

MAGGLINGER TRAINERTAGUNG 2017
24. UND 25. OKTOBER 2017

**DIE BEDEUTUNG DES SCHLAFES
IM LEISTUNGS- UND SPITZENSPORT**

DANIEL ERLACHER
UNIVERSITÄT BERN

„Der Schlaf ist für den ganzen Menschen, was das Aufziehen für die Uhr.“
(Schopenhauer)

Übersicht



Schlafforschung

- Erholung
- Gedächtnis
- Wettkampfangst
- Jetlag
- Leistung
- Gesundheit

Traumforschung

- Motorik
- Kontinuität
- Klartraum
- Stimmungslage

Übersicht

Schlafforschung

- Erholung
- Gedächtnis
- Wettkampfangst
- Jetlag
- Leistung
- Gesundheit

Traumforschung

- Motorik
- Kontinuität
- Klartraum
- Stimmungslage

Teil 1 Grundlagen der Schlafforschung

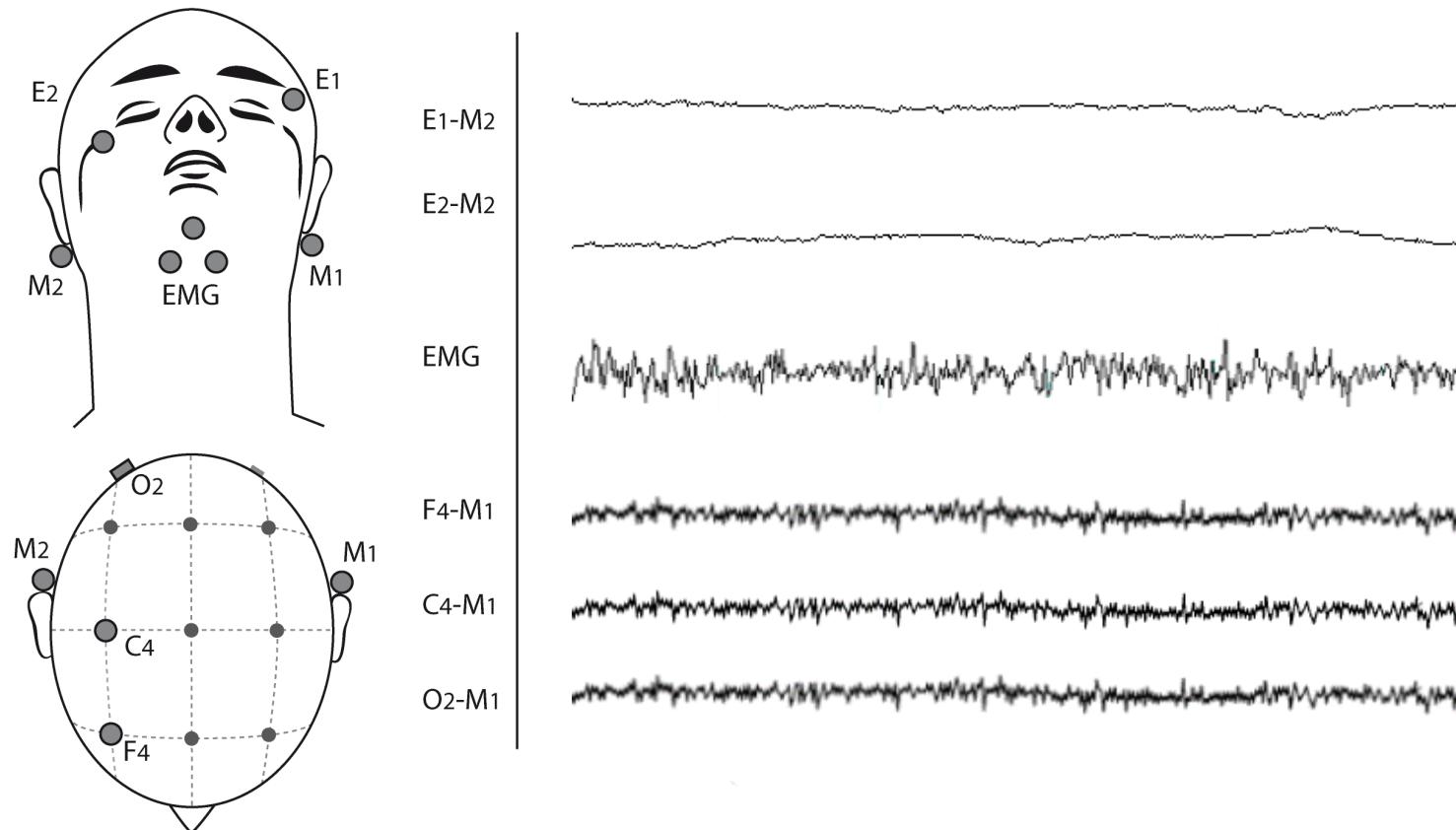
Teil 2 Schlaf und sportliche Leistungsfähigkeit

Teil 1

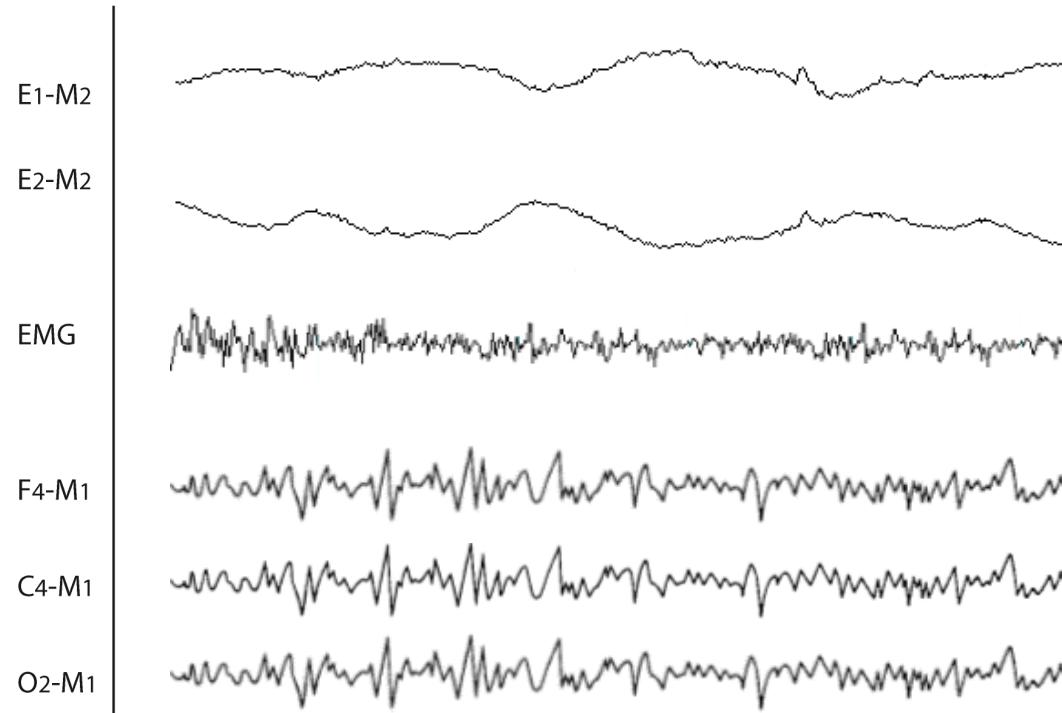
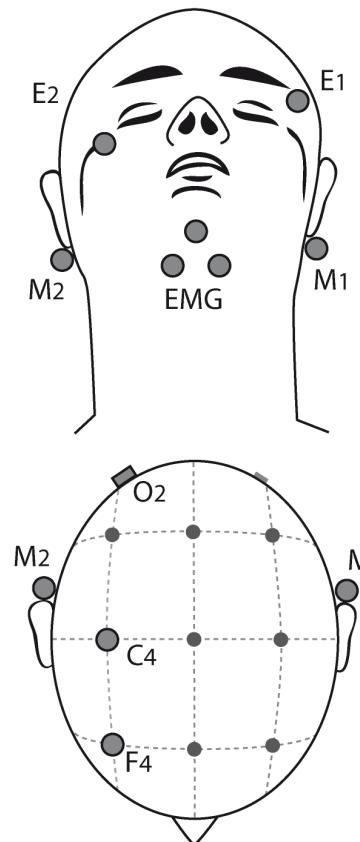
Grundlagen der Schlafforschung

*Messung von Schlaf, Schlaf in der Lebensspanne, Schlafstörungen,
Schlafentzug, Funktionen des Schlafes*

Stadium W (wach, ruhig liegend)

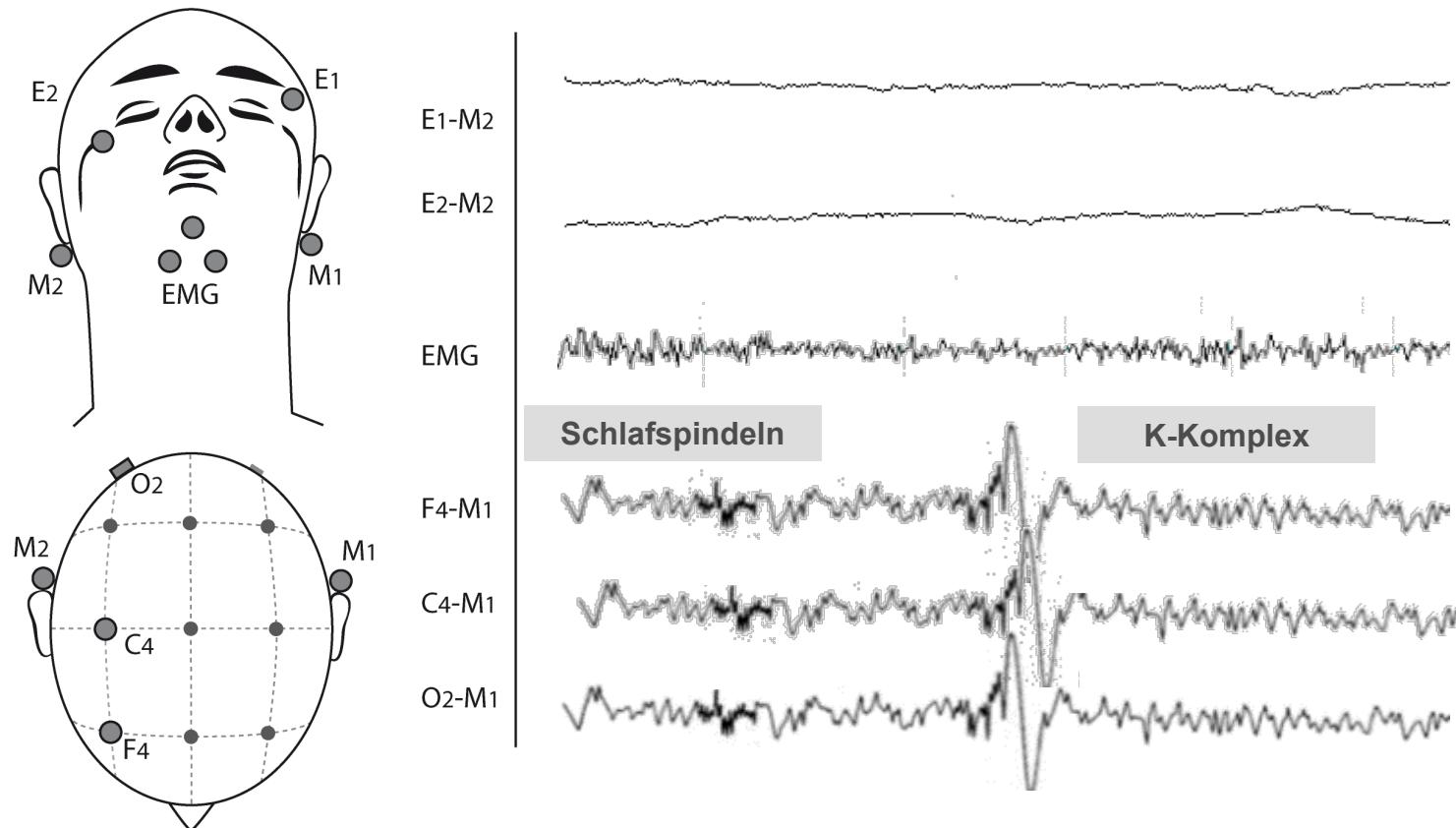


Schlafstadium N1 (einschlafen)



