

Untersuchungen zur Beanspruchung des Kabinenpersonals auf transmeridianen Strecken

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin
Abteilung Flugphysiologie
Linder Höhe, 51147 Köln

Köln, im August 2000

Institutsleiter:
Prof. Dr. R. Gerzer

Verfasser:
M. Vejvoda, A. Samel, H. Maaß,
N. Luks, A. Linke-Hommes,
M. Schulze, L. Mawet, H. Hinning-
hofen

Abteilungsleiter:
Dr. A. Samel

Arbeitsbelastung, Aktivität, Beanspruchung, Blutdruck, Cabin Crew, Ermüdung, Flight Crew, Herzfrequenz, Körpertemperatur, Kortisol, Luftfahrt, Schlaf, Stress, zirkadiane Rhythmik.

Untersuchungen zur Beanspruchung des Kabinenpersonals auf transmeridianen Strecken

Durch die zunehmende Mobilität der heutigen Gesellschaft, den Konkurrenzdruck der Luftfahrtunternehmen und die Entwicklung neuer Flugzeugtypen für Langstreckenflüge gehören irreguläre Dienstzeiten (inkl. Nacharbeit und Zeitonenflüge) zum normalen Arbeitsumfeld von Flugbesatzungen. Um die Arbeitsbelastung und die Beanspruchung des Kabinenpersonals auf einer transmeridianen Strecke zu bestimmen, wurden auf der Route Frankfurt-San Francisco-Frankfurt (9 Zeitonen) flugmedizinische Untersuchungen durchgeführt. Bei den Umläufen auf der Nordatlantikstrecke findet der Hinflug tagsüber und der Rückflug während der Nacht statt. In der Zeit von Juni 1997 - Juni 1998 wurden 44 Flugbegleiterinnen im Alter von 24 bis 38 Jahren (\bar{x} =31,26 Jahre, sd =4,00 Jahre) untersucht. Die zeitliche Dauer der Einzeluntersuchungen umfasste drei Tage vor einem Umlauf, den Umlauf selbst, und drei Tage nach dem Umlauf. Zur Bestimmung der Belastung und Beanspruchung wurde das EKG kontinuierlich aufgezeichnet. Der Blutdruck wurde an einem Kontrolltag und während der Flüge stündlich gemessen. Die Kortisolkonzentration im Speichel wurde, soweit möglich, stündlich während der Wachperiode erfasst. Ebenfalls stündlich wurden Fragebögen ausgefüllt, die nach dem momentanen Wachheits- und Ermüdungszustand, sowie nach der Arbeitsbelastung fragten. Die Schlafdauer und die Schlafqualität wurden mit Hilfe eines Schlaftagebuchs und durch die Messung der Aktivität aufgezeichnet. Zur Registrierung der zirkadianen Rhythmik wurde vor und nach dem Umlauf die Körperkerntemperatur kontinuierlich gemessen. Die Ergebnisse der Studie lassen erkennen, dass unter den untersuchten Bedingungen (1) Unterschiede zwischen den Kontrolldaten und den Werten, die während der Flüge und nach dem Umlauf erfasst wurden, vorhanden sind, (2) die subjektiven Einschätzungen der Flugbegleiterinnen Unterschiede zwischen dem Hin- und dem Rückflug zeigen, (3) die physiologischen Messdaten keine deutlichen Unterschiede zwischen dem Hin- und Rückflug aufweisen, (4) sich die Daten der einzelnen Kabinenklassen voneinander unterscheiden, (5) keine extremen Verschiebungen der zirkadianen Rhythmik auftreten, (6) das Schlaf-Wach-Verhalten den für derartige Einsätze typischen Verlauf nimmt, (7) die Ermüdung in bestimmten Flugabschnitten sehr hohe Werte annimmt, (8) die Belastung und Beanspruchung insbesondere in der Economy Class hoch ist, so dass eine Verstärkung des Personals in diesem Bereich empfohlen werden kann. Diese Studie leistet einen Beitrag zur Bewertung der Arbeits- und Umweltbedingungen auf einem trans-meridianen Umlauf. Sie kann als Grundlage für Erörterungen über eine Harmonisierung der Flugdienst- und Ruhezeiten des Kabinenpersonals auf europäischer Ebene herangezogen werden.

Activity, aviation, blood pressure, body temperature, cabin crew, circadian rhythm, cortisol, fatigue, flight crew, heart frequency, sleep, stress, task load, work load

Study on Strain, Workload, and Circadian Rhythm in Cabin Crews during Transmeridian Flights.

Flight crews encounter more and more irregular duty times (those include night shifts and time zone flights) due to increasing mobility of modern society, the competition of the airlines, and the development of new long-haul aircraft. To estimate work and task loads of the cabin crew during a transmeridian leg, the air route Frankfurt-San Francisco-Frankfurt (9 time zones) was chosen for flight medical investigations. Generally, outbound transatlantic flights are during the daytime, whereas the inbound flights are overnight. Between June 1997 and June 1998, 44 flight attendants aged 24 to 38 years (\bar{x} =31.26 years, sd =4.00) were investigated. The temporal frame of each single investigation covered 3 days before a roundtrip, the roundtrip itself, and 3 days afterwards. ECG was recorded continuously for the estimation of work and task loads. Blood pressure was measured hourly during an entire control day and throughout the flights. Salivary samples for cortisol were taken each hour while awake, as were questionnaires filled out that asked for the present states of sleepiness and vigilance, as for current work loads. Sleep periods and sleep quality were recorded by a sleep log and by measuring activity. Before and after each roundtrip, the body temperature was measured to register circadian rhythm. The results of the study deliver the findings that under the conditions investigated (1) there are differences between control data and values obtained during flights and after the roundtrip, (2) there are differences in the subjective ratings of the flight attendants between outbound and inbound flight, (3) there are no clear differences between outbound and inbound flight concerning the physiological data, (4) there are differences between cabin classes, (5) there are no extreme shifts in circadian rhythms, (6) there is the typical sleep-wake-pattern for such duties, (7) there are very high fatigue values during certain flight periods, (8) there is a high work and task load, esp. within the economy class, such as to recommend a crew augmentation for this area. The study contributes to the assessment of working and environmental conditions on a transmeridian roundtrip. It may serve as a basis for discussions in Europe about the harmonisation of flight duty and rest times of cabin crew.

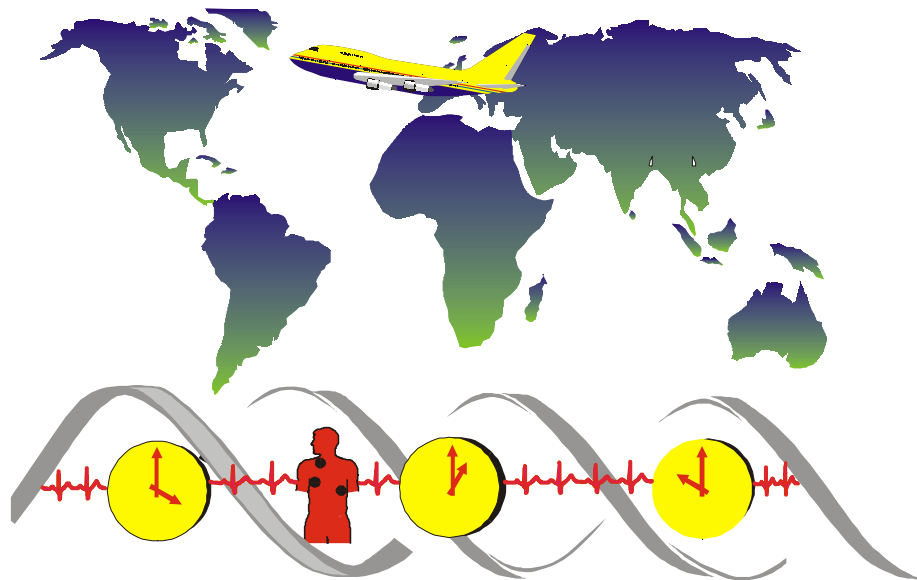
INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	1
2	ALLGEMEINE PROBLEMATIK.....	2
3	ZIELSETZUNG DER STUDIE.....	4
4	UNTERSUCHUNGSUMFANG UND METHODIK.....	5
4.1	KOLLEKTIV UND UNTERSUCHUNGSABLAUF	5
4.2	METHODIK.....	6
4.2.1	<i>Physiologische Parameter</i>	8
4.2.2	<i>Erhebungen subjektiver Angaben</i>	11
4.3	AUSWERTUNG	16
5	ERGEBNISSE	18
5.1	ALLGEMEINER FRAGEBOGEN	18
5.2	UNTERSUCHUNGEN ZUR ZIRKADIANEN RHYTHMIK.....	22
5.2.1	<i>Körpertemperatur.....</i>	24
5.2.2	<i>Kortisol.....</i>	32
5.3	UNTERSUCHUNGEN ZUM SCHLAF.....	34
5.3.1	<i>Schlafdauer</i>	35
5.3.2	<i>Schlafqualität</i>	44
5.3.3	<i>Schlafbedürfnis.....</i>	46
5.4	UNTERSUCHUNGEN ZUR BELASTUNG UND BEANSPRUCHUNG.....	49
5.4.1	<i>Subjektive Beurteilungen.....</i>	49
5.4.1.1	<i>Ermüdung.....</i>	49
5.4.1.2	<i>Stanford Sleepiness Scale.....</i>	56
5.4.1.3	<i>Wachheit.....</i>	57

5.4.1.4	<i>Spannung</i>	59
5.4.1.5	<i>Arbeitsbelastung (NASA-TLX)</i>	61
5.4.1.6	<i>Gesamtbelastung durch den Dienst</i>	65
5.4.1.7	<i>Ernährungsgewohnheiten und Verdauung</i>	67
5.4.2	<i>Physiologische Messdaten</i>	72
5.4.2.1	<i>Kortisol</i>	72
5.4.2.2	<i>Blutdruck</i>	78
5.4.2.3	<i>Herzfrequenz</i>	90
6	ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION DER ERGEBNISSE...	102
7	SCHLUSSFOLGERUNGEN	111
8	LITERATUR	116
9	ANHANG	121
10	DANKSAGUNG	140



FLUGPHYSIOLOGIE
DLR Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin



Das Team der flugmedizinischen Untersucher bedankt sich bei allen Flugbegleiterinnen , die freiwillig an der Studie teilgenommen haben. Durch das Engagement der Versuchsteilnehmerinnen und die gute Zusammenarbeit mit den Untersuchern konnte die Studie erfolgreich durchgeführt werden.

1 EINLEITUNG

Durch die zunehmende Mobilität der heutigen Gesellschaft, den Konkurrenzdruck im nationalen und internationalen Luftfahrtgewerbe und die Entwicklung neuer Flugzeugtypen für lange Non-Stop-Flüge müssen Flugbesatzungen in zunehmendem Maße rund um die Uhr verfügbar und in der Lage sein, den immer größer werdenden Bedarf abzudecken. Deshalb gehören Schichtarbeit, Nachtarbeit, irreguläre Dienstzeiten und Zeitzoneflüge zum üblichen Arbeitsumfeld des fliegenden Personals. Diese Faktoren bedeuten eine Herausforderung an die Physiologie des Menschen, da deren Prozesse nicht gleichförmig ablaufen, sondern durch endogene Zyklen wie die zirkadiane Rhythmik („innere Uhr“) und den Schlaf-Wach-Wechsel mitbestimmt werden. Werden diese natürlichen Vorgänge durch äußere Einflüsse gestört, kann es zu Dysfunktionen kommen, die sich u.a. durch Schlafstörungen, Müdigkeit zur "falschen Tageszeit", verminderte Leistungsfähigkeit und Aufmerksamkeit am Tage bemerkbar machen. Diese Auswirkungen können sich durch rasche Wechsel der Ortszeit verstärken. Es tritt das Phänomen des Jet-Lags auf.

Durch die Desynchronisation des zirkadianen Systems von der Ortszeit sind Störungen von tagesperiodischen Funktionen programmiert, die sich erst durch die Anpassung der inneren Uhr an die neue Ortszeit ausgleichen. Bei einem Verbleiben in der neuen Zeitzone dauert das mehrere Tage. Während dieses Anpassungsprozesses treten – intra-individuell unterschiedlich – folgende Symptome auf:

Subjektive Befunde

- Gestörtes Allgemeinbefinden
- Erhöhtes Schlafbedürfnis
- Erhöhte Müdigkeit
- Abgeschlagenheit
- Schlafschwierigkeiten
- Gastrointestinale Probleme

Objektive Befunde

- Desynchronisation
- Ermüdung
- Leistungsminderungen
- Innere Dissoziation
- Schlafstörungen
- Einschränkung von Motivation und Stimmung

Jet-Lag kann daher zu einer zusätzlichen Belastung während der folgenden Dienste führen, die sich in einer zusätzlichen Beanspruchung bemerkbar macht. Allerdings wird eine Differenzierung um so schwieriger werden, je mehr weitere belastende Faktoren hinzukommen. Als solche seien beispielhaft Nacharbeit, lange Dienstzeiten und anspruchsvolle Arbeit genannt, die einzeln oder kombiniert in der zivilen Luftfahrt auftreten.

Inhalt vorliegender Studie ist die Untersuchung von Jet-Lag und Beanspruchung beim Kabinenpersonal auf transmeridianen Strecken. Als eine typische Strecke wurde der Umlauf Frankfurt – San Francisco ausgewählt, da einerseits die Nordatlantikroute eine der am stärksten frequentierten Strecken ist, andererseits die Zeitdifferenz zwischen Frankfurt und San Francisco neun Stunden beträgt, so dass Störungen der zirkadianen Rhythmik zu vermuten sind.

2 ALLGEMEINE PROBLEMATIK

In den vergangenen Jahren sind zahlreiche Untersuchungen zur Belastung und Beanspruchung des Cockpit-Personals durchgeführt worden [33, 36, 41, 42, 55], die durch die Erfassung flugmedizinischer Daten zu einem besseren Verständnis der psychophysiologischen Faktoren im Cockpit führten. Die Ergebnisse werden auch dazu genutzt, um aus wissenschaftlicher Sicht Beiträge und Empfehlungen zu den Diskussionen um adäquate und europaweit harmonisierte Regeln zu Flugdienst- und Ruhezeiten für das fliegende Personal bereitstellen zu können [41, 42]. Das Tätigkeitsfeld des

Kabinenpersonals wurde dagegen nur vereinzelt wissenschaftlich untersucht. Die Veröffentlichungen stützen sich in der Regel auf subjektive Daten, die mit Hilfe von Fragebögen erhoben wurden [12] und auf Werte, die aus einer Kombination aus Aktometer- und Tagebuchaufzeichnungen gewonnen wurden [22, 23]. Die subjektiven Befragungen [12] ergaben, dass Crews, die auf der Langstrecke eingesetzt werden, mehr Probleme zeigen als die, die auf der Kurzstrecke arbeiten. Medizinisch relevante Symptome sind häufig trockene Haut, Erkältung, Magen-/Darmprobleme, Rückenbeschwerden sowie Ermüdung und Schlafstörungen. Die Tagebuch- und Aktometeraufzeichnungen des Umlaufs Stockholm - Los Angeles (Westrichtung) [22] zeigten verlängerte Wachzeiten an den Flugtagen. Die Müdigkeit und die Schläfrigkeit stiegen während der Flüge und während des Layovers an. Es war ein vermehrtes Auftreten von Kurzschlafphasen während der Flüge, besonders während des Rückfluges zu beobachten. Während sich die Werte der Schlafqualität am 2. Tag nach der Rückkehr normalisiert hatten, hatten die Jet-Lag bezogenen, subjektiven Angaben am 4. Tag nach der Rückkehr noch nicht die Ausgangswerte erreicht. Eine zweite derartige Studie (Aktometer- und Tagebuchaufzeichnungen) auf der Strecke Stockholm - Tokyo (Ostrichtung) [23] zeigte deutliche Schlafprobleme der Crewmitglieder während des Layovers. Es ergaben sich eine Zunahme von Kurzschlafphasen, lange Wachzeiten und Schlaflosigkeit, schlechtere Schlafqualität und verstärkte Schläfrigkeit. An den Tagen nach der Rückkehr war für viele das Aufstehen schwierig. Durch die Verschiedenartigkeit der Arbeitsbedingungen kann erwartet werden, dass andere Faktoren zur Beanspruchung von Flugbegleitern im Vergleich zu denen im Cockpit beitragen, die durch Aktometer- und Tagebuchaufzeichnungen alleine nicht erfasst werden können.

Transmeridiane Umläufe auf der Nordatlantikstrecke sind dadurch gekennzeichnet, dass der Hinflug (Frankfurt (FRA) - San Francisco (SFO)) als Tagflug und der Rückflug (SFO-FRA) als Nachtflug durchgeführt werden.

Da Nachtarbeit zu einer Zeit vollzogen wird, die durch ein Tief des zirkadianen Systems und durch Schlaf charakterisiert ist, muss der Arbeitende besondere Anstrengungen unternehmen, um ein seiner normalen Leistungsfähigkeit entsprechendes Leistungsniveau zu erreichen. Diese Situation wird dadurch kompliziert, dass als Folge des Jet-Lag Störungen der zirkadianen Rhythmik und des Schlafs auftreten. Diese Desynchronisation führt dazu, dass die durch die Nachtflüge bereits verminderte Leistungsfähigkeit noch weiter eingeschränkt wird. Es bedarf daher zusätzlicher Anstrengungen, dieses Defizit auszugleichen.

Das DLR - Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin wurde vom Bundesverkehrsministerium (BMVBW) beauftragt, die Arbeitsbelastung und die Beanspruchung des Kabinenpersonals auf einer transmeridianen Strecke flugmedizinisch zu untersuchen.

3 ZIELSETZUNG DER STUDIE

Es war das erste Ziel dieser Studie, flugmedizinische Daten für einen typischen Arbeitseinsatz des Kabinenpersonals auf einer transmeridianen Langstrecke zu sammeln. Die Ergebnisse sollen dazu beitragen, die Belastung und Beanspruchung des Kabinenpersonals unter Jet-Lag-Bedingungen zu erfassen. Daraus lassen sich möglicherweise Empfehlungen ableiten, wie das Arbeitsumfeld im Bereich des Kabinenpersonals verbessert werden kann.

Ein weiteres Ziel war es, flugmedizinische Daten im Bereich des Kabinenpersonals zu gewinnen, mit denen von wissenschaftlicher Seite erste Beiträge geleistet werden, die als Grundlage für eine Harmonisierung auf europäischer Ebene dienen können.

4 UNTERSUCHUNGSUMFANG UND METHODIK

4.1 KOLLEKTIV UND UNTERSUCHUNGSABLAUF

Die vorliegende Studie fand von Juni 1997 bis Juni 1998 statt, wobei aus organisatorischen Gründen keine Untersuchungen zwischen November 1997 und Februar 1998 durchgeführt werden konnten. Die Daten wurden auf insgesamt 13 Umläufen FRA-SFO-FRA gewonnen (Abb.1). Es wurden 44 Flugbegleiterinnen im Alter von 24 bis 38 Jahren flugmedizinisch untersucht. Das Durchschnittsalter betrug 31,26 Jahre (sd = 4,00 Jahre). Die zeitliche Dauer der Einzeluntersuchungen umfasste drei Tage vor einem Umlauf (Kontrolldaten zu Hause), den Umlauf selbst (einschließlich der Flüge), und drei Tage nach dem Umlauf (Resynchronisationsperiode zu Hause).

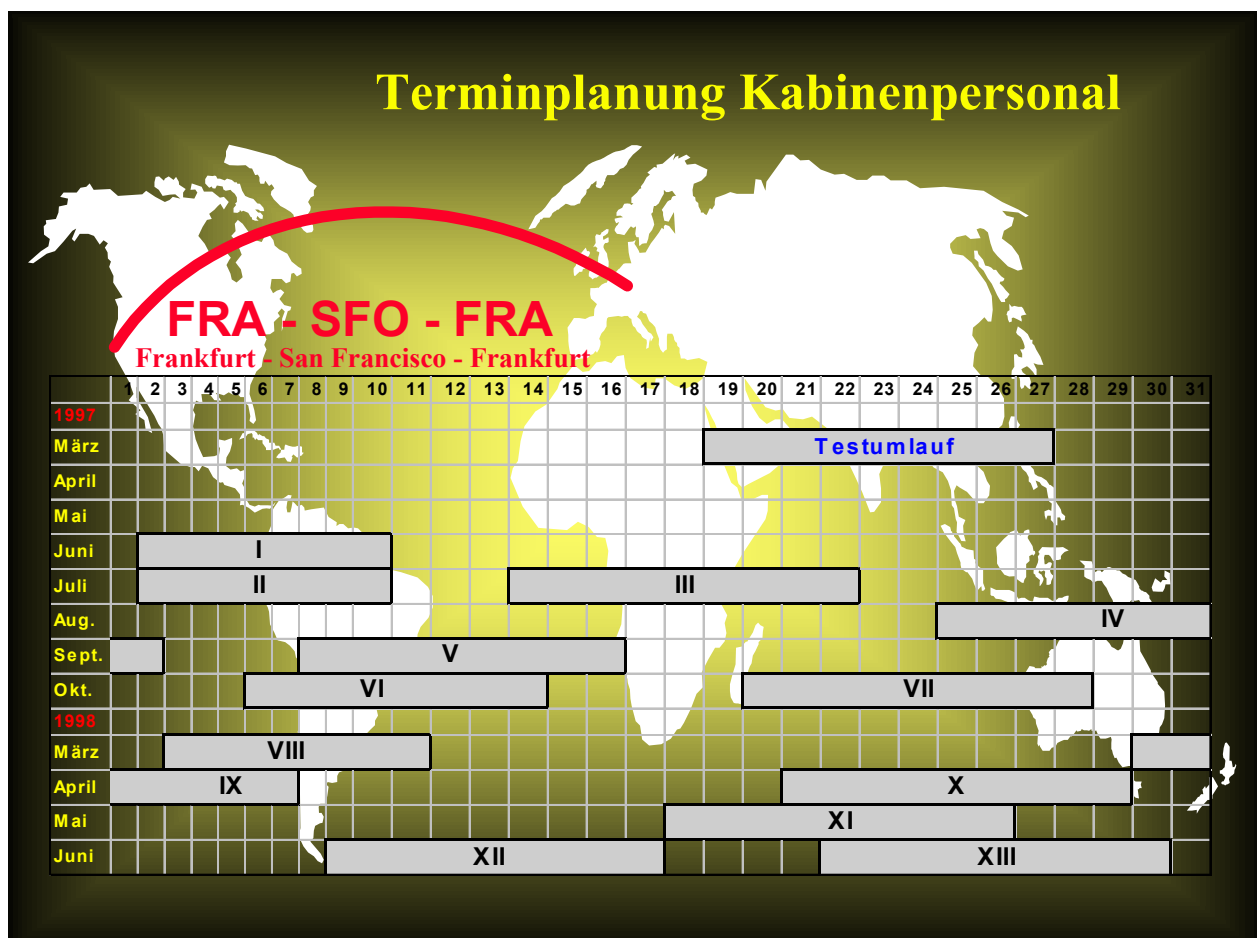


Abb. 1: Zeitlicher Ablauf der einzelnen Umläufe

Die Durchführung der Messungen war so geplant, dass Beeinträchtigungen der privaten und dienstlichen Aktivitäten so gering wie möglich gehalten wurden. Dabei sollte jedoch ein vorgegebener Zeitplan für das Messprogramm (Abb. 3) möglichst eingehalten werden.

Die mittleren Blockzeiten betragen auf dem Hinflug (FRA-SFO) 11:07 Stunden, auf dem Rückflug (SFO-FRA) 10:17 Stunden. Mittlere Block-off-Zeit des Hinflugs war in Frankfurt um 10:46 Uhr (SD = 11 Minuten) MEZ/MESZ, Block-on-Zeit in San Francisco um 21:53 Uhr (SD = 16 Minuten) MEZ/MESZ. Block-off-Zeit des Rückflugs war in San Francisco im Mittel um 23:46 Uhr (SD = 13 Minuten) MEZ/MESZ, Block-on-Zeit in Frankfurt um 10:03 Uhr (SD = 18 Minuten) MEZ/MESZ.

4.2 METHODIK

Zur Bestimmung der Belastung und Beanspruchung wurde das EKG an einem Basistag und während der Flüge kontinuierlich aufgezeichnet (Abb. 2). Der Blutdruck wurde ebenfalls an einem Kontrolltag und während der Flüge stündlich gemessen. Die Kortisolkonzentration im Speichel wurde, soweit

	FRA - SFO - FRA									
	Baseline			Hinflug	LAYOVER	Rückflug	Post - Flight			
	-3	-2	-1		L / O		1	2	3	
Aktivität (Arm)	20:00	kontinuierlich		kontinuierlich	kontinuierlich	kontinuierlich	kontinuierlich			
EKG	20:00	kont.	20:00	kontinuierlich		kontinuierlich	opt.	Ende morgens		
Blutdruck	20:00	stündlich 20:00		stündlich		stündlich				
Rektaltemperatur	20:00	kont.	Ende morgens				Beginn zu Hause		Ende morgens	
Kortisol (Speichel)	20:00	stündlich		stündlich	möglichst stündlich	stündlich	stündlich			
Fragebogen *	20:00	stündlich		stündlich	möglichst stündlich	stündlich	stündlich			
NASA TLX **	Einweisung			stündlich		stündlich	Gewichtung			
Sleep Log	20:00	vor und nach jeder Schlafperiode								Ende morgens
Allgemeiner Fragebogen							zu Hause			

kont. = kontinuierlich
opt. = wenn möglich

* Fragebogen blau: Müdigkeit, Schläfrigkeit, Anspannung, Alertness. Fragebogen rot: Ernährung, Stuhlgang
 ** Fragebogen NASA TLX: Beanspruchung während der Flüge (geistige, körperliche, zeitliche Anforderungen etc.) retrospektiv

Abb. 2: Übersicht und zeitlicher Verlauf der aufgezeichneten Parameter

Tag -2		LH - Kabinenpersonal					
	EKG	Speichel	Fragebogen	Aktivität	Blutdruck	Körper- temperatur	Sleep-Log
00:00							
01:00							
02:00							
03:00							
04:00							
05:00							
06:00							
07:00							
08:00		*	1 *				*
09:00			1				
10:00			1				
11:00			1				
12:00			1				
13:00			1				
14:00			1				
15:00			1				
16:00			1				
17:00			1				
18:00			1				
19:00			1				
20:00	Ende 20:00		1		Ende 20:00		
21:00			1				
22:00			1				
23:00		**	1 **				**
* = nach dem Aufstehen							
** = vor dem Zubettgehen							
Fragebogen 1: blaue + rote Kärtchen							

Abb. 3 : Tagesplan des Messprogramms 2 Tage vor dem Flug FRA-SFO

möglich, stündlich während der Wachperiode erfasst. Ebenfalls stündlich wurden Fragebögen ausgefüllt, die nach dem momentanen Wachheits- und Ermüdungszustand, sowie nach der Arbeitsbelastung fragten. Die Schlafdauer und die Schlafqualität wurden mit Hilfe eines Schlaftagebuchs und durch die Messung der Aktivität aufgezeichnet. Zur Registrierung der zirkadianen Rhythmik wurde vor und nach dem Umlauf die Körperkerntemperatur kontinuierlich gemessen (Abb. 2).

Im folgenden werden die Methoden, die zur Anwendung kamen, näher beschrieben.

4.2.1 Physiologische Parameter

- Aktivität am nichtdominanten Arm (kontinuierlich während der gesamten Studienzeit)
- EKG (kontinuierlich; 24 h Basisdaten; während der Flüge; optional nach dem Flug)
- Blutdruck (stündlich; 24 h Basisdaten; während der Flüge)
- Körpertemperatur (kontinuierlich; jeweils 36 h vor und nach dem Umlauf)
- Kortisol im Speichel (stündlich, außer während der Schlafperiode; für 36 h vor dem Umlauf, während der Flüge, während des Layovers, für 36 h nach dem Umlauf)

Aktivität

Zur Aufzeichnung der motorischen Aktivität wurde das Miniaturgerät "Aktometer" (Firma ZAK, Marktheidenfeld) eingesetzt, das wie eine Armbanduhr am Handgelenk der nichtdominanten Hand getragen wurde. Mit Hilfe eines piezoelektrischen Bewegungsaufnehmers wurde

die Anzahl der Bewegungen (Beschleunigung $> 0,1 \text{ g}$) über eine Minute integriert und digital abgespeichert. Pro Minute konnten maximal 240 Bewegungen registriert werden [32, 36, 43, 51]. Die Aktometerdaten wurden täglich auf ein Notebook übertragen und gesichert. Die Binärdateien wurden in ASCII-Files umgewandelt, um sie in eine Datenbank bzw. Tabellenkalkulation einzulesen und damit auszuwerten.

EKG

Beim EKG wurde eine einfache Brustwandableitung vorgenommen. Die Herzfrequenz wurde mit Hilfe eines digitalen Datenrekorders (Firma ZAK, Marktheidenfeld) kontinuierlich aufgenommen und gespeichert. Der Rekorder war so klein, dass er permanent an einem Gürtel oder in der Blusentasche getragen werden konnte, ohne die Flugbegleiterinnen zu behindern [36, 51]. Zur Datensicherung wurden die EKG-Daten täglich auf ein Notebook übertragen. Die Umwandlung der Binärdateien in ASCII-Files erlaubte eine Weiterverarbeitung mit jeder Datenbank bzw. mit jedem Tabellenkalkulationsprogramm.

Blutdruck

Der Blutdruck wurde mit einem frei programmierbaren Gerät der Firma SpaceLabs Medical (Kaarst) aufgezeichnet. Das Gerät hatte die Größe einer Zigarettenschachtel und wurde am Gürtel getragen. Die Druckmanschette, die mittels eines Klettverschlusses am Oberarm angelegt wird, war mit dem Gerät über einen Gummischlauch verbunden. Messungen und automatische Datenaufzeichnung konnten sowohl automatisch als auch manuell ausgelöst werden. Wann immer möglich, wurde eine Messung stündlich vorgenommen. Nachts erfolgte die stündliche Messung automatisch. Tagsüber wurde der Blutdruck in sitzender Position manuell erfasst. Während des Dienstes im Flugzeug

wurde das Gerät nicht permanent getragen, sondern nur zur eigentlichen Messung angelegt. Während jedes Messvorgangs wurde der systolische und diastolische Blutdruck sowie die Herzfrequenz ermittelt und abgespeichert. Alle Daten wurden täglich gesichert, und die vom Gerät gelieferten ASCII-Files zur weiteren Verarbeitung mittels Tabellenkalkulation auf Notebook übernommen. Über die Messungen und über die Datensicherung wurden zusätzlich handschriftliche Protokolle geführt. In diese Protokolle wurden auch alle Besonderheiten eingetragen, wie z.B.: Störungen, Pausen, Beeinträchtigungen des normalen Arbeitsablaufes etc., um ggf. später bei der Auswertung auffällige Messwerte deuten zu können.

Körpertemperatur

Die Veränderungen der zirkadianen Rhythmik wurden mit Hilfe der Körperkerntemperatur bestimmt. Diese wurde mittels einer Rektalsonde kontinuierlich erfasst und digital in 2-Minuten-Intervallen abgespeichert. Als Speichermedium diente das Thermoport (Firma ZAK, Marktheidenfeld), welches ähnliche Abmessungen wie das Aktometer hat und bequem am Hosengürtel o. ä. getragen werden kann. Die digitalisierten Daten wurden auf einen PC übertragen und dort weiter verarbeitet.

Kortisol im Speichel

Stündliche Speichelproben wurden außerhalb der Schlafperiode für die Dauer der Untersuchung in Salivetten® (Sarstedt, Nümbrecht) gesammelt. Diese wurden bis zum Transport ins Labor kühl (4°C) gelagert. Später im Labor wurden die Proben 10 Minuten bei 2000xG zentrifugiert, der Speichel in vorbereitete Plastikgefäße dekantiert und bis zur Kortisolanalyse bei -20°C gelagert. Die Analyse der Speichelproben erfolgte mittels kommerziell erhältlichem Radio-

immunoassay (Magic Cortisol der Fa. Chiron Diagnostics, Fernwald) in leichter Modifizierung nach Kirschbaum [17].

4.2.2 Erhebungen subjektiver Angaben

Neben der Erhebung physiologischer Daten wurden subjektive Angaben aufgezeichnet, die sich auf den Schlaf sowie die Ermüdung und die Arbeitsbelastung während der Wachphasen beziehen:

- Sleep-Log (vor und nach jeder Schlafperiode; während der gesamten Studienzeit)
- Fragebogen zur Ermüdung, Schläfrigkeit, Spannung und Wachheit (stündlich, außer während der Schlafperiode; über 36 h vor dem Umlauf, während der Flüge, während des Layovers, über 36 h nach dem Umlauf)
- Fragebogen zur Arbeitsbelastung (stündlich; während der Flüge)
- Fragebogen zu den Ernährungsgewohnheiten und zur Verdauung (siehe Ermüdung)
- Allgemeiner Fragebogen (einmal nach dem Umlauf)

Sleep-Log

Die subjektiven Angaben über den Schlaf (z.B.: Schlafdauer, Aufwachreaktionen, Schlafqualität, Schlafbedürfnis) wurden in einem Schlafprotokoll (Sleep-Log, Abb. 4) festgehalten [33, 36, 43, 51, 55].

Abschnitt 1 - vor jedem Schlaf auszufüllen	
Datum <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 20px; margin-top: 5px;"></div>	Uhrzeit(Ortszeit) <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 20px; margin-top: 5px;"></div>
Ort: <input type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> Hotel <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block; vertical-align: middle;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block; vertical-align: middle;"></div> <input type="checkbox"/> Flugzeug	
Airport Code (GMT im Flugzeug)	
Wie fühlen Sie sich jetzt? <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> sehr müde <div style="flex-grow: 1; border-bottom: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; left: -10px; top: -10px; border-left: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="position: absolute; right: -10px; top: -10px; border-right: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> </div> sehr wach </div>	
Wenn Sie die Zeit zwischen Ihrem letzten Schlaf und jetzt betrachten, wie haben Sie sich durchschnittlich gefühlt ? <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> sehr müde <div style="flex-grow: 1; border-bottom: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; left: -10px; top: -10px; border-left: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="position: absolute; right: -10px; top: -10px; border-right: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> </div> sehr wach </div>	
Hatten Sie heute Dienst? <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja	
Wenn ja, wie war die Gesamtbelastung durch diesen Dienst ? <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> sehr niedrig <div style="flex-grow: 1; border-bottom: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; left: -10px; top: -10px; border-left: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="position: absolute; right: -10px; top: -10px; border-right: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> </div> sehr hoch </div>	
Wie schätzen Sie jetzt Ihre Beschwerden bezüglich Jet-Lag ein ? <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> kein Jet-Lag <div style="flex-grow: 1; border-bottom: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; left: -10px; top: -10px; border-left: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="position: absolute; right: -10px; top: -10px; border-right: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> </div> extrem hoher Jet-Lag </div>	
Welche Symptome ? _____	
Aus welchem Grund legen Sie sich jetzt zum Schlafen hin ? <input type="checkbox"/> Ermüdung <input type="checkbox"/> normale Schlafzeit <input type="checkbox"/> dienstabhängig <input type="checkbox"/> anderer Grund	
KOMMENTARE <div style="border: 1px solid black; height: 20px; margin-top: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; margin-top: 5px;"></div>	

Abschnitt 2 - nach jedem Schlaf auszufüllen	
Datum <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 20px; margin-top: 5px;"></div>	Ortszeit <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 20px; margin-top: 5px;"></div>
ins Bett um <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block; vertical-align: middle;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block; vertical-align: middle;"></div> </div>	
eingeschlafen um <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block; vertical-align: middle;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block; vertical-align: middle;"></div> </div>	
aufgewacht um <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block; vertical-align: middle;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block; vertical-align: middle;"></div> </div>	
aufgestanden um <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block; vertical-align: middle;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block; vertical-align: middle;"></div> </div>	
Wie schätzen Sie die Qualität des Schlafs ein ? <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> sehr schlecht <div style="flex-grow: 1; border-bottom: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; left: -10px; top: -10px; border-left: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="position: absolute; right: -10px; top: -10px; border-right: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> </div> sehr gut </div>	
Hätten Sie gerne weniger oder mehr geschlafen ? <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> viel weniger <div style="flex-grow: 1; border-bottom: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; left: -10px; top: -10px; border-left: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> <div style="position: absolute; right: -10px; top: -10px; border-right: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></div> </div> viel mehr </div>	
Was war der Grund für das Aufwachen ? natürliches Aufwachen <input type="checkbox"/> geplantes Aufwachen <input type="checkbox"/> Störung <input type="checkbox"/> anderer Grund <input type="checkbox"/>	
Sind Sie während des Schlafs aufgewacht ? ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>	
FALLS JA,	
längste Zeit	ungefähre Zeit <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block; vertical-align: middle;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block; vertical-align: middle;"></div> </div>
zweitlängste Zeit	ungefähre Dauer <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block; vertical-align: middle;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block; vertical-align: middle;"></div> </div>
drittlängste Zeit	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block; vertical-align: middle;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block; vertical-align: middle;"></div> </div>
KOMMENTARE <div style="border: 1px solid black; height: 20px; margin-top: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; margin-top: 5px;"></div>	

Abb. 4: Eine Doppelseite aus dem Sleep Log

Dabei wurden alle Schlafzeiten pro Tag unabhängig von der Schlafdauer erfasst (sowohl tagsüber als auch nachts), d.h. egal ob die Flugbegleiterin nur 10 Minuten oder 8 Stunden geschlafen hatte. Während der Dienstperiode wurde jeweils abends die Gesamtbelastung des Tages auf einer im Sleep-Log befindlichen Analogskala (sehr niedrig --> sehr hoch) angekreuzt.

Ermüdung

Zur Erfassung des augenblicklichen Ermüdungszustandes wurde im Abstand von einer Stunde (während des Wachseins bzw. vor und

nach jeder Schlafperiode) eine Checkliste (Abb.5) ausgefüllt. Diese Checkliste kommt in vielen Untersuchungen sowohl bei Militärflugpersonal als auch in der zivilen Luftfahrt zum Einsatz [14, 33, 36, 40-44, 51]. Jede Einzelfrage führt zu einer Bewertung zwischen 0 und 2, so dass für jeden Fragebogen (10 Einzelfragen) ein Summenergebnis von 0 (sehr wach) bis 20 (sehr müde) resultiert.

Code: _____ Datum : _____ Uhrzeit: _____

Anleitung:

**BITTE DENKEN SIE GENAU DARÜBER NACH;
WIE SIE SICH MOMENTAN FÜHLEN**

Machen Sie bei jeder Frage nur ein Kreuz!

	Besser	Genau	Schlechter
1. SEHR MUNTER			
2. ÄUSSERST MÜDE			
3. DURCHAUS FRISCH			
4. LEICHT ERSCHÖPFT			
5. UNTERNEHMUNGSLUSTIG			
6. ZIEMLICH FRISCH			
7. ABGESCHLAFFT			
8. SEHR ERFRISCHT			
9. ZIEMLICH ERSCHÖPFT			
10. AUSGEPUMPT			

Abb. 5: Fragebogen zur Ermüdung

Auf der Rückseite der Ermüdungs-Check-Liste wurde ergänzend und komplementär die Stanford-Sleepiness-Skala (SSS) in deutscher Übersetzung ausgefüllt [43], die in Untersuchungen zum Schlaf und seinen Störungen international weit verbreitet ist (Abb.6). Außerdem

wurde in zwei Analogskalen nach dem Spannungszustand und der Wachheit der Flugbegleiterinnen gefragt (Abb. 6).

Kreuzen Sie bitte die Ziffer an, die Ihren Zustand am besten beschreibt:

- () 1. BIN HELL WACH UND VOLL PRÄSENT; FÜHLE MICH AKTIV UND VITAL, AUFMERKSAM.
- () 2. BIN VOLL DA; JEDOCH NICHT AM HÖHEPUNKT MEINER LEISTUNGSFÄHIGKEIT, KANN MICH KONZENTRIEREN.
- () 3. FÜHLE MICH ENTSPANNT; ZWAR NICHT VOLL AUFMERKSAM, ABER ANSPRECHBAR.
- () 4. FÜHLE MICH ETWAS DÖSIG UND NICHT RICHTIG FIT, ETWAS SCHLAPP.
- () 5. FÜHLE MICH DÖSIG, SCHLAFF, EIGENTLICH MÖCHTE ICH LIEBER SCHLAFEN ALS WACH SEIN.
- () 6. BIN SCHLÄFRIG UND KÄMPFE GEGEN DEN SCHLAF, MÖCHTE MICH AM LIEBSTEN HINLEGEN, BIN SCHON LEICHT ABWESEND.
- () 7. TRÄUME BEINAHE SCHON, BIN NAHE AM EINSCHLAFEN.

Wie entspannt oder angespannt fühlen Sie sich momentan?

sehr entspannt	sehr angespannt
-----	-----

Wie schläfrig oder wach fühlen Sie sich momentan?

sehr schläfrig	sehr wach
-----	-----

Abb. 6: Fragebogen zur Schläfrigkeit, Spannung und Wachheit

Arbeitsbelastung

Mit Hilfe des „NASA-TLX“ (Task Load Index) wurde nach der Arbeitsbelastung gefragt. Bei diesem, von der NASA (National Aeronautics and Space Administration) entwickelten Task-Load Fragebogen (deutsche Übersetzung : [28]) sollte stündlich retrospektiv für den jeweils vorhergegangenen Dienstabschnitt die Arbeitsbelastung eingetragen werden. Der Fragebogen gliedert

sich in sechs Einzelkategorien, welche mit „Geistige Anforderungen“, „Körperliche Anforderungen“, „Zeitliche Anforderungen“, „Leistung“, „Anstrengung“ und „Frustration“ bezeichnet sind (Abb. 7).

Um die Einzelkategorien zu wichten, wird einmal ein weiterer Fragenkatalog zusätzlich vorgelegt, der den einzelnen Kategorien im Direktvergleich nach ihrer persönlichen Wichtigkeit einen Rang zuordnet (der Rang erreicht einen Wert zwischen 0 (unwichtig) und 5 (sehr wichtig)). Jede Einzelkategorie (z.B.: „Geistige Anforderungen“) führt zu einem Zahlenwert zwischen 0 und 20. Multipliziert man diesen Wert mit dem dazu gehörigen Rang und summiert die sechs

CODE: _____ DATUM: _____

ZEIT: _____

NASA-TLX (Task Load Index)

Auf den beiden Seiten finden Sie sechs Skalen, die verschiedene Beanspruchungsaspekte erfassen, die zu der Gesamtbeanspruchung bei der Arbeit im Flugzeug beitragen.

Bitte schätzen Sie Ihre durchschnittliche Beanspruchung während des zurückliegenden Flugabschnitts auf diesen sechs Skalen retrospektiv ein.

Geistige Anforderungen

Wie hoch waren die geistigen Anforderungen der Aufgabe?



Körperliche Anforderungen

Wie hoch waren die körperlichen Anforderungen der Aufgabe?



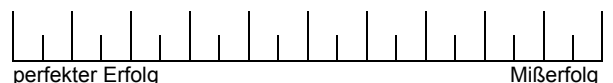
Zeitliche Anforderungen

Wie hoch war das Tempo, mit dem die einzelnen Arbeitsschritte der Aufgabe aufeinander folgten?



Leistung

Wie erfolgreich haben Sie die geforderte Aufgabe Ihrer Ansicht nach durchgeführt?



Anstrengung

Wie sehr mussten Sie sich anstrengen, um Ihre Leistung zu erreichen?



Frustration

Wie verunsichert, entmutigt, gereizt und verärgert waren Sie?

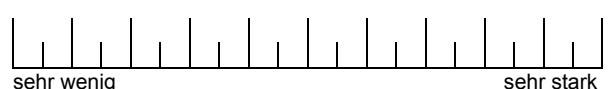


Abb. 7 Fragebogen zur Arbeitsbelastung NASA-TLX (Task Load Index)

Kategorien pro Fragebogen auf, so erhält man den Belastungswert für jeden Fragebogen [11, 39, 43]. Der Wert liegt zwischen 0 (keine Arbeitsbelastung) und 300 (sehr hohe Arbeitsbelastung).

Ernährungsgewohnheiten und Verdauung

Zusammen mit jedem Ermüdungsfragebogen wurden drei Fragen gestellt, die Aufschluss über die Häufigkeit der Nahrungsaufnahme und die Verdauung geben sollten.

Allgemeiner Fragebogen

Einen Tag nach der Rückkehr aus San Francisco sollten die Flugbegleiterinnen insgesamt 35 Fragen retrospektiv beantworten, die sich mit der Belastung, der Erholung und der Einsatzplanung vor, während und nach dem untersuchten Umlauf beschäftigten. Außerdem wurden Fragen zum Schlafen an Bord (grundsätzlich) und den potentiellen EG Vorschriften gestellt.

4.3 AUSWERTUNG

Bei den Messungen, die stündlich durchgeführt wurden, konnte die Zeit nicht immer genau eingehalten werden. Aus diesem Grund wurde bei der Zuordnung der Messwerte folgendes Verfahren gewählt:

Alle Werte von X [Stunde] 0 [Minuten] bis X [Stunde] 29 [Minuten] wurden der Stunde X, alle Werte von X [Stunde] 30 [Minuten] bis X [Stunde] 59 [Minuten] der Stunde X+1 zugeordnet.

Die Darstellung der Daten beginnt jeweils zwei Stunden vor dem Flug (09:00 Uhr in Frankfurt; 13:00 Uhr in San Francisco) und endet eine (Hinflug FRA-SFO) bzw. zwei Stunden (Rückflug SFO-FRA) nach dem Flug. Zum direkten und statistischen Vergleich wurden die Basisdaten (von

9:00 Uhr (-2 Std. vor Flugbeginn) bis 23:00 Uhr (12 Std. nach Flugbeginn))
in die Abbildungen eingefügt.

Hypothesen:

Die Nullhypothese lautet, dass keine Unterschiede zwischen den Daten, die an den Kontrolltagen gemessen wurden, und denen auftreten, die während der Flüge bzw. nach dem Umlauf erfasst wurden. Eine weitere Hypothese war, dass es keine Unterschiede zwischen dem Hin- und dem Rückflug und zwischen den unterschiedlichen Kabinenklassen gibt. Falls die Nullhypothesen zurückgewiesen werden mussten, wurde mittels geeigneter Tests ermittelt, ob signifikante Unterschiede auftraten.

Zur Auswertung der Daten wurde zunächst eine deskriptive Analyse durchgeführt (Mittelwerte und Standardabweichungen). Zur statistischen Analyse wurde der nichtparametrische WILCOXON-Test [30] für Paardifferenzen (zweiseitig) angewandt. Der WILCOXON-Test diente zur Bestimmung signifikanter Unterschiede zwischen dem Kontrolltag und den übrigen Tagen. Die Signifikanzen werden folgendermaßen angegeben:

*** : $p < 0,001$ (höchst signifikant)

** : $p < 0,01$ (hoch signifikant)

* : $p < 0,05$ (signifikant)

Um potentiell moderierende Faktoren berücksichtigen zu können, wurde das Gesamtkollektiv zusätzlich in die Altersgruppe 25-30 Jahre und 30-35 Jahre unterteilt. Dabei wurden die gleichen statistischen Verfahren wie für die Gesamtgruppe verwendet.

5 ERGEBNISSE

Von den 44 teilnehmenden Flugbegleiterinnen arbeiteten 9 Versuchsteilnehmerinnen in der First Class, 17 in der Business Class und 18 in der Economy Class. Auf Grund diverser organisatorischer Schwierigkeiten bei der Versuchsdurchführung und der Anwerbung von freiwilligen Versuchspersonen konnten im Bereich der First Class anstatt der geplanten 12 nur 9 Flugbegleiterinnen untersucht werden. Dafür wurden bei der Business Class einige Flugbegleiterinnen mehr registriert. 17 Versuchsteilnehmerinnen wurden in der Altersklasse 25-30 Jahre und 27 in der Altersklasse 30-35 Jahre zusammengefasst.

5.1 ALLGEMEINER FRAGEBOGEN

Der Allgemeine Fragebogen dient der Erfassung von Daten, die nicht objektiv gemessen werden können, und der Unterstützung von Messungen. Die Fragen in ihm beziehen sich sowohl auf den aktuellen Umlauf als auch auf Probleme allgemeiner Natur im Zusammenhang mit der Tätigkeit des Kabinenpersonals.

Im Teil A des Fragebogens wird nach der Belastung und Erholung während des Umlaufs FRA-SFO-FRA gefragt.

- 1) Von allen Flugbegleiterinnen (n = 44) empfand die große Mehrheit, nämlich 71%, den Rückflug (SFO-FRA) belastender, 16% dagegen den Hinflug (FRA-SFO); für 13% waren beide Flüge gleich belastend.
- 2) Nach dem Belastungsgrad gefragt, wurde der Rückflug (SFO-FRA) von 85% aller Flugbegleiterinnen als "schwer oder besonders belastend" bewertet, der Hinflug (FRA-SFO) von 54%. Auf dem Hinflug waren im Mittel über 80%, auf dem Rückflug im Mittel mehr als 90% der Plätze

ausgebucht. Für beide Flüge schätzten 58% des Kabinenpersonals die Anzahl der Flugbegleiter als zu niedrig, 42% als ausreichend ein.

- 3) Von den vorgegebenen Faktoren, die am meisten zur Belastung beitrugen, wurden für den Hinflug (FRA-SFO) die Dauer der Dienstzeit bzw. Flugzeit genannt (insgesamt 41%), für den Rückflug (SFO-FRA) jedoch Zeitverschiebung und Nachtflug (insgesamt 44%). Der ganz überwiegende Teil des Kabinenpersonals empfand die Arbeit auf den Flügen als "problemlos oder machbar" (95% auf dem Hinflug, 77% auf dem Rückflug). Für 23% der Mitarbeiterinnen war der Rückflug folglich arbeitsmäßig "problematisch", ohne die unmittelbaren Gründe zu nennen.
- 4) Gesundheitliche Beeinträchtigungen während des Umlaufes wurden wie folgt angegeben: etwa 30% der Befragten gab "dicke Beine" als Beeinträchtigung auf beiden Flügen an. Vereinzelt wurden Stützstrümpfe getragen. 42% aller Flugbegleiterinnen litt unter Rückenschmerzen, etwa ein Drittel unter Kopfschmerzen und 20% unter Beschwerden an Fuß, Knie oder Bein. Mehr als die Hälfte aller Befragten protokollierte Beschwerden wegen der an Bord herrschenden Trockenheit. Insbesondere wurde über Trockenheit der Haut, Nase und Schleimhäute bzw. Reizung der Augen geklagt. Daneben bereiteten Beschwerden des Magen-Darm-Trakts nur einem geringen Prozentsatz Probleme.
- 5) Zum Stichwort „Ruhepausen an Bord“: Auf beiden Flügen wurde von allen Begleiterinnen Pause gemacht. Als Ruhemöglichkeit stand ein Mobile Crew Rest (MCR) zur Verfügung. Die durchschnittlichen Ruhepausen wurden mit 103 Minuten für den Flug FRA-SFO und 112 Minuten für den Flug SFO-FRA angegeben. Als Ausnahmen hatten einige wenige Mitarbeiterinnen (3 auf dem Hinflug bzw. 5 auf dem Rückflug) nur sehr kurze Ruhepausen. Erholt fühlten sich nach der

Pause auf dem Hinflug rund zwei Drittel, auf dem Rückflug rund die Hälfte des Kabinenpersonals. Die Layoverzeit in San Francisco war für 40% des Kabinenpersonals "gerade richtig", um ausreichend ausgeruht den Rückflug zu absolvieren, während mehr als die Hälfte sich eine längere Layoverzeit gewünscht hätte. 6% wollte eine kürzere Zeit im Layover bleiben. Hinsichtlich der Off-Zeit nach dem Umlauf nach San Francisco hielten 60% der Befragten diese Ruhe für genau richtig. Die restlichen 40% wollten überwiegend 1 bis 2 Tage längere Off-Zeiten zu Hause erhalten.

- 6) Etwas mehr als die Hälfte (56%) der Flugbegleiterinnen beklagte negative Einflüsse im Umfeld sowohl während des Fluges als auch im Layover. Dabei wurden als hauptsächliche Faktoren während der Flüge "Ärger mit Kollegen" und "Ablauf/Organisation" genannt, während des Layovers ganz überwiegend "Schlafstörungen". Der Faktor Jet-lag wurde als Problem mit der Zeitverschiebung von rund 80% der Kabinenbesatzung dokumentiert (22% starke Probleme), sowohl während des Layovers in SFO als auch nach dem Rückflug zu Hause. Niemand hatte den Eindruck, am Ende des Hin- oder Rückflugs noch länger Dienst machen zu können.

Als Fazit dieses Teils des Fragebogens ergibt sich eine subjektive Belastung während der Flüge. Der Rückflug wird dabei als belastender empfunden auf Grund des Nachtflugs und der Zeitverschiebung. Die Ruhepausen an Bord und im Layover werden als wichtige und notwendige Elemente dargestellt.

Abschnitt B des Fragebogens soll Anhaltspunkte zu Ernährungsgewohnheiten und Verdauung der Flugbegleiterinnen geben.

