



IAG Report 2/2021

Arbeitsfähigkeit nach Langstreckenflügen – Jetlag unter ergonomischen Aspekten

IAG Report 2/2021

Arbeitsfähigkeit nach Langstreckenflügen – Jetlag unter ergonomischen Aspekten

Autor: Dominik Brandau

Herausgegeben von: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV)
Glinkastraße 40
10117 Berlin

Internet: www.dguv.de

E-Mail: info@dguv.de

Mai 2021

Bilder: Titel: © Song_about_summer – stock.adobe.com, Seite 12: © djoronimo – stock.adobe.com, Seite 16: © Bergringfoto – stock.adobe.com, Seite 18: © zephyr_p – stock.adobe.com, Seite 21: © BullRun – stock.adobe.com, Seite 23: © luengo_ua – stock.adobe.com

Satz/Layout: IAG, Bereich Kommunikations- und Mediendesign, Dresden

ISBN (online): 978-3-948657-24-6

Zusammenfassung

Trotz zunehmender Digitalisierung werden sich Dienstreisen auch in Zukunft nicht vollständig vermeiden oder ersetzen lassen. Einige dieser Reisen sind aufgrund der Entfernung nur mit einem Flugzeug zu bewältigen. Gerade auf Langstreckenflügen treten wegen der Dauer des Fluges und der Enge im Flugzeug ergonomische Belastungen und eine Störung der inneren Uhr des Menschen auf. Der vorliegende IAG Report identifiziert die relevanten Belastungen und gibt Empfehlungen, wie diesen entgegengewirkt werden kann. Führungskräfte können sich auf diese Weise schnell einen Überblick über die Belastungen und entsprechende Maßnahmen zu ihrer Reduktion verschaffen, bevor sie selbst oder die Beschäftigten einen Langstreckenflug antreten.

Zwei Faktoren lassen sich als die wichtigsten identifizieren: Jetlag durch unterschiedliche Zeitzonen und räumliche Enge im Flugzeug verbunden mit vorwiegend sitzender Körperhaltung. Jetlag – und damit verbunden eine Verschiebung der inneren Uhr – lässt sich nicht vermeiden, wenn mehrere Zeitzonen überflogen werden. Umso wichtiger ist der richtige Um-

gang damit. Die Enge in einem Flugzeug verursacht ergonomische Belastungen. In einem Flugzeug ist der Bewegungsspielraum sehr eingeschränkt. Je größer eine Person ist, umso enger ist der zur Verfügung stehende Raum. Bei sehr großen Menschen muss man davon ausgehen, dass der Platz nicht ausreicht. Bei sehr langen (Nacht-)Flügen kommt hinzu, dass die Bandscheiben im Sitzen permanent belastet werden und sich daher nicht während des Schlafes regenerieren können. Langes Sitzen wird immer wieder mit Thromboserisiken in Verbindung gebracht, allerdings nur für Menschen mit Risikofaktoren. Diese müssen individuell ärztlich abgeklärt werden.

Sowohl die Maße des Menschen als auch die Fähigkeit zur Kompensation von Jetlag sind sehr unterschiedlich. Daher sollten Beschäftigte Einfluss auf die Dienstreiseplanung nehmen können, um ihre individuellen Belastungen so gering wie möglich zu halten.

Schließlich gibt der Report Empfehlungen, wie die Belastungen effektiv gesenkt werden können.

Summary

Despite increasing digitalisation, business travel will not be completely avoidable or replaceable in the future. Some of these journeys cover such great distances that they can only be made by plane. The duration and the cramped conditions on board long-haul flights in particular can cause ergonomic strains and disrupted body clocks. This IAG report identifies relevant strains and provides recommendations about how to counteract them. Managers can thus quickly gain an overview of the strains and the corresponding measures that can be taken to minimise them before they or their employees board a long-haul flight.

Two key factors have been identified: jetlag due to different time zones, and confined spaces in the aircraft in conjunction with the predominantly upright sitting position. Jetlag, and the associated disruption of the body clock, cannot be avoided when travelling through several time zones. That is why it is even more im-

portant to tackle it correctly. The confined space in an aircraft causes ergonomic strains. There is very little room for manoeuvre in an aircraft. The larger a person is, the less space is available to them. It has to be assumed that particularly large people will not have sufficient space. On very long (overnight) flights this is exacerbated by the fact that the spinal discs are permanently strained from sitting and cannot recover during sleep. Sitting for a long time is repeatedly associated with thrombosis risks, although that is only true for people with risk factors. They ought to be discussed individually with a doctor.

Both a person's size and their ability to compensate for jetlag differ greatly. Employees should therefore be able to have a say in their business travel planning to keep their individual strain to a minimum.

Finally, the report provides recommendations on how to effectively reduce strains.

Résumé

Malgré une digitalisation croissante, il sera impossible à l'avenir d'éviter ou de remplacer totalement les déplacements professionnels. Du fait de leurs distances, certains de ces voyages ne peuvent être effectués qu'en avion. Or, particulièrement sur les vols long-courriers, la durée du vol et l'exiguïté de la cabine provoquent chez l'individu des contraintes ergonomiques et un dérèglement de l'horloge interne. L'actuel rapport de l'IAG identifie les facteurs de contraintes pertinents et donne des recommandations sur la manière de les contrer. Il donne ainsi aux managers un aperçu rapide des contraintes et des mesures susceptibles de les réduire, en prévision d'un vol long-courrier, pour eux-mêmes ou pour leurs salariés.

Deux facteurs se révèlent être les plus importants : le 'jetlag' – ou effet du décalage horaire causé par la traversée de différents fuseaux horaires, et l'exiguïté dans l'avion, à laquelle s'ajoute une position principalement assise. Le 'jetlag' – et la désynchronisation de l'horloge interne dont il s'accompagne – est inévitable quand il faut traverser plusieurs fuseaux horaires. Il est donc d'autant plus important de bien le gérer. L'exiguïté dans

l'avion provoque des contraintes ergonomiques. La liberté de mouvement y est très limitée. Plus la personne est grande, plus l'espace disponible est restreint. Dans le cas de personnes de très grande taille, on peut partir du principe que la place ne suffira pas. Sur les très longs vols (de nuit), s'ajoute le fait que, en position assise, les disques intervertébraux subissent une contrainte permanente et ne peuvent donc pas se régénérer. Une position assise prolongée s'accompagne souvent de risques de thromboses, et ce pas seulement chez les personnes à risques, ces dernières devant demander individuellement un avis médical à ce sujet.

Tant la stature que la capacité à compenser un décalage horaire varient fortement d'un individu à l'autre. C'est pourquoi il serait bon que les salariés puissent avoir leur mot à dire lors de la planification de leurs déplacements professionnels, afin de réduire au maximum leurs contraintes individuelles.

