

# Somnologie

Schlafforschung und Schlafmedizin

Somnology

Sleep Research and Sleep Medicine

Offizielles Organ der DGSM und der ÖGSM • Official Journal of the DGSM and of the ASRA



## Elektronischer Sonderdruck für

## P. Angerer

### Ein Service von Springer Medizin

Somnologie 2010 · 14:88–97 · DOI 10.1007/s11818-010-0462-0

© Springer-Verlag 2010

zur nichtkommerziellen Nutzung auf der privaten Homepage und Institutssite des Autors

P. Angerer · R. Petru

## Schichtarbeit in der modernen Industriegesellschaft und gesundheitliche Folgen

Somnologie 2010 · 14:88–97  
 DOI 10.1007/s11818-010-0462-0  
 Eingegangen: 9. Februar 2010  
 Angenommen: 12. April 2010  
 Online publiziert: 12. Mai 2010  
 © Springer-Verlag 2010

P. Angerer · R. Petru  
 Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial und Umweltmedizin,  
 Klinikum der Universität München

# Schichtarbeit in der modernen Industriegesellschaft und gesundheitliche Folgen

**Anders als noch zu Beginn des 20. Jahrhunderts ist die Arbeit in flexiblen, wechselnden Schichten nicht mehr auf medizinisches Personal und die Beschäftigten in der chemischen oder Schwerindustrie beschränkt. Vor allem im Dienstleistungsbereich hat sich diese Form der Arbeit in den letzten 10 Jahren stark ausgebreitet; so beispielsweise im Verkehrswesen, Sicherheitsdiensten, in der Energiewirtschaft und in der Kommunikationsbranche, wo die Leistungen rund um die Uhr angefordert und angeboten werden. Die Zahl der Erwerbstätigen, die regelmäßig oder zumindest gelegentlich in Nacht- oder Wechselschichten arbeiten, hat dementsprechend im vergangenen Jahrzehnt weiter zugenommen. Während in Deutschland nach Angaben des Statistischen Bundesamtes 1993 nur 9,7% der Erwerbstätigen außerhalb der normalen Arbeitszeiten beschäftigt waren, waren es 2003 bereits 15,5%. In Zukunft ist insbesondere im Dienstleistungssektor noch mit einer weiteren Zunahme der Nacht- und Schichtarbeit sowie mit individuellen, flexiblen Arbeitszeiten zu rechnen [42].**

## Formen und Vorkommen von Schichtarbeit

Schichtarbeit ist eine Form der Tätigkeit mit Arbeit zu wechselnden Zeiten (Wechselschichtsystem) oder konstant ungewöhnlicher Zeit (permanente Schichtsysteme, „Dauerschicht“). Mehrere Arbeit-

nehmer an einem Arbeitsplatz wechseln einander ab, damit der Arbeitsplatz über die Arbeitszeit des Einzelnen hinaus besetzt ist. Je nach Lage der Arbeitszeit im Tagesablauf bezeichnet man sie als Tages-, Nacht-, Früh- oder Spätschicht. 2-Schicht-Systeme können beispielsweise aus einer regelmäßigen Abfolge von Früh- und Spätschicht bestehen, während bei 3-Schicht-Systemen eine Nachtschicht hinzukommt [42].

In vielen Bereichen sind wechselnde Arbeitsschichten aus wirtschaftlichen, technologischen und versorgungstechnischen Gründen heute unvermeidbar. Die Aufteilung der betrieblichen Arbeitszeit und die kontinuierliche Belegung der Arbeitsplätze durch mehrmals tägliche wechselnde Schichten erlauben eine bessere Auslastung industrieller Produktionsanlagen sowie längere Betriebs- oder Öffnungszeiten im Dienstleistungsgewerbe.

## Pathophysiologische Folgen

Die wesentliche Ursache für die Belastung von Schichtarbeitern durch das Arbeiten zu wechselnden Tageszeiten besteht darin, dass sie zeitversetzt zu ihrer endogenen Zirkadianrhythmik aktiv sein bzw. schlafen müssen [42]. Die endogene Rhythmik bestimmt den Takt von Schlafbedürfnis und Wachheit sowie vieler biologischer und psychischer Funktionen mit einer Periodizität von annähernd 24 h. Exogene Einflüsse, sog. äußere Zeitgeber, haben einen modulierenden Einfluss auf die endogene zirkadiane Rhythmik, der jeden Tag periodisch gleich verläuft, so-

dass beide Rhythmen im Normalfall synchron verlaufen [60]. Der bedeutendste äußere Zeitgeber ist der Tag-Nacht- bzw. Hell-Dunkel-Rhythmus. Als weitere Zeitgeber fungieren soziale Einflüsse, wie Arbeit und Freizeit, Aktivität und Erholung, Wachen und Schlafen sowie regelmäßige Mahlzeiten. In ihrer Gesamtheit beeinflussen die Zeitgeber die mit einer Eigendynamik ablaufenden inneren zirkadianen Rhythmen, wie z. B. Körpertemperatur, Leistungsbereitschaft, Müdigkeit, Herzfrequenz, Blutdruck oder Hormonausschüttung. Die innere Uhr steuert die einzelnen Phasen der physiologischen Rhythmen unter dem Einfluss von exogenen Zeitgebern.

## Der bedeutendste äußere Zeitgeber ist der Tag-Nacht- bzw. Hell-Dunkel-Rhythmus

Die zirkadianen Rhythmen der physiologischen Funktionen und der natürliche Hell-Dunkel-Rhythmus stimmen aber nicht mit dem Aktivitätsrhythmus eines schichtarbeitenden Menschen überein. Wechselschichten und v. a. sehr frühe Frühschichten sowie Nachtschichten erfordern Wachheit und Aktivität zu Tageszeiten, zu denen die innere Uhr den Organen Ruhephasen vorgibt und die Umwelt „Nacht“ anzeigt. Andererseits ist es bei Nachtarbeit erforderlich, zu einer Zeit zu schlafen, in der die äußeren Zeitgeber „Tag“ signalisieren. Die exogenen Zeitgeber scheinen im Verlauf einer Nachtschichtwoche eine vollständige Anpassung des zirkadianen Rhythmus an die Nachtarbeit zu verhindern, anders, als

dies z. B. nach einem Wechsel der Zeitzonen möglich ist, durch den sich auch die äußeren Zeitgeber ändern [42]. Nachtschichtarbeiter schlafen und arbeiten also gegen ihre innere Uhr und gegen den natürlichen Hell-Dunkel-Rhythmus des 24-h-Tags. Das kann längerfristig zu einer Desynchronisation zwischen dem zirkadianen System des Organismus und den Zeitgebern in der Umwelt führen.

## Schlafstörungen

Die Diskrepanz zwischen innerer Uhr und äußeren Lebensumständen führt dazu, dass Schichtarbeiter häufiger als Tagarbeiter über Schlaflosigkeit während ihrer Hauptschlafphase am Tag oder über Schläfrigkeit während ihrer Arbeitsphase klagen [52]. Lassen sich diese Beschwerden (nichterholbarer Schlaf, zirkadiane Schlaf-Wach-Rhythmusstörungen, Ein- und Durchschlafstörungen und/oder Tagesschläfrigkeit) über eine längere Zeit (einen Monat oder mehr) mit den wechselnden Arbeitszeiten des Betroffenen in Verbindung bringen und nicht durch eine vorbestehende Schlafstörung oder einer andere Erkrankung oder Medikamente erklären, so spricht man von einem Schichtarbeitersyndrom. Entsprechend ist es als eine – krankheitswertige – schichtarbeitbedingte „Störung des Schlaf-Wach-Rhythmus“ [28] definiert. Eine Fall-Kontroll-Studie aus Detroit fand eine Überhäufigkeit von Schlafstörungen bei Dauernachtschichtarbeitern um 14,1% und Arbeitern in rotierender Schicht um 8,1% [21]. Frauen leiden möglicherweise vermehrt unter Schichtarbeit, u. a. da bei ihnen vermehrt Schlafstörungen auftreten [14].