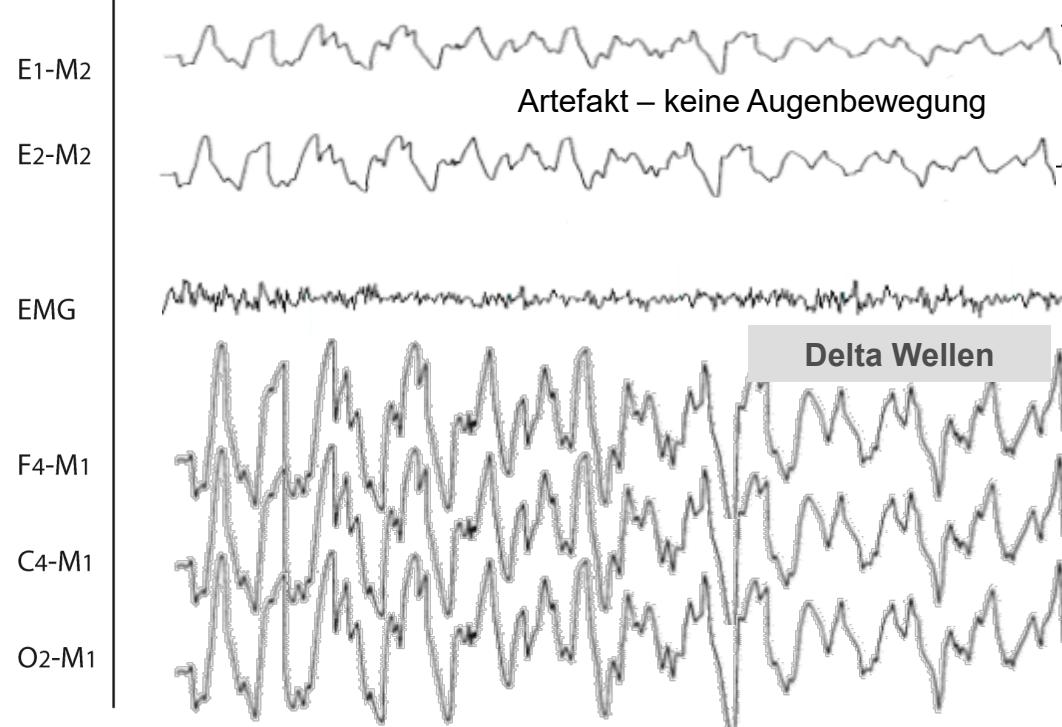
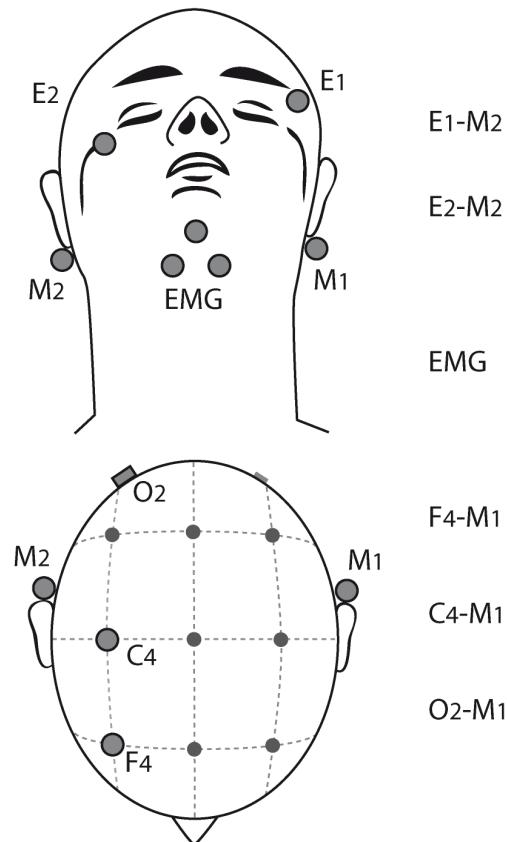
- Langsame Augenbewegung
- Nachlassender Muskeltonus
- Alpha-Dropout

Schlafstadium N2: stabiler Schlaf



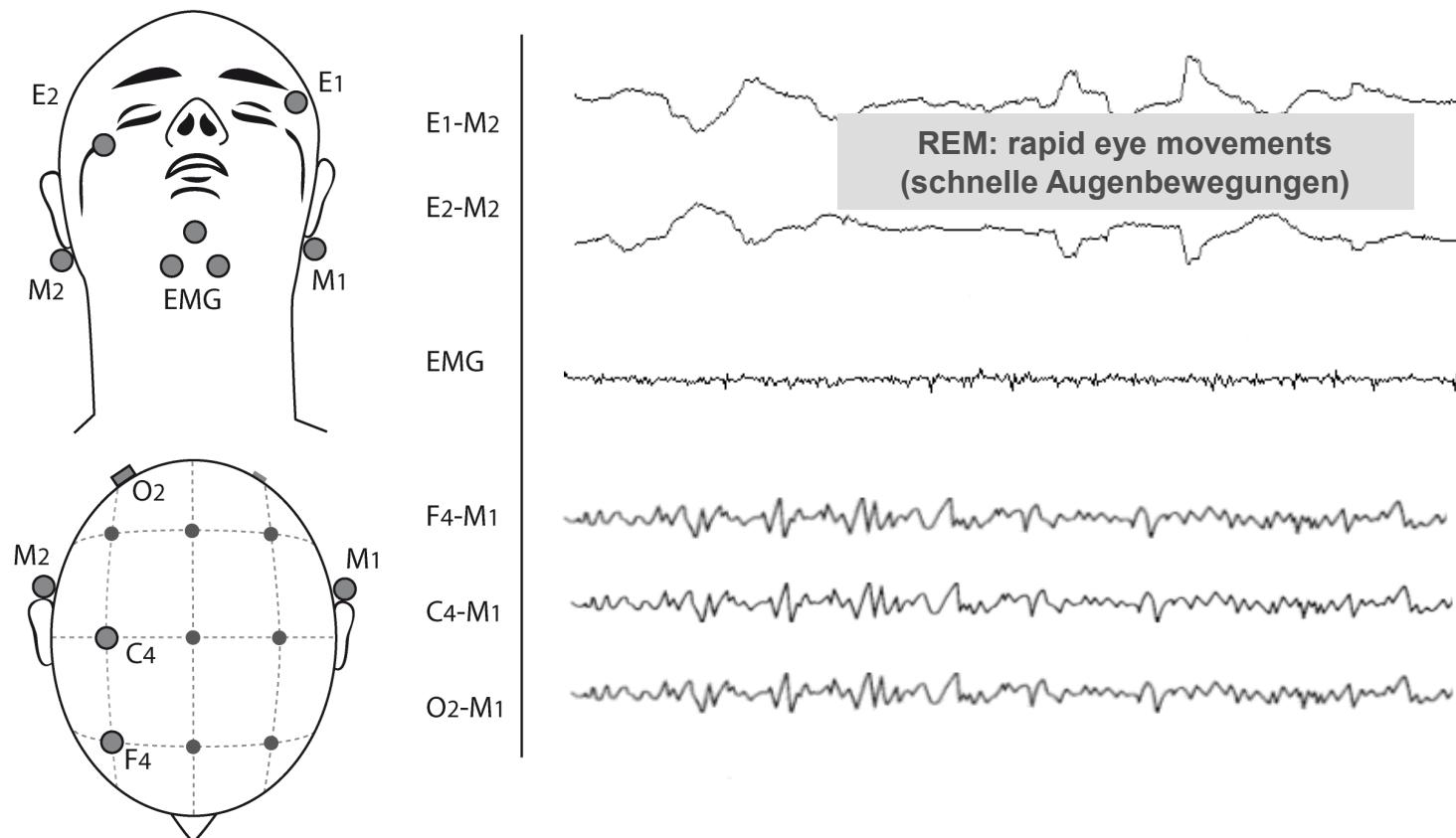
- Schlafbeginn
- Schlafspindeln
- K-Komplexe
- Stabiler Schlaf

Schlafstadium N3: Tiefschlaf



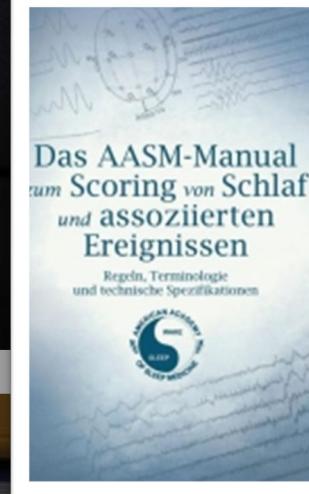
- Deltaschlaf
- Langsame EEG-Frequenzen
- Vorwiegend 1. Nachthälfte

Schlafstadium R: «Paradoxer Schlaf»