- 1) Ihre Ernährungsgewohnheiten zu Hause betreffend bezeichneten die Flugbegleiterinnen sie zu 60% als "unregelmäßig", zu ca. 22% als "unausgewogen" und zu 12% als "ungesund". Im Dienst dagegen

wurden die Gewohnheiten zu 93% als "unregelmäßig" und zu rund 80% als "unausgewogen" bezeichnet. Zwei Drittel gaben ihre Ernährungsgewohnheiten im Dienst als "ungesund" wieder.

- 2) Bezüglich der Verdauung gaben nur rund 10% unregelmäßige Verdauung zu Hause an, während 87% über unregelmäßige Verdauung im Dienst klagten. Die Stuhlgangfrequenz wurde zu Hause im Mittel bei 1,13 pro Tag angegeben, während des Dienstes aber nur im Mittel mit 0,78 pro Tag. Trotzdem wurde von fast allen Flugbegleiterinnen die Frage nach Einnahme von Abführmitteln negativ beantwortet, unabhängig vom Diensteinsatz. Während das Kabinenpersonal zu Hause nur zu rund 40% unter gelegentlichen bis häufigen Blähbeschwerden litt, stieg dieser Prozentsatz im Diensteinsatz auf nahezu 90%. 30% gaben sogar häufige Beschwerden an.

Aus der subjektiven Beantwortung dieses Fragenkomplexes ergibt sich eine erhöhte Belastung des Kabinenpersonals auf Grund der unzureichenden Ernährungsgewohnheiten und der überaus verbreiteten Verdauungsschwierigkeiten im Dienst.

Die letzten Abschnitte des Fragebogens sollen Antworten nach Einsatzplanung der Flugbegleiterinnen, Schlafen an Bord und potentielle neue EU-Vorschriften ergeben.

- 1) Als mittlere Flugzeit der ausgewählten Stichprobe resultierte ein Wert von 80,43 Flugstunden/Monat (SD = 4,66). Hinsichtlich des Wohnortes und seiner Entfernung vom Flughafen FRA ergab sich, dass die Flugbegleiterinnen in einem recht großen Areal wohnten. Die mittlere Entfernung vom Flughafen betrug 42 km (SD = 43 km), die entsprechende Fahrzeit 34 Minuten (SD = 27 min.).

2) Alle Befragten bejahten den Einsatz von Schlafgelegenheiten an Bord. Alle bevorzugten Liegen. Nahezu alle (98%) würden die angebotene Ruhegelegenheit öfter, regelmäßig oder immer nutzen. Für die Aufrechterhaltung der Leistungsfähigkeit hielten alle Flugbegleiterinnen Schlaf an Bord für unbedingt notwendig ab einer Flugzeit von 11 Stunden. Bei Flugzeiten bis 10 Stunden hielten noch 84% Schlaf für unumgänglich, bei Flugzeit von 9 Stunden nur noch 62%. Die Mehrheit von über 60% unterschied hier nicht zwischen Tag- und Nachtflug. Auch die 40%ige Minderheit forderte ab 11 Stunden Flugzeit, unabhängig von der Tageszeit, Schlafmöglichkeit. Bei Tagflügen von 9 Stunden wollten diese Personen nicht unbedingt schlafen, und bei 10 Stunden Tagflug nur ein Drittel.

5.2 UNTERSUCHUNGEN ZUR ZIRKADIANEN RHYTHMIK

Wenn Flüge über mehrere Zeitzonen (d.h. transmeridiane Flüge) durchgeführt werden, tritt das Phänomen des Jet-Lag auf. Die Symptomatik des Jet-Lag äußert sich durch Schlafstörungen in der Nacht und durch ungewohnte Müdigkeit, verminderte Leistungsfähigkeit und Aufmerksamkeit am Tage sowie durch gastrointestinale und psychosomatische Probleme. Diese Symptome können über mehrere Tage anhalten. Besonders Flugbesatzungen können unter den Folgen des Jet-Lag leiden, da sie in Folge des häufigen Einsatzes auf transmeridianen Routen wechselnden Ortszeiten ausgesetzt sind.

Drei Faktoren sind für das Entstehen von Jet-Lag verantwortlich [1, 2, 54]: Das natürliche Zeitsystem, die hohe Geschwindigkeit des Flugzeugs und die zirkadiane Rhythmik (die sogenannte „innere Uhr“) des Menschen. Das natürliche Zeitsystem basiert auf dem regelmäßigen Wechsel von Tag und Nacht, der durch die Rotation der Erde um sich selbst zu Stande kommt. Innerhalb von einer Stunde werden dabei 15 Längengrade überbrückt. Auf

Flügen in Richtung Osten wird der Tag verkürzt, und die Uhr muss um so viele Stunden vorgestellt werden wie Zeitzonen überflogen werden. Umgekehrt ist es bei Flügen in westliche Richtung, wenn der Tag verlängert wird, und die Uhr zurück gestellt werden muss. Eine weitere Ursache für Jet-Lag ist die hohe Geschwindigkeit von Flugzeugen. Bei geringen Geschwindigkeiten, d.h. wenn weniger als 22,5 Längengrade pro Tag überschritten werden, kann die resultierende Zeitdifferenz von ca. 60 bis 90 Minuten durch die Anpassungsfähigkeit des menschlichen zirkadianen Systems ausgeglichen werden. Deshalb tritt Jet-Lag bei Auto-, Schiffs- oder Bahnreisen nicht auf. Die dritte Determinante für Jet-Lag ist die „biologische Zeit“, die durch das zirkadiane System des Menschen bestimmt wird. Viele periodische Veränderungen in Körperfunktionen werden durch das innere biologische Zeitsystem erzeugt. Dazu gehören die periodischen Schwankungen im Bereich von Zehntelsekunden (Gehirnströme), von Sekunden (Herzschlag), von 90 Minuten (Traumschlaf), von 24 Stunden (Schlaf-Wach-Zyklus), von 28 Tagen (Menstruationszyklus) und von einem Jahr (Frühjahrmüdigkeit, Winterdepression). Sofern die Periodenlänge bei 24 Stunden liegt, wird sie zirkadiane Rhythmik genannt. Diese tageszeitlichen Schwankungen treten in vielen Körperfunktionen auf, z.B. der Körpertemperatur, der Hormonsekretion und der Leistungsfähigkeit. Dass diese Funktionen autonom gesteuert werden, ist in vielen Untersuchungen getestet worden. Bei Ausschaltung von externen Einflüssen (wie dem Hell-Dunkel-Wechsel) verlängert sich die zirkadiane Periodenlänge auf ca. 24,5 Stunden; sie passt sich bei normalen Umweltbedingungen auf die natürliche Tageslänge von 24 Stunden an. Dieses biologische System (die „innere Uhr“) reguliert die Körperfunktionen und synchronisiert endogene Vorgänge mit den äußeren Zeitgebern.

Bei transmeridianen Flügen kommt es zu einer Verschiebung der synchronisierenden Umweltfaktoren. Sie erzeugt damit ein zeitliches Ungleichgewicht zwischen der inneren Uhr und dem äußeren natürlichen Zeitsystem, das Desynchronisation genannt wird. Die zirkadiane Rhythmik ist nicht in der Lage, sich sofort an die neue Ortszeit anzupassen, sondern zeigt eine gewisse Trägheit. Es vergehen mehrere Tage, bis eine vollständige Anpassung hergestellt ist. Diese Störung der zirkadianen Rhythmik erzeugt Jet-Lag.

5.2.1 Messung der Körpertemperatur

Eine bewährte Methode zur Erfassung der zirkadianen Rhythmik und seiner Störungen durch transmeridiane Flüge ist die kontinuierliche Erfassung der Körpertemperatur [19, 31, 33, 35, 47, 54, 55]. Die zirkadiane Rhythmik lässt sich durch den Tagesmittelwert (das ist der Mittelwert, berechnet aus regelmäßig erfassten Werten einer 24-Stunden Periode), die Akrophase (das ist der Zeitpunkt des berechneten höchsten Wertes im Verlauf einer 24-Stunden Periode), und die zirkadiane Amplitude (das ist der Unterschied zwischen Tagesmittelwert und berechnetem Tageshöchstwert) beschreiben. Mit Hilfe dieser Parameter lassen sich Veränderungen gegenüber der Ausgangsbasis feststellen. Zudem ist es möglich, durch diese Parameter die Güte und Geschwindigkeit der Anpassung des zirkadianen Systems nach einer Verschiebung der Ortszeit zu bestimmen.

In der vorliegenden Studie sollte mittels dieser Methode die Störung der zirkadianen Rhythmik auf Grund zweier schnell aufeinander folgender transmeridianer Flüge über jeweils neun Zeitzonen ermittelt werden. Die dazwischen liegende Aufenthaltsdauer (Layover) betrug zwei Tage. In einer vorherigen, mit Cockpitbesatzungen ähnlich in Bezug auf Zeitdifferenz und Layover-Dauer durchgeführten Studie wurde festgestellt,

dass die Verschiebung der zirkadianen Rhythmik der Körpertemperatur 1,75 Stunden betrug, wenn die Kontrollmessungen vor dem Hinflug mit Messungen an zwei Tagen direkt nach der Rückkehr verglichen werden [31, 55]. Entgegen den Erwartungen waren die zirkadianen Amplituden nicht erniedrigt, wie man es nach Zeitzonenflügen erwarten würde. Allerdings wurden lange Phasen der Ruhe festgestellt, und diese Phasen haben die Körpertemperatur beeinflusst (Maskierung der endogenen Rhythmik) [55].

In vorliegender Studie wurde die Körpertemperatur während 36 Stunden an zwei Tagen vor dem Umlauf (Kontrolldaten) und während 46 Stunden direkt nach dem Rückflug gemessen. Dadurch ist es möglich, die Veränderung des zirkadianen Rhythmus' der Körperkerntemperatur als Folge der zweimaligen Zeitverschiebung festzustellen. Es liegen dagegen keine Ergebnisse während der Flüge und während des Layovers vor, die Rückschlüsse auf eine zwischenzeitliche Desynchronisation der zirkadianen Rhythmik als Folge des Hinfluges erlauben.

Von den 44 an der Studie beteiligten Flugbegleiterinnen konnten die Temperaturdaten von 43 Personen ausgewertet werden. In einem Fall hat der Rekorder zur Datenaufzeichnung versagt. Obwohl die Temperatur nicht bei allen Personen komplett über die 36 Stunden während der Kontrollmessung bzw. über die 46 Stunden während der Untersuchung nach dem Rückflug kontinuierlich erfasst werden konnte, waren diese 43 Temperaturdatensätze für die statistische Auswertung doch nutzbar, da in allen Fällen mindestens 24 Stunden Aufzeichnungsdauer zur Berechnung der Rhythmusparameter (Akrophase, zirkadiane Amplitude, Tagesmittelwert) zur Verfügung standen.

Die Mittelwerte der gemessenen Körpertemperatur aller Probanden sind in den Abbildungen 8 und 9 dargestellt. Eine Standardabweichung ist als

ein­hüllende Kurve oberhalb und unterhalb der Mittelwerte zusätzlich ange­geben.

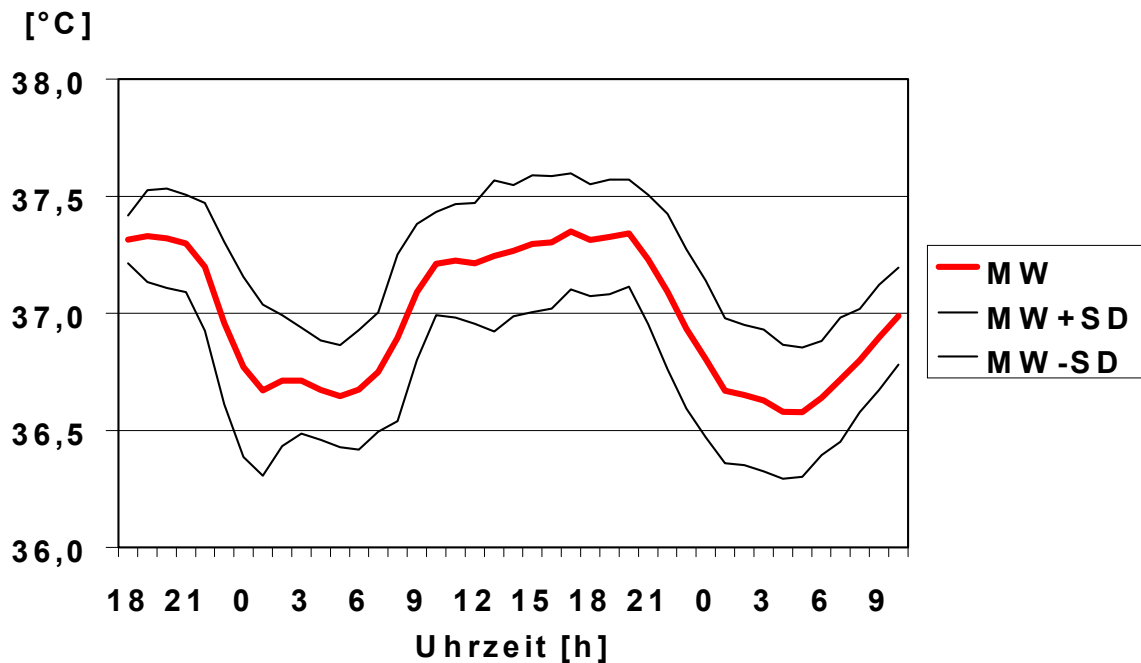


Abb. 8: Mittelwert und Standardabweichung der Körpertemperatur, kontinuierlich gemessen über 36 Stunden am dritten und zweiten Tag vor Beginn des Umlaufs FRA-SFO (N=43). Die Uhrzeit ist auf die Ortszeit Frankfurt bezogen.

Die Temperaturkurve verläuft nach dem Umlauf (Abb. 9) als Folge der Desynchronisation durch die Flüge etwas flacher als die während der Kontrollzeit aufgenommene Kurve (Abb. 8). Die Erniedrigung der Körpertemperatur am Anfang der Aufzeichnungsperiode nach dem Rückflug (Abb. 9, zwischen ca. 11 Uhr und 18 Uhr) kann auf den Kurzschlaf nach der Ankunft zu Hause zurückgeführt werden.

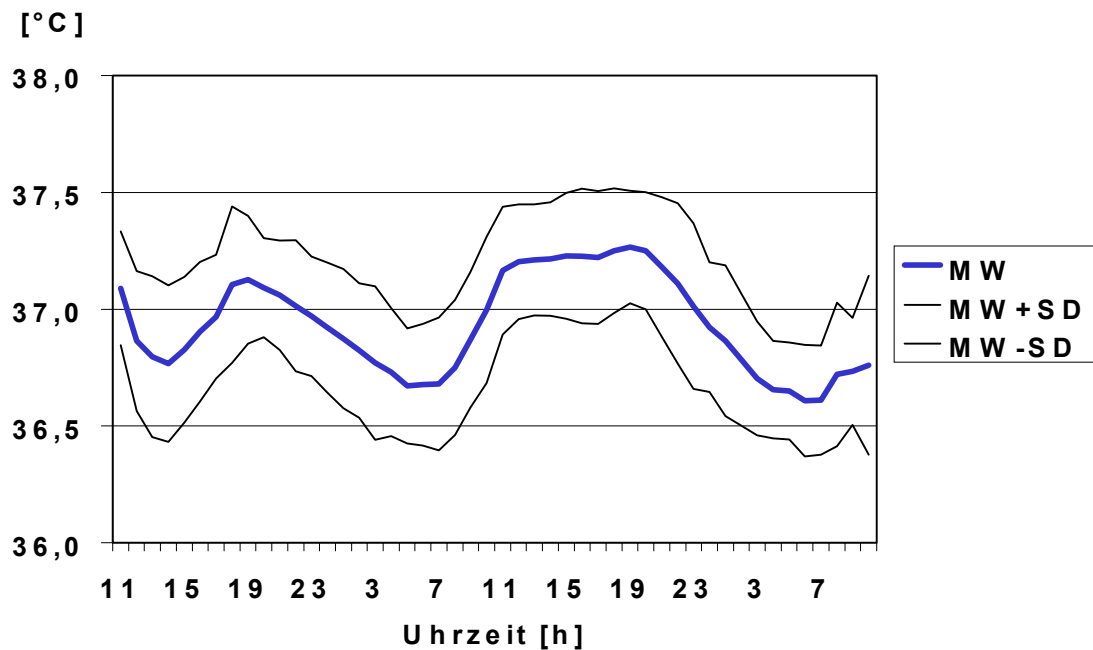


Abb. 9: Mittelwert und Standardabweichung der Körpertemperatur, kontinuierlich gemessen über 46 Stunden nach Ende des Umlaufs FRA-SFO (N=43). Die Uhrzeit ist auf die Ortszeit Frankfurt bezogen.

Auf Grund der zweimaligen Zeitverschiebung innerhalb von ca. 60 Stunden veränderte sich der zirkadiane Rhythmus der Körpertemperatur. Die berechnete Akrophase (Uhrzeit des berechneten Tageshöchstwertes) verschob sich allerdings nur geringfügig von 16:01 Uhr (SD = 1:17 h) vor dem Umlauf auf 16:36 Uhr (SD = 2:17 h) nach Rückkehr (N = 43; $p = 0,082$; zweiseitiger Wilcoxon-Test). Die zirkadiane Amplitude (berechneter Unterschied zwischen Tagesmittelwert und Tagesmaximum) änderte sich signifikant von $0,38 \text{ °C}$ (SD = $0,12 \text{ °C}$) an den Tagen vor dem Hinflug auf $0,29 \text{ °C}$ (SD = $0,12 \text{ °C}$) nach dem Umlauf (N = 43; $p \leq 0,001$). Der mittlere Wert (aller Probanden) der durchschnittlichen Tagestemperatur (eines Probanden) ist nach dem Umlauf ($36,98 \text{ °C} \pm 0,18 \text{ °C}$) gering, aber

signifikant gegenüber vor dem Umlauf ($37,04 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,18 \text{ }^{\circ}\text{C}$) erniedrigt (N = 43; p = 0,042).

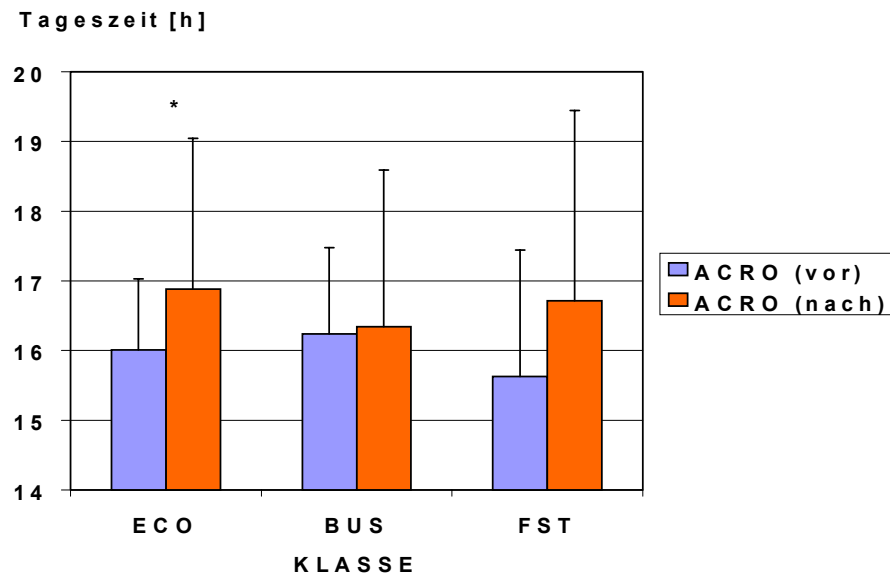


Abb. 10: Vergleich der Akrophasen vor und nach dem Umlauf FRA – SFO, unterteilt nach Serviceklassen: Economy Class (ECO, N = 17), Business Class (BUS, N = 17), First Class (FST, N = 9). Angegeben sind die Mittelwerte und Standardabweichungen. Signifikante Veränderungen sind gekennzeichnet. Die Tageszeit ist auf die Ortszeit Frankfurt bezogen.

Unterteilt in die Gruppen Economy Class, Business Class und First Class, ergeben sich unterschiedliche Ergebnisse bezüglich der Signifikanz der Veränderungen (Abb. 10 bis 12). Aus Abbildung 10 wird ersichtlich, dass sich die durchschnittliche Akrophase bei den Flugbegleiterinnen in der Economy Class um 50 min nach Westen, d.h., zu späteren Tageszeiten, verschoben hat (von 16:01 Uhr auf 16:51 Uhr); nur diese Differenz ist signifikant (N = 17, p = 0,039). Bei denen in der Business Class ist der Unterschied sehr gering, d.h. der Unterschied der Akrophasen vor und nach dem Umlauf beträgt 6 min und ist nicht signifikant. Bei den Flugbegleiterinnen der First Class ist die Verschiebung der Akrophase im Mittel am größten, nämlich 1:05 h; allerdings ist dieser Wert auf Grund der

hohen interindividuellen Variation (hohe Standardabweichung) und der recht geringen Stichprobe (N = 9) statistisch nicht signifikant.

In allen drei untersuchten Gruppen ist die Amplitude der zirkadianen Rhythmik der Körpertemperatur nach dem Umlauf signifikant gegenüber den Kontrolldaten erniedrigt (Abb. 11). Bei den Flugbegleiterinnen der Economy Class beträgt die zirkadiane Amplitude vor dem Umlauf 0,37 °C ($\pm 0,11$ °C) und nach dem Umlauf 0,29 °C ($\pm 0,12$ °C); dieser Unterschied war statistisch signifikant (N = 17; p = 0,003). Bei den Probandinnen der Business Class vermindert sich die zirkadiane Amplitude von 0,40 °C ($\pm 0,12$ °C) während der Kontrollmessung auf 0,29 °C ($\pm 0,13$ °C) nach dem

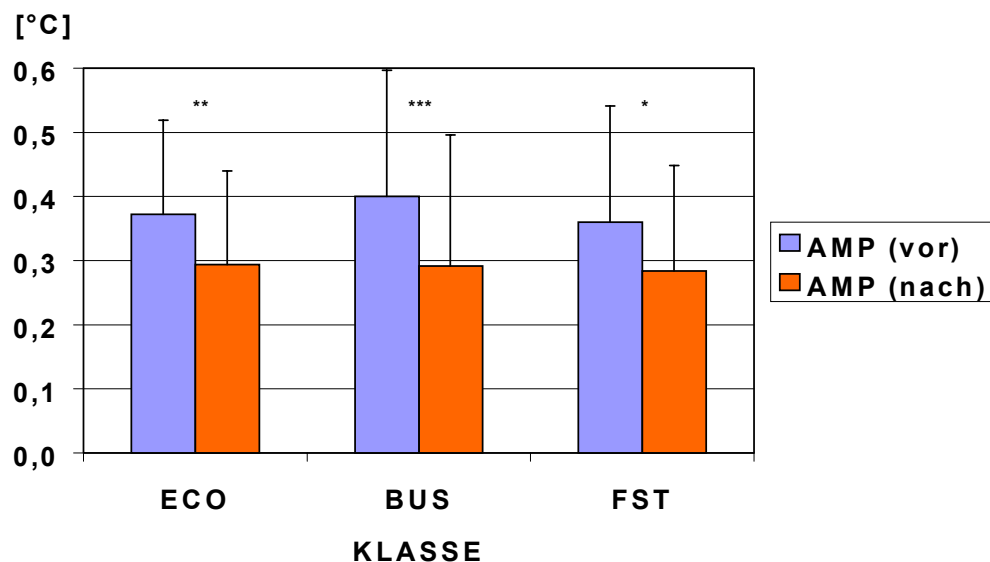


Abb. 11: Vergleich der zirkadianen Amplituden der Körpertemperatur vor und nach dem Umlauf FRA – SFO, unterteilt nach Serviceklassen: Economy Class (ECO, N = 17), Business Class (BUS, N = 17), First Class (FST, N =9). Angegeben sind die Mittelwerte und Standardabweichungen. Signifikante Veränderungen sind gekennzeichnet.

Rückflug; auch diese Differenz ist signifikant (N = 17; p = 0,001). Bei den Flugbegleiterinnen der First Class verkleinert sich ebenfalls die zirkadiane Amplitude von 0,36 °C ($\pm 0,11$ °C) vor dem Umlauf signifikant auf 0,28 °C ($\pm 0,14$ °C) nach dem Umlauf (N = 9; p = 0,027).

Während sich der Tagesmittelwert bei der Zusammenfassung aller individuellen Werte signifikant erniedrigt, zeigt die Analyse nach der Gruppenbildung in die drei Serviceklassen, dass zwar auch ein Trend zu geringeren Werten in jeder Gruppe vorhanden ist (Abb. 12), dieser aber statistisch nicht signifikant ist. Im Einzelnen vermindert sich der Tagesmittelwert der Körpertemperatur bei den Flugbegleiterinnen der Economy Class von 37,03 °C ($\pm 0,15$ °C) während der Kontrollmessungen auf 37,01 °C ($\pm 0,15$ °C) nach der Rückkehr ($\Delta T = 0,02$ °C); diese Veränderung ist nicht signifikant (N = 17; p = 0,821). In der Business Class-Gruppe wird eine Verminderung der Tagesmittelwerte der Körpertemperatur festgestellt, nämlich von 37,09 °C ($\pm 0,20$ °C) vor dem Hinflug auf 37,00 °C ($\pm 0,20$ °C) nach dem Rückflug ($\Delta T = 0,09$ °C); auch diese Änderung ist nicht signifikant (N = 17; p = 0,71). Bei den Flugbegleiterinnen der First Class wird ebenfalls eine Verminderung der

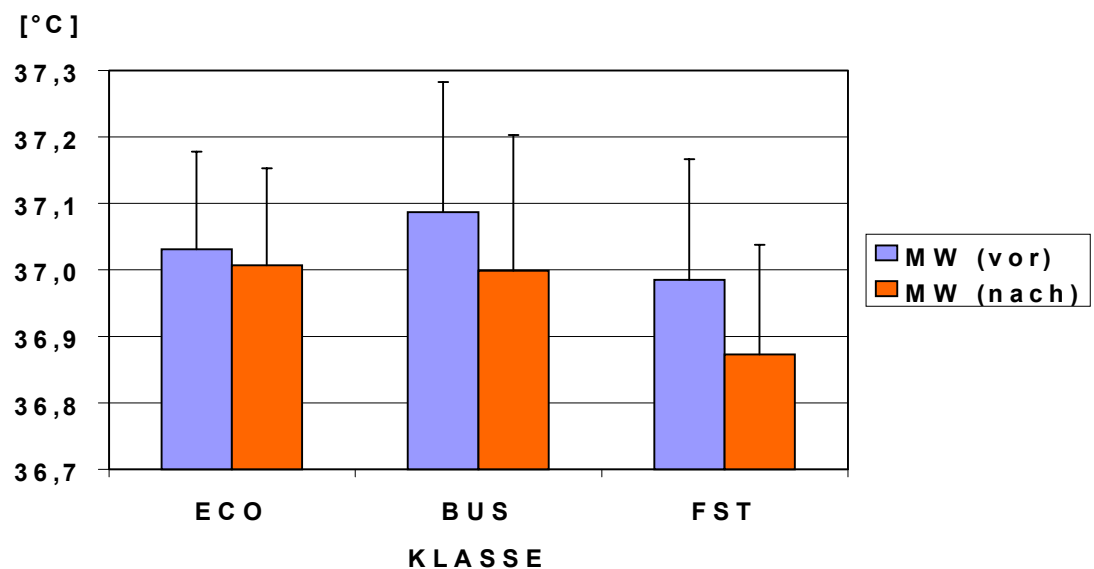


Abb. 12: Vergleich der Tagesmittelwerte der Körpertemperatur vor und nach dem Umlauf FRA – SFO, unterteilt nach Serviceklassen: Economy Class (ECO, N = 17), Business Class (BUS, N = 17), First Class (FST, N = 9). Angegeben sind die Mittelwerte und Standardabweichungen.

Tagesmittelwerte gefunden: Die Erniedrigung beträgt $\Delta T = 0,12 \text{ }^\circ\text{C}$, nämlich von $36,99 \text{ }^\circ\text{C}$ ($\pm 0,18 \text{ }^\circ\text{C}$) auf $36,87 \text{ }^\circ\text{C}$ ($\pm 0,16 \text{ }^\circ\text{C}$); der Unterschied ist auch in dieser (kleinen) Gruppe nicht signifikant ($N = 9$; $p = 0,098$).

Die statistische Analyse der Temperaturdaten nach Altersgruppen führt zu ähnlichen Ergebnissen wie die in der Differenzierung nach Serviceklassen. Bei der Verschiebung der Akrophasen lassen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Kontrollmessungen vor dem Umlauf und den Untersuchungen nach dem Umlauf feststellen (siehe Abb. A1 im Anhang). Die statistischen Werte sind in der Altersgruppe 25 bis 30 Jahre: $N = 16$; $p = 0,639$; in der Altersgruppe 30 bis 35 Jahre: $N = 27$; $p = 0,073$ (jeweils zweiseitiger Wilcoxon-Test).

Die Unterschiede in den zirkadianen Amplituden sind in beiden Altersgruppen signifikant (Abb. A2 im Anhang). Die mittlere Verminderung beträgt in der Altersgruppe 25 bis 30 Jahre $\Delta T = 0,10 \text{ }^\circ\text{C}$ ($N = 16$, $p = 0,003$); in der Altersgruppe 30 bis 35 Jahre $\Delta T = 0,08 \text{ }^\circ\text{C}$ ($N = 27$; $p \leq 0,001$).

Die Unterschiede in den Tagesmittelwerten sind in nur einer der beiden Altersgruppen signifikant (Abb. A3 im Anhang). In der Altersgruppe 25 bis 30 Jahre gibt es keine signifikanten Unterschiede: $N = 16$; $p = 0,589$. In der Altersgruppe 30 bis 35 Jahre dagegen ist die durchschnittliche Tagestemperatur signifikant um $0,08 \text{ }^\circ\text{C}$ erniedrigt: $N = 27$; $p = 0,046$.

Die beiden Flüge haben die zirkadiane Rhythmik der Körpertemperatur beeinflusst. Allerdings wird bei der Akrophase nur eine geringe Verschiebung festgestellt. Dagegen ist die zirkadiane Amplitude nach dem Umlauf erheblich verkleinert. Dieses Ergebnis kann in der Gesamtgruppe und für alle drei Gruppen separat festgestellt werden. Wie die Akrophase ist auch der Tagesmittelwert in der Gesamtgruppe signifikant verändert.

Vergleicht man diese Ergebnisse mit denen einer Studie an Piloten [31, 55], so fällt als Unterschied auf, dass die Akrophase in dieser

(Flugbegleiterinnen-) Studie erheblich weniger verschoben ist als in der Pilotenstudie. Allerdings sind in beiden Studien signifikante Verschiebungen zu späteren Zeiten (Verschiebung nach Westen) zu beobachten. Das lässt sich damit erklären, dass die nach Westen (Hinflug) eingesetzte Verschiebung des zirkadianen Systems durch die darauf folgende Verschiebung nach Osten (Rückflug) innerhalb der untersuchten Dauer nach dem Rückflug noch nicht vollständig kompensiert werden kann. Nach den bisherigen Erfahrungen in derartigen Untersuchungen kann erwartet werden, dass sich die Akrophasen innerhalb von weiteren 24 Stunden an die neue Ortszeit angepasst haben werden [53]. Allerdings spricht gegen eine solch schnelle Wiederanpassung des zirkadianen Systems, dass die zirkadianen Amplituden um im Mittel 24% nach dem Umlauf gegenüber den Kontrolltagen abgesenkt waren. Hier kann davon ausgegangen werden, dass eine Normalisierung der zirkadianen Amplituden mindestens zwei weitere Tage benötigt [38].

5.2.2 Kortisol

Neben der Ausschüttung in Stresssituationen, also bei starker psychischer oder physischer Belastung, unterliegt die Kortisol-Sekretion einer ausgeprägten zirkadianen Rhythmik. Im Normalfall wird Kortisol in den frühen Morgenstunden beim Erwachen sehr stark vermehrt (bis zum 3fachen 30 Minuten nach Erwachen) sezerniert [15], um danach im Tagesverlauf wieder deutlich abzunehmen. Diese Tagesrhythmik kann individuell sowohl im Phasenverlauf als auch in ihrer Amplitude Abweichungen zeigen, das heißt, der Zeitpunkt für maximale Kortisolausschüttung kann individuell verschieden sein und etwa zwischen 06:00 und 08:00 Uhr liegen. Auch die maximale Konzentration, die erreicht wird, kann individuell schwanken. So gibt es Personen mit Maximalkonzentrationen von unter 3 ng Kortisol pro ml Speichel morgens

als auch solche Personen mit Werten über 10 ng/ml. Der Tagesverlauf und die Maximalausscheidungen sind dann aber charakteristisch für die jeweilige Person und relativ konstant von Tag zu Tag. Daher ist der Verlauf der Kortisolausschüttung während eines Basistags unter Normalbedingungen als Kontrollkurve besonders wichtig. Abweichungen von dieser Normalkurve, die durch Belastung, Beanspruchung oder Zeitverschiebung zustande kommen können, erlauben Rückschlüsse auf eine Beeinflussung der inneren Uhr und/oder ungewöhnliche Beanspruchung durch Einsätze bzw. Einsatzdauer [36, 52].

Auf Grund der 9-stündigen Zeitverschiebung in San Francisco gegenüber Frankfurt und des Aufenthalts von 2 Tagen in dieser neuen Zeitzone, beginnt die körpereigene Uhr mit der Anpassung an die neue Umgebung. Da Kortikosteroide eine deutliche Tagesrhythmik zeigen, erkennt man die einsetzende Verschiebung u.a. auch an der veränderten Kortisolsekretion. In Abbildung 13 sind die Kortisolmittelwerte aller Flugbegleiterinnen (n = 44) vor dem Umlauf (Säulen) und nach dem Umlauf (Linie) dargestellt. Beide Kurven sind Tagesverläufe, die unter gleichen Bedingungen bei den Flugbegleiterinnen zu Hause ermittelt wurden. Man erkennt deutlich, dass die Mittelwerte nach dem Umlauf von denen vor dem Umlauf abweichen. Die Kortisolausschüttung wird durch die Zeitgeber in San Francisco verschoben. Das Maximum der Sekretion erfolgt in San Francisco um ca. 2 Stunden verzögert. Bei einer Regressionsanalyse unter Annahme von zweistündiger Zeitverschiebung ergibt sich eine Potenzkurve der Art $y=ax$ ($\exp b$) mit $a=1.0017$, $b=0.94$ und einem Korrelationskoeffizienten von $r=0,99$, also nahezu völliger Übereinstimmung. Die Zeitverschiebung der inneren Uhr ist für alle Gruppen (Alter oder Kabinenklassen) der Flugbegleiterinnen ähnlich. Ein Aufenthalt von 48 Stunden sorgt demnach bereits bei den meisten Personen für die beginnende Anpassung an die

Zeitzone von San Francisco, obwohl die Strategien zur Überwindung des Jet-lag recht unterschiedlich gewesen sein mögen.

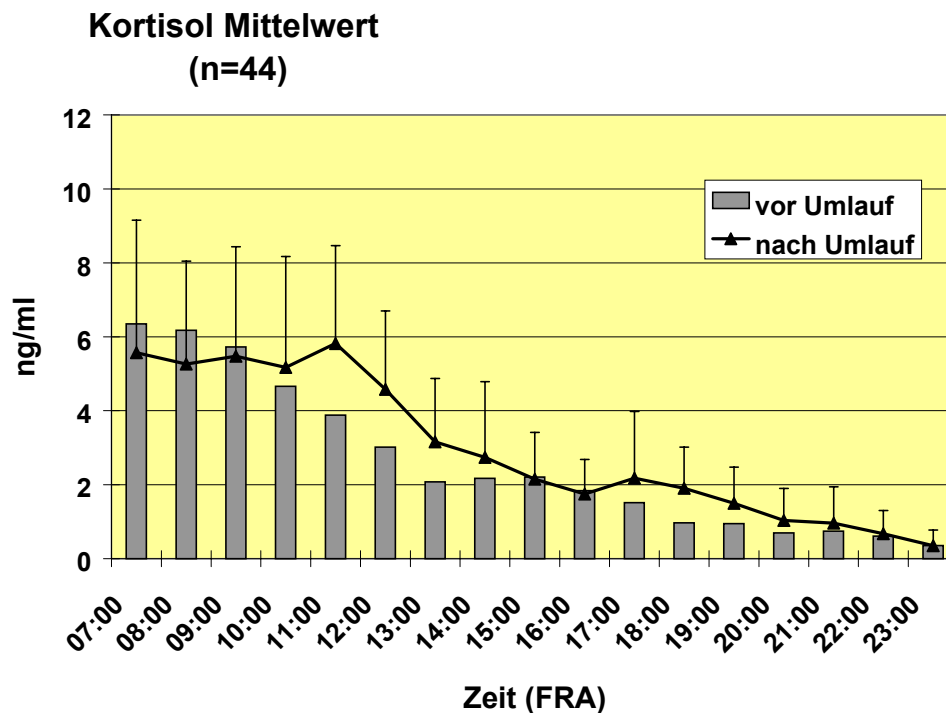


Abb. 13: Mittlere Kortisolkonzentration im Speichel (alle Flugbegleiterinnen, n= 44) an einem Basistag vor dem Umlauf FRA-SFO-FRA von 07:00 Uhr bis 23:00 Uhr Frankfurter Zeit (Säulen) und an einem Tag zu Hause nach dem Umlauf mit Standardabweichung (Linie).

5.3 UNTERSUCHUNGEN ZUM SCHLAF

Der Schlaf spielt für die Erhaltung der körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit eine große Rolle. Epidemiologische Studien zeigen, dass die normale Schlafdauer bei der erwachsenen Bevölkerung zwischen 7,5 und 8 Stunden liegt [27].

5.3.1 Schlafdauer

Die Schlafdauer konnte sowohl subjektiv aus dem Sleep Log als auch objektiv aus den Daten des Aktometers ermittelt werden. Es gab nur wenige Datenausfälle. Die Daten wurden dann gegenseitig ergänzt. Bei einer Flugbegleiterin konnten die Schlafdaten wegen sehr schlechter Aufzeichnungsqualität gar nicht ausgewertet werden.

Die Aktometerdaten wurden als Kontrolle der subjektiv angegebenen Schlafzeiten eingesetzt. Aus der Gegenüberstellung in Abbildung A4 (Anhang) kann man eine gute Übereinstimmung der beiden Parameter erkennen.

Abbildung 14 gibt einen Überblick über das Schlafverhalten der Flugbegleiterinnen während des untersuchten Zeitraums. Die Versuchsteilnehmerinnen schlafen an den Basistagen (Tag 1 und Tag 2, Abb. 14) im Mittel nicht vor Mitternacht ein. Am Abend vor dem Hinflug (Tag 3) gehen sie eine Stunde früher ins Bett und schlafen auch eine Stunde früher ein. Dafür stehen sie an dem darauffolgenden Morgen mehr als 2 Stunden früher auf als an den beiden Kontrolltagen. Während des Layovers (Tag 5 und Tag 6) erkennt man die verschobene Schlafzeit in San Francisco. Auf dem Hinflug können 31 Flugbegleiterinnen im Mittel 1:00 h, auf dem Rückflug 30 Flugbegleiterinnen 1:27 h schlafen. Nach dem Rückflug legen sich 40 Flugbegleiterinnen zu einem "Mittagsschläfchen" hin. In den darauffolgenden Schlafperioden passen die Versuchsteilnehmerinnen ihr Schlafverhalten ziemlich schnell an das der Kontrolltage an.

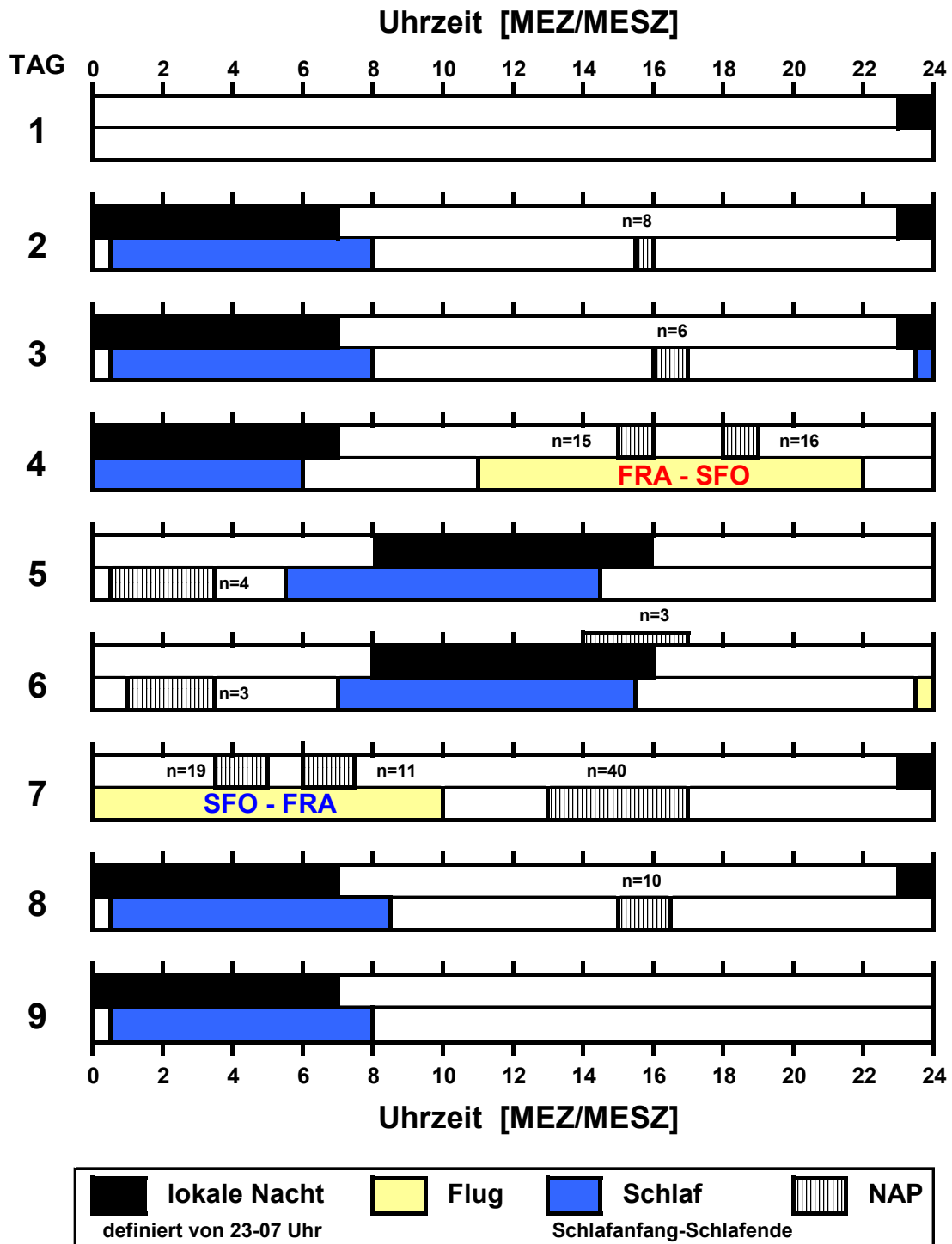


Abb. 14: Übersicht über das Schlafverhalten der Flugbegleiterinnen (n=43) vor, während und nach dem Umlauf FRA-SFO-FRA. Dargestellt sind die lokalen Nächte (definiert von 23-07 Uhr), die mittleren Flugzeiten, die mittleren Schlafzeiten (Schlafanfang bis -ende) und die individuellen Kurzschlafperioden (Naps).

In der ersten Nacht (B1; Abb. 15) war der Schlaf durch das ungewohnte Tragen der Aufzeichnungsgeräte teilweise gestört. Aus diesem Grund wurde die zweite Nacht (B2) als Kontrollnacht festgelegt. In der Nacht vor dem Hinflug (FRA-SFO) ist der Schlaf im Mittel um 1,29 Stunden kürzer und unterscheidet sich signifikant ($p \leq 0,001$) von der Basisnacht. Von der

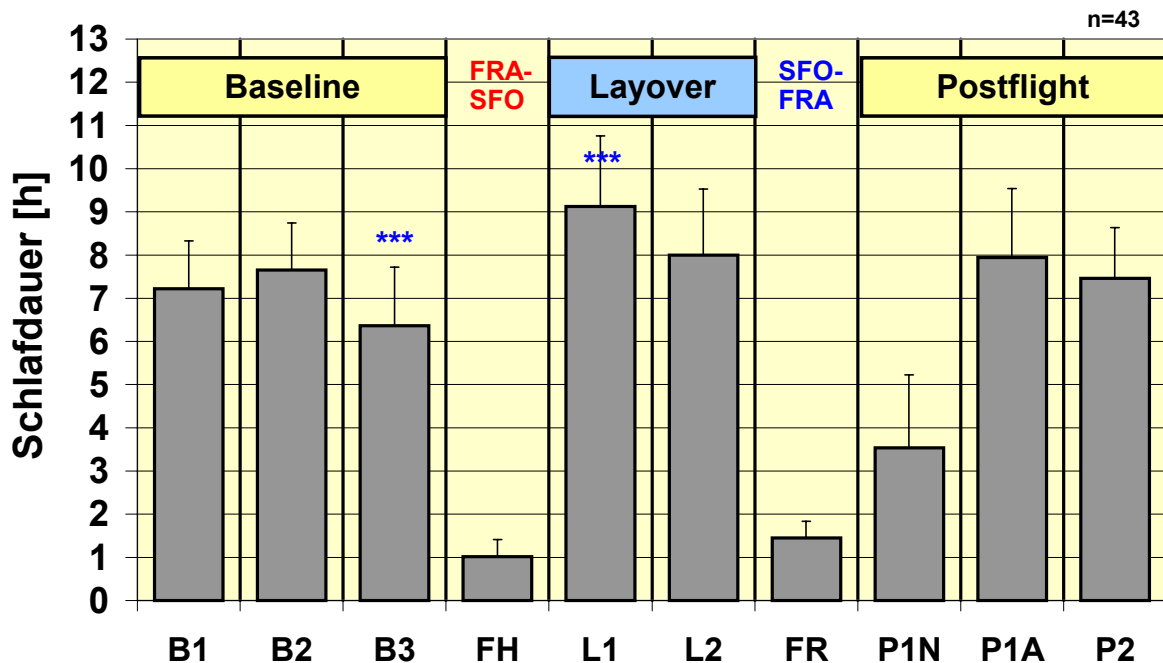


Abb. 15: Schlafdauer (n=43) vor, während und nach dem Umlauf FRA-SFO Mittelwerte +sd
 B1-B3: Basisnächte zu Hause; FH: FRA-SFO; L1-L2: Layover San Francisco; FR: SFO-FRA; P1N: Mittagsschlaf nach der Rückkehr am ersten Tag; P1A: erster Nachtschlaf nach der Rückkehr; P2: zweite Nacht nach der Rückkehr.

zur Verfügung stehenden Pause werden auf dem Hinflug (FH) rund eine Stunde und auf dem Rückflug (FR) ca. 1,5 Stunden zum Schlafen genutzt. Die Dauer der ersten Layovernacht (L1) beträgt 9,12 Stunden und ist signifikant ($p \leq 0,001$) länger als die Basisnacht zu Hause. Für die zweite Layovernacht (L2) in San Francisco wird im Mittel ein Wert von 8,0

Stunden errechnet. Nach der Rückkehr legen sich 40 von 43 Flugbegleiterinnen zu Hause zu einem "Nickerchen" (Nap) hin, welches im Mittel 3,54 Stunden (sd \pm 1,69) dauert, allerdings auch Extremwerte von 0,17 Stunden und 9,92 Stunden aufweist. Die Schlafdauer der beiden folgenden Nächte ist mit 7,94 Stunden (P1A) und 7,46 Stunden (P2) mit der Basisnacht (B2) vergleichbar.

In der Nacht vor dem Hinflug schlafen insgesamt 16 Flugbegleiterinnen weniger als 6 Stunden, davon 4 Flugbegleiterinnen weniger als 5 Stunden und 3 weniger als 4 Stunden. Vor dem Rückflug nach Deutschland liegt die Schlafdauer bei 3 Flugbegleiterinnen unter 6 Stunden, bei jeweils einer Flugbegleiterin unter 5 und unter 4 Stunden.

Legt man die Nacht B2 als Basis zugrunde und subtrahiert von der mittleren Schlafdauer einer jeden folgenden Nacht den gemessenen Betrag von 7,65 Stunden dieser Kontrollnacht, so ergibt die Summe der Differenzen eine Schlafbilanz für jeden Tag bzw. für den gesamten Untersuchungszeitraum (Abb. 16). Die kürzere Schlafdauer in der Nacht vor dem Hinflug (B3) bewirkt ein Defizit von 1,29 Stunden. Dieses wird durch die relativ lange Schlafdauer in San Francisco überkompensiert (Bilanz L2: + 1,55 h). Für die Analyse wird die Dauer des Kurzschlafs an Bord während des Hinfluges mit der 1. Layovernacht zusammen betrachtet (FH/L1). Ebenso wird die Schlafdauer während des Rückfluges (FR) zu der des Kurzschlafs am Tag der Rückkehr (P1N) addiert. Auf Grund des Nachtfluges (Rückflug SFO-FRA) und dem damit verbundenen Schlafverlust resultiert wieder eine negative Schlafbilanz (Bilanz FR/P1N : - 1,11 h). Die beiden Nächte nach dem Flug haben auf die Schlafbilanz nahezu keinen Einfluss. Am Ende unserer Untersuchung besteht ein Schlafdefizit, das im Mittel eine Stunde beträgt.

Die lange Schlafdauer in San Francisco überrascht auf den ersten Blick. Bei der Analyse der Sleep Log Daten hatten aber mindestens 35 % der

Flugbegleiterinnen überwiegend in der ersten Layovernacht Probleme beim Durchschlafen. Unberücksichtigt sind dabei diejenigen, die sich relativ früh (18:00 - 19:00 Uhr SFO-Zeit) zum Schlafen hinlegen, gegen 3:00 Uhr nachts (SFO-Zeit) aufwachen und somit nach 7-8 Stunden Schlaf vermutlich ausgeschlafen sind.

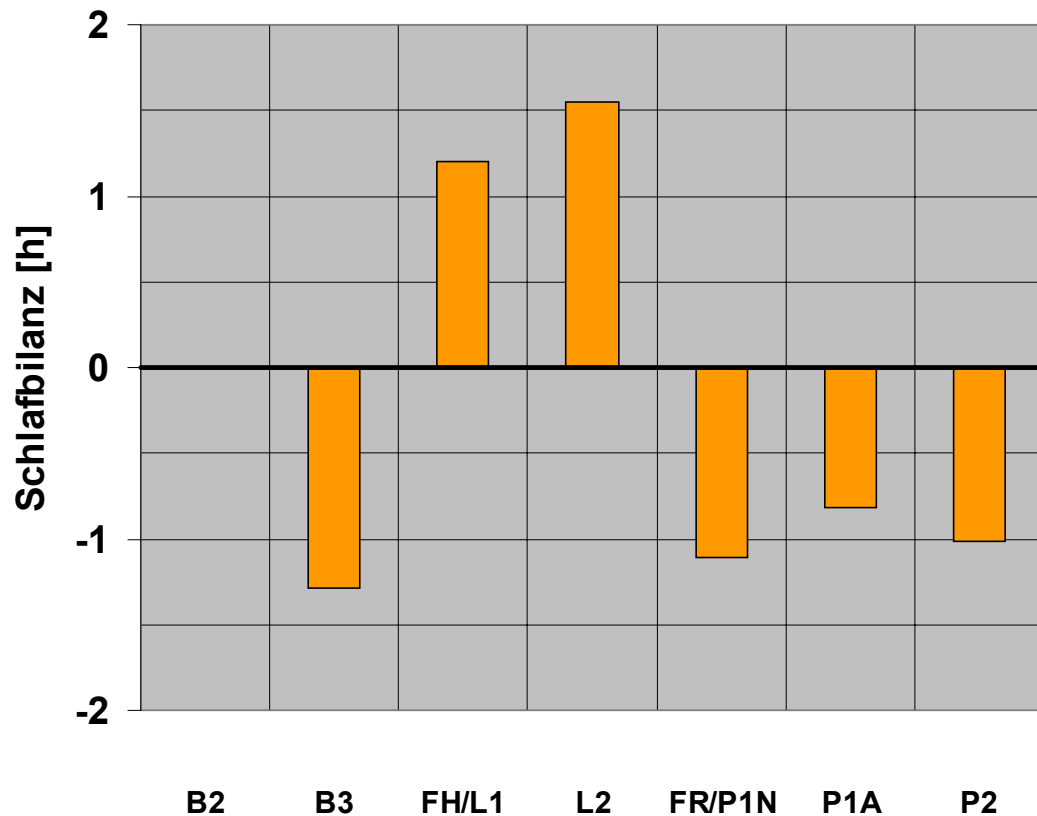


Abb. 16: Schlafbilanz aller Flugbegleiterinnen (n=43)

B2-B3: Basisnächte zu Hause; FH: FRA-SFO; L1-L2: Layover San Francisco; FR: SFO-FRA; P1N: Mittagsschlaf nach der Rückkehr am ersten Tag; P1A: erster Nachtschlaf nach der Rückkehr; P2: zweite Nacht nach der Rückkehr

Tabelle 1 zeigt, wie häufig und wie lang die Flugbegleiterinnen nachts wach waren. Man sieht deutlich, dass die erste Untersuchungsnacht (B1) durch die ungewohnte Situation und die Aufzeichnungsgeräte gestört ist. In den beiden folgenden Nächten (B2, B3) sind rund 50% der beteiligten Personen im Mittel jeweils 12 - 13 Minuten wach. Während der

Layovernächte (L1, L2) werden jeweils rund 30 Flugbegleiterinnen (70%) wach. Die Wachdauer dieser Personen ist ungefähr vier Mal länger als zu Hause. Unter Berücksichtigung sämtlicher Versuchsteilnehmerinnen (auch die, die nicht wach geworden sind) ergibt sich während des Layovers sogar eine 5.5 -fach verlängerte Wachphase. In den beiden Nächten nach dem Rückflug (P1A, P2) ist die Anzahl der Personen, die aufwachen, etwas geringer als in der Basisnacht (B2), dafür ist die Wachdauer im Mittel zweieinhalb Mal länger als während der Kontrollnacht.

