

# Klassische kardiovaskuläre Risikofaktoren und Herzrhythmusanalyse bei einer Gruppe von Polizeibeamten\*

Beate Peter, Irina Böckelmann und Eberhard Alexander Pfister

\* Herrn Prof. Dr. rer. nat. habil. Eberhard A. Pfister, Direktor des Instituts für Arbeitsmedizin der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, zum 65. Geburtstag gewidmet.

**Ein wichtiges Anliegen der modernen Arbeitsmedizin besteht darin, einem vorzeitigen Ausscheiden der Beschäftigten aus dem Erwerbsleben vorzubeugen. Chronische Krankheiten stellen die häufigsten Gründe für Frühberentungen dar; unter ihnen nehmen Herz-Kreislauf-Erkrankungen eine führende Rolle ein. Der Betriebsarzt wird sich daher in Zukunft auch vor dem Hintergrund des demografischen Wandels um die Prävention dieser Erkrankungen verstärkt bemühen müssen. Berufsgruppen mit hoher zeitlicher und emotionaler Belastung sind dabei von besonderem Interesse, da neben den klassischen kardiovaskulären Risikofaktoren auch zum Beispiel Bewegungsmangel und Stresssituationen an der Entstehung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen beteiligt sind.**

## Schlagworte:

Herz-Kreislauf-Erkrankungen, kardiovaskuläre Risikofaktoren, Prävention, Herzrhythmusanalyse

## 1. Einführung

Gesundheitsbedingte vorzeitige Berentungen verursachen jedes Jahr enorme gesellschaftliche Kosten. Dabei können rechtzeitige Prävention und Rehabilitation das Risiko einer verminderten Erwerbsfähigkeit senken. Zu den häufigsten Diagnosen, die zu Frühberentungen führen, gehören neben psychischen und muskuloskelettalen Erkrankungen auch Herz-Kreislauf-Erkrankungen (5). Aus dem im Oktober 2007 erschienenen „Herzbericht 2006“ geht hervor, dass insgesamt die Sterblichkeit bei Herzerkrankungen in Deutschland deutlich zurückgeht, es jedoch in der Morbidität und Mortalität große regionale Unterschiede gibt (4). Besonders schlechte Werte bezüglich der Mortalitätsrate im Vergleich zum Bundesdurchschnitt haben hier vor allem die neuen Bundesländer Sachsen-Anhalt, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern, von denen Sachsen-Anhalt um mehr als 17% über dem Bundesdurchschnitt liegt.

Als Hauptursache der Entstehung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen gelten die klassischen kardiovaskulären Risikofaktoren wie arterielle Hypertonie, Diabetes mellitus, Fettstoffwechselstörungen, Nikotinkonsum, Übergewicht

und familiäre Disposition. Allerdings wird eine multifaktorielle Genese diskutiert, wobei auch unspezifische Belastungen am Arbeitsplatz wie Stress einen Risikofaktor darstellen.

Herz-Kreislauf-Erkrankungen werden in Gesundheitsberichten verschiedener Unternehmen als Schwerpunkt genannt, so auch im aktuellen Gesundheitsbericht der Landespolizei Sachsen-Anhalt (6). Diese Erkrankungsgruppe und davon wiederum vor allem die koronare Herzkrankheit (KHK) lag nach den psychischen und Verhaltensstörungen an zweiter Stelle bei der Feststellung einer Polizeidienstunfähigkeit, wobei allerdings in den letzten Jahren eine rückläufige Tendenz im Rahmen

des bestehenden Projektes „Gesundheitsmanagement in der Polizei“ erkennbar ist. Vor diesem Hintergrund wurde auf der Grundlage einer Rahmenvereinbarung zwischen dem Ministerium des Innern des Landes Sachsen-Anhalt und dem Institut für Arbeitsmedizin der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg eine Herz-Kreislauf-Präventionsstudie mit Polizeibeamten des Landes Sachsen-Anhalt initiiert. Die Zielstellung bestand darin, sowohl das individuelle Herz-Kreislauf-Risiko als auch die individuelle Stressverarbeitung der Polizisten zu ermitteln, um daraus spezifische Gesundheitsförderungsmaßnahmen ableiten zu können.