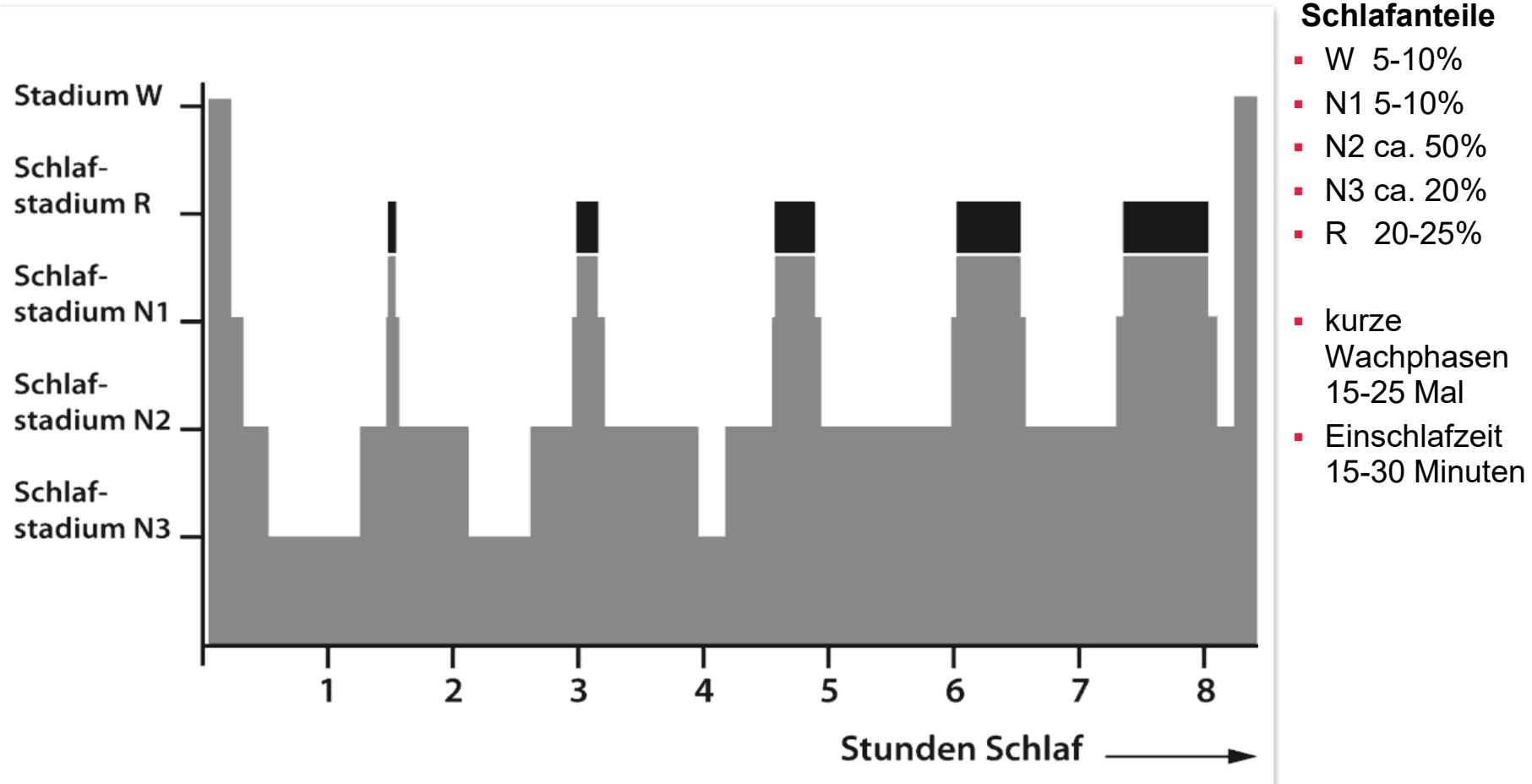
- Traumschlaf
- Paradoxer Schlaf
- Muskelatonie
- Vorwiegend 2. Nachthälfte

Schlafstadien bestimmen...



Rechtschaffen and Kales (1968)
Iber, Ancoli-Israel, Chesson & Quan (Eds.). (2007).
Westchester, IL: American Academy of Sleep Medicine.

Schlafprofil



„Tatsächliches“ Schlafprofil

Schlafanteile

- W 5-10%
- N1 5-10%
- N2 ca. 50%
- N3 ca. 20%
- R 20-25%

- kurze Wachphasen 15-25 Mal
- Einschlafzeit 15-30 Minuten

Altersabhängige Schlafveränderungen

Zusätzliche Messgrößen für Schlafdiagnostik (ca. 80 Schlafstörungen)

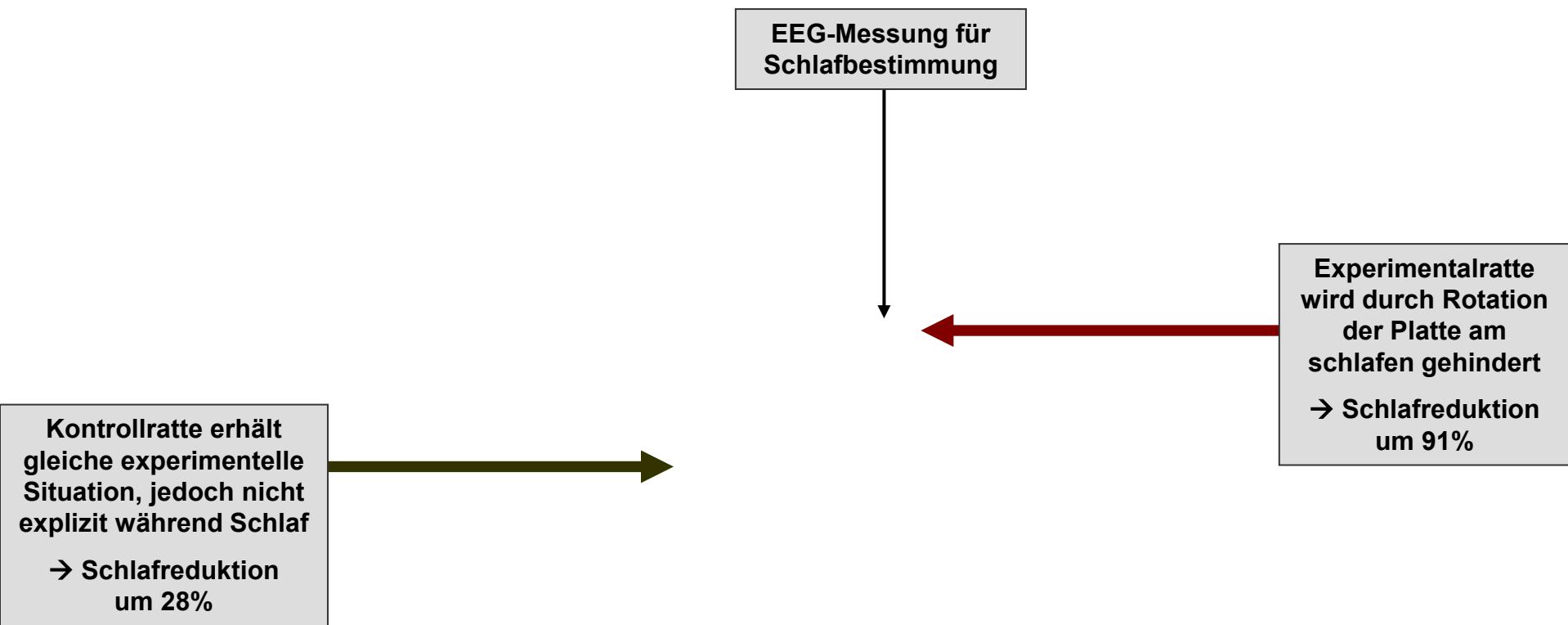
- a) Schlaf ist ein aktiver (zyklisch wiederkehrender) Prozess, der in verschiedene Phasen eingeteilt werden kann.**
- b) Schlaf verändert sich über die Lebensspanne und kann vielfältig gestört sein.**

Schlafdeprivation bei Ratten

„Sleep deprivation is a potentially useful strategy for studying the function of sleep“ (Rechtschaffen & Bergmann, 1995)

- Kompletter Schlafdeprivation (total sleep deprivation TSD),
- Partieller Schlafdeprivation (z.B. paradoxical sleep deprivation PSD)

Schlafdeprivation bei Ratten durch die „Disk-over-water“-Methode



Ergebnisse

- Bei komplettem Schlafentzug (TSD), starben alle Tiere nach 2-3 Wochen.
 - Bei Entzug von paradoxem Schlaf (PSD), starben alle Tiere nach 4-6 Wochen.
 - TSD und PSD Ratten verloren extrem Gewicht, trotz erhöhter Nahrungsaufnahme (abgemagert, geschwächt).
 - Eitige Wunden der Haut an Pfoten und Schwanz.
 - TSD Ratten zeigten zunächst eine Erhöhung und dann ein Absenken der Körpertemperatur.
-
- Schlaf ist für Ratten lebensnotwendig!
 - Erhöhter Energiebedarf und Veränderung in Körpertemperatur waren Haupteffekte der SD.

Funktion von Schlaf

- Restaurationshypothese
- Erholungsfunktion
- Energiebilanz
- Temperaturregulation

Randy Gardner

Wachbleiberekord

„Um sechs Uhr morgens ging Randy nach 264 Stunden Wachsein zu Bett. Abends um acht Uhr vierzig wachte er nach vierzehn Stunden und vierzig Minuten Schlaf auf. Er duschte und zog sich an, dann folgten weitere Interviews und Fotetermine. Um Mitternacht war er hellwach und beschloss, aufzubleiben und morgens zur Schule zu gehen...“ (Dement & Vaughan, 2000, S. 230).

„Die Auswirkungen dieser langen Zeit der Schlaflosigkeit waren dennoch nicht ganz harmlos. Randys Fähigkeiten – analytisches Denken, Gedächtnis, Wahrnehmung, Motivation und Bewegungskontrolle – wurden in verschiedenem Maße beeinträchtigt.“ ...

„Meine Erwartung, durch jemanden, der eine oder zwei Wochen lang keinen oder fast keinen Schlaf bekommt, Hinweise auf die lebenswichtige Funktion des Schlafs zu erhalten, wurden allerdings enttäuscht.“

Konsequenzen von Schlafdeprivation auf...

- Recovery
- Schmerz
- Kognition
- Immunsystem
- Metabolismus
- Gedächtniskonsolidierung

Funktion von Schlaf

- Restaurationshypothese
- Erholungsfunktion
- Energiebilanz
- Temperaturregulation
- Konsolidierungshypothese
- Erholungsfunktion
- Emotionsregulation
- Motivationsregulation
- u.v.a.m



Introduction

Sleep remains a scientific enigma. It is the last major physiological process for which there is a lack of consensus concerning its function. While asleep one does not eat, drink, or reproduce and one is vulnerable to predation due to reduced responsiveness to environmental stimuli. Whatever function(s) sleep may serve, it would seem that it must provide an evolutionary advantage above and beyond these seemingly negative selective pressures for sleep. Sleep may serve many functions although its evolutionary origins were likely driven by a primordial function and additional opportunistic functions were added later in evolution [1]. By analogy to the development of the brain, we propose that sleep serves a connectivity/connectivity-change function. Our view, this is the leading contender for the primordial function of sleep. Further refinement of ideas and innovative experimental approaches are needed to clarify the sleep-connectivity relationship.

- c) Studien zur
Schlafdeprivation
versuchen die Funktion des
Schlafes aufzudecken.
- d) Zahlreiche biologische
Prozesse werden durch
Schlafentzug gestört.
- e) Die Funktion des Schlafes
bleibt rätselhaft.