Tag	Anzahl wach	Dauer wach (min)
B1	35	0:29
B2	22	0:13
B3	24	0:12
FH	11	0:10
L1	30	0:56
L2	31	0:52
FR	6	0:11
P1N	12	0:16
P1A	19	0:34
P2	13	0:36

Tabelle 1: Anzahl der aufgewachten Flugbegleiterinnen und die mittlere Dauer der Wachzeit. B1-B3: Basisnächte zu Hause; FH: FRA-SFO; L1-L2: Layover San Francisco; FR: SFO-FRA; P1N: Mittagsschlaf nach der Rückkehr am ersten Tag; P1A: erster Nachtschlaf nach der Rückkehr; P2: zweite Nacht nach der Rückkehr

Von der Möglichkeit, tagsüber zu schlafen (Nap), wurde wenig Gebrauch gemacht. Tabelle 2 zeigt die Tage vor und nach dem Umlauf, die Anzahl der Flugbegleiterinnen, die tagsüber geschlafen haben, die Schlafdauern mit und ohne Naps und die entsprechenden Differenzen. Schlafzeiten während des Hin- (FH) und Rückfluges (FR) sowie der Kurzschlaf nach der Rückkehr (P1N) werden als Naps definiert und somit nicht berücksichtigt.

	Anzahl der Naps	Schlafdauer + Nap	Schlaf- dauer	Differenz (min)
B1	0	7:13	7:13	0:00
B2	8	7:45	7:39	0:06
B3	6	6:28	6:21	0:06
FH				
L1				
L2				
FR				
P1N				
P1A	2	8:03	7:56	0:07
P2	7	7:41	7:27	0:14

Tabelle 2: Schlafdauer mit und ohne Nap (Kurzschlaf am Tag).

B1-B3: Basisnächte zu Hause; FH: FRA-SFO; L1-L2: Layover San Francisco; FR: SFO-FRA; P1N: Mittagsschlaf nach der Rückkehr am ersten Tag; P1A: erster Nachtschlaf nach der Rückkehr; P2: zweite Nacht nach der Rückkehr

Die Layoverzeit ist bei der Betrachtung der Naps ausgenommen, weil die Differenzierung zwischen Kurzschlaf (Nap) und eigentlichem Schlaf nicht immer klar zu erkennen ist.

Da die Ergebnisse der Kategorien Schlafdauer und Schlafdauer + Nap nahezu gleich sind (maximale Differenz 14 Minuten (P2); Tabelle 2), erfolgt die detaillierte weitere Analyse nur noch für die Schlafdauer.

Schlafdauer getrennt nach Klassen

Die Schlafdauer des Kabinenpersonals nach Aufteilung in die Gruppen First, Business und Economy Class ist in Abbildung 17 dargestellt. In der Nacht vor dem Hinflug (FRA-SFO) ist die Schlafdauer bei den Flugbegleiterinnen der Business ($p \leq 0,001$) und der Economy Class

($p \leq 0,01$) signifikant kürzer als in der Basisnacht B2. Mit einer mittleren Schlafdauer von 5,89 Stunden liegen die der Business Class in der Nacht

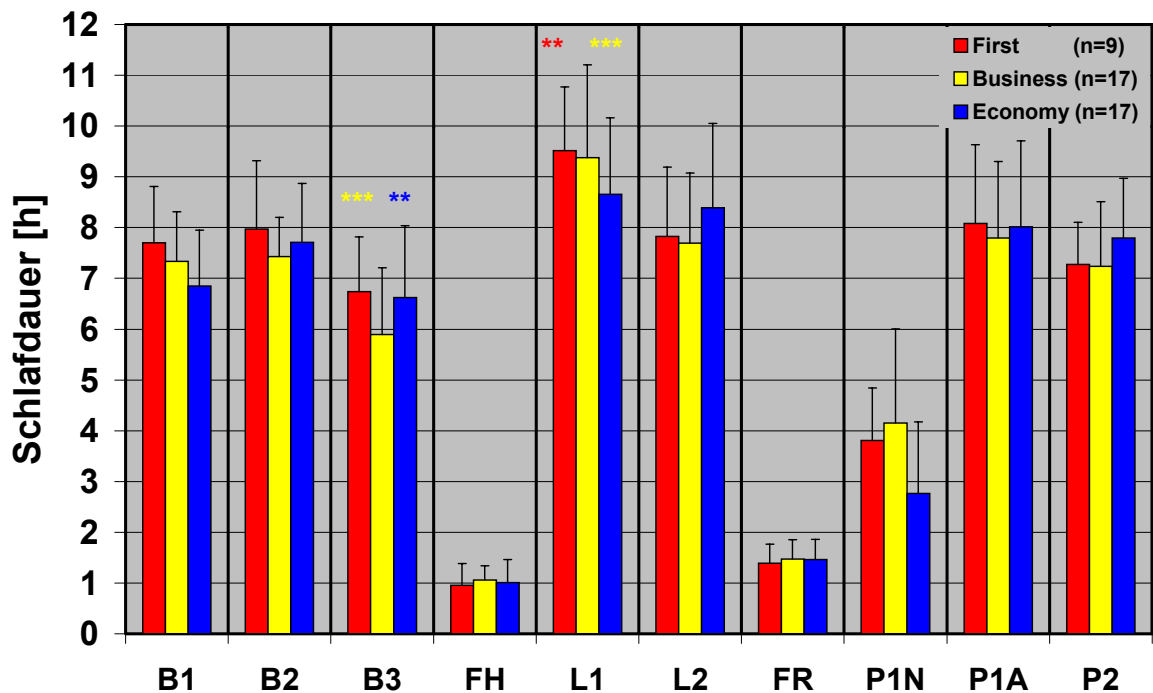


Abb. 17: Schlafdauer getrennt nach First-, Business- und Economy Class. Mittelwerte +sd
 B1-B3: Basisnächte zu Hause; FH: FRA-SFO; L1-L2: Layover San Francisco; FR: SFO-FRA; P1N: Mittagsschlaf nach der Rückkehr am ersten Tag; P1A: erster Nachtschlaf nach der Rückkehr; P2: zweite Nacht nach der Rückkehr

vor dem Hinflug (B3) im Mittel 1,54 Stunden unter dem Wert der Basisnacht (B2). Bei den Flugbegleiterinnen der Economy Class wird eine Schlafdauer von 6,62 Stunden (1,09 Stunden weniger als in der Kontrollnacht) erreicht. Die erste Layovernacht (L1) ist bei den Stewardessen der First ($p \leq 0,01$) und der Business Class ($p \leq 0,001$) signifikant länger als die Kontrollnacht zu Hause. Darüber hinaus sind die Unterschiede nicht sehr groß. Am ersten Layovertag schlafen die Flugbegleiterinnen der Economy Class etwas kürzer als die der anderen beiden Klassen. Dafür ist die Schlafdauer an dem zweiten Layovertag etwas länger. Während der Flüge und an dem Tag P1A sind keine großen

Unterschiede zu erkennen. Der Tagschlaf (P1N) fällt bei den Stewardessen der Economy Class im Mittel 1,39 Stunden kürzer aus als bei denen der Business Class. In der letzten Versuchsnacht (P2) schlafen die Versuchsteilnehmerinnen der Economy Class ungefähr 30 Minuten länger als die der anderen beiden Gruppen.

Die Gruppierung in Altersklassen (Abb. 18) zeigt bei den 30-35 jährigen Flugbegleiterinnen deutlich signifikante Unterschiede ($p \leq 0,001$) zwischen

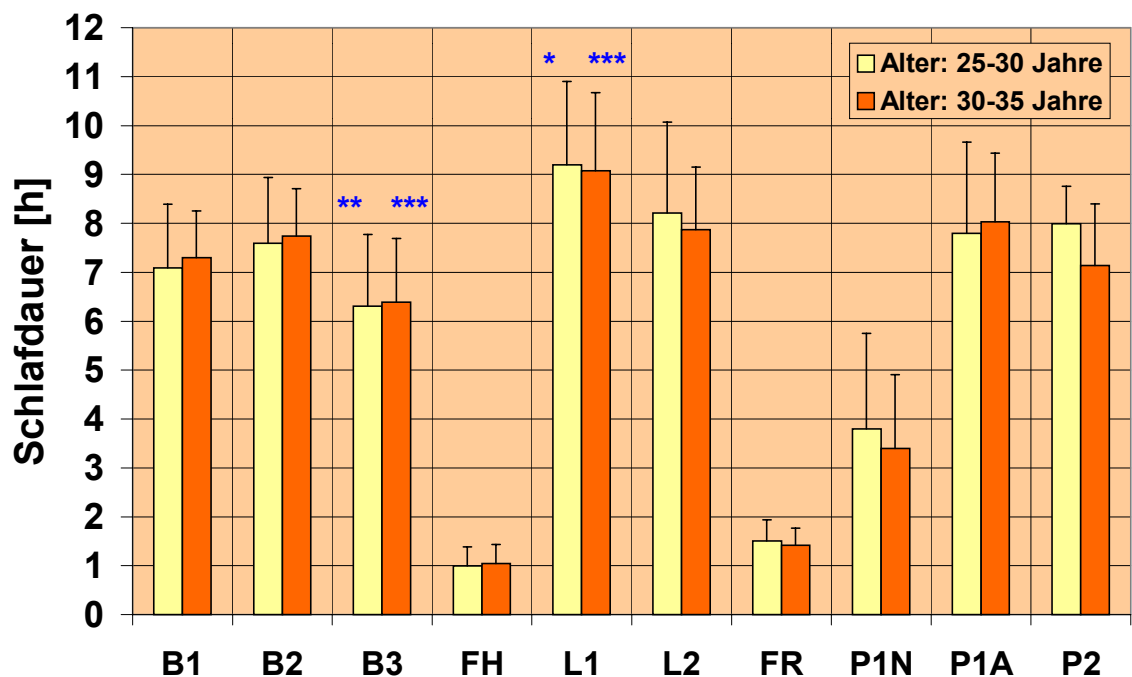


Abb. 18: Schlafdauer getrennt nach Altersklassen (Alter 25-30: n=16; Alter 30-35: n=27) (Mittelwerte +sd).
 B1-B3: Basisnächte zu Hause; FH: FRA-SFO; L1-L2: Layover San Francisco; FR: SFO-FRA; P1N: Mittagsschlaf nach der Rückkehr am ersten Tag; P1A: erster Nachtschlaf nach der Rückkehr; P2: zweite Nacht nach der Rückkehr.

der Schlafdauer während der Basis (B2) und der Nacht vor dem Flug ((B3) 1,35 Stunden kürzer), sowie zwischen der B2 und der ersten Layovernacht ((L1) 1,34 Stunden länger). Bei der Altersgruppe 25-30 Jahre sind die Unterschiede zwischen B2 und B3 ($p \leq 0,01$) und B2 und L1 ($p \leq 0,05$)

weniger deutlich. Beide Altersgruppen sind ansonsten in ihrem Schlafverhalten sehr ähnlich (Abb. 18). Die größte Differenz erkennt man in der letzten Untersuchungsnacht (P2), die bei der jüngeren Altersgruppe (25-30 Jahre) 51 Minuten länger dauert. In der zweiten Layovernacht (L2) und der ersten Nacht nach der Rückkehr aus San Francisco schläft ebenfalls die jüngere Gruppe rund 20 Minuten länger als die 30-35 jährigen Versuchsteilnehmerinnen.

5.3.2 Schlafqualität

Für die Beurteilung der Schlafqualität (Abb. 19) wurde ebenfalls die Nacht B2 als Basisnacht festgelegt (s.o.). In der ersten Untersuchungsnacht, in der Nacht vor dem Hinflug und während der beiden Flüge (Hin- und Rück-

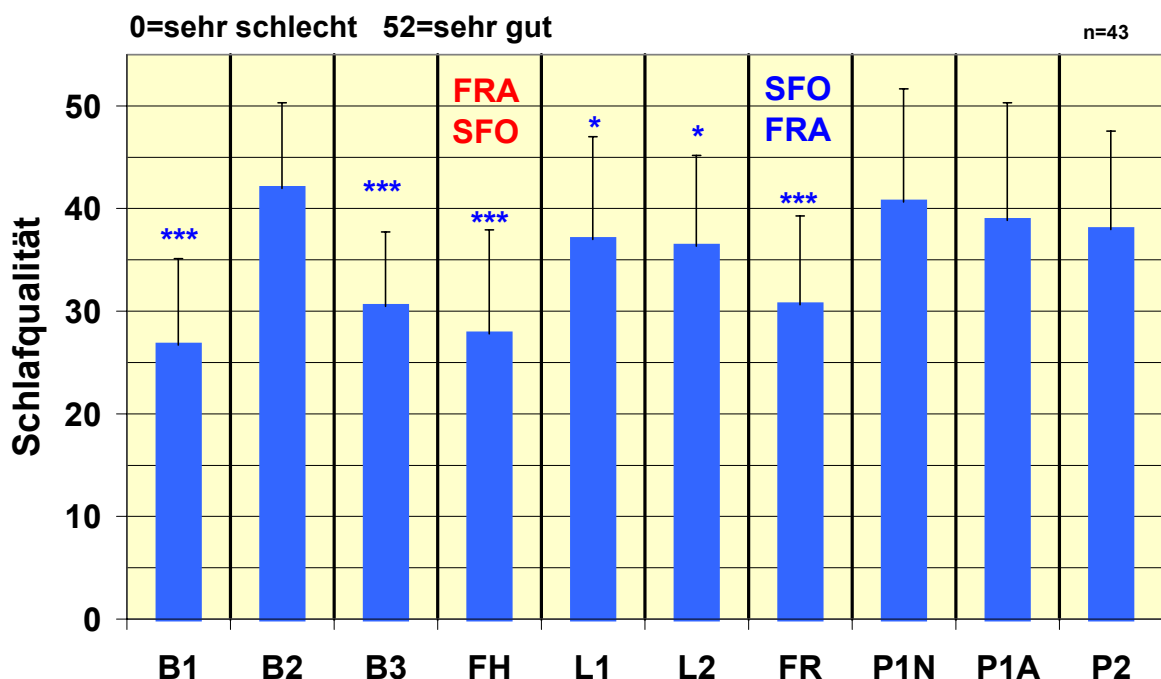


Abb. 19: Subjektive Einschätzung der Schlafqualität (n=43) (Mittelwerte +sd). B1-B3: Basisnächte zu Hause; FH: FRA-SFO; L1-L2: Layover San Francisco; FR: SFO-FRA; P1N: Mittagsschlaf nach der Rückkehr am ersten Tag; P1A: erster Nachtschlaf nach der Rückkehr; P2: zweite Nacht nach der Rückkehr.

flug FRA-SFO-FRA) unterscheiden sich die Schlafqualitäten deutlich ($p \leq 0,001$) von der Kontrollnacht B2 (Abb. 19). Die Schlafqualität der beiden Nächte in San Francisco zeigt ebenfalls signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$) im Vergleich zur Basisnacht.

Die Analogskala der subjektiven Schlafqualität wurde für jeden Tag und jede Person in 5 Abschnitte eingeteilt und von "sehr gut" bis "sehr schlecht" bewertet. Die Zusammenfassung der Ergebnisse ist in Tabelle 3 dargestellt. Die Schlafqualitäten werden subjektiv gar nicht so schlecht eingeschätzt, wie es zunächst auf Grund der statistischen Aussage erscheinen mag. Etwa 60% der Flugbegleiterinnen geben an, in der Nacht vor dem Hinflug gut bis sehr gut geschlafen zu haben, während 26% schlecht bis sehr schlecht geschlafen haben. Während der Flüge bewerten ungefähr 50% der Flugbegleiterinnen, die geschlafen haben (FH: n=31; FR: n=30), ihren Schlaf mit gut bis sehr gut. Unter Berücksichtigung aller

Schlaf- qualität	gut bis sehr gut		schlecht bis sehr schlecht		n
	Anzahl	%	Anzahl	%	
B1	19	44.19	16	37.21	43
B2	39	90.70	2	4.65	43
B3	25	59.52	11	26.19	42
FH	17	54.84	9	29.03	31
L1	35	81.40	4	9.30	43
L2	31	72.09	7	16.28	43
FR	17	56.67	9	30.00	30
P1N	35	87.50	4	10.00	40
P1A	34	79.07	3	6.98	43
P2	34	79.07	7	16.28	43

Tabelle 3: Subjektive Schlafqualität: Anzahl und Prozentwerte der guten/sehr guten und schlechten/sehr schlechten Schlafqualität. B1-B3: Basisnächte zu Hause; FH: FRA-SFO; L1-L2: Layover San Francisco; FR: SFO-FRA; P1N: Mittagsschlaf nach der Rückkehr am ersten Tag; P1A: erster Nachtschlaf nach der Rückkehr; P2: zweite Nacht nach der Rückkehr.

Flugbegleiterinnen, einschließlich derer, die nicht schlafen konnten, würde der Prozentsatz auf 40% sinken. In San Francisco wird die Schlafqualität von 35 (L1) bzw. 31 Flugbegleiterinnen (L2) mit gut bis sehr gut und von 4 (L1) bzw. 7 (L2) mit schlecht bis sehr schlecht eingeschätzt. Nach der Rückkehr (P1A, P2) bleibt das Verhältnis der guten zu den schlechten Schläferinnen etwa gleich.

5.3.3 Schlafbedürfnis

Die Analyse des Schlafbedürfnisses, d.h. ob die Flugbegleiterinnen morgens gerne mehr oder weniger geschlafen hätten, erfolgte analog der Schlafqualität. Am Morgen (B3) vor dem Hinflug (FRA-SFO) ist das Schlafbedürfnis signifikant höher ($p \leq 0,001$) als nach der Basisnacht (B2; Abb. 20). Die signifikant reduzierte Schlafdauer und das damit verbundene Bedürfnis morgens länger zu schlafen, spiegelt sich hier wider. Rund 93% der ausgewerteten Personen (Tabelle 4) hätten gerne mehr bzw. viel mehr geschlafen. Nach der Ruhepause während des Rückfluges (SFO-FRA) war das Bedürfnis länger zu schlafen signifikant ($p \leq 0,001$) höher als nach der Kontrollnacht zu Hause. Von den 30 Flugbegleiterinnen, die während des Rückfluges geschlafen haben, wollen 29 (97%; Tabelle 4) noch länger schlafen. Da der Rückflug während der mitteleuropäischen Nacht stattfindet und die zirkadiane Rhythmik durch den Umlauf um maximal 2 Stunden verschoben ist (siehe 5.2.1 / 5.2.2), wird das Bedürfnis, nach einem kurzen Nap an Bord (max. 1,5 Stunden) weiterzuschlafen, noch verstärkt. Das Schlafbedürfnis ist bereits während der Baseline leicht erhöht und liegt bei einer Bewertung von 35,81 Punkten (Abb. 20; B2). Alle Flugbegleiterinnen (n=43) schlafen in der zweiten Nacht (Basisnacht) im Mittel 7:39 Stunden. Für Erwachsene liegt diese Schlafdauer im normalen Bereich [27]. Die Nacht vor dem Hinflug ist signifikant kürzer

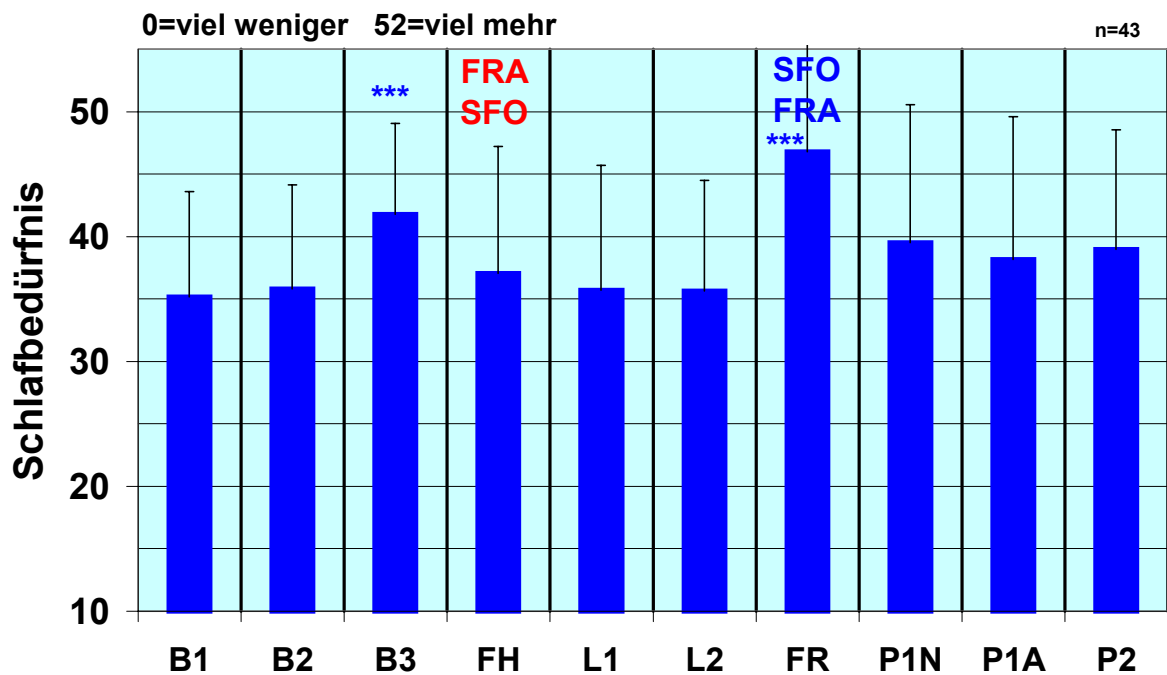


Abb. 20: Subjektive Angaben zum Schlafbedürfnis (n=43) (Mittelwerte +sd). B1-B3: Basisnächte zu Hause; FH: FRA-SFO; L1-L2: Layover San Francisco; FR: SFO-FRA; P1N: Mittagsschlaf nach der Rückkehr am ersten Tag; P1A: erster Nachtschlaf nach der Rückkehr; P2: zweite Nacht nach der Rückkehr.

Schlafbedürfnis	weniger bis viel weniger		mehr bis viel mehr		n
	Anzahl	%	Anzahl	%	
B1	0	0.00	30	69.77	43
B2	0	0.00	29	67.44	43
B3	0	0.00	39	92.86	42
FH	1	3.23	22	70.97	31
L1	0	0.00	25	58.14	43
L2	1	2.33	29	67.44	43
FR	1	3.33	29	96.67	30
P1N	0	0.00	27	67.50	40
P1A	2	4.76	32	76.19	42
P2	0	0.00	32	74.42	43

Tabelle 4: Subjektive Einschätzung des Schlafbedürfnisses: Anzahl und Prozentwerte der Flugbegleiterinnen, die gerne mehr oder weniger geschlafen hätten.

($p \leq 0,001$) als die Basisnacht. 7 Flugbegleiterinnen (16%) schlafen in dieser Nacht weniger als 5 Stunden. Dies spiegelt sich in der Bewertung der Schlafqualität ($p \leq 0,001$) und dem Bedürfnis ($p \leq 0,001$) länger zu schlafen wider. Die Schlafdauer in der ersten Nacht in San Francisco beträgt ungefähr 9 Stunden und ist signifikant ($p \leq 0,001$) länger als die Kontrollnacht. Die Schlafqualität wird allerdings trotz der langen Schlafdauer signifikant ($p \leq 0,05$) schlechter angegeben als zu Hause. Rund 81% der Flugbegleiterinnen bewerten jedoch den ersten Layoverschlaf mit gut bis sehr gut. Die Anzahl der Aufwachreaktionen ist in San Francisco um ca. 30% erhöht. Die Wachzeiten sind während der Layovernächte vier Mal so lang wie in der Basisnacht zu Hause. Die zweite Nacht in San Francisco dauert im Mittel 8 Stunden. Die Schlafqualität wird von 16% der Flugbegleiterinnen (9% in der ersten Nacht L1) mit schlecht bis sehr schlecht eingeschätzt, während 72% meinen, gut bis sehr gut geschlafen zu haben. Ähnliche Ergebnisse (signifikant kürzere Nacht vor dem Hinflug, signifikant längere erste Layovernacht, längere Wachzeiten in San Francisco, keine großen Schlafdefizite) wurden bereits in einer früheren Studie bei Piloten beobachtet [55]. Skandinavische Aircrews [22] hatten teilweise ähnlich lange Schlafzeiten. Diese schliefen die Nacht vor dem Hinflug im Hotel und erreichten so - im Gegensatz zu unserem Kollektiv - eine normale Schlafdauer von 8,2 Stunden. Der Flug startete allerdings auch über eine Stunde später als der unseres Umlaufs, so dass den skandinavischen Aircrews noch etwas mehr Zeit zum Schlaf zur Verfügung stand.

5.4 UNTERSUCHUNGEN ZUR BELASTUNG UND BEANSPRUCHUNG

5.4.1 Subjektive Beurteilungen

5.4.1.1 Ermüdung

Die momentane subjektive Ermüdung wird bei Untersuchungen am fliegenden Personal in regelmäßigen Abständen (stündlich) abgefragt, um den Verlauf der Ermüdung über lange Flugdienstzeiten zu ermitteln [36, 40, 41, 42, 51, 52, 55]. Die Bewertung der Ermüdung wurde von Samn und Pirelli [44] in 4 Kategorien eingeteilt (siehe Tabelle 5) und der operationellen Bedeutung zugeordnet.

Bedingt durch unvollständig ausgefüllte Fragebögen konnten die Daten von zwei Flugbegleiterinnen der Economy Class nicht ausgewertet werden.

Der Kurvenverlauf der Ermüdung (Abb. 21) zeigt einen deutlichen Unterschied zwischen dem Hinflug FRA-SFO (Tagflug) und dem Rückflug SFO-FRA (Nachtflug). Die Müdigkeitswerte der beiden Stunden vor dem Hinflug und während der ersten drei Flugstunden bewegen sich im Bereich der entsprechenden Basiswerte. Nach vier Flugstunden treten signifikante Unterschiede zu den Basiswerten auf ($p \leq 0,05$), die in den Stunden 5 ($p \leq 0,001$), 6 ($p \leq 0,001$), 8 ($p \leq 0,01$) und 10 ($p \leq 0,01$) größer werden.

Die Ermüdungswerte des Rückfluges beginnen auf einem um 30% höheren Niveau im Vergleich zum Hinflug. Das ist sofort verständlich, da die Vorbereitungen für den Rückflug nach deutscher Zeit um 22:00 Uhr stattfinden. In den beiden Stunden vor dem Rückflug SFO-FRA sind die Müdigkeitswerte leicht signifikant ($p \leq 0,05$) und während des gesamten Rückfluges hochsignifikant ($p \leq 0,001$) gegenüber den Kontrollwerten zu Hause erhöht. Die Werte des Rückfluges liegen im Mittel um 4,01 Punkte

(20% der Gesamtskala oder 47% bezogen auf den Mittelwert des Hinfluges) höher als die des Hinfluges. In der vierten Flugstunde über-

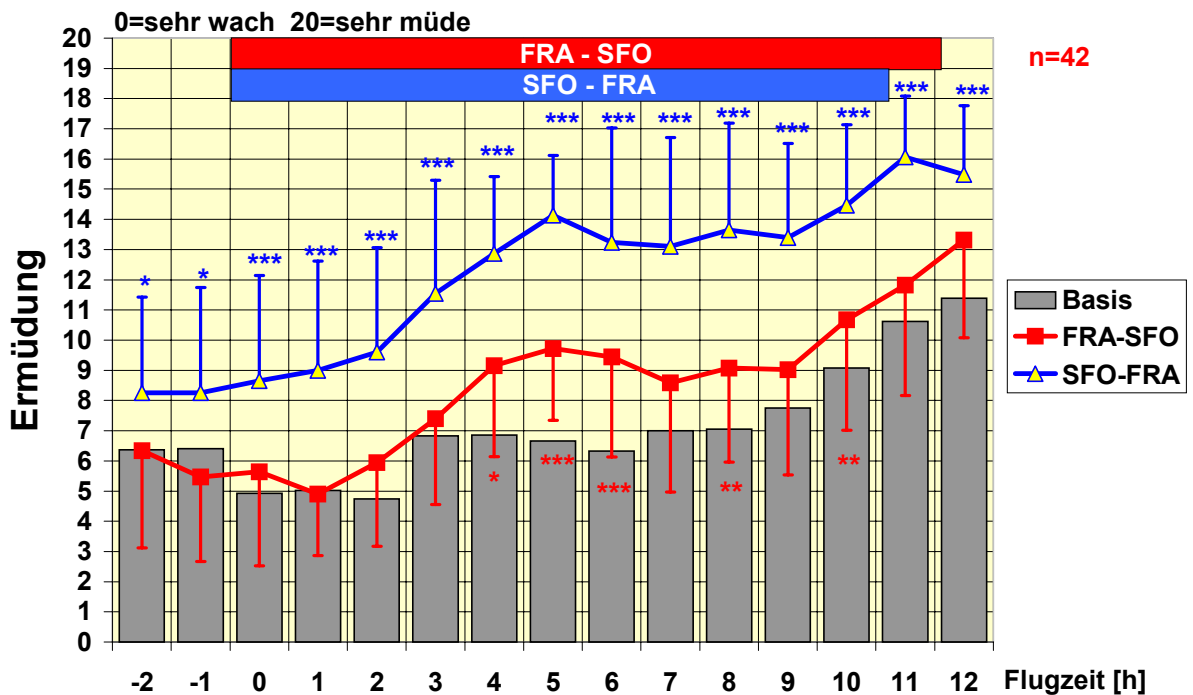


Abb. 21: Subjektive Angaben zur Ermüdung (Stundenwerte; n=42). Basisdaten zu Hause, FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd). Signifikante Unterschiede sind auf die Basiswerte bezogen.

schreiten die Müdigkeitswerte die 12-Punkte Schwelle und kommen damit in den Bereich, in dem der Flugdienst zwar erlaubt, aber nicht empfohlen wird (siehe Tabelle 5).

Die Fragebögen (n=42) wurden in den angegebenen Zeiträumen (MEZ; Tabelle 6) nach der Anzahl der Ergebnisse in den verschiedenen Bereichen (z.B.: 9-12, 13-16 usw.) ausgewertet. Die Summen wurden dann prozentual umgerechnet (Zeitraum: Basis und Hinflug = je 13 Stunden; Rückflug = 12 Stunden). Tabelle 6 zeigt das Ergebnis der verschiedenen Müdigkeitsklassen. Vergleicht man die Zahlen aus Tabelle 6 mit der Klassifizierung nach Samn und Pirelli (siehe Tabelle 5 [44]) und setzt sie in

Cate- gory	Fatigue Scores	Fatigue Degree and Predicted Effect
I	0 - 8	Sufficiently alert No performance impairment
II	9 - 12	Mild fatigue Performance impairment possible, but not significant
III	13 - 16	Moderate to severe fatigue Some performance impairment probably occurring Flying duty permissible, but not recommended
IV	17 - 20	Severe fatigue Perforance definitely impaired Flying Duty not recommended

Tabelle 5: Skalierung (Punkte) der Müdigkeit und operationelle Bewertung für das Cockpit-Personal (nach Samn und Pirelli, [44]).

	0-8	9-12	13-16	17-20	Zeitraum
n=42	%	%	%	%	MEZ
Basis	71.16	23.95	3.54	1.35	09:00-22:00
FRA-SFO	57.78	32.35	8.41	1.46	09:00-22:00
SFO-FRA	26.69	31.63	35.73	5.95	22:00-10:00

Tabelle 6: Prozentanteil der Müdigkeitswerte zu Hause, während des Hin- (FRA-SFO) und Rückfluges (SFO-FRA) n=42. Klassifizierung der Bereiche (0 - 20) siehe Tabelle 5.

Beziehung zu ihrer operationellen Bedeutung, so kann man folgendes erkennen:

In 8,41% des Hinfluges und 35,73% des Rückfluges sind die Flugbegleiterinnen subjektiv so ermüdet, dass ein Flugdienst zwar erlaubt ist, aber nicht empfohlen werden kann. In 1,46% des Hinfluges und 5,95% des Rückfluges wird die Ermüdung so eingeschätzt, dass ein Flugdienst nicht

mehr erlaubt sein dürfte. In einem nächsten Schritt wurden die Müdigkeitswerte getrennt nach Klassen zusammengefasst und in den Abbildungen 22, 23 und 24 dargestellt.

Bei den Flugbegleiterinnen der First Class und Business Class sind auf dem Hinflug FRA-SFO keine signifikanten Unterschiede zur Basis zu erkennen, während die der Economy Class schon zu Beginn des Fluges ($p \leq 0,05$) und in den Stunden 5 ($p \leq 0,05$), 6 ($p \leq 0,001$), 8 ($p \leq 0,05$) und 10 ($p \leq 0,01$) Signifikanzen aufweisen. Vor dem Flug liegen die Werte bei 6 bis 7 Punkten, sind zunächst rückläufig und steigen im Verlauf des Fluges an. Bedingt durch die Erholung in der Pause an Bord fallen die Kurven nach einer Flugzeit von 6 bzw. 7 Stunden ab, steigen dann aber im weiteren Verlauf des Fluges bis auf einen Endwert von 14 Punkten (Economy und Business Class) nach dem Flug an. Bei den Begleiterinnen der First Class fallen die Endwerte mit 11 Punkten deutlich geringer aus als bei denen der anderen beiden Klassen. Die Mittelwertskurven der Ermüdung der Betreuerinnen der Economy und Business Class erreichen am Ende des Hinfluges die 12-Punkte-Schwelle. An der großen Streuung kann man erkennen, dass auch schon vorher Werte in der Kategorie III (siehe Tabelle 5) erreicht werden.

Vor, während und nach dem Rückflug SFO-FRA kommt es mit wenigen Ausnahmen bei den Betreuerinnen aller Kabinenklassen zu signifikanten Veränderungen im Vergleich zur Basis. Dies liegt sicher daran, dass es sich, nach deutscher Zeit, um einen Nachtflug handelt. Die 12-Punkte-Schwelle der Ermüdung wird beim Rückflug in allen Klassen nach 3 bzw. 4 Stunden Flugzeit erreicht. In der Mitte des Fluges (6. bzw. 7. Stunde Flugzeit) kann man auch hier die Erholung durch die Ruhepause in Form eines Absinkens der Müdigkeitswerte um circa 2 Punkte erkennen. Bei der First Class fällt dieser Erholungseffekt deutlich geringer (0,86 Punkte) aus.

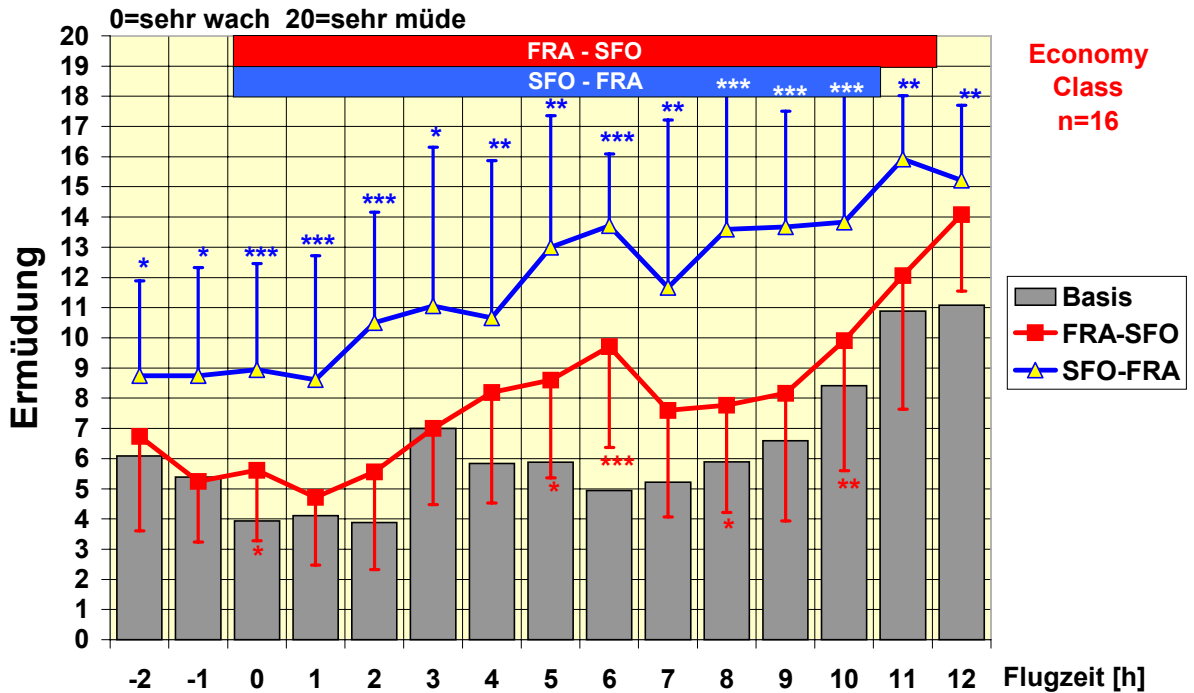


Abb. 22: Subjektive Angaben zur Ermüdung der Economy Class (n=16). Basisdaten zu Hause, FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd).

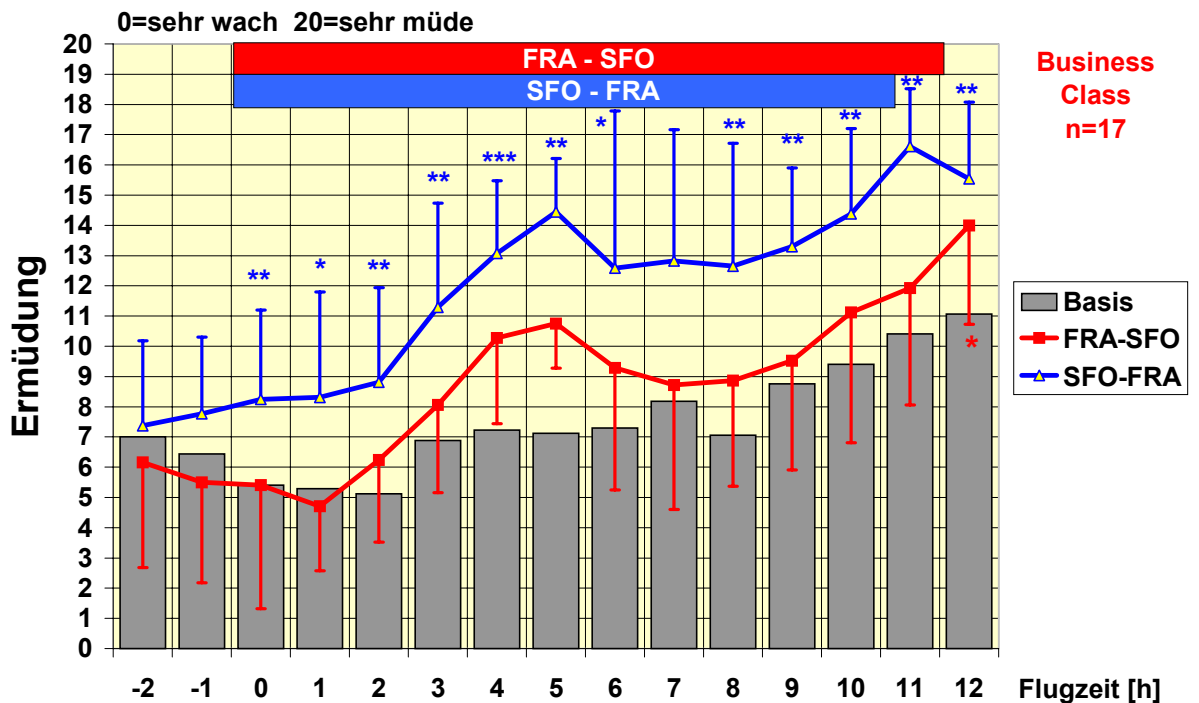


Abb. 23: Subjektive Angaben zur Ermüdung der Business Class (n=17). Basisdaten zu Hause, FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd).

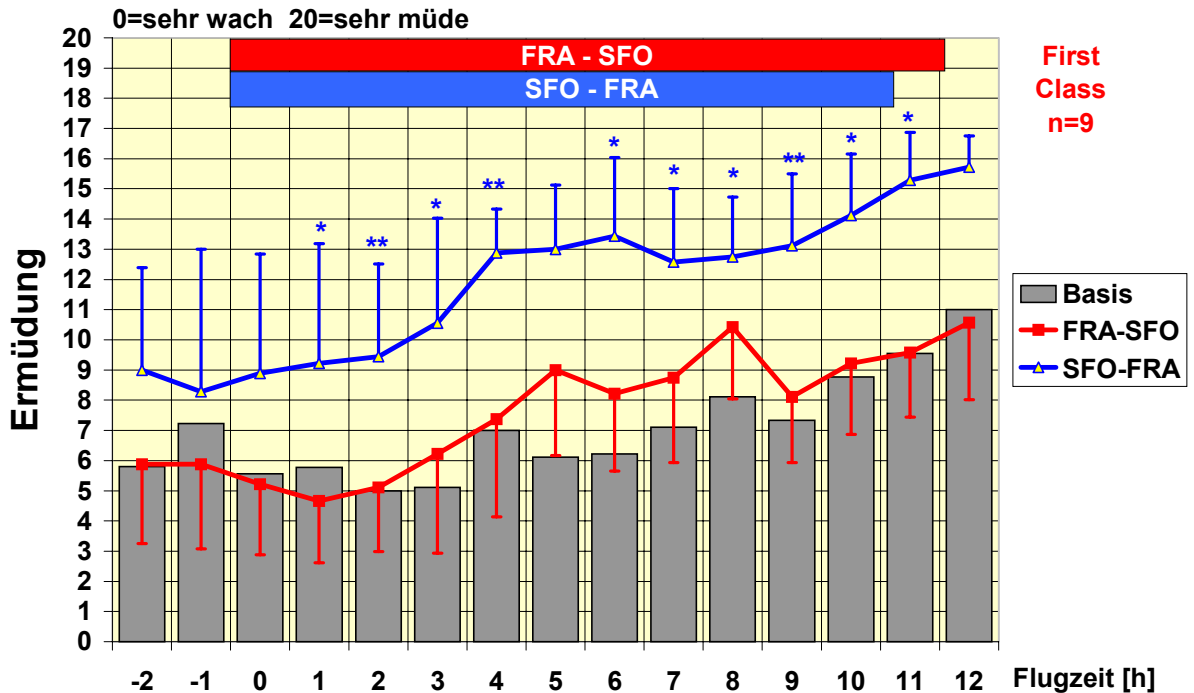


Abb. 24: Subjektive Angaben zur Ermüdung der First Class (n=9). Basisdaten zu Hause, FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd).

Am Ende des Rückfluges liegen alle Müdigkeitswerte bei 14 Punkten mit steigender Tendenz nach oben. Die Daten der Economy Class fallen auch beim Rückflug durch die größere Anzahl und die Stärke der Signifikanzen (häufig $p \leq 0,001$) im Vergleich zu den anderen beiden Gruppen auf. Bei der Bewertung der First Class muss man sicher die kleinere Anzahl der Versuchspersonen berücksichtigen, die Einfluss auf die statistischen Berechnungen hat.

Betrachtet man die Tabelle 7, so zeigt sich, dass der prozentuale Anteil der subjektiven Ermüdung (Klassifizierung III; SFO-FRA; siehe Tabelle 5) bei den Mitarbeiterinnen der First Class immerhin 40% beträgt. Bei der Economy Class ist die Größenordnung in der Kategorie III (38,97%) ähnlich. Der Anteil in der Gruppe IV liegt mit 7,18% aber deutlich höher als bei denen der First Class (1,96%). Bei denen der Business Class fallen 30% der Werte beim Rückflug (SFO-FRA) in die Kategorie III und 6,84% in

die Kategorie IV. Der Hinflug weist wesentlich geringere Prozentzahlen auf. Insgesamt werden 10,36% der Müdigkeitswerte der Betreuerinnen der Economy Class, 13,39% bei denen der Business Class und 2,56% bei denen der First Class in der Kategorie III + IV eingetragen.

Kategorie Bereich	I 0-8	II 9-12	III 13-16	IV 17-20	Zeitraum MEZ
Economy Class	%	%	%	%	
Basis	77.18	18.67	3.32	0.83	09:00-22:00
FRA-SFO	62.16	27.48	9.46	0.90	09:00-22:00
SFO-FRA	26.16	27.69	38.97	7.18	22:00-10:00
Business Class					
Basis	63.91	29.13	4.35	2.61	09:00-22:00
FRA-SFO	50.72	35.89	10.53	2.86	09:00-22:00
SFO-FRA	27.89	35.27	30.00	6.84	22:00-10:00
First Class					
Basis	72.95	24.59	2.46	0.00	09:00-22:00
FRA-SFO	61.54	35.90	2.56	0.00	09:00-22:00
SFO-FRA	25.49	32.35	40.20	1.96	22:00-10:00

Tabelle 7: Prozentuale Müdigkeitswerte zu Hause, während des Hin- (FRA-SFO) und Rückfluges (SFO-FRA) getrennt nach Klassen. Kategorie und Bereich siehe Tabelle 5.

Die Kurvenverläufe des Hin- und Rückfluges (Abb. A5; Anhang) sind bei den 25-30 jährigen Flugbegleiterinnen vergleichbar mit denen der Economy Class. In den beiden Stunden vor und in der zweiten Stunde nach dem Rückflug sind keine Signifikanzen zu sehen. Ansonsten fallen die Signifikanzen etwas geringer aus als bei der Economy Class.

Die 30-35 jährigen Flugbegleiterinnen schätzen ihre Ermüdung ähnlich wie die Flugbegleiterinnen der Business Class ein (Abb. A6; Anhang). Die Signifikanzen werden hier noch höher, so dass nahezu der gesamte Rückflug hochsignifikante Werte ($p \leq 0,001$) zeigt. Beim Hinflug nach San

Francisco gibt es (im Vergleich mit der First und Business Class) in der 5. ($p \leq 0,05$), 6. ($p \leq 0,01$) und 8. ($p \leq 0,05$) Flugstunde zusätzliche signifikante Unterschiede.

Die beiden Altersgruppen unterscheiden sich in folgenden Punkten:

- Bei der jüngeren Gruppe (25-30 Jahre) zeigt sich im Vergleich zur älteren Gruppe (30-35 Jahre) am Anfang und Ende des Hinfluges eine zusätzliche Signifikanz ($p \leq 0,05$).
- Bei der älteren Gruppe (30-35 Jahre) sind die Signifikanzen während des Rückfluges stärker als bei der jüngeren Gruppe (25-30 Jahre).
- Der Erholungseffekt fällt auf dem Hinflug bei der älteren Gruppe (30-35 Jahre) geringer aus als bei der jüngeren Gruppe (25-30 Jahre).
- Am Ende des Rückfluges liegen die Werte der älteren Gruppe (30-35 Jahre) um 1,49 Punkte höher als bei der jüngeren Gruppe (25-30 Jahre).

5.4.1.2 Stanford Sleepiness Scale

Ergänzend zu der Ermüdungsskala wurde die Stanford-Sleepiness-Scale (SSS) eingesetzt. Obwohl Ermüdung und Schläfrigkeit nicht denselben psychologischen Zustand beschreiben und häufig auch unterschiedliche Ursachen zu Grunde liegen, sind die Ergebnisse aus den Datenerhebungen zur Ermüdung und Schläfrigkeit sehr ähnlich [34].

Die Mittelwertskurven der Schläfrigkeit (Abb. 25) sind mit denen der Ermüdung vergleichbar. Auf Grund der geringeren Auflösung (im Vergleich zum Ermüdungsfragebogen) ergibt sich ein trägerer, eher verzögerter Kurvenverlauf mit etwas weniger signifikanten Werten als bei der Ermüdung. Insgesamt verhalten sich die SSS-Daten denen der Ermüdung jedoch sehr ähnlich. Auf dem Hinflug sind die 6. ($p \leq 0,001$), 7. ($p \leq 0,05$), 8. ($p \leq 0,05$) und 10. Flugstunde ($p \leq 0,05$) signifikant von der Basis

verschieden. Beim Rückflug SFO-FRA unterscheiden sich mit Ausnahme der 3. Flugstunde alle Werte hochsignifikant ($p \leq 0,001$) von den Kontrolldaten. Die Daten der unterschiedlichen Klasseneinteilungen (First, Business, Economy Class, 25-30 Jahre, 30-35 Jahre) sind in den Abbildungen A7 bis A11 im Anhang dargestellt.

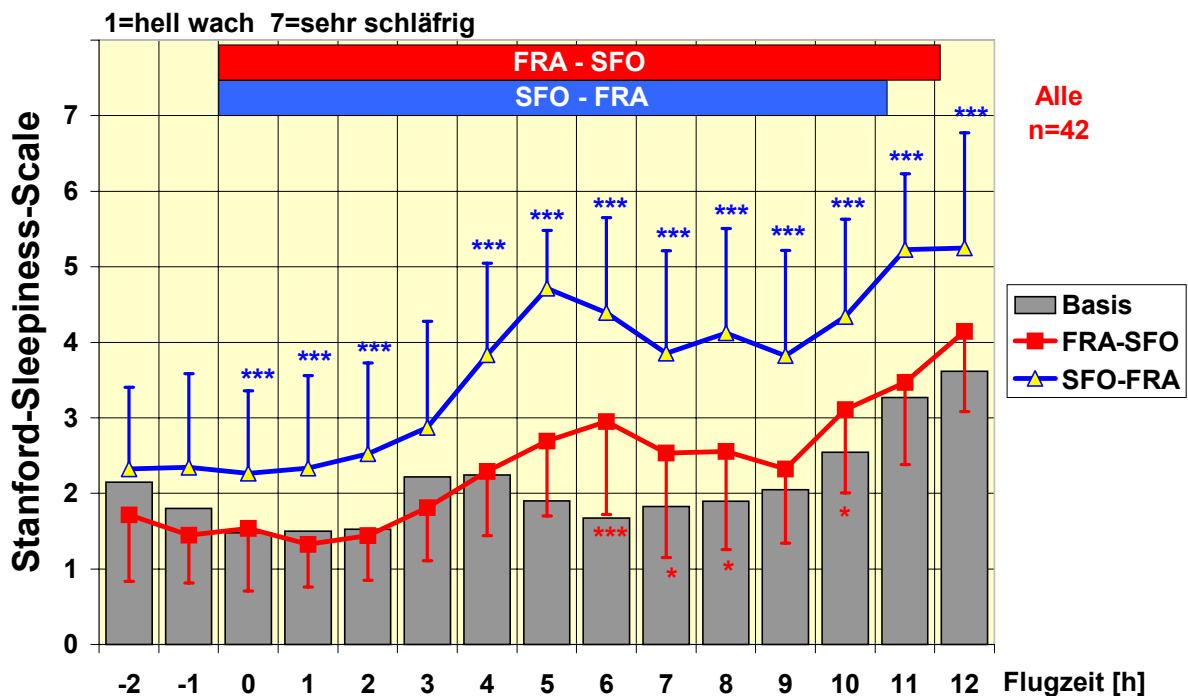


Abb. 25: Subjektive Angaben zur Schläfrigkeit (n=42). Basisdaten zu Hause, FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd).

5.4.1.3 Wachheit

Die Auswertung der Frage "Wie schläfrig oder wach fühlen Sie sich momentan?" ist in Abb. 26 dargestellt. Der Kurvenverlauf ist auf Grund der Fragestellung und der inversen Skalierung gegenläufig zum Verlauf der Ermüdung. Sowohl auf dem Hinflug nach als auch auf dem Rückflug von San Francisco nimmt die Wachheit im Verlauf des Fluges ab. Die Wachheitswerte bewegen sich in den ersten Stunden des Hinfluges im Bereich der Basiswerte. Danach sinken sie und sind in der 4. ($p \leq 0,05$), 5.

($p \leq 0,01$) und 6. ($p \leq 0,001$) Flugstunde signifikant verschieden von den Kontrollwerten zu Hause. Die Pause während des Hinfluges bewirkt eine deutliche Verbesserung, und die Flugbegleiterinnen schätzen ihre Wachheit im Verlauf der nächsten 3 Stunden wieder besser ein. Zum Ende des Hinfluges und danach fällt die Kurve wieder stark ab, bleibt aber in dem Bereich der auch zu Hause absinkenden Basisdaten. Daher ergeben sich daraus auch keine signifikanten Unterschiede.

