc* 33: 628-34, 2001.

3.11.6. Verhalten

Autor: Daniel Birrer, daniel.birrer@baspo.admin.ch

3.11.6.1. Verhalten in Peking

Das Ziel ist es, die Zeitumstellung möglichst schnell und schonend zu bewerkstelligen. Dazu helfen die sogenannten Zeitgeber. Die Abbildungen 22 bis 26, Kapitel 3.11.) zeigen den idealen Umgang mit diesen Zeitgebern während der ersten drei Tage in Peking. Ein weiterer Zeitgeber ist die Ernährung. Der normale Rhythmus der Mahlzeiten sollte nach Ankunft in Peking sofort eingehalten beziehungsweise übernommen werden, also Frühstück, Mittagessen, Nachtessen und Zwischenmahlzeiten an die lokale Zeit anpassen (bitte auch die Hinweise in Kapitel 3.11.4 beachten). Es hat sich zudem gezeigt, dass sich die innere Uhr durch eine Kombination von Lichtexposition und leichter Bewegung am effektivsten an die lokale Zeit anpassen kann. Wird nicht trainiert, sollten, um die Adaptation zu beschleunigen, möglichst viele soziale Aktivitäten geplant werden (mit anderen etwas unternehmen, sich unterhalten, etc.). In den ersten Tagen nach der Ankunft wird empfohlen, auf kurzen Schlaf während des Tages (sogenannte «naps») zu verzichten, da dies die Umstellung der inneren Uhr irritiert. Nach vollständiger Adaptation können kurze Schlafphasen jedoch ein gutes Mittel der Erholungsförderung sein.

3.11.6.2. Trainingsplanung

Es ist empfehlenswert, am Ankunftstag nur ein leichtes Training oder nur leichte Bewegung zu planen. An den beiden folgenden Tagen sollten pro Tag lediglich zwei leichte bis moderate Bewegungseinheiten durchgeführt werden. Diese dienen der besseren Zeitanpassung. Ab dem dritten vollen Tag in Beijing kann langsam wieder normal trainiert werden. Hohe Trainingsumfänge und hohe Trainingsintensitäten werden also in den ersten Tagen nach der Ankunft in Peking vermieden.

Die Auswirkungen von Jetlag sind neben Stimmungsverschlechterungen auch die Verschlechterungen von feinmotorischen Fertigkeiten, Kraft und Koordination. Bis zur vollen Anpassung an die neue Zeitzone muss also auch von einem erhöhten Verletzungsrisiko und verminderter Erholungsfähigkeit ausgegangen werden. Dies sollte in der Trainingsplanung unbedingt Berücksichtigung finden.

3.11.6.3. Keine Schlafmittel zur besseren Adaptation (Ausnahme: Melatonin)

Anders als bei Melatonin, welches auch in unserem Körper selber gebildet wird, ist von der Verwendung von Schlafmitteln zur beschleunigten Zeitanpassung abzuraten. Herkömmliche Schlafmedikamente können unangenehme Nebenwirkungen wie Schwindel, Desorientiertheit, anhaltende Müdigkeit, Verwirrung, Übelkeit und vieles mehr haben. Wichtiger noch ist jedoch die Tatsache, dass mit der Einnahme von Medikamenten die Umstellung der inneren Uhr behindert werden kann.

- Eine vollständige Zeitanpassung benötigt mindestens sieben Tage
- Lichtexposition in Peking nach Plan (siehe Abbildungen 22 bis 26, Kapitel 3.11.)
- An den ersten zwei bis drei Tagen zur besseren Zeitanpassung nur leichte bis mittlere Bewegungsaktivitäten planen
- Die ersten Tage nach der Ankunft in Peking hohe Trainingsintensitäten und Trainingsumfänge vermeiden
- Den normalen Essrhythmus (Frühstück, Zwischenverpflegung, Mittagessen, Zwischenverpflegung, Nachtessen) möglichst schnell übernehmen
- Sich kleine Ziele für die Zeitanpassung setzen
- Keine Schlafmittel zur Verbesserung der Zeitanpassung verwenden (ausser Melatonin)
- Auf die Stimmung achten; sie gibt gute Hinweise über die Anpassungsfortschritte

3.11.6.4.Literatur

Wilber R. Jet lag: preparation for Beijing 2008. Persönliche Mitteilung an J. Wehrlin

3.11.7. Reisemöglichkeiten

Autor: Thomas Burch, thomas.burch@swissolympic.ch

Die Flugdauer von Zürich nach Peking beträgt je nach Wahl der Route (Fluggesellschaft) zwischen 10 und 18 Stunden. Die Zwischenstopps dauern zwischen einer und vier Stunden. Es gilt zu bedenken, dass schon kleine Verspätungen das Verpassen des Anschlussfluges zur Folge haben können. Momentan bietet keine Fluggesellschaft einen direkten Flug Zürich-Peking an. Die Wahl der Reiseroute ist frühzeitig in Abhängigkeit mit der unmittelbaren Wettkampfvorbereitung und der Akklimatisation zu planen.

Die Flüge für das gesamte Team werden durch Swiss Olympic in enger Zusammenarbeit mit den Verbänden koordiniert und organisiert. Dabei wird eine allfällige künftige Partnerschaft mit einer Fluggesellschaft zu berücksichtigen sein. Alle Bedürfnisse müssen frühzeitig deklariert werden, da die Auslastung der Flüge nach Peking sehr gross ist.

- Die Wahl der Reiseroute ist frühzeitig in Abhängigkeit mit der unmittelbaren Wettkampfvorbereitung und der Akklimatisation zu planen.