Pour terminer, le rapport fournit des recommandations sur la manière de réduire efficacement les contraintes.

Resumen

Pese a la digitalización en aumento, tampoco en el futuro será posible evitar o sustituir los viajes de negocios por completo. Las distancias de algunos de estos viajes solo se pueden salvar en avión. Justamente en los vuelos de largo recorrido, debido a la duración del vuelo y a la escasez de espacio, se producen cargas ergonómicas y se trastorna el reloj interno del ser humano. El presente informe del IAG identifica las cargas relevantes y da recomendaciones sobre cómo contrarrestarlas. Así, los directivos pueden hacerse rápidamente una idea de las cargas y determinar medidas adecuadas para reducirlas antes de iniciar un vuelo de largo recorrido ellos mismos o sus empleados.

Dos factores se identifican como los más importantes: el jet lag debido a diferentes zonas horarias y la escasez de espacio en el avión combinada con una postura primordialmente sentada. El jet lag, así como el desajuste del reloj interno con él relacionado, es inevitable cuando se vuela a través de varias zonas horarias, por lo que la manera de actuar al respecto cobra aún más importancia. La escasez de espacio

en los aviones causa cargas ergonómicas. En un avión, la libertad de movimientos está muy limitada. Cuanto más alta es una persona, menor es el espacio de que dispone. En el caso de las personas muy altas, el sitio sencillamente no basta. En vuelos (nocturnos) muy largos, se añade a ello que en postura sentada los discos intervertebrales están comprimidos permanentemente y, por tanto, no pueden regenerarse mientras se duerme. Estar mucho tiempo sentado se relaciona con frecuencia con los riesgos de trombosis, aunque esto solo es cierto para las personas con factores de riesgo, factores que debe aclarar un médico en cada caso.

Tanto las medidas corporales como la capacidad de compensación del jet lag de cada persona son muy diferentes. Por ello, los empleados deberían poder influir en la planificación de los viajes de negocios para mantener sus cargas individuales en el menor nivel posible.

Para finalizar, el informe aporta recomendaciones sobre cómo reducir las cargas para la salud de forma eficaz.

Inhalt

1	Einleitung	11
2	Ergonomie im Flugzeug	13
3	Jetlag	17
3.1	Zirkadianer Rhythmus des Menschen	17
3.1.1	Störung des Rhythmus durch Flugreisen	18
3.1.2	Auswirkungen des Jetlags	19
3.2	Anpassung an die veränderte Zeitzone	19
3.3	Empfehlungen gegen Jetlag	20
4	Gefährdungsbeurteilung bei komplexen Zusammenhängen durch Fernflugreisen	21
5	Zusammenfassung und Empfehlungen	22
6	Literatur	25

1 Einleitung

Eine Dienstreise ist eine beruflich bedingte Reise, um vorübergehend außerhalb der regelmäßigen Arbeitsstätte eine vertraglich geschuldete Arbeitsleistung zu erbringen.

Für die meisten Angestellten kann der Firmensitz bzw. ein Büro als regelmäßige Arbeitsstätte angesehen werden. Aus verschiedensten Gründen gibt es aber auch eine nennenswerte Zahl an Angestellten, die an wechselnden Orten ihre Arbeitsleistung erbringen müssen. Gründe können z. B. Besuche von Messen, anderen Unternehmen oder anderen Firmenstandorten sein. Die Tätigkeiten, die an den Zielorten durchgeführt werden sollen, reichen dabei von Meetings bis hin zu komplexen Montage- oder Wartungstätigkeiten.

Dienstreisen, die rund um die Welt stattfinden, bringen eine ganze Reihe von zusätzlichen Gefährdungen mit, je nach Zielort. Angefangen bei anderen/fremden Kulturkreisen über unterschiedliche Infektionsgefahren bis hin zu extremen klimatischen Verhältnissen müssen sich Dienstreisende an verschiedene Faktoren gewöhnen. Auch die politische Stabilität oder Terrorismus sind in einigen Regionen der Welt nicht zu unterschätzende Risiken.

Konzentriert man sich allerdings auf Risiken des eigentlichen Fluges, stehen direkt die Themen Jetlag und individuelle Thromboserisiken im Fokus. Als Jetlag wird dabei die Störung des Schlaf-Wach-Rhythmus (zirkadian) bezeichnet, die durch das Überfliegen von mehreren Zeitzonen verursacht wird. Ein Flug ab 3500 km Distanz wird oft als Fernflug oder Langstreckenflug bezeichnet, allerdings gibt es auch andere Einteilungen. Nicht bei jedem Fernflug müssen Zeitzonen überflogen werden.

Eine lange Flugreise allein wird bei einem gesunden jungen Menschen keine Thrombose auslösen [1]. Thromboserisiken betreffen vor allem Menschen mit entsprechenden Vorerkrankungen und Risikofaktoren. Dabei sind starke Risikofaktoren z. B. große orthopädische oder tumorbedingte Operationen mit langer Bettlägerigkeit. Alter, Luftverschmutzung und die Reisezeitdauer sind dagegen schwache Risikofaktoren. Übergewicht, Rauchen, die Einnahme der Anti-Baby-Pille, Mangel an Bewegung und Herzschwäche bergen mittlere Risiken [2]. Neben solchen erworbenen Risikofaktoren gibt es auch genetische Risikofaktoren, wie verschiedene Gerinnungsstörungen. Unter Umständen erhöht sich das Risiko einer Thrombose um das 26-fache durch

bestimmte Gerinnungsstörungen [3]. Die Einschätzung des konkreten Risikos durch die genannten Faktoren wird allerdings kontrovers diskutiert und ist individuell zu betrachten.

Den Arbeitgebenden sind solche individuellen Risikofaktoren in der Regel nicht bekannt. Im Rahmen einer Unterweisung bezüglich Auslandsreisen sollte darauf

hingewiesen werden, dass ein langer Flug ein schwacher Risikofaktor für eine Thrombose ist. Bei zusätzlichen Risikofaktoren/Vorerkrankungen sollte ärztlicher Rat bezüglich Thromboseprophylaxe eingeholt werden (Stützstrümpfe, Medikamente). Ob dies im Rahmen einer allgemeinen arbeitsmedizinischen Wunschvorsorge oder einer hausärztlichen Konsultation stattfindet, kann den Beschäftigten überlassen werden.



Eine Frau auf Dienstreise massiert ihre schmerzenden Waden.