Der vorliegende Teil dieser Präventionsstudie beschäftigt sich mit ausgewählten klassischen kardiovaskulären Risikofaktoren, deren Altersabhängigkeit unter anderem überprüft werden soll. Weiterhin werden Ergebnisse der Analyse der Herzfrequenzvariabilität (Heart Rate Variability, HRV) einbezogen. Diese Messgröße der autonomen Funktion des Herzens ist Ausdruck der sympathikovagalen Balance und beschreibt Schwankungen jeweils zweier aufeinanderfolgender normaler Herzschläge (RR-Intervalle). Es ist seit längerem bekannt, dass Personen mit verminderter HRV nach einem Myocardinfarkt eine höhere Mortalitätsrate aufweisen.

Wir gingen der Überlegung nach, ob sich durch Verknüpfung der beiden Methoden Risikofaktorbestimmung und HRV-Analyse Herz-Kreislauf-Gefährdete eventuell besser detektieren lassen als mit den klassischen Risikofaktoren allein. Dafür sollte eine 24-Stunden-EKG-Aufzeichnung für die HRV-Erfassung in die Untersuchungen einbezogen werden.

## 2. Probanden und Methodik

### 2.1. Probanden

Im Rahmen der Präventionsstudie wurden 83 freiwillige männliche Beamte der Polizeidirektion Magdeburg aus den Bereichen Schutz-, Kriminal-, Wasserschutz- und Autobahnpolizei untersucht. Die Probanden befanden sich im Studienzeitraum alle im aktiven Polizeidienst. Drei Studienteilnehmer schieden wegen der Einnahme von Betablockern und damit einer möglichen Beeinflussung der Generierung der Herzschlagfolge für die HRV-Analyse aus. Bei ihnen erfolgte aber ebenfalls die Ermittlung des Herz-Kreislauf-Risikos mittels der klassischen Risikofaktoren.

## Zur Person



**Dr. med. Beate Peter**

Fachärztin für Arbeitsmedizin, Leiterin der Arbeitsmedizinischen Ambulanz des Instituts für Arbeitsmedizin der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

PD Dr. med. Irina Böckelmann  
Leiterin des psychophysiologischen Labors des Instituts für Arbeitsmedizin der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Prof Dr. rer. nat. habil. Eberhard A. Pfister, Fachphysiker der Medizin, Direktor des Instituts für Arbeitsmedizin der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Für die Studie lag ein positives Votum durch die Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg vor.

Das mittlere Alter der Probanden betrug 42,6 ± 5,1 (30 - 56) Jahre. Es erfolgte die Einteilung in zwei Altersgruppen, wobei in der Gruppe der unter 40-Jährigen 24 und in der Gruppe der über 40-Jährigen 59 Männer vertreten waren.

**2.2. Methodik**

Die Studie bestand aus insgesamt vier Untersuchungsebenen. Ein psychologisches Screening mittels Fragebögen und Untersuchungen im psychophysiologischen Labor dienten der Ermittlung der individuellen Stressverarbeitung der Polizisten (2, 3) und sollen hier nicht näher erläutert werden. Die hier vorgestellten Ergebnisse beziehen sich auf die Erhebung des internistischen Status und die Aufzeichnung eines 24-Stunden-EKGs mit nachfolgender HRV-Analyse.

Bei allen Probanden wurden die Eigen- und Familienanamnese erhoben. Es erfolgten eine körperliche Untersuchung, die Bestimmung des Body-Mass-Index (BMI) und des Ruheblutdrucks sowie die Aufzeichnung eines Ruhe-EKGs. Außerdem wurden über eine Kapillarblutentnahme mit einem Reflexionsphotometer (System Reflotron®) die laborchemischen Risikofaktoren Blutzucker, Gesamtcholesterin, HDL- und LDL-Cholesterin, Triglyceride und Harnsäure bestimmt.

Mit dem Gerät Reynolds-Tracker erfolgte die Aufzeichnung eines 24-Stunden-EKGs, welches bei 73 der 80 Probanden vollständige Datensätze erbrachte. Neben der konventionellen EKG-Analyse zur Beurteilung des Herzrhythmus, des Frequenzverhaltens sowie ventrikulärer und supraventrikulärer Arrhythmien wurden die gewonnenen RR-Intervalle einer HRV-Analyse unterzogen. Diese erfolgte im Zeitbereich, Frequenzbereich (Leistungsdichtespektrum nach schneller Fourier-Transformation) und Phasenbereich (Phasenraum- oder Lorenz-Plots) (8).