Nachtschichten oder Frühschichten in einem Schichtsystem, insbesondere bei schneller Rotation der Schichten, führen zu einer Verkürzung der Schlafdauer, Spätschichten eher zu einer Verlängerung [52, 56]. Verkürzung von Schlafdauer und Schlafstörungen, die in dem Beitrag von Rodenbeck u. Hajak in diesem Heft eingehender thematisiert werden, stellen neben der chronobiologischen Desynchronisation verschiedenster physiologischer Vorgänge einen Mechanismus dar, wie Schichtarbeit negative Einflüsse auf die Gesundheit ausüben kann.

Da zirkadiane Schlafstörungen vielfältige und komplexe Ursachen haben können, sollte auch bei Schichtarbeitern eine sorgfältige Klärung der Problematik erfolgen. Hier sei zum einen auf die S3-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin verwiesen [18], zum anderen auf den Bericht der American Academy of Sleep Medicine [47].

## Soziale Konsequenzen als zusätzlicher Belastungsfaktor

Schichtarbeit verändert auch das private Umfeld. Man spricht von sozialer Desynchronisation, da die mit Nachtarbeit verbundenen Rhythmusverschiebungen bei Schichtarbeitern im Widerspruch zu den zeitlichen Gewohnheiten ihres sozialen Umfelds stehen [17]. So kann es zu Einschränkungen im familiären und sozialen Leben der Beschäftigten kommen; gesellschaftliche, kulturelle, sportliche und gesundheitsfördernde Aktivitäten, aber auch die Teilhabe am normalen Familienleben werden durch die zeitlichen Vorgaben des Schichtsystems erschwert [42, 66].

## Schichtarbeit, Fehler und Unfallrisiko

Die Konsequenz aus verminderter Schlafdauer, gestörtem Schlafmuster, beeinträchtigter Schlafqualität und gestörter zirkadianer Rhythmik bei Schichtarbeitern ([34, 52]; s. auch nachfolgenden Artikel „Das Schichtarbeitersyndrom: Schlafstörungen durch Schichtarbeit“) ist u. a. die erhöhte Müdigkeit mit verminderter Leistungsfähigkeit während der Arbeit. Hierbei sollte differenziert werden zwischen Untersuchungen zu Schichtarbeit mit normaler oder etwas verlängerter Schichtdauer (die primärer Gegenstand dieses Artikels ist) und solchen zu Schichtarbeit mit Schichtdauer bzw. Dauer des Arbeitstages über 12–24 h und mehr. Der letztere Fall kommt v. a. im Gesundheitsdienst (bei Ärzten) in den USA vor, geht mit einem stark erhöhten Unfallrisiko einher, worauf aber hier nicht näher eingegangen werden kann [9, 48].

In mehreren Studien wurde gezeigt, dass Reaktionsfähigkeit, Aufmerksamkeit, Belastbarkeit und Konzentration durch

Schichtarbeit in verschiedenen Schichtsystemen beeinträchtigt werden [2, 22, 29, 36, 39, 45, 71, 78]. Dabei kann die Minderung der Leistungsfähigkeit ein relevantes Sicherheitsproblem darstellen, nicht nur für die beschäftigte Person selbst. Kritisch kann dies werden, wenn Gesundheitsberufe oder andere Tätigkeiten mit potenzieller Gefährdung Dritter ausgeübt werden. Bei Arbeit zu einem ungünstigen Zeitpunkt des internen Zeitgebers, wie das v. a. am Ende der Nachtschicht der Fall ist, wenn die Wachsamkeit ihren zirkadianen Nadir und der Schlafdruck ein Maximum erreicht, häufen sich Fehler, die Produktivität sinkt und die Unfallgefahr nimmt zu [27]. Dabei scheint die Schichtarbeit durch die mangelnde Synchronisation der inneren und äußeren Phasenlage per se und nicht nur der Schlafmangel und die damit verbundene Müdigkeit zu einer Erhöhung des Unfallrisikos beizutragen [32]. Im Vergleich zur Tagesarbeit ist während der Nachtschicht das Unfallrisiko am größten, gefolgt von der Spätschicht und der Frühschicht [4, 10, 15, 17, 25, 26, 27, 39, 40, 41, 79, 80].

Die Schichtlänge ist darüber hinaus ein wichtiger Einflussfaktor für die Unfallhäufigkeit: Längere Schichten gehen mit einer höheren Unfallhäufigkeit einher als reguläre 8-h-Schichten, das Risiko steigt mit zunehmender Schichtdauer [25, 33, 46, 68]. Die erhöhte Unfallgefahr ist aber nicht nur auf die reguläre Arbeitszeit beschränkt, sondern betrifft auch die Fahrt von oder zu der Arbeit [23, 24, 25, 27, 38, 54, 68].

## ➤ Bei Nachtschicht oder Schichten über 8 h erhöht sich das Unfallrisiko

Faktoren, die Arbeitsunfälle begünstigen, sind Unregelmäßigkeit der Schichtarbeit, Alter, Bildungsgrad, soziale Unterstützung am Arbeitsplatz und Raucherstatus [17, 42, 77]. Auch hohe Arbeitsanforderungen sowie Konflikte am Arbeitsplatz scheinen mit einem erhöhten Unfallrisiko verbunden zu sein, hingegen wirken sich Arbeitszufriedenheit und Alter positiv auf die Unfallhäufigkeit aus [19, 25, 77]. Lebensstilfaktoren, wie z. B. das Rauchen oder Alkoholkonsum, stehen auch unter Schichtarbeit in direkter Verbindung mit

Arbeitsunfällen und den darauf folgenden Arbeitsunfähigkeitszeiten [19]

Im Vergleich zwischen den Schichtsystemen wird man aufgrund der physiologischen Minderung der Leistungsfähigkeit während der Nacht annehmen, dass die Unfallrate der Schichtarbeiter, die auch Nachtschicht machen, im Vergleich zu Schichtarbeitern, die nicht in Nachtschicht arbeiten, erhöht ist. Dies bestätigt sich für den Vergleich zwischen Schichtarbeit mit und ohne Nachtarbeit [25, 27, 37, 41, 42, 59]. Es gibt jedoch nur wenig Literatur zu der Frage, wie sich das Risiko bei Personen verändert, die speziell in Dauernachtschichten tätig sind. Eine komplette Adaptation an die Dauernachtschicht ist aufgrund der äußeren Zeitgeber praktisch nie möglich. So weisen die wenigen verfügbaren Daten auf ähnliche Unfallraten unter Dauernachtarbeit im Vergleich zu Wechselschichten ohne Nachtarbeit hin [25, 53], möglicherweise kommt es aber zu schwereren Unfällen [51].

Auf individueller Ebene gibt es große Unterschiede in der Fähigkeit zur Adaptation und somit dem Risiko für das Auftreten schichtarbeitsbedingter Unfälle und anderer gesundheitlicher Folgen. Der individuelle Chronotyp, die Toleranz gegenüber der zirkadianen Desynchronisation sowie die soziale Unterstützung spielen dabei eine wichtige Rolle. Schließlich ist anzunehmen, dass über längere Zeit eine selbst gesteuerte Selektion der Personen stattfindet, die sich besser an die Schicht anpassen und somit weniger beeinträchtigt sind [3, 13, 17, 31, 42, 53, 61].

*Zusammenfassend* lässt sich sagen, dass Schichtarbeit mit einer höheren Rate an Fehlern und Unfällen am Arbeitsplatz sowie Wegeunfällen einher geht; insbesondere Schichtarbeit mit Nachtschicht bzw. in Kombination mit längeren Schichten (über 8 h) erhöhen das Unfallrisiko.

### Art des Zusammenhangs zwischen Schichtarbeit und Krankheit

Schichtarbeit führt nicht nur zu Störungen des Schlafs und zu einem erhöhten Risiko für Verletzungen durch Unfälle, sondern hat auch Auswirkungen auf die Entstehung von weiteren Erkrankungen.

Die unter dem Begriff „metabolisches Syndrom“ subsumierten Erkrankungen,

v. a. aber die kardiovaskulären und zerebrovaskulären Krankheiten an sich, sind nach wie vor die führende Todesursache in industrialisierten Ländern und werden von der WHO weiter als die Erkrankungen prognostiziert, die bei weitem die höchste Krankheitslast verursachen ([49]; s. auch Abschnitt „Kardiovaskuläre Risikofaktoren“).

Angesichts der eingangs dargestellten Häufigkeit von Schichtarbeit ist aus Public-Health-Perspektive die Frage nach dem Zusammenhang zwischen Schichtarbeit und derartiger Erkrankungen somit von höchster Bedeutung.