2 Ergonomie im Flugzeug

Grundsätzlich ist zwischen Flugzeugen im Kurzstreckeneinsatz und Flugzeugen für die Langstrecke zu unterscheiden. Aufgrund der Vielzahl an unterschiedlichen Flugzeugmodellen und der Bestuhlung in Abhängigkeit von der Fluggesellschaft gibt es bei dem Platzangebot in Flugzeugen eine große Spannweite. Generell lässt sich ableiten, dass die Bestuhlung in kleineren Flugzeugmodellen für die Kurzstrecke enger ist als für Langstreckenflüge. Während auf Kurzstreckenflügen, wenn überhaupt, nur eine Unterscheidung in Business- und Economy Class gemacht wird, gibt es auf Langstreckenflügen die Unterscheidung in mehrere Klassen. Diese werden je nach Fluggesellschaft als z. B. First-, Business-, Premium-Economy und Economy Class bezeichnet. Die Bestuhlung der höherwertigen Klassen ist verschieden. Mitunter entfällt die First Class, wobei die Business Class dann, abhängig von der Fluggesellschaft, besonders komfortabel sein kann.

Generell ist allen Fluggesellschaften gemein, dass nur First- und Business Class eine ebene und waagerechte Schlaflfläche bieten. Dies ist die Bedingung für einen annähernd erholsamen Schlaf. Die Rückenlehnen in der Premium Economy- und Economy Class können dagegen nur leicht nach hinten geneigt werden und nicht als eine ebene Schlaflfläche dienen. Eine Übersicht über verschiedene Klassen, wie die Business Economy Class, findet sich z. B. unter [4]. So lässt sich zum Beispiel bei der Lufthansa ein Premium Economy Sitz mit 130° ein Stück weiter nach hinten neigen als ein sonst üblicher Economy Sitz mit 113° .

Schon Nachemson [5] zeigte 1966 die Unterschiede zwischen verschiedenen Körperhaltungen (siehe Abbildung 1) für die Bandscheiben. Das Druckverhältnis zwischen sitzender und liegender Körperhaltung wurde auch von Wilke et. Al. [6] 1999 weitestgehend bestätigt.

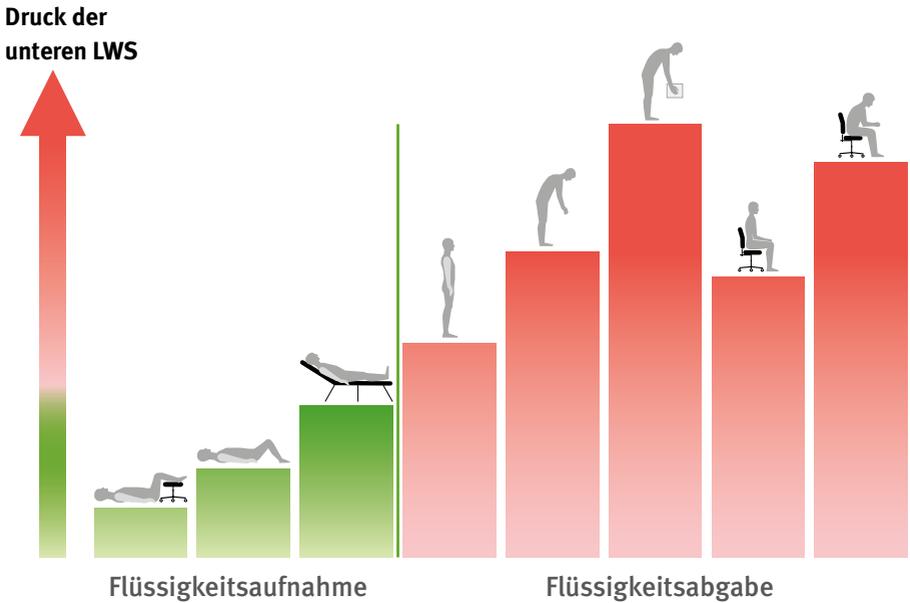


Abbildung 1: Flüssigkeitsaufnahme & -abgabe der Bandscheibe nach Nachemson [5] – Quelle: BGN

Die waagerechte Schlafposition ist von zentraler Bedeutung für die Regeneration der Bandscheiben. Am Tag verlieren Bandscheiben Wasser und werden dünner. Bandscheiben besitzen keine eigenen Blutgefäße, sondern erhalten Nährstoffe, Sauerstoff und Flüssigkeit nur durch Diffusion aus dem umliegenden Gewebe. Vor allem im Liegen, also Entlastung, saugen sich die Bandscheiben mit Flüssigkeit voll. Mit steigendem Wassergehalt wird die Bandscheibe auch dicker. Deshalb sind

Menschen morgens bis zu zwei Zentimeter größer als abends. Nur bei Entlastung in waagerechter Schlafposition können die Bandscheiben sich wieder mit Flüssigkeit vollsaugen, um den Belastungen des Folgetages standzuhalten.

Neben der Neigung ist wahrscheinlich der wichtigste Faktor für die Ergonomie im Flugzeug der Sitzabstand zum Vordersitz.

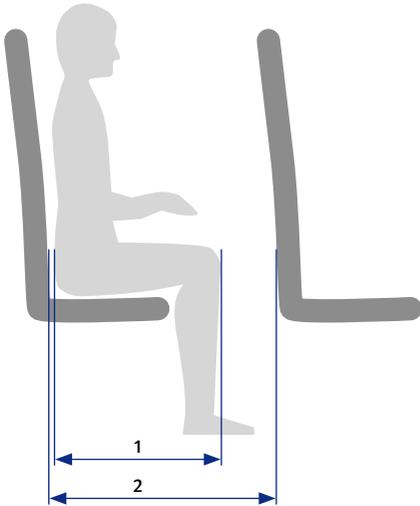


Abbildung 2: Gesäß-Knielänge (1) und Sitzabstand zum Vordersitz (2)

Recherchiert man die Sitzabstände zum Vordersitz (siehe Abbildung 2) in Flugzeugen auf Internetreiseportalen [7] und vergleicht diese mit der Gesäß-Knielänge aus der DIN 33402-2:2005-12 [8] (je nach Alter, 95. Perzentil männlich: 64,5 cm – 66 cm), sieht man deutlich, wie eng es in der Economy Class wird. Das 95. Perzentil bedeutet, dass 95 % der Männer kleiner, aber auch 5 % größer sind. Wegen der Bedeutung für den deutschen Luftverkehr soll als Beispiel ein Airbus A350-900 der Lufthansa genommen werden. Für den Sitzabstand in einem Lufthansa A350-900 von 78,7 cm bleibt bei dem 95. Perzentil der Männer je nach Alter nur noch 12,7 cm – 14,2 cm Platz. Die Maßangaben in der

DIN 33402, also auch die rund 12,7 cm Abstand vom Knie zum vorderen Sitz, gelten ohne Kleidung. Orientiert man sich an der DIN EN 547 Teil 2 [9] kann ein Bekleidungszuschlag von 20 mm sowie ein Bewegungszuschlag von 50 mm zu den reinen Körpermaßen addiert werden, was den Abstand auf 5,7 cm reduziert.