**3. Ergebnisse**

Zur Bestimmung des individuellen Herz-Kreislauf-Risikos wählten wir 10 kardiovaskuläre Risikofaktoren aus (siehe Tab. 1). Die Grenzwerte wurden nach Vorgabe durch das Reflexionsphotometer (Blutzucker, Triglyceride, LDL- und HDL-Cholesterin) und nach üb-

lichen medizinischen Einstufungen (Blutdruck, BMI, LDL/ HDL-Quotient) festgelegt. Das Ruhe-EKG galt bei Vorliegen von Rhythmusstörungen, Erregungsausbreitungs- und -rückbildungsstörungen sowie linksventrikulärer Hypertrophie als pathologisch. Bei Vorkommen eines Myocardinfarkts in der Verwandtschaft ersten Grades war der Risikofaktor einer familiären Disposition gegeben.

- |   |
|---|
| 1. Blutdruck > 140/90 mm Hg                     |
| 2. pathologisches Ruhe-EKG                      |
| 3. Raucher                                      |
| 4. familiäre Disposition                        |
| 5. Body-Mass-Index (BMI) > 25 kg/m <sup>2</sup> |
| 6. Blutzucker > 6,9 mmol/l                      |
| 7. Triglyceride > 2,29 mmol/l                   |
| 8. LDL-Cholesterin > 4,91 mmol/l                |
| 9. HDL-Cholesterin < 0,90 mmol/l                |
| 10. Quotient LDL / HDL ≥ 4                      |

**Tabelle 1:**  
*Klassische kardiovaskuläre Risikofaktoren*

Die Probanden wurden nach Bestimmung ihrer Risikofaktoren in zwei Gruppen eingeteilt. Personen ohne oder mit maximal einem pathologischen Risikofaktor galten als nicht gefährdet und wurden in die Herz-Kreislauf-Gruppe 0 (HK 0) eingestuft. Auf diese Gruppe entfielen 17 Polizisten. Probanden mit zwei oder mehr pathologischen Risikofaktoren wurden als kardial gefährdet angesehen und in die Herz-Kreislauf-Gruppe 1 (HK 1) eingeteilt, wobei insgesamt 66 Polizisten auf diese Gruppe entfielen.

**Tabelle 2:** *Einteilung der Probanden in Herz-Kreislauf-Risikogruppen (RF = kardiovaskuläre Risikofaktoren)*

Probanden	Gesamt (n = 83)	< 40 LJ (n = 24)	≥ 40 LJ (n = 59)
Gruppe HK 0 mit < 2 pathologischen RF	20,5% (n = 17)	25% (n = 6)	18,6% (n = 11)
Gruppe HK 1 mit ≥ 2 pathologischen RF	79,5% (n = 66)	75% (n = 18)	81,4% (n = 48)

**Tabelle 3:** *Bestimmung des individuellen Herzinfarkttrisikoprofils bei ≥ 40 LJ mit dem System Reflotron® (RF = kardiovaskuläre Risikofaktoren)*

Risiko	mäßig	mäßig erhöht	hoch
Gruppe HK 0 (n = 11) mit < 2 pathologischen RF	90,9% (n = 10)	9,1% (n = 1)	0 (n = 0)
Gruppe HK 1 (n = 48) mit ≥ 2 pathologischen RF	50,0% (n = 24)	18,75% (n = 9)	31,25% (n = 15)

Die Betrachtung der Altersverteilung zeigt, dass 6 Personen < 40 LJ und 11 Personen ≥ 40 LJ in der ungefährdeten HK 0 vertreten waren. Der größere Teil jedoch, nämlich 18 Polizisten < 40 LJ und 48 Polizisten ≥ 40 LJ, fand sich in der gefährdeten HK 1 wieder (siehe Tab. 2).

Zusätzlich erfolgte mit dem System Reflotron® bei allen Studienteilnehmern ≥ 40 LJ die Berechnung des individuellen Herzinfarkttrisikos durch Abfrage folgender definierter Risikofaktoren: Cholesterin-, Triglycerid-, HDL-Wert, systolischer Blutdruck, Lebensalter, Zigarettenrauchen, Diabetes mellitus, Angina pectoris und Herzinfarkt in der Verwandtschaft ersten Grades. Grundlage dieser Berechnung ist die PROCAM-Studie (Prospective Cardiovascular Münster Study, 1), bei der 5389 Männer im Alter von 35 bis 65 Jahren über einen Zeitraum von 10 Jahren bezüglich koronarer Ereignisse beobachtet wurden. Basierend auf diesen Daten wählten die Autoren der Studie verschiedene Risikofaktoren aus und entwickelten ein Punktesystem zur Vorhersage des Myocardinfarkttrisikos, um eine gezielte Prävention in der klinischen Praxis zu ermöglichen.