Teil 2

Schlaf und sportliche Leistungsfähigkeit

*Schlaf in Extremsituationen, Schlaf von Sportlerinnen und Sportlern,
Aktigraphie, Schlaf vor und während Wettkämpfen*

Beispiel

Race across America (RAAM)

- 4880 Kilometer
- 50.000 Höhenmeter
- einmal quer durch die USA
- 57 Kontrollstellen
- Zeitlimit vorgegeben von 12 Tagen
(entspricht einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 17 km/h)

Beispiel

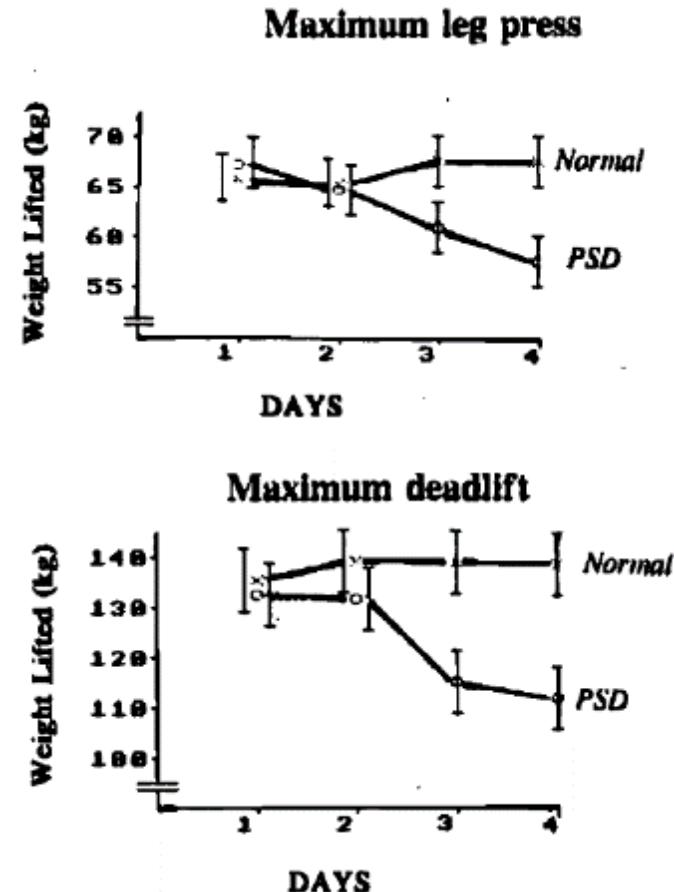
Race across America (RAAM 2014)

- «**Christoph Strasser** benötigte für das Race Across America **sieben Tage, 15 Stunden und 56 Minuten**. Er schlief **5.5 Stunden** und fuhr inklusive aller Pausen (insgesamt gab es zwölf Stunden, an denen er nicht auf dem Rad saß) eine Durchschnitts-geschwindigkeit von fast **27 km/h.**»

Auswirkung von Schlafrestriktion auf konditionelle Faktoren

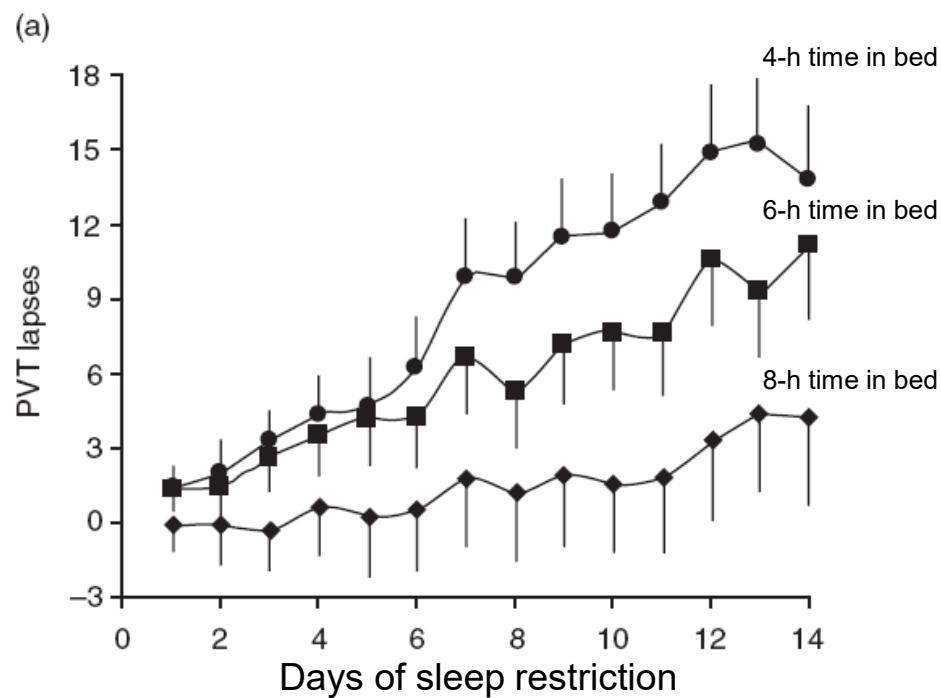
- N = 8 im Krafttraining geübte Teilnehmer
- Verschiedene Krafttests über vier Tage
- Für drei Nächte nur 3h Schlaf (→ Schlafrestriktion)
- Kontrolle von zirkadianen und anderen Störgrößen

Jedoch: Kurzfristige Schlafdeprivation (24h) hat in der Regel **geringe Effekte** auf **konditionelle Faktoren**
(z.B. Souissi, Sesboue, et al., 2003)



Auswirkungen von Schlafrestriktion auf psychomotorische Vigilanz

- N = 35 Teilnehmer
- 3 Gruppen, für 14 Tage:
 - 8 Stunden Schlaf (N = 9)
 - 6 Stunden Schlaf (N = 13)
 - 4 Stunden Schlaf (N = 13)
- Alle 2 Stunden Psychomotorischer Vigilanztest (10 Minuten, PVT lapse = Reaktionszeit >500 msec)
- Kontrolle von zirkadianen und anderen Störgrößen



Beispiel

Race across America (RAAM 2015)

- DNF: „Durch die **hartnäckige Müdigkeit** kam ich öfter in Phasen, wo ich mit **Sekundenschlaf** kämpfen und mich mit allen Tricks wachhalten musste. In den Abfahrten war ich in manchen Phasen **sehr unkonzentriert**. Es gelang mir nicht, diese Müdigkeit abzuschütteln, weder durch Aufmunterung vom Team, noch durch Selbstgespräche, geschweige denn durch Koffein. Dazu kam auch noch Pech: das Wohnmobil hatte eine Reifenpanne und steckte in der Nähe der TS Alamosa in den Bergen fest. Daher mussten wir die Pause in der Höhe (knapp über 2000m) machen, **da die Abfahrten im übermüdeten Zustand zu gefährlich gewesen wären** und wir keinen Sturz riskieren wollten.“

Schlaffragebögen und Schlaftagebuch

- Schlaffragebogen A und B (Görtelmeyer, 2010)
- Schlaftagebuch
- Pittsburgh Sleep Quality Index
- Fragebogen zu Morgen- und Abendaktivität
- Epworth-Schläfrigkeitsskala
- ...

Aktigraphie

ORIGINAL ARTICLE

Sleep/wake behaviours of elite athletes from individual and team sports

MICHELE LASTELLA¹, GREGORY D. ROACH¹, SHONA L. HALSON², &
CHARLI SARGENT¹

¹Appleton Institute for Behavioural Science, Central Queensland University, Adelaide, Australia; ²Department of Physiology,
Australian Institute of Sport, Belconnen, Australia

European Journal of Sport Science, 2014
Vol. 14, No. S1, S310–S315, http://dx.doi.org/10.1080/17461391.2012.696711

ORIGINAL ARTICLE

Sleep or swim? Early-morning training severely restricts the amount of sleep obtained by elite swimmers

CHARLI SARGENT¹, SHONA HALSON², & GREGORY DANIEL ROACH¹

¹Appleton Institute, Central Queensland University, Adelaide, SA, Australia, and ²Australian Institute of Sport, Canberra,
ACT, Australia

Abstract

Good sleep is essential for optimal performance, yet few studies have examined the sleep/wake behaviour of elite athletes. The aim of this study was to assess the impact of early-morning training on the amount of sleep obtained by world-class swimmers. A squad of seven swimmers from the Australian Institute of Sport participated in this study during 14 days of high-intensity training in preparation for the 2008 Olympic Games. During these 14 days, participants had 12 training days, each starting with a session at 06:00 h, and 2 rest days. For each day, the amount of sleep obtained by participants was determined using self-report sleep diaries and wrist-worn activity monitors. On nights that preceded training days, participants went to bed at 22:05 h ($\delta = 00:52$), arose at 05:48 h ($\delta = 00:24$) and obtained 5.4 h ($\delta = 1.3$) of sleep. On nights that preceded rest days, participants went to bed at 00:32 h ($\delta = 01:29$), arose at 09:47 h ($\delta = 01:47$) and obtained 7.1 h ($\delta = 1.2$) of sleep. Mixed model analyses revealed that on nights prior to training days, bedtimes and get-up times were significantly earlier ($p < 0.001$), time spent in bed was significantly shorter ($p < 0.001$) and the amount of sleep obtained was significantly less ($p < 0.001$), than on nights prior to rest days. These results indicate that early-morning training sessions severely restrict the amount of sleep obtained by elite athletes. Given that chronic sleep restriction of <6 h per night can impair psychological and physiological functioning, it is possible that early-morning schedules actually limit the effectiveness of training.

Keywords: Swimming, sleep restriction, elite athletes, wrist acticity monitor, training schedules

Introduction

In order to function effectively, it is essential that humans obtain a sufficient amount of sleep. When sleep is restricted to <6 h per day, there is substantial disturbance in cognitive capacity (Axelsson et al., 2008; Belenky et al., 2003), glucose metabolism (Spiegel, Leproult, & van Cauter, 1999), appetite regulation (Spiegel, Tasali, Penev, & van Cauter, 2004) and immune function (Vgontzas et al., 2004). While there are considerable data available related to the amount of sleep obtained by adults in the general population, there are few published data related to the amount of sleep obtained by elite athletes. This appears to be a considerable oversight given that sleep has been recognised as an essential component of recovery from, and preparation for, high-intensity training (Edwards, 2007; Robson-Ansley, Gleeson, & Ansley, 2009; Samuels, 2008). The few studies that have examined the relationships between training schedules and sleep patterns in elite athletes have focused on the effects of a bout of exercise on the quantity and quality of sleep obtained on a single night (e.g. Driver et al., 1994; Netzer, Kristo, Steiner, Lehmann, & Strohl, 2001; Taylor, Rogers, & Driver, 1997). In contrast, the aim of this study was to examine the amount of sleep obtained by elite swimmers, on training days and rest days, during a 14-day period of high-intensity training.

Methods

Participants

Seven nationally competitive swimmers (one female

ORIGINAL ARTICLE

The impact of training schedules on the sleep and fatigue of elite athletes

Charli Sargent¹, Michele Lastella¹, Shona L. Halson², and Gregory D. Roach¹

¹Appleton Institute for Behavioural Research, Central Queensland University, Adelaide, South Australia, Australia and
²Department of Physiology, Australian Institute of Sport, Canberra, Australia

In any sport, successful performance requires a planned approach to training and recovery. While sleep is recognized

European Journal of Sport Science, 2015
http://dx.doi.org/10.1080/17461391.2015.1041062

ORIGINAL ARTICLE

Sleep monitoring of a six-day microcycle in strength and high-intensity training

SARAH KÖLLING¹, THIMO WIEWELHOVE¹, CHRISTIAN RAEDER¹, STEFAN ENDLER²,
ALEXANDER FERRAUTI¹, TIM MEYER³, & MICHAEL KELLMANN^{1,4}

¹Faculty of Sport Science, Ruhr-University Bochum, Bochum, Germany, ²Institute of Sport Science, Johannes Gutenberg University of Mainz, Mainz, Germany, ³Institute of Sports and Preventive Medicine, University of Saarland, Saarbrücken, Germany, ⁴Schools of Human Movement Studies and Psychology, The University of Queensland, Brisbane, Australia

Abstract

This study examined the effect of microcycles in eccentric strength and high-intensity interval training (HIT) on sleep parameters and subjective ratings. Forty-two well-trained athletes (mean age 23.6 ± 2.4 years) were either assigned to the strength ($n = 21$; mean age 23.6 ± 2.1 years) or HIT ($n = 21$; mean age 22.8 ± 2.6 years) protocol. Sleep monitoring was conducted with multi-sensor actigraphy (SenseWear Armband™, Bodymedia, Pittsburgh, PA, USA) and sleep log for 14 days. After a five-day baseline phase, participants completed either eccentric strength or high-intensity interval training for six days, with two training sessions per day. This training phase was divided into two halves (part 1 and 2) for statistical analyses. A three-day post phase concluded the monitoring. The Recovery-Stress Questionnaire for Athletes was applied at baseline, end of part 2, and the last post-day. Mood ratings were decreased during training, but returned to baseline values afterwards in both groups. Sleep parameters in the strength group remained constant over the entire process. The HIT group showed trends of unfavourable sleep during the training phase (e.g., objective sleep efficiency at part 2: mean = $83.6 \pm 7.8\%$, $F_{3,60} = 2.57$, $P = 0.06$, $\eta^2 = 0.114$) and subjective improvements during the post phase for awakenings ($F_{3,60} = 2.96$, $P = 0.04$, $\eta^2 = 0.129$) and restfulness of sleep ($F_{3,60} = 9.21$, $P < 0.001$, $\eta^2 = 0.315$). Thus, the HIT protocol seems to increase higher recovery demands than strength training, and sufficient sleep time should be emphasised and monitored.