Für die 5 % der männlichen Bevölkerung, die größer sind, wird es besonders eng. Darüber hinaus kann die Rückenlehne des vorderen Sitzes zurückgelehnt werden, sodass nochmals einige Zentimeter verloren gehen.

Die Sitzbreite ist ebenfalls wichtig und oft zu eng, weshalb stark übergewichtige Menschen teilweise den Nebensitz mitbuchten müssen. Zu beachten ist auch, dass schon bei mittleren Körpermaßen die Schulterbreite von Männern mit 48 cm nach der DIN 33402-2 [8] – wiederum ohne Kleidung – die Sitzbreite von maximal 46 cm [10] in der Economy Class überschritten ist. Für den mittleren Sitz einer Dreiersitzgruppe wirken sich diese Maße von beiden Seiten als besonders beengend aus.

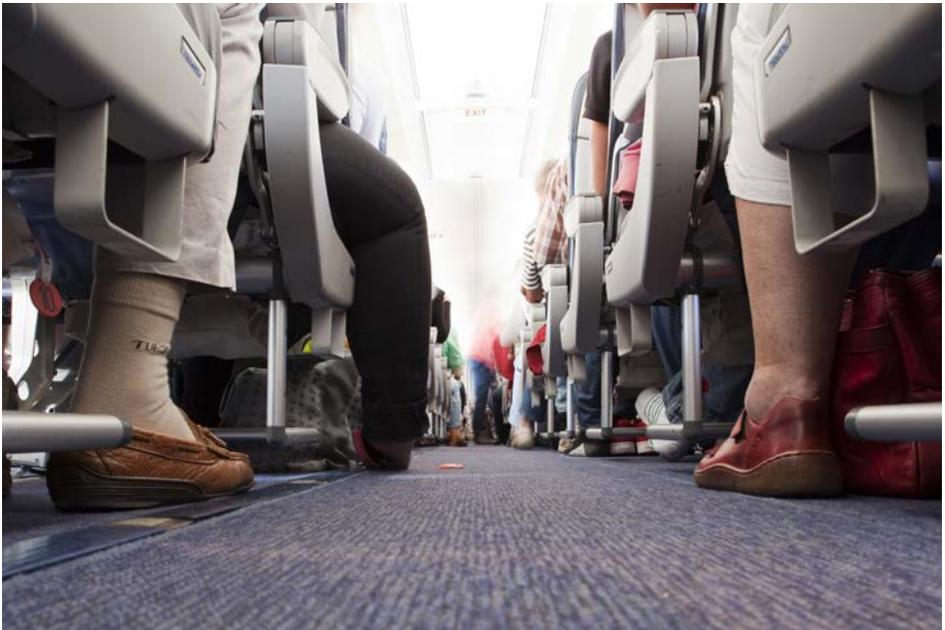
Insgesamt stellen die Platzverhältnisse der Economy Class unter ergonomischen Gesichtspunkten nur das Mindestmaß des Platzbedarfes dar. Für die fünf Prozent der größten Männer kann man davon ausgehen, dass diese über viele Stunden eine Zwangshaltung einnehmen müssen. Die Platzverhältnisse in einer Premium Econo-

my Class sind dagegen deutlich komfortabler und lassen sogar etwas Spielraum für „dynamisches Sitzen“.

Der wichtigste Punkt für Langstreckenflüge ist aber die Neigung der Rückenlehne bis 180°, also in waagerechte Position. Mit einer zusätzlich ausklappenden Fußstütze entsteht dabei eine Liegefläche von ca. 190 cm, die es ermöglicht, die Beine auszustrecken. Diese Liegefunktion ist nur ab Business Class aufwärts verfügbar. In einer Sitzposition wird Schlaf wahrscheinlich für die meisten Menschen nicht erholbar sein, während in einer waagerechten Schlafposition ein paar Stunden erholsa-

mer Schlaf zumindest möglich wird. Die liegende Position erfüllt auch die bereits erwähnte wichtige Funktion für die Entlastung und Regeneration der Wirbelsäule bzw. der Bandscheiben. Das Hochlegen der Beine ist für Menschen mit erhöhtem Thromboserisiko förderlich, da sich das Blut weniger in den Beinvenen staut.

Ob Schlaf möglich ist, hängt unter Umständen auch noch von anderen Faktoren ab. So ist ein Fenstersitz für Schlafen eventuell geeigneter, um nicht von aufstehenden Personen geweckt zu werden, was bei einem Sitz am Gang nicht vermeidbar wäre.



Blick in den beengten Mittelgang in einer Economy Class eines Flugzeuges.

3 Jetlag

Wenn Flüge in Ost-West-Richtung und damit über mehrere Zeitzonen erfolgen, führt dies ab einer bestimmten Anzahl von überflogenen Zeitzonen zu einer Störung des zirkadianen Rhythmus. Flüge in Nord-Süd-Richtung bewirken gewöhnlich keinen Jetlag, können aber erhebliche klimatische Schwankungen mit sich bringen, z. B. einen Winter-Sommer-Wechsel von Nord- zu Südhalbkugel. Möglich wird der Jetlag überhaupt erst durch die hohen Reisegeschwindigkeiten von Flugzeugen durch den rasanten technologischen Fortschritt seit den Sechzigerjahren. Ohne diese hohen Reisegeschwindigkeiten würde man für gewöhnlich höchstens eine Zeitzone mit dem Auto oder vielleicht zwei Zeitzonen mit einem Hochgeschwindigkeitszug am Tag überschreiten. Laut des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) [11] kann der menschliche zirkadiane Rhythmus 60-90 Minuten Zeitverschiebung pro Tag ausgleichen, weshalb Jetlag nur bei Flugreisen auftreten kann.

3.1 Zirkadianer Rhythmus des Menschen

Der persönliche Tag-Nacht-Rhythmus des Menschen unterliegt einer Tages- und Nachtperiodik mit Einfluss auf mehrere Körperfunktionen wie Atmung, Verdauung, Schlafphasen und viele weitere.