Unzureichend geklärt und daher umstritten ist die Art dieser Assoziation:

- Erklärt der im Schnitt niedrigere sozioökonomische Status von Beschäftigten, die in Schicht arbeiten, die Unterschiede zu den Tagarbeitern?
- Entscheiden sich Personen, die zu gesundheitlich ungünstigem Verhalten hinsichtlich Ernährung, Bewegung oder Rauchen neigen, bevorzugt zu Tätigkeiten mit Schichtarbeit?
- Führt Schichtarbeit durch die beschriebenen biologischen Mechanismen der Desynchronisation von äußerer und innerer Uhr oder durch die sozialen Umstände zu ungesünderem Verhalten?
- Bedingt Schichtarbeit vermehrt psychosozialen Stress, der – wie zahlreiche Untersuchungen belegen – das Atherosklerose- und Herzinfarkttrisiko deutlich zu erhöhen vermag?
- Oder sind es primär die *biologischen* Auswirkungen der Desynchronisation und, damit einhergehend, des verkürzten Schlafs, die unmittelbar die Progression der Atherosklerose beschleunigen und das Herzinfarkttrisiko steigern?

Diese Fragen haben unmittelbare Bedeutung für die Planung von Interventionen.

Die Krankheitsentstehung kann z. B. vermittelt werden über die biologische Desynchronisation an sich, über die Verkürzung des Schlafs, die Begünstigung von gesundheitlichem Risikoverhalten oder durch psychosozialen Stress infolge der Störung sozialer Beziehungen. Eine Herausforderung an die Wissenschaft ist dabei nach wie vor der Nachweis einer

kausalen Beziehung zwischen Schichtarbeit und gesundheitlichen Folgen, da verschiedene Störgrößen den Zusammenhang vorspiegeln könnten: So besteht eine Assoziation zwischen niedrigem sozioökonomischen Status, einem starken Risikofaktor für Erkrankungen, und Schichtarbeit; zwischen vorbestehenden gesundheitlichen Risiken (z. B. Rauchverhalten) und Selbstselektion in Schichtarbeit; ungünstigen Arbeitsbedingungen, die besonders bei Schichtarbeit auftreten, und anderem. Es ist somit anzunehmen, dass die Beziehung zwischen Schichtarbeit und Gesundheit komplex ist und von zahlreichen Faktoren bestimmt wird [42].

Moderierend kommen individuelle und situationsbezogene Faktoren hinzu, wie die Einstellung zur Schichtarbeit, Wohnbedingungen, physische und psychische Voraussetzungen, die die individuelle Bewältigungskapazität beeinflussen. Besonders sind hier der Einfluss von Alter, zusätzlichen beruflichen Belastungen (z. B. „Zweitjob“) oder familiärer Belastung zu nennen. Solange ein intaktes Gleichgewicht zwischen den Bereichen Arbeit, Erholung sowie familiären und sozialen Beziehungen besteht, können die Risiken der Schichtarbeit weitgehend kompensiert werden. Schichtarbeit wirkt aber auch als Störfaktor auf die individuelle Bewältigungsfähigkeit ein [42].

Um nicht nur statistische, sondern kausale Zusammenhänge zu belegen, sind longitudinal angelegte Studien erforderlich, d. h. beobachtende Kohortenstudien oder Fall-Kontroll-Studien oder experimentelle Untersuchungen (vom Laborexperiment bis zur randomisierten, kontrollierten Interventionsstudie). Daher werden im Abschnitt „Kardiovaskuläre Risikofaktoren“ im Wesentlichen neuere Befunde solcher Untersuchungstypen exemplarisch dargestellt.

### Depressionen und Angsterkrankungen

In der genannten Untersuchung von Drake et al. [21] war die Schichtarbeit per se nicht mit Depressionen assoziiert. Eine britische Längsschnittstudie dagegen zeigte, dass Männer, die mindestens 4 Jahre in Nachtschicht tätig waren, ein erhöhtes Risiko für Angststörungen und/

oder Depression (Odds-Ratio, OR: 6,06; 95%-Konfidenzintervall, 95%-KI: 2,06–17,92) hatten. Bei Frauen war dieses Risiko erhöht, wenn sie 2–3 Jahre in Wechselschichten gearbeitet hatten (OR: 2,58, 95%-KI: 1,53–4,35; [8]).

## Restless-Legs-Syndrom

Das Restless-Legs-Syndrom (RLS) ist eine sensomotorische neurologische Störung, die durch Bewegungsdrang und Missempfindungen an den unteren Extremitäten charakterisiert ist und die Lebensqualität der betroffenen Patienten beeinträchtigt [1]. Eine kürzlich publizierte Studie deutet darauf hin, dass Schichtarbeit in rotierenden Schichten mit einer höheren Prävalenz des RLS assoziiert ist [69]: Von 780 männlichen Schichtarbeitern arbeiteten 260 in permanenter Frühschicht und 520 in Wechselschicht einschließlich Nachtschichten. Die Prävalenz des RLS war in der Gruppe der Wechselschichtarbeiter signifikant höher als bei den in permanenter Frühschicht Beschäftigten (15,0 vs. 8,5%,  $p < 0,01$ ). Arbeiter, die an einem RLS litten, waren allerdings älter als diejenigen ohne RLS. In der schon zitierten, älteren Studie von Ohayon [52] hatte sich kein signifikanter Zusammenhang gefunden. Der Zusammenhang muss als noch ungeklärt betrachtet werden.

*Zusammenfassend* gibt es Hinweise, dass Schichtarbeit Depression und Angst, möglicherweise auch das RLS fördert.

## Gastrointestinale Störungen

Gastrointestinale Störungen sind bei Schichtarbeitern weit verbreitet und treten häufiger auf als bei Tagarbeitern [43]. Typische Beschwerden sind Schmerzen und Verdauungsstörungen, insbesondere Obstipation und Diarrhö. Außerdem scheinen Schichtarbeiter ein erhöhtes Risiko für gastrointestinale Ulzera zu haben. Einer japanischen Studie mit über 11.000 Probanden zufolge beträgt die Prävalenz für gastrische Ulzera bei Schichtarbeitern 2,38%, während Tagarbeiter mit einer Prävalenz von 1,03% daran erkrankten. Duodenale Ulzera wurden in dieser Studie zwar insgesamt seltener beobachtet; dennoch war ihre Prävalenz bei Schichtarbei-

## Zusammenfassung · Abstract

Somnologie 2010 · 14:88–97 DOI 10.1007/s11818-010-0462-0  
© Springer-Verlag 2010

P. Angerer · R. Petru

### Schichtarbeit in der modernen Industriegesellschaft und gesundheitliche Folgen

#### Zusammenfassung

Das Arbeiten außerhalb der normalen Arbeitszeiten, sog. Schichtarbeit, betrifft mehr als 15% der Beschäftigten in Deutschland, mit steigender Tendenz. Die unregelmäßigen Arbeitszeiten, sei es in Wechselschicht, v. a. mit Nachtschicht, oder in permanenter Nachtschicht, führen zu Diskrepanzen zwischen den äußeren Aktivitäts- und Erholungsphasen einerseits und dem inneren zirkadianen Schlaf-Wach-Rhythmus andererseits. Sie beeinflussen das gesundheitsrelevante Verhalten und das soziale Leben. Die chronobiologische Desynchronisation per se sowie die damit verbundenen Schlafstörungen üben einen erheblichen Einfluss auf

die Leistungsfähigkeit und auf das Unfallrisiko der Beschäftigten aus, führen aber auch zu anderen Störungen der Gesundheit. Die Datenlage aus zahlreichen Untersuchungen weist darauf hin, dass Schichtarbeit mit Nachtschichten das Risiko für funktionelle gastrointestinale Beschwerden, Brustkrebs bei Frauen, Übergewicht und gestörte Glukosetoleranz sowie kardiovaskuläre Erkrankungen, insbesondere Herzinfarkt, erhöht.