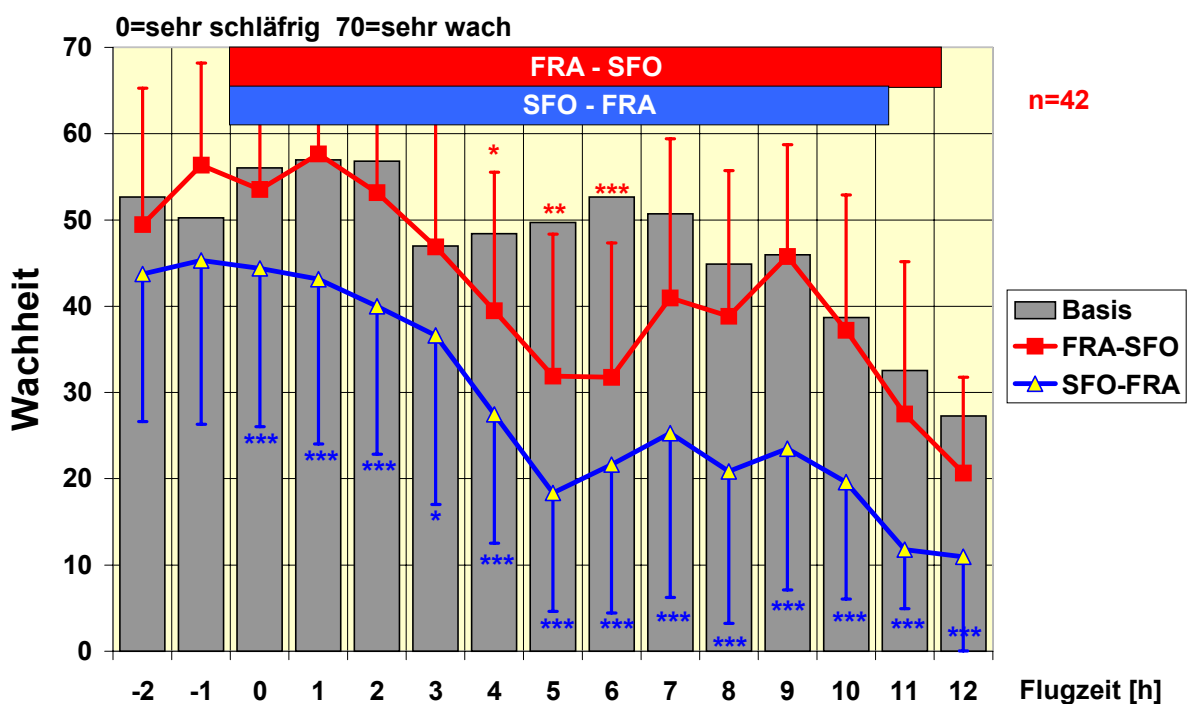


Abb. 26: Subjektive Angaben zur Wachheit (n=42). Basisdaten zu Hause, FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd).

Während des gesamten Rückfluges (Ausnahme 3. Flugstunde ($p \leq 0,05$)) unterscheiden sich die Werte hochsignifikant ($p \leq 0,001$) von den Kontrollwerten zu Hause. Der Erholungseffekt durch die Pause während des Rückfluges fällt hier sehr viel schwächer aus als auf dem Hinflug.

Die Aufteilung der Daten in die verschiedenen Alters- und Kabinenklassen (First, Business, Economy Class, 25-30 Jahre, 30-35 Jahre) wird in den

Abbildungen A12 bis A16 im Anhang dargestellt. Bei den Flugbegleiterinnen der Economy Class ist auf dem Hinflug der positive Effekt nach der Pause am deutlichsten zu erkennen. Der Rückflug zeigt bei den Flugbegleiterinnen der Economy Class die meisten signifikanten Unterschiede zu den Basisdaten.

5.4.1.4 Spannung

Auf einer 70 mm breiten Analogskala wurde gefragt, wie entspannt oder angespannt (Skala: sehr entspannt bis sehr angespannt) sich die Flugbegleiterinnen momentan fühlen. Auf dem Flug von Frankfurt nach San Francisco wird bei allen Flugbegleiterinnen der höchste Spannungswert in der Stunde vor dem Abflug erreicht (Abb. 27). Im Verlauf des Hinfluges nimmt die Spannung ab, steigt aber nach der Hälfte des Fluges wieder leicht an. Mit Ausnahme der 5. Flugstunde unterscheiden sich die Werte des Hinfluges signifikant von denen der Basisdaten. In den meisten Fällen

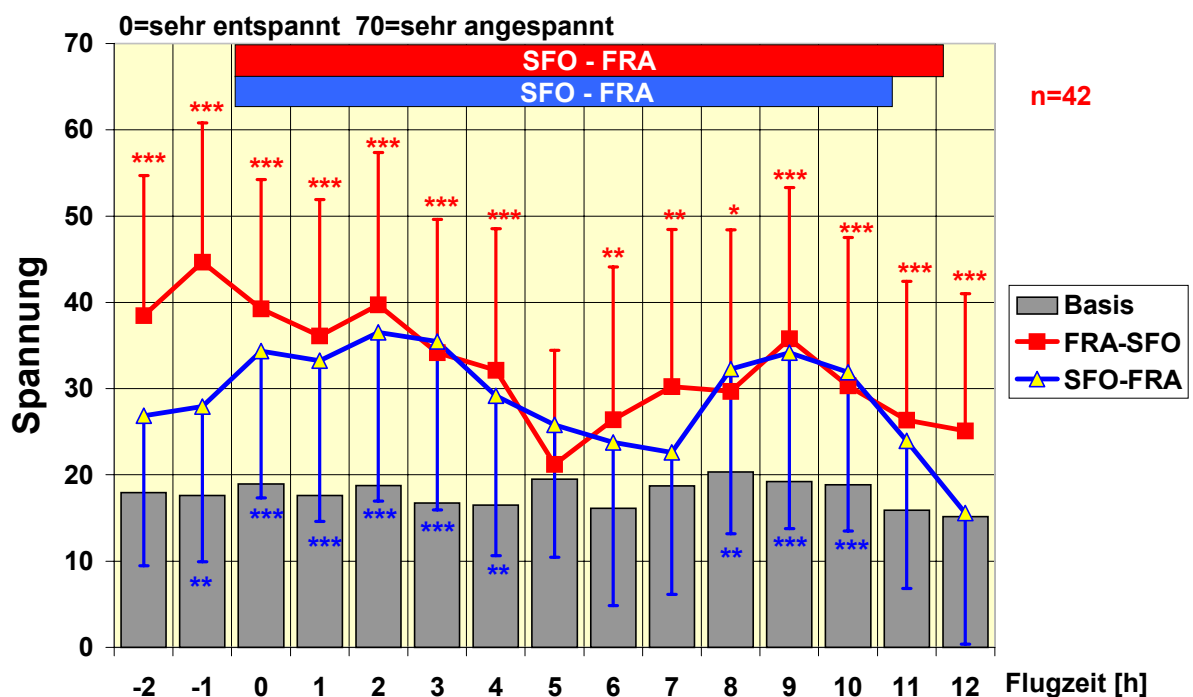


Abb. 27: Subjektive Angaben zur Spannung (n=42). Basisdaten zu Hause, FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd).

sind die Unterschiede sogar hochsignifikant ($p \leq 0,001$). Der Spannungsverlauf des Rückfluges sieht etwas anders aus. Die zweigipfelige Kurve zeigt bis auf den mittleren Bereich (5., 6., und 7. Flugstunde) des Fluges zum größten Teil hochsignifikante Abweichungen zu den Kontrollwerten zu Hause. Nach dem Rückflug sinkt die Spannung ziemlich schnell auf den der Basiswerte ab.

Während die Anspannung bei der First und Business Class eventuell am Anfang des Fluges zu erkennen ist (Abb. A18 und Abb. A19; Anhang), bleibt sie bei der Economy Class (Abb. A17; Anhang) über weite Teile des Hin- und Rückfluges (im mittleren Bereich der Flüge weniger) erhalten. Die meisten Werte des Hinfluges und ein großer Teil des Rückfluges sind bei den Flugbegleiterinnen der Economy Class signifikant von der Basis verschieden. Die der Business Class zeigen in der Anfangsphase und in der 7. und 9. Stunde des Hinfluges signifikante Werte, während bei denen der First Class in der Stunde vor dem Hinflug und in der 3. Flugstunde gering signifikante Unterschiede beobachtet werden. Bei den unterschiedlichen Altersklassen (Abb. A20 und A21; Anhang) sind sich der Kurvenverlauf und die Anzahl und Stärke der Signifikanzen sehr viel ähnlicher als bei der Aufteilung in die einzelnen Kabinenklassen.

Insgesamt zeigen die Daten der Ermüdung, der Schläfrigkeit und der Wachheit ein einheitliches Bild. Die Flugbegleiterinnen sind auf dem Rückflug (SFO-FRA) wesentlich müder und schläfriger als auf dem Hinflug (FRA-SFO). Auf dem Rückflug werden stündliche Mittelwerte in einer Höhe erreicht, die auf vergleichbaren Umläufen (HAM-LAX und FRA-SFO) bei Piloten bisher noch nicht zu beobachten waren [42, 55]. Auf dem Hinflug sind die Daten der Flugbegleiterinnen denen der Piloten ähnlich [42, 55]. Bei allen drei Parametern zeigen die Betreuerinnen der Economy Class die meisten und höchsten Signifikanzen. Danach folgen die der Business Class und dann die der First Class.

Bei der Anspannung ist der Unterschied zwischen den Daten der Economy Class, Business Class und First Class am deutlichsten zu erkennen. Die Economy Class ist über weite Teile des Hin- und Rückfluges stark angespannt, während die Flugbegleiterinnen der beiden anderen Klassen überwiegend zu Beginn des Fluges höhere Werte zeigen.

5.4.1.5 Arbeitsbelastung (NASA-TLX)

Mit dem NASA-Taskload-Index (NASA-TLX) wird die subjektive Arbeitsbelastung und -beanspruchung während des Dienstes (stündlich) retrospektiv untersucht [11, 28, 43]. Aus 6 Einzelkategorien (3 zur Belastung und 3 zur Beanspruchung) errechnet sich mit Hilfe verschiedener Gewichtungsfaktoren ein Belastungswert, der zwischen 0 (sehr niedrige Arbeitsbelastung) und 300 (sehr hohe Arbeitsbelastung) liegt.

Vor dem Hinflug wird die Arbeitsbelastung von allen Flugbegleiterinnen signifikant höher ($p \leq 0,01$) eingeschätzt als vor dem Rückflug (Abb. 28). In den ersten Stunden nach dem Start sind bei den NASA-TLX Daten des Hin- und Rückfluges nur sehr geringe Unterschiede zu erkennen. In der 3. ($p \leq 0,01$), 4. ($p \leq 0,05$), 9. ($p \leq 0,05$) und 10. ($p \leq 0,01$) Flugstunde des Rückfluges wird die Arbeitsbelastung von allen Flugbegleiterinnen signifikant höher bewertet als in den entsprechenden Stunden des Hinfluges. Vor Flugbeginn ($p \leq 0,01$; siehe oben) und nach einer Flugzeit von 7 Stunden ($p \leq 0,05$) liegen die Werte des Hinfluges höher als auf dem Rückflug. Die Kurvenverläufe der Arbeitsbelastung (NASA-TLX), aufgeschlüsselt in die verschiedenen Kabinenklassen, sind in den Abbildungen 29 bis 31 dargestellt (Altersgruppe 25-30 Jahre und 30-35 Jahre in den Abbildungen A22 und A23 im Anhang).

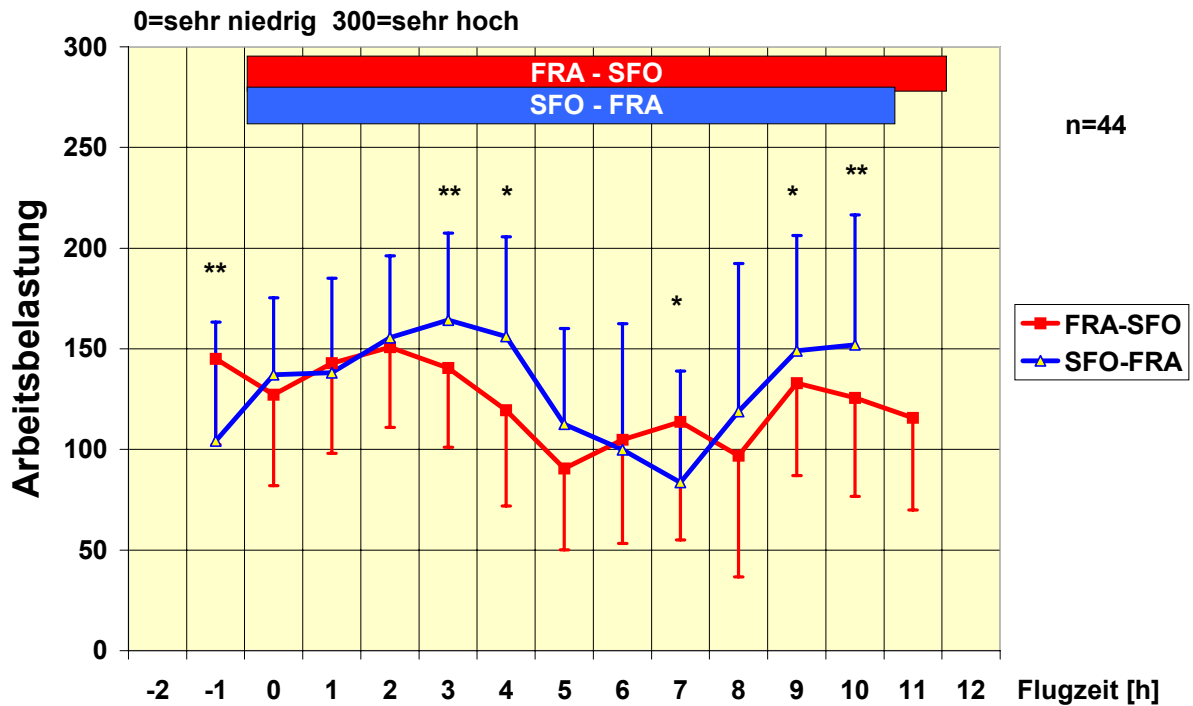


Abb. 28: Subjektive Angaben zur Arbeitsbelastung (NASA-TLX; n=44) während der Flüge. FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd).

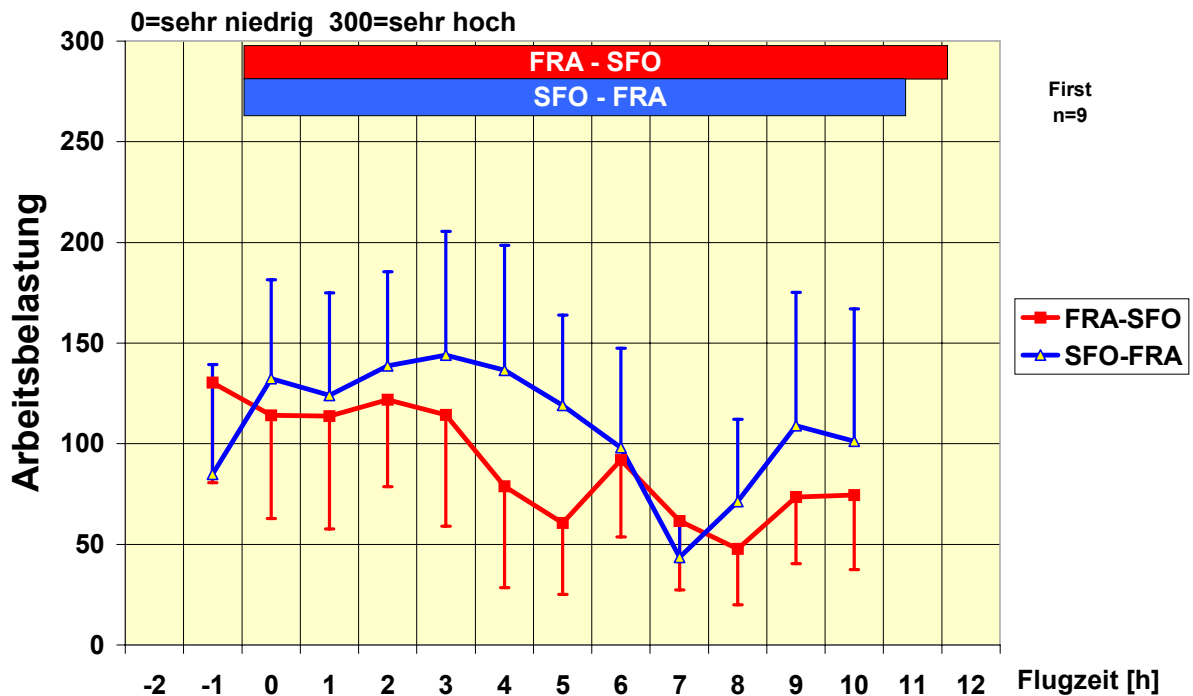


Abb. 29: Subjektive Angaben zur Arbeitsbelastung (NASA-TLX; First Class, n=9) während der Flüge. FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd).

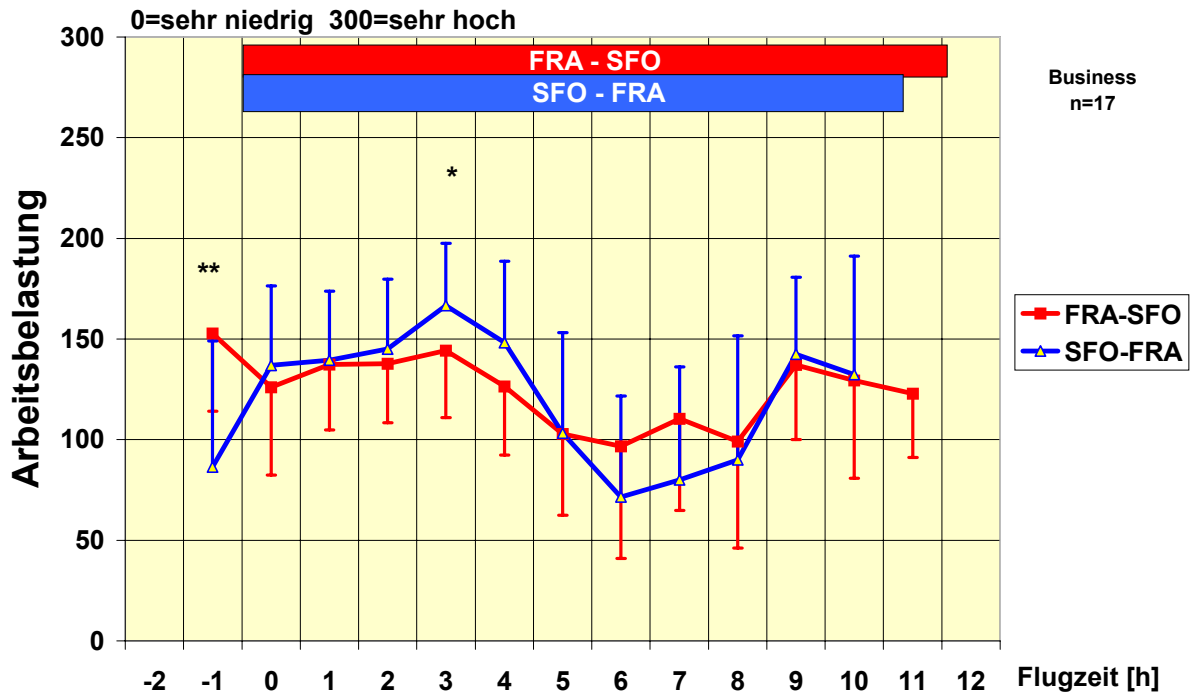


Abb. 30: Subjektive Angaben zur Arbeitsbelastung (NASA-TLX; Business Class, n=17) während der Flüge. FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd).

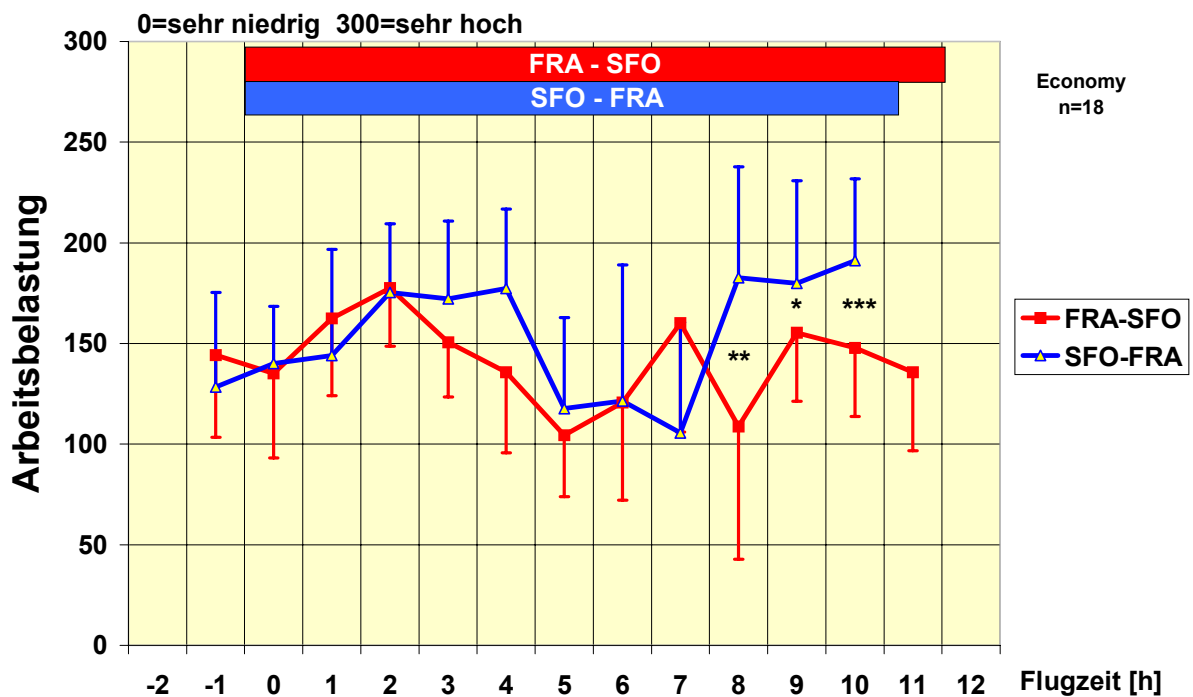


Abb. 31: Subjektive Angaben zur Arbeitsbelastung (NASA-TLX; Economy Class, n=18) während der Flüge. FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd).

Berechnet man für die Flugbegleiterinnen der unterschiedlichen Kabinenklassen die prozentuale Verteilung der NASA-TLX Werte (z.B.: >60, >120, >180, >240), so erkennt man, dass 74,26% der Werte der Flugbegleiterinnen der First Class auf dem Hinflug und 47,06% auf dem Rückflug unter 120 Punkten liegen (Tabelle 8; Werte bis 120: sehr niedrig bis niedrig). Bei den Betreuerinnen der Business Class ergibt sich für den Hinflug ein Wert von 37,90% und für den Rückflug einer von 42,59% unter 120 Punkten. Bei denen der Economy Class errechnen sich Prozentwerte von 27,55% (Hinflug) und 21,82% (Rückflug), die unter 120 Punkten liegen. In der Punktebewertung >180 (hohe bis sehr hohe Belastung) zeigen die Flugbegleiterinnen der Economy mit 20,92% auf dem Hinflug und 33,33% auf dem Rückflug ungefähr doppelt so hohe Prozentanteile bei der subjektiven Arbeitsbelastung wie die Vertreterinnen der anderen beiden Kabinenklassen.

Belastungswert	Bewertung	FRA-SFO			SFO-FRA		
		First Class	Business Class	Economy Class	First Class	Business Class	Economy Class
TLX-Punkte		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
0 - 60	sehr niedrig	29.70	8.95	3.06	24.71	15.43	5.46
61 - 120	niedrig	44.56	28.95	24.49	22.35	27.16	16.36
121 - 180	mittel	19.80	53.68	51.53	37.65	39.51	44.85
181 - 240	hoch	5.94	8.42	19.39	15.29	17.90	28.48
241 - 300	sehr hoch	0	0	1.53	0	0	4.85

Tabelle 8: Prozentuale Verteilung der Arbeitsbelastung (NASA-TLX; getrennt nach Kabinenklassen) während des Hin- (FRA-SFO) und Rückfluges (SFO-FRA).

Vergleicht man die NASA-TLX Daten aus beiden Altersklassen (Tabelle A1; Anhang) miteinander, so ist die Verteilung der Belastungswerte sehr ähnlich.

Die Arbeitsbelastung (NASA-TLX) wird im Mittel von allen Flugbegleiterinnen (n=44) auf dem Rückflug höher eingeschätzt als auf dem Hinflug. Die Betreuerinnen der Economy Class zeigen sowohl auf dem Hin-, als auch auf dem Rückflug die höchsten Werte. Es werden Mittelwerte von 177 - 179 Punkten erreicht, wobei am Ende des Rückfluges der höchste Wert von 191 Punkten zu erkennen ist. Diese NASA-TLX Werte sind mit denen von Piloten (HAM-LAX bzw. FRA-SFO) vergleichbar, die während der Start- und Landephase Werte von 135 - 168 Punkten angeben [42]. Rund 21% der Flugbegleiterinnen der Economy Class schätzen die Arbeitsbelastung während des Hinfluges, 33% während des Rückfluges mit hoch bis sehr hoch ein. Aus dem Vergleich der Daten der beiden Altersklassen mit denen der Kabinenklassen wird ersichtlich, dass zwischen dem Alter und der Arbeitsbelastung kaum ein Zusammenhang besteht, die Arbeit in der jeweiligen Kabinenklasse dagegen große Auswirkungen auf die Bewertung der Arbeitsbelastung hat.

5.4.1.6 Gesamtbelastung durch den Dienst

Die subjektive Einschätzung der Gesamtbelastung durch den Dienst wurde vor dem Zubettgehen auf einer Analogskala (Skala: 0 = sehr niedrige Arbeitsbelastung, 55 = sehr hohe Arbeitsbelastung) im Sleep Log eingetragen. Bewertet wurden die Eintragungen der ersten Schlafperiode nach dem Hin- bzw. dem Rückflug.

Die retrospektive, subjektive Einschätzung der Gesamtbelastung wird von allen Flugbegleiterinnen (ein Sleep Log war nicht auswertbar, daher n=43) im Mittel mit 34,53 Punkten (sd = 8,9 Punkte) für den Hinflug und mit 40,42 Punkten (sd = 10,52 Punkte) für den Rückflug angegeben.

Der Anteil der Flugbegleiterinnen der Business und der Economy Class, die die Gesamtbelastung mit hoch bis sehr hoch (33 - 55 Punkte) einschätzen, ist sowohl auf dem Hinflug (64,71%), als auch auf dem

Rückflug (82,35%) gleich groß (Tabelle 9). Bei den Flugbegleiterinnen der First Class beträgt dieser Anteil 33,33% auf dem Hinflug und 77,77% auf dem Rückflug.

		FRA-SFO			SFO-FRA		
Belastungswert	Bewertung	First Class	Business Class	Economy Class	First Class	Business Class	Economy Class
Punkte		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
0 - 11	sehr niedrig	0	0	0	0	5.89	0
11 - 22	niedrig	22.23	0	5.88	11.12	0	0
22 - 33	mittel	44.44	35.29	29.41	11.11	11.76	17.65
33 - 44	hoch	22.22	64.71	47.06	33.33	29.41	47.06
44 - 55	sehr hoch	11.11	0	17.65	44.44	52.94	35.29

Tabelle 9: Prozentuale Verteilung der Gesamtbelastung durch den Dienst (Belastungsskala im Sleep Log; getrennt nach Kabinenklassen) während des Hin- (FRA-SFO) und Rückfluges (SFO-FRA).

Ungefähr 23% der Flugbegleiterinnen der jüngeren Altersgruppe (25-30 Jahre) bewerten den Hinflug weniger belastend (33-55 Punkte) als die 30-35 jährigen Versuchsteilnehmerinnen (Tabelle A2; Anhang). Den Rückflug bewerten ca. 10% der jüngeren Altersgruppe niedriger als die älteren Flugbegleiterinnen.

Die Gesamtbelastung durch den Dienst wird von vielen Flugbegleiterinnen als hoch bis sehr hoch eingeschätzt. Rund 65% der Flugbegleiterinnen der Business und Economy Class beurteilen den Hinflug insgesamt als belastend bis sehr belastend. Den Rückflug bewerten insgesamt sogar jeweils 82% der Versuchsteilnehmerinnen der Business und Economy Class mit hohen Belastungswerten. Die Flugbegleiterinnen der First Class liegen mit 77,78% (Rückflug) nur geringfügig unter denen der anderen beiden Kabinenklassen. In die Gesamtbelastung gehen alle Belastungsfaktoren (Arbeitsbelastung, Umgang mit Kollegen und

Passagieren) und die starke Ermüdung ein, die sich besonders auf dem Rückflug bemerkbar macht. Die Zahlen der Einschätzung der Gesamtbelastung stimmen recht gut mit den Angaben des allgemeinen Fragebogens überein, in dem 85% aller Flugbegleiterinnen den Rückflug und 54% den Hinflug mit "schwer" oder "besonders belastend" einstufen.

5.4.1.7 Ernährungsgewohnheiten und Verdauung

Um Informationen über die Ernährungs- und Verdauungsgewohnheiten der Flugbegleiterinnen zu erhalten, wurde pro Stunde jede der Variablen Stuhlgang, Essen und Blähung abgefragt (0 = nein, 1 = ja). Über die gesamte Beobachtungsdauer von 186 Stunden ergibt sich so für jede Person und jede Variable eine binäre Datenreihe. Abbildung 32 zeigt eine solche Datenreihe einer Flugbegleiterin für das Symptom Blähung, farblich abgesetzt sind hier die Intervalle für den Hin- und Rückflug. Aus der Abbildung wird deutlich, dass bereits vor Beginn des Fluges Beschwerden vorlagen. Dieser Sachverhalt trifft auch für den größten Teil der anderen Personen für das Symptom Blähung zu. Um die Beschwerden während des Fluges von den außerhalb des Fluges auftretenden Ereignissen unterscheiden zu können, wurde eine Analyse-Methode verwendet, die gleichzeitig sowohl zeitliche Komponenten, als auch charakteristische Muster eines Signals berücksichtigt, und entsprechend gewichten kann.

Wavelet Transformation

Mit der kontinuierlichen Wavelet-Transformation steht eine solche Methode zur Verfügung [48,50]. Sie bietet die Möglichkeit, sowohl die Information über das zeitliche Auftreten, als auch über die Häufigkeit bestimmter Frequenzen innerhalb eines Signals zu gewichten. Die Repräsentation des Signals geschieht analog zur klassischen Fourier Transformation,

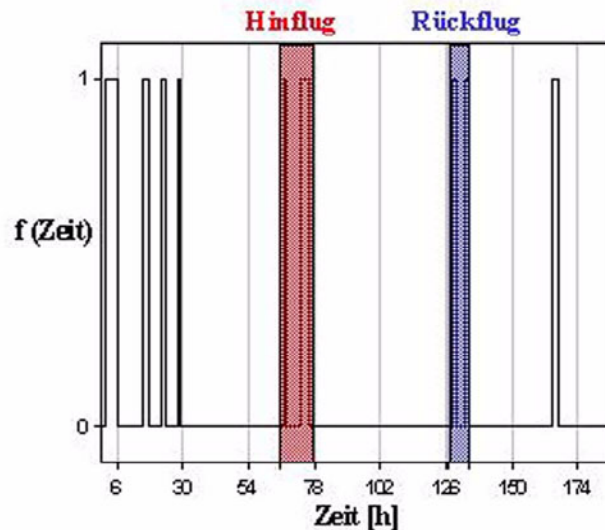


Abb. 32: Das Symptom Blähung für eine Person des Datensatzes. Während des Hin- und Rückfluges treten Beschwerden auf, die Person hatte aber bereits während des Basistages zu Hause Beschwerden.

verwendet wird jedoch eine Linear-Kombination von sog. Wavelets. Für die Darstellung und Analyse von periodischen Eigenschaften eignet sich das Morlet Wavelet. Abbildung 33 zeigt das Morlet-Wavelet sowie das Prinzip der Zerlegung eines gegebenen Signals. Eine Repräsentation durch Wavelet-Funktionen eignet sich vor allem für Signale, deren Eigenschaften bzw. Frequenzkomponenten sich mit der Zeit verändern und für Signale, die einen diskontinuierlichen Verlauf aufweisen [13].

Der Algorithmus für die Wavelet-Transformation basiert, wie auch andere Spektral-Analyse Methoden, auf einer Datenlänge, die einer ganzzahligen Potenz der Zahl 2 entspricht. Hier wurde eine Datenlänge von 256 Stunden (2^8) gewählt. Für die Durchführung der Wavelet-Analyse wurden daher alle vorliegenden Datensätze auf eine Gesamtdauer von 256 Stunden erweitert. Im einzelnen wurde pro Datensatz je ein Zeitintervall von 35 Stunden vor, und 35 Stunden nach der eigentlichen Datenerhebung eingefügt. Alle ergänzten Stunden enthalten nur 0-Werte.

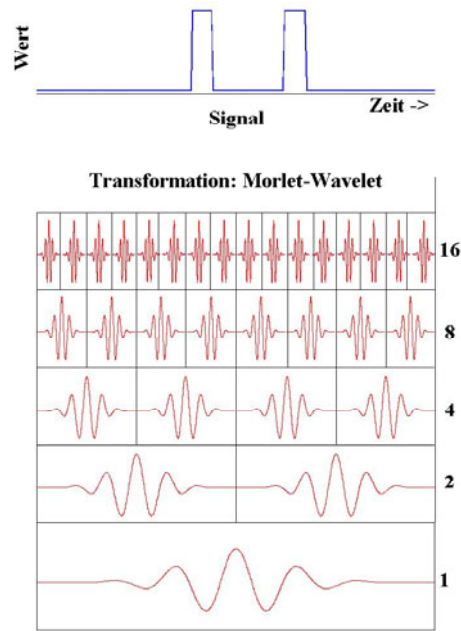


Abb. 33: Das Morlet-Wavelet (1) und die kontinuierliche Wavelet Transformation. Die unter (2-16) dargestellten Funktionen ergeben sich durch Stauchung von (1). Die Zerlegung ist hier nur für gerade Vielfache bis zur Skalierung 16 dargestellt. Jede Zelle im unteren Teil der Abbildung ergibt einen Zahlenwert für die Transformation des jeweiligen Bereichs des Signals durch die Funktion in der Zelle. Die Zeitinformation bleibt hierbei erhalten; je feiner die Skalierung ist, desto höher ist die zeitliche Auflösung.

Blähung

Die Abbildung 34 zeigt die ermittelten Zyklusdauern für die Variable Blähung. Die Zyklusdauer in Stunden ist gegen die Versuchsphasen (Baseline, Hinflug, Layover, Rückflug, Post-Flight) für die einzelnen Versuchspersonen aufgetragen. Vier der untersuchten Flugbegleiter waren während der gesamten Versuchszeit beschwerdefrei, daher ergeben sich Nullwerte für die Zyklusdauer zu allen Zeitpunkten. Person 43 zeigte mit insgesamt 60 ermittelten Ereignissen ein durchgehendes Beschwerdebild. Hier kann kein Muster ermittelt werden, das nur für die Flüge spezifisch ist. Für die übrigen Personen zeigt sich eine gegenüber den anderen Versuchsphasen veränderte Rhythmik während des Hin- und Rückfluges.

Die Periodendauern der identifizierten Muster sind hierbei in der Regel verkürzt. Durch die rhythmische Gewichtung der Wavelet-Analyse können über alle Personen 27 Ereignisse mehr, im Vergleich mit einer rein zeitlichen Analyse (absolute Anzahl für die Dauer der Flüge), den Flügen zugeordnet werden. Für Flugbegleiter, die nur während der Flüge Beschwerden hatten, zeigt sich ebenfalls ein stabiler Rhythmus. Insgesamt traten während der Flüge vermehrt Beschwerden auf.

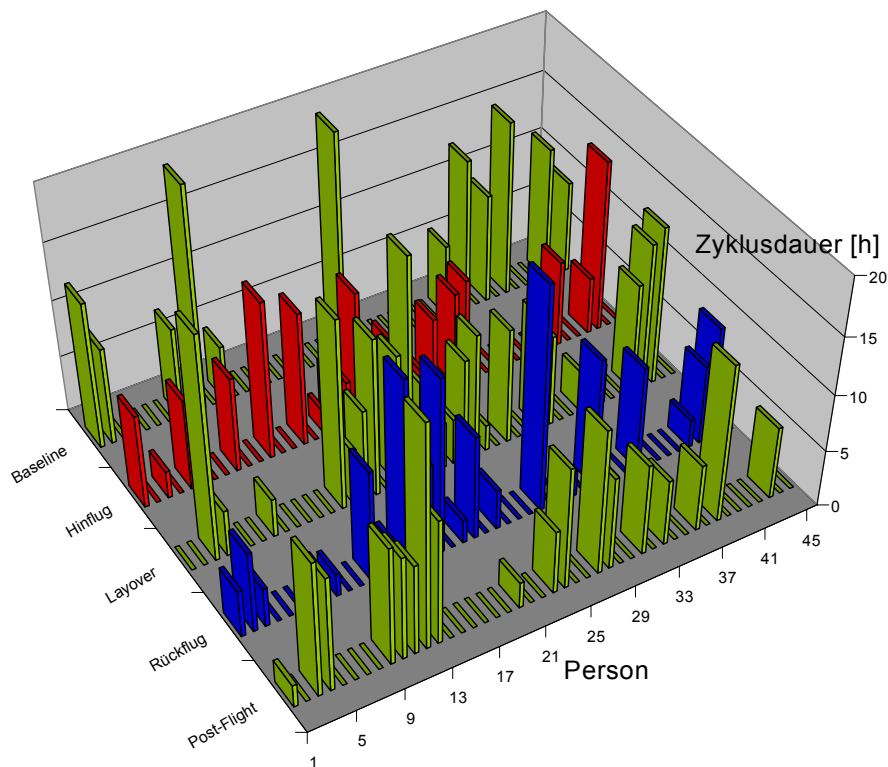


Abb. 34: Zyklusdauern für die Variable Blähung über den gesamten Versuch

Stuhl

Für die Zeiten des Fluges ändert sich die Auftretenshäufigkeit für die Variable Stuhl sehr deutlich. Die Mehrzahl der Flugbegleiter verneinten die Frage nach Stuhlgang sowohl für den Hinflug als auch für den Rückflug komplett. Hier ergeben sich somit Nullwerte für die Zyklusdauer zu allen Zeitpunkten für (fast) alle Flugbegleiter. In der Zeit vor dem Umlauf weist

die Mehrzahl der Flugbegleiter einen stabilen Rhythmus auf, der überwiegend für die Zeit des Layovers sowie nach dem Umlauf mit ähnlicher Zyklusdauer wieder auftritt. Die Rhythmik der Variable Stuhl stellt sich somit für die Zeitabschnitte des Hin- und Rückfluges gegenüber den anderen Versuchsphasen ebenfalls als erheblich verändert dar.

Essen

Auch für die Variable Essen ergibt sich eine gegenüber den sonstigen Versuchsphasen veränderte Rhythmik während des Hin- und Rückfluges. Bis auf 6 Personen, zeigt sich für alle übrigen Flugbegleiter wie schon bei der Variable Blähung eine erhebliche Verkürzung der Zyklusdauer. Bei den betreffenden 6 Personen zeichnet sich im Vergleich zu den übrigen Phasen, während der Flugzeiten eine unwesentliche, aber in Richtung Verlängerung der Zyklusdauer gehende Veränderung der Rhythmizität ab.

Insgesamt ergibt sich für die drei erfragten Ernährungs- und Verdauungsvariablen eine erhebliche Beeinflussung durch den Hin- bzw. Rückflug. Während der Flüge nimmt die Häufigkeit, "etwas zwischendurch zu essen" erheblich zu. Dagegen zeigt sich eine (verständliche) Enthaltensamkeit, während der Flüge die Toilette zu benutzen. Beides führt zu einer erhöhten Belästigung durch Blähungen. Die Methode gestattet eine sehr differenzierte Auswertung der Rhythmizität der erhobenen Variablen. Die Ergebnisse herkömmlicher Analyseverfahren werden bestätigt und können verfeinert werden.

5.4.2 Physiologische Messdaten

5.4.2.1 Kortisol

Nach gängiger Lehrmeinung ist das endokrine System der Kortikosteroide ein empfindlicher Indikator für die Belastung und Beanspruchung [3]. Freies Kortisol als wichtiges Stresshormon wird bei Stresssituationen vermehrt in den Blutkreislauf sezerniert. Um Aufschluss über die Kortisol-Sekretion im Organismus zu erhalten, bietet die Messung der Kortisolkonzentration im Speichel eine gute, nichtinvasive Methode. Die Konzentration des Speichelkortisols spiegelt das freie Kortisol im Serum direkt wider [26], und Speichel ist relativ unkompliziert, auch während des Fluges, zu gewinnen. Für andere endokrine Parameter wie z.B. Adrenalin, das ebenfalls ein bedeutsames stressrelevantes Hormon darstellt, gilt das nicht. Daher wurde auf eine Bestimmung solcher Parameter verzichtet.

In Abbildung 35 zeigen die Säulen die stündlichen, gemittelten Kortisolkonzentrationen aller 44 Flugbegleiterinnen an einem Basistag vor dem Flug von Frankfurt nach San Francisco (FRA-SFO) von 07:00 Uhr bis 23:00 Uhr. Gut zu erkennen sind die hohe Konzentration am Morgen und der Rückgang der Kortisolausscheidung im Tagesverlauf. Dieselbe Abbildung zeigt darüber hinaus die entsprechenden stündlichen Kortisolkonzentrationen im Speichel während des Flugtages von Frankfurt nach San Francisco (rote Linie). Die Flugdienstzeit war dabei in der Regel zwischen 9 Uhr (Briefing) und 22 Uhr (Landung) FRA-Zeit. Man erkennt nicht-signifikant erhöhte Mittelwerte der Kortisolkonzentration gegenüber den basalen Konzentrationen nur in den Stunden vor dem eigentlichen Flug. Alle anderen Werte, insbesondere auch während des Fluges, sind nicht erhöht. Diese Befunde decken sich weitgehend mit Urinuntersuchungen an der Kabinenbesatzung von Sydney nach Los

Angeles [4] wo man erhöhte Kortisolwerte nur vor dem Abflug, nicht aber auf dem Flug fand.

Eine durch vermehrte Kortisolausschüttung erkennbare Stressbelastung ist nicht nachweisbar. Die vor dem Flug messbaren erhöhten Konzentrationen sind möglicherweise durch früheres Aufstehen als normal und die Aktivitäten in Vorbereitung des Fluges, wie z.B. morgens mit dem Gepäck rechtzeitig zum Flughafen zu gelangen, begründet. Die von Bassett et al. [4] als mögliche Ursache genannte Unruhe vor dem damals ungewohnten Langstreckenflug über den Pazifik ist in unserem Fall eher von geringer Bedeutung, da sehr viele Flugbegleiterinnen die Transatlantikstrecke routinemäßig befliegen.

Werden die Ergebnisse gruppiert, und die Flugbegleiterinnen nach ihrem Alter bzw. der Klasse (First, Business, Economy), in der sie den Dienst versahen, eingeteilt, sind keine signifikanten Änderungen hinsichtlich ihrer Kortisolkonzentrationen zu beobachten. Die Abbildungen 36 und 37 zeigen die mittleren Konzentrationen des Kortisols im Speichel bei den Flugbegleiterinnen im Alter von 25 bis 30 Jahren, respektive 30 bis 35 Jahren. Die Abbildungen 38 bis 40 zeigen die mittleren Speichelkortisolwerte der Flugbegleiterinnen je nach ihrer Einsatzklasse in der Kabine - Economy, Business und First Class. Unabhängig von Alter und Einsatzklasse liegen während des Hinflugs keine gegenüber dem Kontrolltag erhöhten Kortisolkonzentrationen vor.

Kortisol Mittelwerte (n = 44)

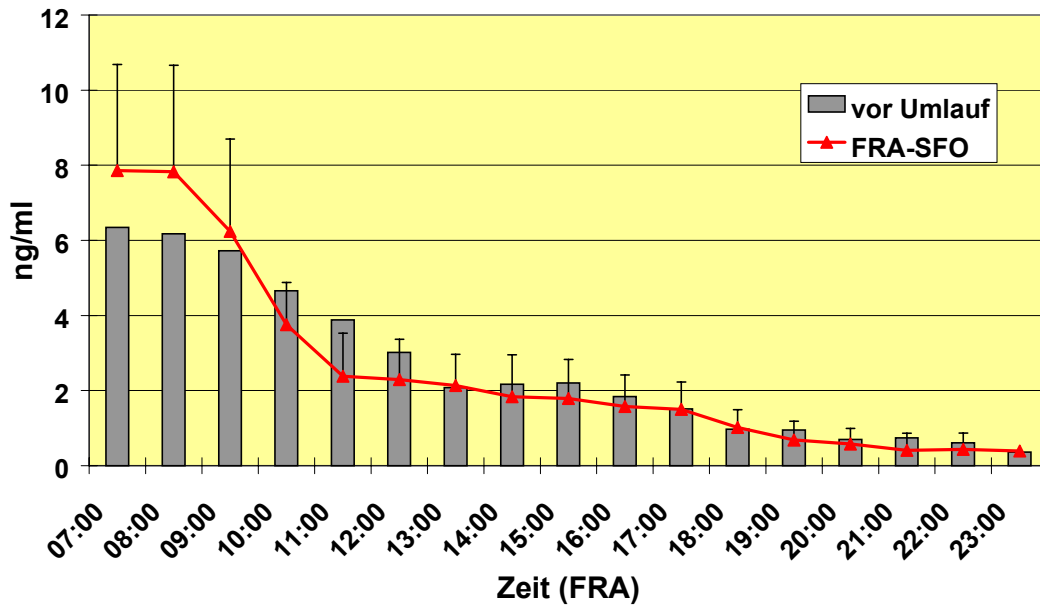


Abb. 35: Mittlere Kortisolkonzentration im Speichel (alle Flugbegleiterinnen, n = 44) an einem Basistag vor dem Umlauf FRA-SFO-FRA von 07:00 Uhr bis 23:00 Uhr Frankfurter Zeit (Säulen) und am Flugtag von Frankfurt nach San Francisco (FRA-SFO) mit Standardabweichung (Linie). Flugdienstzeit von ca. 9:00 bis 22:00 Uhr Frankfurter Zeit.

Kortisol Mittelwert, Alter 25-30 (n = 17)

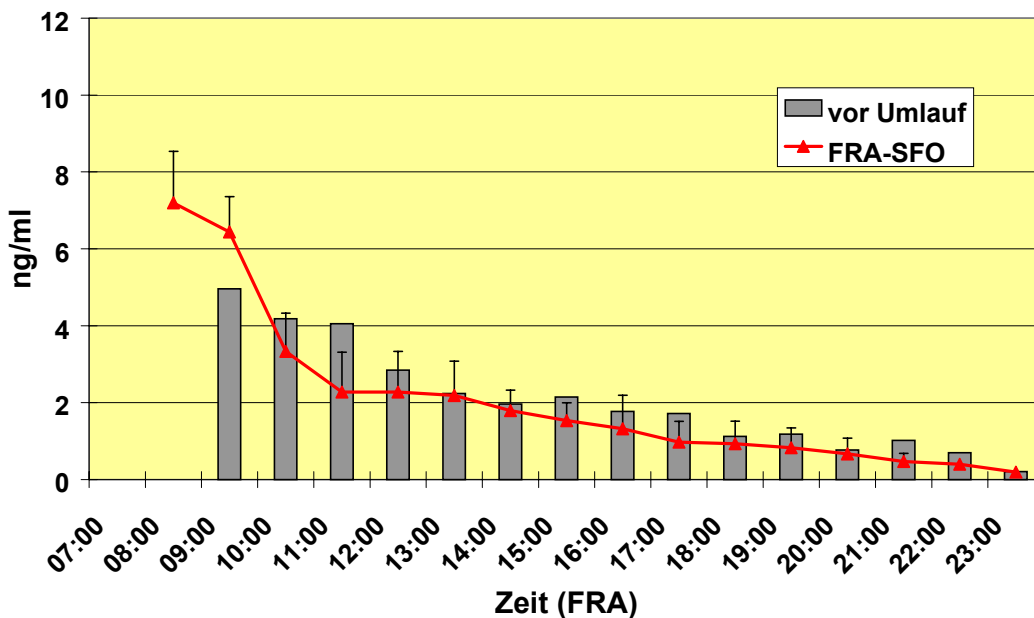


Abb. 36: Mittlere Kortisolkonzentration im Speichel (Flugbegleiterinnen im Alter von 25 bis 30 Jahren, n = 17) an einem Basistag vor dem Umlauf FRA-SFO-FRA von 07:00 Uhr bis 23:00 Uhr Frankfurter Zeit (Säulen) und am Flugtag von Frankfurt nach San Francisco (FRA-SFO) mit Standardabweichung (Linie). Flugdienstzeit von ca. 9:00 bis 22:00 Uhr Frankfurter Zeit.

Kortisol Mittelwerte, Alter 30-35
(n = 27)

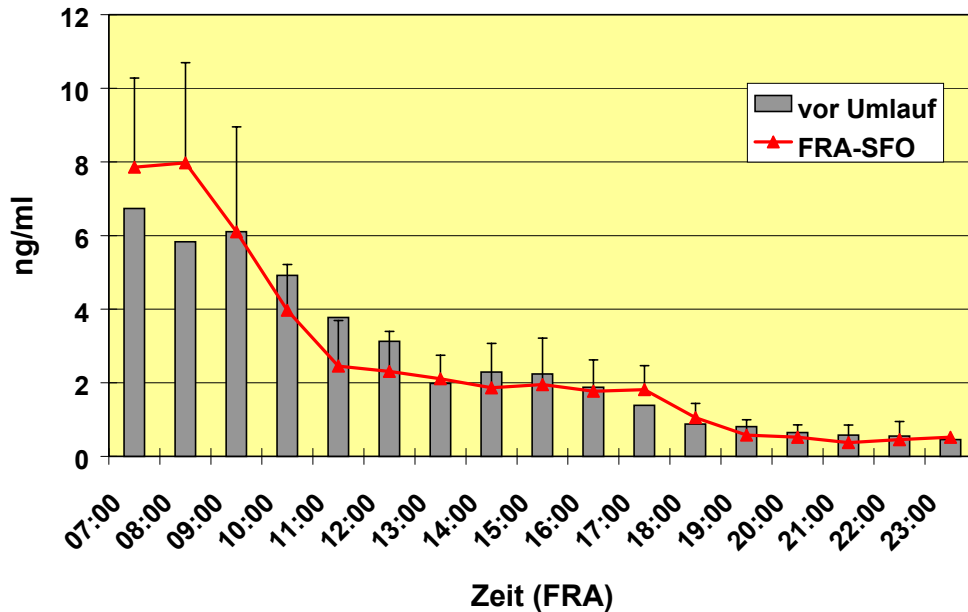


Abb. 37: Mittlere Kortisolkonzentration im Speichel (Flugbegleiterinnen im Alter von 30 bis 35 Jahren, n = 27) an einem Basistag vor dem Umlauf FRA-SFO-FRA 07:00 - 23:00 Uhr Frankfurter Zeit (Säulen) und am Flugtag von Frankfurt nach San Francisco (FRA-SFO) mit Standardabweichung (Linie). Flugdienstzeit von 9:00 - 22:00 Uhr Frankfurter Zeit.