Keywords: Recovery, fatigue, training, endurance, strength

Introduction

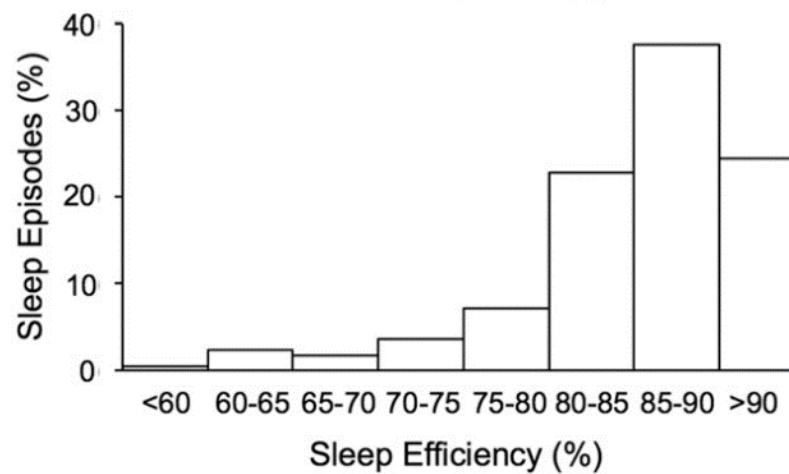
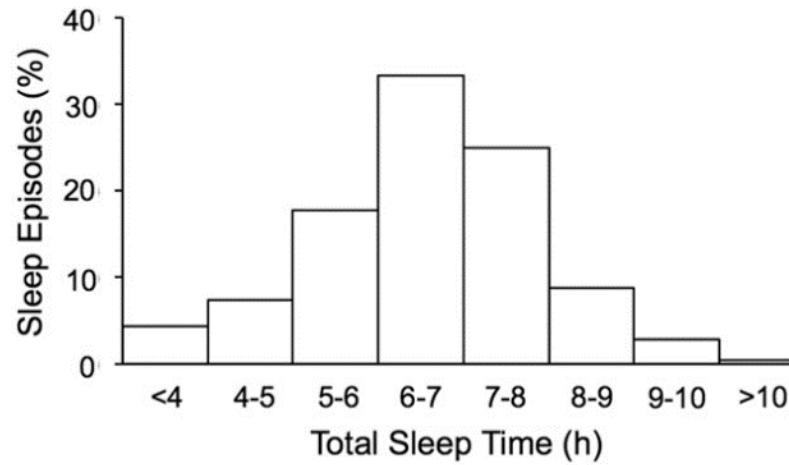
In terms of enhancing recovery and managing fatigue, sleep is attributed the most important role (Hausswirth et al., 2014; Reilly & Edwards, 2007). Elite athletes reported sleep as one of the main means of recovery (Venter, 2014), and anecdotally, appropriate sleep quality and quantity are regarded as the single best recovery strategy available (Halson, 2008). Furthermore, there is the assumption of a crucial relationship between physiological recovery during the sleep state and athletes' ability to train at maximum capacity with optimal results (Samuels, 2008). For instance, regarding exercise or injury-induced damage, an essential role of sleep is emphasised for the process of muscle recovery which might be impaired by sleep restriction (Dattilo et al., 2011).

However, requirements for sleep might be influ-

intensity, timetable, travel, psychological stress of training and combining training with life activities (Leeder, Glaister, Pizzoferrato, Dawson, & Pedlar, 2012; Richmond, Dawson, Hillman, & Eastwood, 2004; Sargent, Halson, & Roach, 2014; Sargent, Lastella, Halson, & Roach, 2014). In response to increasing training stimuli, Taylor, Rogers, and Driver (1997) have shown a certain sensibility of sleep parameters among female swimmers evaluating sleep at the start of season, peak training and pre-competition taper. According to polysomnographic measures, numbers of movements and slow-wave sleep were increased at onset and peak training. Moreover, Hausswirth et al. (2014) have recently demonstrated that a three-week overload training period in triathletes exerted a negative effect on sleep parameters in those subjects who presented signs of functional over-

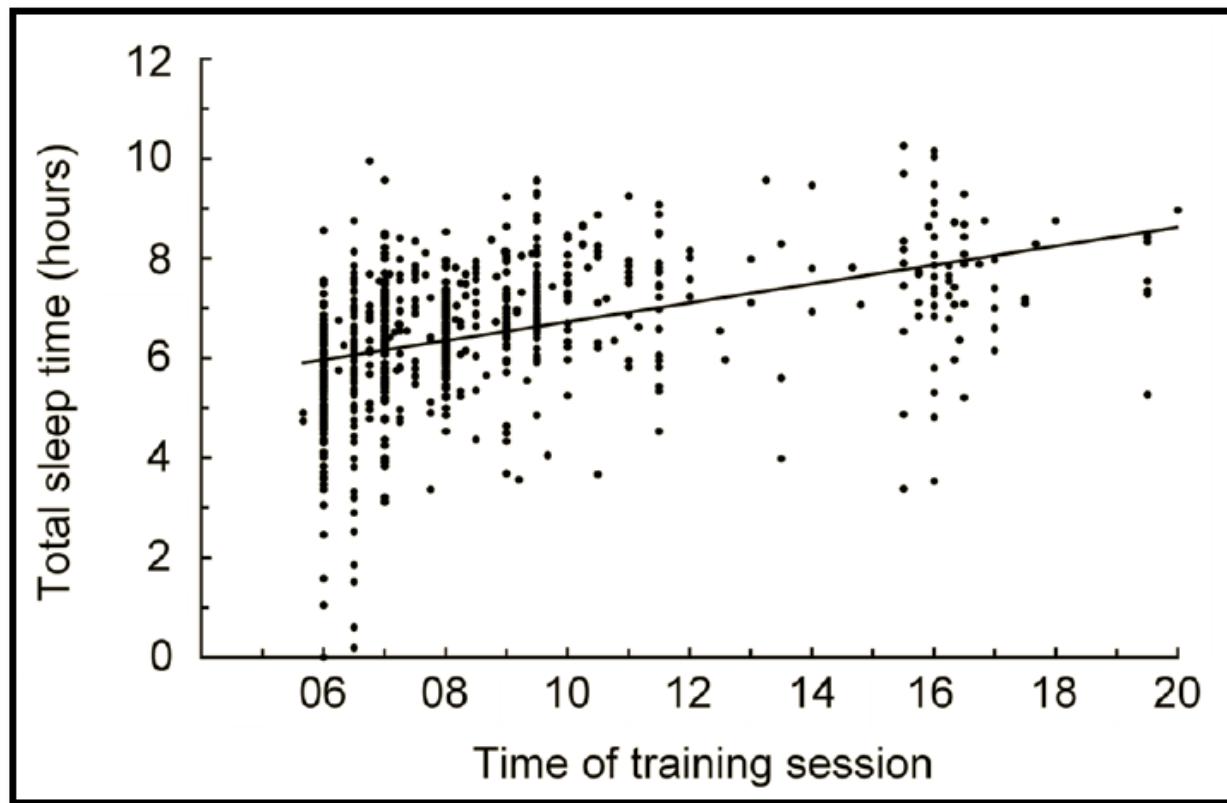
The impact of training schedules on the sleep and fatigue of elite athletes

Charli Sargent¹, Michele Lastella¹, Shona L. Halson², and Gregory D. Roach¹



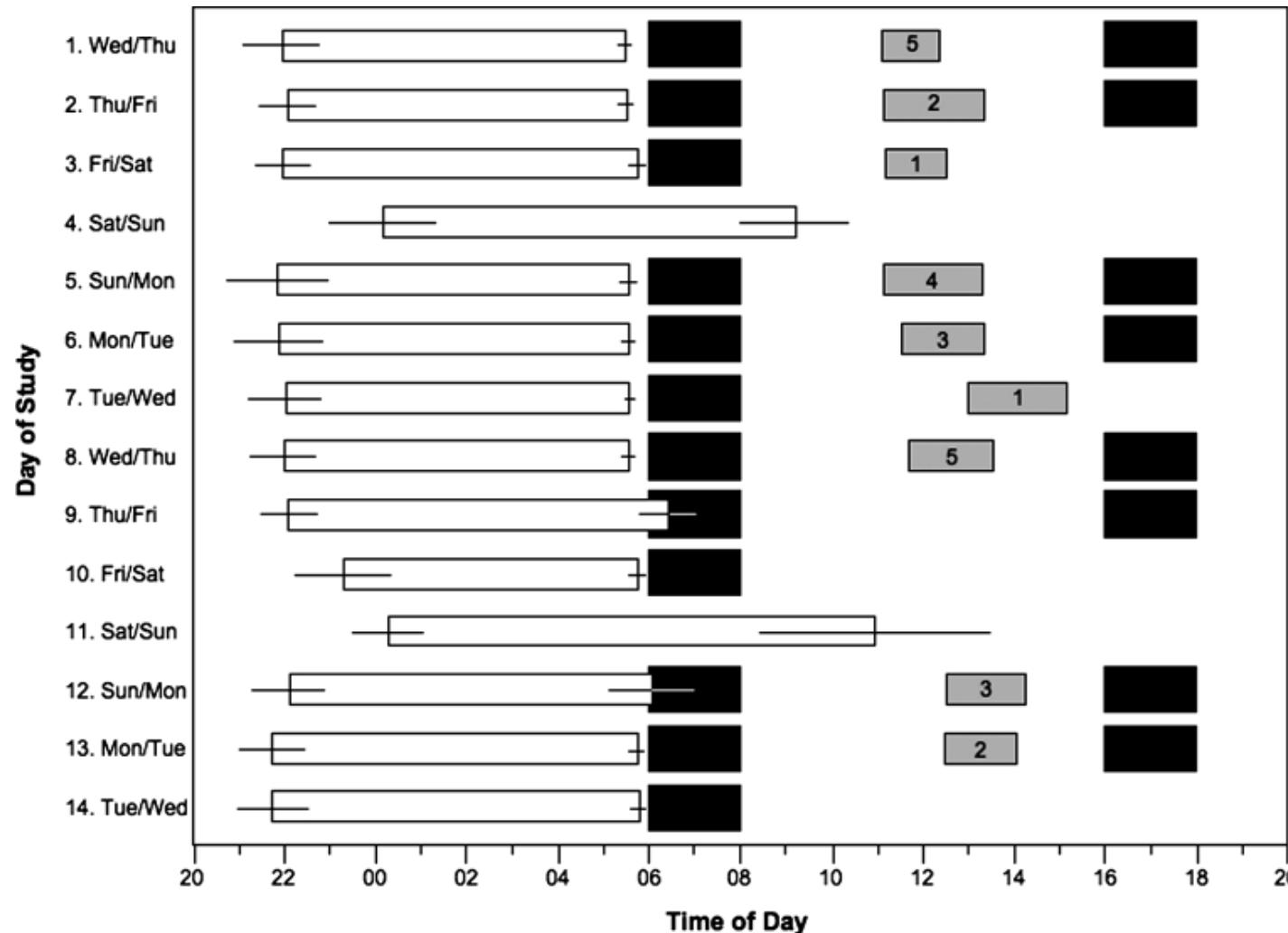
The impact of training schedules on the sleep and fatigue of elite athletes