#### Schlüsselwörter

Schichtarbeit · Zirkadianer Rhythmus · Arbeitsmedizin · Schlafstörungen · Ermüdung

### Shift work in the modern industrial society and consequences on health

#### Abstract

Work beyond normal work times, so-called shift work, affects more than 15% of people who work in Germany, with a trend towards a further increase. Irregular work times as rotating shifts, especially including night shifts, or permanent night shifts lead to a discrepancy between external activity–relaxation cycles and the inner circadian wake–sleep cycle; they influence health-related behavior and social life. The disturbed synchronicity of the internal and external circadian rhythm per se and the sleep disturbance that accompanies it have a relevant influence not on-

ly on performance and risk of accident, but can also lead to other health disturbances. There is empirical evidence that shift work with night shifts increases the risk for gastrointestinal complaints, breast cancer in women, overweight, impaired glucose tolerance, and cardiovascular disease, especially myocardial infarction.

#### Keywords

Shift work · Circadian rhythm · Occupational medicine · Sleep disorders · Fatigue

tern etwa doppelt so hoch wie bei Tagarbeitern (1,37 vs. 0,69%; [68]).

Eine bereits ältere Studie mit 370 Schichtarbeitern und 270 Tagarbeitern ergab, dass das Risiko für Magen-Darm-Erkrankungen während der ersten 5 Jahre vergleichbar ist [6]. Danach aber steigt es bei den Schichtarbeitern im Vergleich zu den Tagarbeitern an. In einer weiteren Untersuchung wurden 60 in Tagesschicht mit 58 in Wechselschicht arbeitende Krankenschwestern in Bezug auf gastrointestinale Erkrankungen und Schlafstörungen miteinander verglichen [84]. Von den in Wechselschicht Beschäftigten wiesen 38% gegenüber 20% der Vergleichsgruppe funktionelle Magen-Darm-Erkrankungen auf ( $p=0,04$ ). Als unabhängige Prädiktoren für ihr Auftreten wurden Schlafstörungen, ein reduziertes Wohlbefinden, Angst und somatische Schmerzen identifiziert.

### ➤ Schichtarbeit erhöht die Häufigkeit gastrointestinaler Beschwerden

Dabei zeigte sich eine positive Korrelation der Symptomscores für funktionelle Magen-Darm-Erkrankungen und Schlafstörungen, ein Hinweis dafür, dass der schlechte Schlaf für die gastrointestinalen Beschwerden verantwortlich sein könnte. Darauf weist auch die Studie von Drake et al. [21] hin; hier zeigte sich die höchste Prävalenz von Magen-Darm-Ulzera nach eigenen Angaben der Befragten in der Gruppe der permanenten Nachtarbeiter, gefolgt von den Wechselschichtarbeitern. Bei allen Schichtformen hatten die Beschäftigten mit Beschwerden im Sinne eines Schichtarbeitersyndroms im Vergleich zu den Beschäftigten ohne diese Störung ein 3- bis 4-fach höheres Risiko für Ulzera. Nach Auffassung der Studienautoren tragen einerseits Schichtarbeit selbst und andererseits Insomnie und exzessive Schläfrigkeit als additive und unabhängige Faktoren zu der erhöhten Prävalenz von Ulzera bei [21]. Einschränkung ist zur „Diagnose“ Magenulkus anzumerken, dass es sich nicht um ärztlich oder gar endoskopisch diagnostizierte Befunde handelte, sondern um die Einschätzung der Betroffenen im Rahmen eines Telefoninterviews, das diese Antwortmög-

lichkeit vorgab. Insofern ist zwischen Beschwerden im Magenbereich und einem echten Ulkus nicht zu unterscheiden.

Die Ergebnisse einer aktuellen Untersuchung bei 400 Krankenschwestern unterschiedlichen Alters bestätigen ebenfalls ein mit Wechselschichten assoziiertes Risiko für gastrointestinale Beschwerden [83]. Besonders betroffen war die Altersgruppe zwischen 20 und 30 Jahren (OR: 13,90) und die Gruppe der Raucherinnen (OR: 8,52).

*Zusammenfassend* gibt es relativ solide Daten, dass Schichtarbeit die Häufigkeit gastrointestinaler Beschwerden erhöht; ob es vermehrt zu Erkrankungen (insbesondere *Ulcus ventriculi* oder *duodeni*) kommt, ist ungeklärt; insbesondere ältere Studien – vor der Identifikation von *Helicobacter* als Verursacher von Ulzera – sind hier kritisch zu betrachten.

### Krebserkrankungen

Die Frage, ob Schichtarbeit das Risiko für – insbesondere hormonabhängige – Krebserkrankungen erhöht, wird in den letzten Jahren lebhaft diskutiert. Stellvertretend für die IARC (International Agency for Research on Cancer) veröffentlichten Straif et al. 2007 [73] eine Stellungnahme, in der sie „limited evidence“ bei Menschen für die Karzinogenität von Schichtarbeit, die Nachtarbeit einschließt, feststellen. „Sufficient evidence“ sei vorhanden aus Experimenten mit Labortieren, dass Licht in der täglichen Nachtperiode dieser Tiere (der „biologischen Nacht“) kanzerogen wirkt. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass Schichtarbeit, die eine Störung des zirkadianen Rhythmus hervorruft, wahrscheinlich ein Humankarzinogen darstellt [73].

Die Annahme des kausalen Zusammenhangs der epidemiologisch festgestellten Assoziationen gründet sich auf die hohe Qualität dieser Studien und die biologische Plausibilität.

### Epidemiologie

Die Annahme, dass Schichtarbeit zu Brustkrebs bei Frauen führt, beruht im Wesentlichen auf Studien an 2 Kollektiven – Flugbegleiterinnen und Krankenschwestern, v. a. aus der Nurses Health Study. Die

Studien an Flugbegleiterinnen haben die Schwäche, dass – neben Problemen der Expositionsabschätzung – Schichtarbeit und erhöhte Belastung durch kanzerogene ionisierende Strahlung auf Langstreckenflügen eng miteinander verknüpft sind. Somit beruht die Annahme eines Zusammenhangs ganz wesentlich auf den Daten der Nurses Health Studie, die zur Illustration hier detaillierter beschrieben wird:

Das eine Kollektiv der Nurses Health Study umfasste mehr als 78.500 Frauen, die über 10 Jahre prospektiv beobachtet wurden und zu Beginn frei von Brustkrebs waren. Schichtarbeit wurde definiert als Arbeit mit mindestens 3 Nachtschichten pro Monat. Es traten 2441 Fälle von Brustkrebs im Beobachtungszeitraum auf. Mit der Dauer der Tätigkeit in Schichtarbeit stieg statistisch das Risiko, an Brustkrebs zu erkranken (Trend:  $p=0,02$ ). Für die Gruppe der Frauen die mehr als 30 Jahre Schichtarbeit geleistet hatten, war das Risiko – nach Adjustierung für zahlreiche potenzielle Störvariablen – um 36% erhöht: Das relative Risiko (RR) betrug 1,36 (1,04–1,78). Es fiel auf, dass bei den Frauen nach Schichtarbeit v. a. hormonabhängige (rezeptorpositive) Tumoren häufiger auftraten. Ferner wurden 602 Fälle von kolorektalen Karzinomen registriert; das RR war 1,35 (1,03–1,77) nach über 15 Jahren Schichtarbeit (wiederum adjustiert für wesentliche Störgrößen; [63, 64]).

Diese Befunde wurden anhand eines erweiterten Kollektivs der Nurses Health Study im Wesentlichen bestätigt – hier stieg das Risiko für Brustkrebs bereits nach 20 Jahren an [65].

### ➤ Nachtschichtarbeit über Jahrzehnte kann das Brustkrebsrisiko erhöhen

Dieser epidemiologische Zusammenhang blieb nicht ohne Widerspruch: In einer Untersuchung mit der Auswertung der Daten von 3 Mio. Männern und Frauen, beobachtet über 18 Jahre, beruhte die Expositionsabschätzung, d. h. die Einteilung in Personen mit und ohne Schichtarbeit, auf der Art der Berufstätigkeit (in Unkenntnis, ob die Person tatsächlich in Schicht gearbeitet hatte); auf dieser Basis ließ sich kein Zusammenhang zwischen

Schichtarbeit und Brust-, kolorektalem oder Prostatakrebs nachweisen [67]

## Biologische Plausibilität

Nachtarbeit führt durch Melatonin-suppression zu Melatoninmangel, was wiederum die Estradiolkonzentrationen erhöht und so möglicherweise das Brustkrebsrisiko fördert. Melatonin hat antimotische Wirkungen und fördert die Expression des Tumorsuppressorgens *p53*, ein Mechanismus, der bei verringertem Melatonin reduziert ist. Unterstützend zeigen besagte tierexperimentelle Untersuchungen konsistent eine vermehrte Tumorentstehung unter mit Schichtarbeit vergleichbaren Veränderungen von Licht und Schlaf [73].