Kortisol Mittelwert
Economy Class (n = 18)

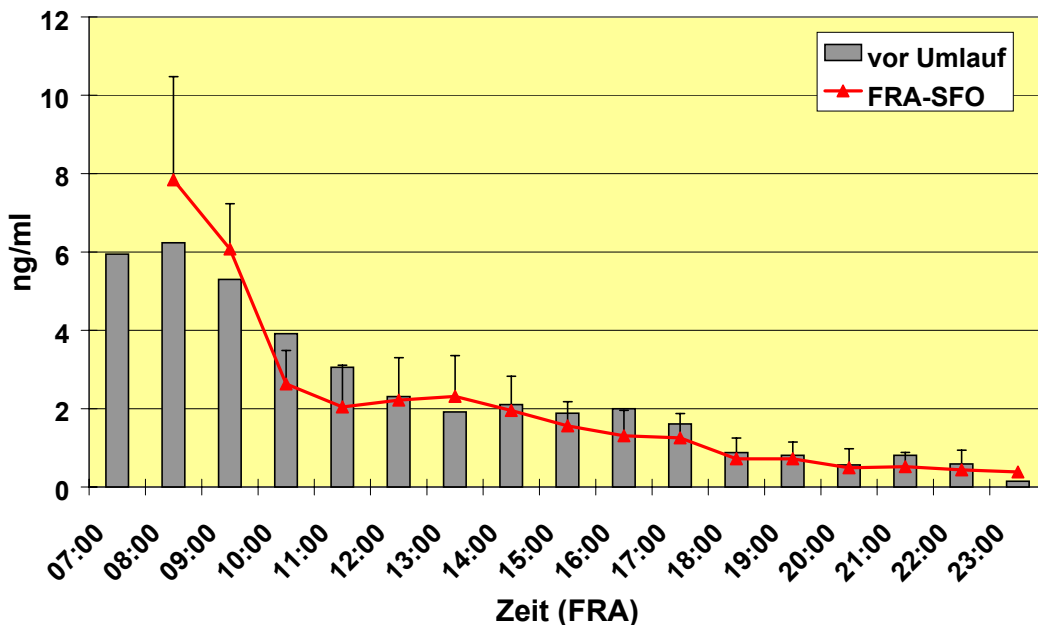


Abb. 38: Mittlere Kortisolkonzentration im Speichel (Flugbegleiterinnen der Economy Class, n = 18) an einem Basistag vor dem Umlauf FRA-SFO-FRA 07:00 - 23:00 Uhr Frankfurter Zeit (Säulen) und am Flugtag von Frankfurt nach San Francisco (FRA-SFO) mit Standardabweichung (Linie). Flugdienstzeit von 9:00 - 22:00 Uhr Frankfurter Zeit.

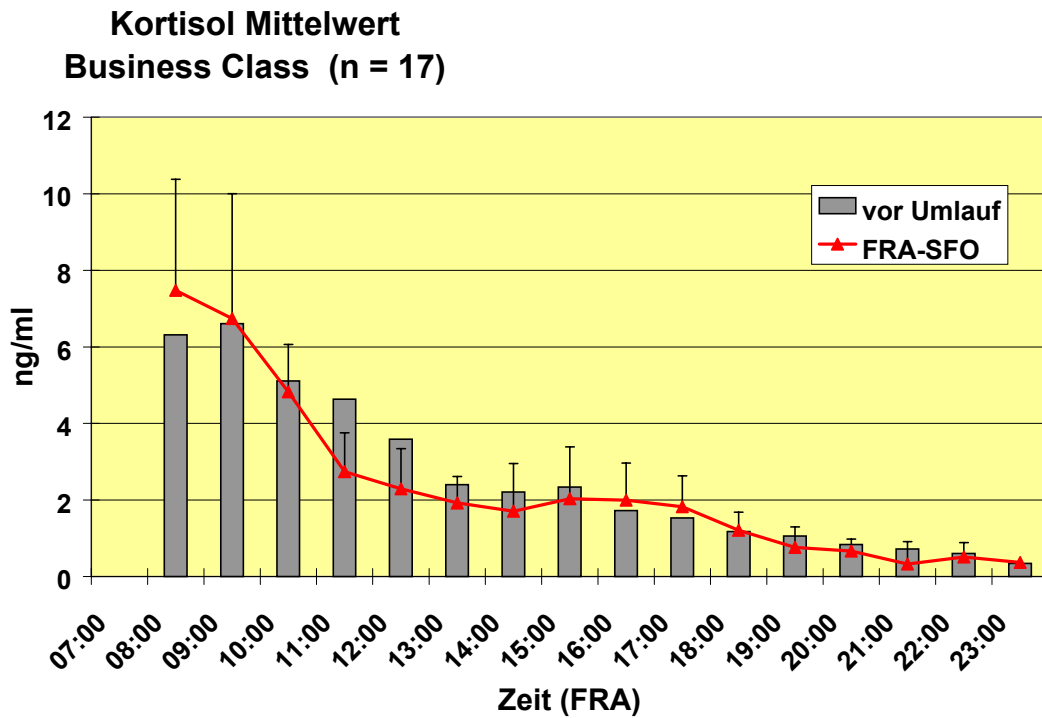


Abb. 39: Mittlere Kortisolkonzentration im Speichel (Flugbegleiterinnen der Business Class, n = 17) an einem Basistag vor dem Umlauf FRA-SFO-FRA 07:00 - 23:00 Uhr Frankfurter Zeit (Säulen) und am Flugtag von Frankfurt nach San Francisco (FRA-SFO) mit Standardabweichung (Linie). Flugdienstzeit von 9:00 - 22:00 Uhr Frankfurter Zeit.

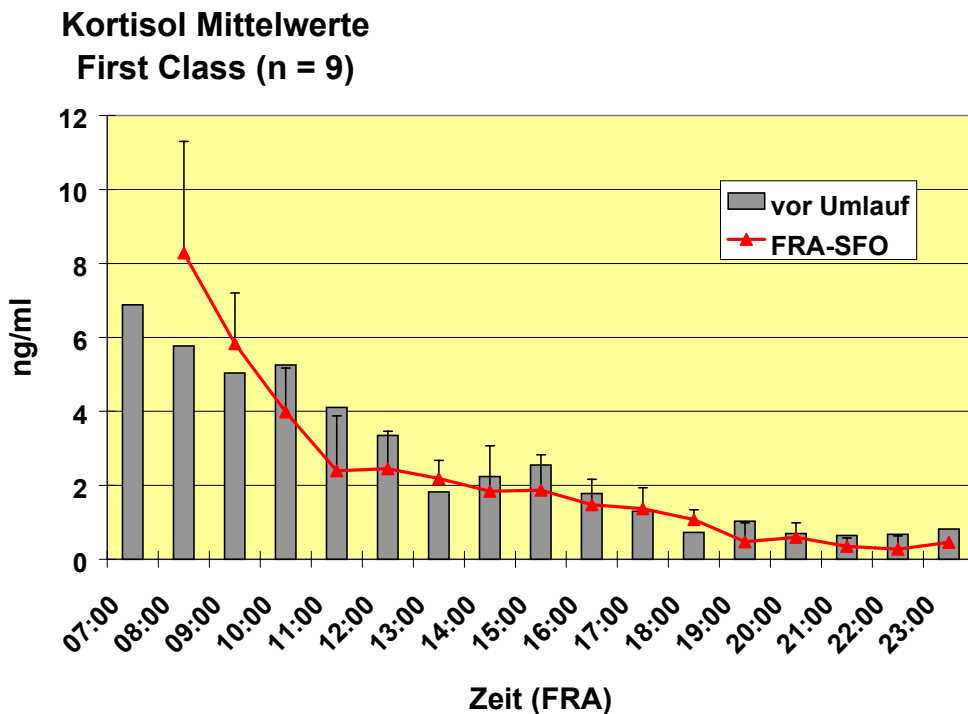


Abb. 40: Mittlere Kortisolkonzentration im Speichel (Flugbegleiterinnen der First Class n = 9) an einem Basistag vor dem Umlauf FRA-SFO-FRA 07:00 - 23:00 Uhr Frankfurter Zeit (Säulen) und am Flugtag von Frankfurt nach San Francisco (FRA-SFO) mit Standardabweichung (Linie). Flugdienstzeit von 9:00 - 22:00 Uhr Frankfurter Zeit.

Aus diesen Ergebnissen ist die Schlussfolgerung zu ziehen, dass der Hinflug für die Flugbegleiterinnen keine Stresssituationen bot, die durch einen Kortisolanstieg belegbar wären. Hier zeigt sich vermutlich das hohe Maß an Professionalität. Zudem ist bekannt, dass weibliche Personen weniger nachdrücklich auf kortisolinduzierenden, psychischen Stress reagieren als männliche [18] und dass die Art von physischem Stress bzw. körperlicher Belastung eine große Rolle spielt. So steigt der Kortisolspiegel bei Handballspielern an, nicht jedoch bei Schwimmern [7]. Belastende Ereignisse von kurzer Dauer während des Fluges könnten möglicherweise durch andere, hier nicht gemessene Parameter (z.B. Adrenalin) dokumentiert werden.

Für den Rückflug von San Francisco sind Aussagen hinsichtlich der durch Kortisolausschüttung reflektierten, eventuellen Belastung der Flugbegleiterinnen während des Fluges nur eingeschränkt möglich. Der Rückflug SFO-FRA fand überwiegend nachts (Dienst an Bord ca. 23:00 Uhr bis 10:00 Uhr Frankfurter Zeit) statt. Hier fehlen jedoch z.T. vergleichbare Basisdaten, da keine nächtlichen Kontrollwerte zu Hause erhoben wurden. Zudem wird die Komponente Zeitverschiebung wirksam (siehe Kap. 5.2.2). Abbildung 41 zeigt die mittleren Speichelkortisolkonzentrationen aller Flugbegleiterinnen am ersten Tag nach Rückkehr aus San Francisco (der hier zum Vergleich herangezogen wird) gegenüber dem Rückflugtag. Dabei war die Dienstzeit an Bord durchschnittlich von 23:00 Uhr bis 10:00 Uhr nach Frankfurter Zeit. Die Wahl des Kontrolltags nach Umlauf trägt der Verschiebung der zirkadianen Rhythmik Rechnung. Der morgendliche Anstieg der Kortisolausschüttung wird deutlich. Das Maximum liegt jedoch jetzt bei 10-11 Uhr FRA-Zeit im Gegensatz zu 8-9 Uhr vor dem Umlauf. Die Kortisolkonzentrationen während des Rückflugs sind nicht erhöht und geben keinen Hinweis auf durch dieses Stresshormon messbare belastende Situationen. Auch bei

der Gruppierung nach Kabinenklassen ergeben sich für den Rückflug keine deutlichen Kortisol erhöhungen (Abb. A24 - A26, Anhang). Erkennbar sind Kortisolausschüttungen morgens in San Franzisko und vor Beginn des Rückfluges, bedingt durch die notwendigen Aktivitäten.

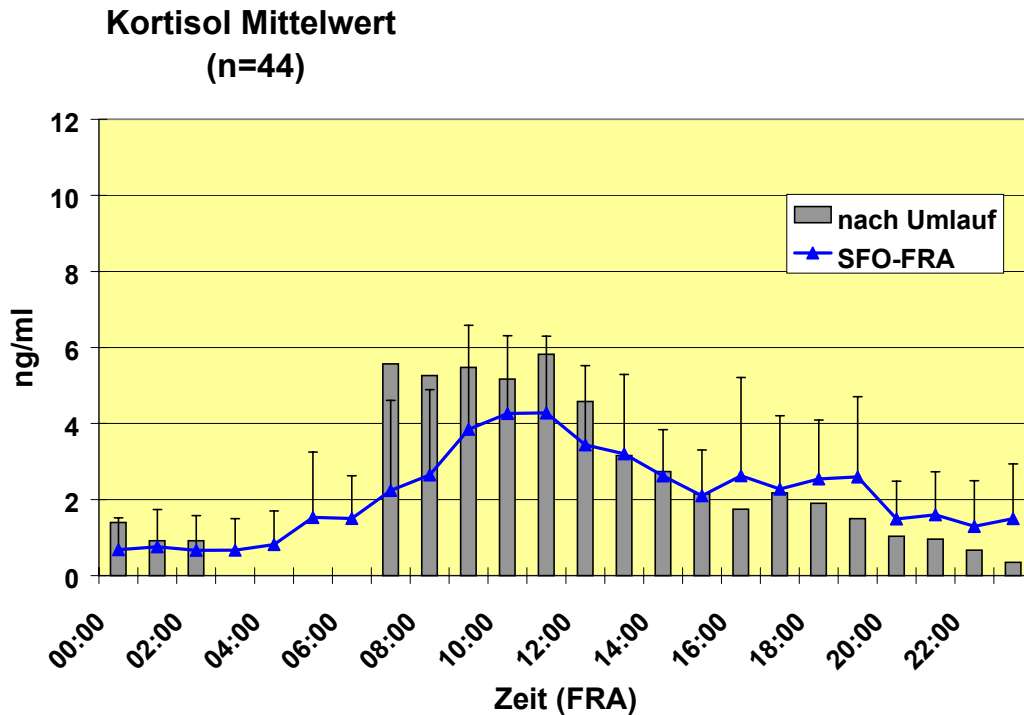


Abb. 41: Mittlere Kortisolkonzentration im Speichel (alle Flugbegleiterinnen, n= 44) an einem Kontrolltag nach dem Umlauf FRA-SFO-FRA von 00:00 Uhr bis 23:00 Uhr Frankfurter Zeit (Säulen) und am Flugtag von San Francisco nach Frankfurt (SFO-FRA) mit Standardabweichung (Linie). Flugdienstzeit von ca. 23:00 Uhr bis 10:00 Uhr Frankfurter Zeit

5.4.2.2 Blutdruck

Der Blutdruck ist ein wichtiger Parameter für die Beurteilung von Stress und Belastung.

Der kanadische Arzt Hans Selye beschreibt drei Phasen einer Stressreaktion. In der ersten Phase, der Alarmreaktion, erkennt der Körper die Stresssituation und bereitet sich darauf vor zu handeln – entweder zu

fliehen oder sich auf einen Kampf einzulassen. Endokrine Drüsen senden Hormone (siehe auch Kapitel 5.2.2. und 5.4.2.1. „Kortisol“) aus, die erhöhte Pulsfrequenz (siehe auch Kapitel 5.4.2.3. „Herzfrequenz“), erhöhten Blutdruck, beschleunigte Atmung, erhöhten Blutzuckerspiegel, starkes Schwitzen, erweiterte Pupillen und eine Verlangsamung der Verdauung zur Folge haben. In der zweiten Phase, der Widerstandsphase, baut der Körper die Stresshormone ab, die durch die Alarmreaktion ausgeschüttet wurden. Hält die Stresssituation jedoch an, bleibt der Körper im Alarmzustand und kann schädliche Folgen nicht verhindern. Wird der Widerstand länger aufrechterhalten, tritt als dritte Phase die Erschöpfung ein.

Die Hormone regulieren wichtige Lebensprozesse des Organismus. Drüsen geben das Sekret entweder direkt oder über Drüsengänge ins Blut (endokrines System). Es gibt viele verschiedene Hormone, die alle eine sehr spezifische Funktion haben. Sie alle stehen in einem fein austarierten Gleichgewicht und entfalten ihre Wirkung schon bei kleinsten Konzentrationen. Der Transport der Hormone findet über die Blutbahn statt. Er ist damit langsamer als die Signalwege des Nervensystems. Die Wirkung der Hormone ist allerdings oft von längerer Dauer.

Die Neurohypophyse (Hinterlappen der Hirnanhangdrüse) kontrolliert über ihre Hormone den Blutdruck. Die Nebennierenrinde produziert Hormone (Hydrocortison = Kortisol), die u.a. den Ionenhaushalt des Organismus regulieren. Außerdem sind die Rindenhormone auch von Bedeutung für die Erhaltung des Widerstands gegen physische, emotionale und toxische Belastungen. Die wichtigsten Hormone, die hier produziert werden, sind Adrenalin und Noradrenalin. Adrenalin erhöht den Blutzuckerspiegel und wirkt stimulierend auf den Blutkreislauf sowie generell auf das sympathische Nervensystem.

Eine akute äußere Belastung (physisch oder psychisch) führt damit zu einer Erhöhung des systolischen Blutdrucks und der Herzfrequenz, während der diastolische Blutdruck weniger ausgeprägt reagiert [21]. Wenn der Blutdruck regelmäßig gemessen wird und sich während einer Belastung ändert, kann daher auf eine Beanspruchung geschlossen werden.

Datenanalyse

Die während des Basistages und der Flüge gefundenen stündlichen Daten zum systolischen und diastolischen Blutdruck wurden in die verschiedenen Altersklassen (20-30 Jahre, 30-35 Jahre) und Serviceklassen (First, Business, Economy Class) gruppiert. Während der Flüge wurde die letzte Blutdruckmessung ungefähr 30-45 Minuten vor der Landung durchgeführt. Der Verlauf der Blutdruckwerte während der Flüge ist für die jeweiligen Klassen getrennt in den Abbildungen 42 bis 44 (diastolischer Blutdruck) bzw. in den Abbildungen 45 bis 47 (systolischer Blutdruck) dargestellt. Zum Vergleich sind die entsprechenden Basisdaten, die zu Hause erhoben wurden, eingetragen.

Für alle Tabellen wurden jeweils der Mittelwert und die dazugehörige Standardabweichung bestimmt. Für die Signifikanz wurden die Werte des Hinfluges bzw. die Werte des Rückfluges mit den jeweiligen Basiswerten verglichen.

Diastolischer Blutdruck

Die diastolischen Blutdruckwerte der Flugbegleiterinnen der Economy Class lassen während des Hin- und Rückfluges keine großen Unterschiede erkennen (Abb.42). Alle Werte liegen innerhalb der Streubreite einer Standardabweichung. Die Mittelwerte des diastolischen Blutdrucks liegen in einem Bereich zwischen 79 und 86 mmHg. Anders ist es, wenn man die Basismessungen zu Hause, deren Mittelwerte alle unter 80 mmHg liegen,

mit den Daten während der Flüge vergleicht. Insgesamt liegen im Mittel die diastolischen Blutdruckwerte während des Hinfluges um 5 bis 10 mmHg über denen der Basismessungen. Zu bestimmten Zeiten (vor dem Hinflug, sowie während der zweiten, dritten, achten und neunten Stunde des Hinfluges) sind diese Differenzen signifikant unterschiedlich.

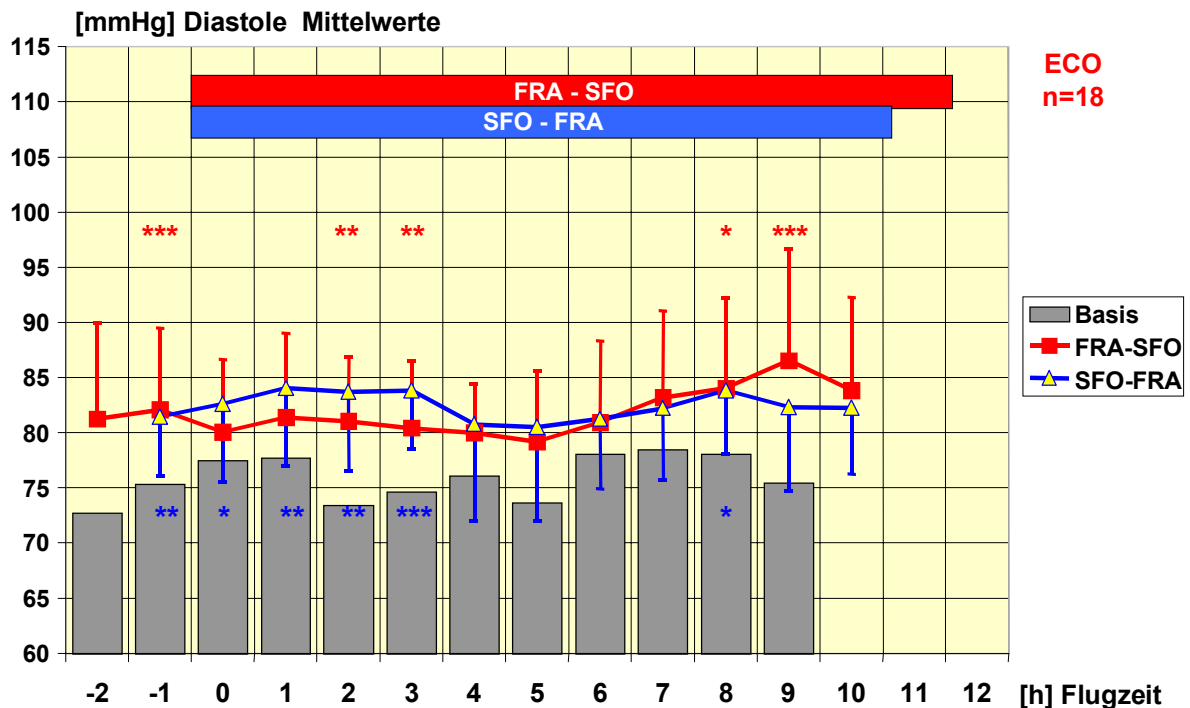


Abb. 42: Mittelwerte und Standardabweichungen der diastolischen Blutdruckwerte der Flugbegleiterinnen der Economy Class. Signifikante Unterschiede zwischen Werten des Hin- bzw. des Rückfluges und der Basis sind indiziert.

Auch während des Rückfluges liegen die Blutdruckwerte deutlich über denen während der Kontrolle gemessenen Daten. Signifikant sind diese Unterschiede vor und während der ersten vier Stunden des Rückfluges sowie zwei Stunden vor dem Ende (8. Flugstunde).

Die diastolischen Blutdruckwerte der Flugbegleiterinnen in der Business Class und in der First Class weisen dagegen kaum signifikante Unterschiede zwischen den Flugdaten und den entsprechenden Basisdaten auf (Abb. 43, 44). Aus der Abbildung 43 ist zu erkennen, dass

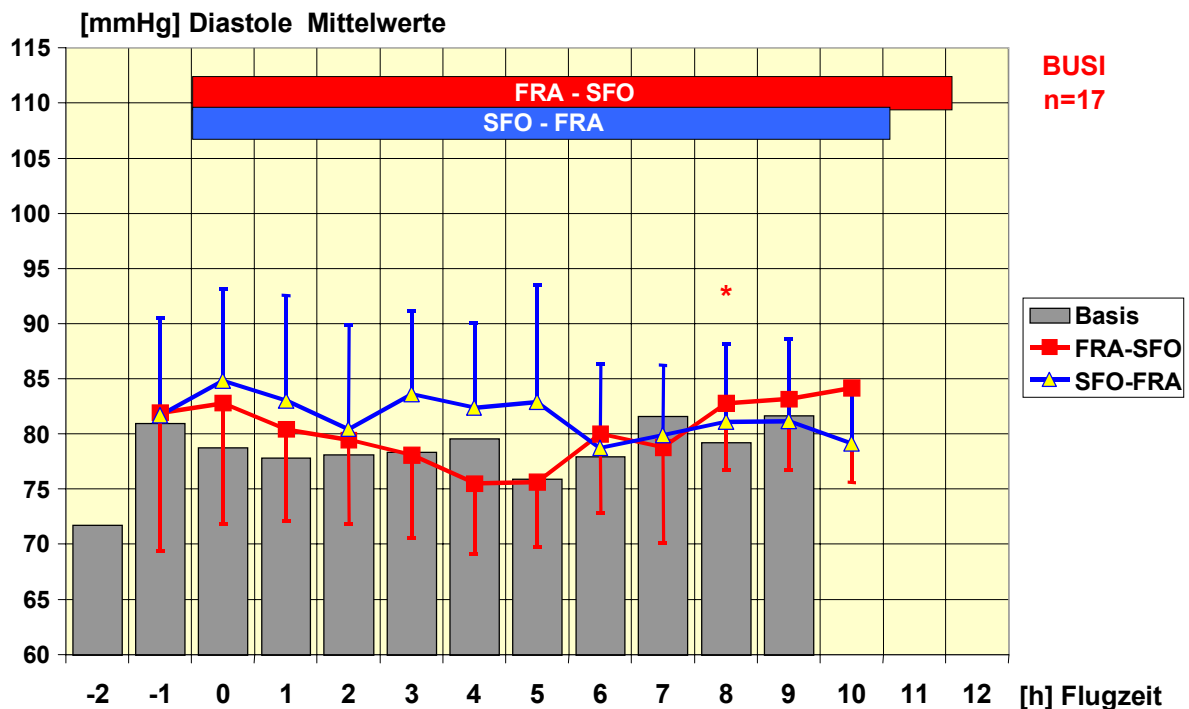


Abb. 43: Mittelwerte und Standardabweichungen der diastolischen Blutdruckwerte in der Gruppe der Business Class – Flugbegleiterinnen. Signifikante Unterschiede zwischen Werten des Hin- bzw. des Rückfluges und der Basis sind indiziert.

die Werte während des Hinfluges selten erhöht sind (ein signifikanter Unterschied wurde nur in der achten Flugstunde gefunden). Obwohl die Daten während der ersten sechs Stunden des Rückfluges einen Trend zu höheren Werten anzeigen, ist dieser Trend – wegen der hohen Streubreite der Daten – nicht signifikant unterschiedlich zu den entsprechenden Basisdaten.

Auch bei den Flugbegleiterinnen der First Class ist beim Rückflug eine Tendenz zu höheren Blutdruckwerten (verglichen mit den Hinflug- und den Basisdaten) zu erkennen (Abb. 44). Allerdings ist der Unterschied nur in der vierten Flugstunde signifikant. Gründe hierfür sind die hohe Streubreite und die geringere Anzahl der untersuchten Personen.

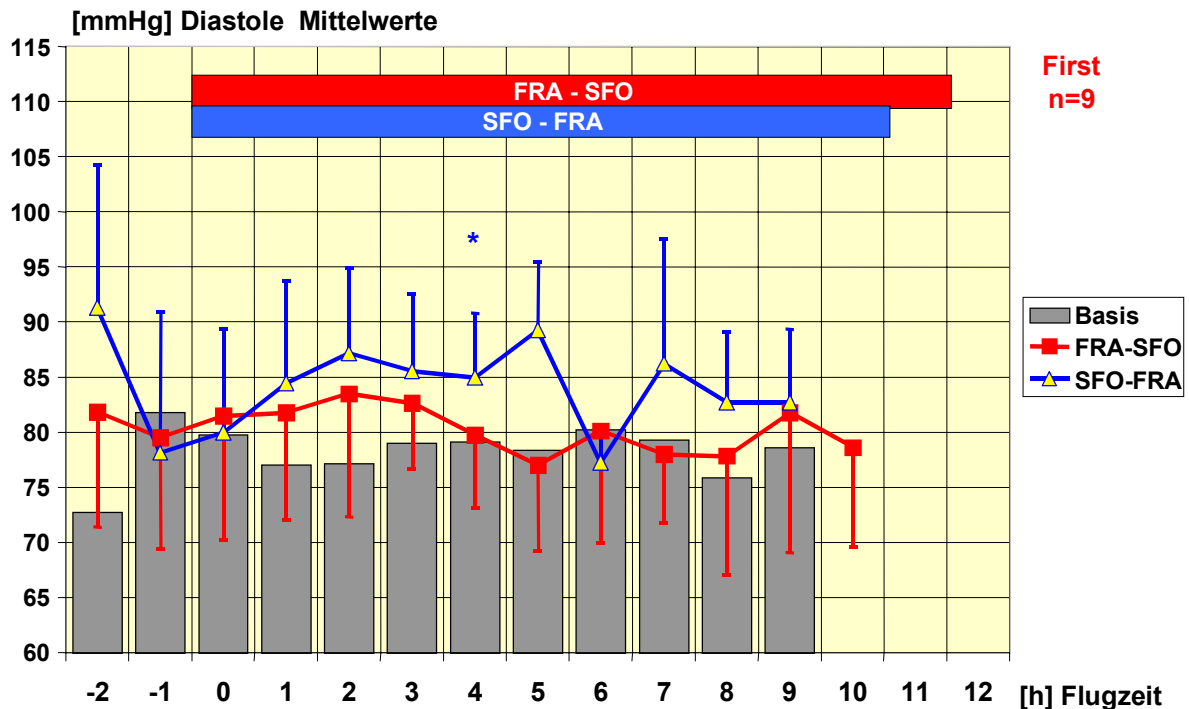


Abb. 44: Mittelwerte und Standardabweichungen der diastolischen Blutdruckwerte in der Gruppe der First Class – Flugbegleiterinnen. Signifikante Unterschiede zwischen Werten des Hin- bzw. des Rückfluges und der Basis sind indiziert.

Systolischer Blutdruck

Bei den systolischen Blutdruckwerten treten signifikante Unterschiede zwischen den Flügen und den Basiswerten dagegen häufiger auf. Auch ist die statistische Signifikanz oft auf einem höheren Niveau.

Wie beim diastolischen Blutdruck sind auch beim systolischen Blutdruck die Unterschiede zwischen den Flügen und den Basiswerten bei den Flugbegleiterinnen in der Economy Class am größten. Die Mittelwerte während der Flüge bewegen sich zwischen 122 und 132 mmHg (Abb.45), während sie bei den Basismessungen zwischen 116 und 122 mmHg liegen (außer des 9:00 Uhr Wertes {Stunde -2}, der auf Grund des Einflusses der zirkadianen Rhythmik noch niedriger ist). Die Differenzen zwischen Hinflug und Basis betragen im Mittel 4 bis 12 mmHg, und sind vor dem Hinflug und

während der ersten vier Stunden sowie der letzten zwei Stunden des Fluges signifikant. Der Vergleich zwischen Rückflug und Basis zeigt im Mittel Unterschiede zwischen 2 und 10 mmHg; diese sind in 6 von 11 Stundenabschnitten während der Flugzeit signifikant.

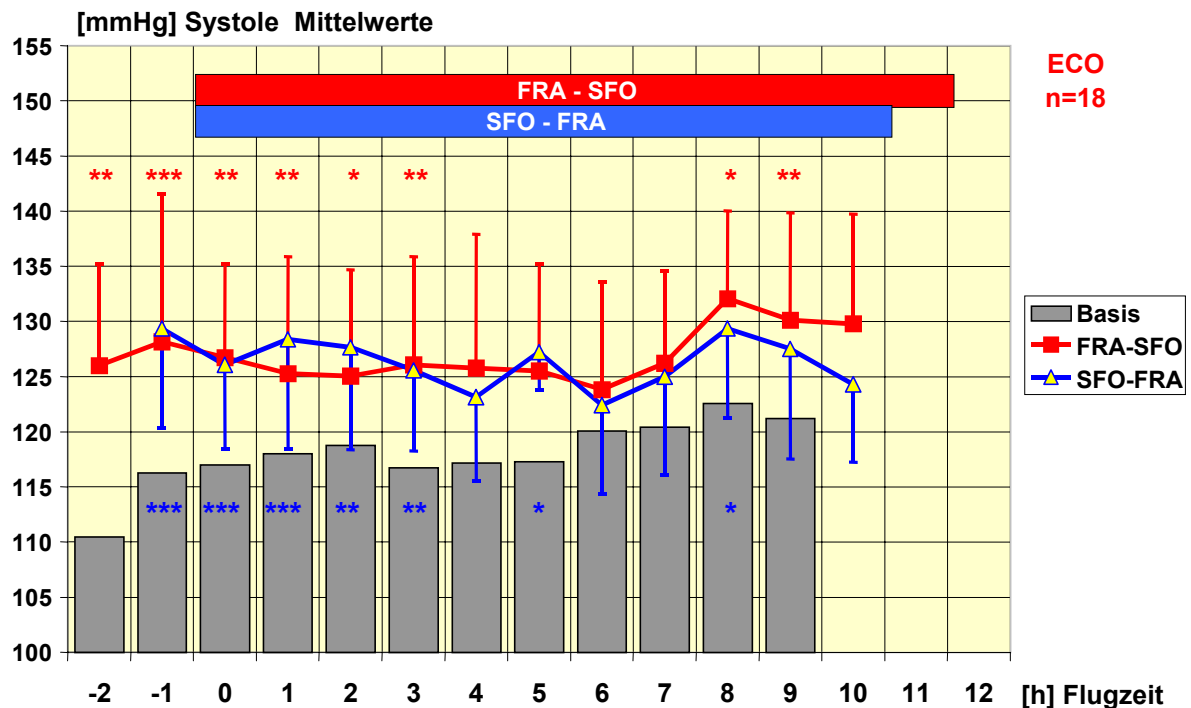


Abb. 45: Mittelwerte und Standardabweichungen der systolischen Blutdruckwerte in der Gruppe der Economy Class – Flugbegleiterinnen. Signifikante Unterschiede zwischen Werten des Hin- bzw. des Rückfluges und der Basis sind indiziert.

Von allen betrachteten Klassen sind die systolischen Blutdruckwerte der Flugbegleiterinnen in der Business Class am wenigsten verschieden zwischen den Flügen und der Kontrolle (Abb. 46). Vereinzelt signifikante Unterschiede finden sich vor dem Hinflug und in der achten Flugstunde (Vergleich Hinflug – Basis) sowie vor und in der ersten Flugstunde (Vergleich Rückflug – Basis).

Beim Vergleich der systolischen Werte in der Gruppe First Class fallen die

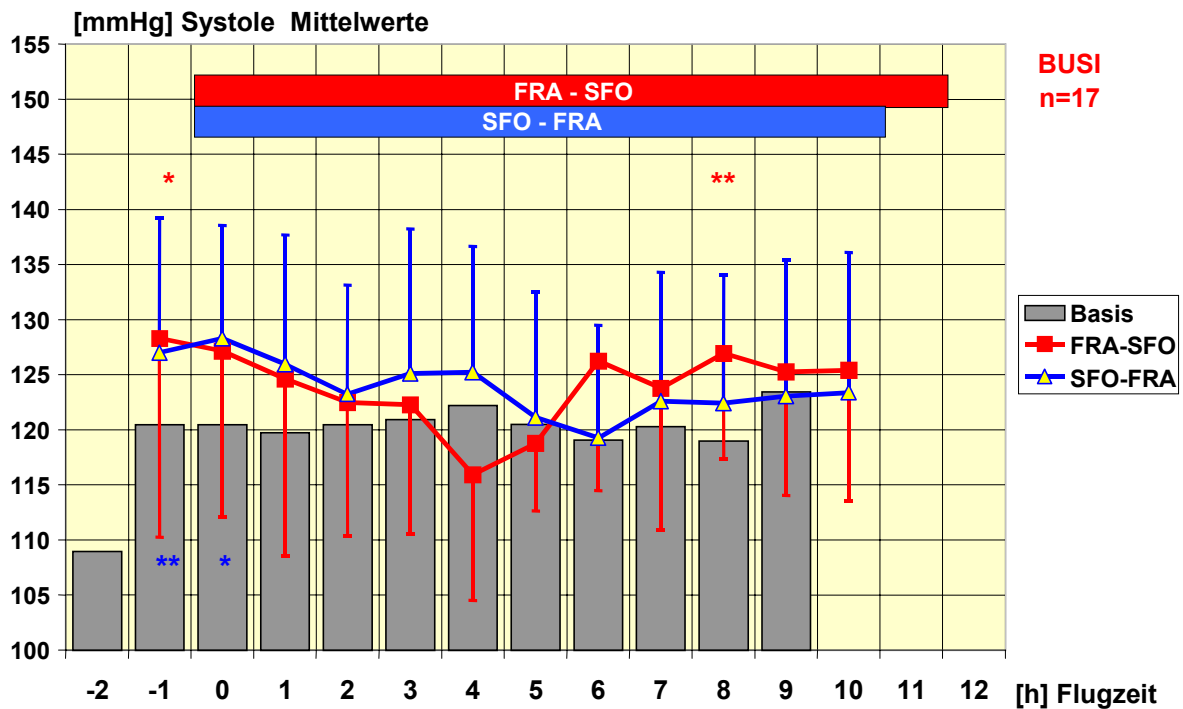


Abb. 46: Mittelwerte und Standardabweichungen der systolischen Blutdruckwerte in der Gruppe der Business Class – Flugbegleiterinnen. Signifikante Unterschiede zwischen Werten des Hin- bzw. des Rückfluges und der Basis sind indiziert.

großen Standardabweichungen auf (Abb. 47). Dies findet seine Erklärung in der relativ kleinen Stichprobe, in der erhebliche individuelle Unterschiede bei den Blutdruckwerten auftraten. Trotz dieser Einschränkung zeigt der statistische Vergleich, dass sowohl am Anfang des Hin- wie auch des Rückfluges signifikante Unterschiede bei den Blutdruckwerten auftreten. Die absoluten Unterschiede sind in dieser Gruppe am größten (bis zu 15 mmHg zwischen Basis und den Flügen). Das ist im wesentlichen auf die niedrigen Werte während der Basismessungen zurückzuführen.

Im Anhang sind in den Abbildungen A27 bis A30 die systolischen und diastolischen Blutdruckwerte der Flugbegleiterinnen der Gruppe 25 bis 30 Jahre (Lebensalter) sowie der Gruppe 30 bis 35 Jahre in gleicher Weise dargestellt.

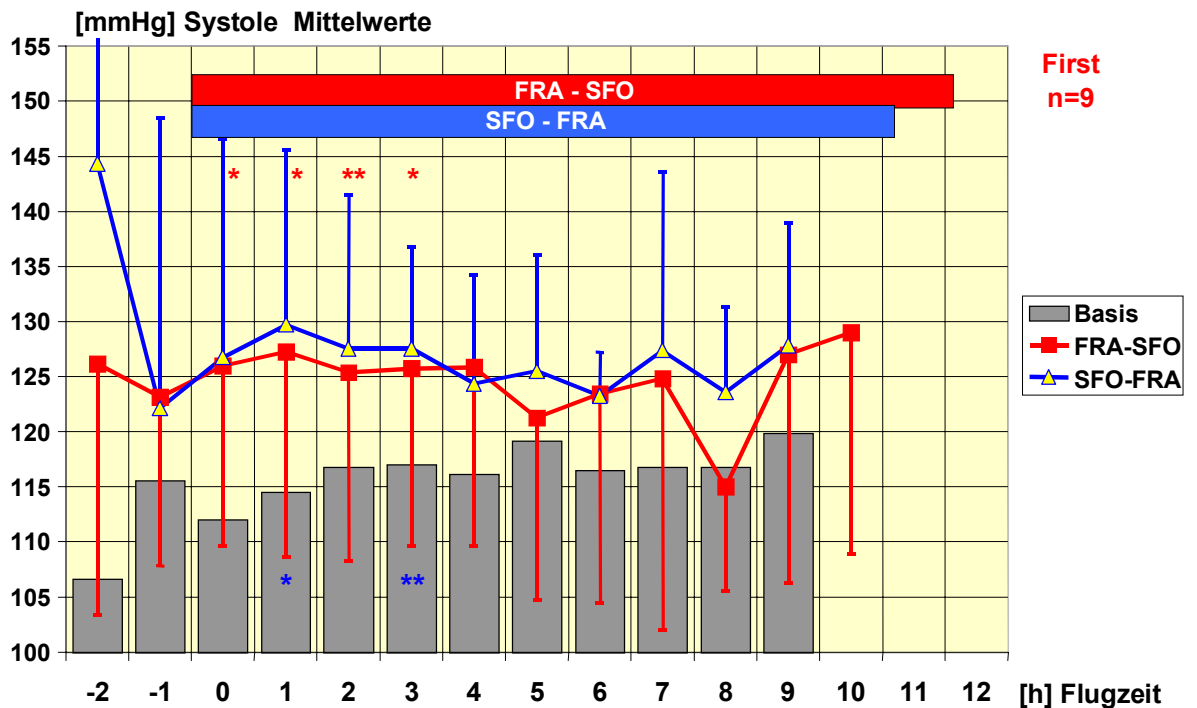


Abb. 47: Mittelwerte und Standardabweichungen der systolischen Blutdruckwerte in der Gruppe der First Class – Flugbegleiterinnen. Signifikante Unterschiede zwischen Werten des Hin- bzw. des Rückfluges und der Basis sind indiziert.

Vergleicht man die Blutdruckwerte der älteren Flugbegleiterinnen mit den Werten der jüngeren Flugbegleiterinnen, so lassen sich lediglich geringe Unterschiede von bis zu 5 mmHg in beiden Richtungen feststellen. In dem untersuchten Rahmen hat das Alter offensichtlich noch keine Auswirkungen auf den Blutdruck. Auch die statistisch signifikanten Unterschiede zwischen Hin- und Rückflug liegen weitestgehend bei den selben Flugzeiten wie für die einzelnen Klassen.

Neben der generellen Betrachtung der Blutdruckwerte ist das Auftreten von hohen Werten während der Flugdienstzeiten (- 2 Stunden bis 12 Stunden Flugzeit) von besonderem Interesse. Als klinisch normal werden alle systolischen Werte <140 mmHg bzw. alle diastolischen Werte <90 mmHg bezeichnet [10]. Eine Hypertonie ist unter Normalbedingungen bei Werten >160 mmHg (Systole) bzw. >95 mmHg (Diastole) indiziert. Dazwischen liegt

eine Grenzwerthypertonie vor. Daher wurden Blutdruckwerte von >90 mmHg diastolisch und >140 mmHg systolisch als grenzwertig definiert [10].

In den Tabellen 10 und 11 sind die Anzahl aller grenzwertigen Messwerte summarisch und als relativer Anteil aufgelistet. Zusätzlich ist aufgeführt, wann grenzwertiger Blutdruck bei mehreren Flugbegleiterinnen zu einem Messzeitpunkt aufgetreten ist.

Beide Tabellen zeigen, dass grenzwertiger Blutdruck vermehrt während der Flüge auftritt. Dabei zeigt der diastolische Blutdruck (Tab. 10) höhere Prozentanteile als der systolische Blutdruck (Tab. 11). Zudem sind Unterschiede zwischen den Serviceklassen zu erkennen. Die diastolischen Blutdruckwerte > 90 mmHg erhöhen sich bei den Flugbegleiterinnen der Economy und der First Class während des Hinflugs um ca. 11 Prozentpunkte gegenüber der Basis. Bei denen der Business Class beträgt die Differenz ca. 3 Prozentpunkte. Während des Rückflugs differieren die Werte bei den Flugbegleiterinnen der Economy und der Business Class um ca. 8 Prozentpunkte, bei denen der First Class um ca. 10 Prozentpunkte. Die Grenzwertüberschreitungen des systolischen Blutdrucks (>140 mmHg) betragen während des Hinflugs bei den Flugbegleiterinnen der Economy und der Business Class ca. 7%, und 10,5% bei denen der First Class. Während des Rückflugs zeigen sich Differenzen von 4,2% (Economy Class), 6,1% (Business Class) und 8,5% (First Class) im Vergleich zu den Basismessungen.

In allen drei Serviceklassen gab es einzelne wenige Flugbegleiterinnen, die während der Flüge zur Hypertonie neigten (Diastole >95 mmHg: First 2x, Busi 2x, Eco 3x; Systole >160 mmHg: First 2x) während derartig hohe Blutdruckwerte während der Basismessungen nur sehr vereinzelt (bei den gleichen Personen) auftraten.

BLUTDRUCK DIASTOLISCH				
	Gesamtzahl der Messwerte	Werte > 90 mmHg	Anteil [%]	Flugstunde mit mehreren Werten > 90 mmHg
ECONOMY CLASS				
Basis	252	6	2,3	
Hinflug	201	27	13,4	-1; 1; 7; 8; 9; 10
Rückflug	172	18	10,4	3
BUSINESS CLASS				
Basis	226	21	9,3	
Hinflug	180	22	12,2	-1; 0; 10
Rückflug	160	18	17,5	0; 1; 3; 5
FIRST CLASS				
Basis	129	15	11,6	
Hinflug	115	26	22,6	1; 2
Rückflug	83	18	21,7	

Tabelle 10: Anteil der diastolischen Blutdruckwerte > 90 mmHg.

Der Blutdruck ist von mehreren Faktoren abhängig. Beim gesunden Menschen sind das primär Alter und körperliche Arbeit. Andere Einflussgrößen können Stress, wie Zeitdruck, psychischer Druck von Kollegen, Vorgesetzten und Kunden sowie Umgebungseinflüsse (z.B. Kabinendruck) sein. Der Kabinendruck bewirkt üblicherweise keine Veränderung des mittleren arteriellen Blutdrucks, da der systolische Blutdruck zwar leicht ansteigt, dies aber durch eine periphere Widerstanderniedrigung ausgeglichen wird [20]. Da die Altersstruktur in der vorliegenden Studie keine wesentliche Rolle spielt, müssen die erhöhten Blutdruckwerte also auf stärkere körperliche Arbeit oder psychische Belastung zurückgeführt werden.

Wenn man die Häufung erhöhter Blutdruckwerte der Flugzeit zuordnet, ist eine direkte Abhängigkeit von den Arbeits- und Pausenzeiten ersichtlich. Während der protokollierten Servicezeiten steigt auf Grund der Tätigkeit sowohl der systolische als auch der diastolische Blutdruck an.

BLUTDRUCK SYSTOLISCH				
	Gesamtzahl der Messwerte	Werte > 140 mmHg	Anteil [%]	Flugstunde mit mehreren Werten > 140 mmHg
ECONOMY CLASS				
Basis	252	4	1,6	
Hinflug	201	17	8,5	4; 6; 8
Rückflug	171	10	5,8	2
BUSINESS CLASS				
Basis	226	9	3,9	
Hinflug	180	20	11,1	-1; 7
Rückflug	160	16	10,0	3
FIRST CLASS				
Basis	129	9	7,0	
Hinflug	114	20	17,5	
Rückflug	84	13	15,5	

Tabelle 11: Anteil der systolischen Blutdruckwerte > 140 mmHg.

Insgesamt kann man sagen, dass vor allem beim Hinflug zu den Flugzeiten 1, 2, 6, 7 und 8 und beim Rückflug zu den Flugzeiten 2, 3 und 5 stark erhöhte Blutdruckwerte gemessen wurden.

Betrachtet man abschließend die gemittelten Blutdruckwerte aller Flugbegleiterinnen (siehe Anhang), so kann man sagen, dass die Schwankungen zwischen den höchsten und den niedrigsten Mittelwerten nur etwa 5 mmHg betragen und sich keine eindeutigen Spitzen während der Flüge ausmachen lassen. Die Differenzierung nach Serviceklassen

ergibt allerdings, dass in der Economy Class die Belastung durch die Tätigkeit zu häufig erhöhten Blutdruckwerten führt, die sich als eine erhöhte Beanspruchung der Flugbegleiterinnen in diesem Servicebereich interpretieren lässt.

5.4.2.3 Herzfrequenz

Die Herzschlagfrequenz wird als guter Indikator für mentalen und physischen Stress während der fliegerischen Tätigkeit angesehen [16, 52]. Sie gibt Aufschluss über Kreislaufreaktionen bei akuten Belastungen während der Arbeit [29].

Die kontinuierlich aufgezeichneten EKG-Daten wurden in Stundenmittelwerte zusammengefasst, entsprechend der jeweiligen Klasse (First-, Business-, Economy Class) gemittelt und in einer Grafik dargestellt. Sowohl auf dem Hin- (FRA-SFO), als auch auf dem Rückflug (SFO-FRA) stand den Flugbegleiterinnen eine Pause zur Verfügung, die zum Schlafen genutzt werden konnte. Um die Herzfrequenzwerte während der Arbeit nicht mit Ruhewerten während der Pause zu vermischen, wurden die Ruhewerte bei der Berechnung der Mittelwerte nicht berücksichtigt.

Die stündlichen Basiswerte der Flugbegleiterinnen in der First Class (Abb. 48) schwanken zwischen 71 und 91 Schlägen pro Minute und liegen im Mittel bei 82 Schlägen. Auf dem Hinflug wird ein mittlerer Maximalwert von 92 Schlägen und auf dem Rückflug ein Wert von 96 Schlägen pro Minute erreicht. Der errechnete Mittelwert für den Hinflug liegt bei 88 Schlägen pro Minute und für den Rückflug bei 87 Schlägen pro Minute.

Aus der Berechnung des Wilcoxon-Tests ergeben sich in der Stunde vor dem Hinflug und zum Ende des Rückfluges leichte ($p \leq 0,05$) und in der 10. Flugstunde des Hinfluges mittlere ($p \leq 0,01$) Signifikanzen im Vergleich zu den Basiswerten zu Hause.

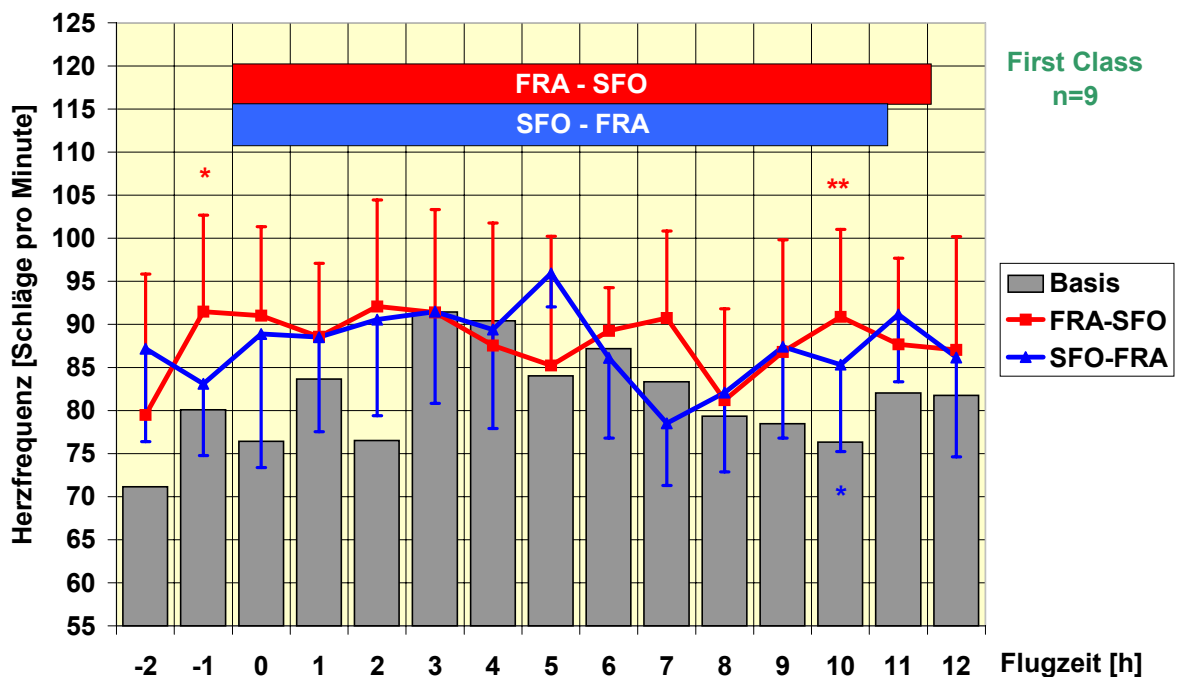


Abb. 48: Mittlere Herzfrequenz (Stundenwerte) der Flugbegleiterinnen in der First Class (n=9). Basisdaten zu Hause, FRA-SFO (Mittelwert +sd), SFO-FRA (Mittelwert -sd).

Die Basiswerte der Flugbegleiterinnen in der Business Class (Abb. 49) liegen zwischen 70 und 90 Schlägen pro Minute und ergeben einen Mittelwert von 86 Schlägen pro Minute (jeweils berechnet als Mittelwert über eine Stunde). Auf den Flügen sind Maximalwerte von 96 (FRA-SFO) und 95 (SFO-FRA) Schlägen pro Minute zu beobachten. Während des Fluges werden Gesamtmittelwerte von 92 (FRA-SFO) und von 91 (SFO-FRA) Schlägen pro Minute berechnet.

Beim statistischen Vergleich der Flugdaten mit denen der Basis sind die Werte der beiden Stunden vor dem Start (Hin- ($p \leq 0,001$) und Rückflug ($p \leq 0,01$) bzw. ($p \leq 0,05$)), sowie während der Startphase (Hin- ($p \leq 0,05$) und Rückflug ($p \leq 0,01$)), in der zweiten Stunde nach dem Start (Hin- und Rückflug ($p \leq 0,05$)), in der Stunde 9 ($p \leq 0,05$) und 10 ($p \leq 0,001$) des Hinfluges und in der letzten Stunde des Rückfluges ($p \leq 0,05$) signifikant unterschiedlich.

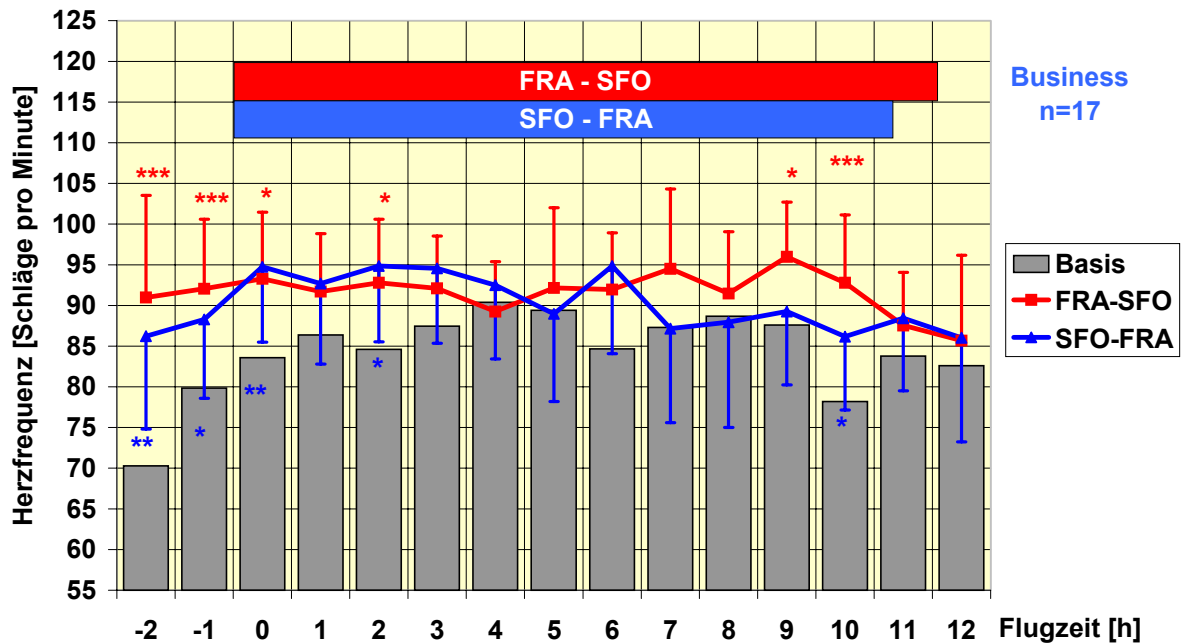


Abb. 49: Mittlere Herzfrequenz (Stundenwerte) der Flugbegleiterinnen der Business Class (n=17). Basisdaten zu Hause, FRA-SFO (Mittelwert +sd), SFO-FRA (Mittelwert -sd).