Nach dieser Berechnung wurden in unserem Teilkollektiv der ≥ 40-jährigen Polizisten 34 als kardial gering gefährdet eingestuft, wovon 10 auf die HK 0 und 24 auf die HK 1 entfielen. Bei 10 Polizisten ergab sich ein mäßig erhöhtes und bei 15 ein hohes Risiko, wobei letztere ausschließlich der HK 1 angehörten (siehe Tab. 3).

Im Gesamtkollektiv gab es 38 Raucher (n = 16 < 40 LJ, n = 22 ≥ 40 LJ), von denen 8 durch die Kombination mit anderen Risikofaktoren ein hohes individuelles Herzinfarkt-risiko aufwiesen. Bei ihnen bestanden an weiteren Risikofaktoren vor allem pathologische Fettstoffwechselwerte (Triglyceride und LDL/HDL-Quotient) sowie ein erhöhter BMI. Die 17 ehemaligen Raucher (n = 2 < 40 LJ, n = 15 ≥ 40 LJ) hatten seit mindestens 12 Monaten Nikotinabstinenz eingehalten; insgesamt 28 Probanden waren Nichtraucher.

Die Korrelationsanalyse zeigte einen signifikanten Zusammenhang zwischen Lebensalter und Body-Mass-Index (Korrelationskoeffizient nach Pearson r = 0,378 bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von p = 0,002).

Bei den Laborparametern gab es vor allem im Bereich der Fettstoffwechselwerte eine Altersabhängigkeit. In den beiden Risikogruppen HK 0 und HK 1 hatten die über 40-Jährigen signifikant höhere Cholesterinwerte als die Jüngeren (siehe Abb. 1). Innerhalb der Gruppe HK 0 war dieser Zusammenhang auch bei den Triglyceridwerten (p = 0,024), innerhalb der Gruppe HK 1 auch beim Body-Mass-Index (p = 0,004), zu beobachten.

Die untersuchten HRV-Parameter des Zeitbereichs SDNN (Standardabweichung aller Herzperiodendauern) und SDANN (Standardabweichung des Mittelwertes der Herzperiodendauern in allen 5-Minuten-Abschnitten der gesamten Aufzeichnung) der beiden Risikogruppen unterschieden sich tagsüber signifikant, nicht aber in der Nachtruhe.

Der Lorenz- oder Poincaré-Plot als HRV-Parameter des Phasenbereichs entsteht durch Auftragen der fortlaufenden Herzperiodendauer-Längen in einem zweidimensionalen Koordinatensystem, wobei sich das jeweilige Wertepaar aus NNi (Abszisse) und NNi+1 (Ordinate) ergibt. Die so gebildete Punktwolke liegt um die 45°-Achse in dem Koordinatensystem verteilt und hat im Normalfall eine Torpedoform. Dabei ist die Länge des Lorenz-Plots Ausdruck der Regulationsfähigkeit des Herz-Kreislauf-Systems, seine Breite spiegelt die individuelle Ausprägung des Vagotonus und damit direkt die HRV wider (8).

Bei unseren Probanden wurde die Lorenz-Plot-Breite getrennt aus der Tag- und Nacht-Aufzeichnung des 24-Stunden-EKGs ermittelt. In beiden Gruppen war die Lorenz-Plot-Breite nachts größer als am Tag, was als normal gilt, da die HRV in vagusbetonten Ruhephasen größer als in tagestypischen Belastungsphasen ist. In der Gruppe HK 0 betrug die mittlere Lorenz-Plot-Breite tagsüber 106,8 ± 22,1 ms, in der HK 1 waren es in dieser Zeit 98,9 ± 36,1 ms. In der Nacht wurden 132,1 ± 47,5 ms in der HK 0 und 122,9 ± 49,7 ms in der HK 1 er-