In einer neueren Metaanalyse wird der Zusammenhang kritischer gesehen: Kolstad [44] kommt zu dem Schluss, dass die Datenlage mit Einschränkungen („limited evidence“) für eine kausale Beziehung zwischen Nachtschichtarbeit und Brustkrebs spricht, insbesondere wenn Schichtarbeit über 20–30 Jahre lang ausgeübt wurde. Unzureichend sei die Datenlage („insufficient evidence“), um einen Zusammenhang mit Prostata-, Dickdarmkrebs oder Krebs allgemein anzunehmen [44].

*Zusammenfassend* sprechen epidemiologische, experimentelle und tierexperimentelle Daten dafür, dass Nachtschichtarbeit über Jahrzehnte bei Frauen das Brustkrebsrisiko zu erhöhen vermag. Ob sich diese Erkenntnisse auch von Krankenschwestern auf andere Berufsgruppen übertragen lassen, bleibt abzuwarten.

## Kardiovaskuläre Risikofaktoren

Zahlreiche Befunde zeigen, dass Schichtarbeiter häufiger Erkrankungen wie Adipositas, arterielle Hypertonie oder Diabetes mellitus aufweisen, die – gemeinsam mit ungünstigen Cholesterinwerten (Dyslipoproteinämie) – auch als „metabolisches Syndrom“ bezeichnet werden. Diese Krankheiten wiederum bedingen ein erhöhtes Risiko für das Auftreten einer kardiovaskulären Erkrankung, insbesondere eines Herzinfarkts.

Um kausale Zusammenhänge zu belegen, sind longitudinal angelegte Stu-

dien erforderlich. Im Folgenden werden im Wesentlichen neuere Befunde derartiger Untersuchungen exemplarisch dargestellt.

## Epidemiologische Studien

In einer 14-Jahres-Längsschnittstudie aus Japan erwies sich Schichtarbeit als unabhängiger Risikofaktor für die Progression von Bluthochdruck [74], den Anstieg der Cholesterinpiegel [20], Gewichtszunahme [76] und das Auftreten von Typ-2-Diabetes [75].

In einer retrospektiven Längsschnittstudie untersuchten die Autoren den Zusammenhang zwischen permanenter Nachtarbeit und dem Risiko für metabolische oder kardiovaskuläre Erkrankungen [11]. Insgesamt nahmen 488 männliche Beschäftigte zwischen 1976 und 2007 an der Studie teil: 157 Tagarbeiter, 12 Nachtarbeiter und 319 Männer, die zuerst in Tag- und später in permanenter Nachtschicht tätig waren. Über den Verlauf von 30 Jahren wurden die Teilnehmer durchschnittlich 5-mal (maximal 15-mal) untersucht. Sowohl der interindividuelle Vergleich zwischen den Tag- und Nachtarbeitern als auch der intraindividuelle Vergleich bei denjenigen Arbeitern, die nach initialer Tagarbeit zur Nachtarbeit gewechselt hatten, ergab einen mit der Nachtschicht assoziierten signifikanten Anstieg von Body-Mass-Index, Gesamtcholesterin und Triglyzeriden.

Eine prospektive Studie aus Belgien zeigte, dass über einen Zeitraum von 6 Jahren das Neuauftreten (die Inzidenz) des metabolischen Syndroms bei Wechselschichtarbeitern (60,6 pro 1000 Personenjahre) nahezu doppelt so hoch ist wie bei Tagarbeitern (37,2 pro 1000 Personenjahre; [16]). Die Ergebnisse einer italienischen Studie bestätigen das erhöhte Risiko für die Entwicklung eines metabolischen Syndroms unter Krankenschwestern in Abhängigkeit von Nachtarbeit; von vielen untersuchten Faktoren waren allein Nachtarbeit und Bewegungsmangel Prädiktoren für die Entwicklung der Stoffwechselstörung [55].

## Mechanistische und experimentelle Studien

Um die zugrunde liegenden Mechanismen der metabolischen und kardiovaskulären Konsequenzen der Schichtarbeit abzuklären, untersuchten amerikanische Forscher in einer experimentellen Studie unter Laborbedingungen die Effekte einer gestörten Zirkadianrhythmik auf metabolische, autonome und endokrine Prädiktoren von Übergewicht, Diabetes und kardiovaskulären Erkrankungen [62]. Studienteilnehmer waren jeweils 5 gesunde Männer und Frauen im Alter zwischen 19 und 41 Jahren. Während der 10-tägigen Studie aßen und schliefen die Probanden in unterschiedlichen Phasen des zirkadianen Zyklus. Das Studienprotokoll folgte einem artifiziellen „28-h-Tag“ und hatte eine vollständige Desynchronisation der zirkadianen Rhythmik zur Folge, ähnlich wie bei Schichtarbeitern.

Die Nahrungsaufnahme und körperliche Bewegung wurden experimentell kontrolliert. Nachdem sich Mahlzeiten und Schlafphasen um 12 h gegenüber Studienbeginn verschoben hatten, wurden folgende signifikante Veränderungen gegenüber der Baseline gemessen: Die Leptinwerte waren signifikant reduziert (–17%,  $p < 0,001$ ). Verminderte Leptinwerte gehen mit Appetitsteigerungen und reduziertem Energieumsatz einher und könnten langfristig die Entstehung von Übergewicht fördern. Trotz erhöhter Insulinwerte (+22%,  $p = 0,006$ ) waren die Plasmaglukosewerte (+6%,  $p < 0,001$ ) angestiegen. Außerdem wurde eine vollständige Umkehr des Kortisoltagesprofils ( $p < 0,001$ ) über den Schlaf-Wach-Zyklus beobachtet – mit niedrigeren Werten zu Beginn und höheren Werten am Ende der jeweiligen Wachphasen ( $p < 0,001$ ). Der während der Wachphasen gemessene Blutdruck war nach der Desynchronisation im Vergleich zu den Ausgangswerten erhöht (+3%,  $p = 0,001$ ) und die Schlafeffizienz deutlich verringert (–20%,  $p < 0,002$ ). Bei 3 von 8 Probanden wurden postprandiale Glukosewerte gemessen, die typisch für einen Prädiabetes (>140 mg/dl) oder Diabetes (>199 mg/dl) sind.

Eine prospektive, randomisierte Crossover-Studie aus Österreich belegt, dass 24-stündige Bereitschaftsdienste (als spezi-

elle Form der Schichtarbeit) bei Ärzten zu Stressreaktionen führt [58]. In die Studie wurden 30 gesunde Ärzte (31–36 Jahre) in 24-h-Bereitschaft eingeschlossen. Im Vergleich zu einem normalen Arbeitstag ohne Nachtdienst wiesen die Probanden während der gesamten Dienstzeit einen erhöhten diastolischen Blutdruck auf (83,5 vs. 80,2 mmHg,  $p=0,025$ ), der auch während des Schlafs nicht absank (75,4 vs. 73,0 mmHg,  $p=0,028$ ). Zudem wurden im 24-h-EKG geringfügig, aber signifikant häufiger ventrikuläre Extrasystolen beobachtet. Die Konzentrationen von TNF- $\alpha$  und die Ausscheidungen von Noradrenalin waren während des Bereitschaftsdienstes im Vergleich zu einem Kontrolltag signifikant erhöht.