Bei den Flugbegleiterinnen in der Economy Class (Abb. 50) differieren die Basiswerte zwischen 72 und 86 Schlägen pro Minute. Der Mittelwert liegt bei 84 Schlägen pro Minute. Auf dem Hin- und Rückflug werden stündliche Maximalwerte von 100 Schlägen pro Minute erreicht. Aus der Berechnung der Mittelwerte für den gesamten Flug ergeben sich für den Hinflug Werte von 95 Schlägen pro Minute und für den Rückflug Mittelwerte von 92 Schlägen pro Minute.

Beim Hinflug unterscheiden sich die Werte in den beiden Stunden vor dem Flug, während der ersten 3 Stunden nach dem Start und in der Stunde 10 hochsignifikant (alle $p \leq 0,001$) von der Basis. In den Stunden 4 und 9 sind mittlere Signifikanzen ($p \leq 0,01$) und in den Stunden 3,7,8 und 11 leichte Signifikanzen ($p \leq 0,05$) zu erkennen. Die statistischen Daten des Rückfluges sind denen des Hinfluges ähnlich. Die Stunde vor dem

Rückflug und die Stunden 5,6,7 und 12 zeigen dagegen keine Signifikanzen.

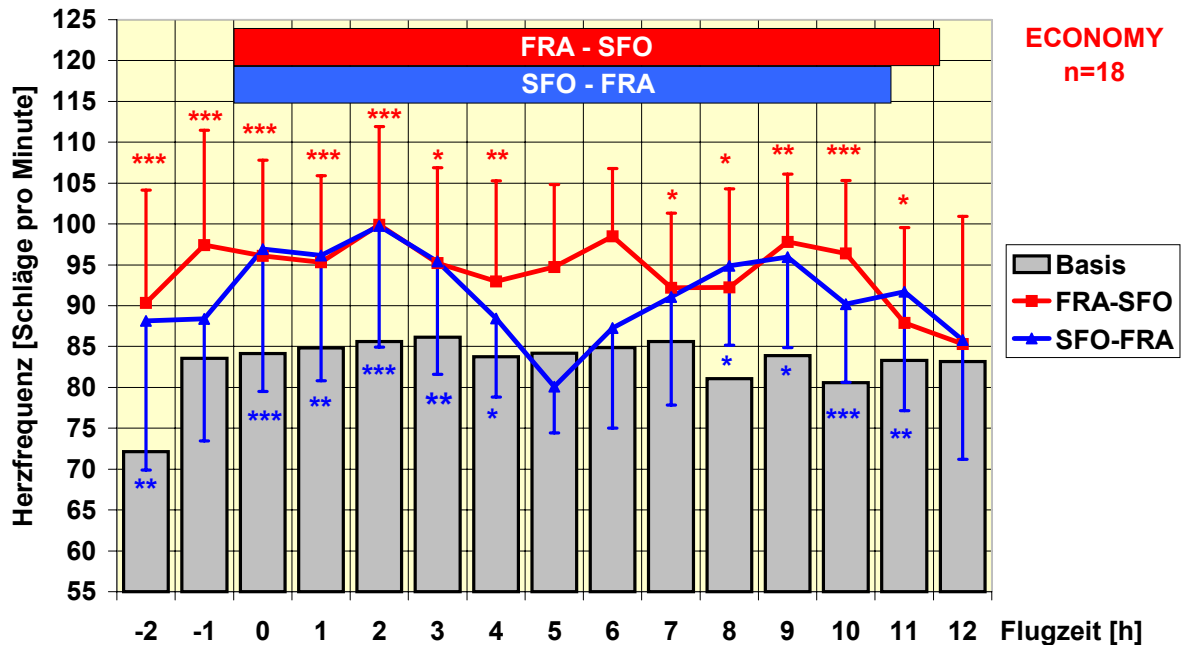


Abb. 50: Mittlere Herzfrequenz (Stundenwerte) der Flugbegleiterinnen der Economy Class (n=18). Basisdaten zu Hause, FRA-SFO (Mittelwert +sd), SFO-FRA (Mittelwert -sd).

Beim Vergleich der Ergebnisse der 3 Klassen (First, Business, Economy Class) findet man bei den Flugbegleiterinnen der Economy Class eine deutlich höhere Anzahl von signifikanten Unterschieden zwischen den Flugdaten und den gemessenen Basiswerten. Die Basiswerte liegen zwischen 80 und 85 Schlägen pro Minute (Ausnahme der Mittelwert -2 (Herzfrequenz 72)) und somit im normalen Bereich. Daraus folgt, dass die signifikanten Unterschiede plausibel und realistisch sind.

Bei der jüngeren Altersklasse (25-30 Jahre; n=17) bilden die Flugbegleiterinnen der Economy Class den Hauptanteil der Gruppe. Die signifikanten Werte dieser Altersklasse (Abb. A33; Anhang) sind denen der Economy Class entsprechend ähnlich. Die stündlichen Mittelwerte

erreichen auf dem Hinflug maximal 99 und auf dem Rückflug maximal 103 Schläge pro Minute. Sowohl auf dem Hin- als auch auf dem Rückflug ergibt sich ein Gesamtmittelwert von 95 Schlägen pro Minute.

Die Flugbegleiterinnen der Business Class nehmen den größten Teil der Altersgruppe 30-35 Jahre (n=27) ein. Aus der Economy Class kommen 6 und aus der First Class kommen 7 Flugbegleiterinnen dazu. Im Vergleich zur Business Class finden sich bei dieser Altersgruppe weitere signifikante Werte (Abb. A34; Anhang). Auch die Signifikanz nimmt bei einigen Werten noch zu. Die gemittelten Stundenwerte liegen auf dem Hinflug bei maximal 93 und auf dem Rückflug bei maximal 92 Schlägen pro Minute. Für den Hinflug errechnet sich ein Gesamtmittelwert von 91, für den Rückflug ein Wert von 88 Schlägen pro Minute.

Tabelle 12 gibt einen Überblick über die Gesamtmittelwerte der beiden Flüge (FRA-SFO und SFO-FRA) im Vergleich zu den Basisdaten zu Hause. Die größte Differenz zur Basis erkennt man auf dem Hinflug bei den Flugbegleiterinnen der Economy Class (11,01 Schläge pro Minute). Auf dem Rückflug liegen die größten Differenzen bei der Altersgruppe 25-30 (8,65 Schläge pro Minute) und bei der Economy Class (8,44 Schläge pro Minute). Beide Gruppen stellen hier jedoch den nahezu gleichen Personenkreis dar.

	Basis	FRA-SFO	SFO-FRA
Economy Class	83.94	94.95	92.38
Business Class	85.74	92.13	91.25
First Class	82.38	88.53	87.66
Alter 25-30	86.76	94.83	95.41
Alter 30-35	82.79	91.04	88.30

Tabelle 12: Mittlere Herzfrequenz während der Basis (zu Hause), während des Hinfluges (FRA-SFO) und während des Rückfluges (SFO-FRA)

In einem weiteren Schritt wurde die Anzahl der Herzfrequenzüberschreitungen von mehr als 120 Schlägen pro Minute für jede einzelne Flugbegleiterin gezählt und ausgewertet. Es wurde je eine Zahl (= Anzahl der Minuten mit Werten größer 120 Schlägen pro Minute) für die Basis, den Hin- und Rückflug ermittelt. Die Gesamtsumme aller Überschreitungen bei sämtlichen Flugbegleiterinnen ergab während der Basis 570 Minuten, während des Hinfluges 793 Minuten und während des Rückfluges 938 Minuten. Die nach Kabinenklassen geordneten Werte sind in Abbildung 51 dargestellt. Hier erkennt man sofort eine deutliche Erhöhung der Werte bei

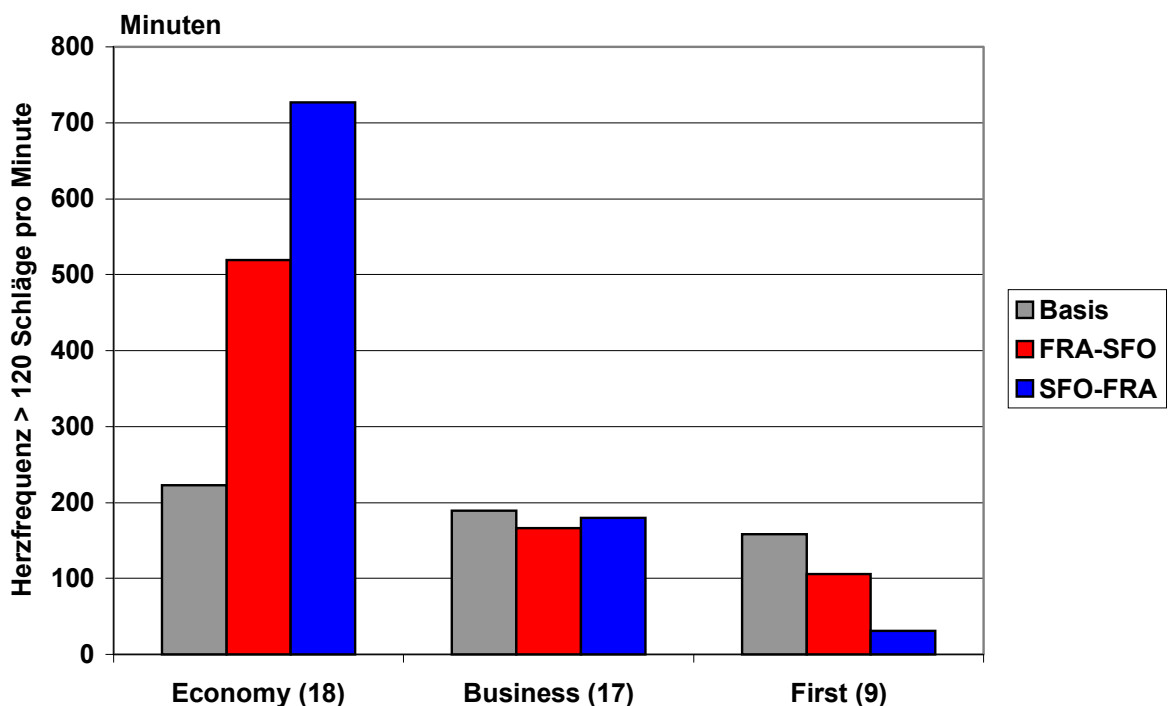


Abb. 51: Summe der Herzfrequenzüberschreitungen getrennt nach Kabinenklassen (Anzahl der Minuten mit Herzfrequenzen > 120 Schläge pro Minute) Berechnungszeitraum Basis: 09:00-22:30 Uhr, FRA-SFO: 09:00-22:30 Uhr, SFO-FRA: 13:00 (SFO)-10:30 Uhr (FRA).

den Flugbegleiterinnen der Economy Class. Bei der Analyse der Einzelwerte fällt allerdings auf, dass 2 Flugbegleiterinnen insgesamt erheblich höhere Werte (Anzahl an Minuten >120 Schläge pro Minute, als

auch insgesamt höhere Herzfrequenzen) aufweisen als die übrigen. Werden diese Daten der beiden Flugbegleiterinnen bei der Berechnung nicht berücksichtigt, ergeben sich folgende Summenwerte für die Überschreitungen >120 Schläge pro Minute : Basis = 492, FRA-SFO = 436, SFO-FRA = 366 (für alle Klassen zusammen). Für den Hinflug bedeutet dies nahezu eine Halbierung der vorhergehenden Werte. Für den Rückflug fällt der Unterschied sogar noch deutlicher aus.

Da beide Flugbegleiterinnen zur Gruppe Economy Class gehören, spiegelt sich dies natürlich auch in der nach Kabinenklassen getrennten Grafik wider. In der Abbildung 52 erkennt man den Rückgang der Anzahl der Herzfrequenzüberschreitungen bei den Betreuerinnen in der Economy Class sehr deutlich gegenüber Abbildung 51. Die Zahl der Überschreitungen liegt während des Hin- und Rückfluges zwar immer noch höher als während der Basis, die Differenz zur Basis beträgt allerdings nicht mehr als 10 Prozent. Während der Flüge werden bei den Flugbegleiterinnen der Business Class nicht mehr Herzfrequenzüberschreitungen (>120) gemessen als während der Basismessungen zu Hause. Bei denen der First Class liegen diese sogar deutlich unter denen der Kontrollwerte. Betrachtet man nur den höchsten Wert der Abbildung 52 während der Flüge, d.h., 180 Minuten mit Herzfrequenzen größer 120 Schlägen/min bei der Business Class (SFO-FRA), so errechnet sich bei 17 Flugbegleiterinnen in dieser Klasse ein mittlerer Wert von 10,6 Minuten (ca. 1,8 %) pro Person mit einer Herzfrequenz von mehr als 120 Schlägen pro Minute während des Rückfluges.

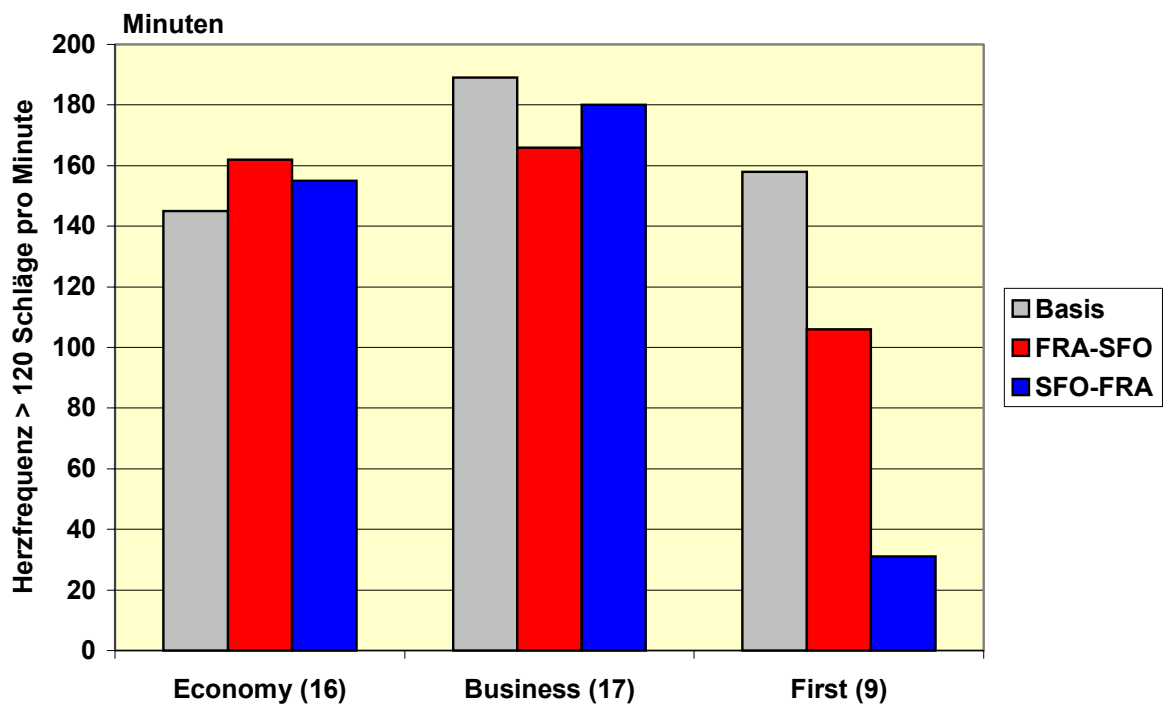


Abb. 52: Summe der Herzfrequenzüberschreitungen getrennt nach Kabinenklassen (Anzahl der Minuten mit Herzfrequenzen > 120 Schläge pro Minute) Economy Class reduziert um 2 Flugbegleiterinnen (n=16) Berechnungszeitraum Basis: 09:00-22:30 Uhr, FRA-SFO: 09:00-22:30 Uhr SFO-FRA: 13:00 (SFO)-10:30 Uhr (FRA).

Um die Überschreitungen (Herzfrequenz >120 Schläge pro Minute) genauer zu analysieren, wurden Zeitbereiche definiert, denen die Werte der Flugbegleiterinnen entsprechend zugeordnet wurden (siehe Tabelle 13).

Acht Flugbegleiterinnen zeigen weder während der Basismessungen noch während des Hinfluges Herzfrequenzen (Tabelle 13), die über 120 Schläge pro Minute hinausgehen. Auf dem Rückflug trifft dies sogar bei 21 Versuchsteilnehmerinnen zu. Ein großer Teil der Flugbegleiterinnen hat für 1 bis 10 Minuten Herzfrequenzen, die 120 Schläge pro Minute übersteigen. Bei rund 80 % der Flugbegleiterinnen treten für 0 bis 20 Minuten (sowohl bei den Basis-, als auch bei den Flugwerten) Frequenzen >120 Schläge

pro Minute auf. Berücksichtigt man die Fälle, bei denen die Summe der Basiswerte höher ist als auf den Flügen, bleiben für den Hinflug 6 Fälle und den Rückflug 8 Fälle übrig. Mit jeweils einer Ausnahme (First Class) für den Hin- und Rückflug verteilen sich diese Fälle ziemlich gleichmäßig zwischen der Business und der Economy Class.

	Anzahl der Flugbegleiterinnen mit Herzfrequenzen > 120 /min		
Bereich [Minuten]	Basis	FRA-SFO	SFO-FRA
0	8	8	21
bis 10	21	24	13
10 bis 20	8	4	1
20 bis 30	1	2	2
30 bis 40	1	2	2
40 bis 50	1	1	1
50 bis 60	3	1	1
> 60	1	2	3

Tabelle 13: Anzahl der Flugbegleiterinnen, die während der Basis (zu Hause), während des Hinfluges (FRA-SFO) und während des Rückfluges (SFO-FRA) höhere Herzfrequenzen als 120 Schläge/min für eine entsprechende Anzahl von Minuten (Bereich) hatten. Berechnungs-zeitraum Basis: 09:00-22:30 Uhr, FRA-SFO: 09:00-22:30 Uhr, SFO-FRA: 13:00 (SFO)-10:30 Uhr (FRA).

Um eine Beurteilung des Belastungsgrads der Arbeit während der Flüge vorzunehmen, wurden Referenzwerte für das Herzfrequenzverhalten unter Ergometerbelastung herangezogen. Die Streubreiten sind bezogen auf das Alter, das Körpergewicht, das Geschlecht und den Trainingszustand relativ groß. Der mittlere Herzfrequenzreferenzwert von 120 Schlägen pro Minute ergibt für Frauen bei Löllgen [21] eine Wattbelastung von 75 (117,5 Schläge pro Minute) bis 100 Watt (130 Schläge pro Minute). Bei 70-75 kg

schweren Männern gibt Gonska [9] in seinen Belastungsäquivalenten an, dass bei 75 Watt mittlere körperliche Arbeit und bei 100 Watt mittelschwere bis schwere körperliche Arbeit vorliegt. Bei Frauen dürfte ein eher höherer Wert der Herzfrequenz bei gleicher Arbeitsbelastung anzunehmen sein. Dies wird unterstützt durch eine Studie an polnischen Arbeiterinnen [24], die zeigt, dass bei Frauen Herzfrequenzen von 100 - 120 Schlägen pro Minute mit schwerer Arbeit in Verbindung gebracht werden. Werte >120 /min werden arbeitsmäßig als sehr schwer eingestuft. Allerdings kommt es durch den zunehmenden Sauerstoffmangel mit steigender Höhe zur Steigerung der Herzfrequenz und Verminderung der Leistungsfähigkeit auf Grund schlechterer Sauerstoffversorgung der Peripherie. Die mit der Frequenzerhöhung verbundene Steigerung des Herzminutenvolumens führt bei gleichbleibendem Gefäßwiderstand zunächst auch zu einer Blutdruckerhöhung, diese wird aber - zumindest in Ruhe - durch das Ansprechen der Barorezeptoren mit nachfolgender Abnahme des Gefäßtonus weitgehend neutralisiert. Bei Arbeitsbelastung steigt der Blutdruck - wie auf NN - deutlich an und führt in Kombination mit einer weiteren Herzfrequenzsteigerung zu einer verbesserten Sauerstoffversorgung der Arbeitsmuskulatur. Insgesamt ist die ausschöpfbare Reservekapazität des Herz-Kreislauf-Systems deutlich geringer als auf NN, so dass schon leichte körperliche Belastungen als deutlich anstrengender empfunden werden. Die physiologische Gesamtbelastung unter Höheneinfluss wird bestimmt durch eine erhöhte Belastung auf Grund der Höhe sowie durch die eigentliche Arbeitsbelastung selbst. Man kann die bewährten physiologischen Grenzen für die Unterscheidung der leichten, mittleren und schweren Arbeit beibehalten, nur werden diese Grenzen unter Höhenbedingungen schon bei niedrigerer objektiver Arbeitsbelastung erreicht.

In Tabelle 14 sind die Herzfrequenzwerte aufgelistet, die über 130 /min hinausgehen. Werden die beiden oben erwähnten Flugbegleiterinnen der Economy Class (siehe Economy, n=16) nicht berücksichtigt, werden Werte > 130 /min während der Flüge sehr selten erreicht.

Minuten mit Puls > 130 / min	Basis	FRA-SFO	SFO-FRA
First n = 9	110	17	5
Business n = 17	65	20	25
Economy n = 18	72	230	337
Economy n = 16	53	20	32

Tabelle 14: Anzahl der Minuten, die während der Basis (zu Hause), während des Hinfluges (FRA-SFO) und während des Rückfluges (SFO-FRA) höhere Herzfrequenzen als 130 Schläge/min aufwiesen.

Die Versuchsteilnehmerinnen der First Class zeigen den niedrigsten Herzfrequenzverlauf von allen drei untersuchten Klassen. Die Gesamtmittelwerte während der Flüge und die relativ geringe Anzahl signifikanter Werte lässt auf eine Gesamtbelastung schließen, die als mittelschwer eingestuft werden kann.

Bei den Flugbegleiterinnen der Business Class ist besonders am Anfang und am Ende der Flüge eine erhöhte Anzahl mit größeren Signifikanzen als bei denen der First Class zu erkennen. Stündliche Mittelwerte von maximal 95 und 96 Schlägen pro Minute indizieren den Bereich der mittelschweren bis schweren Gesamtbelastung.

Die Flugbegleiterinnen der Economy Class weisen die meisten signifikanten Werte auf. Die stündlichen Mittelwerte der Herzfrequenzen erreichen sowohl auf dem Hin-, als auch auf dem Rückflug Werte von 100 Schlägen pro Minute. Zieht man in Betracht, dass es sich hier um stündliche Mittelwerte handelt, können eine Reihe von Einzelwerten

erheblich höher liegen und deutlich über 100 Schläge pro Minute hinausgehen. Herzfrequenzwerte von 130 Schlägen (pro Minute) und mehr stellen jedoch eher eine Ausnahme dar (siehe Tabelle 14). Vergleicht man die Daten der Economy Class mit entsprechenden Werten bei Makowiec-Dabrowska [24], kann man auf Grund der Höhe der Werte und der Anzahl der Signifikanzen schließen, dass die Gesamtbelastung der Economy Class während der Flüge als schwer einzustufen ist.

Werden die Daten der beiden o.a. Flugbegleiterinnen der Economy Class in der Berechnung nicht berücksichtigt, hat das auf die statistische Bewertung des Hinfluges nahezu keine Auswirkungen. Beim Rückflug ergeben sich vereinzelt geringere Signifikanzen. Die Grundaussage bleibt aber bestehen.

6 ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Durch das Engagement und die gute Kooperation der Versuchsteilnehmerinnen gab es nahezu keine Datenausfälle.

Auf einer transmeridianen Strecke über 9 Zeitzonen (Frankfurt-San Francisco-Frankfurt) wurden die Arbeitsbelastung und die Beanspruchung des Kabinenpersonals flugmedizinisch untersucht. Dieser Umlauf wurde dadurch charakterisiert, dass der Hinflug (FRA-SFO) als Tagflug (mittlere Block-off-Zeit FRA: 10:46 Uhr MEZ/MESZ) und der Rückflug (SFO-FRA) als Nachtflug (mittlere Block-off-Zeit SFO: 14:46 Uhr SFO-Zeit bzw. 23:46 Uhr MEZ/MESZ) durchgeführt wurden.

Allgemeiner Fragebogen:

Der Hinflug des untersuchten Umlaufs Frankfurt - San Francisco - Frankfurt wurde von der Hälfte der Flugbegleiterinnen als "schwer" oder "besonders belastend" bewertet. Den Rückflug stuften sogar 85% der Versuchsteilnehmerinnen in diese Kategorie ein. Rund 95% der Flugbegleiterinnen hielten den Hinflug (FRA-SFO) und 77% den Rückflug (SFO-FRA) für "problemlos" oder "machbar". Die 23% der Versuchsteilnehmerinnen, die den Rückflug "problematisch" empfanden, gaben dafür keine weiteren Gründe an. Als Beschwerden während des Dienstes wurden dicke Beine (30%), Rückenschmerzen (42%), Kopfschmerzen (33%) und zu trockene Luft an Bord (50%) angegeben. Nach der Pause auf dem Hinflug fühlten sich rund zwei Drittel, auf dem Rückflug rund die Hälfte der Flugbegleiterinnen erholt. Mehr als die Hälfte der Versuchsteilnehmerinnen wünschten sich eine längere Layoverzeit in San Francisco, um ausgeruht den Rückflug anzutreten. Die Ruhezeit nach dem Umlauf wurde von 60% der Befragten mit ausreichend eingestuft,

während die restlichen 40% wünschten, 1 bis 2 Tage mehr freie Zeit zur Erholung zu Hause zur Verfügung zu haben. Ein erstaunlich hoher Prozentsatz von 56% der Flugbegleiterinnen gab "Ärger mit den Kollegen" oder "Probleme mit dem Ablauf bzw. der Organisation" an. Die Zeitverschiebung wurde von rund 80% der Versuchsteilnehmerinnen als Problem dokumentiert. Keine der Flugbegleiterinnen gab an, am Ende des Hin- oder am Ende des Rückfluges länger Dienst machen zu können.

Zirkadiane Rhythmik:

Die durch den transmeridianen Flug nach San Francisco provozierte Störung der inneren Uhr zeigte bei den untersuchten Flugbegleiterinnen eine Beeinflussung der Körpertemperatur und der Kortisol-Sekretion. Die Auswirkungen auf die Verschiebung der Akrophase der Körpertemperatur (ca. 0,6 Stunden) waren allerdings geringer als erwartet. Verglichen mit Untersuchungen an Piloten (ca. 1,75 Stunden) hat sich die Akrophase der Flugbegleiterinnen in Folge des Umlaufs damit deutlich weniger verschoben als in der Pilotenstudie [31, 55]. Die geringere Verschiebung der Akrophase mag durch die höhere körperliche Aktivität während der Flüge sowie durch einen anderen Aktivitäts/Ruhezyklus während des Layovers - im Vergleich zum Pilotenkollektiv - verursacht werden. Beim Vergleich der Kortisolwerte vor und nach dem San Francisco Umlauf ergab sich bei den Flugbegleiterinnen eine Verschiebung der Akrophasen um etwa 2 Stunden, während sie in der vorgenannten Studie an Piloten ca. 2,3 Stunden betrug [31].

Die zirkadiane Amplitude der Körpertemperatur erniedrigte sich in diesem Kollektiv durch die Zeitzonenflüge um ca. 24 %, während sie bei den Piloten um ca. 19 % nach dem Umlauf höher war als vor dem Umlauf [31]. Allerdings war der Basiswert bei den Flugbegleiterinnen (0, 38°C) erheblich

höher als bei den Piloten (0,27°C), was durchaus mit dem verschiedenen Geschlecht (weiblich versus männlich) und dem unterschiedlichen Alter (31,6 Jahre versus 44,2 Jahre) erklärt werden könnte.

Insgesamt sind die Veränderungen der zirkadianen Rhythmik durch die zweimaligen Zeitzoneflüge durchaus nachweisbar; durch den recht kurzen Aufenthalt in San Francisco (ca. 48 Stunden) tritt allerdings nur eine geringe Verschiebung auf, die nach der Rückkehr nach Deutschland innerhalb der gesetzlich vorgeschriebenen, nach Zeitzoneflügen verlängerten Ruhezeit ausgeglichen werden sollte.

Schlaf:

Das Schlafverhalten und die Schlafdauer der Flugbegleiterinnen zeigten im Mittel keine besonderen Auffälligkeiten. In der Nacht vor dem Hinflug war der Schlaf im Mittel 1,29 Stunden (signifikant) kürzer als in der Kontrollnacht. In 7 Fällen wurde in dieser Nacht weniger als 5 Stunden geschlafen. Während der Pause an Bord wurde auf dem Hinflug ungefähr eine Stunde, auf dem Rückflug rund eineinhalb Stunden geschlafen. In San Francisco war die Schlafdauer zwar deutlich (signifikant) länger als zu Hause, bei rund 35% der Flugbegleiterinnen kam es aber zu Durchschlafschwierigkeiten vor allem in der ersten Layovernacht. Die Wachzeiten während des Aufenthalts in San Francisco waren mindestens viermal so lang wie die zu Hause. Nach dem Umlauf passten die Flugbegleiterinnen ihr Schlafverhalten und die Schlafdauer ziemlich schnell an den alten Rhythmus von vor dem Umlauf an. In diesen Nächten waren die Wachphasen im Schlaf allerdings noch deutlich länger als während der Basisnächte. Die kurze Schlafdauer vor dem Hinflug und die längeren Wachzeiten während des Layovers zeigten bei der statistischen Berechnung der Schlafqualität ihre Wirkung. Die Qualität der Kurzschlafperioden im Flugzeug war ebenfalls deutlich niedriger als zu

Hause. Bei der Betrachtung der Absolutwerte wurde die Schlafqualität aber gar nicht so schlecht eingeschätzt, wie es auf Grund der statistischen Aussage erscheint. Daher zeigte sich mit Ausnahme der Nacht vor dem Hinflug und dem Schlaf während des Rückflugs kein signifikant gesteigertes Bedürfnis länger zu schlafen.

Subjektive Belastung:

Die subjektiven Beurteilungen der Ermüdung, der Schläfrigkeit und der Wachheit zeigten ein sehr ähnliches Bild. Die Flugbegleiterinnen waren auf dem Rückflug sehr viel müder und schläfriger als auf dem Hinflug. Auf dem Rückflug wurden stündliche Mittelwerte in einer Höhe erreicht, die auf vergleichbaren Umläufen (HAM/LAX bzw. FRA/SFO) bei Piloten bisher noch nicht beobachtet wurden [42, 55]. Bei allen drei Parametern wurden bei den Flugbegleiterinnen der Economy Class die meisten und höchsten signifikanten Unterschiede gefunden. Danach folgten die der Business und der First Class. Dieser Unterschied zwischen der Economy Class und den anderen beiden Klassen wurde auch bei den Daten der Anspannung deutlich nachgewiesen.

Die Arbeitsbelastung wurde von den Flugbegleiterinnen der Economy Class höher eingeschätzt als von denen der Business und First Class. 21% der Flugbegleiterinnen der Economy Class gaben für den Hinflug und 33% für den Rückflug eine hohe bis sehr hohe Arbeitsbelastung im Verlauf des Flugdienstes an. Diese Prozentanteile lagen damit doppelt so hoch wie bei den Vertreterinnen der anderen beiden Kabinenklassen. Bei der Einschätzung der Gesamtbelastung durch den Dienst ergaben sich in der Economy und in der Business Class ähnliche Werte. Rund 65% der Flugbegleiterinnen beider Klassen beurteilten den Hinflug und 82% den Rückflug als belastend bis sehr belastend. Der Rückflug wurde aber auch

von rund 78% der Vertreterinnen der First Class entsprechend belastend eingestuft.

Physiologische Belastungsindikatoren:

Die physiologischen Daten zeigten sowohl auf dem Hin- als auch auf dem Rückflug erhöhte Werte im Vergleich zu den Kontrolldaten zu Hause. Ein deutlicher Unterschied zwischen dem Hin- und Rückflug war selten zu erkennen. Auf Grund der tageszeitlichen Schwankungen des Kortisols (während der Nacht liegt die Sekretion oft unterhalb der Nachweisbarkeit) war eine Beurteilung des Rückflugs bezüglich der Belastung nicht möglich.

Kortisol:

Die Ergebnisse der Kortisolanalysen zeigten beim Hinflug keinen Hinweis auf Stresssituationen, die durch einen Kortisolanstieg belegbar wären. Für den Rückflug waren die Kortisoldaten weniger gut geeignet, da vergleichbare Kontrollwerte während der Nacht fehlten, der Rückflug jedoch ein Nachtflug war. Darüber hinaus kam es zu einer Zeitverschiebung der Kortisolsekretion auf Grund der neuen Ortszeit in San Francisco. Bei beiden Flügen gab es keinerlei Extremwerte, die auf eine außergewöhnliche Stressbelastung hätten deuten können.

Blutdruck:

Sowohl beim systolischen als auch beim diastolischen Blutdruck waren die Werte während der Flüge bei den Flugbegleiterinnen der Economy Class am häufigsten gegenüber den Kontrollwerten erhöht. In den beiden anderen Serviceklassen traten selten signifikante Unterschiede auf. Diese Veränderungen deuten daraufhin, dass die Arbeit in der Economy zu einer erhöhten akuten Belastung und Beanspruchung führen. Allerdings belegen die Daten auch, dass grenzwertige Blutdruckwerte (systolischer Blutdruck

> 140 mm Hg, diastolischer Blutdruck > 90 mm Hg) in allen Serviceklassen auftraten.

Herzfrequenz:

Die Herzfrequenzdaten der Flugbegleiterinnen der First Class unterschieden sich in der Vorbereitungs-, Anfangs- und Endphase der Flüge von denen der Kontrolldaten zu Hause. Auf Grund des Kurvenverlaufs und der Gesamtmittelwerte wurde die Gesamtbelastung als mittelschwer eingestuft. Bei den Flugbegleiterinnen der Business Class wurden ebenfalls am Anfang und am Ende der Flüge höhere Herzfrequenzwerte beobachtet, die sich teilweise höchstsignifikant von den Kontrollwerten unterschieden.

Stündliche Mittelwerte von maximal 95 und 96 Schlägen pro Minute indizierten eine Gesamtbelastung im mittelschweren bis schweren Bereich.

Die Flugbegleiterinnen der Economy Class zeigten die meisten signifikanten Unterschiede zu den Basisdaten. Die stündlichen Mittelwerte der Herzfrequenzen erreichten auf beiden Flügen Werte von 100 Schlägen pro Minute. Zieht man in Betracht, dass es sich hier um Mittelwerte handelt, muss man davon ausgehen, dass eine Reihe von Einzelwerten erheblich höher lagen und deutlich über 100 Schläge pro Minute hinausgingen. Nach einem Vergleich der Daten der Economy Class mit denen aus der Literatur [24], und auf Grund der Höhe der Werte und der Anzahl der Signifikanzen wurde die Gesamtbelastung der Flugbegleiterinnen der Economy Class als schwer eingestuft.

Bei den Untersuchungen an 2- und 3-Mann-Cockpit Flugbesatzungen waren die durchschnittlichen Herzfrequenzen während der Flüge erheblich niedriger [37, 55]. Während Tagflügen wurde eine über den gesamten Flug gemittelte Herzfrequenz von 81 bpm gefunden, auf transmeridianen und transäquatorialen Nachtflügen eine Herzfrequenz von 75 bpm. Die Unterschiede in den Aufgaben und damit in den physischen Anforderungen

erklären die Unterschiede in der Herzfrequenz zwischen Cockpit- und Kabinenbesatzungen.

Bei der Analyse und der Beurteilung der vorliegenden Daten zeigten die Flugbegleiterinnen der Economy Class bei fast allen physiologischen Parametern deutlich erhöhte Werte im Vergleich zu den Kontrollwerten zu Hause und denen der anderen beiden Serviceklassen. Aus den stündlich gemessenen Kortisolwerten sind allerdings keine Unterschiede zwischen den Basisdaten und den Daten des Hinfluges zu erkennen. Eventuelle Erhöhungen der Sekretion unter Stressbedingungen werden nicht sichtbar. Das liegt vermutlich einerseits am raschen Abbau und andererseits an nicht ausreichender Sensitivität der Nachweisbarkeit bei sehr geringen Ausscheidungsraten. Enorme Kortisolausschüttungen konnten bei Piloten im Flugsimulator durch stündliche Speichelproben sehr gut verifiziert werden. Die dabei vorliegenden Belastungen waren ausschließlich psychischer Natur [8].

Bei den Flugbegleiterinnen der Business und der First Class war der Unterschied zu den Basisdaten nur punktuell zu beobachten. Der Vergleich zwischen den beiden Altersgruppen (25-30 Jahre und 30-35 Jahre) ließ keine großen Unterschiede erkennen. Die Arbeit in der entsprechenden Serviceklasse war der ausschlaggebende Grund für die signifikanten Unterschiede in den Daten und lassen auf eine höhere Arbeitsbelastung schließen.

Die Unterschiede in der Aufgabenstellung von Cockpit- und Kabinenpersonal spiegeln sich in der Belastung und Beanspruchung wider. Die Führung und Überwachung des Flugzeugs und seiner Systeme ist primäre Aufgabe der Cockpitbesatzung, die damit einer physisch wenig herausfordernden Arbeit, dabei aber um so mehr einer hohen mentalen, aber auch monotonen Arbeit nachgehen (sofern die Routen durch gut funktionierende Leitsysteme – wie auf dem Nordatlantik – gekennzeichnet

sind). Die Flugbegleiter haben sich vor Ort mit den Passagieren, deren Komfort und deren Sicherheit, aber auch deren sehr unterschiedlichem Verhalten auseinanderzusetzen. Hier stehen die körperlichen und psychischen Komponenten der Belastung und Beanspruchung im Vordergrund. Wichtige Faktoren, die in beiden Berufsgruppen (Flugbegleiter und Piloten) in ähnlicher Weise zur Belastung und Beanspruchung beitragen, sind das Umfeld bzw. die Umwelt. Dazu gehört die unregelmäßige Arbeitszeit infolge der transmeridianen Einsätze, die sich in Störungen der zirkadianen Rhythmik und durch Veränderungen im Schlaf-Ruhe-Zyklus bemerkbar machen. Diese werden durch den Vergleich der Ergebnisse entsprechender Untersuchungen an den Flugbegleitern mit denen der Piloten bei vergleichbaren Einsatzzeiten und Einsatzorten bestätigt. So sind die Verschiebungen der zirkadianen Rhythmik (Akrophasen) in beiden Gruppen durchaus ähnlich. Das Schlafverhalten lässt ebenfalls keine besonderen Unterschiede zwischen beiden Gruppen erkennen. Weitere wesentliche Faktoren, die zur Belastung und Beanspruchung der Flugbegleiter beitragen, die sich aber von denen der Piloten unterscheiden, sind die Arbeitsbedingungen und das Arbeitsumfeld während der Flugdienste an Bord. Die physische Belastung der Flugbegleiter ist hoch. Dieses drückt sich einerseits in der allgemeinen Bewertung aus, die als „schwer bis besonders belastend“ von 85 % der Flugbegleiterinnen für den Rückflug und von noch immerhin 54 % für den Hinflug bezeichnet wird, andererseits durch die Ergebnisse aus den EKG-Aufzeichnungen, die die Bordtätigkeit als mittelschwere bis schwere Arbeit erscheinen lassen, wobei eine Differenzierung nach Serviceklassen notwendig ist. Weitere Indizien für die Beanspruchung ergeben sich aus den regelmäßigen Bewertungen zur Ermüdung, Wachheit, Spannung und Arbeitsbelastung während der Flugdienste, die sich von den Bewertungen des Cockpit-Personals zum Teil erheblich unterscheiden. So steigt z.B. die

Mittelwertkurve zur Ermüdung im 2- und 3-Mann Cockpit nicht über 12 Punkte an (individuelle Bewertungen allerdings durchaus) [33, 39, 41, 42, 55], während bei den Flugbegleitern insbesondere während der Rückflüge Mittelwerte von bis zu 16 Punkten erreicht werden (0 = sehr wach, 20 = sehr müde; 17-20 Punkte: starke Müdigkeit; beim Cockpit-Personal wird Flugdienst nicht empfohlen (Samn und Pirelli, [44])). Auch die subjektive Arbeitsbelastung ist bei vergleichbaren Umläufen über weite Strecken des Flugdienstes um ca. 50 Punkte (NASA-TLX: 0 = sehr niedrig, 300 = sehr hoch) bei den Flugbegleiterinnen gegenüber dem Cockpit-Personal erhöht [42]. Neben den Umweltfaktoren, die für beiden Gruppen ähnlich sind, ist daher die Arbeitsweise der Flugbegleiterinnen zusätzlich belastend. Während die Befunde aus den Blutdruck-, Herzfrequenzmessungen und den Befragungen eine erhöhte Belastung und Beanspruchung bei den Flugbegleiterinnen indizieren, sprechen die Ergebnisse aus den Untersuchungen des Stresshormones Kortisol nicht für eine überhöhte Beanspruchung. Diese Befunde lassen sich dahingehend interpretieren, dass die Arbeit unter den in dieser Studie untersuchten Bedingungen zwar anstrengend, aber nicht außergewöhnlich schwer ist. Eine gewisse Differenzierung – wie vorher erwähnt – ist zwischen den Serviceklassen zu machen. Die meisten untersuchten Parameter (Herzfrequenz, Blutdruck, Arbeitsbelastung (NASA-TLX und Gesamtbelastung), Spannung) deuten darauf hin, dass die Tätigkeit in der Economy Class mehr beansprucht als die in den beiden anderen Serviceklassen. Es kann vermutet werden, dass einerseits der Arbeitsdruck in dieser Klasse höher als in den beiden anderen ist, andererseits die Erfahrung und die Routine mit Passagieren umzugehen, durch das geringere Dienstalder (und Lebensalter) noch nicht so ausgeprägt ist wie bei den Flugbegleiterinnen der First und der Business Class.

7 Schlussfolgerungen / Empfehlungen

Die vorliegende Studie ist die erste Untersuchung, bei der sowohl physiologische als auch psychologische Verfahren kontinuierlich vor einem transmeridianen Umlauf, während der Flüge und des Layovers und nach dem Umlauf bei Flugbegleiterinnen angewendet wurden, um die zirkadiane Rhythmik, das Schlaf-Wach-Verhalten in Folge von Zeitzonenflügen sowie die Belastung und Beanspruchung während der Flugdienste zu erfassen.

Die Untersuchungen wurden an 44 Flugbegleiterinnen (Alter: 24 bis 38; \bar{x} =31,26 Jahre, sd =4,00 Jahre) auf einer für den Langstreckenverkehr typischen Strecke unter Routine-bedingungen durchgeführt. Die Dauer der Arbeitszeit (Hinflug ca. 12:40 h, Rückflug ca. 11:30 h) bewegt sich im obersten Bereich der derzeit in Deutschland erlaubten Flugdienstzeiten. Der Auslastungsfaktor der überwiegend im Frühling, Sommer und Herbst untersuchten Flüge betrug mehr als 80 %, zum Teil über 90 %, so dass diese Flüge überdurchschnittliche Service-Anforderungen an das Kabinenpersonal stellten. Durch das Untersuchungsdesign (Beginn der Studie drei Tage vor Beginn des jeweiligen Umlaufs) standen den untersuchten Flugbegleiterinnen vor ihrem Einsatz 3 Tage Ruhezeit zur Verfügung. Im normalen Einsatzbetrieb kann diese Ruhezeit allerdings auch deutlich kürzer ausfallen.

Die Ergebnisse und Befunde der Studie lassen erkennen, dass unter den untersuchten Bedingungen (1) Unterschiede zwischen den Daten der Kontrollmessungen und den Werten, die während der Flüge und nach dem Umlauf erfasst wurden, vorhanden sind, (2) die subjektiven Einschätzungen der Flugbegleiterinnen Unterschiede zwischen dem Hin- und dem Rückflug zeigen, (3) die physiologischen Messdaten des Hin- und Rückfluges keine deutlichen Unterschiede aufweisen, (4) sich die Daten der einzelnen Kabinenklassen voneinander unterscheiden,

(5) keine extremen Verschiebungen der zirkadianen Rhythmik auftreten, (6) das Schlaf-Wach-Verhalten den für derartige Einsätze typischen Verlauf nimmt, (7) die Ermüdung in bestimmten Flugabschnitten sehr hohe Werte annimmt, (8) die Belastung und Beanspruchung hoch ist.

Bei der überwiegenden Anzahl der gemessenen (subjektiven und objektiven) Parameter konnten sowohl auf dem Hin- als auch auf dem Rückflug erhöhte Werte im Vergleich zu den Kontrolldaten zu Hause beobachtet werden. Die Mehrheit empfand den Rückflug (SFO-FRA) belastender als den Hinflug (FRA-SFO). Die subjektiven Einschätzungen der Ermüdung, der Schläfrigkeit und der Wachheit fielen während des Rückflugs signifikant schlechter aus als während des Hinflugs. Bei der Beurteilung der Arbeitsbelastung waren keine konstanten Unterschiede zwischen beiden Flügen zu erkennen. Während der Flüge unterschieden sich die physiologischen Daten der Flugbegleiterinnen im Mittel nur selten voneinander. Die Beurteilung der vorliegenden Daten ergab, dass die Flugbegleiterinnen der Economy Class bei fast allen Parametern erhöhte Werte im Vergleich zu den Basisdaten (zu Hause) und denen der anderen beiden Serviceklassen zeigten.

Die Verschiebung der zirkadianen Rhythmik durch den zweimaligen transmeridianen Flug war gering; jedoch trat eine Verminderung der zirkadianen Amplituden ein. Allerdings kann angenommen werden, dass diese Störungen durch die gesetzlich festgelegte, nach Zeitzoneflügen verlängerte Ruhezeit ausreicht, in den normalen Rhythmus zu gelangen.

Das mittlere Schlaf-Wach-Verhalten direkt vor dem Umlauf, während des Layovers und nach dem Umlauf ist typisch für transmeridiane Flüge, deren Hinflug in Richtung Westen am Tag und deren Rückflug in Richtung Osten in der Nacht erfolgen. Als Empfehlung für eine gute Vorbereitung auf den Hinflug kann gegeben werden, dass der Schlaf in der Nacht vor dem

Hinflug seine normale Länge haben sollte; das kann durch Vorverlegen der Schlafperiode geschehen. Die dazu notwendige Disziplin kann bei einigen Flugbegleiterinnen noch verbessert werden. Besonders problematisch ist die Verteilung der Schlafperioden während des 48-stündigen Layovers. Um den Dienst (Rückflug) möglichst ausgeruht anzutreten, ist es empfehlenswert, die Schlafzeiten so einzurichten, dass die Zeit zwischen Schlafende und Dienstbeginn möglichst kurz ist. Sofern das wegen der „inneren Uhr“ nicht möglich ist, sollte eine Kurzschlafperiode (Nap) vor dem Rückflug genommen werden. Beide Maßnahmen sind geeignet, während des folgenden Flugdienstes die Müdigkeit zu vermindern. Bei einer Layoverzeit von 48 Stunden kann man den Schlaf den individuellen Bedürfnissen (zirkadiane Rhythmik, Erholung vor dem Rückflug) besser anpassen als bei einer kürzeren Layoverzeit (z.B. 24 Stunden).

Die an Bord vorhandenen Schlafmöglichkeiten sollten unbedingt genutzt werden, um die während des Nachtflugs (aber auch während des Tagesflugs) auftretende Ermüdung abbauen zu können. Diese Möglichkeit wurde in dieser Studie auf dem Hinflug zu ca. 1 Stunde und auf dem Rückflug zu ca. 1,5 Stunden genutzt. Trotzdem traten auf dem Rückflug Ermüdungswerte auf, die erheblich über den von Piloten angegebenen Werten lagen. Es ist daher nicht auszuschließen, dass auf Grund dieser extrem hohen Werte Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeit des Kabinenpersonals eintreten, die – wenn der Flug plan- und routinemäßig verläuft – zu Unachtsamkeiten im Service führen können, aus denen sich aber auch – sofern besondere oder Notsituationen auftreten – sicherheitsrelevante Probleme ergeben könnten. Speziell während des Rückflugs sollte darauf geachtet werden, dass die Ruhezeiten an Bord strikt eingehalten werden können.

Nach dem Rückflug halten fast alle Flugbegleiterinnen einen Mittagsschlaf (Nap), der im Mittel dreieinhalb Stunden (Minimum:10 Minuten; Maximum

9:55 Stunden) dauert. Bei diesem Nap sollte man darauf achten, sich nicht zu spät hinzulegen und nicht zu lange zu schlafen (maximal 2-3 Stunden). Am Abend sollte man sein Schlafverhalten möglichst schnell wieder an die deutsche Zeit anpassen.

Längere Autofahrten sollten nach derartigen Umläufen (vorheriger langer Nachtdienst) vermieden werden, da durch die starke Ermüdung das Risiko für Unfälle erhöht wird.

Mehr als die Hälfte der Flugbegleiterinnen beklagte "negative Einflüsse" während der Flüge. Als hauptsächliche Faktoren wurden "Ärger mit Kollegen" und "Ärger mit Ablauf/Organisation" angegeben. Eine genauere Analyse dieser Faktoren könnte eine Verminderung des Konfliktpotenzials bewirken.

Die Belastung und Beanspruchung des Kabinenpersonals durch die Tätigkeit ist hoch. Die Arbeit kann, differenziert nach Serviceklassen, als mittelschwer bis schwer beurteilt werden. Allerdings gibt es – von sehr wenigen Einzelfällen abgesehen – im Mittel keine Überlastung der Flugbegleiterinnen durch den Flugdienst, die sich durch einen Anstieg des Stresshormons Kortisol oder längere Phasen mit deutlich erhöhten Herzfrequenzen offenbaren würde.

Insbesondere die Mitarbeiterinnen in der Economy Class leisten – im Vergleich zu den beiden anderen Serviceklassen – schwere Arbeit, demonstriert durch eine ständig akut erhöhte Herzfrequenz. Eine Verstärkung des Personals in diesem Bereich könnte zu einer Entlastung und zu einer geringeren Beanspruchung führen und sollte daher in Erwägung gezogen werden.

Die Untersuchung eines typischen transmeridianen Umlaufs leistet einen Beitrag zu einer Bewertung der vorgefundenen Arbeits- und Umweltsituation. Sie kann nur über kurzfristige Effekte Auskunft geben,

führt allerdings zu Schlussfolgerungen und Empfehlungen, die für viele ähnliche Arbeitsbedingungen gleichfalls gelten.

Um Aussagen über mittel- und langfristige (z.B. 4 Wochen, 3 Monate) Auswirkungen anstellen zu können, die neben den kurzfristigen Relevanz für Flugdienst- und Ruhezeitenregelungen haben, die z.Zt. zur Harmonisierung in Europa diskutiert werden, erscheint es notwendig, weitere, längerfristig angelegte Untersuchungen durchzuführen.

8 Literatur

1. Aschoff J (1978) Problems of re-entrainment of circadian rhythms: Asymmetry effects, dissociation and partition. In: Assenmacher J, Farner DS (eds.) *Environmental Endocrinology*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York: 172–181.
2. Aschoff J (1978) Circadian rhythms within and outside their ranges of entrainment. In: Assenmacher J, Farner DS (eds.) *Environmental Endocrinology*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York: 185–195.
3. Asterita MF (1985) *The Physiology of Stress*. Human Sciences Press Inc., New York.
4. Bassett JR, Spillane R (1987) Urinary cortisol excretion and mood ratings in aircraft cabin crew during a tour of duty involving a disruption in circadian rhythm. *Pharmacol Biochem & Behavior* 27, 413-420.
5. Carskadon MA, Dement WC (1982) Nocturnal determinants of daytime sleepiness. *Sleep* 5: S73-S81.
6. Everitt BS (1998) *The Cambridge Dictionary of Statistics*. Cambridge University Press, Cambridge.
7. Filaire E, Duche P, Lac G, Robert A (1996) Saliva cortisol, physical exercise and training: Influences of swimming and handball on cortisol concentrations in women. *Europ J Appl Physiol Occupat Physiol* 74: 274-278.
8. Fricke H, Brämer E, Ahornegger R (1999) Spezifikation und Durchführung einer Versuchsreihe mit dem Antihypertensivum Moxonidin zur Prüfung auf Tauglichkeit für Flugzeugführer. *Endbericht Zentrum für Flugsimulation, Berlin*.
9. Gonska BD, Heinecker R (1999) *EKG in Klinik und Praxis*. Thieme Verlag, Stuttgart, New York (14. Auflage).
10. Hahn HJ (1998) *Checkliste Innere Medizin*. Reihe „Checklisten der aktuellen Medizin“, Thieme Verlag.
11. Hart SG, Staveland LE (1988) Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In: PA Hancock , N Meshkati (eds): *Human Mental Workload*. North Holland, Amsterdam, pp 139 – 183.