So hat z. B. die Körpertemperatur ihr Maximum am Tag und ihr Minimum in der Nacht. Viele dieser Effekte sind in dem BG-Infoblatt „Schichtarbeit - Leben gegen den Rhythmus“ [12] beschrieben, vor allem auch die Schwankung der Leistungsfähigkeit des Menschen über den Tagesverlauf. Weitere nützliche Informationen bietet die Übersichtsseite „Schichtarbeit“ der DGUV [13]. Das DLR [11] nennt ebenfalls die Körpertemperatur und Hormonsekretion als Körperfunktionen sowie allgemein die Leistungsfähigkeit des Menschen als Eigenschaften die tageszeitlichen Schwankungen unterliegen. Besondere Bedeutung für die aktuelle Forschung hat die Messung des Schlafhormons Melatonin im Speichel, wie bei Borugian et. al. [14] gezeigt. Dass viele Körperfunktionen autonom gesteuert werden, ist für das DLR [11] bewiesen, da Untersuchungen zeigten, dass sich ohne äußere Einflüsse die zirkadianen Rhythmen auf im Mittel 24,5 Stunden einstellen. Trotzdem unterliegen die Körperfunktionen bzw. die innere Uhr zu einem Teil einer Regulation durch äußere Zeitgeber in Form von Licht, sozialen Kontakten, Essens- oder Schlafenszeiten. Vor allem der natürliche Tag-Nacht-Wechsel synchronisiert den menschlichen Rhythmus auf 24 Stunden.

3.1.1 Störung des Rhythmus durch Flugreisen

Ost-West-Flüge sind mit einer spontanen Verschiebung der bisher synchronen Umweltfaktoren verbunden. Diese Verschiebung bewirkt eine zeitliche Differenz zwischen dem aktuellen Tag-Nacht-Rhythmus vor Ort und der eigenen inneren Uhr, die als Desynchronisation zwischen zirkadianem Rhythmus und natürlichen Zeitgebern bezeichnet wird. Der menschliche Rhythmus ist nicht in der Lage, diese Desynchronisation ad hoc auszugleichen, sondern braucht mehrere Tage bis Wochen, um vollständige Synchronisation herzustellen. Diese Unfähigkeit, sich direkt der neuen Zeit anzupassen, erzeugt das Phänomen Jetlag.

Die Geschwindigkeit, sich der neuen Zeit anzupassen, ist von Mensch zu Mensch unterschiedlich. Schnellere Anpassung ist bei jüngeren Menschen, Abendtypen und Menschen mit eher instabilem Rhythmus möglich. Entsprechend brauchen ältere Menschen, Morgentypen und Menschen mit ausgeprägtem stabilem Rhythmus eventuell länger. Der zirkadiane Rhythmus der Körpertemperatur wird als Maß für den Jetlag bzw. für die Anpassung an die neue Zeit genommen. Vor der Reise zeigt die Temperatur oft ihr Maximum bei 15 bis 17 Uhr und ihr Minimum bei 3 bis 5 Uhr, wie auch im BG-Infoblatt [12] abgebildet. Dieser regelmäßige Temperaturverlauf bricht infolge der Zeitverschiebung zusammen und bildet sich frühestens nach mehreren Tagen wieder stabil aus.



Geschäftsreisender ruht auf einer Flughafensbank.

Ähnlich ist es auch bei Nachtarbeitenden, deren Maxima im Temperaturverlauf sich mit jeder Nachtschicht abschwächt. Allerdings führt selbst Dauernachtschicht bei diesen nicht zu einer kompletten 12-Stunden-Verschiebung des Temperaturverlaufs [12].

Die Synchronisation erfolgt bei verschiedenen Körperfunktionen unterschiedlich schnell, was als interne Dissoziation beschrieben wird [11]. Die Adrenalinausschüttung stellt sich z. B. innerhalb von drei bis sechs Tagen schnell um, während die Anpassung der Cortisol-Ausschüttung acht Tage oder länger braucht. Cortisol gilt durch die Cortisol-Aufwachreaktion als „Wachmacher-Hormon“ und steht dem „Schlafhormon“ Melatonin gegenüber. Die Cortisol-Aufwachreaktion ist bei Schlafstörungen durch Jetlag geringer ausgeprägt. Bei kritischen Zeitverschiebungen von 7 bis 11 Stunden nach Osten kann eine für verschiedene Körperfunktionen unterschiedliche Anpassungsstrategie erfolgen. Einige Körperfunktionen synchronisieren mittels Verkürzung, während andere mittels Verlängerung synchronisieren.

3.1.2 Auswirkungen des Jetlags

Die Symptome des Jetlags hängen in ihrer Stärke und Dauer von individuellen Unterschieden des Reisenden sowie von der Flugrichtung und von der Anzahl der überflogenen Zeitzonen ab.

Der Flug über viele Zeitzonen hat eine erhebliche Beeinträchtigung des Wohlbefindens zur Konsequenz. Als typische Beschwerden treten Störungen von vegetativen Funktionen wie z. B. Hungergefühl, Schlaflosigkeit, Schläfrigkeit, erhöhte Ermüdung, verminderte Leistungsfähigkeit sowie gastrointestinale und psychosomatische Probleme auf. Die am häufigsten bemerkten Symptome nach Fernflügen sind die Störungen des Schlafs [11]. Die üblichen Beschwerden, sowohl von Flugpersonal als auch von Reisenden, sind Einschlafschwierigkeiten, wiederholtes spontanes Aufwachen während der Nacht und ein Schlafdefizit durch frühes Aufwachen am Morgen. Das DLR [11] nennt dabei einige Veränderungen in der Schlafstruktur als messbare objektivierbare Folgen des Jetlags. Schlechter Schlaf erhöht die Tagesmüdigkeit und verringert die Leistungsfähigkeit. Die Ursachen der Schlafstörungen, die mit dem zirkadianem Rhythmus zu tun haben, sind den meisten Menschen unbekannt.

3.2 Anpassung an die veränderte Zeitzone

Die Resynchronisation bei Flügen Richtung Westen verläuft über eine Verlängerung der zirkadianen Periodik. Bei Flügen Richtung Osten (Ostflügen) bis sechs Stunden findet entsprechend eine Verkürzung der Periodenlängen statt. Bei Ostflügen, die mit einer Verkürzung des Rhythmus um z. B. neun Stunden verbunden waren, fand man häufiger eine Verlängerung um 15 Stunden („anti-dromic effect“).