Eine finnische Arbeitsgruppe untersuchte bei 84 männlichen Schichtarbeitern einer Luftfahrtgesellschaft die Auswirkungen von Veränderungen in der Schichtrotation (Richtung und Geschwindigkeit des Schichtwechsels) und von Veränderungen in der Flexibilität des Schichtsystems auf das kardiovaskuläre Risiko [81]. Alle Studienteilnehmer arbeiteten bis zum Einschluss in die Studie in rückwärts rotierenden Schichten. Zu Studienbeginn wechselten 40 von ihnen in ein – gesundheitlich als günstiger geltendes – schnell vorwärts rotierendes und 22 in ein bezüglich der individuellen Arbeitszeiten flexibles Schichtsystem. Die übrigen 22 Schichtarbeiter verblieben in dem rückwärts rotierenden System. Sieben bis acht Monate nach dem Wechsel in das flexible System ging der systolische Blutdruck von 142 auf 136 mmHg zurück ( $p=0,0049$ ). Die Herzfrequenz zeigt einen Trend zu einer Abnahme von 66 auf 60 Schläge/min ( $p=0,06$ ). Diese Veränderungen könnten eine Reduktion der psychophysiologischen Belastung für die Arbeiter durch den Wechsel in das flexiblere Schichtsystem reflektieren.

### Atherosklerose und koronare Herzkrankheit

In einer Metaanalyse zur Frage des Zusammenhangs zwischen Schichtarbeit und koronarer Herzerkrankung aus dem Jahr 1999 wurden in die Auswertung 4 Querschnittstudien, 4 Fall-Kontroll-Studien und 9 Kohortenstudien eingeschlos-

sen. Die kombinierte Betrachtung der Ergebnisse führte zu der Schlussfolgerung, dass Schichtarbeit das kardiovaskuläre Risiko bei Männern und Frauen um etwa 40% erhöht [12]; als mögliche kausale Mechanismen wurden biologische Desynchronisation, Störungen des Soziallebens, psychosozialer Stress, Verhaltensänderungen (z. B. Rauchen, wenig Sport), Störungen der Ernährung sowie verkürzter Schlaf diskutiert.

Hinweise darauf, dass Schichtarbeit mit einem erhöhten Atheroskleroserisiko vergesellschaftet ist (ohne daraus Kausalität ableiten zu können) stammen auch aus 2 jüngeren Querschnittstudien. In einer finnischen Bevölkerungsstudie an 1543 Erwachsenen (712 Männer und 831 Frauen) im Alter zwischen 24 und 39 Jahren [57] fand sich bei Männern in Schichtarbeit eine höhere Intima-Media-Dicke in der Karotissonographie und ein 2,2-fach erhöhtes Risiko für Plaques in den Karotiden. Die erhöhten Werte blieben auch nach einer Adjustierung für Alter und weitere Risikofaktoren wie niedriger sozioökonomischer Status, Arbeitsbelastung, Raucherstatus, Ernährung, Übergewicht oder positive Familienanamnese bestehen. Bei Frauen hingegen fand sich kein Zusammenhang zwischen Schichtarbeit und Anzeichen einer Karotisatherosklerose. Die Studienautoren schließen aus diesen Beobachtungen, dass Schichtarbeit möglicherweise den atherosklerotischen Prozess bei Männern im Alter unter 40 Jahren beschleunigt.

Bei solchen Untersuchungen ist besonders problematisch, dass sich Schichtarbeiter von Nichtschichtarbeitern ohnehin in einer Vielzahl von Faktoren unterscheiden. Eine skandinavische Arbeitsgruppe um Nabe-Nielsen ging daher der Frage nach, ob sich spätere Schichtarbeiter a priori von späteren Tagschichtarbeitern unterscheiden, und ob ggf. Unterschiede sich durch den sozioökonomischen Status erklären lassen. Übergewicht, Fehlen körperlicher Aktivität und Rauchen bei Abschluss der Ausbildung vor Schichtarbeit sind bei späteren Schichtarbeitenden häufiger, erklären sich aber v. a. durch sozioökonomische Faktoren. Nach Adjustierung für diese verbleibt als Unterschied, dass spätere Schichtarbeiter häufiger rauchen. Rauchen muss daher beim

Vergleich zwischen Schichtarbeitern und Nichtschichtarbeitern als Störgröße herangezogen werden, will man den reinen Einfluss der Schichtarbeit auf das kardiovaskuläre Risiko bestimmen [50].

Diese und eine Vielzahl weiterer Studien zum Risiko kardiovaskulärer Erkrankungen durch Schichtarbeit lassen sich durch Einzelbetrachtung der Untersuchungen nicht mehr sinnvoll interpretieren. Größere Bedeutung kommt daher einer neuen Metaanalyse zu, die unter Einschluss neuerer prospektiver Studien zu dem Schluss kommt, dass es „limited evidence“ für einen kausalen Einfluss von Schichtarbeit auf kardiovaskuläre Erkrankungen gibt [30]. Die relativen Risiken in den Studien bewegten sich zwischen 0,6 und 1,4 (in 12 Veröffentlichungen) während 2 Studien über relative Risiken um 2 (d. h. verdoppeltes Risiko) berichteten.

### ➤ Schichtarbeit erhöht kausal das Risiko für Atherosklerose

In einer Übersicht zur Frage, ob die – z. B. durch Schichtarbeit verursachte – Verkürzung des Schlafs zu einer Änderung von biologischen Größen führt, die das kardiovaskuläre Risiko beeinflussen, fanden Wolk et al. [82] Belege für die folgenden Phänomene:

- Abnahme der Herzfrequenzvariabilität,
- Aktivierung des sympathischen Nervensystems,
- vermehrte ventrikuläre Extrasystolen,
- Abschwächung der nächtlichen Blutdruckabsenkung (Zunahme der „non-dipper“),
- Störung der endothelabhängigen Vasodilatation,
- Aktivierung von Entzündungsprozessen,
- Anstieg von CRP, TNF- $\alpha$ , Interleukin-6,
- verminderte Glukosetoleranz und
- verminderte Insulinsensitivität [82].

Zusammenfassend weisen epidemiologische und experimentelle Untersuchungen darauf hin, dass Schichtarbeit mit einem gesteigerten Risiko für metabolische und kardiovaskuläre Erkrankungen assoziiert ist und kausal das Risiko für atherosklerotische Erkrankungen



Hier steht eine Anzeige.



erhöht, sowohl durch eine Förderung ungesunden Verhaltens als auch durch direkte biologische Wirkungen der chronobiologischen Desynchronisation und des Schlafmangels.

### Gestaltung von Schichtarbeit

In ihrer Leitlinie „Nacht- und Schichtarbeit“ empfiehlt die Deutsche Gesellschaft für Arbeits- und Umweltmedizin e. V. (DGAUM) ausdrücklich, die Nacht- und Schichtarbeit so zu gestalten, dass der Umfang an Nachtschichten und damit die gesundheitlichen Auswirkungen für die Arbeitnehmer möglichst begrenzt werden können [17]. Nachtschichten stellen laut der DGAUM eine besonders gravierende Belastung dar. Durch die zeitlich besonders stark versetzte Lebensweise im Vergleich zum üblichen Tagesrhythmus der natürlichen Körperfunktionen (Schlafzeit, Zeiten der Nahrungsaufnahme) oder durch Störungen des sozialen Lebens (Beziehungen zu Familie und Freunden, Besuch von Veranstaltungen) führt Nachtarbeit zu besonders ausgeprägten Beanspruchungen. Nachtarbeit ist im Sinne des Arbeitszeitgesetzes jede Arbeit, die mehr als 2 h der Nachtzeit umfasst (§ 2 ArbZG). Nachtzeit wird dabei definiert als der Zeitraum zwischen 23 und 6 Uhr, in Bäckereien und Konditoreien als die Zeit von 22 bis 5 Uhr. Daher ist die Arbeitszeit der Schicht- und v. a. Nachtarbeitnehmer nach den gesicherten arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen über die menschengerechte Gestaltung der Arbeit festzulegen (vergleiche § 6 Abs. 1 ArbZG).

Empfohlen wird:

- möglichst wenige hintereinander liegende Nachtschichten (maximal 3), Nachtschichtende so früh wie möglich,
- Dauernachtschicht vermeiden,
- möglichst wenige hintereinander liegende Frühschichten (maximal 3), nicht zu früh (d. h. 6.30 besser als 6.00 Uhr, 6.00 besser als 5.00 Uhr usw.),
- möglichst wenige hintereinander liegende Spätschichten (maximal 3), nicht zu spät (d. h. 22.00 besser als 23.00 Uhr, 23.00 besser als 24.00 Uhr usw.),

- Vorwärtswechsel (d. h. z. B. Früh-, Spät-, Nachtschicht),
- mindestens 2 freie Tage nach der letzten Nachtschicht,
- maximal 5–7 Arbeitstage,
- diverse weitere Empfehlungen [17, 42].