12. Haugli L, Skogstad A, Hellesoy OH (1994) Health, sleep, and mood perceptions reported by airline crews flying short and long hauls. *Aviat. Space Environ. Med.* 65: 27-37.
13. Hernandez G (1999) Time series, periodograms, and significance. *Journal of Geophysical Research* 104: 10355-10368
14. Hoddes E, Zarcone VP, Smythe H, Philips R, Dement WC (1973) Quantification of sleepiness: A new approach. *Psychophysiology* 10: 431-436.
15. Hucklebridge FH, Clow A, Abeyguneratne T, Huezio-Diaz P, Evans P (1999) The awakening cortisol response and blood glucose levels. *Life Sci* 64: 931-937.
16. Kakimoto Y, Nakamura A, Tarui H, Nagasawa Y, Yagura S (1988) Crew workload in JASDF C-1 transport flights: I. Change in heart rate and salivary cortisol. *Aviat. Space Environ. Med.* 59: 511-516.
17. Kirschbaum C, Straßburger CJ, Jammers W, Hellhammer DH (1989) Cortisol and behavior: 1. Adaptation of a radioimmunoassay kit for reliable and inexpensive salivary cortisol determination. *Pharmacol, Biochem & Behavior* 34: 747-751.
18. Kirschbaum C, Wuest S, Hellhammer D (1992) Consistent sex differences in cortisol responses to psychological stress. *Psychosomat Med* 54: 648-657.
19. Klein KE, Wegmann HM (1980) Significance of circadian rhythms in aerospace operations. NATO-AGARDograph N° 247, Neuilly-sur-Seine.
20. Landgraf H, Rose D.-M., Aust PE (1996) *Flugreisemedizin*. Blackwell, Berlin Wien.
21. Löllgen H (1983) *Kardiopulmonale Funktionsdiagnostik*. Ciba-Geigy, Wehr/Baden.
22. Lowden A, Akerstedt T (1998) Sleep and wake patterns in aircrew on a 2-day layover on westward long distance flights. *Aviat. Space Environ. Med.* 69: 596-602.

23. Lowden A, Akerstedt T (1999) Eastward long distance flights, sleep and wake patterns in air crews in connection with a two-day layover. *J. Sleep Res.* 8, 15-24.
24. Makowiec-Dabrowska T (1994) Stress and strain during work among women performing different work tasks. *International Journal of Occupational and Environmental Health* 7: 323-343.
25. Mullany DJ, Kripke DF, Fleck PA, Johnson LC (1983) Sleep loss and nap effects on sustained continuous performance. *Psychophysiology* 20: 643-651.
26. Orth D, Kovacs D, DeBold C (1992) The adrenal cortex. In: Wilson JH & Foster DW (eds): *Williams Textbook of Endocrinology*, 8th ed., Philadelphia, W.B. Saunders Co.
27. Partinen M, Kaprio J, Koskenvuo M, Langinvainio H (1983) Sleeping habits, sleep quality and use of sleeping pills: A population study of 31,140 adults in Finland. In: Guilleminault C, Lugaresi E (eds): *Sleep/wake Disorders: Natural History, Epidemiology and Long-Term Evolution*. Raven Press, New York.
28. Pfendler C (1991) Vergleichende Bewertung der NASA-TLX-Skala bei der Erfassung von Lernprozessen. Wachtberg: Forschungsinstitut für Anthropotechnik Bericht Nr. 02.
29. Roscoe AH (1993) Heart rate as psychophysiological measure for in-flight workload assessment. *Ergonomics* 36: 1055-1062.
30. Sachs L (1997) *Angewandte Statistik*. Springer Verlag, Berlin.
31. Samel A, Wegmann HM (1987) Desynchronisation and internal dissociation in aircrew. *Ergonomics* 30: 1395–1404.
32. Samel A, Vejvoda M, Wittiber K, Wenzel J (1988) Circadian rhythms and activity-rest cycle under different CO₂ conditions. *Aviat. Space Environ. Med.* 69: 501-505.
33. Samel A, Wegmann HM (1989) Circadian rhythm, sleep and fatigue in aircrews operating on long-haul routes. In: Jensen RS (ed) *Aviation Psychology*. Aldershot, Brook-field USA, Hong Kong, Singapore, Sydney: Gower Technical, pp. 404-422.

34. Samel A, Gander Ph (1991) Light as a Chrono-biological countermeasure for long-duration space missions. NASA TM103874, NASA Ames Research Center, Moffett Field, CA.
35. Samel A, Wegmann HM, Vejvoda M, Maaß H, Gundel A, Schütz M (1991) Influence of melatonin treatment on human circadian rhythmicity before and after a simulated 9-hr time shift. *J Biol Rhythms* 6: 235 – 248.
36. Samel A, Wegmann HM, Vejvoda M, Maaß H (1993) A340 Certification Flights Minimum Crew - Route Proving. Köln-Porz, DLR-Institut für Flugmedizin, IB 316-93-01.
37. Samel A, Wegmann HM, Vejvoda M, Gundel A, Diedrich A, Drescher J, Wittiber K, Wenzel J (1994) 2-crew operations - stress and fatigue during long haul night flights. Köln-Porz: DLR-Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, IB 316-94-02.
38. Samel A, Wegmann HM, Vejvoda M (1994) Resynchronization of circadian rhythms after 9-h advance shifts by different sleep-wake cycles. *Stress Research Reports N° 248*, National Institute of Psychosocial Factors and Health, Stockholm: 120.
39. Samel A, Wegmann HM, Vejvoda M (1995) Jet lag and sleepiness in aircrew. *Journal of Sleep Research* 4 (Suppl. 2): 30-36.
40. Samel A, Wegmann HM, Vejvoda M, Wittiber K (1996) Streß und Ermüdung im Zwei-Mann-Cockpit auf Langstrecken. *Wiener Medizinische Wochenschrift* (13/14) 146: 272-276.
41. Samel A, Wegmann HM, Vejvoda M, Drescher J, Gundel A, Manzey D, Wenzel J (1997) Two-crew operations: Stress and fatigue during long-haul night flights. *Aviat. Space Environ. Med.* 68: 679-687.
42. Samel A, Wegmann HM, Vejvoda M (1997) Aircrew fatigue in long-haul operations. *Accid. Anal. and Prev.* 29(4) : 439-452.
43. Samel A, Diedrich A, Drescher J, Lorenz B, Plath G, Vejvoda M, Wenzel J (1997) Langzeitmonitoring psychophysiologischer Größen in der Flugphysiologie. *Internist* 38: 755-769.
44. Samn SW, Pirelli LP (1982) Estimating Aircrew Fatigue: A Technique with Application to Airlift Operations. Brooks AFB, TX: USAF School of Aerospace Medicine, Technical Report SAM-TR-82-21.

45. Santucci G, Boer L, Farmer E, Goeters KM, Grissett J, Schwartz E, Wetherwall A, Wilson G, Yates R (1989) Human Performance Methods. AGARDograph N° 309, NATO-AGARD, Neuilly-sur-Seine.
46. Seidel WF, Ball S, Cohen S, Patterson N, Yost D, Dement WC (1984) Daytime alertness in relation to mood, performance and nocturnal sleep in chronic insomnias and noncomplaining sleepers. *Sleep* 7: 230-238.
47. Spencer MB, Stone BM, Rogers AS, Nicholson AN (1991) Circadian rhythmicity and sleep of aircrew during polar schedules. *Aviat. Space Environ. Med.* 62: 3–13.
48. Strang G, Nguyen T (1996) *Wavelets and Filter Banks*. Wellesley-Cambridge Press, Wellesley MA.
49. Tietz NW (ed) (1995) *Clinical Guide to Laboratory Tests*. WB Saunders Co, Philadelphia (3rd ed.).
50. Torrence C, Compo GP (1998) A practical guide to wavelet analysis. *Bulletin of the American Meteorological Society* 79 (1): 61-78
51. Vejvoda M, Wegmann HM, Samel A, Jagenburg A (1993) Beanspruchung und Erholung von Hubschrauber-Piloten im Flugrettungsdienst. Köln-Porz: DLR-Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, IB 316-93-03.
52. Vejvoda M, Samel A, Gür O, Maaß H, Luks N, Wenzel J (1998) Belastung und Beanspruchung von Hubschrauberpiloten im Luftrettungsdienst. Köln-Porz: DLR-Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, IB 316-98-02.
53. Wegmann HM, Klein KE, Conrad B, Eßer P (1983) A model for prediction of resynchronization after time-zone flights. *Aviat. Space Environ. Med.* 54: 524–527.
54. Wegmann HM, Klein KE (1985) Jet-Lag and aircrew scheduling. In: Folkard S, Monk TH (eds.) *Hours of Work*. Wiley, Chichester: 263–276.
55. Wegmann HM, Gundel A, Naumann M, Samel A, Schwartz E, Vejvoda M (1986) Sleep, sleepiness, and circadian rhythmicity in aircrews operating on Transatlantic routes. *Aviat. Space Environ. Med.* 57 (12, Suppl.) : B53-B64.

9 ANHANG

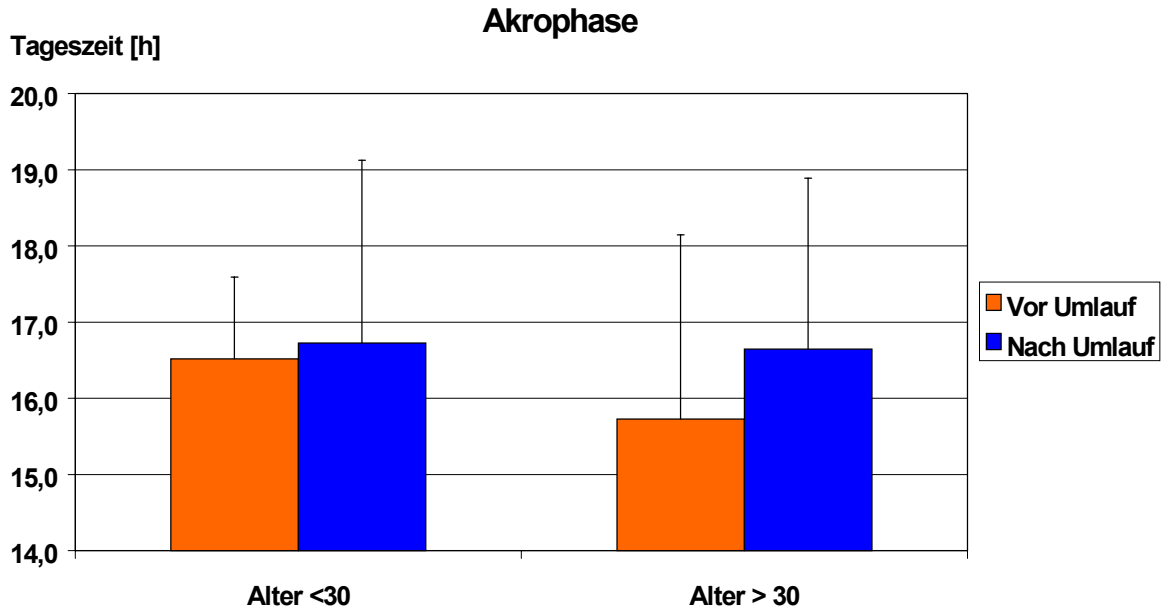


Abb. A1: Vergleich der Akrophasen der zirkadianen Rhythmik der Körpertemperatur vor und nach dem Umlauf FRA – SFO, unterteilt nach zwei Altersgruppen: Alter 25 bis 30 Jahre (Alter <30, N = 16), Alter 30 bis 35 Jahre (Alter >30, N = 27). Es gab keine signifikante Unterschiede.

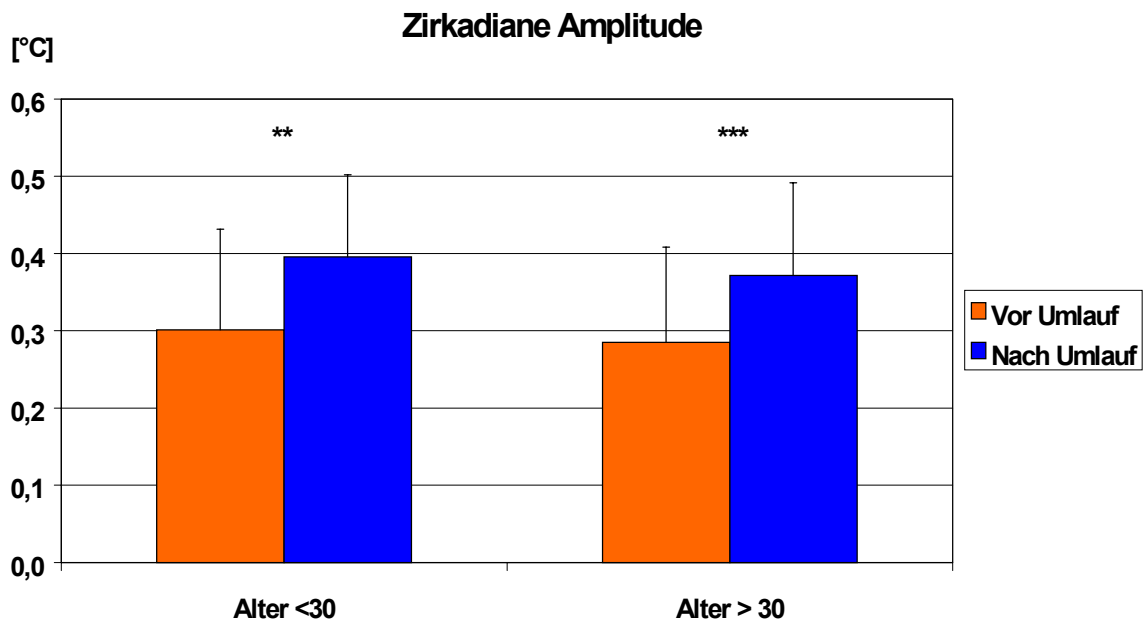


Abb. A2: Vergleich der Amplituden der zirkadianen Rhythmik der Körpertemperatur vor und nach dem Umlauf FRA – SFO, unterteilt nach zwei Altersgruppen: Alter 25 bis 30 Jahre (Alter <30, N = 16), Alter 30 bis 35 Jahre (Alter >30, N = 27). Signifikante Unterschiede sind gekennzeichnet (**: $p \leq 0,01$; ***: $p \leq 0,001$; zweiseitiger Wilcoxon-Test).

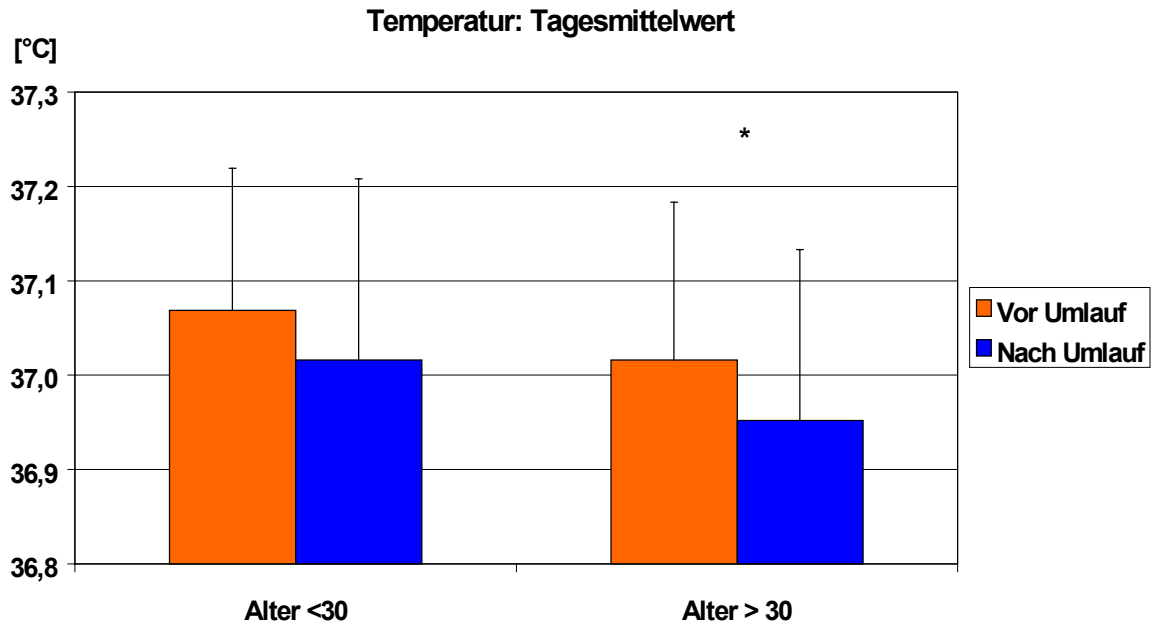


Abb. A3: Vergleich der Tagesmittelwerte der Körpertemperatur vor und nach dem Umlauf FRA – SFO, unterteilt nach zwei Altersgruppen: Alter 25 bis 30 Jahre (Alter<30, N = 16), Alter 30 bis 35 Jahre (Alter>30, N = 27). Signifikante Unterschiede sind gekennzeichnet (*: $p \leq 0,05$; zweiseitiger Wilcoxon-Test).

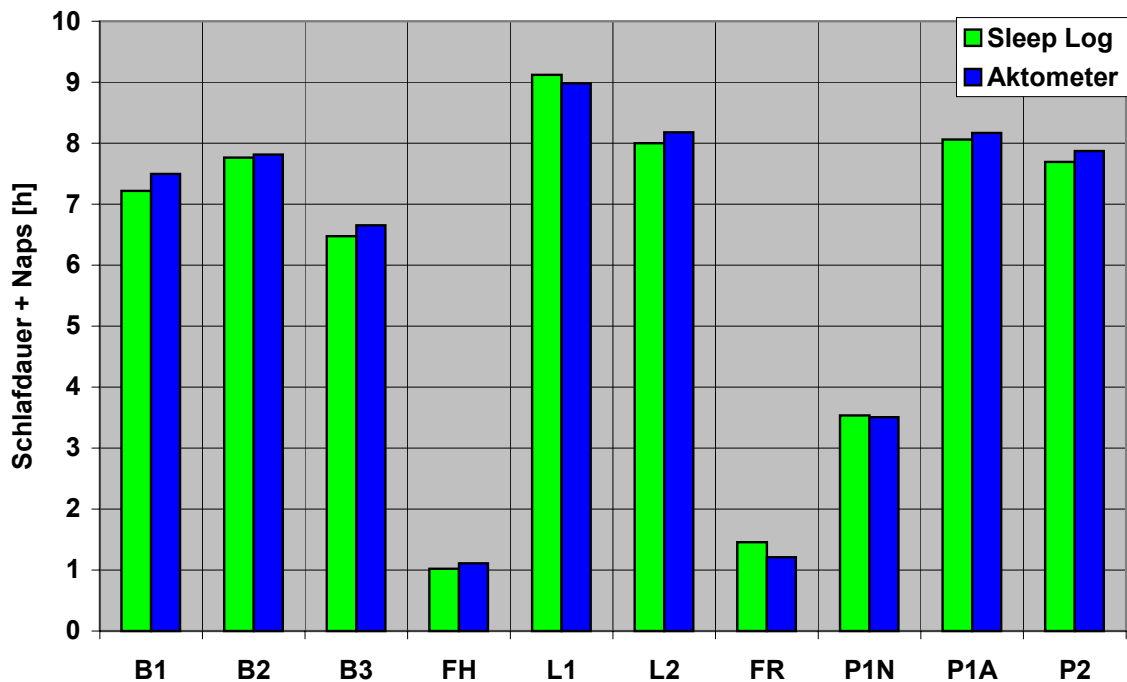


Abb. A4: Vergleich der Sleep Log- und Aktometerdaten (n=43) für die nächtliche Schlafdauer und die zusätzlichen Kurzschlafphasen (Naps) am Tag. B1-B3: Basisnächte zu Hause; FH: FRA-SFO; L1-L2: Layover San Franzisko; FR: SFO-FRA; P1N: Mittagsschlaf nach der Rückkehr am ersten Tag; P1A: erster Nachtschlaf nach der Rückkehr; P2: zweite Nacht nach der Rückkehr.

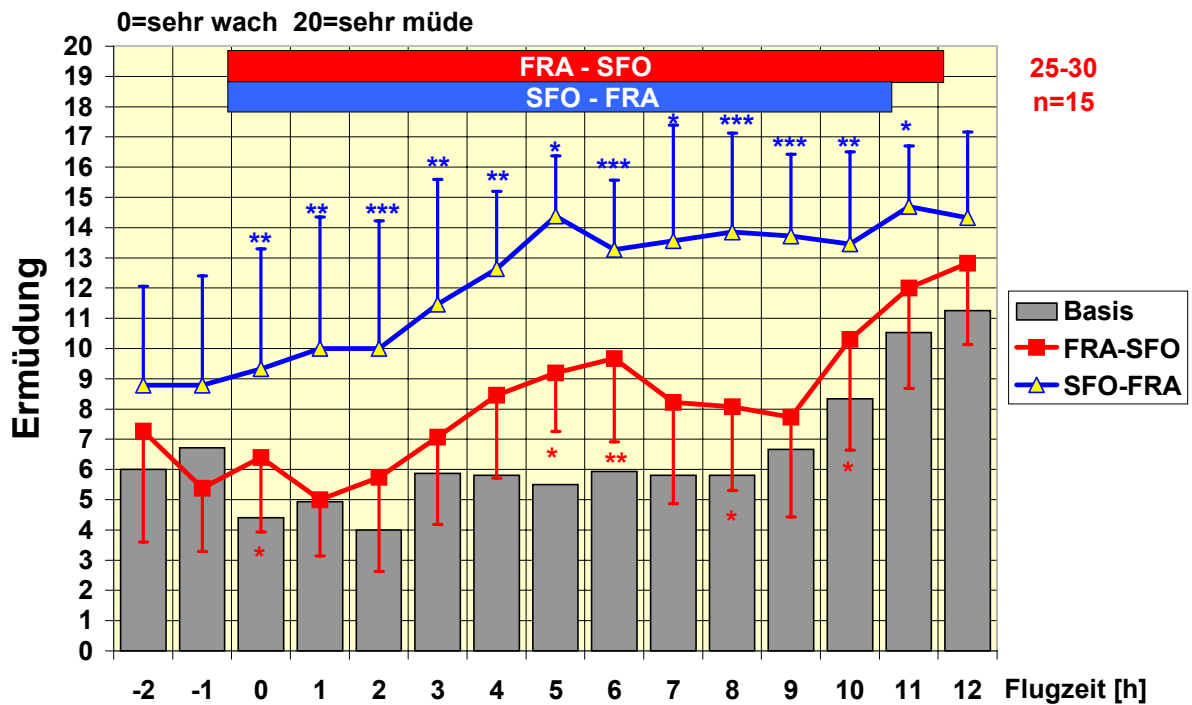


Abb. A5: Subjektive Angaben zur Ermüdung: Altersgruppe 25-30 Jahre (n=15). Basisdaten zu Hause, FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd).

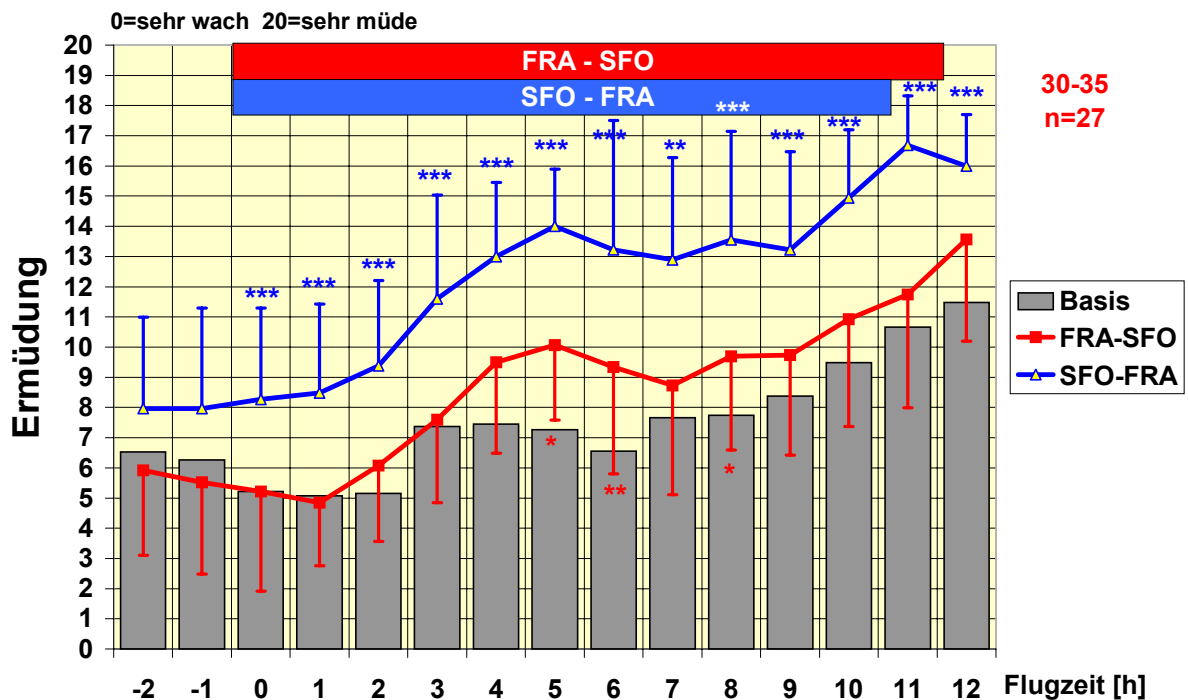


Abb. A6: Subjektive Angaben zur Ermüdung: Altersgruppe 30-35 Jahre (n=27). Basisdaten zu Hause, FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd).

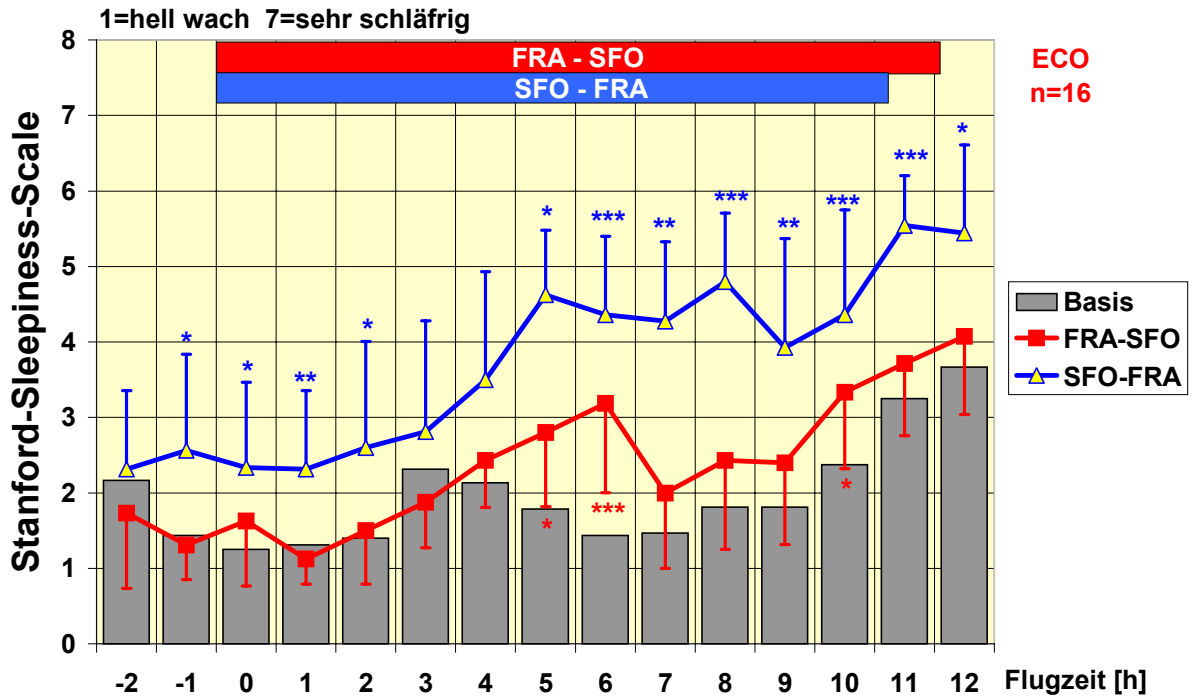


Abb. A7: Subjektive Angaben der Economy Class (n=16) zur Schläfrigkeit. Basisdaten zu Hause, FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd).

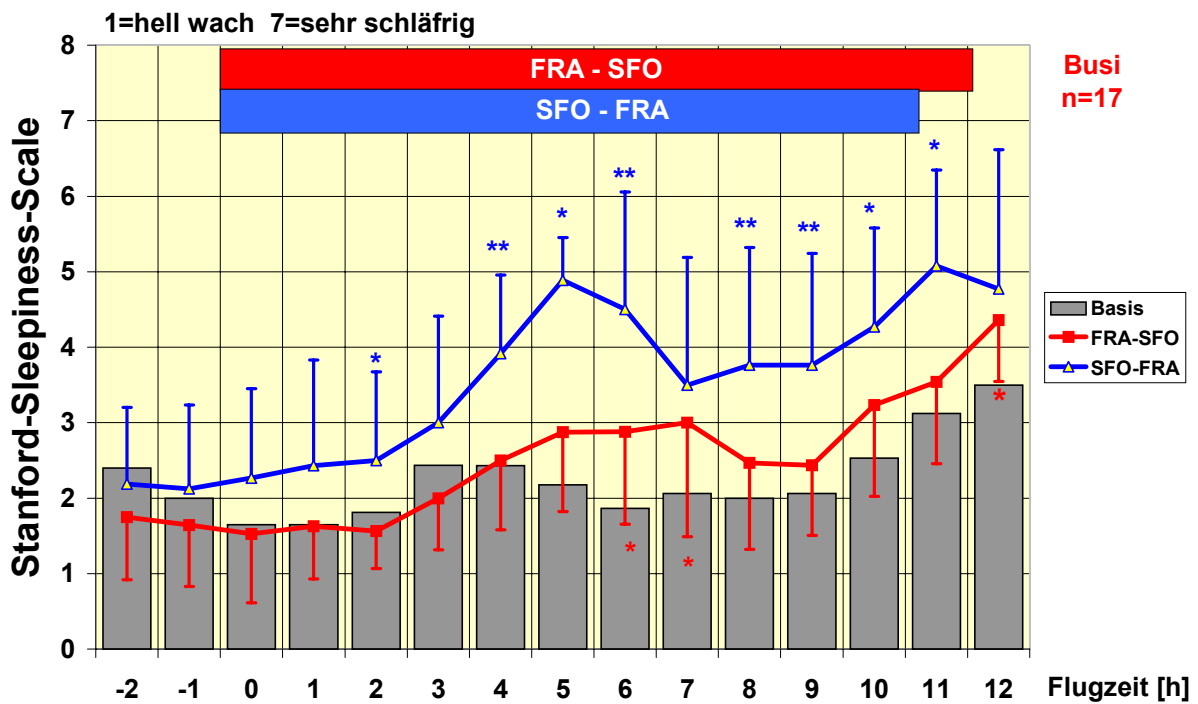


Abb. A8: Subjektive Angaben der Business Class (n=17) zur Schläfrigkeit. Basisdaten zu Hause, FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd).

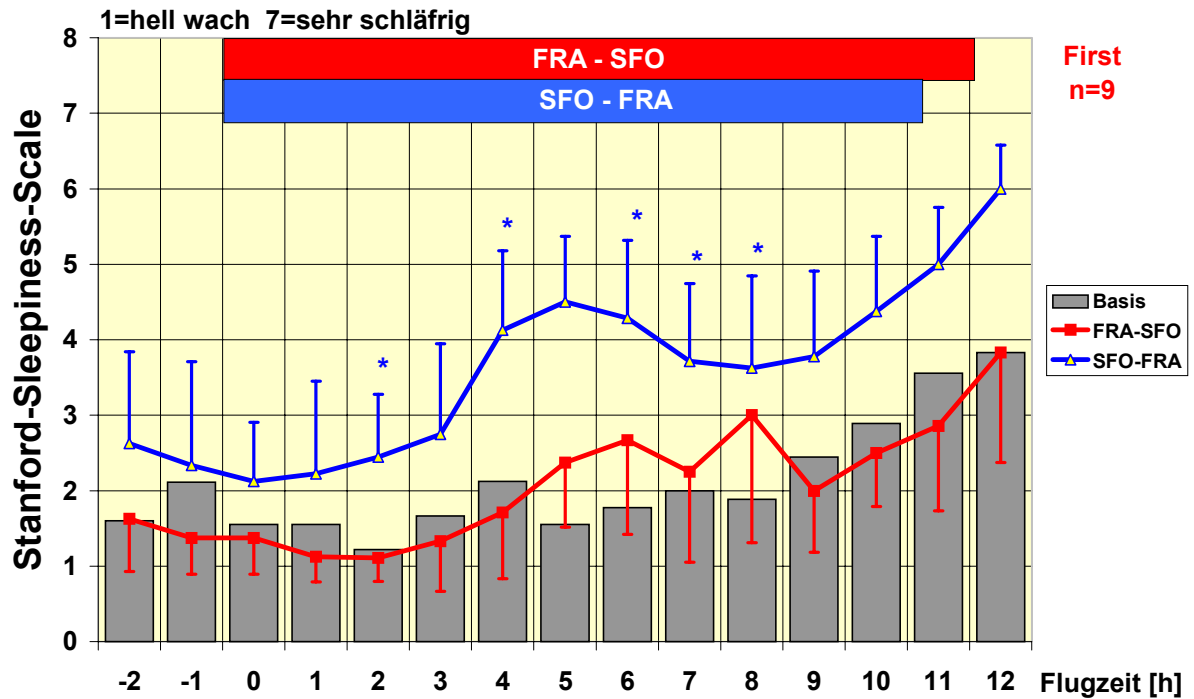


Abb. A9: Subjektive Angaben der First Class (n=9) zur Schläfrigkeit. Basisdaten zu Hause, FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd).

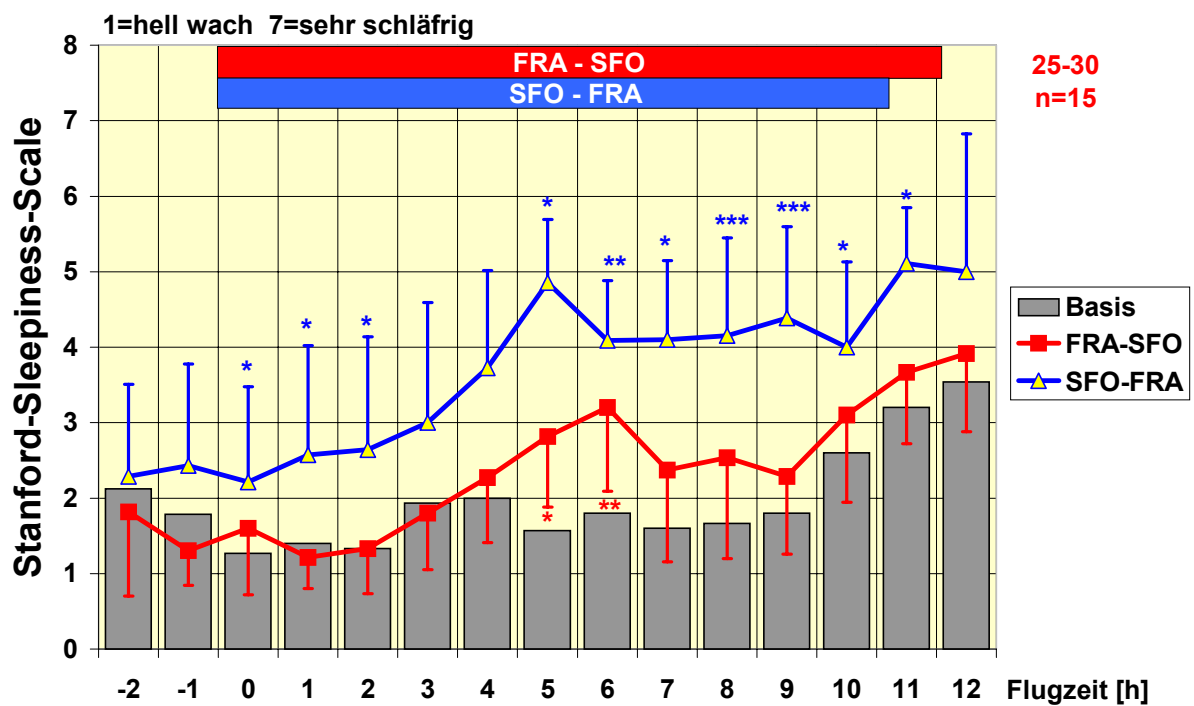


Abb. A10: Subjektive Angaben der Altersklasse 25-30 Jahre (n=15) zur Schläfrigkeit. Basisdaten zu Hause, FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd).

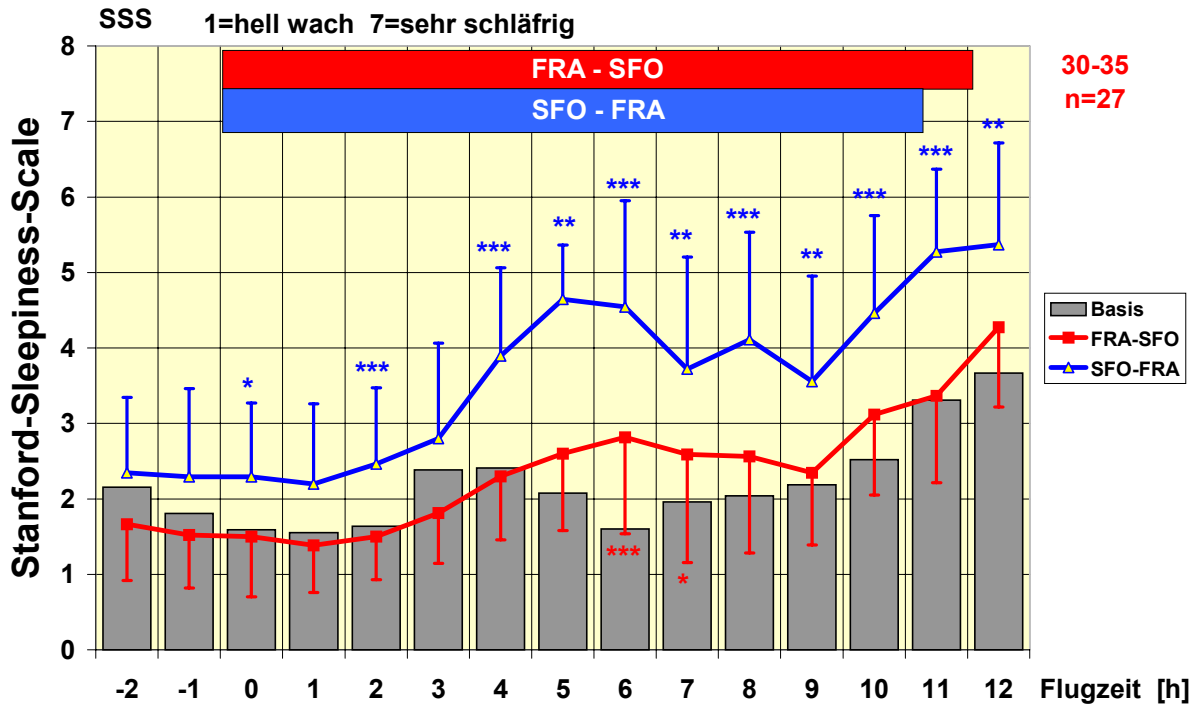


Abb. A11: Subjektive Angaben der Altersklasse 30-35 Jahre (n=15) zur Schläfrigkeit. Basisdaten zu Hause, FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd).

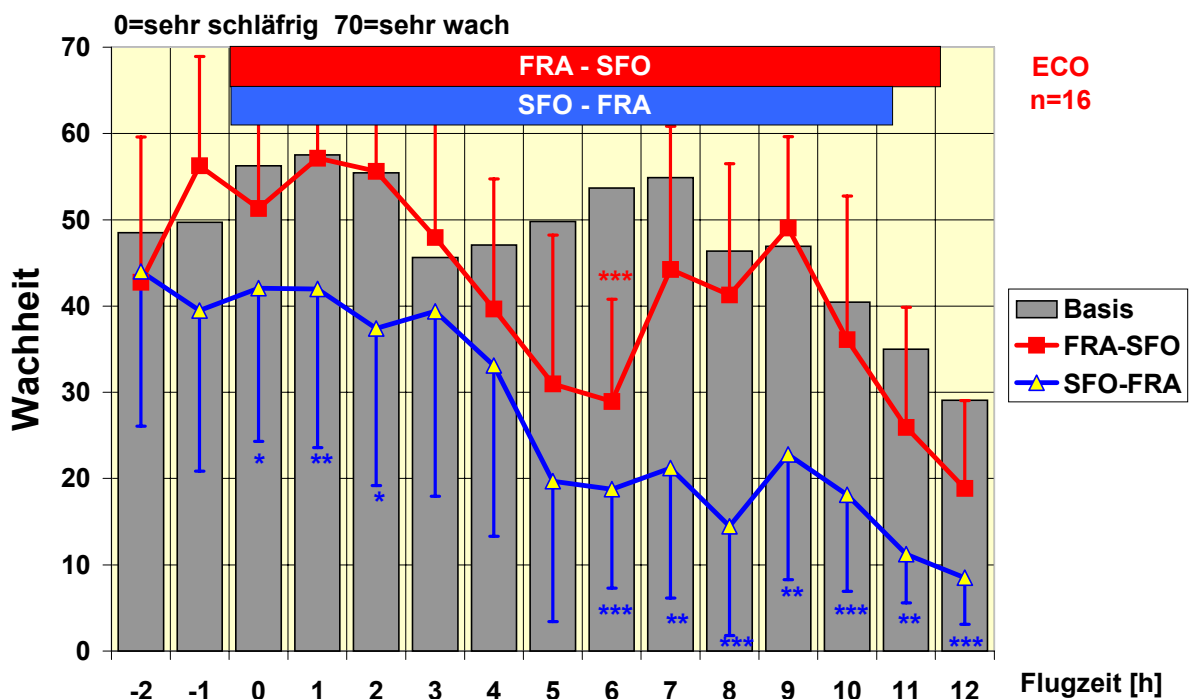


Abb. A12: Subjektive Angaben der Economy Class (n=16) zur Wachheit. Basisdaten zu Hause, FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd).

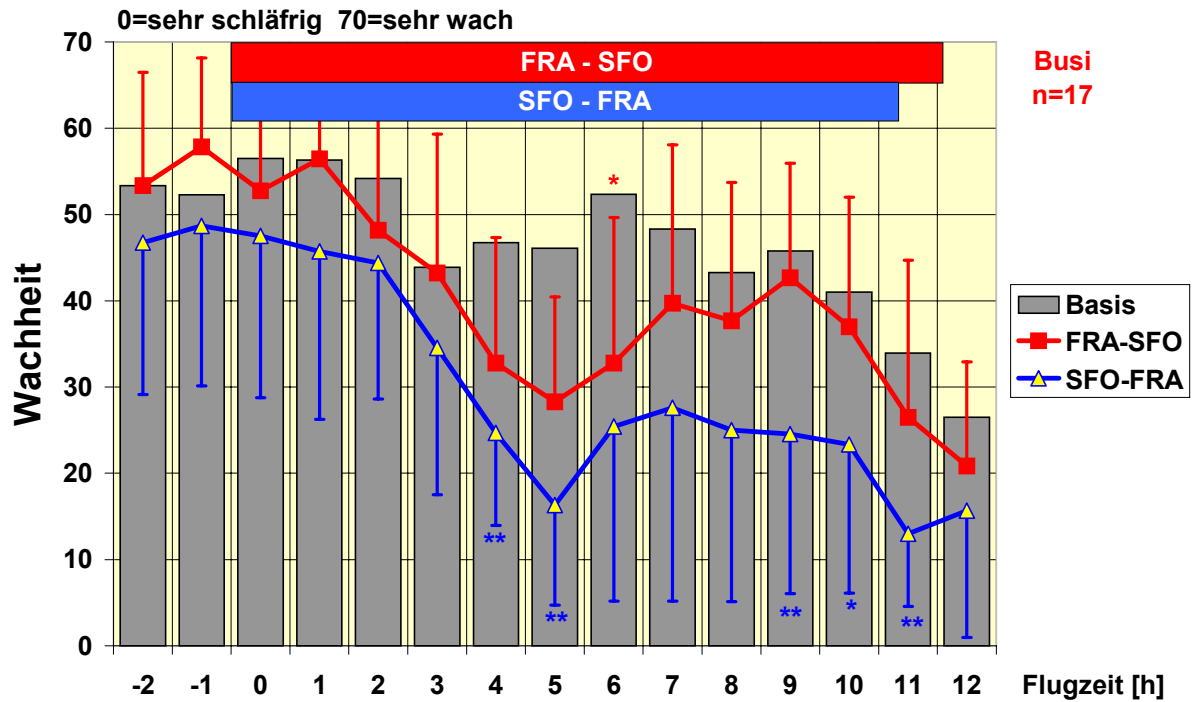


Abb. A13: Subjektive Angaben der Business Class (n=17) zur Wachheit. Basisdaten zu Hause, FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd).

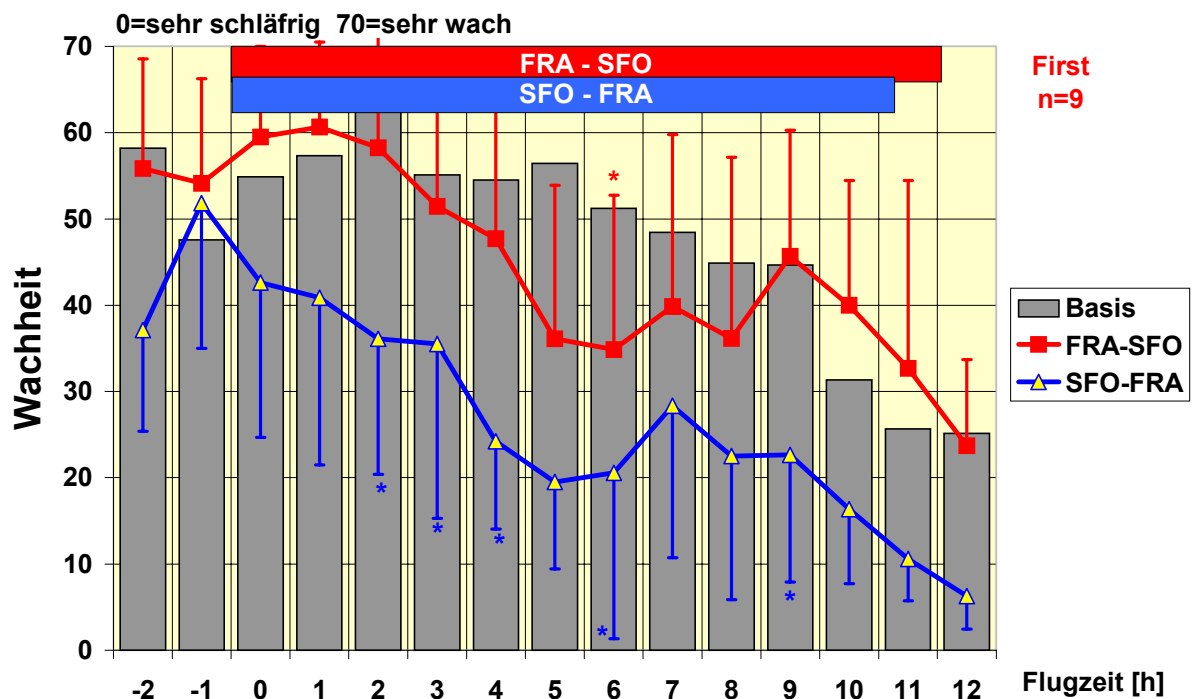


Abb. A14: Subjektive Angaben der First Class (n=9) zur Wachheit. Basisdaten zu Hause, FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd).

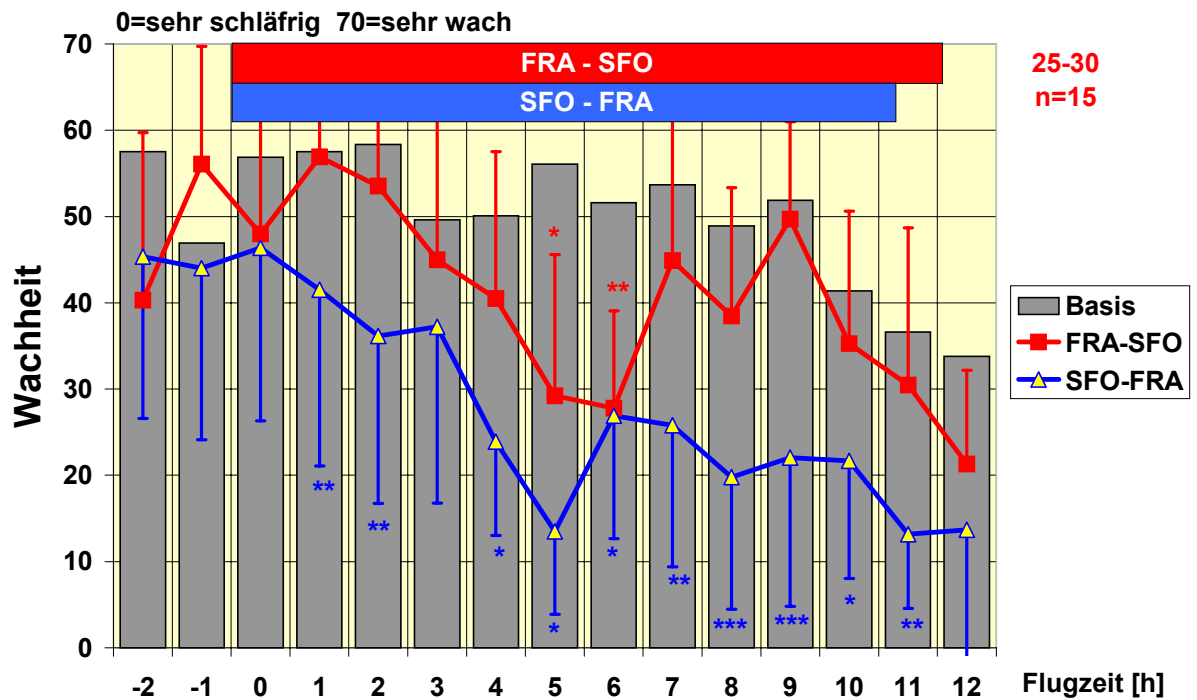


Abb. A15: Subjektive Angaben der Altersklasse 25-30 Jahre (n=15) zur Wachheit. Basisdaten zu Hause, FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd).

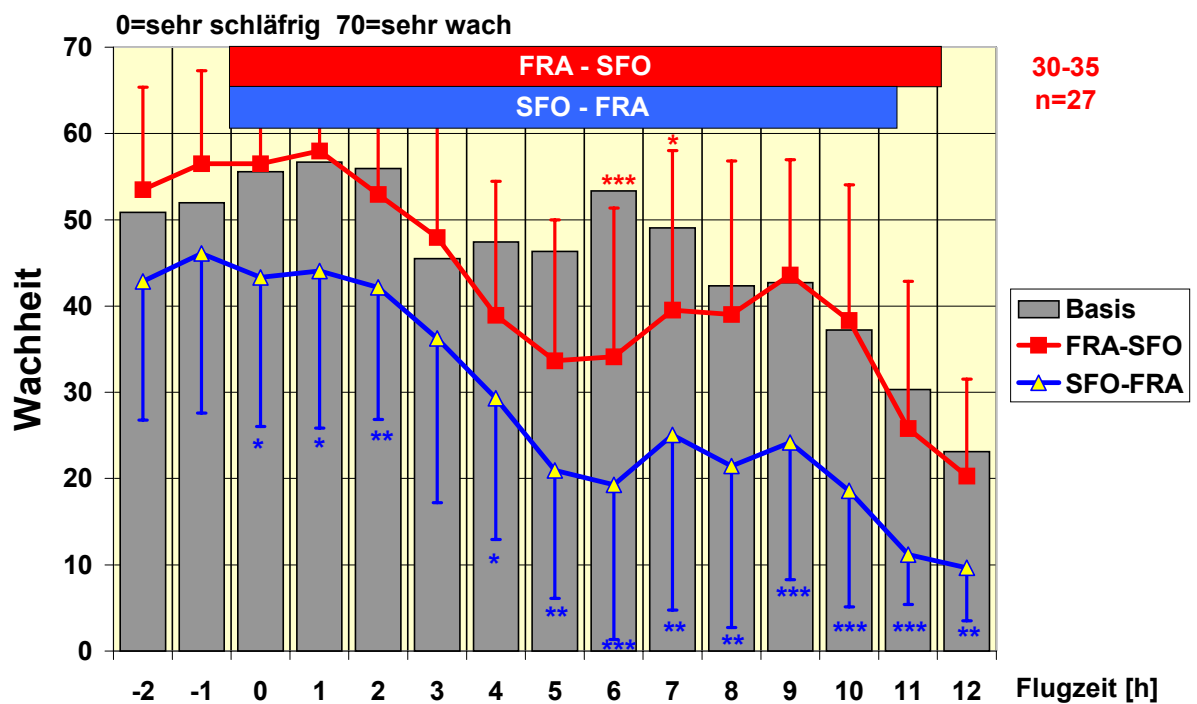


Abb. A16: Subjektive Angaben der Altersklasse 30-35 Jahre (n=27) zur Wachheit. Basisdaten zu Hause, FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd).