Charli Sargent¹, Michele Lastella¹, Shona L. Halson², and Gregory D. Roach¹



Sleep or swim? Early-morning training severely restricts the amount of sleep obtained by elite swimmers

CHARLI SARGENT¹, SHONA HALSON², & GREGORY DANIEL ROACH¹



Sleep or swim? Early-morning training severely restricts the amount of sleep obtained by elite swimmers

CHARLI SARGENT¹, SHONA HALSON², & GREGORY DANIEL ROACH¹

Table II. Sleep/wake variables on training days and rest days (mean $\pm s$)

Measure	Training days	Rest days	p-Value
Bedtime (hh:mm)	22:05 \pm 00:52	00:32 \pm 01:29	<0.001
Get-up time (hh:mm)	05:48 \pm 00:24	09:47 \pm 01:47	<0.001
Time in bed (h)	7.7 \pm 0.9	9.3 \pm 1.7	<0.001
Sleep onset latency (min)	40.8 \pm 43.2	31.8 \pm 21.6	0.543
Sleep duration (h)	5.4 \pm 1.3	7.1 \pm 1.2	<0.001
Sleep efficiency (%)	70.7 \pm 15.1	77.2 \pm 7.5	0.220
Wake after sleep onset (%)	17.6 \pm 8.8	16.2 \pm 7.7	0.629
Daytime nap duration (h)	0.2 \pm 0.5	0.0 \pm 0.0 ^a	0.108
Total sleep time (h)	5.6 \pm 1.4	7.1 \pm 1.2	0.006

Note: ^aParticipants did not nap on rest days.

Sleep monitoring of a six-day microcycle in strength and high-intensity training

SARAH KÖLLING¹, THIMO WIEWELHOVE¹, CHRISTIAN RAEDER¹, STEFAN ENDLER², ALEXANDER FERRAUTI¹, TIM MEYER³, & MICHAEL KELLMANN^{1,4}

Sleep monitoring of a six-day microcycle 5

Table II. Mean (\pm SD) of sleep parameters and mood ratings ($n = 21$ in each group)

Parameter	Protocol	Baseline	Part 1	Part 2	Post
<i>Objective sleep parameters</i>					
Bedtime	Strength	0:14 \pm 0:28 ^a	23:39 \pm 0:44	0:05 \pm 0:38 ^a	23:38 \pm 0:26
	HIT	0:26 \pm 0:48 ^a	23:25 \pm 1:07	23:47 \pm 1:13	23:41 \pm 0:45
Get-up time	Strength	8:07 \pm 0:47 ^a	7:24 \pm 0:47	8:01 \pm 0:50 ^a	7:14 \pm 0:41
	HIT	7:57 \pm 1:09	7:29 \pm 0:41	7:36 \pm 0:45	7:41 \pm 0:55
SE	Strength	85.7 \pm 6.2	85.7 \pm 6.1	84.2 \pm 6.3	85.4 \pm 6.1
	HIT	87.4 \pm 4.9 ^b	85.6 \pm 5.3	83.6 \pm 7.8	84.5 \pm 7.9
SOL	Strength	19.3 \pm 15.0	21.0 \pm 20.1	19.9 \pm 11.7	14.8 \pm 9.1
	HIT	14.9 \pm 13.0	17.0 \pm 16.0	19.3 \pm 17.8	20.4 \pm 20.0
TIB	Strength	472.5 \pm 46.2	465.8 \pm 47.7	469.1 \pm 47.7	453.0 \pm 39.1
	HIT	454.5 \pm 46.1	477.7 \pm 69.3	462.9 \pm 75.8	477.2 \pm 62.1
TST	Strength	404.3 \pm 44.5	397.3 \pm 39.1	394.1 \pm 45.0	385.8 \pm 41.7
	HIT	397.7 \pm 47.5	409.1 \pm 67.1	387.4 \pm 71.0	402.5 \pm 58.8
WASO	Strength	40.6 \pm 21.9	39.8 \pm 28.2	45.0 \pm 26.0	41.9 \pm 26.1
	HIT	34.1 \pm 16.5	47.2 \pm 28.7	48.3 \pm 36.4	45.9 \pm 43.6
SF	Strength	10.7 \pm 3.1	10.0 \pm 3.5	11.8 \pm 5.2	11.6 \pm 4.5
	HIT	10.9 \pm 3.4	13.3 \pm 3.5	12.6 \pm 6.8	12.4 \pm 5.5
.					

Sleep/wake behaviours of elite athletes from individual and team sports

MICHELE LASTELLA¹, GREGORY D. ROACH¹, SHONA L. HALSON², &
CHARLI SARGENT¹

Table III. Sleep/wake variables for athletes from individual and team sports

Sleep variables	Individual sport (mean \pm s)	Team sport (mean \pm s)	F (df)
Bedtime (hh:mm)	22:27 \pm 00:49	23:24 \pm 01:06	79.8 (1,118)***
Get-up time (hh:mm)	06:42 \pm 01:00	07:56 \pm 01:07	102.9 (1,118)***
Sleep onset time (hh:mm)	22:49 \pm 00:48	23:40 \pm 01:05	73.7 (1,118)***
Sleep offset time (hh:mm)	06:29 \pm 01:01	07:46 \pm 01:08	106.6 (1,121)***
Sleep latency (min)	22.0 \pm 26.6	16.0 \pm 20.1	6.8 (1,114)*
Time in bed (h)	8.2 \pm 1.0	8.5 \pm 1.2	5.8 (1,125)*
Total sleep time (h)	6.5 \pm 1.1	7.0 \pm 1.2	13.1 (1,122)*
Sleep efficiency (%)	85.9 \pm 6.1	86.4 \pm 4.8	4.4 (1,123)*
Moving minutes (min)	82.5 \pm 35.4	78.5 \pm 26.3	5.5 (1,115)*
Wake after sleep onset (%)	18.0 \pm 7.4	16.2 \pm 5.0	10.7 (1,114)*
Subjective sleep quality	2.7 \pm 1.0	2.6 \pm 0.9	0.4 (1,124)

* p < 0.05, *** p < 0.001.

Sleep/wake behaviours of elite athletes from individual and team sports

MICHELE LASTELLA¹, GREGORY D. ROACH¹, SHONA L. HALSON², &
CHARLI SARGENT¹

Sleep variables	Individual sports				
	Cycling	Mountain bike	Racewalking	Swimming	Triathlon
Bedtime (hh:mm)	22:39 ± 00:53	23:02 ± 00:42	22:53 ± 01:12	22:14 ± 01:10	22:27 ± 00:39
Get-up time (hh:mm)	06:42 ± 00:58	07:48 ± 00:46	07:02 ± 01:10	06:46 ± 01:26	06:19 ± 00:44
Sleep onset (hh:mm)	22:51 ± 00:54	23:14 ± 00:41	23:11 ± 01:09	22:54 ± 01:11	22:49 ± 00:42
Sleep offset (hh:mm)	06:33 ± 00:58	07:37 ± 00:49	06:56 ± 01:10	06:25 ± 01:32	06:03 ± 00:48
Sleep latency (min)	12.1 ± 14.9	12.5 ± 12.1	13.0 ± 15.2	40.1 ± 38.5	21.4 ± 22.1
Time in bed (h)	8.0 ± 1.0	8.8 ± 0.8	8.2 ± 1.1	8.5 ± 1.4	7.9 ± 0.8
Total sleep time (h)	6.7 ± 0.9	7.0 ± 0.7	7.1 ± 1.0	6.4 ± 1.5	6.1 ± 0.9
Sleep efficiency (%)	86.5 ± 5.5	83.7 ± 5.4	91.1 ± 5.7	84.4 ± 6.7	83.8 ± 4.1
Moving mins (min)	73.5 ± 23.1	88.1 ± 26.0	55.1 ± 23.6	102.4 ± 44.6	82.0 ± 26.5
Wake after sleep onset (%)	15.8 ± 4.4	17.3 ± 4.2	11.6 ± 4.4	22.7 ± 9.2	18.8 ± 5.4
Sleep quality	2.6 ± 1.1	3.2 ± 0.9	2.7 ± 1.2	2.6 ± 1.0	2.8 ± 0.8

Data are mean ± s.

Accuracy is defined by a proportion: the total number of 30-s epochs of sleep (defined by PSG) that were correctly classified by actigraphy, divided by the total number of events classified (be they correct or incorrect)

Table 2—Epochs of actigraphy and polysomnography (30-second)

Original Timing

		Actigraphy				
		“Sleep”	“Wake”	Accuracy = 0.848		
PSG	Sleep	186,889	8,794	195,683	Sensitivity = 0.955	
	Wake	26,572	10,594	37,166	Specificity = 0.285	
		213,461	19,388	232,849		

Sensitivity for sleep corresponds to the proportion of epochs PSG-scored as *sleep* epochs that are correctly classified as sleep by actigraphy

Specificity for sleep corresponds to the proportion of epochs PSG-scored as wake epochs that are correctly classified as wake epochs by actigraphy.

Table II. Sleep actigraphy data comparing athletes (including data on individual athletic groups) with non-athletic controls. Values are means \pm standard deviation.

Group	n	Time in bed (hrs:mins)	Sleep latency (mins)	Time asleep (hrs:mins)	Time awake (hrs:mins)	Sleep efficiency (%)	Fragmentation index	Actual sleep (%)	Moving minutes (mins)	Moving time (%)
Controls	20	8:07 \pm 0:20 _a	5.0 \pm 2.5 _b	7:11 \pm 0:25	0:50 \pm 0:16 _c	88.7 \pm 3.6 _d	29.8 \pm 9.0 _e	89.7 \pm 3.3 _f	45.4 \pm 11.6 _g	9.4 \pm 2.4 _h
Athletes	46	8:36 \pm 0:53 _a	18.2 \pm 16.5 _b	6:55 \pm 0:43	1:17 \pm 0:31 _c	80.6 \pm 6.4 _d	36.0 \pm 12.4 _e	84.3 \pm 5.7 _f	87.6 \pm 32.6 _g	17.8 \pm 6.2 _h
Canoeing	11	8:32 \pm 0:35	19.1 \pm 20.2	6:58 \pm 0:23	1:06 \pm 0:17	81.8 \pm 4.3	31.0 \pm 9.0	86.3 \pm 3.4	75.6 \pm 19.8	15.6 \pm 4.2
Diving	14	8:46 \pm 0:55	21.0 \pm 19.0	7:05 \pm 0:47	1:17 \pm 0:19	80.9 \pm 5.3	39.3 \pm 11.8	84.5 \pm 3.7	96.5 \pm 30.3	19.3 \pm 5.3
Rowing	10	7:46 \pm 0:40	10.2 \pm 6.6	6:25 \pm 0:50	1:08 \pm 0:32	82.5 \pm 8.3	35.6 \pm 16.1	84.8 \pm 7.2	77.9 \pm 41.3	17.3 \pm 9.1
Speed skating	11	9:13 \pm 0:47	21.1 \pm 15.1	7:06 \pm 0:38	1:38 \pm 0:46	77.2 \pm 7.1	37.3 \pm 12.2	81.6 \pm 7.5	97.0 \pm 34.8	18.4 \pm 5.7

Note: Mean values with the same subscript are significantly different ($p < 0.05$).