Diese Empfehlungen basieren weitgehend auf chronobiologischen Erkenntnissen und Erfahrungen. Wie weit ihre Einhaltung eine günstige Auswirkung auf die langfristige Erhaltung der Gesundheit/die Vermeidung von Erkrankungen hat, ist unzureichend untersucht.

### Fazit für die Praxis

**Schichtarbeit führt zu einer Diskrepanz zwischen endogenen chronobiologischen Rhythmen (Schlaf-Wach-Rhythmus), Arbeitsanforderungen und äußerer Welt. Daraus ergeben sich Schlafprobleme (Dauer, Qualität), beeinträchtigende Müdigkeit in den Wachphasen, Leistungseinbußen und erhöhtes Unfallrisiko. Weiterhin lässt sich aufgrund der wissenschaftlichen Datenlage mit gewisser Wahrscheinlichkeit („limited evidence“) davon ausgehen, dass Schichtarbeit, insbesondere mit Nachtarbeit, nicht nur mit häufigeren Erkrankungen einhergeht, sondern kausal das Risiko für funktionelle gastrointestinale Beschwerden, Brustkrebs bei Frauen, Übergewicht, gestörte Glukosetoleranz, arterielle Hypertonie, Atherosklerose allgemein und koronare Herzerkrankung im Speziellen erhöht.**

### Korrespondenzadresse

**PD Dr. P. Angerer**

Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial und Umweltmedizin, Klinikum der Universität München  
Ziemssenstraße 1, 80336 München  
peter.angerer@med.lmu.de

**Interessenkonflikt.** Der korrespondierende Autor weist auf folgende Beziehung(en) hin: Mitglied im Advisory Board der Fa. Cephalon, Martinsried.

### Literatur

1. Abetz L, Allen R, Folet A et al (2004) Evaluating the quality of life of patients with restless legs syndrome. *Clin Ther* 26:925–935

2. Akerstedt T (1990) Psychological and psychophysiological effects of shift work. *Scand J Work Environ Health* 16(Suppl 1):67–73
3. Akerstedt T, Knutsson A et al (2004) Mental fatigue, work and sleep. *J Psychosom Res* 57(5):427–433
4. Akerstedt T, Peters B et al (2005) Impaired alertness and performance driving home from the night shift: a driving simulator study. *J Sleep Res* 14(1):17–20
5. Akerstedt T (2003) Shift work and disturbed sleep/wakefulness. *Occup Med (Lond)* 53:89–94
6. Angersbach D, Knauth P, Loskant H et al (1980) A retrospective cohort study comparing complaints and diseases in day and shift workers. *Int Arch Occup Environ Health* 45:127–140
7. Baier PC, Trenkwalder C (2007) Circadian variation in restless legs syndrome. *Sleep Med* 8:645–650
8. Bara AC, Arber S (2009) Working shifts and mental health – findings from the British Household Panel Survey (1995–2005). *Scand J Work Environ Health* 35:361–367
9. Barger LK, Cade BE et al (2005) Extended work shifts and the risk of motor vehicle crashes among interns. *N Engl J Med* 352(2):125–134
10. Beaumont M, Batejat D et al (2004) Recovery after prolonged sleep deprivation: Residual effects of slow-release caffeine on recovery sleep, sleepiness and cognitive functions. *Neuropsychobiology* 51(1):16–27
11. Biggi N, Consonni D, Galluzzo V et al (2008) Metabolic syndrome in permanent night workers. *Chronobiol Int* 25:443–454
12. Bøggild et al (1999) *Scand J Work Environ Health* 25:85
13. Boivin DB, Tremblay GM et al (2007) Working on atypical schedules. *Sleep Med* 8(6):578–589
14. Chung SA, Wolf TK, Shapiro CMJ (2009) Sleep and health consequences of shift work in women. *Women's Health*
15. Costa G (1997) The problem: shiftwork. *Chronobiol Int* 14(2):89–98
16. De Bacquer D, Van Risseghem M, Clays E et al (2009) Rotating shift work and the metabolic syndrome: a prospective study. *Int J Epidemiol* 38:848–854
17. Deutsche Gesellschaft für Arbeits- und Umweltmedizin e.V. (DGAUM) (2006) Leitlinie „Nacht- und Schichtarbeit“: [http://www.dgaum.med.uni-rostock.de/leitlinien/nacht\\_schicht.htm](http://www.dgaum.med.uni-rostock.de/leitlinien/nacht_schicht.htm)
18. DGSM (2009) S3-Leitlinie Nicht erholsamer Schlaf/Schlafstörungen. *Somnologie* 13(Suppl 1)
19. Di Lorenzo L, Zocchetti C et al (1998) Minor and major work accidents in a puglia business in the food sector: a 10-year study. *Med Lav* 89(6):499–513
20. Dochi M, Suwazono Y, Sakata K et al (2009) Shift work is a risk factor for increased total cholesterol level: a 14-year prospective cohort study in 6886 male workers. *Occup Environ Med* 66:592–597
21. Drake CL, Roehrs T, Richardson G et al (2004) Shift work sleep disorder: Prevalence and consequences beyond that of symptomatic day workers. *Sleep* 27:1453–1462
22. Dula DJ, Dula NL et al (2001) The effect of working serial night shifts on the cognitive functioning of emergency physicians. *Ann Emerg Med* 38(2):152–155
23. Fell DL, Black B et al (1997) Driver fatigue in the city sleep patterns of shiftworkers. *Accid Anal Prev* 29(4):463–469
24. Folkard S (1997) Black times: temporal determinants of transport safety. *Accid Anal Prev* 29(4):417–430