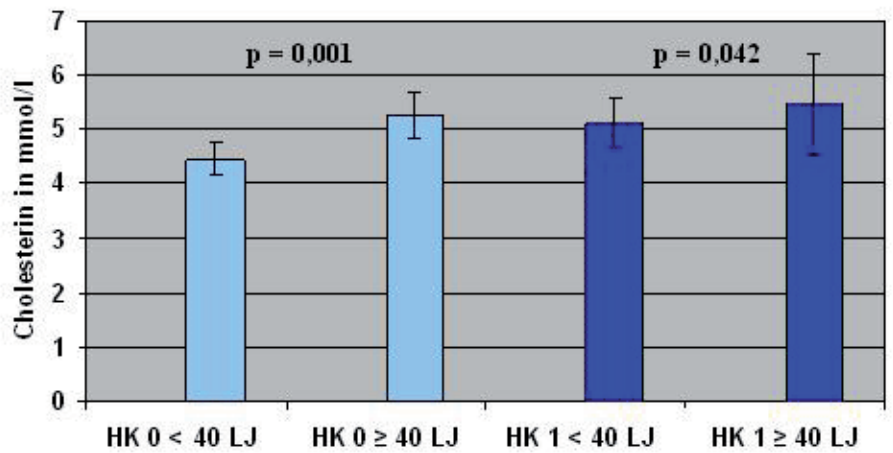


Abbildung 1: Mittelwert und Standardabweichung der Cholesterinwerte in den beiden Risiko- und Altersgruppen

mittelt. Diese Unterschiede sind allerdings statistisch nicht signifikant (p > 0,1; siehe Abb. 2).

**4. Diskussion und Schlussfolgerungen:**

Zum Standard der arbeitsmedizinischen Prävention gehört heute auch die Bestimmung des kardiovaskulären Risikos. Dies geschieht in der Regel über die klassischen Risikofaktoren, deren Wert bei der Abschätzung des koronaren Risikos vielfach untersucht wurde. Hier können Präventionsmaßnahmen bereits frühzeitig zum Einsatz kommen.

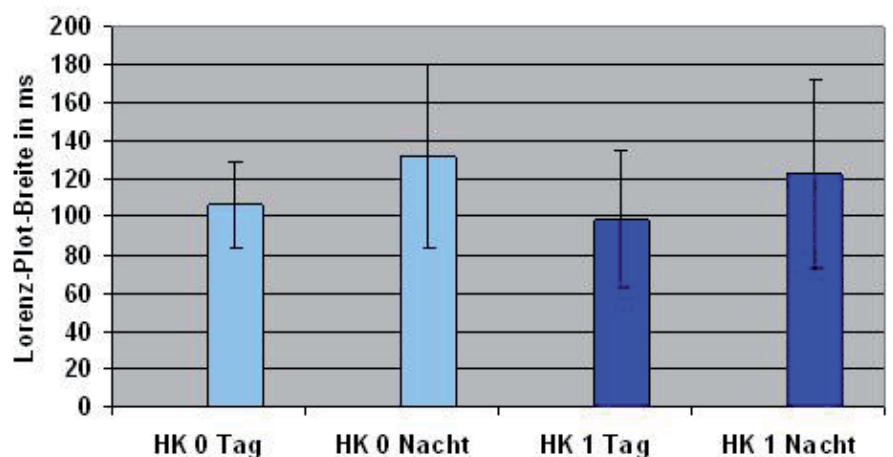
Allerdings besteht dahingehend Konsens, dass auch noch andere Faktoren an der Entstehung der koronaren Herzkrankheit beteiligt sein müssen. Dafür sprechen auch bekannte Diskrepanzen zwischen dem KHK-Risiko, ermittelt aus den klassischen Risikofaktoren, und dem tatsächlichen Krankheitsgeschehen. Für den Einsatz in der Arbeitsmedizin sind zur Aufklärung dieser Faktoren einfache und praktikable Methoden gefragt. Die hier vorgestellten Verfahren zur Bestimmung der klassischen

Risikofaktoren und zur Ermittlung der Herzfrequenzvariabilität auf Grundlage eines 24-Stunden-EKGs erfüllen diese Anforderungen und können deshalb für den Einsatz in der betriebsärztlichen Praxis empfohlen werden. Die HRV-Analyse ist heute Bestandteil jedes Langzeit-EKG-Rekorders und mittels geeigneter Computer-Auswerteprogramme relativ schnell realisierbar (7).