- f) Sportliche Höchstleistung kann auch mit extremen Schlafentzug erbracht werden. (Aber Vorsicht: Psychomotorische Vigilanz)**
- g) Sportlerinnen und Sportler schlafen angepasst und nicht immer gut. (ber Vorsicht: Schlafmessung!)**

Schlafprobleme durch...

- Nervosität und Wettkampfangst
- Schlafen in ungewohnter Umgebung
- Anreise zum Wettkampf über mehrere Zeitzonen
- Übertraining

Beispiel

Schlaf und Wettkampf...

- Franziska van Almsick: «Ich werde vielleicht noch eine Nacht ruhig schlafen, aber danach wird es dann schlimm, das weiß ich! [...] Morgen kann ich nicht mehr schlafen». Nach dem Aus-scheiden in der Vorrunde des 200-m Freistil Wettbewerbs beklagte sie in einem Interview, dass sie in der Nacht schlecht geschlafen hatte.
(<http://olympia.ard.de/> aufgerufen am 25.08.2004)
- Manfred Kurzer: Dabei hatte der Deutsche vor dem Wettkampf wenig geschlafen. "Ich habe die halbe Nacht mit Mückenjagen verbracht" (<http://olympia.ard.de/> aufgerufen am 25.08.2004). Manfred Kurzer hatte das Olympiagold aufgrund einer überragenden Leistung aus der Vorrunde gesichert, beim Finale am Mittag schoss er nur mäßig.

Fragebogenstudie Gesamtstichprobe

- N = 632 (379 Männer, 253 Frauen; Alter: 21.9 ± 6.8 Jahre)
- Ambitionierte Freizeitsportler bis Leistungssport
- Kein Kader: 264; C: n=170; B: n=98; A: n=100

Ballsport

n=301

meist Mannschaftssport

CGS-Sport

n=278

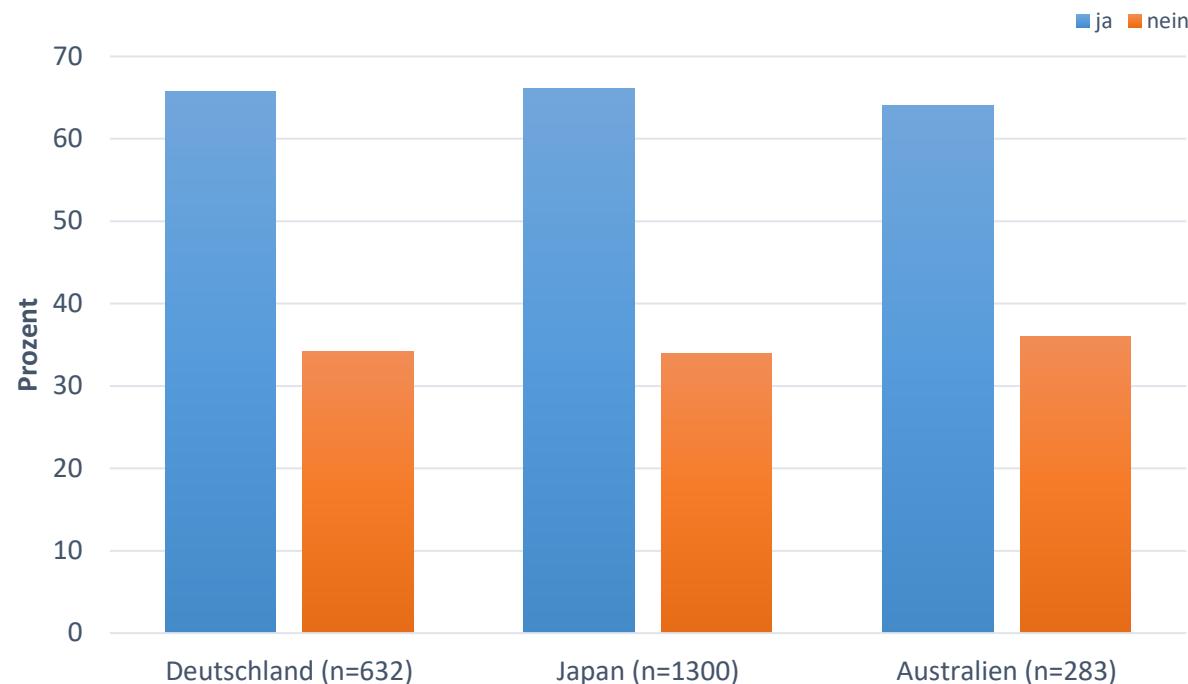
meist Einzelsport

Künstl./Kampfsport

n=53

gemischt

Haben Sie schon einmal in der Nacht/den Nächten vor einem wichtigen Wettkampf/Spiel verglichen mit ihren normalen Schlafgewohnheiten schlechter geschlafen?



Erlacher, Ehrlenspiel, Adegbesan & Galal El-Din (2011). Journal of Sports Sciences, 29

Erlacher, Fujii, & Schredl (unpublished data)

Juliff, Halson, & Peiffer (online first). *Journal of Science and Medicine in Sport*

Antworhäufigkeiten

Welche Probleme haben Sie mit Ihrem Schlaf vor einem Wettkampf erlebt?

Mehrfachnennungen (n=384)	47 % 19 % 25 % 7 % 2 %	Einschlaf Schwierigkeiten nächtliches Erwachen frühes morgendliches Erwachen unangenehme Träume Sonstiges (bitte eintragen):
------------------------------	------------------------------------	---

Welche Gründe gab es für den schlechteren Schlaf vor einem Wettkampf?

Mehrfachnennungen (n=388)	15 % 32 % 41 % 9 % 3 %	ungegewohnte Schlafumgebung Nervosität vor dem Wettkampf Gedanken über den Wettkampfverlauf Geräusche im Zimmer oder von draußen Sonstiges (bitte eintragen):
------------------------------	------------------------------------	---

Wie hat sich der schlechtere Schlaf auf Ihre Wettkampfleistung ausgewirkt?

Mehrfachnennungen (n=385)	47 % 14 % 23 % 11 % 5 %	keine Auswirkung schlechtere Tagesstimmung erhöhte Tagesmüdigkeit schlechtere Leistung im Wettkampf Sonstiges (bitte eintragen):
------------------------------	-------------------------------------	---

Welche Strategien nutzen Sie, um vor einem Wettkampf gut zu schlafen?

Mehrfachnennungen (n=597)	41 % 7 % 1 % 12 % 26 % 13 %	keine besondere Strategie Entspannungstechniken Schlafmittel Lesen Fernsehen Sonstiges (bitte eintragen):
------------------------------	--	--

Welche Probleme haben Sie mit Ihrem Schlaf vor einem Wettkampf erlebt?

Mehrfachnennungen
(n=384)

47 %
19 %
25 %
7 %
2 %

Einschlaf Schwierigkeiten
nächtliches Erwachen
frühes morgendliches Erwachen
unangenehme Träume
Sonstiges (bitte eintragen):

Welche Gründe gab es für den schlechteren Schlaf vor einem Wettkampf?

Mehr
(n=384)

Leistungssportler kenne durchaus Probleme mit dem
Schlaf vor einem wichtigen Spiel oder Wettkampf

Wie
Mehr
(n=384)

Nachteil: Fragebogenstudie ist **retrospektiv**
Erhebung während des Wettkampfs!

11 %
5 %

schlechtere Leistung im Wettkampf
Sonstiges (bitte eintragen):

Welche Strategien nutzen Sie, um vor einem Wettkampf gut zu schlafen?

Mehrfachnennungen
(n=597)

41 %
7 %
1 %
12 %
26 %
13 %

keine besondere Strategie
Entspannungstechniken
Schlafmittel
Lesen
Fernsehen
Sonstiges (bitte eintragen):

Nacht vor einem Marathon

Athletes' precompetitive sleep/wake schedule

Mean bedtime	9:40 pm ($s = 1:20$ hours)
Mean wake-up time	4:18 am ($s = 0:55$ hours)
Mean time awake after sleep onset	0:47 hours ($s = 0:05$ hours)
Mean total sleep time	5:51 hours ($s = 1:25$ hours)
Mean number of awakening	2.5 ($s = 1.9$)

Precompetitive sleep quality compared with a usual night's sleep quality

Much worse	8.7%
Worse	29.1%
Slightly worse	30.1%
Average	25.2%
Slightly better	3.9%
Better	1.9%
Much better	1.0%

Primarily reported factors contributing to the disruption of athletes' sleep the night prior to competition (% of sample)

Anxiety	21.4%
Noise	15.3%
Toilet	14.3%
Family and friend issues	7.1%
Dreams	5.1%
Other	17.3%
No awakenings	19.4%

N=103

Ergebnisse Interviews



„Ausreichender Schlaf gehört zur optimalen Wettkampf vorbereitung dazu.“

„Man fühlt sich anfangs schon nicht so fit, aber wenn man erst mal 180 Puls hat, ist die Müdigkeit weg.“

„Ich wache dann meist oft auf, manchmal fünf, sechs mal pro Nacht. Es liegt aber nicht daran, dass ich nervös bin.“

„Vor allem in der Wettkampfphase und bei Stress in der Schule sind sie ziemlich häufig.“

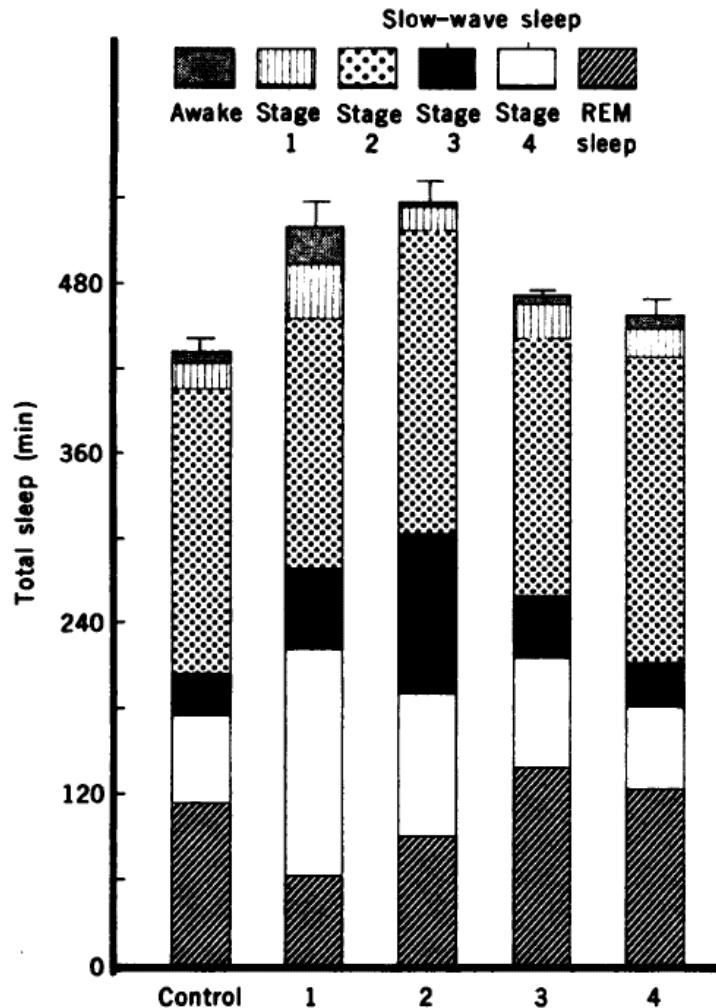
„Früher, als ich noch vor fast allen Rennen aufgeregt war, habe ich oft wenig, manchmal nur drei oder vier Stunden geschlafen. Und bin dann aber trotzdem meistens gut gefahren.“