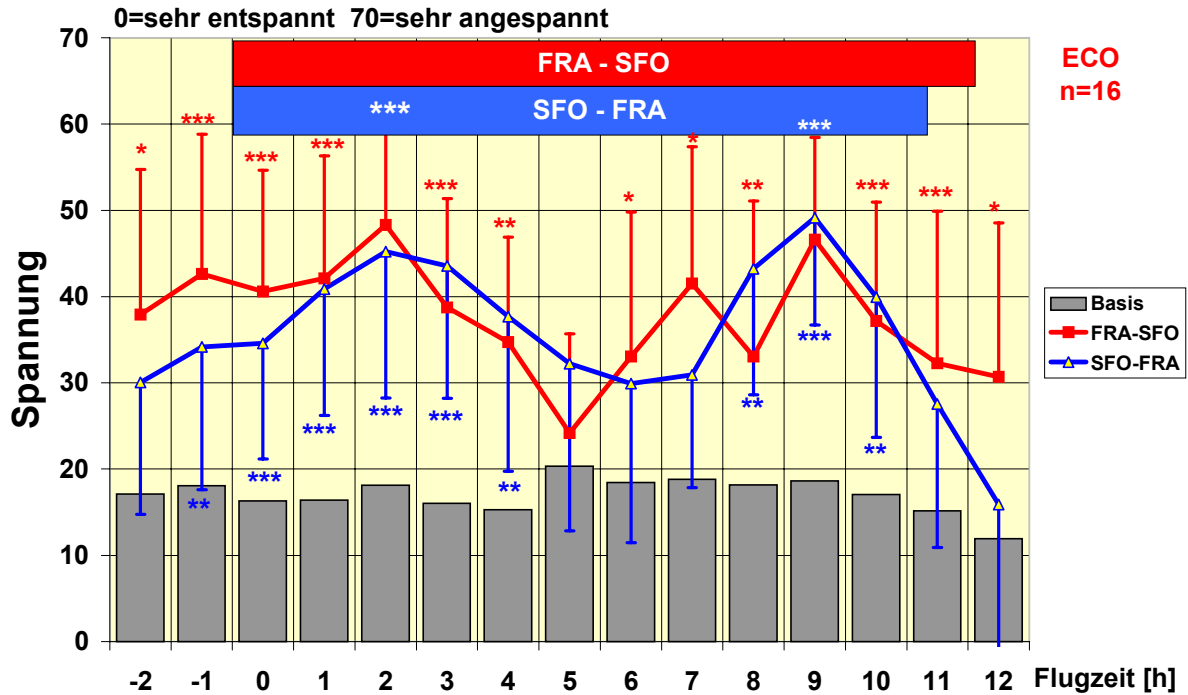


Abb. A17: Subjektive Angaben der Economy Class (n=16) zur Spannung. Basisdaten zu Hause, FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd).

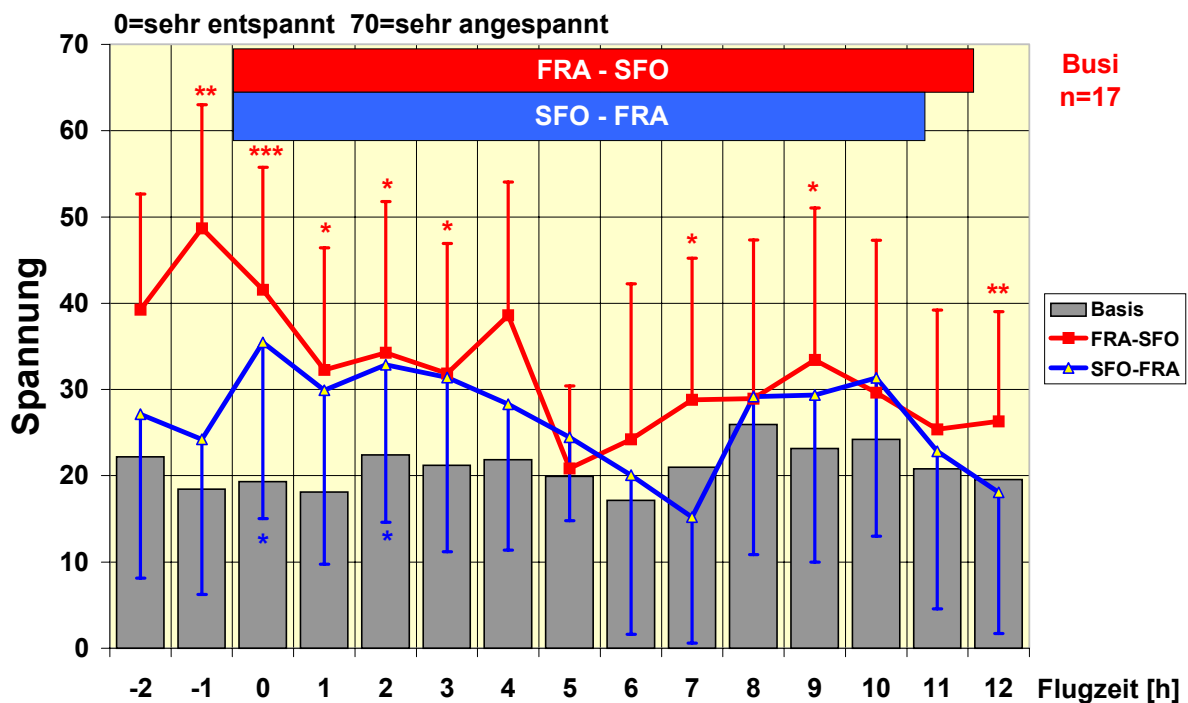


Abb. A18: Subjektive Angaben der Business Class (n=17) zur Spannung. Basisdaten zu Hause, FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd).

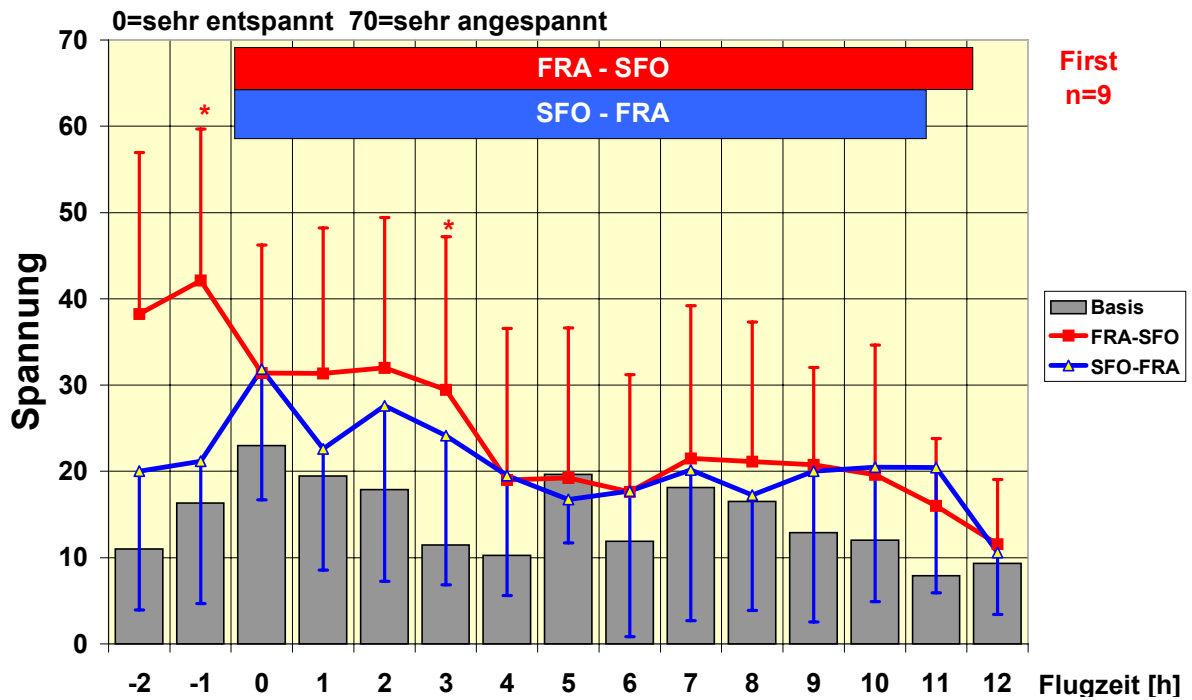


Abb. A19: Subjektive Angaben der First Class (n=17) zur Spannung. Basisdaten zu Hause, FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd).

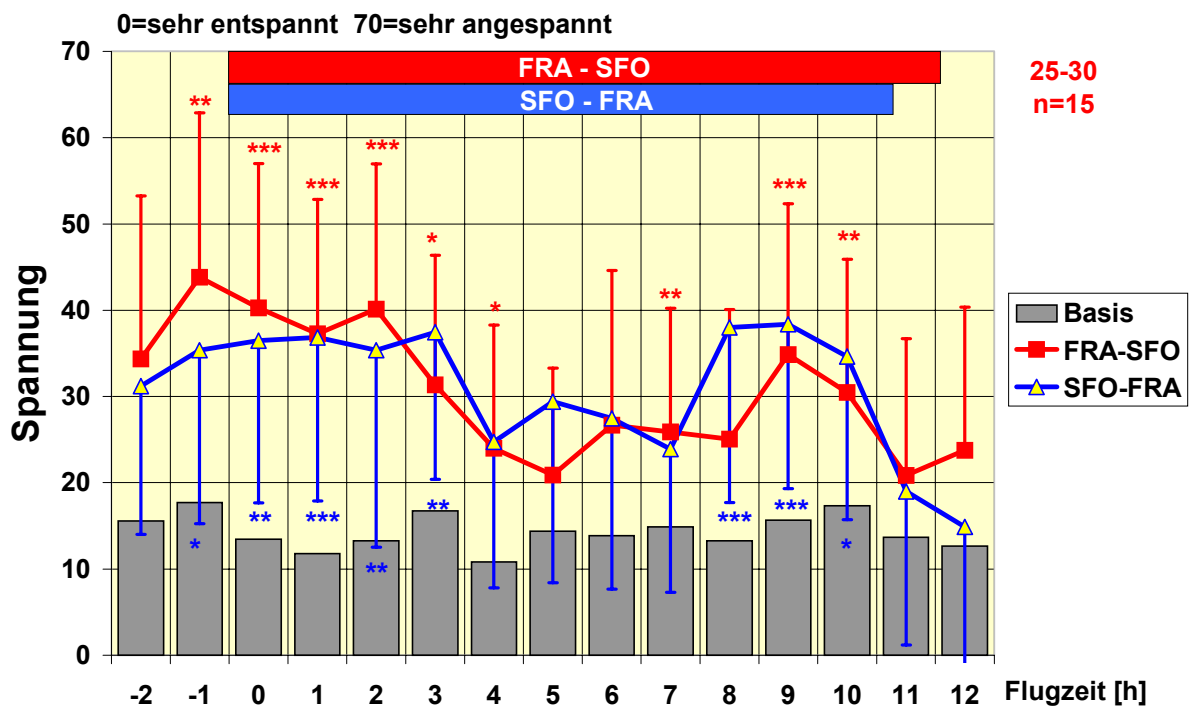


Abb. A20: Subjektive Angaben der Altersklasse 25-30 Jahre (n=15) zur Spannung. Basisdaten zu Hause, FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd).

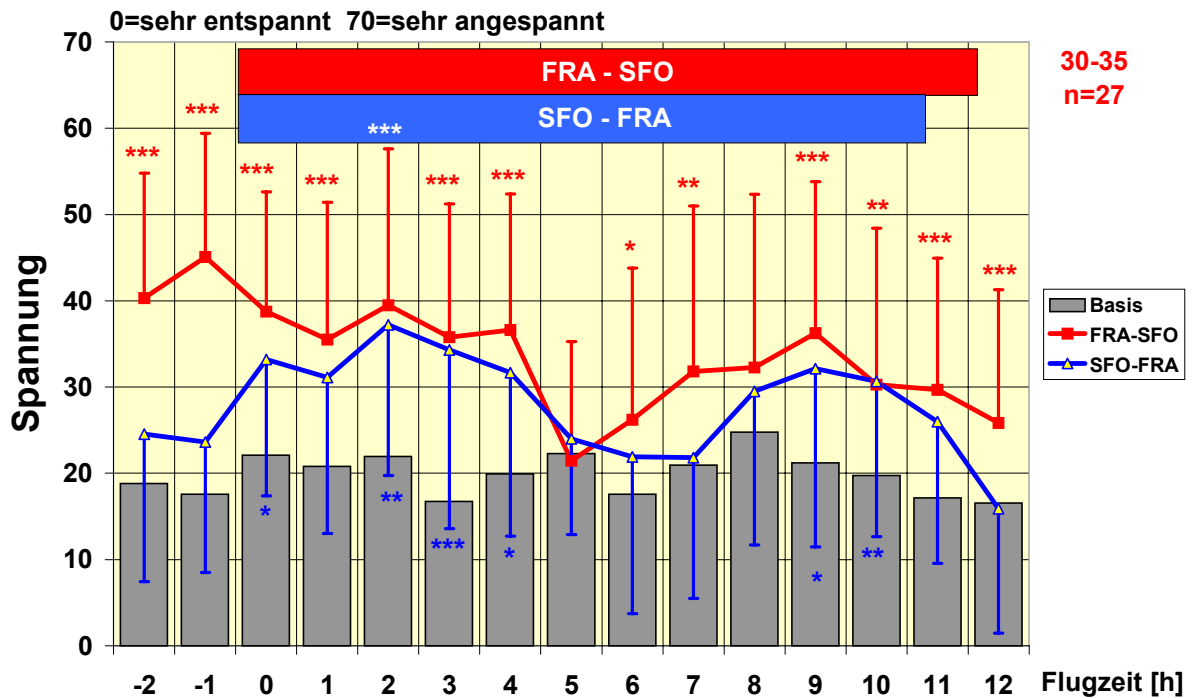


Abb. A21: Subjektive Angaben der Altersklasse 30-35 Jahre (n=27) zur Spannung. Basisdaten zu Hause, FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd).

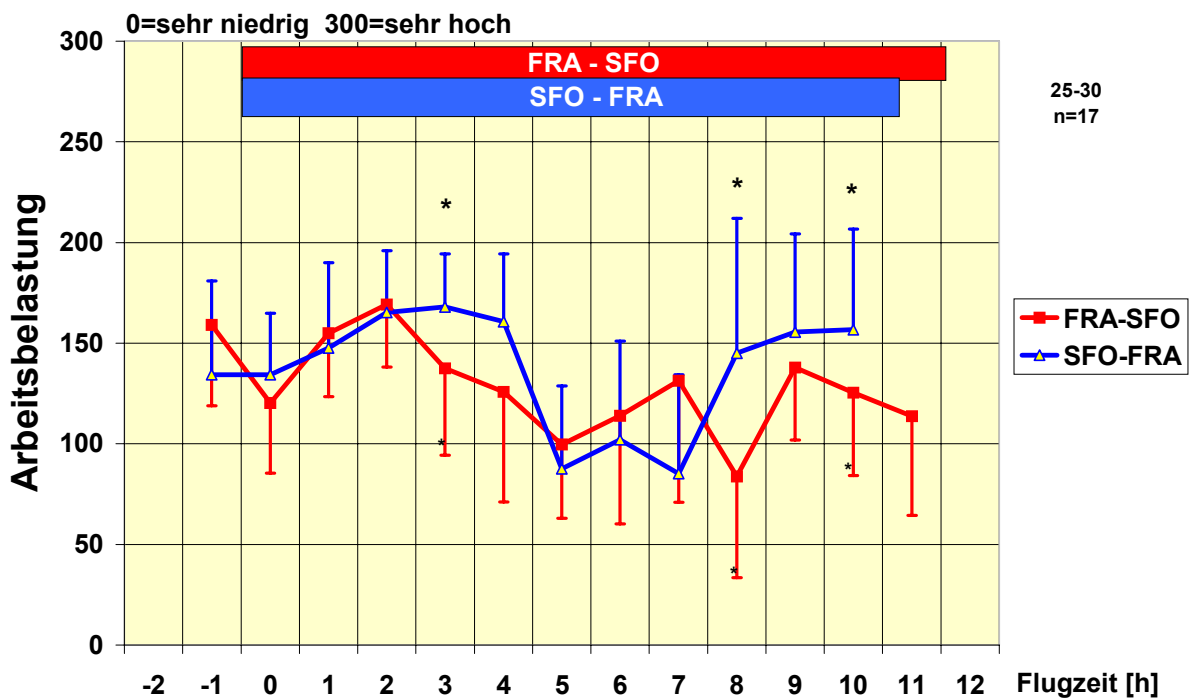


Abb. A22: Subjektive Angaben der Altersklasse 25-30 Jahre (n=17) zur Arbeitsbelastung (NASA-TLX). FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd).

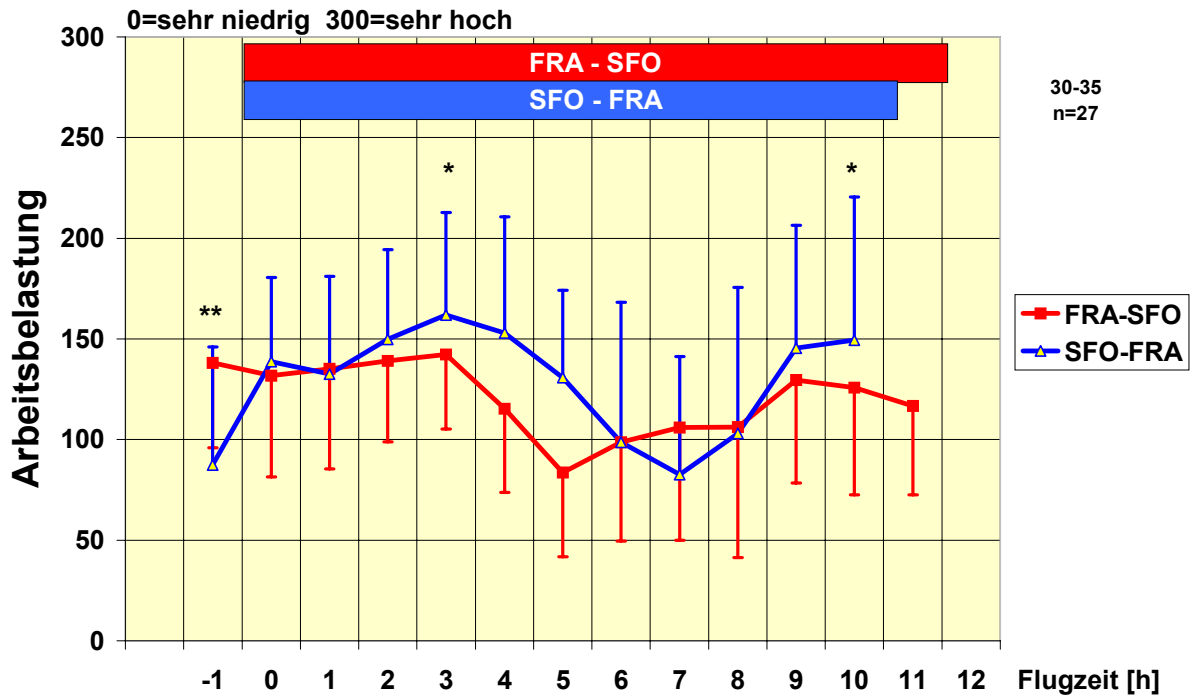


Abb. A23: Subjektive Angaben der Altersklasse 30-35 Jahre (n=27) zur Arbeitsbelastung (NASA-TLX). FRA-SFO (Mittelwerte -sd), SFO-FRA (Mittelwerte +sd).

Arbeitsbelastung		FRA - SFO		SFO - FRA	
Belastungswert	Bewertung	Alter	Alter	Alter	Alter
		25-30	30-35	25-30	30-35
TLX-Punkte		(%)	(%)	(%)	(%)
0 - 60	sehr niedrig	9.24	11.88	7.84	16.60
61 - 120	niedrig	28.26	31.68	20.92	22.39
121 - 180	mittel	48.92	43.90	49.01	36.68
181 - 240	hoch	13.04	11.88	20.92	22.01
241 - 300	sehr hoch	0.54	0.66	1.31	2.32

Tabelle A1: Prozentuale Verteilung der Arbeitsbelastung (NASA-TLX; getrennt nach Altersklassen) während des Hin- (FRA-SFO) und Rückfluges (SFO-FRA).

Gesamtbelastung		FRA-SFO		SFO-FRA	
Belastungs- wert	Bewertung	Alter 25-30	Alter 30-35	Alter 25-30	Alter 30-35
Punkte		(%)	(%)	(%)	(%)
0 - 11	sehr niedrig	0	0	6.25	0
11 - 22	niedrig	6.25	7.40	0	3.70
22 - 33	mittel	50.00	25.93	18.75	11.11
33 - 44	hoch	31.25	59.26	50.00	29.63
44 - 55	sehr hoch	12.50	7.41	25.00	55.56

Tabelle A2: Prozentuale Verteilung der Gesamtbelastung (Belastungsskala im Sleep Log; getrennt nach Altersklassen) während des Hin- (FRA-SFO) und Rückfluges (SFO-FRA).

**Kortisol Mittelwert
Economy Class (n = 18)**

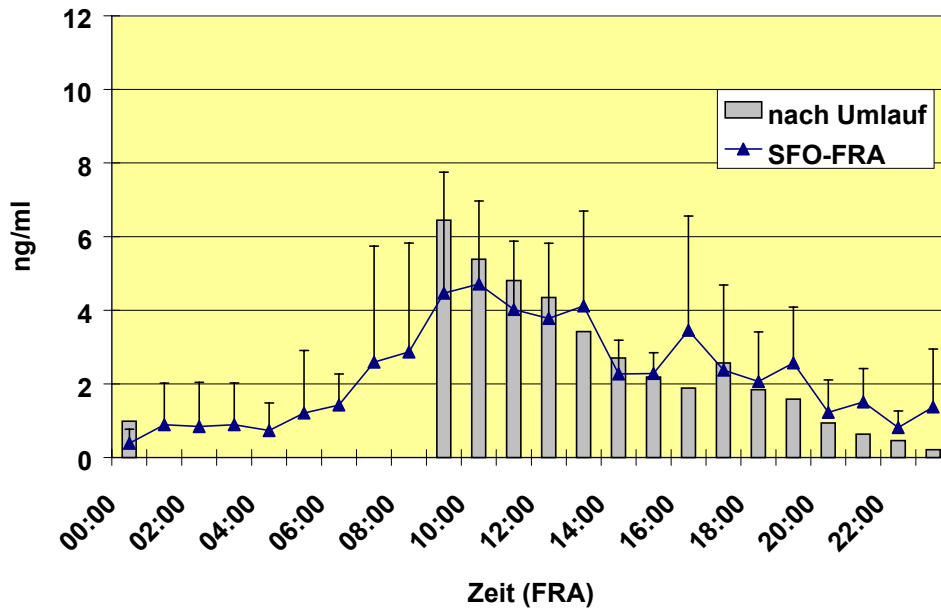


Abb. A24: Mittlere Kortisolkonzentration im Speichel (Economy Class, n = 18) an einem Kontrolltag nach dem Umlauf FRA-SFO-FRA von 00:00 Uhr bis 23:00 Uhr Frankfurter Zeit (Säulen) und am Flugtag von San Franzisko nach Frankfurt (SFO-FRA) mit Standardabweichung (Linie). Flugdienstzeit von ca. 23:00 Uhr bis 10:00 Uhr Frankfurter Zeit.

**Kortisol Mittelwerte
Business Class (n = 17)**

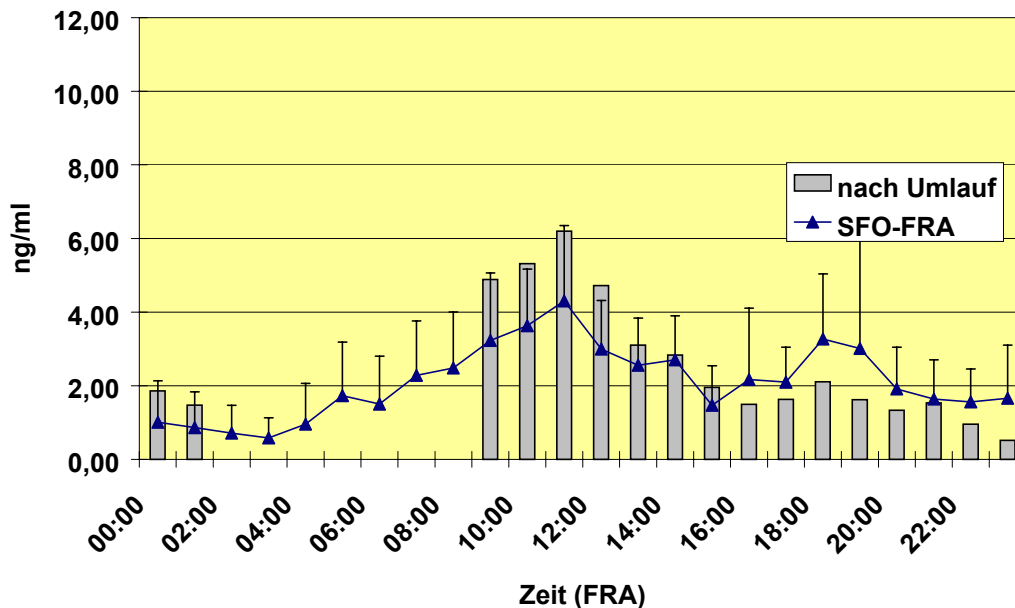


Abb. A25: Mittlere Kortisolkonzentration im Speichel (Business Class, n = 17) an einem Kontrolltag nach dem Umlauf FRA-SFO-FRA von 00:00 Uhr bis 23:00 Uhr Frankfurter Zeit (Säulen) und am Flugtag von San Franzisko nach Frankfurt

(SFO-FRA) mit Standardabweichung (Linie). Flugdienstzeit von ca. 23:00 Uhr bis 10:00 Uhr Frankfurter Zeit.

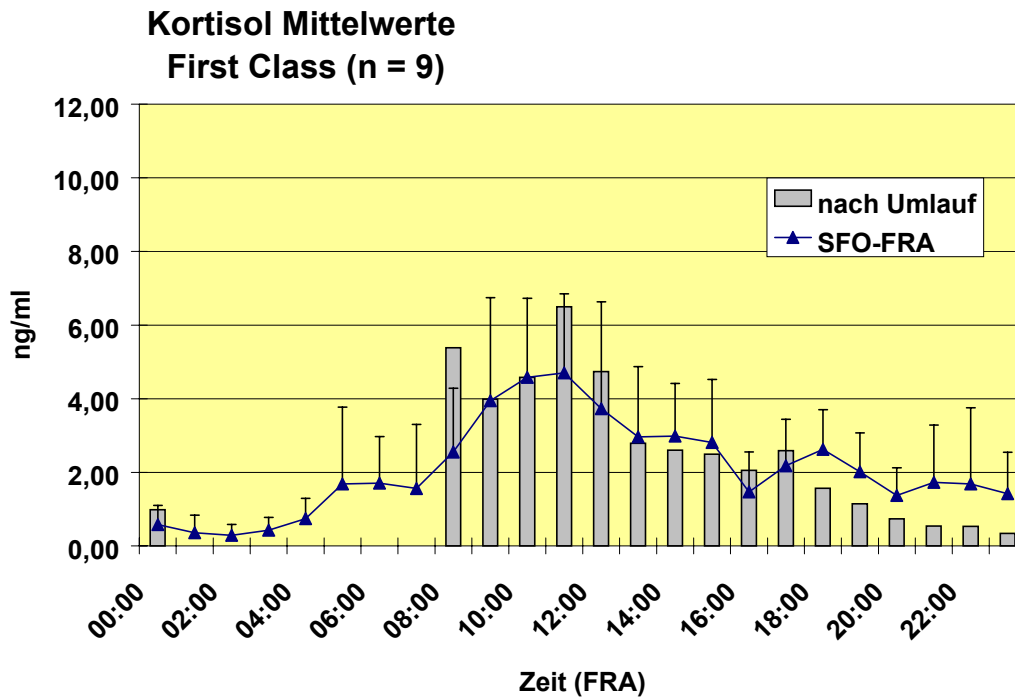


Abb. A26: Mittlere Kortisolkonzentration im Speichel (First Class, n = 9) an einem Kontrolltag nach dem Umlauf FRA-SFO-FRA von 00:00 Uhr bis 23:00 Uhr Frankfurter Zeit (Säulen) und am Flugtag von San Franzisko nach Frankfurt (SFO-FRA) mit Standardabweichung (Linie). Flugdienstzeit von ca. 23:00 Uhr bis 10:00 Uhr Frankfurter Zeit.

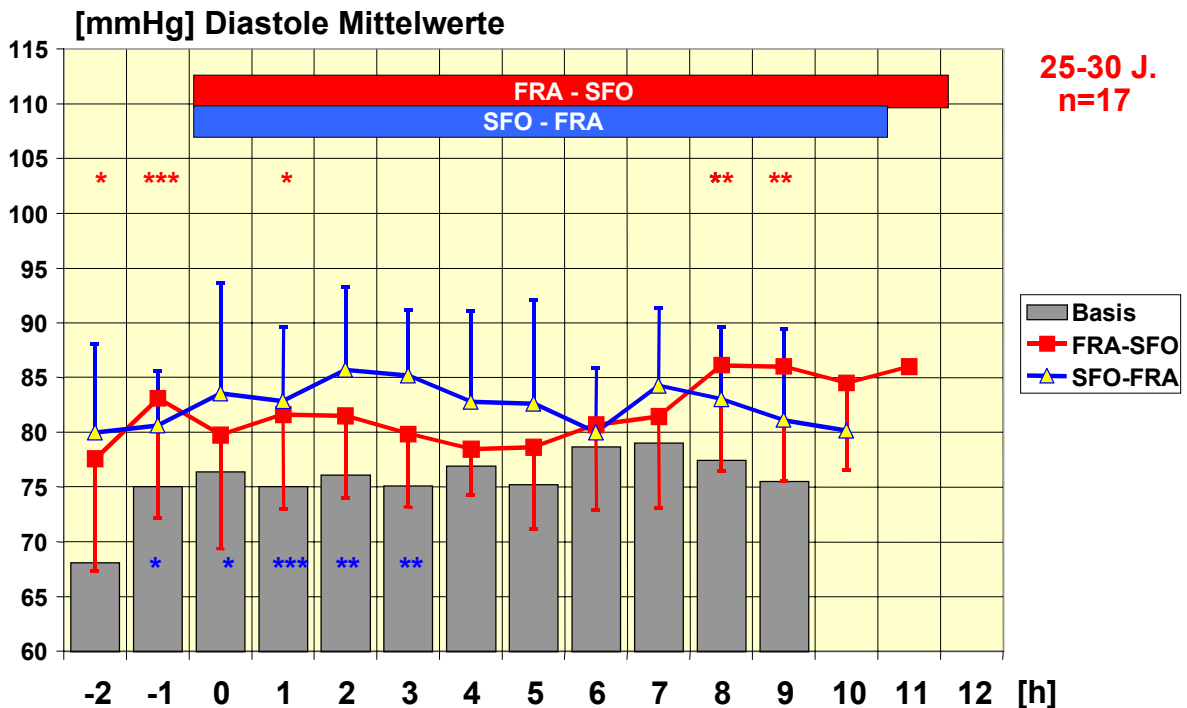


Abb. A27: Mittelwerte und Standardabweichungen der diastolischen Blutdruckwerte in der Gruppe der 25 bis 30 jährigen Flugbegleiterinnen. Signifikante

Unterschiede zwischen Werten des Hin- bzw. des Rückfluges und der Basis sind indiziert.

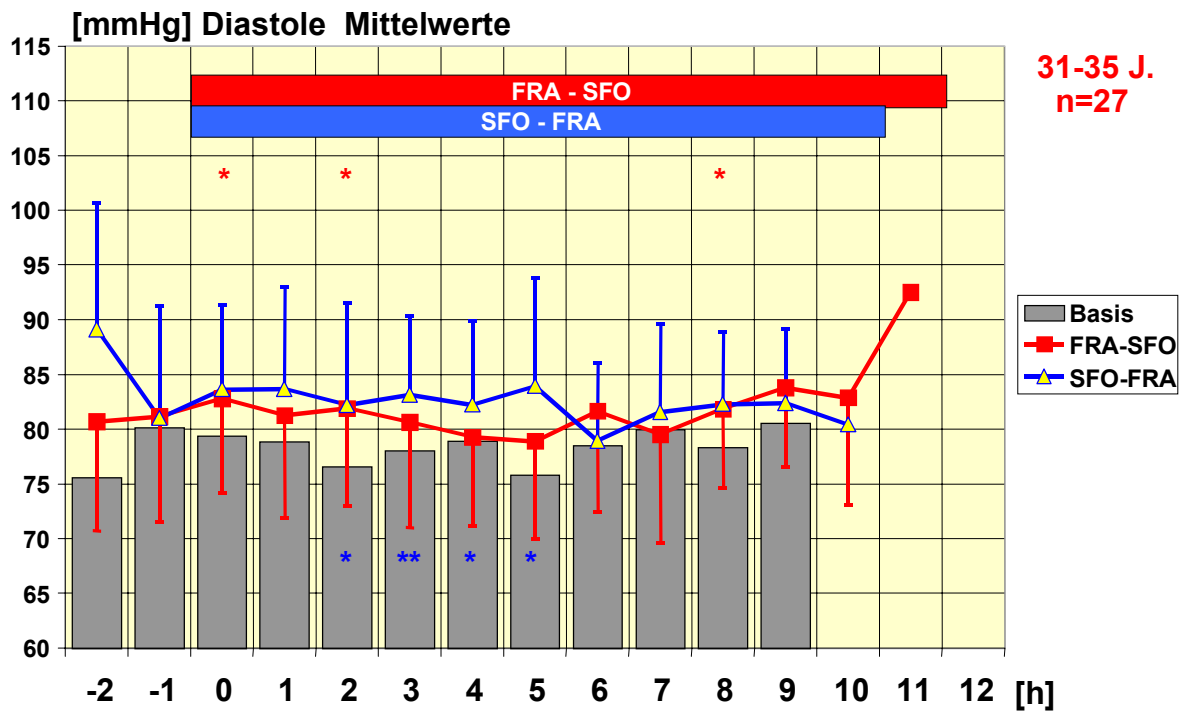


Abb. A28: Mittelwerte und Standardabweichungen der diastolischen Blutdruckwerte in der Gruppe der 31 bis 35 jährigen Flugbegleiterinnen. Signifikante Unterschiede zwischen Werten des Hin- bzw. des Rückfluges und der Basis sind indiziert.

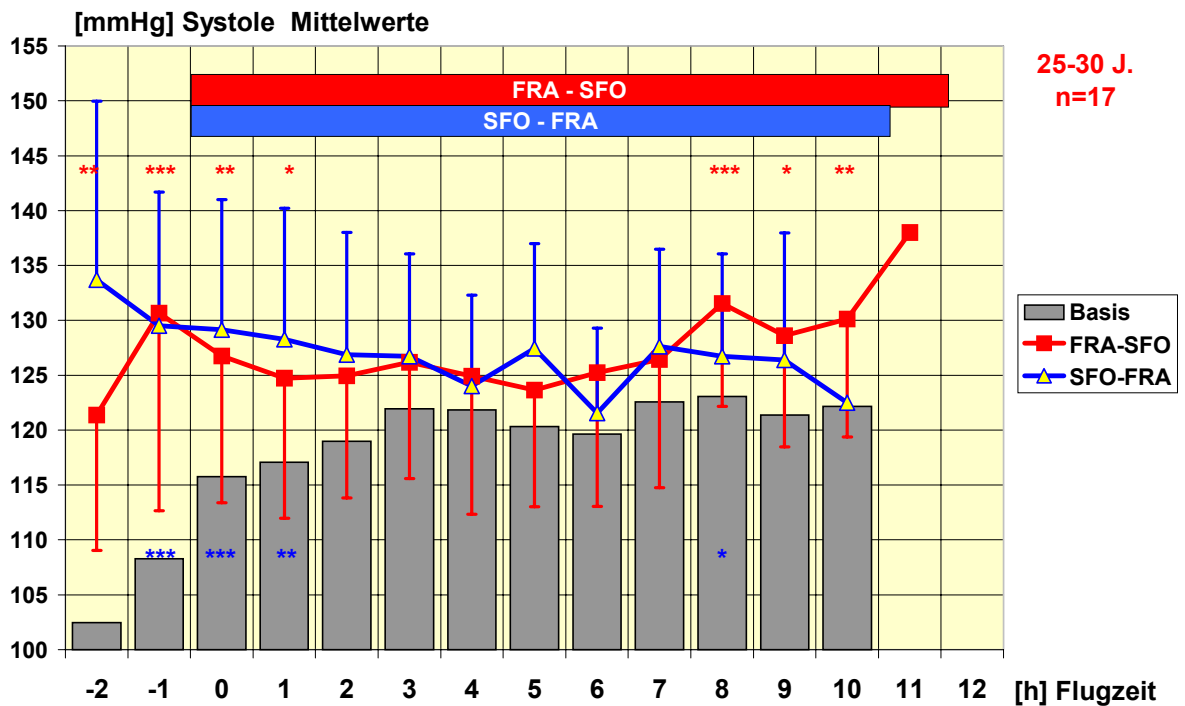


Abb. A29: Mittelwerte und Standardabweichungen der systolischen Blutdruckwerte in der Gruppe der 25 bis 30 jährigen Flugbegleiterinnen. Signifikante

Unterschiede zwischen Werten des Hin- bzw. des Rückfluges und der Basis sind indiziert.

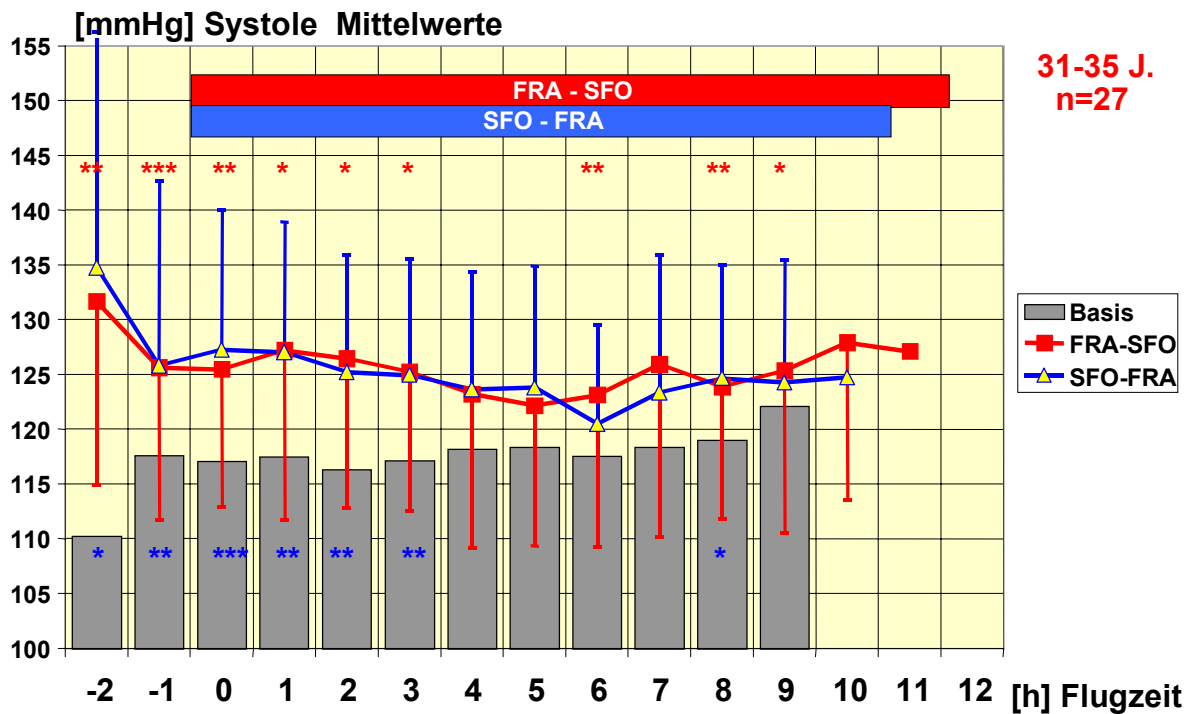


Abb. A30: Mittelwerte und Standardabweichungen der systolischen Blutdruckwerte in der Gruppe der 31 bis 35 jährigen Flugbegleiterinnen. Signifikante Unterschiede zwischen Werten des Hin- bzw. des Rückfluges und der Basis sind indiziert.

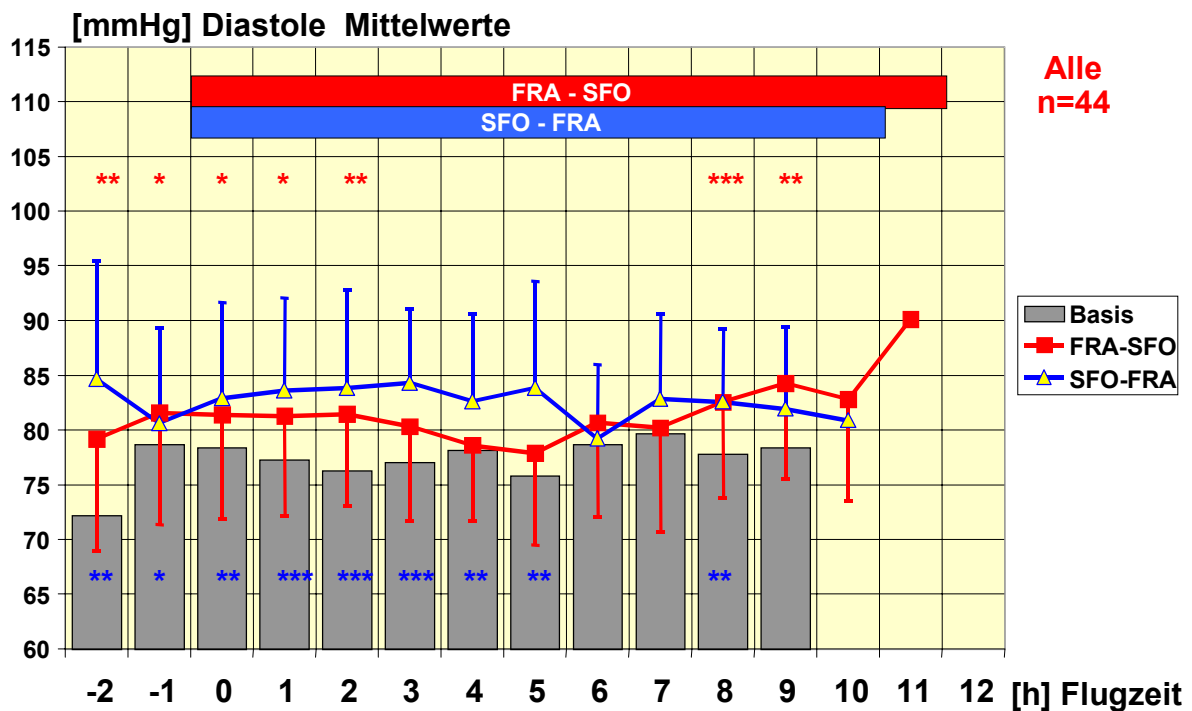


Abb. A31: Mittelwerte und Standardabweichungen der diastolischen Blutdruckwerte aller Flugbegleiterinnen. Signifikante Unterschiede zwischen Werten des Hin- bzw. des Rückfluges und der Basis sind indiziert.

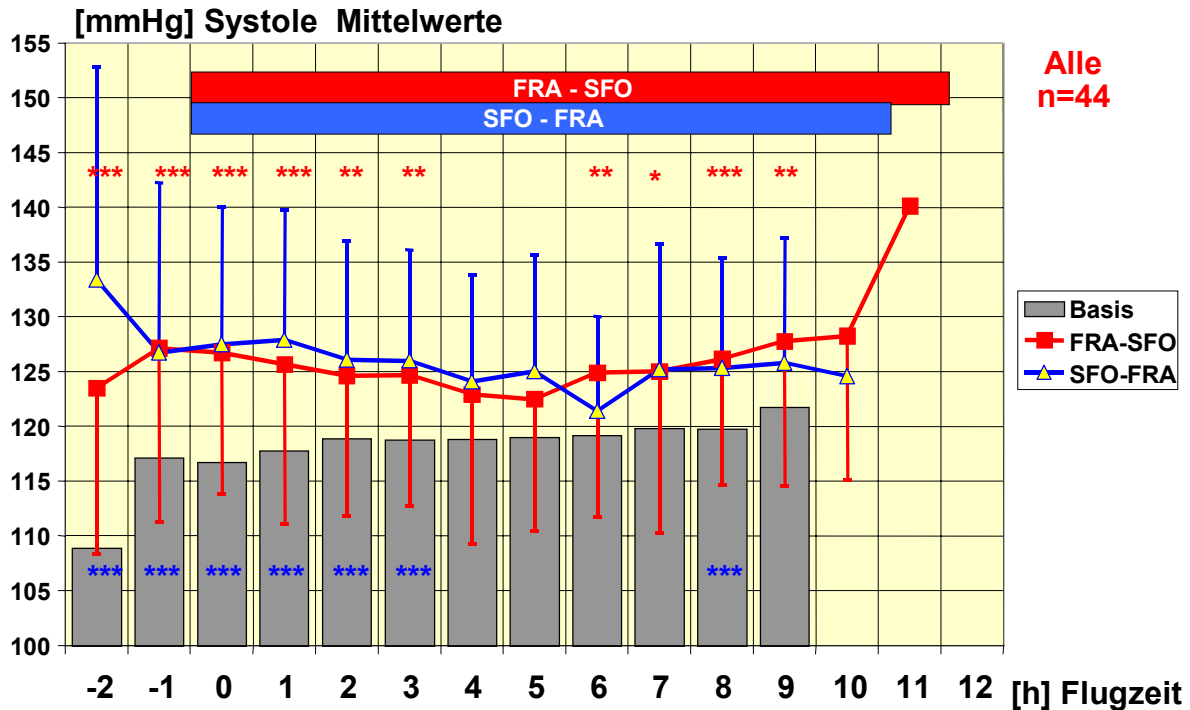


Abb. A32: Mittelwerte und Standardabweichungen der systolischen Blutdruckwerte aller Flugbegleiterinnen. Signifikante Unterschiede zwischen Werten des Hin- bzw. des Rückfluges und der Basis sind indiziert.

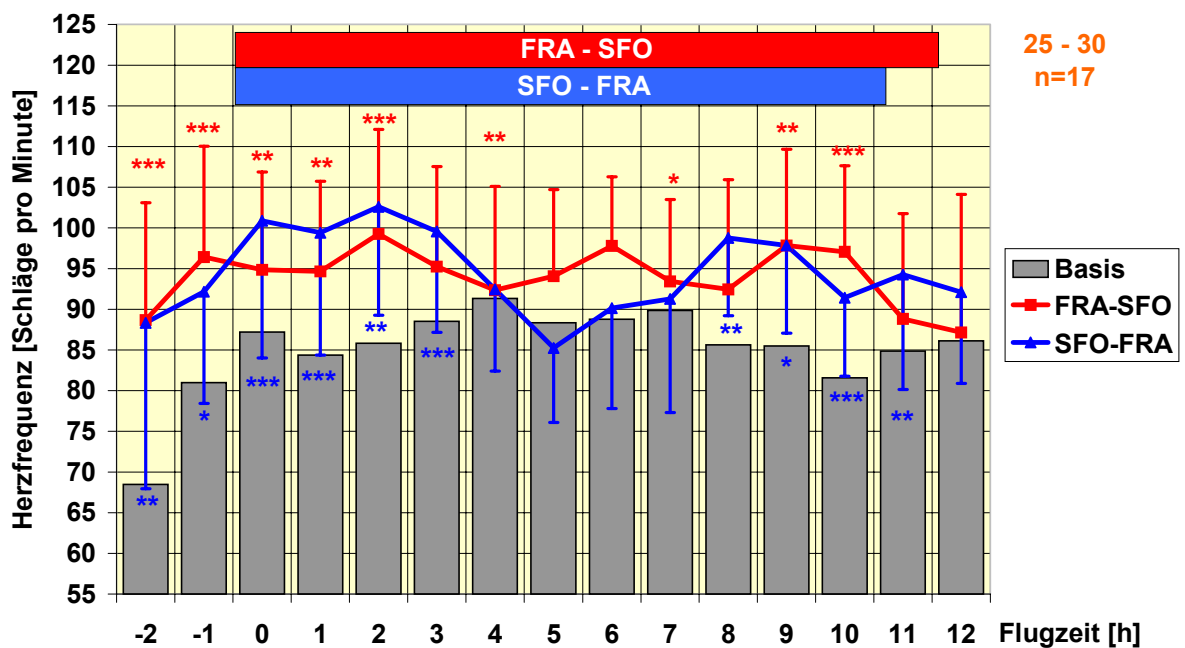


Abb. A33: Mittlere Herzfrequenz (Stundenwerte) der Altersgruppe 25-30 Jahre (n=17). Basisdaten zu Hause, FRA-SFO (Mittelwert +sd), SFO-FRA (Mittelwert -sd).

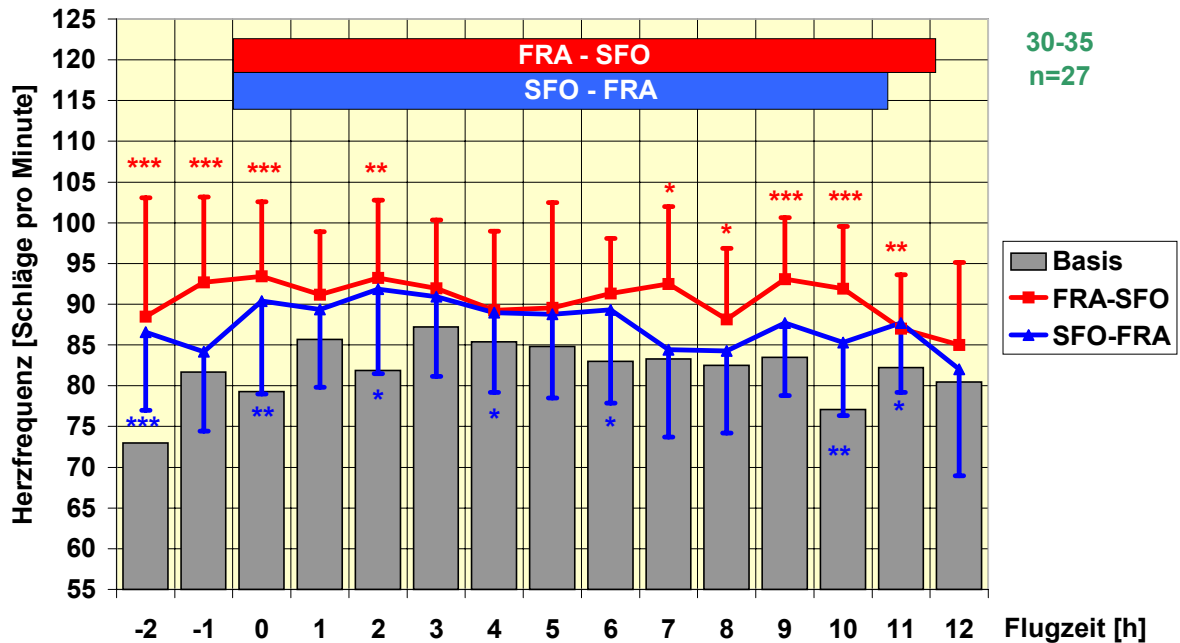


Abb. A34: Mittlere Herzfrequenz (Stundenwerte) der Altersgruppe 30-35 Jahre (n=27). Basisdaten zu Hause, FRA-SFO (Mittelwert +sd), SFO-FRA (Mittelwert -sd).

10 Danksagung

Das Team der flugmedizinischen Untersucher bedankt sich bei allen Flugbegleiterinnen, die freiwillig an der Studie teilgenommen haben. Durch das Engagement der Versuchsteilnehmerinnen und die gute Zusammenarbeit mit den Untersuchern konnte die Studie erfolgreich durchgeführt werden.

Frau Boday von Seiten der Geschäftsführung und Frau Muchow von Seiten der Personalvertretung der Deutschen Lufthansa AG haben sich bei der Vorbereitung und Durchführung der Studie besonders eingesetzt.

Herr Dr. med. L. Bergau, Leiter des medizinischen Dienstes der Deutschen Lufthansa AG, hat die Studie tatkräftig unterstützt.

Frau Geister von der Deutschen Lufthansa AG Köln war uns bei der Planung und Buchung der Flüge eine sehr große Hilfe.

Frau U. Ahrens, Frau M. Borger und Herr Dr. J. Wenzel haben uns bei der Durchführung der Untersuchung sehr geholfen.

Der Bundesminister für Verkehr hat diese Studie befürwortet, beauftragt und in vielfältiger Weise gefördert.

Die Deutsche Akademie für Flugmedizin hat diese Studie dankenswerterweise finanziell unterstützt.