Als Gedankenexperiment kann man die Auswirkungen an realen Flugangeboten einmal durchspielen:

westwärts	Frankfurt (Ortszeit)	Los Angeles (Ortszeit)
Abflug	11:00	
Ankunft	00:00	15:00

Tab. 1: Beispiel 1 – Zeitverschiebung Flug westwärts Frankfurt – Los Angeles (9 Zeitzonen)

Bei einem Flug von Frankfurt nach Los Angeles würde man bei Start 11 Uhr um 15 Uhr Ortszeit in Los Angeles landen. Diese Ortszeit entspricht aber 0 Uhr Frankfurter Ortszeit, für die biologische Uhr der Fliegenden ist also schon Mitternacht. Wenn man annimmt, dass Reisende erst um 22 Uhr Ortszeit Los Angeles zu Bett gehen, entspricht das eigentlich 7 Uhr morgens „biologischer“ alter Frankfurter Zeit. Die Zeitverschiebung würde sich am Beispiel Flug Frankfurt – Los Angeles also „anfühlen“ wie morgens um 7 Uhr ins Bett zu gehen, also neun Stunden länger wach zu bleiben.

ostwärts	Frankfurt (Ortszeit)	Los Angeles (Ortszeit)
Abflug	18:00	
Ankunft	03:00	11:00

Tab. 2: Beispiel 2 – Zeitverschiebung Flug ostwärts
Frankfurt – Seoul (8 Zeitzonen)

Ein Flug Richtung Osten könnte z. B. von Frankfurt 18 Uhr nach Seoul sein. Landung in Seoul ist 11 Uhr Ortszeit, was aber nach Frankfurter Zeit 3 Uhr nachts entspricht.

Tabelle 2 soll das besondere Problem des Ostfluges über Nacht zeigen. Durch den Nachtflug ist es eigentlich unumgänglich, während des Fluges zu schlafen. Das DLR [11] beschreibt es als fast unmöglich, normalen Schlaf auf einem solchen Flug zu finden. Man würde um 3 Uhr nachts in seinem „alten Biorhythmus“ geweckt, um von Bord zu gehen. Wahrscheinlich würde der „antidromic effect“ zum Tragen kommen, weil die zirkadianen Rhythmen im Mittel 24,5 Stunden dauern. Statt acht Stunden Verkürzung würde eine Verlängerung des Biorhythmus um 16 Stunden stattfinden. Als Reaktion auf die Verschiebung der äußeren Einflussfaktoren um 16 Stunden, wird der Biorhythmus vorübergehend verlängert. Unter der Annahme, dass erholsamer Schlaf in den beengten Verhältnissen der Economy Class nicht möglich war, bedeutet dies für Beispiel 2: Wenn die Mitarbeiterin bzw. der Mitarbeiter um 16 Uhr Ortszeit in Seoul einen Termin wahrnehmen soll, könnte das bedeu-

ten, die Person wäre ungefähr 33 Stunden wach. Dienstreisende, die in Seoul nach einem Termin um 22 Uhr Ortszeit ins Bett gehen, wären dann sogar 39 Stunden wach.

3.3 Empfehlungen gegen Jetlag

Viele Airlines geben Tipps, um mit den Belastungen eines Fernfluges zurecht zu kommen. Die Lufthansa [15] gibt einfache Hinweise, wie man am besten mit Jetlag umgeht bzw. versuchen kann, ihn abzumildern.

Wer die Möglichkeit hat, seinen Flug entsprechend zu planen, kann auch versuchen, sich an die Empfehlungen von Waterhouse [16] bezüglich einer Exposition gegenüber Licht zu halten. Die Reisenden sollen bei diesen Empfehlungen Lichtexposition vor dem Temperaturminimum ihres Biorhythmus um 5 Uhr morgens vermeiden. Oft ist dies bei Flügen nach Westen automatisch erfüllt, wenn man am Zielort direkt im dortigen Tag-Nacht-Rhythmus lebt. Bei Ostflügen kommt es aber oft – wie in Tabelle 2 beschrieben – zu einer Lichtexposition um 11 Uhr Ortszeit Seoul, was 3 Uhr nachts im eigenen Biorhythmus entspricht und eine Verlängerung des Biorhythmus auslösen kann. Eastman et. al. [17] beschreiben dieses Phänomen ebenfalls und versuchen, mittels Lichtgabe den zirkadianen Rhythmus entsprechend anzupassen. Diese Vorgehensweise ist wissenschaftlich nicht abschließend erforscht.

4 Gefährdungsbeurteilung bei komplexen Zusammenhängen durch Fernflügen

Neben Ergonomie und Jetlag spielt bei Fernflügen eine ganze Reihe von weiteren Faktoren eine Rolle. In diesem Zusammenhang soll auf die sozialversicherungsrechtlichen Sonderfälle der Broschüre „Gesetzliche Unfallversicherung bei Entsendung ins Ausland“ [18] verwiesen werden. Auch die DGUV Information 240-350 Handlungsanleitung für arbeitsmedizinische Untersuchungen nach dem DGUV Grundsatz G 35 „Arbeitsaufenthalt im Ausland unter besonderen klimatischen oder gesundheitlichen Belastungen“ [19] sollte beachtet werden. Des Weiteren gibt es eine Vielzahl von Informationen und Checklisten der verschiedenen Unfallversicherungsträger [20;21;22;23]. In diesen werden mögliche Gefährdungen abgefragt oder auf diese hingewiesen. Politische Stabilität, Terrorismus, Tropenkrankheiten, klimatische Bedingungen (extreme

Kälte bis tropisch feuchte Hitze), kulturelle Besonderheiten und viele Faktoren mehr stellen neben den physischen Belastungen für die Dienstreisenden zusätzlich eine psychische Belastung dar.

In Beispiel 2 wurde deutlich dargelegt, dass bei einem Fernflug durch Jetlag eine erhebliche Übermüdung auftreten kann. Bei sicherheitsrelevanten Tätigkeiten, z. B. Montagefachkräfte, die Revisions- und Instandhaltungsarbeiten im Ausland durchführen sollen, bedeutet diese Übermüdung eine Vergrößerung von Unfall- oder Gesundheitsrisiken. Möglicher Schlafmangel sollte bei Reisenden in der Economy Class, die keine ausreichende Zeit für die Anpassung des Biorhythmus an das Zielland bekommen haben, auf jeden Fall in der Gefährdungsbeurteilung berücksichtigt werden.



Ein gestörter Tag-Nacht-Rhythmus führt häufig zur Übermüdung.

5 Zusammenfassung und Empfehlungen

Die Planung einer Dienstreise mit dem Flugzeug in Ost-West-Richtung sollte durch die Dienstreisenden selbst oder im Einvernehmen mit diesen stattfinden.

Die ergonomischen Bedingungen in der Economy Class eines Flugzeugs sind nicht an die Körpermaße des Menschen angepasst. Für die 5 % der größten Reisenden nach DIN 33402-2 [8] ist das Platzangebot nicht ausreichend. Ohne zumindest einen Economy Platz mit erhöhter Beinfreiheit oder einen Premium Economy Sitz, ist ein Langstreckenflug für große Menschen eine Belastung. Neben großen Menschen dürfen auch alle Menschen mit besonderen Einschränkungen einen Langstreckenflug unter beengten Verhältnissen als belastend empfinden. So sind die Belastungen für Schwangere, Menschen mit Rücken-, Bandscheiben-, Hüft- oder Knieproblemen, Thromboserisikopatienten und generell ältere Personen erhöht.