„Aber es ist von der Handlung her nicht real. Ich falle in meinen Träumen relativ oft vom Rad, auch auf gerader Strecke, gegensteuern geht da nicht. In anderen Träumen verfare ich mich im Rennen.“

„Einerseits ging es nach wenig Schlaf schon öfter mal im Training schlecht, andererseits habe ich auch schon einmal nach zwei Stunden Schlaf ein Rennen gewonnen.“

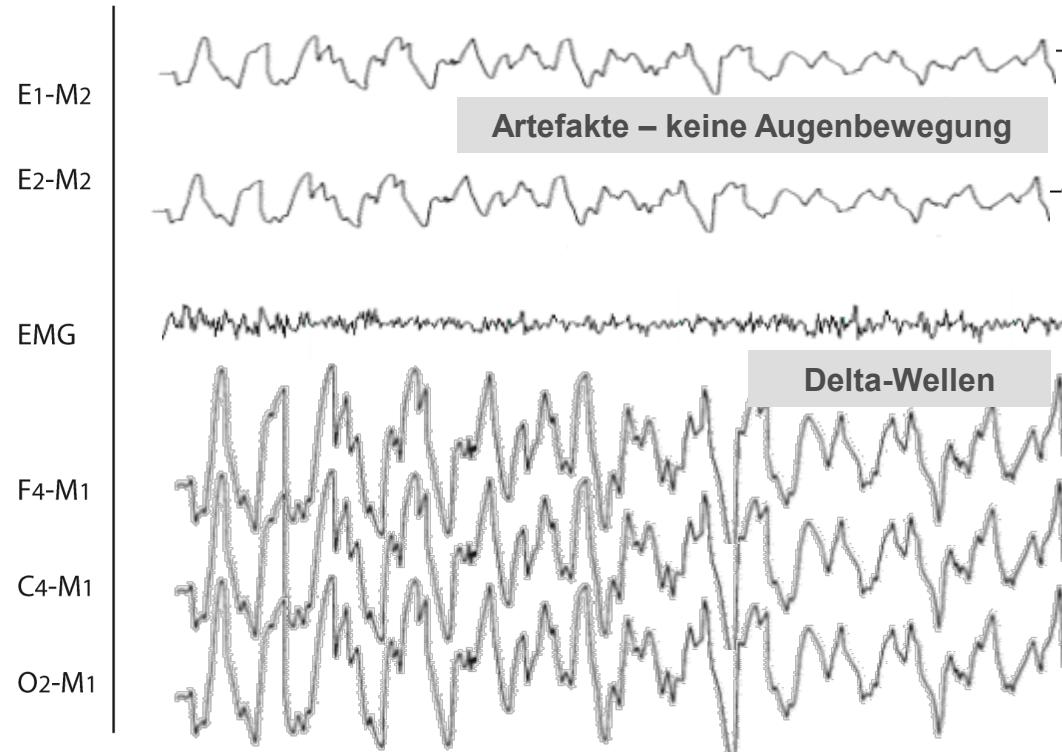
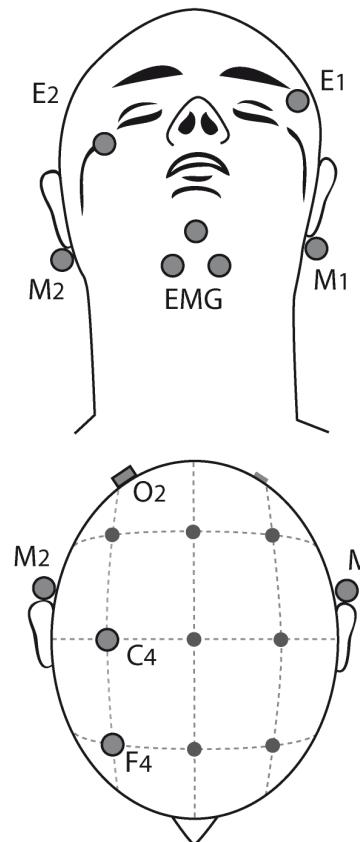
Slow-Wave Sleep: A Recovery Period After Exercise

Abstract. Sleep recordings were carried out on athletes on four successive nights after completing a 92-kilometer road race. Significant increases in total sleep time and slow-wave sleep were found after this metabolic stress. The results show a definite exercise effect on sleep and support sleep-restoration hypotheses.



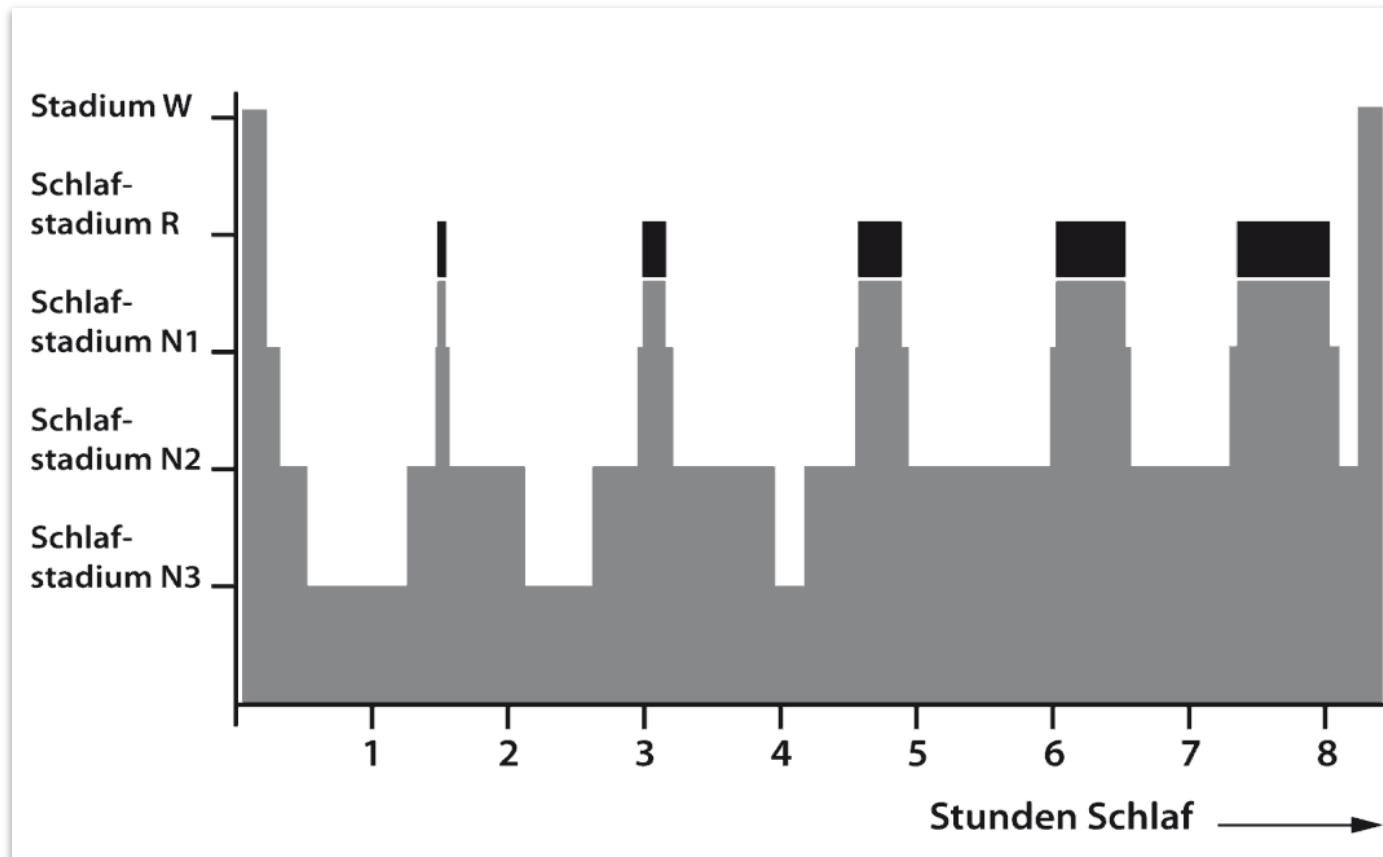
rror of the mean). The marathon started at 0600, and the subjects required between 8½ and 10¾ hours to complete the 92 km (average speed, 10.7 to 8.6 km/hour). Body mass of the runners de-

Schlafstadium N3



- Tiefschlaf
- Deltaschlaf
- Langsame EEG-Frequenzen
- Vorwiegend 1. Nachthälfte

Schlafprofil eines gesunden Schläfers



Aufzeichnung mit SOMNOwatch

Überblick Stichprobe

	Rennen	Ort	Team	Zeitraum	N	Nä.	Ges
1	Istrian Spring Trophy	Kroatien	Kontinentalteam Heizomat Mapei	12.3.-15.3.09	6	4	24
2	Cinturon Mallorca	Spanien	Kontinentalteam Heizomat Mapei	3.4.-5.4.09	6	3	18
3	Lehrgang	Fulda (D)	Kontinentalteam Heizomat Mapei	29.1.-30.1.10	4	2	8
4	Volta a Catalunya	Spanien	Pro Team Milram	22.5.-24.5.09	3	3	9
5	Regio Tour U19	Freiburg (D)	U19 National- mannschaft	20.8.-23.8.09	5	3	15
6	24ème tour de moselle cycliste	Frankreich	Team Physiodom	18.9.-20.9.09	5	3	15
7	Sechstagerennen München	München (D)	Pro-Fahrer	12.11.-17.11.09	4	5	20
8	Kunstrad Trainingswettkampf	Heidelberg (D)	Bundeverband RKB "Solidarität"	29.1.-30.1.10	6	2	12

Messung

Subjektive Schlafeinschätzung	Objektive Schlafmessung	Subjektive Einschätzung der Rennleistung
Schlaffragebogen A (Görtelmayer, 1996)	SomnoWatch (Domino Light V. 1.05)	Fragebogen (selbstentwickelt)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Schlafqualität (SQ): 9 Items ▪ Gefühl des Erholtseins nach dem Schlaf (GES): 8 Items 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Automatische Analyse vs. manuelle Analyse ▪ Einschlaflatenz ▪ nächtliches Erwachen ▪ Tiefschlafanteil ▪ Etc. 	<ul style="list-style-type: none"> 11 Fragen zum Rennen (z.B. Wie fühlten Sie sich unmittelbar nach dem Zieleinlauf?) Antwort auf visueller Analogskala mit Ankern: „wenig erschöpft“, „extrem erschöpft“)

h) Schlafprobleme sind im Sport vor und während Wettkämpfen keine Seltenheit.

i) Es gibt nur wenige Studien über den Zusammenhang von Schlaf und sportlicher Leistung – diese zeigen jedoch durchaus eine Wechselwirkung

Sportlerinnen und Sportler sollten...

- ... im Allgemeinen über das Thema Schlaf aufgeklärt sein und ihr Schlafbedürfnis kennen.
- ... die Schlafhygiene kennen.
- ... mögliche positive Effekte durch Schlafverlängerung (z.B. Naps) kennen.

Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!
Kontakt: Daniel.Erlacher@ispw.unibe.ch