Anhand der vorliegenden Ergebnisse ist festzustellen, dass ein Herz-Kreislauf-Risiko abgeleitet aus den klassischen Risikofaktoren nicht a priori mit einer verminderten HRV gekoppelt ist, obwohl beide Faktoren das Risiko für eine KHK bestimmen. Das kann nur bedeuten, dass es sich um eigenständige und relativ unabhängige Sachverhalte handelt.

Weiterhin zeigen unsere Ergebnisse Unterschiede in der Einstufung der Probanden in die von uns festgelegten HK-Gruppen und der Risikoeinteilung mit dem System Reflotron® auf Grundlage der PROCAM-Studie. Eine wahr-

Abbildung 2: Mittelwert und Standardabweichung der Lorenz-Plot-Breiten aus dem 24-h-EKG in beiden Risikogruppen



scheinliche Ursache ist der Einfluss des Faktors „Lebensalter“, der in unserer HK-Gruppeneinteilung nicht berücksichtigt wurde. Damit ist zu erklären, dass weniger Probanden ein mäßig erhöhtes oder hohes individuelles Herzinfarktisiko aufwiesen als es unserer Einstufung in die gefährdete HK-Gruppe 1 entsprach.

Allen Probanden der vorgestellten Studie wurden auf der Grundlage ihrer individuellen Ergebnisse in einem persönlichen Gespräch Maßnahmen der Verhaltensprävention empfohlen. Zu diesen zählten: Ernährungsumstellung, Reduktion des Übergewichtes, Reduktion des Konsums von Genussmitteln und Nikotin, ausdauerbetonte sportliche Aktivitäten und Strategien zur beruflichen Stressbewältigung. Nach Umsetzung der gesundheitspräventiven Maßnahmen ist eine Erfolgskontrolle nach etwa zwei bis drei Jahren im Rahmen einer Retest-Untersuchung vorgesehen und durch eine Rahmenvereinbarung zwischen dem Ministerium des Innern des Landes Sachsen-Anhalt und dem Institut für Arbeitsmedizin der Universität Magdeburg fixiert.

Obwohl sie nicht zu den entschädigungsfähigen Berufskrankheiten zählen, werden Herz-Kreislauf-Erkrankungen wegen der hohen Zahl an Arbeitsunfähigkeiten und Frühberentungen

in Zukunft für die Arbeitsmedizin an Bedeutung gewinnen. Vor allem bei Berufsgruppen mit hohem Krankenstand sollte im Rahmen der betriebsärztlichen Untersuchungen hinsichtlich Herz-Kreislauf-Erkrankungen noch stärkerer Wert auf die präventivmedizinische Betreuung gelegt werden, zumal die meisten kardiovaskulären Risikofaktoren individuell beeinflussbar sind.

#### 5. Literatur:

1. Assmann G, Cullen P, Schulte H (2002): A simple scoring scheme for calculating the risk of acute coronary events based on the 10-year follow-up of the PROCAM study. *Circulation* 105: 310-315
2. Böckelmann I, Pfister EA, Dietze E, Schneemilch N (2006): Arbeitsbezogene Verhaltens- und Erlebensmuster von Polizeibeamten. *Zbl Arbeitsmed* 56: 110-123
3. Böckelmann I, Pfister EA, Dietze E, Schneemilch N (2007): Individuelle Stressverarbeitung von Polizeibeamten als Grundlage für Präventionsmaßnahmen. *Zbl. Arbeitsmed.* 57: 12-29
4. Bruckenberger E (2007): 19. Herzbericht 2006 mit Transplantationschirurgie. Eigenverlag Hannover

5. Gesundheitsberichterstattung des Bundes (2006), Themenheft 30: „Gesundheitsbedingte Frühberentung“. Robert Koch-Institut Berlin, 05/ 2006

6. Pedal W, Maier F, Pittloun B (2004): Gesundheitsbericht für die Landespolizei Sachsen-Anhalt. Medienzentrums der Fachhochschule der Polizei Sachsen-Anhalt

7. Pfister EA, Böckelmann I, Seibt R, Stoll R, Weippert M (2007): Arbeitsmedizinische Bedeutung der Herzschlagfrequenzvariabilität. *Zbl. Arbeitsmed.* 57: 158-166

8. Pfister EA, Rüdiger H, Scheuch K (2001, aktualisiert 2006): Leitlinie „Herzrhythmusanalyse in der Arbeitsmedizin“. Deutsche Gesellschaft für Arbeits- und Umweltmedizin DGAUM. [www.dgaum.de](http://www.dgaum.de) (03/ 2008)

#### Danksagung:

Wir möchten dem Leitenden Polizeiarzt des Landes Sachsen-Anhalt, Herrn Ministerialrat Dr. med. W. Pedal, für die Unterstützung der Studie und Herrn Medizinaldirektor Dipl.-Med. N. Schneemilch vom Polizeiarztlichen Zentrum Magdeburg für die Rekrutierung der Probanden herzlich danken.