25. Folkard S (2008) Shift work, safety, and aging. *Chronobiol Int* 25(2):183–198
26. Folkard S, Akerstedt T (2004) Trends in the risk of accidents and injuries and their implications for models of fatigue and performance. *Aviat Space Environ Med* 75(Suppl 3):A161–A167
27. Folkard S, Tucker P et al (2003) Shift work, safety and productivity rest breaks and accident risk. *Occup Med (Lond)* 53(2):95–101
28. ICD-10, <http://www.dimdi.de/static/de/klasi/diagnosen/icd10/index.htm> Ziffer G 47.2
29. Frey R, Decker K et al (2002) Effect of rest on physicians' performance in an emergency department, objectified by electroencephalographic analyses and psychometric tests. *Crit Care Med* 30(10):2322–2329
30. Frost P, Kolstad HA, Bonde JP (2009) Shift work and the risk of ischemic heart disease – a systematic review of the epidemiologic evidence. *Scand J Work Environ Health* 35(3):163–179. Epub Apr 22. Review
31. Hakola T, Harma M et al (1996) Circadian adjustment of men and women to night work. *Scand J Work Environ Health* 22(2):133–138
32. Halvani GH, Zare M et al (2009) The relation between shift work, sleepiness, fatigue and accidents in Iranian Industrial mining group workers. *Ind Health* 47(2):134–138
33. Hanecke K, Tiedemann S et al (1998) Accident risk as a function of hour at work and time of day as determined from accident data and exposure models for the German working population. *Scand J Work Environ Health* 24(Suppl 3):43–48
34. Harma M, Tenkanen L et al (1998) Combined effects of shift work and life-style on the prevalence of insomnia, sleep deprivation and daytime sleepiness. *Scand J Work Environ Health* 24(4):300–307
35. Haupt CM, Alte D, Dörr M et al (2008) The relation of exposure to shift work with atherosclerosis and myocardial infarction in a general population. *Atherosclerosis* 201:205–211
36. Himashree G, Banerjee PK et al (2002) Sleep and performance – recent trends. *Indian J Physiol Pharmacol* 46(1):6–24
37. Horne J, Reyner L (1999) Vehicle accidents related to sleep: a review. *Occup Environ Med* 56(5):289–294
38. Ingre M, Akerstedt T et al (2006) Subjective sleepiness, simulated driving performance and blink duration: examining individual differences. *J Sleep Res* 15(1):47–53
39. Kawada T, Suzuki S (2002) Monitoring sleep hours using a sleep diary and errors in rotating shiftworkers. *Psychiatry Clin Neurosci* 56(3):213–214
40. Kecklund G, Akerstedt T et al (1997) Morning work: effects of early rising on sleep and alertness. *Sleep* 20(3):215–223
41. Knauth P (1998) Innovative worktime arrangements. *Scand J Work Environ Health* 24(Suppl 3):13–17
42. Knauth P (2007) Schichtarbeit, B-IV-2. In: Letzel, Nowak (Hrsg) *Handbuch der Arbeitsmedizin*. 5. Erg. Lfg. 12/. Ecomed, München
43. Knutsson A (2003) Health disorders of shift workers. *Occup Med (Lond)* 53:103–108
44. Kolstad HA (2008) Nightshift work and risk of breast cancer and other cancers – a critical review of the epidemiologic evidence. *Scand J Work Environ Health* 34(1):5–22. Review
45. Lingenföls T, Kaschel R et al (1994) Young hospital doctors after night duty: their task-specific cognitive status and emotional condition. *Med Educ* 28(6):566–572
46. Lowden A, Kecklund G et al (1998) Change from an 8-hour shift to a 12-hour shift, attitudes, sleep, sleepiness and performance. *Scand J Work Environ Health* 24(Suppl 3):69–75
47. Morgenthaler TI, Lee-Chiong T, Alessi C et al (2007) Practice parameters for the clinical evaluation and treatment of circadian rhythm sleep disorders: An American Academy of Sleep Medicine report. *Sleep* 30(11):1445–1459
48. Mountain SA, Quon BS et al (2007) The impact of housestaff fatigue on occupational and patient safety. *Lung* 185(4):203–209
49. Murray Christopher JL, Lopez Alan D (1997) Alternative projections of mortality and disability by cause 1990–2020: Global burden of disease study. *Lancet* 349:1498–1504
50. Nabe-Nielsen K, Garde AH, Tüchsen F et al (2008) Cardiovascular risk factors and primary selection into shift work. *Scand J Work Environ Health* 34(3):206–212
51. Oginski A, Oginska H et al (2000) Internal and external factors influencing time-related injury risk in continuous shift work. *Int J Occup Saf Ergon* 6(3):405–421
52. Ohayon MM, Lemoine P, Anaud-Briant V, Dreyfus M (2002) Prevalence and consequences of sleep disorders in a shift worker population. *J Psychosom Res* 53(1):577–583
53. Petru R, Wittmann M et al (2005) Effects of working permanent night shifts and two shifts on cognitive and psychomotor performance. *Int Arch Occup Environ Health* 22:22
54. Philip P, Akerstedt T (2006) Transport and industrial safety, how are they affected by sleepiness and sleep restriction? *Sleep Med Rev* 10(5):347–356
55. Pietroiusti A, Neri A, Somma G et al (2009) Incidence of metabolic syndrome among night shift health care workers. *Occup Environ Med* 7:[Epub ahead of print]. doi: 10.1136/oem.046797
56. Pilcher JJ, Lambert BJ, Huffcutt AI (2000) Differential effects of permanent and rotating shifts on self-report sleep length: a meta-analytic review. *Sleep* 23(2):155–163
57. Puttonen S, Kivimäki M, Elovainio M et al (2009) Shift work in young adults and carotid artery intima-media thickness: The cardiovascular risk in young finns study. *Atherosclerosis* 205:608–613
58. Rauchenzauner M, Ernst F, Hintringer F et al (2009) Arrhythmias and increased neuro-endocrine stress response during physicians' night shifts: a randomized cross-over trial. *Eur Heart J* 30:2606–2613
59. Richardson GS, Miner JD et al (1989) Impaired driving performance in shiftworkers: the role of the circadian system in a multifactorial model. *Alcohol Drugs Driving* 5–6(4–1):265–273
60. Richardson GS (2005) The human circadian system in normal and disordered sleep. *J Clin Psychiatry* 66(Suppl 9):3–9
61. Roenneberg T, Wirz-Justice A et al (2003) Life between clocks: daily temporal patterns of human chronotypes. *J Biol Rhythms* 18(1):80–90
62. Scheer FAJL, Hilton MF, Mantzoros CS et al (2009) Adverse metabolic and cardiovascular consequences of circadian misalignment. *Proc Natl Acad Sci U S A* 106:4453–4458
63. Schernhammer ES, Laden F, Speizer FE et al (2001) Rotating night shifts and risk of breast cancer in women participating in the nurses' health study. *J Natl Cancer Inst* 93(20):1563–1568
64. Schernhammer ES, Laden F, Speizer FE et al (2003) Night-shift work and risk of colorectal cancer in the nurses' health study. *J Natl Cancer Inst* 95(11):825–828
65. Schernhammer ES, Kroenke CH, Laden F, Hankinson SE (2006) Night work and risk of breast cancer. *Epidemiology* 17(1):108–111
66. Schwartz JRL, Roth T (2006) Shift work sleep disorder. Burden of illness and approaches to management. *Drugs* 66:2357–2370
67. Schwarzbaum J, Ahlbom A, Feychting M (2007) Cohort study of cancer risk among male and female shift workers. *Scand J Work Environ Health* 33(5):336–343
68. Scott LD, Hwang WT et al (2007) The relationship between nurse work schedules, sleep duration, and drowsy driving. *Sleep* 30(12):1801–1807
69. Segawa K, Nakazawa S, Tsukamoto Y et al (1987) Peptic ulcer is prevalent among shift workers. *Dig Dis Sci* 32:449–453
70. Sharifian A, Firozeh M, Pouryaghoub G et al (2009) Restless legs syndrome in shift workers: A cross sectional study on male assembly workers. *J Circadian Rhythms* 7:12 (doi:10.1186/1740-3391-7-12)
71. Smith L, Folkard S et al (1994) Increased injuries on night shift. *Lancet* 344(8930):1137–1139
72. Statistisches Bundesamt (2004) Schichtarbeit ist in Osteuropa stärker verbreitet als im Westen. Ergebnisse der EU-Arbeitskräfteerhebung 2003. Pressemitteilung des Statistischen Bundesamtes vom 23.12.2004. <http://www.destatis.de>
73. Straif K, Baan R, Grosse Y et al (2007) Carcinogenicity of shift-work, painting, and fire-fighting. *Lancet Oncol* 8(12):1065–1066
74. Suwazono Y, Dochi M, Sakata K et al (2008) Shift work is a risk factor for increased blood pressure in Japanese men: a 14-year historical cohort study. *Hypertension* 52:581–586
75. Suwazono Y, Sakata K, Okubo Y et al (2006) Long-term longitudinal study on the relationship between alternating shift work and the onset of diabetes mellitus in male Japanese workers. *J Occup Environ Med* 48:455–461
76. Suwazono Y, Dochi M, Sakata K et al (2008) A longitudinal study on the effect of shift work on weight gain in male Japanese workers. *Obesity* 16:1887–1893
77. Swaen GM, Amelsvoort LP van et al (2004) Psychosocial work characteristics as risk factors for being injured in an occupational accident. *J Occup Environ Med* 46(6):521–527
78. Takeyama H, Matsumoto S et al (2004) Effects of the length and timing of nighttime naps on task performance and physiological function. *Rev Saude Publica* 38(Suppl 6):32–37. Epub 2004 Dec 13
79. Tucker P, Smith L et al (1998) Shift length as a determinant of retrospective on-shift alertness. *Scand J Work Environ Health* 24(Suppl 3):49–54
80. Tucker P, Smith L et al (2000) Effects of direction of rotation in continuous and discontinuous 8 hour shift systems. *Occup Environ Med* 57(10):678–684
81. Viitasalo K, Kuosma E, Laitinen J et al (2008) Effects of shift rotation and the flexibility of a shift system on daytime alertness and cardiovascular risk factors. *Scand J Work Environ Health* 34:198–205
82. Wolk R, Gami AS, Garcia-Touchard A, Somers VK (2005) Sleep and cardiovascular disease. *Curr Probl Cardiol* 30(12):625–662
83. Yildiz FA, Esin MN (2009) Self reported gastrointestinal and cardiovascular symptoms in female Turkish nurses. *Int Nurs Rev* 56:491–497
84. Zhen Lu W, Ann Gwee K, Yu Ho K (2006) Functional bowel disorders in rotating shift nurses may be related to sleep disturbances. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 18:623–627