Dass Jetlag ein objektives Problem und nicht nur ein subjektives Empfinden der Reisenden darstellt, ist umfangreich belegt. Zentraler Punkt ist dabei immer der zirkadiane Rhythmus des Menschen und die negativen Folgen äußerer Faktoren auf diesen Rhythmus. Deshalb wird Jetlag auch oft zusammen mit Schichtarbeit behandelt, wobei die Problematik Schichtarbeit im Arbeitsleben vermutlich häufiger

vorkommt und helfen kann, den Jetlag zu verstehen. Allerdings unterscheidet sich Jetlag in einigen Feinheiten von Schichtarbeit.

Aufgrund der besonderen Charakteristik des Jetlags bei Ostflügen über 6 Stunden ist eine Phase der Erholung nach der Ankunft empfehlenswert. Wie lange diese Erholungsphase dauern sollte, kann nur schwer eingeschätzt werden. Wegen der interindividuellen Unterschiede in der Anpassungsfähigkeit an einen Jetlag kann der Zeitraum bis zur vollständigen Anpassung mehrere Wochen dauern. Der akute Schlafmangel von 33 Stunden im Beispiel 2 kann eigentlich kaum produktive Arbeit im Sinne des Unternehmenserfolgs erwarten lassen. Die Problematik des Schlafdefizits sollte sowohl für den Unternehmenserfolg als auch für die Gesundheit der Beschäftigten bedacht werden. Dienstreisende können sich, gerade bei gefährlichen Arbeiten nach einem langen Flug, unter Umständen auf die DGUV V1 „Grundsätze der Prävention“ § 15 Absatz 1 [24] berufen und aufgrund ihres persönlichen Zustands gefährliche Arbeiten einstellen.

Der Vorteil bei einem Business Class Flug ist, dass schon auf dem Flug eine Anpassung an die Zeitumstellung durch erholsamen Schlaf versucht werden kann. Dies kann die Arbeitsfähigkeit direkt am Zielort



Eine Schlafbrille ermöglicht auch bei Helligkeit eine Schlafpause.

erhöhen. Vor allem bei Kurzaufenthalten kann dies sinnvoll sein, da eine Anpassung an die Ortszeit ohnehin nicht erfolgt. Durch entsprechende Planung und vorbereitende Verschiebung der Schlafphasen in den Tagen vor der Reise kann der Jetlag eventuell zusätzlich verringert werden.

Als Möglichkeit für Reisen von maximal 1 bis 2 Tagen bietet sich an, dass Dienstreisende auf den Flügen im eigenen zirkadianen Rhythmus bleiben und versuchen, am Zielort den Rhythmus beeinflussende Faktoren, also Tageslicht, weitestgehend zu vermeiden. Dazu müsste die Möglichkeit gegeben sein, auf den Flügen liegend zu schlafen, wofür Business Class nötig ist. Um Termine wahrnehmen zu können, müssen sich die Zeitzonen von Abflug- und Zielort entsprechend überschneiden, damit zu normalen Geschäftszeiten Termine wahrgenommen werden können. Dabei müssen Geschäftstermine am Zielort so gelegt werden, dass die Dienstreisenden z. B. nicht hellem Sonnenlicht exponiert werden. Das Beibehalten des eigenen Biorhythmus würde zudem den zweifachen Jetlag jeweils nach der Hin- und Rückreise vermeiden. In der Praxis ist dies allerdings schwierig.

Eine Fernflugreise in Ost-West-Richtung in der Economy Class sollte immer mit Ruhepausen nach Hin- und Rückflug verbunden sein, da der natürliche zirkadiane Rhythmus durch Jetlag erheblich gestört wird. Schlafmangel führt zu verminderter Leistungsfähigkeit, sodass gerade bei längeren Aufenthalten Anpassungszeiten an den neuen Biorhythmus vorgesehen werden sollten. Ein gutes Arbeitsergebnis der Beschäftigten kann nur mit Anpassung an den neuen Biorhythmus erreicht werden.

Wegen der vielen physischen und psychischen Belastungen sollten den Mitarbeitenden Wahlmöglichkeiten gelassen werden. Insbesondere hinsichtlich psychischer Belastungen sollte beachtet werden, dass Selbstbestimmtheit gerade bei Arbeitszeit/-organisation positiv empfunden wird. Unter dem Gesamteindruck der vielfältigen Belastungen bei Reisen in schwierige Zielländer, ob klimatisch, epidemiologisch oder sicherheitspolitisch, sollten ergonomische Aspekte und die Problematik rund um Jetlag auf einem Langstreckenflug besondere Beachtung finden, um die Gesamtbelastung so weit wie möglich zu reduzieren.

Tipps für Dienstreisende zum Umgang mit Jetlag – verändert nach [15]:

- Planen Sie Ihre Flugreise selbst.
- Stellen Sie bereits im Flugzeug Ihre Uhr auf die Uhrzeit des Ziellandes um, damit Sie sich mental an den neuen Zeitrhythmus gewöhnen können.
- Nehmen Sie am Tagesrhythmus des Zielortes direkt teil. Tageslicht trägt dazu bei, dass sich der Körper schneller an die neue Umgebung anpasst.
- Schlafen Sie in der ersten Nacht nach der Ankunft ausreichend.
- Vermeiden Sie anstrengende Aktivitäten an den ersten zwei Tagen, um sich an den neuen Zeitrhythmus zu gewöhnen.
- Nehmen Sie keine Schlafmittel.
- Alternativ: Bei Kurzaufenthalten können Sie versuchen, den Tag-Nacht-Rhythmus der Heimat beizubehalten.
- Bleiben Sie, wenn möglich, nach der Reise ein bis zwei Tage zu Hause.

Besonderheiten bei Flügen in Richtung Westen

- Versuchen Sie, sich einige Tage vor der Reise an den neuen Tagesrhythmus zu gewöhnen, indem Sie ein bis zwei Stunden später ins Bett gehen.
- Wichtige Termine oder Meetings im Zielland planen Sie bei einem Flug nach Westen am besten am Morgen.
- Geben Sie nicht dem auftretenden Müdigkeitsgefühl nach, sondern legen Sie sich erst schlafen, wenn in Ihrem Zielland die Sonne untergeht.
- Halten Sie sich möglichst im Hellen auf. Licht hemmt die Produktion des Hormons Melatonin; dieses macht müde und stellt den Organismus auf Schlaf ein.