Peter, B. et al.: Klassische kardiovaskuläre ... ISSN 1861- 6704 Prakt. Arb.med. 2008; 12: 44-47

## Der berufliche Auslandsaufenthalt: Expositionsprophylaxe – Konsequenter Schutz vor Insektenstichen

Michael Knappik

**Die ärztliche Beratung zum beruflichen Auslandsaufenthalt bietet eine Fülle von Ansätzen zur Krankheitsprävention. Neben einer ausführlichen Impfberatung und der Durchführung von Reiseimpfungen sollte der Reisende ausführlich über Möglichkeiten der Expositionsprophylaxe zum Schutz vor Stechmücken beraten werden. Dies spielt insbesondere bei der Beratung von Personen mit langfristigen Auslandsaufenthalten in den Tropen und Subtropen eine zentrale Rolle. Neben der Reduktion des Malariainfektionsrisikos steht dabei besonders der Schutz vor nicht impfpräventablen Erkrankungen wie z. B. dem Dengue-Fieber im Vordergrund.**

#### Biologie von Stechmücken

Durch Kenntnis der Biologie und Verhaltensweisen von Stechmücken kann vermieden werden, sich einer hohen Anzahl von Stechmücken auszusetzen. Die meisten Mücken sind zur Fortpflanzung auf stehendes bzw. nur langsam fließendes Wasser angewiesen. Ausschließlich die Weibchen

der Stechmücken saugen Blut, da sie Protein zur Produktion der Eier benötigen. Stechmücken ernähren sich hingegen in der Regel von Nektar und anderen Pflanzensäften. Das Weibchen benötigt mindestens eine Blutmahlzeit zur Produktion der Eier, welche nach Befruchtung direkt auf die Wasseroberfläche gelegt werden. Hieraus schlüpfen bewegliche, im Wasser frei schwimmende Larven. Der Aufenthalt an Seen oder Feuchtgebieten geht daher meist mit einer hohen Dichte an Stechmücken einher.

Einige Stechmückenarten (v. a. *Aedes*) brüten jedoch im Bereich menschlicher Siedlungen in Regentonnen, Pfützen und Zivilisationsmüll, in dem sich Wasser ansammeln kann, wie z. B. in umherliegenden Autoreifen. Insbesondere während und nach der Regenzeit treten daher in den Tropen vermehrt von Stechmücken übertragene Erkrankungen auf, wie zuletzt in Rio de Janeiro, wo im Frühjahr 2008 mehr als 50.000 Personen an Dengue-Fieber erkrankten. Viele, in diesem Zusammenhang relevanten Stechmückenarten, sind

nur während der Dämmerung und der Nacht aktiv. Durch geeignete Planung des Tagesablaufs können bereits von vornherein die Exposition gegenüber Stechmücken verringert bzw. die weiteren Schutzmaßnahmen zielgerichtet eingesetzt werden.

#### Wodurch werden Stechmücken angelockt?

Auf eine Distanz von bis zu 100 Metern können die Mückenweibchen ihre Opfer anhand der Bewegung und der Farbe ihrer Kleidung lokalisieren. Helle Farben sind für Mückenweibchen weniger attraktiv als dunkle. Im Nahbereich kommt zusätzlich, neben der Fähigkeit Wärmequellen zu orten, ihr Geruchssinn zum Tragen. Dieser erlaubt es ihnen, das über die Lunge und die Haut abgegebene Kohlendioxid und eine noch unbekanntere Anzahl weiterer Stoffe wie z. B. Milch-, Hexan- und andere Säuren, die ebenfalls über die Haut ausgeschieden werden, wahrzunehmen. Das Verhältnis anlockender und abstoßender Duftstoffe in der Transpiration bestimmt schließlich die natürliche Attraktivität des Individuums.