Besonderheiten bei Flügen in Richtung Osten

- Versuchen Sie, während des Fluges zu schlafen.
- Wichtige Termine oder Meetings im Zielland planen Sie bei einem Flug nach Osten am besten am Abend.
- Verzichten Sie auf Alkohol als „Müde-Macher“, denn er wirkt an Bord stärker als auf der Erde, trocknet den Körper aus und verzögert außerdem die Umstellung des Organismus auf die neue Zeitzone.

Grundsätzlich noch sinnvoll

- Hygieneartikel, Ohrenstöpsel, Schlafmaske und bequeme Kleidung im Handgepäck

6 Literatur

- [1] Gallus, A. S.: Travel, venous thromboembolism, and thrombophilia. *Semin Thromb Hemost* (2005). Nr. 31(1). S. 90–96
- [2] Previtali, E., Bucciarelli, P., Passamonti, S. M. & Martinelli, I.: Risk factors for venous and arterial thrombosis. *Blood Transfus.* (2011). Nr. 9(2). S. 120–138
- [3] Zotz, R. B., Sucker, C. & Gerhardt, A.: Bedeutung thrombophiler Risikofaktoren für das Erst- und Rezidivthromboserisiko. https://www.drk-haemotherapie.de/data/ausgabe_13/haemotherapie_13_09.pdf (zuletzt abgerufen am 25.03.2019)
- [4] Premium Economy: Lohnt sich das Upgrade? <https://travel-dealz.de/blog/vergleich-premium-economy/> (zuletzt abgerufen am 15.03.2019)
- [5] Nachemson, A.: The load on lumbar disks in different positions of the body. *Clin Orthop* (1966). Nr. 45. S. 107–122
- [6] Wilke, H. J., Neef, P., Caimi, M., Hoogland, T., Claes, L. E.: New in vivo measurements of pressure in the intervertebral disc in daily life. *Spine* (1999). Nr. 24(8). S. 755–762
- [7] Vergleich der Sitzabstände. <https://www.travelbook.de/fliegen/airlines/sitzbreite-und-beinfreiheit-wo-fliege-ich-am-bequemsten-economy-class> (zuletzt abgerufen am 15.03.2019)
- [8] DIN 33402-2: Ergonomie – Körpermaße des Menschen – Teil 2: Werte (12/2005). Beuth, Berlin 2005
- [9] DIN EN 547-2:2009-01: Sicherheit von Maschinen – Körpermaße des Menschen – Teil 2: Grundlagen für die Bemessung von Zugangsöffnungen (01/2009). Beuth, Berlin 2009
- [10] Sitzabstand und Sitzbreite. <https://www.fairliners.com/sitzabstand.html> (zuletzt abgerufen am 15.03.2019)
- [11] Jetlag und seine Auswirkungen auf den Menschen. Hrsg.: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR). Köln. https://www.dlr.de/me/desktopdefault.aspx/tabid-2023/2958_read-4535/ (zuletzt abgerufen am 15.03.2019)
- [12] BG-Infoblatt: Schichtarbeit – Leben gegen den Rhythmus. Hrsg.: Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse, Köln 2015
- [13] Informationsseite der DGUV zum Thema „Schichtarbeit“. <https://www.dguv.de/de/praevention/themen-a-z/schichtarbeit/index.jsp> (zuletzt abgerufen am 15.03.2019)

- [14] Borugian, M.J., Gallagher, R.P., Friesen, M.C., Switzer, T.F., Aronson, K.J.: Twenty-Four-Hour Light Exposure and Melatonin Levels Among Shift Workers. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* (2005), Nr. 47, S. 1268–1275
- [15] *Gesund Reisen*. Hrsg.: Lufthansa, Köln. <https://www.lufthansa.com/xx/de/gesund-reisen> (zuletzt abgerufen am 15.03.2019)
- [16] Waterhouse, J.: Jetlag and shift work: (1). *Circadian rhythms*. *J R Soc Med* (1999), Nr. 92, S. 398–401. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1297314/> (zuletzt abgerufen am 15.03.2019)
- [17] Eastman, C. I., Gazda, C. J., Burgess, H. J., Crowley, S. J., Fogg, L. F.: Advancing Circadian Rhythms Before Eastward Flight: A Strategy to Prevent or Reduce Jetlag. *Sleep* (2005), Nr. 28, S. 33–44. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1249488/> (zuletzt abgerufen am 15.03.2019)
- [18] Merkblatt: Gesetzliche Unfallversicherung bei Entsendung ins Ausland. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Berlin 2015
- [19] DGUV Information 240-350: Handlungsanleitung für arbeitsmedizinische Untersuchungen nach dem DGUV Grundsatz G 35 „Arbeitsaufenthalt im Ausland unter besonderen klimatischen oder gesundheitlichen Belastungen“ – eine Entscheidungshilfe für Unternehmerinnen und Unternehmer. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Berlin 2015
- [20] BGHM Information: Auslandseinsatz. Hrsg.: Berufsgenossenschaft Holz und Metall, Mainz 2013. https://www.bghm.de/fileadmin/user_upload/Arbeitsschuetzer/Praxishilfen/Schwerpunktthemen/291_Auslandseinsatz.pdf (zuletzt abgerufen am 15.03.2019)
- [21] Gefährdungsbeurteilung Gasversorgung. Hrsg.: Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse, Köln 2016. http://etf.bgetem.de/htdocs/r30/vc_shop/bilder/firma53/gb_008_a04-2016.pdf (zuletzt abgerufen am 15.03.2019)
- [22] BGHM-Informationsblatt Sicherheitsbewusstes Verhalten bei Auslandsdienstreisen. Hrsg.: Berufsgenossenschaft Holz und Metall, Mainz 2016. https://www.bghm.de/fileadmin/user_upload/Unternehmer/Arbeiten_im_Ausland/Auslandsdienstreisen.pdf (zuletzt abgerufen am 15.03.2019)
- [23] Checkliste für Unternehmen: Beruflicher Einsatz im Ausland. Hrsg.: Verwaltungs-Berufsgenossenschaft, Hamburg 2014. http://www.vbg.de/SharedDocs/Medien-Center/DE/Faltblatt/Praevention_Allgemein/Checkliste%20für%20Unternehmen:%20Beruflicher%20Einsatz%20im%20Ausland.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (zuletzt abgerufen am 15.03.2019)
- [24] DGUV Vorschrift 1: Grundsätze der Prävention. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Berlin 2013. <https://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/1.pdf> (zuletzt abgerufen am 15.03.2019)

**Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e. V. (DGUV)**

Glinkastraße 40
10117 Berlin

Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)

Fax: 030 13001-9876

Internet: www.dguv.de